

现代轿车

电控技术与疑难杂症诊断

主编 刘建民

副主编 左健 秦鹏 刘扬

内 容 简 介

本书共五章,全面系统地介绍了现代轿车电子控制(ECU)、发动机、底盘、车身等系统的控制原理及疑难杂症故障的诊断方法。

本书适用于广大汽车维修人员、驾驶员、企业汽车技术管理人员和汽车工程专业的大、中专学生参考阅读。

图书在版编目(CIP)数据

现代轿车电控技术与疑难杂症诊断/刘建民主编.
北京:国防工业出版社,2005.8
ISBN 7-118-03941-1

I. 现... II. 刘... III. 轿车-电子系统-控制系统-基本知识 IV. U469.11

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 051803 号

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 26 $\frac{3}{4}$ 620 千字

2005 年 8 月第 1 版 2005 年 8 月北京第 1 次印刷

印数 1—3000 册 定价 45.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

前 言

人食五谷生百病,汽车运行出杂症。诊排勿忘操作序,问津书籍觅捷径。

机械与电,人们的理解不一。机械感觉直观性强,而对电的理解就较为抽象,感到神秘莫测,其实电也是很实在的。现代汽车电子控制技术就是机械与电子的有机结合的典范。通电可以使机械动作(完成某一特定功能),动作又可使电流切断(如触点的打开)。汽车电子技术就是利用这一原理控制汽车的喷油、变速、转向、安全、环保、车门窗的开闭等功能,即谓之现代汽车电子控制系统。

由于汽车电子控制系统较为抽象,使用与维修又需要具备一定的专业知识,因而使许多维修人员对电控望而却步。其实,只要掌握现代汽车电子系统的一些基本结构、功用和原理、使用维修须知,就会觉得诊断排除一些疑难杂症故障的方法步骤是很简单便捷的,较维修机械故障更为容易。

本书较为系统全面地介绍了现代轿车电子控制(ECU)、发动机、底盘、车身等系统的控制原理及疑难杂症故障的诊断方法,是一本很适用于广大汽车维修、驾车者、企业汽车技术管理工作者和职业技术培训及汽车工程类专业的大、中专学生阅读,可达到拓宽专业知识面、培养增强操作技能的目的。

本书编写针对众多读者需要,文字简练、图文并茂(图470幅)、重点突出、通俗易懂、内容丰富、资料翔实。选例针对国内外多种车型在使用维修中的疑难杂症阐述有序,可操作性强等特点,是一本难得的实用工具新书。

本书主编刘建民,参编者有刘扬、左健、秦鹏等同志。在编写过程中,曾参阅过汽车前辈及专家学者的著作,在此付梓之际,表示衷心的感谢!

由于汽车电子技术的突飞猛进,受编者水平和经验所限,书中恐有遗漏或疏误,恳请广大读者和专家不吝指正,致谢!

编 者

2004.12 于龙泉山庄

目 录

第一章 汽车电子控制.....	1
第一节 概述.....	1
一、汽车电子控制技术的内容	1
二、电子控制汽车的优点	8
第二节 汽车电子控制器.....	8
一、电子控制器	8
二、电子控制器的组成与工作	10
三、ECU 的电源电路	17
四、电控系统抗干扰控制	18
五、发动机 ECU 的更换	18
六、ECU 的使用与故障诊断须知	21
第二章 汽油发动机电子控制系统	23
第一节 概述	23
一、汽油发动机电子控制的内容	23
二、现代汽油喷射系统的类型	23
三、电子控制汽油喷射系统部件连接	31
第二节 电子控制点火系统	34
一、电子控制点火系统	34
二、电子控制点火系统电路	41
三、电子控制点火系统使用与故障诊断须知	52
第三节 电控汽油喷射系统特性及方式	68
一、喷油器的基本工况与特性	68
二、喷射方式	71
第四节 机电结合式系统	73
一、机电结合式系统组成与工作原理	73
二、各总成的结构与工作	74
三、混合气成分与工况适应	79
第五节 电子控制多点 L 型汽油喷射系统	83
一、系统特点及组成	83
二、丰田凌志 400 轿车电控 L 型 EFI 系统	97
第六节 电子控制多点 D 型 EFI 系统	103
一、电子控制波许 D 型 EFI 系统.....	103

二、丰田 2JZ—GE 型发动机 D 型汽油喷射系统	104
三、大宇轿车多点 D 型汽油喷射系统	106
第七节 单点电控汽油喷射系统	107
一、概述	107
二、波许单点 L 型汽油喷射系统	109
三、大宇轿车单点 D 型汽油喷射系统	113
第八节 ECU 的其他控制功能	116
一、怠速自动控制 (ISC)	116
二、电动汽油泵的控制	122
三、排气再循环 (EGR) 控制	125
四、二次空气喷射控制	127
五、汽油蒸气回收控制	128
六、可变进气控制	130
七、涡轮增压控制	132
八、三元催化控制	134
九、自动断电控制	140
第九节 发动机电子控制自诊断系统	140
一、自诊断概述	140
二、自诊断系统工作原理	144
三、发动机故障指示灯 (MIL)	147
四、诊断故障码 (DTC) 的读取	148
第三章 汽油发动机电子控制系统疑难杂症典例	155
第一节 概述	155
一、故障诊断的原则	155
二、电控汽油喷射系统使用与检诊杂症须知	155
三、电子控制系统器件故障的检测	157
第二节 部分国产轿车电子控制疑难杂症示例	164
一、奥迪轿车发动机电控系统故障诊断	164
二、红旗轿车发动机电控系统故障诊断	170
三、大众系列轿车发动机电控系统故障诊断	175
四、北京切诺基发动机电控系统故障诊断	204
五、威驰、奇瑞、富康轿车发动机电路检测与故障诊断	241
第三节 部分进口轿车电控系统疑难杂症示例	253
一、大宇汽车发动机电控系统故障诊断	253
二、日产轿车发动机电控系统故障诊断	267
三、奔驰、宝马轿车发动机电控系统故障诊断	274
第四章 汽车底盘电子控制系统	283
第一节 电子控制自动变速器	283
一、电子控制自动变速器的组成	283

二、自动变速器电子控制系统	285
三、自动变速器的检查与试验	292
四、自动变速器的使用与故障诊断须知	299
第二节 电子控制 ABS 制动系统	314
一、ABS 制动系统的组成及布置形式	314
二、ABS 制动系统的控制原理	320
三、ABS 制动系统的使用与维修须知	340
四、ABS 制动系统的故障诊断	344
第三节 电控悬架系统	361
一、电控空气悬架系统的特点	361
二、电控悬架系统的组成及工作原理	362
三、电控悬架系统故障的诊断	366
第四节 电控动力转向系统	372
一、电控动力转向系统的组成	372
二、电控动力转向系统的故障诊断	373
第五章 汽车车身电子控制系统	376
第一节 汽车空调系统	376
一、汽车空调系统的作用、组成与分类	376
二、几种车型空调控制电路	376
三、汽车空调的使用与故障检修须知	381
四、汽车空调故障的维修	383
第二节 汽车安全气囊系统	391
一、SRS 的组成与分类	391
二、SRS 的控制原理	393
三、SRS 的电路控制	394
四、SRS 的使用与故障诊断须知	394
五、安全带的保护作用	399
第三节 其他系统电子控制	400
一、现代汽车电动门锁	400
二、汽车电动车窗	405
三、电动座椅	407
四、防盗系统	410
五、汽车导航系统	414
附录 《现代轿车电控技术与疑难杂症诊断》常用英文缩写词	416
参考文献	421

第一章 汽车电子控制

汽车一诞生,它就是一种各类先进科学技术的综合结晶体,并与电子(气)技术紧密地相结合。近50年来,电子技术的长足发展在汽车领域得到广泛应用,可谓日新月异,层出不穷,令人眼花缭乱,并将继续深入下去,而当今汽车已进入电子控制(EC)的新时代。

第一节 概 述

一、汽车电子控制技术的内容

现代汽车产业的生存与发展,越来越离不开电子化产品的研制与开发,无论是哪一国家或哪一汽车制造公司要取得惊人效果,都必须在当今尖端的电子控制技术方面深入地研发与广泛运用并推出先进的车型。而尖端汽车电子技术的核心又是集成化、高精度的电控模块。当今,高档轿车广泛采用(7~8)块并带有网络功能的电控模块,它们的英文缩写是:PCM、EBCM、SDM、HVAC、Cluster、BCM、Badlo等。

目前较多见、较为成熟的汽车电子控制技术,主要是电子控制系统,由发动机电子控制、底盘电子控制、车身电子控制、信息传递电子控制等部分组成。

(一) PCM 电子控制

PCM模块是动力总成控制模块,或发动机及自动变速器控制的中心。它可以同时处理几十种信号,并直接指控发动机及自动变速器的所有工作过程。32位主机运算速率极高,使得发动机的加速、减速、自动换挡变速都在瞬间完成。更有意思的是PCM由相互独立的硬件与软件组成,而不同的软件配装上硬件就可适应不同款式发动机的PCM系列,为适应更严格的排放法规要求提供可能。

1. 发动机电子控制

发动机电子控制集中在混合气空燃比、点火时刻两个方面的控制。

(1) 最佳空燃比(A/F)控制

混合气空燃比的控制是电控汽油喷射发动机的一项重要内容。它能有效地控制混合气空燃比,使发动机在各种工况下及有关因素的影响下,空燃比都能达到最佳值,从而实现提高发动机的输出转矩(功率)、降低燃油消耗、减小排出污染物等功效。

该控制系统可分为开环和闭环两种控制。闭环控制是在开环控制的基础上,增加爆震传感器及信息反馈系统,在一定条件下,由ECU根据氧传感器输出的混合气空燃比的电压信号,修正汽油供给量,使混合气空燃比始终保持在理论空燃比(即14.7:1)附近,以实现发动机排气中的CO、HC、NO_x三种污染物能被同时高效净化的目的。同时可使油耗降低最多可达8%左右,新开发的高压缩比快速稀燃发动机能满足这一要求。

稀燃混合气一直是汽油发动机降低油耗的有效途径,只有实现电子控制,才能获得稀燃效

果。对于大排量的轿车发动机,要求降低 HC 的排放尤为重要。由于电控汽油喷射系统控制混合气空燃比十分精确,使电控汽油喷射发动机使用稀混合气也能正常工作,并能满足欧洲汽车排放法规的限值标准要求。

新一代稀燃汽油发动机,使用一种稀混合气空燃比的专用氧化锆固体电介质为载体的氧传感器,可使空燃比在较宽的稀区范围内得到控制,其输出的电流与氧的分压成正比,它可较精确地检测出发动机排气中氧的浓度,从而准确地控制发动机在较稀混合气空燃比的燃烧区域内工作。由于稀燃混合气排气中的 NO 成分并不多,可不经转化就能符合欧洲 ECE 排放法规要求。新型稀燃发动机在怠速、全负荷工况时,仍可供给化学当量比的混合气或稍微加浓的混合气而使发动机有效地运转。

(2) 最佳点火时刻(ESA)控制

点火时刻是用点火提前角来表示的。而点火提前角是指从火花塞电极间跳火开始,到活塞运行至上止点时的一段时间内曲轴所转过的角度。

新系统的电子控制,首先应按发动机汽缸的工作顺序进行点火;其次,必须在最佳的时刻进行点火。最佳的点火时刻,可使发动机在不同转速、进气量等因素下,实现最佳点火提前角,使发动机能发出最大的功率或转矩,而油耗和排放污物降低到最低限度。电控都能较好地实现对闭合角及恒流进行控制,以保证发动机在各种转速下,都能产生足够高的次级电压,又能防止点火线圈过热和改善点火特性。

最佳的点火时刻,可使燃烧最大压力出现在上止点后 10° 左右,此时发动机产生的功率最大,燃烧也最完全。

在发动机汽缸内,从开始点火到完全燃烧需要一定的时间(约千分之几秒)。为使发动机发出最大功率,点火时刻不应在压缩行程終了,而应适当提前。

如果点火过迟,在活塞到达上止点时才点火,则活塞下行时混合气才燃烧,即燃烧是在容积增大情况下进行的,从而使汽缸压力降低,发动机功率下降。同时由于炽热的气体与汽缸壁的接触面积增大,热损失增多,导致发动机过热,油耗增加。

如果点火过早,则燃烧完全在压缩行程中进行。由于汽缸内压力急剧上升,必给活塞一个与其运动方向相反的阻止力,在活塞到达上止点前即达到最大压力,这不仅使发动机功率下降,油耗增加,还会引发爆燃。

不同发动机的最佳点火时刻各不相同,就是同一发动机在不同工况和使用条件下的最佳点火时刻也是不相同的,其主要影响因素有:发动机转速、负荷、空燃比、汽油辛烷值、进气压力及发动机冷却水温等。

(3) 怠速控制(ISC)

怠速控制是使发动机怠速总是处于最佳转速下运转,即保证发动机启动后的快速暖机过程和自动维持发动机怠速在目标转速下稳定运转。怠速控制与发动机冷却水温及其他参数,如空调开关信号、动力转向开关信号等有关。

ECU 对怠速的控制内容包括:启动后控制、暖机过程控制、负荷变化时的控制、减速时的控制等。怠速转速的控制实质是对怠速时充气量的控制。怠速充气量的控制对策、方式随车型而异,对电控汽油喷射发动机来讲,目前有两种控制类型,一是控制节气门旁的旁通空气道的空气流量;二是直接控制节气门关闭位置的节气门直动式。两种类型控制的实质都是调节空气通路截面的方法来实现控制的,目前以第一种控制方法采用最多。

(4) 二次空气控制

二次空气控制是为了解决从燃烧室排到排气管中未完全燃烧的 HC 和 CO 再次燃烧,根据发动机的工况和工作温度,适时地将一定量的新鲜空气引入排气管以燃烧剩余的燃料,或引入三元催化转换器中,以提高三元催化转换器的转化效率,达到进一步降低发动机排气中有害物质(主要是 HC、CO)的目的。为了区别发动机正常进气,故把这种向排气管中或三元催化转换器中供给空气的装置称为二次空气供给装置。

(5) 排气再循环控制(EGR)

排气再循环控制是根据发动机的工况,适时、适量地将一部分排放废气引入到进气侧的新鲜混合气中,以降低发动机燃烧温度,抑制发动机有害气体(NO_x)的生成,并对送入进气系统的排气进行最佳控制。

排气再循环控制指标大多采用 EGR 率表示,其表达式为:

$$\text{EGR 率} = \frac{\text{EGR 气体量}}{\text{吸入空气量} + \text{EGR 气体量}} \times 100\%$$

由于采用 EGR 系统,使混合气的着火性能和发动机输出转矩(功率)有所下降,因此应选择 NO_x 排放量多的发动机运转范围,进行适量的 EGR 控制。

(6) 汽油蒸气回收控制(EVAP)

该系统的作用是阻止汽油箱内的汽油蒸气(HC)泄漏到大气中,以免污染环境。首先将油箱内汽油蒸发产生的油气密封起来防止直接排入大气,同时将汽油蒸气导入活性炭罐中,由罐中的活性炭粒利用物理原理将 HC 吸附。当发动机运转时,由节气门处的负压源作用使油气清除阀打开,使炭罐与进气管之间产生通路,利用空气导管中空气高速流动而产生的吸力,将 HC 从炭粒上脱离,并与从罐底部流入的空气一起被吸入汽缸内燃烧。

(7) 谐波增压进气控制(ACIS)

该系统是利用发动机工作时进气管道的进气动态效应原理来提高充气效率,以达到在发动机转速范围内增大发动机的转矩和功率。其原理是利用进气流的惯性来增压,当气体高速流向进气门时,如果进气门突然关闭,因进气门附近的气流突然停止流动,使进气门附近的气体被压缩,压力上升。而当气体的惯性消失后,被压缩的气体开始膨胀,向着进气气流相反的方向流动,压力下降,膨胀气体的压力波传到进气管口时又被反射回来,形成压力波。如果能使这一脉动的压力波与进气门的开闭时刻相吻合,使反射的压力波能集中于要打开的进气门旁,则在进气门打开时就会产生增压效果。为此,在现代轿车发动机进气管的中部,加装一个大容量的气室和电控真空阀,用于改变发动机在不同工况下压力波传播路线的长短,使发动机在高速和低速都能获得理想的增压效果,日产丰田 2JZ-GE 型发动机就采用这一进气系统。

(8) 涡流增压控制

涡流增压的作用是提高进气密度,增加充气量,使发动机在各种转速下都能达到最佳充气效果,以增大发动机的功率和输出扭矩。

涡流增压是利用发动机所排放的废气来推动涡轮旋转,并利用涡轮扇叶对发动机进气侧进行“增压”,奥迪 A6 四缸 5 气门发动机的进气系统就是采用这种增压系统装置。另一种增压系统是利用发动机曲轴皮带驱动增压器,其优点是输出极为平顺,不会提高发动机仓的空气温度,但要消耗发动机部分功率。

除上述控制装置外,在发动机部分的电子控制内容还有:汽油喷射系统、冷却风扇、故障自诊控制等功能,将在后叙。

2. 电子控制自动变速器(ECT)

ECT 有多种形式,它可提高传动效率,降低油耗,改善换挡舒适性和平顺性,延长变速器的使

使用寿命。

根据发动机节气门开度和车速等行驶条件,由 ECT、ECU 按照换挡特性和换挡规律,精确地控制变速比,使汽车处于最佳挡位,达到最佳的汽车行驶扭矩,还通过控制发动机转速来减轻对变速器的冲击。

(二) 底盘的电子控制

汽车底盘的电控,主要用来提高驾驶的轻便性、行驶的舒适稳定性、安全性。汽车运行中控制的三个基本特征是:行驶、转弯和停车。

1. 悬架系统控制(ADS)

进入 20 世纪 90 年代,电子技术应用于悬架系统,产生了电控悬架,从而使汽车具有更好的行驶平顺性、操纵稳定性和安全性,也使轮胎和车身具有更小的冲击和振动,亦可延长其使用寿命。

汽车悬架的电控,目前主要是由 ECU 对弹性元件的刚度和减振器的阻尼力大小按车辆的行驶状态进行实时的智能控制。

2. 动力转向控制(EPS)

动力转向装置是现代汽车的重要装备之一。20 世纪 70 年代中后期研制成功多种电控动力转向系统,该系统能在低速时减轻转向盘操纵力,提高操纵稳定性。当汽车由低速挡换到高速挡时,电控系统能够保证提供最优传动比和稳定的转向手感,从而提高了高速行驶的稳定性。

电控动力转向系统目前主要有两类,即反力控制方式和阀灵敏度可变控制方式。阀灵敏度可变控制方式的电控转向系统,是利用车速操纵电磁阀,直接改变动力转向控制阀的油压增益(阀灵敏度)来控制油压的方法。这种转向装置结构简单、价廉,有选择操纵力较大的自由度,有良好的自然操纵感和操纵特性。目前,电控动力转向系统在高级轿车上采用居多。

3. 四轮转向控制(4WS)

四轮转向的汽车,驾驶员转动转向盘时,能对汽车的前后四个车轮同时进行转向操纵,可以提高汽车低速行驶时的转向灵活性、轻便性。也可改善汽车高速行驶的稳定性和控制性。

现代轿(汽)车发动机功率在不断增大,行驶速度也在不断提高,为保证高速行驶的安全性和车辆转弯的灵活性,20 世纪末,四轮转向汽车相继推出。1986 年,日本本田汽车公司宣布已研制出 4WS 汽车。转向盘转动的角度首先使前轮转向,同时经输出轴带动后轮转向机,使后轮与前轮同向或反向转动。由于电子技术在汽车上的推广应用,世界各大汽车公司已分别研制出多种四轮转向的汽车,并已批量生产。

电控四轮转向系统,是在前轮转向的同时,主动地控制后轮也进行适当转向(一般最大为 5°),后轮相对于前轮的方向,分为同向转向和逆向转向(后轮与前轮的转向方向相反)。采用电控四轮转向系统的汽车,ECU 根据多个传感器提供的数据信息,计算出后轮距目标转角的差值,再向步进电机发出指令使后轮偏转。当汽车低速行驶时,依据转向盘的转动角值使后轮逆向转向,以减小转弯半径;中速行驶时,可减小后轮转向,以减轻转向盘操纵的不自然感;而在高速行驶时,可使后轮实现同向转向,以减小甚至避免车身横摆,提高转向的稳定性。

4. 制动防抱死控制(ABS)

随着国内外汽车工业的发展,对汽车制动时的安全可靠、操纵稳定性、节能节胎提出了新的更高要求。因而,将液压、ECU 等高新技术引入制动系统,形成了 ABS 制动防抱死装置,国外汽车上把 ABS 多作为标准装备采用。ABS 的主要优点是:

① 能保证制动时车辆方向的稳定性,避免侧滑和甩尾,且使制动时操纵性及转向性能符合

要求；

② 能使制动过程更理想,保证安全,能获得制动减速度合理,可减少冲击惯性和机械磨损；

③ 避免轮胎拖滑磨损,延长轮胎使用寿命。

目前,电控制动模块(EBCM)已出现,其中包含了ABS与TCS(牵引力控制)系统。ABS为驾驶者提供极好的方向控制性能,而TCS的应用又使轿车在急加速起步时的性能更优越舒适。

5. 驱动防滑控制(ASR)

汽车在起步加速或超车加速时,驱动轮会出现滑动现象,使轮胎与路面之间的附着能力下降,同时也会降低汽车的抗侧滑能力,甚至导致转向能力(前置前驱动)丧失。

为防止驱动轮滑转,提高车辆的行驶安全性,国内外不少高级轿车不仅配置ABS系统也同时配置了驱动力控制装置。该系统可防止汽车在各种运动状态下驱动轮可能发生的滑转,使驱动轮在各种不同路面上均能获得最佳驱动力,既有良好的行驶稳定性又不丧失转向能力。例如奇瑞SQR2160系列轿车,将ABS功能扩展,增加电子驱动力控制装置,用于汽车加速打滑控制。

6. 轮胎压力监测

该系统在汽车行驶过程中,能连续不断地监测轮胎的压力和温度。当监测到轮胎压力或温度超过或低于正常值的一定范围时,便在仪表板上显示警告信息,告知驾驶员应控制适当的行车速度,或建议停车等。

7. 巡航控制(CCS)

巡航控制亦称定速控制、恒速控制或车速控制。当汽车在良好的道路或高速公路上长时间行驶时,驾驶员总是以一种固定姿势踏在加速踏板上,容易使人感到无味枯燥,产生疲劳。若汽车装有巡航控制系统,在汽车行驶中,驾驶员只需按一下设定开关(SET),锁定车速就能保持目标车速。此时电子控制器将根据行驶阻力的变化情况,自动增减节气门开度,使汽车按照目标车速(保持恒速)行驶,以减轻驾驶员长途驾驶之疲劳。

(三) 车身控制

车身电子控制主要是为司乘人员提供更安全、更方便和更舒适的环境。车身控制内容丰富,一般采用车身控制模块(BCM),它的功能有:遥控执行功能(为每位车主提供一把遥控器),提醒与警告功能,室内照明功能,车身门锁功能,特有个性化设置功能(车主可自行设定遥控门锁的各种功能),安全控制功能,独有的“Passkey”系统通过抑制发动机供油,可防止车辆被盗,数据总线控制功能,BCM的其他功能(遥控器程序化支持、光照模式识别、后雾灯控制、前照灯延迟照明、过电压保护、附件电源模式支持等)。

1. 安全气囊(SRS)

安全气囊的作用是在驾驶员与转向盘之间、乘员与仪表板、挡风玻璃等之间形成一个缓冲软垫,避免驾乘人员的头部与身体上部产生硬性撞击而受伤,但应与安全带配合使用才有良好效果。

国外汽车上常见的是被动安全装置,安置在转向盘的中央或仪表板与杂物箱之间以及其他部位。汽车在高速行驶中相撞时,ECU立即引爆气囊装置的气体发生器,此时“药剂”迅速燃烧产生氮气,瞬间充满气囊,所有动作在0.02s内完成。

现在高级轿车上采用安全气囊电控模块(SMD),即“黑匣子”。它集约化地将碰撞传感器及减速加速度计集中于拳头大的铁盒内。SMD更能将撞车瞬间的车速、安全带状态、制动状态等关键数据记录在模块内,为分析事故提供可靠数据。

2. 安全带控制

该控制在汽车发生撞击瞬间收紧座位上的安全带,并迅速产生气体,推动导管内的活塞运动,使安全带迅速收紧,缩短驾、乘人员向前移动的距离,以防止其面部、胸部与转向盘、挡风玻璃或仪表板发生碰撞。

有的汽车上,该装置只有 ECU 确认驾驶员及乘员安全带使用无误时,才准许发动机进入启动程序。

3. 防撞控制系统

该控制系统形式多样,通过汽车上安装的监测装置(如利用无线电波、超声波或光波技术),当汽车行驶中监测到两车间的距离小到某一距离时就自动报警,若再继续行驶,则会在即将相撞的瞬间,自动控制汽车的制动器将汽车停住;有的是在汽车倒车时,会显示车后障碍物的距离,可有效地防止倒车事故的发生;有的汽车上采用红外线夜视装置,能在夜间或大雾等能见度较低的情况下,看清汽车前方景物。

4. 门锁控制

主要作用是方便驾驶员锁门或开门。门锁控制形式多样。有的是在车速超过某一预设值时,会自动锁住车门,以提高行驶过程中乘员的安全性;有的汽车采用遥控门锁系统,通过一个便携式发射器(一般设在点火开关钥匙上),发射出无线电波或红外线密码识别信号,由车内的接收器接收并解码,驱动门锁锁住或开启。

5. 电控防盗系统(VAT)

该系统控制形式较多,电控防盗系统,能在车主或驾驶员锁上车门离开汽车后,如果他人采用非法手段进入车辆,进行车辆移动时,能自动进行检测并报警,同时阻止发动机启动和汽车行驶。目前,有的汽车还增设了验明驾驶者身份的功能。在驾驶者正常操作系统中,当验证身份(如特殊的点火开关)不相符时,会阻止发动机启动,以防止车辆被盗。

6. 灯光控制

灯光控制十分重要,其功能多少因车而异。现代汽车有的前照灯在一定照明范围内,能随着转向盘的转动而转动,并能在会车时自动启闭和防眩;有的能根据车外天气光线条件,自动地将前灯和尾灯接通或关断,以提高汽车使用方便性和安全性。

7. 自动座椅控制

该系统的作用是满足不同体型的人,使用同一座椅时都具有乘座的舒适性,它是人体工程学与电控技术相结合的产物。最舒适的座椅位置包括座椅全高、座椅前高度、座椅后高度、纵向调整、后背调整、头枕调整。而电子控制座椅,只要事先将几个不同体型的人,经过调整后感到最舒适的位置参数存储到电子控制器的存储器中,每个人保存一个位置。当更换驾驶者时,只要按一下相应的操纵键开关,即可实现对座椅位置的自动调整。

8. 自动空调控制

空调系统可以对车内的空气温度、湿度、清洁度、风速、风量等进行调节,使空气在车内以一定的速度和方向流动,给乘员提供良好的“小气候”,保证乘员在任何外界气候和条件下都处于最舒适的环境中。同时也能防止车窗上产生雾和霜,确保驾驶员视线清晰,保证安全行驶。

现代轿车多采用电子控制的自动空调系统,空调控制总成(HVAC)最能体现“以人为本”设计理念。HVAC 能独立控制驾驶员出风口、乘员前后排出风口的出风温度。操纵十分简便,只要驾驶员或乘员用温度设置开关设定车内所需的温度,电子控制器自动检测车内温度、太阳辐射量、车外温度、发动机冷却水温度等信息,并计算出吹入车内空气所需要的温度,选择所需要的空

气量,然后控制空气混合入口、水阀、进出气口转换板等,使车内温湿度保持最佳,其控制结果显示在仪表板上。

9. 音响、音像控制

在一些汽车上,大都装有高级音响或音像系统。如具有高级立体声收录机、影碟机、录像机或电视机等。放音系统可实现立体声补偿、自动选台和自动更换 CD 光盘等;电视机可实现数码选台。Radio - CD 及收放机控制总成,除其高品质的收放功能外,还有故障提示,如磁头清洗自动提示、绞带、断带自动提示等。还可将防盗码变为随意设定码。若经适当改装,可把扬声器用来接听移动电话。

(四) 信息与通信系统

该系统可使驾乘人员获得汽车运行信息,与车外通信实现社会连接,以获取各种信息。

1. 数字化仪表

汽车仪表是驾驶员与汽车进行信息交流的重要接口和界面,是驾驶员获取汽车有关信息的重要途径。随着人们对汽车的经济性、安全性、排放性、方便性、舒适性和智能化等方面的要求越来越高,汽车仪表正逐渐被以微处理器为核心的电控数字化仪表所取代,汽车仪表的功能正在迅速扩展,它将成为集感觉、识别、情况分析、信息库和控制等各种功能于一体的综合信息系统。

目前,汽车多采用组合仪表总成,它可以自动变化仪表亮度,为驾驶者提供舒适的视觉效果。所有仪表都采用新型数字式驱动指针指示表,其精度与可靠性极高,整个仪表的安装简单到不用一只螺钉。

数字化仪表广泛采用发光二极管(LED)、液晶显示器(LCD)、真空荧光显示器、阴极射线管(CRT)、平面发光和投影显示技术。数字化仪表可以是指针式显示,也可以是数字与字符显示,或线条显示、图像显示,同时还可配有声光报警功能。

数字化仪表显示名目繁多,除常见的发动机水温、机油压力、车速、发动机转速等内容外,还有如瞬时油耗量、平均油耗量、平均车速、行驶里程(km)、车外温度等。而且还可随时调出如:电子行车地图、维修、后视镜、显示电视、广播、电话等信息。

监视和报警方面有:发动机水温、油压、充电、燃油温度、尾灯、前照灯、排气温度、制动液量、驱动车制动、车门未关严等,当出现异常时或车载自诊断系统检测出故障时,都会出现灯光报警。为防止驾驶员疏忽观察仪表造成报警遗漏,有的车还配有语音报警,模拟人的声音向驾驶员发出:“请停车”、“水温异常”或“请加油”等。

2. 移动电话(GSM)

汽车移动电话也称为蜂窝电话,其特点是:使用无线电波通信,电话本身可以随汽车或使用者移动。为提高移动电话的服务质量,最近开发出一种免提电话,它在转向盘上安装一个微型电话接收器,驾驶员不需将手从转向盘上移去拿电话,有的可以通过声控拨打电话号码,奔驰轿车在接电话时,可以通过扬声器听到对方的声音,如果届时正在使用音响,静音功能会自动启动,防止音响干扰通话。

3. 汽车定位导航系统(GPS)

这个系统由卫星导航系统和地面无线电固定导航台系统组成。目前多通过全球定位系统确定汽车行驶中的确切位置,再通过汽车上的 ECU、地图适配器,显示在显示屏的电子地图上。在电子地图上,除精确地显示汽车当时的方位和位置外,还可以知道汽车已行驶的轨迹,可随时指示汽车行至目的地的行驶方向、距离和显示最佳行车路线。驾驶员可通过电脑与专用无线电导航台保持联系,取得交通信息,以选择通畅道路行驶。

一汽在中国生产的第一款威驰轿车,装备了众多的高科技设备,具有多目的地同时设定等多项先进功能的 DVD 语音电子导航系统。该系统采用 GPS 与自律航法(车速传感器+陀螺仪)相结合的方式,通过触摸显示屏在 5s 之内即可检索出 5 条备选路线方案,并用画面和语音引导车辆行驶。如果车辆在行驶中偏离引导路线,系统能够迅速自动重新检索。即使汽车行驶在电波无法达到的隧道或者高大建筑物的阴影中时,也可通过 GPS 和自律航法结合使用的方式,确保导航的精度,在显示屏上可以指定全程路线图、语音设定、显示切换、中止显示、路线变更等项目。

二、电子控制汽车的优点

汽车实现电子控制的优越性是十分显著的。近年来,电脑控制技术在汽油发动机上的应用,再增设涡轮增压、提高压缩比,采用中冷技术等,使汽油机的性能指标达到一个新的高度,例如法国标致 205 Turbo 16 轿车用 1.8L 级直到 4 缸中冷、增压电控汽油喷射发动机,缸径 $\phi 83\text{mm}$,行程 82mm,最大功率达 147kW(6750r/min),1 千功率达到 89kW/L。底盘车身等实现电子控制,使安全性、舒适性、方便性等大大提高,使现代汽车更具有智能人性化感。

① 提高发动机的充气效率,增加了发动机的功率,在油耗率相同的情况下,扭矩可增加 15%~20%。因为在进气管中,没有截面较小的喉管,使进气管截面变大,进气阻力减小,不要求气流在进气管中有较高的流速,进气温度较低,密度较大。

② 可对发动机混合气空燃比及点火时刻进行精确控制,使发动机无论在任何工况下都能在最佳状态下运转,特别是过渡工况下能进行瞬时控制,使混合比更精确,过渡工况更圆滑。

③ 由于电控汽油喷射系统的汽油是在一定的压力下喷入进气歧管或汽缸内,雾化质量好,各缸混合气分配均匀,允许有高的压缩比,同时可减少爆震现象,油耗可降低 5%~15% 左右。

④ 电控汽油喷射系统,可按汽缸内不同位置实现分层燃烧,如在火花塞附近用较浓的混合气以保证点火,火焰末端处用较稀混合气,可以防止爆震燃烧现象出现。

⑤ 电控汽油喷射系统能按发动机的不同使用条件和运行工况精确地供给发动机所需要的混合气,当发动机转速低时也能保证汽油雾化良好,能输出较大扭矩,提高了汽车的起步加速能力与爬坡能力。

⑥ 电控汽油喷射系统进气阻力小、反应灵敏、无滞后现象,提高了汽车的加速性和舒适性。

⑦ 电控空燃比精确度高,能保证发动机各种工况时有理想的空燃比、燃烧完全,可保证废气中的 CO 、 HC 、 NO_x 的含量控制在法规所规定的范围限度内。

⑧ 底盘车身采用电子控制,使汽车的操纵方便轻松、快捷,可减轻驾驶疲劳、确保安全行驶。

⑨ 对车厢内气候可进行调节,改善了驾乘人员环境,采用现代信息与通信,使汽车与社会联结大为方便。

第二节 汽车电子控制器

一、电子控制器

汽车电子控制器常称为 ECU(Electronic Control Unit),也叫做电子控制单元(或电脑)。时光进入 21 世纪,现代高级轿车的电控汽油喷射系统多采用发动机微机集中控制系统(ECCS),它

是发动机的一种综合电子控制装置。

发动机电子控制器的具体名称并不统一,不同国别的汽车制造厂家采用不同的名称,就是一个制造厂家,由于制造汽车的年代不同,制造内容的差异,其名称也有所不同。如美国通用汽车公司称发动机电子控制器为 ECM(电子控制组件),而福特汽车公司则称发动机电子控制器为 MCU(微处理机控制装置),尔后又称发动机电子控制装置为 EEC。

电子控制器硬件的作用是:根据电子控制器存储的程序和数据,对发动机(或汽车)传感器输入的各种信息(模拟/数字)进行运算、处理、判断,然后输出动作指令,控制各有关执行器进行工作,达到快速、准确、自动地控制发动机(或汽车)工作的目的。现代汽车发动机电子控制器的最基本组成如图 1 - 1 所示。

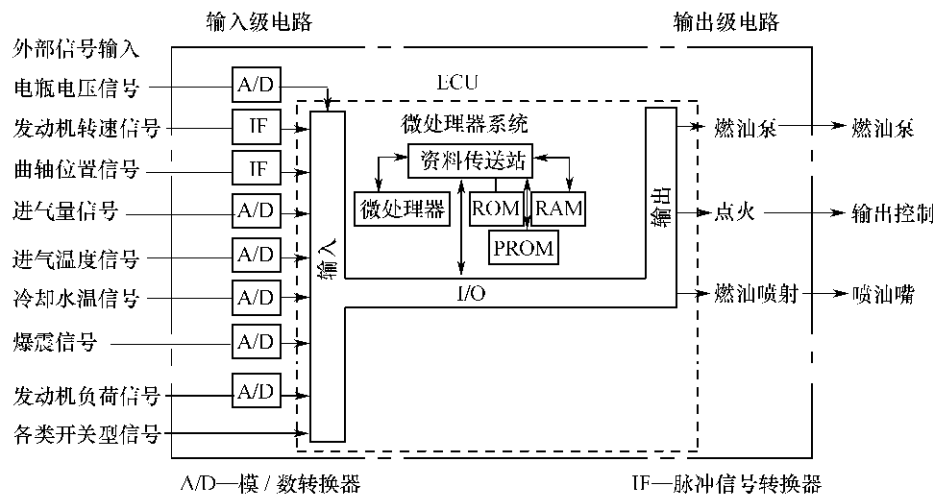


图 1 - 1 电子控制器组成方框图

发动机电子控制主要是对电磁式喷油器和点火时刻两个方面的控制。为达到预期的控制效果,适应发动机工况状态复杂的快速多变性特点,还要求电子控制器具有高灵敏度的响应速度,而实现响应性又是电子控制器的首要技术指标。

一般来讲,电子控制器包括硬件和软件两部分。若系统中采用硬件较多,则处理信息的速度加快,可改善控制系统的性能,但系统的结构复杂化;若系统中多采用软件替代一些硬件,则可减少电器元件数目,但系统的处理速度减慢,响应度也降低。因而电子控制器合理的选配硬件与软件两者的比例是至关重要的,应按控制系统的具体要求来确定。

电子控制器的硬件有专用控制微机、电路、输入与输出接口等,即主要是集成电路、电子元件与印制电路板。如叶特朗尼克控制系统有 4 块 CMOS 型大规模集成电路芯片,即中央微处理机、CPU 程序与只读存储器(ROM)、随机存储器(RAM)与输入和输出电路等。

电子控制器印制电路板由上、下两层组成:上层主要有输入级电路、微处理机、只读存储器 ROM、随机存储器可编程只读存储器 PROM 等集成块组成;下层主要有各种输出放大级电路,诸如电动汽油泵、点火控制系统、汽油喷射控制系统等放大电路组成。而上下两层电路则用数据线连接,一个 35 极插座联接蓄电池、各传感器和各执行驱动器,同时配备一个安全接头,以防止逆向电压或短路对电子控制器造成伤害。

二、电子控制器的组成与工作

ECU 的组成如图 1 - 2 所示。主要由输入电路、A/D 转换器(转换电路)、ECU 和输出回路等四部分组成。

1. 输入电路

输入电路的作用是将系统中各传感器检测到的信息(号)通过 I/O(输入/输出接口电路)接口送入 ECU 完成汽车发动机在运行过程中对其工况状态的实时检测任务。在检测过程中 ,需要检测与输入的信号有模拟信号和数字信号两种。从传感器送来的信号 ,首先进入输入回路。在输入回路中 ,对输入信号进行预处理。一般是去除杂波和将正弦波变为矩形方波后 ,再转换成输入电平 ,其大致过程如图 1 - 3 所示。

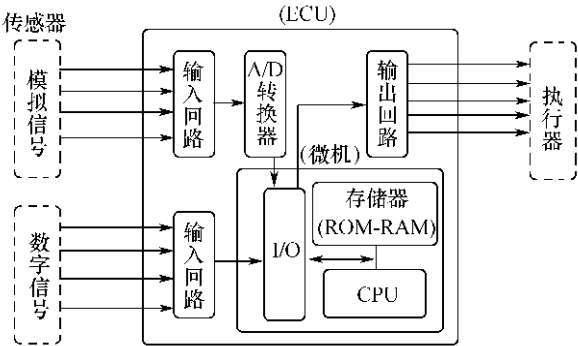


图 1 - 2 发动机电子控制器的组成

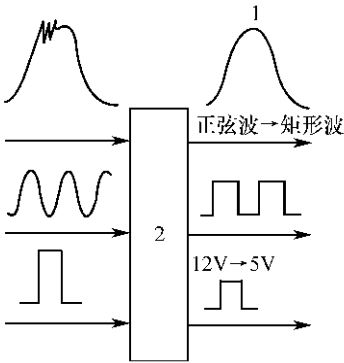


图 1 - 3 输入回路的作用
1—除去杂波；2—输入回路。

2. A/D 转换器

从传感器送出的信号有模拟信号和数字信号两种 ,其中的模拟信号 ECU 不能直接识别与处理 ,需经过相应的 A/D 转换电路将模拟信号转换成数字信号后才能输入 ECU。

(1) 模拟信号输入

输入的模拟信号有吸入空气流量、空气温度、发动机冷却水温度、发动机负荷(转速)、电源电压等多个信号。在闭环调节控制系统中 ,还有来自氧传感器(OX)的余氧电压信号输入。这几个信号分别经过相应的处理电路后 ,再经过模/数转换器转换之后 ,才以数字量的形式送入到中央处理器 ,其过程如图 1 - 4 所示。因为上述信号反映的是流量、压力、温度等物理量 ,在经过传感器与处理电路之后 ,已经都转换为相应的电压信号。它们通常都是变化缓慢的连续信号 ,这些信号必须事先转换为数字量后 ,才能输入 ECU 进行处理。例如空气流量计的输出为(0 ~ 5)V 的电压信号 ,若与 A/D 转换器已设定的量程相同时 ,就无需进行电平转换而直接进入 A/D 转换

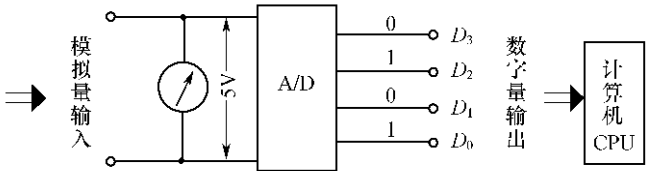


图 1 - 4 A/D 转换工作过程示意

器,电源的电压信号在发动机各种运行工况下变化的幅度较大,有时会超过 A/D 转换器的设定量程,因此在进入 A/D 之前也要先进行电平转化。在 A/D 转换器中将模拟量随时间线性变化的锯齿电压波转变为脉冲方波,其脉冲计数就是该物理量的数值。其转换的部件,大多数是采用 ADC - 0809 芯片,它具有 8 通道的多路开关及与微机兼容的控制逻辑功能。

(2) 数字信号的输入

控制系统采集的数字信号主要是来自转速传感器的转速信号与活塞上止点参考信号,它们都是脉冲信号。这两个信号经过处理电路之后,通过 I/D(输入/输出接口电路)接口就可直接送入 ECU。

由于控制系统所用的磁电式转速传感器或发动机曲轴转角位置传感器输出信号的幅值均是随转速变化的,当发动机转速升高(或降低)时,输出电压的幅值就增大(或减小)。这样在发动机低速时,电压信号就显得很微弱,必须将信号放大和将波形变成整齐的矩形波,为此在系统中要设有信号整形电路,将这些脉冲信号整形成有规则的脉冲,才能送入 ECU。

另外,曲轴转角传感器齿盘上的齿数一般只有几十个,如果仅用这几十个齿数产生的几十个脉冲信号来代表曲轴每一转的步长数,就显得很不精确,会引起较大的控制误差。所以在发动机上,为了保持一定的精度,转角的步长应定为 0.5° (或 1°)曲轴转角为宜。因此转角脉冲还需要输入一个转角脉冲发生器,把由齿盘中产生的几十个脉冲转变为曲轴一转产生 720 个脉冲(或 360 个脉冲),即转变为每 0.5° (或 1°)曲轴转角发生一个脉冲。而这里的上止点脉冲除了作为上止点销钉位置信号之外,同时也作为 0.5° 曲轴转角脉冲信号起始位置的同步信号。也就是以上止点脉冲定为计算曲轴转角的零点,然后按 0.5° 曲轴转角的间隔输出脉冲。

3. 微型计算机(ECU)

ECU 主要由 CPU、存储器和输入、输出接口、信息传送总线等组成,如图 1 - 5 所示。

ECU 能根据需要,把各种传感器送入的信号,用内存程序(ECU 进行处理顺序)和数据都事先编好存在存储器内,使用时通过传感器启动相应程序,即可实现自动控制。汽车用 ECU 系统只需用一定容量的半导体存储器便可满足内存要求,无须设置外存储器。

在 ECU 控制系统中,为了收集和检测各种参数,采用了许多检测元件(如传感器)和仪表。其主要作用是把被检测参数由非电量转变为电量,如热电偶把温度信号变成电压(mV)信号,压力传感器把压力信号变成电压信号等。这些信号被转变成统一的标准电平后再送入 ECU 进行比较和运算处理。因而检测元件的精度直接决定着整个控制系统的控制精度。为把 ECU 运算处理的结果(如喷油器的喷油信号、点火正时信号等)的命令、指令转

化为控制行为、动作并付诸实施,ECU 需要配有执行机构。常用的执行机构有电动的、液动的或气动的等形式,如步进电动机、电磁阀等。

(1) 中央处理器(CPU)

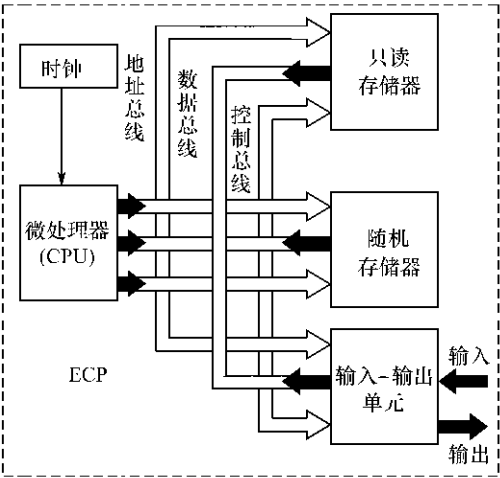


图 1 - 5 ECU 的基本组成

CPU 是整个控制系统的核心 ,是计算机的大脑。中央处理器由进行算术、逻辑运算的运算器、暂时存储数据的寄存器、按照程序执行各装置之间信号传送及控制任务的控制器等组成 ,如图 1 - 6 所示。CPU 的工作是在时钟脉冲发生器的操作下进行的 ,当 ECU 通电后 ,脉冲发生器立即产生一连串的具有一定频率的脉宽电压送入 CPU ,其作用是对微机工作过程中进行随时控制。

因为 CPU 执行指令是精确定时按规定程序进行的 ,由于脉冲计时器产生的固定节拍频率脉冲是微机操作的最小时间单位 ,而系统中各部分元件都遵守此统一节拍操作 ,才能保证在同一时间内完成一定的操作 ,实现控制系统各部分协调有序工作的目的。

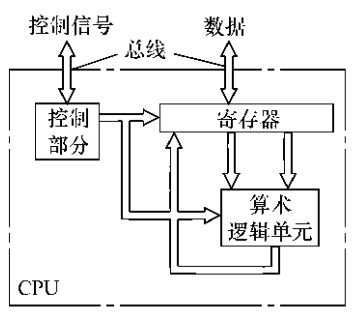


图 1 - 6 中央处理器(CPU)组成

① 算术逻辑运算器(ALU)。ALU 主要是用来对输入的各种数据进行加减乘除等算术运算 ,以及与、或、非等逻辑运算。

② 累加器(AKKU)。AKKU 主要是用来存放算术和逻辑运算的结果 ,即存放来自 ALU 的瞬间中间运算结果。

③ 控制器。控制器用于安置工作流程与工作步骤节拍 ,索取指令与进行译码 ,调用所需数据与控制输入和输出等 ,即用它来选择适当的时间、适当的数据 ,进行确切的运算。

(2) 存储器

存储器主要是用来存放程序、数据和表格、地图等 ,可按需要进行读取(读操作)或存入(写操作)。存储器由多个存储单元组成 ,每个单元有一编号 ,称为单元地址。每个单元通常存放一个有独立意义的代码 ,称为一个字 ,代码位数称为字长。

存储器一般分为两种 ,即只能读出的存储器叫做只读存储器 ,简称为 ROM ,按功能又有几种 ,能读出又能写入的存储器叫做随机存储器 ,简称为 RAM。

① 只读存储器(ROM)。只读存储器主要是用来存储固定的数据(或参数) ,即存放各种永久性的程序和永久性、半永久性的数据 ,如电子控制汽油喷射发动机系统中的一系列控制程序软件、喷油特性脉谱、点火控制特性脉谱 ,以及其他特性数据等。这些信息资料一般都是在制造时由生产厂家一次性存入 ,运用中无法改变其中的内容 ,即计算机工作时 ,新的数据不能存入 ,只有需要时读出存入的原始数据资料。当电源切断时 ,存入 ROM 内的信息也不会丢失 ,通电后又可以立即使用。

为了使用方便和需要 ,而今又开发出几种新的不同类型的只读存储器 ,它们分别是 :

a. 可编程序只读存储器(PROM) :可编程序只读存储器的工作性能和只读存储器基本相同 ,也是用来储存程序和信息的。其区别是 PROM 是采用专门的方法 ,在制成后靠通入电流编制程序 ,而无需生产 IC 的厂家完成编程。这样 ,PROM 对于汽车制造厂有更大的选择使用空间 ,即可将发动机、传动系统、车身型式或选用附件的差异组合时 ,将数据资料存入 PROM 中。

这种 PROM 存储器通常制成芯片 ,可以从微机上取下 ,当汽车制造厂对发动机和底盘进行重新更换再组合时 ,可从微机上更换新的 PROM ,有了 PROM ,可使同一微机适用于不同车型的发动机控制系统成为可能。

b. 可擦除可编程只读存储器(EPROM) EPROM 与 PROM 相似 ,但 EPROM 芯片的顶部有一窗口 ,其内部存储的程序可以用紫外线照射的方法予以擦除(即清除) ,然后再用编程器存入新的程序数据。当重新编程后将芯片顶部的窗口封盖好 ,以防日光把存入的程序内容消除。

EPROM 多在原车型系统试制或小规模生产中采用,其重复使用性可达万次以上。

c. 电力擦除可编程只读存储器(EEPROM) EEPROM 与 EPROM 类似,但它可以不从微机的电路上取下,而在通电的情况下进行擦除和重新编程,一般只允许小部分擦除和重新编程。EEPROM 常用在使用过程中,需要时常修改其主要数据的存储器,如汽车里程表的数据存储,采用这种存储器就为合理。根据需要更改汽车里程数据或更换微机时,都需将原来存储的数据擦除,写入新的数据。

EEPROM 存储器的价格是上述几种只读存储器中最贵的一种。

d. 自适应存储器(CALPAC) 在现代汽车发动机 ECU 控制系统中,还设置有自适应存储器。这种自适应存储器具有“自学习”和自动调整相当参数的功能。如当一定操作数值超过程序参数范围时,可自动进行微调,以补偿和维护发动机的动力性。如发动机活塞组的自然磨损,使发动机的动力性下降,此时 ECU 要在原来的基础上微量上调喷油量,以确保动力性。而这个微量上调的喷油量固定存储在 CALPAC 中,以备 ECU 随时取用。再如,当 ECU 内部或 PROM 受到伤害时,就能启用 CALPAC 中存储的数据,供车辆缓慢行驶,但猛踏加速踏板加油时反而会引起回火或放炮现象发生,这是因为 PROM 损坏不起作用,点火角度和喷油量已被自适应 CALPAC 中固定数值所取代,不能随发动机工况变化而变化所致,只能维持发动机工作,使车辆驶到修理厂。

只读存储器中存储的大量程序和数据,是 ECU 进行操作控制的主要依据,它们都是通过大量科学试验获得的。存入只读存储器中数据的精确性,如各种工况下和各种因素影响下发动机的喷油量控制数据、点火时刻控制数据等,是完全能满足 ECU 控制发动机的动力性、经济性和排放性等的最重要保证。

② 随机存储器(RAM)。RAM 主要是用于存储 ECU 在操作时的可变数据,如暂存微机输入的信息,供中央处理器进行运算使用,如各种传感器输送给 ECU 的信息与计算过程中产生的中间数据等,都可以暂时存储在 RAM 内,根据需要可随时调出或被新的数据代替(改写)。当电源切断时,所有存储在 RAM 的数据,如空燃比学习修正、故障代码等,为了能较长期的保存,防止点火开关断开时,由于电源被切断而造成数据丢失,一般这种 RAM 都通过专用的电源后备电路与蓄电池直接连接,使 RAM 不受点火开关控制。当然,当电源后备专用电路断开时或蓄电池上的电源线都拔掉时,存入在 RAM 内的数据也会自然消失的。

(3) 输入与输出(I/O)接口电路

输入与输出接口电路是中央处理器与输入装置(传感器)、输出装置(执行器)间进行信息交流的控制电路。根据 CPU 的命令,输入 ECU 的信号以所需要的频率通过 I/O 接口电路接收的。而 ECU 输出的信号则是按发出控制信号的形式与要求也通过接口电路以最佳的处理速度输出或输入中间存储器。ECU 系统所用的外部输入、输出设备一般都备有 I/O 接口,通过 I/O 接口才能与微机连接,因此 I/O 是微机与被控制对象进行信息交换的纽带,也是微机系统不可缺少的部分,它起着数据缓冲、电平匹配、时序匹配等多种作用。

(4) ECU 系统总线

ECU 系统总线是一束传送信息的内部公用连线,如图 1-7 所示。在 ECU 系统中,中央微处理器、存储器、输入与输出接口,通过传递信息的总线连接起来,它们之间的信息交换均要通过总线进行。总线一般包括数据总线、地址总线和控制总线三根。总线利用数据、存储地址、控制信号来对系统中的各个元器件进行操作控制,同时利用连接总线的方式可扩充系统的存储器与 I/O 的功能。

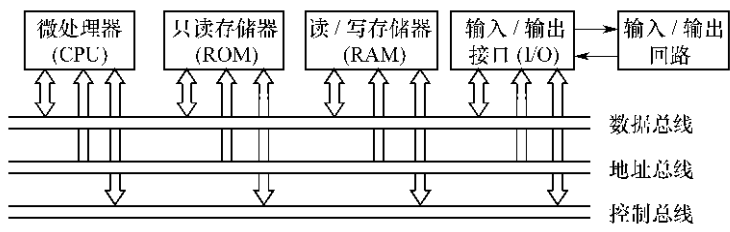


图 1 - 7 微机系统总线

① 数据总线。数据总线主要用于传送指令与数据。数据总线由几根导线组成 ,一般导线数是与数据的位数——对应的 如普通的 8 位 ECU 的数据总线应由 8 根导线组成。

② 地址总线。地址码的传递是由地址总线来完成的。在 ECU 总线上 ,各元器件之间的通信主要靠地址码准确地进行联系。例如需要对存储器内某单元进行存储或读出数据时 ,必须先将该单元的地址码送到地址总线上 ,然后再送出写或读的指令才能完成操作。

地址总线的导线根数与地址码的位数、地址码的传送方式有关。对于 8 位 ECU ,若地址码采用二进制 16 位一次传送方式 ,这样地址总线就有 16 根。

③ 控制总线。ECU 系统中的其他器件也都接到控制总线上 ,其中 CPU 可通过控制总线随时掌握着各个器件的状态 ,并根据需要随时向有关的器件发出控制指令。

早期的计算机多是将 CPU、ROM 和 RAM、I/O 分别集成后装在一块印制电路板上 ,即所谓的单板机。随着半导体集成技术工艺的发展 ,目前的 ECU 多把 CPU、一定容量的 ROM、RAM 以及 I/O 接口集成在一个芯片上 ,就是通常称为的单片机 ,它的外观形状如图 1 - 8(a)所示 ,而汽车用 ECU 的外形如图 1 - 8(b)所示。

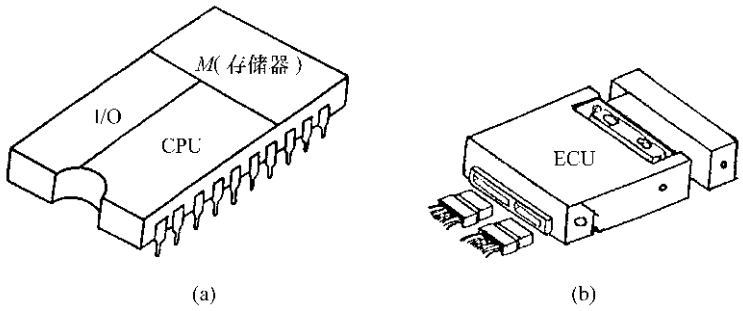


图 1 - 8 单片机及车用 ECU 的外观
(a)单片机的外观 ;(b)车用 ECU 外形图。

(5) ECU 的输入与输出

在 ECU 控制系统中 ,除了 ECU 之外 ,还有一些外部设备 ,由此组成输入级、输出级。

外部设备的作用是沟通 ECU 与应用对象之间联系的输入和输出装置。其中输入外部设备是指电控汽油喷射发动机中所设置的各种传感器(如进气温度、进气流量、发动机冷却液温度等传感器) ,它们把所检测到的信息输入 ECU 进行处理 ;输出外部设备是指汽油喷射系统、点火系统中的各个执行元件(如电动汽油泵、电磁式喷油器、点火线圈等)来接收由 ECU 发出(输出)的不同指令(信号)并作出操纵动作。

① 输入级。输入级的作用是将系统中各传感器检测到的信号经过接口电路送入 ECU 进行

处理,完成在汽车发动机运行过程中对其各工况状态的实时检测。在控制过程中,需要检测与输入的信号有模拟信号和脉冲数字信号两种。

② 输出级。输出级的作用是为 ECU 与喷油器、点火线圈等执行器件之间建立起联系,将 ECU 处理信息后做出的决策指令,转变为控制信号来驱动执行器进行工作(动作),它起到控制信号与放大信号的功用,由此输出的有三个控制信号:喷油器驱动信号、汽油泵驱动信号、点火正时控制信号。

a. 汽油泵驱动控制信号:ECU 的输出级随发动机运行工况的不同,控制着电动汽油泵的接通与断开。在 ECU 的输出端处,通过连接一个油泵继电器再连到电动汽油泵,当控制电路中的晶体管处于饱和状态时,该继电器中的线圈通电,即吸入继电器开关,使电动汽油泵的电源接通,汽油泵随之开始工作运转。当控制晶体管截止时,继电器的开关被弹起(断开),使电动汽油泵的电源断开,汽油泵停止供油。ECU 输出端处油泵继电器的设置使用是出于安全的原因,在点火开关打开,而发动机却又是停机时,此油泵继电器可以中断对汽油泵的供电,达到停止供油的目的。

b. 喷油器驱动信号:在供油压力不变的情况下,每一活塞行程的喷油量,是通过喷油器开启的喷油持续时间来控制的。而 ECU 计算出相应于发动机运行工况的喷油持续时间,并由此脉冲信号来控制驱动喷油器。

在采用顺序喷射的系统中,需要按发动机各缸工作次序分别向各缸喷油器提供一定脉宽的脉冲驱动信号,因此在喷油器的驱动电路中,应具有缸序判别与定时两个功能。缸序的判别是保证发出的喷油脉冲的时序与发动机工作次序相对应,使各缸喷油过程均在进气过程的时间内进行,定时则是保证喷油脉冲具有与 ECU 计算所确定的喷油量相对应的脉冲宽度。

图 1-9 所示为一种喷油器驱动电路,设置有运放集成电路块 LM224 芯片。它具有两个功能:一是增强输出信号的驱动能量,为大电流功放管 T 提供足够的基极电流;二是在数字电路与模拟电路之间形成器件隔离,以抑制干扰。为了减小控制器 ECU 的损失功率,缩短喷油器开启与落座的关闭时间,应对喷油器的控制电流进行调节,在喷油器刚启动时应供给大电流,在接通时约为 7.5A(如 6 缸发动机),以后又降低,至喷射持续期末的保持电流约为 3A。从喷油器的驱动电路图中看出,控制可通过调整电阻 R_2 使功放管 T 处于饱和与截止两种工作状态,也就是驱动脉冲信号上升为高压时,功放管 T 迅速达到饱和状态,此时电源电压几乎全部加在喷油器中的电磁线圈上,线圈通过的电流很大,使喷油器在 1ms 内即刻开启。喷射以后施加在喷油器电磁线圈上的电压减小,通过线圈中的电流也随之减小,只维持喷油器的开启。当驱动脉冲信号下降为低电平时,功放管 T 迅速截止,使喷油器中的电磁线圈电路断开,喷油器立即停止喷油。

由于喷油器的电磁线圈存在电感,当功放管 T 截止时,在线圈的两端可能产生很高的感应电动势,此感应电动势与电源电压一起加在功放管 T 上,可能将其击穿而损坏,因此,在线圈两端并联着一个二极管 D 起到保护作用。

c. 点火正时控制信号的输出:发动机控制器 ECU 在接收到转速、负荷和不同校正参数信息的输入之后,就计算出一个合理的点火提前角,而这个角度应与曲轴的瞬间位置转角同步,把它作为点火信号的下降边(后沿)。同时 ECU 还根据发动机当时的工况数据,查明它所需要的点火闭合角,作为点火信号的上升边(前沿),点火信号的持续期即相应为闭合时间。

点火输出级的主要任务是将信号脉冲电流放大,同时也包括对点火线圈的最大初级电流进行限制调节,其控制是通过开关电路来实现的。由 ECU 发出的控制脉冲信号,使开关电路中的

功放管工作处于饱和与截止两种状态 ,以控制点火线圈的通电与断电时刻 ,从而达到控制点火提前角和闭合角。

点火输出级输出放大的信号 ,控制着通过点火线圈的电流 ,以致在适当的点火时刻 ,在火花塞上有足够的跳火能量 ,保证迅速点燃汽缸中的可燃混合气。

在图 1 - 10 所示的点火控制信号与参考信号的时序关系中 θ 为点火提前角 θ_0 为断电角 ,通过调节 θ_1 可以实现对点火提前角的调整 ,也就是控制参考信号出现后 ,曲轴转过的角度 θ_1 。另外 ,也可以通过控制断电角 θ_0 来实现控制闭合角。

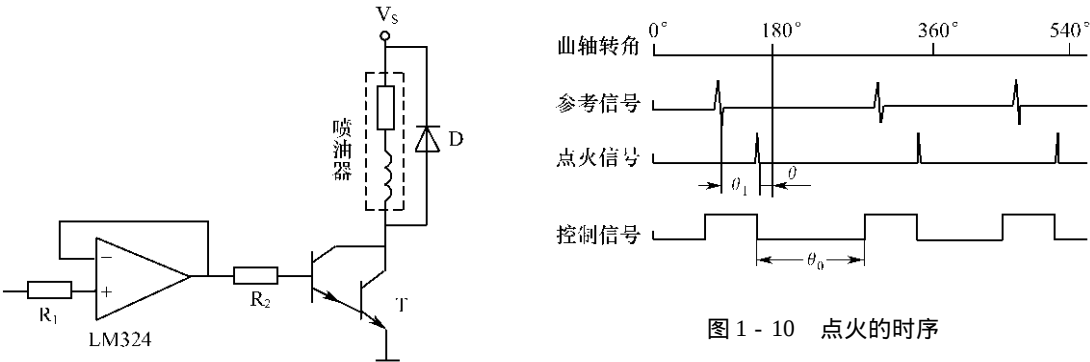


图 1 - 9 喷油器的驱动电路

d. 可扩展的输出信号 :当需要时 ,ECU 控制系统还可以进一步扩展输出级 ,以获得更多的应用。例如可扩展对用于调节怠速转速的节气门后旁通阀进行控制 ,对废气再循环中回流阀的控制 ;以及对增压发动机涡流增压机压力的控制等。

(6) ECU 系统中的软件

ECU 系统中的软件在控制系统中起着控制决策的作用 ,软件还可以完成硬件的某些功能 ,因此 ECU 中软件的设置是必不可少的。软件包括各种控制程序、喷油量脉谱、点火角脉谱的数据 ,以及一些工况修正系数的数据储存等。

目前在 ECU 控制系统中 ,软件多数是采用模块结构 ,即把一个完整的控制程序分成若干个功能相对独立的程序模块 ,每个程序模块分别进行设计、编制程序与调试 ,最后再将调试好的程序模块统一连接起来 ,这样不仅单个程序模块设计与调试方便 ,而且单个模块又能被多个模块所公用 ,易于修改变动 ,可按需要进行任意取舍。

ECU 控制系统中最主要的软件是主控程序 ,一旦系统启动 ,CPU 就进入主控制程序。主控制程序可根据使用与控制的要求设定内容 ,主要完成的任务有 :对整个系统进行初始化 ,实现系统的工作时序 ,控制模式的判定 ,点火角度控制量的输出 ,常用工况与其他各种工况模式的程序。另外 ,控制软件中还包括转速与负荷的处理程序 ,中断处理程序以及插座与查表程序等。

由于控制系统是对发动机进行混合气成分与点火定时角度的最优控制 ,不少针对发动机使用要求的预先确定的点火角脉谱与喷油量脉谱 ,以及其他为匹配各种运行工况而选定的修正系数、修正函数、常数都要以离散形式的数据储存在 ECU 的存储器中 ,作为控制的依据。数据的储存形式与储存结构应以充分利用 ECU 中的储存器容量与提高查取的效率为准。软件中所编制的一系列程序 ,应能满足功能强、运算处理迅速、控制精确、实时性强与效率高等多方面的要求为原则。

4. 发动机电子控制系统的工作

发动机电子控制系统的简要工作是：当发动机启动时，ECU 迅速进入工作状态，某些程序或步骤从 ROM 中取出进入 CPU。这些程序可以是控制点火时刻、控制汽油喷射、控制怠速工况等。通过 CPU 的控制，一个个指令信号逐个地进行循环。在执行程序过程中，所需要的发动机信息是来自各个传感器。在各个传感器来传的信号首先进入输入级（回路），对其信号进行处理。如是数字信号，根据 CPU 的安排，经 I/O 接口电路直接进入 ECU；如是模拟信号，还要经过 A/D 转换成数字信号后，才能经 I/O 接口电路进入 ECU。大多数信息暂时存储在 RAM 内，根据需要指令再从 RAM 送到 CPU。然后将存储在 ROM（或 PROM）中的参考数据也引入到 CPU，并与传感器输入的信号进行比较。同时对来自有关传感器的每一个信号依次取样，并与参考数据进行比较。CPU 对这些数据比较运算后，作出决策并发出控制命令输出信号，经 I/O 接口电路，必要的有些信号还要经过 A/D 转换变成模拟信号，最后经输出级（回路）去控制执行器动作。如是喷油器的驱动信号，则控制喷油正时和喷油脉宽，完成控制喷油功能。如是点火正时信号，则控制点火线圈通与断，使次级产生高压击穿火花塞气隙进行跳火。

发动机工作时，ECU 的运算速度是相当快的，如点火正时，每秒可以修正上百次，因此其控制精度可达到相当的高度。

三、ECU 的电源电路

能向 ECU 提供电源的电路称为 ECU 的电源电路。电源电路主要由继电器、点火开关等组成。目前汽车常用的 ECU 电源电路有以下两种。

1. 未装设步进电机的电源电路

未装设步进电机（怠速控制用）的电源电路如图 1 - 11 所示。图中 EFI 主继电器由点火开关控制。其工作是：当点火开关接通时，电流流经至继电器 EFI 线圈，使 EFI 触点闭合，接通蓄电池与 ECU 之间的电路，使 ECU 的“+B”和“+B₁”端获得蓄电池电压。ECU 的主要用电必须经过该电路获得。当点火开关断开时，ECU 的“+B”和“+B₁”则失去供电。

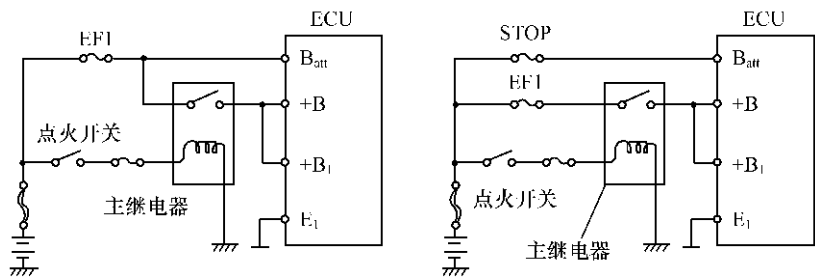


图 1 - 11 ECU 电源电路(未装步进电机)

从图中可以看出，蓄电池与 ECU 的“B_{att}”端，通过 EFI 保险丝（或 STOP 保险丝）始终相连，该电路称为 ECU 的备用电源电路。当点火开关断开时，蓄电池也保持与 ECU 的“B_{att}”端通电，即不受点火开关的控制，以保证存储故障代码、学习空燃比修正值的存储器能继续供电。

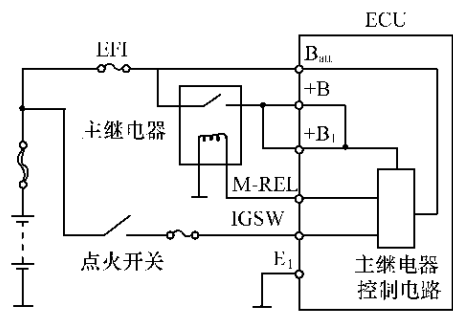


图 1 - 12 ECU 电源电路(装步进电机)

2. 装设有步进电机的电源电路

装设有步进电机的电源电路如图 1 - 12 所示。图中 EFI 至继电器由 ECU 控制 ,以便点火开关断开时 ECU 能继续接通主继电器 2s ,使步进电机回到初始位置 ,就可以保证装设有步进电机的发动机在启动时步进电机有一固定的初始位置。

当点火开关接通时，蓄电池与 ECU 的“IGSW”端相通，ECU 通过内部的控制电路，控制 ECU 的 M- REL 端，将 EFI 线圈电路接通，使主继电器触点闭合，接通蓄电池与 ECU 的“+ B”和“+ B₁”端。当点火开关断开时，ECU 通过 M- REL 端使 EFI 继续接通 2s，保证步进电机继续通电 2s，以便回到初始位置。图中同样有后备电源电路，使蓄电池与 ECU 和“Batt”端相连，其作用同前所述。

四、电控系统抗干扰控制

由于汽车发动机的使用条件相当严酷 ,电子控制系统经常受到车内电磁波的干扰。这种干扰可能以冲击脉冲的形式进入控制系统内部 ,干扰破坏某些电子器件的工作状况 ,有时甚至损坏器件 ,严重影响控制系统的正常工作 ,以致于发动机与汽车的工作失调而发生故障。因此 ,为了确保控制系统可靠的工作 ,必须要求控制系统具有良好的抗干扰的能力。

汽车发动机控制系统 ,其干扰源既有许多外部的干扰源 ,也存在控制系统内部元器件与电路之间的相互干扰。系统内部的干扰主要是各电路之间的公共阻抗耦合所引起的 ,如在同一电路中，电流的变化必然对另一电路产生干扰影响；各个电路常共用同一电源，在一个电路的负载变化时也会引起其他电路工作电压的变化；各个电路共同接地存在的共接地阻抗，也会引起电路中的噪声与电平的漂移等，都会造成电路工作稳定性的下降，使信号中出现干扰噪声现象。

汽车用电器是控制系统的外部干扰源 ,其干扰主要是在这些电器设备中的感性负载在切换过程中产生的。最强的干扰主要是点火系统 ,在初级电路断开时 ,次级线圈上将感应出(10 ~ 20)kV 的高压电 ,发射出高频电磁波产生的高脉冲电压 ,在分电器插头电极的间隙处跳过产生火花 ,其脉冲电流的变化 ,可通过点火高压导线向四周辐射出电磁波进行干扰 ,通过与系统中的传感器和输入信号线之间的感性、容性耦合 ,就在其相应信号中叠加上干扰噪声后一同输入 ,造成对有关电路与 ECU 的干扰。点火系统的强干扰同样也对输出信号产生干扰 ,使输出信号紊乱 ,从而引起控制系统与发动机运行工况的失调。

抗干扰的措施主要是从控制系统的硬件与电路着手 ,尽量把干扰的信号在进入 ECU 之前加以消除 ,以减小系统中软件的负担。这些措施包括对 ECU 使用稳压电源 ,防止电源电压的波动；在电源输入端与接地端之间分别并联去耦电容 ,各供电回路共同一点接地 ,避免其间共用地线产

生的公共阻抗 ;电路接地尽量缩短长度 ,并用较粗的导线 ;信号线要采用屏蔽措施 ,以免接受干扰信号。

在数字量的信息传输中 ,采用光电耦合器作为传送的连接 ,可以使各组件间脱离电的联系与干扰 ,对于消除控制系统输入脉冲和开关信号中的干扰噪声是一个有效的措施。

此外 ,还要注意对整个控制器 ECU 的屏蔽与系统软件的抗干扰措施 ,以保证系统在汽车行驶的不同条件下都能稳定可靠地进行控制。

五、发动机 ECU 的更换

汽油发动机电控系统的核心部件是 ECU。如果 ECU 在使用中或因其他原因需要更换 ,那么 ECU 的更换必须按照一定车型遵守规定的操作程序进行 ,才能获得事半功倍效果。现以上海帕萨特 B₅ 发动机 ECU 的更换程序操作为例介绍如下。

1. 发动机 ECU 的更换

上海帕萨特 B₅1.8T 发动机 ECU ,使用金德 K80 多功能诊断仪 ,如图 1 - 13 所示。具体操作步骤是 :

(1) 读取发动机 ECU 的编码

① 连接 K80 多功能诊断仪 ,打开点火开关 ,选择发动机系统 ,进入功能选单并选择读取 ECU 型号功能。此时显示屏上显示发动机 ECU 的型号(识别码) ,其识别码的含义如表 1 - 1 所列。

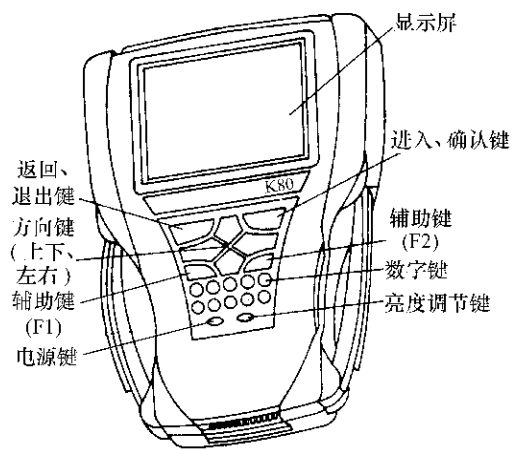


图 1 - 13 金德 K80 多功能诊断仪

表 1 - 1 上海帕萨特 B5 1.8T 发动机 ECU 识别码的含义

符号	含义	符号	含义
4B0 906 018 CQ	发动机 ECU 零件号	B4/5VT	发动机为四缸五气门带进气涡轮增压
G0001	发动机 ECU 硬件号	Coding 04501	发动机 ECU 编码
1.8L	发动机排量	WSC 66187	大众维修站代码

② 记录下发动机 ECU 编号后 ,取下旧的发动机 ECU ,并装上新的发动机 ECU。安装新的发动机 ECU 的顺序与拆卸旧的发动机 ECU 的操作步骤相反。安装完成后车辆是不能启动的 ,这时需要进行匹配值清除。所谓匹配值是发动机、防盗器和钥匙之间的匹配的默认值。此时可进行发动机 ECU 与电子防盗器之间的匹配。但应注意在发动机启动后 ,可能出现发动机怠速不稳或运转不平顺现象 ,这是更换了发动机 ECU 所致 ,待默认后现象就可消失。然后进行发动机 ECU 编码操作 ,就是将旧的发动机 ECU(coding 号)编码重新写入。

(2) 给发动机 ECU 编码

① 发动机 ECU 编码的步骤 :

- a. 连接金德 K80 多功能诊断仪 ,打开点火开关在 ON 位 ;
- b. 通过上下键选择“工作模式” ,并按确认键 ;
- c. 通过上下键选择“故障测试” ,并按确认键 ;
- d. 选择欧洲车系的帕萨特 ,并按确认键 ;

- e. 通过上下键选择“仪表板”,并按确认键;
- f. 按任意键继续;
- g. 通过上下键选择“ECU 编码”,并按确认键;
- h. 通过左右键选择 ECU 编码的第一位数字 0,并按确认键;
- i. 重复步骤 h,选择并确认其余 4 位数字(4501),并按确认键,操作结束。

② 当编码没法进行时,需进行下列操作:

- a. 检查一下是否进行了维修站代码设定;
- b. 关闭点火开关在 OFF 位,重拆装发动机 ECU,拔下 K80 多功能诊断仪的诊断连线,待过 10min 后重新连接,再试几次操作。

③ 拆 ECU 前必先要查看原车所用发动机 ECU 编码:

一个发动机 ECU 有时能够适用多种车型,这是由于发动机 ECU 内部所存储的不同程序来决定的。发动机 ECU 的一个编码代表了其中一个程序。所以,在更换发动机 ECU 之前,必须先查看清原车所用发动机 ECU 的编码,并给换上新的发动机 ECU 编上同样的编码,也就是要做 Coding 或平常所说的再学习。

错误的编码,轻则会导致车辆性能不良,重则会给车辆带来严重的故障。

2. 发动机 ECU 与节气门控制器的匹配

对于电子控制车辆的某些系统,在维修后必须进行基本设定。在基本设定过程中,发动机 ECU 中的某些参数,如怠速时的点火提前角等会调整到生产厂家设定的指标值,或者将某些元器件参数,如节气门位置传感器的位置存入发动机 ECU 中,以便实施精确的控制。

(1) 节气门控制器设定的基本条件是

- ① 故障存储器中无故障存储,如需要应先查询并清除故障代码。
- ② 关闭所有电器和空调开关。
- ③ 自动变速器操纵杆置于 N 挡或 P 挡位。
- ④ 蓄电池电压应在 11.5V 以上。
- ⑤ 节气门拉线调整正常。
- ⑥ 基本设定过程中不能踩加速踏板。

(2) 节气门基本设定的操作步骤是

- ① 连接金德 K80 多功能诊断仪,打开点火开关。
- ② 通过上下键选择“工作模式”,并按确认键。
- ③ 通过上下键选择“故障测试”,并按确认键。
- ④ 通过上下键选择车型,并按确认键。
- ⑤ 通过上下键选择“发动机系统”,并按确认键。
- ⑥ 按任意键继续。
- ⑦ 通过上下键选择“基本设定”,并按确认键。
- ⑧ 通过左右键选择“基本设定”通道号的第 1 位数字,并按确认键。
- ⑨ 重复步骤⑧,选择并确认通道号的后两位数字。

在此状态下,节气门的位置调节器在最大、最小和五个中间位置运行后,发动机 ECU 将在存储器中存储相应的节气门开度。该过程应持续约 10s。然后节气门在启动位置保持片刻,随后关闭,匹配完成,关闭点火开关。

⑩ 如果节气门脏污、节气门拉线调整有误、蓄电池电压太低或节气门控制器损坏等原因造

成发动机 ECU 基本设定被中断,在中断之后将在故障存储器中存入故障代码“17967”或“17962”,在下次打开点火开关时,将自动进行基本设定。

在基本设定中显示的下列符号的含义是:ldling 表示怠速状态;ADP RUNS 表示匹配正在进行。匹配后的正常状态是观察数据流第四区,当显示由“nm”变为“OK”时,则节气门基本设定便结束。

3. 发动机 ECU 与电子防盗器的匹配

发动机 ECU 与电子防盗器进行匹配,是使二者之间相互联系并确认。发动机 ECU 识别码将被存入电子防盗器内,发动机便可以启动。其操作要点是:

- ① 连接金德 K80 多功能诊断仪,打开点火开关。
- ② 通过上下键选择“工作模式”,并按确认键。
- ③ 通过上下键选择“故障测试”,并按确认键。
- ④ 通过上下键选择车系,并按确认键。
- ⑤ 通过上下键选择车型,并按确认键。
- ⑥ 通过上下键选择“电子防盗”,并按确认键。
- ⑦ 按任意键继续。
- ⑧ 按上下键选择“自适应值清除”,并按确认键。

通过上述程序操作,发动机 ECU 与电子防盗器的匹配工作便结束。

4. 发动机 ECU 与自动变速器 ECU 的匹配

对于装备有自动变速器的车辆,在更换了发动机 ECU 后,也需要进行发动机 ECU 与自动变速器 ECU 的匹配,如果发动机 ECU 内存在有故障代码,则首先应清除故障代码,否则匹配无效,具体操作是:

- ① 连接 K80 多功能诊断仪,打开点火开关。
- ② 通过上下键选择“工作模式”,并按确认键。
- ③ 通过上下键选择“故障测试”,并按确认键。
- ④ 通过上下键选择车系,并按确认键。
- ⑤ 通过上下键选择车型,并按确认键。
- ⑥ 通过上下键选择“自动变速器”,并按确认键。
- ⑦ 通过上下键选择组号“00”或“01”,并按确认键。
- ⑧ 将制动踏板踩到底并保持(2~3)s 以上。
- ⑨ 到此匹配结束,退出。

六、ECU 的使用与故障诊断须知

电控 ECU 在现代汽车上的应用,使汽车发动机的控制由机械控制变为电子控制。由此汽车上的电子元件大大增多,电路也变得更为复杂,其故障的类型与发生也增多(指可能发生故障的部位),但故障症状、特点却与机械控制大不相同。因此,对电控 ECU(系统)的使用与故障检测测试必须照章操作,才能保持可靠良好的工作状态。

① 汽车电控 ECU 是高精密器件,虽然许多故障现象都与 ECU 有关,但总的来讲它的故障率是很低的。因此在检诊确信与故障现象有关的控制电路、器件无故障之前,不可轻易地去处理 ECU,更不可随意揭开 ECU 的盖子。

② 电线束插头接触不牢、松动氧化接触不良、断路短路是 ECU 系统使用中常见的故障,除

了一些很明显的线路断脱落、插接器松动等可以直观检视发现外,大量的接触不良故障是必须用高阻抗数字式万用表检测才能做出正确诊断。

检查线路不良或有无电时,禁止使用传统的刮火方法来检测线路是否断通,因为在刮火时电路将瞬时短路,有可能造成电路中的电感线圈的自感电动势过高而击穿电子元器件。

③ 当点火开关在 ON 挡位时,切不可作断开任何电器设备的任何操作,以免控制电路中的电感线圈产生的感应电动势损坏电子元件、ECU 和各传感器。不可断开其接线或装置有:蓄电池电缆线;怠速步进电动机;电磁式喷油器;点火控制模块;与 ECU 相联的任何插接线;空调装置离合器接线;电动风扇接线;混合气控制电磁阀等。

④ 在对 ECU 进行检测操作时,要注意人体静电对 ECU 芯片的影响。如在拆装 PROM 可编程只读存储器或用万用表测试内部参数时,应当用一金属带,一端头绕在操作者的手腕上,另一端头接在车身上搭铁,这样可将人体所带的静电屏蔽掉,避免造成电子器件损伤的不良后果。

⑤ 需要断开(包括拆卸)蓄电池时,必须注意:必须将点火开关转到 OFF 挡位置。如果在点火开关接通的状态下就断开蓄电池的电缆连线,电路中的自感电动势很有可能将电路中的电子元件击穿损伤,造成故障。检测诊断故障时,首先读取 ECU 记忆的故障码,然后再断开蓄电池。因为蓄电池断开后 ECU 中的非固化信息将全部被清除,这将失去自诊断系统对故障诊断提供的极有益的信息帮助(资料),给检修维修电控发动机带来麻烦。断开蓄电池之前,应记录下带防盗码的音响设备的编码,否则在下次使用时,音响系统将自锁,影响您的使用。

⑥ 安装蓄电池时,务必辨认清正、负极性,千万不可接反。同时蓄电池的极柱与电缆线夹连接要牢固,搭铁可靠,否则将会对电子控制设备产生工作不稳定的不良影响。

⑦ 蓄电池装复后,如果出现发动机工作状况不如没有断开蓄电池之前良好,先不要随意更换零部件,因为这种情况可能是由于蓄电池被断开之后,将 ECU 中的学习修正记忆参数被消除的缘故。ECU 只能根据厂家储存只读存储器中的数据进行控制,而 ECU 要根据系统目前的实际情况进行学习修正,此时发动机的工况就会有差异。若果确系此种原因所致,待发动机经运行一段时间,ECU 自动建立起学习修正记忆后,发动机不良工况将会自动消失。

⑧ 如果车上装有功率超过 8W 的无线电台设备,其天线尽量远离 ECU,否则会对 ECU 的工作造成不良影响。

⑨ 在拆卸 ECU 的过程中,严禁粗暴操作,防止乱敲击,因为剧烈振动容易使 ECU 中线路及电子元件产生故障。ECU 拆下应放置在安全地方。

⑩ 在对电子控制系统线路结构不清楚时,切勿乱拆乱接线,ECU 的结构十分复杂精密,操作一旦不当会给故障检修带来更大困难。一旦 ECU 出现故障,自己不要盲目修理,最好到有资质专业的维修单位进行正规检测修复,以免造成不应有的损失。

⑪ 在检测电气系统各端子电压和读取故障码时,必须具备的条件是:蓄电池电压 $\geq 12V$ 、关闭所有电器、发动机冷却液达到正常工作温度、节气门完全关闭、各真空管路无漏气现象、电磁式喷油器压力正常、火花塞工作良好、变速器操纵杆置于空挡位,才可进行。

⑫ 在对车辆进行电弧焊接作业时,电焊机的电缆线切不可从 ECU 盒盖上通过,并一定要先断开 ECU 的电源。若在靠近 ECU 附近作业时,应将 ECU 盒移开,以防电焊作业对 ECU 伤害。

⑬ 电焊电控汽油喷射系统汽车时,要给汽车另加一条接地电缆线,防止 ECU 及其他电子元件损坏;并仔细检查待焊工作点附近有无沿车敷设的电线束,若有应设法隔离,防止被电焊作业烧坏。检查待焊车辆 ECU 工作系统之前,应将 ECU 存储的有关故障码及信息资料相应地记录以供查修;必要时拆下蓄电池负极和电脑插座线,或将 ECU 从车上拆下时,应妥善地保管在清洁

处 ,防止污染 ;电焊工作结束后 ,要按 ECU 的有关程序要求 ,恢复其电路。

⑭ 在清洗电子控制发动机车辆时 ,不要让水珠洒到电器元件插座及 ECU 上 ,以免造成锈蚀、漏电或短路。对 ECU 要注意防潮湿、防油污 ,因为 ECU 很容易因受潮或污染而损坏。

第二章 汽油发动机电子控制系统

第一节 概 述

一、汽油发动机电子控制的内容

精确地电控空燃比和点火时刻是汽油发动机电子控制的主要内容。

发动机电控以控制空燃比和点火时刻为主的多种控制机能集中在一个微机 (ECU) 上 ,或汽油喷射装置和点火装置集中由一个 ECU 控制的系统 称为发动机电子集中控制系统 ;若两者分别由各自的 ECU 控制 则被称为发动机电子单独控制系统 ;若利用汽车本身的发动机用 ECU 统一控制发动机的电子点火系统、汽油供给喷射系统、怠速控制系统、闭环反馈系统、排气再循环系统、爆震防止以及故障自诊断系统等 ,称为电子式发动机集中控制系统 (ECCS)或发动机 ECU 集中控制系统。

汽油发动机电控系统无论是单独控制系统还是集中控制系统，其主要控制对象均为点火装置和汽油喷射装置，再根据不同车型和用途或多或少地增添一些辅助控制机能构成现代汽车电子控制系统。

现代汽车发动机用 ECU 统一集中控制内容如图 2 - 1 所示 ,其常见的控制电路及工作原理将在后续文中分叙。

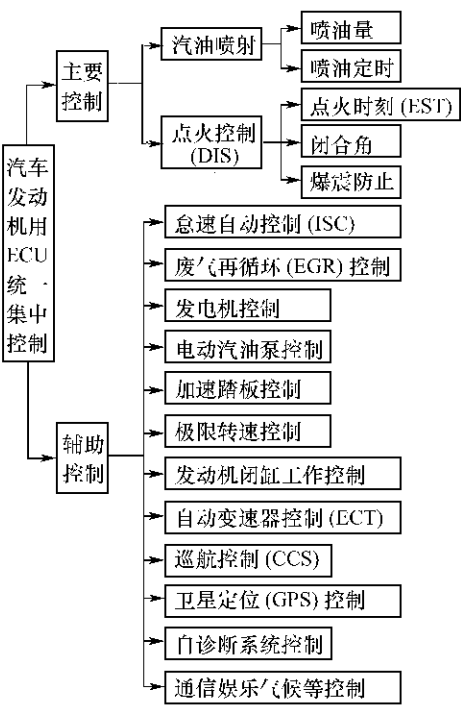


图 2 - 1 汽车发动机用 ECU 统一集中控制内容

二、现代汽油喷射系统的类型

汽油发动机的喷射技术在 20 世纪 60 年代 ~ 70 年代得到了突飞猛进的发展和广泛应用。欧、美、日的一些著名汽车公司都相继研发适用于多种车型、档次各异的汽油喷射系统 ,但即使是同一类型的汽油喷射系统 ,应用于不同国家的汽车公司生产的汽车上 ,其名称也有所不同 ,例如 :美国通用公司 EFI 系统、福特公司 EEC - III 系统、日本丰田公司 TCCS 系统、日产公司 ECCS 系统等。其国外主要汽车公司的电控汽油喷射系统的名称及开发年份和主要功能如表 2 - 1 所示。

表 2 - 1 国外主要公司开发的电控汽油喷射系统

国别	公司名称	开发年份	系统名称	主要控制功能
德 国	波许	1967	K - Jetronic	多点喷射(机械控制)
		1967	D - Jetronic	多点喷射
		1973	L - Jetronic	多点喷射
		1979	Motronic	多点喷射 点火正时 怠速 废气再循环
		1981	LH - Jetronic	多点喷射
		1982	KE - Jetronic	多点喷射(机械 - 电子混合控制)
		1986	Mono - Jetronic	单点喷射 喷油压力只有 0.1MPa
美 国	通用	1979	EFI	多点喷射 点火正时 怠速
		1980	TBI(DEFI)	单点喷射 点火正时 怠速 废气再循环
	福特	1979	EEC - III(CFI)	单点喷射 点火正时 怠速 废气再循环
		1982	EEC - IV	多点喷射 点火正时 怠速 废气再循环
	克莱斯勒	1980	EFI	多点喷射 点火正时
日 本	日产	1979	ECCS	多点喷射 点火正时 怠速 废气再循环
	丰田	1980	TCCS	多点喷射 点火正时 怠速 废气再循环
		1984	T - LCS	多点喷射 点火正时 怠速 废气再循环
	三菱	1980	ECI	多点喷射 点火正时 怠速 废气再循环
	五十铃	1981	I - TE	多点喷射 点火正时 怠速 废气再循环
	日野	1981	ET	多点喷射
	Lucas	1982	EMS	多点喷射 点火正时 废气再循环

汽油发动机采用 ECU 控制燃油供给系统是当今的主要形式 ,其中以多点汽油喷射为主 ,各缸混合气形成及分配均匀合理 ,若采用缸内喷射 ,可实现稀混合气分层燃烧 ,可大幅度地提高发动机的压缩比 ,更进一步提高发动机的动力性及经济性提高排气净化性。如图 2 - 2 所示为典型 4 缸汽油喷射发动机的万有特性 ,其经济性相当高 ,最低油耗在(240 ~ 250)g/kW · h 以下 ,相应的有效热效率可达 34% 以上 ,相当于柴油机的水平。

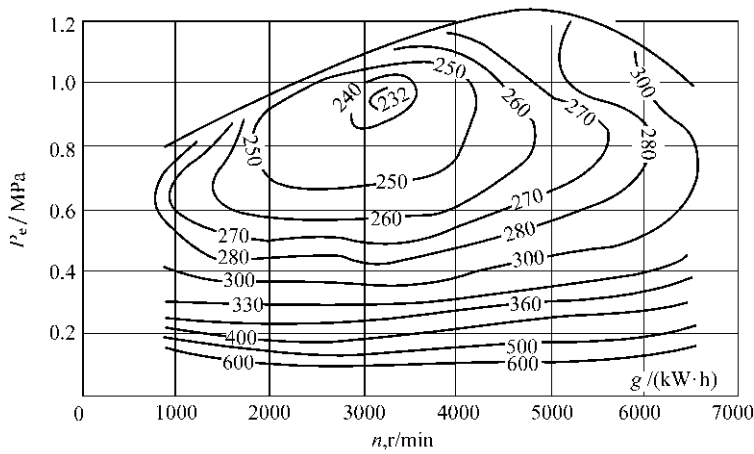


图 2 - 2 典型的 4 缸汽油喷射发动机的万有特性

现代汽车发动机已发展到相当高的技术水平 表 2 - 2 所列是一些国家目前所生产的采用电控汽油喷射系统的轿车发动机主要技术参数。其中特别是采用增压中冷技术的汽油喷射式发动机 在提高发动机动力性和使用性的同时 ,也保持着优良的燃油经济性。

表 2 - 2 汽油喷射式轿车发动机的技术参数表

车型技术参数	排列与 汽缸数	排量 /L	压缩比 /ε	最大功率/kW 及转速/(r/min)	最大扭矩/Nm 及转速/(r/min)	喷油系统	增压器	汽油 辛烷值
本田(日) Accord	直列 4	1.830	8.8	95.5(5800)	167(3200)	Motronic	—	90
大众(德) VW Passat	直列 5	1.994	10.0	85(5400)	165(3200)	K-Jetronic	—	98
奥斯汀(英) Montego 2.0 HLS	直列 4	1.994	9.1	83(5600)	164(3000)	电控	—	98
蓝旗(意) Thema	直列 4	1.995	9.8	88.5(5250)	167(3300)	LE-Jetronic	—	97
奥迪(德) Audi 100	直列 5	2.226	10.0	101(5700)	188(3500)	KE - Jetronic	—	98
福特(美) Tempo GL	直列 4	2.300	9.0	74.5(4600)	170(3200)	LE-Jetronic	—	—
奥贝尔(德) Rekord GLS	直列 4	2.197	9.4	84.5(4800)	182(2800)	电控	—	98
克莱斯勒(美) Le Baron GLD	直列 4	2.213	9.0	73.5(5600)	164(3200)	Motronic	—	—
标致(法) 605 SRi	直列 4	1.998	8.8	94(5600)	175(4800)	电控	—	—
丰田(日) Carina	直列 4	1.587	9.5	75(5800)	142(3000)	LE-Jetronic	—	—
福特(美) Sierra	直列 4	1.998	10.3	88(5500)	171(2500)	EEC-IV 电控	—	—
宝马 BMW(德)	直列 6	2.400	10.0	141(5900)	245(4700)	Motronic	—	—
日产 - 公爵 Cedric	V6(60°)	2.960	7.8	169(5200)	334(3600)	电控	涡轮增压	—
日产 - 公爵 Cedric	V6(60°)	2.960	9.0	132(5200)	260(4400)	电控	—	98
丰田(日) Soarer	直列 6	2.950	9.2	139(5600)	260(4400)	Motronic	—	—
宝马 BMW(德) M535i	直列 6	3.430	10.0	160(5200)	310(4000)	Motronic	—	93

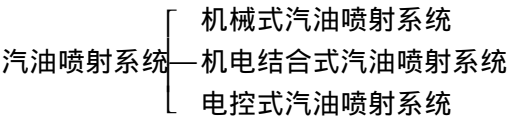
奔驰 300E(德)	直列 6	2. 960	10. 0	140(5600)	260(4250)	KE-Jetronic	—	99
--------------	------	--------	-------	-------------	-------------	-------------	---	----

(续)

车型技术参数	排列与汽缸数	排量 /L	压缩比 /ε	最大功率/kW 及转速/(r/min)	最大扭矩/Nm 及转速(r/min)	喷油系统	增压器	汽油辛烷值
旁蒂克(美) Parisienne LB4	V6(90°)	4.240	9.3	104(4000)	295(2400)	电控	—	91
丰田(日) Celica-Turbo	直列 4	1.998	8.5	136(6000)	250(3600)	L-Jetronic	增压中冷	无铅 Super
福特(美) Mustang SVO	直列 4	2.300	8.0	149(5000)	326(3000)	电控	增压中冷	91
三菱(日) Galant Turbo	直列 4	1.997	7.5	147(6000)	280(3500)	电控	增压中冷	—
日产 - 蓝鸟 Bluebird V20ET	V6	1.998	8.0	125(6000)	216(4000)	电控	涡轮增压	—
雷诺(法) Turbo 27U	V6(90°)	2.458	8.6	147(5750)	290	K-Jetronic	增压中冷	98
奥迪(德) 300-quattro	直列 5	2.226	9.3	162(5700)	309(1950)	Motronic 2.3	增压中冷	91
奥贝尔(德) Senator	直列 6	2.969	10.0	150(6000)	270(3600)	Motronic M15	—	95
奥迪(德)V-8	V8(90°)	3.600	10.6	184(5800)	340(4000)	Motronic 2.4	—	—
奔驰(德)500SL	V8(90°)	4.970	10.0	240(5700)	450(4000)	KE-Jetronic	—	—
奔驰(德) 600SE(L)	V12(60°)	5.980	10.0	300(5200)	580(3800)	LH-Jetronic	—	—

电控汽油喷射系统的分类 因其标准的不同 ,有如下类型。

(一) 按喷射装置的控制方式分类



① 机械式汽油喷射系统。早在 20 世纪五六十年代就运用于汽车上 ,其空气计量计与燃油分配器组合在一起 如图 2 - 3 所示 空气计量计检测空气流量的大小后 靠连接杆传动操纵汽油分配器的柱塞动作 ,以燃油计量槽开度的大小控制喷油量 ,以达到控制混合气空燃比的目的。如波许公司的 K - Jetronic 系统即属此类。新型汽油喷射系统问世后 ,该类型在现代小型汽车上已不多见了。

② 机电结合式汽油喷射系统是在机械式汽油喷射系统的基础上加以改进的产品 ,它与机械式汽油喷射系统的主要区别在于 :在汽油分配器上安装了一个由 ECU 控制的电液式压差调节器 如图 2 - 4 所示 ECU 根据水温、节气门位置等传感器的输入信号控制电液式压差调节器动作 ,通过改变燃油分配器燃油计量槽进出口油压差 ,以调节汽油供给量 ,达到对不同工况混合气空燃比修正的目的。如波许公司的 KE - Jetronic 系统即属此类。

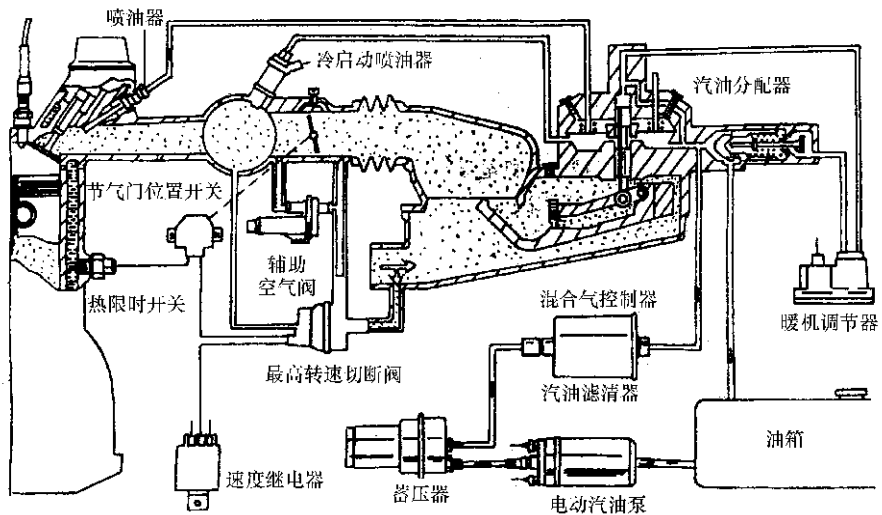


图 2 - 3 机械式汽油喷射系统

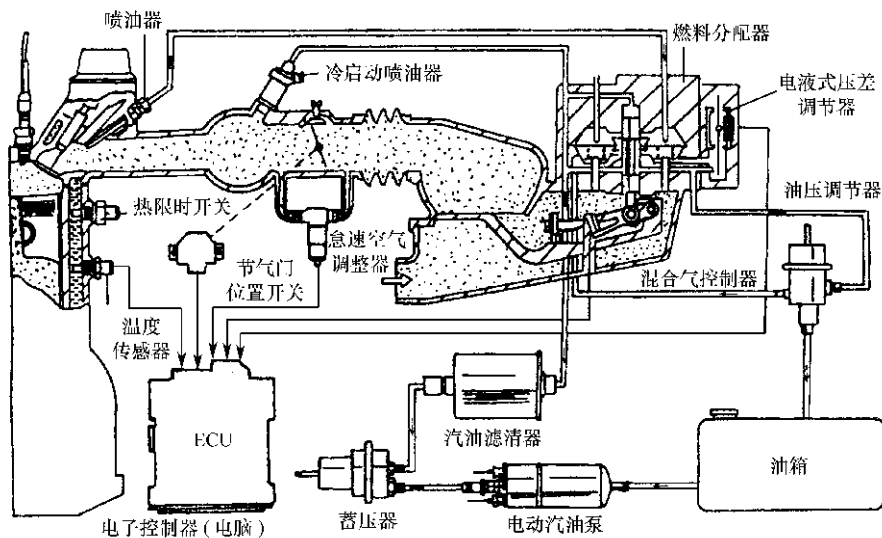


图 2 - 4 机电结合式汽油喷射系统

这种电控汽油喷射系统 奔驰 380SEL、500SL 以及奥迪 5000 等车型采用 而美国、日本各汽车厂则较少装用。

③ 电控式汽油喷射系统在 20 世纪六七十年代大多只控制汽油喷射 80 年代开始与点火控制一起构成发动机电子集中控制系统。它根据各种传感器送至 ECU 的发动机运行状况的信号，由 ECU 运算后 发出控制喷油量和点火时刻等多种执行指令 实现了多种机能的控制。如波许公司 Motronic 系统 图 2 - 5 所示即为发动机电子集中控制系统 其燃油喷射系统为电控式。该

类型已在现代各国汽车厂得到广泛的应用。

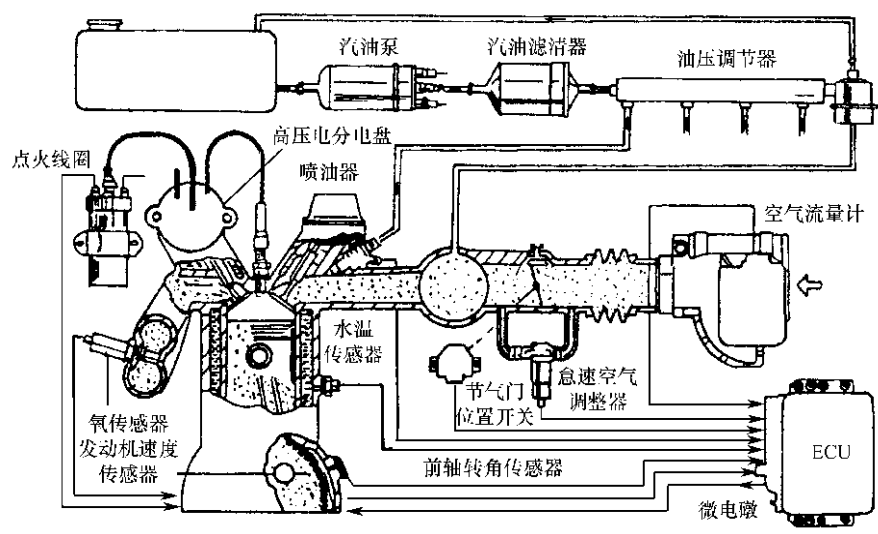


图 2 - 5 电控式汽油喷射系统

(二) 按喷油器安装位置分类

汽油喷射系统 { 电控单点汽油喷射系统(SPI)
 电控多点汽油喷射系统(MPI)

① 单点电控汽油喷射系统 ,又称为节气门喷射系统。它是在节气门阀体上安装一个或两个电磁式喷油器向进气歧管中喷油形成可燃混合气 ,发动机汽缸在进气行程时 ,混合气被吸入汽缸内 ,如图 2 - 6(a)所示。这种喷射系统因喷油器位于节流阀体上集中喷射 ,故又称为节流阀体喷射系统或集中喷射系统。该类汽油喷射系统属于常见的结构类型。美国通用公司 TB1 系统、福特公司 CE1 和克莱斯勒公司、德国波许公司、日本三菱公司等生产的汽车都装用单点汽油喷射系统 ,韩国大宇等汽车厂家也多采用此类汽油喷射系统。

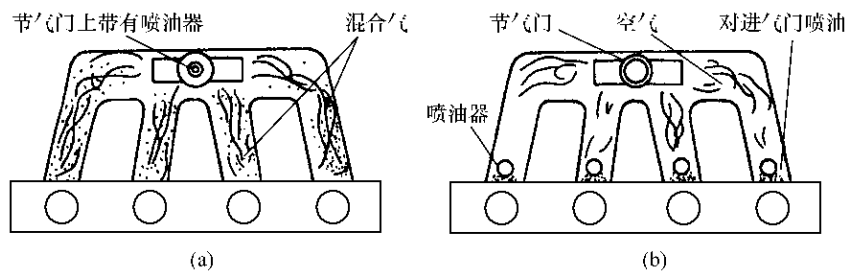
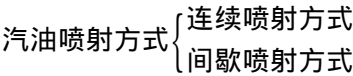


图 2 - 6 喷油器安装位置示意
(a)单点喷射 ;(b)多点喷射。

② 多点喷射系统 ,该系统装有与发动机汽缸数相等的电磁控制喷油器 ,在 ECU 的控制下分别将汽油喷射到各汽缸进气门前方 ,形成可燃混合气。如图 2 - 6(b)所示。这种喷射系统能较好地保证各缸混合气的均匀性 ,德国波许公司、美国通用公司 EFI 系统和日本日产公司 EG1 系统、ECCS 系统等均采用该电控多点汽油喷射系统。

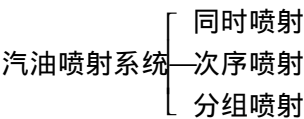
(三) 按喷油方式分类



① 连续喷射方式大多应用于机械式或机电结合式汽油喷射系统中，在发动机运转期间汽油连续不断地喷射，其喷油量的大小不取决于喷油器，而取决于汽油分配器中燃油计量槽的开度及进出油口间的压差。汽油喷射时间占整个循环时间，其中大部分汽油是在进气门关闭时喷入。

② 间歇喷射方式广泛地应用于现代电控汽油喷射系统中，在发动机运转期间汽油间歇喷射，其喷油量大小取决于喷油器喷油阀开启时间，即 ECU 指令的喷油脉冲宽度。喷油脉冲一般为(2 ~ 10)ms，现代汽车多数采用这种方式喷射。

(四) 按喷射时序分类



① 同时喷射是指发动机在运转期间，各缸喷油器同时开启且同时关闭，由 ECU 的同一个喷油指令控制所有的喷油器同时动作。如图 2 - 7(a)所示。

② 次序喷射是指喷油器按发动机各缸进气行程的顺序轮流喷射，它具有喷射正时，由 ECU 根据曲轴位置传感器提供的信号，辨别各缸的进气行程，适时发出各缸的喷油脉冲信号，以实现次序喷射的功能，如图 2 - 7(b)所示。

③ 分组喷射是将喷油器分成两组交替喷射，电控单元 ECU 发出两路喷油指令，每路指令控制一组喷油器，如图 2 - 7(c)所示。

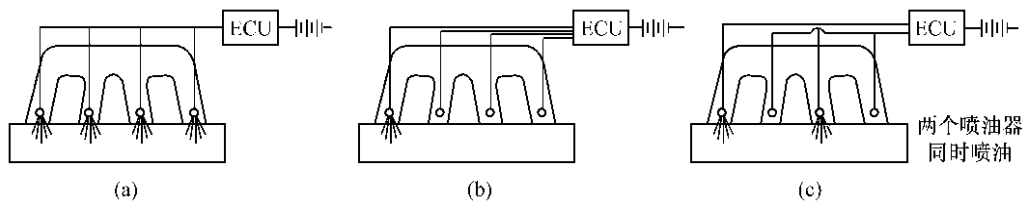
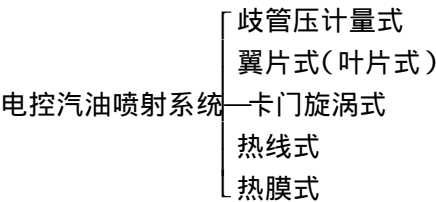


图 2 - 7 喷油器喷射时序
(a)同时喷射；(b)次序喷射；(c)分组喷射。

(五) 按空气量的检测方式分类



① 歧管压力计量式的电控汽油喷射系统是将歧管绝对压力和转速信号输送到电脑 ECU，由 ECU 根据该信号计算出充气量，再产生与之相对应的喷油脉冲，控制电磁喷油器喷射适量的汽油，如图 2 - 8 所示。波许公司 D - Jetronic 系统即为歧管压力计量式电控汽油喷射系统。

② 翼片式空气流量计和卡门旋涡式空气流量计的电控汽油喷射系统，其空气流量的计量方式均属体积流量型，即通过计量汽缸充气的体积量，将该物理量转变成电信号输送至 ECU，ECU

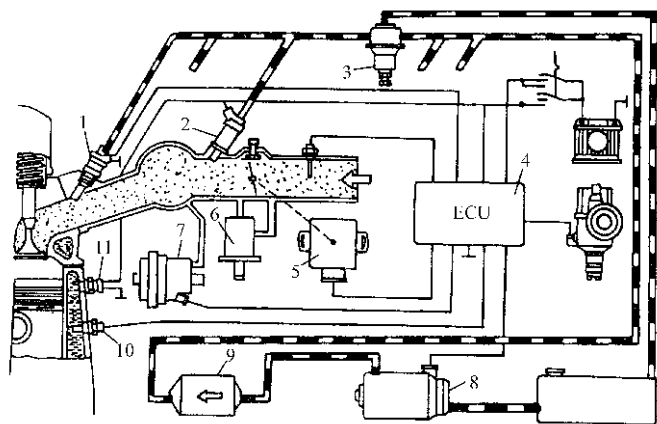


图 2 - 8 歧管压力计量式电控汽油喷射系统(D 型)
喷油器；2—冷启动阀；3—汽油压力调节器；4—ECU；5—节气门位置传感器；
器；7—歧管压力传感器；8—汽油泵；9—汽油滤清器；10—水温传感器；11—热限时开关。

计算出与该体积的空气相适应的喷油量，以控制混合气空燃比在最佳值。波许公司将这种类型的电控汽油喷射系统称之为 L - Jetronic 系统，如图 2 - 9 所示，而波许公司与日本几家主要汽车公司协作生产的类似电控汽油喷射系统，又有各自不同的名称。如日产的 EGI 系统，丰田的 EFI 系统和五十铃的 ECGI 系统均为波许公司 L - Jetronic 系统的派生。

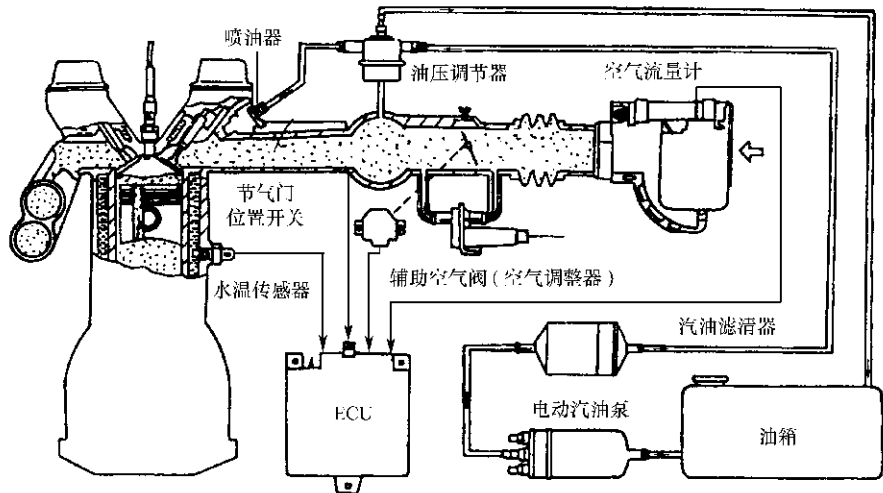


图 2 - 9 翼片式电控汽油喷射系统(L 型)

由于电控汽油喷射系统采用体积流量型的空气计量方式时，需要考虑大气压力的修正问题，且翼片式空气流量计体积大，不便安装，以及加速响应慢等缺点。致使以质量流量型的空气计量方法，即热线式和热膜式空气流量计很快诞生。采用这种方法计量空气的电控汽油喷射系统，是直接测量进入汽缸内空气的质量，将该空气的质量转换成电信号，输送给 ECU，由 ECU 根据空气的质量计算出与之相适应的喷油量，以控制混合气的空燃比在最佳值。如波许公司的 LH - Jetronic 系统为热线式电控汽油喷射系统，图 2 - 10 所示，通用公司的 SFI 系统则为热膜式电控汽油喷射系统。

油喷射系统。

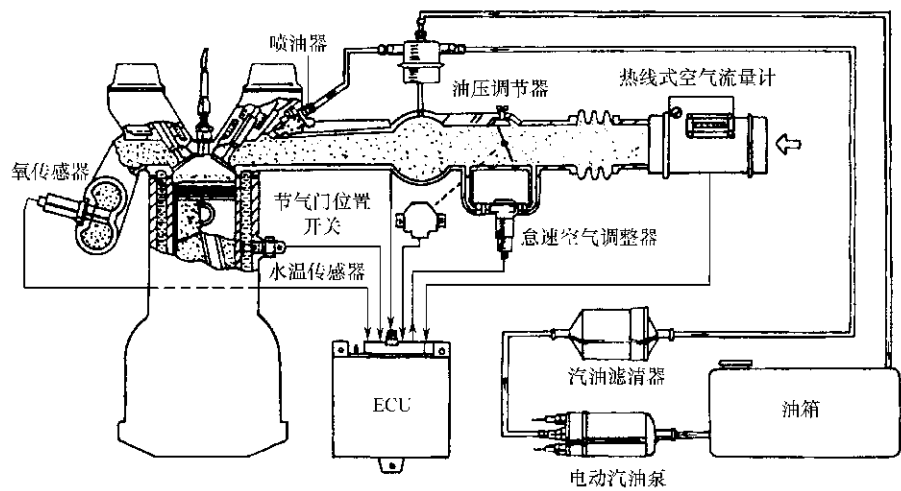


图 2 - 10 热线式电控汽油喷射系统(LH 型)

(六) 按喷射部位分类

电控汽油喷射系统 { 进气歧管喷射
汽缸内喷射

① 向进气歧管喷射系统 ,是指电磁式喷油器将汽油喷入进气歧管中 ,与空气混合后形成可燃混合气进入汽缸。这种喷射不需要很高的喷油压力(一般 0.1MPa 左右) ,可采用低压喷射装置 ,是现代汽车广泛应用的汽油喷射方式。这种喷油方式 ,其喷油器是安装在进气歧管下部 ,它的顶端正好对着汽缸的进气门。当发动机工作时 ,喷油器将汽油喷入进气歧管 ,待进气门打开后 ,才能与空气一道进入汽缸内燃烧 ;如果不是进气冲程时喷油 ,汽油则暂时滞留在进气歧管内。

② 向汽缸内喷射系统 ,也称为高压喷射式 ,它是指将汽油直接喷入汽缸 ,实际上与柴油机的喷射方式相似。这种喷射方式需要高压喷射装置 ,其喷射压力一般应为(3.0 ~ 4.0)MPa。因此 ,制造成本较高 ,喷油器在汽缸内的布置以及形成合理的气流流向较为复杂化 ,因而现代汽缸采用较少。

三、电子控制汽油喷射系统部件连接

1. 电控 EFI 系统的部件

电控汽油喷射系统的部件很多 ,各部件的名称和在车上大体布置位置如图 2 - 11 所示。它的核心部件是电控单元(ECU) ,其结构非常复杂精密 ,厂家一般提供 ECU 的硬件线路和软件程序资料较少 ,这就增添了使用与维修的神秘感和难度。但一般汽车使用与维修者无需过多研究它的内部结构 ,重点是要掌握电控装置的基本工作原理和正确使用须知 ,以及检测方法和程序步骤、专用仪器仪表的使用与识别就能延长汽车的使用寿命 ,即使发生故障也不难检诊以进行有效地排除。

2. 电控 EFI 系统部件连接线路实例

合理的部件连接可节省线路 ,有利于 ECU 的控制 ,保证工作的可靠性 ,使用维修中一般不要

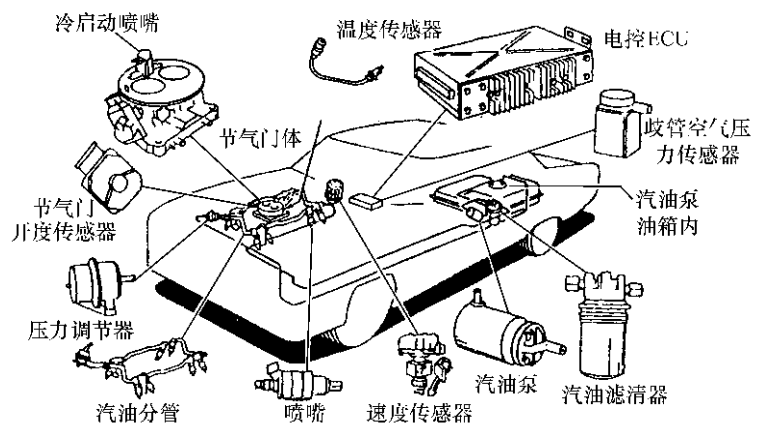


图 2 - 11 电控汽油喷射系统的部件

轻易改动其部件位置及连接 ,下面略举几例供读者参考。

- ① 电控汽油喷射 EFI 系统部件连接 如图 2 - 12 所示。
- ② 奔驰 280CE 电控汽油喷射 EFI 系统部件连接如图 2 - 13 所示。
- ③ 奔驰 280SE 电控汽油喷射 EFI 系统部件连接电路如图 2 - 14 所示。
- ④ 大众轿车电控汽油喷射 EFI 系统部件连接电路如图 2 - 15 所示。

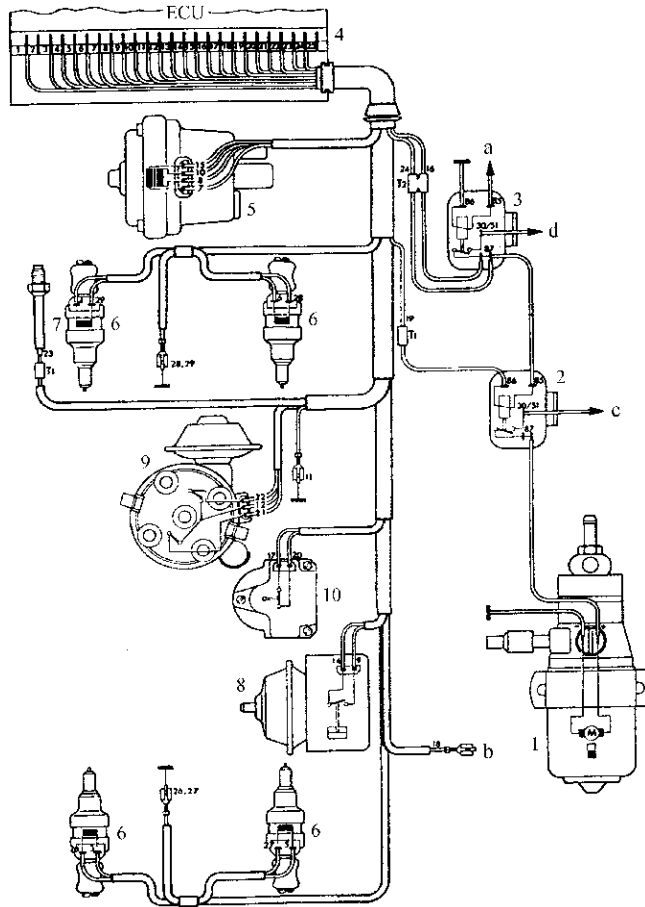


图 2 - 12 电控汽油喷射(EFI)系统部件连接线路

汽油泵；2—油泵继电器；3—主继电器；4—ECU；5—压力传感器；6—喷油嘴；
7—温度传感器；8—压力开关；9—分电盘脉动接点；10—节气门开关；
a—点火及启动端子；b—起动机端子；c—30号端子；d—蓄电池+极。

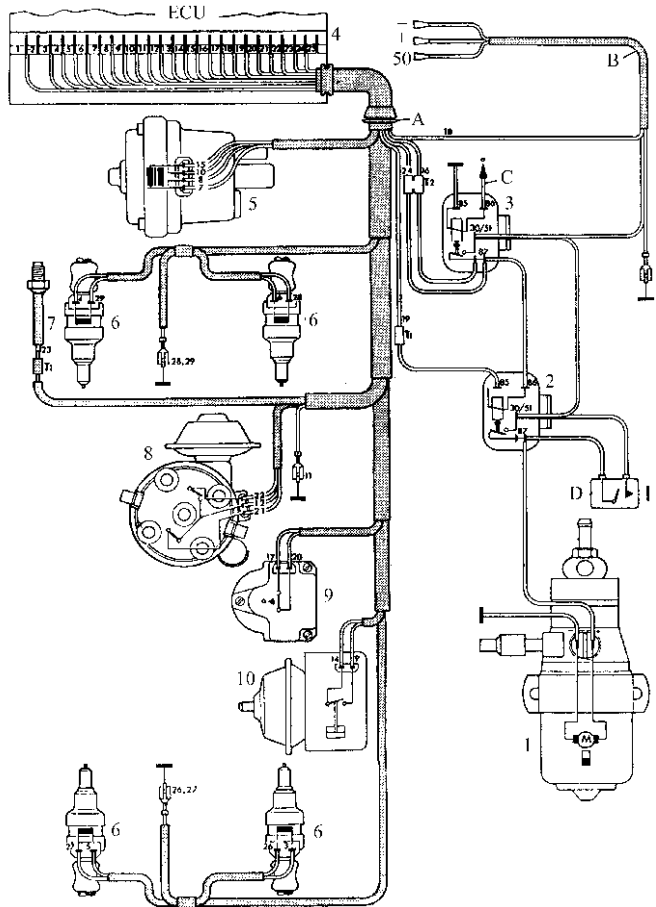


图 2 - 15 大众轿车电控汽油喷射 EFI 系统部件连接电路
汽油泵 ; 2—汽油泵继电器 ; 3—主继电器 ; 4—控制器插头 ; 5—压力传感器 ;
喷油嘴 ; 7—水温传感器 ; 8—分电器 ; 9—节气门开关 ; 10—大气压力开关 ;
A—通往各传感器的线束 ; B—通往起动机及蓄电池的线束 ;
C—点火开关与主继电器间的电线 ; D—油泵控制开关。

第二节 电子控制点火系统

历史进入 20 世纪末期 , 在一些高级轿车上装用的发动机采用微机集中控制系统 (ECU)。由 ECU 统一控制点火系统、汽油喷射系统及怠速自动控制等系统的工作。而 ECU 控制的点火系统又称为数字点火系统。电子控制点火系统的类型较多 , 大致可分为有分电器、无分电器和直接点火系统三种。

一、电子控制点火系统

ECU 控制点火系统能随发动机转速的变化控制初级线圈的通电时间外 , 还可以通过电子电路控制发动机的各种工况下的点火提前角以及爆震控制 , 使发动机的功率输出、燃烧经济性、行驶加速性和发动机尾气排放等方面都能达到最佳的水平。

1. 电控点火系统的分类

(1) 分类

目前汽车所采用的 ECU 控制点火系统不外乎有分电器、无分电器和直接点火系统三种。这三种点火系统的具体结构有差异,大致可归纳为六种类型。即 ECU 控制点火系统中有一种是有分电器的,这种类型根据具体结构可以分为电控 ECU 控制点火器、点火器控制点火线圈式、ECU 直接控制点火线圈式、功率晶体管外接式和分电器模块式(点火线圈和点火模块装于分电器内)等四类。这些类型的点火系统的基本工作原理是一样的,只是具体结构不同而已,都是大功率晶体管控制点火线圈。

如果把 ECU 控制点火器、点火器控制点火线圈式点火系统的点火器设计在 ECU 内部,它就变成了 ECU 直接控制点火线圈式点火系统;如果把 ECU 直接控制点火线圈式点火系统的大功率晶体管设计在 ECU 外面的,它就变成了功率晶体管外接式点火系统;如果把点火线圈和点火模块都装于分电器中就变成了分电器模块式点火系统。第五类是无分电器点火系统,无分电器点火则去掉了传统的分电器(主要是指配电器)。在该系统中有两个汽缸共用一只点火线圈,即一个点火线圈有两个高压输出端,分别与一个火花塞相连,对两个汽缸同时点火。第六类是直接点火系统(DIS),所谓直接点火系统是指在每个汽缸的火花塞上配用一只点火线圈,单独对本缸进行点火的点火系统。这种点火系统点火线圈的高压输出端直接和火花塞相连接,不再需要高压导线了。

例如 红旗、高尔夫 1.6L、福特天霸 2.3L(1993 款)、丰田皇冠 3.0 2JZ - GE 和丰田凌志 400 IUZ - FE 等轿车的发动机点火系统就属于分电器点火系统中 ECU 控制点火器、点火器控制点火线圈式;桑塔纳 2000AFE 发动机点火系统属于 ECU 直接控制点火线圈式;三菱戈蓝轿车和现代 SONATA3.0 的发动机点火系统属于功率晶体管外接式点火系统;捷达 5 气门发动机、AUDI V6、AUDI A6 六缸和上海别克的发动机、富康、时代超人 AJR 发动机的点火系统属于无分电器系统;广州本田发动机属于分电器模块点火系统;AUDI A6 四缸发动机、尼桑风度轿车和尼桑阳光轿车发动机点火系统属于直接点火系统。

(2) 无触点电子点火系统

电子点火系统按结构系统分为有触点电子点火和无触点电子点火。

① 无触点电子点火系统由蓄电池、分电器点火信号发生器、点火器、点火线圈和火花塞等组成。

该点火系统取消了断电器的触点,将点火信号发生器产生的点火信号,传输到点火器进行整形、放大后,以控制点火线圈初级电路的通或断,使点火线圈的次级电路中产生高压电,击穿火花塞气隙而跳火,点燃汽缸内的混合气。

② 无触点点火系统由一个触发器去接通或切断一个放大器组件,使点火线圈初级电路通或断。

发动机转速是控制汽油喷射系统确定喷油量的重要参数。曲轴转速信号的采集有两种方式:从点火线圈负极接线柱获得电信号;利用各种型式的转速传感器输入的信号。

a. 从点火线圈低压负极接线柱获取电信号:发动机运转过程中,点火线圈初级回路时通时断,该电路的通断频率除以汽缸数再乘以 2,就等于曲轴转速。发动机转速上升,电信号频率上升;反之,曲轴转速降低,电信号频率也下降。该电信号由交流与直流两部分构成。前者为初级电流断电时初级线圈产生的约 300V 的自感电动势,后者是初级线圈断电时,负极接线柱对搭铁的直流电压。采用滤波器去除交流成分与尖脉冲,最后得到的即为脉冲电压信号。

b. 磁感应式转速传感器 磁感应式转速传感器可以设计在分电器内 ,如图 2 - 16 所示。也可以设置在曲轴飞轮上 ,如图 2 - 17 所示。位于分电器内的磁感应式转速传感器由转子与感应线圈、永久磁铁等构成。转子旋转时 ,穿过感应线圈的磁通量的方向与大小均周期性变化 ,于是感应线圈中将产生感应电动势。由该感应电动势的频率即可换算为曲轴转速的电信号。位于曲轴飞轮上的转速传感器原理基本同上 ,飞轮每转过 1 个齿 ,感应线圈则产生 1 个交变电压信号 ,以此信号可计算出转速。

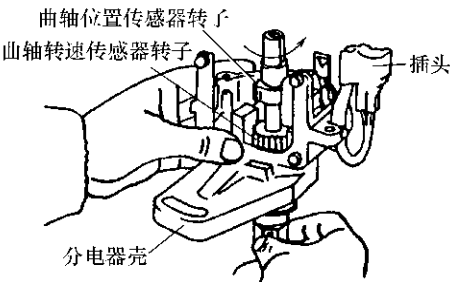


图 2 - 16 分电器内的曲轴转速传感器

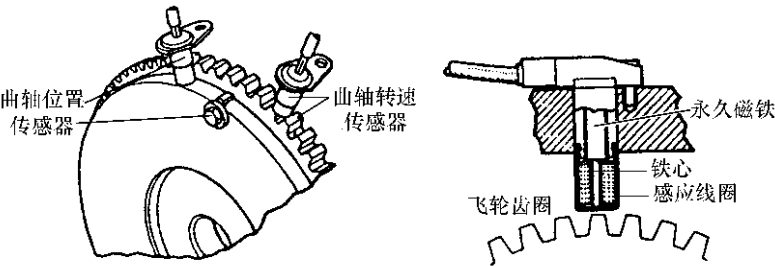


图 2 - 17 位于飞轮上的曲轴转速传感器

c. 霍耳式转速传感器 霍耳式转速传感器仅能设置在分电器内。该传感器由叶轮、永久磁铁、霍耳集成电路等组成 ,如图 2 - 18 所示。叶轮由分电器轴带动旋转 ,其他器件固定于信号发生器盘上。叶轮带有一定数量的叶片。当叶轮转动时 ,各叶片依次通过霍耳信号发生器的缝隙 ,使磁路发生变化。当叶片位于缝隙中时 ,霍耳元件上无磁力线穿过 ,不产生霍耳电压 ,也无信号电压输出 ;当叶片离开缝隙时 ,磁力线穿过霍耳元件 ,于是产生霍耳电压 ,并经集成电路放大后作为电压信号输出。电压信号频率越高 ,说明发动机转速也越高。

d. 光电式转速传感器 光电式转速传感器设置在分电器内 ,由转盘、发光二极管、光敏三极管以及放大电路等组成 ,如图 2 - 19 所示。转盘上有 360 个细缝 ,用于产生转速信号。转盘在分电器轴驱动下转动。发光二极管固定于转盘上方细缝处。光敏三极管位于转盘下方与发光二极管相对应的位置。当转盘旋转时 ,发光二极管的红外线透过转盘上的细缝照射到光敏三极管上 ,使其导通。转盘转动 1 周 ,光敏三极管导通 360 次 ,通过放大电路放大后输出电信号。

磁感应式、光电式曲轴转速传感器均带有曲轴位置传感器 ,其工作原理相同。曲轴位置传感器向 ECU 提供电信号 ,作为点火正时与喷油脉冲开始的信号。

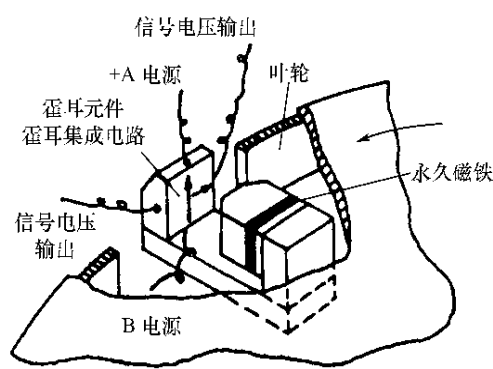


图 2 - 18 霍尔式曲轴转速传感器

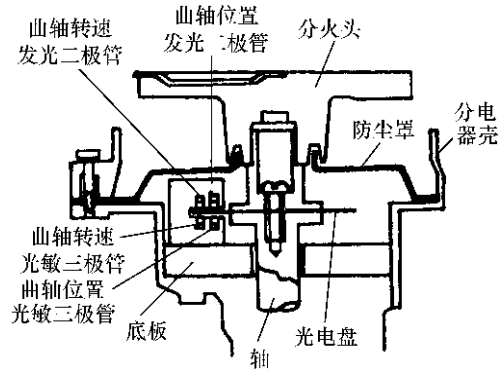


图 2 - 19 光电式曲轴转速和曲轴位置传感器

2. ECU 控制点火系统的组成

(1) 组成

电控 ECU 控制点火系统主要由监测发动机运行工况的各种传感器、处理传感器送入的信号并发出指令的 ECU、响应 ECU 指令的执行机构的点火器(其内有大功率晶体管 T)、点火线圈等组成,如图 2 - 20 所示。电控点火系统元件的功用如表 2 - 3 所列。

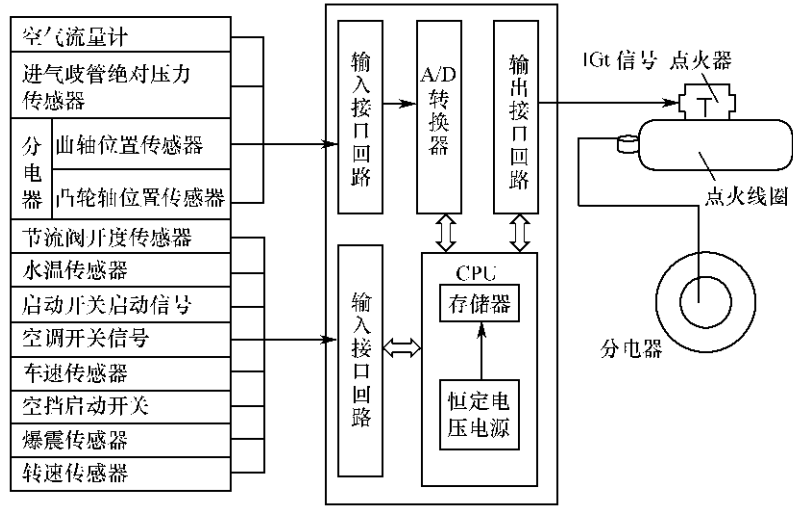


图 2 - 20 ECU 控制点火系统组成

(2) ECU 控制点火系统的优点

- ① 由于废除了真空、离心点火提前装置,而点火提前角完全由电子控制器 ECU 控制,从而使发动机在各种工况下都可获得最佳的调整点火时刻,而又不影响其他范围的点火调整。
- ② 可将发动机的点火提前到发动机工作最佳刚好不致于产生爆震的有利范围。
- ③ 一般 ECU 控制点火系统无需人工调整和维护,节省维修费。
- ④ 使用寿命长,有利于工作。

3. ECU 控制点火系统

(1) 工作原理

电控 ECU 综合各种传感器输入电信号,从存储器中选出最适当的点火提前角,再根据曲轴位置传感器判断出曲轴的转速、位置及几缸处于压缩止点,然后控制点火器中的大功率晶体

管 T 的导通或截断 ,即控制点火线圈初级电路电流的通或断。

日产汽车 ECCS 点火系统控制的项目包括点火时刻及闭合角的控制。ECU 根据各个传感器输入的信号 ,从存储器中选出最佳的点火提前角 ,再根据转盘型电磁感应式曲轴位置传感器输入的 120°信号和 1°信号判别出活塞位置 ,适时地控制大功率晶体管 T 截止 ,使初级电流中断。

表 2 - 3 电子控制点火系统元件功能表

组 件		功 能
传 感 器 和 分 电 器	空气流量计	检测进气量
	进气歧管绝对压力传感器	
	曲轴位置传感器	检测曲轴转角位置和转速
	凸轮轴位置传感器	检测凸轮轴曲轴转角位置
	节流阀开度传感器	向 ECM 输入点火提前角修正用信号
	水温传感器	检测发动机冷却水温度 ,向 ECM 输入点火提前角修正用信号
	启动开关启动信号	向 ECM 输入发动机正在启动信号
	空调开关信号	向 ECM 输入空调工作状态信号
	车速传感器	检测车速 ,向 ECM 输入车速信号
	空挡启动开关	检测换挡手柄置于 N 挡或 P 挡
执 行 器	爆震传感器	检测发动机爆震信号
	点火控制器(点火模块)	根据 ECM 输出的点火控制信号控制点火线圈初级电路的通断 ,产生次级高压 ,同时向 ECM 输入反馈的点火确认信号
	ECM	根据各传感器输入的信号 ,计算出最佳点火提前角 ,并将点火控制信号输送给点火控制器

L20E 型发动机在某种运行状态下 ,ECU 选出最佳点火提前角为上止点前 40°。因为日产 L20E 型发动机在上止点前 70°时开始输入 120°信号时 ,因此当 ECU 读到 120°信号时 ,即表示此时某缸活塞处于压缩上止点前 70°的位置 ,这时 ECU 开始计数 30 个 1°信号 ,在第 31 个 1°信号输入的同时发出大功率晶体管 T 的截止信号。由于 120°信号输入时 1/4 后 ECU 开始计数 ,因此当 ECU 计数到 26 个 1°信号后发出信号截止大功率晶体管 T ,点火时刻基准信号如图 2 - 21 所示。

大功率晶体管 T 的导通时间控制方法 ,一般是 ECU 根据蓄电池电压求得导通时间 ,再根据发动机的转速换算成曲轴的转角 ,以决定闭合角的大小。例如 :某汽车发动机蓄电池电压为 12V 时 ,大功率晶体管 T 的导通时间为 4 ms(1 ms = 1/1000s) ,若此时发动机的转速为 2500r/min ,则导通 4 ms 相当于曲轴转角 θ 为

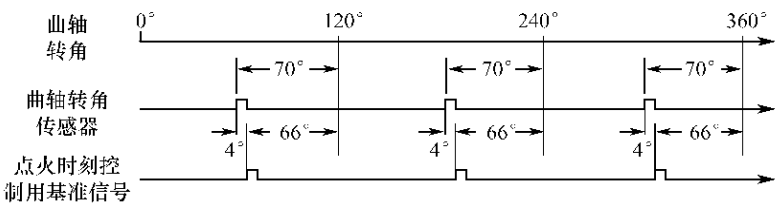


图 2 - 21 L20E 型发动机控制点火时刻的各种信号

$$\theta = \frac{360^{\circ} \times 2500}{60} \times \frac{4}{1000} = 60^{\circ}$$

即在这种发动机状态下 ,大功率晶体管 T 从导通到截止 ,必须保持 60°的曲轴转角 ,亦即闭合角为 60°。又因为六缸发动机的做功间隔为 120° ,即大功率晶体管 T 截止到下一次截止为 120°。在此期间大功率晶体管 T 截止时 ,曲轴的转角为 120° - 60°(闭合角)=60° ,那么 ECU 从大功率晶体管 T 截止时开始计数 60 个 1°信号 ,61 个 1°信号时大功率晶体管 T 开始通电 ,即点火线圈初级电流开始导通。

(2) 点火提前角控制

① 发动机点火提前角特性。ECU 控制点火系统是将发动机在各种工况下最佳的点火提前角值预先储存在一个控制单元中 ,而发动机在实际运行时 ,由 ECU 系统根据运行的负荷与转速的实际电信号 ,在所储存的点火特性中取出适应该工况下的点火提前角数值。同时 ,ECU 还根据发动机的冷却液温度、吸入空气温度、节气阀开度位置等信息 ,对所选取的点火提前角进行修正 ,使发动机始终在一个最佳的点火提前角状态下工作。

这种预先储存最佳点火提前角对发动机工况进行控制 ,需要事先根据实际发动机的工况找出发动机的动力性、经济性、排气净化性等都能达到最佳水平的控制参数。对于点火正时来讲 ,就是要求得一系列适合于发动机各种工况的最佳点火提前角 ,并组成相应的点火特性控制脉谱图。脉谱图是 ECU 控制系统中完成各种控制功能的主要依据 ,它将直接影响到控制效果。

脉谱图 ,即点火特性曲线是通过台架试验制取的 ,主要是取各种转速与负荷工况下的点火特性 ,且在汽车行驶中按照预定的准则 ,对汽油消耗、扭矩、爆震倾向、尾气净化以及其他行驶性能等进行优化后确定的。

实际上 ,点火时刻调整优化的准则对发动机的不同工况应有所侧重 ,如在怠速工况下点火时刻应调整到首先对降低怠速排放有利 ,然后再考虑怠速工况稳定与耗油量低 ,而在部分负荷工况下点火时刻的调整优化 ,应突出其汽车行驶性与节省燃油经济性好 ,在全负荷工况运行时点火时刻的调整优化准则其重点是以不产生爆震且在行驶时具有最大的扭矩特性。

将各种工况下测取的最佳点火时刻参数 ,经过整理和修正优化综合在一起 ,就组成了最佳点火提前角(即点火时刻)的脉谱图 ,如图 2 - 22 所示。这种脉谱图是以数据形式储存在 ECU 的存储器(ROM)中 ,它在发动机运行时是不会改变的。但在发动机运行过程中 ,又可根据发动机实

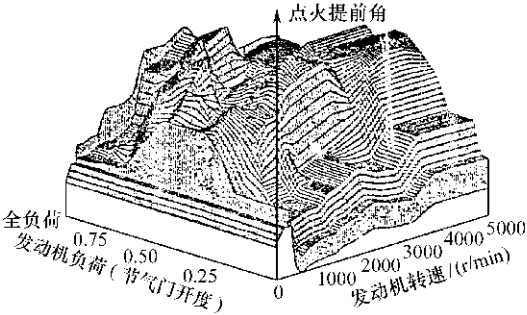


图 2 - 22 发动机点火提前角特性曲线(脉谱)

际运行参数的变化,可随时读取相应的点火提前角,以保证发动机在该工况运行时的点火具有最佳的点火调整,这是传统常规点火系统无法比拟和办得到的。

② 日产汽车点火系统(ECCS)提前角控制。ECCS 是根据发动机工况的不同,对点火提前角采用的控制方法如下。

a. 汽车在正常行驶状态时点火提前角的控制。当 ECU 接受到节气门位置传感器的怠速触点打开的信号后,即进入正常行驶时点火提前角的控制模式。其实际点火提前角为

$$\text{实际点火提前角} = \text{基本点火提前角} \times \text{水温修正系数}$$

而基本点火提前角存储在 ECU 的存储器(ROM)中,根据发动机转速和负荷,用基本喷油时间表示。

水温修正系数是 ECU 根据水温传感器的信号得到。

b. 怠速及减速时点火提前角控制。当 ECU 接受到节气门位置传感器怠速触点闭合时,ECU 即进入怠速或减速时的点火提前角控制模式。此时,电脑(ECU)根据发动机转速、冷却水温度及车速控制点火提前角的大小。当水温在 50℃ 以下、车速不大于 8km/h 时,发动机转速在 1200r/min 以上时,其点火提前角几乎保持在上止点前 10°左右。其目的是推迟点火,加速发动机及三元催化转换器达到正常的工作温度。

c. 启动时点火提前角的控制。当启动发动机时,启动开关位于“ON”位置,即 ECU 进入启动时点火提前角的控制模式。当发动机冷却液温度在 0℃ 以上时启动,其点火提前角均为 16°。而当水温在 0℃ 以下时启动,根据冷却液温度适当地增加点火提前角。

当启动转速低于 100r/min 时,为使点火可靠,点火提前角应根据发动机启动转速的下降而适当降低点火提前角,其启动点火提前角为

$$\text{启动点火提前角} = \text{平常启动时的点火提前角} \times \frac{\text{启动转速}}{100}$$

③ 丰田汽车点火系统(ECCS)点火提前角控制。丰田汽车点火系统依据如下因素对点火提前角进行控制,其实际点火提前角为

$$\text{实际点火提前角} = \text{原始设定点火提前角} + \text{基本点火提前角} + \text{修正点火提前角}$$

a. 原始设定点火提前角:原始设定点火提前角,也称为固定点火提前角。对于丰田汽车的 IG-GEI 型发动机,其值为上止点前 10°。但在下列情况下,其实际点火提前角为原始设定点火提前角:当发动机启动时,发动机转速变化大,无法正确计算点火提前角;当发动机转速在 400r/min 以下时;当发动机 ECU 内部后备电路系统开始工作时;当汽车行驶车速低于 2km/h 时;当 T 端头短路或节气门位置传感器怠速触点闭合时。

b. 基本点火提前角:基本点火提前角储存在 ECU 的存储器 ROM 中。它分为怠速的基本点火提前角和汽车正常行驶时的基本点火提前角两种。

怠速的基本点火提前角,是指节气门位置传感器的怠速触点闭合时的基本点火提前角。其值又根据空调器是否工作而稍有不同,一般是空调器工作时其基本点火提前角为 8°,空调器不工作时其值为 4°。也就是说,在同样怠速运转时,空调器工作时,其实际点火提前角将从上止点前 14°增加到 18°,以防止因空调器负荷使发动机运转不平稳而发生抖动现象。

汽车正常行驶的基本点火提前角,是指节气门位置传感器怠速触点打开时的基本点火提前角。其值是 ECU 根据发动机的转速和负荷(用进气量表示),从电子控制器 ECU 内的存储器 ROM 中进行查表,选取最佳点火提前角。

c. 修正点火提前角:原始设定的点火提前角加上基本点火提前角之和,必须根据相关因素

加以修正。修正点火提前角有暖机和稳定怠速两种点火提前特性。

暖机点火提前特性是指节气门位置传感器怠速触点闭合时,ECU 根据发动机冷却液温度进行修正的点火提前角。也就是说,当发动机冷却液温度低时,必须增大点火提前角,以促使发动机尽快暖机。当冷却液温度较高时,如超过 90℃ 时,为避免发动机过热,其点火提前角必须适当减小。

稳定怠速点火提前角特性是指为了使发动机怠速稳定运转而控制修正的点火提前角。例如,当动力转向等作用时,ECU 通过曲轴位置传感器检测到发动机转速下降,并根据其下降幅度修正点火提前角的大小,使发动机在怠速时能稳定运转,可有效地防止发动机怠速的熄火现象。

点火提前角的修正值除上述之外,其他车型点火控制系统点火提前角的修正还包括空燃比(A/F)反馈修正。

装有氧传感器的电子控制汽油喷射系统,ECU 根据氧传感器的反馈电信号对空燃比进行修正。随着喷油量的增加或减小,发动机的转速在一定范围内波动。为了提高发动机转速的稳定性,在反馈修正喷油量减少时,点火提前角应适当地增加。

发动机实际的点火提前角就是上述三项点火提前角之和。发动机每旋转一周后,ECU 就可计算并输出一组点火提前角的调整数据,因此当传感器测出发动机的转速和负荷有变化时,ECU 就使点火提前角做出相应的改变。但当 ECU 计算出的实际点火提前角超过最大或最小点火提前角的允许值时,则 ECU 以最大或最小点火提前角的允许值进行调整。

二、电子控制点火系统电路

在一些高级轿车上,采用 ECU 控制的点火系统的控制电路分叙如下。

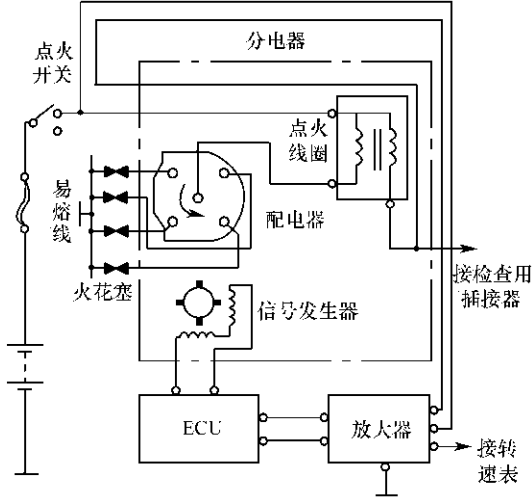
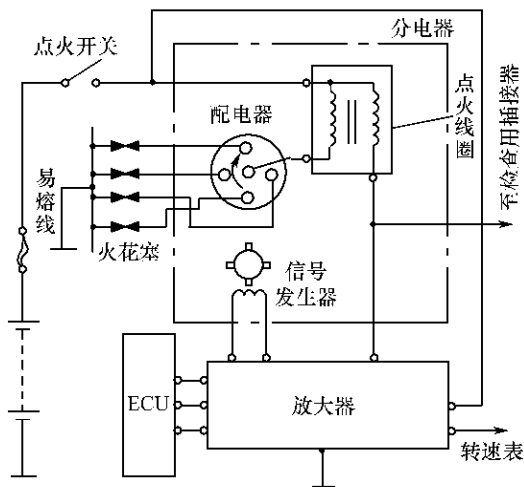
(一) 有分电器的 ECU 控制点火系统

该类点火系统的分电器由配电器和电信号发生器两部分组成,它取消了机械离心式提前机构与真空提前机构。其点火提前角的自动调整由 ECU 根据曲轴转速信号和节气门开度信号等进行控制,其调整控制精度很高。

信号发生器有单感应线圈与双感应线圈两种类型。

① 单感应线圈信号发生器电路如图 2-23 所示为丰田 2S-E 型发动机点火系统控制。其作用与工作原理与磁感应式信号发生器相同。

② 双感应线圈式信号发生器如图 2 - 24 所示为丰田汽车 2RZ—E 型发动机点火系统的电



路控制。它由两个线圈相串联,其目的是提高信号电压,其工作原理也与磁感应式信号发生器相同。

有的厂牌的汽车也采用霍尔式或光电式信号发生器,其工作原理请参阅图 2-18、图 2-19 所示。

为了向电控器 ECU 提供曲轴转速信号,有些电控汽油喷射发动机,在分电器内设置有曲轴位置(曲轴转角)传感器和曲轴转速传感器,其控制电路如图 2-25 所示为丰田汽车 1S-E 型发动机点火系统的控制。曲轴转角传感器即点火信号发生器,曲轴转速传感器是向 ECU 提供发动机的转速信号,作为 ECU 控制点火提前角与计算喷油量的依据。

从上述介绍可知,点火线圈与分电器构成一体,点火放大器可以独立安装,也可以与分电器点火线圈为一体,但后者放大器则为集成电路控制。

(二) 无分电器 ECU 控制的点火系统

无分电器点火系统(DLI)完全取消了传统的分电器,也就没有分电器盖和分火头引起的故障。它由点火线圈产生的高压电,直接输送到火花塞上,因此也称为直接点火系统。

1. 无分电器点火系统

无分电器点火系统目前常采用以下两种控制方式。

① 同时点火控制方式:同时点火控制方式,是指两个汽缸的火花塞合用一个点火线圈,即一个点火线圈有两个高压输出端,分别与一个汽缸的火花塞相连,点火线圈同时负责对两个汽缸进行点火。

一个点火线圈供两个汽缸点火方式的电路控制如图 2-26 所示为四缸发动机的点火电路。

② 单独点火控制方式:单独点火控制方式,是指每个汽缸的火花塞上配装一个点火线圈,单独对本汽缸进行点火,如大帝王轿车的 V6 发动机,其点火系统结构控制原理如图 2-27 所示。电控 ECU 通过 DIS 模块控制点火线圈初级电路的电流断或通,而在点火线圈次级两端同时产生高压电直接输送给各自汽缸的火花塞点火。

2. 无分电器点火系统的优点

① 具有上述电控 ECU 控制点火系统的一切优点。

② 由于废除了分电器,节省了发动机仓空间,为设计体积较小的发动机创造了条件。

③ 由于没有配电器,就不存在分火头与分电器盖旁电极间产生电火花,因而可有效地降低点火系统对无线电的干扰。

④ 因没有分电器和分火头,可避免裂盖、中央炭精棒磨损烧蚀、氧化、分火头漏电、潮湿不发火等故障,点火正常时通常不用调整,省力并维修方便。

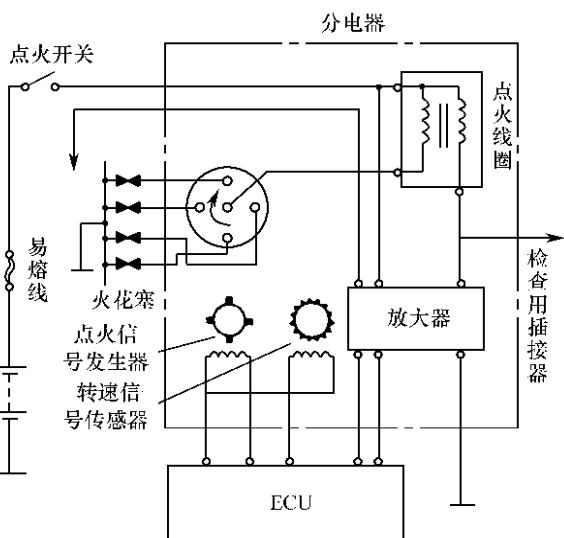
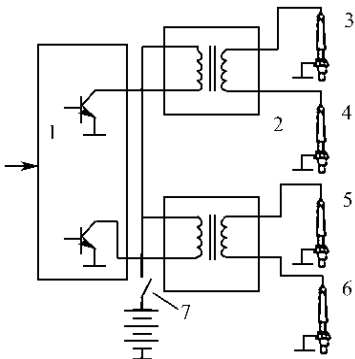


图 2-25 丰田 1S-E 型发动机点火系统



- 26 一只点火线圈供两缸点火方式
1—点火器 ;2—点火线圈 ;
3—第一缸 ;4—第四缸 ;5—第二缸 ;
6—第三缸 ;7—点火开关。

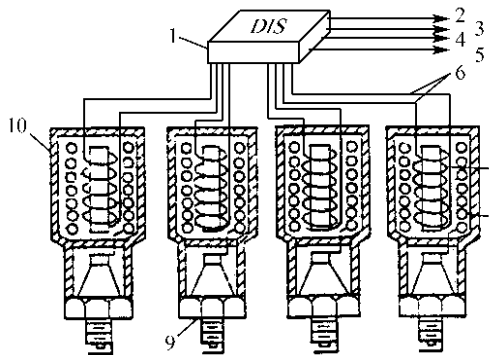


图 2 - 27 电控直接点火系统
1—点火器 ;2—电源 ;3—电控单元 ;
4—曲轴位置传感器 ;5—其他传感器 ;
6—初级导线 ;7—初级线圈 ;8—次级线圈 ;
9—火花塞 ;10—点火线圈壳体。

3. 无分电器同时点火

现代轿车电控发动机上大多采用无分电器的直接点火系统(DIS),这种点火方式特别适合在四气门(每只汽缸有二进气门和二排气门)的发动机上配用,如奥迪 A6 发动机、桑塔纳 2000GSI(时代超人)发动机、韩国大宇王子/超级沙龙轿车发动机、丰田皇冠轿车发动机等都采用无分电器同时点火控制方式。

(1) 韩国大宇王子/超级沙龙轿车发动机直接点火系统

图 2 - 28 所示为韩国大宇王子/超级沙龙轿车发动机直接点火系统电路控制。该车为四缸发动机,除了相关连线和 ECM 的 EST(电子点火正时控制)外,还包括两个独立的点火线圈、一个 DLS 点火控制模块以及曲轴转角位置传感器等。

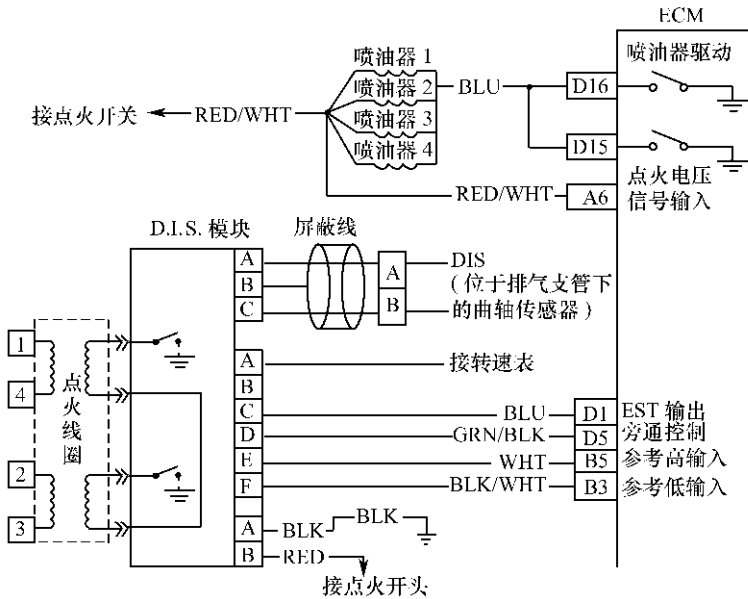


图 2 - 28 韩国大宇王子/超级沙龙轿车的直接点火系统

这种无分电器的直接点火系统是利用一种无效点火的火花分配方法,即每个汽缸都与相对应的汽缸组成一对(如 1 - 4 缸、2 - 3 缸)。每一对的两个汽缸有一个点火线圈,点火时点火线圈产生两个火花,同时出现在即将到达上止点的处于压缩行程的汽缸和处于排气行程的汽缸。由于处于排气行程的汽缸只需要很少的能量就能使火花塞跳火。因此,点火时大部分能量被用于处在压缩行程的汽缸点火。尽管从同一个点火线圈引出的两个火花塞电极彼此是断开的(气隙),但在没有负荷的情况下火花塞是可以跳火的。这两个彼此断开(气隙)的火花塞电极就像是电容器的一个极板,而发动机缸体则是另一极板。当火花塞跳过相连的火花塞气隙时,这两个“电容器极板”便充电。当次级电容耗散于跨越火花塞气隙的振荡电流时,这两个“电容器极板”便放电。因为初级线圈中电流方向的缘故,在次级线圈中,一个火花塞的电流方向是由中心电极至侧电极放电。与配备有点火提前角控制的有分电器的点火系统一样,这些系统利用来自 ECM 的 EST 信号来控制点火正时。当发动机转速低于 400r/min 时,由 DIS 控制(采用固定的初始点火提前角)模块控制点火正时;当发动机转速高于 400r/min 时,则自动转换为由 ECM 根据发动机工况传感器的信号来控制点火正时(EST 模式)。

曲轴位置传感器(安装在排气歧管下方的缸体上)为磁电式传感器,产生一个信号至点火模块,引起一个脉冲信号传送给 ECM。ECM 使用这个信号来计算曲轴所处的位置,确定发动机转速和喷油脉冲宽度。点火控制模块的旁路线 LO 接地,以保证点火模块和 ECM 之间的接地回路无电压降。当发动机转速为 400r/min 时,或发动机转速低于 400r/min 时,ECM 给旁路线加上 5V 的电压,把点火正时控制自动地切换至由 ECM 控制。当发动机启动时,DIS 控制模块向 ECM 发出一个参考信号,由 DIS 控制模块控制点火正时。

(2) 奥迪 A6 轿车 2.8L V6 发动机无分电器直接点火系统

奥迪 V6 发动机无分电器直接点火系统,由三个双头点火线圈组成的点火线圈组件,分别控制各汽缸的点火。其点火系统由凸轮轴位置传感器、曲轴位置传感器、发动机转换传感器、发动机冷却液温度传感器、爆震传感器 I 和 II、功率输出器(即点火器)、三个双头点火线圈组件、点火高压导线、点火线电阻器/接头和火花塞等组成,如图 2 - 29 所示。

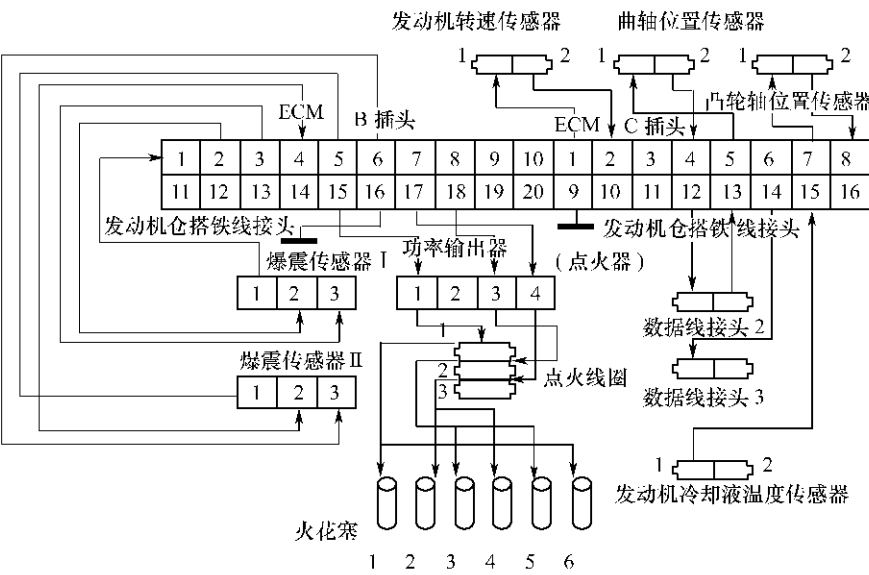


图 2 - 29 奥迪 A6 发动机点火系统电路

① 工作过程 :发动机控制模块 ECM 根据各个传感器检测并输入的信号 ,确定点火时刻 ,并通过功率输出器来驱动每个双头点火线圈。功率输出器实际上是一种电子转换装置 ,用来触发点火线圈产生点火高压电。功率输出器位于发动机仓发动机后面的前壁板上。当点火线圈点火时 ,两个汽缸的火花塞同时产生电火花。如第一个点火线圈产生高压时 ,第一汽缸火花塞在压缩行程上止点着火时 ,第六缸火花塞则在排气行程作无效点火。当曲轴转过 360°后 ,第六缸位于压缩行程上止点时 ,第一缸则位于排气行程 ,两个火花塞也同时点火 ,但第六缸的混合气被点燃 ,第一缸则作无效点火。其他的 2 - 4 缸和 3 - 5 缸的点火情况亦如此相同过程。

② 爆震防止 :爆震防止是 ,爆震传感器 I 和 II 用来防止发动机出现爆震的。当发动机出现爆震时 ,ECM 接收到爆震信号 ,立即控制点火火花以 3° ~ 12° 的步长滞后 ,直至爆震消失为止。由于发动机爆震极限对各缸来说是不尽相同的 ,所以爆震的控制情况各缸之间也是有差异的。当发动机冷却液温度在 40 以上时 ,ECM 就开始进行爆震的监测控制 ,如果自动延迟点火后汽缸仍出现爆震 ,ECM 则会从最佳点火控制模式转换至常规控制模式 ,这样可使点火时刻再延迟约 3° 左右 ,以使爆震消失。当爆震消失后又会自动恢复到 ECM 控制点火正时的状态工作。

(3) 丰田皇冠汽车无分电器点火系统

丰田皇冠轿车发动机无分电器电子点火系统的电路结构控制如图 2 - 30 所示 ,其工作过程

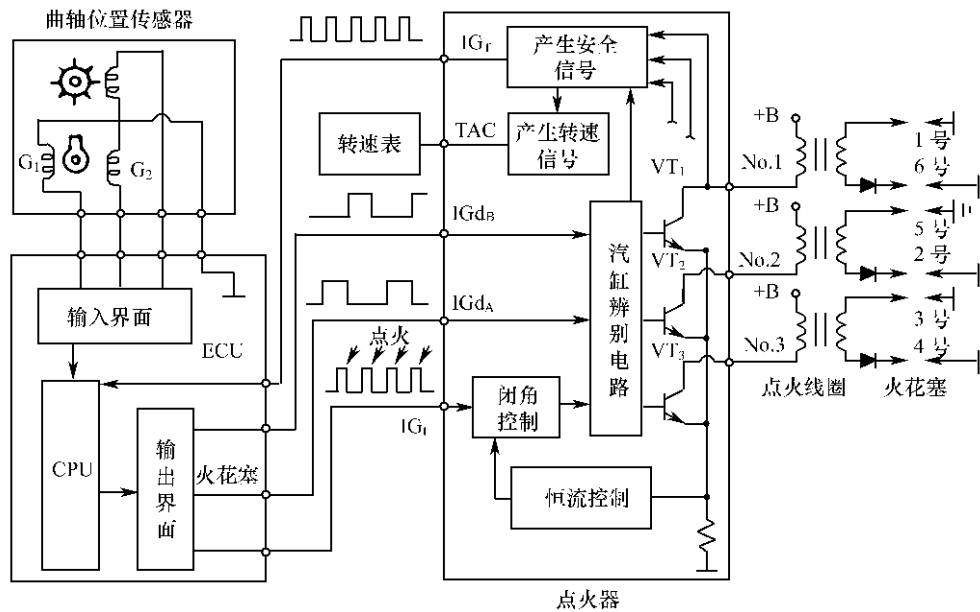


图 2 - 30 丰田皇冠汽车无分电器电子点火系统

中 :

① 来自曲轴转角位置传感器的信号。曲轴转角位置传感器由 G₁、G₂ 及 Ne 三个线圈组成 ,其作用是判别汽缸、检测曲轴的转角 ,以及决定点火时刻的原始设定位置。曲轴转角位置传感器如图 2 - 31 所示。

a. G₁ 信号利用 G₁ 信号可判别出第六缸在压缩上止点的附近。其产生信号的原理与普通电子点火系统的信号发生器的原理相同。

G₁ 传感线圈产生电压波形 ,是设定在第六缸压缩行程上止点附近时产生的 ,因此只要 G₁ 线

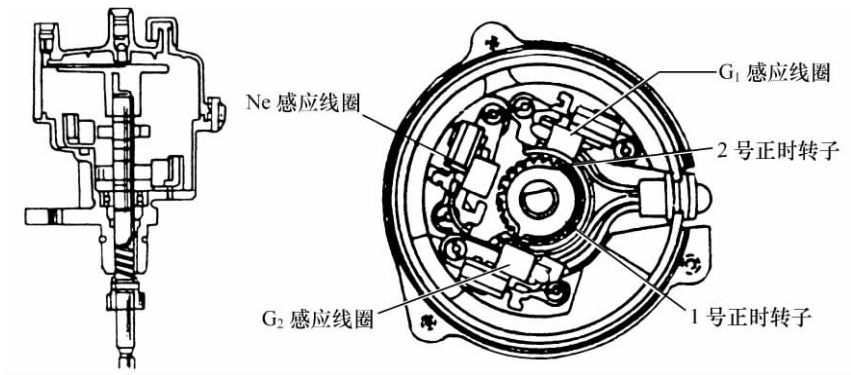


图 2 - 31 丰田公司磁脉冲式曲轴位置传感器

圈产生信号 ,就表示第六缸处于压缩行程上止点附近 ,其点火提前角和闭合角由 ECU 根据 Ne 信号决定。

b. G_2 信号 G_2 信号波形与 G_1 信号波形相同 , G_2 信号与 G_1 信号相隔 180° (曲轴转角 360°)。当 G_2 信号产生时 ,即表示第一缸活塞处于压缩行程上止点的附近。在完成其点火准备 ,其点火正时也应由 Ne 信号决定。

c. Ne 信号 Ne 正时转子有 24 个齿 ,它每转一转 Ne 传感线圈产生 24 个信号波形 ,其波形与 G_1 信号、 G_2 信号波形相似 ,每个波形表示 Ne 正时转子角度为 15° 或发动机曲轴转角为 30° 。这个数值在点火控制中会引起较大误差 ,为了保持一定的精度 ,需将这些脉冲电压信号整形 ,再通过转角脉冲发生器 ,把 24 个脉冲转变为曲轴一转产生 720 个脉冲 ,即转变为每 0.5° 曲轴转角发生一个脉冲 ,其过程如图 2 - 32 所示。

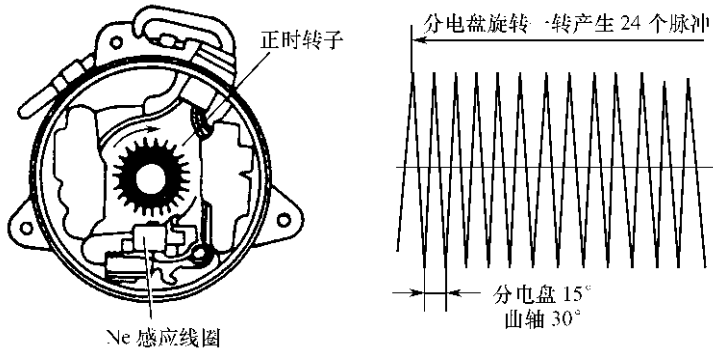


图 2 - 32 Ne 信号发生器结构与波形

当发动机启动瞬间 ,已超过了产生 G_1 信号时期 ,而 G_2 信号又未产生 ,此时无法差别汽缸 ,因此 ,必须等到 G_1 信号差别汽缸后才能执行实际点火控制。当 G_1 和 G_2 信号产生后 ,可用来判别第六缸或第一缸处于压缩上止点前 ,因此必须完成该缸点火的准备。 G_1 或 G_2 信号产生后所产生的 Ne 信号即成为第六缸或第一缸的点火正时的基准信号。

② ECU 的信号输出。ECU 通过曲轴位置传感器接收到 G_1 、 G_2 、Ne 信号后 ,向点火器输出 IG_t 、 IGd_A 、 IGd_B 三个信号。

IG_t 信号就是点火正时信号 , IGd_A 、 IGd_B 信号是 ECU 输出送给点火器的判缸信号 ,它存于

ECU 的存储器 ROM 中 ,由于控制器 ECU 根据 G_1 、 G_2 及 Ne 信号选择 IGd_A 、 IGd_B 的信号状态 ,以
确定各缸的点火顺序。

③ 点火器。点火器内有汽缸判别、闭合角控制、恒流控制、安全信号等电器 ,其主要作用是
接收 ECU 发出的 IG_t 、 IGd_A 、 IGd_B 的信号 ,并依次驱动各个点火线圈工作。另外 ,它还向 ECU 输
入安全信号 IG_f ,其工作过程是 :

a. 点火器内的汽缸判别电路根据判别缸信号 IGd_A 、 IGd_B 的信号状态 ,决定哪条驱动电路接
通 ,并将 IG_t 点火正时信号送往与此驱动电路相连接的点火线圈 ,并完成对其缸的点火任务。如
果当 IGd_A 、 IGd_B 的信号状态分别为 0 和 1 时 ,汽缸判别电路使 VT_1 导通 ,将点火正时信号送给一
缸和六缸的点火线圈 ,使其工作 ,完成对一缸和六缸的点火过程。

b. 安全信号 IG_f 是将点火器继续点火线圈的初级电流的信号反馈给 ECU 的信号 ,使点火器
具有安全功能。

c. 在电控汽油喷射发动机中 ,喷油器的驱动信号来自曲轴位置传感器。如果点火系统出现
故障使火花塞不跳火 ,而曲轴位置传感器工作正常时 ,喷油器会照常喷油 ,必然造成汽缸内喷油
过多现象 ,结果会出现启动困难或汽车行驶时三元催化转换器过热。为避免这种情况的发生 ,当
 IG_f 信号连续(3 ~ 5)次无反馈信号送入电控 ECU 时 ,则 ECU 判断点火系统有故障 ,并强制停止
喷油器喷油。

④ 点火线圈。点火线圈在发动机无分电器
点火系统(DLI)中采用小型闭磁路点火线圈 ,每个
点火线圈分别供给两个汽缸的火花塞同时串联点
火 ,亦称为双缸点火 ,这种点火线圈如图2 - 33 所
示。

DLI 闭磁路点火线圈的特点(区别)是 :一是
DLI 闭磁路点火线圈的初级绕组与次级绕组没有
连接 ,各自独立的。初级线圈的一端与电源“ + ”
连接 ,受点火开关的控制。另一端与点火器内功
率晶体管的集电极连接。当功率晶体管导通时 ,
初级线圈通电 ,在其周围的环形铁心中充满磁场 ;
当功率晶体管截止时 ,初级线圈电流迅速切断 ,使
其周围磁场立即消失 ,则在次级线圈感应出高压电使火花塞跳火。二是在次级线圈中串联一只
高压二极管 ,其作用是为了避免功率晶体管导通时 ,点火线圈诱生的电压造成火花塞跳火的现象
发生。

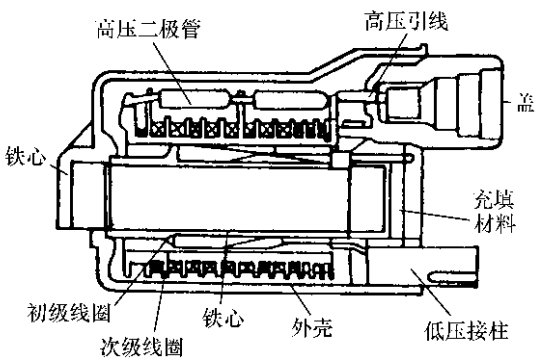


图 2 - 33 DLI 闭磁路点火线圈

无分电器闭磁路点火系统发动机汽缸的组合原则为一缸处于压缩行程的上止点(末期)时 ,
另一缸处于排气行程的末期 ,曲轴旋转 360°后两缸所处的行程正好相反。对于六缸发动机来
讲 ,其汽缸的组合 1 - 6 缸、2 - 5 缸、3 - 4 缸 ,即每两个汽缸一个点火线圈 ,火花塞串联同时点火 ,
如图 2 - 34 所示。

由于压缩缸的压力大(较高) ,放电较为困难 ,因此所需的击穿电压较高 ,而排汽缸的气压接
近于大气压 ,放电容易 ,所以需要的击穿电压较低。因此 ,当两缸火花塞同时跳火时 ,其阻抗几乎
都在压缩缸。即在串联点火电路中 ,压缩缸承受大部分电压降 ,与普通只有一只火花塞跳火的点
火系统相比较 ,击穿电压相差不大 ,在排汽缸损失的电能也是很小的。

4. 无分电器(无高压导线)单独点火方式

目前更为先进的电控 ECU 直接控制的集成式火花塞点火 其结构如图 2 - 35 所示。该点火系统既无分电器又无高压导线 ,只是在每个火花塞上配置一个直接装在上部的点火线圈 ,单独地对每个汽缸进行点火。目前 ,采用这种点火装置的车辆有 ,日本日产公司生产的 RB20DC 和 BR20DET 汽车发动机 ,其特点是 :

- ① 点火线圈多采用超小型闭磁路点火线圈 ,且直接安装在火花塞上方 ,整个总成用铝合金托架装在汽缸盖上。
- ② 取消了高压导线而由点火线圈直接向火花塞供电 ,因而高低压能量损失小 ,点火能量效率高 ,电磁波对无线电通信的干扰小。
- ③ 点火线圈次级输出高压使火花塞跳火瞬间 ,火花塞中心电极均是负极 ,因而所需的击穿电压低 ,能在高达 9000r/min 的宽广转速范围内提供足够高的点火能量和电压。

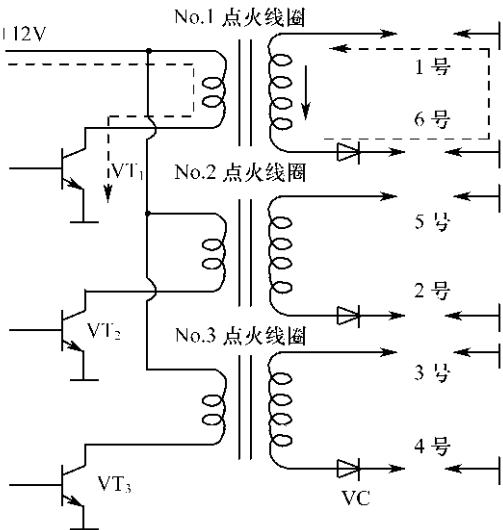


图 2 - 34 六缸发动机的三个点火线圈

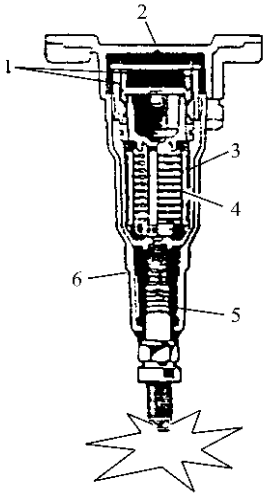


图 2 - 35 集成式火花塞
控单元(ECU) ;2—直接点火线圈总成 ;
圈 ;4—次级线圈 ;5—火花塞 ;6—壳体。

图 2 - 36 所示为奥迪轿车五缸四气门发动机的点火系统的布置。

从图 2 - 36(a)可以看出 ,火花塞安装在两根凸轮轴的中间 ,而每缸的火花塞上直接压装一个点火线圈 ,其布置十分方便。

从图 2 - 36(b)可以看出 ,每个点火线圈通过导向座用 4 只螺钉固定在汽缸盖的盖板上 ,然后再扣压到各缸的火花塞上。这种单独无分电器和导线的点火方式 ,其控制电路大致相同 ,但随着车型和生产年份的不同也有一定的差异 ,这是在使用与维修时应注意的。

图 2 - 36(c)为奥迪五缸四气门发动机无分电器点火系统的电子控制原理图。该点火系统的五个点火线圈分别接到两个点火器 N122、N127 上。其中 N122 控制发动机 1、2、3 缸的点火线圈 ,N127 控制 4、5 缸的点火线圈。两个点火器分别用点火信号输出线与 ECU 相连。发动机工作时 ,ECU 通过 1、2、23、20、21 各接柱上的点火信号输出线 ,适时地对各汽缸输出点火信号 ,并通过点火器控制各缸点火。

图 2 - 36(d)所示为日产公司无分电器点火系统的电控原理图。它主要由各缸分别独立的

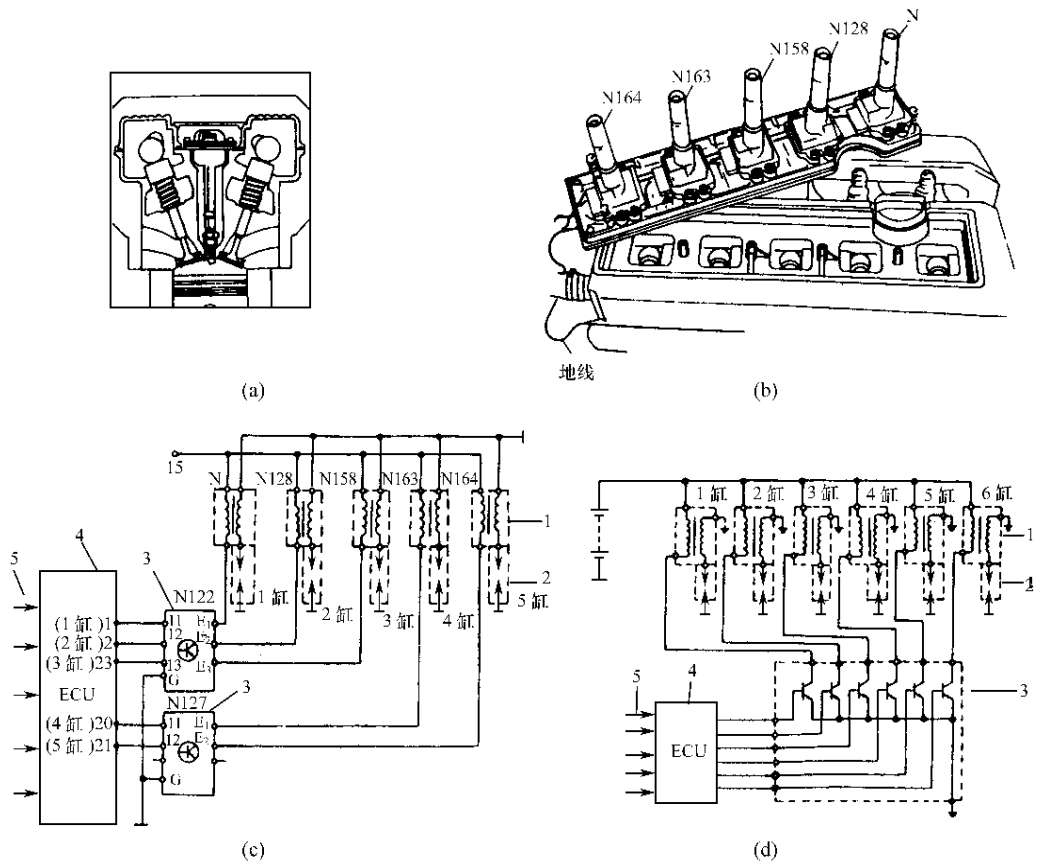


图 2 - 36 无分电器单缸独立点火系统

1—点火线圈；2—火花塞；3—点火器；4—电控单元；5—各传感器和开关输入信号。

点火线圈和点火器、ECU 等组成。各缸点火线圈的初级绕组分别由点火器中的一个功率晶体管控制，整个点火系统的工作由 ECU 进行控制。

发动机运转时，ECU 根据曲轴转角位置传感器、空气流量传感器、点火基准信号传感器、冷却液温度传感器、爆震传感器、点火开关等有关开关输入信号，根据 ROM 存储器的数据，经计算后适时地输出点火信号至点火器，由点火器中的功率晶体管分别接通和切断各缸点火线圈的初级电路。当切断点火线圈初级电路时，在次级绕组中产生高压电至火花塞并点燃相应汽缸内的可燃混合气。

这里 ECU 的主要功能是：判断点火汽缸、计算点火提前角和闭合角以及将点火信号分配到指定的汽缸。

5. 爆震控制

发动机运转过程中，由于点火过早或汽油辛烷值过低，火焰在传播中，如果压力异常升高时，一些部位的混合气在火焰未传到之前，就自行着火燃烧，即造成瞬间爆发燃烧，这种现象称为爆震。

爆震的主要危害是：在大负荷条件下很可能使发动机机件损坏，使油耗量增加，发动机运转噪声增大。

清除爆震的方法有：选用抗爆震性能好（标号较高的）的汽油；加强冷却液循环速度，推迟点

火提前角,改进燃烧室的结构形状,尤其以推迟点火提前角(点火时刻)对消除爆震效果显著。

(1) 爆震与点火时刻的关系

爆震与点火时刻有着密不可分的关系。点火提前角越大,燃烧的压力也就越大,就更容易产生爆震。

试验证明,发动机发出最大扭矩的点火时刻是在开始产生爆震点火时刻的附近。而对机械、普通电子式或 ECU 控制式的点火时刻控制,为了使其在最恶劣的条件下也不致于产生爆震,其点火时刻均设定在爆震边缘的范围内,使其远离爆震界限并存在有较大的余量。

(2) 爆震控制系统

发动机爆震控制系统由爆震传感器检测爆震强度和 ECU 两部分组成。其工作程序是:当发动机出现爆震时,爆震传感器输出爆震电信号给 ECU,ECU 则发出指令推迟点火时刻,使爆震得到消除。当无爆震信号输入时,ECU 则又将点火时刻恢复至原来数值。在 ECU 的控制下,使点火时刻始终保持在接近爆震界限的边缘。这样,既可防止爆震,又可最大限度地发挥发动机的功率(扭矩)的输出。

爆震控制系统一般分为两种类型,即将压力传感器装在每个汽缸里,检测爆震引起的压力波动的称为压力传感器型;二是将一个或两个传感器装在发动机汽缸体或进气歧管上,检测爆震引起的振动的称为壁振动型。

压力传感器型爆震控制系统鉴别爆震信号的潜力很大,这是因为汽缸压力共振振幅可以传给每个汽缸。而壁振动型的控制系统鉴别能力低于前者,但因其成本较低,维修方便,因而被多数汽车厂家所采用。下面以壁振动型为例简要介绍工作控制。

① 爆震传感器。爆震传感器安装在发动机汽缸体上,其主要元件是压电陶瓷晶体片与惯性配重块,如图 2-37 所示。惯性配重块的作用是产生预负载。当发动机出现爆震时,爆震产生的频率为(1~10)kHz 的压力波传给汽缸体,使汽缸体的金属质产生振动加速度。爆震传感器的压电陶瓷晶体片由于爆震压力波的作用,压缩状态发生变化,于是便产生 20mV/g 的电动势,即压电信号,再经过滤波、A/D 转换、放大等处理后由 ECU 发出命令,使点火放大器推迟点火,达到消除爆震目的。

② 爆震的判断。当发动机发生爆震时,爆震传感器的感应性能最灵敏,产生最大的电压信号,而来自爆震传感器的电信号,如图 2-38 所示。含有各种频率的电压信号,首先通过滤波电路,将爆震信号与其他振动信号分离,只允许特定范围频率的爆震信号通过滤波电路,再将此信号的最大值与爆震强度基准值进行比较,如大于基准值,则将爆震信号电压输入 ECU,表示发生爆震,应由 ECU 进行处理。

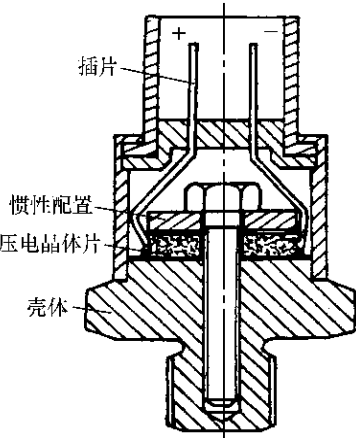


图 2 - 37 爆震传感器

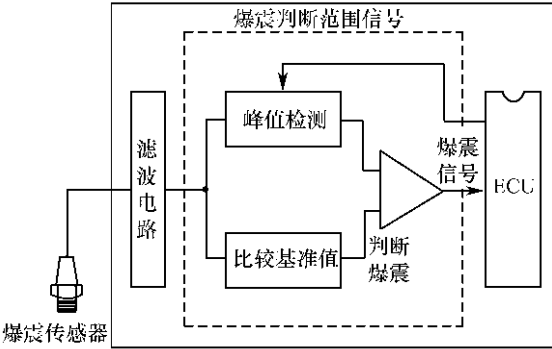


图 2 - 38 爆震信号的判断

为了只检测爆震信号,防止发生错误的爆震判断,因此判别爆震信号并非随时进行,它有一个规定的判别范围,如图 2 - 39 所示。即只限于辨别发动机因点火后可能发生的振动,而只有在这个范围内爆震传感器的电信号才被输入比较电路。爆震强度以超过基准值的次数计量,其次数越多,则爆震强度越大;次数越少,爆震强度就越小,如图 2 - 40 所示。

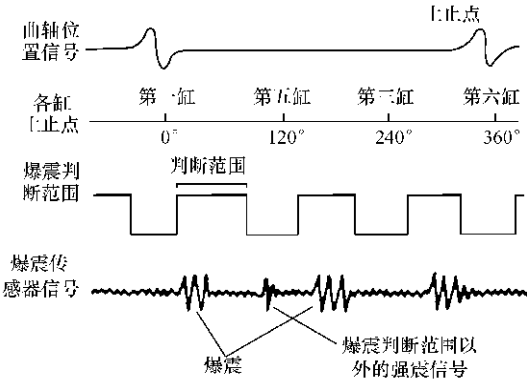


图 2 - 39 爆震判断的范围

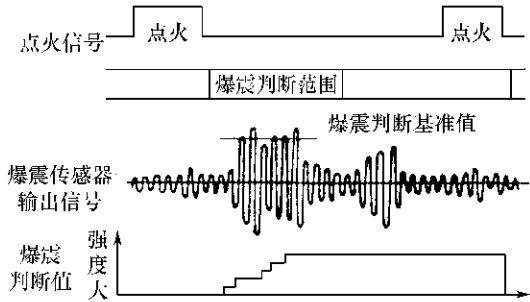


图 2 - 40 爆震强度的判断

一般来讲,当发动机的负荷低于一定值时,一般不会出现爆震。这时不宜采用控制爆震的方法来调整点火提前角,可采用开环控制方案来控制点火提前角。即此时 ECU 不检测分析爆震传感器输入的信号,只按存储器 ROM 中存储的信息及相关传感器控制点火提前角的大小。显然,要判断在某一时刻究竟应采用开环控制还是闭环控制,可由 ECU 对反馈负荷的传感器送来的电信号进行分析即可实现控制。

当发动机产生爆震时,ECU 通过爆震传感器的输入电信号和比较电路判别出发动机产生爆震,并依据爆震强度输入信号,由 ECU 控制延迟点火提前角的大小。当爆震现象一旦消失,则 ECU 恢复正常的点火提前角的控制。发动机爆震控制系统原理是:产生爆震→减小推迟点火提前角→爆震消失→增大点火提前角→产生爆震。

当 ECU 进行闭环控制时,其实际点火提前角的控制如图 2 - 41 所示。当任何一缸产生爆震时,ECU 立刻减小一定的点火提前角。若依据点火顺序缸次再产生爆震时,同样再减小点火提前角,每次逐渐减小点火提前角。当发动机不产生爆震时,在一定时间内,若有爆震产生,也同样减小点火提前角;若无爆震产生,则又逐渐地增大点火提前角,一直到产生爆震时,又恢复前述的反馈控制。

为了防止线缆断裂、传感器失灵、检测电路发生故障等情况,系统内装有一个安全电路,以保护发动机。一旦出现这些情况,安全电路将点火时刻推迟,并通过仪表警示灯警告驾驶员爆震控制系统发生了故障,应进行修复。

6. 故障自动保护

发动机 ECU 集中控制系统的部分高级轿车,其电控点火系统、电控汽油喷射系统(EFI)等在 ECU 的控制中,设置有故障自动保护电路,如当电子控制点火正时,一些传感器故障,仍能使发动机继续工作:

① 当电子点火正时控制系统发生故障时,ECU 则使发动机以初始点火提前角维持点火系统工作。

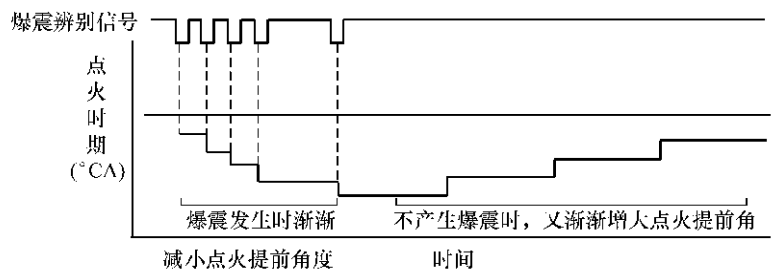


图 2 - 41 点火提前角的控制

② 当进气压力传感器发生故障时 ,ECU 将使点火提前角恒定于上止点前的某值 ,并保证恒定的喷油脉冲宽度。

③ 当发动机温度传感器发生故障时 ,ECU 则以 80 调整喷油量维持发动机工作。

④ 当进气温度传感器发生故障时 ,ECU 则以 20 调整喷油量。

由于某些轿车的发动机 ECU 具有故障自动保护功能 ,所以 ECU 控制系统即使发生某种故障 ,发动机仍能维持运转 ,但运转性能降低。应根据自诊系统指示灯的显示故障码内容及时检修 ,绝不可较长时间带“病”运行。

三、电子控制点火系统使用与故障诊断须知

(一) 电子控制点火系统使用须知

① 在发动机启动或运转时 ,不可用手触摸点火线圈高压导线、分电器等 ,以免被高压电所击 ,因为发动机点火电压都在 10000V 以上。

② 在作高压试火时 ,最好用绝缘橡胶夹夹住高压导线 ,若用手直接接触高压导线 ,容易造成电击。而电击产生时 ,试火者必会把高压导线丢脱 ,这往往造成高压回路处于开路状态。点火系统次级线路在开路瞬间可达到最高次级电压 ,最高峰值可比正常点火电压高出(3~4)倍 ,在如此高压下 ,点火系统高压回路容易被烧蚀。

为避免高压试火时被电击的方法是 :将高压导线插入一只备用的火花塞 ,再将火花塞外壳搭铁 ,这时可以从火花塞电极间隙观察跳火的状况做出判断。

③ 用逐缸断火法检查时 ,应将断火缸高压导线端搭铁 ,即用断路法试火 ,可以避免产生最高次级电压而烧坏线路元件。

④ 点火时刻是否准确对发动机的工况影响很大 ,因此发动机工作不良时 ,或拆卸检修发动机后 ,不要忽视对点火时刻正时的校正调整。

⑤ 在检查点火信号发生器(曲轴位置传感器)时须知 :

a. 点火信号发生器工作不良时 ,需更换分电器总成。在拆装时 ,要特别注意保持其原来的位置 ,否则将影响点火时刻的控制精确度。

b. 对于磁感应式传感器 ,在揭开分电器盖时 ,注意不要让垫片、螺钉之类的金属屑掉入其内 ,检查导磁转子与定子之间的间隙时 ,要用无磁性的塞尺(塑料塞尺) ,操作时不可硬塞强拉塞尺。

c. 对于光电式传感器 ,不可轻易揭开盖子 ,在确需揭盖时 ,要避免尘土对光电、光敏元件及遮光转子的污损。

d. 在用干电池模拟点火信号检查电子点火器时,测量操作要快速,干电池连接持续时间一般不要超过 5s。

(二) 电控点火系统故障诊断电路

电控点火系统故障诊断的工作原理是:当点火系统正常工作时,发动机的电子控制器 ECU 都会及时不断地向点火器输出点火信号(IG_t),使点火器大功率晶体三极管(VT)适时地交替导通或截止。当三极管导通时,接通点火线圈初级电路;当三极管截止时,切断点火线圈初级电路,同时在次级电路中产生高压电,使火花塞跳火点燃汽缸内的可燃混合气。其控制电路如图 2-42 所示。每当大功率晶体三极管截止时,点火线圈初级绕组产生的(自感电动势)电压信号,送入点火器内专门设置的点火监测回路,点火监测回路再将点火监测信号或叫做点火反馈信号(IG_f)反馈到 ECU。正常情况下,ECU 每输出一个点火信号,就应及时地收到一个 IG_f 。点火监测信号表明现在已准确地检测到初级电流的通、断情况,因此有的也称为点火确认信号。

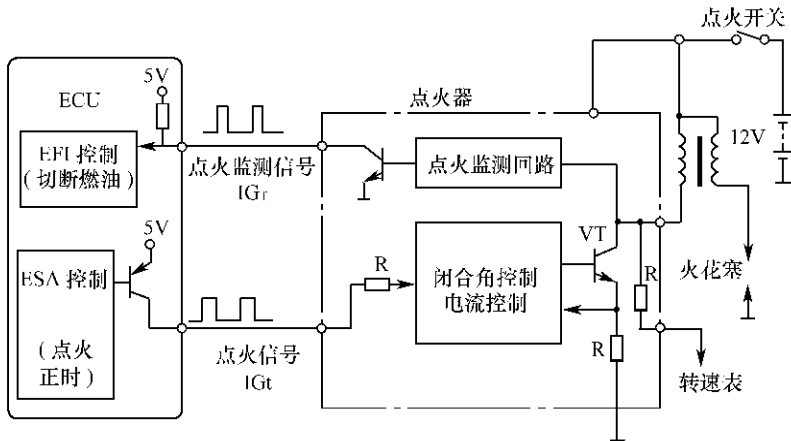


图 2-42 点火系统故障诊断示意图

当点火系统出现故障、大功率晶体三极管不能正常地通、断时,点火监测回路就收不到正常工作时的点火电压信号,ECU 也得不到反馈的 IG_f , ECU 就会判定点火系统发生了故障。

当点火系统出现故障后,火花塞不能正常跳火,但只要曲轴位置传感器能正常工作,喷油器仍可能照常喷油。为了防止这种现象的发生,当 ECU 收不到 IG_f 时,会立即采取措施,使喷油器停止工作。

由于某种原因,偶尔出现一次没有 IG_f , ECU 不会判定为故障。一般连续 3~5 次收不到 IG_f , ECU 才会判定为故障。

ECU 判定点火系统出现故障时,除点火器特别是点火器的大功率晶体三极管因击穿、烧毁引起断路、短路外,还与 ECU、ECU 与点火器之间的连线(IG_f 和 IG_t 信号线)、电源至点火器之间的电源电路、电源至点火器之间的点火初级电路有关。

由于各种汽车的点火控制电路并不一样,有的电路较为简单,有的复杂些,有的点火器设在 ECU 内,其外部故障原因就相对简单些。

上述点火系统故障诊断电路,只对与 ECU 形成闭环的初级电路进行监测,对与 ECU 形成开环的点火系统次级电路并未监测。因此,点火线圈次级绕组、火花塞等高压电路产生故障引起缺火时,ECU 就无法判别和确认。

点火系统缺火时 ,除使发动机动力性能降低外 ,还使未燃烧的汽油蒸气(HC)从汽缸排出 ,使尾气增加 HC 的排量、污染大气环境。还会引起三元催化转换器过热 ,降低催化效率和使用寿命。有时还会因 HC 过多而浸湿火花塞(淹缸) ,致使发动机启动困难。

在国外的新型轿车上 ,发动机电控点火系统中 ,已开始设置汽缸缺火监测装置。而判定汽缸缺火的方案思路也较多 ,其中已进入实用的是所谓监测每个汽缸点火时对发动机功率的贡献。也就是说 ,某个汽缸工作点火正常 ,就能提供正常的功率 ,此时就有一个规定的曲轴加速度 ;如果某汽缸缺火 ,就不会给发动机提供动力 ,与这个汽缸对应的曲轴加速度就会下降 ,如图 2 - 43 所示为福特公司汽车上采用的高数据传送率曲轴转角传感器。它可以高精度地测量出曲轴转角 ,能非常精密地监视曲轴转速的细微变化。ECU 通过测量各汽缸点火时的曲轴加速度的细微变化 ,来识别汽缸缺火情况。ECU 根据曲轴在 200r/min 或 1000r/min 的区间内的缺火情况 ,确定缺火率。当缺火率达到一定值时 ,ECU 就会及时采取相应措施。当然也有在点火电路、汽油供给均正常情况下监测才会准确。

(三) 备用功能电路

备用功能电路亦称为后备系统。它是当电控 ECU 内控制程序出现故障时 ,ECU 自动把点火正时控制和汽油喷射控制在预定水平上 ,作为一种备用功能使汽车能继续行驶。该电路系统只能维持基本功能 ,而不能保持完全正常行驶性能。

当 ECU 偶尔发生故障时 ,正常控制时的例行程序就不能正常运行 ,则 ECU 陷入异常工作状态。此时 ECU 就无法计算出汽油基本喷油时间(脉宽) ,或者停止输出点火电信号(IG_t)。因此 ,发动机将自动停机 ,汽车也不能行驶 ,驾驶员和乘员也陷入十分困难的境地。为使汽车能继续行驶 ,有些车辆设有备用功能系统 ,以便将汽车缓慢地驶到就近的维修站或适当地点进行修复。

备用功能系统为一专用备用电路 ,由集成电路组成 ,如图 2 - 44 所示为发动机 ECU 备用功能系统的电路原理框图。监视回路中装有监视计时器。在正常工作情况下 ,ECU 将定时进行清除。当系统出现异常情况时 ,则例行程序不能正常运行。如果这时计时器的定时清除工作不能进行 ,ECU 将显示溢出。当监测器发现 ECU 溢出 ,即检测出异常情况。当监测器监测出 ECU 出现异常情况而满足启用备用功能系统条件时 ,首先发动机检查灯点亮 ,告之驾驶员发动机已出现故障 ,应即时进行检修 ,此时 ECU 也自动转换成简易控制的备用功能控制。

备用功能只能进行简单控制 ,只能维持汽车的基本功能 ,而不能保持发动机正常运行的最佳性能。在简单控制中 ,ECU 输出的点火电信号和汽油喷射信号为一固定值 ,取代 ECU 正常控制时的最佳点火提前角和最佳汽油喷射时间 ,只能满足发动机继续运行 ,可以使车辆继续短距离行驶。

备用集成电路(IC) ,根据启动(ST)信号和怠速(IDL)触点状态 ,选择设定的固定数值。固定数值的大小取决于发动机的型号。发动机进入备用功能系统工作时 ,称为进入“跛行状态” ,或称其为“缓慢回家”状态。日产某车辆备用功能系统工作时的数据值如表 2 - 4 所列。

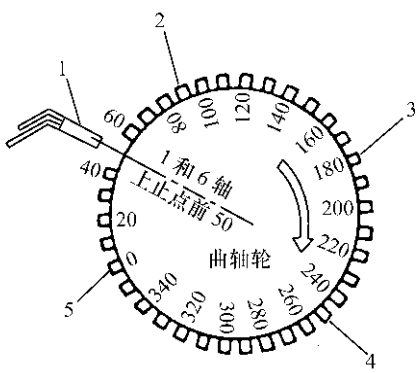


图 2 - 43 高数据传送率曲轴传感器
1—曲轴位置传感器;2—2 缸和 8 缸上止点;
3—4 缸和 7 缸上止点;4—3 缸和 5 缸上止点;
5—1 缸和 6 缸上止点。

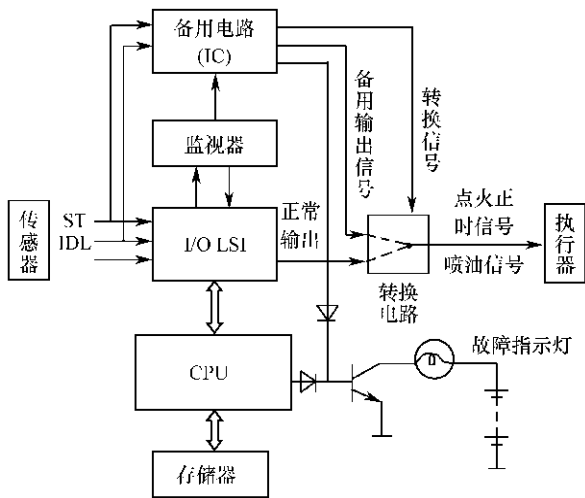


图 2 - 44 ECU 后备系统原理框图

表 2 - 4 日产公司某发动机后备系统工作时的固定数值

状态	启动 (ST 开关 闭合)	怠速 (IDL 触点 闭合)	非怠速 (IDL 触点 断开)
项目			
喷油持续 时间 /ms	12.0	2.3	4.1
喷油频率	每转一次		
点火 提前角	上止点 前 10°	上止点 前 10°	上止点 前 20°
闭合 时间 /ms (闭合角)	5.12		

(四) 电子控制点火系统故障的诊断典例

1. 发动机无分电器点火系统有一缸缺火故障的诊断

(1) 故障特征

经检查该车发动机有一缸高压电火花时有时无 ,且火花太弱 ,发动机运转有抖动现象。

(2) 故障原因

- ① 火花塞电极间隙过小 ,或积炭严重 ;
- ② 某缸火花塞绝缘体裙部碎裂老化 ;
- ③ 高压导线绝缘层老化有微细裂纹或受高温油污腐蚀而引起漏电。

(3) 检测诊断

经检查发动机第三缸火花塞积炭较多 ,对其进行清除并将电极间隙调整至标准间隙 (0.90mm) 而第二缸火花塞绝缘体裙有碎裂现象 ,并进行了更换 ,对分缸高压线进行重新排列后 ,启动发动机故障现象完全消失。

2. 无分电器直接点火系统发动机有两缸缺火、运转不良故障的诊断

(1) 故障特征

该发动机是由电子控制器 ECU 控制的无分电器点火系统 ,发动机运转不稳定 ,行驶中动力不足。经检查发现有两缸火花塞跳火不良 ,高压火花很微弱甚至缺火。阅读电路图知 ,该两缸是合用一个点火线圈 ,如图 2 - 45 所示。

(2) 故障原因

- ① 一根或两根分缸高压导线插接不良 ,或高压电阻尼电阻过大、断路 ;
- ② 点火线圈性能衰退老化或存在断路故障 ;
- ③ 有一只或两只火花塞性能下降或电极间隙过大失调。

(3) 检测诊断

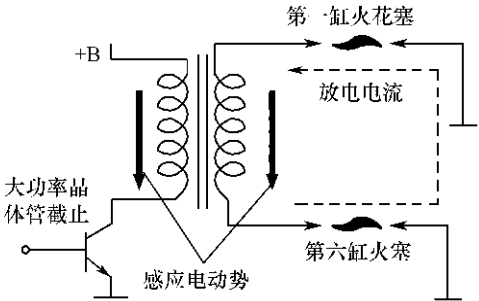


图 2 - 45 双缸点火时的放电电路

① 检查火花塞电极间隙,若过大,应适当弯曲侧电极减小电极间隙(其中有一只达到1.2mm),但一般不应小于0.85mm。

② 若火花塞正常,应检查高压导线是否插到位,以及高压阻尼的电阻值是否过大,若电阻值明显大于规定值,甚至为 ∞ 时,应更换成标准阻值的分缸高压导线;也可采用一新高压分缸导线进行对比试验确定原高压导线是否有故障。如奔驰500型发动机高压导线正常的电阻值为15k Ω ,一般小于30k Ω 可用,大于30k Ω 应更换。

③ 若两缸火花塞和分缸高压导线均正常,则应进一步检测点火线圈或采用换件对比方法来诊断点火线圈的性能,必要时更换点火线圈,当更换一只新的点火线圈后故障消失,则判定原点火线圈有故障。

3. 电控 ECU 控制的点火系统发动机不能启动故障的诊断

(1) 故障特征

ECU 控制的点火系统发动机(油路完全正常)启动不着火症状或有着火反应但又不能启动。

(2) 故障原因

① 曲轴转角位置传感器无电压信号或信号太微弱;

② 曲轴转角位置传感器、点火放大器、ECU 以及电路等的低压线路发生故障,诸如接触不良、线路短路、断路或破损漏电;

③ 点火线圈、火花塞、高压导线等存在故障或点火时序错乱;

④ 点火放大器出现故障、ECU 本身存在故障等,但应注意 ECU 的故障率是极低的。

(3) 检测诊断

首先检查点火时序与点火正时,然后检查曲轴转角传感器信号是否正常,依次检查有关低压、高压导线的连接情况及性能,再查点火放大器及火花塞、点火线圈等,在以上检查都正常后,最后检查电控 ECU。在检查中发现的一切故障都排除了,发动机是可以启动正常工作的。

4. ECU 控制点火系统发动机动力下降加速反应滞后故障的诊断

(1) 故障特征

ECU 控制点火系统发动机汽车行驶动力不足,急加速反应不灵敏。

(2) 故障原因

① 曲轴转角位置传感器电压信号微弱或信号输出不正常甚至无信号输出;

② 节气门开关无信号或信号不正常;

③ 火花塞电极间隙过小或调整不当,电极积炭过多;

④ 有关低压线路连接不良或接头插头松动;

⑤ 点火线圈老化,性能下降或绕组有轻微损坏(伤)。

(3) 检测诊断

按上述诸项原因逐一进行检查,使各导线接头插头连接可靠,调整火花塞电极间隙在规定值范围,视需要更换有关配件。检查中发现的故障都应排除,发动机的动力性就可能恢复如初。

5. 丰田皇冠 3.02JZ - GE 发动机点火系统故障的诊断

丰田皇冠 2JZ - GE 型是六缸发动机,属于分电器点火系统中由 ECU 控制点火器、点火器控制点火线圈,电路原理如图 2 - 46 所示。这种点火系统的特点是:由点火器来控制点火线圈,点火器中有一个大功率晶体三极管,这个三极管用来控制点火线圈初级电路的导通或截止,而 ECU 接收反映发动机工况的传感器的电信号,其中包括曲轴转角传感器 Ne、两个凸轮轴位置传感器 G_1 和 G_2 、进气压力传感器、节气门位置传感器、发动机冷却液温度传感器等的电信号,发

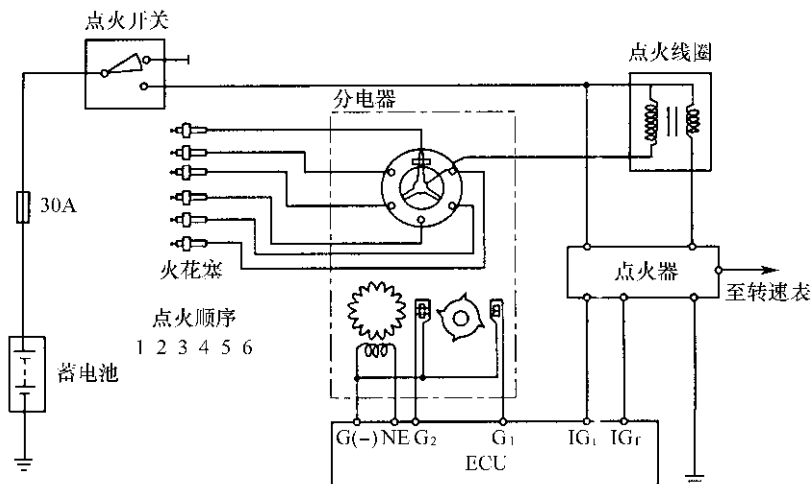


图 2-46 丰田皇冠 3.02JZ-GE 发动机点火系统原理

出一个 IG_1 信号给点火器，点火器控制点火线圈的负极，如果点火触发完成后，再反馈给 ECU 一个 IG_2 信号表明已点火。ECU 将根据 IG_1 信号确定是否提供喷油脉冲。如果没有高压电火花，即点火系统出现故障。其故障诊断如下。

(1) 中央高压导线是否跳火

① 从分电器上拔下中央高压导线，注意操作：捏住高压导线橡胶绝缘套沿分电器轴线方向拔出；

② 将高压导线端接上一只备用火花塞，将火花塞抵放在汽缸体上，或将高压导线插好，用正时灯夹子夹在高压导线上；

③ 将喷油器线束拔下防止喷油，启动发动机观察跳火情况，每次用起动机启动发动机不要超过 $(1 \sim 2)s$ ；

④ 观察火花颜色为蓝白色并听到有“嗒、嗒”声为合格。

(2) 分缸高压导线是否跳火

当中央高压导线跳火正常而分缸高压导线不跳火，应检查分缸高压导线和分电器，具体操作是：

① 拆下高压导线绝缘罩和节气门体；

② 捏住高压导线橡胶套，小心地将分缸高压导线从火花塞上拔下，注意不可直接拉拔高压导线或弯折导线，防止对高压导线内部损伤；

③ 从分电器和点火线圈上拆下高压导线，即用起子松开锁钩，并从分电器上拆下导线夹持器，而后在高压导线接头处拔下高压导线；

④ 用欧姆表检测每根分缸高压导线的电阻值，其每根高压导线的电阻值应小于 $25k\Omega$ ，如果电阻值过大，应检查高压导线接头和线本身故障，必要时更换高压导线；

⑤ 检查分电器盖旁插孔、分火头及分电器的接触情况，并视需要清除积垢和氧化物等。

(3) 检查点火线圈

① 拔下点火线圈的电气插头，当点火开关处于“ON”位置时，其中应有一个是 12V 电压，若无此电压，则需根据电路图检查继电器和保险丝的状况；

② 测量点火线圈的电阻值，其初级绕组电阻为 $(0.36 \sim 0.65)\Omega$ ；次级绕组的电阻值应在 $(9$

~18)k Ω 之间,若测量不符合规范要求,应更换点火线圈。

(4) 检查点火器

① 点火器的 6 根导线中有一根是 12V 电压,一根是搭铁(接地线)请参阅图 2-46 所示;

② 用一只二极管测试灯接入点火器至点火线圈之间的电路中,启动发动机时试灯应闪烁,否则判定点火器失效故障。

(5) 检查 ECU 给点火器的触发脉冲信号(IG_t)

① 拔下点火器的电线插头;

② 用数字式万用表伏特挡测量 IG_t 端的信号电压,亦可用二极管试灯观察;

③ 启动发动机时,电压表的读数应在(0.5~1.0)V 之间,此为一个脉冲信号;

④ 如果有触发脉冲电信号,则表明 ECU 和传感器是良好的,故障在点火器和点火线圈。若没有脉冲电信号,则故障可能出现在传感器或 ECU 中。

(6) 传感器和 ECU 的检查

传感器的检查主要是指曲轴转角位置传感器 Ne、两个凸轮轴位置传感器 G₁ 和 G₂。

① 检查分电器转子与线圈之间的间隙应为(0.2~0.4)mm;

② 用清洁布擦掉传感器线圈上的磨损铁粉末;

③ 测量线圈阻值,G₁-G(-)、G₂-G(-)之间为(125~235) Ω ,Ne-G(-)之间为(135~290) Ω 。检测不符合这些数据,则判定线圈已损坏;

④ 检查齿盘应不缺齿,否则视为故障;

⑤ 经上述检查故障仍不排除时,可更换 ECU 进行试验。

6. 一辆丰田皇冠 2JZ-GE 发动机不能启动故障的诊断

该车发动机汽油供给和进气系统一切均正常,就是启动不着火。经仔细检查发现 ECU 的接地(搭铁)线不通呈断路现象。其检测诊断故障如下:

打开点火开关在“ON”位置,汽油表指示正常不缺燃油,观察“CHECK ENGINE”检查灯应点亮,而此时检查灯却不亮。用万用表检查 ECU 的接地线不通呈断路,将 ECU 接地线重新整理接固后检查灯即点亮,而且发动机可顺利启动着车,表明发动机 ECU 的接地线断路使发动机不能启动。因而 ECU 接地断路不能使发动机 ECU 构成回路,即 ECU 不工作,故发动机不能启动。

此例故障较简单,但在实际中常发生,部分驾驶员由于缺乏基本维修技能和知识,畏惧维修,只好小故障也送维修站。

7. 皇冠 3.0 型轿车发动机不能启动也无启动征兆故障的诊断

(1) 故障特征

该车在使用中一段时间内发动机启动困难,逐渐就无法再启动了。

(2) 故障原因

经用故障专用仪表检测确认是曲轴位置传感器损坏所致。因为曲轴位置传感器所产生的电信号送至点火器,引起一个脉冲电信号供给 ECU,而 ECU 根据这个电信号来计算曲轴所处的位置、发动机转速和确定喷油脉冲宽度。当曲轴位置传感器损坏,上述诸多作用都失效,发动机当然也无法启动。

(3) 检测诊断

从分电器上脱开高压导线,握住它使其端头部距缸体约 10mm 左右,转动发动机时,无高压火花,此时再检查点火线圈、点火器和分电器的接头一切正常,点火线圈的电阻值也正常。当用高阻抗万用表检测曲轴转角位置传感器的传感线圈时发现已断路,断路是 Ne 传感线圈接线头

脱焊,将此处细心焊牢修复后装车,发动机起动正常。

故障:发动机 ECU 收不到 Ne 电信号,便不可能对喷油器和点火器发出动作指令,喷油器不喷油,点火器不点火,发动机无法启动。故障初期启动困难,是因为脱焊所致。

8. 一辆装备 ER 型发动机的本田汽车启动不着火故障的诊断

该车在行驶途中突然熄火后再也启动不着发动机,经检测判定是控制系统的主继电器损坏所致故障。检测诊断操作是:

本田车主继电器的电路如图 2 - 47 所示。检测时将点火开关置于“ON”启动挡位置,观察启动火花较强,点火正时也属于正常;但此时用手触摸喷油器,感觉喷油器不工作(没有脉动感)。再进一步用一只 12V 的试灯接在喷油器插接器两端子之间,启动发动机试灯不亮,则表明控制电路出现故障。再测量喷油器电路电阻部件的电压为 0V,而维修手册介绍此电压应为 12V。由此表明故障原因可能是保险丝、主继电器及其线束存在故障。再进一步查找时,发现主继电器有两个端子的焊接产生裂纹现象,致使主继电器不能工作完成其功能。当小心焊接一下开裂端子后装复,发动机立即顺利正常启动了。

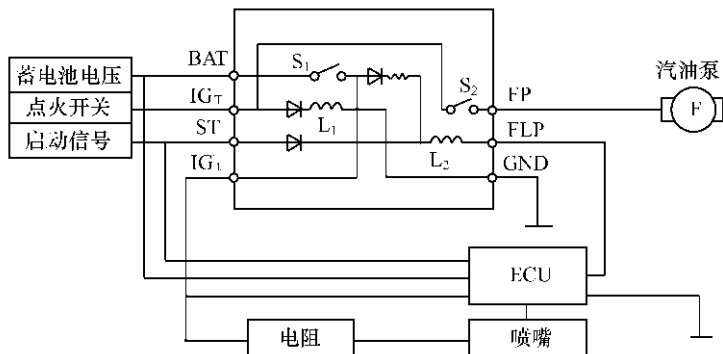


图 2-47 本田车主继电器电路

9. 丰田子弹头(PREV1A)2TZ - FE 型发动机点火器故障的诊断

该车在 80km/h 车速行驶一定距离(约 30km 左右)后,或在爬一段较平坦的长坡后,发动机就会自动熄火,再难启动。当停车休息(10~20)min 后,又能启动发动机并运转正常。经检查是点火器损坏所致。

检测诊断: 因为该车发动机冷机时启动顺利工作正常,而只在发动机温度高时才有失火现象,此时检查也无高压电火花。进一步检查点火线圈、曲轴转角位置传感器、ECU 输出的点火正时电信号 IG_t 均正常,各连接线和插接器也可靠正常。将点火线圈与点火器相连接的导线直接搭铁时,有高压电火花产生。因此怀疑是点火器存在故障,在检测点火器的反馈信号 IG_f 时,发现没有信号。在更换一只新的正时点火器后,故障消失。

原因分析 :当点火器失效后 ,表现在发动机温度较低时 ,点火高压火花正常。当发动机温度升高时 ,点火器内的大功率晶体三极管产生击穿 ,使发动机断火停机。而当停车休息 (10 ~ 20) min 后 ,由于发动机温度降低 (包括点火器本身的温度) ,点火器再次恢复点火工作 ,所以发动机能再次顺利启动。

10. 一辆美国克莱斯勒公司生产的 CARAVAN 捷尤(92 款)汽车,发动机转速在 2000r/min 左右时,仪表板上的检查灯(CHECK ENGINE)点亮故障的诊断

发动机加速至中速时检查指示灯点亮出现故障,是曲轴转角位置传感器输出的 IG_1 电信号出现故障,发动机 ECU 备用控制电路参与工作。

检测诊断:该发动机采用 ECU 控制汽油喷射(EFI)系统,当电子控制系统工作时,都要取出转速信号、判缸信号和点火信号。当这些电信号出现故障时,对于没有备用控制电路系统的 ECU 来讲,发动机遇到上述故障时将自动熄火停机。而对设置有备用功能控制系统的 ECU 来讲,为了不使发动机熄火造成汽车停驶,此时 ECU 中的备用功能控制系统启用参与工作。由于备用功能只是简易控制,ECU 并不感知发动机的真实工况,其喷油脉宽和频率、点火提前角和点火间隔均固定不变,因此发动机被限制在低转速低负荷下工作。遇此情况,应精心驾驶操作,更不可让发动机熄火,应将车驶到服务维修站(中心)修复。

11. 福特天霸 2.3L 发动机点火系统故障的诊断

福特天霸(93 款)2.3L 发动机点火系统是分电器点火系统中 ECU 控制点火器、点火器控制点火线圈式点火系统,其电路控制如图 2 - 48(a)所示。其点火线圈在外,点火器(点火模块)装在分电器外壳上。这种点火系统与皇冠 3.0 点火系统在结构上稍有差异,其点火模块控制点火

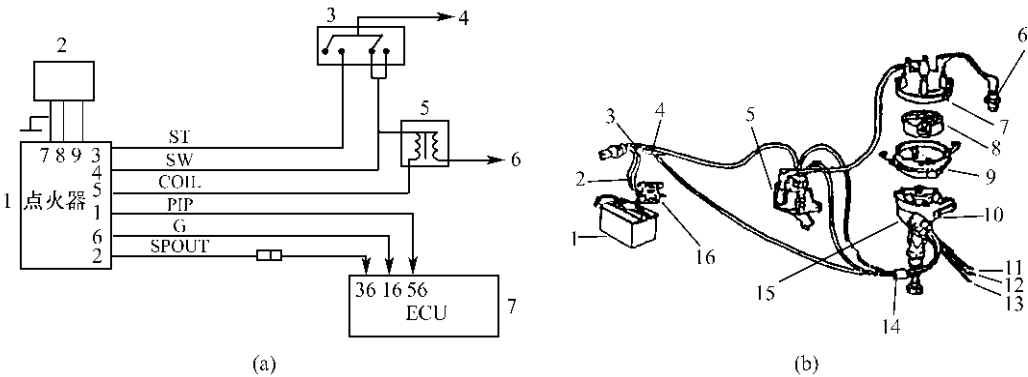


图 2 - 48 福特天霸 2.3L 发动机点火系统电路控制及组成

(a)福特天霸 2.3L 发动机点火系统电路;(b)福特天霸 2.3L 发动机点火系统的组成

- 1—点火模块;2—点火信号发生器(PIP 信号);3—点火开关;4—接蓄电池;
- 5—点火线圈;6—接分电器;7—电脑(ECU)。
- (b)1—蓄电池;2—启动导线;3—电瓶正极线;4—启动旁路导线;5—点火线圈;6—火花塞;
- 7—分电器盖;8—转子;9—点火信号发生器;10—分电器;11—PIP 信号线;
- 12—PIP 电源线;13—搭铁线;14—接头;15—点火模块;16—启动继电器。

线圈,首先由点火模块接受传感器的信号,然后送给 ECU,ECU 再给点火模块发出指令控制点火时刻。点火模块(点火器)上的 6 条接线是:

- a. 点火脉冲信号输出(PIP):是分电器上霍尔传感器产生的曲轴位置和发动机转速信号,经点火(模块)器送入 ECU,与发动机的其他传感器信号一起,作为 ECU 确定发动机在各种工况下的点火提前角度的参数。
- b. 点火信号输出(SPOUT):是 ECU 根据发动机各工况状态传感器的信号所确定的点火信号,由 ECU 的 36 号脚输出送入点火器,控制点火线圈负极的大功率晶体三极管。也就是说,发动机在工作时各种不同的点火提前角,均由此线所控制。当 SPOUT 外部的跨接插座(点火正时接头)拔下时,SPOUT 点火信号输出中断,其点火正时角度即由点火模块信号控制,此时的点火提前角也就成为基本点火提前角(即不受 ECU 控制)。

c. 启动信号(ST) :点火模块的启动信号是由点火开关 ST 位置直接连接到点火模块启动信号端(START) ,点火开关转到 ST 位置时 ,产生启动信号 ,按启动工况给出启动的点火角度启动发动机。在以上信号中 ,首先有 ST ,再有 PIP ,才会有 SPOUT。

d. 点火开关电源(SW) :点火开关转入“ ON”位置时 ,点火模块就通过点火开关的 SW 与蓄电池电源接通 ,使点火模块得以通电处于待命状态。

e. 点火线圈负极(Coil) :点火线圈的负极接到点火模块功率晶体管的集电极 ,当点火信号触发大功率晶体三极管导通后 ,点火线圈初级电路通过晶体管与搭铁导通 ,当点火信号触发功率晶体管截止时 ,次级线圈产生高压电火花经传输到火花塞上。

f. 搭铁(G) :点火模块的电路由此搭铁线与车身搭铁相连接。

点火模块(点火器)一般用螺钉固定在分电器壳体上 ,因而易受热使点火器出现误动作。因此 ,在有些福特汽车上点火器单独安装在驾驶室前壁上。福特天霸汽车点火系统的组成器件如图 2 - 48(b)所示。其故障检测诊断操作是 :

中央高压导线、各分缸高压导线是否跳火及导线的检测与丰田皇冠 3.0 2JZ - GE 发动机点火系统高压导线检测方法相同 ,此不再赘述。

(1) 点火线圈的检测

① 检测初级绕组 :拆下点火线圈低压线接头 ,用万用表欧姆挡测量点火线圈低压接头之间的电阻 ,其电阻值应在 $(0.3 \sim 1.0) \Omega$ 范围内。

② 检测次级绕组 :拔出点火线圈上的高压导线 ,用万用表欧姆挡测量点火线圈高压端与负极低压端之间的电阻 ,正常的电阻值应为 $(8 \sim 11.5) \Omega$ 。

(2) 点火模块的检测

① 检测阻值。用万用表欧姆挡测量各接线端的电阻 ,正常值应为 :PIP 信号输入端 9 与搭铁 7 之间的电阻应为 500Ω 以上 ;PIP 电源 8 与 PIP 信号输入端 9 之间的电阻值应为 $2k\Omega$ 以下 ;PIP 电源 8 与点火模块电源端 4 之间的电阻值应在 200Ω 以下 ;点火模块搭铁 6 与车身搭铁应为 1Ω 以下 ;PIP 信号输入端 9 与 PIP 信号输出端 1 之间的电阻值应小于 200Ω 。如果检测得上述各电阻值异常 ,可能是点火模块已损坏 ,需更换新的点火模块。

② 电压检测。用电压表测量发动机怠速时点火模块各接线端子的电压参数 ,其正常值应是 :PIP 信号的平均电压应为 $(3 \sim 6) V$;SPOUT 信号的平均电压应为 $(3 \sim 6) V$;启动信号(START)电压应为 $(8 \sim 10) V$;点火模块电源电压应为 $12V$ (为蓄电池电压) ;搭铁端电压应为 $0V$ 。如果检测得上述各电压值低或无(除搭铁端子外) ,应检查与之相连的线路和器件是否有故障存在。

(3) 信号发生器的检测

在图 2 - 48(a)所示中 2 是霍耳式信号发生器 ,它有三根线 ,其中一根电源线为 $12V$,一根为搭铁线 ,另一根为给点火器的信号线。在启动发动机的时候中间的信号应有 $(3 \sim 6) V$ 的电压 ,否则需检查搭铁和电源是否存在故障 ,必要时更换信号发生器。

12. 一辆 99 新秀桑塔纳轿车 ,发动机怠速不稳加速时排气管异响故障的诊断

(1) 故障特征

该桑塔纳(99 新秀)轿车发动机怠速很不稳定 ,类似缺缸抖动、排气管中有“ 究、究 ”的异响声。

(2) 故障原因

经检查该车故障由于电控常规点火电路故障所致。所谓常规点火电路是指高压分缸导线、

分电器盖漏电、点火线圈工作不良及火花塞工作不良或损坏等方面的故障。

(3) 检测诊断

用 1527 试电笔进行检查时 , 喷油器喷油、汽油压力、每只火花塞跳火均属正常 ;再用专用故障阅读仪 V · A · G1552 读得的各传感器的各项参数也正常 ;用万用表测量各缸高压分缸导线的电阻值时 , 测量表明 1、2、4 缸高压导线电阻值在规定的范围内 , 惟有第 3 缸高压导线电阻值十分低 , 于是将此缸换用新线后故障现象消失 , 发动机恢复正常。由此可知 , 排除故障不可忽视一些简单的一些外表故障的存在。一般来讲 , 当电控发动机出现故障时 , 常把关注点放在电控系统及相关部件上 , 而对常规点火电路部分未能引起足够的重视 , 致使检测诊断故障走了弯路。

13. 桑塔纳轿车 1.8L 电喷发动机点火失准故障的诊断

(1) 故障特征

该车装用 1.8L 电子控制汽油喷射发动机 , 使用中出现怠速不稳而经常熄火。

(2) 故障原因

经检查发动机怠速提前角变化幅度过大 , 即点火失准 , 引起怠速动转不稳定 , 操作稍有不当便熄灭。

(3) 检测诊断

- ① 首先用 V · A · G1552 故障阅读仪查询故障存储器 , 没有故障代码 ;
- ② 用故障阅读仪执行诊断功能 , 喷油器和炭罐电磁阀等执行器动作均正常 ;
- ③ 执行发动机 ECU 设定的基本功能 , 发动机转速能够上升到 1500r/min 左右 , 点火提前角固定在 12° , 表明 ECU 没有故障 ;
- ④ 当用新的传感器、执行器、ECU 进行更换做对比试验时 , 故障依然存在 ;
- ⑤ 再用故障阅读仪 V · A · G1552 观察数据流时 , 发现发动机怠速时的点火提前角在 1° ~ 23° 之间变化 , 而正常值应在 7.5° 左右变化 , 即变化幅度过大。重新调整了点火提前角在规定的范围内时 , 故障现象消失。

诊断电控点火系统故障时 , 应先观察有无漏电或松动脱落现象及火花塞工况 , 而且尽量先做调整工作 , 只有当调整无效果后再用新件进行试验排查 , 最后用仪器诊断。

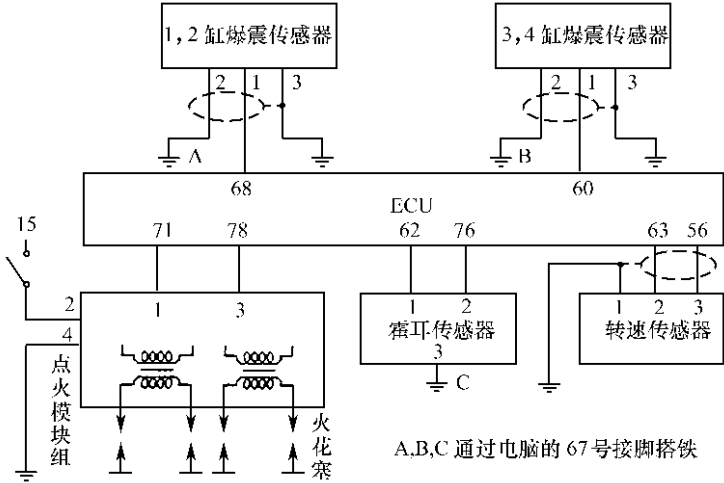


图 2 - 49 时代超人 AJR 发动机点火系统的电路

14. 上海时代超人 AJR 发动机点火系统故障的诊断

AJR 发动机采用无分电器点火系统,也就是说每两个汽缸共用一只点火线圈,其电路控制如图 2-49 所示。这种点火系统的工作原理与有分电器点火系统不相同,若是四缸发动机就只有两只点火线圈,若是六缸发动机就有三只点火线圈,依此类推。此例以四缸发动机为例,电脑 ECU 直接发出控制信号给点火模块(点火器)的功率晶体管,一个功率晶体管控制一只点火线圈,因而其控制线有两条,所以这种点火系统就必须有曲轴位置/转角及 TDC 信号。时代超人 AJR 发动机使用霍耳传感器(G40)和磁感应式转速传感器(G28),同时 ECU 要接受其他各种传感器的信号来确定点火时刻。其故障检测诊断操作是:

(1) 故障部位判断

这种点火系统无高压电火花时,首先要判断是点火模块组的故障还是 ECU 故障或是各传感器发生故障。

(2) 点火模块组检测

检测点火线圈的次级电阻值应为(4~6)k Ω ,检测点火模块组电源和搭铁是否正常,有异常现象应找出原因并排除。

(3) ECU 检查点火模块组脉冲信号

用一个二极管试灯串一只 330 Ω 的电阻,关闭点火开关,拔下点火模块组的电气插头,当启动发动机时用二极管试灯测量 71 $\rightarrow$ 1 和 78 $\rightarrow$ 3 有否脉冲电压,也就是说二极管试灯的正极接到 1 或 3 上,试灯负极接搭铁,启动发动机时试灯应闪亮。若试灯闪亮则表明 ECU 和传感器工作正常,故障在点火模块组、继电器或保险丝,若试灯不闪亮则为 ECU 和传感器存在故障。

(4) 传感器的检测

霍耳传感器和转速传感器的检测方法与前叙相同。

15. 丰田佳美轿车爆震传感器故障的诊断

(1) 故障特征

该丰田佳美轿车在行驶中发动机工况突然恶化,故障检查灯也突然闪烁。

(2) 故障原因

汽车行驶中发动机检查灯闪烁点亮,表明自诊断记忆装置中保存有某种故障信息,通过检查灯的闪烁次数,显示故障代码为“52”,其含义为爆震信号系统异常。

(3) 检测诊断

① 该型车爆震传感器安装在发动机侧体上,用于检测发动机是否发生爆震,从而对点火提前角进行控制。爆震传感器的外形如图 4-50(a)所示,其内部结构如图 2-50(b)所示。传感器内部有一个振动极,当发动机产生约(7~8)kHz 的爆震时,振动板就产生共振,其振动作用于压电元件,压电元件即刻产生电压,此电压从爆震传感器向 ECU 输入爆震信号。ECU 接收到爆震传感器送来的爆震信号后,指令点火推迟减小点火提前角,直至爆震消失。爆震传感器的电路控制如图 2-50(c)所示。若爆震传感器本身或配线产生故障,上述爆震控制过程就不能正常运行。为了保持发动机机件和提高发动机的运行性能,ECU 把点火提前角固定在一个不至于产生爆震的数值上,即谓之“安全失效”设计。ECU 要将发动机控制系统产生的爆震故障告诉驾驶员,因此就点亮发动机检查灯。

② 根据故障代码“52”,拔下 ECU 电气连线,测量屏蔽网与地之间的电阻值,实测电阻值为 ∞ ,而基准值为 1M Ω 。对配线进行检查,没有短路或断路现象。

③ 用示波器对爆震传感器进行检测,将示波器观察仪器的探头置于爆震传感器的连接器端

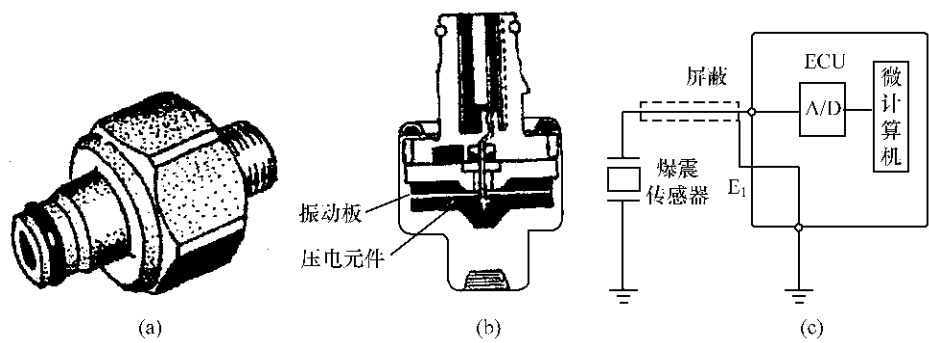


图 2 - 50 丰田佳美轿车爆震传感器外形结构及电路控制
(a)爆震传感器外形 ;(b)爆震传感器的构造 ;(c)爆震传感器的电路图。

子上 ,用锤子轻击发动机缸壁体 ,操作输出的信号波型的峰—峰电压值只有 350mV 左右 ,而正常的爆震传感器输出的信号波型峰—峰电压值应在 800mV 左右 ,判定爆震传感器存在故障。当更换新的爆震传感器后 ,故障现象完全排除。

16. 尼桑阳光四缸发动机点火系统故障的诊断

尼桑阳光汽车发动机点火系统采用直接点火系统。这种点火系统的电子控制原理与双缸点火式相同 ,其特点不是一只点火线圈供两汽缸点火 ,而是一个汽缸用一只点火线圈 ,每个点火线圈都由一个功率晶体管控制 ,有几个汽缸就有几条从 ECU 来的控制线 ,因而它也需要两个传感器 ,即应有曲轴位置传感器和凸轮轴位置传感器来确定点火时刻 ,如图 2 - 51 所示为四缸发动机的电路控制原理 ,其故障检测诊断如下。

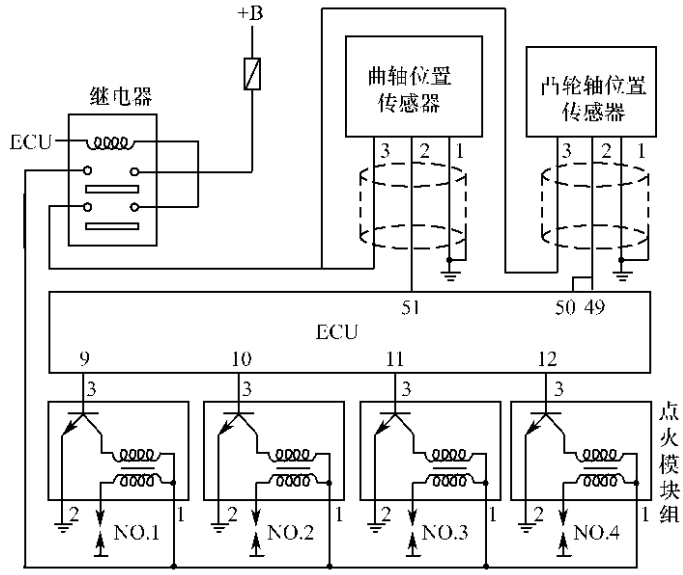


图 2 - 51 尼桑阳光发动机点火系统的电路

(1) 故障部位判断

如果这种点火系统没有高压电火花 ,首先要判断是点火模块组的故障还是电子控制器 ECU

的故障或传感器的故障这三个部位。

(2) 点火模块组的检查

点火模块组包括点火线圈和功率晶体管两部分。首先检查点火线圈的次级电阻值,点火模块组的接脚 1 和高压线插孔之间的阻值应为 6kΩ。检查点火线圈电源是否正常,若电源异常应检查继电器和保险丝,然后再检查功率晶体管的搭铁是否正常。

(3) 检查 ECU 给点火模块组的脉冲信号

用一只二极管试灯串接一只 330Ω 的电阻,将点火开关关闭在“OFF”位置后,拔下点火模块组的电气插头,启动发动机时用二极管试灯测量 ECU 端子 9、10、11、12 有无控制脉冲信号给点火模块组,也就是说,二极管试火的正极接到点火模块组的 3 上,试灯负极接搭铁。当启动发动机时试灯应闪亮。试灯闪亮表明 ECU 和传感器是良好的,故障存在于点火模块组或继电器和保险丝,若试灯不闪亮则说明 ECU 和传感器存在故障,可采用换件对比法进一步检查。

17. 现代 SONATA 汽车点火系统故障的诊断

韩国现代 SONATA 汽车 3.0 发动机采用功率晶体管外接式点火系统,这种点火系统的特点是功率晶体管安装在电子控制器 ECU 的外部,其好处是便于维修换件。中央高压导线及分缸导线是否跳火的检测方法与其他车辆相同。而电路控制如图 2 - 52 所示,点火系统故障检测操作如下。

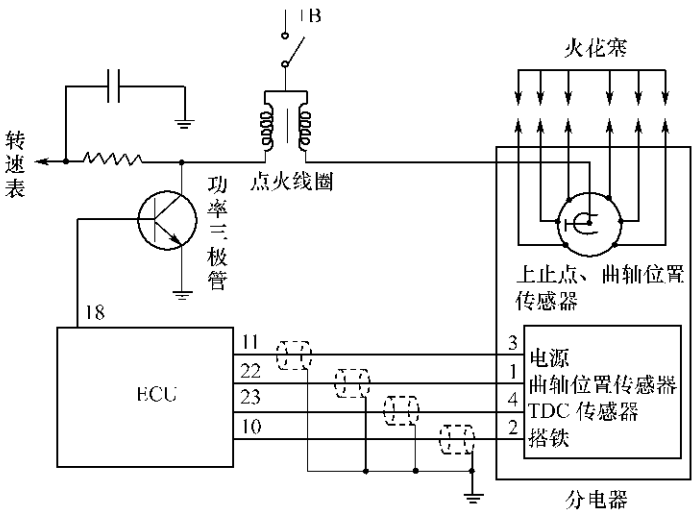


图 2 - 52 现代 SONATA 发动机点火系统电路

(1) 点火线圈及电源的检测

将关闭点火开关在“OFF”位置后,拔下点火线圈的电气插头,用万用表的电压挡检测其端子,当点火开关在“ON”位置时,应有 12V 的电压,若没有此电压值,需进一步检查继电器和保险丝。用电阻挡检查点火线圈的初级绕组的电阻值应为(0.8 ~ 1.2)Ω 左右,而次级绕组的电阻值应为(10 ~ 13)kΩ,若这些电阻值过低则表明点火线圈存在故障。

(2) 功率晶体管的检查

- ① 检查功率晶体管的线束侧、搭铁线束是否良好、有无松动或连接不牢现象。
- ② 检查功率晶体管的线束侧,电源线连接是否良好,导线是否有破损或老化现象。
- ③ 按电工学知识检查功率晶体管的技术性能。

(3) 传感器的检查

传感器安装在分电器上 ,一个传感器可发出两个电信号 其中接头 3 是 ECU 提供的电源 ,接头 2 是搭铁的 ,接头 1 是传感器给 ECU 的曲轴位置电信号 ,接头 4 是传感器给 ECU 的上止点信号。检测时可用示波器测 1 和 4 的波形 其波形是位置信号 ,用电压表检测 ,应有一定的电压值。

(4) ECU 输出信号的检查

首先将功率晶体管的电气插头拔下 ,鉴别判断出晶体管的三个管脚的极性 ,尔后用电压表检测其基极(管脚 18)的电压 ,在启动发动机时应有(1 ~ 2)V 的电压。若有此电压 ,则表明 ECU 控制器和传感器工作良好 ,故障在功率晶体管或点火线圈 ,若无此电压 ,则表明 ECU 或传感器存在故障。同样可用更换 ECU 或传感器的方法试验 ,找出故障所在。无论是传感器、点火线圈还是 ECU 出现故障 ,一般是更换新件不修复。

18. 发动机无触点电子点火系统故障的诊断

发动机无触点电子点火系统故障的诊断可利用故障树图来逐一进行 ,如图 2 - 53 所示 ,其诊断极为方便明了。

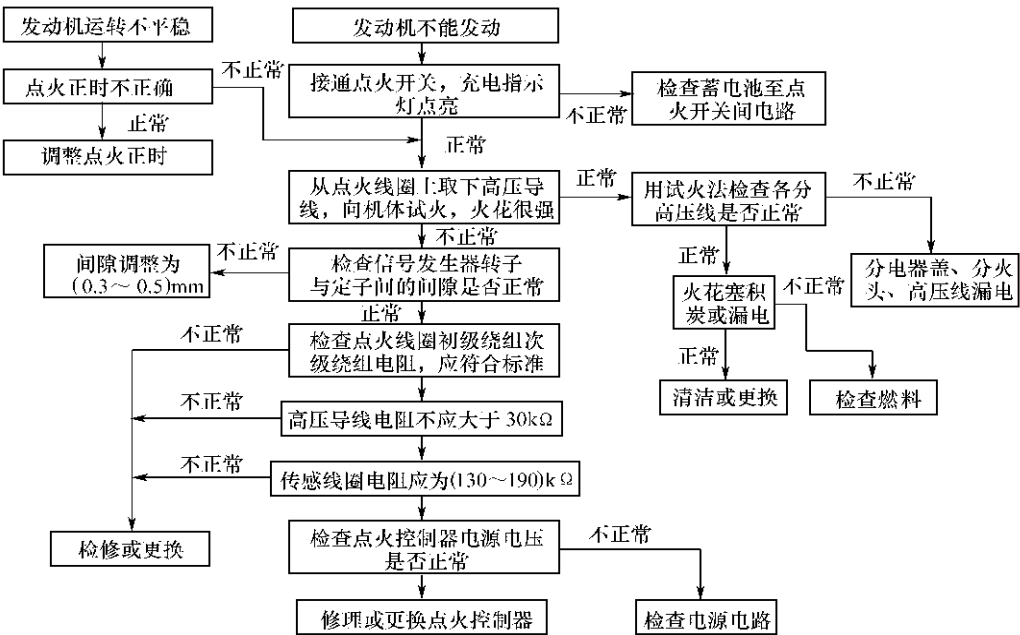
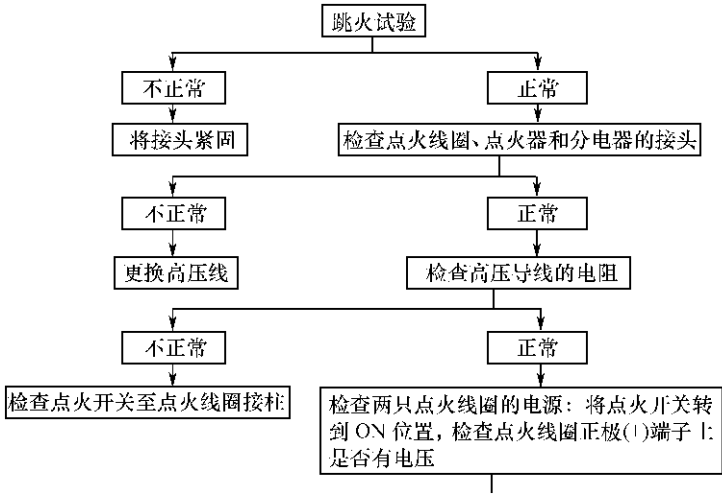


图 2 - 53 无触点电子点火系统故障的诊断

19. 丰田凌志 LS400 轿车点火系统无火花故障的诊断(图 2 - 54)



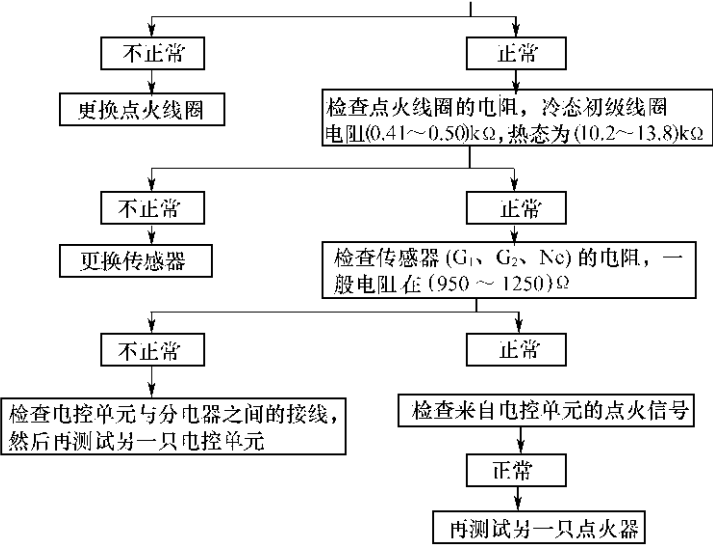


图 2 - 54 丰田凌志 LS400 点火系统无火花故障的诊断

20. 发动机不能启动属启动系统故障的诊断

启动系统的故障在汽车故障中比较常见, 诊断步骤方法如图 2 - 55 所示, 按照这个程序较容易找到故障所在。

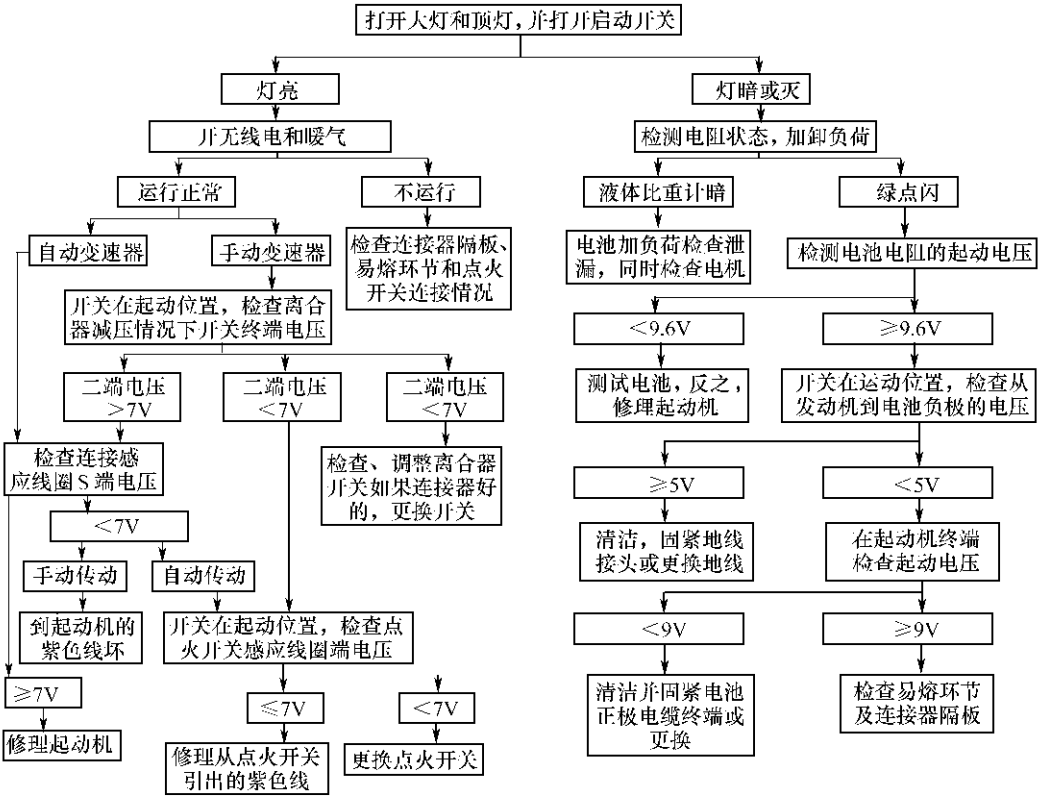


图 2 - 55 发动机不能启动属启动系统故障的诊断

第三节 电控汽油喷射系统特性及方式

现代汽油发动机的电控(EFI)系统随着 ECU 控制功能的不断扩展 ,其控制项目也在不断增加。目前 某一特定车型随着生产年代的不同 ,销售地域的不同 ,发动机 ECU 控制 EFI 系统的型式也有所不同 ,现就常见的电控汽油喷射系统介绍如下。

一、喷油器的基本工况与特性

1. 喷油器的基本工况

汽油发动机所需的可燃混合气是靠喷油器供给的。间歇性喷射的喷油器是由 ECU 控制进行的 ,其控制原理电路方框如图 2 - 56 所示。

当发动机运转时 ,ECU 根据各有关传感器输入的信号 ,经计算分析判断后 ,输出控制指令(信号) ,控制大功率三极管 VT 的导通或截止。即当大功率三极管导通时 ,接通喷油器电磁线圈电路 ,产生电磁吸力。当电磁吸力超过喷油器针阀弹簧张力和油液压力的合力时 ,磁心被吸动 ,阀针随之离开阀座 ,即阀门打开 ,喷油器随即喷油。

当大功率三极管截止时 ,则喷油器电磁线圈电路被切断 ,电磁吸力随之消失 ,当针阀弹簧力超过衰减的电磁力时 ,弹簧力又使针阀返回到阀座上 ,使阀门关闭 ,即喷油器断油停止喷射。

由上可知 ,喷油器的喷油量取决于针阀的计程、喷孔截面积、喷射环境压力与汽油压力等因素。因素一旦确定 ,则喷油量就由针阀的开启时间 ,即电磁线圈的通电时间来决定。

2. 喷油器针阀的工作特性

由于喷油器针阀的机械惯性、电磁线圈的磁滞性 ,以及磁路效率的影响 ,任何实用的喷油器 ,在触发脉冲加到电磁线圈后 ,从脉冲开始到针阀呈最大计程状态 ,需要一定的时间 T_0 。称之为开阀时间。当脉冲消失到针阀落座关闭也需要一定时间 T_c 。称之为关闭时间。而喷油器针阀的升起和落座与脉宽并不完全一致。一般来讲 ,开阀时间 T_0 比关阀时间 T_c 长 ,而 $T_0 - T_c$ 的时间差是不喷射汽油的时间 ,称为无效喷射时间。

喷油器开阀时间 T_0 除受喷油器本身的机械惯性、磁滞性影响外 ,受蓄电池电压的影响也较大。而关阀时间 T_c 则受蓄电池电压影响就很小。

3. 喷油器喷射量特性

所谓喷油器喷射量特性反映了喷油器的实际供油情况 ,是指动态喷射量 q 随喷油器电磁线圈通电时间 T_i 的变化规律 ,即反映出喷油器通电脉冲宽度与每次喷油量之间的变化关系。

一般情况下 ,喷油器的喷射量特性 ,常用静态喷射量 Q 和动态喷射量 q 表示。所谓静态喷射量 Q 是指喷油器在规定压力下 ,使针阀保持在最大升程位置时 ,单位时间喷射的油量。单位时间是 cm^3/min 。所谓动态喷射量 q 是指某一通电时间 T_i 时的喷射的汽油量 mm^3 。一般以通电时间 2.5ms 时的每一针阀计程的喷射量来表示。则单位为 $\text{mm}^3/\text{str}(\text{mm}^3/\text{计程})$ 。其表达式为

$$q = \frac{Q}{60}(T_i - T_u) \qquad (\text{mm}^3)$$

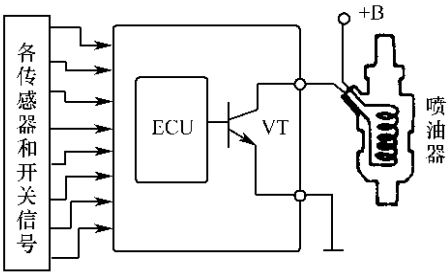


图 2 - 56 汽油喷射控制系统

式中 q ——动态喷射量 (mm^3) ;
 Q ——静态喷射量 (cm^3/min) ;
 T_i ——通电时间 (ms) ;
 T_u ——无效喷射量时间 (ms) 。
其 T_u 用下式 $T_u = T_o - T_i$ 求得。

4. 喷油器驱动方式

喷油器因结构的不同 ,其驱动方式分为两种 ,即电压驱动和电流驱动 :电流驱动型只适用于低电阻喷油器 ;电压驱动型可适用于低电阻喷油器 ,也可用于高电阻喷油器 ,如图 2 - 57 所示。

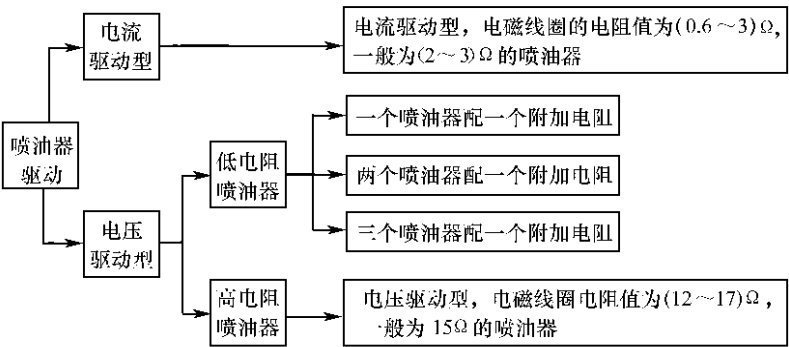


图 2 - 57 喷油器的驱动方式框图

(1) 喷油器电流驱动回路

喷油器电流驱动回路如图 2 - 58 所示 ,在回路中没有附加电阻。这种低电阻喷油器直接与电源连接 ,因而回路的阻抗小 ,触发脉冲接通后 ,电磁线圈电流上升快 ,针阀能快速打开 ,从动态范围看是相当有利的。

电流驱动方式的回路中 ,增加了电流控制回路 ,当脉冲电流使电磁线圈电路接通后 ,它能控制回路中的工作电流。当控制回路根据 ECU 输出的脉冲信号使功率三极管 VT_1 接通时 ,能及时接通喷油器电磁线圈电路。其电路是 :电源 $\oplus \rightarrow$ 喷油器电磁线圈 $\rightarrow$ 三极管 $VT_1 \rightarrow$ 电流检测电阻 (或反馈电阻) $\rightarrow$ 搭铁 $\rightarrow$ 电源 $\ominus$ 。

由于喷油器的结构不同 ,工作情况差异 ,其峰值电流也有所不同 ,一般为 $(4 \sim 8)\text{A}$ (电源电压为 14V 时)。

(2) 喷油器电压驱动回路

喷油器电压驱动回路比较简单 ,在点火开关接通发动机工作时 ,首先由继电器 (图中未画出) 接通喷油器电路 ,喷油器是否通电喷油由 ECU 进行控制 ,如图 2 - 59 所示。

电压驱动方式与低电阻喷油器配合使用时 ,应在驱动回路中接入附加电阻 ,其接法如图 2 - 60 所示。

这是因为在低电阻喷油器中减少了电磁线圈的电阻和匝数 ,减少了电感 ,其优点是喷油器本

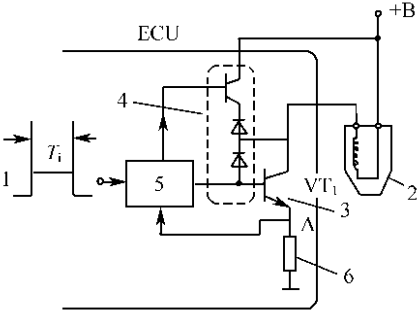


图 2 - 58 喷油器电流驱动回路

- 1—输入脉冲 ; 2—喷油器 ;
- 3— VT_1 功率三极管 ;
- 4—消弧回路 ; 5—电流控制回路 ;
- 6—电流检测电阻 (反馈电阻)。

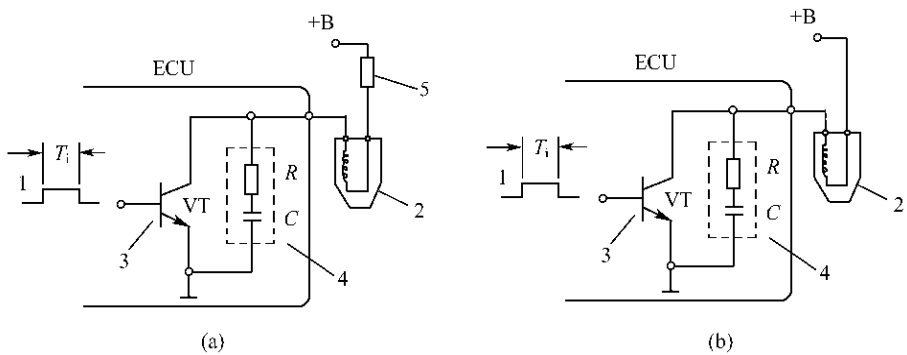


图 2 - 59 喷油器电压驱动回路

(a)采用低电阻喷油时的电压驱动回路；(b)采用高电阻喷油时的电压驱动回路；
1—输入脉冲；2—喷油器；3—VT₁ 功率三极管；4—消弧回路；5—附加电阻。

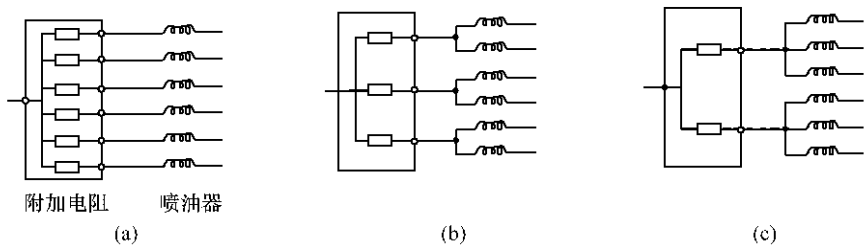


图 2 - 60 附加电阻与喷油器连接方式

(a)一个喷油器配一附加电阻；(b)两个喷油器配一附加电阻；(c)三个喷油器配一附加电阻。

身响应性好。但由于电磁线圈电阻的减少会使电流增加 ,加速了电磁线圈的发热而损坏 ,为此在回路中设置附加电阻。

电压驱动方式与高电阻喷油器配合使用时 ,使回路更为简单 ,从成本和安装都是有利的。

在发动机工作中 ,当脉冲电流使功率三极管导通时 ,接通喷油器电磁线圈电路。其电路是：电源⊕→喷油器电磁线圈→功率三极管 VT₁ (ECU)内→搭铁→电源⊖。ECU 每输出一次脉冲电流 ,喷油器喷油一次。

5. 喷油器喷射量范围

喷油器是利用电磁信号通过控制开阀时间来控制喷射量的。由于针阀具有滞后的工作特性 ,所以 ,应对最小通电时间及最大通电时间加以控制。

(1) 最小通电时间 T_{min}

最小通电时间 T_{min}因喷油器种类的不同有所差异 ,大约在(1.2 ~ 1.8)ms 的范围内。与 T_{min} 相对应的动态喷射量 q_{min} 称为最小喷油量。

(2) 最大通电时间 T_{max}

喷油器针阀从最大计程到稳定静止需要一定时间。为了使针阀的开闭重复运动能准确进行 ,针阀每次开启运动结束之后 ,必须维持一段稳定时间 ,也就是说 ,从上一次触发脉冲到下一次触发脉冲之间 ,还必须有一段休止时间 T_{rest} ,静止的休止时间 T_{rest} 大约需 0.6ms 左右 ,假设脉冲周期为 T₂ ,则最大通电时间 T_{max} = T₂ - T_{rest}。对应于 T_{rest} 的动态喷油量 q_{max} 称为最大喷油量。

在计算确定实际喷油量过程中，一般都把最小喷油量和最大喷油量设定为界限值。引入最小喷油量这个界限值，是为了防止排气中产生大量的 HC。因为低于这个界限值，其相应的喷油量就不可能形成可燃混合气。而引入最大喷油量这个界限值，是为了防止在发动机节气门突然开大时对空气流量计的过度冲刷，造成可燃混合气过浓。

二、喷射方式

汽油喷射方式有连续喷射系统和多点间歇性喷射系统，现代汽车多采用这种方式喷射。

对于多点间歇性喷射发动机，按照喷射时刻又可分为同步喷射与非同步（异步）喷射两大类。非同步喷射与曲轴旋转角度和点火无关，如急加速时的临时性喷射。而同步喷射与发动机旋转同步，是在固定的曲轴转角位置进行喷射。

在同步喷射发动机中，又分为同时喷射、分组喷射、顺序喷射三种基本类型。它们对喷油正时要求各不相同，这里仅就同步喷射作一介绍。

1. 多缸同步喷射

一台发动机的所有喷油器在 ECU 的同一指令下同时开始喷射，其喷油脉冲相等。曲轴每转一转，喷射 1 次。发动机的全部喷油器完全并联，其喷油器的控制电路和控制程序都较简单，控制电路如图 2 - 61 所示。

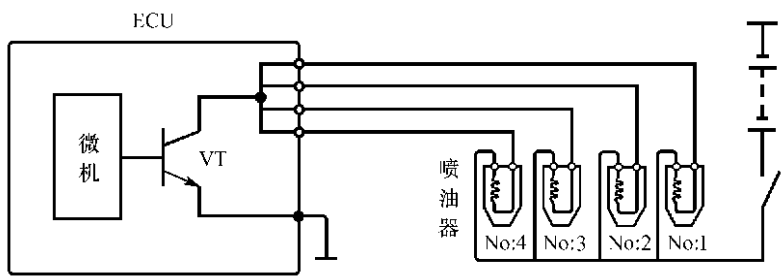


图 2 - 61 同时喷射控制电路

工作是 ECU 根据曲轴位置传感器送入的基准信号，发出喷油控制信号，控制功率三极管的导通和截止，从而控制各喷油器电磁线圈电路同时接通或切断，使各缸喷油器同时喷油一次。图 2 - 62 所示为某发动机喷油器的控制波形。由于在发动机的一个工作循环中喷油两次，故也称这种喷射方式为同时双喷，两次喷射的汽油，在进气门打开时一起进入汽缸，同时喷射正时如图 2 - 63 所示。

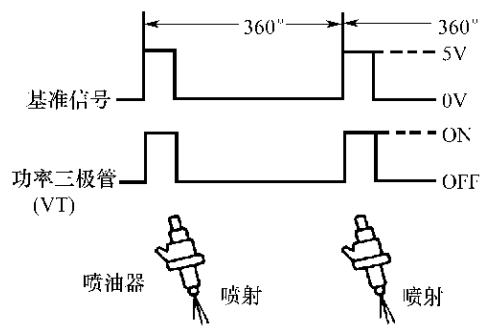


图 2 - 62 喷油正时波形

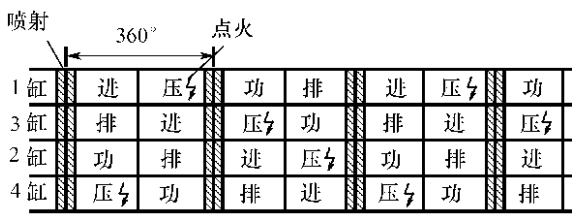


图 2 - 63 同时喷射正时图

这种喷射方式是所有各缸喷油器同时喷射,所以喷油正时与发动机的进、压、爆、排工作循环没有什么关系。其优点是不需要汽缸判别信号,而且驱动回路的通用性好,控制电路与软件都较简单,因此目前这种喷射方式还占有一定地位。缺点是各缸对应的喷射时间不可能最佳,致使各缸混合气成分略有不同。

2. 多缸分组喷射

将一台发动机根据汽缸总数的多少分成(2~4)组。例如四缸发动机分为2组,六缸发动机分为2组或3组,八缸发动机分为4组。ECU 分组控制喷油器,同一组的所有喷油器同时喷射。分组喷射的控制电路如图 2 - 64 所示。

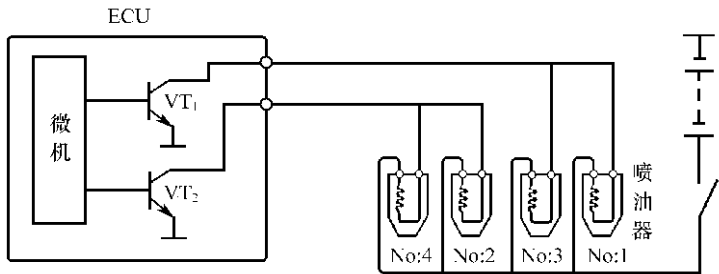


图 2 - 64 分组喷射控制电路

发动机每一工作循环中,各喷油器均喷射一次或两次,一般多是发动机每转一转,只有一组喷油器喷射。

3. 顺序喷射

顺序喷射又称独立喷射或单独喷射。曲轴每转两转、各缸喷油器都轮流喷射一次,且像点火一样,按照特定的顺序依次进行喷射。顺序喷射控制电路如图 2 - 65 所示。各缸喷油器分别由 ECU 进行控制,驱动回路数与汽缸数相等。北京切诺基吉普车发动机就是采用顺序喷射方式。

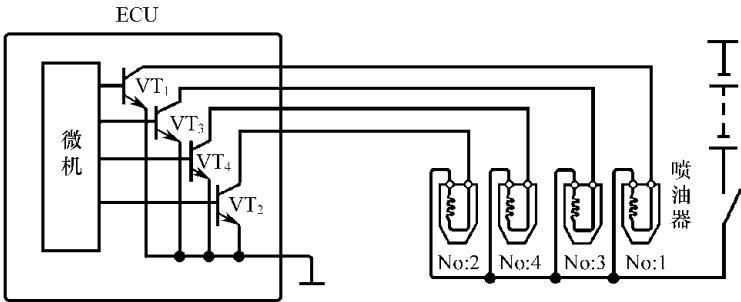


图 2 - 65 顺序喷射控制电路

顺序喷射方式由于要知道向哪一缸喷射,因此设有汽缸判别信号装置,也称判缸信号。采用顺序喷射控制时,应具有正时和缸序两个功能,ECU 工作时,通过曲轴位置传感器输入的信号,可以知道活塞在上止点前的位置,再通过判缸信号配合,可以确定向上止点运动的是哪一缸,同时应分清该缸是压缩行程还是排气行程。因此当 ECU 根据判缸信号,曲轴位置信号,确知该缸是排气行程且活塞行至上止点前某一喷油位置时,此时 ECU 输出喷油信号,接通喷油器电磁线圈电路,该缸即开始喷射。其四缸发动机的喷射顺序是 1 - 3 - 4 - 2,六缸发动机的喷射顺序是 1

- 5 - 3 - 6 - 2 - 4。北京切诺基汽车发动机在各缸排汽行程上止点前 64°开始喷射。

由于顺序喷射方式可以设立在最佳时间喷油,可保证各缸混合气的均匀性,对提高发动机的经济性、动力性、降低排气有害物等十分有利。但这种顺序喷射方式的控制系统的电路结构及软件较为复杂。这类方式既可适合进气歧管喷射,也适用于汽缸内的喷射。

第四节 机电结合式系统

一、机电结合式系统组成与工作原理

机电结合式(EFI)系统是在 K 型汽油喷射系统的基础上改进开发的产品,它保持有 K 型的基本特点,新增设 ECU 和一些电控传感器,因而提高了控制系统的灵敏性,使较多功能扩大。现用于奔驰 380SEC、560EL、5000SL、一汽奥迪 5000S 型等高级轿车。

机电结合式 EFI 系统的组成以德国生产的 KE 喷射系统为例,如图 2 - 66 所示。它在进气系统中装设一个空气流量板,吸入空气流量是配剂汽油的基本参数。空气流吸入后使空气流量板(感知)偏转,经杠杆控制柱塞上下运动,打开汽油分配槽孔开启截面。

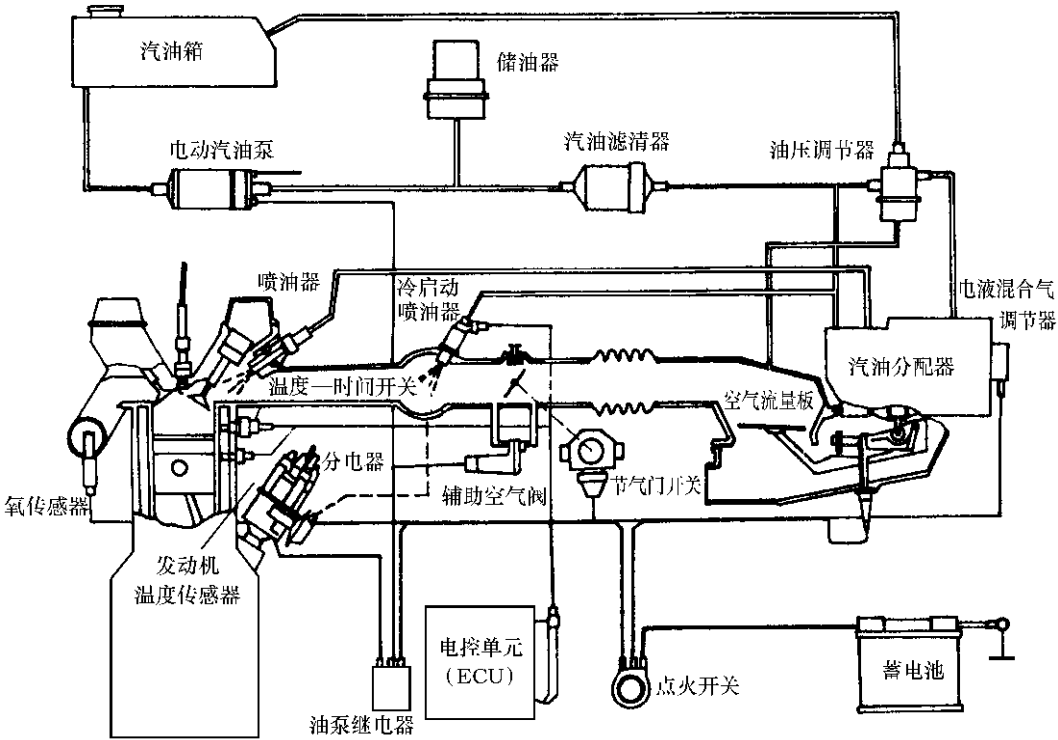


图 2 - 66 波许 KE 喷射系统

该系统由电动汽油泵、储油器、油压调节器、汽油分配器、喷油器、各种传感器以及 ECU 等组成。

电动汽油泵工作将汽油从汽油箱泵出,经油压调节器调压后进入汽油分配器。在空气流量器(计)的配合下,汽油分配器向喷油器供给与进入汽缸的空气量成正比的基本汽油量。当管路中的油压超过喷油器的喷油压力时,各缸喷油器便开始喷油。

增设多个传感器 ,用来采集表征发动机各工况的参数。

系统中的各种传感器向 ECU 输入发动机运转时的各种电信号 ,如节气门开度、发动机温度等 ,并经 ECU 运算比较分析处理后 ,再通过电液混合气调节器调整、控制进入汽缸的混合气成分 ,以便更好地适应发动机各种工况的需要 ,提高发动机的动力性、经济性和排气净化程度。

二、各总成的结构与工作

1. 电动汽油泵

电动汽油泵由电动机、油泵和出油阀等组成 ,如图 2 - 67 所示。电动机为永磁直流电动机 ,具有体积小、重量轻、结构简单、故障少等优点。油泵为滚子式 ,如图 2 - 67(c)所示。转子由电枢轴驱动。转子旋转中心与泵体几何中心不同心。当转子旋转时 ,滚子在离心力作用下始终贴在泵体内壁上 ,两个滚子之间形成油腔 ,其容积随转子的运转而变化。汽油从进油口进入油腔后 ,由于油腔容积的逐渐减小 ,压力不断上升 ,最后经出油口排出。电动汽油泵的输出油压不低于 0.5MPa。当油压过高时 ,部分燃油从限压阀流回燃油箱。电动汽油泵的运转由点火开关、电控 ECU 通过油泵继电器控制。

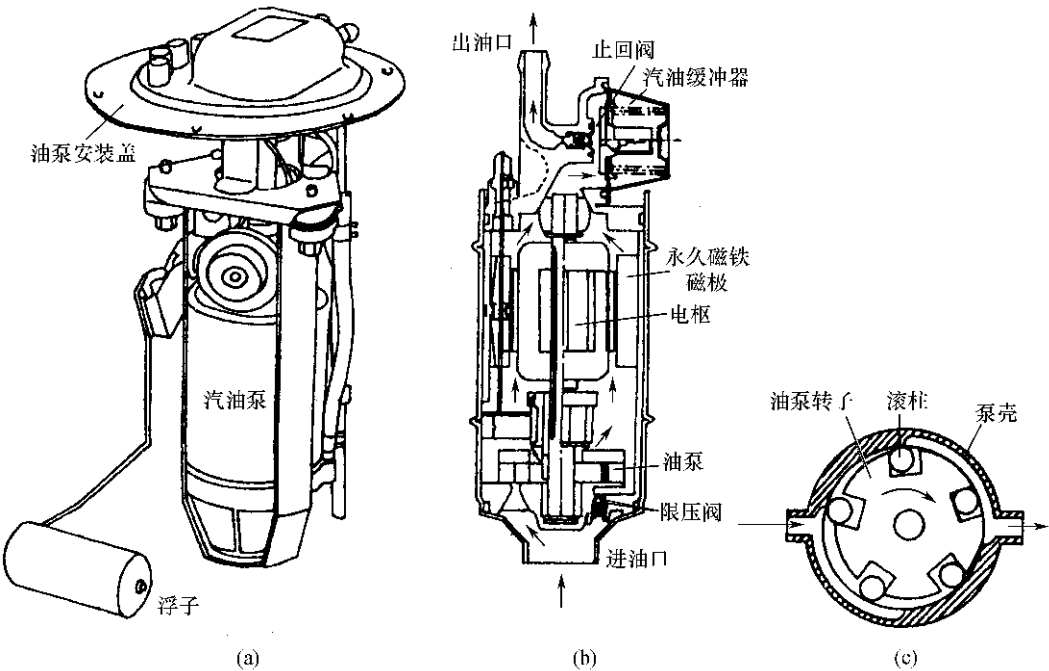


图 2 - 67 电动汽油泵

(a)电动汽油泵外形 ;(b)电动汽油泵结构 ;(c)泵油原理。

2. 汽油蓄压器

汽油蓄压器又称汽油缓冲器 ,设置在电动汽油泵与汽油滤清器之间 ,如图 2 - 68 所示为其结构。

主要作用是消除汽油脉动。当电动汽油泵转动时 ,将汽油从入口进入 ,汽油的压力将膜片 5 向左压 ,膜片使弹簧 1 压缩 ,右边的压力室有缓冲极 3 及簧片 2 ,逐渐地消除脉动 ,再从出口把汽油送到汽油滤清器及混合气调压器。

当电动汽油泵开始运转时 ,为防止混合气调节器的薄钢片突然承受大的油压 ,蓄压器有延时

油压的作用。因为电动汽油泵开始运转时 ,蓄压器内的簧片阀将汽油自阀口向膜片送油 ,汽油压将膜片向左推 ,推动弹簧向左压缩到停止位置 ,这时弹簧受到 517kPa 压力 ,延迟时间为 1s 左右。

当发动机点火开关关闭时 ,而弹簧缓慢推膜片将汽油经过簧片阀送出约 20mL 左右 ,以保持油管道内静压 ,以利下次顺利启动发动机。

3. 汽油滤清器

在输油管路中有一个汽油滤清器把汽油中的杂质滤去。汽油滤清器内有一个平均孔径 ϕ 为 $10\mu\text{m}$ 的纸质滤芯 ,与之串联一个棉纤维的过滤筛。

4. 油压调节器

为了保持供油系统油压为常数 ,在油路系统中设有一个燃油系统压力调节器。

① 作用。油压调节器使供油系统的油压保持恒值 ,保证喷油器始终在一定的油压下喷射。喷油器所需喷油压力约为 0.35MPa。

② 结构。油压调节器由膜片、弹簧、回油阀等组成 ,如图 2 - 69 所示。

③ 工作原理。当电动汽油泵运转时 ,将油压大于 0.5MPa 的汽油输入膜片上方油室。此时 ,膜片处于油压(向下)和弹簧张力(向上)以及真空吸力(向下)的共同作用。膜片的拱曲程度决定了球阀与回油阀(平面阀)开启与否。当发动机负荷减小时(发动机转速不变 ,节流阀开度减小 ,或者节流阀开度不变 ,转速上升) ,进气歧管内真空度上升 ,膜片下方气室真空度上升 ,膜片向下拱曲 ,使球阀与回油阀均开启 ,系统内部分燃油以及从燃油分配器回流的燃油通过回油阀流回油箱 ,系统内油压适当下降。当发动机负荷增大时(转速不变 ,节气门开度增大 ,或者节气门开度不变 ,转速下降) ,进气歧管内真空度下降 ,膜片下方气室真空吸力减小 ,膜片向上拱曲 ,球阀与回油阀开度减小甚至关闭 ,回油量减少甚至不回油 ,系统内油压上升。

基于上述原理 ,油压调节器根据发动机的工况以及电动汽油泵的输出油压 ,自动调节供给喷油器的油压。

当发动机停车时 ,电动汽油泵随之停止泵油。膜片上方油压下降 ,膜片下方真空吸力减小 ,膜片向上拱曲 ,使球阀与回油阀均处于关闭状态。此时 ,系统内油压将下降至喷油器关闭油压 ,喷油器停止喷射。之后 ,由于储油器的作用 ,系统内油压又回升至一定值 ,便于再次启动发动机时喷油器立即喷射。

膜片下方气室与进气歧管相通 ,其目的在于当发动机停止运转后 ,膜片下方的负压立即转为大气压力 ,使膜片向上拱曲增强 ,以利球阀与密封通道可靠关闭。

发动机停机后供油系统汽油压力的变化关系如图 2 - 70 所示 ,当油压降落到图中 2 点时 ,喷油器处于完全关闭状态 ,喷油将彻底停止。

5. 喷油器

机电结合式汽油喷射系统仍使用机械式喷油器 ,其主要结构组成是针阀、弹簧、壳体等 ,如图 2 - 71 所示。

当系统内的油压高于喷油器弹簧张力(0.35MPa)时 ,针阀连同上针阀座在油压作用下 ,克服了弹簧张力向下运动 ,喷油阀开启 ,立刻喷油 ;当系统内油压下降 ,低于弹簧张力时 ,喷油器针阀

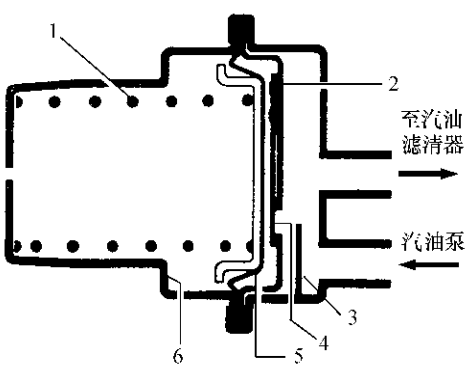


图 2 - 68 蓄压器
1—弹簧 ;2—缓冲进油阀 ;3—缓冲板 ;
4—进油孔 ;5—膜片 ;6—停止点。

复位 ,喷油阀关闭 ,停止喷油。

有的车辆使用另一种喷油器 ,其喷嘴头部周围被吸入的空气流所包围 ,利用节气门后进气管的压降 ,可以将这部分空气自喷油器周围与喷油同时吸入以得到更好分散。这种空气包围式喷油器可进一步降低油耗与净化尾气污物。

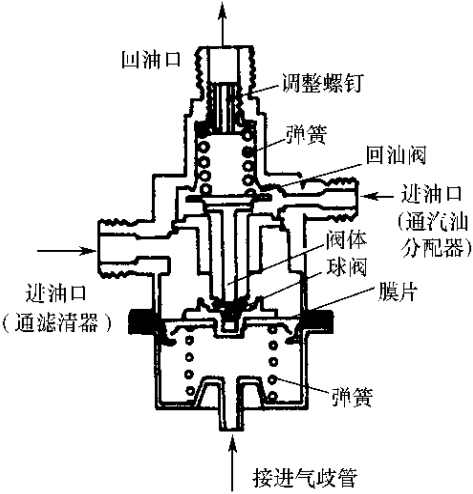
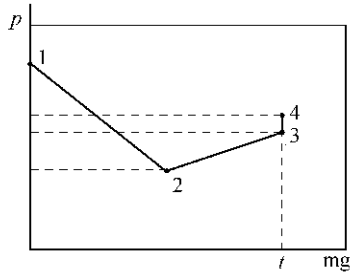


图 2 - 69 油压调节器

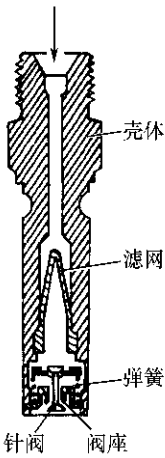


0 发动机停机后供油系统汽油压力的变化

6. 空气流量器(计)

① 作用。计量进入发动机的空气数量 作为喷射汽油量的主要依据。

② 结构。主要由感知板、摇臂、电位计算组成 ,如图 2 - 72 所示。该系统发动机的怠速工况、中等负荷、全负荷工况等所需混合气成分的匹配是通过空气流量器中空气漏斗的不同锥体形状来实现的。当气流感知板行程一定时 ,置于空气漏斗一定锥角形状的区段内 ,就有相对应的一定的混合气成分。



2 - 71 机械式喷油器

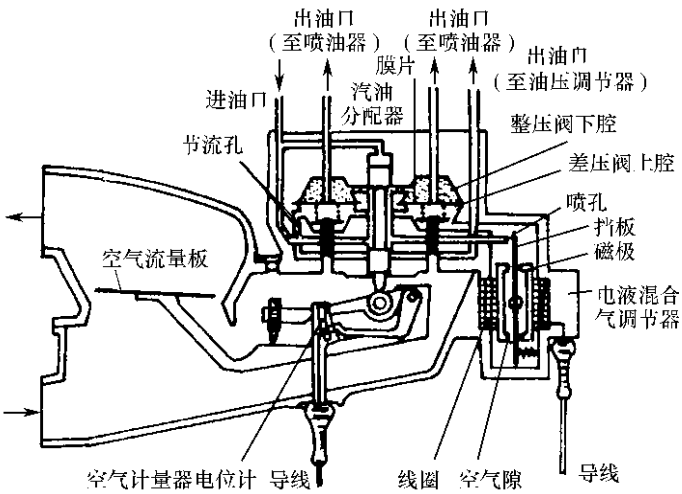


图 2 - 72 空气计量器

空气漏斗的基本形状是一浅锥形管 ,是针对某一确定的空气过量系数值设计的。空气漏斗的锥角小 ,在发动机吸入相同空气量时 ,感知板的行程将升高一些 ,使控制柱塞分配的汽油增多一些 ,于是混合气就加浓些。RE 系统中空气漏斗的锥角造形是按混合气成分 $\lambda = 1$ 而设计的 ,保证发动机各工况在总的工作范围内。

③ 工作原理。当空气流量增大时 ,感知板在气流作用下向上运动行程增大 ,摇臂推动柱塞向上运动距离增大 ,通过差压阀 ,增大喷油器的喷油量。同时 ,电位计的电压信号发生相应变化 ,

输入 ECU。当空气流量减小时,感知板行程减小,柱塞向上位移量减小,通过差压阀减少喷油器的喷油量。同时,电位计也向 ECU 输入空气低流量电信号。

7. 汽油分配器

① 作用。汽油分配器将相当于吸入汽缸空气量的基本汽油量平均分配给各汽缸喷油器。

② 结构。汽油分配器由柱塞、套筒偶件、差压阀等组成,如图 2 - 72 所示。

③ 工作原理。由电动汽油泵供给的汽油从进油管进入柱塞与套筒偶件内,通过各差压阀从出油管,流向各对应的喷油器。向各缸喷油器提供汽油的数量决定于汽油分配器柱塞套筒槽孔的开度。而槽孔的开度又决定于柱塞的行程。如前所述,柱塞行程决定于空气计量器感知板的行程。因此感知板的行程与喷油器的喷油量之间为线性关系。这就要求在燃油分配器控制槽孔内外两侧的油压差恒定。为此,为每缸设置了一个差压阀。

差压阀由膜片、弹簧、平面阀等组成。膜片将差压阀分为上、下两腔。所有差压阀下腔由一个环形管连通,并与电液混合气调节器相接。每个上腔与各自的控制槽、喷油器相通。各上腔之间相互密封。

差压阀调节的压差为 0.02MPa。当上腔中有较多的供油量通过时,膜片在油压作用下向下拱曲,阀口开度增大;当通过上腔的油量减少时,膜片上方油压减小,膜片拱曲程度减小,阀口开度减小。通过阀口开度的调整,保持一定的压差,提高了燃油量配给的精度。

8. 电液混合气调节器

① 作用。电液混合气调节器根据发动机的工况,由 ECU 控制,调节差压阀下腔油压,从而控制喷油器的汽油喷射量。

② 结构。电液混合气调节器与汽油分配器为一体,它的核心元件是一个由永久磁铁 8 与电磁极 5 置于电磁极之间的衔铁 11、弹性膜片 3、线圈 6 以及挡板等构成的电液比例阀,如图 2 - 73 所示。

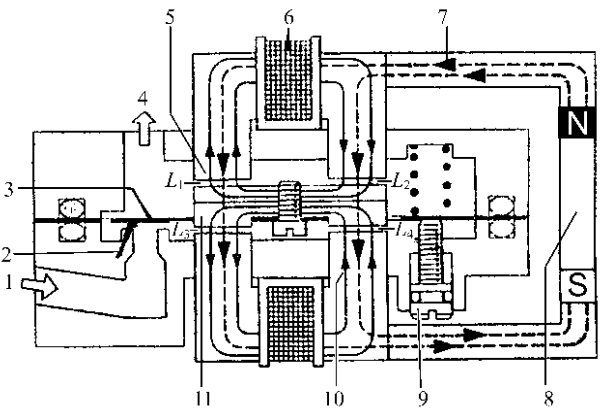


图 2 - 73 电液混合气调节器

) ; 2—喷口 ; 3—弹性膜片 ; 4—汽油流出 ; 5—磁极 ; 6—励磁线圈 ; 7—永久磁铁的磁力线 ; 铁(与图平面成 90°位置) ; 9—力矩调节螺钉 ; 10—电磁铁磁力线 ; 11—衔铁。

③ 工作原理。当线圈通电后,两个磁极(铁心)将同时通过永久磁铁和线圈的磁力线,合成后的磁场强弱分布呈对角线方向,使两个磁极之间的衔铁产生电磁扭矩。衔铁与挡板为一体。挡板左侧在弹簧张力与电磁力共同作用下将喷口密封。

发动机运转时,从燃油分配器流入的汽油对挡板产生冲击力,使喷口开启,汽油便进入差压器下

腔,使下腔中油压发生变化,膜片拱曲变形,使差压阀阀口开度变化,改变喷油压力,即调整了喷油量。

线圈电流的大小,由电控 ECU 根据发动机工况信号控制。当发动机需要喷油量少时(如暖车过程),发动机温度传感器向电控 ECU 输入温度电信号,经运算后发出指令,线圈通过较小电流,电磁场也相应减弱,衔铁电磁力减小,在弹簧张力与油压共同作用下,喷口开度增大,差压阀下腔油压上升,膜片向下拱曲变形量减小,阀口开度减小,从而减少了供油量。当发动机需要增加供油量时,电控 ECU 根据发动机的工况信号,通过运算,发出指令,增大线圈中的电流,电磁吸力增强,喷口开度减小,差压阀下腔中油压降低,膜片向下拱曲量增大,阀口开度增大,提高了供油量。当发动机不需要供油时(如急减速),电控 ECU 则根据工况信号向线圈输入反方向的电流,衔铁被向上吸动,喷口大开,差压阀下油腔油压升至最高,阀口完全关闭,停止供油。

9. 电子控制 ECU

电控 ECU 亦称微型计算机,它是电子控制汽油喷射系统的核心。其作用是接收、贮存、处理发动机上各传感器提供的有关运行工况信号的数据,并以此形成控制电流,操纵电液混合气调节器,根据发动机在各种工况时对汽油喷射量的要求,通过执行机构,准确地控制汽油的供给,保证喷油器汽油喷射量符合发动机各工况的要求。

KE 型汽油喷射系统中设置的各传感器与所检测工况参数信号如表 2 - 5 所列。

ECU 的功能与数控技术息息相关,该系统在印制电路板上安置的主要电子元件有集成电路(运算放大器、比较器、电压稳定器)、晶体管、二极管、电阻、电容等。

印制电路板插在一个壳体内,壳体内设有一个压力平衡元件,用一只 25 极的插座把电控 ECU 与蓄电池、传感器、执行机构元件相连接。ECU 把各传感器输入的信号进行处理,并由此计算出控制电流指令,驱动电液混合气调节器。

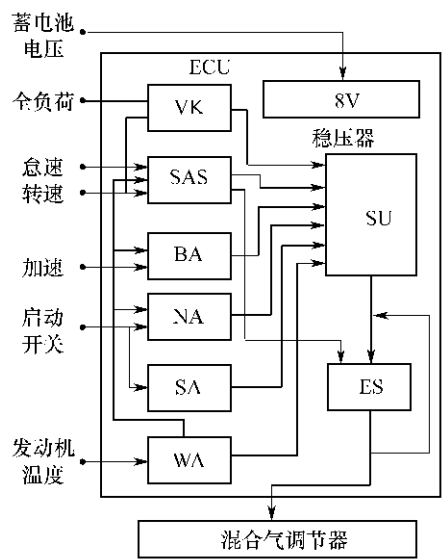
电控 ECU 要有稳定的电压,此电压应不受蓄电池的电压影响而变化,要求严格保持常数,因为操纵电液混合气调节器的控制电流(信号)是由该稳定电压所形成的,而稳定电压是通过一个集成电路块来控制的。

各个传感器送来的信号,首先进入滤波器,把有可能干扰的信号(杂波)滤掉再进入 ECU。

KE 系统的电控 ECU 方框电路如图 2 - 74 所示。它的核心是累加器 SU,它将全负荷回浓

表 2 - 5 KE 型汽油喷射系统中的传感器

传感器名称	检测工况参数
节气门开关	发机怠速工况信号
节气门开关	发动机全负荷工况信号
负荷传感器	发动机加速工况信号
点火启动开关	发动机启动信号
转速传感器	分电器低压接线柱
发动机温度传感器	检测发动机温度信号
进气压力传感器	检测进气压力信号
进气温度传感器	检测进入汽缸气体温度信号
氧传感器	检测混合气中氧含量信号



2 - 74 KE 系统的电控 ECU 方框电路图
K—全负荷校正；NA—启动后运行；SU—累加器；
SAS—滑行切断；SA—启动运行；ES—输出级；
BA—加速加浓；WA—暖车运行。

校正信号 VK ,启动后运行信号 NA、启动运行信号 SA、滑行切断信号 SAS、加速加浓信号 BA、暖车运行信号 WA 进行累加处理 ,最后由功率输出级 ES 输出 ,驱动电液混合气调节器中的励磁线圈产生控制电流信号。它是用一个晶体管 ,使调节器工作时的电流强度总是在正方向范围内 ,只是在滑行怠速工况时 ,才有负方向的电流通过 ,此电流会影响到差压阀的压差 ,从而中断至喷油器的汽油供给。

三、混合气成分与工况适应

该系统混合气是在进气管与汽缸中形成的 ,从喷油器连续喷出的汽油量在进气门前 ,待进气门打开后 ,汽油汽雾与吸入的空气量一起进入汽缸内 ,通过进气流的作用便形成可燃混合气。

汽车发动机是在各种不同工况下运转 ,需要供给不同浓度成分的混合气。以获得发动机最佳的功率输出和燃料经济性 ,或最佳的汽车行驶性和排放净化性。这些都由系统中设置的各种传感器、ECU 等进行校正、匹配达到目标要求。

1. 启动工况

发动机在低温下的启动 ,需要供给较浓的混合气 ,这部分汽油的增量是通过设置的冷启动器、温度 - 时间开关来实现的。

(1) 冷启动喷油器

① 作用。发动机冷启动时 ,由冷启动阀(即冷启动喷油器)向进气管喷射一定量的燃油 ,提高混合气浓度 ,以利启动。

② 结构。冷启动阀为电磁式喷油阀 ,由线圈、弹簧、阀体、阀座、喷嘴以及壳体等组成 ,如图 2 - 75所示。

③ 工作原理。线圈通电后产生磁场 ,克服弹簧张力吸动阀体(衔铁) ,阀口开启 ,燃油经阀

口、喷嘴喷入进气歧管 ,与空气混合。

(2) 温度 - 时间开关

① 作用。温度 - 时间开关用来控制冷启动阀的喷油持续时间。

② 结构。温度 - 时间开关为电热式结构 ,由双金属片、电阻丝、触点以及壳体等组成 ,如图 2 - 76所示。

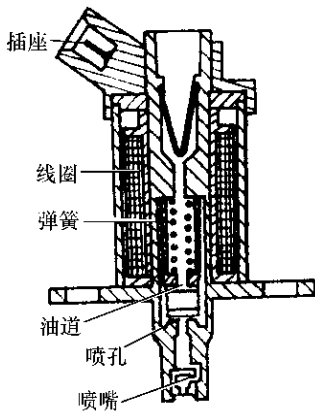
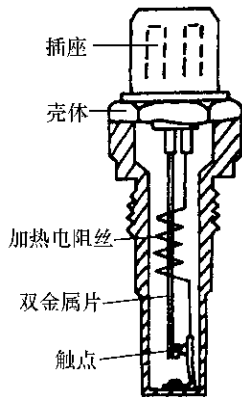


图 2 - 75 冷启动喷油器



2 - 76 温度 - 时间开关

③ 工作原理。发动机冷启动时 ,由冷启动阀向进气歧管喷射附加燃油。当发动机启动后温度上升至 35 时 ,冷启动阀应停止喷油。温度 - 时间开关的触点串于冷启动阀线圈电路。该件装于发动机的水套上。发动机冷启动时 ,双金属片主要被电阻丝加热 ,温度不高 ,翘曲变形量小 ,触点仍处于闭合状态 ,冷启动阀线圈通电 ,喷油。

当发动机启动后 ,其温度逐渐上升。当温度升至 35 时 ,双金属片在电阻丝与发动机温度双重加热条件下 ,翘曲变形量增大 ,触点张开 ,切断冷启动阀线圈电路 ,停止喷油。温度 - 时间开关通电后触点闭合的持续时间 ,随发动机冷启动时的温度而定 ,温度越低触点闭合时间越长 ,一般不超过 20s(20 时)。其中约 4.5s 时保持最大启动加浓量 ,随后 ECU 切断加浓。发动机热态启动时 ,触点处于开启状态 ,冷启动电磁阀不喷油。

2. 怠速工况

为了使冷发动机怠速稳定运转 ,应将怠速转速稍为提高一些 ,以便快速暖车。为此 ,采用一个辅助空气阀的装置 ,调节通过节气门后的旁通空气量来实现提高怠速目的。辅助空气阀如图 2 - 77 所示。

(1) 辅助空气阀

① 作用。为使冷发动机怠速运转时稳定 ,并实现快速暖车 ,利用辅助空气阀向发动机供给辅助空气。由于该部分空气也流经空气计量器 ,燃油分配器也将增加燃油供给 ,保证混合气的浓度要求。

② 结构。辅助空气阀由壳体、空气通道、闸状阀门、双金属片、电阻丝等组成。

③ 工作原理。发动机冷启动时 ,由于发动机温度低 ,对辅助空气阀双金属片无热影响 ,而且电阻丝通电时间短 ,双金

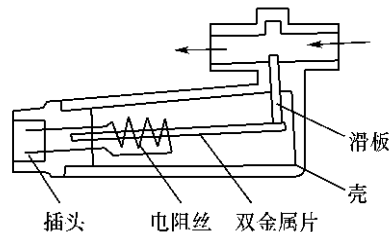


图 2 - 77 辅助空气阀

属片不变形,阀门处于最大开度,部分空气通过阀门进入进气歧管。发动机启动后,随着电阻丝通电时间的延长以及发动机温度对双金属片的影响,双金属片翘曲变形,推动阀门逐渐关闭,通道截面积逐渐减小,辅助空气量随之减小,直至停止。发动机热启动时,由于温度的影响,辅助空气阀始终处于关闭状态,无辅助空气供给。

(2) 旋转式怠速调节器

为满足有的发动机更准确地调节怠速转速,在系统中设置一个怠速转速调节器来取代辅助空气阀,由电控 ECU 输出控制信号给怠速转速调节器,以改变节气门后旁通空气量的大小,从而控制怠速转速。汽油喷射系统怠速调节装置,下面介绍。

怠速转速调节的最有效调节参数是吸入的空气的充量,通过充量的调节可获得一个稳定的低怠速转速,该转速就是省油的怠速转速,它在汽车整个使用期内可保持不变。因为过高的怠速会增大怠速油耗,汽车的总油耗量也增加。

怠速转速的调节还应考虑发动机的技术状况,汽缸内的沉积物及火花塞间隙与工况,尤其应保持怠速在长期使用中不变和怠速排放污染物低。

在电控汽油喷射系统中设置一个如图 2 - 78 所示结构的旋转式怠速调节器。它是控制通往节气门后的旁通空气道,旁通空气道的开启通路截面的大小由调节器中的旋转滑阀 6 来控制。这种电控调节怠速转速与普通怠速调节有所不同,它在实际运行时控制系统可把检测到的怠速转速实际值与 ECU 中储存设定的理论值相比较,并随时作出不同的校正措施,以实现稳定的怠速运行。

旋转式怠速调节器的壳体内有永久磁铁和一个电枢,固定在电枢轴上的旋转滑阀 6 可以在限定 90°转角范围内转动,以开启旁通空气道的大小,按实际工况或多或少地供给一部分辅助空气,使之调整到所要求的怠速转速。工作时,ECU 从转速传感器获得发动机实际转速信号,控制电路以此信号与储存程序设定的理论怠速转速值相比较,按瞬时值与理论值的偏差,ECU 便给旋转式怠速调节器一个控制信号,由此操纵旋转滑阀开启旁通空气道截面的大小。这种控制改变旁通空气的通过能力,可一直进行到检测的实际怠速转速与理论值一致时为止。一般在热怠速运行的发动机上,所调节的旁通截面将接近于下限,即一个小的开启截面;若在带空调器等附加载荷运行时,所控制的旁通开启截面将加大,使怠速转速升高。

(3) 怠速喷油量调节

在点火与喷油相结合的电控系统中,不采用怠速加浓,而是通过相应的点火调整同样可达到怠速运转平稳及加速过渡圆滑的良好性能效果。

在汽车滑行工况,若没有采用滑行燃油切断器时,控制系统可通过一个与转速有关的喷射特性得到加浓,使发动机的燃烧性、排放净化性及运行性能都得到改善。

电控系统在怠速工况时的点火定时角度,要较普通机械式点火分电器中所调整的点火定时提前一些。因为电控系统所控制的启动点火角度与怠速点火角度两者不是联系在一起的,怠速工况下的点火提前角是根据发动机效率与排放值的优化来进行调节。随怠速转速降低,应将调整点火定时提前,这可通过增高扭矩又使怠速稳定。但扭矩的增高则可使间接汽油耗量增大,故系统所调整的怠速转速也不可调得过高。

3. 暖车工况

发动机暖车时也需要一定浓度的混合气,其加浓量取决于发动机的负荷、转速和温度,在 KE 型系统中没有发动机温度传感器,其结构如图 2 - 79 所示。

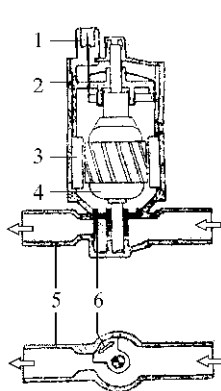
① 作用。温度传感器为 ECU 提供发动机的温度电信号,以便使 ECU 向电液混合气调节器输出一个控制电流,调节混合气成分,适应发动机暖车过程中的混合气浓度要求。

② 结构。温度传感器为负温度系数热敏电阻式,由热敏电阻、壳体等组成。

③ 工作原理。温度传感器装于发动机水套上,感受发动机水温。发动机温度上升时,热敏电阻温度上升,电阻值减小;反之,发动机温度下降时,热敏电阻电阻值上升。故可将发动机温度的变化量以电信号的形式输入 ECU。

4. 加速工况

当发动机未达到正常温度加速时,节气门突然打开,由于汽油的流动惯性,汽缸内的混合气可能会出现瞬间变稀,为使加速过渡性能良好,要求有短时间加浓。ECU 在冷态运行时可以在负荷信号的改变时间中识别“正在加浓”信号,就触发一个针形的加浓脉冲,约持续 1s,以保证加速时的加浓。加速加浓的最大值是发动机温度的函数,加速加浓指令只是在温度低于 80℃ 以下才发出,温度越低加浓量越大。此外,加浓量还取决于此时节气门开度的变化率。实际吸入空气量的变化,即发动机负荷的改变信号,是由空气计量器中的电位器检测,并输入 ECU,空气计量器中的气流感知板可以感知空气的流量,但该信号比节气门运动稍迟后,它通过电位器转换为电信号输入 ECU,由此驱动电液混合气调节器控制加浓。检测感知板位置的电位器如图 2 - 80 所示。



- 78 旋转式怠速调节器
1—接线；2—壳体；
3—永久磁铁；4—电枢；
旁通气道；6—旋转滑阀。

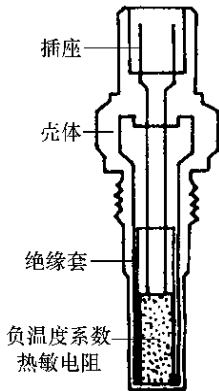


图 2-79 发动机
温度传感器

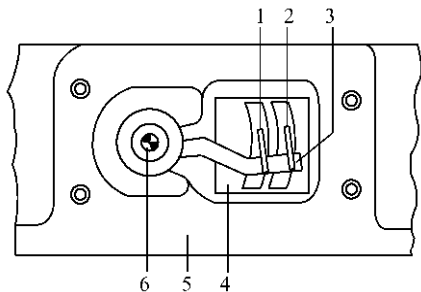


图 2-80 检测感知板位置的电位器
1—分触头；2—主触头；
3—触头杠杆；4—电位器板；
5—空气计量器壳体；6—空气计量器轴。

① 作用。空气计量器的电位器用于反映进入发动机的空气量,为 ECU 提供信号,经运算后指令电液混合气调节器加大供油量,满足发动机加速工况时对混合气的浓度要求。

② 结构。该电位器由空气计量器的摇臂驱动。主要元件是触头与电阻片。当感知板运动时,通过摇臂带动触头沿电阻片滑动,电阻值发生变化。该电参数的变化即为电信号,输入 ECU。

③ 工作原理。电位器位于空气计量器中,是用陶瓷薄膜技术制成的。电位器的滑道上有两个滑动触头相互连接。滑动触头焊在一根杠杆上,触头在电阻表面上迅速移动时,应保证接触良好,磨损小。电位器杠杆被固定在空气感知板轴上,并与此轴保持绝缘。滑动触头在测量范围的两端设有超程,以避免进气管反喷时,感知板受冲击损坏,而且在触头上串接一固定电阻,起短路保护作用。

5. 全负荷工况

发动机在全负荷工况要求输出最大扭矩,要求供给的混合气应加浓。在 KE 型系统中全负荷的加浓是通过专门程序控制的,当发动机转速为(1500 ~ 3000)r/min 范围内及超过 4000r/min 时进行加浓,其加浓量的大小取决于发动机的转速。

全负荷工况的信息是通过节气门开关传递的负荷信号以及点火装置传递的转速信号检测到的。这两种信号输入 ECU,经运算后得出此时所需的加浓量,并通过电液混合气调节器进行控制。节气门开度传感器如图 2-81 所示。

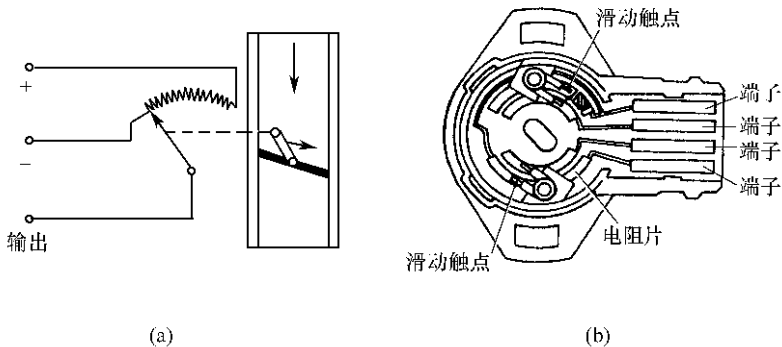


图 2-81 节气门开度传感器

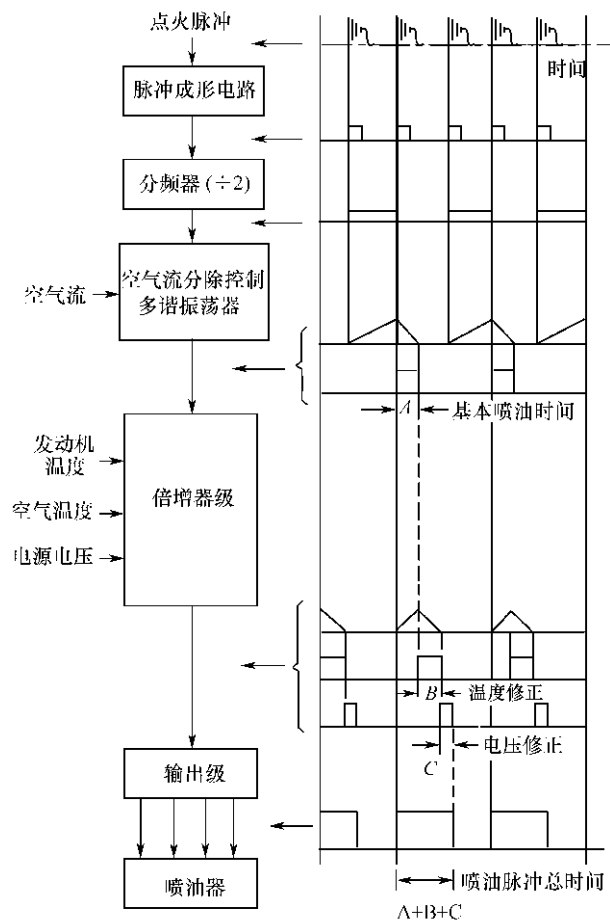
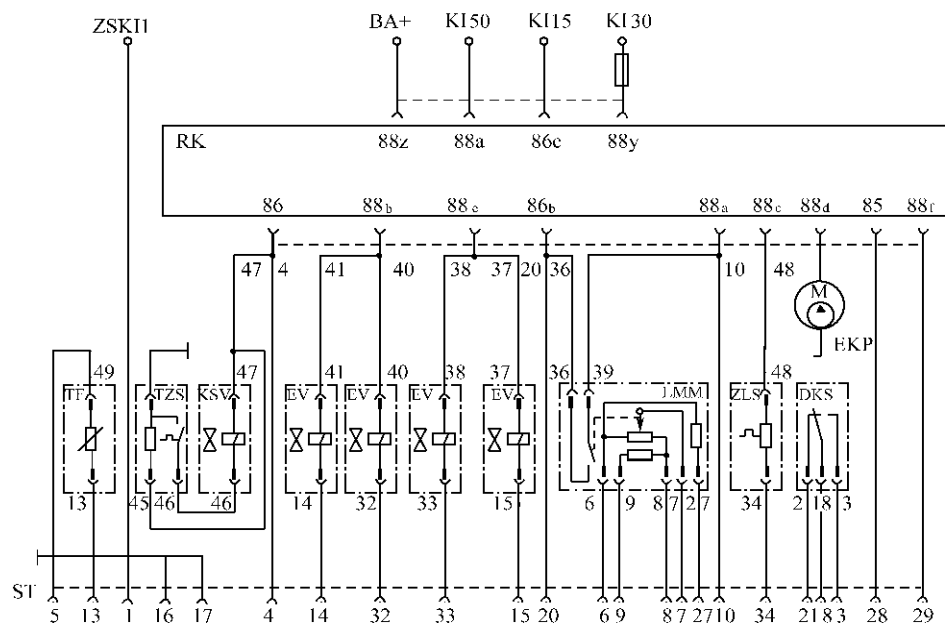


图 2 - 94 波许 L 型电控汽油喷射系统的基本原理



系统的外电路

间开关；KSV—冷启动阀；EV—喷油器；
DKS—节气门开关；EKP—电动油泵；
蓄电池；ST—至电控单元的多极插座。

① 作用。节气门开关向 ECU 输入发动机加速时以及全负荷时的电信号,经运算后通过电液混合气调节器增加喷油量,满足发动机全负荷与加速运转对混合气的要求。

② 结构。最简单的节气门开关(传感器)是一个由节气门轴驱动的电位计。当节气门开度变化时,电位计的输出电压即随之变化。

第五节 电子控制多点 L 型汽油喷射系统

电控多点 L 型汽油喷射(EFI)系统,采用以吸入空气流量作为控制喷油量为主要参数,成为如今广为应用的电控汽油喷射系统。桑塔纳 2000 GSi 型、北京切诺基等乘用车采用这种喷射系统。

一、系统特点及组成

(一) 系统特点

① 采用空气流量传感器,以空气流入量为控制喷油基础参数。

② 以空气流量与发动机转速为控制基本参数同时还受节气门开度位置、发动机冷却液温度、空气温度等传感器检测到的表征发动机运行工况信号作为喷油量的校正,使发动机运转更稳定。

③ 采用各缸缸外喷射,即在进气门上方喷射。喷油器为电控式。喷油量与驱动喷油器电磁阀的驱动脉冲宽度(即驱动持续时间)成正比。由 ECU 根据各传感器所检测到的发动机实际运行工况信号控制并驱动喷油器的喷油量。

(二) 组成系统及工作

L 型汽油喷射系统由汽油供给、空气供给及电子控制等三部分组成。波许 L 型电控多点汽油喷射(EFI)系统如图 2-82 所示。各组成部分的工作原理是:

1. 汽油供给

电控 L 型汽油供给系统装置如图 2-83 所示。其总成部件主要有:汽油箱、电动汽油泵、汽油滤清器、汽油分配管、压力调节器、电控喷油器、冷启动阀等组成。

汽油从汽油箱内经电动汽油泵以 0.25MPa 的压力吸出,输入汽油滤清器,滤去杂质后进入分配管,在分配管的后端有一压力调节器,它使喷油压力保持恒定。而过量的压力油将通过压力调节器返回汽油箱。由于汽油连续地流过,因此能保证有正常的汽油供给。调节后的 0.25MPa 的压力油,通过分配管分送到各缸的喷油器,并受 ECU 的指令控制,将汽油喷在进气门前方,当进气门打开时,汽油雾与吸入的空气一起进入汽缸内。

(1) 电动汽油泵

电动汽油泵的功用是供给各缸喷油器及冷启动喷油阀所需的汽油。电动汽油泵装在汽油箱内,多为湿式泵,其结构工作如图 2-84 所示。

① 结构。电动汽油泵由电动机和泵两部分组成。电动机一般为永磁直流电动机,泵一般是滚柱式或叶轮式。

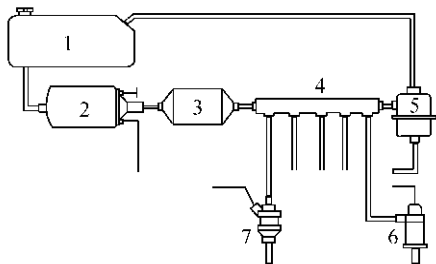


图 2-83 电控 L 型汽油供给系统

1—汽油箱;2—电动汽油泵;3—滤清器;
4—分配管;5—压力调节器;
6—喷油器;7—冷启动阀。

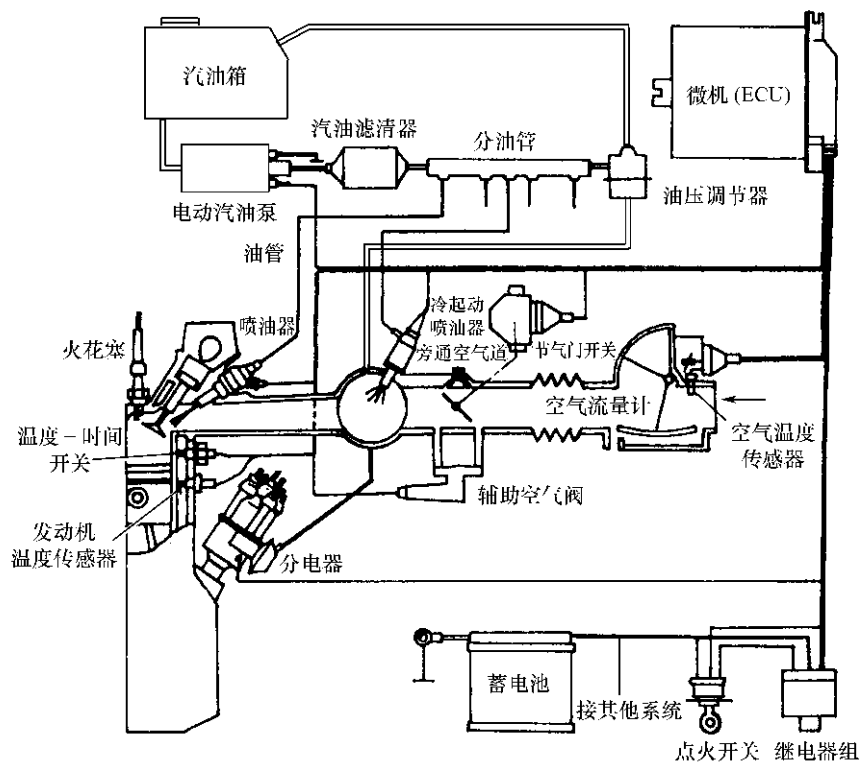


图 2 - 82 波许 L 型电控多点汽油喷射系统

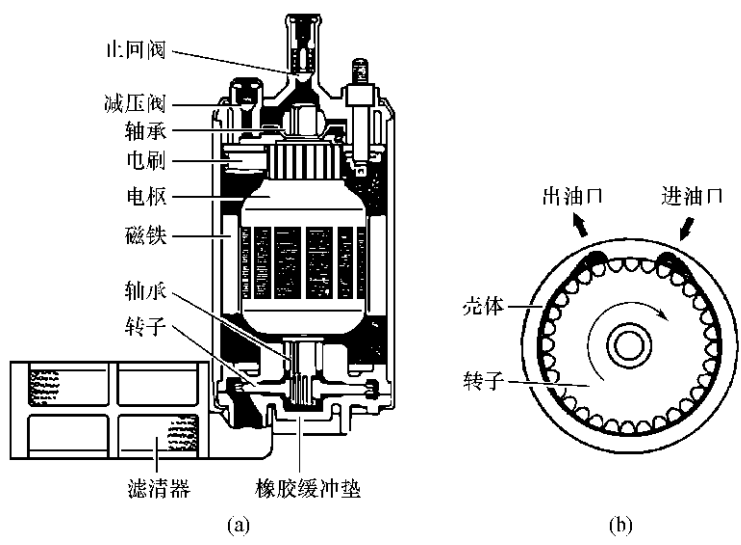


图 2 - 84 电动汽油泵
(a)电动汽油泵结构图;(b)泵油原理图。

叶轮式泵由泵壳、叶轮组成。

② 工作原理。油泵电机通电后 ,电枢带动叶轮顺时针转动。当叶轮的每一个叶片经过进油

口处时,汽油便充满两个叶片与泵壳之间的空间,运动至出油口排出泵外。输出油压约为 0.25MPa。

当泵油压力过高时,限压阀开启,部分汽油流回油箱。止回阀用以防止油泵停止转动时油管中的汽油回流,保证油管中保存一定压力的汽油,便于下次启动发动机时及时供油。在油泵运转过程中,汽油从油泵下端被吸入,流经电机从上端出油口排出。汽油流经电机,便于电机散热。当点火开关关闭发动机停机后,却只运转 1s。

③ 控制电路。电动汽油泵的控制电路由油泵继电器、平衡电阻、惯性开关、起动机电磁开关、点火开关以及微机等组成,如图 2-85 所示。

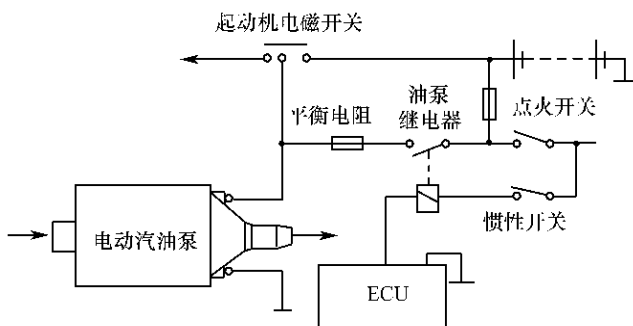


图 2-85 电动汽油泵控制电路

接通点火开关后,油泵继电器线圈通电,触点闭合。线圈电路如下:蓄电池正极—保险丝—点火开关—惯性开关—继电器线圈—ECU—搭铁—蓄电池负极。

当油泵继电器触点闭合后,油泵电动机电路经继电器触点与平衡电阻沟通,开始运转。当系统内油压升至额定值后,由 ECU 控制切断油泵继电器线圈电路,触点张开,油泵停止运转。发动机启动后,油泵再自动开始运转。

发动机运转过程中,油泵电动机电流经平衡电阻构成回路,加于油泵电机的端电压约为 7V。当发动机启动瞬间,由起动机电磁开关供电,平衡电阻被短路。此时,虽然蓄电池产生较大压降,但油泵电机端电压基本不变。

当汽车受到严重撞击时,惯性开关自动断开,油泵电动机停止运转,起到安全保护作用。若再次启动发动机时,须先按下惯性开关的按钮。

(2) 汽油滤清器

喷油器是高精密的结构部件,容易受污物堵塞磨损失效。为确保喷油器的工作性能,将汽油喷成雾状,必须在供油系统内设置汽油滤清器。滤清器是一个平均孔隙直径为 $10\mu\text{m}$ 的纸质滤芯和一个尼龙网筛,这种结构有较好的滤清效果。滤清器的使用时间取决于汽油的污染程度,一般汽车行驶 40000km 后就需更换。

(3) 分配管

分配管的功用是将汽油均匀地、等压地输配给各个喷油器,同时还具有贮油蓄压的作用。其容积油量相对于发动机工作循环喷油量要大很多,以防止汽油压力的波动,这样可供给各喷油器以等量的汽油。此外,分配管的结构应使喷油器的安装很简便。

(4) 油压调节器

① 作用。调节供给喷油器与冷启动阀的汽油油压,保证油压始终比进气歧管气压高(196 ~

294)kPa ,以保证喷油器可靠喷射。

② 结构。油压调节器由膜片、球阀、弹簧以及壳体等组成。膜片上方油室与进油口相通。膜片下方为真空气室 ,通常管路与进气歧管相通。出油口由球阀控制 ,经回油管通汽油箱 ,如图 2 - 86 所示。

③ 工作原理。发动机运转过程中 ,膜片上方油室中的汽油压力与膜片下方气室的真空吸力 (负压)之合力使膜片向下拱曲 ,而弹簧张力则使膜片向上拱曲。当发动机处于某一工况时 ,膜片所受力平衡 ,拱曲程度一定 ,球阀开度则一定 ,回油量一定 ,调节油压则一定。当节气门开度一定 ,发动机转速上升或转速一定 ,节气门开度减小时 ,进气歧管内负压增大 ,膜片向下拱曲程度增加 ,球阀开度增大 ,回油量增加 ,油室以及分油管内油压下降 ;反之 ,当节气门开度一定 ,转速降低或者转速一定 ,节气门开度增大时 ,进气歧管内负压减小 ,膜片向上拱曲 ,使球阀开度减小 ,回油量减小 ,油室以及分油管内油压则上升。这样 ,分油管内油压始终随进气歧管内绝对压力的变化而变化 ,并始终保持一恒定的压力差。

(5) 喷油器

① 作用。喷油器有两个作用 喷射汽油 ,使其雾化 ;在 ECU 的控制下 ,根据发动机的工况 ,改变喷射时间 ,控制喷油量。

② 结构。多点汽油喷射系统每个汽缸设 1 个喷油器 ,装在进气门的上方。该喷油器为电磁控制式。喷油器由电磁线圈、衔铁、针阀、壳体等组成 ,衔铁与针阀为一体 ,如图 2 - 87 所示。

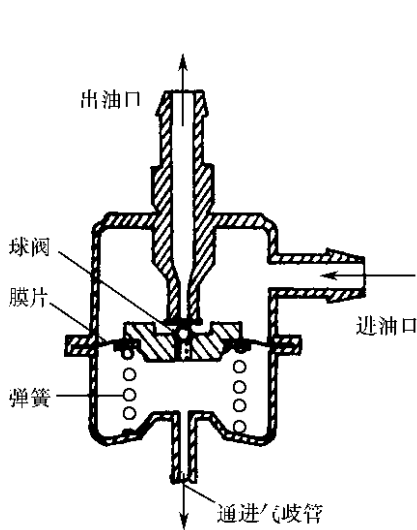


图 2 - 86 燃油压力调节器

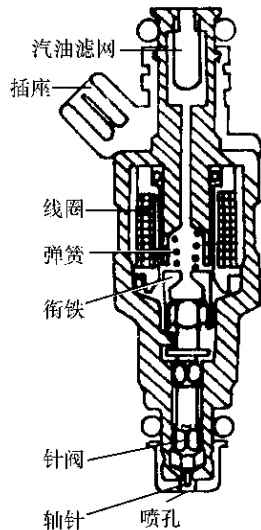


图 2 - 87 喷油器

③ 工作原理。汽油经滤网进入喷油器内。当线圈通电后产生磁场 ,吸动衔铁与针阀 ,针阀下端环形阀口开启 ,汽油以一定的压力通过喷嘴喷入进气门上方的进气歧管中 ,与空气混合成可燃混合气。该系统采用脉冲式喷射 ,每次喷射时间约为(2 ~ 10)ms ,针阀的行程约为 0.1mm。

喷油正时由分电器内的一个曲轴转角传感器所发出的正时脉冲信号确定 ,它所对应于进气门开启时刻 ,而与点火正时无关。喷油量 (即喷射持续时间)则由 ECU 输出的驱动脉宽确定。

对于多缸 (如 4 缸机、6 缸机)发动机 ,为简化控制系统 ,通常将各缸的喷油器分成两组进行循环喷射 ,而每组将有(2 ~ 3)个喷油器同时喷射汽油。

2. 空气供给

汽车行驶时空气流量是由驾驶员通过加速踏板操纵节气门开度控制的。空气首先经过空气滤清器 滤去空气中的杂质尘埃后流经空气流量传感器 经计量后空气流沿节气门通道流入进气歧管 再分别供给各个汽缸内。

L 型汽油喷射系统空气供给部分的结构如图 2 - 88 所示。主要由空气滤清器 6、空气流量计 1、节气门 2、进气管等组成。

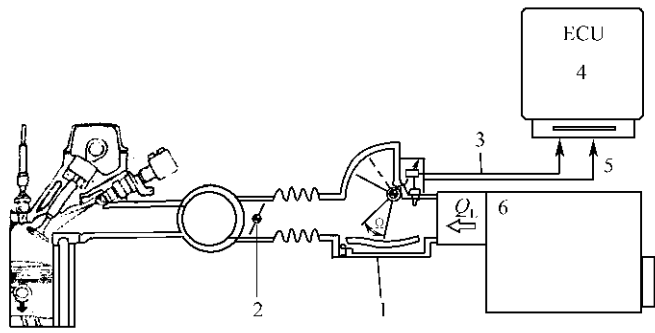


图 2 - 88 空气供给部分的结构
量计 ; 2—节气门 ; 3—空气温度信号 ; 4—ECU ; 5—空气流量信号 ; 6—空气滤清器。

空气流量计的测量原理是根据吸入空气的流体动力与作用在空气翼片上弹簧力的平衡。空气翼片实质上就是一个空气流量阀 ,翼片的偏转位置决定其空气通道开启的通过截面 ,翼片随吸入空气流量的大小而向后移动 ,逐渐增大截面 ,而发动机吸入的空气量则是由转速与节气门开度共同决定的。

(1) 空气流量计(器)

① 作用。空气流量计用来计量发动机吸入的空气量。空气流量代表了发动机的负荷 ,空气流量是确定喷油量的主要参数之一。

② 结构与工作原理。现代各国小型汽车采用的空气流量计有 3 种类型 :阀瓣式、热线式和卡尔曼旋涡式。德国波许公司 L 型汽油喷射系统采用前者。

a. 阀瓣式空气流量计。阀瓣式空气流量计由主阀瓣、阻尼阀瓣、复位弹簧、电位计等组成如图 2 - 89 电位计与阀瓣联动。当发动机运转时 ,空气流经阀瓣式空气流量计进入进气歧管。在空气流的气压作用下主阀瓣克服复位弹簧的张力反时针方向偏转。主阀瓣的偏转运动通过机械连接件带动电位计动作 ,产生与空气流量相应的电信号 ,输入 ECU ,当节气门开度增大时 ,空气流量增大 ,主阀瓣偏转角度随之增大 ,电位计滑移距离增大 ,产生相应的电信号。反之 ,当节气门开度减小 ,空气流量下降 ,主阀瓣偏转角度减小 ,电位计的电信号也相应发生变化。空气流量与电位计输出电压的关系 ,各厂牌汽车不同 ,有的成正比关系 ,也有的成反比关系。波许公司的 LE—Jetronic 系统属于后者。阻尼阀瓣与主阀瓣为一体 ,随主阀瓣运动。阻尼阀瓣与管壁之间形成阻尼气室 ,其作用是 ,对因不规则气流运动造成的主阀瓣脉动具有阻尼作用 ,使电信号稳定、精确。

b. 热线式空气流量计。波许 L 型 EFI 汽油喷射系统以及五十铃汽车的 I—TEC(五十铃全电子控制)系统均采用热线式空气流量计。该空气流量计装于进气管中 ,由热线与辅助电路(惠斯登电桥与放大电路)等组成 ,如图 2 - 90 所示 ,热线为 $\phi 0.07\text{mm}$ 的铂丝 ,绕在取样管表面。热

热线式空气流量计根据控制恒温原理进行工作。流过热线的空气流量恒定时,电源向热线提供一定值的电流,使其保持恒温,电桥也保持平衡,如图 2 - 91 所示,空气流量增大时,热线受冷空气冷却作用增强,温度下降,电阻值减小,电桥失去平衡。此时电源将增大热线电流,直至恢复原来的温度与电阻值,使电桥重新处于平衡状态。由于电流的增大,电阻 R_3 的压降也增大。测量 R_3 的压降,即可得到传感器的输出信号。冷线 R_K 用于温度补偿,使输出信号免受空气温度的影响。

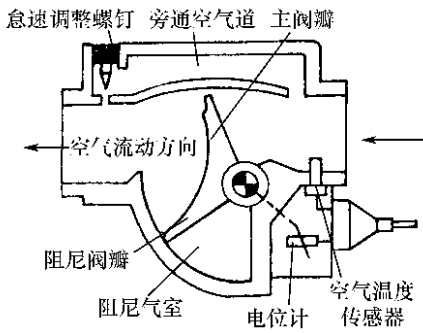


图 2 - 89 阀瓣式空气流量计

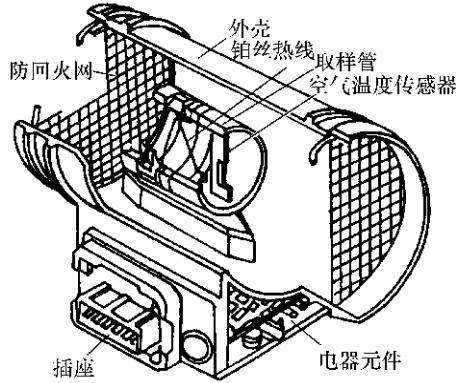


图 2 - 90 热线式空气流量计

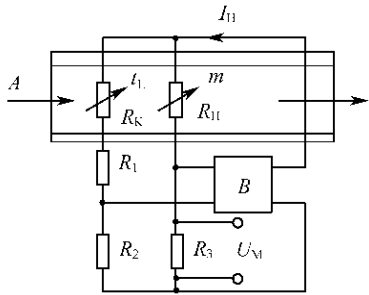
热线式空气流量计具有反应灵敏的优点,在几毫秒内即可反映出空气流量的变化,其缺点是热线表面受沾污后,输出信号发生变化,计量精度下降。若气流不均匀,计量误差也较大。

c. 卡尔曼旋涡式空气流量计。该式空气流量计装于日本三菱等汽车的 ECI 系统(电子控制汽油喷射系统)。由旋涡发生器、超生波发送器、接收器以及外壳等组成如图 2 - 92 所示,装在进气管进口端。卡而曼旋涡空气流量计通过计算卡尔曼旋涡数计量空气流量。空气流经旋涡发生器时,在其下游则产生互不相同的有规律的旋涡,称为卡尔曼旋涡。空气流速 u 与卡尔曼旋涡的发生频率 f_a 有如下关系

$$u = \frac{d}{Sr} \cdot f_a$$

式中 d ——旋涡发生器直径;
 Sr ——斯特劳哈尔数,约为 0.23。

发动机怠速时 f_a 约为(30 ~ 50)Hz,最大功率时约为(1.0 ~ 1.5)kHz。



2 - 91 热线式空气流量计电桥电路

R_H —热线； R_K —温度补偿元件；
 R_1 、 R_2 —高欧姆电阻； R_3 —高精度电阻；
 U_M —空气流量电压信号； I_H —热电流；
 m —空气流量； A —空气流动方向。
 B —放大器。

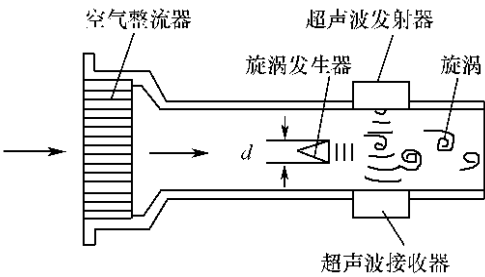


图 2 - 92 卡尔曼旋涡式空气流量计

卡尔曼旋涡的频率利用超声波进行调制。当超声波发生器发射的超声波横向通过旋涡区时,将接受卡尔曼旋涡的调制。超声波接收器接收的是经过调制的超声波,于是可检测出调制成分。测得卡尔曼旋涡的频率 f_a ,即可根据上述公式计算空气流速,进而又可获取空气流量。频率 f_a 与空气流量具有良好的直线关系。

(2) 曲轴转速与曲轴位置传感器(参见本章第二节图 2 - 17 ~ 图 2 - 20 所示)

(3) 节气门开关

① 作用。节气门开关的用途有:当节气门全开时,向 ECU 输入电信号,通过运算发出指令,增大喷油脉冲,提高混合气浓度,实现全负荷加浓;当节气门全关时,向 ECU 提供信号,校正喷油量,调整混合气成分与怠速转速。有的厂牌汽车,节气门开关还可以向 ECU 提供节气门任何开度的电信号,以便调整喷油量。

② 结构与工作原理。节气门开关是一滑动变阻器组合如图 2 - 93 所示,并且带有节气门全开触点副与节气门全关触点副。当节气门开度变化时,节气门轴同时带动滑动变阻器的触点沿电阻滑移,输出电压信号则相应改变。若带有节气门全开触点副与节气门全关触点副,当节气门全开后,全开触点闭合,向 ECU 提供节气门全开信号;节气门全关时,全关触点副张开,向 ECU 提供节气门全关信号。ECU 则根据不同的信息调整喷油量。

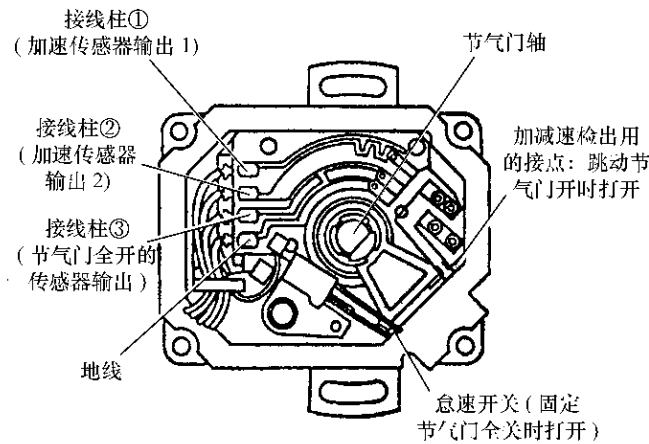


图 2 - 93 节气门开度传感器

(4) 辅助空气阀

辅助空气阀的作用、结构以及工作原理与 KE 型所述辅助空气阀相同。

3. 电子控制装置 ECU

① 作用。ECU 是电子控制汽油喷射系统的核心。它根据空气流量与发动机转速信号,确定基本喷油量,再根据节气门开关、发动机温度传感器、空气温度传感器以及启动信号等提供的辅助信号,及时修正喷油量,保证发动机各种工况的正常运行。

② 组成。ECU 为一盒式结构,采用印刷电路板,集成电路与其他电子元件装于电路板上。集成电路中包括脉冲成形器、分频器、多谐振荡器等。ECU 通过多针接插件与各传感器、喷油器及电源等连接。

③ 工作原理。波许公司生产的 L 型电控汽油喷射系统电控装置,其基本工作原理由 5 个阶段构成如图 2 - 94 所示。由点火线圈接线柱(负极)处向 ECU 输入点火脉冲信号,决定喷

油开始时间。点火脉冲信号由交流与直流两部分组成,首先经脉冲成形器滤波、整形,变为方波脉冲信号。分频器与脉冲成形电路同在一块硅片上,作用是将输入的信号脉冲数改变为曲轴每转一转一个脉冲信号。由于此例为四缸四冲程发动机,曲轴每转两转,产生4个点火脉冲信号,通过分频器除以2,则变为曲轴每转1转产生1个脉冲信号,最终达到曲轴每转一转,产生1个喷油脉冲。分频多谐振荡器根据由分频器输入的发动机转速信号和从空气流量计输入的空气流量信号,确定标准喷油脉冲时间A。该脉冲持续时间决定了基本喷油量。倍增器级的作用是,根据输入的发动机温度、进入发动机的空气温度以及电源电压等信号,确定喷油脉冲的修正量B与C。总的实际喷油脉冲持续时间为 $(A+B+C)$ 。输出级的作用是将倍增器级形成的喷油脉冲(电压脉冲)进行放大,能产生约1.5A的电流,以便驱动电磁式喷油器。

ECU装在一个金属盒内,可以防水防热辐射,其使用温度最高不超过90℃,否则将会损伤电控部分的功能。

ECU除控制软件与直接操纵发动机的执行机构外还有一些外电路,如图2-95所示为L型系统四缸发动机的外电路,ECU通过继电器组与蓄电池相连接。继电器组由点火启动开关操纵,其作用是控制发动机整个操纵系统向ECU、电动汽油泵、各缸喷油器及冷启动阀等系统元器件提供电流。继电器组上有两个分开的插座,分别与喷油系统和供电源相联。图2-96所示为六缸发动机L型电控汽油喷射系统的外电路接线,发动机运行时由各传感器提供的信号,再转化为电信号,经过插座输入ECU对执行机构发出指令执行。

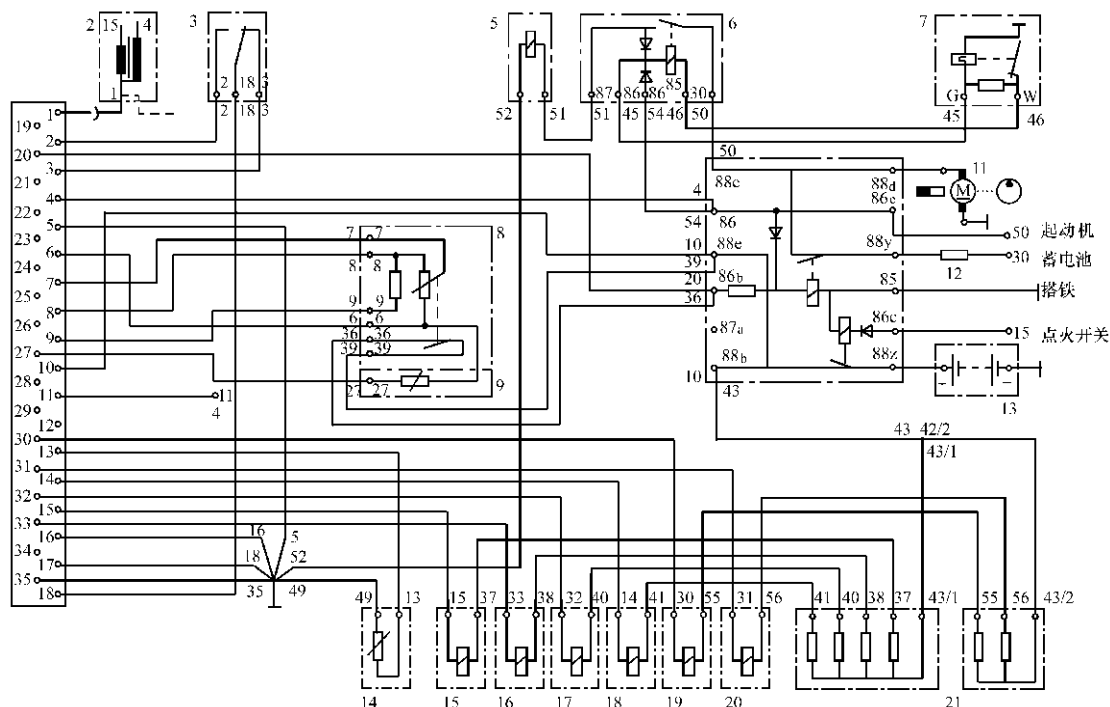


图2-96 六缸发动机L型系统外电路接线

- 1—插座;2—点火线圈;3—节气门开关;4—显示测量;5—冷启动继电器;6—冷启动阀;
7—温度开关;8—空气流量计;9—空气温度传感器;10—继电器座;11—燃油泵;
12—熔断丝;13—蓄电池;14—水温传感器;15~20—喷油器;21—串联电阻。

4. 传感器

正确提供发动机运行状态信息的是各种传感器。传感器是一种变换器,它可将物理量、化学量、电量等信息转变为 ECU 能识别的电信号,例如温度、压力、流量、振动、成分、颜色以及尺寸等各种各样的状态参数都可利用传感器检测出来并转换为电信号。汽车发动机状态检测的传感器有多种,其中主要有温度传感器、流量传感器、位置传感器、压力传感器、速度传感器、加速度传感器、浓度传感器、爆震传感器以及信号开关等。这些传感器与电子电路和 ECU 结合起来,便能实现对各种形式的计测与控制。传感器的性能精度、可靠性、耐火性、响应度、适应性以及结构、制造成本等是汽车电控系统的关键。汽车发动机采用的各种传感器精度、使用范围如表 2 - 6 所列。

表 2 - 6 传感器的测量范围与精度要求表

传感器的测量参数	测量范围	要求精度 /%
进气歧管压力 /kPa	10 ~ 100	± 3
进气流量 / (kg/h)	6 ~ 600	± 2
温度 /	- 50 ~ 150	± 2
曲轴转角 / (°)	~ 360	± 0. 5
汽油流量 / (L/h)	~ 110	± 1
排气中的氧浓度 /λ	0. 4 ~ 1. 4	± 1

(三) 喷油系统电路

L 型系统是采用缸外多点脉冲间歇喷射,为简化控制系统,有的汽车发动机采用若干缸的喷油器同步启闭的喷射方式。为此,在 L 型系统的 ECU 中设有两个并接的驱动级,每个驱动级可同时驱动(3 ~ 4)个喷油器,两个并接的驱动级便可同时驱动(6 ~ 8)个或多达 12 个喷油器。每个喷油器每次的喷油量为每缸每个工作循环所需喷油量的 1/2。

由于喷油器的电磁线圈的吸动电流较大而保持电流则较小,所以在驱动电路中没有限流电阻或限流电路。

另外,由于蓄电池端电压的变化会较敏感地影响喷油器的启闭时间,从而影响到实际喷油量的变化,故在辅助加浓量中必须引入蓄电池电压校正装置进行补偿。

L 型系统是利用点火频率检测到的发动机转速信号作为触发信号,用曲轴转角传感器检测的喷油正时信号作同步信号,由触发器输出主喷油脉冲信号,再经分频器(D 触发器)分频,并由单稳态电路延时,形成基本喷油量的喷油脉宽,再经脉宽扩展(即辅助加浓),最后经功率驱动器驱动喷油器喷油,其大体过程如图 2 - 97 所示为四缸发动机 L 型汽油喷射系统的喷射脉冲。

基本喷油量是根据汽车在正常行驶工况下可供经济混合气,即 $A/F = 16. 65$ 调定的。在 ECU 中则由单稳态电路的定时值确定,而定时值与空气流量计检测的吸入发动机的空气量(每曲轴转一转空气流量乘发动机转速)成线性正比变化。

喷油脉宽扩展则是根据各传感器所检测到发动机实际运行工况参数,由 ECU 中的累加器综合确定的。发动机的工况不同,其加浓量也应不同,由此可见,喷油器的实际喷油量是基本喷油量与辅助加浓量之和,即 喷油器的实际喷油量 = 基本喷油量 + 辅助加浓喷油量。

1. 喷射系统电路

喷射系统电路。各厂牌汽车电控汽油喷射系统,其组成与功能不完全相同,所以该系统的电路也各不相同。现以波许 L 型电控汽油喷射系统为例,介绍其电路如图 2 - 98 所示。ECU 通过

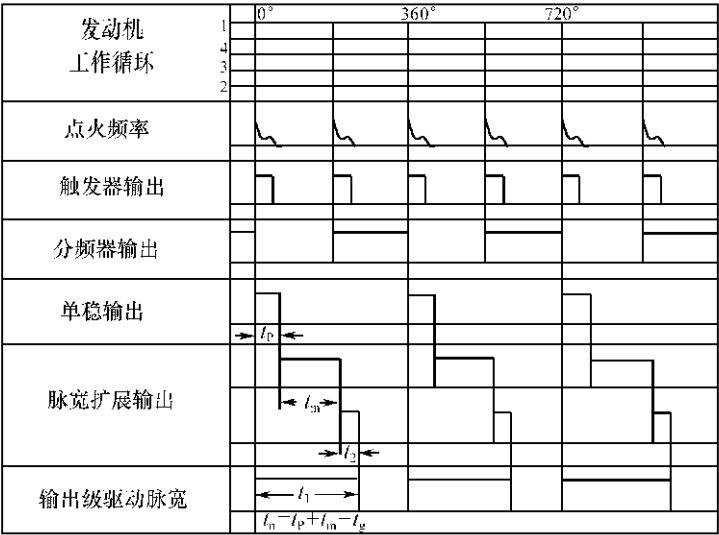


图 2 - 97 四缸发动机 L 型汽油喷射系统的喷射脉冲

继电器与电源连接 继电器由点火开关控制 其功能是向喷射系统各部分提供电源。

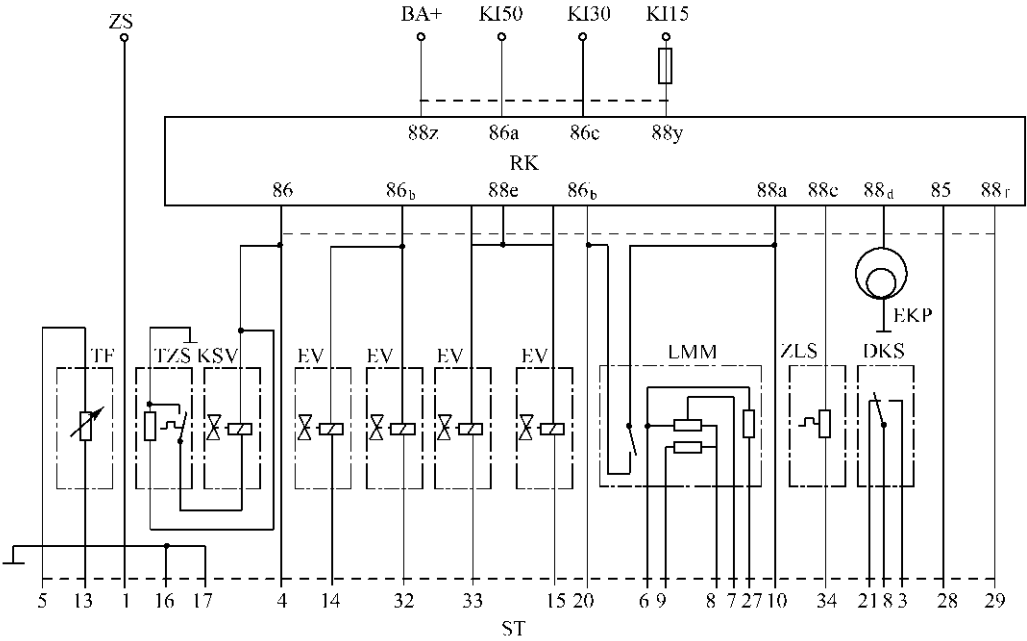


图 2 - 98 波许 L 型汽油喷射系统电路图

RK—继电器组；ZS—接点火线圈负极；ST—至微机的插接件；TF—发动机温度传感器；
TZS—温度-时间开关；KSV—冷启动喷油器；EV—喷油器；LMM—空气流量计；ZLS—辅助空气阀；
DKS—节气门开关；EKP—电动汽油泵；BA—蓄电池；KI 50—接起动机；KI 30—接蓄电池；KI15—接点火开关。

2. 发动机所需混合气配制

在 EFI 系统中,为满足发动机各种工况对混合气成分的不同要求 在系统中设置有各种传感

器 其作用是提供发动机的温度、进气压力、进气温度、节气门开度位置等信息 ,并输入 ECU 进行混合气校正后 ,使供给的混合气成分与发动机的各工况相匹配适应。

(1) 冷启动时的加浓方法

发动机冷启动时 ,要求供给很浓的混合气 ,因此应适当地喷入一定量的附加汽油量 ,以便顺利实现冷启动。冷启动时的加浓方法有以下两种。

① 通过 ECU 和喷油器。这种方法的电路连接如图 2 - 99 所示。在发动机冷启动时 ,直接通过喷油器延长喷油持续时间 ,使之喷出更多的汽油 ,达到加浓的目的。而启动的控制是在点火开关开启与发动机温度传感器获得信号输入 ECU 后经过处理实现的。

② 温度—时间开关和冷启动阀作用。这种方法的控制电路如图 2 - 100 所示 ,它是通过温度—时间开关和冷启动阀的共同作用来实现混合气加浓的。

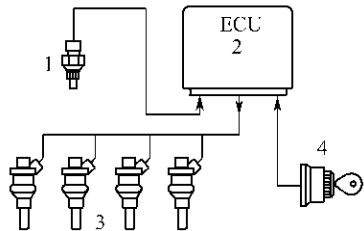


图 2 - 99 冷启动控制加浓

1—发动机温度传感器 ;2—ECU ;
3—喷油器 ;4—点火启动开关。

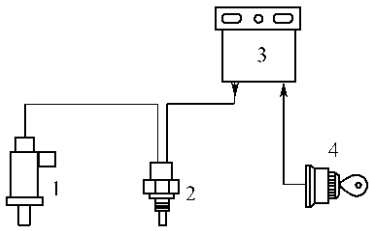


图 2 - 100 冷启动阀加浓

1—冷启动阀 ;2—温度 - 时间开关 ;
3—继电器组 ;4—点火启动开关。

(2) 冷启动阀

在 L 型系统发动机的进气总管上设置有一个冷启动阀 ,其结构如图 2 - 101 所示。在冷启动阀供电线路中串联一只装于发动机体上的温度开关传感器如图 2 - 102 所示。冷启动阀与温度开关传感器作用和工作分别是：

① 冷启动阀

a. 作用。发动机低温冷启动时 ,汽油雾化不良 ,甚至部分汽油冷凝沉积在进气歧管管壁上。为弥补冷凝损失 ,保证发动机顺利启动 ,由冷启动阀喷射一定量的附加汽油 ,称为冷启动加浓。

b. 结构与工作原理。冷启动阀的结构与工作原理与 KE 型所述冷启动阀类似。

冷启动加浓的控制方式有 :由温度 - 时间开关控制 ;由 ECU 控制。前者详情与 KE 型所述温度 - 时间开关相同 ;后者则由 ECU 根据发动机启动信号与温度信号 ,直接通过增大喷油脉冲 ,

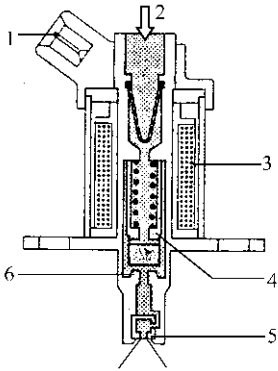
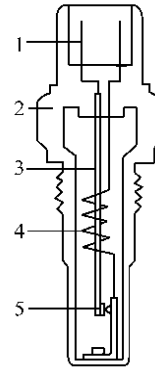


图 2-101 冷启动阀的结构

电插头；2—进油滤网；3—线圈；
阀门；5—旋流式喷嘴；6—阀座。



102 温度开关传感器

头；2—壳体；3—双金属片；
—电热丝；5—触点。

延长喷油时间,达到冷启动加浓的目的。

② 发动机温度传感器

a. 作用。发动机温度传感器用来向 ECU 输入发动机温度信号。其目的是使 ECU 控制发动机冷启动后混合气加浓与暖车过程中的混合气加浓。混合气加浓延续时间以及加浓燃油量,根据发动机温度由 ECU 控制。

b. 结构与工作原理。发动机在冷状态下启动时,点火开关通过继电器向温度开关传感器及冷启动阀供电。由于温度开关传感器内的双金属片的常闭触点保持闭合状态,使冷启动阀的电磁线圈通电磁化并吸开冷启动阀门喷油而加浓混合气。此温度开关传感器不仅检测着发动机温度,而且内部还有一组电热丝,在冷启动阀喷油加浓混合气的同时通电加热双金属片并使其受热而弯曲。约持续(3~10)s 后便可使常闭触点断开,从而中断冷启动阀喷油及电热丝加热,直至当电热丝降温后,待常闭触点再次闭合后,冷启动阀又喷油。如此不断反复,但随着发动机启动后机温的升高,使常闭触点的闭合时间缩短,直至当发动机运转热启动到正常工作温度后,该触点便不能闭合,从而停止冷启动阀喷油的加浓作用。

若在 -20℃ 下启动,最初的加浓时间可延续 30s,冷启动加浓量可达正常运行耗油量的 2 倍以上。

在 L 型电子控制汽油喷射系统中,在发动机机体上还装有一个用 NTC 负温度系数热敏电阻制成的水温传感器,通过 ECU 扩展到各缸喷油器的喷油脉宽进行暖车加浓。随着发动机冷却水温的升高,喷油脉宽的扩展将减小,直至发动机冷却水温超过 60℃ 以上时,即停止这种加浓工作。

(3) 中小负荷工况混合气配剂

只需提供基本喷油量,即扩展脉宽电路不工作。因此,ECU 只根据空气流量计所检测到吸入发动机的空气量成线性正比地调节单稳态电路的定时值,从而输出基本喷油脉宽。此基本喷油量可保持发动机中小负荷工况范围内运行时所供给的经济混合气浓度,此时的空燃比 $A/F = 16.65$ 左右。

(4) 全负荷加浓

全负荷工作时发动机应发出最大的扭矩,较中小负荷供给的混合气应更加浓一些,其 $A/F = 13.32$ 左右。

发动机全负荷工况时混合气加浓程度,按发动机混合气调整不同而有所差别,也是事先在

ECU 中编制程序。而发动机负荷状态的变化信息 ,则是通过节气门开关传入 ECU 的 ,节气门开关的安装位置如图 2 - 103 所示。

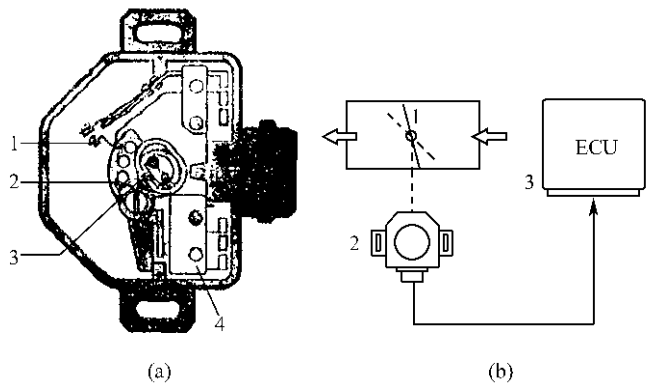


图 2 - 103 节气门开关与安装位置

(a)节气门开关 ;(b)节气门开关的安装位置。

点 ;2—月形板 ;3—节气门轴 ;4—怠速触点。1—节气门 ;2—节气门开关 ;3—ECU。

当节气门处于全负荷位置时,节气门开关中的全负荷触点 1 闭合,ECU 指令扩展脉宽电流,使其喷油脉宽实施加浓。

当汽车发动机突然加速时,由于节气门的突然开大,气流突然冲击空气流量器的气流翼片在其全开的位置上有摆动,这样翼片上的冲量将致使较多的汽油分配,以获得良好的加速过渡性能。

(5) 空气温度传感器

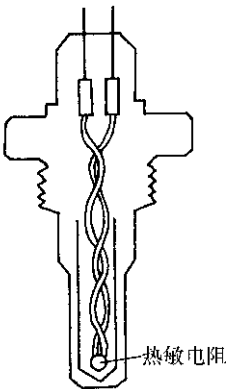
① 作用。空气温度传感器的作用是向计算机提供进入发动机的空气温度信号,以便使计算机根据空气温度调整油量,保证精确的空燃比。当空气温度高时,其密度小,含氧量低,充气量低,喷油量应相应减少;当空气温度低时,其密度大,含氧量高,实际充气量高,喷油量应相应增加。

② 结构与工作原理。空气温度传感器装在空气流量计处,如图 2 - 104 所示。该传感器为负温度系数热敏电阻式。空气温度上升时,热敏电阻的电阻值减小;空气温度下降时,热敏电阻的电阻值增大。

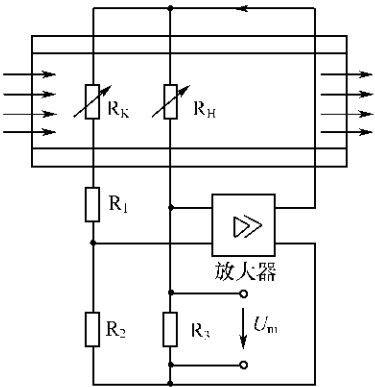
发动机进气温度的高低直接影响到空气的密度,从而引起空燃比浓度的变化。在 L 型 EFI 系统中的空气流量计内设有一个 NTC 负温度系数的热敏电阻构成空气温度传感器。当空气温度越低时,加浓量越大。反之,当空气温度超过 40 °C 时,则 ECU 中就不再有喷油量增量的校正加浓作用。

在 L 型 EFI 系统中的一些变型产品,为适应不同车型需要,如 LE 型和 LH 型电控 EFI 系统,其工作原理和结构与 L 型电控 EFI 系统基本相同,而区别是控制功能扩大,制造成本降低。如在 ECU 中的电路进一步优化,减小耗损,喷油器直接带有高欧姆的内阻,没有串联电阻,空气流量计内可进行吸入空气温度的校正,而且由电子继电器操纵电动汽油泵等。这样,发动机在各种工况下运行所需要的混合气均可保证精确配剂,使燃料经济性进一步得到改善。为适应汽车尾气排放符合国家法规要求,还可选配带传感器的控制系统。

在 LH 型电控 EFI 系统中,装有热线式传感器的空气流量计来检测吸入发动机的空气流量,使空气流量的测定不需要运动部件,使进气流阻力减小。这种带热线式传感器的空气流量计的桥式电路如图 2 - 105 所示。其工作原理是在发动机吸入的空气流中装有一根加热的白金细丝,此热线是桥式电路的组成部分。当空气通过时,热线受到一定的冷却,使其电阻变小。同时使桥式电路的电压也产生变化。而流过热线的热电流可使它保持一定的热温度而得到校正。即通过热线需要的热电流值,就是此刻吸入空气质量的一个度量。热电流经过转换变为电压信号,它与转速信号同时作为主要的控制参数输入 ECU。



2 - 104 空气温度传感器



2 - 105 热线式空气流量计的桥式电路

R_H —热线传感器; R_K —温度补偿;

R_2 、 R_3 —高精度电阻; U_m —空气流量的电压信号。

这种热线式的空气流量计可测得空气质量和流量,其灵敏度也较高。缺点是使用一定时间后,白金热线表面受到油污,会引起输入信号发生变化,使检测精度降低,尤其是流速分布不均,测量误差会更大。

二、丰田凌志 400 轿车电控 L 型 EFI 系统

(一) 系统组成

丰田凌志 LS400 型轿车采用发动机 ECU 集中控制,其中包括:电子点火、汽油喷射、怠速控制、爆震控制以及故障自诊断系统,电路控制如图 2 - 106 所示。

发动机的节气门由主节气门和副节气门两部分组成。驾驶员通过加速踏板直接控制主节气门。车辆的定速巡航是通过巡航控制系统控制主节气门来实现的。而 ASR 通过步进电机控制副节气门降低发动机转矩来防止驱动滑转的。在车辆正常行驶中,主节气门开度恒定地随加速踏板的开度而变化。

(二) 结构特点

该型轿车的汽油喷射系统与波许 LE 型汽油喷射系统相比较,其特点如下。

1. 增装了油压脉冲衰减器

① 作用。油压脉冲衰减器的作用类似机电混合式汽油喷射系统油器(蓄压器)的作用,使系统管路内油压更趋稳定,供油连续性好。尤其在发动机短暂停车,再次启动时能及时向喷油器供油。

② 构造与工作原理。油压脉冲衰减器由膜片、弹簧与壳体等组成,如图 2 - 107 所示。无电磁元件。当系统管路内油压上升时,膜片克服弹簧张力向上拱曲,膜片下边油室容积增大,使油压不会继续上升;反之,当系统管路内油压下降时,弹簧张力又使膜片向下拱曲,膜片下方油室容积减小,提高油压。因此可减轻系统管路内油压的脉动,使油压趋于稳定。

2. 油压调节器

该喷射系统同时装用了油压脉冲衰减器与油压调节器,二者的外形相似,但作用、构造以及工作原理均有区别,图 2 - 108 所示,后者的工作原理同于波许 LE 型汽油喷射系统的油压调节器。

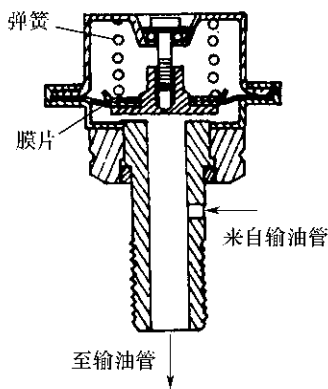


图 2 - 107 油压脉冲衰减器

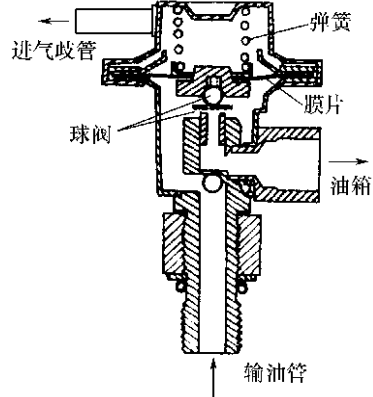


图 2 - 108 油压调节器

3. 空气流量计

该空气流量计属卡尔曼旋涡式,但具体结构如图 2 - 109(a)。工作原理不同于上述卡尔曼旋涡式空气流量计(见图 2 - 92(b))。该空气流量计的基本工作原理简述如下:

发动机运转过程中,当空气流经空气流量计时,在旋涡发生器后部产生涡流,称为卡尔曼旋涡。空气流速越高,旋涡越严重。由于旋涡的存在,旋涡区周围空气压力发生变化。通过导压孔将气压的变化引向由金属膜制成的反射镜表面,使反射镜振动。在反射镜振动的同时,反射镜又将发光二极管射来的光反射给光敏晶体管。因此光敏晶体管可检测到卡尔曼旋涡的脉冲,经进一步处理后输入 ECU。

4. 热敏控时开关

该型汽车的热敏控时开关(温度 - 时间开关)与上述热敏控时开关结构略有不同,增加了一个加热线圈,如图 2 - 110 所示。其工作原理基本相同。

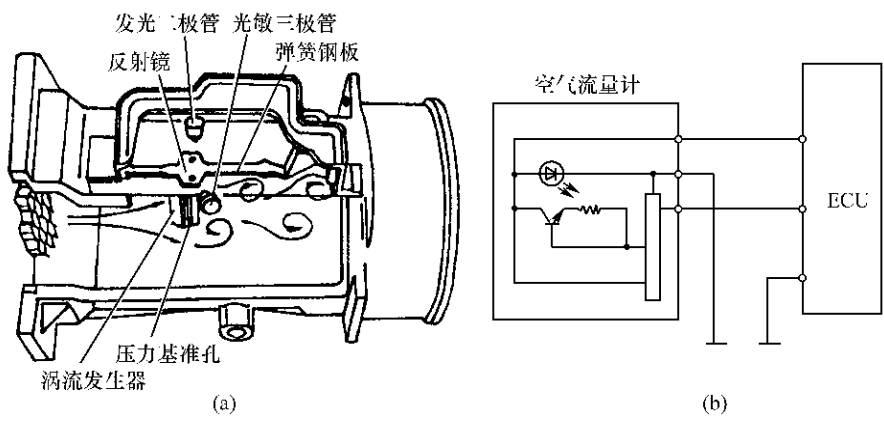


图 2 - 109 空气流量计及其电路图

5. 凸轮轴位置传感器

该型汽车设有 1 号与 2 号凸轮轴位置传感器 ,因为该型汽车装用的发动机为 IUZ—FE 型 V 型八缸发动机。凸轮轴位置传感器相当于其他厂牌汽车的曲轴位置传感器的功能。向微机输入点火正时信号与喷油开始的基准信号如图 2 - 111 所示 ,该传感器也属于磁感应式。

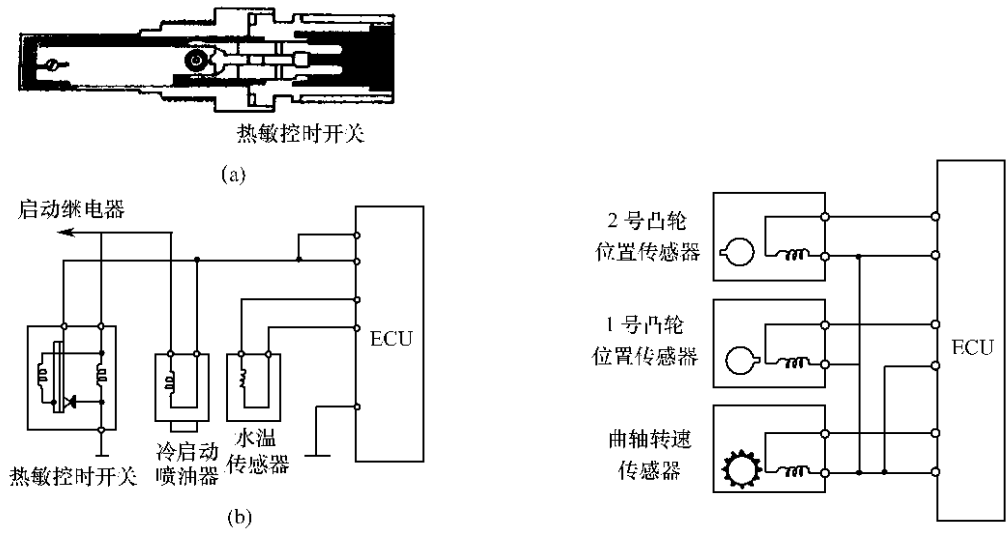


图 2 - 110 温度 - 时间开关
(a)结构图 ;(b)电路图。

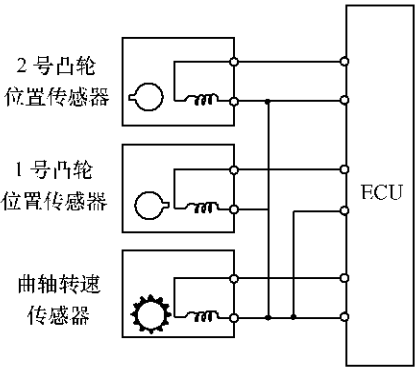


图 2 - 111 凸轮轴位置传感器与曲轴转速传感器电路图

(三) 喷射系统电路

电控汽油喷射(EFI)系统、点火控制系统及自动变速器的电路线路关系如图 2 - 112 所示。

(四) 智能电子节气门

新款凌志 400 型轿车采用了智能电子节气门控制系统(ETCS - i) ,该系统对节气门的控制可完成几套机构的功能 ,使结构更简单化。

1. 智能电子节气门结构与工作原理

(1) 智能电子节气门控制结构

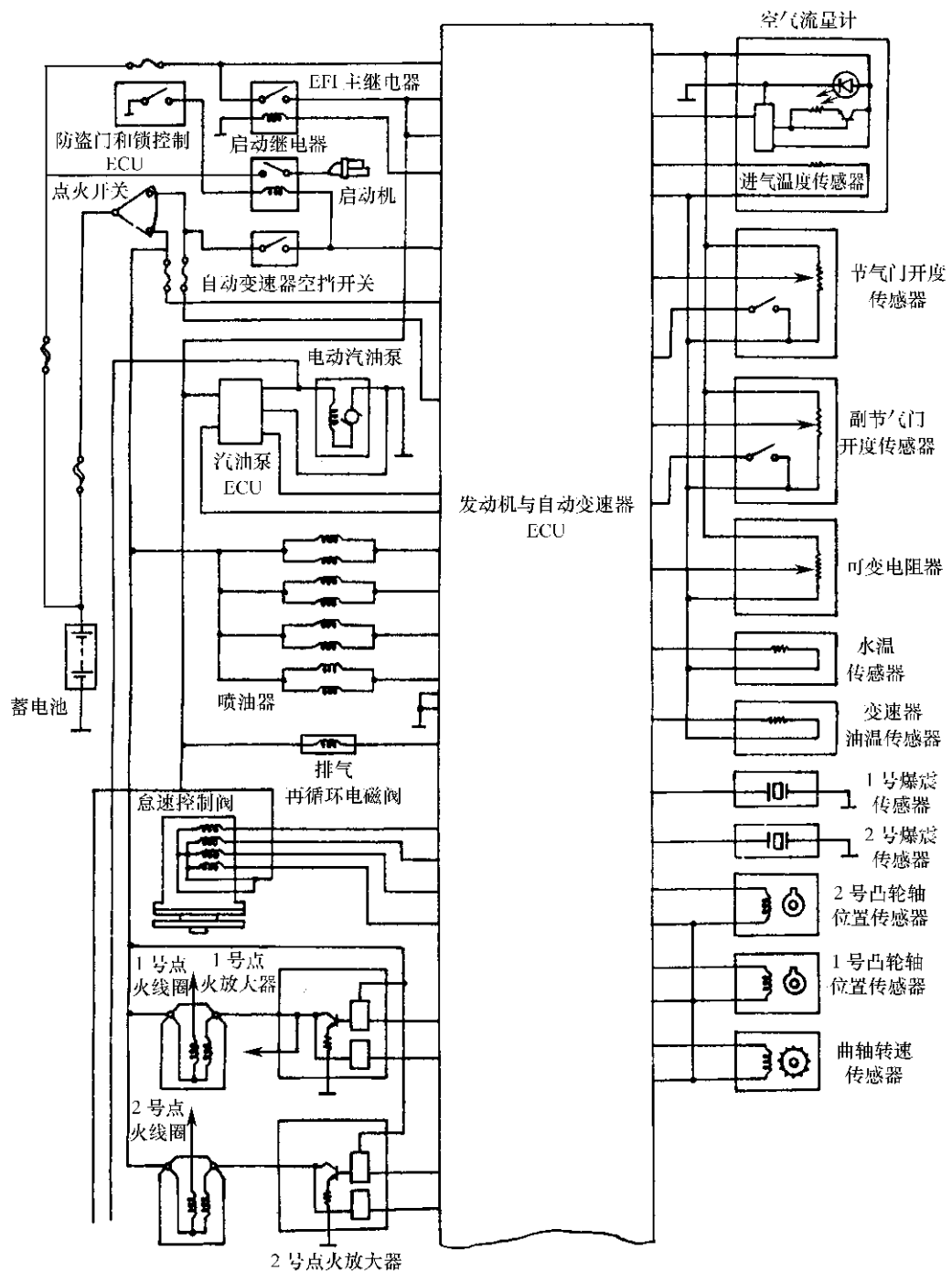


图 2 - 112 凌志轿车汽油喷射系统电路图

智能电子节气门控制系统主要由加速踏板位置传感器、节气门位置传感器、节气门执行器和电磁离合器等组成 如图 2 - 113 所示。各传感器的作用如下。

① 加速踏板位置传感器。加速踏板位置传感器位于节气门体上 ,与节气门杆安装在一起 ,

节气门杆与加速踏板的拉线相连。加速踏板位置传感器将加速踏板的开度转换成表示加速踏板的下踏量大小及变化速率两种电信号,一起输入发动机 ECU 进行处理。

② 节气门位置传感器。节气门位置传感器将节气门开度转换成电信号输入发动机 ECU,其输出特性与加速踏板位置传感器相同。但是,这两种传感器均设有主副系统,以致某个系统发生故障时仍保持不断地监测功能,确保发动机安全的运转。

③ 节气门执行器。节气门执行器是一个具有良好响应和低能耗的直流电动机,该直流电动机又称为节气门控制电动机。由发动机 ECU 发出指令,通过节气门控制电动机经减速齿轮来驱动节气门,以控制节气门的开度。

④ 电磁离合器。在正常情况下,电磁离合器处于常接合状态,使节气门控制电动机开启或关闭节气门。如果智能电子节气门控制系统发生故障,该离合器将自动分离,以防止节气门控制电动机错误地开启或关闭节气门。

(2) 智能电子节气门基本工况

智能电子节气门控制系统工作原理如图 2 - 114 所示。电子节气门是由发动机 ECU 根据加速踏板位置传感器、节气门位置传感器及变速器挡位等信号,计算出合适的节气门开度,再由节气门执行器来调节节气门开度,从而达到优化节气门开度控制的目的,改善了车辆的驾驶性能和乘坐舒适性。怠速控制,则由节气门控制步进电动机来完成广泛的怠速控制。由于发动机 ECU 对节气门的控制与自动变速器的 ECU 的控制同步,从而减少了自动变速器换挡或加、减速时的冲击,使行驶更平稳。

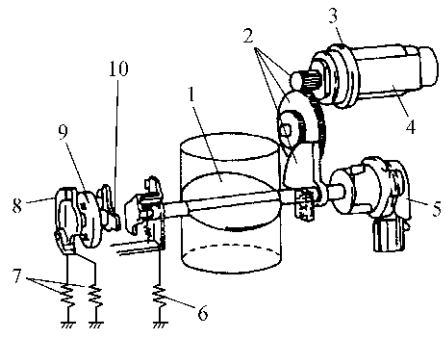


图 2 - 113 ETCS - i 基本组成

- 1—节气门;2—减速齿轮;3—电磁离合器;
- 气门执行器(直流电动机);5—节气门位置传感器;
- 6—节气门回位弹簧;7—加速踏板回位弹簧;
- 8—加速踏板杠杆;9—加速踏板位置传感器;
- 10—紧急行驶用操纵杆。

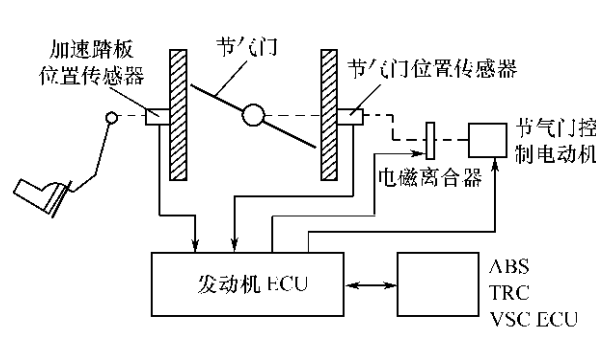


图 2 - 114 智能电子节气门控制系统工作原理

智能电子节气门控制系统还接受从 ABS 或 TRC 或 VSC ECU 输出的指令。如果驱动轮打滑超过预定范围,节气门就会按照指令减小其开启程度,从而保证车辆行驶的稳定性 and 驱动力。车辆的定速巡航控制也是由智能电子节气门控制系统来完成的。

(3) 失效保护控制功能

智能电子节气门控制系统具有失效保护控制功能,其结构原理如图 2 - 115 所示。当系统发生故障时,多路信息显示器上“CHECK ENG”(检查发动机)灯会点亮,以警告驾驶员。同时,通往节气门控制电动机和电磁离合器的电流被切断,则智能电子节气门控制系统不再工作,由回位弹簧将节气门关闭。此时加速踏板带动缓慢状态杆将节气门打开,即使加速踏板踩到底,节气门

开度也不会太大,车辆只能缓慢行驶。

2. 故障检测

(1) 故障显示

新嘉凌志 400 型乘用车采用新型多路信息显示器,如图 2 - 116 所示。当车辆电控单元检测到自身故障或驱动系统部件故障时,便在仪表板的多路信息显示器中显示“CHECK ENG”,与此同时,故障代码便存在发动机 ECU 存储器中,“CHECK ENG”一直显示,直到点火开关转到 OFF 位置,当再打开点火开关时“CHECK ENG”不再显示,但故障代码仍保存在发动机 ECU 存储器中。

(2) 故障代码读取

- ① 将点火开关转到 ON。
- ② 用短接线连接仪表板下面的检查连接器 DLC3 的 13 号(TC)和 4 号(CG)端子,如图 2 - 117 所示。

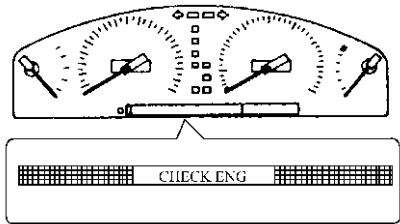


图 2 - 116 仪表板多路信息显示器

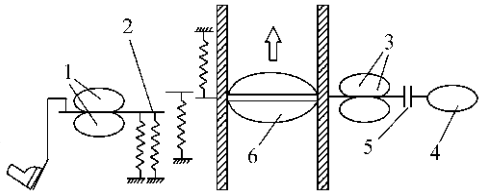


图 2 - 115 失效保护控制系统结构原理

- 1—加速踏板位置传感器;2—缓慢状态杆;
- 3—节气门位置传感器;4—节气门控制电动机;
- 5—电磁离合器;6—节气门。

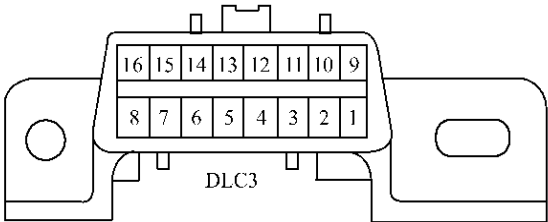


图 2 - 117 检查连接器 DLC3

③ 从多路信息显示器上读取故障代码。

如果多路信息显示器上显示 NO. 89 代码,则根据“ECT SNOW”指示灯的闪烁次数,以读取智能电子节气门控制系统的故障代码。故障代码、故障原因及故障部位如表 2 - 7 所列。

表 2 - 7 智能电子节气门控制系统故障代码

故障代码	故障原因	故障部位
21	节气门控制电动机电路故障	节气门控制电动机电路开路或短路 节气门控制电动机 发动机 ECU
22	电磁离合器电路故障	电磁离合器电路开路或短路 电磁离合器 发动机 ECU
23	智能电子节气门控制系统执行器电源电路故障	智能电子节气门控制系统电源电路开路 发动机 ECU
31	节气门控制电动机锁止故障	节气门控制电动机 节气门体 发动机 ECU
32	智能电子节气门控制系统故障	智能电子节气门控制系统发动机 ECU

第六节 电子控制多点 D 型 EFI 系统

1967 年德国波许公司推出一种 D 型电控汽油喷射(EFI)系统应用于轿车上。D 型 EFI 系统是以进气歧管压力传感器检测进气歧管的绝对压力,作为 ECU 计算喷油量的主要参数之一。“D”是德文“压力—Druck”的字头。目前,D 型电控多点汽油喷射系统在国内的进口汽车上已不少见,如丰田、大宇、桑塔纳 2000GLi 等轿车采用。

一、电子控制波许 D 型 EFI 系统

(一) 系统组成

电子控制 D 型 EFI 系统采用以吸入空气流量作为主控制喷油量的参数之一,其汽油喷射系统控制电路如图 2 - 118 所示。

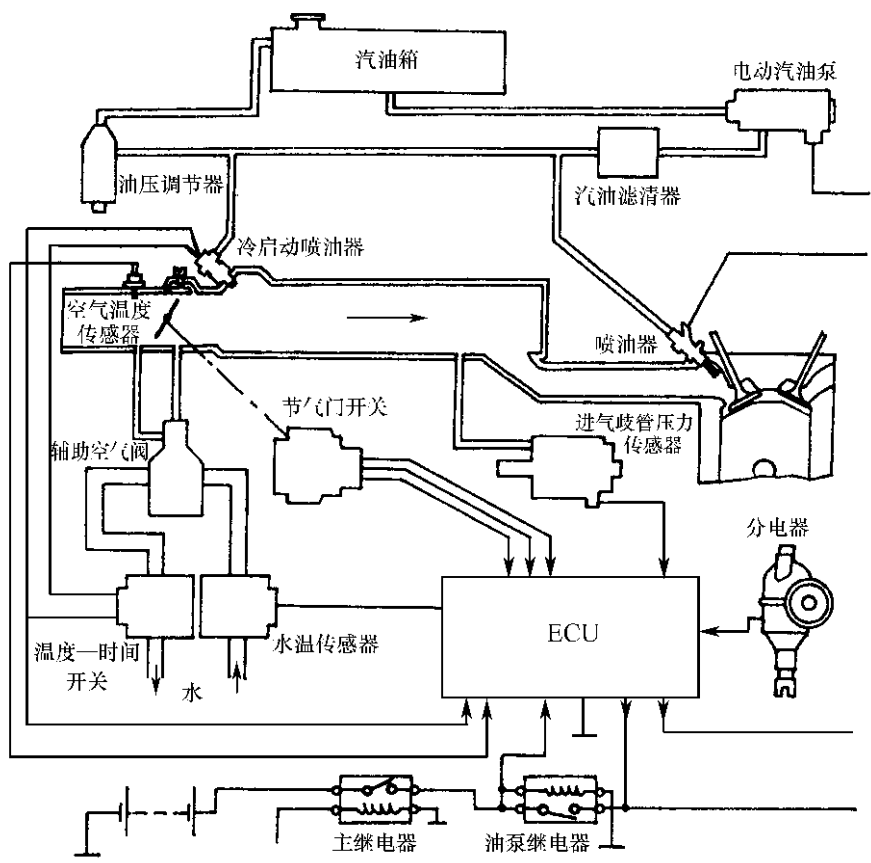


图 2 - 118 波许 D 型汽油喷射(EFI)系统控制电路

(二) 系统结构特点

该系统与 L 型电控多点汽油喷射系统相比较,最主要、最明显的区别在于 L 型装用了空气流量计,用于直接检测进入发动机的空气流量,作为 ECU 计算喷油量的主要依据之一,而 D 型喷射系统装用了进气歧管压力传感器,用以检测进气歧管内的绝对压力,作为 ECU 计算喷油量的主要依据。

之一。其他各传感器的作用、结构以及工作原理均基本相同。压力传感器的结构有以下两种：

① 应变仪压力传感器如图 2 - 119 ,当空气压力增大时 ,硅膜片拱曲变形 ,使各电阻的电阻值发生变化。其中 R_1 与 R_4 阻值增大 , R_2 与 R_3 阻值等量减小。使电桥失去平衡 ,如图 2 - 120 所示 A、B 两端形成电位差 ,从而输出正比于压力的电压信号给 ECU。

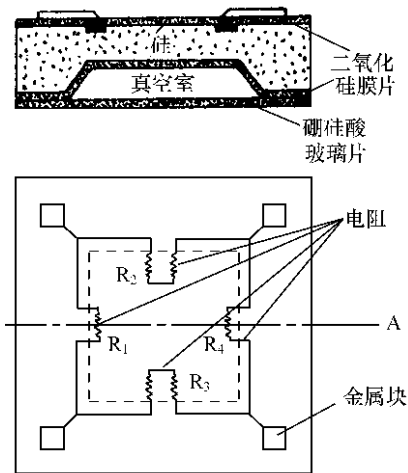


图 2 - 119 应变仪压力传感器

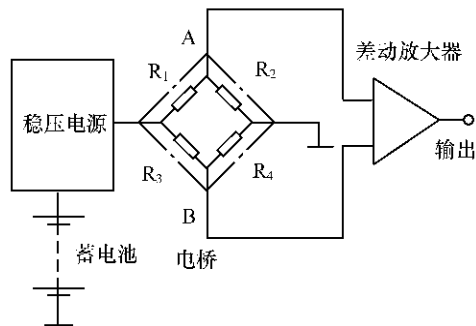


图 2 - 120 应变仪电桥电路图

② 可变电阻压力传感器如图 2 - 121 所示。当压力(进气歧管真空度)发生变化时 ,膜盒变形 ,通过拉杆使可变电阻值发生变化。

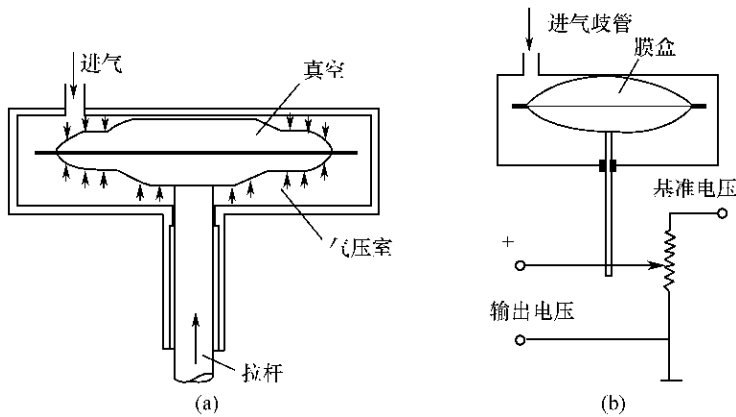


图 2 - 121 可变电阻压力传感器
(a)膜盒测压器 ;(b)可变电阻压力传感器。

二、丰田 2JZ—GE 型发动机 D 型汽油喷射系统

该型发动机主要装于皇冠 3.0 和 CAMRY(卡姆利)轿车。其汽油喷射系统属于电控多点 D 型。该型发动机采用 ECU 集中控制 ,包括点火系统、汽油喷射系统、怠速自动控制、爆震控制以及故障自诊系统等 ,图 2 - 122 所示为丰田皇冠 2JZ—GE 型发动机汽油喷射系统 ,图 2 - 123 所示为 2JZ—GE 型发动机汽油喷射系统电控电路图。汽油喷射系统的组成以及各器件的结构与工作原理基本同于前述喷射系统。

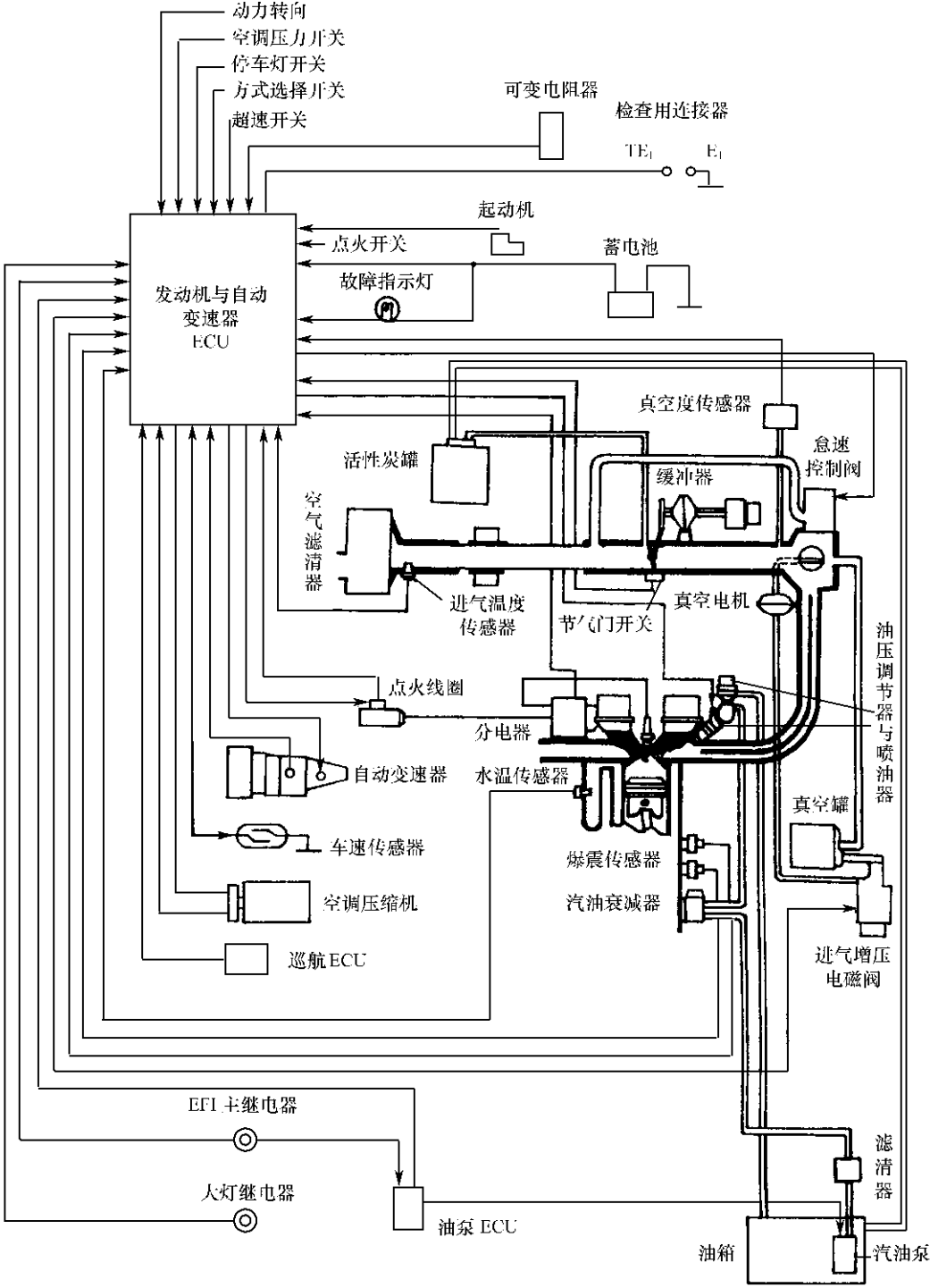


图 2 - 122 丰田 2JZ - GE 型发动机汽油喷射系统

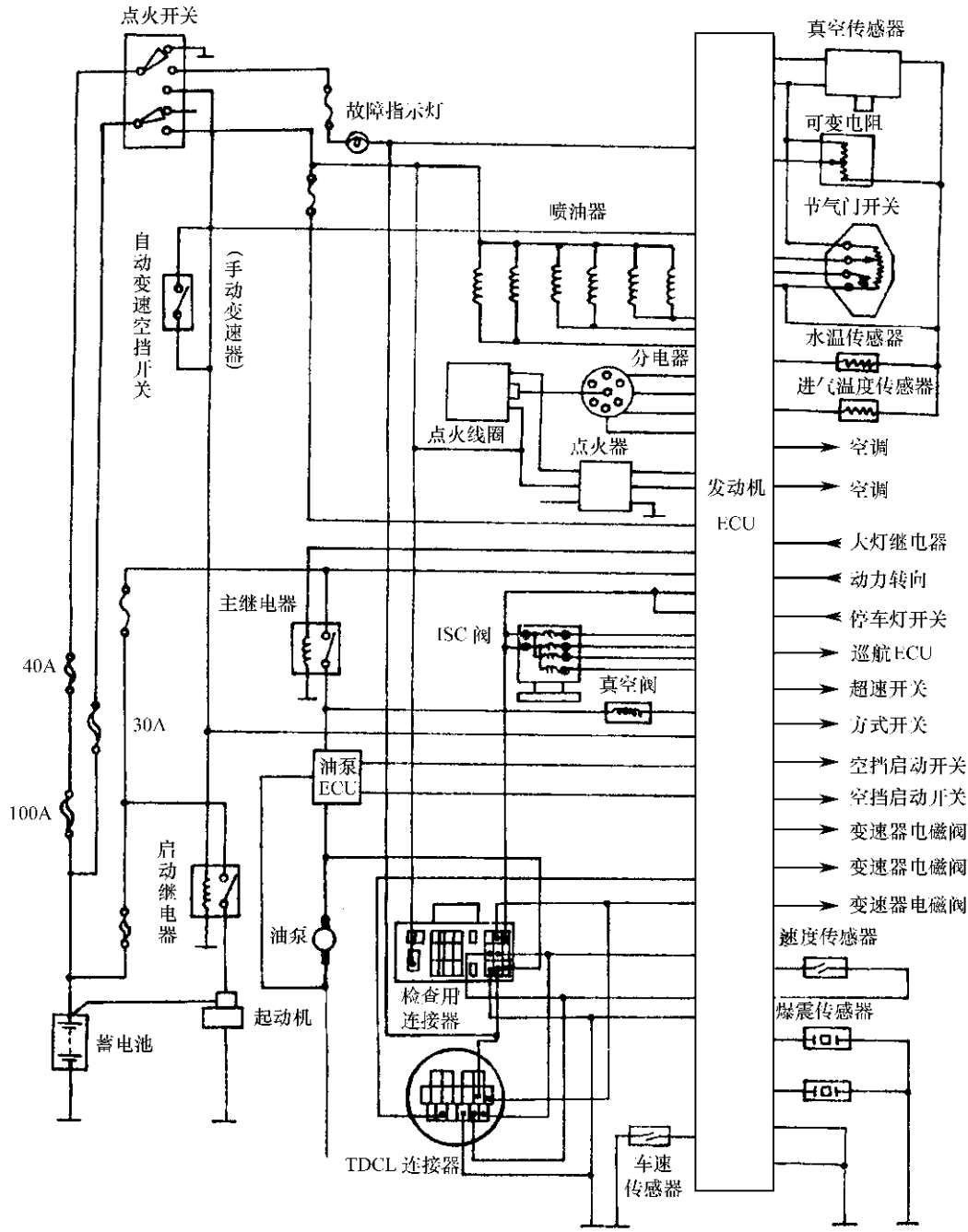


图 2 - 123 丰田 2JZ - GE 型发动机汽油喷射系统电路图

三、大宇轿车多点 D 型汽油喷射系统

该厂牌轿车有多点喷射与单点喷射两类,图 2 - 124 所示为电控多点 D 型汽油喷射系统。该系统各部分的作用、构造以及工作原理,与上述各型汽车相应部分基本相同。

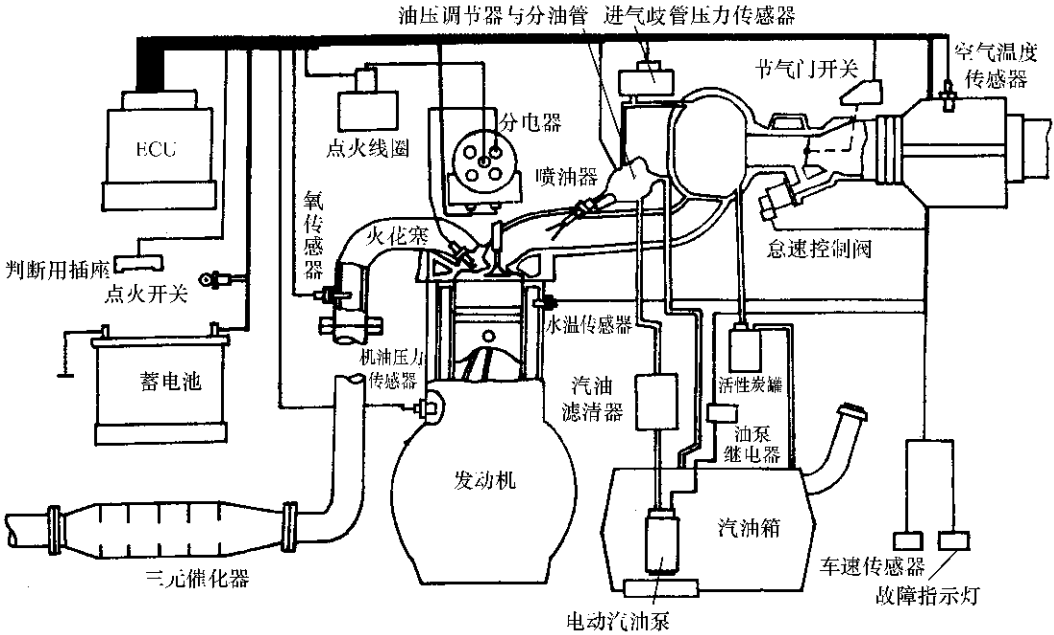


图 2 - 124 韩国大宇轿车多点 D 型汽油喷射系统

第七节 单点电控汽油喷射系统

一、概述

在实际汽车使用的电控汽油喷射系统中 除上述介绍的喷射系统之外 还有一种单点电控汽油喷射系统 即中央电控汽油喷射系统或节气门体电控汽油喷射系统。其特点是 在多缸发动机的节气门体的上方只装用一个(或两个)电磁喷油器 在进气管的适宜处将汽油直接喷入进气气流中。汽油至各缸的分配与化油器相似 是通过进气歧管分支来分配的。具有代表性的单点电控汽油喷射系统有美国通用汽车公司的 TBI 节气门体系统 福特汽车公司的 CFI 中央喷射系统和三菱公司的电控汽油喷射系统。这类装置的喷油器个数、汽油压力、空气流量传感器种类等特征 如表 2 - 8 所列。

表 2 - 8 单点电控汽油喷射系统概况

汽车厂家	通用	福特	克莱斯勒	日产	三菱	丰田
系统名称	TBI	CFI	EFI	EI	ECI	CI
装用车名	塞维利亚 Seville	1980 马克 Mark VII	1981 帝国 Imperial	达特桑 Datsun	华丽埃特纳 Galant	花冠 FF Corona
发动机	4. 1L V8	2. 9L V8	2. 2L 直列 4 缸	2. 4L 直列 4 缸	1. 6L 直列 4 缸	1. 8L 直列 4 缸
喷油器数	2 个同时喷	2 个同时喷	1	2	2	1
供油压力 /kPa	70	265	145 ~ 414	250	247 ~ 255	250

空气流量传感器			卡门旋涡式	热线流速计	卡门旋涡式	
---------	--	--	-------	-------	-------	--

(续)

汽车厂家	通用	福特	克莱斯勒	日产	三菱	丰田
其他	废气再循环 , 怠速马达控制怠速 ,8 位 微机	氧传感器 ,废 气再循环 ,8 位微机	机电式空气 阀 ,爆震控 制 ,氧传感器	温水、蜡式快 怠速凸轮电 磁阀	温水、蜡式快 怠速凸轮 ,氧 传感器 ,8 位 微机	温水 ,蜡式空气蜡阀 , 冷启动阀

单点电控汽油喷射系统的工作原理与多点喷射系统相似 ,其基本控制参数也是空气流量与发动机转速。在 1985 年以后又开发出一种新型的低压单点电控汽油喷射系统 ,其特点是 :喷油压力只有 0. 1MPa ,由于采用了低压喷射 ,降低了对电动汽油泵、电磁喷油器等精密零部件的要求和制造成本 ,而且提高了电控汽油喷射系统的工作可靠性。

这种单点电控汽油喷射系统在使用性能上不及多点式电控汽油喷射系统 ,但它售价低廉 ,结构简单 ,工作可靠 ,维修调整方便 ,有性能价格比高的绝对优势 ,它在 20 世纪 80 年代汽车工业发展中仍有强有力的竞争力 ,特别适用于微型汽车上。在德国汽车发动机上使用多点电控汽油喷射系统已有 30 多年的经验 ,而在 80 年代中后期 ,也发展这种节气门体的单点电控汽油喷射系统供汽车选用。德国波许公司的单点电控汽油喷射系统的整体布置如图 2 - 125 所示。该系统的主要特征有 :

- ① 对于没有设置空气流量计系统的 ,其吸入发动机的空气量是根据当时节气门的开度位置与发动机当时的转速来确定的 ,而对于没有空气流量计系统的 ,其吸入发动机的空气量则由空气流量计的流量信号与发动机的转速信号共同确定。
- ② 该系统只装设一个电磁喷油器 ,而喷油器装于节气门上方进气总管的适宜处 ,喷油压力为 0. 1MPa。

单点电控汽油喷射系统的结构也是由三大部分组成 :汽油供给系统有设置在汽油箱中的电

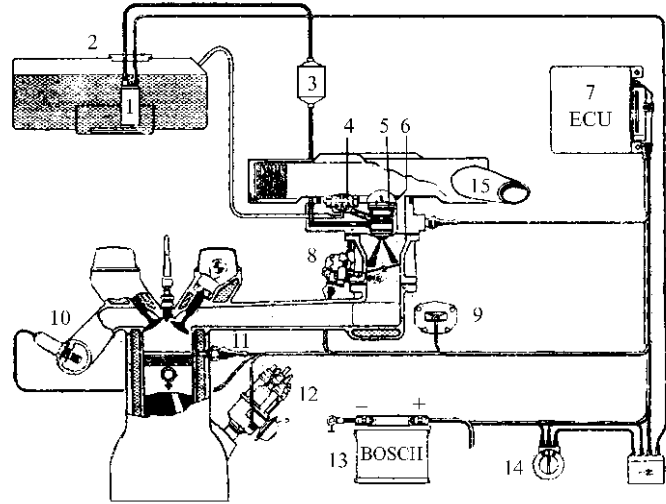


图 2 - 125 单点电控汽油喷射系统

1—电动汽油泵 ;2—汽油箱 ;3—滤清器 ;4—压力调节器 ;5—电磁喷油器 ;
气温度传感器 ;7—ECU ;8—节气门调节电机 ;9—节气门电位计 ;10—λ 传感器 ;
发动机温度传感器 ;12—分电器 ;13—蓄电池 ;14—点火开关 ;15—空气滤清器。

动汽油泵、汽油滤清器、压力调节器及电磁喷油器等 ;空气供给系统有 ,空气滤清器、空气流量器 (计)、节气门体、进气歧管等 ;电控系统有 ECU 及各类传感器等 ,最具有特征性的器件是电磁喷油器、压力调节器、电控 ECU 等。

二、波许单点 L 型汽油喷射系统

(一) 系统的组成

该系统为单点 L 型喷射系统如图 2 - 126 所示。除喷油器与油压调节器外 ,其他各部分的作用、构造与工作原理同上述其他喷射系统。

(二) 油压调节器

① 作用。油压调节器使喷油器的喷油压力与节气门上方空气压力之差始终保持 0. 1MPa 的压力差 ,以便保证可靠喷射。

② 构造。油压调节器与喷油器一起位于节气门体上 ,主要由膜片、弹簧、球阀等组成 ,如图 2 - 127 所示。

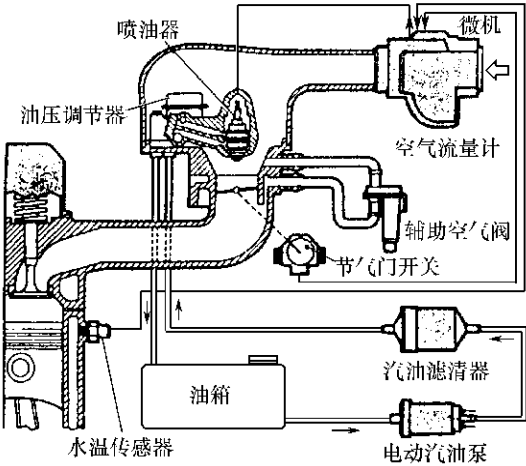


图 2 - 126 波许单点 L 型汽油喷射系统

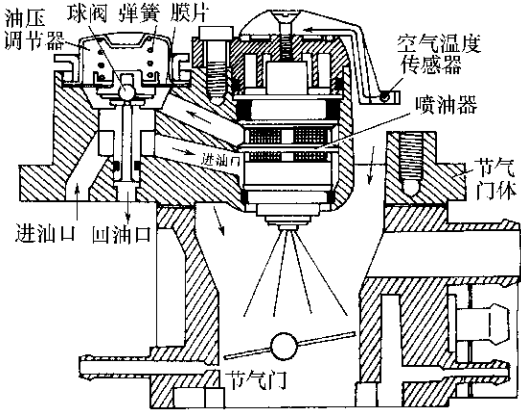


图 2 - 127 油压调节器

③ 工作原理。汽油从进油口进入喷油器与油压调节器膜片下腔。当管路中油压略高于 0. 1MPa 时 ,膜片克服了弹簧的张力向上拱曲 ,球阀开启 ,部分燃油经球阀进入回油管流回油箱 ,使管路中油压下降 ;当油压低于 0. 1MPa 时 ,在弹簧的张力作用下膜片向下拱曲 ,球阀关闭 ,停止回油 ,管路中油压 (喷油油压)回升球阀如此周期性时开时闭 ,使喷油压力与环境压力之差始终保持 0. 1MPa 的定值。

节气门体也是阀片式的 ,但在节气门轴上装有节气门位置传感器。它实际上是一个与节气门轴同轴转动的电位器 ,当节气门开度由 0→100% 变化时 ,电位器的输出电位 (电阻为 0. 9kΩ ~ 4. 1kΩ)将连续变化 ,此输出电位经 ECU 整形放大及 A/D 模数转换 ,即可测得节气门的开度值。

(三) 喷油器

该喷油器为电磁控制式 ,故该系统称为电控喷射系统。喷油器的主要组成部分是电磁线圈、衔铁、球阀与喷孔。为了有利于汽油喷射雾化 ,喷油器带有 6 个倾斜的喷孔。当微机发出指令使

喷油器电磁线圈通电后,半球形球阀被吸起,燃油即可从 6 个倾斜的喷孔喷出。当电磁线圈断电后,磁场消失,在弹簧张力作用下使球阀关闭,停止喷射。电磁喷油器结构如图 2 - 128 所示。这种喷油器与普通高压喷油器比较,其特点是:

① 喷油器的头部采用了球阀结构,从而降低了制造成本,提高了使用可靠性。

② 由于采用了扁平形衔铁,使阀门的运动惯量减小,使阀门的开闭时间可降低到 1ms 以内,而且还具有较好的重复性,从而改善了喷油量在小流量区工作的线性度,使发动机怠速性能得到改善;

③ 由于采用 6 个倾斜的径向布置的计量喷孔和锥形体的喷腔,使喷出的汽油呈 45°的锥形旋流,该旋流与喷腔壁面碰击后进入进气流中促进了汽油的均匀雾化。

电磁喷油器各用一个球阀和扁平衔铁用激光技术熔焊在一起,球阀下端有阀座,在球阀上方设有一个压缩弹簧和一个电磁线圈。当驱动电流通过线圈时,产生的磁吸力克服弹簧压紧力将球阀吸离阀座,使汽油从计量喷孔喷出。当驱动电流消失时,在弹簧力作用下球阀将落座而停止喷油。

(四) 各种传感器

单点电控汽油喷射系统的发动机上设置各种传感器,其作用是随时检测到各个重要的表征发动机运行工况的参数,并将这些参数通过电信号输入 ECU 中。

① 发动机转速信号,由发动机点火频率确定,通过分电器点火装置向 ECU 提供发动机的转速信号;

② 节气门开度信号,由节气门位置传感器测定。在节气门体上设有一个节气门电位计,当驾驶员踩下加速踏板将节气门打开时,发动机就处在一定工况下运行,在这个工况点进入发动机的空气量就由此时节气门位置与转速确定。节气门电位计检测到节气门开启角度位置,并通过一个电压信号输入 ECU 进行处理;

③ 空气流量信号,由空气流量传感器测定。吸入发动机空气的密度取决于其温度,空气温度的变化使实际吸入发动机的空气量也随之变化,因此,在节气门体的吸气道中设有一个温度传感器,随时检测吸入空气的温度,并以电信号输入 ECU 中来校正因空气温度不同对配剂量所带来的影响;

④ 发动机温度信号,由装设于发动机冷却系统中的温度传感器来检测发动机运行时的温度,并以电信号输入 ECU 中,从而校正汽油配剂量;

⑤ 蓄电池电压信号,由蓄电池端电压直接输入 ECU。当蓄电池端电压下降不足时,会使电磁喷油器的工作灵敏度变差而影响其正常工作喷油量。为弥补电磁喷油器反应滞延,ECU 也通过喷油量的改变,自动校正由蓄电池供电电压波动所带来的影响。

(五) 电子控制器(ECU)

ECU 是电控汽油喷射系统中最核心的部件,美国通用汽车公司单点控制汽油喷射系统的方框组成,如图 2 - 129 所示。

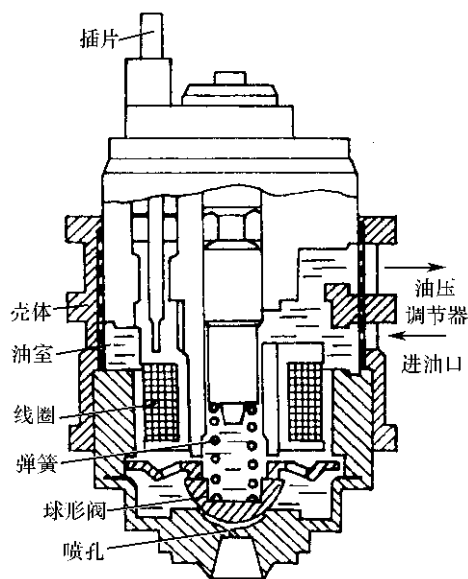


图 2 - 128 电磁喷油器结构

车上广泛采用。

(六) 控制电路

控制电路系统主要有信号处理电路、模拟量输入电路、电磁喷油器驱动电路等。由于上述信号与转速信号是不规则形状的脉冲信号,不能直接输入电控 ECU 进行运算,而需要将信号整形成为 ECU 能够识别的脉冲信号。所以信号处理电路要求保证在发动机低速工况下运行时,信号微弱的情况下使信号不丢失,而在高转速工况运行时,信号又不过强,因为系统是在汽油机高压点火的恶劣环境下工作的,更需要该信号处理电路具有较强的抗干扰能力,以确保系统工作的高可靠性。

模拟量输入信号有进气温度、冷却水温度、节气门的开度位置、蓄电池端电压等。这些信号都是电信号模拟量,都需要分别经过相应的处理电路用模/数(A/D)转换变成数字量信号后,才能输入 ECU 进行运算。

由各种传感器检测到的各个表征发动机工况的信号输入 ECU 后,经过运算或处理后输出喷油脉冲信号,还必须通过功率放大电路,才能有效地正确控制电磁喷油器的开启与关闭。为了保证系统有良好的工作性能,除了要求喷油器有良好特性外,还应具有一个工作可靠的电磁喷油器驱动电路,图 2 - 130 所示是一种实用的电磁喷油器驱动电路方案及工作时的驱动电流波形。要求在该驱动电路设计中,有足够的功率输出以保证喷油器的正常工作;且有快速的响应特性,以保证发动机在高速时也能正确放大喷射脉冲信号;电磁喷油器是一种感性负载,因此要求驱动电路还应具有良好的抗感性负载干扰的能力。为减少喷油器开启与关闭所需要的时间,要求驱动电路应具有良好的开关特性。因为在单点电控汽油喷射系统中,如以 4 缸发动机为例,采用顺序喷射方式,即每个汽缸的吸气行程中喷一次,一个工作循环共喷 4 次,如图 2 - 131 所示。即电磁喷油器每次最大的喷油曲轴转角只有 180°,当发动机转速为 4600r/min 时,则相应的最大喷油时间仅有 6.5ms。由于喷油器每次的最大喷油时间极短,除了对喷油器结构上采取措施外,在其驱动电路上,也应力求在喷油器开启期间适当加大电流,使喷油器中的电磁线圈迅速励磁,将喷油器急速开启,而在喷油器开启之后,只提供保持电流即可,这样有助于喷油器迅速关闭,可节省耗电。

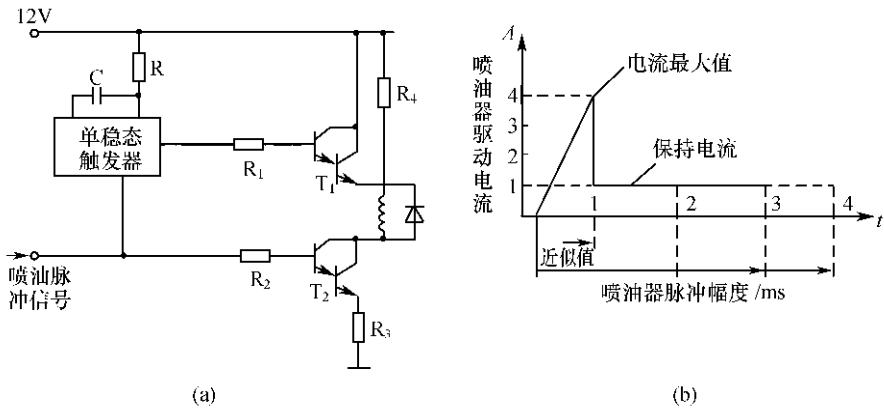


图 2 - 130 电磁喷油器驱动电路及电流波形
(a)驱动电路;(b)驱动电流波形。

电磁喷油器驱动工作由 ECU 输出的喷射脉冲信号经过电平转换后,分别输入单稳态触发器

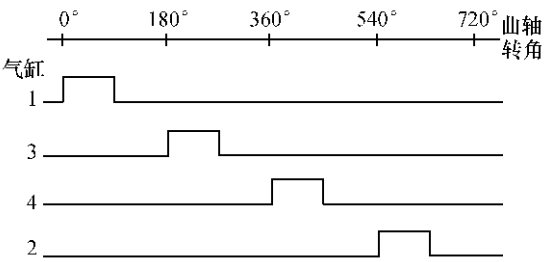


图 2 - 131 单点电控喷油器的喷油顺序

和功率放大管 T_2 ,由单稳态触发器输出的窄脉冲进入功率放大管 T_1 ,这两个功率放大管均工作在截止或饱和状态。当单稳态触发器输出的窄脉冲使功率放大管 T_1 导通而处于饱和状态时 ,相当于电阻 R_4 短路 ,这时提供电磁喷油器的开启电流。通过调节 RC 常数即可得到适当的喷嘴开启脉冲宽度。当单稳态触发器提供的喷嘴开启脉冲宽度消失时 ,功率放大管 T_1 处于截止状态 ,这时只向电磁喷油器提供保持电流 ,直至喷射脉冲消失时 ,功率放大管 T_2 也由饱和状态变为截止状态 ,保持电流消失 ,电磁喷油器即关闭。

三、大宇轿车单点 D 型汽油喷射系统

(一) 基本结构

大宇轿车部分装用电控单点 D 型汽油喷射系统 ,该系统的组成如图 2 - 132 所示。各组成部分的作用、构造及工作原理基本与上述各型喷射系统的相应部分相同。进气歧管压力传感器为应变仪式 ,结构如图 2 - 133 所示 ,工作原理同前所述。喷油器的构造见图 2 - 134 所示。

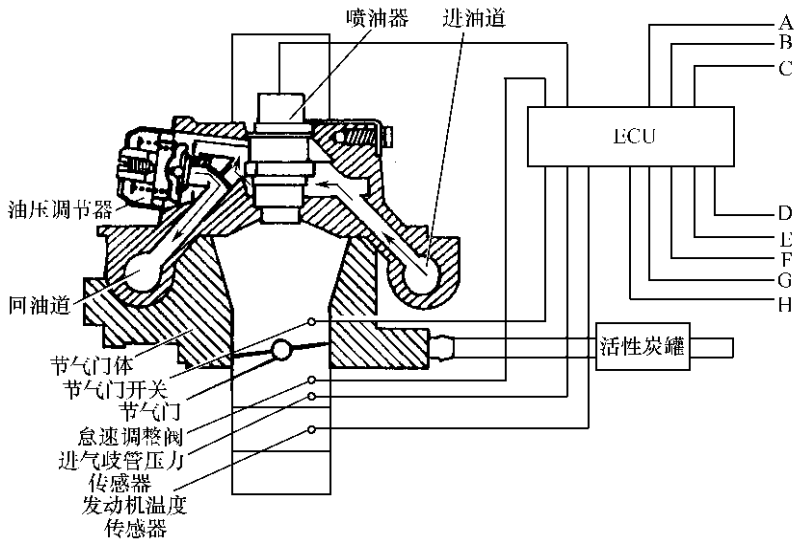


图 2 - 132 大宇轿车单点汽油喷射系统

A—燃油流量计 ;B—发动机故障警告灯 ;C—分电器 ;D—点火线圈 ;E—分电器 ;
F—蓄电池正极 ;H—停车 / 自动变速器空挡开关 ;G—车速里程表传感器。

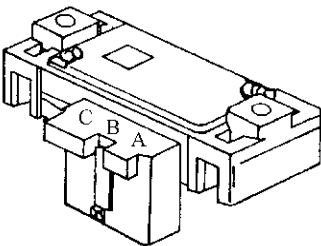
(二) 大宇汽车发动机电控新技术

我国汽车市场的大宇汽车有 :雅典 (LEGANZA)、美男爵 (MAGNUS)、兰龙 (LANOS)及大宇

旅行家等轿车,新款大宇车型都采用了一些新技术及改进措施,使电子控制更简洁精确。

1. 新型进气压力传感器(MAP)

原大宇车型的进气压力传感器都安装在车身右前部,是用一根橡胶管与进气管相连,使用中因胶管老化易开裂而漏气,导致发动机运转不稳,加速无力。而新型进气压力传感器直接插在进气管上,体积非常小,如图 2 - 135 所示,同时也杜绝了上述故障的发生。



2 - 133 应变仪式压力传感器

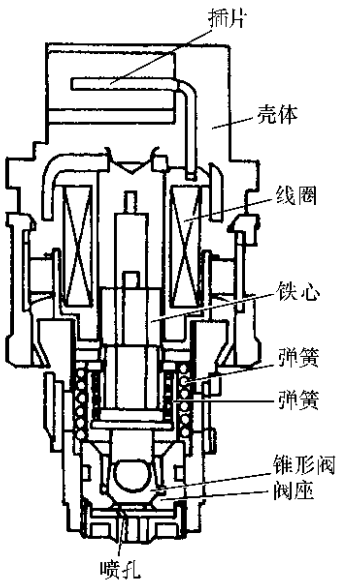


图 2 - 134 喷油器的构造

2. 发动机用新型电控模块(ECM)

新型电控模块增加了爆震传感器(KS)、电控活性炭电磁阀(CCP)、电控尾气再循环(EGR)及汽油辛烷值选择器,使控制更加精确,其电路如图 2 - 136 所示。在 ECM 旁有一个 3 孔插接器,是用于选择不同标号的汽油的。当插接器的 2 脚接地,通过 1、3 脚与 2 脚不同的短接组合完成辛烷值的选择,如表 2 - 9 所列。在我国一般选择 OFF、OFF,即将插接器端子全部断开,可使用 91 号汽油。

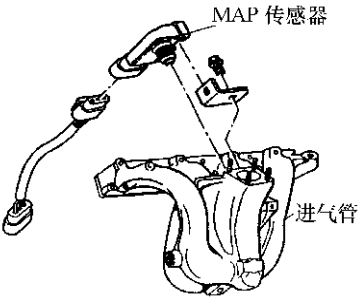


图 2 - 135 新型进气压力传感器

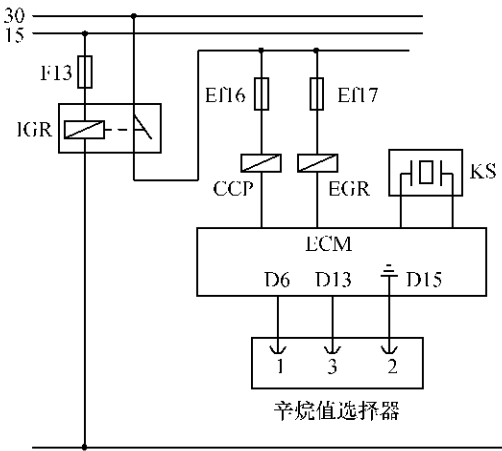


图 2 - 136 KS、EGR、CCP 电路

F13—驾驶室内 13 号保险丝；
E16/E17—发动机室内 16/17 号保险丝；
IGR—点火继电器；ECM—发动机电控单元；
CCP—活性炭罐电磁阀；EGR—电控尾气再循环阀；
KS—爆震传感器。

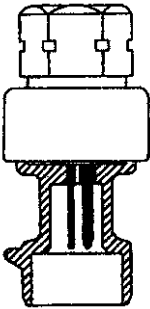
表 2 - 9 辛烷值选择关系

辛烷值 选择器	95	91	87	83
1 脚(ECM D6)	OFF	OFF	ON	ON
3 脚(ECM C13)	ON	OFF	OFF	ON

在安装爆震传感器时应注意 :传感器与水平线成 30°角 ,拧紧力矩为 20N · m。

3. 空调控制

原大宇汽车空调系统的高压管上有两个压力开关 :一个是高/低压组合压力开关 ,当空调系统压力过高(>3. 17MPa)或过低(<0. 21MPa)时 ,压力开关都断开 ,切断空调机电源 ;另一个是中压开关 ,当压力达到一定值(1. 8MPa)时接通高速挡。而新款大宇轿车空调系统只在高压管上安装一个压力传感器(ACP) ,它将空调管路压力值转变为电压信号并传送给 ECM ,ECM 根据 ACP 信号来决定空调机电路切断和风扇的运转。ACP 的外观形状如图 2 - 137 所示。



空调起控点的压力及电压值规范如表 2 - 10 所列 ,压力传感器 ACP 压力与电压值规范如表 2 - 11 所列。

表 2 - 10 空调起控点压力及电压值

功能		压力 /MPa	电压 /V
低压切断	OFF	0. 21	0. 52
	ON	0. 29	0. 62
风扇高速	OFF	1. 48	2. 38
	ON	1. 90	3. 01
高压切断	OFF	2. 99	4. 56
	ON	2. 39	3. 36

表 2 - 11 ACP 压力与电压值

压力 /MPa	电压 /V	压力 /MPa	电压 /V
0. 1	0. 34	2. 0	3. 16
0. 5	0. 94	2. 5	3. 89
1. 0	1. 68	3. 0	4. 63
1. 5	2. 42		

4. 风扇控制

风扇控制电路改进有 :

① 散热器风扇有两个 ,风扇的转速也有两挡 ,由 ECM 通过低速继电器、高速继电器和串/并联继电器控制风扇的运转 ,即风扇的高、低转速不是由调速电阻控制的 ,如图 2 - 138 所示。当 ECM 之 A9 脚接地时 ,两个风扇串联运转为低速挡 ,当 ECM 之 A9 和 B4 同时接地时 ,两个风扇并联运转为高速挡。

② 取消了控制风扇运转的温度开关 ,由 ECM 根据冷却液温度传感器(CTS)信号控制风扇的运转。当发动机过热时 ,空调机也由此信号来控制。起控温度规范值如表 2 - 12 所列。

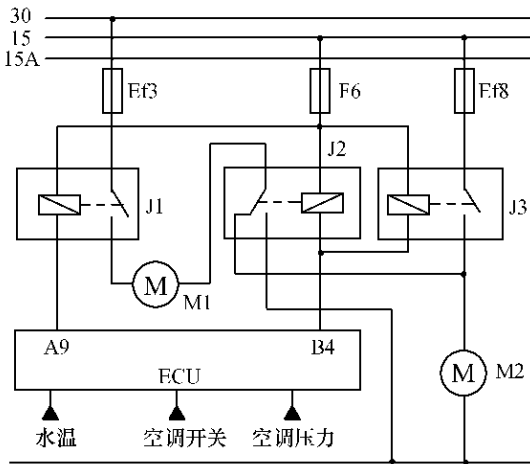


图 2 - 138 风扇控制电路

J1—风扇低速继电器 ;J2—串 / 并联控制继电器 ;
J3—风扇高速继电器 ;M1—风扇 1 ;M2—风扇 2。

表 2 - 12 起控温度值 ()

项目		开	关	备注
风扇	低	96(93)	93(90)	括号内为 DOHC
	高	100(97)	97(94)	
空调切断		115(112)	118(115)	
115(113)		112(110)		

表中 4

的 PE 模式即为动力加强模式 ,当发动机温度上升超过规定值时 ,ECM 控制喷油量增加 ,使空燃比 A/F 固定为 12.5 : 1 ,以使发动机温度降低。

5. 进气管长度可变

大宇蓝龙 1. 6L/DOHC 发动机采用可变长度进气管 (VGI 系统) ,VGI 的工作状况及参数如表 2 - 13 所列 ,其动作条件是 :

- ① 发动机转速超过 4400r/min ;
- ② 节气门开度大于 17% ;
- ③ 发动机及环境温度高于 - 27 。

以上条件须同时满足。

6. 无分电器直接点火系统 (DIS)

新型无分电器直接点火系统 (DIS) 的控制电路如图 2 - 139 所示。与原 DIS 系统比较 ,新系统改进特点有 :

- ① DIS 模块与 ECM 模块的连线只有两条 ,即 ESTA 和 ESTB ,分别控制 2、3 缸和 1、4 缸点火 ,取消了原点火系统的 REF 和 B_y - pass 两条连线 ,无论是启动还是运行时 ,点火时刻都由 ECM 控制。
- ② 曲轴位置传感器 (CPS) 信号直接输入 ECM ,而原车型 CPS 信号则是给 DIS 模块控制。

表 2 - 13 VGI 工作状况及参数

发动机转速	控制阀	进气道长度 /mm	膜片	电磁阀
低	关	543	动作	开
高	开	204	不动作	关

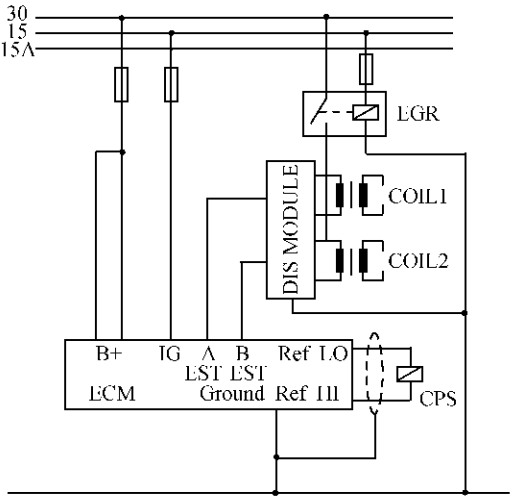


图 2 - 139 新型无分电器直接点火系统

ECM—电控单元 ;EGR—点火继电器 ;
CPS—曲轴位置传感器 ;DIS MODULE 及 COIL—点
火模块及点火线圈 (一体) 。

第八节 ECU 的其他控制功能

发动机 ECU 除上述控制功能外 ,还有怠速自动控制、电动汽油泵控制、汽油蒸气回收控制、可变进气控制、涡流增压控制、排气再循环控制、三元催化转换控制、自动断电控制及故障自诊断检测等功能。

一、怠速自动控制 (ISC)

1. 怠速控制的原因

怠速控制是为了使电控发动机的怠速工况处于最佳的转速下运转。所谓怠速 ,是指发动机在无负荷 (对外无功率输出) 情况下的稳定运转状态。这时的节气门处于完全关闭状态 ,因而进气管内的真空度很大 ,在节气门开启时汽缸内的气压可能高于进气管道的压力 ,于是废气将膨胀冲入进气管内 ,但由于活塞的下移运动 ,又把这些废气和新混合气一起吸入汽缸内 ,结果汽缸内

的混合气中含有较大百分比的废气成分。为保证这种被稀释过的混合气能进行正常燃烧,就必须供给很浓的混合气(方法是增大些喷油量)。

当汽车行驶中,驾驶员迅速放松加速踏板,节气门突然关闭,此时由于惯性作用,发动机短暂地保持很高的转速,因为进气管内真空度急剧升高,进气管内压力降低,促使附着在进气管壁上的汽油加速汽化,在空气不足的情况下进入汽缸,会造成混合气过浓。为避免这一现象出现,将发动机节气门关闭怠速(急减速时)运转时,供给的汽油量减少一部分。然而依靠驾驶员的脚动作是难以达到要求的,惟一的办法是通过电控 ECU 来实现。

怠速自动控制系统能根据发动机冷却液的温度及其他有关参数,如空调开关信号、动力转向开关信号等,通过怠速控制阀控制节气门旁通的空气流量,使发动机的怠速转速始终处于最佳的状态。怠速控制的实质就是对怠速时充气量多少的控制。

2. 怠速控制的作用

① 实现发动机启动后的快速暖车过程,自动维持发动机怠速在目标转速下稳定运转。ECU 对怠速的控制包括:发动机启动后的控制、暖车过程控制、负荷变化时的控制、减速时的控制等。

② 减少怠速油耗,提高排气净化程度。汽车在交通密集的路行驶,约有 30% 的燃料消耗于发动机的怠速运转工况,严格控制发动机的怠速转速以及怠速时的 A/F(空燃比),不但可降低油耗,而且可降低排气中 CO、HC 和 NO_x 等有害气体的含量,减少对大气环境污染。

③ 满足汽车某些工况的要求,如蓄电池充电不足、使用大功率用电设备、使用空调机、发动机低温运转、自动变速器换挡以及短暂停车等工况时,切需要调节发动机的怠速转速。

3. 怠速控制的方法

怠速控制的方法因车型而异,对电喷发动机而言,目前对怠速控制的基本类型有:

(1) 直接控制空气通路法

直接控制空气通路法有两种形式,即:

① 直接控制节气门关闭位置的节气门直动式,如图 2 - 140(a)所示。

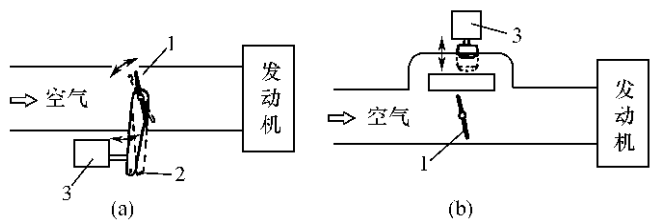


图 2 - 140 两种空气量控制方式的原理示意图

(a)节气门直动式;(b)旁通空气式。

1—节气门;2—节气门操纵臂;3—执行元件(传感器)。

② 控制节气门旁的旁通空气道的空气流量(目前最为常见),如图 2 - 140(b)所示。以上两种类型都是通过调节空气通路截面的方法来控制空气流量限制进入汽缸。

旁通空气阀的作用是用来增大或减小旁通空气道的截面,以改变怠速时旁通空气道的空气流量。当阀门开大,旁通空气道截面增大,空气流量就增大,则怠速转速提高。反之,则怠速转速就降低。

当节气门处于正常的怠速位置时,在 ECU 控制下,根据需要调节怠速控制阀的开度,如图

2 - 141所示 ,使一定量的空气绕过节气门 ,从旁通空气道进入各汽缸。同时 ,由于空气流量计已检测到这部分空气量 ,因而也相应增加喷油量 ,使混合气得到加浓。

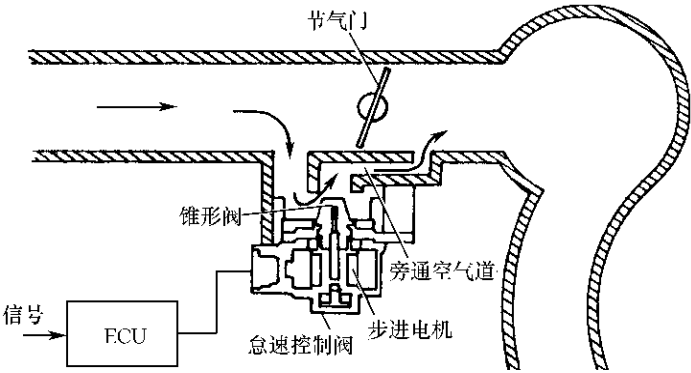


图 2 - 141 怠速控制阀

(2) 步进电机控制法

① 怠速控制原理。

目前 ,大多数汽车采用步进电机控制怠速转速 ,使发动机在不同怠速工况下 ,都处于最佳的怠速转速运转。步进电机由 ECU 进行控制 ,而 ECU 根据传感器送来的信号运作 ,如图 2 - 142 所示。步进电机型怠速控制阀结构如图 2 - 143 所示。阀 2 固定在阀杆 4 上 ,阀杆的一端有螺纹 ,旋入步进电机的转子中 ,当转子旋转时 ,由于阀轴受到挡板的约束 ,阀随阀轴一起做轴运动 ,这样就改变了阀与阀座之间的距离。步进电机有 4 组励磁线圈 ,如图2 - 144所示。改变励磁线圈通电顺序 ,就可以改变步进电机的旋转方向。线圈每通一次电 ,转子转过一步 ,阀共有 125 种不同的开启位置 ,ECU 通过控制 4 个三极管的导通与截止来控制励磁线圈的通断。这种怠速控制阀还可以用来控制发动机的怠速 ,而不需要空气阀。

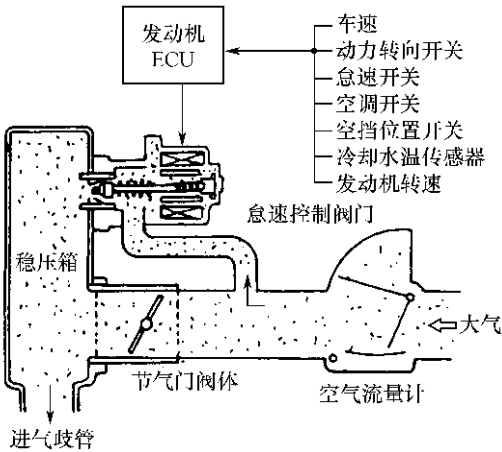


图 2 - 142 步进电机型怠速控制系统

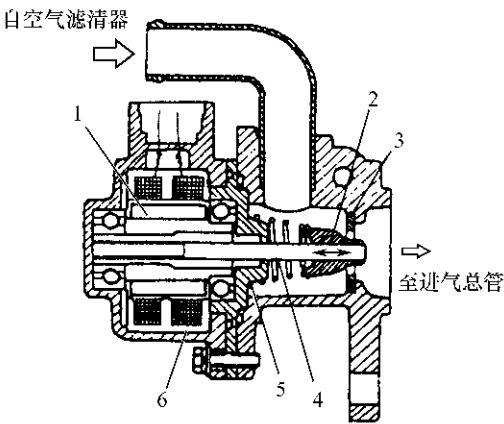


图 2 - 143 步进电机型怠速控制阀结构

—转子 ;2—阀 ;3—阀座 ;4—阀杆 ;5—挡板 ;6—定子。

② 怠速控制过程。

a. 启动初始位置的设定。为了改善发动机的再启动性能 ,在发动机点火开关关断后 ,ECU 控制怠速控制阀全部打开 (125 步) ,为下次启动做好准备。为使怠速控制阀在发动机下次启动

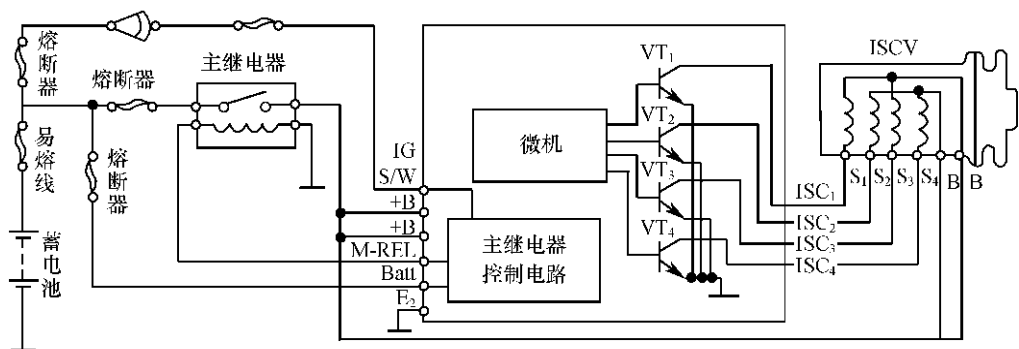


图 2 - 144 步进电机控制原理电路

时完全处于全开状态，在点火开关关断后，必须继续给 ECU 和怠速控制阀供电。而 ECU 内部的主继电器控制电路通过 ECU 的 M-REL 端给主继电器继续供电，使其保持接通状态，继续向 ECU 和怠速控制阀供电，待怠速控制阀启动初始位置设定后，M-REL 才断电。这样发动机再启动时，由于怠速控制阀全开，旁通空气量大，发动机容易启动。

b. 暖机时的控制。发动机启动后，若怠速控制阀仍保持全开，转速就会升得过高，此时，ECU 根据发动机水温传感器的信号，调节怠速控制阀的开度。当水温升高时，怠速控制阀的开度逐渐减小。当水温达到 70℃ 时，快怠速暖机控制过程结束。

c. 发动机转速变化的预控制。当空挡启动开关、空调开关的接通或断开时，都将使发动机的负荷立即发生变化。为了避免怠速转速的波动，在发动机转速出现变化前，ECU 控制怠速控制阀开大或减小一个固定的距离（步）。

d. 电器负载增多时的怠速控制。当使用的电器增多时，蓄电池端电压将降低，为保证 ECU 的 +B 和点火开关 1GS/W 端正常的供电电压，需要相应地增加旁通空气量，提高怠速转速。

e. 反馈控制。当发动机的实际转速与 ECU 存储器中存放的目标怠速转速相差超过 20r/min 时，ECU 控制怠速控制阀相应地增减旁通空气量，使发动机的实际转速与目标转速相同。

f. 学习控制。ECU 通过步进电机的正、反转的步数决定怠速控制阀的位置，调整发动机的怠速。由于发动机在使用过程中的技术性能会发生变化，虽然步进电机控制阀门的位置不变，怠速转速也可能与初始的数值不同，ECU 用反馈控制方法输出信号，使发动机转速达到目标值。ECU 将此时转速所对应的步进电机转过的步数存储于备用存储器中，在此后的怠速控制中使用。

（3）旋转电磁阀控制法

① 怠速控制原理。旋转电磁阀式怠速控制电路如图 2 - 145 所示。在整个怠速范围内，ECU 根据发动机冷却液温度传感器输入的信号，确定发动机所处怠速工况的占空比，对怠速进行控制。

怠速控制基本原理如图 2 - 146 所示。阀轴上固定着一个圆柱形的永久性磁铁，永久性磁铁放在两个可通电的线圈 T_1 和 T_2 之间。 T_1 和 T_2 分别由 ECU 控制其通断。当永久性磁铁的磁场与线圈 T_1 和 T_2 所产生的磁场相互作用时，使圆柱形的永久性磁铁偏转。阀安装在阀轴的中部，

当阀轴随永久性磁铁偏转时 ,便改变了怠速旁通空气通道的流通截面。

所谓占空比是指在一个周期内 ,通电时间与周期的比值。ECU 通过占空比信号控制三极管 Tr1 和 Tr2 导通与截止 ,从而控制线圈 T₁ 和 T₂ 的通断。ECU 根据各传感器的信号计算出发动机所处工况的占空比 ,输出相应的控制信号。占空比的大小随发动机的工况而变化。由于占空

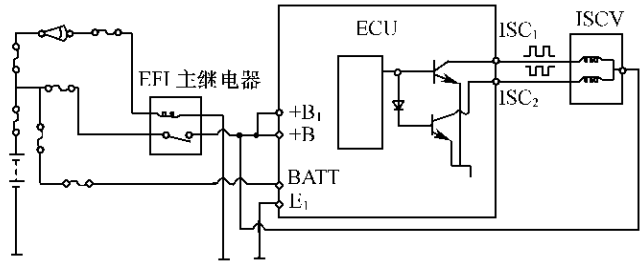


图 2 - 145 旋转电磁阀式的怠速控制电路

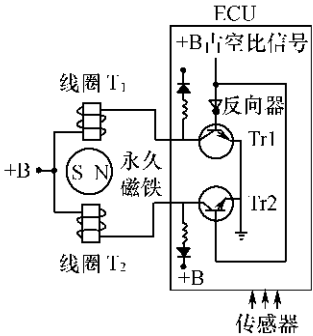


图 2 - 146 旋转型怠速控制阀与 ECU 连接图

比控制信号和三极管 Tr1 之间有反向器 ,故三极管 Tr1 和 Tr2 集电极输出相位相反 ,如当占空比为 50% 时 ,T₁ 和 T₂ 线圈的平均通电时间相等 ,所产生的磁场强度相同 ,与永久性磁铁产生的磁场作用力相互抵消 ,轴停止不转动 ,阀门位置如图 2 - 147(a)所示。当占空比大于 50% 时 ,线圈 T₂ 的磁场强度超过 T₁ 的磁场强度 ,永久性磁铁将转过一定角度 ,如图 2 - 147(b)所示。

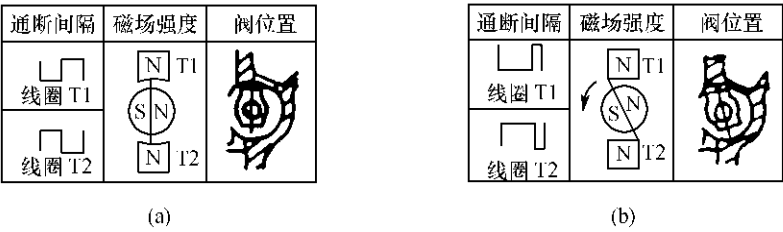


图 2 - 147 不同占空比与阀门位置关系
(a)占空比 = 50% ;(b)占空比 > 50%。

② 怠速控制过程。空调工作时 ,发动机的怠速由怠速升高机构单独控制。

- a. 启动控制。在发动机启动时 ,ECU 根据发动机运行情况 ,从存储器中取出预存的数据 ,控制怠速控制阀的开度。
- b. 暖机时的控制。在发动机启动后 ,ECU 根据冷却水温度 ,控制发动机在暖机过程中怠速转速的变化。
- c. 发动机转速变化时的控制。在发动机怠速运转时 ,如空挡启动开关接通或某种负载较大的电器立即工作 ,会使发动机的负荷改变 ,此时为避免由此引起发动机转速波动或熄火 ,在发动机转速出现变化之前 ,ECU 控制怠速控制阀开大或关小一定的角度。
- d. 反馈控制。发动机启动后 ,当满足反馈条件 (如怠速触点闭合、车速低于 2km/h、空调开关断开)时 ,ECU 将根据发动机实际转速与存储器中预先设定的目标转速进行比较 ,如果发动机的实际转速低于目标转速 ,ECU 控制怠速控制阀将阀门开大 ;反之 ,如果发动机的实际转速高于

目标转速时,则将阀门关小。

e. 学习控制。旋转电磁阀式怠速控制是根据占空比信号控制阀门的转动角,来达到调节发动机怠速转速的目的。但由于发动机在整个使用期间,其技术状况会发生变化,尽管控制的占空比仍保持在某一值,然而发动机的怠速转速和使用初期数值已不一样。此时 ECU 可在反馈控制的基础上,进行学习修正,将怠速转速调整到目标值。当目标怠速达到后,ECU 将其占空比存入备用的存储器中,在以后的怠速转速控制中作为这一工况下控制占空比的基准值。

(4) 占空比控制真空开关阀

① 怠速控制原理。占空比控制真空开关阀控制电路如图 2 - 148 所示。ECU 通过改变脉冲信号的占空比来改变怠速旁通空气量。

ECU 输出脉冲信号控制电磁阀,通电时阀门被吸动,改变了阀与阀座之间的间隙。脉冲信号的占空比越大,阀门便被打开得越大,在暖机期间,快怠速则由空气阀控制。

② 怠速控制过程。

a. 启动控制。为了改善启动性能,当点火开关 STA 接通时,真空开关阀全开。

b. 占空比控制。当怠速触点断开或空调开关闭合时,ECU 输出一定占空比信号,真空开关阀保持旁通空气量不变。

c. 发动机负荷变化时的预测控制。当空调开关或空挡启动开关接通时,ECU 通过改变控制信号的占空比来提高怠速的稳定性。

d. 反馈控制。ECU 改变控制信号的占空比,使实际怠速与 ECU 存储器中预先设定的目标转速接近。

(5) 开关控制型真空开关阀

怠速控制原理。开关控制型真空开关阀的控制电路如图 2 - 149 所示。ECU 根据各种传感器的输入信号控制真空开关阀,使发动机具有最佳的怠速转速。真空开关阀只有两种工况。暖机时快怠速由空气阀来控制。

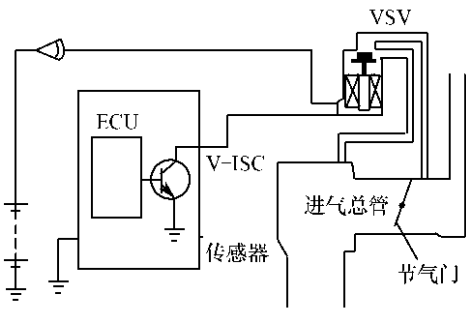


图 2 - 148 占空比控制真空开关阀控制电路

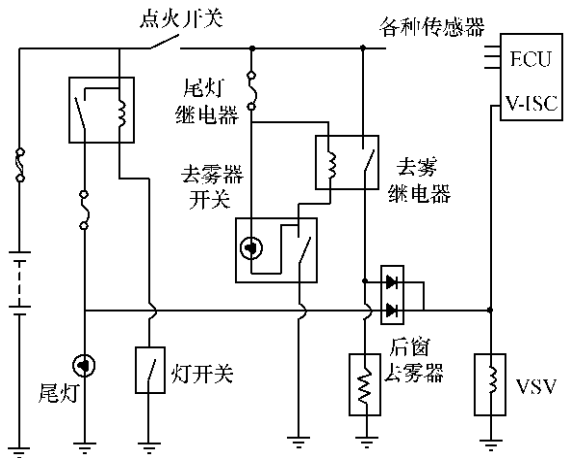


图 2 - 149 开关控制型真空开关阀控制电路

① 断开到接通的条件 : 发动机启动时和刚启动后 , 发动机节气门位置传感器 IDL 触点闭合 , 发动机转速降到预定转速以下 , 节气门位置传感器 IDL 触点闭合 , 从“P”(停车)或“N”(空挡)换成其他挡位后的几秒钟时 , 灯开关接通 ; 后窗去雾器开关接通。

② 接通到断开的条件 :发动机启动后 ,怠速转速已超过预定时间 ;IDL 触点闭合 ,空调离合器分离、发动机转速超过预定值时 ;IDL 触点闭合 ,空调离合器分离 ,从“ P ”或“ N ”挡换到其他挡位的一定时间后 ,发动机转速超过预定值时 ;灯开关断开 ,后窗去雾器开关断开 ;只适用于装有自动变速器的汽车。

二、电动汽油泵的控制

装有电控汽油喷射(EFI)系统的发动机,对电动汽油泵的工作应进行控制。通常电动汽油泵只在发动机启动和运转时才工作,即使点火开关接通而发动机没有转动,电动汽油泵也不会工作。

有的发动机为了控制泵油量,还根据发动机的负荷和转速等工况,对电动汽油泵的转速进行控制。

1. 电动汽油泵开关继电器的控制

对电动汽油泵工作的控制,通常是指对油泵电路断开继电器的控制。继电器触点闭合,油泵通电工作;继电器触点断开,油泵停止工作(运转)。由于 L 型和 D 型 EFI 系统的电动汽油泵控制电路有异,下面分别介绍。

(1) L 型 EFI 系统油泵开关继电器的控制

L 型汽油喷射系统油泵工作控制电路如图 2 - 150 所示。

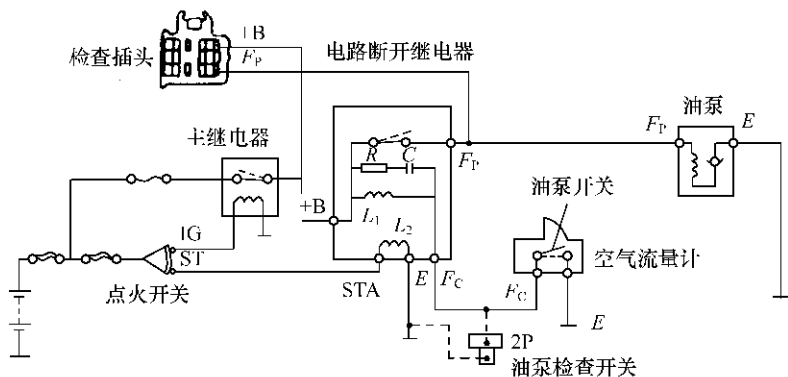


图 2 - 150 L 型 EFI 系统汽油泵控制电路

在 L 型汽油喷射系统中,油泵开关装在空气流量计内。发动机启动时,点火开关的启动端(ST)接通,油泵开关继电器(图中为电路断开继电器)内线圈 L_2 通电,继电器触点闭合,电源向油泵电机供电,油泵开始工作。发动机启动后,吸入的空气流使空气流量计内的翼片转动,空气流量计内的油泵开关接通,继电器线圈 L_1 通电。这时,即使 ST 断开,其继电器触点仍呈接通状态。当发动机由于某种原因停止转动时,空气流量计内的油泵开关断开,继电器线圈 L_1 断电,继电器触点断开,汽油泵停止工作。

从图中还可看出,油泵控制电路中有一检查连接器插座。该插座的其中一个作用,就是检查油泵工作情况时使用的。用跨接线连接插座内的 +B 和 F₀ 端子,当点火开关位于 ON 位置时,

汽油泵就能工作。

(2) D 型 EFI 系统油泵开关继电器的控制

D 型 EFI 系统以及一些采用卡门涡旋空气流量计的发动机 ,其油泵控制电路如图 2 - 151 所示。

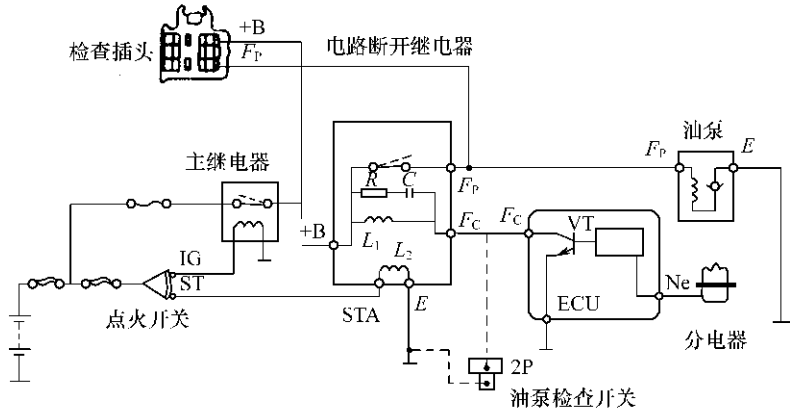


图 2 - 151 D 型 EFI 系统汽油泵控制电路

发动机启动时 ,点火开关的启动 (ST)端接通 ,继电器线圈 L_2 通电 ,其触点闭合 ,油泵通电工作。发动机运转时 ,发动机转速信号 (Ne)输入 ECU ,ECU 内三极管 VT 导通 ,继电器线圈 L_1 通电。因此 ,只要发动机运转 ,继电器触点总是闭合的。ECU 通过发动机转速信号 ,来检测发动机运转状态。如发动机停止转动 ,三极管 VT 截止 ,继电器线圈 L_1 断电 ,其触点断开 ,汽油泵停止工作。

2. 油泵转速的控制

发动机在低速或中小负荷下工作时 ,需要供油量相对较小 ,此时油泵低速运转 ,可减少油泵的磨损、噪声以及不必要的电能消耗 ;发动机在高转速或大负荷下工作时 ,需要供油量较大 ,此时油泵高速运转 ,以增加油泵的泵油量。一般油泵转速控制分低速和高速两级。目前常见到的油泵转速控制方式有以下几种。

(1) 电阻器式

图 2 - 152 为电阻器式油泵转速控制电路。它在油泵控制电路中 ,增设一个电阻器 (降压电阻)和油泵控制继电器 (或电阻器旁路继电器)。发动机工作时 ,ECU 根据发动机转速和负荷 ,对油泵控制继电器进行控制 ,而后者则控制电阻器是否串入油泵电路中 ,以此达到控制电源加到油泵电机上的不同电压 ,进而实现油泵转速变化。

发动机在低速或中小负荷下工作时 ,油泵控制继电器触点 B 闭合 ,电阻器串入在油泵电路中 ,油泵低速运转。当发动机处于高转速、大负荷下工作时 ,ECU 输出信号 ,切断油泵控制继电器线圈电路 ,使继电器触点 A 闭合 ,此时电阻器被旁路 ,油泵电机直接与电源相通 ,油泵处于高速运转。

(2) 专设控制油泵用 ECU 式

该种方式为了对油泵进行控制 ,特别是转速的控制 ,专设一个控制油泵工作的电控单元 ECU ,如图 2 - 153 所示。

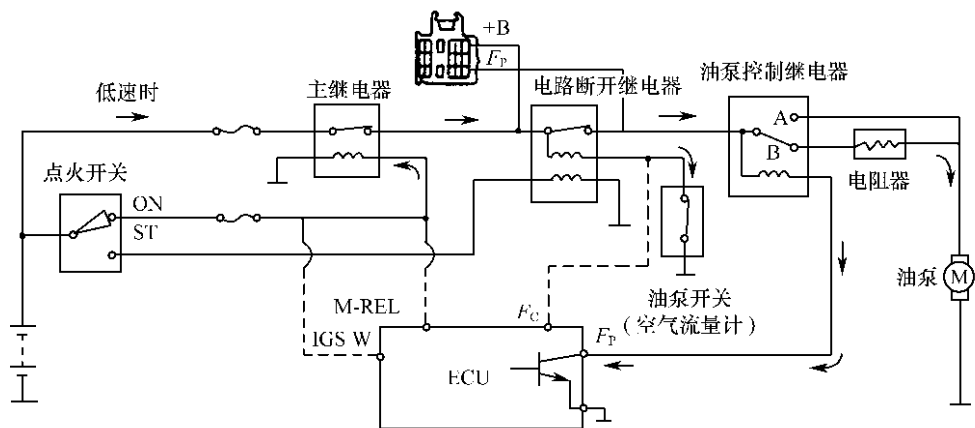


图 2 - 152 电阻器式油泵转速控制电路

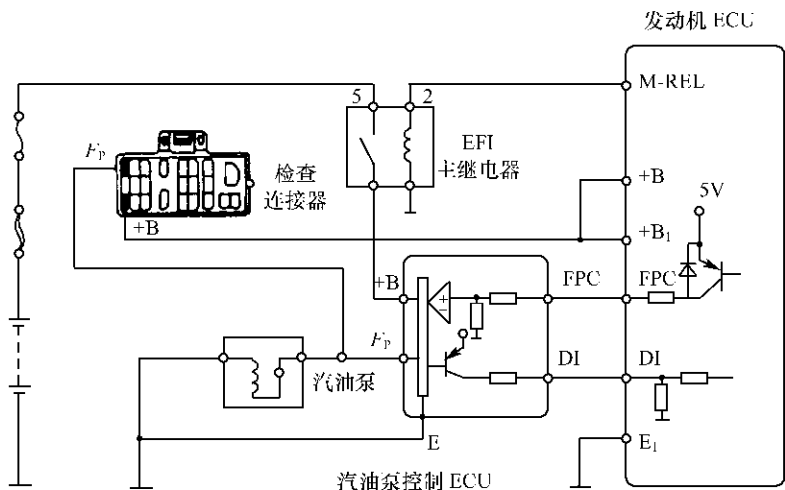


图 2 - 153 专设油泵 ECU 式油泵控制电路

油泵 ECU 对油泵转速(泵油量)的控制,也是通过控制加到油泵电机上的不同电压来实现的。

当发动机在启动阶段或高转速、大负荷下工作时,发动机 ECU 向油泵 ECU 的 FPC 端输入一个高电位信号,此时油泵 ECU 的 F_p 端向油泵电机供应较高的电压(相当于电源蓄电池电压),使油泵高速运转。发动机启动后,在怠速或小负荷下工作时,发动机 ECU 向油泵 ECU 的 FPC 端输入一个低电位信号,此时油泵 ECU 的 F_p 端向油泵电机供应低于蓄电池的电压(约 9V),使油泵低速运转。当发动机的转速低于最低转速(如 120r/min)时,油泵 ECU 断开油泵电路,使油泵停止工作,所以此时尽管点火开关处于接通状态,油泵也不工作。图中发动机 ECU 与油泵 ECU 间的 DI 电路,为油泵 ECU 的故障诊断信号电路。

(3) ECU 直接控制油泵工作电压式

随着发动机功率的增大,油泵的泵油量也必然增大,因而导致油泵消耗的电功率和油泵的噪声都比较大。为了尽可能减少电能的消耗和噪声污染,近年来研制成功一种 ECU 直接控制式,

由 ECU 直接控制油泵的工作电压(驱动电压) ,如图 2 - 154 所示。

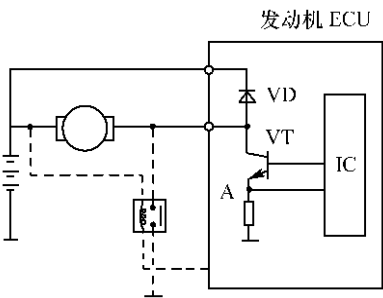
发动机工作时 ,发动机 ECU 原则上根据汽油消耗量 ,需要的回油量和供油装置的温度等 ,通过内部的控制回路 IC ,控制功率三极管 VT 进行高频率(约 20kHz)的导通和截止 ,控制 A 点的平均压降值(分压值) ,使油泵保持在所需的工作电压。油泵工作电压与发动机负荷成正比变化。

图中的二极管 VD 为反馈二极管。在功率三极管 VT 工作中截止的瞬间 ,反馈电流经过二极管构成回路 ,此时不仅可以平缓工作电流 ,而且也可节省电功率。

在 ECU 直接控制方式中 ,有的还装有油泵继电器 ,如图 2 - 154 中虚线所示。装有油泵继电器的油泵工作情况见表 2 - 14 所示。

表 2 - 14 油泵工作情况

点火开关位置	发动机情况	油泵继电器	油泵情况
接通(ON)	未转	断开	工作 5s
	启动	接通 30s	工作
	运转	断开	工作
	熄火后	断开	1s 内 停止工作



154 ECU 直接控制油泵工作电压控制电路

ECU 在进行实际控制时 , 油泵的工作电压主要随发动机转速(r/min)和喷油脉宽(ms)变化 , 如图 2 - 155 所示。

采用这种方式 电功率可节省 40% , 油泵运转噪声也降低很多。

表 2 - 15 为日产汽车 VG30E 发动机各种工况下的油泵工作电压值。

表 2 - 15 各种工况下油泵工作电压值

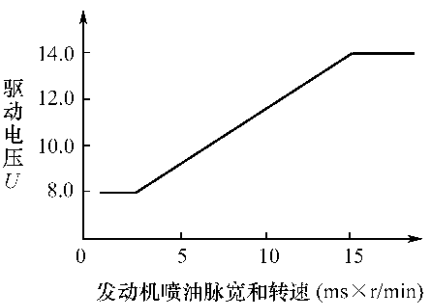


图 2 - 155 油泵工作电压特性

工 况	电压 /V
1. 点火开关转到 ' ON ' 后 5s 内发动机被驱动时 2. 发动机启动后 25. 5s 内(温度超过 50) 3. 发动机温度超过 90 4. 发动机温度低于 10	约 13. 4
除以上情况	9. 4 ~ 13. 4

三、排气再循环(EGR)控制

1. 排气再循环的作用

EGR 控制是将一定量的排气引入进气歧管与新鲜混合气混合后再进入汽缸 , 其目的是加大混合气的热容量 , 降低燃烧温度 , 抑制 NO_x 的生成 , 并对送入进气系统的排气进行最佳的控制。

EGR 系统净化 NO_x 的原理是 排气中的主要成分是 CO₂、N₂ 和 H₂O 等 , 这三种物质的热容量都较高 , 当新混合气与排气混合后 , 热容量也随之增大。在进行相同发热量的燃烧时 , 当排气再循环量(废气量/废气量 + 新混合气量)为 15% 时 , NO_x 可减少 60%。

装用 EGR 系统的汽车 , 因排气回流率的增加 , 将使燃烧稳定性变差 , 燃烧速率减慢 , 而且使 HC 的含量上升 , 发动机输出功率下降。因此应选择 NO_x 排放量多的发动机运转范围进行适量的 EGR 控制。EGR 的控制指标大多采用 EGR 率来表示 , 即

EGR 率 = $\frac{\text{排气再循环(EGR)气体流量}}{\text{吸入空气量} + \text{排气再循环(EGR)气体流量}} \times 100\%$

EGR 率一般控制在 10% 左右 ,因此在启动发动机、低温(50℃ 以下)或升温过程、怠速或小负荷、全负荷或高速保持发动机足够大的动力等工况 ,不宜进行 EGR 循环。

各种厂牌汽车的 EGR 系统都由 ECU 控制 ,如图 2 - 156 所示。其执行机构有 EGR 阀 ,即排气再循环阀 ;冷却液控制的 EGR 阀 ,是一个由发动机温度控制的电磁阀 ,用于控制 EGR 阀真空管路的通断 ;真空放大器是 EGR 阀的另一个辅助装置 ,用于调整、控制 EGR 阀的真空度。影响 EGR 控制的因素主要是发动机的负荷、转速及温度等。

2. EGR 的控制系统

(1) 真空控制式 EGR 系统

真空控制式 EGR 系统如图 2 - 157 所示。图中 TVV 为温度真空控制阀 ,当发动机水温较低时 ,它关闭通往 EGR 阀的真空通道 ,使 EGR 阀无真空作用 ,停止排气循环。

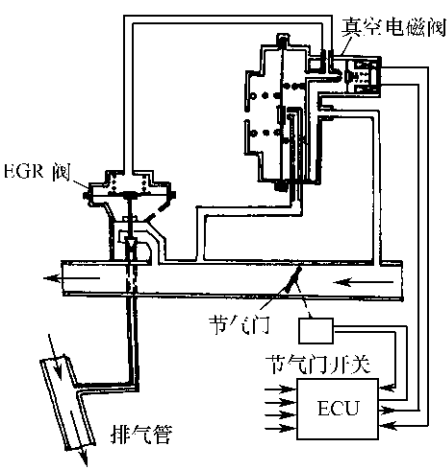


图 2 - 156 排气再循环控制系统

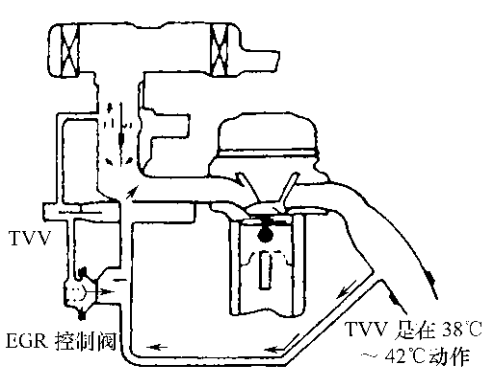


图 2 - 157 真空控制式 EGR 系统

EGR 控制阀的真空通道的开口在节气门的上方 ,发动机怠速及车速在 40km/h 以下时 ,在节气门上方无真空 ,EGR 控制阀关闭 ,排气也不再循环。

当发动机冷却液温度超过设定温度(一般为 38℃ ~ 42℃)后 ,TVV 阀打开 ,如果节气门开度增大 ,EGR 的真空开口处产生真空 ,当真空力大于弹簧弹力时 ,EGR 阀打开 ,一小部分排气流到进气歧管 ,排气进行再循环。而当节气门在全开位置附近时 ,进气歧管的真空度变小 ,EGR 控制阀在弹簧的作用下关闭 ,就使排气停止再循环。

(2) 可变 EGR 率排气再循环(开环式)控制系统

可变 EGR 率排气再循环控制系统如图 2 - 158 所示。其工作原理是 :根据发动机的台架试验确定 EGR 率与发动机转速、进气量的对应关系 ,将有关参数存入发动机 ECU 内的 ROM 中。当发动机工作时 ,ECU 根据各传感器检测到送来的信号 ,确定发动机是在哪一种工况下工作 ,经过查表和计算修正 ,输出适当的指令 ,控制电磁阀的开度 ,以调节排气再循环的 EGR 率。

图中 VCM 阀是一个真空调节阀 ,内有两个电磁阀(一个是排气再循环控制电磁阀 ,另一个是怠速调节电磁阀)。当发动机工作时 ,ECU 根据曲轴位置传感器、节气门位置传感器、水温传感器、点火开关、蓄电池电压等 ,给排气再循环 EGR 控制电磁阀提供不同占空比的脉冲电压 ,使其具有不同的打开度、关闭频率 ,以调节进入 VCM 阀负压室的空气量 ,获得控制 EGR 阀不同开度所需各种真空度 ,从而适应发动机各工况所需不同的 EGR 率。脉冲电压信号的占空比越大 ,电磁阀打开的时间越长 ,进入 VCM 阀负压室的空气越多 ,真空度越小 ,排气再循环控制阀开度越

小 EGR 率也越小。当小至某一值时 ,排气再循环阀关闭 ,整个排气再循环控制系统就停止工作。反之 ,脉冲电压信号的占空比越小 ,EGR 率就越大。

(3) 普通电子式 EGR 控制

如图 2 - 159 所示 ,为日产尼桑车 VG30 型发动机所用的电子式排气再循环控制系统 ,它由排气再循环电磁阀 ,节气门位置传感器、排气再循环控制阀、曲轴位置传感器、发动机的 ECU、水温传感器、启动信号等组成。

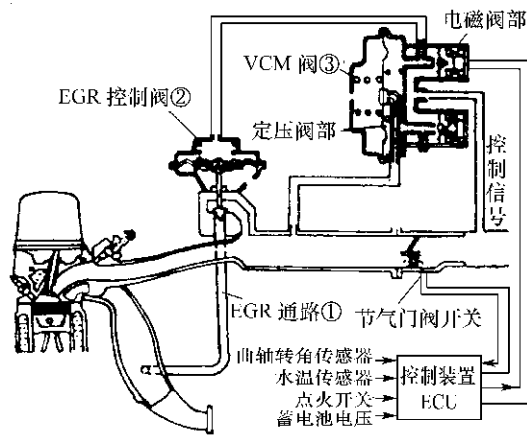


图 2 - 158 可变 EGR 率排气再循环控制系统

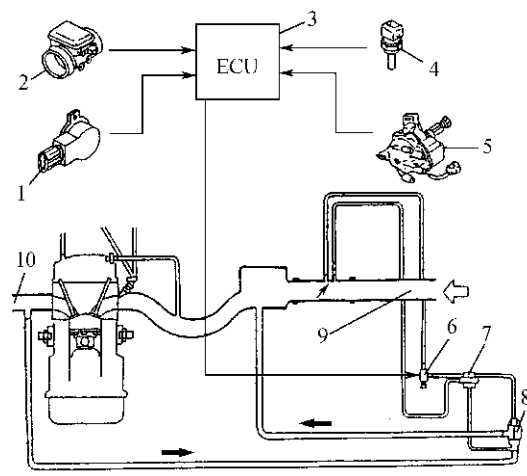


图 2 - 159 ECU 控制排气再循环系统

- 1—节气门位置传感器 ;2—空气流量计 ;
- 3—电脑 (ECU) ;4—冷却液温度传感器 ;
- 5—转速传感器 ;6—电磁阀 ;7—真空调节阀 ;
- 8—EGR 阀 ;9—进气管 ;10—排气管。

其工作原理 :在发动机工作时 ,ECU 根据各传感器 ,如曲轴位置传感器、水温传感器、节气门位置传感器、点火开关等送来的信号 ,确定发动机目前在哪一种工况下工作 ,以输出指令 ,控制排气再循环电磁阀打开或关闭 ,从而控制排气再循环控制阀打开或关闭 ,使排气再循环进行或停止。

具体的工作过程见表 2 - 16 所列。表中所列各种工况下 ,发动机的 ECU 向排气再循环电磁阀供给“接通”信号时 ,电磁阀接通 ,阀门关闭 ,切断了控制排气再循环控制阀的真空通道 ,使排气再循环系统不再进行排气再循环。

表 2 - 16 排气再循环的控制过程

工 况	排气再循环电磁阀	排气再循环系统
发动机启动时 节气门位置传感器的 怠速触点接通时 发动机温度低时 发动机转速 低于 900r/min 高于 3200r/min	ON (电磁阀“接通” , 阀门关闭)	不起作用
除以上工况外	OFF (断开)	起作用

四、二次空气喷射控制

二次空气喷射系统的功用是利用空气泵将新鲜空气经空气喷管喷入排气管或催化转换器 ,使排气中的 CO 和 HC 进一步氧化或燃烧成为二氧化碳 (CO₂) 和水 (H₂O)。

二次空气控制一般分上游气流和下游气流。上游气流是新鲜空气进入排气总管 ;下游气流是新鲜空气进入三元催化转换器的反应室中。空气什么时间进入排气总管或三元催化转换器 ,

是由发动机 ECU 进行控制的。目前采用的二次进气控制系统有空气泵型和脉冲空气型两种。

新型 ECU 控制的二次空气喷射系统如图 2 - 160 所示。空气泵 1 通常由发动机驱动 ,产生的低压空气称作二次空气。进气管通往分流阀和旁通阀的真空度分别由分流线圈和旁通线圈(图中未画出)控制 ,分流线圈和旁通线圈的电流又由电脑控制。图中单向止回阀 11 能防止排气进入二次空气喷射系统。

启动工作状态(包括启动和发动机低温阶段)时 ,ECU 使旁通线圈和分流线圈断电 ,两线圈同时把通向旁通阀和分流阀的真空隔断 ,这时空气泵送出的空气经旁通阀流入大气。

发动机在预热期间 ,ECU 同时使旁通线圈和分流线圈通电。这时进气管真空度分别传送到旁通阀和分流阀。空气泵送出的空气此时经旁通阀流入分流阀 ,再由分流阀流入空气分配管 ,最后由空气喷管喷入排气道。

当发动机在正常的温度下工作时 ,ECU 只使旁通线圈通电 ,通向分流阀的真空度被隔断。这时 ,空气泵送出的空气经旁通阀进入分流阀 ,再经分流阀进入氧化催化转换器。

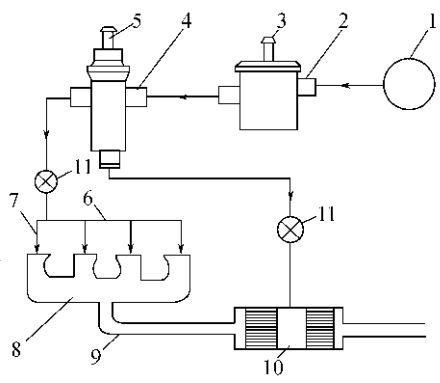


图 2 - 160 二次空气喷射系统

- 1—空气泵 ;2—旁通阀 ;3、5—真空管 ;
- 4—分流阀 ;6—空气分配管 ;7—空气喷管 ;
- 8—排气歧管 ;9—排气管 ;10—催化转换器 ;
- 11—单向止回阀。

五、汽油蒸气回收控制

1. 作用

汽油蒸气回收系统的作用是 :阻止汽油箱内蒸发的汽油蒸气泄漏到大气中污染环境 ,同时也将汽油箱的汽油蒸气进行收集后 ,适时地送入进气歧管 ,与空气混合后进入发动机汽缸燃烧 ,提高燃油的经济性。

汽油蒸气不可小视。据资料表明 ,每辆汽油车每昼夜汽油蒸发量约为 (15 ~ 20)g。如某城市拥有汽车 100 万辆 ,若每昼夜汽油蒸发量按 15g/辆计算 ,经运算全年有 5475t 汽油蒸气飘浮在城市的上空污染着环境。由此可见 ,控制汽油蒸气也是排气净化控制的一项任务。

2. 组成和工作

汽油蒸气回收控制系统的组成 ,随汽车车型和生产年份不同而有差异 ,而现在基本上都采用 ECU 进行控制。如图 2 - 161 所示为别克牌轿车采用的电控汽油蒸气回收系统。该系统由汽油蒸气回收活性炭罐(吸附罐)、电磁阀、三个(1[#]、2[#]、3[#])单向阀、ECU 及相应的管路等组成。汽油蒸气回收炭罐内充满活性炭颗粒 ,它能吸附汽油蒸气中的汽油分子。当汽油箱内的汽油蒸气进入活性炭罐时 ,其分子将被吸附在活性炭表面上 ,而罐内的空气沿活性炭罐下方的排气孔径罐进排气管排入大气中。

活性炭罐上方的进气口通过汽油蒸气管与汽油箱相通 ;出气口经软管与发动机进气歧管相通 ,其间有一个电控电磁阀控制管路的通断。发动机运转时 ,如果电控电磁阀关闭 ,则进入活性炭罐内的汽油分子被活性炭吸附。活性炭罐内设有 3 个单向阀 ,当电控电磁阀开启且控制气路中的真空度较大时 1 号单向阀便开启 ,吸附在活性炭表面的汽油分子重新蒸发后被吸入进气歧管参加燃烧。当汽油箱中的汽油蒸气压力高时 2 号单向阀开启 3 号单向阀关闭 ,汽油箱内的汽油蒸气经汽油蒸气管、2 号单向阀进入活性炭罐 ;反之 ,当汽油箱内出现真空时 2 号单向阀关闭 ,

3 号单向阀和汽油箱盖单向阀均打开,空气经汽油箱单向阀及活性炭罐进气管、活性炭罐、3 号单向阀两处吸入汽油箱。

在日本汽车上装用的汽油蒸气回收控制装置如图 2 - 162 所示。系统中设有一个专门的电磁阀 3 用来控制活性炭罐容器中开启与关闭,使汽油箱 1 中产生的汽油蒸气不直接自然地通向大气扩散,而是把它引入进气歧管内,经过一个充有活性炭的油气储存器 2,吸附发动机在停机状态下从汽油箱内蒸发出来的汽油蒸气。而当发动机运行时,容器内储存的被活性炭所吸附的汽油蒸气适时地重新被吸入进气歧管内进入发动机汽缸。

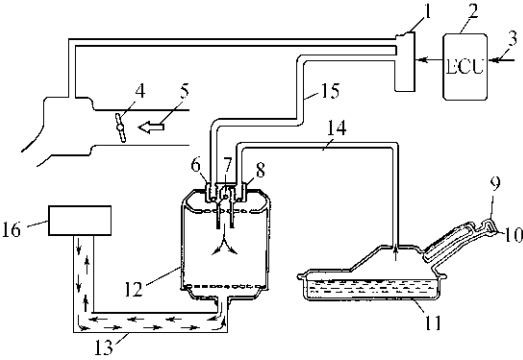


图 2 - 161 电控汽油蒸气回收系统

- 1—电控电磁阀；2—电子控制器；3—传感器信号；
4—节气门；5—进气流；6—1 号单向阀；
7—2 号单向阀；8—3 号单向阀；9—汽油箱盖；
10—汽油箱盖单向阀；11—汽油箱；
12—汽油蒸气回收罐（活性炭罐）；13—活性炭罐进排
气道；14—活性炭罐进气管（汽油蒸气）；15—活性炭罐
出气管（软管）；16—活性炭罐进气管口罩。

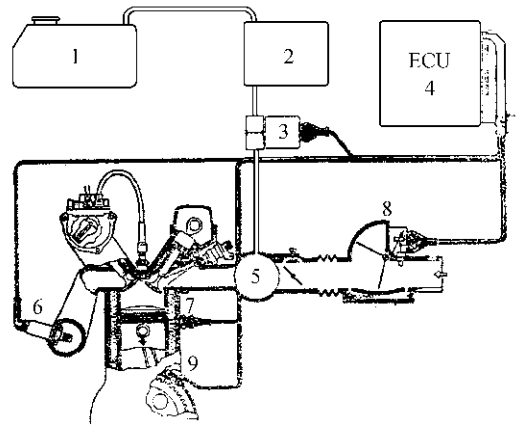


图 2 - 162 汽油蒸气蒸发的控制系统布置

- 1—汽油箱；2—油气储存罐（内有活性炭）；
3—电磁阀；4—ECU；5—进气管；
6—氧传感器；7—发动机温度传感器；
8—空气流量计；9—转速传感器。

3. 汽油蒸气回收控制原则

汽油蒸气回收后进入发动机进气歧管的时机,以及蒸发量必须进行控制,以防止破坏发动机正常工作时的混合气成分,影响发动机正常工作性能。

目前,各汽车生产厂家都采用 ECU 对清除电磁阀进行控制,其基本工作方法都是在清除电磁阀通电时,电磁阀开启,清除电磁阀断电时,电磁阀关闭。但控制清除电磁阀开闭的时机和方法各异,ECU 控制清除电磁阀通电是有一定条件的,即:

① 发动机冷却液温度已高于规定值；② 发动机启动已超过规定的时间；③ 发动机转速高于规定值或车速高于一定值；④ 怠速触点开关处于断开状态；⑤ ECU 不能关闭喷油器（如为防止驱动轮滑转而进行附着力控制）时。

在发动机温度低于正常值,发动机停机及怠速运转时,在 ECU 的控制下,清除电磁阀线圈不通电,电磁阀的阀门处于关闭状态,此时汽油箱中的汽油蒸气被活性炭罐吸收并临时储存。当发动机温度达到正常值及中、高速运转等符合清除电磁阀通电条件时,ECU 使清除电磁阀线圈电路接地通电,电磁阀的阀门开启,储存在活性炭罐内的汽油蒸气经管道被吸入发动机汽缸燃烧。此时由于发动机的进气量较大,少量的汽油蒸气进入发动机不会影响混合气的浓度。

六、可变进气控制

1. 可变进气概念

可变进气系统是利用发动机工作时进气管道的进气动态效应来提高发动机的充气效率,以达到在发动机转速范围内增大发动机的功率和扭矩。所谓进气动态效应即为惯性效应和波动效应共同作用的结果。进气惯性效应是指利用进气行程时进气管内高速流动气体惯性作用来提高充气效率的。

在发动机进气行程前期,由于活塞下行的吸入作用,汽缸内产生负压。新鲜空气从进气管进入,同时传出负压波,经进气门、气道、沿进气管向外传播(速度为声速)。当负压波传到稳压室等空腔的开口端时,又从开口端向汽缸方向反射回正压波。如果进气管的长度和直径适当,从负压波发出到正压波返回到进气门所经历的时间,正好与进气门从开启到关闭所需要的时间配合,即正压波返回到进气门时,正值进气门关闭前,从而提高了进气门的正压力,起到增压作用,达到提高充气量的效果。

进气波动效应是指利用进气门关闭后,进气管内的气体还在继续来回波动的作用来提高充气效率的。在进气门关闭时,进气管的气流还在继续来回波动,在进气管中周而复始地来回传播,致使进气门处的压力时高时低。如果进气管的形状、长度和直径较合适,有利于压力波的反射和谐振,使正压波与下一循环进气过程重合,就能使进气终了时的压力升高,达到提高充气效率的目的。

现代中高档轿车的发动机,如丰田和奥迪轿车发动机采用每缸5气门。本田轿车采用每缸4气门可变4程的配气机构及谐波增压的进气系统,提高了发动机的升功率,缩小了发动机的体积和重量,其目的是力图增加进气冲程的充气量。

2. 可变进气系统控制类型

(1) 奥迪 V6 发动机可变进气系统

图 2 - 163 所示为奥迪 V6 发动机可变进气系统的进气歧管的几何形状。它是在发动机进气歧管内设置一个进气转换阀,它接受 ECU 的控制。其工作原理是:当发动机转速低于 4100r/min 时,每个汽缸进气管道中的转换阀总是处于关闭位置,形成进气路径较长而截面较小的进气通道,如图 2 - 163(a)所示。当发动机转速大于 4100r/min 时,ECU 发出指令使进气管道中的转换阀门开启,构成进气管道路径较短而截面较大的进气通道,如图 2 - 163(b)所示。

(2) 日产汽车发动机可变进气系统

图 2 - 164 所示为日产汽车发动机可变进气系统的原理图。当发动机在低速运转时或小负

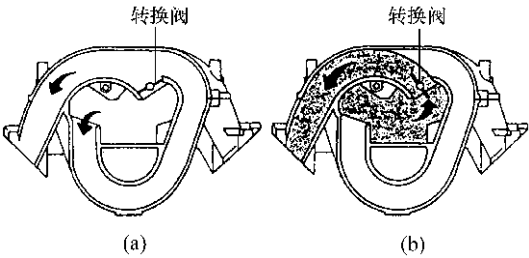


图 2 - 163 奥迪 V6 可变进气系统
(a)转换阀关闭时;(b)转换阀开启时。

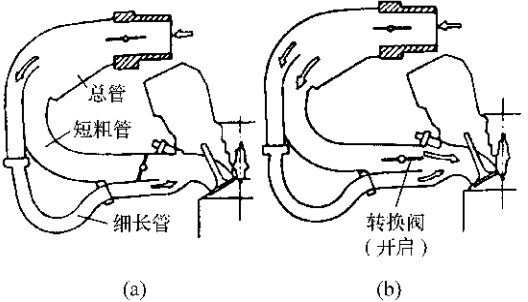


图 2 - 164 日产汽车发动机可变进气系统原理图
(a)中、低速工作时;(b)高速行驶时。

荷工作时 转换阀关闭 如图 2 - 164(a)所示。进气仅能从细长管道通过流入汽缸 ,可以产生强烈的旋流 ,以提高进气流速。由于细长管的进气动态效应 ,可改善发动机中低速的扭矩特性 ;当发动机处于高速大负荷工作时 ,ECU 发出指令使转换阀门开启 如图 2 - 164(b)所示 ,进气流从短而粗的进气管道通过 ,可大大提高发动机充气量 ,从而可获得较大的功率。

(3)丰田双进气管可变进气系统

图2 - 165所示为日本丰田汽车公司采用的双进气管可变进气系统原理图。图中显示每个汽缸有 4 个进气门 2 个进气门各配有一根进气管道。其中一根进气通道中装有进气转换阀。发动机在低速中、小负荷工作时 ,转换阀关闭 ,只利用一个进气通路 ,即将进气通路减半 ,如图 2 - 165(a)所示。此时进气流速提高 ,进气惯性大 ,可提高发动机转矩 ;当发动机高速大负荷工作时 ,转换阀开启 ,此时进气通路为两条 ,如图 2 - 165(b)所示。此时进气截面大大增加 ,进气阻力减小 ,充气量增加 ,同时最佳动态转速也移向高速 ,使高转速大负荷时的动力性能得到极大提高。

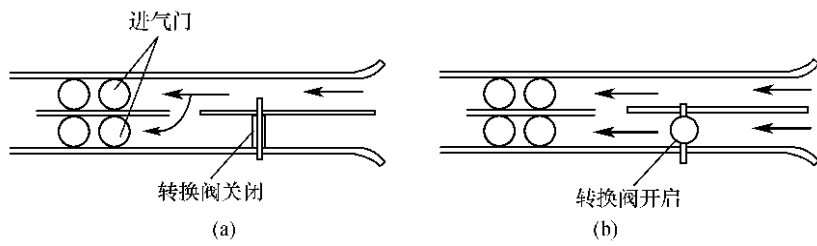


图 2 - 165 丰田双进气管可变进气系统原理图
(a)低速时 ;(b)高速时。

(4) 可变进气转换阀控制系统

图 2 - 166 所示为丰田发动机可变进气转换阀控制系统的原理(不带转换阀的进气道未画出)。图中进气道中的进气转换阀门的关闭和开启 ,是由膜片式执行器来完成的。执行器膜片室内的工作压力 则由三通电磁阀来控制。而三通电磁阀的工作则受 ECU 控制 ,即进气转换阀的开闭是由 ECU 控制的。

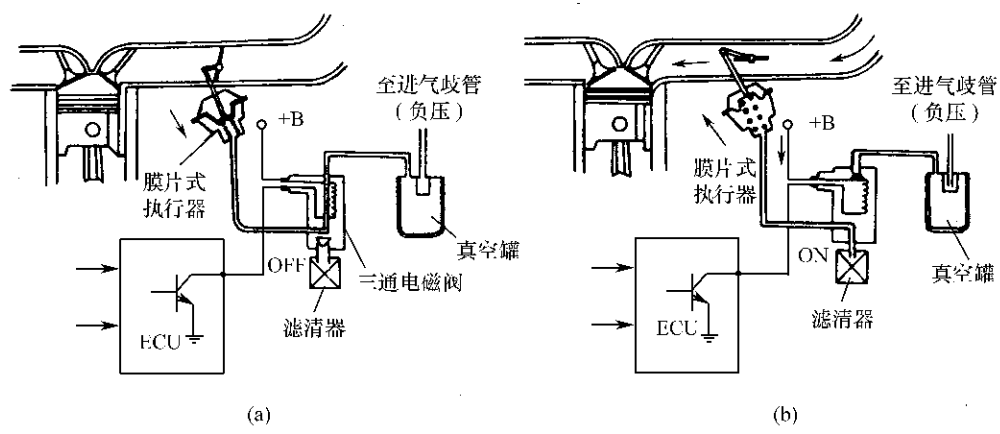


图 2 - 166 丰田发动机可变进气控制系统原理图
(a)中低速工作时 ;(b)高速工作时。

三通电磁阀不通电时,膜片式执行器与三通电磁阀的空气滤清器(通大气)之间的通路被关断(在 OFF 位置),而膜片执行器与真空罐之间形成通路(在 ON 位置),此时真空罐的负压作用在执行器膜片室。当三通电磁阀通电时,膜片式执行器与空气滤清器(大气)之间形成通路(ON),而膜片式执行器与真空罐之间的通路则被关闭(OFF),此时大气压作用在执行器膜片室。

进气转换阀(通路的控制是:发动机在中、低速(低于 5200r/min)工作时,三通电磁阀不通电,关闭执行器与空气滤清器之间的通路,开启执行器与真空罐之间的通路;此时储存在真空罐的进气歧管的负压,通过三通电磁阀作用到执行器的膜片室,吸力作用使执行器带动拉杆,关闭进气转换阀门,即关闭了各汽缸中的一根进气通道,如图 2 - 166(a)所示。

当发动机高速(5200r/min 以上)工作时,ECU 输出控制信号,使驱动电路三极管导通,三通电磁阀通电工作,关闭执行器与真空罐之间的通路,开启执行器与空气滤清器之间的通路,此时空气滤清器进入的大气作用到执行器的膜片室,通过拉杆使进气转换阀打开,各汽缸的进气通道扩大为 2 根,如图 2 - 166(b)所示。

七、涡轮增压控制

一汽奥迪 A4、A6 四缸 5 气门及 V6 发动机的进气系统装用废气涡轮增压器,用以提高进入汽缸的充气密度,其发动机代码为 ANZ。

1. 涡轮增压系统的组成

涡轮增压系统主要由两个部件组成,一般结构如图 2 - 167 所示,即涡轮增压器、中冷器、涡轮增压器调节阀和怠速超速切断阀。

2. 增压工作原理

涡轮增压器是利用发动机排出的废气驱动其主动叶轮旋转,如图 2 - 168 所示。与主动叶轮同轴连接的从动叶轮也就以同样的速度转动。怠速时叶轮转速约为 12000r/min,而当发动机节气门全开时,叶轮转速可达 135000r/min。由于从动叶轮处在发动机的进气端,从而增大了进气的压力,使充气系数增加,充气效率提高,发动机在较高的转速下也可避免进气迟滞现象。因此当发动机排量不变的情况下,能大幅度地提高发动机的功率和扭矩,而且最大扭矩峰值可在较宽转速范围内(1750r/min ~ 4750r/min)保持不变,故而使车辆在较高车速时仍具有良好的动力性。

中冷器是将增压后的空气在进入节气阀体之前进行冷却的装置,目的是增大空气密度,提高充气效率。

为了控制涡轮增压器的增压效果,在涡轮增压器的出气端设有旁通阀。旁通阀的开闭是由调节阀控制的,而调节阀又受控于发动机 ECU 控制。当发动机 ECU 接收到发动机有关传感器的信号并经运算处理后,判断有必要对涡轮增压器的增压效果进行控制时,ECU 就发出指令将调节阀电路接通,驱使涡轮增压器旁通阀适度开启,让废气有一部分经旁通阀排出,从而降低了涡轮增压器叶轮的转速,减小了空气增压的压力,即进气压力得到控制。

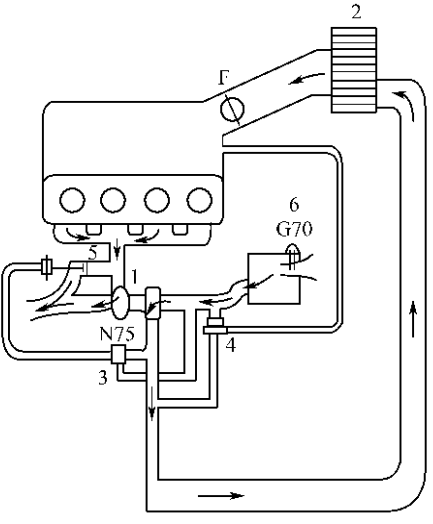


图 2 - 167 涡轮增压系统构成示意图
1—涡轮增压器;2—中冷器;
3—涡轮增压器调节阀 NF5;4—怠速超速切断阀;
5—旁通阀;6—空气流量计 G70;7—节流阀体。

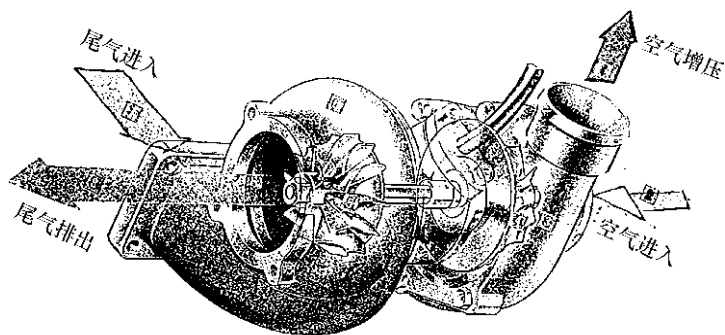
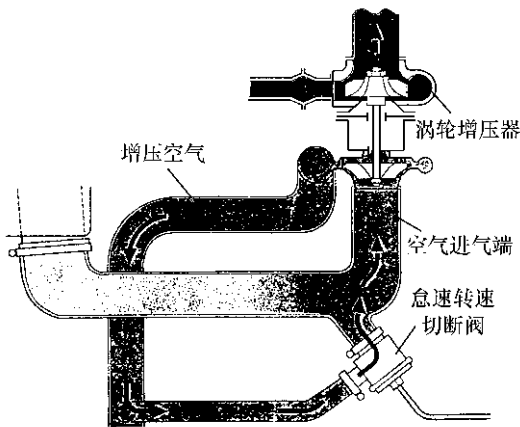


图 2 - 168 增压涡轮总成的工作示意

当节气门突然关闭 ,发动机将转入怠速工况 ,而此时发动机转速如仍超过 1500r/min 时 ,即发动机处于怠速超速工况 ,ECU 将停止汽油喷射 ,同时由于节气门的关闭 ,高压的空气将有极少的一部分经节气门进入汽缸 ,其余大量空气仍滞留在进气管路中 ;此时节气门后位的真空度较大 ,超速切断阀被打开 ,于是大量的空气将在管路中形成循环回路 ,如图 2 - 169 所示 ,从而避免了因管路压力过高造成某些机件的损坏 ,也可以保持涡轮增压器中叶轮的高转速 ,为再次加速时提供良好的加速性。

图 2 - 170 所示为奥迪轿车汽油发动机上的废气进气增压的原理图 ,其工作原理是利用发动机排出的具有一定能量 (高温、高压) 的废气 ,驱动涡轮增压器中的主动涡轮高速转动 ,再带动与主动涡轮同轴刚性连接的增压涡轮 (工作叶轮) 一起转动。增压涡轮位于空气流量计与进气门之间的进气管路中。增压涡轮转动时 ,对从空气滤清器进入的新鲜空气进行压缩增压 ,尔后再输送进入发动机汽缸。



2 - 169 怠速超速切断阀打开形成进气循环回路

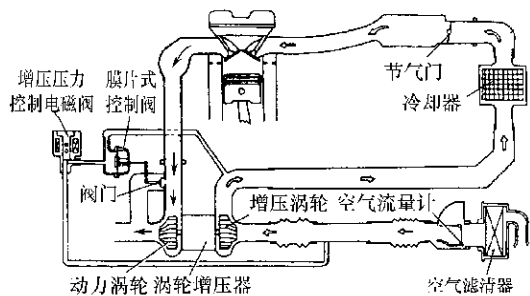


图 2 - 170 奥迪轿车废气涡轮增压原理图

3. 增压压力控制

对增压压力控制方案很多 ,一般多采用放气的方法 ,即调节进气主动 (动力) 涡轮室的废气量 ,这种方法比较简单有效。也就是说 ,当需要增大进气压力时 ,进入涡轮增压器的废气量就增多 ,随着节气门的开度增大和发动机转速的提高 ,动力涡轮的转速就会加快 ,与动力涡轮同轴的

工作叶轮的转速同样加快,致使进气压力增大。

当需要降低进气压力时,放气阀门打开,通过动力涡轮的废气量和气压就会减小,因此动力涡轮的转速降低,增压涡轮对进气增压压力也就会减小。由此可知,通过控制放气阀门,改变废气通路走向,使废气进入动力涡轮室或者从旁路排出,就能实现增压压力的控制。而放气控制阀又是由 ECU 通过增压电磁阀进行控制的。

图 2 - 171 所示为一带有涡轮增压的汽油发动机电子控制系统。该系统在 ECU 的存储器中,存储着发动机增压压力特性图谱的有关参数,而增压压力理论值是随发动机的转速变化而变化。在发动机运转时,ECU 根据增压压力等传感器检测输入的信号,可以判断当时的实际进气增压压力,然后将实际进气增压压力与存储器存储的理论值进行比较。若实际值与理论值不相符合,ECU 则输出控制信号,对增压压力电磁阀进行控制,改变膜片或控制阀上的压力,使放气阀动作。若实际进气压力低于理论值时,放气阀就关闭;当进气压力高于理论值时,放气阀门就打开。

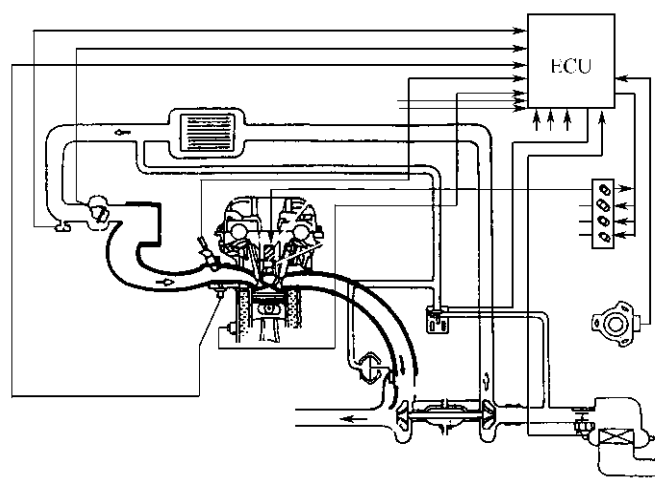


图 2 - 171 带有涡轮增压的汽油发动机电子控制系统

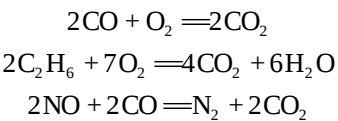
在实际增压控制中,单一通过降低增压压力的方法,将引起发动机排气温度增高,对排气驱动的涡轮有不利影响,会降低发动机的运行性能,也给单独采用调节点火正时的办法来控制爆震带来困难。因此实际应用中首选模式是两种方法并用,即 ECU 根据传感器输入的信号,鉴别出爆震时,立即使点火提前角推迟,推迟点火提前角是消除爆震最快速的措施。同时又平行地降低增压压力。在两方面调控生效(爆震消失)时,再将增压压力缓慢降低,此时点火正时调节装置又将点火提前角调整至最佳值,以便保持发动机的更大扭矩,当点火提前角达到最佳值时,再增加进气增压压力。

八、三元催化控制

三元催化转换器虽不属于电器系统,也不属于发动机 ECU 集中控制系统,但当今电子控制 EFI 系统发动机采用氧传感器与三元催化转换器又是最有效的排气净化方法,它可以满足美国现行汽车发动机排放法规的要求。而驾驶装有催化转换器车辆应有一定的操控要求,才可延长其使用寿命。

1. 三元催化排气净化原理

当发动机的排气经过装于排气管上的三元催化转换器时,在催化剂的作用下,以排气中的 NO_x 和 O_2 作为氧化剂,以 CO 、 HC 和 H_2 作为还原剂,其化学反应为



从上述化学反应的结果可以看出,反应后的生成物中已不存在有害气体 CO 、 HC 和 NO_x ,所以使排气得到了净化。

2. 三元催化转换器的结构

三元催化转换器的结构如图 2 - 172 所示,它由金属容器、载体和催化剂层三部分组成。载体的作用是用来携带催化剂层的。载体一般有三种,即粒状松散材料、金属单载体、陶瓷单体式载体。催化转换器载体系统如图 2 - 173 所示。

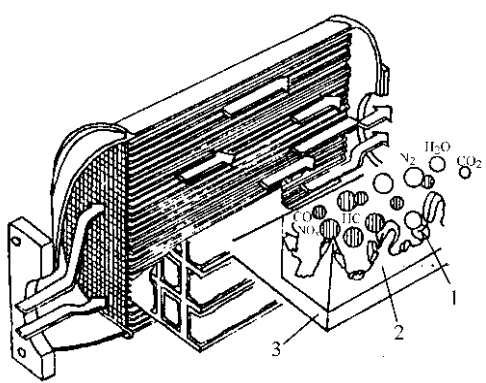


图 2 - 172 催化转换器的结构原理图
1—铂铈涂层;2—衬底(用于增加接触面积);
3—陶瓷格心。

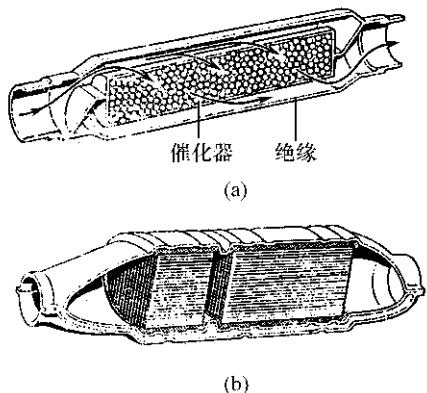


图 2 - 173 催化反应器载体系统
(a)松散材料;(b)陶瓷单体。

(1) 粒状松散材料载体

这种载体常用氧化铝(Al_2O_3)由粒状直径为 $\phi(2 \sim 4)\text{mm}$ 的颗粒堆积粘合而成,改进后的整体结构在粒状载体上直接用活性的催化物质涂层,这种结构在日本、美国的汽车上得到广泛使用,其结构如图 2 - 173(a)所示。

(2) 陶瓷单体式载体

这种载体是由一种坚韧的镁、铝、硅酸盐在高温条件下烧制而成,其结构如图 2 - 173(b)所示。

陶瓷单体式载体上有几千个小孔道,在 1cm^2 上有 60 个通道供排气流过。各表面部分均涂有一层氧化铝在载体表面层。催化剂为铂、铈。铂能促使 CO 与未燃烃的氧化,而铈则能加速 NO_x 的还原。一个催化转换器约有 $1\text{g} \sim 3\text{g}$ 催化剂。

在壳体金属壁面与载体之间加入一层膨胀垫,它用直径为 $\phi 0.25\text{mm}$ 的合金钢丝编织制成或用树脂纤维制成,以承受高温(约 1400°C)下壳体与载体材料的不同膨胀及气体压力。由于在陶瓷单体上涂有一层氧化铝在载体表面层,使转换器的作用表面积扩大约 700 余倍。这种陶瓷单体式催化转换器载体加工制造容易,成本较低,基本被欧洲国家的汽车制造厂商所采用。

(3) 金属单体式载体

这种载体的壳体容积比陶瓷单体式载体小,结构很紧凑,抗震强度与性能均较好,但制造成本较高,只限于小批量生产。

3. 闭环控制系统

(1) 实施反馈闭环控制的条件

采用氧传感器进行反馈控制即闭环控制期间,原则上供给的混合气是在理论空燃比(A/F)附近,但在某些条件下是不适宜的。如发动机启动时及启动未暖机时,由于发动机冷却水温度较低,这时需要较浓的混合气,如按反馈控制供给的混合气在理论 A/F 附近,发动机可能会熄火。又如发动机在大负荷、高转速运转时,也需要较浓的混合气,如按反馈控制供给的混合气也在理论 A/F 附近,则发动机会出现运转不良现象。因此在上述情况下应停止反馈控制,即进入开环控制状态,一般以下情况反馈控制作用应解除:

发动机刚启动时;启动后汽油增量修正(即加浓)时;冷却水温度低汽油增量修正时;节气门全开(即大负荷、高转速)时;加、减速汽油量修正时;汽油中断停止供油时;从氧传感器送来的空燃比过稀信号持续时间大于规定值(如 10s)时;从氧传感器送来的空燃比过浓信号持续时间大于规定值(如 4s 以上)时;氧传感器在 300℃ 以下时不会产生电压信号,即在低温时氧传感器不能正确检测空燃比,反馈控制不会发生作用。

综上所述,各种发动机的反馈控制作用的解除情况可能并不完全一致。

(2) 空燃比与有害物的关系

进入发动机汽缸的实际空气量与理论空气量的比值称为过量空气系数 λ 。汽油发动机的理论空燃比 A/F (空气的质量与汽油质量之比)为 14.7:1,即燃烧 1kg 汽油,理论上应供给 14.7kg 的空气才会获得完全燃烧。但在发动机实际运行中,由于机械结构与各工况等诸多因素的影响,供给的空气量往往并不正好等于理论空气量,即可能出现 $\lambda > 1$ 或 $\lambda < 1$ 的现象。为了降低发动机尾气排放中的 CO 、 HC 和 NO_x 等有害物质的含量,应尽可能使 λ 保持在近似等于 1 的一个很小的范围内。因为当 λ 过大时混合气过稀,排气中 NO_x 的含量增加;当 λ 过小时则是混合气过浓,排气中的 CO 和 HC 含量也上升,于环保不利。为降低尾气污染物排放,只有用 ECU 控制空燃比。

(3) 氧传感器工作原理及电路

为控制空燃比,取得理论上的空燃比,美国克莱斯勒及许多汽车厂商都利用氧传感器向 ECU 提供排气成分信息,使 ECU 根据这个信息以及汽油量信息进行运算,控制恰到好处的喷油量进行完全燃烧。

氧传感器的工作原理如图 2-174 所示。图 2-174(a)的氧传感器中没有加热元件(或称为加热器),图 2-174(b)所示为氧传感器具有加热元件的工作原理电路。加热元件的电阻值一般为 $5\Omega \sim 6\Omega$ 左右。当点火开关闭合时(ON 挡位)继电器触点闭合,接通加热器电源电路。而加热元件是否通电加热,多由 ECU 进行控制。一般发动机在冷启动暖机运转的一段时间内,由于排气温度低,ECU 控制三极管导通接地,使加热器通电加热,以便氧传感器尽快升温参加检测工作。

氧传感器也称为 λ 传感器,氧传感器装于配有三元催化转换器的车辆上,一般位于排气歧管下端的排气管上,它向 ECU 提供排气成分信息,即反馈信息,故称为反馈式排气系统,又称为氧传感器反馈控制系统,如图 2-175 所示。

中国第一汽车集团公司生产的大红旗 CA7460 型轿车采用闭环控制的电控汽油喷射系统

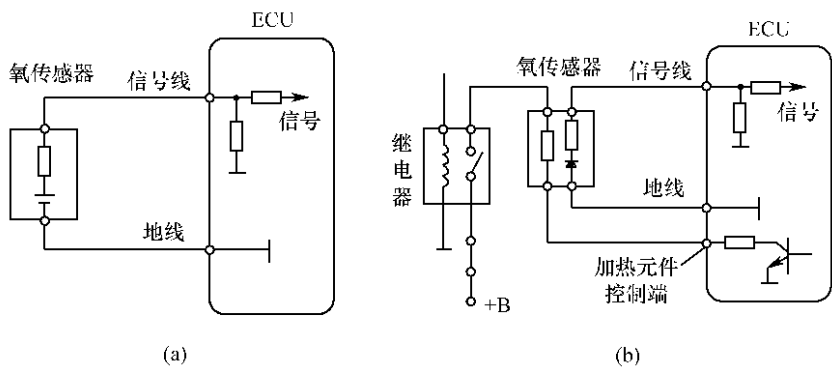


图 2 - 174 氧传感器工作原理电路
(a)氧传感器中没有加热器；(b)氧传感器中有加热器。

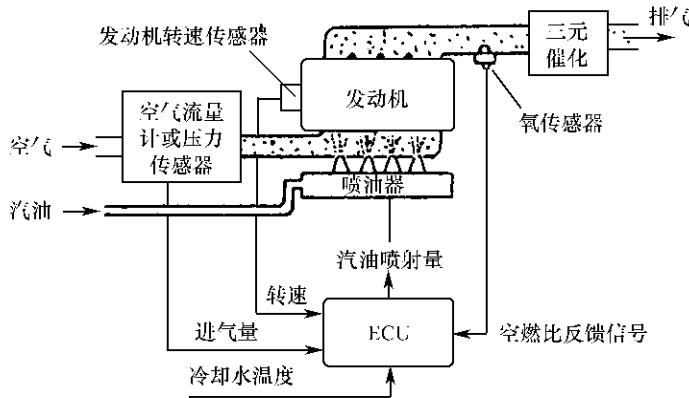


图 2 - 175 氧传感器反馈控制示意图

(EFI)和带三元催化转换器的排气装置 ,可满足世界上最严格的汽车排放法规的要求。

(4) 氧传感器的结构与工作原理

① 氧传感器结构。氧传感器一般有两种 即二氧化锆(ZrO_2)传感器、二氧化钛(TiO_2)传感器。

a. 二氧化锆传感器。二氧化锆(ZrO_2)传感器如图 2 - 176 所示。 ZrO_2 传感器又称为锆管传感器 ,其主要部件是表面覆盖多孔性铂膜的锆管。锆管的内侧与大气相通 ,外侧与排气接触。发动机在运转过程中 ,排气加热传感器 ,在高温条件下氧发生电离。由于内外侧存在浓度差 ,固体电解质(ZrO_2)中的氧离子从大气一侧向排气一侧扩散 ,使锆管成为微电池作用 ,锆管内外两侧便产生电动势 ,即氧传感器的输出电压信号。而氧传感器的输出电压信号又随混合气成分的变化而变化 ,在理论空燃比值前后将发生突变。因此 ,氧传感器的电压信号可反映出混合气的空燃比。当混合气过浓时($\lambda < 1$) ,氧传感器的输出电压约为 800mV ~ 1000mV ;当混合气稀时($\lambda > 1$) ,氧传感器的输出电压约为 100mV ;当混合气由浓向稀转变时 ,氧传感器的输出电压约为 400mV ~ 500mV。

二氧化锆传感器受温度的影响较大 ,在发动机冷启动后 ,传感器暖化之前 ,电压信号的精度较低。这种非加热型氧传感器称为一般性氧传感器。

ZrO_2 传感器的最佳工作温度为 600 ,不可超过 850 ,同时也不能低于 300 。为此 ZrO_2 传

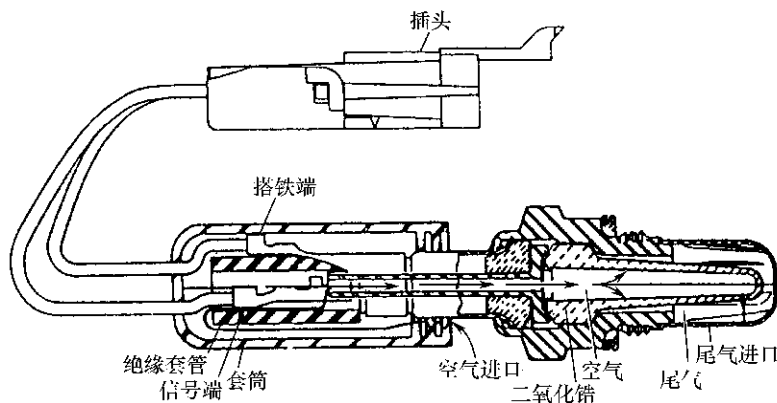


图 2 - 176 二氧化锆氧传感器

传感器应安装在距发动机较远的排气管中,且用电热丝使 ZrO_2 传感器的工作温度保持基本稳定。

在稀燃的电控汽油喷射(EF1)系统中,还采用一种专用的可控加热的新型氧化锆传感器,它用氧化锆固体电介质作为载体。二氧化锆非加热型氧传感器正常使用寿命可达 5 万 km。

b. 二氧化钛传感器。二氧化钛(TiO_2)传感器是一种加热型氧传感器,其内部带有一个可控的加热器,如图 2 - 177 所示,该传感器适用于燃用稀混合气的发动机,其优点是检测空燃比的精度高,其输出特性不同于非加热型氧传感器,正常使用寿命可高达 10 万 km 以上。

二氧化钛(TiO_2)传感器的工作原理与二氧化锆(ZrO_2)传感器不同,它是用一个氧敏感电阻。在通常的混合气氧含量浓度下呈现高电阻,若氧含量不足时, TiO_2 晶格便出现缺陷,其电阻值明显下降,由此性质来检测排气中的氧含量而判断混合气的空燃比 A/F 的状况。欲将二氧化钛传感器在 300 ~ 900 的排气温度条件下连续使用,必须做温度补偿措施。

图 2 - 178 所示为二氧化钛(TiO_2)式氧传感器的结构,它具有两个二氧化钛元件:一个是具有多孔性用来感测排气中氧含量的二氧化钛陶瓷;另一个则为实心的二氧化钛陶瓷,用来作加热调节,以补偿温度的误差。该氧传感器外端以具有孔槽的金属管作为防护套,一方面让废气可以进出,另一方面防止里面二氧化钛元件受到外面异物的撞击而损坏传感器。在传感器接线端以橡胶作为密封材料垫,防止外界气体渗入。二氧化钛(TiO_2)传感器一般安装在排气歧管或尾管上,这样可借排气高温将传感器加热至适当的工作温度。二氧化钛传感器的优点是结构简单、造价低、抗腐蚀抗污染的能力强并经久耐用。

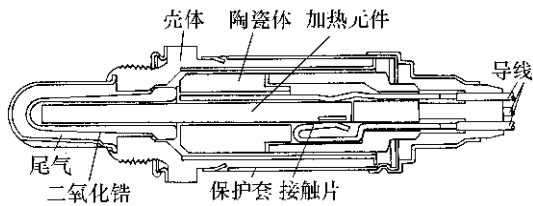


图 2 - 177 加热型二氧化钛传感器

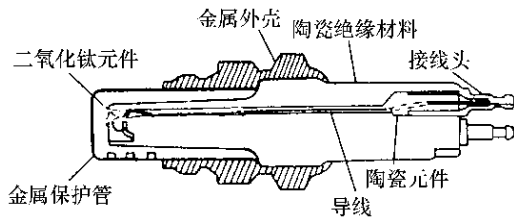


图 2 - 178 二氧化钛式氧传感器结构

② 氧传感器工作原理。氧传感器的作用是用来监测发动机尾气排放中氧的含量的。因为大气中氧的含量是一定的,而排气中氧的含量(浓度)则是随发动机汽缸中空燃比 A/F 的变化而

变化的。氧传感器两侧的浓度差促使氧传感器中的氧离子发生转移,从而便产生 0.1V ~ 0.9V 的电压信号输出。当电压为 0.45V 时为最佳,高于或者低于 0.45V 时,则表明发动机汽缸中混合气过浓或过稀,ECU 则通过控制喷油器脉宽来调整混合气空燃比,当 $A/F = 14.7:1$ 时,排气中的有害物质最少,此时三元催化转换器的转换效率也最高,ECU 与氧传感器自始至终力求保持在这个空燃比为 14.7:1 的范围内。

实际上,在 ECU 的内部还有一个比较器,如图 2-179 所示的 ECU 内部比较器的电路。这个比较器给出理论空燃比时氧传感器输出的信号电压为基础电压,经比较处理后的信号电压再传送到 ECU 进行控制。

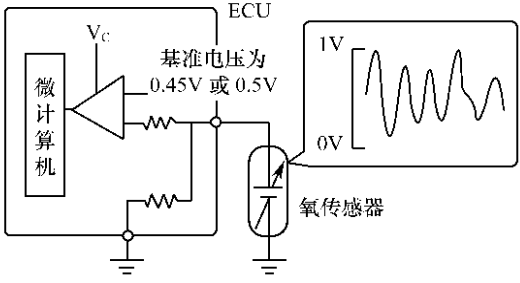


图 2-179 ECU 内部比较器电路图

4. 装有催化转换器车辆使用检诊须知

① 正确选用汽油品质和机油牌号。为使氧传

感器的电极不受铅化物的污染影响,凡装有三元催化转换器的车辆发动机必须使用无铅的 90[#]或 90[#]以上的汽油,因为含铅汽油燃烧后铅尘随废气排出时,会覆盖在催化剂的表面和电极上,使之失去催化作用,同时也使氧传感器“铅中毒”而导致检测的电压信号失真。发动机的机油一定要按汽车制造厂家推荐的机油牌号和规格标准选用,也不可随意使用厂家未认可的机油添加剂。

② 避免未燃烧的混合气进入催化转换器,因未燃烧的混合气中含有大量的 HC、CO 成分。

当这些物质进入催化转换器后,会产生过度的氧化反应,氧化反应时会产生大量的热量使催化转换器温度过高(三元催化转换器的使用温度不可超过 900)而损坏。因此发动机应尽量避免在下列工况时长时间使用:

- 发动机长时间的怠速运转;
- 发动机点火过迟(或点火不当);
- 个别火花塞工作不良或不工作而损坏;
- 拔出高压导线试火时间过长;
- 不通过点火开关使发动机转动;
- 喷油器喷油良好而发动机不着火,启动时间过长;
- 使混合气偏浓的诸多因素有:汽油压力过高(压力调节器失效)、电磁式喷油器滴漏油、氧传感器失效、空气流量传感器失效;

- 用起动机带动车辆行驶,因为起动机带动车辆行驶时喷油器的插头没有脱开而使喷油器喷油,没有燃烧的汽油会积聚在三元催化转换器内,一旦燃烧会使其过热,对转换器极为不利。

③ 当燃油报警灯点亮时,表明汽油箱内油位太低,将会导致不正常的供油,引起发动机燃烧不良工况变坏,将增加三元催化转换器的负荷。应尽早加满汽油箱,同时也保护了电动汽油泵。

④ 发动机熄火前应先转入怠速工况,因为发动机高速运转时各部件和排气温度都较高,而在熄火前进入怠速工况,可使温度平缓下来,减少热冲击度,对延长发动机和三元催化转换器的使用寿命有好处。

⑤ 三元催化转换器的表面温度很高,因此车辆应避免在干草、汽油、酒精和其他有机溶剂等易燃物的地段行驶或停车,这些易燃物如果附着在排气管上,有可能引起燃烧酿成火灾。同时也不可涉水行驶(特殊情况例外),因为温度很高的三元催化转换器遇水突然降温会损坏内部的陶瓷载体。

⑥ 发动机冷启动困难时, 喷油器在喷油, 汽缸内的汽油没完全燃烧而排除沉积在三元催化转换器内燃烧, 造成三元催化转换器温度升高而过热损坏。因此发动机冷启动困难时, 应尽快到专修厂或特约维修服务站检查排除故障。

⑦ 发动机运转工况出现异常时会造成缺火或空燃比控制失常。发动机缺火会大大缩短三元催化转换器的使用寿命, 空燃比失常会降低转换器的转换效率, 使排放有害物超标, 也会加重转换器负荷。

⑧ 在点火系统高压导线未安装完整或火花塞有故障时不准启动发动机。因为一只或几只火花塞高压导线未装上或火花塞有故障, 即不跳火, 而此时喷油器仍在喷油, 没有燃烧的汽油会积聚在三元催化转换器内燃烧使其过热甚至损坏。

⑨ 发动机运转有异响时, 表明发动机出现故障, 这些故障可能对三元催化转换器是致命的, 因此应降低行驶速度, 行驶到就近专修厂站进行检诊排除故障。

⑩ 装有三元催化转换器的车辆应进行定期维护, 因为定期维护可以及时发现和排除车辆的故障, 使发动机始终保持在技术状况良好工况下运转, 有益于延长三元催化转换器的使用寿命。

九、自动断电控制

在部分高级轿车发动机的 ECCS 集中控制系统中, 都设置有自动断电熄火控制电路(功能)。如美国克莱斯勒公司生产的轿车电控发动机系统中就设有自动断电熄火微型组件, 它与 ECU 联合工作。当发动机的转速低于最低极限转速(如 30r/min)时, ECU 则根据发动机转速信号给自动断电熄火微型组件发出指令, 令其切断点火系统的初级电路, 使发动机自动熄火。同理, 当点火开关接通后, 即在 ON 挡位而发动机并未启动时, 而点火系统初级电路通电一定时间后, 自动断电熄火微型组件也会自动切断点火系统的初级电路, 防止因长时间通电器元件过热而烧坏点火线圈及放大器等点火系统器件, 同时也可防止火灾的发生。

第九节 发动机电子控制自诊断系统

一、自诊断概述

(一) 自诊断功能

在现代汽车发动机的 ECU 系统中都设有故障自诊断系统。该系统是利用 ECU 对电控系统中的电路, 各部件的工作进行监测、诊断、及时发现并找出系统的故障, 其具体功能有:

- ① 能及时地检测出电控系统中出现的故障;
- ② 故障通常以点亮仪表板上专设的“发动机故障警示灯”(MIL)提示驾驶员电控系统已出现故障;
- ③ 将故障信息以代码的形式存储在 ECU 的存储器(RAM)中;
- ④ 维修检诊故障时, 工程技术人员可将存入 RAM 内的故障代码通过一定程序操作调出, 为维修人员快捷诊断出故障类型部位或电路提供信息。

自诊断系统的组成包括硬件和软件两部分。在开始阶段, 各个汽车制造厂家都在自主地开发各自汽车的自诊断系统, 各有一套自行采用的操控手段和程序。因此, 各汽车制造厂家生产的汽车上的自诊断系统, 其故障代码的形式、故障代码的读取和显示方法等, 往往并不相同。即同一个故障, 在不同汽车制造厂生产制造出来的汽车中, 其故障代码也可能不相同。如果要维修检

测某种车型,就必须熟悉该车型的自诊断系统的操作,掌握该车型代码的读取方法,故障代码的显示方法和故障代码的内容含义等。另外,常常是某种故障诊断仪(或故障扫描仪)只能适用于某个或某几个车型,对另一些车型就可能不适用,即通用性较差,这样就给汽车维修带来极大的不便和困难,也会增加企业的投资。

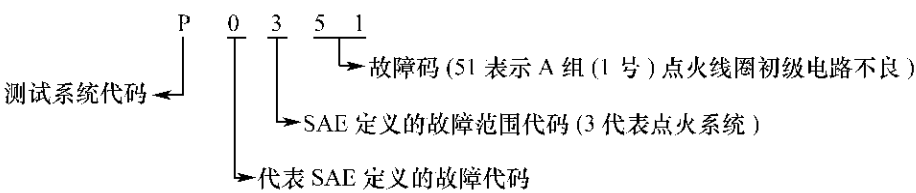
在 20 世纪 80 年代~90 年代初期,汽车上广泛采用自诊断系统,按美国标准称为第一代车载自诊断系统,或第一代随车自诊断系统。1994 年美国汽车工程师协会(SAE)提出了第二代车载自诊断系统,称之为 OBD - II (on - Board Diagnostics - II)系统。这一标准被美国政府有关当局制订成相应法规,要求 1998 年进入美国汽车市场的汽车,都要按照此标准执行。如果各汽车制造厂商都按照这个标准规范条件执行,OBD - II 系统有助于汽车自诊断系统标准化,则必然给全球的汽车电控系统的故障检测诊断与维修带来极大的方便和快捷。

(二) OBD - II 故障码

OBD - II 诊断系统故障码不仅使诊断测试模式、故障代码、诊断插座(连接器)、诊断工具(扫描仪)等有关诊断系统的内容等得到统一,也对自诊断系统提出了更高的要求,特别是有关尾气排放净化方面的监测、诊断内容要求更为严格。由于 OBD - II 系统的内容新、技术含量高,各个汽车制造厂都为尽早适应 OBD - II 标准努力。据有关资料表明,美国在普及 OBD - II 系统的速度最快,1995 年约有 40% 的汽车制造厂采用 OBD - II 标准,1996 年以后,世界主要汽车制造厂已基本上采用 OBD - II 标准。特别是美国的通用、福特和克莱斯勒三大汽车公司率先采用 OBD - II 标准,其他汽车生产厂家也逐步全面推广使用 OBD - II 标准。日本丰田汽车公司已于 1994 年生产出首辆完全符合 OBD - II 标准的发动机电控系统。我国生产的北京切诺基 2021 型吉普车,由于引进克莱斯勒汽车公司的技术,基本保持同步,也于 1996 年开始采用 OBD - II 系统。

1. OBD - II 故障码

OBD - II 故障码由如下五位字组合而成。



分述如下：

- ① 第一位字为英文字母,是系统代码,如：
P——代表发动机和变速器组成的动力传动系统(POWER TRAIN)；
B——代表车身电控系统(BODY)；
C——代表汽车底盘电控系统(CHASSIS)；
U——未定义,待 SAE(美国汽车工程师协会)另行发布。
- ② 第二位为数字。表示由谁定义的 DTC。目前有“0”和 1(或 2、3)。其中：
“0”——代表 SAE 定义的故障码；“1”——代表汽车制造厂自定义的故障码。
- ③ 第三位为数字。表示 SAE 定义的故障范围代码,如表 2 - 17 所列。

表 2 - 17 SAE 定义的故障范围代码

代码	故障范围	代码	故障范围
----	------	----	------

1	汽油和空气系统测定不良	5	汽车或怠速控制系统不良
2	汽油和空气系统测定不良	6	电脑或输入/输出控制系统不良
3	点火系统不良或发动机间歇失火	7	变速器控制系统不良
4	废气控制和辅助装置系统不良	8	非 EEC 动力传动系统不良

④ 第四、五位为数字。最后两位代表设定的故障码(在第一个字母后用“1”数字表示时,则为制造厂规定编码)。

采用 OBD - II 后,故障诊断插座和故障码都开始实现标准化。一般都需用检测仪才能读取故障码。在一些汽车上,仍可用手工方法,即利用车上的自诊断系统读取原来的老的故障码。如美国通用汽车,只要用跨接线将 16 端子诊断插座中的 6 号和 5 号端子跨接,当点火开关打开时,如有故障,汽车仪表盘上的“发动机故障指示灯”即开始闪烁输出故障码。而美国克莱斯勒汽车,仍可在 5s 内转动点火开关三次,即 通—断—通—断—通,即可从“发动机故障指示灯”的闪烁读取故障码;假若读出的故障码为 14,说明进气歧管绝对压力传感器信号电压太低,相应于 OBD - II 统一的故障码 P0107。

2. OBD - II 诊断插座

OBD - II 采用了如图 2 - 180 所示的长形 16 端子故障诊断插座,该诊断插座同样具有自诊断触发装置,可以利用驾驶室內的 CHECK 故障警告灯的闪烁来读取故障码。也可以采用统一的故障诊断仪来解码,因而给汽车维修工作带来了极大的方便。

在应用 OBD - II 的过渡期间,为了方便汽车维修,许多车系仍保留了原有的自诊断装置,仍可以按本书所介绍的方法进行人工检测读取故障码。因此,自 1994 年以后生产的车型,往往可以看到两个故障诊断座,其中一个长形 16 端子的即为 OBD - II 故障诊断插座。

3. OBD - II 检测诊断仪

目前,市场上的汽车检测仪多种多样。有的是汽车制造厂配套生产的,一般只适用本厂生产的汽车。有的是汽车检测设备制造厂生产的,一般适用多种车型或者适用某一地区生产的汽车(如有的适用美国、亚洲生产的车型,有的适用欧洲生产的车型)。适用于各种车型的检测仪,只有当汽车制造厂和生产汽车检测设备的制造厂都遵循 OBD - II 标准规范,其诊断模式、诊断插座、故障码等都执行统一的标准,才能用一个检测仪检测各种车型的电控系统。

图 2 - 181 所示为最新型的丰田车上采用符合 OBD - II 标准的检测仪与符合 OBD - II 诊断插座连接的情况。

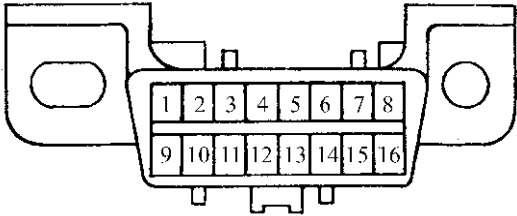


图 2 - 180 OBD - II 诊断插座

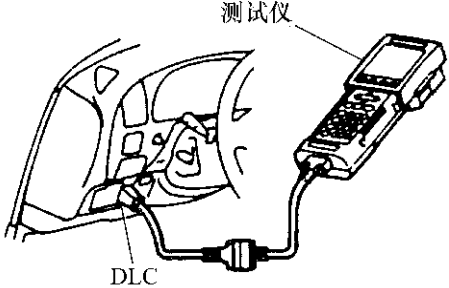


图 2 - 181 丰田车用符合 OBD - II 标准的检测仪进行检测

4. OBD - II 诊断插座和故障码

OBD - II 具有统一的诊断插座(DLC)和统一的故障码(DTC)。

5. OBD - II 诊断插座中各端子的代号和含义

OBD - II 诊断插座有统一的标准形状和尺寸,规定一律安装在驾驶室内,位于驾驶员侧仪表板下方。该诊断插座(图 2 - 180 所示)各端子的代号和含义如表 2 - 18 所列。

表 2 - 18 OBD - II 诊断插座各端子的代号与含义

端子代号		端子代号	
1	供制造厂应用	9	供制造厂应用
2	SAE - J1850 资料传输 +	10	SAE - J1850 资料传输
3	供制造厂应用	11	供制造厂应用
4	车身搭铁	12	供制造厂应用
5	信号回路搭铁	13	供制造厂应用
6	供制造厂应用	14	供制造厂应用
7	IS - 9141 资料传输 K	15	ISO - 9141 资料传输 L
8	供制造厂应用	16	接蓄电池正极

OBD - II 诊断插座中 ,关键性的端子 ,如电源、搭铁、资料传输线都作出了明确规定。其中资料传输线有 ISO(国际统一标准)和 SAE(美国统一标准)两种。OBD - II 诊断插座中有些端子为汽车制造厂使用 ,厂家可以根据自己需要选用。虽然这些端子有所不同 ,但可以通过程序进行调整。几个主要制造厂选用 OBD - II 诊断插座中的端子情况如表 2 - 19 所列。

表 2 - 19 几个主要厂家对 OBD - II 诊断插座的端子使用情况

车种 端子号码	通用 (GM)	福特 (FORD)	克莱斯勒 (CHRYSLER)	大宇 (DAEWOO)	现代 (HYUNDAI)	丰田 (TOYOTA)	三菱 (MITSUBISHI)	沃尔沃 (VOLVO)
1					发动机 故障码输出		发动机 故障码输出	
2	“ M”自变 箱故障码 输出	BUS + 串行数据		“ M”自变 箱故障码 输出		SDL		
3			CCD 总线 (+)					发动机 故障码 输出
4	“ A”搭铁	搭铁	搭铁	搭铁	搭铁	搭铁	搭铁	搭铁
5	“ A”搭铁	搭铁	搭铁	搭铁	搭铁	搭铁	搭铁	搭铁
6	“ B”发动机 自变箱 故障码 输出		发动机 SCI 信号接收	“ B”发动机 故障码 输出	自动变速箱 故障码输出	发动机、自 变箱故障 码输出	自动变速箱 故障码输出	
7			ISO9141 —K 线 SCI 信号传送		发动机 资料输出		发动机 资料输出	发动机
8	防盗			防盗	ABS 故障码输出		ABS 故障码输出	
9	BCM 数据			BCM 数据				
10		BUS 串行数据			发动机 资料输出		发动机 资料输出	

(续)

端子号码\车种	通用 (GM)	福特 (FORD)	克莱斯勒 (CHRYSLER)	大宇 (DAEWOO)	现代 (HYUNDAI)	丰田 (TOYOTA)	三菱 (MITSUBISHI)	沃尔沃 (VOLVO)
11	悬架		CCD 总线 (-) 安全气囊 故障码输出					
12					SRS 安全气囊码		SRS 安全气囊码	
13		发动机、 自变速箱故 障码输出			C/C 定速故障码		C/C 定速故障码	
14	音响空调			音响空调				
15			ISO 9141 —L 线 自动变速箱 诊断信号					
16	B + 12V 电源	B + 12V 电源	B + 12V 电源	B + 12V 电源	B + 12V 电源	B + 12V 电源	B + 12V 电源	B + 12V 电源

二、自诊断系统工作原理

在发动机电控系统工作时 ,ECU 根据已编好程序对电控系统工作情况进行监测 ,而正常的输入、输出信号都是在规定范围内变化。当监测到控制系统中的某一电路、某个传感器或某个系统出现信号异常 ,或送入 ECU 不能识别的信号时 ,或者专设的监测电路确认输入信号不合理时 , ECU 确认是故障时 ,就诊断为故障 ,并以故障代码的形式存储到 ECU 的存储器 (RAM)中 ,同时点亮故障警示灯 ,以提示驾驶员该发动机电控系统出现故障。而维修人员检修时 ,则可通过故障报警灯的闪烁规律(或其他形式)来对系统进行解码 ,诊断故障所在。从而最简便、最经济、最快速地将系统故障彻底排除。

在发动机电控系统中 ,有许多传感器与水温传感器类似 ,诸如节气门位置、进气歧管绝对压力、进气温度、蓄电池温度等传感器 ,它们向 ECU 输入的信号都是模拟信号。在发动机运转时正常情况下 ,它们向 ECU 的模拟转换器 (A/D)输入的信号电压值都有一定的范围。对这些传感器故障的诊断 ,通常采用监测其输入的信号电压值是否在规定的范围内来确定是否有故障 ,下面列举水温传感器示例诊断进行说明。

1. 水温(冷却液温度)传感器工作电路与故障诊断

图 2 - 182(a)所示为水温传感器的工作电路。当点火开关接通时 ,ECU 内的 5V 电源通过内设电阻 R→水温传感器电阻(负温度系数)→回到 ECU 接地构成回路。

水温传感器输入信号电压值是随发动机水温的升高(传感器电阻下降、电压降减小)而逐渐减小的。其输出特性如图 2 - 182(b)所示。

水温传感器正常工作时 ,发动机水温工作范围设在 - 30 ~ 139 (各车型不一样)。其水温传感器输出信号电压值 ,在 0.1V ~ 4.8V 范围内变化。当水温传感器向 ECU 输入电压为 0.1V

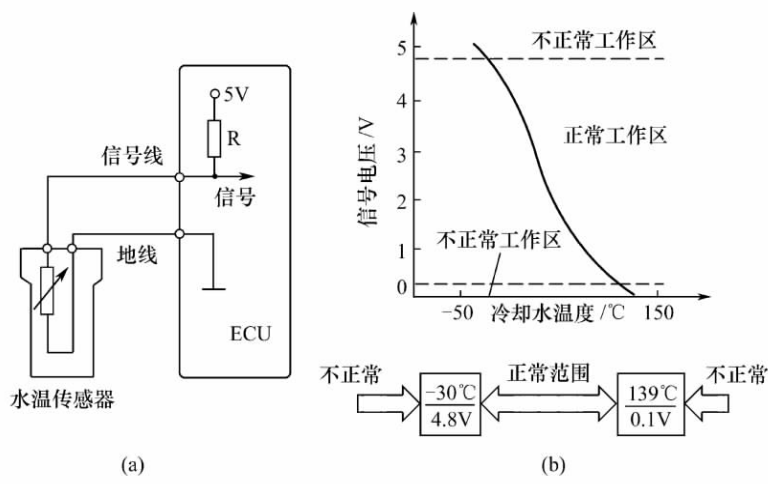


图 2 - 182 水温(冷却液温度)传感器故障诊断方法
(a)水温传感器工作电路;(b)水温传感器输出特性与故障确定。

时,相当于发动机水温 139 ;当水温传感器向 ECU 输入电压为 4.8V 时,相当于发动机水温 - 30 。如果水温传感器输入电压信号低于 0.1V 或高于 4.8V ,ECU 监测到电压值超出规定范围时,即判定水温传感器电路有故障。

近些年,对水温传感器的故障区分比较细,一般都设两个或两个以上故障码。当水温传感器信号电压高于上限(4.8V)时,则判定为水温传感器信号电压太高或开路故障;当水温传感器信号电压低于下限(0.1V)时,则判定为水温传感器信号电压太低或短路故障。

有些车上,为了能够在传感器信号电压正常范围内确定水温传感器性能是否存在故障,采用多种推理的方法进行诊断。如采用在发动机启动后运转的一定时间内,监测水温传感器输入信号。根据传感器的读数,按照推理的方法,看其在规定的时间或运转过程中,其温度是否达到规定值。如果没有达到规定(或标定)温度(如发动机低温时间太长),则 ECU 亦判定水温传感器有故障。

当水温传感器输出信号电压在正常范围,而由于水温传感器性能不佳、产生的信号电压不能准确反映水温时,采用上述诊断电路 ECU 是无法识别的。此时,如果怀疑水温传感器有不准确的故障,通常采用手工方法,即由人工用欧姆表测试水温传感器在不同温度下的电阻值,看是否符合传感器的电阻特性,以此来进一步确定传感器性能的好坏。

值得注意的是,ECU 判定传感器出现故障时,不仅仅是传感器本身有问题,而是与出现故障的整个电路有关。这一观点不仅适用于水温传感器,它对电控系统的各种传感器和执行器都适用。有时即使水温传感器本身正常,当水温传感器与 ECU 之间的导线出现断路时如图 2 - 183(a)所示,此时,5V 电压通过内设电阻 R 直接送入 A/D 转换器,ECU 监测的信号电压会高于 4.8V(近 5V),ECU 也会判定水温传感器有故障。同理,当水温传感器与 ECU 之间的导线出现搭铁短路时如图 2 - 183(b)所示,此时,送入 A/D 转换器的信号电压为 0V,ECU 监测到信号电压低于 0.1V,也会判定水温传感器有故障。上述过程可知,在 ECU 判定某一传感器(包括执行器)出现故障时,一般只是提供了故障的性质和范围,在最后确定故障的具体原因时,除了检查传感器(执行器)外,还要检查与传感器电路相关的部分,包括线束导线、插接件、ECU 以及传感

器与 ECU 之间的有关器件。

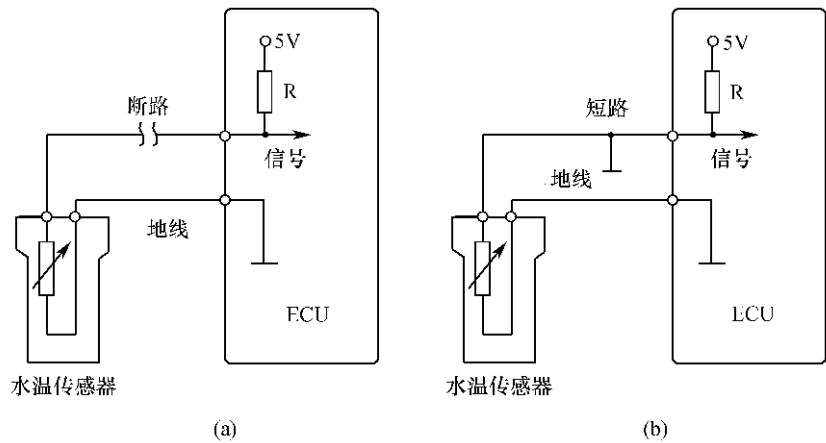


图 2 - 183 水温传感器电路故障示意图
(a)电路出现断路时 ;(b)电路出现搭铁短路时。

2. 三元催化转换器的监测

三元催化转换器是控制汽车尾气排放达标管理的一项重要内容 ,对它的监测是 OBD - II 自诊断系统的一项最重要的任务。

为提高三元催化转换器的催化能力或催化效率 ,在其结构上尽可能提高催化表面面积。在蜂窝状通道的极薄壁面上 ,制有一层极疏松的活化层 ,如图 2 - 184 所示。这种粗糙多孔的表面 ,使壁面的实际面积扩大数千倍 ,极大地增大了催化转换器的活性表面 ,即增大了催化转换器的储氧能力。

催化器的储氧能力 ,与其催化效率密切相关。随着催化转换器活性表面的老化失效、储氧能力下降时 ,也标志着催化效率将明显下降 ,即催化效率稍有下降 ,催化转换器的储氧能力就下降很多 ,所谓对三元催化转换器的监测就是利用这种关系进行的。

新的、良好的催化转换器具有较高的储氧能力 ,它可以消除由于空燃比调节时带来的波动。在富氧(燃烧的混合气比理论空燃比稍稀)的排气状态下 ,能将过量的氧储存在活性表面的孔隙间 ,在缺氧(燃烧的混合气比理论空燃比稍浓)的排气状态下 ,向排气中释放存储的氧气。催化转换器的这种性能 ,可以消除空燃比调节过程中引起的波动 ,使通过催化转换器之后的排气含氧量 ,保持恒定的百分比。而老化了的催化转换器 ,由于储氧能力减弱 ,调节空燃比波动能力降低 ,催化转换器出口的波动幅度增大。自诊断系统根据这个原理 ,在催化器的出口处也安装一个氧传感器 ,有的称该氧传感器为催化监测传感器 ,通过对比前后两个氧传感器的输出电压信号 ,来监测三元催化转换器的失效程度。

图 2 - 185 所示为对三元催化转换器进行监测的结构示意图。图中在催化转换器的上游安装一个氧传感器 ,在催化转换器的出口处也安装一个氧传感器。在发动机工作时 ,它们都向 ECU 输入电压信号。

前氧传感器输出的信号 ,它输出的是快速升降变化的电压信号 ,以反映燃烧后排气中的残氧量、信号波形与进入催化转换器的废气中的含氧量变化相同 ,其作用是供 ECU 用来闭环控制空燃比。

后氧传感器输出的信号 ,则与催化转换器的性能密切相关。对于新的催化转换器 ,有正常

(较高)的储氧能力。后氧传感器输出的电压信号比较平稳,虽然有些波动,但其频率与波动幅度

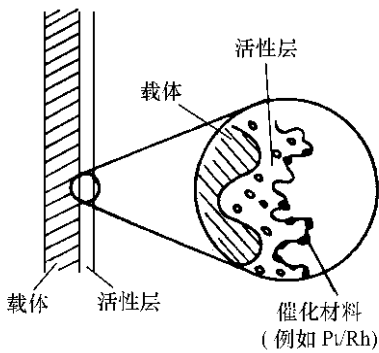


图 2 - 184 三元催化转换器活性表面的结构示意图

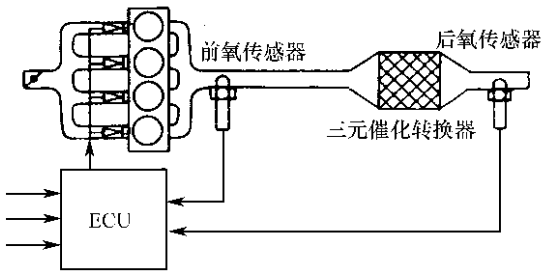


图 2 - 185 对三元催化转换器进行监测的结构示意图

都很低。但催化转换器老化失效后,已失去了储氧能力,后氧传感器输出的信号开始波动,其波动的频率和幅度随催化转换器的失效程度而上升。当催化转换器老化失效时,后氧传感器和前氧传感器输出的电压信号有些接近,ECU 在一定的周期内,通过监测两个氧传感器的输入信号,比较两个氧传感器的读数,就可以得出三元催化转换器的失效程度。三元催化转换器老化的主要原因有:

- ① 过热老化,是由使用温度过高造成催化转换器表面烧结,导致催化转换器的活性表面损失。一般催化转换器的使用温度不宜超过 900 。
- ② 化学毒化,是由燃油和润滑油中的一些元素(如铅、磷和硫等)和催化转化器的活性材料反应或覆盖在催化转换器的活性表面上,造成催化转换效率下降。一般都要求使用三元催化转换器的汽车必须加注无铅汽油,对润滑油的成分(特别是添加剂的成分)也提出了新的要求。

3. ECU 本身的故障诊断

在 ECU 内,为了实现对自身的监测,也设有相应的监控回路,用以监视是否按正常的控制程序工作。在监控回路内设有监视时钟,按时对 ECU 进行复位。当 ECU 内部发生故障时,程序不能正常执行,时钟就不能使电控 ECU 复位,造成溢出,据此判为故障。

三、发动机故障指示灯(MIL)

在发动机电控系统中,一般都在仪表板上设置一个发动机故障指示灯 MIL(Malfunction Indicator Light),有的叫发动机故障警示灯或发动机检查灯。在自诊断系统检测出发动机的故障时,一方面将故障信息存入存储器(RAM)内,另一方面输出控制信号,点亮发动机故障指示灯。发动机故障灯亮时可能各车型标志不一样,但最常见的是显示“CHECK”、“CHECK ENGINE”或发动机标志符号,如图 2 - 186 所示。发动机故障指示灯的作用归纳为以下几方面。

1. 故障指示灯工况检查

在发动机尚未发动前,当驾驶员将点火开关转到 ON 时,而发动机未转动,ECU 正在进行自检过程时,发动机故障指示灯应点亮。一般都对故障指示灯的灯泡测试为数秒钟。如果灯不点亮,则表明故障指示灯电路有故障,一般为熔断丝烧断、灯丝烧断或导线断路等。

发动机启动后,其转速一般高于 500r/min 时,发动机故障指示灯应自动熄灭。如果指示灯

继续点亮 则表明自诊断系统已检测到发动机电控系统有故障。

2. 故障报警

发动机运行中 ,当 ECU 检测出控制系统出现故障时 (不是全部故障) 立即输出控制信号 ,接通故障指示灯电路 ,使发动机故障指示灯点亮 ,向驾驶员发出报警 ,发动机已发生故障。故障排除 ,恢复正常工作时灯才熄灭。

3. 显示故障代码

当发动机电控系统出现故障时 ,要将内存的故障代码调出时 ,是通过发动机故障指示灯 (MIL) 以不同闪亮频率进行显示的。

4. 发动机定期维护提示

在一些汽车上 ,MIL 还可作为发动机定期维护提示 ,汽车在行驶规定公里后 ,ECU 控制 MIL 灯点亮 ,提示发动机某些系统或部件应进行维护或更换。

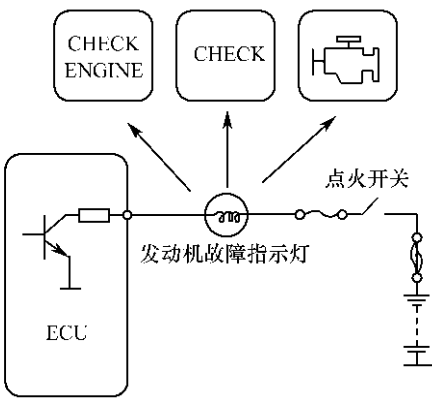


图 2 - 186 发动机故障指示灯电路

四、诊断故障码 (DTC) 的读取

汽车自诊断系统检测到发动机电控系统的故障后 ,将及时地将故障信息以代码的形式存入存储器内。只要保持蓄电池供电 ,这些故障码将一直保持在存储器内 ,以便维修时按照特定的方式、方法从 ECU 内读取 ,作为检修发动机控制系统的依据。

读取故障码 (Diagnostic Trouble Code) 的方法很多 ,但从大的方面可概括为两大类 :一是直接利用车上的自诊断系统 ;二是间接利用车外专用的检测仪。

1. 利用自诊断系统读取故障码 (DTC)

凡备有自诊断系统的小型汽车 ,其维修手册中均明确规定了发动机故障代码的读取操作程序以及自诊断系统的使用操作方法 ,操作者应按不同车型厂牌、生产年代的不同操作。自诊断系统的不同 ,其故障码的读取方法也有所不同。分别以不同的方式进入自诊断模式 ,然后以不同的方法显示、读取故障码。目前 ,大部分汽车都是利用汽车仪表板上的发动机故障指示灯的闪烁规律读取故障码 ,还有利用故障诊断插座输出的电脉冲、利用 ECU 箱体上的发光二极管闪亮规律读取故障码 ,在一些高级轿车上 ,还有利用组合仪表上液晶显示器 ,以数字形式显示故障码……。下面仅以丰田车为例简要说明。丰田车基本上都是利用仪表板上的发动机故障指示灯读取故障码的。图 2 - 187 所示为丰田车自诊断显示原理电路图。

自诊断系统一般都有一个专用故障诊断插座 ,也叫数据通信插座或叫数据链连接器 ,常用 DLC (DATA LINK CONNECTOR) 表示。一般多是综合性的故障诊断插座 ,不仅能够诊断发动机电控系统的故障 ,还能诊断如自动变速器、ABS、安全气囊等 (如果安装) 电控系统的故障。各车的故障诊断插座安装位置和形状可能不一样。利用车上的自诊断系统读取故障码时 ,弄清故障诊断插座的位置、各个端子的名称、功用是非常重要的。在日本丰田车上 ,一般有两个故障诊断插座。一个是长方形的 ,通常叫检查连接器 ,安装在发动机舱内 ,平时用盖子盖上 ,该插座偏重于发动机方面的检测和故障诊断 ;另一个是圆形的 ,叫故障诊断测试插座 ,常用 TDCL (Test Diagnostic Communication Link) 表示 ,该插座安装在驾驶室左侧仪表板下的小盒内 ,可用来与专用检测仪相连接 ,能方便、迅速地对待机电控系统和其他电控系统进行检测与故障诊断。

丰田车的发动机电控系统有两种故障诊断模式 (或叫两种状态) :一是“普通”方式 ,也叫正

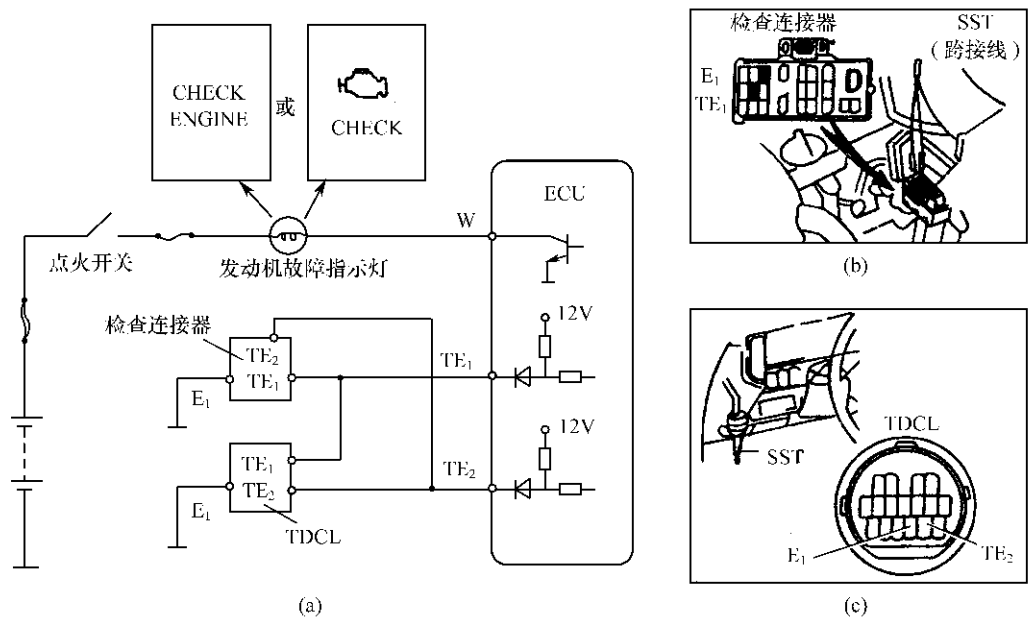


图 2 - 187 丰田车发动机自诊断显示原理电路
(a)仪表板发动机故障指示灯;(b)检查连接器;(c)TDCL 连接器(T 端子)。

常状态 ;二是“ 测试 ”方式 ,也叫试验状态。这里仅对经常采用的“ 普通 ”方式作一简介。方法是 :

(1) 将点火开关置于 ON 位置 ,但不要启动发动机。

(2) 进入自诊断状态 ,启动故障码调用程序 :用一故障诊断连接器(跨接线) ,跨接检查连接器或 TDCL 内的 TE_1 和 E_1 两个端子 ,使发动机 ECU 故障码触发端子 TE_1 接地。

(3) 观察发动机故障指示灯(CHECK)的闪烁规律 ,并读出故障代码。故障代码如图 2 - 188 所示。

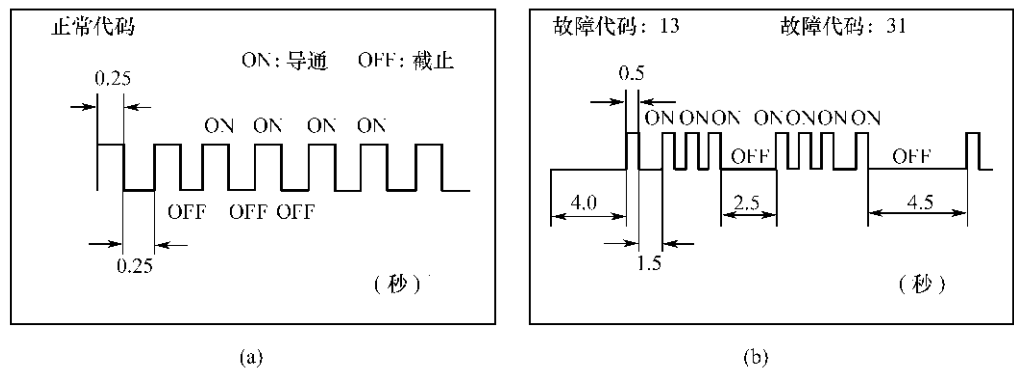


图 2 - 188 诊断故障代码的波形
(a)正常代码波形;(b)故障代码“ 13 ”和“ 31 ”。

图 2 - 188(a)指示灯在高电位(ON)时灯亮 ,低电位(OFF)时灯熄。指示灯亮、熄及间隔时间均为 0.25s ,此时指示灯闪烁的代码为正常代码 ,表示电控系统未出现故障。

图 2 - 188(b)指示灯显示的故障代码为“ 13 ”和“ 31 ”。可以看出 ,有故障代码输出时 ,指示

灯 4s 后亮 ,持续时间 0. 5s 后熄灭(表示故障代码“ 13 ”中的“ 1 ”) ,隔 1. 5s 后又闪三下 ,亮、熄时间都是 0. 5s(表示故障代码“ 13 ”中的“ 3 ”)。然后间隔 2. 5s ,指示灯再做类似闪烁 ,输出的故障代码为“ 31 ”。两个故障代码都输出后 ,指示灯熄灭 4. 5s 后再循环这一过程。

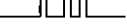
当 ECU 的存储器中存储两个以上故障代码时 ,丰田车不管故障发生的先后次序如何 ,输出的故障代码都是数字小的在前 ,数字大的在后。

维修人员读出故障代码后 ,可根据故障代码 ,如表 2 - 20 举例所列(不是全部)为丰田皇冠车发动机的故障码 ,据表查出故障的含义、类型的含义、类别以及故障范围等 ,然后即可以此为依据进行具体的故障判定。一般情况下 ,故障代码只是一个结论 ,不一定是故障的具体原因 ,有的还需进一步分析、检测才能判定。

各种车型故障码的位数多少内容含义是不一样的。大多数汽车的故障码(采用十进制)由两位组成 ,但也有采用 3 位、4 位和 5 位的。以同一水温传感器的故障为例 :日本丰田车显示的故障代码是 22 ,三菱车是 6 和 21。我国生产的红旗 CA7220E 轿车是 13、14 和 15 ,捷达和桑塔纳轿车是 00522(只能用检测仪才能读出) ,富康轿车是 14 ,切诺基 2021 型吉普车是 22。所以要想利用车上的自诊断系统读取故障代码 ,必须熟悉有关汽车的诊断插座和故障代码的内容。

(4) 故障代码清除。无论利用任何一种车上的自诊断系统来读取故障代码 ,当排除故障后 ,其故障代码仍会继续保存在存储器(RAM)中 ,此时应予以清除。否则 ,一旦有新的故障产生时 ,它将随同新的故障代码一起被显示出来 ,为诊断造成麻烦。

表 2 - 20 丰田皇冠车发动机故障代码表示例

代码	闪烁次数	信号系统	“ CHECK ”指示灯		现象和诊断方法	故障范围
			普通方式	试验方式		
无		正常	——	——	无其他代码输出	正常
12		转速信号	亮	无此诊断	起动机接通 2s 以上仍无曲轴转速信号和凸轮轴位置信号输送到 ECU	· 曲轴转速传感器、凸轮轴位置传感器短路或开路 · 分电器 · 启动系统线路开路或短路 · ECU
13		转速信号	亮	亮	发动机转速达 1000r/min 或更高时 ,仍无转速信号输送到 ECU	· 曲轴位置传感器短路或开路 · 分电器 · ECU
14		点火信号	亮	无此诊断	点火器连续 6 次没有信号输送到 ECU	· 分电器到 ECU 之间的 IGF 线路短路或开路 · 分电器 · ECU
16		ECT 控制信号	亮	无此诊断	从 ECU 计算机来的正常信号没有输出	· ECU
22		水温传感器信号	亮	亮	水温传感器线路短路或开路 0. 5s 以上	· 水温传感器线路短路或开路 · 水温传感器 · ECU

(续)

代码	闪烁次数	信号系统	“CHECK”指示灯		现象和诊断方法	故障范围
			普通方式	试验方式		
24		进气温度传感器信号	不亮	亮	进气温度传感器线路开路或短路 0.5s 以上	· 进气温度传感器线路短路或开路 · 进气温度传感器 · ECU
31		进气歧管真空度传感器信号	亮	亮	进气歧管真空度传感器线路开路或短路 0.5s 以上	· 进气歧管真空度传感器线路短路或开路 · 进气歧管真空度传感器 · ECU
41		节气门位置传感器信号	不亮	亮	节气门位置传感器线路开路或短路 0.5s 以上	· 节气门位置传感器线路短路或开路 · 节气门位置传感器 · ECU
42		车速传感器信号	不亮	不亮	在发动机转速 2800r/min 以上(电控变速器)或 2500 ~ 4500r/min(普通自动变速器)时,车速信号 (SPD)未输送到 ECU 有 8s 以上	· 车速传感器线路开路或短路 · 车速传感器 · ECU

各车型清除故障码的方法并不同一 ,但多数汽车使用下列简单方法进行清除 :

① 将点火开关处于 (OFF)断开位置状态下 ,拔掉发动机 ECU 备用电源线上的保险丝 (丰田车为 EFI 15A 保险丝)10s 或更长一些时间 ,即可清楚存储器中的故障码。注意 ,当外界气温越低时 ,拔掉保险丝的时间应越长些。

② 拆下蓄电池 (-)负极接线柱上的搭铁线约 20s ,也可清除存储器中的故障码。注意 ,采用此种清除方法应持慎重态度 ,首先应弄清该车辆是否装有音响、防盗等带密码的系统 ,如果有这些系统 ,一定要在搞清楚其解除密码方法的前提下才可进行。

2. 利用专用检测仪读取故障码

为了方便、准确、快捷地对汽车电控系统进行故障诊断 ,目前国内外为此开发研制出多种多样的专用的汽车检测仪 ,这些仪器有的称为汽车电脑检测仪 ,有的称为汽车扫描仪 ,有的称为汽车电脑解码器 ,还有的称为电路测试箱等。

这些仪器的使用是 ,当需要进行故障诊断时 ,将专用汽车检测仪的插头和汽车上的故障诊断插座相连接。然后打开点火开关 ,进行一些操作后 (参阅仪器使用手册)就可以很方便地从检测仪的显示屏上读取所有储存在电脑中的故障码。

这些专用检测仪本身 ,也是一台微型计算机 (ECU) ,其软件中存储着各种车型电控系统的检测程序和数据资料 ,配有各种专用检测插头。使用时 ,将被检测汽车的型号和车辆识别代码输

入检测仪后,就能从软件上调出相应的检测程序。然后按照检测仪屏幕上的提示进行操作,即可对汽车各电控系统进行检测,读取故障代码。

利用汽车专用检测仪,除了能读取故障码外,多数检测仪还具有其他功能。一般都能程度不同地对汽车电控系统的传感器、执行器及 ECU 本身做更进一步的检查。先进的检测仪功能较多,检测的项目多、范围广,主要有:

① 进行数据传送,直接测取各部分电路中的有关参数。检测仪通过与发动机 ECU 之间的串行通信输入方式,可以访问发动机电控系统的数据流,如各种传感器的信号、ECU 的计算结果与控制模式、各执行器的控制信号等信息数据,可在检测仪的屏幕一一显示出来,使检修人员对整个电控系统的工作情况一目了然。检修人员根据这些信息数据的变化情况,进行细心研究、对比判断后,可以进一步确定故障类型和部位。

② 通过检测仪向汽车电控系统发出工作指令。在发动机熄火状态及运行过程中,可以通过检测仪向各执行器有关控制电路发出工作指令,代替 ECU 驱动执行器或有关控制电路工作,对电控系统进行动态测试,以检测各执行器及有关控制电路工作状况。例如:在发动机熄火状态下,让电动汽油泵运行,让某个汽缸的喷油器喷油,让某个电磁阀或继电器(如 A/D 离合继电器、散热风扇离合器)等工作;在发动机运转过程中,停止某汽缸喷油器喷油、驱动怠速步进电机调整怠速转速、模拟加速等。检修人员在进行动态测试过程中,一般都可以根据部件工作的特点,听到、看到或感觉到部件功能是否正常,如部件动作的声音、发动机转速的变化、喷油器是否喷油等,从而帮助判定各执行器及有关控制电路的正确性。

③ 通过检测仪发出指令,消除 ECU 存储器内的故障码。

3. 美国福特公司的电路测试箱

福特公司利用专用电路测试箱检测福特汽车发动机 ECU 集中控制系统的故障。电路测试箱有 60 个插孔用于和检测仪表连接。另有一个多针孔插座通过专用连接件与微机集中控制装置连接,如图 2-189 所示。电路测试箱的 60 个插孔都有代号,用于代表发动机 ECU 集中控制系统的各分系统,使用说明书有明确说明。诊断故障时,按代号将检测仪表的表笔插入电路检测箱的插孔中,观察仪表读数。若数值与规定值不相符,说明该系统存在故障。然后,再进一步检查故障的具体原因并排除。

4. 英国奥斯汀-罗佛公司的电子燃油喷射测试器

该测试器用于检测装有热线式空气流量计的电子汽油喷射系统的各主要总成。检查结果分别由一组发光二极管显示。测试操作方法简介如下:

① 将测试器的 25 针插头与通常接在电控装置上的 25 针主线束插头对接,如图 2-190 所示。

② 依次向主继电器和电动汽油泵继电器通电,检测其工况。

③ 依次向各喷油器通电,检测各喷油器的工况。

④ 用发光二极管显示蓄电池电压、空气阀步进电动机电路电阻、节气门开关电路、点火线圈输出信号、汽油泵电路的惯性开关、空气流量计电路、水温传感器电路、车速传感器及自动变速器限制开关电路的工况。

⑤ 检测电动汽油泵的技术状况。按上述程序利用检测器诊断出故障所在区域(系统)后,再利用常规手段判断故障的具体部位,并做相应的处理。当发动机发生故障时,除利用检测器进行上述项目的检查外,还须采用常规手段检查喷油压力、喷油器的技术状况及与电控装置无关的而又能导致故障的各个方面。检测器的具体使用方法见使用说明书。

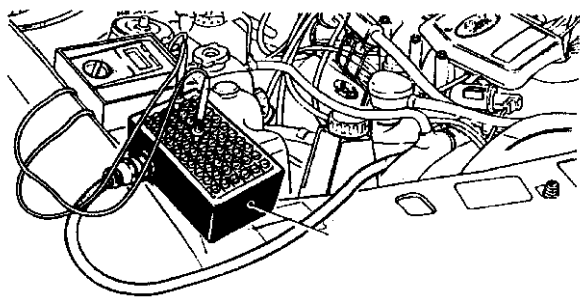
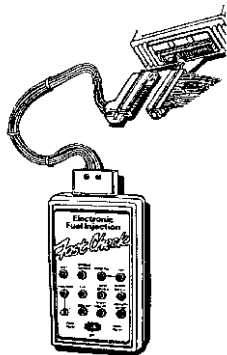


图 2 - 189 福特公司的电路检测箱



- 190 英国奥斯汀 - 罗佛
司的汽油喷射系统测试器

5. 韩国大宇公司的检测仪

大宇公司为该公司生产的汽车设计了专用检测仪 ,一般配备给各维修站。检测仪由显示屏与数个电键按钮组成。具体使用方法见检测仪使用手册。该检测仪利用故障码显示汽油喷射系统的各种故障 ,故障码在显示屏上以数字形式显示。大宇公司各型汽车均有各自的故障码 ,现以大宇赛手轿车为例 ,其故障码如表 2 - 21 所列。

表 2 - 21 大宇赛手轿车故障码

故障码	故障部位	故障状况	故障码	故障部位	故障状况
13	氧传感器	电压信号不变化	33	进气压力传感器	电压信号过低
14	水温传感器	电压信号过高或过低	42	曲轴转角与转速传感器	电压信号不变化
21	节气门开关传感器	电压信号过高或过低	44	氧传感器	空燃比过大
23	进气压力传感器	电压信号过高	45	氧传感器	空燃比过小
24	车速传感器	无信号	51	可编程只读存储器	信号弱

6. 解码器(SUNPRO)

(1) 汽车解码器

汽车解码器是利用配套连接线与车上的 ECU 数据输出检测接头(DLC)相连 ,从而达到与 ECU 进行数据交换的专用仪器。

解码器主要有两种 :一是原厂解码器 ,它是指汽车制造厂家提供或指定的解码器 ,一般只能诊断检测自己生产的车系 ,不能为其他公司生产的汽车提供维修服务 ,如 INTELLIGENT TESTER 只能诊断检测丰田汽车公司的凌志、佳美、皇冠、亚洲龙、丰田大霸王和花冠等系列车型。奔驰汽车用 HHT、宝马汽车用 MODIC、大众(奥迪)汽车用 V. A. G1551、日产汽车用 CONSULT - I / II ,由美国进口的 SUNPRO 解码器 CP9001 型适用于美国通用公司 1982 年及以后生产的民用小型汽车电控汽油喷射系统的故障诊断 ;CP9015 型适用于 1981 年及以后出厂的美国福特、林肯、水星(Mercury)牌小型汽车电控汽油喷射系统的故障诊断 ;CP9025 型则适用于日本丰田、尼桑和本田小型汽车 ;CP9080 型仅用于电控汽油喷射系统各种传感器的检测 ,又称为传感器检测仪。具体使用方法以及故障码见使用手册。

一般来讲 ,每个汽车生产厂家都有针对自己生产的各种车系的原厂解码器 ,以便能为自己生产的汽车提供更好的售后技术维修服务。二是非原厂解码器 ,是由汽车维修检测仪器设备厂商生产的汽车解码器 ,如德国博世公司的 KTS300/500、美国的红盒子 SCANNER MI2500、瑞典的

AUTODGNOS 国内厂家生产的“电眼睛”、“修车王”和“车博士”等。非原厂解码器一般可检测诊断多个不同汽车生产厂家的各款汽车,如 KTS300/500 可以诊断检测欧洲的奔驰、宝马、大众(奥迪)、保时捷、欧宝等多款不同厂家生产的车型。但从以上两种解码器的总体功能来说,非原厂解码器是比不上原厂解码器的,例如对于诊断检测宝马车系来说,KTS300/500 是远远比不上 MODIC 的,因为某些车系的部分电控系统非原厂解码器是无法诊断和检测的,这也是两者价格相差一定距离的原因之一。

(2) 解码器的功能

解码器最基本的功能是读取和清除电控系统故障码,另外还具有系统传感器和执行器的静态、动态数据流、部分执行器的动态测试功能,有的还带有示波器显示功能、万用表功能和打印功能。还有一些带有系统控制电路图和维修指引以供参考,有的可以通过专用数据线直接与 PC 机相连进行资料的更新和升级。一些功能强大的原厂解码器还能对车上系统电控单元 ECU 进行某些数据资料的重新输入和更改等。尽管解码器具有的功能很多,但关键还在于如何利用各项功能来为我们维修提供快捷的帮助。

(3) 解码器的应用

① 故障码的读取与清除。解码器技术操作书对故障码有比较详细的指导说明,如是陈旧性故障码还是新出现故障的故障码,以及故障码出现的次数。如果是陈旧性的故障码就表示故障较早之前出现过,现在不再出现了,但在 ECU 的存储器 RAM 内有一定的存储记忆(大多是上次排除故障后未被清除所致)。而新出现的故障码则表示是最近才出现的故障,应引起重视,可通过出现的次数来确定此故障是否经常出现。

值得注意的是,对故障码的定义说明要注意,是传感器或执行器自身故障(如信号不正常等)还是线路故障。若是线路故障要分清楚是短路还是断路,短路或断路发生在到电源还是短路或断路发生在到接地等。只有弄清楚故障码的定义说明,才能更好地利用解码器来排除故障。

在故障排除后,还要利用解码器来清除故障码,也就是从 ECU 内的记忆体系中清除故障记忆,并在发动机运转一定时间后,再通过解码器来测试是否还存在有故障代码,若有应再反复一次清除作业。

② 对传感器和执行器数据流的分析。所谓数据流,就是将电控系统的一些主要传感器和执行器的实际工作参数值,如转速、空气流量、节气门开度、电压、喷油时间、点火提前角、水温等提供给维修者进行参考。相当一部分解码器都能提供一定的数据流。在维修检测中,可以通过数据流来分析、发现故障所在,特别是当电控系统没有故障码作参考时,对数据流的分析就显得更为重要。

③ 执行器动态测试。利用解码器可以对喷油器、怠速步进电机、继电器、电磁阀和冷却风扇等进行人工控制,用以检测执行器是否处于良好的工作状态。如在发动机怠速工况时,对怠速步进电机进行动态测试,可以控制其开度大小,随着怠速步进电机处于不同开度,发动机怠速转速应该发生相应的高或低变化。通过以上测试就可以判断怠速步进电机本身及其控制线路是否处于良好工作状态。

④ 解码器的示波作用。在电控系统中的很多传感器和执行器的信号如电压、频率或其他量,都是以数字形式表示的。在发动机实际运转过程中,由于信号变化很快,很难从这些不断变化的数字信号中发现故障所在,如利用有的解码器自带的示波器功能,将电控发动机系统内的曲轴位置传感器信号、真空传感器信号等用图示波形的方式直观地提供出来,并将所测信号波形与标准波形相比较,就可方便地找出异常故障的所在了。

第三章 汽油发动机电子控制系统疑难杂症典例

第一节 概 述

一、故障诊断的原则

汽油发动机电子控制系统故障的诊断方法有:直观检查诊断、利用自诊断系统诊断、专用检测仪器诊断等方法。无论采用何种方式,其检测诊断的操作程序方法都应正确无误,维修手册中的各项规定、须知都必须遵守,才有可能找到故障发生的部位(部件)所在而排除之。

在检测诊断电控汽油喷射系统(EFI)故障时,首先应检查 EFI 系统发动机外部的各种管道、各种电路的连接关系,特别注意尤其是电控喷射系统中各部真空管道和 I/O 接口电路的连接可靠性和密封性检查,因为这些部位是最容易产生故障而导致信息失准影响发动机工况。在检查各真空管道时,注意管道电线屏蔽和隔离有否脱落老化破损或失效等,然后再考虑 EFI 系统其他部位的故障。同时可利用车上的自诊断系统或解码器的功能,以缩小检诊故障的范围。检测诊断总的原则应该是:首先排除发动机机械方面的故障,再检查电控系统的故障;先排除电控系统较简单的故障,再排除电控系统内部复杂的故障;先排除有把握的故障,再排除带有试探性的故障。这样可以抓住重点,少走弯路,提高检诊断故工作效率。

综上所述,电控汽油喷射系统故障的诊断与维修程序归纳如图 3-1 所示。

还应指出,电控系统(EFI)的故障率在汽油发动机中所占比例并不高。一般来讲,电控汽油喷射系统故障大多是由一些小“毛病”引起的居多,如系统的密封性、汽油的清洁度等,所以只要掌握了解系统的基本结构类型和工作原理,正确的检测诊断故障的方法和操作程序,正确区分与电控系统有关和无关的原因,然后再依次进行检查测试,其故障是不难发现找到和排除的。

一般来讲,与电控系统无关的故障原因有:

① 单缸缺火故障的原因是某缸阻尼高压线断路、漏电或脱落;某缸火花塞电极间隙不当、积炭严重或绝缘体碎裂;分电器盖局部破裂,窜电;高压线插错;点火线圈性能下降等。

② 发动机运行耗油量过大的原因是点火过迟;空气滤清器堵塞;排气管阻塞;排气再循环阀失灵;分电器离心、真空提前机构失灵等。

③ 发动机怠速运转不稳甚至熄火的原因是怠速调整过低;真空管路漏气;点火正时不当;火花塞有故障;分缸高压线漏电;排气再循环阀失灵;活性炭罐的排污阀出现故障等。

④ 汽车行驶中加速时严重爆震的原因是点火时间过早;汽油标号选用过低;排气再循环阀失效等。

二、电控汽油喷射系统使用与检诊杂症须知

① 对于电控汽油喷射发动机来讲,进气系统漏气造成工作不良的比例很大,因为电控汽油喷射发动机的漏气是未经空气流量计计量,这样会对空燃比造成很大影响。所以,遇到发动机工

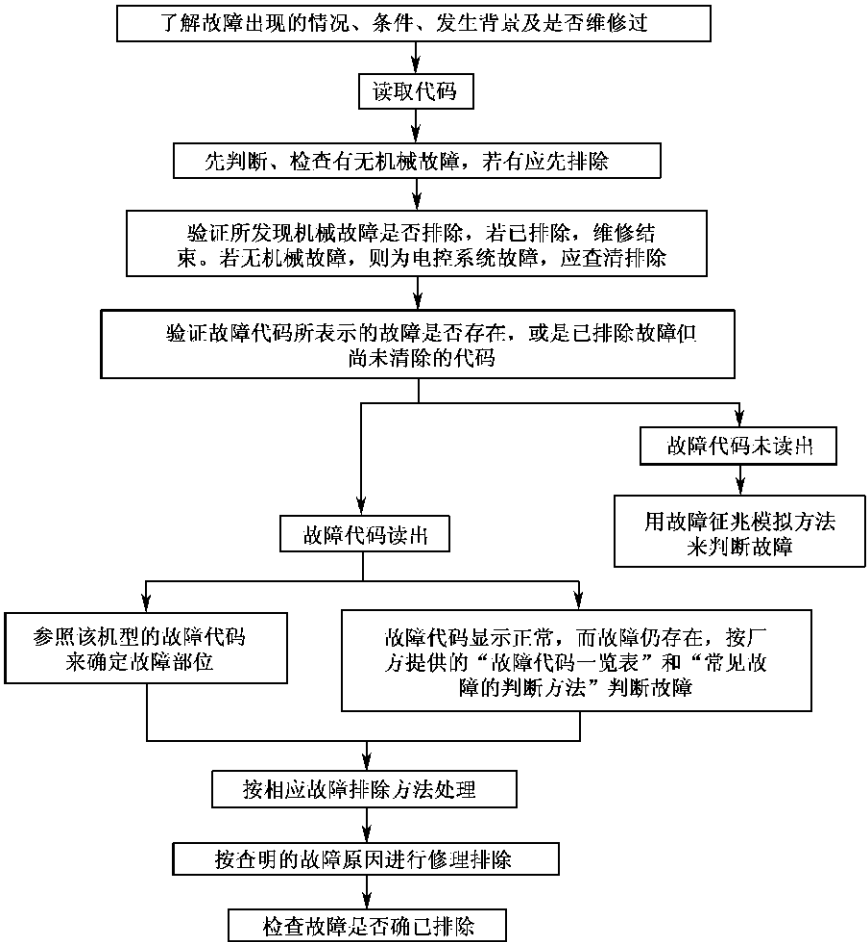


图 3 - 1 电控汽油喷射系统故障的诊断与维修程序

作不良时，应注意检查空气流量计、节气门体、辅助空气阀、怠速稳定控制阀、废气再循环 EG 及阀等有无松动、空气软管及其各接头处有无松动破损、漏气。此外，还应检查机油尺、机油加注口盖处是否密封良好。

② 发动机熄火后，输油管内还存有一定压力的汽油，在需要拆卸油管时，要注意防止汽油喷出而造成的危险。可以在拆卸油管接头下面放一油盆，在拆卸油管接头时，用毛巾将溢流出的汽油导入盆内，亦可避免火灾。

③ 输油管中的密封垫圈为一次性零件，拆卸后应重新更换，切勿重复使用。安装喷油器时，“O”形密封圈必须装用新件，以免影响喷油器密封性。安装时用汽油先润滑“O”型圈，切不可使用机油或齿轮油润滑。

④ 在对喷油器喷油性能进行检测时，一定要弄清楚喷油器的驱动是高电阻型还是低电阻型的。高电阻型的电阻一般为 $(12 \sim 14) \Omega$ ，可以使用蓄电池电压来检测喷油器的性能。但低电阻型的喷油器其电磁线圈的电阻一般只有 $(2 \sim 3) \Omega$ ，直接与蓄电池两端相连会因电流过大而烧坏喷油器线圈，所以必须采用专用连接器与蓄电池连接。若用普通导线，则需串联一只 $(8 \sim 10) \Omega$ 的电阻才可进行检测。

⑤ 启动发动机时，不要反复踩加速踏板，踩也无济于事，反而会导致其他故障。发动机刚启

动或快要关掉时,也不要突然提高其转速。

⑥ 发动机若“缺火”状态下不工作,其三元催化反应器可能过热而损坏。因此,应尽量避免拔出高压导线试火的时间过长,不通过点火开关使发动机转动,怠速运转的时间过大及个别火花塞不工作等。同时还应避免关断点火开关而滑行或者利用发动机长时间进行制动。

⑦ 空气流量传感器为精密部件,对发动机的工况影响极大。在拆下空气流量计时要稳拿轻放,不可解体空气流量计,以免损坏或影响其检测精度。清洁空气流量计时,要用专供的清洁剂,切勿用水或其他清洗液冲洗。

空气流量计上的调整螺钉是用来调整怠速时的 CO 含量,一般无须去动它,若调整不当将会造成发动机的动力性下降、燃油消耗增大等故障。

⑧ 拆卸时,应将拆下的零部件按先后次序排列整齐,不要弄混;安装复原时,按相反的次序装合,操作现场注意防火。

⑨ 电控汽油喷射系统要求所用汽油有较高的清洁度,以减小对相关零部件的磨损。因此使用中应定期更换汽油滤清器(一般为 4000km 左右)和清洗供油系统。当汽油箱中汽油过少时,尤其是已显示警告信号时,车辆不应勉强继续行驶,以免损坏电动汽油泵。装有三元催化反应器的车辆一定要用无铅汽油。

⑩ 水温传感器长期使用后,性能会发生衰退,使水温信号不准,这会对汽油喷射量、点火时刻及电动汽油泵的工作等都造成不良影响。而水温传感器的这种性能参数的改变(并非指短路或断路)往往不被自诊断系统所识别。因此,在发动机工作不良,例如不能启动、怠速不良、油耗增加等,而故障自诊断系统又未指示水温传感器故障代码,所以千万不要忽略对水温传感器的检查。

⑪ 检诊氧传感器时,注意不要让氧传感器跌落或碰撞其他物体,也不可用水冷却。更换氧传感器时,一定要用专用防粘胶液刷涂螺纹,以免下次拆卸困难。

⑫ 检测发动机汽缸压力时,应先将电动汽油泵熔丝、点火线圈导线和电子控制器连线断开,即不让供油系统和点火系统工作。

⑬ 无论是新、旧电动汽油泵均不可在空气中进行通电试验,以防旧油泵电刷与换向器产生火花,点燃余油引起爆炸;新油泵通电因不能润滑冷却而燃烧损坏电机。

三、电子控制系统器件故障的检测

以下故障诊断以日产尼桑 VG30E 型发动机 ECU 控制系统为例。

1. 电动汽油泵故障的检测诊断

(1) 不泵油故障

① 故障原因。油泵继电器、惯性开关、平衡电阻或线路发生故障,油泵电动机发生故障,如:电刷接触不良,电枢绕组烧坏等;滚子油泵出现故障,如:减压阀失灵,管路堵塞;电控装置发生故障。

② 故障诊断。

a. 拔下电动汽油泵线束插头,用另外的导线直接将电动汽油泵电动机端子与蓄电池正极相连,使其短时间通电。若电动汽油泵有运转声响,且出油管出油,说明故障存在于控制电路,应依次检查油泵继电器、惯性开关、平衡电阻及线路。若诸件均正常,应更换电控装置进行对比试验。若电动汽油泵不运转,说明油泵电动机有故障,应更换电动汽油泵总成(多数为不可拆式结构,无法检修)。若电动汽油泵还转,但无汽油输出,说明油泵或管路存在故障,应进一步检查管路。

是否堵塞。如果管路正常,应更换电动汽油泵总成。

b. 经上述检查确认电动汽油泵及其控制电路均正常,但喷油器油管无汽油喷出,说明汽油滤清器堵塞或油压调节器失灵,应进一步检查。可利用油压表检查判断。

(2) 泵油量不足故障

① 故障原因。油泵转速过低、电机性能下降、油泵继电器触点烧蚀、线路连接不良等造成;油泵滚柱磨损过甚、减压阀关闭不严或弹簧张力较小、油压调节器球阀关闭不严或弹簧张力较小、滤清器堵塞、管路堵塞。

② 故障诊断。使用油压表测试油泵输出口油压。将油压表接于滤清器出油口,接通点火开关,检查油压。若油压正常(一般应大于 0.25MPa),说明电动汽油泵、滤清器及电路正常,应检查油压调节器。将油压表接于分油管某出油口,测试油压。若油压低于规定值,说明油压调节器性能不佳,应当更换。若油压过低,应检查电动汽油泵前后管路与滤清器是否堵塞。若滤清器堵塞,应更换;若畅通,应进一步检查控制电路与电动汽油泵。将电动汽油泵直接与蓄电池正极相接,测试油压。若油压正常,说明控制电路有故障,应逐段检查;若油压仍然过低,说明电动汽油泵总成有故障,不可修复,应当更换。

2. 喷油器故障诊断与使用

(1) 故障原因

线圈断路、短路、搭铁、喷嘴堵塞、泄漏、排气管冒黑烟等。

(2) 测试与诊断

① 对喷油器进行检查。

a. 启动发动机,水温正常后,使其怠速运转,用听诊器测听喷油器的工作声音,判断各缸喷油器工作是否正常。发动机运转时,各缸喷油器的工作声音应清脆均匀,如某缸喷油器工作声音很小或无工作声音,可能是该缸工作不正常或不能工作。

b. 用断缸法进一步判断喷油器的工作情况。分别拔下各缸喷油器的线束插头,使喷油器停止喷油,如拔下某缸插头后发动机转速无明显下降,说明该缸喷油器不工作或工作不良。

② 喷油器控制电路及电磁线圈电阻的检查

a. 使用欧姆表测试喷油器线圈的电阻值。若电阻值为 ∞ ,说明线圈断路;若电阻值小于规定值,说明线圈匝间短路或搭铁。

b. 利用喷油器试验台测试其性能。英国产 DX 7050CUB 型、DX 7010STAR 型喷油器试验台(国内有供应)进行喷油量、喷油器倒流情况、喷雾形状、密封性能等项目测试及清洗作业。

c. 拔下喷油器线束插头,在线束端的两端子间接一个 12V 的小试灯或二极管笔,启动发动机,如果试灯不闪烁,应分别检查供电电路和接地线路。

d. 拔下喷油器线束插头,用数字式万用表电阻挡测量喷油器两端子间的电阻,对于电流驱动的低阻抗喷油器,电磁线圈阻值应为 3Ω 左右;对于电压驱动的高阻抗喷油器,电磁线圈阻值约为 $(12 \sim 15)\Omega$ 。

在测试喷油器电磁线圈电阻时,应区分清楚喷油器的型号、规格,请参阅本书第二章第三节图 2-57 所示。

③ 喷油器的拆卸及清洗。

a. 切断电源,泄除管路内的油压,拆下喷油器的线束插头和汽油总管以及油压调节器上的所有连接件。从进气歧管上拆下汽油总管,并从总管上取下喷油器。

注意 拆卸管路之前,为防止汽油飞溅,可拔下汽油泵的线束,启动发动机,直到发动机自行

熄火以泄除系统油压。也可以在管路接口下放一油盘,用纱布包住管口将汽油导入油盘中。

b. 喷油器清洗。当喷油器无电气故障,只需清除堵塞物时,一般应使用酒精或专用清洗剂清洗。利用 DX 7100 型超声波清洗器清洗效果更好。

无专用测试设备时,可给喷油器直接通电,利用油杯进行简易试验,但需控制电源电压,使其与实际工作电压相符。

④ 喷油量及雾化情况的检查。

a. 将各喷油器分别放入量杯中,让汽油泵持续运转。用专用连接线依次连接各喷油器和蓄电池(保持时间 30s),各缸喷油量偏差应不大于 10mL。不同车型喷油量应满足相应标准。

b. 喷油器工作时,喷出的汽油应呈扇形雾状。

注意:电流驱动的低阻抗喷油器直接与蓄电池连接容易使喷油器的电磁线圈损坏,可在电路中串联一个适当阻值的电阻。

喷油器在工作过程中容易产生积炭、针阀粘连,从而造成不喷油、渗漏、雾化不良等故障,因此应对喷油器进行定期清洗。喷油器的检测项目一般在喷油器专用检测仪上进行,如果没有专用检测仪器,则可采用下述检测方法进行检测。

⑤ 喷油器密封性的检测。

a. 将喷油器装入汽油总管,并将汽油总管进油口与汽油滤清器出油口的油管接好,油压调节器的回油口接回油管。

b. 跨接汽油泵检查插座上的两端子,闭合点火开关,让汽油泵工作,检查喷油器有无漏油。1min 内喷油器滴油不超过一滴为合格。

检修完毕后,将喷油器及各部件重新装回发动机,正确连接好管路及线路。

3. 水温传感器故障诊断

水温传感器由对温度变化特别敏感的负温度系数的热敏电阻(NTC)构成。该电阻具有外界温度越高其电阻值越小的特性,利用电阻的变化来检测发动机冷却液的温度,并将这一信号输入到 ECU,用于喷油量的重要修正信号。

水温传感器的正常使用范围是 $-30 \sim 139$,其对应的输出电压值为 $0.1V \sim 4.8V$ 。当 ECU 检测到超出这个范围的输出电压信号时,即可判断为水温传感器电路发生故障。此时自诊断系统点亮故障指示灯并记录故障代码,同时提供一个预先记忆在 ECU 存储器内的 80 水温代用值,用于继续控制发动机运转,防止由于信号失常使车辆不能行驶。

(1) 故障原因

传感器线路断路或插接件接触不良;传感器热敏电阻失灵;ECU 集中控制装置有故障。

(2) 故障诊断

① 检查传感器线路与插接件。

② 测试传感器性能。将水温传感器放入具有加热设备的水杯中,用万用表电阻挡测量传感器输出端与接地端的冷态电阻,其电阻值应随温度的升高而由大变小,电阻值应符合规定。若电阻值不随温度升高而由大变小,则表明水温传感器不良,应换装新件。

各厂牌、型号汽车的发动机 ECU 集中控制系统的水温传感器性能不同,同一型号汽车该传感器与水温表的传感器的性能也不同,不能互换使用。

③ 水温传感器故障诊断可按图 3-2 所示程序进行检查判断。

4. 节气门开关电路故障诊断

节气门开关(位置传感器)是将节气门开度(发动机负荷)的变化转变为电信号并输入给

ECU。ECU 根据此信号判断汽车所处的工况 ,及时对喷油量进行修正。如果节气门位置传感器电路工作不良 ,就会造成 ECU 对当前汽车所处工况判断上的错误 ,使喷油量的调节与汽车工况不相匹配 ,从而引发故障 ,其故障诊断如下 :

(1) 故障原因

线路故障或插接件接触不良 ,线束发生断路、搭铁 ;节气门开关怠速触点失常 ;ECU 集中控制装置失灵。

(2) 故障诊断

① 检查电线束导线是否有断路、搭铁故障和插接件连接情况。

② 使用欧姆表检查触点的工作情况。使节气门完全关闭 ,测量怠速触点导电情况。此时怠速触点应闭合 ,电阻值为零。若电阻值大于零 ,说明触点闭合不良 ,应检修或更换节气门开关。使节气门全开 ,测量全开触点的闭合情况。此时该触点应闭合 ,电阻值应为零。若电阻值大于零 ,说明触点闭合不良 ,应检修或更换节气门开关。有些品牌汽车的节气门开关除怠速触点与全开触点外 ,还有滑动电阻。后者可改变节气门开度 ,测试电阻值的变化。若电阻值不能随节气门的开度变化而变化 ,说明滑动触点与电阻片的接触不良 ,应检修或更换节气门开关。

③ 节气门开关电路故障诊断按图 3 - 3 所示进行。

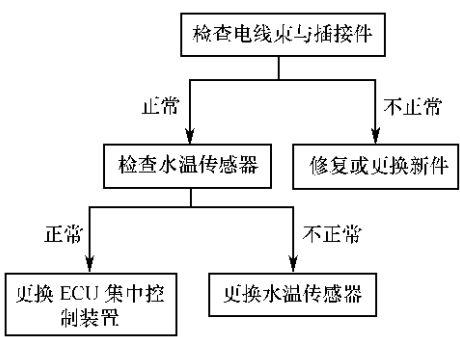


图 3 - 2 水温传感器故障诊断

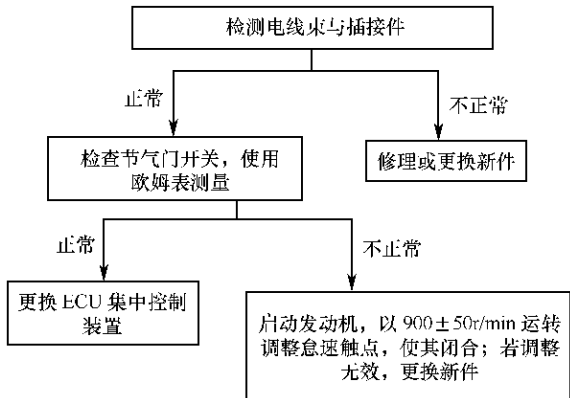


图 3 - 3 节气门开关电路故障诊断

5. 空气流量计电路故障的诊断

空气流量计是 L 型电控 EFI 系统中测量进气量的重要传感器 ,它将吸入的空气量转换成电信号送入 ECU ,与转速信号一起作为决定喷油量的基本信号。ECU 根据空气流量计传来的电压信号来计算喷油量。如果传感器工作不良 ,电路发生故障 ,输入 ECU 的电压信号并没有正确反映进气量 ,ECU 就会发出错误的指令 ,造成混合气过浓或过稀 ,进而使发动机工作无力、油耗增加 ,甚至易产生爆震。空气流量计一般有三种。其电路检查如下。

(1) 阀瓣式空气流量计的故障原因

故障储存没有消除 ;电线束或插接件存在故障 ,导线断路或插接件接触不良 ;电位计导电不良 ;阀瓣卡滞 ;空气流量计有故障 ;ECU 集中控制装置有故障。

热线式和卡尔曼旋涡式空气流量计由于结构复杂不易简易测试 ,可采用换件对比法诊断其故障。

(2) 故障诊断

检查电线束导线是否有断路和插接件的接触情况 ,检查阀瓣有无卡滞现象 ,改变阀瓣偏转角

度 测试电位计的电阻变化情况。其电阻值随电位器的开度而变化 若测得值无变化或出现步进式大跳动 则为电位器有故障或损坏 应更换。故障诊断处理可按图 3 - 4 所示进行。

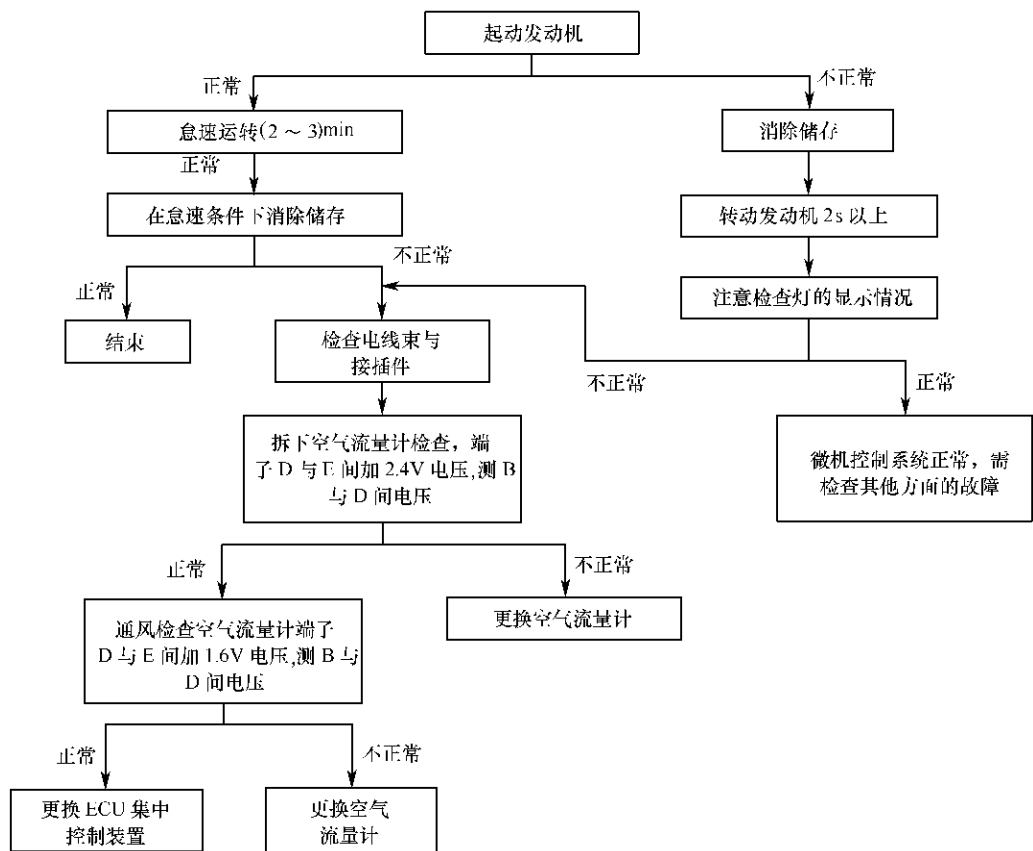


图 3 - 4 空气流量计电路故障的诊断

6. 空气流量调节器(辅助空气阀)故障的诊断

故障原因 :电线束或插接件有故障 ;空气流量调节器有故障 ,如加热线圈断路、搭铁 ;双金属片发生变形 ;滑板卡住。

故障诊断与处理如图 3 - 5 所示。

7. 曲轴转角传感器(CPS)故障的诊断

(1) 故障原因

电线束或插接件接触不良或有故障 ;高电导线对曲轴转角传感器产生的电磁干扰 ;曲轴转角传感器本身有故障 ;ECU 集中控制装置出现故障 ;转于凸齿与磁头间的气隙失调或不清洁。

(2) 故障诊断与处理(按图 3 - 6 所示程序进行)

8. 氧传感器(EGO)故障的诊断

(1) 故障特征

- ① 排气不符合标准 ,怠速运转不稳、缺火。
- ② 油耗增加 ,行驶动力下降 ,发动机有喘抖现象。

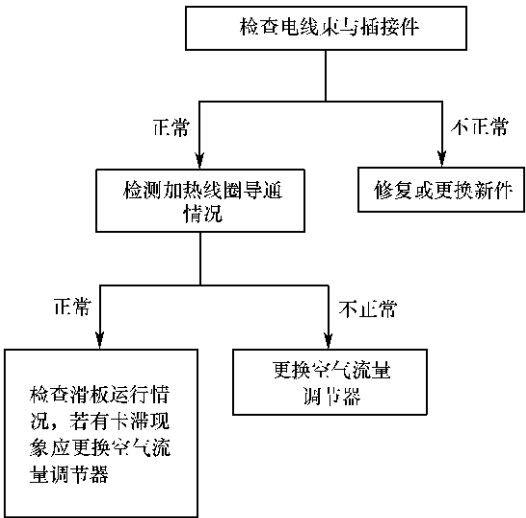


图 3 - 5 空气流量调节器的故障诊断

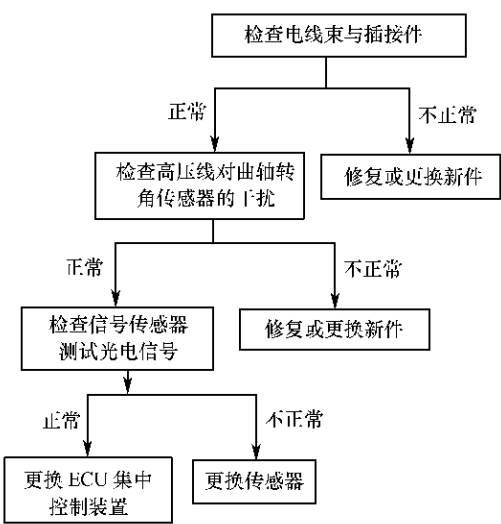


图 3 - 6 曲轴转角传感器的故障诊断

③ 氧传感器颜色异常的特征如下。

- a. 氧传感器顶端呈棕色。此特征是由铅污染(铅中毒)所引起的。据研究表明,使用含铅汽油行驶 500km 左右,也会因铅吸附在氧传感器工作表面而发生铅“中毒”,使信息反馈功能基本丧失。
- b. 氧传感器顶端呈黑色。此特征是由于积炭引起的,应属正常现象。但积炭沉积物过多会影响其信息反馈的灵敏性,应对积炭进行清除继续使用,并按规定里程更换新件,且警惕是否为混合气过浓所致。
- c. 氧传感器顶端呈白色。此特征是维修发动机时使用了硅密封胶所致。实践证明:任何含有醋酸(起硫化作用)的硅胶都会损害氧传感器,若被硅污染一般只好换新件。

(2) 故障原因

- ① 使用了含铅量超过 5mg/L 的汽油,铅沉积在氧传感器的表面使检测信息失效。
- ② 发动机过热,因为氧传感器有一定的使用温度。
- ③ 混合气过浓或过稀。
- ④ 氧传感器的插头不洁净,电气线路或 ECU 有故障。

(3) 故障诊断检测

- ① 检查连接导线插头的导电情况。
- ② 氧传感器加热器电阻的检测。
 - a. 准备一只低量程(如 2V)和高阻抗的电压表,启动发动机以 2500r/min 的转速连续运转 2min(预热);
 - b. 拔下氧传感器插头,测量接线端中加热器接柱与搭铁接柱之间的电阻,其阻值一般为 (4~40)kΩ。如不符合标准,应更换氧传感器。若正常,应将插头接好。
- ③ 氧传感器反馈电压的检测。
 - a. 先拆下氧传感器线束插头,对照车型电路图,从其中的反馈电压端引出一细导线,再将插头接好。在发动机运转中从引出线上测量反馈电压。如丰田车电喷发动机,可从故障检测插座的 OX1 或 OX2 插孔内直接测反馈电压。图 3 - 7 所示为氧传感器电路与发动机 ECU 端子,其中

OX 端子为氧传感器的信号输入端 ,HT 端子为氧传感器加热器的电源输出端 ,如果排气温度过低(冷态) ,HT 便接通供电电路 ,如果排气温度过高(热态) ,HT 便断开供电电路。氧传感器失效 ,如丰田车系列将显示故障代码“21 ”、“25 ”、“26 ”、“27 ”、“28 ”、“29 ”。同时发动机检查灯或故障指示灯也会点亮。

b. 拔下氧传感器插头 ,将电压表的负极搭铁、正极探针连在氧传感器输出端子 ,如图 3 - 8 所示及表 3 - 1 所列(多数氧传感器插头位于发动机后部靠近隔板处)。反馈控制系统在正常的闭环控制状态 ,即 ECU 根据氧传感器的反馈信息控制混合气的空燃比。让发动机保持 2500r/min 转速 ,察看万用表指针应在(0 ~ 1)V 之间来回摆动 ,其频率为 8 次/10s 以上为氧传感器工作正常。

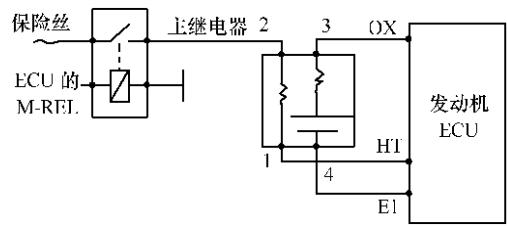


图 3 - 7 氧传感器电路与发动机 ECU 端子

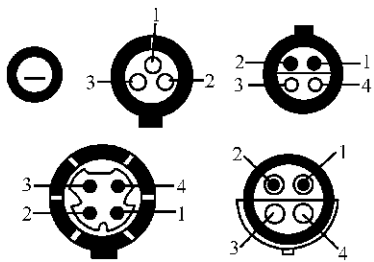


图 3 - 8 氧传感器输出端子

c. 若万用表指示电压为 0V ,应反复使发动机的转速升高或降低 ,若电压仍指示 0V 不动 ,则为氧传感器损坏。

d. 若在 10s 内摆动次数少于 8 次 ,可将氧传感器插头脱开 ,使氧传感器不与 ECU 连接(进入开环状态) 测量氧传感器电压。当电压大于 0.45V 时 ,可人为地使混合气变稀 ,如脱开进气管上的制动真空助力软管 ,让额外空气进入汽缸。若电压仍大于 0.45V ,则为氧传感器损坏 ,若电压小于 0.45V ,则为氧传感器工作正常。故障可能是供油系统、进气系统所造成的混合气过浓或 ECU 系统故障所致。

e. 若氧传感器插头脱开 ,反馈电压小于 0.45V ,可人为地使混合气变浓 ,如拆下水温传感器线束插头 ,接上一只(4 ~ 8)kΩ 的电阻搭铁(冷态、ECU 必然调大喷油量)。若电压仍小于 0.45V ,则为氧传感器损坏 ,故障可能是供油系统、进气系统或 ECU 系统故障 ,若电压升高大于 0.45V ,则为氧传感器正常。

④ 对于采用主、副氧传感器的车型 ,主氧传感器通常带加热器。有三根导线 ,一根通 ECU ,另两根分别搭铁和接电加热器元件(作为 12V 电源)。副氧传感器通常是不带加热器 ,只有一根导线与 ECU 连接 ,该氧传感器是靠排气进行加热 ,只有超过 300 ℃ 时才能进入工作状态。

⑤ 更换氧传感器应在发动机热状态下停机时进行。

9. 电控 EGR 系统故障的检测

现代汽车大多数均装有废气再循环电控系统 ,它主要由 ECU、电控真空开关阀(VSV)、废气再循环阀(EGR)、废气再循环真空调节阀及废气管道和真空管道等组成 ,如图 3 - 9 所示。系统中的任一部件工作不良或损坏都将造成系统工作异常 ,导致怠速运转不稳定 ,尾气排放的污染物增加。

(1) 废气再循环系统工作检查

其检查方法是 :发动机启动后 ,让其怠速运转。将手指伸入 EGR 阀 ,按在膜片上检查 EGR 阀有无动作。在冷车状态 ,踩加速踏板 ,使发动机转速上升到 2000r/min 左右 ,此时 EGR 阀不应

表 3 - 1

氧传感器型号	传感器输出信号	加热器电压 12V
非预热式 (单线)	黑线(+)	无
加热式 (3 线)	端子(+)	端子 3(+) 端子 2(-)
加热式(4 线)	端子 2(+)	端子 4(+) 端子 3

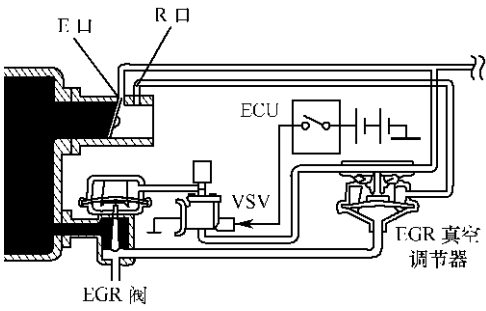


图 3 - 9 电控 EGR 系统

开启 ,手指上应感觉不到膜片的动作。在热车状态(水温高于 50) 踩下加速踏板 ,使发动机转速上升到 3000r/min 左右 ,此时废气再循环阀应开启 ,手指应感觉到膜片的动作 ,否则说明系统工作不正常 ,应进一步检查系统各部件。

(2) 废气再循环阀的检查

检查方法 :启动发动机 ,让其怠速运转 ,拆下 EGR 阀的真空软管。接上手动真空泵 ,然后抽气 ,将真空直接加到废气再循环阀的膜片室。这时如果发动机怠速不稳或熄火 ,则说明废气再循环阀工作正常 ,否则说明废气再循环阀损坏 ,应更换。

(3) 废气再循环电控真空开关阀(VSV 阀)的检查

检查方法 :停机时 ,对着 VSV 阀上的真空软管吹气 ,两个接口应相通。拔下开关阀的线束插头 ,在其插座上用万用表测量开关阀电磁线圈的电阻 ,其阻值为(30 ~ 40)Ω 左右。若检查中有异常或电磁线圈短路、断路 ,则应更换废气再循环电控真空开关阀。

(4) 废气再循环真空调节阀的检查

检查方法 :拆下阀体上部各管口的真空软管 ,用手指堵住通向进气管的两个管口 ,并向其一侧的一个管口吹气 ,应畅通无阻。接着将通向进气管的两根真空软管装上 ,并启动发动机。当发动机转速保持在 2500r/min 时 ,再向管口吹气 ,应感到气流严重受阻。如有异常 ,则应更换调节阀。

第二节 部分国产轿车电子控制疑难杂症示例

一、奥迪轿车发动机电控系统故障诊断

1. 奥迪 A6 轿车发动机 ECU 故障的诊断

(1) 故障特征

奥迪 A6 2.4 轿车 ,发动机型号 APS。冷车怠速正常 ,加速性能良好 ,但发动机温度正常(热车)后怠速不稳抖动 ,有时会有自动熄火现象。

(2) 故障诊断与排除

根据发动机工况现象 ,检查火花塞工作良好。连接 V. A. G1551 专用诊断仪对发动机进行故障检测 ,屏幕显示偶发性故障 ,共有 4 个故障点 ,这 4 个故障点都与节气门控制体有关。正在检测试车中(怠速运转约 40min)发动机突然熄火 ,此后多次启动无着车征兆。用 V. A. G1551 检测没有任何故障信息 ,待发动机冷却后 ,再次启动一次成功 ,但故障代码与上次相同。由此判定故

障原因是节气门体损坏。当更换一只新的节气门体总成、打开点火开关 6s 以上,且不启动发动机,也不操纵加速踏板,目的是让发动机 ECU 进行自适应,即让发动机 ECU“学习”节气门的位置变化后,重新启动发动机,待升温后进行路试,发动机仍然存在间歇性熄火故障。再次检测过程中发现,发动机阅读数据块与标准值一直相同,由此确定故障在发动机的 ECU。再用专用诊断仪 V. A. G1551 选择“01”发动机电控单元(ECU),显示该机 ECU 的识别码,与代码类别表相比较后,关闭点火开关,更换新的发动机 ECU,待发动机基本设定的初始自适应阶段完成后,进行热机路试使用,故障彻底排除。

2. 奥迪 A6 2.0 轿车发动机加速性差动力不足油耗高故障的诊断

(1) 故障特征

该车大修理后发动机加速性比原来大为下降,动力显著不足且油耗过高,行驶中超越一般车辆都困难。

(2) 故障诊断与排除

① 启用自诊断系统,电控系统无故障代码存储,供油压力检测为正常。

② 清洗喷油管、节气门阀体并测试喷油量正常,也无滴油现象,检测节气门位置传感器,空气流量计的工作也属正常。

③ 检查调整火花塞间隙,校正点火正时,氧传感器工作也正常。经上述检查后试车故障依旧。

④ 在检测中发现此车爆震传感器装在汽缸盖气门挺杆旁边,这是一种异常装法。将爆震传感器装回原规定的缸体位置后,启动发动机试车故障排除。

由于爆震传感器位置装错,发动机工作时点火系统始终处于点火推迟状态,造成发动机动力不足等故障。

3. 奥迪 A6 2.0 轿车行驶动力不足低速加不上油故障的诊断

(1) 故障特征

发动机怠速工作平稳、行驶动力不足、低速加油发动机转速提高很慢,供油压力正常。

(2) 故障诊断与排除

① 利用自诊断系统,读取故障代码为发动机负荷过大,检查发动机的机械运转属正常。

② 检查节气门位置传感器、空气流量计,发现空气流量计信号输入时有时无,进一步检查发现其内的一个输出固定触点烧蚀,经修复处理后装复试车,故障彻底排除。

4. 奥迪 A6 2.0 轿车空调停机不制冷故障的诊断

(1) 故障特征

发动机启动运转正常 6min 后空调停机不制冷,而空调风扇转动、发动机水温正常。

(2) 故障诊断与排除

检查空调管路无堵塞,只是压力偏高,制冷剂储量适当,冷凝器水箱外表干净清洁,但水箱内侧散热片却被尘土污物堵死,造成散热不良,系统温度过高而引起压力升高,高压开关切断压缩机工作,经清洗后故障排除。

5. 奥迪 A62.6E 轿车不能启动故障的诊断

(1) 故障特征

95 款奥迪 A6 2.6E 轿车,更换发动机正时齿带后,启动不着火、无高压电火花、喷油器不喷油。

(2) 故障诊断

① 用金奔腾 1552 专用故障检测仪提取故障代码为 00514(点火正时失准、曲轴位置传感器对地短路或断路)、00515(霍耳传感器无信号)。

② 检测表明,点火正时和曲轴位置传感器与曲轴上触发器(盘)之间的间隙为 1.5mm(正常)将点火开关置“ON”位后,用起子在距该传感器头 1mm 处轻微晃动时,有被吸附感觉(正常)。

③ 将点火正时和曲轴位置传感器侧连接器 1 号与 2 号、1 号与 3 号、2 号与 3 号端子之间进行电阻测试,其值分别为 1.05kΩ、Ω、Ω 均属正常。但该传感器头部松动,粘接牢固。

④ 用数字式万用表检测霍耳传感器,其工作电压为 10.4V(正常);霍耳传感器侧连接器“-”与“+”端子之间的电阻检测。是将红表笔接“-”端子,黑表笔接“+”端子时电阻值为 1.0kΩ,再将黑表笔接“-”端子、红表笔接“+”端子时电阻值为 Ω(正常)。

⑤ 霍耳传感器侧连接器“0”与“-”端子的电阻检查,红表笔接“0”端子、黑表笔接“-”端子时,电阻值为 6.7kΩ(正常),传感器外表无损伤。

⑥ 清除故障代码后再次提取仍出现 00515,表明霍耳传感器有故障。进一步检查发现,霍耳传感器触发叶轮的定位头已断裂,其位置也偏移曲轴上的定位槽,将触发叶轮的定位头修复对准曲轴上的定位槽安装牢固后,发动机顺利启动。

6. 奥迪 100 2.2E 型轿车发动机抖动故障的诊断

(1) 故障特征

发动机怠速转速为 800r/min 时接通空调开关,空调压缩机工作后,转速没有升高,发动机出现严重抖动现象。检测怠速工况下的怠速控制阀的电流值为 510mA。

(2) 故障诊断

① 在怠速工况下检测输入怠速控制阀的电流值达 510mA,表明该车的怠速调整不正确。

② 该车正常怠速、空调快怠速(负荷怠速)、暖机快怠速是由怠速稳定控制单元通过怠速控制阀自动控制进气量的,正常怠速转速调控值为 800r/min,空调快怠速转速调控值为 920r/min;暖机快怠速转速调控值为 1000r/min。怠速工况下怠速稳定控制单元输给怠速控制阀的电流为 430mA±30mA。当怠速稳定控制单元接收到空调压缩机正式工作信号后,还会将输入电流增加约 100mA,使空气进入量增加,以提高发动机转速,消除发动机在低速时因输出功率不足造成发动机抖动现象。

③ 怠速调整,将怠速控制阀线圈与电流表串联,通过旁通空气道调整螺钉和 CO 调整螺钉,将怠速控制阀电流及排气中 CO 含量调整到规定值,CO 体积分数为 1.0%±0.2%。如果旁通空气道调整螺钉拧入过多,此通道空气进入量减少,而通过怠速控制阀进入的空气必然增多。此时输入怠速控制阀的电流就将超过 500mA。当空调启动后电流增加余量不大,空调快怠速转速达不到调控值,致使发动机抖动严重。同时还会造成发动机冷机启动困难,甚至自行熄火现象。正常怠速控制阀电流值为 430mA,CO 体积分数为 1%。

7. 奥迪 100 型轿车热机启动困难故障的诊断

(1) 故障特征

奥迪 100 型轿车装用 2.2E 5 缸 K 型汽油喷射发动机,冷机启动良好,但工作不稳,排气管冒黑烟;发动机温度正常后抖动严重,熄火后再次启动有着火征兆,但始终不能着火工作。

(2) 故障原因

根据上述特征,故障是由于混合气过浓所引起的,混合气过浓的主要原因有:

① 冷启动喷油装置失效、热控正时开关失效,造成冷启动喷油器在发动机冷、热机状态都处

于喷油状态。

- ② 各缸喷油器的喷油量调节过大。
- ③ 汽油计量分配器工作不良、柱塞卡滞而造成汽油供给量失控。
- ④ 空气滤清器、进气管道堵塞 造成进气不畅通。

(3) 故障诊断

- ① 检查空气滤清器、管道无异常现象。
- ② 将冷启动喷油器从座孔上拆下 ,并接于自身的汽油管上 ,插上冷启动喷油管插头 ,用起动机带动曲轴(发动机温度在 60 ~ 80)旋转 ,观察冷启动喷油器无喷油现象 ,表明冷启动装置工作正常。
- ③ 拆下第一缸的喷油器 ,再接在该缸汽油管上 ,打开点火开关 ,发现有少量的汽油从喷油器喷出。再拆下其他缸喷油器如此试验 ,情况均一样。由此判断同时多只喷油器损坏的可能性极小 ,可能是汽油计量分配器故障居多。
- ④ 拆下汽油计量分配器 ,检查发现分配器的柱塞与套筒之间有较多积炭污物 ,移动柱塞感到阻力较大很不自如。当用清洗剂将积炭污物清除干净试验分配器柱塞运动自如后装复 ,一次顺利启动 ,经调节故障消失。
- ⑤ 该车由于汽油计量分配器柱塞卡滞 ,引起混合气过浓 ,冷车虽可启动 ,但冷车汽油雾化较低 ,混合气总量不会过浓。而热车时汽油雾化好造成混合气过浓 ,发动机工作抖动加剧熄火 ,过浓混合气也使发动机不易启动。

8. 奥迪 V6 轿车发动机不能熄火故障的诊断

(1) 故障特征

在对奥迪 V6 轿车车身修理好后 ,试车启动发动机后不能熄火 ,将点火开关置于“ OFF ”位置 ,发动机仍继续运转 ,甚至断开蓄电池负极线 ,发动机仍照常运转 ,而仪表显示为发动机正常运行状态。后将汽油泵保险拔下 ,发动机才熄火。发动机故障灯没有故障提示。

(2) 故障诊断与分析

① 从奇特的故障特征初步判断为 30 号火线与点火开关控制 15 号线短路 ,但拆下组合仪表 ,拔下点火开关插头 ,经检查插头与点火开关均完好无损 ,故障并非此处。

② 从点火开关控制 15 号火线检查 ,在点火开关关闭发动机继续运转状态下逐个拔下 15 号火线控制的电器设备的保险 ,它们分别是 :喷油器、点火线圈、汽油泵和车载电话(未装) ,当拔下车载电话的 2 个保险(30 号火线 5A、15 号火线 10A)后发动机才熄火 ,仪表显示与点火开关置于“ OFF ”时相同 ,为发动机不运转状态。如图 3 - 10 所示。

③ 进一步检查点火开关插头 ,发现只有拔下车载电话保险时 ,插头的 15 号线无 12V 电压 ,则判断故障在车载电话系统。

④ 在后排座的垫子下找到车载电话线束及控制器插头 ,发现其插头插座上满是车身修补喷漆作业遗留下的腻子粉浆铁渣污物 ,而插头混在其中。

经检查插头已经损坏、插头处黑色的 15 号线和红/蓝色的 30 号线短路连接在一起 ,即插头的 10 号和 11 号线短路(如图所示)。由于修理作业废弃物与污水浸泡一起形成虚接引起电路短路 ,造成发动机不能熄火的特异故障。

⑤ 将线路整理排列、修复短路、清除杂物、恢复所有保险后 ,启动发动机一切正常 ,故障排除。

这是一例修出来的故障 ,万幸未损坏 ECU 控制器 ,维修时也应注重文明生产。

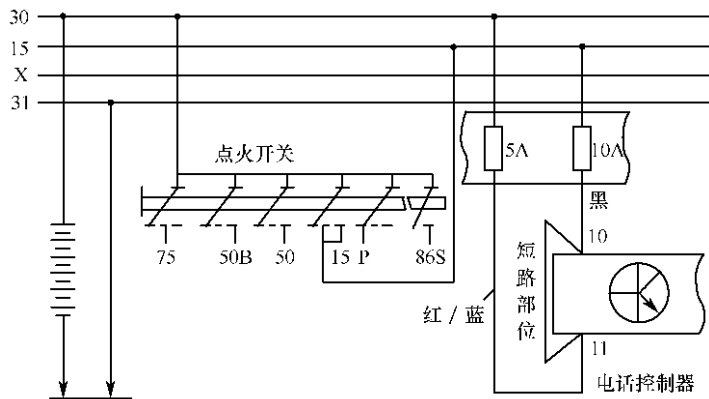


图 3 - 10 奥迪 V6 轿车车载电话线束

9. 奥迪 A6 轿车发动机节流阀脏污故障的诊断

与奥迪 A6 轿车匹配的发动机型号有 ANQ(1.8L)、AWL(1.8T 增压)、APS(2.4L)、ATX(2.4L)这四款发动机性能卓越 均采用可变进气相位、可变进气道等很多先进技术。

(1) 节流阀脏污的形成机理

节流阀脏污主要是油和尘土在高温下形成的附着物。

① 油的来源与曲轴箱通风有关。奥迪 A6 轿车发动机曲轴箱通风装置在怠速工况时与其他工况时的通风路径有所不同。即在怠速工况时 ,节气门开度很小 ,此时节气门后方的真空度很大 ,绝对压力在 0.03MPa 左右。怠速时曲轴箱内的废气由节气门后方的一条直径较小的管路吸入进气管中。而其他工况时 ,节气门开度较大 ,节气门前后的压力差很小 ,此时曲轴箱内的大量废气由节气门前的一条直径较大的管路进入进气管中。

在发动机正常工作时 ,曲轴箱内的温度很高 ,活塞与缸壁间的飞溅机油及机油蒸气 ,随着曲轴箱通风进入进气管 ,造成对节流阀污垢中油成分的来源。

对于 AWL1.8T 增压发动机来讲 ,增压器的轴承是依靠高压机油将其悬浮起来润滑的 ,这不可避免地会使一部分机油进入进气管 ,这也是 AWL 型发动机节流阀脏污得更快的原因。

② 灰尘的来源于进气。发动机空气滤清器虽对灰尘有很强的过滤作用 ,但总有一小部分灰尘通过滤心进入进气管 ,特别是外界环境空气中灰尘含量较多 ,空滤心过脏的情况下 ,灰尘进入进气管是不可避免的事实。

(2) 节流阀脏污主要在怠速工况

① 节流阀体的作用是控制发动机怠速 ,使发动机在规定转速范围内平稳地运转。一旦节流阀脏污会引起与怠速相关的多种故障。

② 怠速工况脏污的形成 ,在怠速工况时 ,节气门前后的压力差约为 0.07MPa ,进气流在节气门缝隙处被急剧加速 ,且在缝隙处及后方形成强烈的紊流 ,进气中的油及灰尘在剧烈运动过程中极易粘附在节流阀壁上 ,其他工况没有剧烈的进气紊流运动 ,不易形成脏污。

③ 怠速稳定是电控发动机 ECU 的重要控制内容。奥迪 A6 轿车发动机通过下列途径实现怠速平稳的 :

a. 控制点火提前角 ,A6 轿车发动机怠速的点火提前角为 5°~12° ,发动机 ECU 是通过频繁地控制点火提前角来稳定怠速的。

b. 控制喷油量。

c. 控制进气量 ,因为单纯控制前两项会使燃烧状况恶化 ,使排气中有害物质含量增加 ,所以进行前两项控制的同时 ,必须辅以对进气量的控制。

发动机 ECU 对进气量的控制是控制节流阀体内直流电机的供电电流 ,使电机驱动节气门开度变化 ,从而达到控制进气量。节流阀正常情况下 ,节气门开度与进气量严格遵循一种函数关系 ,即节气门开度增大进气量也随之增加。一旦节流阀脏污后 ,上述关系被破坏 ,使得进气量在随节气门开度变化过程中有突变现象 ,从而使发动机 ECU 不能精确地控制进气量 ,进而直接影响到发动机怠速工况平稳性。

以奥迪 A6 AWL1.8T 轿车为例 :怠速运转正常 ,但打开空调后 ,发动机转速在(720 ~ 800)r/min 之间以 80Hz 左右的频率波动。用 V. A. G1552 诊断仪进入 01 - 08 - 003 第三区 ,读取节气门开度值 ,发现开空调时节气门开度值由 2.7% 增加至 3.9% ,且在 3.9% ~ 4.3% 之间变化。这是因为节流阀脏污后 ,3.9% 的节气门开度不足以维持发动机运转 ,但在 4.3% 开度时 ,节气门处间隙又突然增大 ,超过了怠速控制的目标转速 ,这样使得节气门开度频繁变化 ,从而导致发动机转速也随之频率变化 ,影响怠速的平稳性。

(3) 节气门脏污的故障特征 ,由轻→重表征如下

- ① 只在打开空调时发动机怠速变得不稳定。
- ② 自动变速器挂入前进挡或倒挡时发动机怠速不稳。
- ③ 怠速时发动机发抖、运转不稳 ,这是节流阀进一步脏污的表征 ,发动机怠速时无论有无负荷均发抖。
- ④ 车辆行驶中如松开加速踏板转向时发动机便熄火。这是因为转向时转向助力泵工作增大了发动机负荷 ,使发动机转速下降 ,发动机 ECU 控制节气门开度增大 ,但由于节流阀脏污严重 ,节气门开度增大所增加的进气量不足以维持发动机运转而导致熄火。
- ⑤ 放松加速踏板挂入空挡或停车时熄火。
- ⑥ 最严重时发动机无法正常启动 ,而需轻踩油门的情况下才能启动。

(4) 节流阀脏污引起的特有故障判断

- ① 奥迪 A6 轿车 4 款发动机出现节流阀脏污里程(km)如表 3 - 2 所列。

表 3 - 2 奥迪轿车节流阀脏污出现的间隔

发动机型号	行驶里程/(万 km)	发动机型号	行驶里程/(万 km)
AWL(1.8T)	2 ~ 4	ATX(2.8L)	5 ~ 7
APS(2.4L)	5 ~ 7	ANQ(1.8L)	6 ~ 8

从表 3 - 2 看出 AWL(1.8T)型发动机节流阀脏污较快。其原因是进气量相对较多 ,进气中的油不仅来自曲轴箱通风 ,也与来自增压器有关。

② 节流阀脏污故障的处理是将节流阀从进气管上拆下来 ,用专用清洗剂清洗干净用压缩空气吹干后装复 ,并用 V. A. G1552 或 V. A. S5051 对节流阀进行基本设定。ANQ 进入 01 - 04 - 098 进行设定 ;APS、ATX 进入 01 - 04 - 060 进行设定即可。

③ 延长节流阀脏污的里程方法有 :

- a. 定里程对空气滤清器的维护 ,按时更换滤心和清洗壳体。
- b. 保持进气管的良好密封性及曲轴箱的通风。
- c. 奥迪 A6 轿车启动发动机后无须暖车过程可直接起步行驶 ,避免无谓的怠速运转。

d. 选用厂家推荐机油品牌并定量添加。

10. 奥迪 100 V6 2.6E 型轿车不能启动、锁止警告灯闪烁故障的诊断

(1) 故障特征

一辆奥迪 Audi 100 V6 2.6E 型小轿车,启动时发动机只“突突”一下即熄火,仪表盘上黄色的启动锁止警告灯(汽车上图形为一把钥匙)闪烁不停。检查油压正常,汽油泵工作良好,用试灯检查喷油脉冲,试灯只闪烁几次,并与喷油点火同步停止。检查转速传感器、曲轴转角传感器均正常。

(2) 故障原因

Audi A6 轿车装备了 MPFI 系统 ECU(电子控制多点汽油喷射系统)、启动锁止 ECU 及点火开关脉冲应答器,三者间由导线相连。将写过编码的特殊钥匙插入点火开关,点火开关上的脉冲应答器读出钥匙编码,送入启动锁止 ECU,比较是否与内存编码相同。如相同则通知 MPFI 电脑准许发动机继续运转,如不同则通知 MPFI 电脑将发动机立即关闭(熄火)。

该车是德国奥迪公司 1994 年 9 月以后出厂的 Audi A6 型轿车。该车仪表盘右方,有一个图形为汽车上面画一把钥匙的花色警告灯,是启动锁止警告灯。发动机启动后,如果钥匙的编码正确,发动机正常运转,该灯熄灭;如钥匙编码不正确,发动机自动熄火,该灯闪烁不停。

(3) 故障诊断

启动锁止装置具有两个作用:一是车主人自配的钥匙虽然打开车门及点火开关,但因钥匙无编码而使每次启动后发动机立即自动关闭。二是车主人钥匙丢失后,可对新配和剩余的钥匙重新编码,将所丢钥匙的编码作废,这样再使用所丢钥匙已无法将车开走。

根据该车故障现象有可能是钥匙编码不匹配,或是启动锁止装置发生故障,需用 V. A. G1551 故障读码器进行故障查询,对症修理。

奥迪汽车公司对 MPFI 系统 ECU 和启动锁止 ECU 输入了同一个永久密码,可使用大众汽车公司的电脑专用检测仪器,即故障读码器 V. A. G1551,与汽车上诊断插座连接,先输入永久密码,然后对新配的钥匙写入或对原来的钥匙更改编码,最多可为 8 把钥匙编码。如输入的永久密码是错误的,则无法对钥匙写入或更换编码。

二、红旗轿车发动机电控系统故障诊断

1. 红旗 CA7220AE 轿车怠速过高、低速发冲故障的诊断

(1) 故障特征

怠速转速高达 1100r/min。汽车低速行驶发冲,而最高车速只能达 135km/h。该车清洗过节气门、喷油器。更换过发动机 ECU、空气流量传感器和喷油器。

(2) 故障诊断

① 用故障检测仪 V. A. G1551 进入 01 发动机系统的 02 功能,读取故障代码为 00515(分电器信号错误)。再进入 08 功能 007 组中的第 1、2 项 CMPS(凸轮轴位置传感器)信号下降沿位置和上升沿位置不正确。此时发动机转速只能提高到 4200r/min。

② 拧松分电器固定螺栓转动分电器,将 CMPS 信号下降沿出现点和上升沿出现点调至 60 和 8(仪器显示值),此时转动节气门,发动机转速可达 6000r/min。

③ 再进入 08 功能 001 组中的第 3 项 CO 值电压为 2.2VL(仪器显示),用尾气分析仪测量 CO 值为 0.2% 左右,并将 CO 值调至 1.4% 左右时,试验最高车速过低现象消除,但怠速仍高于 1100r/min。

④ 再用 V. A. G1551 检测无故障代码显示,又进入 08 功能 003 组中的第 3 项节气门开度角为 2° ,第 4 项怠速执行器(怠速步进电动机)位置为 10%,节气门在此开度下怠速不可能达到 1100r/min。

⑤ 熄火后用 04 功能中的 001 组对节气门进行基本设定时,节气门却发出“喀嗒、喀嗒”响声,表明不接受基本设定。于是更换节气门后完成基本设定,但故障依旧。

⑥ 又用 V. A. G1551 进入 08 功能 006 组中的第 3 项怠速自适应值 0.94(此值很难出现),或许是节气门未做基本调整,以及在高怠速下 ECU 自适应的结果。

⑦ 更换 ECU 做消除自适应试验,更换 ECU 后自适应值为 1.00,基本设定后启动发动机,故障依旧。查看 08 功能 003 组中的第 2 项发动机负荷为 20%。怠速时发动机负荷不可能有这么高的,可能是空气流量传感器偏差太大,从而增大了喷油量,造成怠速过高。换上一只新的空气流量传感器试验也无效,检查线路一切正常。

⑧ 分析测得的数据:从发动机怠速转速达到 1100r/min 和负荷为 20%,节气门开度角 2° ,怠速电动机位置 10%,表明有较多空气进入汽缸,并经过空气流量传感器的计量,再从节气门开度角只有 2° ,则又表明有一部分空气未流经过节气门。当用起子将节气门完全关闭为 0° 时,发动机并不熄火而仍保持转速在 700r/min 左右,证明确有一条与节气门并联的空气通道。检查发现是曲轴箱强制通风控制 PCV 阀失效所致,当更换 PCV 阀后试车故障全消失,发动机怠速转速为 860r/min,负荷为 14%,节气门开度角为 3.5° ,并将原 ECU 和空气流量传感器装回调试,各项数据正常,故障彻底排除。

2. 红旗世纪星轿车继电器故障的诊断

(1) 故障特征

该轿车装备尼桑 V6 发动机,在长途行车后熄火启动困难,但停 15min 后又能启动,此次行车后熄火再也发动不着了。

(2) 故障原因

经检查 007 号继电器温度高造成不能再发动车。

(3) 故障诊断与排除

将大众专用诊断仪 V. A. G1551 连接于车上,显示无故障,拔下高压导线做跳火试验,无高压火花。用万用表检测各传感器,发现空气流量计和曲轴位置传感器均没有电压信号输入,判断故障可能在保险丝、继电器和电路连接上,经检查,电路连接良好。保险丝外观也完好,但有几个保险丝在点火开关开启位置时没有电源电压。于是将继电器拆下检查。当手摸到标号 007 的继电器时,感到温度很高(有烫手感),判断故障是由此起的。当更换一只 007 继电器后,故障彻底被排除。

因为 007 号继电器是经点火开关控制向点火线圈、空气流量计、曲轴位置传感器等元器件供电的,当 007 继电器出现故障,造成发动机难以启动。当汽车行驶一定距离后熄火就难发动,但停歇一定时后又可发动,是由于停车后继电器逐渐冷却便可导通。当故障扩大到一定程度就不能再发动了。

3. CA7220E 轿车空气流量传感器故障的诊断

(1) 故障特征

CA7220E 型红旗轿车在行驶中突然熄火,但能启动只是无论加速或减速均很快熄火。仪表板上的故障报警灯却不闪烁,用 V. A. G1551 专用故障诊断仪检测,其显示为无故障码。

(2) 故障诊断与排除

① 当拔下热膜式空气流量传感器接线插头时,发动机能启动运行,但出现怠速运转不稳定、加速不良、仪表盘上的故障灯闪烁报警现象。这是红旗 CA7220E 型轿车电控 ECU 自诊断功能只能识别空气流量传感器线路是否短路或断路故障,却不能识别空气流量传感器的错误信号,致使发动机启动后熄火。

② 当拔下空气流量传感器接线插头时,由于 ECU 自诊断可识别此故障,ECU 便自动用节气门位置信号代替空气流量传感器信号使系统进入自救回家的跛行状态。所以发动机能启动运行,但运行性能不良故障灯闪烁报警。

③ 将点火开关置于“OFF”位置,传感器线路插座 3 号端子与 1 号端子间的电压读数应为蓄电池供电电压,实测读数却偏差太大,故按电路图检查线路。

④ 检查线路时,将点火开关置于“OFF”位置,检测 ECU 插座 14 号端子与传感器 2 号端子、ECU 插座 26 号端子与传感器插座 4 号端子间的电阻,均应小于 1.5Ω ,而 ECU 插座 14 号端子与传感器插座 4 号端子与 3 号端子间的电阻值应为 ,实际读数偏差也太大,应按电路图查线。

⑤ 将点火开关置于“OFF”位置,拆下空气流量传感器,把传感器插头 3 号端子与蓄电池正极连接,4 号端子与蓄电池负极连接,用数字式万用表测量插头 2 号端子与 1 号端子间的电压,正常读数应为 0.03V ,实际读数也偏离正常值。

⑥ 用 450W 电吹风紧靠传感器入口向传感器内吹风(用冷气挡),1 号端子与 2 号端子间的电压应为 $(2.3 \pm 0.1)\text{V}$,将吹风机缓慢地向后移动时,以上电压值应逐渐变小,当吹风口与传感器入口相距 200mm 时,电压值应为 $(1.5 \pm 0.1)\text{V}$ 为正常,可实测读数也与上述要求值差距较大。当更换一只新的空气流量计传感器后,试车故障完全被排除。

4. 98 款红旗轿车行驶中无高速无故障代码的诊断

(1) 故障特征

该车装用 CA488 型电喷发动机,带有氧传感器的闭环控制单元。故障表现为行驶无高速、最高转速只能达到 4000r/min ,动力不足,发动机冷却水温正常,提码为无故障显示。

(2) 故障诊断

该车电喷发动机可用 V. A. G1551 专用故障检测仪进行诊断,除可以显示控制系统故障外,还可以观察发动机运转状态数据流。当控制系统发生故障,如节气门总成、空气流量计、霍耳传感器等出现故障后,ECU 自动切换转入故障工作状态,启动自救“回家”功能。使发动机转速降低,无高速动力不足现象出现。若自诊无故障代码显示,可按以下方面检查诊断。

① 检查汽油供给系统,检测汽油供给压力,正常怠速汽油压力应为 250kPa ,加速时汽油压力可达 300kPa ,当发动机熄火 10min 后保持压力不低于 200kPa 。再检测汽油泵供油量,汽油泵在 30s 内最小供油量不低于 560mL 。同时检查供油系统的汽油滤清器、油路管道的清洁畅通,有故障必排除之。

② 检查喷油器的工作状况。首先查电磁线圈插头的连接是否正常,检测喷油量为 30s 内喷油 1.22mL 左右,各缸喷油量偏差不可太大,必要时应更换喷油器。

③ 检查分电器位置是否适当。校正点火正时,霍耳传感器的工作是否良好。ECU 工作是否正常(检查各插头的连接)。并用 V. A. G1551 仪器作全面检测确定故障所在。

④ 在电控系统检查正常无故障后,再对发动机汽缸压力、密封性、配气相位、空气滤清器等位置部件检查调整。

5. CA7220E 型红旗轿车爆震传感器(KS)故障的诊断

(1) 故障特征

该红旗轿车装备 CA488 型电喷发动机,在行驶中因强烈振动发生后勉强行驶一段路程后自动熄火,无法再启动。

(2) 故障诊断与分析

① 利用该车 SDMOS4S2 电控系统的自诊断功能进行检测,连接好 V. A. G1551/3,选择查询故障记忆“02”功能,屏幕显示两组故障代码 P0524(爆震传感器) P1259/PS(汽油泵继电器输出故障,为偶发性故障)。

② 引发爆震的主要原因有:点火时间过早;汽缸压缩比过大;发动机温度过高过热;汽缸积炭过多;选用汽油辛烷值过低;其次为汽油中含有杂质和水,长时间低速大负荷运行,进气温度及压力过高等。

③ 该车在发动机缸体进气侧的 1、2 缸之间装有一个压电陶瓷式爆震传感器(KS),发动机爆震时产生的压力冲击波造成缸体振动及异响,KS 由于压电作用将其转化为相应频率的电信号,并迅速传送给发动机 ECU,ECU 据此测知发动机发生了爆震以及爆震的强度,于是向点火系统发出指令,修正点火提前角,即推迟点火时刻,从而抑制爆震的产生。

④ 由于该车爆震传感器(KS)发生故障,中断了信号输出,汽车勉强行驶是进入“跛行回家”运行状态。汽车在爬坡超车时,由于负荷增大而熄火。

⑤ 拔下爆震传感器插座,检测 1 号端子与 2 号端子之间的电阻值,其阻值不为无穷大(),则需更换之。拆开汽缸盖检查,其中汽缸内壁有大量积炭和结焦,2、3 缸火花塞电极已被烧熔,1 缸活塞裙部出现裂纹。对检查出的故障进行修复和清洗。

⑥ 汽油泵继电器位于中心配电盒内,受控于发动机 ECU,当点火开关置于“ON”位时,ECU 即向继电器发出电信号,使继电器激磁,此刻蓄电池电流经双激磁触点流向汽油泵继电器,汽油泵和继电器开始工作。如 ECU 在 2s 内收不到曲轴位置传感器的信号,便发出指令使汽油泵继电器失磁断电,油泵停止工作,发动机因无汽油而熄火。

⑦ 由于发生爆震时的强烈振动,发动机曲轴可能有短时间的停转现象,导致汽油泵继电器失磁,从而出现偶发性故障。

⑧ 调整好油泵继电器,进行故障代码消除工作,将点火开关置于“ON”位,将故障诊断插座的两个端子用保险丝短接,故障指示灯开始闪烁,输出代码“12”(系统正常),拆下保险丝,故障代码消除。

⑨ 检查电器线路及装置无误后,发动机顺利启动,运转正常,路试动力良好,运行工况正常,故障排除。

6. 红旗 CA7200E3 轿车

(1) 发动机电控系统

VG20E 发动机具有油耗低、怠速排放污染物少、排量小等特点,该发动机是典型的电控系统 ECCS(Electronic Concentrated engine Control System)。其结构如图 3-11 所示。

该系统是采用闭环多点顺序喷射集中控制(ECCS)系统。具有喷油、点火、怠速、爆震、减速断油、超速断油、空调、自诊断和“自救回家”等多种控制功能。发动机电控 ECU 随时检测系统中各种重要的输入、输出电路及相应零部件,如一旦发现故障,则将与该故障相对应的故障代码存入 ECU 内,同时使故障警告灯闪烁,即自诊断。故障警告灯点亮时,ECU 将喷油和点火转到设定值,但仍保持汽车有“自救回家”的功能。

该系统将发动机基本工况分成启动工况和运行工况。而运行工况又区分为怠速工况、部分负荷工况、全负荷工况和加、减速工况。系统是利用启动开关信号去识别启动工况,利用节流阀

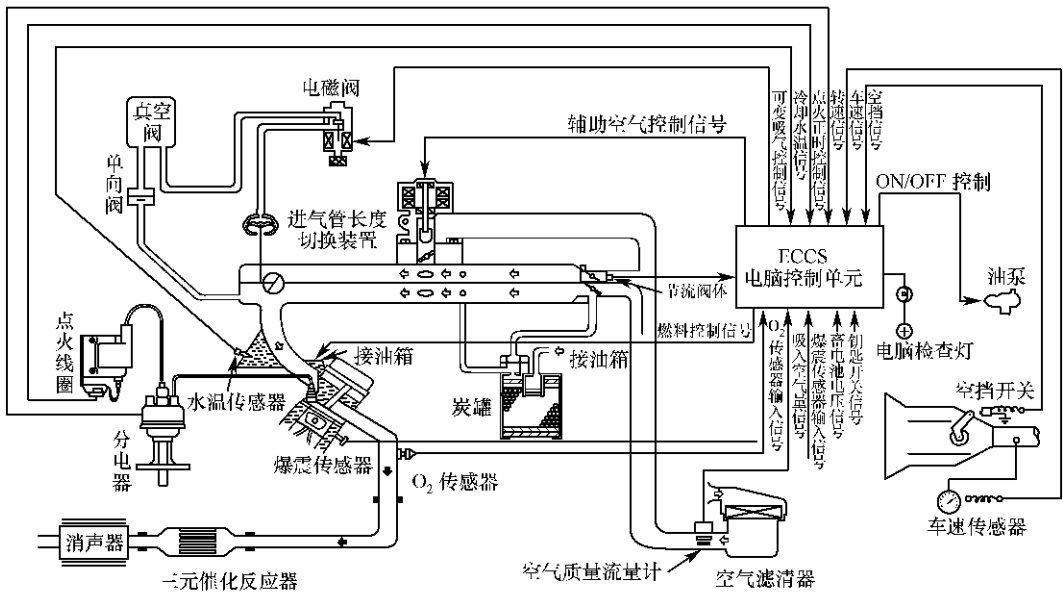


图 3 - 11 VG20E 发动机电控系统

位置传感器信号的大小去识别怠速工况、部分负荷工况和全负荷工况 根据其信号变化率的正负去识别加、减速工况。电控 ECU 将各传感器和开关检测到的发动机及整车工况信息 ,并与 ECU 内存储的发动机在各种工况下的最佳控制参数进行一一对应比较、判断和运算 ,发出控制指令 ,最终对喷油、点火、怠速以及空调等进行实时控制。

发动机电控系统的执行机构有 空气流量传感器、曲轴转角位置传感器、节流阀位置传感器、冷却液温度传感器、喷油器、怠速控制阀(AAC)、可变吸气电磁阀、氧传感器、爆震传感器、空挡开关、动力转向油压开关和空调开关等。

(2) 主要控制

① 喷油控制。ECU 根据空气流量传感器和曲轴转角位置传感器所检测输入的信号及 ECU 内预先存储的最佳喷油量 经运算得出基本喷油量 ,而后进行比较并视不同的工况对喷油量进行修正。为了降低排放和节油在减速断油时的安全 ,当发动机转速超过 6800r/min 时或当车速超过 180km/h 时进行断油控制。在启动工况和“自救回家”状态时 ,供油采用同时喷射方式 ,而在其他工况则是顺序喷射方式。

② 点火控制。ECU 根据空气流量传感器和曲轴转角位置传感器的数值信号经计算得出基本点火角 ,而后再根据工况的不同与 ECU 内预先存储的最佳点火角进行比较并加以修正得出该工况的正确点火角。当收到爆震传感器递入的爆震信号时 ,则将点火角适当推迟 ,以消除爆震 ,此后再恢复到最佳点火角位置。

③ 怠速控制。ECU 根据发动机冷却液温度传感器的信号 经过相应计算后对比内存的“怠速目标转速”控制 ,在以下情况时进行修正 :动力转向时 ;水温过高时 ;空调加入工作时 ;蓄电池电压过低时。

④ 反馈控制。ECU 根据氧传感器所检测到的空燃比(A/F)信号动态修正喷油量 ,使 A/F 始终保持在理论空燃比附近。这样不仅有利于提高喷油量的控制精度 ,节省汽油 ,而且可减轻排放 ,使三元催化反应器能长期有效地发挥净化效果。这充分显示闭环控制方式的优越性。但在

以下工况时 ECU 将停止空燃比的反馈控制而进入开环控制方式 :启动工况和低温工况 ,加速工况 ,全负荷工况 ,氧传感器(O₂)发生故障时 ,“自救回家”工况。

(3) 自诊断控制

① 发动机一般检测。

- a. 机油压力(kg/cm²)。发动机怠速运转时约为 1 ,2000r/min 时约为 3 ,6000r/min 时约为 4。
- b. 喷油器电磁线圈电阻值(12 ~ 14)Ω ,1min 内漏油限制不多于(1 ~ 2)滴。
- c. 汽油压力(kg/cm²)。当点火开关置于 ON 挡 5s 内约为 3 ,怠速时约为 2.5 ,拔下真空管后约为 3 ,发动机关机 10min 后约为 2。
- d. 进气管负压(mmHg)。怠速时约为 - 400 ~ - 500。
- e. 节温器。开启温度为 76.5 ±2 ,节温器全开升程为 10mm。

② 故障代码读取及消除。

- a. 故障代码读取。将点火开关置于 ON 挡位。用备用保险丝短接中央配电盒上外挂的红色保险丝插座 2s 以上 ,然后断开 ,故障灯将循环闪烁故障代码。故障代码含义如表 3 - 3 所列。

表 3 - 3 VG20E 发动机电控系统故障代码含义

故障代码	故障 部 位	含 义
11	曲轴转角位置传感器故障	发动机启动后的前几秒内 ,或者无 1°信号 ,或者无 120°信号输入 ;当转速超过额定转速时 ,或者无 1°信号 ,或者无 120°信号输入
12	空气流量传感器故障	电路断路或短路 ,输出电压异常高或异常低
13	冷却液水温传感器故障	电路断路或短路 ,输出电压异常高或异常低
21	点火初级信号故障	发动机启动或运转中无点火初级信号输入
28	发动机过热故障	诸多因素造成发动机过热
34	爆震传感器故障	电路断路或短路 ,输出电压异常高或异常低
43	节流阀位置传感器故障	电路断路或短路 ,输出电压异常高或异常低
55	无故障	只闪烁

- b. 代码消除。排除故障后 ,再用保险丝短接红色保险丝插座 1 次 ,然后断开 ,故障代码被消除。

三、大众系列轿车发动机电控系统故障诊断

(一) 桑塔纳点火装置的故障诊断与使用

(1) 点火系统结构特点

- ① 点火装置为霍耳传感器式 ,点火线圈初级电路利用磁场中电子偏移产生的霍耳信号来控制。采用低阻(初级绕组的电阻为 0.52Ω ~0.76Ω)高压(次级电压大于 50kV)油浸封闭式点火线圈。
- ② 电子控制器的工作电压范围(ZJ751 型 5.5V ~16V) ,恒定电流为(7 ~8)A ,即使发动机启动时也能控制点火线圈初级电流恒定在 7.5A。
- ③ 为增强抗无线电干扰能力 ,将分火头、火花塞插头、抗干扰插头等均设计为电阻型 ,霍耳

式的电阻为 $(1 \pm 0.4) \text{k}\Omega$ 。

(2) 点火装置故障检测

① 点火装置电阻检测。用万用表检测各零件的电阻,其阻值应符合标准要求,否则应予以更换。

a. 高压导线及插头 点火线圈与分电器间的总电阻应为 $(0 \sim 2.8) \text{k}\Omega$;分电器与火花塞间的电阻应为 $(0.6 \sim 7.4) \text{k}\Omega$,导线的总电阻为 0Ω ,如图 3-12(a)所示。插头电阻为 $(1 \pm 0.4) \text{k}\Omega$,如图 3-12(b)所示。

b. 分火头霍耳式的电阻值为 $(1 \pm 0.4) \text{k}\Omega$,如图 3-13(a)所示,火花塞插头无屏蔽为 $(1 \pm 0.4) \text{k}\Omega$,有屏蔽为 $(5 \pm 1) \text{k}\Omega$,如图 3-13(b)所示。

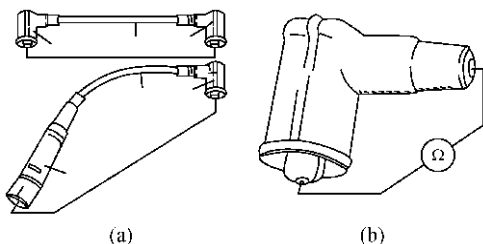


图 3-12 高压导线插头的检测
(a)测量导线总电阻;(b)测量插头电阻。

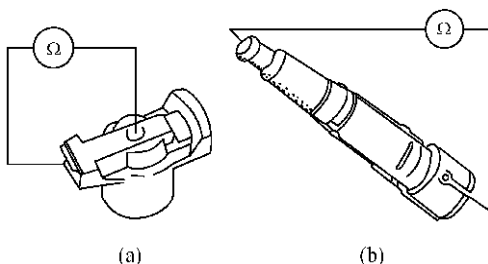


图 3-13 分火头火花塞电阻的检测
(a)测量分火头电阻;(b)测量火花塞插头电阻。

② 点火线圈的检测。

a. 通过检测初级绕组电阻值的大小,可确定其是否有短路或断路,将万用表 $R \times 200 \Omega$ 挡的两只表笔分别接在点火线圈“+”、“-”端子上,如图 3-14(a)所示,霍耳式的电阻值应为 $(0.52 \sim 0.76) \Omega$,触点式的为 $(1.7 \sim 2.7) \Omega$ 。如检测值为 ∞ ,表明绕组断路,如电阻过小,则为短路。有上述情况之一应更换。

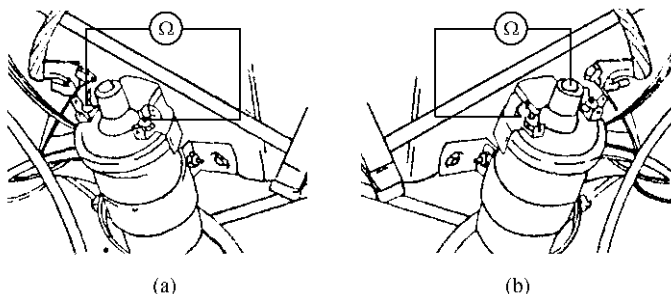


图 3-14 点火线圈初级、次级绕组电阻的检测
(a)测量初级绕组电阻;(b)测量次级绕组电阻。

b. 次级绕组的检测。将万用表 $R \times 20 \text{k}\Omega$ 挡的两只表笔分别接在分电器中央高压导线插孔和“-”端子上,如图 3-14(b)所示。检测值应为:霍耳式的 $(2.4 \sim 3.5) \text{k}\Omega$,触点式的为 $(7 \sim 12) \text{k}\Omega$ 。如该值为 ∞ ,则为绕组断路。如值过小,则为短路,无论断路或短路都必须更换。

c. 绝缘性能检测。绝缘性能降低将直接影响点火系的工作可靠性,因此必须进行检测。将万用表 R 挡的两只表笔分别接在点火线圈外壳和其上的“+”或“-”任一端子上,显示值应为 ∞ ,否则表明其绝缘性能降低,应予换同规格新件。

③ 霍耳发生器的检测。为防止检测时电子元件的损伤 ,应在仪器接线前置于测量电压挡。

- a. 从分电器盖上拨下高压导线并搭铁(可用辅助导线)。
- b. 拔掉控制器插头的橡皮套管(接头插好)。
- c. 将电压表接在控制器触点 6 和 3 之间 ,如图 3 - 15 所示。
- d. 开启点火开关 ,用手缓慢按发动机旋转方向转动曲轴 ,电压表显示值应在(0 ~ 2)V 之间波动 ,否则应更换。
- e. 检查发生器的磁极间隙 ,正常值为(0.3 ~ 0.4)mm ,检查防尘套是否完好 ,有损伤应更换。

④ TSZ - H 型点火控制器的检测。在上述检测符合要求而没有高压信号产生时 ,应对点火控制器进行检查 ,如图 3 - 15 所示。

- a. 拔下控制器插头 ,将电压表接在插头的 3 号、5 号触点上 ,打开点火开关在 ON 位 ,显示电压值应在(11 ~ 12)V ,否则判为断路故障。
- b. 关闭点火开关在 OFF 位 ,将控制器插头重新插好 ,拔下霍耳发生器插头 ,将电压表接在点火线圈的“ + ”、“ - ”端子上。再将点火开关置于 ON 位 ,此时额定电压应大于 2V。并在(1 ~ 2)s 内降为 0V ,否则应更换新件 ,迅速拔下分电器插座的中央高压导线并搭铁 ,电压值必须在瞬间达到 2V ,否则表明有断路故障 ,必须更换控制器。
- c. 关闭点火开关 ,将电压表接到霍耳发生器插头的外接点上 ,开启点火开关在 ON 位 ,此时额定电压应大于 5V ,否则判定为霍耳发生器插头与控制器之间有断路故障。

(3) 点火装置调整

① 点火正时的调整。使用 V. A. G1367 检测仪的接线如图 3 - 16 所示 ;检测条件 ,启动发动机运转使机油温度达到 60 。

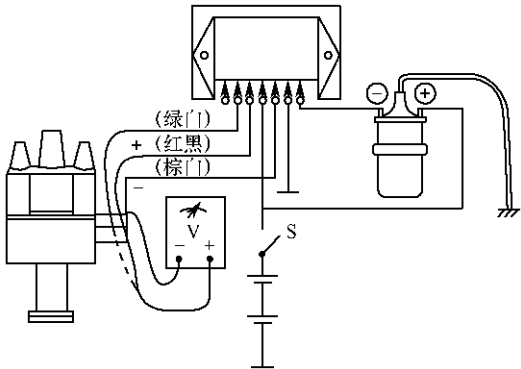


图 3 - 15 霍耳发生器点火控制器的检测

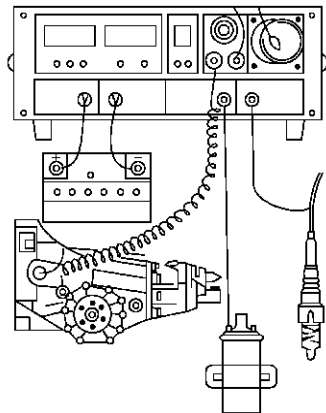


图 3 - 16 V. A. G1367 检测仪
接线示意图

检测方法是 :应拔下 JV 型发动机分电器真空软管 ,YP 型发动机则相反。发动机怠速应符合规范 ,即 JV 发动机为(800 ± 50)r/min ,YP 型发动机为(950 ± 50)r/min。

② 离心点火调节值的检测。采用 V. A. G1367 检测仪 ,仪器连接如图 3 - 16 所示。检测条件 ,启动发动机使机油温度达到 60 检测。测定基准值是拔下真空调节器的软管 ,使发动机的转速稳定在 900r/min(1.6L)或 700r/min(1.8L) 将该值定为基准值。

调节值是将发动机转速缓慢提高 ,显示值应随之而上升 ,当升至另一转速值时 ,显示值与基准值之差为调节值。

用正时频闪灯检测 ,方法同检测方法步骤。区别是用频闪灯观测在不同转速下分电器正时标记的摆动角度 ,测得离心调节值。

上述检测结果应符合表 3 - 4 所列规定 ,若有误差应及时进行调整修正。

表 3 - 4 点火正时调整参数值

项目			JV 型		YP 型
			有触点点火装置	无触点点火装置	
离心提前 (分电器已装)	开始	(r/min)	1600	2300	1800
		(°)	4 ~ 8	14 ~ 18	8 ~ 12
	结束	(r/min)	4500	4800	3000
		(°)	27 ~ 31	22 ~ 26	18 ~ 22
	标准怠速	(r/min)	850 ~ 1200	900 ~ 1100	1100 ~ 1300
真空提前 (分电器已装)	开始	(kPa/mmHg)	16 ~ 20/120 ~ 150	6 ~ 12/	27 ~ 33/200 ~ 240
	结束	(kPa/mmHg)	31/230	20/	46/344
		(°)	14 ~ 16	- 5 ~ 7	11 ~ 15
点火正时	提前角	(°)	上止点前 6° ± 1°		上止点前 0° ± 1°
	怠 速	(r/min)	800 ± 50		950 ± 50
	真空管		拔下		插上

③ 真空点火提前角调整值的检测。

a. 检测条件 ,启动发动机使机油温度达到 60 。

b. 采用 V. A. G1367 检测仪 ,连接方法如图 3 - 16 所示将检测仪接在真空管与提前点火真空室之间。打开仪器 ,拔下真空延迟点火调节室的软管。启动发动机 ,将转速调整到 900r/min ,仪器显示值即为基准值。提高发动机转速 ,使真空达到较高值 ,此时仪器显示值与基准值之差即为真空提前调节值。

c. 用频闪灯检测。检测分电器正时标记的摆动角 ,其数值即为调节值。检测结果应符合表 3 - 4 所列规范。

④ 真空调节装置密封性检测。将 V. A. G1367 检测仪器连接如图 3 - 17 所示 ,即仪器接在被检测的真空管上 ,打开检测仪 ,拔下不检测的真空管 ,启动发动机并保持在某一转速 ,仪器显示一个较高的真空度。继续观察显示值在 1min 内下降应小于 10% 为合格 ,否则应更换真空软管。

(4) 分电器的安装

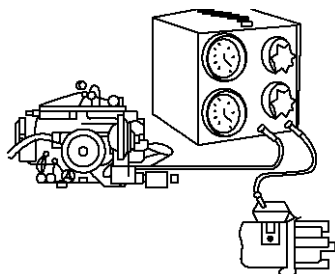
① 若采用的触点式分电器 ,安装之前应检查调整触点副的间隙在(0.40 ± 0.05)mm 之内。

② 转动发动机曲轴至一缸压缩行程上止点 ,即飞轮上的正时标记与飞轮壳上的标记对齐 ,如图 3 - 18 所示。

③ 将凸轮轴皮带轮上的正时标记与气门罩盖平面对齐 ,如图 3 - 19 所示。

④ 使机油泵驱动轴与分电器轴接触的偏端部与曲轴方向平行。

⑤ 将分火头置于分电器壳体上的一缸位置 ,如图 3 - 20 所示。



空调节装置密封性

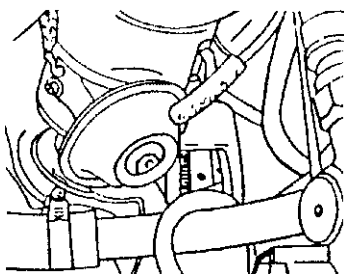
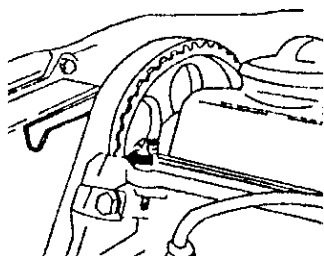


图 3 - 18 飞轮点火正时标记



- 19 凸轮轴皮带轮配气正时标记

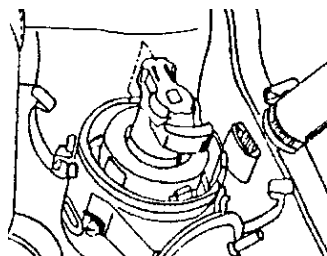


图 3 - 20 分电器安装方位

(5) 点火装置使用须知

① 分电器的使用。

- a. 保持高压导线外表、端头及分电器盖插孔等的清洁,检查分电器盖、分火头是否有裂纹,检查中心电极、旁电极的技术状况,保持无氧化烧蚀现象和接触可靠。
- b. 定期向分电器轴的润滑毛毡内注入适量机油。
- c. 触点式分电器应检查触点是否有烧蚀,要保持正确的触点间隙在 (0.40 ± 0.05) mm 范围内,触点接触面积应大于 75%,必要时应进行调整。如触点烧蚀可用铂金砂条修磨,并清洁其表面,必要时应换新件。

② 霍耳式电子装置的使用。

- a. 拆装点火系统导线、检测仪器导线及清洗发动机等都应在熄火状态下进行。
- b. 如检测发动机汽缸压力或需用起动机带动曲轴旋转而又无须启动发动机时,应拔下分电器中央高压线并使之搭铁。
- c. 不能将电容器线接在点火线圈的“-”端子上,否则会烧坏点火控制器。
- d. 按规定使用同型号同规格的零部件,以提高使用性能和降低无线电干扰。
- e. 进行焊修作业时,应拆下蓄电池搭铁线;点火系统故障未排除又需拖动时,应拔下点火控制器插头。

③ 火花塞的使用。

- a. 使用火花塞,国产型号为 T41961,进口型号为 W7DC/14—7DU N7YC。发动机工作时,火花塞绝缘体裙部温度应保持在 500 ~ 600 ,温度过高会烧蚀。发现绝缘体顶部起泡、破裂、电极熔化等,都应更换同型号的火花塞,必要时调校其电极间隙(标准值为 0.7mm ~ 0.9mm)。
- b. 火花塞插头电阻值为 $(1 \sim 5)$ k Ω ,附加电阻值为 1k Ω 。
- c. 火花塞使用寿命一般为 $(1.5 \sim 1.8)$ 万 km 更换为好。

(二) 桑塔纳各传感器故障的检测

桑塔纳 2000 型电控车有 GLi 和 GSi 两种 ,它们所配置的各传感器型号和技术参数是不相同的 ,在使用时发生故障的特征各异 ,但都可用专用故障检测仪 V. A. G1551 或 V. A. G1552 型(下称专用故障检测仪)进行检诊。

GLi 型是第一代桑塔纳 2000 型电控车 ,采用 D 型电喷系统 ,在进气歧管处设有一个进气压力传感器 ,用来测量进气量 ,同时配有分电器 ,分电器内部有霍耳式转速传感器 ,点火模块则设在 ECU 盒内部。

GSi 型采用 L 型电喷系统 ,在空气滤清器和节气门体之间设有热膜式空气流量计 ,以测量进气量。没有分电器 ,点火和喷油脉冲信号是通过曲轴后部的磁脉冲式转速传感器 G28 和凸轮轴前部的霍耳传感器 G40 产生的 ,点火系统为点火线圈与点火模块一体的双点火形式 ,即 1.44 缸和 2.3 缸各使用一个点火线圈(参阅本书第二章图 2 - 27 所示)。

为便于叙述各传感器故障的检测 ,将对 GLi 型和 GSi 型使用的各传感器分别介绍。

A. 桑塔纳 2000GLi 型传感器故障检测

1. GLi 型车进气压力传感器(MAP)的检测

当发动机运转过程中发生故障 ,又属于进气压力传感器所引发 ,发动机 ECU 的自诊断系统能够检测到 ,并能使发动机进入故障应急状态下运行。诊断可用专用故障检测仪 ,通过故障诊断插座可以读取该故障的有关信息。

也可用万用表 $R \times 1\Omega$ 挡检测线束的电阻值 ,但应断开点火开关在 OFF 位 ,拔下控制器线束插头和进气压力传感器线束插头 ,检测两插头上各端子之间导线的电阻值 ,其值应符合表 3 - 5 所列的参数。如所测导线电阻值过大或为无穷大() ,表明线束与端子接触不良或断路 ,应予修理或更换。

表 3 - 5 进气压力传感器 MAP 线束的检测

检 测 项 目	检 测 条 件	检 测 部 位	标 准 值
进气压力传感器正极导线	拔下控制器、传感器插头	控制器 12 端子至传感器插头 3 端子	$<0.5\Omega$
进气压力传感器信号线	拔下控制器、传感器插头	控制器 7 端子至传感器插头 4 端子	$<0.5\Omega$
进气温度传感器负极导线	拔下控制器、传感器插头	控制器 30 端子至传感器插头 1 端子	$<0.5\Omega$
进气温度传感器信号线	拔下控制器、传感器插头	控制器 44 端子至传感器插头 2 端子	$<0.5\Omega$

用万用表直流电压挡检测电压时 ,接通点火开关在 ON 位 ,检测传感器电源端子导线(传感器端子 3 连接的导线)与搭铁端导线(压力传感器端子 1 连接的导线)之间的电源电压应为 5V 左右 ;当点火开关接通 ,不启动发动机时 ,检测进气压力传感器输出端导线(传感器端子 4 连接的导线)与搭铁端导线(传感器端子 1 连接的导线)之间的信号电压应为(3.8 ~4.2)V ;当启动发动机怠速运转时 ,此时的信号电压应为(0.8 ~1.3)V ;当加油提升转速时 ,信号电压应随发动机转速的提高而增大 ,如果信号电压不符合上述要求 ,则表明进气压力传感器性能丧失 ,应予更换新件。

2. GLi 型车节气门位置传感器(TPS)的检测

节气门位置传感器产生故障时 ,发动机 ECU 能够检测到信号 ,使发动机自动进入故障应急

状态运行。采用专用故障检测仪 ,通过故障诊断插座可以提取此故障的有关信息。

检测可变电阻式 TPS 时 ,可用万用表检测 TPS 的电源电压和信号输出电压 ,其标准值如表 3 - 6 所列 ,如检测的电压值不符合表中所列参数 ,则表明节气门位置传感器 TPS 已失效 ,应该更换新件。

表 3 - 6 可变电阻式节气门位置传感器的检测

检 测 项 目	检 测 条 件	检 测 部 位	标准值
TPS 电源电压	接通点火开关	传感器 1 端子至负极端子 3	约为 5V
TPS 信号电压	1. 节气门关闭 2. 接通点火开关	传感器信号输出端子 2 至负极端子 3	(0.1 ~ 0.9)V
TPS 信号电压	1. 节气门全开 2. 接通点火开关	传感器信号输出端子 2 至负极端子 3	(3 ~ 4.8)V
TPS 正极导线	拔下控制器、传感器插头	控制器 12 端子至传感器插头 1 端子	<0.5Ω
TPS 信号线	拔下控制器、传感器插头	控制器 53 端子至传感器插头 2 端子	<0.5Ω
TPS 负极导线	拔下控制器、传感器插头	控制器 30 端子至传感器插头 3 端子	<0.5Ω

传感器线束电阻的检测可用万用表电阻 R × 200Ω 挡进行。断开点火开关在 OFF 位 ,拔下控制器线束插头和 TPS 传感器线束插头 ,检测两插头上各端子之间导线电阻值 ,测量值应符合表 3 - 6 所列标准 ,如阻值过大或为 ∞ 时 ,则为线束与端子接触不良或断路应予更换新件。

检测触点开关式节气门位置传感器时 ,同样用万用表测量 TPS 的信号输出端子的输出电压值和触点接触电阻值来判定其技术状况 ,触点接触电阻值应小于 0.5Ω ,如果过大 ,则表明触点烧蚀而造成接触不良 ,一般可进行修磨或更换 TPS 传感器。

3. GLi 型车霍耳式传感器的检测

霍耳式传感器产生故障时 ,发动机 ECU 不能检测到霍耳式传感器的故障信息 ,发动机将立即自动熄火而无法运转。用专用故障检测仪是读取不到传感器的有关信号。因此 ,当发动机突然熄火 ,可用万用表电压挡检测该传感器的电源电压和信号输出电压 ,检测其参数应符合表 3 - 7 所列 ,如测量得电压值不符合表中规定的参数 ,则表明霍耳式传感器损坏 ,应更换。

表 3 - 7 霍耳式传感器的检测

检 测 项 目	检 测 条 件	检 测 部 位	标准值
霍耳传感器电源电压	接通点火开关	传感器 + 端子至 - 端子	5V
霍耳传感器信号电压	1. 拆下点火线圈 - 1 端子上的导线 ,取下分电器盖 2. 接通点火开关使发动机转动	传感器信号输出端子“○”至负极端子“- ”	电压变化量 应约为 3V
霍耳传感器正极导线	拔下控制器、传感器插头	控制器 12 端子至传感器插头 + 端	<0.5Ω
霍耳传感器信号线	拔下控制器、传感器插头	控制器 49 端子至传感器插头 ○ 端	<0.5Ω
霍耳传感器负极导线	拔下控制器、传感器插头	控制器 48 端子至传感器插头 - 端	<0.5Ω

当用万用表电阻 $R \times 200\Omega$ 挡检测线束电阻时 ,断开点火开关 ,拔下控制器线束插头和霍尔式传感器线束插头 检测两插头上各端子之间导线的电阻值应符合表 3 - 7 所列的参数 ,如果检测的电阻值过大或为 时 ,则表明线束与端子接触不良或断路 ,应进行修理或更换新线束。

4. GLi 型车进气温度传感器(IAT)的检测

桑塔纳 2000GLi 型轿车的进气温度传感器与进气歧管压力传感器制成一体。安装在进气系统的动力腔上。进气温度传感器的结构与冷却液温度传感器基本相同 ,也是采用负温度系数的热敏电阻材料制成 ,两种传感器在封装形式上有所差异(前者与进气压力传感器封装在一起 ,而冷却液温度传感器则单独封装成一个部件)。由于材料相同 ,因此在相同温度下传感器的阻值以及输出的电压信号是相同的。

进气温度传感器发生故障时 ,发动机 ECU 能够检测到故障信号 ,并能使发动机转入故障应急状态下运行。当利用专用故障检测仪 ,且通过诊断插座可以读取该故障的相关信号。也可用万用表检测进气温度传感器的电源电压和输出信号电压。当拔下进气温度传感器插头 ,打开点火开关 检测 ECU 端子“44 ”与“30 ”之间的电压值应为 5V 左右。插上进气温度传感器插头 ,打开点火开关 检测 ECU 端子“44 ”与“30 ”之间的传感器输出信号电压应为(0.5 ~ 3)V ,其阻值与温度有关。经检测电压值不符合上述要求 ,则表明传感器失效 ,应更换。

进气温度传感器也可用万用表电阻 $R \times 1k\Omega$ 挡进行电阻值检测。检测时应断开点火开关 ,拔下进气温度传感器插头 检测传感器端子“1 ”与“2 ”之间的电阻 ,如图 3 - 21 所示。电阻值的大小与温度密切相关。检测电阻值应符合表 3 - 8 所列 ,如阻值过大、过小或为 则表明传感器失效 ,应更换。

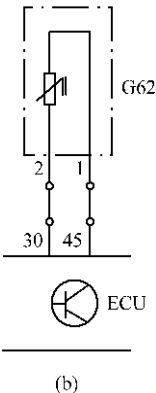
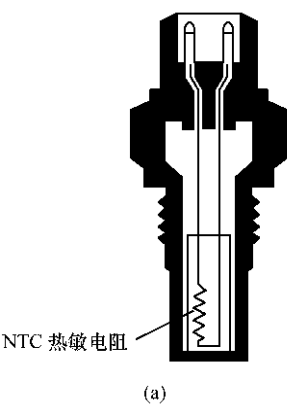
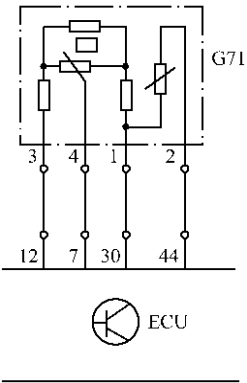
表 3 - 8 进气温度传感器电阻值

温度 /	电阻值 / Ω			温度 /	电阻值 / Ω		
	大众桑塔纳 2000 型	奥迪 100 / A6、V6、2. 6L	中华晨风 2. 0L		大众桑塔纳 2000 型	奥迪 100 / A6、V6、2. 6L	中华晨风 2. 0L
- 20	20000 ~ 14000			50	950 ~ 700	1900	
0	6500 ~ 5000	近似 15850	5300 ~ 760	60	675 ~ 540	1350	
10	4400 ~ 3340	10000		70	500 ~ 400	900	
20	3000 ~ 2250	6200	3000 ~ 2300	80	385 ~ 275	635	360 ~ 42
30	2100 ~ 1500	4000		90	280 ~ 210		
40	1400 ~ 950	3000	1500 ~ 1000	100	200 ~ 170		

5. GLi 型车冷却液温度传感器(CTS)的检测

发动机冷却液温度传感器是多项控制功能的修正信号源 ,如喷油量修正、点火提前角修正、活性炭罐电磁控制等。如果冷却液温度传感器信号中断 ,就会造成发动机冷启动困难 ,怠速稳定性降低 ,汽油耗量增大 ,排气有害物增高等。

GLi 型车冷却液温度传感器位于发动机冷却液出水管上 ,其传感器结构与连接电路如图 3 - 22 所示。发动机工作时 ,ECU 内部的恒流电源从端子 45 向 CTS 输入一个恒定电流 ,CTS 的热敏电阻(NTC)值发生变化时 ,向 ECU 输送的信号电压随之变化。电阻值与冷却液温度的关系如表 3 - 9 所列。



塔纳 2000GLi
连接电路

3 - 22 桑塔纳 2000GLi 轿车 CTS 结构与电路连接
(a)结构图 ;(b)连接电路。
1—传感器输出信号正极 ;2—传感器输出信号负极。

表 3 - 9 冷却液温度传感器电阻值与温度的关系

温度 /	电阻值 /Ω		
	大众桑塔纳 2000 型	奥迪 100 / A6、V6、2. 6L	中华晨风 2. 0L
- 20	14000 ~ 20000		
0	5000 ~ 6500	5000 ~ 6500	5100 ~ 6500
10	3350 ~ 4400	3250 ~ 4400	
20	2250 ~ 3000	2200 ~ 3000	2100 ~ 2700
30	1500 ~ 2100	1500 ~ 2000	
40	950 ~ 1400	1000 ~ 1400	900 ~ 1300
50	700 ~ 950	725 ~ 925	
60	540 ~ 675	540 ~ 675	
70	400 ~ 500	390 ~ 500	
80	275 ~ 375	275 ~ 375	260 ~ 360
90	200 ~ 290	205 ~ 290	
100	150 ~ 225	160 ~ 200	

如果冷却液温度传感器出现故障时 ,发动机 ECU 能够检测到故障信号 ,并能使发动机进入故障应急工况运行。利用专用故障检测仪 通过诊断插头可以读取有关的故障信息。

检测 CTS 时 ,可用万用表检测冷却液温度传感器的电源电压和信号输出电压。拔下 CTS 的插头 ,打开点火开关 ,检测 ECU 端子“45 ”与“30 ”之间的电压值应为 5V 左右。插上 CTS 的插头 ,打开点火开关 ,检测 ECU 端子“45 ”与“30 ”之间的传感器信号输出电压应为(0.5 ~ 2.5)V ,具体数值与温度有关。如检测电压值不符合上述要求 ,则表明 CTS 失效 ,应更换新件。

冷却液温度传感器 CTS 也可用万用表电阻挡单独进行检测电阻。检测时断开点火开关 ,拔下 CTS 的插头 ,拆下冷却液温度传感器 ,并将其放入烧杯或加热容器中 ,如图 3 - 23 所示。在不

同温度下 检测 CTS 两端子的电阻值 电阻值的大小与温度密切相关。冷却液温度高电阻值变小,反之则增大。其检测结果电阻值应符合表 3-9 所列规定,若电阻值过大或为无穷大时,则表明所检测的冷却液温度传感器失效,应更换新件。

6. GLi 型车氧传感器(EGO)的检测

① GLi 型车氧传感器特点。由于 GLi 型车是第一代桑塔纳电喷系统,在设计时曾考虑到国内当时汽油品质因素,氧传感器对发动机性能的影响相对较小。如早期的丰田车系列配置的氧传感器,当拔下氧传感器插头时,会发现发动机并未受到多大影响而工况依然较好。但并非说 GLi 型车的氧传感器不重要,而是 GLi 型故障出现往往是间歇性的,甚至莫名其妙地好了,但不彻底,其实意味着 GLi 型的检测难度相对较大些。

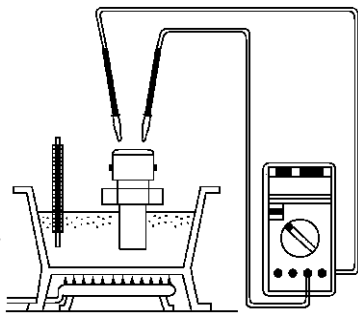


图 3-23 水温传感器测试图

② 工况故障特征

a. 怠速工况。GLi 型不管是冷机或热机,发动机均有抖动现象,严重时甚至会失速、尾气呛人,但不冒黑烟。通常人为冷车工况是开环控制,氧传感器不参与工作。冷车怠速抖动,是因为 ECU 对混合气的控制是一个渐进的自适应过程,当关闭发动机后这个自适应数值仍然存储在程序中,以备下次启动时使用,因此当 EGO 性能不断恶化,自适应值也就逐渐超出调整极限,在下次启动时依然用这个数值。怠速便在冷车阶段就开始抖动。试验表明,当拆下蓄电池搭铁线,消除自适应值,然后再启动发动机,故障就消失了。但行驶一定时间后故障又重新出现,这就是所谓“间歇”性故障,这个过程是渐进的。

b. 加速工况。GLi 型缓慢加速时工况尚可,但急加速时则会出现严重的回火,发动机无力、进气歧管有“砰砰”的回火声,好像混合气过稀,严重时会导致车辆起步困难。

③ 故障诊断。当氧传感器出现故障时,发动机 ECU 检测不到故障信息,但发动机仍能以开环控制方式继续运转,因为 ECU 接收不到氧传感器信号来调节混合气浓度,所以发动机工况不在最佳状态、排气中有害物质含量将增多。

a. 利用专用故障检测仪能够对 EGO 进行更准确、更深入的分析 and 诊断。

b. 故障码的读取。接好检测仪插座,打开点火开关,进入发动机系统,便可读取故障代码。GLi 型车当消除假码后若出现故障,读取故障码,若显示“00561”为混合气适配超过调节界限,但并未完全失效,若显示“00525”为氧传感器 G39 无信号,则表明 EGO 已损坏或线路出现故障。

c. 数据流利用。在发动机运转时,进入发动机系统数据流功能。在数据流 001 组第 3 区,显示 EGO 的信号电压,它的基准电压是 0.5V,该电压值应在(0.1~1)V 范围内不断变化。变化频率在 8 次/10s 以上时为 EGO 是良好的。实际使用检测中即使是这样的频率也有时产生“间歇”性故障。新更换的氧传感器频率可达 20 次/10s 以上,因此将把低于 15 次/10s 作为应更换的极限。

一般发动机加速时,电压值应在(0.6~1)V 之间变化;减速收油门时应在(0~0.2)V 之间变化;怠速时则应在(0.1~0.8)V 之间变化。

d. 用万用表检测 EGO 的加热电源电压和信号输出电压,检测值应符合表 3-10 所列参数要求,如参数不符合表 3-10 所列,则表明 EGO 失效,应更换。

e. 用万用表电阻 $R \times 1\Omega$ 挡检测线束电阻时,断开点火开关,拔下控制器线束插头和 EGO 线束插头,测量两插头上各端子之间导线的电阻值应符合表 3-10 所列,如电阻值过大或为无穷大,则表明线束与端子接触不良或断路,应更换。

表 3 - 10 桑塔纳 2000GLi 型轿车氧传感器的检修

检 测 项 目	检 测 条 件	检 测 部 位	标 准 值
EGO 电源电压	发动机启动并怠速运行	检测传感器两根白色导线间的电压	(12 ~ 14)V
EGO 信号电压	发动机启动并怠速运行	检测传感器灰色导线与白色导线间的电压	交替显示 0.1V 与 0.9V
模拟故障检测 EGO 信号电压	1. 发动机启动并怠速运行 2. 拔下油压调节器真空软管并将调节器管口密封	检测传感器灰色导线与白色导线间的电压	显示 0.9V 短时稳定 ,然后开始摆动
加热元件电阻	拔下氧传感器插头	EGO 传感器插座两根白色导线端子	(0.5 ~ 20)Ω
EGO 信号正极线	拔下控制器、传感器插头	控制器 28 端子至传感器插头 4 端子	<0.5Ω
EGO 信号负极线	拔下控制器、传感器插头	控制器 10 端子至传感器插头 3 端子	<0.5Ω
EGO 加热元件正极导线	断开点火开关 拔下传感器插头	点火开关 15 端子至传感器插头 1 端子	<0.5Ω
EGO 加热电源负极导线	断开点火开关 拔下传感器插头	传感器插头 2 端子至搭铁端子 31	<0.5Ω

7. GLi 型爆震传感器的检测

发动机爆震传感器出现故障时 ,发动机 ECU 在一定条件下能够检测到爆震信号 ,并能使发动机进入故障应急状态下运转 ,迫使点火提前角推迟的作用消退。可用专用故障检测仪 ,通过诊断插座可以读取此故障的相关信息。也可用万用表电阻 R × 100kΩ 挡检测传感器的电阻值。检测时 ,断开点火开关 ,拔下传感器线束插头和控制器线束插头 ,检测两插头上各端子之间导线的电阻值应符合表 3 - 11 所列。如电阻值过大或为 ∞ 则表明线束与端子接触不良或断路 ,应修复或更换。

表 3 - 11 桑塔纳 2000GLi 型轿车爆震传感器的检修标准

检 测 项 目	检 测 条 件	检 测 部 位	标 准 值
爆震传感器电阻	断开点火开关 拔下传感器插头	传感器插座上端子 1、2	> 1MΩ
爆震传感器电阻	断开点火开关 拔下传感器插头	传感器插座上端子 1、3	> 1MΩ
爆震传感器电阻	断开点火开关 拔下传感器插头	传感器插座上端子 2、3	> 1MΩ
传感器信号正极线	拔下控制器、传感器插头	控制器 11 端子至传感器插头 1 端子	<0.5Ω
传感器信号负极线	拔下控制器、传感器插头	控制器 30 端子至传感器插头 2 端子	<0.5Ω
传感器屏蔽线	拔下控制器、传感器插头	控制器 19 端子至传感器插头 3 端子	<0.5Ω

8. 桑塔纳 2000GSi 型传感器故障检测

(1) GSi 型车空气流量传感器(AFS)的检测

空气流量传感器(AFS)的信号用于 ECU 计算确定喷油时间和点火时间控制。发动机工作过程中,当 AFS 发生故障导致信号中断时,GSi 型车的 ECU 能自动检测到此故障的信息。并根据曲轴位置传感器 G28 的转速信号,节气门位置传感器 G69 的节气门位置信号和进气温度传感器 G72 的进气温度信号计算(查表)确定一个替代值,使发动机进入故障应急状态工况。利用专用故障检测仪,通过故障诊断插座可以读取此故障的相关信息。

① AFS 电源电压检测

空气流量传感器的信号电压可用高阻抗的数字万用表直流电流挡进行检测。检测时拔下 AFS 上的 5 号线连接器插头,如图 3 - 24 所示。将万用表拨到直流电压 DCV × 20 挡,启动发动机,检测线束插头上端子“2”或“1”或发动机缸体之间的电压值,规定值应不低于 11.5V。如电压为零,则表明汽油泵继电器触点未闭合或电源线断路,应检查电动汽油泵继电器或电源线。

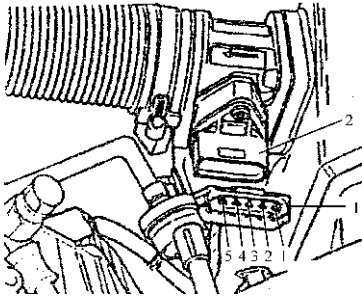


图 3 - 24 空气流量传感器的检测
1—传感器插座;2—传感器插头。

② AFS 信号线的检测

利用数字式万用表 OHM × 200Ω 挡,断开点火开关,检测传感器线束插头与 ECU 插头上各端子之间的电阻值,其检测结果应符合表 3 - 12 所列的规范值,如不符则可判定线束接触不良或有断路之处,应予修复。

表 3 - 12 空气流量传感器 AFS 线束的检测

检测项目	检测条件	检测部位	标准值
传感器信号正极导线	拔下控制器、传感器插头	控制器 13 端子至传感器插头 5 端子	<1.5Ω
传感器控制导线	拔下控制器、传感器插头	控制器 11 端子至传感器插头 4 端子	<1.5Ω
传感器信号负极导线	拔下控制器、传感器插头	控制器 12 端子至传感器插头 3 端子	<1.5Ω
传感器导线有无短路	拔下控制器、传感器插头	控制器 11 端子至传感器插头 2 端子	
传感器导线有无短路	拔下控制器、传感器插头	控制器 12 端子至传感器插头 2 端子	
传感器导线有无短路	拔下控制器、传感器插头	控制器 13 端子至传感器插头 2 端子	
传感器导线有无短路	拔下控制器、传感器插头	控制器 12 端子至传感器插头 4 端子	
传感器导线有无短路	拔下控制器、传感器插头	控制器 13 端子至传感器插头 4 端子	
传感器导线有无短路	拔下控制器、传感器插头	控制器 12 端子至传感器插头 5 端子	

(2) GSi 型车曲轴位置传感器(CPS)的检测

在发动机运行过程中,如磁感应式曲轴位置传感器发生故障导致信号中断时,发动机将立即熄火且无法再启动。但 ECU 能够自动检测到此故障的信息。通过专用故障检测仪,故障诊断插

座可以读取该故障的相关信息。

当用万用表电阻 $\text{OHM} \times 2\text{k}\Omega$ 挡检测 CPS 信号线圈电阻时,应将点火开关置于 OFF 位,拔下 CPS 引线插头,检测 CPS 插座上端子“1”与“2”之间信号线圈的电阻值应在 $450\Omega \sim 1000\Omega$,如检测的电阻值为 ∞ 则表明信号线圈断路,应更换 CPS。检测 CPS 的连接线如图 3-25 所示。再检测 CPS 端子“1”或“2”与屏蔽线端子“3”之间的电阻值,阻值应为 ∞ ,如此阻值不是 ∞ 则应更换 CPS。

检测 CPS 与 ECU 之间的线束,应分别检测 CPS 线束插头端子“1”与 ECU 线束插孔“56”、CPS 线束插头端子“2”与 ECU 线束插孔“63”、CPS 线束插头端子“3”与 ECU 线束插孔“67”之间的电阻值。其电阻值最大不超过 1.5Ω ,如阻值为 ∞ ,表明导线断路,应进行修复或更换线束。

该传感器信号转子凸齿与磁头间的气隙直接影响磁路的磁阻和 CPS 线圈输出电压的高低,在使用中,转子凸齿与磁头间的气隙不可随意调动,如气隙发生变化,必须按规定调整,气隙一般在 $(0.2 \sim 0.4)\text{mm}$ 之间。

(3) GSi 型车凸轮轴位置传感器(CIS)的检测

GSi 型车凸轮轴位置传感器(CIS)为霍耳式传感器。当传感器出现故障而导致信号中断时,发动机能继续运行,也可再次启动。但喷油时刻发生改变,即喷油不是在进气门打开时完成,而是在进气门关闭之前完成(喷油时间延长),由此对混合气品质产生的影响甚小,也不会导致发动机总体性能改变。同时,由于 ECU 不能判别即将到达压缩行程上止点是哪个汽缸,因此爆震调节作用将停止。为了防止发动机产生爆震,ECU 将自动减小点火提前角,使发动机动力性不能充分发挥出来。

当 CIS 信号中断时,ECU 能够检测到此故障的信号,用专用故障检测仪(V. A. G1551)可以读取传感器故障的有关信息。如故障代码显示霍耳式传感器有故障,也可用万用表检测 CIS 的电源电压和导线电阻值来进行诊断与排除。

① CIS 电源电压的检测

a. 首先将点火开关置于 OFF 位,拔下 CIS 插座上的线束插头,将万用表的正、负表笔分别连接到插头端子“1”与“3”。

b. 将点火开关置于 ON 位,检测得电压标准值应当高于 4.5V 。如检测电压为零,则表明线束断路、短路或 ECUJ220 有故障。

c. 再将点火开关置于 OFF 位,继续检查判明线束是否断路或短路。

② 线束导线有无断路或短路故障的检测

a. 将点火开关置于 OFF 位的情况下拔下 ECU 线束插头。

b. 导线断路故障的检查 将万用表电阻置于 $\text{OHM} \times 200\Omega$ 挡,两只正、负表笔分别连接传感器插头端子“1”与 ECU 插头端子“62”、传感器插头端子“2”与 ECU 插头端子“76”,传感器插头端子“3”与 ECU 插头端子“67”,测得各导线的电阻值应不大于 1.5Ω 。如电阻值过大或为 ∞ ,则表明线束与端子接触不良或导线断路,应予修复或更换线束。

c. 导线短路故障检查 同样将万用表置于电阻 $\text{OHM} \times 200\Omega$ 挡,将两只表笔之一连接到传感器插头端子“1”(或 ECU 插头端子“62”),另一只表笔分别连接传感器插头端子“2”、“3”(或 ECU 插头端子“76”、“67”)检测得电阻值应为无穷大(∞),如电阻值不是无穷大,则表明线束

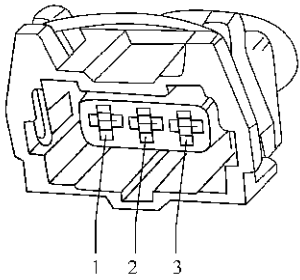


图 3-25 曲轴位置传感器(CPS)的检测

导线短路 ,应更换。

③ 故障部位的判断

a. 如检测线束导线无断路或短路故障 ,且传感器电源电压高于 4.5V。则表明霍耳式凸轮轴位置传感器有故障 ,应修复或更换传感器。

b. 如检测线束导线无断路或短路故障 ,但传感器电源电压为零 ,则表明 ECUJ220 有故障 ,只有更换 ECU。

(4) GSi 型车氧传感器的检测

① 故障特征

GSi 型车氧传感器发生故障影响发动机性能是持续性的 ,必须更换 EGO 才能使故障消失。

a. 怠速工况。GSi 型车在冷车启动后的几分钟内怠速较平稳 ,尔后才开始严重抖动、尾气冒黑烟。这个特征依然是设计的体现 ,因为氧传感器是在暖车后的闭环控制中才进行工作的 ,而且 ,无论是拆下蓄电池线或用专用仪器消除故障码及进行节气门基本设定 ,故障都会依然再现。因此说它是稳定的、持续性的故障类型。

b. 加速工况。GSi 型车缓慢加速和急加速均尚可以。但排气管冒出大量黑烟 ,如同混合气过浓。车辆可勉强行驶 ,但每次加速时都会有轻微的后“坐”感觉。

② 故障诊断

a. 故障码读取。接好专用故障检测仪诊断插座 ,将点火开关置于 ON 挡位 ,进入发动机系统 ,读取故障码。GSi 型车如果是氧传感器性能下降或接近失效 ,系统会显示“00553 空气流量计 G70 输出不可靠信号” ,而不显示氧传感器的故障码 ,这是由设计所决定的 ,即当 EGO 调节能力下降 ,混合气不能很好地得到修正 ,系统则认为是进气量的问题 ,优先设定空气流量计的故障码。此时不要轻易地更换空气流量计 ,而应进入到数据流功能查看 EGO 的实际信号值。如果 EGO 完全失效或线路故障 ,则会显示故障码“00525 ”氧传感器 G39 无信号。

b. 数据流。在发动机运行时 ,进入发动机系统数据流功能。GSi 型车在数据流 007 组第 2 区 ,显示氧传感器信号电压 ,它的基准值是 0.455V。而发动机运行后的检测方法与 GLi 型基本相同 ,此不赘述。

③ 加热元件电阻值

GSi 型车 EGO 加热元件的电阻值在常温条件下为(1~5)Ω ,当温度上升很少时 ,电阻值就会显著增大 ,因此 ,在室温下可用万用表进行检测。检测时氧传感器与 ECU 的连接电路如图 3 - 26 所示。氧传感器连接插头与插座上各端子的位置如图 3 - 27 所示。检测操作 ,拔下 EGO 插头 ,启动发动机。检测连接器插座上端子“1”、“2”之间的电压值应不低于 11V。如检测电压值为零 ,则表明附加熔断丝(30A)断路或电动汽油泵继电器触点接触不良 ,应分别进行修复或更换。

④ 检测 EGO 信号电压

插头与插座连接 ,将数字式万用表连接到 EGO 端子“3”、“4”连接的导线上 ,接通点火开关时 ,电压应为(0.45~0.55)V ;当节气门开度最大供给发动机浓混合气时 ,信号电压应为(0.7~1.0)V ;当拔下空气流量传感器至发动机之间的真空管供给发动机稀混合气时 ,其此时的信号电压为(0.1~0.3)V ,

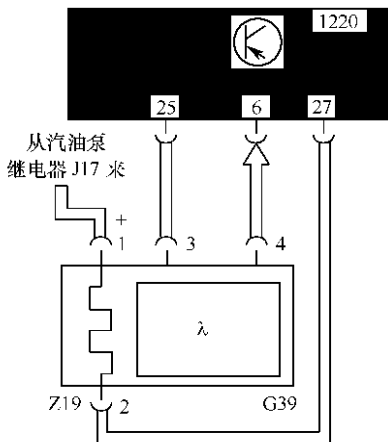


图 3 - 26 桑塔纳 2000GSi 型轿车 EGO 连接电路

1—加热元件正极；2—加热元件负极；
3—信号电压负极；4—信号电压正极。

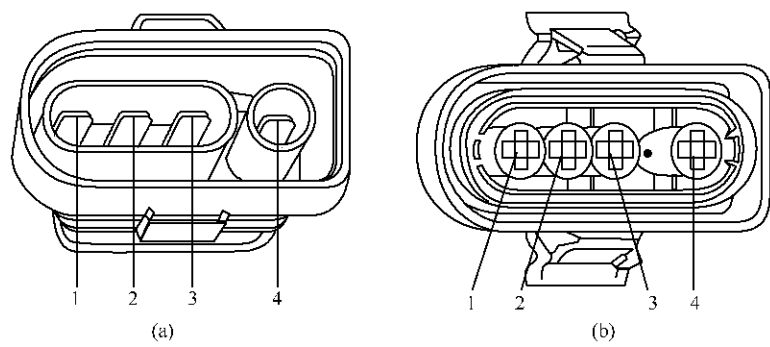


图 3 - 27 氧传感器插头与插座

(a) 插头(传感器一端);(b) 插座(电脑一端)。

1—加热元件正极;2—加热元件负极;3—信号电压负极;4—信号电压正极。

否则表明 EGO 已失效,应更换新的氧传感器。也可将一只发光二极管(LED)和一只 300Ω/0.25W 的电阻串联接在传感器“3”、“4”端子连接的导线之间进行测量,当 LED 正极连接到“3”端子导线上,LED 负极经 300Ω 电阻连接到连接器“4”端子导线上,发动机怠速或部分负荷运行时,发光二极管应当闪亮。如电源电压正常 LED 不闪亮,则表明 EGO 有故障,应更换。

发光二极管闪亮频率应不低于 10 次/min,LED 不闪或闪亮频率过低的原因有:氧传感器加热元件失效;氧传感器壳体上的透气孔被堵塞;EGO 的热负荷过重;长期使用含铅量汽油导致 EGO 中毒失效。

(5) GSi 型车爆震传感器(KS)的检测

GSi 型车的电子控制器 J220 内部存储有 2 个点火特性脉谱图,当使用低辛烷值汽油时,ECU 控制点火特性使每个汽缸点火提前角推迟量平均大于 8°,而爆震极限提前角取决于汽油品质、发动机工况及运行条件。由于 GSi 型车采用了两个爆震传感器(KS),因此 ECU 能够将每一汽缸的点火提前角调节到爆震极限提前角范围,从而提高发动机动力性,降低燃油耗量。

在发动机工作过程中,如果 KS 的信号中断,ECU 会将各缸的点火提前角推迟约 15°,汽车在行驶过程中,驾驶员就会明显感到发动机动力不足。

为了避免爆震传感器传输信号的错误,必须保证 KS 的固定螺栓的拧紧力矩准确无误,GSi 型车 KS 的固定螺栓的标准力矩为 20N·m。

GSi 型车的两只爆震传感器 G61、G66 装置于进气管道-侧缸体侧面,如图 3-28 所示,其中 G61 白色插头为 1、2 缸爆震传感器,G66 蓝色插头为 3、4 缸爆震传感器。捷达车也用这种爆震传感器。两只爆震传感器与电子控制器 J220 的连接电路,如图 3-29 所示。

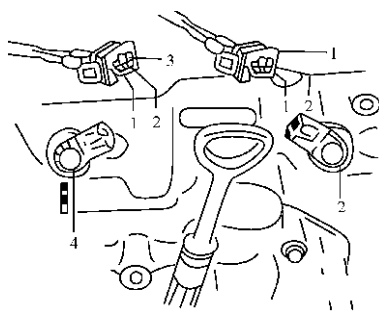


图 3 - 28 爆震传感器安装位置
(桑塔纳 2000GSi、捷达 GT、GTX)

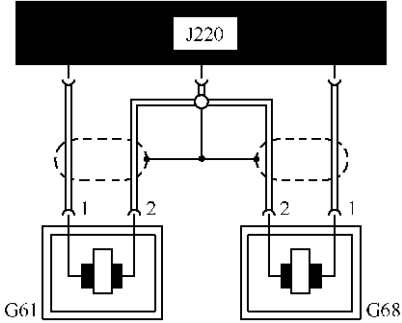


图 3 - 29 爆震传感器电路连接
(桑塔纳 2000GSi、捷达 GT、GTX)

如 KS 发生故障时 ,发动机 ECU 能够检测到该故障信号 ,并使各缸点火提前角推迟约 15°左右而维持发动机运行。当用专用故障检测仪 通过诊断插座可以读取此故障的相关信息。

检诊时 ,可用万用表电阻 OHM×10kΩ 或 R×1Ω 挡 断开点火开关 拔下控制器线束插头和 KS (或 R×100kΩ)挡检测 KS 的电阻值 其 KS 插头与插座上接线端子的位置如图 3 - 30 所示。操作

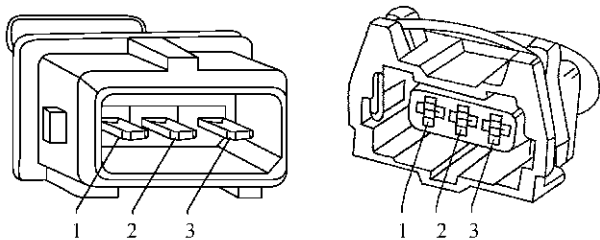


图 3 - 30 爆震传感器插头与插座

时 将点火开关置于 OFF 位 拔下 KS 线束插头 检测结果应当符合表 3 - 13 所列参数值。KS 线束电阻值检测将万用表置于电阻 OHM×200Ω 线束插头 检测两插头上各端子之间导线的电阻应符合表 3 - 13 所列。如阻值过大或为 则表明线束与端子接触不良或断路 ,应修复或更换线束。

表 3 - 13 桑塔纳 2000GSi 型轿车爆震传感器的检测标准

检测项目	检测条件	检测部位	标准值
爆震传感器电阻	断开点火开关 拔下传感器插头	传感器插座上端子 1、2	>1MΩ
爆震传感器电阻	断开点火开关 拔下传感器插头	传感器插座上端子 1、3	>1MΩ
爆震传感器电阻	断开点火开关 拔下传感器插头	传感器插座上端子 2、3	>1MΩ
传感器信号正极线	拔下控制器、传感器插头	控制器 60 端子至传感器插头 1 端子	<0.5Ω
传感器信号正极线	拔下控制器、传感器插头	控制器 68 端子至传感器插头 1 端子	<0.5Ω
传感器信号负极线	拔下控制器、传感器插头	控制器 67 端子至传感器插头 2 端子	<0.5Ω
传感器屏蔽线	拔下控制器、传感器插头	发动机搭铁点(控制器模块旁边)至传感器插头 3 端子	<0.5Ω

(三) 桑塔纳 2000 型发动机 ECU 故障的检测

ECU 是汽车发动机电控系统的核心 ,而 ECU 的故障一般是极少的 ,即使发生故障 ,大都在 15 万 km 以后。在使用中若怀疑 ECU(电脑)有故障 ,首先应检查线束插头有无松动 ,线路有无断路或短路等。由于桑车采用的发动机型号不同 ,可按无故障码电控发动机和有故障码电控发动机检测。

1. 无故障代码 TV 电控发动机 ECU 的检测

TV 电控发动机较早投放市场 ,当时发动机未设计故障码 ,对于无故障码电控发动机 ECU 的检测 ,可用数字式万用表检测端子的电阻值来判断 ,检测各端子之间的参数要求如表 3 - 14 所列。检测结果不符合表中参数要求值 ,则为故障 ,应更换。

表 3 - 14 无故障代码电控发动机 ECU 的检测

端子名称及部件	电阻值/Ω	端子名称及部件	电阻值/Ω
2、5、13 和 25(搭铁端)	0	9 和 24(2、3 缸喷油器电磁线圈)	3.9 ~ 4.5
8 和 9(进气温度传感器)	160 ~ 300	15 和 20 端子测量时 ,先用导线连接 ,再断开点火 ECU 的插头 ,再检测端子 16 和 17 的电阻	0
8 和 5(空气流量计)	340 ~ 450		
9 和 12(1、4 缸喷油器电磁线圈)	3.9 ~ 4.5		

2. 有故障代码的 AJR、AYI 型电控发动机 ECU 的检测

桑塔纳 2000 型轿车的 AJR 型电控发动机和 AYI 型电控发动机都设有故障代码。电脑控制 J220 共有 80 个端子 ,由一个 52 个端子插头和一个 28 个端子插头的线束与其相连。在 J220 控制器中设有故障存储器 ,当被监测的传感器或执行器出现故障时 ,J220 便会将故障以故障代码的形式存入故障存储器中。

检测故障时 ,要求使用大众公司专门配备的故障检测仪 V. A. G1551(或 1552)。为了检测控制器 J220 与各传感器和执行器元件间控制线路有无断路或短路的方便 ,大众公司还配有 V. A. G1598/22 测试盒 ,用于与发动机 ECU 线束插头相连接。

在使用专用故障检测仪测试前 ,要求蓄电池的电压应在 11.5V 以上 ,发动机搭铁线接触良好 ,冷却液温度高于 80 ℃ ,即在热车状态下进行测试。主要故障代码及所指系统如表 3 - 15 所列。

表 3 - 15 故障代码及系统

故障代码	所指系统	故障代码	所指系统
00513	发动机转速传感器 G28	00553	空气质量流量计 G70
00515	霍耳式传感器 G40	00668	30 号端子电压过低
00518	节气门电位计(器)G69	001165	节气门控制部件 J338
00522	发动机冷却液温度传感器 G62	01247	活性炭罐排泄电磁阀 N80
00524	1、2 缸 1 号爆震传感器 G61	01249	1 缸喷油器 N30
00527	进气温度传感器 G72	01250	2 缸喷油器 N31
00530	节气门电位计 G88	01251	3 缸喷油器 N32
00540	3、4 缸 2 号爆震传感器 G66	01252	4 缸喷油器 N33

(四) 桑塔纳轿车发动机电控系统综合性故障诊断

1. 桑塔纳 2000 型轿车冷车启动困难、冒黑烟故障的诊断

(1) 故障特征

桑塔纳 2000 型轿车装用 AFE 4 缸电喷发动机 ,故障表现为发动机冷机启动困难并且排气管冒黑烟。

(2) 故障诊断与分析

① 用 V. A. G1552 专用故障检测仪读取发动机故障代码,无故障代码显示。

② 检查进气压力传感器真空软管及其他真空管均无漏气现象。检查汽油压力为 0.25MPa,喷油器均符合要求。

③ 检查火花塞时发现淹缸现象,但火花为蓝色。对点火系统进行次级电压测试为 15kV 以上。

④ 用 V. A. G1552 对发动机进行数据流检测,发现水温传感器显示发动机水温为 -20℃,而此时发动机水温已有 20℃。对水温传感器拔下插头,发现插头与插座严重锈蚀。经清理插头,更换水温传感器,再次启动发动机读取数据流,发动机水温与实际水温传感器相符,故障排除。

⑤ 桑塔纳 2000 型轿车采用怠速控制阀来控制怠速,可实现自动怠速。ECU 是根据检测到水温的信号,输出相应的控制电压给怠速控制阀。当水温较低时输出的电压低,怠速控制阀中的转阀转过角度小,怠速旁通气道的截面大,通过的空气量就多,ECU 根据空气量多使喷油脉宽加大,即喷油量增多;当水温逐渐升高时,ECU 输出电压逐渐升高,转阀转过角度逐渐增大,则旁通气道截面逐渐减小,ECU 根据空气量减小使喷油脉宽也减小。

此车故障是由于水温传感器输送给 ECU 的信号错误,ECU 按错误的信号指令喷油,造成混合气过浓,发动机淹缸启动冒黑烟故障。

2. AFE 电喷发动机怠速不稳故障的诊断

(1) 故障特征

桑塔纳 2000 型轿车 AFE 4 缸电喷发动机冷机怠速轻微抖动,而热机时怠速严重不稳,且有喘振现象。

(2) 故障诊断与分析

① 用 V. A. G1552 故障检测仪读取发动机故障代码,无故障显示。

② 拔下怠速控制阀插头,测量插头上两插脚间的电阻值为(17.7~20.2)Ω。开启点火开关,测量两插脚间的电压值为 12V,上述表明怠速控制阀无故障。再检测节气门的信号电压为 0.1V,电压偏低。把节气门信号电压调整到 0.7V(要求不大于 0.9V),启动发动机怠速状况明显好转。但喘振现象仍间歇性存在。

③ 检测尾气成分,测试结果为 HC 排放量偏高,而 CO 含量基本正常。遂检查点火系统电路、点火正时、火花塞间隙及性能、分电器等均正常。汽油供油压力、喷油量及管道等也属正常。

④ 根据喘振故障是间歇性发生的特点,用手晃动各传感器插头检查时,当晃动怠速控制阀线束时,发动机转速有明显升高变化,再检查怠速控制阀线束,发现与怠速控制阀相连的黑/白线已被车身磨破露出铜丝。证明故障是由此线束破损后引起与车身短路,使怠速失控而出现故障,在对其进行包扎修复后试车,故障排除。

故障主要原因是节气门限位螺钉调整不当和怠速控制阀的导线破损短路所致。由于怠速控制阀的黑/白导线与地短路,怠速控制阀中的转阀就不受 ECU 控制,从而导致发动机怠速不稳故障的产生。

3. 桑塔纳轿车电喷发动机加速时前后窜动故障的诊断

(1) 故障特征

桑塔纳 2000 轿车,装备 AFE 4 缸电喷发动机,行驶加速时汽车前后窜动,道路凹凸不平时故障现象更严重,爬坡行驶十分费力,此故障时有时无、周期不定。

(2) 故障诊断与分析

① 故障原因有下列诸多方面 进气歧管漏气 空气滤清器滤心污物堵塞 汽油喷射系统故障或供油压力过低 节气门位置传感器输入 ECU 的信号失准 汽油喷射有关元件损坏 爆震传感器和点火器工作不良 点火时间过迟等。

② 用 V. A. G1552 读取发动机故障代码 无故障代码显示 表明怠速工况良好。利用专用检测仪读取数据流也符合要求。

③ 检测怠速时汽油压力为 0.25MPa 加速时汽油压力为(0.1~0.18)MPa 之间波动 表明汽油泵泵油不连续。

④ 介于故障在汽车加速或颠簸路时容易出现泵油不连续 用万用表测量汽油泵插头上的棕色线头与发动机机体之间的电阻为 80k Ω 当用手轻拉一下插头后 电阻值又变为 0 Ω 原来故障是由于电动汽油泵的搭铁线搭铁不良引起的 当重新紧固汽油泵搭铁线启动发动机试车 故障完全排除。

电动汽油泵搭铁线接触不良引发故障。当发动机怠速运转时比较平稳。机体振动不剧烈 汽油泵搭铁线与发动机体勉强接触 汽油泵尚能连续工作。当汽车加速或在不平道路上行驶时 汽车发动机振动加剧 电动汽油泵搭铁线与发动机机体就会出现虚接现象 使汽油泵时而工作时而不上油 从而导致供油不连续压力偏低现象 也导致发动机故障出现。

4. 桑塔纳时代超人轿车无规律熄火故障的诊断

(1) 故障特征

该车在一次出车中发生熄火故障 以后就出现无规律熄火(有时一天几次 有时几天才发生一次熄火) 每次熄火后可重新启动 但工作不好。先后更换过节气门体总成、点火线圈总成等部件 故障依旧存在。

(2) 故障诊断

① 用 V. A. G1552 检测仪读取故障代码 ECU 无故障代码储存。检查各缸火花塞均正常 各真空软管无损伤漏气现象 供油压力在标准值内。

② 据了解每次熄火比较缓慢 据这一特点 着重检查电动汽油泵的线束电路。汽油泵继电器工作正常 供电电路熔丝接触良好。

③ 按电路图找到接地线 位置在中央配电盒左侧 发现电动汽油泵接地线的连接器有明显松动现象 用手轻轻地就拔出来了。更换这根接地线连接器后故障彻底排除。

④ 由于汽车行驶中 电动汽油泵接地线有时因振动与连接器间松动而断电 使汽油泵供不上汽油而造成发动机缓慢熄火。

5. 2000GSi 时代超人轿车突然出现加速不良故障的诊断

(1) 故障特征

该车只行驶 5000km 在高速公路上行驶突然出现加不上速 用 5 挡也只能达 80km/h 怠速也出现不稳现象。

(2) 故障诊断

① 检查各缸高压线、火花塞、空气流量传感器等均属正常。

② 用 V. A. G1552 故障检测仪提取故障代码 ECU 内没有任何故障代码存储。

③ 用 V. A. G1552 故障检测仪进行数据流观察 发现怠速时空气流量传感器的动态数据为 4.3g/s 显然超出了正常怠速时(2~4)g/s 的规定范围值。当将空气流量传感器的连接器脱开后再次读取动态数据流为 3.4g/s~3.8g/s 之间变化 属于正常规范 但加速缓慢故障仍存在。

④ 一般情况下 如空气流量传感器和其他各部分都正常时 怠速时会显示 2.7g/s 的动态数据,

若将空气流量传感器的连接器脱开,发动机 ECU 会自动以 2.7g/s 的数据替代,发动机加速响应度有明显的改善。而该车加速响应度却没有很大的变化,表明空气流量传感器正常,其他部位有故障。

⑤ 在试验发动机加速和急加速时有一股很浓的硫磺味,检查汽车用油标号符合规定,氧传感器工作也正常,也无故障代码存储。

⑥ 进一步读取各传感器的数据流时,发现该车怠速时的点火提前角在 $4^{\circ} \sim 5^{\circ}$ 之间变化,而正常发动机怠速时的点火提前角为 $12^{\circ} \pm 4.5^{\circ}$,最低也在 7.5° 以上,发动机转速增加时,点火提前角也应相应地增大。经反复试验对比后,该车的点火提前角在各种工况下都比正常情况小许多,显而易见 ECU 已将点火提前角调整到了极限,仍不能满足要求。

⑦ 由以上检测判定正时带装配有误或 ECU 有故障。经查凸轮轴齿形带轮的固定螺栓有松动。将正时带转动到与曲轴上齿形带轮的上止点标记对齐时,凸轮轴上的标记落后了 4 个齿,而正时带一处边缘已开裂。

⑧ 更换正时带、按规定正时标记装复试车,发动机转速轻易就提高了规定范围,车辆行驶动力非常强劲。

6. 帕萨特 B4 轿车发动机不能启动故障诊断

(1) 故障特征

供油系统工作正常、线路连接接触良好、蓄电池电压符合要求,发动机无论如何不能启动。

(2) 故障诊断

① 用 V. A. G1552 查询故障代码显示代码 00515 为霍尔传感器 G40 故障。

② 拔下霍尔传感器 G40 插头,测量 3 个端子的电压,端子 1、3 之间的电压为 0V,端子 2、3 之间的电压为 12V,端子 3 与搭铁之间的电阻为 0.1Ω ,搭铁良好。G40 与 J220 之间的连接如图 3-31 所示。G40 的标准电压值为:端子 1、3 之间为 5V,插上传感器,点火开关置于启动挡(起动机转动)有 2V 左右的电压波动,即在 $(3 \sim 5)V$,端子 2、3 之间的电压为 12V。

③ 由以上检测看出,ECU 没有供给霍尔传感器 5V 的信号电压。测量电脑常火线 3 号端子的电压为 12V,点火开关闭合时,1 号端子的电压为 12V。

④ 检查 2 号、67 号搭铁端子,搭铁良好。因此判断发动机 ECU 损坏,当更换 ECU 后,发动机顺利启动了。

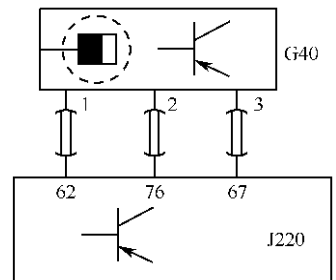


图 3-31 G40 与 J220 连接图

7. 桑塔纳 2000GLi 型电控发动机加速不良故障诊断

(1) 故障特征

发动机怠速运转时严重抖动,急加速时进气歧管有回火声,行驶中加速动力不足。

(2) 故障诊断

初步诊断为供油、供气管路不畅故障:清洗汽油滤清器及空气滤清器无效果;用专用设备清洗喷油系统及喷油器仍无效果;更换火花塞,使间隙调至标准,试车故障依旧存在;启用车上“自诊断”系统。显示故障代码为 00518,查故障代码表为节气门位置传感器故障。节气门位置传感器会造成发动机什么故障呢?经分析,可能是混合气过稀的原因,而特征表明进气管有回火现象。于是拆下空气滤清器,用手捂住节气门体进气口滤网,目的是使进气通道截面积减小,增大混合气浓度,试车发动机怠速稳定,加速时不再回火。故障原因是节气门位置传感器故障,所检测到的信号失真,造

成 ECU 发出错误指令驱动信号,使混合气过稀。

(3) 排除

拆下节气门位置传感器,检查发现有卡滞现象,经清洗调整润滑后装复使故障排除。

8. 桑塔纳 2000 型轿车充电指示灯故障的诊断

启动发动机后,转速在 2000r/min 以上时电流表指示充电正常,充电指示灯虽能熄灭,但加速时充电指示灯却发出微红色故障。经检查,判为调节器工作不良,更换一只新的电子调节器,试验故障依旧。再测试发电机输出电压为 13.4V,检查蓄电池也不亏电。进一步分析,充电指示灯丝发红,表明充电指示灯两端存在着一定量的电位差。在发动机运转状态下,把 D₊ 线与发电机分离,离 D₊ 端电压为 12.6V,而电枢接柱为 13.4V,充电指示灯线也为 13.4V,这就表明充电指示灯两端有 0.8V 的电位差,所以充电指示灯丝微红。

拆解发电机后发现定于三相绕组其中有一相与整流器焊点已烧断,造成激磁小整流器缺相,使输出电压降低,而主整流器由于采用 8 管整流,对主整流器输出电压的影响相对较小。将查出故障修复试验,充电指示灯恢复正常。

9. 帕萨特 B₄ 轿车加速不良故障的诊断

(1) 故障特征

该车装备 AEP 型发动机,使用中产生发动机加速不良,最高转速不能超过 3000r/min。

(2) 故障诊断

① 用 V. A. G1552 专用故障检测仪读取故障代码显示故障代码为“霍耳式传感器 G40 信号超出范围”。

② 再读取测量数据块 08、07 组,结果显示第一、第二区的数据流分别是 30 ~ 15、8 ~ 45 之间波动,而正常的数据应为 59、60 和 5、6。

③ 松开霍耳传感器紧固螺钉,扭动外壳,观察 07 组数据流变化,但无论转动到任何位置,均不能显示其标准值。

④ 检查霍耳式传感器与 J220 的连接导线,没有断路、短路现象,拆下 J220 检查,亦没有发现腐蚀或烧蚀的现象,则判定为霍耳式传感器失效故障。

⑤ 更换一只新的霍耳传感器,将其调整到标准值后,启动发动机试车,一切故障消失。霍耳式传感器信号为发动机工作原始信号之一,ECU 没有内存替代功能,有时霍耳传感器信号发生故障时没有故障代码显示。

10. 别克 GLX 型轿车发动机运转不稳、费油冒黑烟故障诊断

(1) 故障特征

别克 GLX 型轿车电控多点汽油喷射发动机运转不稳定,热车时冒黑烟,使用中很费油。

(2) 故障原因

① 发动机某缸工作不良或不工作,造成功率损失大。

② 发动机电控系统某些传感器损坏,导致 PCM 控制喷油量增大,混合气过浓而费油。

③ 喷油器故障雾化不良或时有滴油现象,造成混合气过浓、燃烧不完全而排冒黑烟。

④ 供油压力过高,造成喷油量过多。

(3) 故障诊断

① 首先利用 TECH2 检查,没有故障代码显示,观察数据流,发现氧传感器其值偏高,但变化规律正常,查看冷却液温度传感器,其值约 98℃,而且传感器温度随电子风扇的启动而下降,其他传感器经扫描均属正常。

② 检查各缸火花塞有较多的积炭,表明混合气过浓所致。

③ 利用尾气分析仪检测尾气,发现尾气严重超标,CO 值为 3.5%,HC 约为 $(300 \sim 400) \times 10^{-6}$, λ 值为 0.7~0.8 左右,这三个指标表明混合气过浓。但轿车高速行驶后检测尾气又合格,即故障是偶发性产生。

④ 对喷油器进行平衡试验,发现 2 号、3 号喷油器不合格,换上新喷油器后发动机工作平稳,但检测尾气其值仍偏高。

⑤ 在检查中总听见一种“嗤、嗤”响声,用 TECH2 检测发现发动机真空度略有上升,发动机转速也提高,排气管有少量黑烟排出。进一步检查,发现通向发动机油压调节器的真空软管已裂口。由于油压调节器受真空控制作用减弱或不起调节作用,从而使汽油压力升高,导致费油冒黑烟。当更换喷油器和软管后,该车故障彻底排除。

11. 别克 GLX 型轿车加速无力发动机严重抖动故障的诊断

(1) 故障特征

发动机温度正常后抖动严重,甚至熄火,加速时无力,冷机时能顺利启动。

(2) 故障诊断

① 用 TECH2 对发动机系统进行检测时,显示有两个故障代码:DTC P0134 热氧传感器;DTC P0112 进气温度传感器。

② 用万用表对进气温度传感器电阻值测试,在 20℃ 时电阻值为 3.8k Ω ,而且在线测量也有电压信号,启动发动机后由 TECH2 的数据中读取其信号,其值与实际温度相符,表明进气温度传感器及其线路连接是正常的。

③ 利用检测仪的数据流功能对热氧传感器进行检测,其电压值在(0.1~0.9)V 之间变化,变化速度达到(8~9)次表明热氧传感器工作符合要求。

④ 再次路试约 25km,发动机故障重新出现,明显感到加油不起作用,油门开度越大,反而感到发动机转速下降越多的怪现象。出现故障时观察热氧传感器,其电阻值仅为(0.1~0.3)V 左右,停车测量汽油系统压力约为 200kPa,明显低于该车规定值(284~325)kPa。

⑤ 更换汽油滤清器滤心。清洗汽油箱,检测电动汽油泵性能时发现技术参数低于标准,只好更换新件,待各部件装复后试车,故障现象完全消失。

12. 通用别克轿车无任何启动着车征兆故障的诊断

(1) 故障特征

启动发动机时无任何着车征兆,检查油路及电控系统也无任何异常。

(2) 故障诊断与分析

① 该车带有防盗系统装置,启动时无任何征兆,首先从防盗系统检查。该车的防盗系统的一个关键点是通过点火钥匙识别电脑。它可以识别插入点火开关的钥匙是否正确。可以控制启动继电器向 PCM 提供数字信号,使 PCM 控制喷油器喷油,同时还能点亮防盗警报灯。

② 该车防盗系统最常见的故障部位就是点火开关锁心上与钥匙心片相接触的 2 个触点。触点会因弹力不足与点火开关钥匙心片接触不良。钥匙心片本身也会脏污或受潮,造成开路或短路,上述情况出现,汽车就无法启动。

③ 拔下转向柱左侧的 48 孔插头,将点火钥匙插入锁心,测量接线端 E-12 与 E-13 之间的电阻值,其值应为 10 Ω 。将点火钥匙转动(5~6)次停在启动挡位,再测电阻值应当保持不变,但实测发现,其电阻值有时为 10 Ω ,有时则为 ∞ ,则判定点火开关锁心触点不良。

④ 更换一套点火开关锁心和点火钥匙,发动机顺利启动,故障排除。

13. 别克轿车怠速忽高忽低故障的诊断

(1) 故障特征

别克轿车装用电控多点汽油喷射发动机,启动后达到正常工作温度后,怠速出现有规律的忽高忽低故障。

(2) 故障原因

汽油蒸气回收控制系统的活性炭罐入口堵塞,导致外界的新鲜空气不易进入活性炭罐。

(3) 故障诊断与分析

① 为了防止汽油箱蒸发的汽油排入大气,别克轿车电控多点喷射发动机装置有电控汽油蒸气回收系统,通过活性炭罐(汽油蒸气回收罐)将汽油箱蒸发的汽油蒸气引入进气歧管,以防止排入大气。该系统主要由活性炭罐、电控电磁阀、单向阀及相应的管路组成,如图 3-32 所示。它的原理是:当汽油箱内的汽油蒸气进入活性炭罐时,其汽油分子被吸附在活性炭颗粒的表面上,余下的空气则排入大气中。活性炭罐上方的进气口与汽油箱相通,出气口经软管与发动机进气管相通,中间有一个电控电磁阀控制管路的通断。发动机运转时,如果电磁阀关闭,则进入罐内的汽油分子被活性炭吸附;如果电磁阀打开,汽油蒸气进入进气歧管参与燃烧。活性炭罐内设有 3 个单向阀,当电磁阀开启且控制气路中的真空度较大时,1 号单向阀便开启,吸附在活性炭颗粒表面的汽油蒸气重新蒸发,被吸入进气管参与燃烧。当汽油箱中的蒸气压力高到一定程度时,2 号单向阀开启,3 号单向阀关闭,汽油箱内的汽油蒸气便进入活性炭罐;反之,当汽油箱内出现真空时,2 号单向阀关闭,3 号单向阀和汽油箱盖上的单向阀均打开,空气被吸入汽油箱。

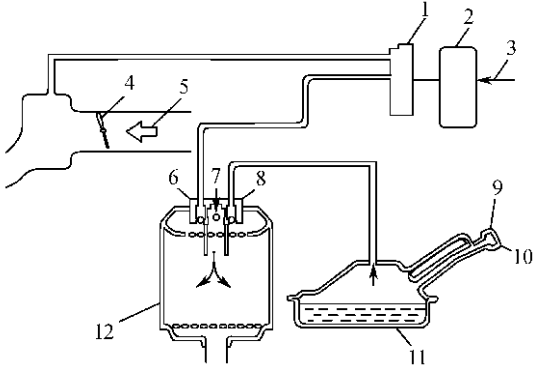


图 3-32 汽油蒸气回收系统

- 1—电控电磁阀;2—电控单元;3—传感器信号;
- 4—节气门;5—进气流;6—1 号单向阀;
- 7—2 号单向阀;8—3 号单向阀;9—油箱盖;
- 10—油箱盖单向阀;11—汽油箱;12—活性炭罐。

② 经检修发动机的点火系统及汽油供给系统均属正常状态,分析故障可能出在汽油蒸气回收控制系统。

③ 经检查,该车汽油蒸气控制系统的活性炭罐入口堵塞,导致外界的新鲜空气不易进入活性炭罐。因而在发动机怠速时(正常工作温度),活性炭罐的电磁阀打开,汽油蒸气被吸入进气歧管参与燃烧。这样,氧传感器检测到氧的浓度过高,于是电脑就要减少喷油器的喷油脉冲宽度。由于喷油脉冲宽度的减少,汽油蒸气随之减少,导致发动机怠速过低。此后,氧传感器检测到氧的浓度又过低,于是 ECU 又增加喷油脉冲宽度,导致怠速又升高。两者之间的矛盾致使发动机运转到正常温度后,怠速有规律地忽高忽低。

④ 更换新的活性炭罐后,故障排除。

14. 上海别克 GS 轿车发动机怠速抖动故障的诊断

(1) 故障特征

上海别克 GS 轿车,装用 2.98L V6 发动机,采用 SFI 电子顺序多点汽油喷射系统。故障表现为怠速抖动严重,高速时一切正常,无故障代码显示。

(2) 故障诊断与分析

① 怠速抖动的原因有:进气系统中有漏气,油路压力太低,空气滤清器堵塞,喷油器雾化不良、

漏油或堵塞 ;怠速调整不当 ;怠速控制阀工作不良 ;火花塞工作不良 ;空气流量计有故障 ;汽缸压缩压力过低等。

② 该车只是在怠速情况下 ,发动机才抖动而当发动机转速升高后 ,发动机工作又正常 ,这就说明空气流量计没有故障。故障的原因很可能出现在怠速控制阀上或者进气系统中有漏气现象。

③ 启用自诊断系统调取故障代码 ,无故障代码显示。

④ 用万用表检测怠速控制阀的电阻 ,测量值为 50Ω 左右 ,符合要求。检查怠速控制阀至发动机控制器 PCM 之间的导线 ,经检测 ,导线连接正常。用 Tech2 检测仪重新设定怠速 ,故障依旧。这就说明故障的原因不在于怠速控制阀。

⑤ 检查节气门体 ,发现节气门内部积炭很多。对节气门通道进行清洁 ,装回试车 ,但抖动仍严重。

⑥ 在怠速情况下 ,向进气系统中的连接管处喷射化油器清洗剂 ,发动机转速没有变化 ,这说明进气系统不存在漏气现象。

⑦ 检查火花塞火花 ,无异常现象。测量各缸的汽缸压力 ,均在正常范围内。

⑧ 连接油压表 ,启动发动机。检查怠速情况下的汽油管路中的压力 ,压力为 295kPa 左右 ,符合要求。

⑨ 通过以上检查 ,难道发动机控制器 PCM 出现问题 ? 重新换一块发动机控制器 PCM 试车 ,故障依旧。

⑩ 在检查时 ,无意中用手摸一下进气歧管感觉进气歧管的温度很高 ,特别烫手。在正常情况下 ,进气歧管的温度不应该特别烫手。据此分析是 EGR 阀(废气再循环阀)将废气漏入进气歧管中 ,检查 EGR 阀体 ,温度很高 ,初步确定为 EGR 阀关闭不严。更换一个新 EGR 阀 ,再试车 ,故障完全排除。

⑪ 故障分析 :该发动机除节气门积炭过多外 ,其主要故障是 EGR 阀漏气。在正常情况下 ,EGR 阀只有在发动机转速升高或中高负荷时才开启 ,EGR 阀开启后 ,把排气管中的一部分废气引入新鲜混合气中 ,进入燃烧室燃烧 ,使燃烧室内最高温度降低 ,从而减少有害气体的排放。但在发动机大负荷和怠速时 ,EGR 阀应该关闭 ,以防止排气管中的废气进入进气歧管。在怠速时 ,如果 EGR 阀出现关闭不严的情况 ,排气管中的废气就会进入进气歧管 ,导致混合气过稀 ,所以发动机怠速抖动厉害。加速时 ,由于喷油器的喷油脉宽加大 ,即使 EGR 阀关闭不严 ,从排气管进入进气歧管中的废气对混合气的浓度影响也不会太大。所以 ,发动机转速升高后 ,发动机不抖动。

15. 上海帕萨特 B5 型轿车 ANQ 发动机电控系统故障代码

上海帕萨特(PASSAT)B5 型轿车装备了 1.8L/92kW 的 ANQ 型发动机 ,该发动机为 5 气门结构、可变进气系统、可变凸轮轴控制、Motronic 3.8.3 电控汽油喷射系统、三元催化转换器等先进技术装置。底盘也采用众多当代先进的汽车技术 ,使该车的动力性、经济性、安全性、舒适性等均占领先地位。

由于帕萨特 B5 型轿车采用了许多新技术、新装备 ,市场占有率与日俱增。使用中 ANQ 发动机电控系统出现的故障代码如表 3 - 16 所列 ,维修人员应尽快地了解 and 掌握故障代码的含义及诊断方法 ,故此将 ANQ 发动机故障代码提供给读者。

表 3 - 16 帕萨特 B5 型轿车 ANQ 发动机电控系统故障代码的含义

故障代码	故障特征	可能的故障原因	诊断与排除
------	------	---------	-------

00515 霍耳传感器 G40 故障	满负荷时发动机动力不足 ,排放值不正常 油耗增加	1. 霍耳传感器线路故障 2. 霍耳传感器失效	1. 按线路检查、排除 2. 更换传感器
-----------------------	--------------------------	----------------------------	-------------------------

(续)

故障代码	故障特征	可能的故障原因	诊断与排除
00532 电源供应信息不正常	使发动机控制单元不工作 ,怠速转速不在允许范围内 在发动机控制单元中的学习值丢失	1. 供电电压超过 16V 2. 由辅助启动而产生过压 3. 供电电压低于 10V 4. 同发动机控制单元的搭铁不良 5. 蓄电池故障 6. 在点火时无电	1. 检查发电机 2. 检查发动机控制单元的电源供应 3. 检查蓄电池 4. 对发动机控制单元与节气门控制部件进行匹配
00543 转速超过最大值	发动机超速运转 ,可能损坏气门及活塞摩擦副	转速曾达到 7100r/min 以上	检查发动机控制单元及节气门控制部件并删除故障存储记忆
00561 混合气调整超过或低于调整极限值	某些情况下车辆会颤抖 ,油耗增大 ;某些情况下怠速不稳定 排气管冒黑烟 ,火花塞积炭	1. 汽油泵失效 2. 汽油系统压力太高或太低 3. 空气流量计 (G70)信号不准确 4. 至催化器的排气系统泄漏 5. 活性炭罐电磁阀失效 6. 喷嘴失效	1. 检查或更换燃油泵 2. 检查压力调节器及燃油泵 3. 检查进气系统泄漏并排除 4. 检查并排除电磁阀故障 5. 检查或更换喷嘴
00672 节气门位置调节器的传感器 G127 信号不准确	节气门位置调节器关闭 ,发动机通过紧急运行时的节气门间隙 利用机械控制的空气量进行怠速运行 ,使怠速转速升高 在减速时负荷变化有冲击 空调压缩机在 1520r/min 时才启动	1. 在 G127 和发动机控制单元 (J220)之间的信号线断路或短路 2. G127 供电电压故障 3. G127 损坏 4. 发动机控制单元中的信号中断 5. 节气门卡死	1. 检查 G127 与 J220 间的线路 2. 检查并更换传感器 3. 更换或修复节气门
01119 挡位识别信号异常 (自动变速器车辆)	操纵发生问题 (换挡机构冲击 换挡振动) 怠速转速不在许可范围内 ,怠速转速波动	换挡开关及连线短路或断路	检查线路或更换开关
01120 凸轮轴调整信号	功率下降	1. 凸轮轴调整的电磁阀 N205 及线路故障 (包括与发动机控制单元 J220 的连线) 2. 机械凸轮轴调整故障 3. 29 号熔断丝故障	1. 检查电磁阀及线路 2. 重新调整凸轮轴 3. 检查 29 号熔断丝
01165 节气门控制部件 J338 信号不正常	怠速转速升高 加速时负荷变化会有冲击 空调压缩机在达到 1520r/min 后才开启	1. 节气门卡死 2. 节气门位置调节器卡死或机械损伤 3. V60 失效或线路故障 4. 发动机控制单元 J220 中的 V60 输出故障	1. 检查节气门控制单元 必要时更换和进行匹配 2. 更换发动机控制单元并进行匹配

(续)

故障代码	故障特征	可能的故障原因	诊断与排除
01182 高度调适信号超出允许范围	启动困难 ;节气门反应慢 ;行驶不顺畅	1. 节气门卡死 2. 节气门位置调节器卡死 3. 空气流量计 (G70) 和节气门控制部件之间的空气量未计量 4. 空气滤清器阻塞	1. 检查节气门控制部件 2. 检查进气系统的密封性 3. 更换空气滤清器
01247 活性炭罐电磁阀 N80 线路故障或损坏	在部分负荷区域可能有抖动 ; 排气可能有生油味	1. N80 故障 2. N80 与发动机控制单元 J220 之间的导线短路或断路 3. N80 供应电压故障 4. 29 号熔断丝故障	1. 检查线路及 N80 电磁阀 2. 检查 29 号熔断丝
01249 ~ 01252 1 ~ 4 缸喷嘴故障	发动机运行粗暴或发动机工作不良	1. 喷嘴 N30 ~ N33 损坏 2. 喷嘴 N30 ~ N33 与发动机控制单元 J220 之间线路断路或短路 3. 34 号熔断丝故障	1. 检查各喷嘴 2. 检查线路及电压 3. 检查 34 号熔断丝
01259 汽油泵继电器 J17 故障	发动机不能启动 ;发动机不工作时汽油泵一直工作	1. 与发动机控制单元 J220 之间的线路短路或断路 2. 电压供应或自身故障	1. 检查线路 2. 检查电压或更换继电器
16486 空气流量计 G70 信号太小 16487 空气流量计 G70 信号太大	紧急运行 ,由节气门角度和转速作为替代值 ,导致运行不畅 ,严重时导致油耗升高 ,排气管放炮	1. 与发动机控制单元之间的信号线路断路或短路 2. 发动机控制单元 J220 输入端故障 3. 空气流量计自身故障 4. 29 号熔断丝故障	1. 检查线路 2. 更换发动机控制单元 3. 更换 G70 4. 检查 29 号熔断丝
16496 进气温度传感器 G42 信号太小 16497 进气温度传感器 G42 信号太大	紧急运行 ,替代值恒定为 19.5 ,最终导致油耗增加	1. G42 自身故障 2. 与发动机控制单元 J220 之间的信号线路短路或断路 3. 发动机控制单元输入端有故障	1. 检查 G42 2. 检查线路 3. 检查或更换发动机控制单元
16500 冷却液温度传感器 G62 信号不可信 16501 冷却液温度传感器 G62 信号太小 16502 冷却液温度传感器 G62 信号太大	在很低的温度下 ,冷启动困难 ,在暖车阶段行驶特性不良 ,汽油消耗增加 ;废气排放增加	1. 传感器本身故障或与发动机控制单元 J220 的连线断路或短路 2. 发动机控制单元的信号输入故障	1. 检查传感器及线路 2. 更换发动机控制单元

(续)

故障代码	故障特征	可能的故障原因	诊断与排除
16505 节气门电位计 G69 信号不可信 16506 节气门电位计 G69 信号太小 16507 节气门电位计 G69 信号太大	加速时少数缸缺火 ;怠速调节特性不稳定 在减油变载荷时有颠簸	1. G69 自身故障 2. 与发动机控制单元 J220 之间的连线短路或断路	1. 检查或更换 G69 2. 检查节气门控制部件
16514 氧传感器电路中的电气故障 16515 氧传感器电压太低 16516 氧传感器电压太高 16518 氧传感器不起作用 16519 氧传感器加热回路中的电气故障	λ 调节固定不变 ;怠速变差 ; 排放值不正常 油耗加大	1. 氧传感器自身故障 2. 氧传感器信号线路故障	1. 更换氧传感器 2. 检查线路
16705 发动机转速传感器 G28 信号不可信 16706 发动机转速传感器 G28 无信号	发动机熄火或不能启动	1. 传感器上有金属碎屑 2. 与传感器轮距离大于 2.3mm 3. G28 自身故障 4. 线路故障 5. 在发动机控制单元中的信号输入故障	1. 检查或更换 G28 2. 更换发动机控制单元
16711 爆震传感器 1(G61)信号太小	油耗升高 ;功率降低	1. 传感器自身故障或连接松动 2. 与发动机控制单元 J220 之间的屏蔽线断路或短路 3. 在发动机控制单元中的信号输入故障	1. 松开后再以 20N·m 的力矩重新旋紧 2. 检查线路 3. 更换发动机控制单元
16716 爆震传感器 2(G66)信号太小	(同故障代码 16711)	(同故障代码 16711)	(同故障代码 1671)

(续)

故障代码	故障特征	可能的故障原因	诊断与排除
16885 车速传感器信号故障	满负荷时在一挡中无空调压缩机关闭,怠速转速会出现短暂的偏离标准值	1. 车速传感器自身故障 2. 与车速表 G21 短路或断路 3. 车速表故障 4. 仪表板与发动机控制单元 J220 之间短路或断路 5. 车速表同使用车速信号的其他控制单元之间的信号线短路 6. 在发动机控制单元中的信号输入故障	1. 检查车速传感器 2. 检查线路 3. 更换发动机控制单元
16989 控制单元故障	发动机不能启动	1. 控制单元自身故障 2. 与之连接的线束短路或断路	1. 检查更换发动机控制单元 2. 检查线路
17733 汽缸 1 爆震控制达到控制极限	油耗增高 ;性能变差 ;发动机工作粗暴 达到最高速度	1. 燃 用 劣 质 燃 油 (小 于 91ROZ) 2. 非正常的发动机运转噪声 (辅助装置松动、支架螺栓断裂) 3. 爆震传感器的屏蔽线断路 4. 爆震传感器拧紧力矩不当	1. 换用高于 91ROZ 的燃油 2. 排除不正常的噪声 3. 检查爆震传感器 4. 松开后再以 20N · m 的力矩重新旋紧
17734 ~ 17736 汽缸 2、3、4 的爆震控制达到控制极限	(同故障代码 17733)	(同故障代码 17733)	(同故障代码 17733)
17913 怠速开关 F60 不闭合或断路	在减速时负载变化有颠簸,怠速转速不在允许范围内	1. F60 自身故障 2. 节气门卡死 3. 节气门拉索调整不当或加速踏板被压住 4. F60 与 发 动 机 控 制 单 元 J220 之间的正极导线断路或短路 5. 在发动机控制单元中的输入信号故障	1. 更换 F60 2. 更换或调整节气门 3. 调整节气门拉索 4. 检查线路 5. 更换发动机控制单元
17914 怠速开关 F60 不打开或与搭铁短路	(同故障代码 17913)	(同故障代码 17913)	(同故障代码 17913)
17953 节气门控制功能故障	怠速转速提高,在减速时负载变化有颠簸	1. 节气门电位计 G69 和节气门位置调节器的传感器 G127 的电压供应及搭铁线路故障 2. G69 和 G127 信号线路断路 3. G69 和 G127 自身故障	1. 检查线路 2. 更换 G69 和 G127

(续)

故障代码	故障特征	可能的故障原因	诊断与排除
17966 节气门驱动机构电路中的电气故障	怠速转速太高,空调压缩机在1520r/min 才开启	1. 电路短路或断路 2. 节气门位置调节器 V60 故障	1. 检查线路 2. 更换 V60
17967 节气门控制部件 J338 基本设置故障	怠速转速不在允许范围内,怠速转速波动	发动机控制单元对节气门控制部件的匹配中断	重新匹配
17922 节气门控制部件 J338 在匹配中电压不足	怠速转速不在允许范围内,怠速转速波动	在进行匹配时,发动机控制单元的电压低于 10V	检查蓄电池及充电量,重新进行匹配
17915 怠速系统学习值达到上限	怠速转速太高	节气门与控制单元之间有未被计量的空气	检查进气系统是否泄漏
17916 怠速系统学习值达到下限	功率降低	进气系统堵塞	检查进气系统或更换空气滤清器
17920 进气歧管切换阀 N156 同正极短路 17923 N156 同搭铁短路 17924 N156 断路	加速性变差	1. N156 自身故障 2. 29 号熔断丝故障 3. 与发动机控制单元 J220 之间的导线断路或短路 4. 发动机控制单元输出故障	1. 检查更换 N156 2. 检查更换 29 号熔断丝 3. 检查线路 4. 检查更换发动机控制单元
17934 凸轮轴调节阀 N205 同正极短路 17935 凸轮轴调节阀 N205 同搭铁短路 17936 凸轮轴调节阀 N205 断路	功率降低	1. 29 号熔断丝故障 2. 与发动机控制单元 J220 断路或短路 3. 发动机控制单元中的信号输入故障	1. 检查更换 29 号熔断丝 2. 检查线路 3. 更换发动机控制单元
17978 发动机控制单元锁死	发动机只短暂地启动,但马上停止转动	1. 用非法钥匙进行启动 2. 通信线路短路 3. 不正确的编码 4. 防盗系统故障 5. 更换发动机控制单元后未与电子防盗器匹配	1. 消除密码后重新匹配 2. 检查线路匹配 3. 重新编码 4. 检查后匹配 5. 重新匹配
18010 供应 KL30 端子电压太低	在发动机控制单元中的学习值将丢失	1. 蓄电池电压太低 2. 控制单元的电源供应中断	检查蓄电池
18020 发动机控制单元编码错误	行驶特性不好(换挡冲击,负载变化颠簸);排放增加;无 ASR 功能;ASR 警告灯点亮	1. 带自动变速器的车辆编码为手动变速器 2. 带前置驱动和 ASR 的车辆编码为全驱车辆	重新编码

四、北京切诺基发动机电控系统故障诊断

(一) 电子控制器(ECU)

北京切诺基 2021 型吉普车电控发动机有两种 ,即 2. 5L 四缸发动机和 4. 0L 六缸发动机。两种发动机汽缸数不同 ,因而喷油器的数量也不同 ,但它们属同一类型 ,都采用多点顺序汽油喷射为中心的发动机集中电子控制系统。

电子控制器 1996 年以前采用美国摩托罗拉公司的 SBEC - II型产品 ,其内部是一个有两个微处理器的单板计算机。控制器上有一个 60 端子的插座 ,如图 3 - 33(a)所示。该控制器安装在发动机罩下左内护板上 ,如图 3 - 33(b)所示。

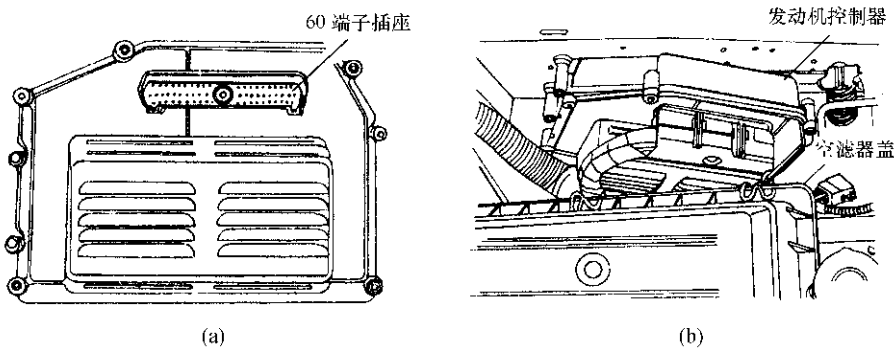


图 3 - 33 电子控制器 SBEC - II的端子及安装位置
(a)含 60 端子的电子控制器 ;(b)发动机罩下左内护板上的电子控制器(60 端子)。

该控制器输入的是 12V 蓄电池电源 ,通过内部电源电压调节器 ,将 12V 电压转换成内部芯片工作电压和向外输出的 8V 或 5V 电压 ,其中 8V 电压是驱动曲轴位置传感器和同步信号传感器的电源 ,5V 电压是驱动进气歧管绝对压力、进气空气温度、冷却液温度和节气门位置等大部分传感器的电源和参考电压。该控制器有两个电源地线和一个传感器地线。该控制器有故障自诊断功能 ,它可对传感器及控制系统进行监测 ,并能将故障信息存储到存储器中 ,维修时可调出故障代码。

1996 年以后电子控制器称为动力控制装置(PCM) ,一般用 JTEC 表示。该电子控制器也安装在发动机罩下左内护板上 ,如图 3 - 34 所示该电子控制器为 3 个 32 端子(共 96 端子)的插座 ,其中输出控制装置 30 个。该控制器内部有微处理器三个 ,其中一个 是 16 位微处理器 ,另外两个为 8 位微处理器。三个微处理器共同完成对汽油、点火、排放、充电电压、怠速、散热器风扇、车速、空调和自动变速器的控制工作。三个微处理器的分工是 16 位微处理器负责把汽油和点火的信息传送给两个 8 位微处理器 ,还负责与外部设备通信以及模拟信号 ;一个 8 位微处理器负责控制喷油定时和脉宽 ,以及对某些一位信号输入、输出信号的处理 ;另一个 8 位微处理器负责控制点火时刻、处理某些模拟输入信号和某些一位输入、输出开关信号。该控制器存储器的内存能力也成倍增大为 4K。处理器运行速度也明显加快。另外 ,该控制器对其内部微处理器和对传感器提供的工作电压和参考电压均为 5V。

96 端子的电子控制器外形如图 3 - 35 所示为摩托罗拉公司生产的电子控制器。以上两种电子控制器仍为 ECU。

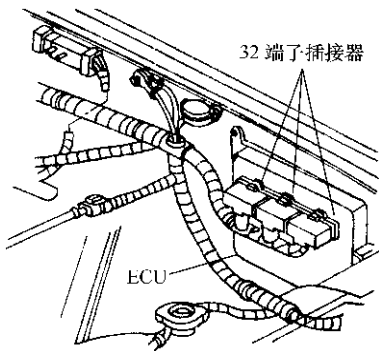


图 3-34 电子控制器(3 个 32 端子)

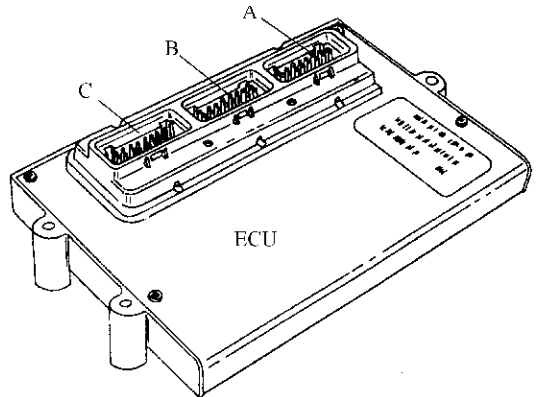


图 3-35 含 96 端子的电子控制器

2. 5L 四缸发动机电控系统电路如图 3-36 所示 4.0L 六缸发动机如图 3-37 所示。

(二) 切诺基发动机主要部件的检测

1. 进气歧管绝对压力传感器(MAP)的检测

进气歧管绝对压力传感器(MAP)反映了进气歧管内绝对压力的变化情况,它输出的信号表示环境大气压的高低,当发动机运行时,它的输出信号表示发动机进气歧管的绝对压力(或真空度)。因此 MAP 传感器输出的信号,反映出发动机的进气量或发动机负荷的大小。它是确定发动机喷油脉冲宽度和点火提前角的最重要的信号。

MAP 传感器与 ECU 有三条引线相连,如图 3-38 所示。其中一条是 ECU 向传感器加的电源线,输入传感器的电压为 5V,另一条是传感器的信号输出线,再一条是传感器的接地线。MAP 传感器直接安装在节气门体上,如图 3-39 所示。

(1) 检查真空软管连接情况

首先检查进气歧管绝对压力传感器的真空软管与节气门体和传感器的连接情况,如连接不良或漏气,将严重影响传感器的工作性能和发动机的正常工作,应视情况进行修理或更换。进气歧管绝对压力传感器与节气门阀体之间的 L 形橡胶件,如果损坏应予更换。

(2) 测试传感器输出信号电压值

用高阻抗数字万用表的电压挡测试传感器输出信号端子“B”(2)与地线端子“A”(3)之间的输出电压。当点火开关接通(ON)而发动机未发动时,传感器的输出电压应为(4~5)V。当发动机在热机怠速运转时,输出电压应降到(1.5~2.1)V。

(3) 测试 ECU 输入信号电压值

用上述方法测试发动机 ECU 的输入信号端子“1”(A27)与地线端子之间信号电压,如其值与上一项一致,验证了 ECU 与传感器之间的导线是正常的,如电压数值不一致,则为传感器与 ECU 之间的连线断路或插头接触不良。

(4) 测试传感器的电源端子电压值

用万用表测试传感器端子“C”(1)和地线“A”(3)之间的电源电压,当点火开关接通时,该电压应为(5±0.5)V。由于此处是由发动机 ECU 端子“6”(A17)向传感器输送来的电源,如传感器端子 C 收不到 5V 电源电压信号,而 ECU 端子“6”又具备(5±0.5)V 电压,则表明该传感器 MAP 与 ECU

之间的导线插头接触不良或断路。

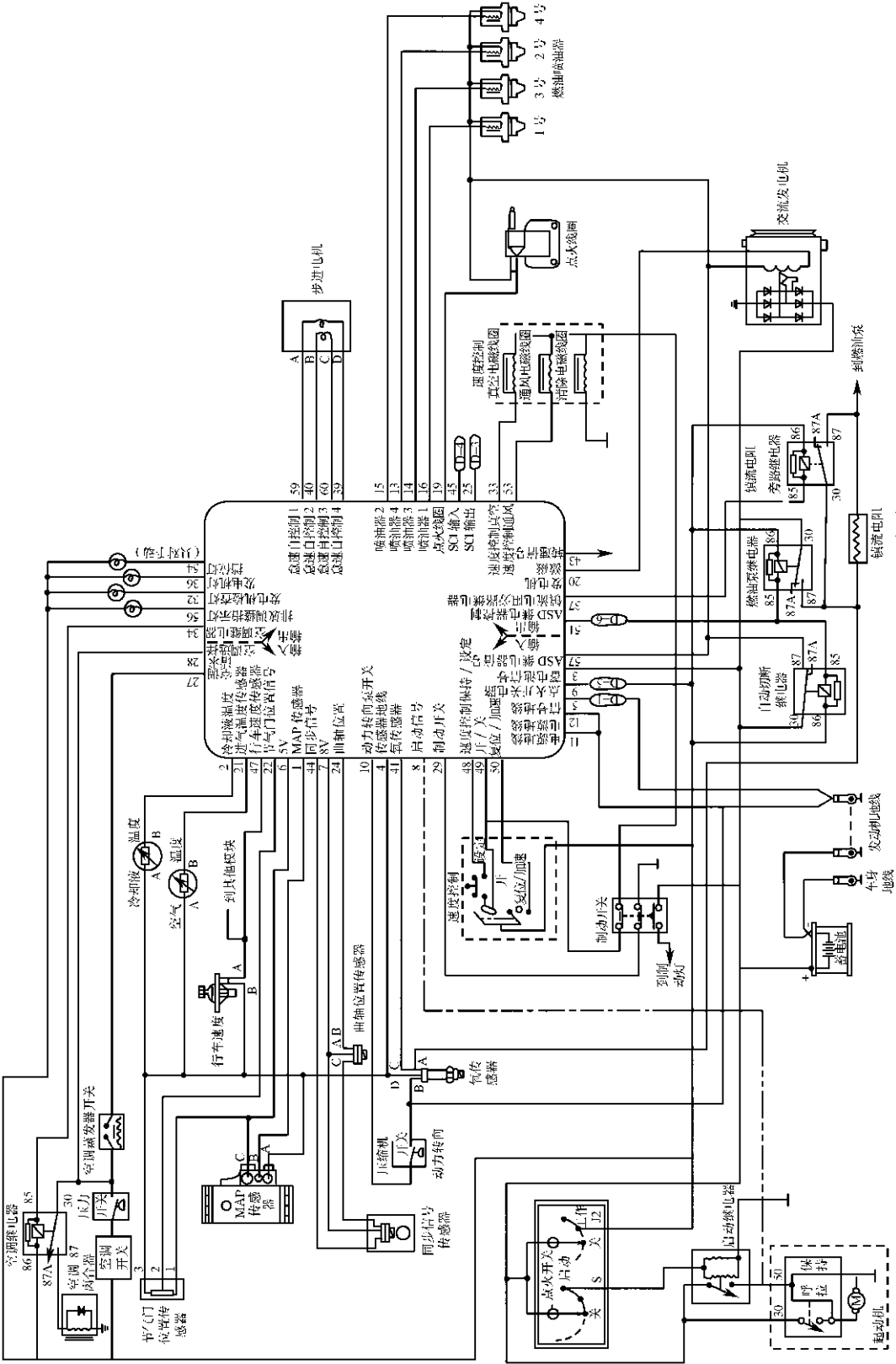


图 3-36 2.5L 四缸发动机电控系统电路图

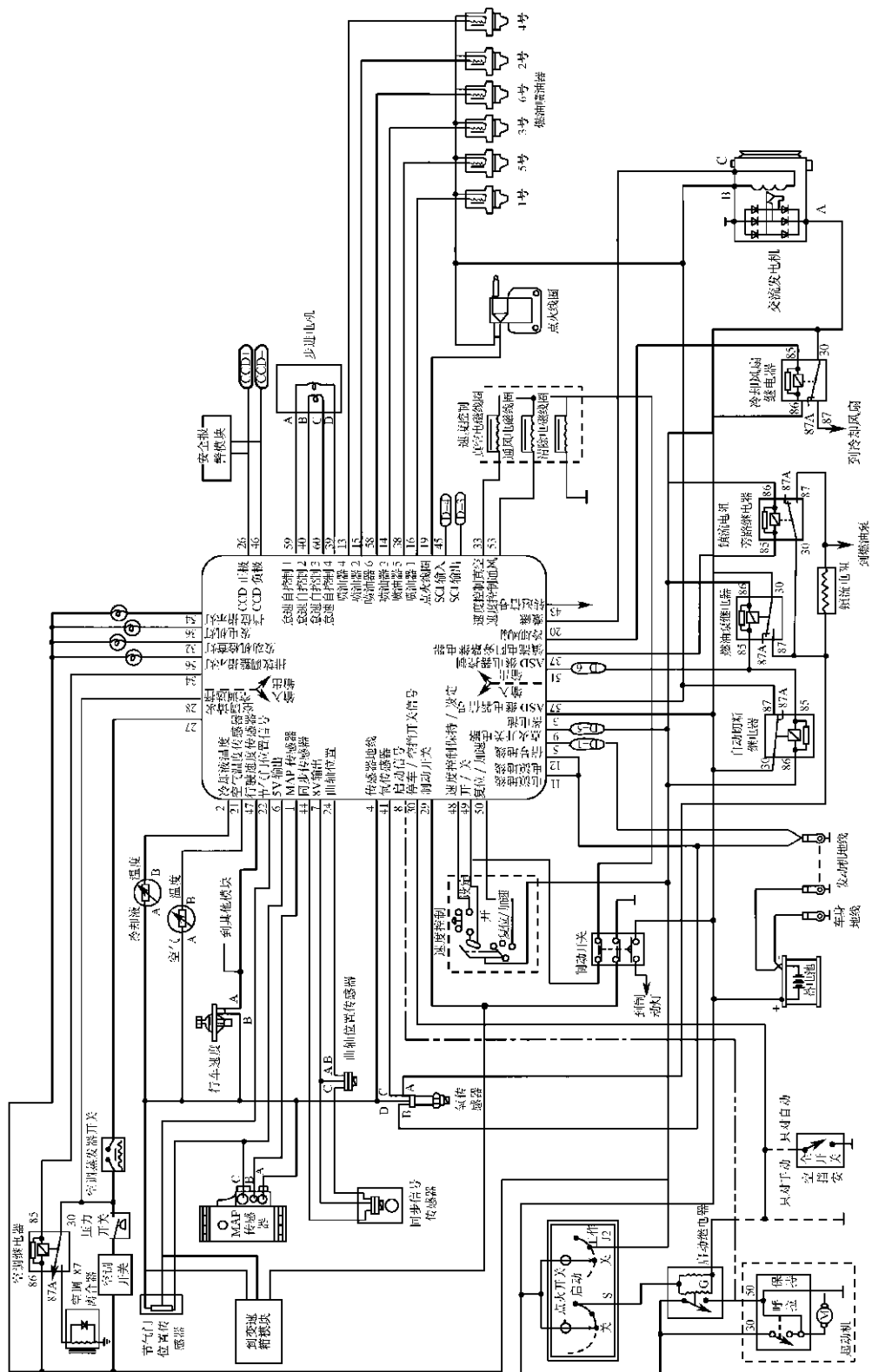


图 3-37 4.0L 六缸发动机电控系统电路图

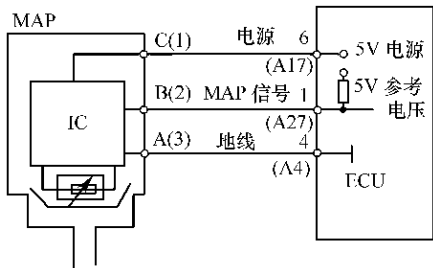


图 3 - 38 MAP 传感器工作电路
(图中带括号的端子标号为 1996 年以后的车型,以后各图不再注明)

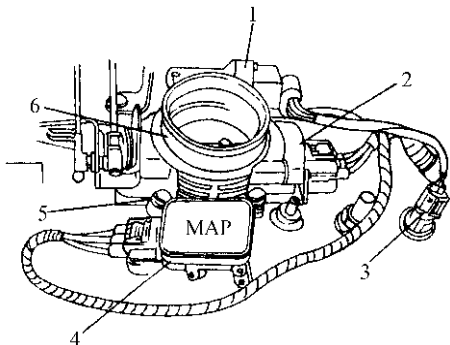


图 3 - 39 MAP 传感器位置(4.0L 发动机)
1—怠速步进电机;2—节气门位置传感器;
3—进气温度传感器;4—MAP 传感器;
5—安装螺钉;6—节气门体。

(5) MAP 接地线连接状况的测试

用万用表电阻挡从传感器的接地端子“ A ”(3)处 测试其接地电阻值 ,如电阻值不为零或电阻值较大 则多数为 ECU 插接件连接不良或导线断路 应予修理或更换线束。

(6) ECU“ 传感器地线 ”端子“ 4 ”(A4)接地状况的测试

用万用表测试 ECU“ 传感器地线 ”端子“ 4 ”与 ECU“ 电源地线 ”端子“ 11 ”(或“ 12 ”)之间(参阅图 3 - 36、图 3 - 37)的电阻值 测试 ECU“ 电源地线 ”端子“ 11 ”(或“ 12 ”)与发动机地线接柱之间的电阻值 ,如它们之间电阻值均为 0Ω 或小于 1Ω 时 则表明传感器地线接地良好 ,若电阻值大于 1Ω 或更大 ,应查明原因并排除。若 ECU“ 传感器地线 ”端子“ 4 ”与 ECU“ 电源地线 ”端子“ 11 ”(或“ 12 ”)之间显示断路 ,且又查不出原因 则应更换发动机 ECU。

2. 进气温度传感器(IAT)的检测

进气温度传感器是用来测定进入进气歧管流动空气温度高低的装置。IAT 所产生的信号用于补偿由于进气温度变化而导致空气密度的变化 ,也用来修正喷油脉宽、点火时刻等。IAT 传感器位于发动机进气歧管的节气门附近 ,如图 3 - 40 所示。

进气温度(IAT)传感器与发动机 ECU 的电路连接关系如图 3 - 41 所示。IAT 传感器内的热敏电阻与 ECU 内的固定电阻 R 相串联 形成分压器网络。IAT 传感器的检测是：

(1) 进气歧管空气温度传感器电阻值的检测

从 IAT 上拆下线束插头 ,用高阻抗数字万用表的电阻挡测试传感器的电阻值 ,其电阻值与冷却液温度传感器相同 ,如表 3 - 17 所列 ,如电阻值不在表中规定范围之内 ,应更换 IAT 传感器。

表 3 - 17 ECT 与 IAT(进气温度)传感器在各种温度下电阻值

温度/ (°F)	电阻/kΩ		温度/ (°F)	电阻/kΩ	
	最 小	最 大		最 小	最 大
- 40(- 40)	291. 49	381. 71	50(122)	3. 33	3. 88
- 20(- 4)	85. 85	108. 39	60(140)	2. 31	2. 67
- 10(14)	49. 25	61. 43	70(158)	1. 63	1. 87
0(32)	29. 33	35. 99	80(176)	1. 17	1. 34

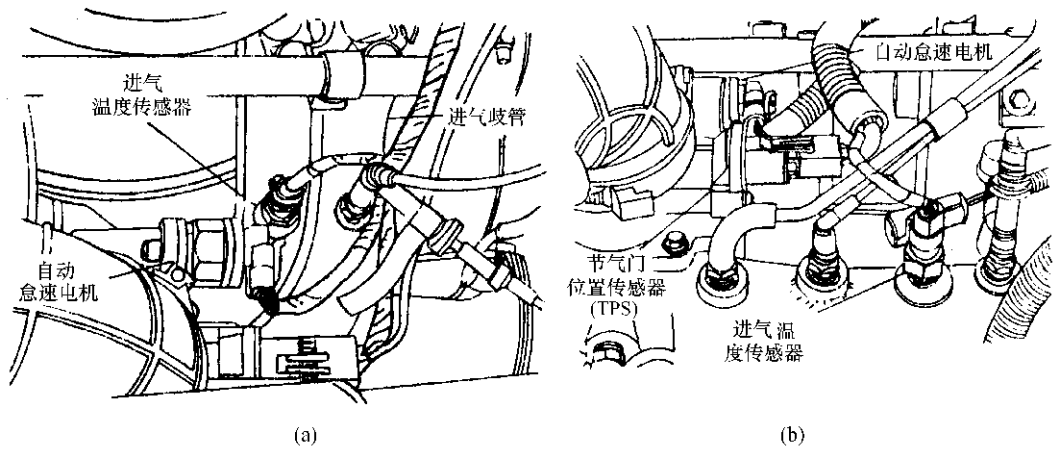


图 3 - 40 进气温度传感器、节气门位置传感器、自动怠速电机安装
(a)进气温度传感器(2.5L 四缸发动机) ; (b)节气门位置传感器、进气温度传感器、自动怠速电机(4.0L 六缸发动机)。

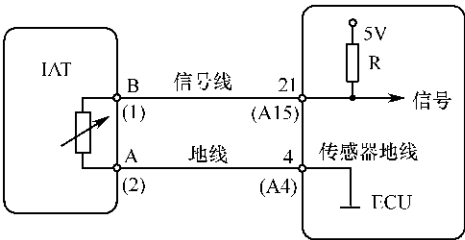


图 3 - 41 进气温度传感器工作电路

10(50)	17.99	21.81	90(194)	0.86	0.97
20(68)	11.37	13.61	100(212)	0.64	0.72
25(77)	9.12	10.88	110(230)	0.48	0.54
30(86)	7.37	8.75	120(248)	0.37	0.41
40(104)	4.90	5.75			

(2) IAT 传感器线束电阻值的测试

用高阻抗万用表的电阻挡测试传感器线束端子“B”和发动机 ECU 插接件端子“21”、传感器线束端子“A”和 ECU 插接件端子“4”之间的电阻值。如不通或电阻值大于 1Ω 以上 表明传感器线束断路或插头接触不良。应视情况修理或更换线束。

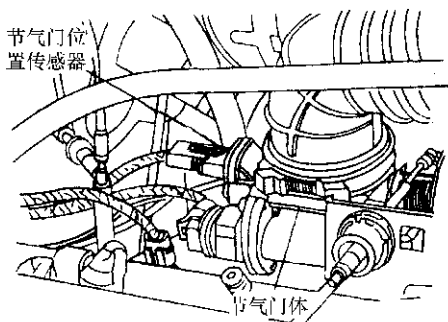
当测试 IAT 传感器的电压值高于 4.9V 或低于 0.1V 时 ,ECU 记入故障代码并点亮故障指示灯 此时发动机 ECU 将进入“故障”运行模式。在“故障”运行模式运行期间 ,ECU 用蓄电池温度传感器的信号代替。如蓄电池温度传感器也处于“故障”模式 ,ECU 将用一个对喷油和点火程序影响很小的温度值来代替。

3. 节气门位置传感器(TPS)的检测

节气门位置传感器(TPS)实质上是一个可变电阻器 ,当节气门位置发生变化时 ,TPS 的电阻值也发生变化。它的信号就表示节气门的位置 发动机 ECU 同时利用该信号和其他传感器输入的信

号时,可确定当时的发动机工况,然后调整喷油脉冲宽度和点火时刻等。

TPS 安装在节气门体上,如图 3 - 40(b)和图 3 - 42 所示,它与节气门轴相连。节气门位置传感器 TPS 与发动机 ECU 的工作电路连接关系如图 3 - 43 所示。TPS 与 ECU 用三条导线相连,其中一条是 ECU 向 TPS 输入的 5V 电源线,中间的一条是 TPS 向 ECU 输入的信号线,另一条是地线。节气门全关闭时 TPS 输出电压低,约近 1V,节气门全开时 TPS 输出电压高,约为 4V。节气门位置传感器的检测,可用高阻抗数字式万用表的电压挡进行。检测传感器三个端子 A、B、C 之间的电压值。如果 TPS 正常,当点火开关接通(ON)时,传感器电源端子 C 和地线端子 A 之间的电压值约为 5V。传感器 TPS 信号端子 B 与地线端子 A 之间的电压值,即 TPS 的输出信号电压值应随节气门位置变化。当节气门关闭在怠速位置时,其电压值应为(0.5 ~ 1)V,当节气门慢慢地从怠速转到全开(大负荷)时,其电压值应连续地逐渐增大,当节气门全开时,其电压值应小于 4.8V。如与上述测试不符,应更换新件。



感器(2.5L 四缸发动机)

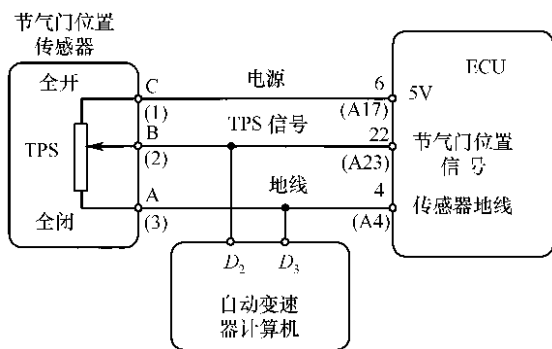


图 3 - 43 节气门位置传感器工作电路

4. 曲轴位置传感器(CKP)的检测

(1) CKP 的功用与工作电路

曲轴位置传感器产生的信号,表示曲轴(或活塞)位置和发动机转速信息,它是控制发动机汽油喷射和点火时刻等的主要信号之一。曲轴位置传感器(CKP)装在变速器喇叭壳体上,如图 3 - 44 所示。

CKP 传感器采用霍尔效应传感器。CKP 传感器与 ECU 有三条引线相连,如图 3 - 45 所示,其中一条是 ECU 向传感器加的电源线,输入传感器的电压为 5V;另一条是传感器的输出信号线,输出的是矩形脉冲信号,高电位为 5V,低电位为 0.3V;最后一条是传感器接地线。

CKP 传感器工作示意图如图 3 - 46 所示。在 2.5L 四缸发动机的飞轮外沿上有 8 个齿槽,分成两组,4 个齿槽为一组。每一组中每个齿槽宽度为 2°,两个齿槽之间相隔 18°。在 4.0L 六缸发动机的飞轮外沿上有 12 个齿槽,4 个齿槽为一组,分成三组。每一组中的每个齿槽宽度也为 2°,两个齿槽之间相隔也为 18°。

霍尔效应传感器由霍尔元件、强磁铁和集成电路等组成。当飞轮齿槽通过传感器的磁铁时,霍尔传感器输出 5V 的高电位,当飞轮两槽间的金属通过磁铁时,霍尔效应传感器输出 0.3V 的低电位。每当飞轮的齿槽之一通过传感器的磁铁时,传感器便输出一个 5V 脉冲信号。

当飞轮上的每组齿槽通过传感器时,传感器便输出四个脉冲信号。四缸发动机每转一转输出两组脉冲信号,六缸发动机每转一转输出三组脉冲信号。传感器提供的每组信号输入 ECU

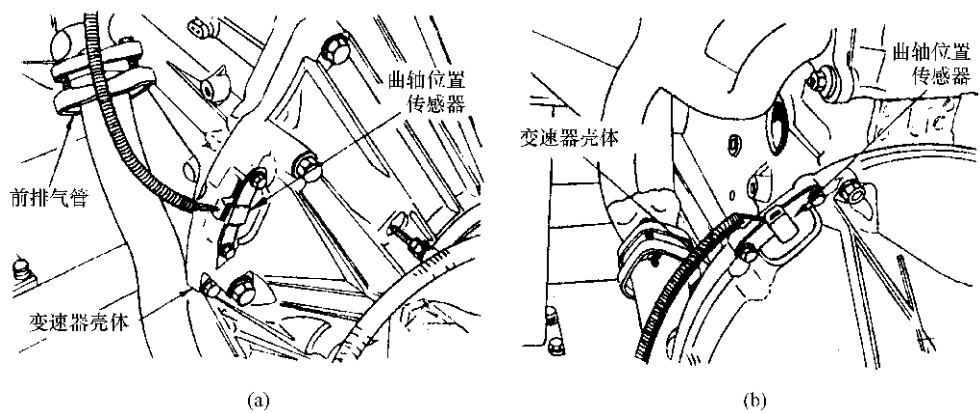


图 3 - 44 曲轴位置传感器(CKP)
(a) 2.5L 四缸发动机 ;(b) 4.0L 六缸发动机。

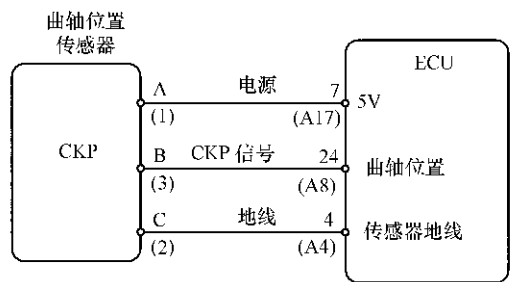


图 3 - 45 曲轴位置传感器(CKP)工作电路

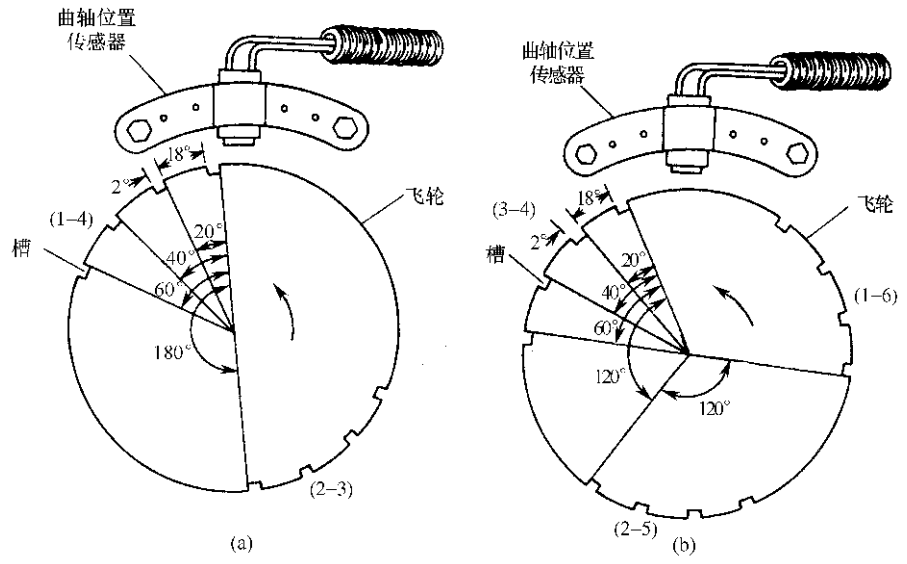


图 3 - 46 曲轴位置传感器工作示意图
(a) 2.5L 四缸发动机 ;(b) 4.0L 六缸发动机。

后,可被 ECU 用来确定两缸活塞的位置。在四缸发动机上,利用一组信号,在同一时间内,可知 1 缸活塞和 4 缸活塞接近上止点,利用另一组信号,可知 2 缸活塞和 3 缸活塞接近上止点。在六缸发动机上,同样利用一组信号,在同一时间内可知两个缸的活塞位置,即 3 缸活塞和 4 缸活塞、2 缸活塞和 5 缸活塞、1 缸活塞和 6 缸活塞接近上止点。

由于每组脉冲信号的第四个脉冲下降沿,相当于活塞上止点(TDC)前 4° 的位置,依次类推,其他三个脉冲信号下降沿相当于活塞上止点前的位置也可以确定,如每组第一个脉冲信号下降沿相当于活塞上止点前 64° 。利用曲轴位置传感器输出的脉冲信号不仅可以知道两个汽缸的活塞接近上止点,而且可以很容易确定活塞上止点前的运行位置。另外,微机可以通过各脉冲间通过的时间,也很容易计算出发动机的转速。

由于发动机 ECU 是通过曲轴位置传感器知道曲轴(或活塞)运行的位置与发动机转速信息的,所以它是控制喷油和点火提前角的重要信号,一般是在排气行程上止点前 64° 时开始喷油。基本点火正时(怠速)是在压缩行程上止点前 10° 左右。发动机控制器如果收不到曲轴位置传感器信号,发动机将不会启动。发动机运转中收不到曲轴位置传感器信号,发动机将停止工作。

利用曲轴位置传感器信号,发动机控制器可以知道有两个活塞在接近上止点及其相应位置,但并不清楚是哪两个汽缸的活塞,也分不清谁处于排气行程、谁处于压缩行程,还需要有判缸信号,即需要有同步信号传感器向 ECU 提供信息。

(2) 曲轴位置传感器(CKP)的检测

一般应采用 DRB - III 测试仪来测试,但也可用万用表的电压挡对 CKP 的 A、B、C 三个端子进行测试,请按曲轴位置传感器(CKP)工作电路图 3 - 45 所示进行。

① 检测时,当点火开关置于 ON 挡,如曲轴位置传感器正常,其端子 A 与 C 之间的电压值应为 5V。在发动机转动时,CKP 端子 B 与 C 之间的电压值应在 $(0.3 \sim 5)V$ 之间变化,即电压表指针来回摆动。

② 如从 CKP 插座上拆下线束,用万用表的 $(1 \sim 10)k\Omega$ 电阻挡,跨接在 CKP 端子 A 与 B 或 A 与 C 之间,此时的电阻值应为无穷大,如果指示较小的电阻,则应更换曲轴位置传感器 CKP。

③ 在曲轴位置传感器 CKP 的端子 B 与 C 上连接一个示波器,当 CKP 正常时,转动发动机,其示波器应显示脉动波形,否则应进一步检查 CKP 的导线连接情况。如果导线连接正常,则应判定 CKP 故障,应更换。

5. 同步信号传感器(CMP)的检测

(1) CMP 的功用与工作电路

同步信号传感器也叫凸轮轴位置传感器,它是一个汽缸判别定位信号,可用来告知此时开始向上止点运行(排气行程)是哪个汽缸的活塞。同步信号与曲轴位置传感器产生的信号相配合,可以确定发动机的正常喷油顺序和喷油时刻。

同步信号传感器采用霍尔效应传感器,安装在分电器内,其示意图和基本结构如图 3 - 47 所示,主要由脉冲环和霍尔信号发生器组成。同步信号脉冲环随分电器轴转动。脉冲环占分电器转角的 180° ,当脉冲环进入信号发生器时,同步信号传感器输出高电位(5V),当脉冲环离开信号发生器时,同步信号传感器输出低电位(0V)。在分电器转一周中,高低电位各占 180° (各相当曲轴转角 360°)。

同步信号传感器可以起到判缸定位作用。对于 2.5L 四缸发动机来说,当脉冲环的前沿进入信号发生器时,即产生 5V 电压上升信号时,表示此时向上止点运行的是 1、4 缸的活塞,其中 4 缸活塞处于排气行程(1 缸活塞处于压缩行程)。当脉冲环的后沿离开信号发生器时,即产生的信

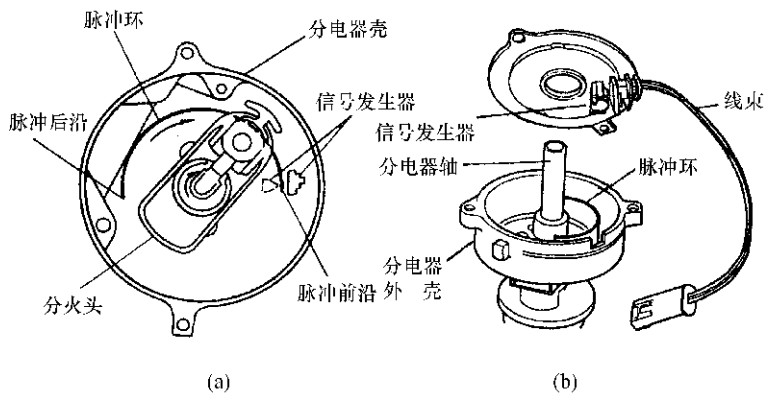


图 3 - 47 同步信号传感器(CMP)

(a) 同步信号传感器示意图 (b) 同步信号传感器基本结构。

号电压降为 0V 时 ,表示此时向上止点运行的仍是 1、4 缸的活塞 ,但工作行程相反 ,其中 1 缸活塞处于排气行程(4 缸活塞处于压缩行程) 。而对于六缸 4. 0L 发动机来说 ,当产生 5V 电压(上升沿)信号时 ,表示此时向上止点运行的是 3、4 缸的活塞 ,其中 3 缸活塞处于排气行程(4 缸活塞处于压缩行程) 。当 5V 电压信号降为 0V(下降沿)时 ,向上止点运行的 4 缸活塞则处于排气行程(3 缸活塞处于压缩行程) 。

以上可知 ,同步信号传感器产生的高低电压信号输入 ECU 后 ,可以对 1、4 缸(四缸发动机)或 3、4 缸(六缸发动机)的活塞起到判别定位作用。同步信号与曲轴位置传感器信号相配合 ,ECU 就可以建立必要的参考点 ,确定正确的喷油时刻和喷油顺序。

由于同步信号传感器输出的信号具有判缸定位的重要作用 ,所以当 ECU 收不到同步信号时 ,发动机也不会启动。

同步信号传感器与 ECU 的连接情况如图 3 - 48 所示。

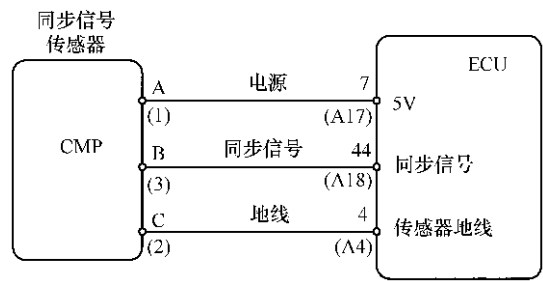


图 3 - 48 同步信号传感器(CMP)与 ECU 工作电路

由于 ECU 是根据曲轴位置传感器(CKP)等输入信号确定基本点火正时和点火提前角 ,因此分电器不再控制点火和正时 ,但分电器内还有分火头 ,仍起到配电器的作用。如果安装分电器时转动太大 ,改变了分火头与分电器盖内的旁触点之间的相对关系 ,特别是在小负荷、点火提前角大的工况下 ,分火头与邻近的电极太近时 ,有可能会产生两缸同时点火现象 ,这样会导致发动机喘震、抖撞或失火。为防止上述情况发生 ,对分电器一定要按正确的程序和步骤安装。

(2) 同步信号传感器(CMP)的检测

① CMP 输出电压值的检测。检测时参考同步信号传感器的工作电路图 3 - 48 所示。首先将电压表置于 15V 挡上,测试 CMP 输出信号端子“B”(3)与传感器地线端子“C”(2)之间的电压值,测试时不要拆开分电器上的插接件。打开分电器盖,转动发动机曲轴,将分火头调整到相当于时钟 11.00 的位置,即使脉冲环处于产生同步信号高电位位置。当开启点火开关在 ON 时,端子 B、C 间应显示 5V 电压。如继续转动曲轴,电压表指针应在 0V ~ 5V 之间来回摆动。如在 B、C 间接一示波器,当连续转动曲轴时,示波器应显示矩形脉冲波形。以上表示同步信号传感器 CMP 工作正常。

② CMP 电源端子电压值检测。将电压表置于 CMP 电源端子“A”(1)与传感器地线端子“C”(2)之间,当打开点火开关在 ON 挡时,端子 A、C 间的电压应为 5V。如不足 5V 电压,应检查发动机 ECU 端子“7”(A17)的输出电压是否是 5V,如端子“7”(A17)输出的电压是 5V,则可能是发动机 ECU 与传感器之间的导线插接件接触不良或断路。

6. 冷却液温度传感器(ECT)的检测

(1) ECT 的功用与工作电路

冷却液温度传感器是测定发动机冷却液温度高低的装置。该装置产生的信号输入 ECU 后,和其他传感器产生的信号一起,用来修正喷油脉冲宽度、点火时刻等。发动机冷却液温度,是继进气绝对压力之后,对喷油脉宽影响的第二大因素。冷却液温度传感器安装在节温器壳体内并伸入水套中,如图 3 - 49 所示。

ECT 采用负温度系数(NTC)热敏电阻。冷却液温度低时其电阻值大,冷却液温度高时其电阻值小。在各种温度下传感器的电阻值如表 3 - 17 所列。冷却液温度传感器与 ECU 的连接关系如图 3 - 50 所示。

由 ECT 工作电路可知,传感器的热敏电阻相当于接入分压器网络中。5V 电压通过 ECU 内的固定电阻后与传感器内热敏电阻串联。当冷却液温度低传感器热敏电阻大时,则热敏电阻的电压降大,此时信号电压较高。如果热敏电阻的电阻值为无穷大(开路),信号电压将等于参考电压 5V(正常情况下,传感器热敏电阻值不会达到无穷大)。当 ECT 热敏电阻小时,则热敏电阻的电压降小,信号电压会较低。如果热敏电阻的电阻值趋于零(短路),信号电压也趋于零(正常情况,传感器热敏电阻值不会趋于零)。

对于早期采用双量程电路的 ECT,其目的是为了使传感器测得数据更准确。如图 3 - 51 所示。其冷却液温度传感器输入的信号电压与冷却液温度的关系如表 3 - 18 所列。在不同的温度范围内,ECU 使 5V 参考电压分别通过 10k Ω 电阻或 10k Ω 电阻和 1k Ω 电阻组成的并联电路至 ECT。后者的并联电阻值为 909 Ω ,接近 1k Ω 。在发动机的温度低于 125 $^{\circ}\text{F}$ (51.6 $^{\circ}\text{C}$)时 5V 电压只通过 10k Ω 电阻,此时传感器测定数据很准确。但发动机一旦升温,由于 10k Ω 电阻值大、传感器热敏电阻值变化较小,传感器测定的数据不再准确。为此,以后一般不再采用双量程电路。

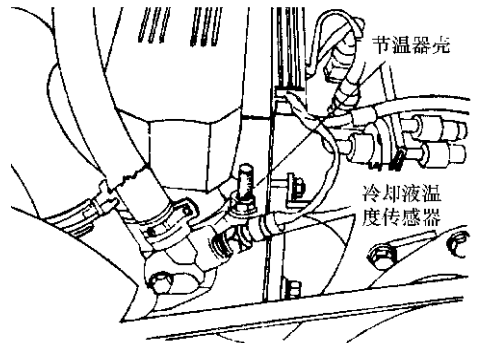


图 3 - 49 冷却液温度传感器

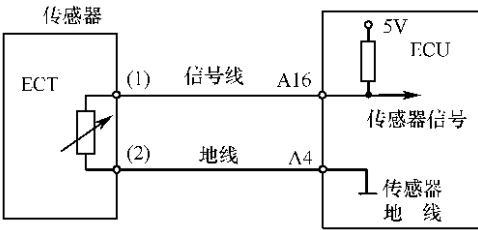


图 3 - 50 ECT 传感器工作电路

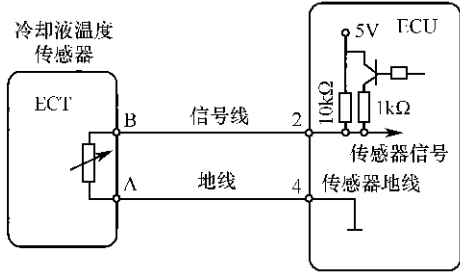


图 3 - 51 ECT 传感器工作电路
(ECU 内采用双量程电路)

表 3 - 18 ECT 信号电压与温度的关系

冷态曲线 (用 10kΩ 电阻器)		热态曲线 (用 900Ω 的计算电阻)	
°F ()	电压 /V	°F ()	电压 /V
- 200(- 28.8)	4. 70	125(51. 6)	4. 00
- 10(- 23. 3)	4. 57	130(54. 4)	3. 77
0(- 17. 7)	4. 45	140(60)	3. 60
10(- 12. 2)	4. 30	150(65. 5)	3. 40
20(- 6. 6)	4. 10	160(71. 1)	3. 20
30(- 1. 1)	3. 90	170(76. 6)	3. 02
40(4. 4)	3. 60	180(82. 2)	2. 80
50(10)	3. 30	190(87. 7)	2. 60
60(15. 5)	3. 00	200(93. 3)	2. 40
70(21. 1)	2. 75	210(98. 8)	2. 20
80(26. 6)	2. 44	220(104. 4)	2. 00
90(32. 2)	2. 15	230(110)	1. 80
100(37. 7)	1. 83	240(115. 5)	1. 62
110(43. 3)	1. 57	250(121. 1)	1. 45
120(48. 8)	1. 25		

当 ECT 传感器指示电压值太高(电压高于 4. 9V 并持续 3s)或太低(电压低于 0. 08V 并持续 3s) ,以及发动机运行一定时间及有关条件下而仍未达到规定温度时 ,ECU 则记入故障码并点亮

故障指示灯 ,同时转入故障运行模式。此时 ECU 对传感器设立一个预设值。

(2) ECT 的检测

① ECT 电阻值的检测。从 ECT 上拆下线束插头 ,用高阻抗数字式万用表电阻挡测量 ECT 端子 A 和 B(或 1 和 2)间的电阻 ,其电阻值在温度低时大 ,温度高时小。在发动机热机(80)时应小于 1.34kΩ。各种不同温度下的电阻值如表 3 - 17 所列。如果电阻值不在表内的规定范围之间且偏差较大时 ,应更换 ECT。

② ECT 输出信号电压值的检测。在 ECT 正常连接和工作时 ,从传感器端子“1”或从 ECU 插接件端子“ A16 ”上测试电压信号(图 3 - 50) ,其电压值应随发动机冷却液温度的变化而变化。温度低时电压高 ,温度高时电压低。当 ECT 线束断开时 ,如从 ECU 插接件端子“ A16 ”上测试电压值 ,当点火开关打开(ON)时 ,电压值约为 5V 左右。

③ ECT 线束电阻值的检测。用高阻抗数字式万用表电阻挡测试 ECT 线束端子“1”和 ECU 插接件端子“ A16 ”之间、ECT 线束端子“2”与 ECU 插接件端子“ A4 ”之间的电阻值 ,如不通或电阻值大于 1Ω 时 ,则表明 ECT 线束接触不良或断路 ,应视情况修理或更换。

7. 蓄电池电压信号(SBV)

SBV 表示蓄电池电压高低的信息。它不受点火开关控制 ,ECU 直接与蓄电池连接。蓄电池与 ECU 的连接关系如图 3 - 52 所示。在点火开关关断、发动机停止工作时 ,蓄电池仍能直接向 ECU 存储器和时钟供电 ,大约维持在(5 ~ 20)mA。蓄电池除作为上述电源外 ,其信号输入 ECU 后 ,主要作用还有：

① 该电压信号与充电目标电压(受蓄电池温度影响)比较后 ,ECU 及时调整发电机激磁电流 ,使发电机输出电压符合要求。

② 当蓄电池电压变化时 ,ECU 应对喷油器喷油时间进行修正 ,它是修正喷油脉冲宽度的依据之一。

③ 当蓄电池电压变化时 ,ECU 应对点火闭合角进行修正 ,它也是改变闭合角的重要依据之一。

8. 蓄电池温度传感器(BTS)

BTS 用来产生蓄电池温度高低的信息。该信息输入 ECU 后 ,用来确立充电目标电压 ,控制发电机输出电压。

BTS 过去多安装在 ECU 内 ,目前多嵌放在蓄电池下方的托盘内。该传感器也采用负温度系数的热敏电阻(NTC)。

其工作电路如图 3 - 53 所示。传感器工作时 ,随着蓄电池温度升高 ,BTS 电阻值减小。随着蓄电池温度升高 ,传感器输出电压信号降低。

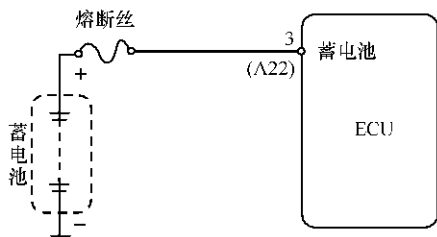


图 3 - 52 蓄电池电压信号

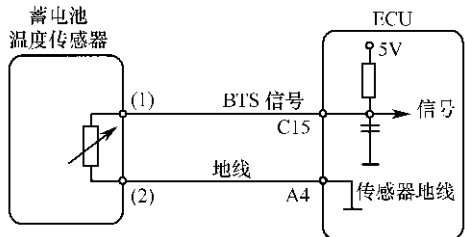


图 3 - 53 蓄电池温度传感器工作电路

蓄电池的温度信号输入 ECU 后 ,ECU 用来确立充电目标电压值。蓄电池温度高 ,充电目标电压低 ,以降低充电率 ;蓄电池温度低 ,充电目标电压高 ,以增加充电率。充电目标电压与蓄电池温度的关系如表 3 - 19 所列。

表 3 - 19 充电目标电压与蓄电池温度的关系

蓄电池温度/ (°F)	充电目标电压 /V	蓄电池温度/ (°F)	充电目标电压 /V
- (20)(- 4)	15. 19 ~ 14. 33	40(104)	14. 08 ~ 13. 22
0(32)	14. 82 ~ 13. 96	62(144)	13. 77 ~ 13. 04
20(68)	14. 51 ~ 13. 65		

如果 SBV 过低(低于 0. 08V)或过高(高于 4. 9V) ,ECU 都记录一个故障代码并点亮故障指示灯 ,然后进入“故障”模式 ,此时 ECU 预设一个替代温度值 ,同时更改为预设的充电目标电压值。

9. 启动信号

启动信号是向 ECU 提供起动机接通并工作的信息 ,启动信号来自启动继电器 ,启动信号电路如图 3 - 54 所示。

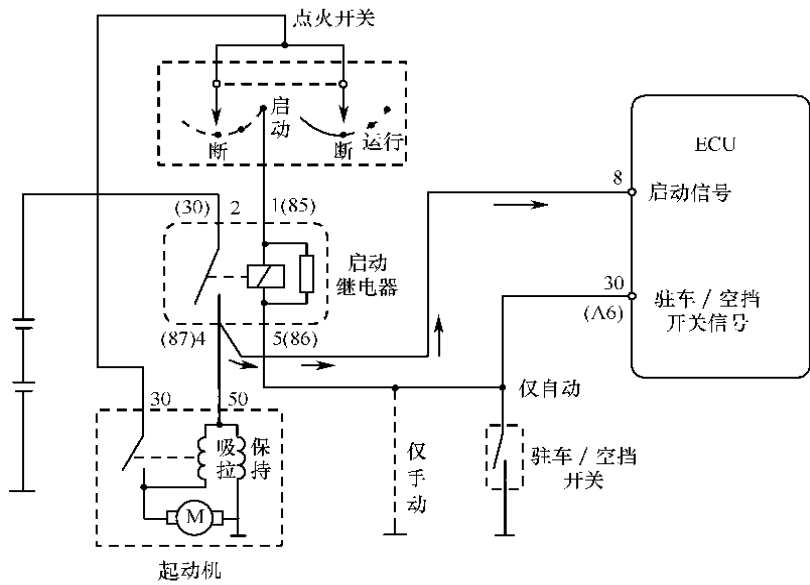


图 3 - 54 启动信号和驻车/空挡开关信号电路

当启动开关接通时 ,启动信号即从启动继电器送入 ECU ,如图中实线箭头所示。ECU 接到启动信号后 ,除注视点火开关接通时输入的信息外 ,亦开始监测曲轴位置传感器、同步信号传感器和蓄电池电压等输入信号 ,根据这些信息 ,ECU 开始以下动作 :

- ① 接通 ASD 继电器和汽油泵继电器电路 ,驱动汽油泵工作。若在 3s 内未收到 CMP 和 CKP 信号 ,则 ASD 继电器电路断开 ,停止泵油。
- ② 曲轴转动一周时(启动 1s) ,ECU 收到 CMP 和 CKP 的信号后 ,除保持接通 ASD 继电器外 ,还将确定首缸喷油缸号和点火提前角。开始向喷油器、点火和发电机激磁电路供电。根据相关信号决定喷油脉冲宽度和点火提前角。

如果启动时节气门处于全开状态 ,ECU 将中断喷油器喷油 ,直到发动机转速达到大约 350r/min。

近期生产的发动机控制系统已取消专用的启动信号线 ,由 ECU 根据点火开关和发动机转速信号确定启动状态。

10. 点火开关信号

点火开关信号表示点火开关电路已接通。其电路如图 3 - 55 所示。当点火开关转到接通(ON)或启动(START)位置时 ,点火开关信号(12V)便送入 ECU。点火开关接通时 ,ECU 有两个电源输入线 ,除蓄电池直接输入外 ,还可以通过点火开关向 ECU 供电。

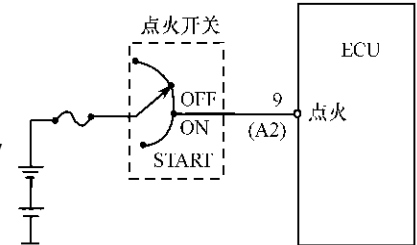


图 3 - 55 点火开关电路

点火开关接通后 ,对 ECU 的有关电路产生一个“唤醒”信号 ,开始向传感器供电 ,ECU 开始接收进气歧管绝对压力传感器、冷却液温度传感器、进气温度传感器和节气门位置传感器等输入信号 ,ECU 开始输出控制并产生动作 ,如：

- ① 确立基本喷射程序；
- ② 怠速步进电机进入预设位置；
- ③ 接通 ASD 继电器及汽油泵继电器(1 ~ 2)s ,以便汽油泵给汽油管供油增压；
- ④ 点亮或测试有关指示灯 ,如发动机故障检查灯、排放养护提示(EMR)灯、升挡指示灯(手动变速器)、充电指示灯(如果有)。

11. 交流发电机激磁的控制

ECU 输出控制信号 ,控制交流发电机的激磁电流 ,使发电机输出电压保持在一定范围 ,即始终保持充电目标电压值(13. 04V ~ 15. 19V)。发电机在车上各接柱的连接情况如图 3 - 56 所示。ECU 控制发电机的激磁电路如图 3 - 57 所示。从图中看出 ,当点火开关接通、自动熄火继电器触点闭合时 ,接通了向发电机磁场绕组提供的蓄电池电源电路。

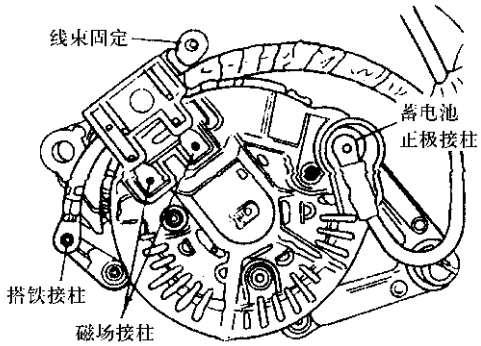


图 3 - 56 交流发电机各接柱的情况

发电机工作时 ,ECU 通过场效应管 MOS 晶体管的开关作用 ,即不断的导通和截止来对激磁电流进行控制。场效应管导通时 ,磁场绕组接地 ,接通激磁电路。发电机正常工作时的激磁电路为 :蓄电池 + (或发电机 +)—自动熄火继电器—发电机磁场接柱 B—磁场绕组—磁场接柱 C—ECU 发电机激磁控制端子 20—场效应管—接地—蓄电池——(或发电机)。场效应管截止时 ,则切断激磁电路。

ECU 通过控制激磁电流来控制发电机输出电压。由前面已知 ,充电目标电压是根据蓄电池温度决定的 ,所以发电机工作时 ,ECU 为了正确的控制发电机输出电压 ,除接收蓄电池电压信号外 ,还必须接收蓄电池温度传感器信号。ECU 将检测到的蓄电池电压值与充电目标电压值进行比较 ,来确定调整发电机激磁电流 ,控制发电机输出电压。

在发动机怠速运转时 ,如发电机电压过低 ,ECU 会通过控制发电机激磁电流和控制怠速提高发动机转速 ,来调整发电机的输出电压和充电率。

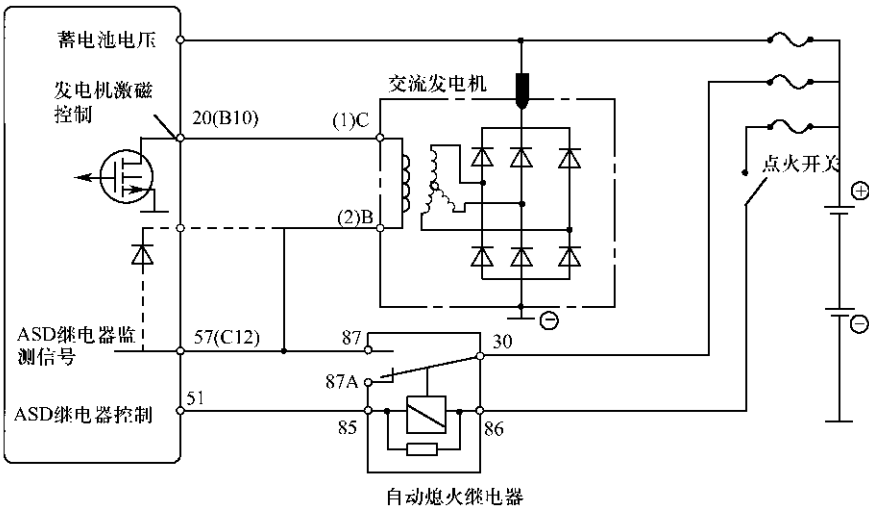


图 3 - 57 ECU 控制发电机的激磁电路

12. 继电器控制

在发动机电控系统的电路中 ,多处采用继电器 ,如启动继电器、自动熄火继电器、汽油泵继电器、空调继电器等。尽管各继电器工作中通过的电流大小不一定相同 ,但它们的基本结构是相同的。继电器是一种标准化的电器元件如图 3 - 58 所示 ,是 ISO 标准继电器的外形 ,其内部电路如图 3 - 59 所示。继电器内部包括一个线圈、电阻(或二极管)和触点装置等。接头 30 通常与电池相连(中间有的经过开关 ,有的无开关)。接头 87 通常与控制的工作装置相连。接头 86 通常

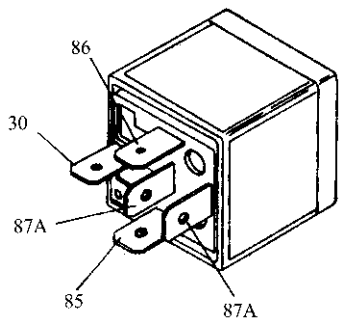


图 3-58 ISO 标准继电器

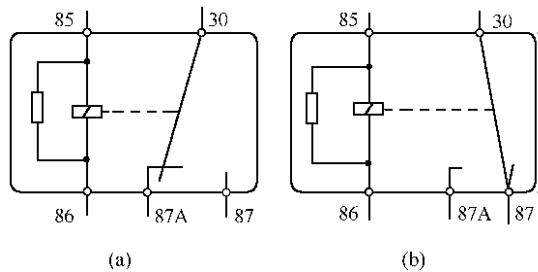


图 3-59 继电器内部工作电路

(a) 继电器未通电时 ;(b)继电器通电时。

通过开关与电池(电源)相连。接头 85 通常受 ECU 控制 ,有的与地线相连(有的中间有开关 ,有的无开关)。

平时 ,当继电器线圈未通电时 ,在弹簧弹力的作用下 ,接头 30 与 87A 相连 ,接头 30 与 87 保持断开位置。当继电器线圈通电时 ,接头 30 与 87 保持相连 ,此时接通工作装置的电路 ,向工作装置提供电池电压。当继电器线圈电流切断时 ,在弹簧弹力的作用下 ,又恢复原来位置。

由于较多的继电器是由 ECU 直接进行控制的 ,在检测中如果出现对继电器“短接”错误 ,很可能会烧坏 ECU 中三极管 ,造成 ECU 损坏。所以为了防止在检测中出现错误 ,注意一定要弄清继电器插头与插座中各端子的位置 ,如图 3-60 所示。

另外 ,该电控系统中 ,还采用一种 ISO 标准微型继电器 ,如图 3-61 所示。虽然上述两种继电器插头端子的位置不完全一样 ,但他们的功能是完全相同的。

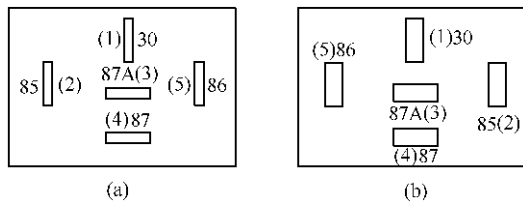


图 3-60 继电器插头与插座

(a) 继电器插头底视图 ;(b) 继电器插座底图。

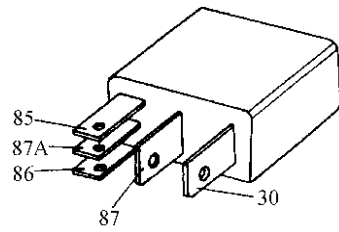


图 3-61 ISO 标准微型继电器

(1) 自动熄火(ASD)继电器的控制

自动熄火继电器 ,也叫自动切断继电器或叫自动灭车继电器 ,ASD 的作用是 :自动地接通和切断喷油器、点火线圈、发电机磁场线圈和氧传感器加热器的电源电路。

ASD 安装在靠近蓄电池的电源配电中心盒内。ASD 在电源配电中心盒内的位置如图 3-62、图 3-63 所示。图中列出的继电器和保险丝 ,各继电器的位置被一一打印在的盒盖上。

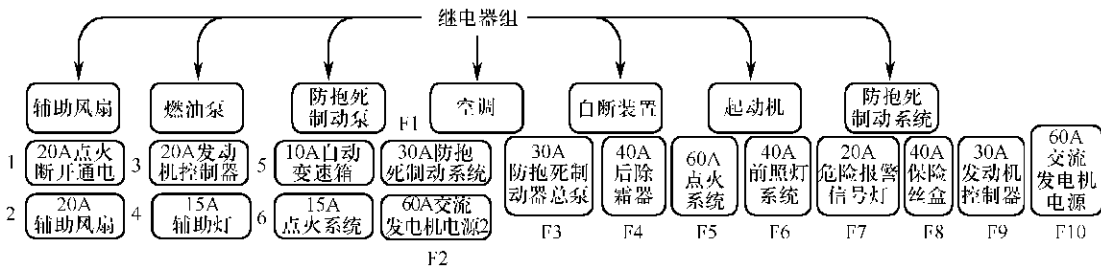


图 3-62 电源配电中心(1996 年前的车型)

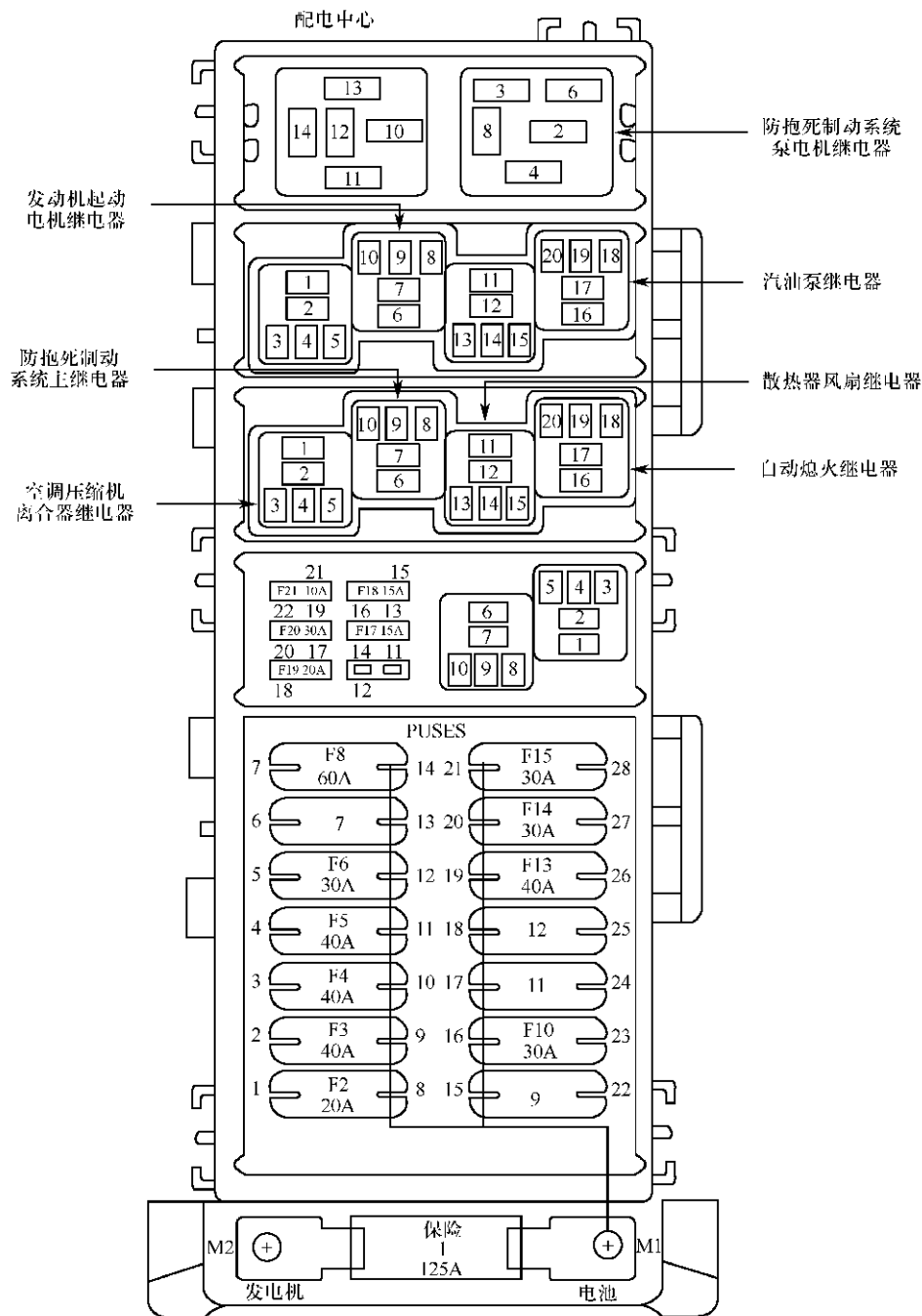


图 3 - 63 电源配电中心(1997 年车型)

① ASD 的工作电路。自动熄火继电器控制电路如图 3 - 64 所示为一典型工作电路。当点火开关处于接通(ON)或启动(START)位置的 1.8s 内 ,或启动发动机后曲轴位置传感器输入的转速信号超过预定值时 ,ECU 都将输出控制信号 ,接通 ECU 内 ASD 继电器驱动器接地电路 ,使 ASD 继电器和汽油泵继电器线圈(1996 年车型)电路通电 ,继电器触点 (常开触点)闭合。其作用是 a. 接通点火线圈、喷油器和发电机磁场线圈的电源电路 ,1997 年以后的车型还接通前、后氧传感器加热器电源电路 ;b. 向 ECU 的“ ASD 继电器监测信号 ”端子 57 (C12)输入监测信号。

ECU 通过对该信号电压的监测 ,可以判断 ASD 继电器的工作和故障情况 c. 接通燃油泵电源电路 d. 接通氧传感器加热器电源电路。

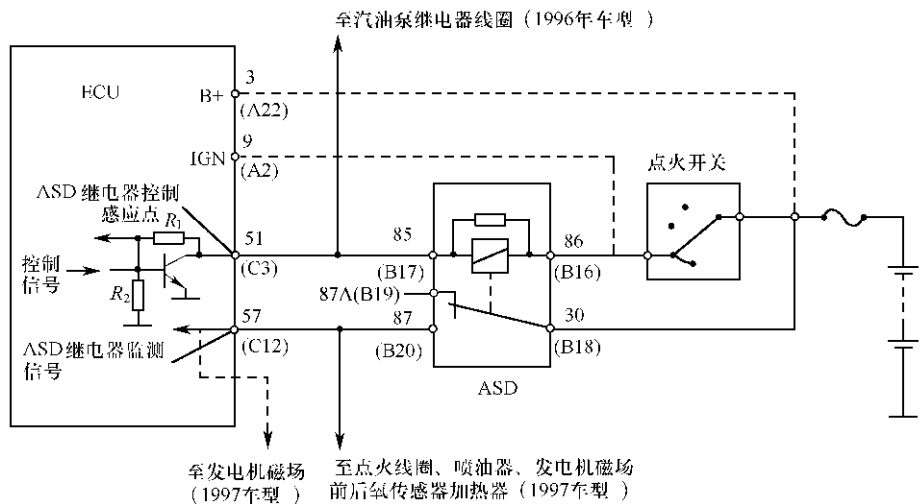


图 3 - 64 ASD 继电器工作电路

如果 ECU 在 3s 内未收到曲轴位置传感器输入的信号 ,ECU 将切断 ASD 继电器驱动器接地电路 ,使继电器触点张开 ,自动切断喷油器、点火线圈等电源电路 ,使发动机熄火。

② 自动熄火继电器的诊断电路。目前 ,在切诺基发动机的电控系统中 ,相当一部分继电器和电磁阀等驱动电路中都设置一个监测电路 ,以便实现自诊断 (以后的类似控制电路中不再介绍)。方法是在驱动器三极管的输入端和输出端设定一个 R_1 、 R_2 的分压电路。这样的回路 ,在 ECU 未输出控制信号时 ,驱动器三极管处于截止状态来自点火开关的 12V 电源电压 ,通过 R_1 、 R_2 分压电路接地 ,此时感应点的电压较高 ,大约为 6V 左右。在 ECU 输出控制信号时 ,三极管导通 ,12V 电压通过驱动器接地 ,此时感应点上电压变得很低。

根据上述设计原理 ,ECU 可在不需改变状态下对继电器控制电路进行测试诊断。当点火开关接通 (发动机未发动) 时 ,ECU 通过对诊断电路感应点连续监测 ,可以对继电器控制电路是否良好进行快速验证。在 ECU 未输出控制信号的状态下 ,如果感应点的电压不是在预定值附近 ,则认为继电器控制电路发生开路或接地短路 ,ECU 则会记录一个故障。

(2) 汽油泵继电器的控制

汽油泵继电器位于电源分配中心盒内。汽油泵继电器的控制和工作电路 ,因车辆生产年份不同有明显差异。

① 1996 年前车型汽油泵继电器控制电路。当 ECU 输出控制信号使 ASD 继电器驱动电路接地时 ,也接通汽油泵继电器线圈电路 ,使其触点闭合 ,接通蓄电池至电动汽油泵工作电路 ,如图 3 - 65 所示。每当点火开关接通的 (1 ~ 3)s 内 ,汽油泵便会工作 ,以使汽油系统增压。如果时间超过 (1 ~ 3)s ,或者 ECU 未收到启动和曲轴位置传感器输入的相应信号 ,就会自动切断汽油继电器线圈电路 ,使触点张开 ,自动切断汽油泵工作电路 ,防止汽油泵不必要的工作。

在汽油泵继电器触点闭合和张开的同时 ,也接通和切断了通往氧传感器加热器的电源电路。另外 ,该汽油泵控制电路中还有一个镇流电阻和镇流电阻旁路继电器。

② 97 款车型汽油泵继电器控制电路。97 款切诺基车型汽油泵继电器也装在电源配电中心盒内 ,其控制电路如图 3 - 66 所示。

该汽油泵继电器是由 ECU 的汽油泵继电器控制端 C19 直接进行控制的。当点火开关处于

② 继电器工作情况的测试。用一跨接线(16 号导线或更细一些的导线) ,连接继电器 85 与蓄电池(-)极 ,用另一跨接线连接继电器端子 86 与蓄电池(+)极。正常情况下 ,此时继电器应被触发 ,即继电器端子 30 与 87 应连通 ,并能听到继电器的“ 咔嗒 ”吸合声。此时检查 30 与 87A 之间应不相通。如不能出现以上现象 ,可断定继电器已损坏。

13. 点火线圈的控制

在点火系统里 ,ECU 主要通过控制点火线圈初级绕组的通断(即导通与截止) ,来控制点火系统的全部工作。

该点火系统为 ECU 直接控制的非直接点火系统 ,即装有配电器(分电器)。点火线圈安装在发动机缸体的右边及分电器的前面 ,如图 3 - 67 所示。

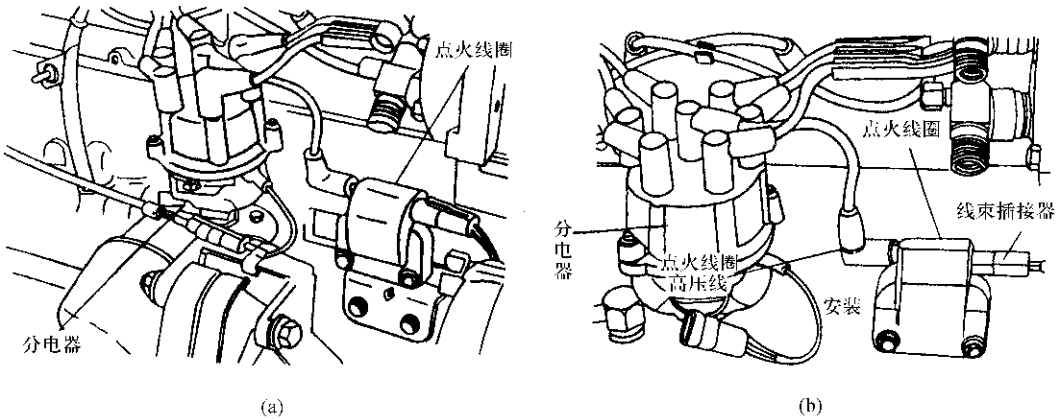


图 3 - 67 发动机点火线圈与分电器的安装

(a) 四缸发动机点火线圈与分电器 ;(b) 六缸发动机点火线圈与分电器。

(1) 点火线圈的结构和参数

点火线圈采用闭磁路式 ,一般有两种。其有关参数如表 3 - 20 所列。

(2) 点火系统的工作电路

点火系统的工作电路如图 3 - 68 所示。在发动机工作时 ,蓄电池(或发电机)通过自动熄火继电器向点火线圈(初级绕组)的(+)接线柱提供电源电压。在 ECU 内 ,由 ECU 输出控制信号 ,

表 3 - 20 点火线圈的参数

点火线圈 制造厂	初级绕组 电阻/ Ω (21 ~ 27)	次级绕组 电阻/ $k\Omega$ (21 ~ 27)
DIAMOND (钻石)	0. 97 ~ 1. 18	11. 3 ~ 15. 3
TOYODENSO (日本原装)	0. 95 ~ 1. 20	11. 3 ~ 13. 3

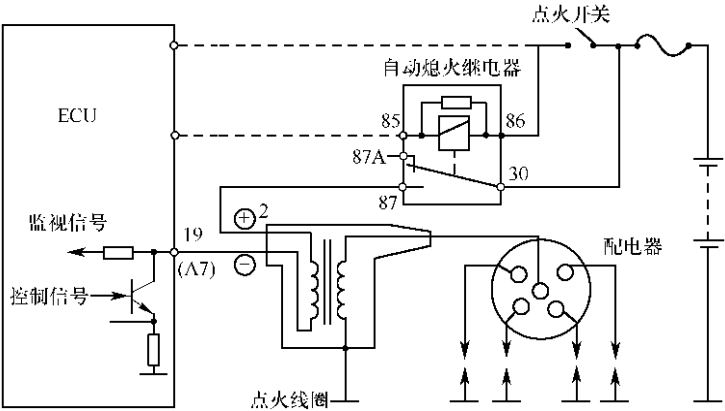


图 3 - 68 点火系统工作电路(2. 5L 四缸发动机)

对点火系统的初级电路进行控制。当 ECU 输出控制信号 ,使点火线圈的驱动电路——大功率三极管饱和导通时 ,点火线圈初级电路的(-)端接地 ,接通点火系统初级电路。当 ECU 输出的控制信号使三极管截止时 ,切断初级电路 ,使次级绕组感应产生高压电 ,并通过配电器至火花塞跳火 ,点燃混合气。

(3) 点火提前角(正时)和点火闭合角(导通角)

发动机工作时 ,ECU 对点火系统的点火提前角、点火闭合角等进行全面控制。

① 点火提前角的控制。主要是根据进气歧管绝对压力传感器(发动机负荷)和曲轴位置传感器(发动机转速)两个主要信息 ,另外还有相关的冷却液温度传感器 ,进气温度传感器、节气门位置传感器、蓄电池电压信号、驻车/空挡信号(装有自动变速器的车型)等输入的信息 ,经 ECU 与存储器存储的数据进行比较、计算、修正后 ,确定出最佳点火提前角 ,在活塞到达压缩行程上止点前相应位置时 ,适时的输出控制信号 ,中断点火初级接地电路 ,使次级绕组产生高压电 ,通过配电器至火花塞跳火。基本点火正时(点火提前角)是人工不可调整的 ,在发动机怠速状态下和正常温度时 ,基本点火提前角为上止点前 10° 左右。

② 点火闭合角的控制。基本上是根据发动机转速和蓄电池电压的信息进行计算确定的。在蓄电池电压正常、发动机低速运转时 ,点火闭合角是不变的。在发动机转速较高时 ,ECU 经计算后会适时输出控制信号 ,使点火线圈的初级绕组提前接地 ,通电时间增长 ,增大相对闭合角。最大闭合角时通电时间可达 80% 左右。在各种转速下 ,初级绕组都有足够的通电时间建立磁场 ,以保证次级电压产生的火花能满足点火系统工作的要求。次级电压最高可达 40kV。

(4) 点火顺序

对 2.5L 的四缸发动机来说 ,点火顺序为 1 - 3 - 4 - 2。对 4.0L 的六缸发动机来说 ,点火顺序为 1 - 5 - 3 - 6 - 2 - 4 ,如图 3 - 69 所示。

(5) 点火系统的测试

① 点火系统高压火花的测试。从分电器盖上取下中央高压导线 ,用手握住点火线圈上的高压导线对准发动机缸体 ,距离约 6mm ,如图 3 - 70 所示。然后用起动机转动发动机 ,观察高压导线跳火情况。正常情况下 ,高压导线上应产生稳定的高压火花。

如果没有火花或火花很弱 ,应对点火线圈、高压导线、点火线圈与电源间、点火线圈与 ECU 间的电路情况进行检查。

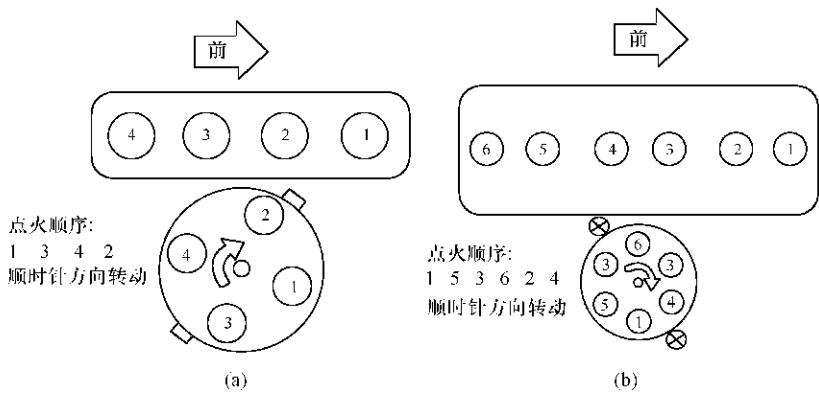


图 3 - 69 发动机点火顺序

(a) 2.5L 四缸发动机 ; (b) 4.0L 六缸发动机。

如果有稳定的火花 ,可将从分电器盖上取下的导线复原 ,拔下火花塞上的高压线 ,将火花塞上的高压导线对准发动机缸体 ,距离约为 6mm。如检查的火花正常 ,说明高压部分无问题 ,将高压线复原。

② 点火线圈的测试。对点火线圈本身质量的检查 ,可参照点火线圈电阻表 3 - 20 所示 ,对点火线圈的初、次级绕组的电阻值进行测试。如果电阻值不在规定范围之内 ,应予更换。在更换点火线圈时 ,应查看点火线圈上的高压导线是否完好 ,必要时也相应更换。

③ 发动机不能启动时的测试。

a. 对初级电路进行测试 将点火线圈的插接件拔下 ,查看端子接触是否良好。将一电压表的正极接点火线圈插接件的(+)极端子 ,电压表的负极接铁 ,参考图 3 - 68。将起动机连续运转 5s ,观察电压表显示情况。如果电压始终在 0V ,应检查 ASD 继电器的供电电路 ;如果电压始终为电池电压 ,应检查点火线圈(-)极至 ECU 的点火控制电路是否断路或插接件接触不良。

b. 对点火线圈的跳火能力进行测试 ,用一跨接线将蓄电池的 12V 电源引到点火线圈正极 ,再用一只专用跨接线 ,如图 3 - 71 所示进行操作。将跨接线 1 端接铁 2 端接点火线圈负极。拔出分电器中央高压线 ,使端部距离缸体约 6mm。然后使跨接线 3 端瞬间反复接触点火线圈的负极(相当于 ECU 对点火线圈的驱动作用)。观察高压线有无火花产生。如无火花 ,应更换点火线圈 ;如有火花产生 ,应检查 ECU 的点火驱动电路。如仍有怀疑 ,可再检查一下分电器盖、分火头、分缸高压线和火花塞。如果上述部件都正常工作 ,点火系统就不是造成发动机运转不正常的原因 ,应对燃油系统和发动机其他部分进行检查。

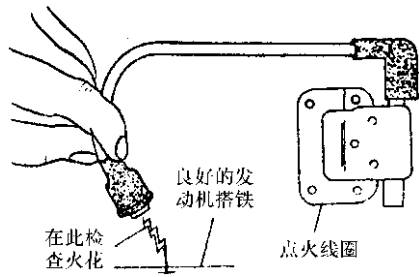


图 3 - 70 检查高压火花

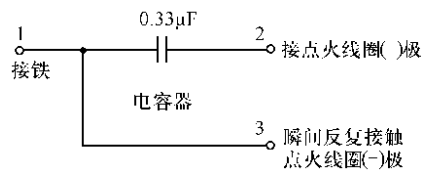


图 3 - 71 自制专用跨接线

14. 自动怠速(AIS)步进电机的控制

自动怠速步进电机,有的叫怠速空气控制(IAC)步进电机。AIS 安装在节气门体上,如图 3 - 72 所示。发动机怠速工作时,ECU 根据发动机的负荷和温度等变化,自动地控制步进电机转动,改变怠速旁通空气道的截面尺寸,调节怠速时的进气量来控制发动机怠速转速。

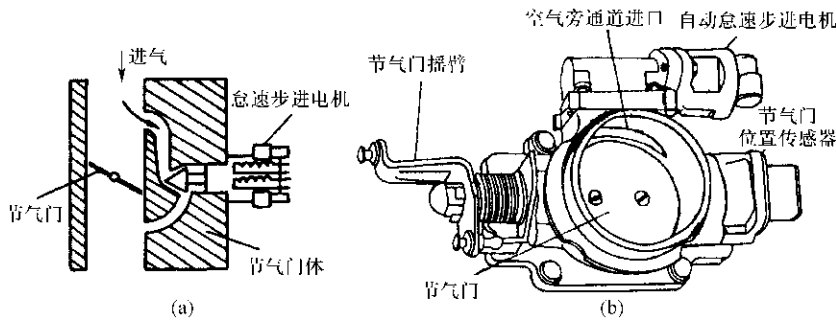


图 3 - 72 节气门体上的怠速步进电机
(a) AIS 安装位置示意图 (b) AIS 安装位置结构图。

(1) 步进电机的基本结构

步进电机由转子、定子和螺旋机构等组成,如图 3 - 73 所示。转子为多极性永久磁铁。定子上绕有 A、B 两个线圈,采用单股线圈方式。当向某一定子线圈输入脉冲电流时,在定子内便产生相应的磁极。在同性相斥、异性相吸的磁力作用下,转子对应定子形成的磁极转动一个步进角。当依某一特定顺序先后向两个线圈输入脉冲电流时,转子就会一步一步地不停转动。改变线圈的通电顺序(控制通入线圈的极性),就可以改变转子的转动方向。

在电机内部设有螺旋机构。螺旋机构的螺母与转子制成一体,随转子一起旋转。螺旋机构中的螺杆与壳体之间为滑动花键连接,螺杆可以轴向直线运动但不能转动。当步进电机的转子(和螺母)转动时,螺母带动螺杆作轴向移进或移出。步进电机的转子转动一圈,螺杆移动一个螺距。螺杆上固定着阀心,当螺杆向外伸出和向内缩回时,带动阀心关小和开大旁通阀。ECU 通过控制步进电机的转动方向和转角,就可以控制螺杆的移动方向和距离,从而控制旁通阀的开度。当阀心缩回增大旁通阀的开度时,能让更多的空气进入进气歧管,发动机怠速转速便会提高。反之,当阀心伸出接近阀座减小旁通阀的开度时,进入歧管的空气量减小,发动机怠速转速便会降低。

(2) 步进电机的工作电路

步进电机的工作电路如图 3 - 74 所示。由于该步进电机与前面介绍的有所不同,在结构上有一定特点,即定子绕组采用单股线圈方式,只有两个线圈,在工作时每一线圈的通电方向是不断变换的,因此步进电机的四条控制线,按照 ECU 的控制,分别为电源线和地线。

(3) 步进电机的控制

根据 ECU 的控制,当某一线圈输入一个脉冲电流时,步进电机便移动一步。怠速旁通阀从全开到全闭,步进电机的总步数为 225 步。

每当点火开关接通时,ECU 都使步进电机工作几秒,进行程序初始化,使步进电机回到初始位置,即退回到“0”步位置(怠速旁通阀完全关闭),以便 ECU 对步进电机的工作步数进行跟踪监测。在 ECU 内存储有怠速步进电机的工作程序和步进电机工作参数的数据。当步进电机的

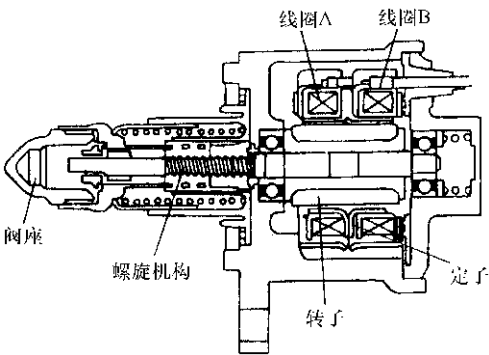


图 3 - 73 步进电机结构图

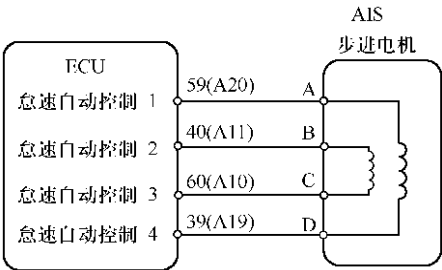


图 3 - 74 自动怠速步进电机工作电路

“0”步位置确定后,会根据 ECU 的控制进到相应的打开位置。步进电机使阀门打开需要的步数 , 由 ECU 根据有关信息 ,如节气门位置、冷却液温度、车速、进气歧管绝对压力等传感器和发动机转速、空调开关、动力转向压力开关、驻车/空挡位置开关、蓄电池电压等信息 ,按照 ECU 内存储的目标转速和步进电机工作步数的数据进行控制。通常控制的内容如表 3 - 21 所列。

表 3 - 21 怠速步进电机控制的有关内容

发动机工况		步进电机	效 果
温度降低时		阀心回缩	增大进气量(提速)
温度升高时		阀心前伸	减小进气量(减速)
加大负荷	动力转向作用时 打开空调时	阀心回缩	增大进气量(提速)

15. 汽油供给系统的检测

(1) 喷油器的安装与控制

切诺基 2021 型吉普车发动机的喷油器为电磁式、高电阻电压驱动型、上部供油方式 ,其结构与安装如图 3 - 75 所示。各喷油器用卡子固定在汽油分配总管上。各喷油器的喷口正位于进气歧管的喷油器座孔里的进气门口的上方。在发动机线束连接每个喷油器的插接件上都有标签 , 注明着相应的汽缸号。

(2) 喷油器的工作电路

喷油器的工作电路如图 3 - 76 所示。其电源由蓄电池通过 ASD 供给 ;当发动机启动后 ,发

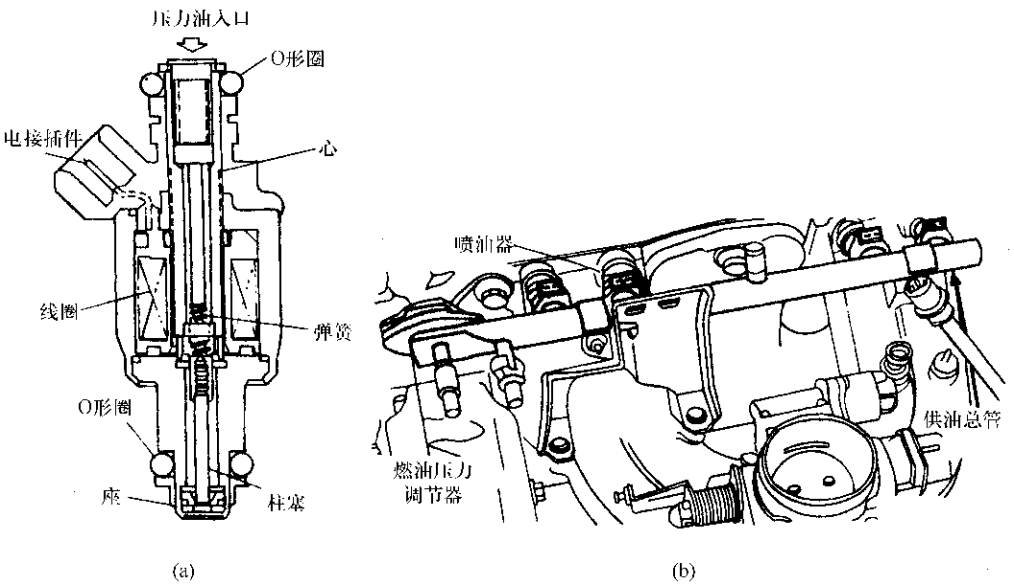


图 3 - 75 喷油器结构与安装位置

电机正常工作时 ,一般则由发电机供给。

喷油器的工作由 ECU 进行控制 ,ECU 按照规定的顺序、时间、控制每个喷油器的驱动器(实际电路很复杂 ,图中简化为一个大功率三极管)。当接通某个喷油器的接地电路时 ,喷油器电磁线圈通电 ,喷油器开始喷油 ;当喷油器驱动电路停止接地时 ,线圈不通电 ,则喷油器停止喷油。

(3) 喷油顺序和正时

该发动机工作时为顺序喷油方式 ,是按一定的顺序喷油的 ,它与发动机的工作顺序(点火顺序)相适应。2.5L 四缸发动机的喷油顺序为 1 - 3 - 4 - 2 ,4.0L 六缸发动机的喷油顺序为 1 - 5 - 3 - 6 - 2 - 4。

喷油正时也叫喷油时刻。该发动机的喷油时刻 ,对活塞运动来说是定时的 ,都是在各缸活塞行至排气行程上止点前 64°时开始喷油。以 2.5L 四缸发动机为例 ,说明汽油喷射的顺序和喷油正时情况。

首先 ,ECU 必须接收到曲轴位置传感器、同步信号传感器的输入信号。在同步信号(判缸信号)的上升沿(5V 电压)出现时 ,ECU 可获知下面接近上止点是 4、1 缸的活塞 ,其中 4 缸为排气行程(1 缸为压缩行程) ;当同步信号下降沿(降为 0 V)出现时 ,ECU 可获知下面接近上止点仍是 1、4 缸的活塞 ,其中 1 缸为排气行程(4 缸为压缩行程)。ECU 利用 4 缸和 1 缸活塞的参考定位作用 ,就可以按照 1 - 3 - 4 - 2 缸的顺序 ,维持正确的喷油顺序 ,如图 3 - 77 所示。

根据同步信号 ,ECU 识别出下面进行排气行程的汽缸后 ,再根据曲轴位置传感器输入的信号 ,确定曲轴运转的角度 ,即活塞行至上止点前的位置。当曲轴位置传感器输入一组脉冲信号中第一个脉冲下降沿出现时 ,ECU 识别出该缸活塞已进入排气行程上止点前 64° ,此时 ECU 输出控制信号 ,使该缸喷油器电磁线圈接地 ,接通喷油器工作电路并开始喷油。每当一个汽缸的活塞行至排气行程上止点前 64°时 ,ECU 就控制这个汽缸的喷油器开始喷油。

在排气行程中 ,各缸喷油器喷入进气歧管的汽油与进气行程中进入的空气相混合一同进入汽缸。

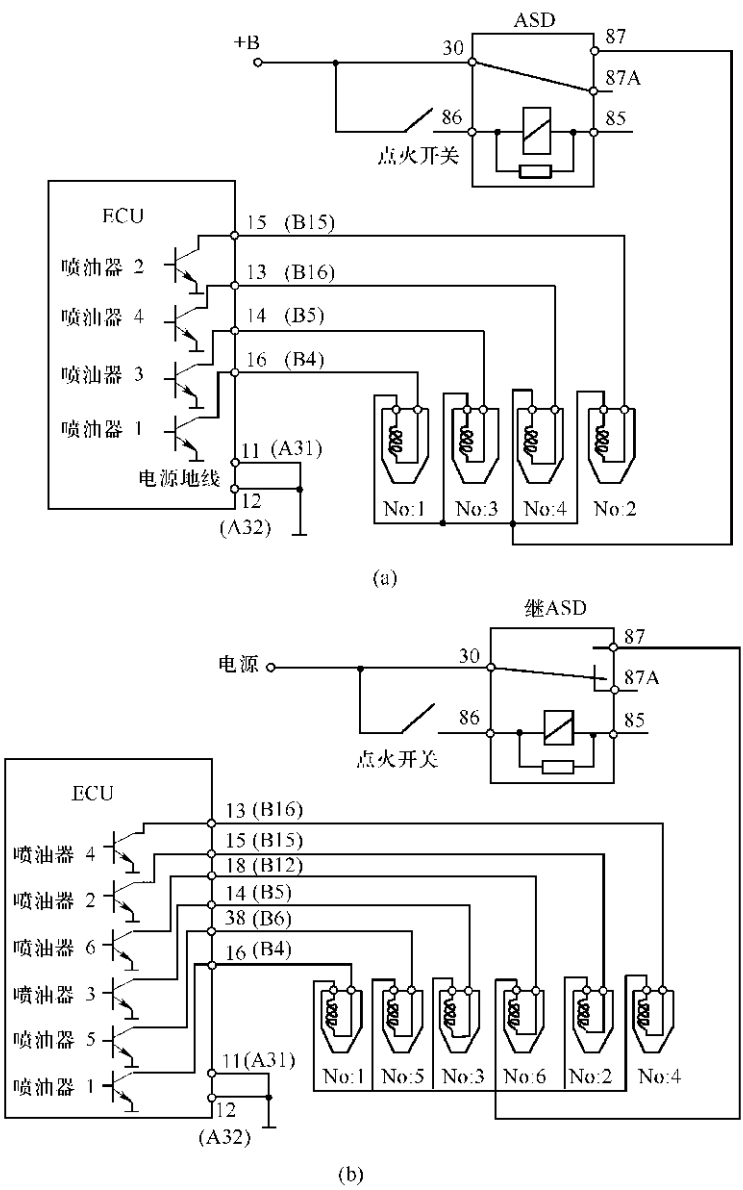


图 3 - 76 切诺基 2021 型吉普车发动机喷油器的工作电路
(a) 四缸发动机喷油器工作电路 ;(b) 六缸发动机喷油器工作电路。

同理 对于 4.0L 六缸发动机来说 ECU 根据曲轴位置传感器、同步信号传感器输入的信号 , 利用 3、4 缸的定位作用 按照 1 - 5 - 3 - 6 - 2 - 4 的顺序 在各缸活塞行至排气行程上止点前 64° 时开始喷油。

(4) 喷油脉冲宽度

喷油脉冲宽度 即喷油器喷油时间长短的控制。喷油脉冲宽度随发动机的运行工况而变化。喷油脉冲宽度是根据进气歧管绝对压力、发动机转速、冷却液温度、进气温度、节气门位置、氧传感器、蓄电池电压等信号 其中进气歧管绝对压力和发动机转速是主要信号 由 ECU 进行计算并与 ECU 存储器内存储的参考数据对比、修正后确定的。

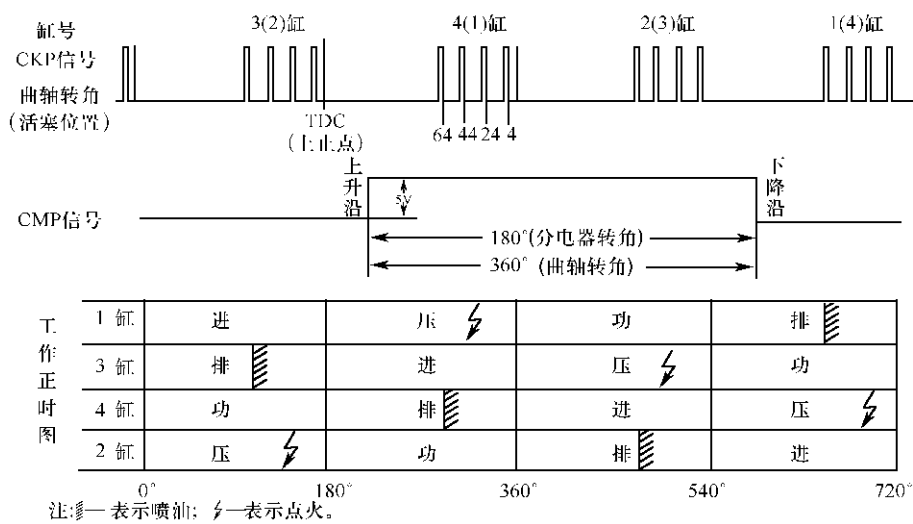


图 3 - 77 2.5L 四缸发动机的喷油顺序和正时图

对于 1997 年以后的车型 ,由于汽油压力调节器设在汽油箱内 ,汽油系统的油压是保持不变的 ,在 ECU 计算脉冲宽度时 ,还要根据进气歧管绝对压力传感器输入的信号 ,计算出系统油压与进气歧管压力的压力差 ,对喷油器喷油脉宽进行修正。

(5) 空燃比控制的两种模式(开环和闭环)

点火开关接通后 ,在发动机启动、暖机、加速、减速过程和节气门全开时都是开环模式。在发动机正常温度下的怠速与中、小负荷下稳定运转时是闭环模式。开环和闭环模式是利用氧传感器反馈的信息进行控制的。

(6) 汽油供给系统的检测

① 汽油供给系统压力。汽油供给系统工作时 ,燃油从油箱内经过滤网由油泵泵出 ,经滤清器再到燃油分配管(总管、压力调节器)最后到喷油器 ,多余的燃油从压力调节器上的回油管流回油箱。

该燃油系统的真空助力式压力调节器 ,维持喷油器与进气歧管间恒定的压力差。在进气歧管真空度改变时 ,燃油总管内应保持相应地油压值。在怠速时 ,当调节器连接真空软管时 ,其系统的油压为 214kPa ;当从调节器上拔下真空软管时 ,其系统油压约为 269kPa ,高出(55 ~ 69)kPa。

② 喷油器的测试。

a. 喷油器电磁线圈电阻值的测试。从喷油器上拆下线束接头 ,用欧姆表在喷油器的两接柱上测试其电阻值。在 20 ℃ 时 ,其电阻值为(13 ~ 16)Ω。如电阻值不符合要求 ,应更换喷油器。

b. 如发动机运转不稳 ,在系统油压正常、点火系统正常的情况下 ,仍怀疑某喷油器工作不正常时 ,应继续进行诊断。

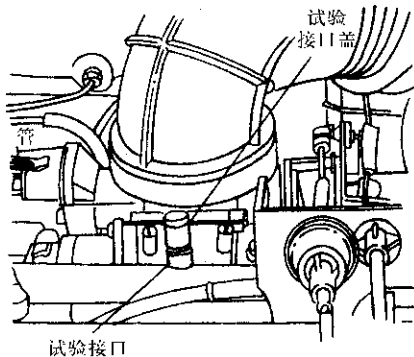
③ 汽油供给系统测试方法。正常情况下 ,汽油供给系统应具有一定的压力。甚至在发动机关机的情况下 ,汽油供给系统也具有约(131 ~ 269)kPa 的压力。在测试或维修汽油供给系统时 ,必须从汽油压力测试口释放汽油供给系统的压力。方法是 :

- a. 断开蓄电池负极电源线 ;
- b. 打开汽油箱加油口盖释放汽油箱压力 ;
- c. 拆卸汽油分配管上压力试验接口保护盖 ,如图 3 - 78 所示 ;

- d. 用包在毛巾里的小起子或小冲头压下试验接口 ,以释放汽油压力。注意 :当汽油分配管释放油压时 ,要用毛巾吸收涌出的汽油 ,不要把汽油溅到进、排气歧管上 ,要保护好眼睛 ;
- e. 测试完后 ,注意将保护盖安装到试验接口上。

④ 汽油供给系统压力测试。

- a. 将(0 ~ 414)kPa 汽油压力表装在油压测试接口上 ,如图 3 - 79 所示 ;
- b. 从油压调节器上拆下真空软管 ,启动发动机 ;
- c. 观察压力表读数 ,油压调节器不接真空软管时 ,油压就为 269kPa ;
- d. 把真空管接到油压调节器上时 ,油压约为 214kPa ;



- 78 汽油分配管(导管)上的压力试验接口

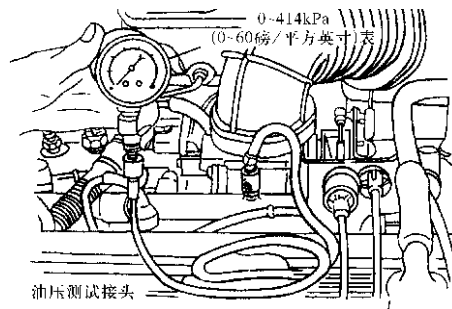


图 3 - 79 汽油压力测试

- e. 拆掉调节器真空软管时 ,油压大约增高(55 ~ 69)kPa。否则 ,检查油压调节器真空软管是否泄漏、扭结或堵塞 ;
- f. 如果油压低 ,可瞬时捏扁回油软管如图 3 - 80 所示。注意 :当捏扁回油软管时 ,汽油压力将上升高达 655kPa。在捏扁回油软管后应立即关掉发动机。如果油压升高 ,则应更换油压调节器。如果油压仍低 ,应检查供油管、汽油滤清器和供油总管的进油口是否被堵塞。如有必要 ,可进一步检查汽油泵泵油量(容量)是否不足 ;
- g. 正常测试时如果油压高于技术范围值 ,应检查回油软管是否扭结和堵塞。

另外 根据需要还可以继续对汽油泵容量和汽油压力泄漏进行测试 ,一个好的汽油泵在回油软管捏住时 ,每分钟应至少输送一升的汽油。在正常情况下 ,关掉发动机 30min 时 ,汽油压力应位于(131 ~ 269)kPa 范围之内。

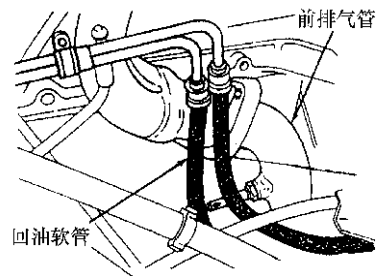


图 3 - 80 汽油回油软管

16. 氧传感器

氧传感器(EGO)是检测发动机排气中含氧量的装置 ,起空燃比指示器的作用。

(1) EGO 的工作电路

该氧传感器是氧化锆式含加热元件的氧传感器 ,安装在前排气管上 ,它与 ECU 的连接关系的工作电路如图 3 - 81 所示。EGO 上有四条线 :其中两条分别是 EGO 的信号输出线和地线 ;另两条分别是加热元件的电源输入线和接地线。

(2) EGO 的基本工作状态

EGO 在温度低时 ,内部电阻值极大(几兆欧) ,随着传感器温度升高电阻值降低。传感器的

温度达到 349 (660°F) 时,传感器内部才能产生电池作用,开始有效地监测排气中的含氧量并对外输出电压信号。传感器的最佳温度工作范围是 760 ~ 816 (1400°F ~ 1500°F)。

氧传感器工作时,根据排气管中排气含氧量,输出(0~1)V 的电压信号。当含氧量高(混合气稀)时,输出低电压信号,接近 0.1V;当含氧量低(混合气浓)时,输出较高电压信号,接近 1V。传感器将混合气的浓度值转换成电压信号输入 ECU 后,ECU 将及时调整喷油脉冲宽度,以控制空燃比。

该氧传感器带有加热元件,以便发动机启动后使氧传感器尽快达到工作温度并保持在最佳温度范围内工作。加热元件的电源,是通过 ASD 继电器引入的。加热元件采用正温度系数(PTC)陶瓷电阻。随着温度升到 21 (70°F) 时,加热元件的电阻值高,其电阻值增大。当环境温度 4.5 ,通过电流较大,此时传感器温度升高较快,以便使控制系统能够尽快进入闭环工作模式。随着传感器温度的升高,加热元件电阻值增大。当传感器达到工作温度时,由于加热元件电阻值比较大,通过电流并不大,可使传感器保持在最佳温度范围(760 ~ 816)内工作。

发动机在开环状态下工作时,ECU 将忽略氧传感器的信号,此时将根据节气门位置传感器、进气歧管绝对压力传感器及发动机转速、冷却液温度等信号,按照存储器预编数据,调节喷油脉冲宽度。发动机在闭环状态下工作时,ECU 在根据上述传感器提供的信息建立喷油脉冲宽度的基础上,用氧传感器送入的信号不断地修正脉冲宽度,才使空燃比保持理想的 14.7 附近。

(3) 前后双氧传感器

切诺基汽车采用两个氧传感器,即除上述氧传感器之外,又在三元催化器之后加装一个氧传感器。一般前者称为前氧传感器或上游氧传感器,后者称为后氧传感器或下游氧传感器。后氧传感器的材料也为氧化锆式、四线加热型。

① 前后双氧传感器的工作电路。前后双氧传感器工作电路如图 3-82 所示。每个氧传感器都有四条导线,都是加热型的。两个氧传感器的加热器电源都来自 ECU 控制的 ASD 继电器,它们共用一个地线。氧传感器地线与传感器外壳保持绝缘。

另外,从图中可以看出,在 ECU 内接收氧传感器信号的电路中,设立一诊断电路,用来对氧传感器加热器进行监测。它只是在点火开关接通后的规定条件内进行测试的。重点是对冷启动时加热器的工作状况进行测试。从图中看出,它并不是直接测试加热器元件本身,而是通过监测氧传感器信号输出回路来确定加热器的工作状况。由于氧传感器正常时电阻值在 $100\Omega \sim 4.5M\Omega$

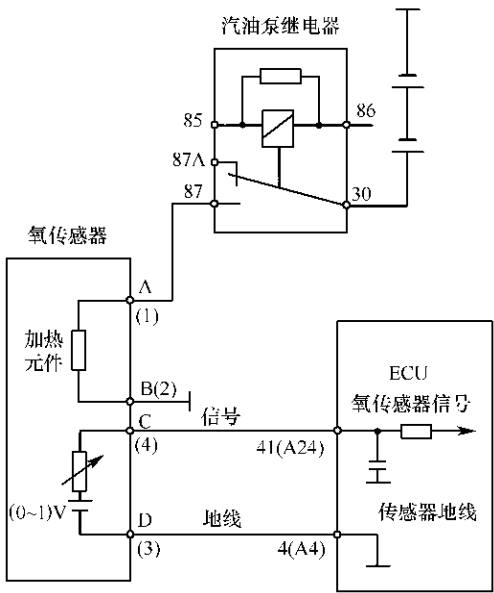


图 3 - 81 加热型氧传感器工作电路

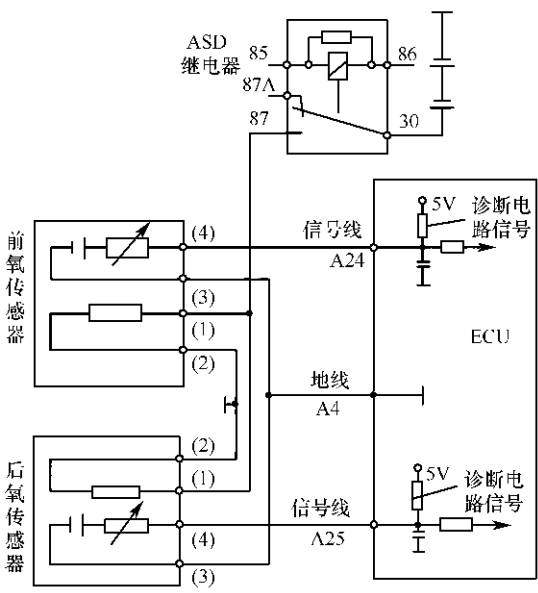


图 3 - 82 前后氧传感器工作电路

之间 ,如果工作正常 ,冷启动时 ,加热器通电后氧传感器温度会很快升高 ,其回路中电阻值会很快降低。当 ECU 向氧传感器信号输出回路提供 5V 电压一段时间时 ,即可对氧传感器回路中电阻值变化情况进行测试。当氧传感器温度升高阻值减小时 ,信号电压降低 ,ECU 通过监测信号电压从高于 4V 降到 3V 所需要的时间 ,即可判断加热器的工作状况。如果电压降得太低 ,则表示氧传感器发生接地现象。

② 后氧传感器的作用与监测。后氧传感器的作用与监测一般有以下两个。

a. 监测三元催化转换器的转化效率 ,这是 OBD - II 的一项重要任务。一般来说 ,如果转换器工作正常时 ,后氧传感器的信号波动明显很小。随着转化效率的降低 ,尤其在催化转换器老化之后 ,后氧传感器的信号波动幅度明显增大。ECU 在特定工况下 ,通过比较前后两个氧传感器的信号波动幅值 ,就可以判断催化转换器的功能是否正常。

b. 通过测试转换器出口的含氧量 ,修改前氧传感器的电压目标值 ,微调发动机的空燃比。我们知道前氧传感器的作用是维持空燃比在 14.7 ,但由于发动机、排气系统和催化转换器的变化 ,会使空燃比稍有偏离。采用了新的具有后氧传感器燃油控制系统后 ,前氧传感器的目标值可以在一定范围内上下移动。如果转换器出口的氧含量太多 ,ECU 将增加混合气中的汽油 ,导致转换器出口的氧含量减少。反之 ,如果转换器出口的氧含量太少 ,ECU 将减少混合气中的汽油 ,导致转换器出口的氧含量增加。此种功能有的车辆上还没有。

虽然前后氧传感器的工作过程大致相同 ,但它们的物理特性不同 ,所以两者使用时不能互换。

（三）故障诊断和故障代码读取与消除

在对发动机电控系统故障诊断时 ,采用直观检查与专用仪器诊断。而直观检查是进行故障诊断、测试和汽车维修之前进行的一项最简单而又十分重要的一项工作。它是为了发现导线和软管有无脱落、松动、丢失或接错等现象 ,而由这些现象导致的故障。直观检查的项目内容 ,其他专著已详述 ,本书就从略。

1. 故障代码的读取

(1) 故障指示灯(MIL)

故障指示灯 ,也叫发动机检测(查)灯 ,因有多种功能 ,有的叫多功能指示灯。故障指示灯的主要功能是当发动机电控系统如传感器、执行器和 ECU 发生故障时 ,使此灯点亮 ,以示故障警告。

故障指示灯安装在仪表板左侧 ,如图 3 - 83 仪表板上的英文字“ CHECK ENGINE ”所示。其控制电路如图 3 - 84 所示。

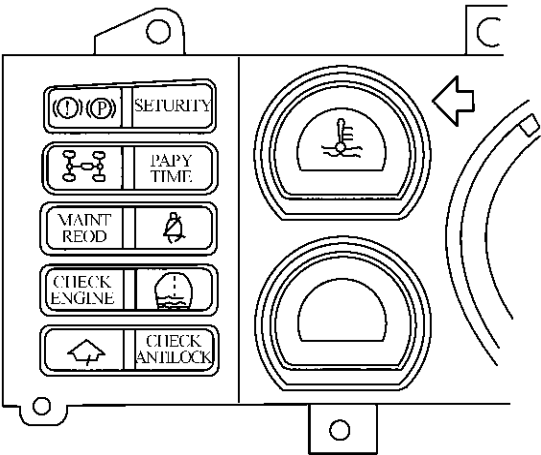


图 3 - 83 有关指示灯的位置

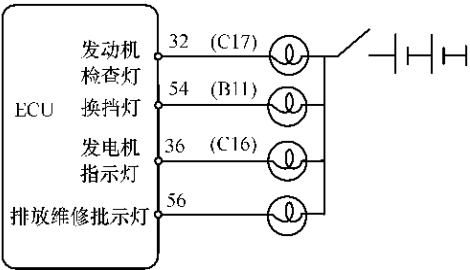


图 3 - 84 有关指示灯控制电路

每次开启(ON)点火开关 ECU 控制系统进行自检时 ,点亮发动机故障指示灯 3s 以检查其灯泡好坏 ,即做灯泡测试程序。

发动机工作中 ,如 ECU 从某传感器或有关系统接收到一个不正确的信号(或无信号)时 ,会输出控制信号 ,使发动机故障指示灯亮 ,以示故障警告。当有故障时 ,控制器 ECU 将进入“跛行”运行模式 ,此时 ECU 将某系统或传感器产生的故障信息存入存储器中。

切诺基发动机电控系统工作时 ,ECU 根据已编好的程序 ,监测控制系统的工作情况 ,如果 ECU 监测到某传感器或某系统工作不正常 ,经充分辨别确认为是故障时 ,它将把故障信息存储在 ECU 的存储器(RAM)中。对于某些传感器或系统产生故障时 ,ECU 将立即接通仪表盘上的“故障指示灯”(CHECK ENGINE) ,使该灯发亮 ,以示警告 ,使驾驶员知道已发生了故障。

(2) 故障代码的读取

读取故障代码的方法有两种。

① 利用点火开关的反复开闭 ,由仪表板上的发动机检查灯显示。该方法是采用手工方法调取故障代码。其方法是在 5s 内反复转动点火开关 ,即开—闭—开—闭—开 ,故障代码即从“故障指示灯”显示出来。首先灯亮 3s 后熄灭(为灯泡检查) ,然后根据灯的闪烁情况确定故障代码。所有的代码显示都是二位数字。在代码之间有一个 4s 的时间间隔。如灯间隔闪烁 4 次 稍停又闪烁一次 ,表示为故障代码为“41” ;灯间隔 4s 后 ,接着闪烁 4 次 稍停后又闪烁 7 次 ,表示故障代码为“47” 。只要代码存储在存储器中 ,就能显示代码的数字 ,直到最后显示代码“55” ;“55”代码表示全部故障代码已显示完毕。各故障代码的含义如表 3 - 22 所列。

表 3 - 22 发动机电控系统故障代码

故障代码	DRB - II 显示	故障情况说明
11	点火参考信号	当发动机运转时 ,未检测到分电器同步信号和曲轴位置传感器信号
13 + * *	进气歧管绝对压力传感器信号在怠速时变化缓慢 或 进气歧管绝对压力传感器信号从启动到运转无变化	发现进气歧管绝对压力传感器信号无变化 在发动机启动时 ,发动机进气歧管绝对压力传感器的读数与气压表的压力读数认为无差异
14 + * *	进气歧管绝对压力传感器电压太低 或 进气歧管绝对压力传感器电压太高	进气歧管绝对压力传感器的输入信号电压低于最低接受界限 进气歧管绝对压力传感器的输入信号电压高于最高接受界限
15 * *	无车速信号	在有道路负荷的条件下 ,无里程传感器输出的信号
17	发动机冷车时间太久	当汽车行驶时(节温器)发动机冷却液温度长时间低温
21 * *	氧信号停留在中线 或 氧信号电压短路	从氧传感器的输入发现既不浓也不稀的情况 氧传感器输入电压维持在正常工作范围以上
22 + * *	冷却液传感器电压太低 或 冷却液传感器电压太高	冷却液温度传感器的输入信号电压低于最低接受界限 冷却液温度传感器输入信号电压高于最高接受界限
23 * *	进气温度传感器电压高 或 进气温度传感器电压低	进气歧管空气温度传感器输入信号电压高于最高接受界限 进气歧管空气温度传感器输入信号电压低于最低接受界限
24 + * *	节气门位置传感器电压低 或 节气门位置传感器电压高	节气门位置传感器输入信号电压低于最低接受界限 节气门位置传感器输入信号电压高于最高接受界限
25 * *	自动怠速电机电路	探测一个或更多的自动怠速电机电路中的短路或断路
27 + * *	喷油器(缸号)控制电路	喷油嘴驱动器对控制信号响应不适当
33	空调离合器继电器电路	探测到空调离合器继电器电路的断路或短路
34	车速控制电磁阀电路	在车速控制真空或通风电磁阀线路中探测到断路或短路情况
35	散热器风扇继电器	在散热器风扇继电器控制电路中探测到断路或短路
41 + * *	交流发电机磁场不适当的变换	交流发电机电磁场不适当的变换
42	自动切断继电器电路 或 在控制器内无自动切断继电器电压信号	在自动切断电器的控制电路中探测到断路或短路情况 在控制器内无自动切断电压信号
44	蓄电池温度传感器电压超出限值	蓄电池温度传感器电压超出限值
46 + * *	充电系统电压太高	充电系统电压太高
47 + * *	充电系统电压太低	充电系统电压太低
51 * *	氧信号处在中线以下(稀)	氧传感器信号保持稀的状态

(续)

故障代码	DRB - II 显示	故障情况说明
52 **	氧信号处在中线以上(浓)	氧传感器信号保持浓的状态
53	内部控制故障 或 控制器与 SPI 失掉联系	探测到发动机控制器内部故障情况 在相关程序间失去内部联系
54	无同步传感器信号	无同步传感器信号
55	不可利用(没有故障代码)	全部故障代码显示于检验发动机灯
62	控制器对排放维修提示英里数未储存	发动机控制器故障——排放维修提示英里数未储存
63	控制器故障——拒绝写程序	发动机控制器故障——拒绝写程序
76	燃油泵镇流电阻旁路继电器电路	在镇流电阻旁通电路里检测到断路或短路况
注 :+ 检查发动机灯亮 * * 检查发动机灯亮(仅对加利福尼亚州)		

(2) 利用检测仪显示

利用检测仪不仅可以显示故障代码 ,而且可以对电控系统的有关项目进行动态测试和获取有关技术资料。采用 DRB - II 诊断测试仪 ,用专用导线与发动机舱内“数据通信接口”相连接。采用 DRB - III 诊断测试仪 ,用专用导线与仪表板下的“数据通信接口”相连接。有关 DRB - III 诊断测试仪的使用方法详见使用说明书。

故障代码的显示 ,说明 ECU 已辨认出某系统或某电路的故障 ,一般只是指出故障的一个大致方向和范围 ,并不是都能直接鉴别出故障的具体部件或部位 ,因此维修人员还需进一步分析判断和部件测试 ,查出故障的具体部位。对产生故障的部件应及时进行更换或修理。

(3) 故障代码的清除

故障排除后 ,必须对存储的故障信息清除。可以用断开蓄电池电源约 60s 或用 DRB - II、ORB - III 诊断仪进行排除。

如果故障排除 ,在发动机启动(50 ~ 100)次后 ,如故障一直没有重现 ,其故障代码会自动清除。

(四) 切诺基吉普车发动机电控系统综合性故障的诊断

1. 北京切诺基汽车行驶中突然熄火故障的诊断

北京切诺基汽车在正常行驶中突然熄火而不能启动。经检查分析故障原因 ,一般为电线接头松动或腐蚀。分电器搭铁插头松动、分电器电线绝缘破坏相互短路或搭铁、触发轮销丢失(脱出)或点火控制器损坏、传感器线圈故障等。但发动机熄火数分钟后未检修任何部件又能启动了 ,尔后在运行中又曾发生过这样的故障多次 ,经自诊断判定为 ECU 故障。

(1) ECU 的检测方法

在点火线圈正极接柱前串联一只 10A 的电流表 ,负极按原线路接 ECU。如果电流为(1 ~ 4) A 则为 ECU 正常。如电流大于 5A 则为 ECU 损坏应更换新品件。如果电流小于 0.5A ,应检查低压线路中三线插接器(A₁ A₂ A₃ B₁ B₂ B₃)和四线插接器(C₁ C₂ C₃ C₄ D₁ D₂ D₃ D₄)的连接情况 ,并排除连接器连接不良故障。

(2) 拆下 ECU 后单独检查

① 外观检查 ,观察 ECU 底部有无明显的烧蚀现象。

② 仪表检查 C_2C_3 间 2V 的电压 灯应亮 再把 C_2C_3 对调 灯应熄灭 则表明 ECU 工作良好 , 否则为 ECU 损坏 应换新件。

2. 切诺基吉普车电子点火控制器故障的诊断

(1) 点火电路

北京切诺基吉普车点火电路如图 3 - 85 所示。电子点火控制器对外有六个接线端子 , 并分为四位插接器和二位插头器。在四位插接器上的接线是 : C_4 与点火线圈负接线柱相连 , 它通过电子点火器控制点火线圈低压电的通断 , 使点火线圈次级产生高压电 , 通过分电器和火花塞跳火 , 以点燃混合气 , C_1 、 C_2 、 C_3 三个接线柱分别与分电器接线端子相连 , 其中 C_2 、 C_3 分别为磁脉冲传感器输送给点火控制器的正、负电压信号端子 , C_1 则是点火线圈初级绕组(通过端子 C_4)通过分电器搭铁线搭铁。在两位插头器上的 E_1 、 E_2 两接线端子分别与点火开关的启动挡端子和点火挡端子相连。

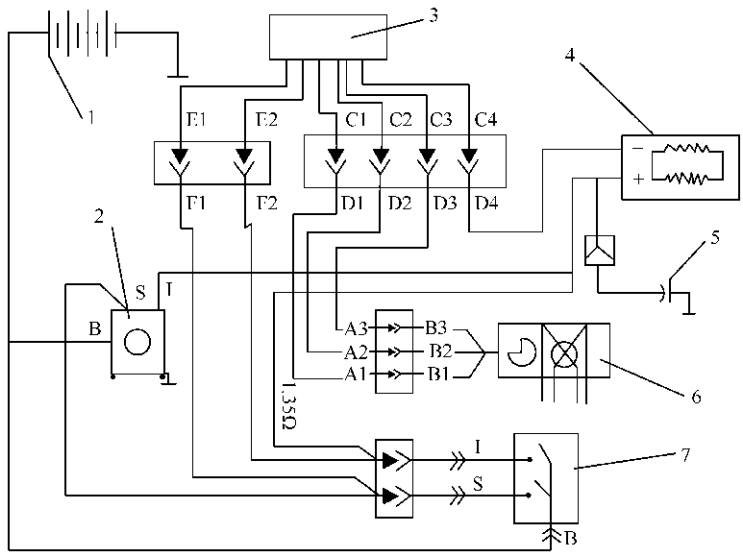


图 3 - 85 切诺基吉普车点火线路简图

;2—启动继电器 ;3—点火控制器 ;4—点火线圈 ;5—电感器 ;6—分电器 ;7—点火开关。

(2) 点火工作原理

在该车的电子点火系统中 , 点火控制器起着点火控制中枢作用。当开启点火开关在启动挡 ON 时 , 启动继电器的“B”接线柱与其上的“I”接线柱相通 , 在点火线圈初级绕组回路中的 1.35Ω 的附加电阻线被短路 , 以使初级电流增大 , 提高次级电压的点火能量。这时 , 当分电器轴旋转 , 磁脉冲传感器将产生 2V 的脉冲电压 , 该 2V 的电压信号将通过 C_2 、 C_3 端子传给点火控制器并经其内部电路放大处理后 , 使 C_1 与 C_4 端子连通 , 进而使点火线圈负极接柱通过点火控制器在分电器处搭铁 , 使初级绕组电路导通。当磁脉冲信号为负值(分电器轴转过一定角度)时 , 点火控制器将使 C_1 与 C_4 间电路切断(由其内的大功率三极管) , 此时由于点火线圈的初级绕组电路断开 , 因此便在其次级绕组中产生大约(2000 ~ 3000)V 的高压电 , 经分电器导线及火花塞点燃汽缸内的混合气。

发动机启动后 , 点火开关回到点火挡 , 此时启动继电器的“B”与“I”断开 , 点火线圈的初级绕组中便自动地串入了一个电阻值为 1.35Ω 的电阻丝 , 以调节点火线圈的工作特性 , 而点火系统的其他工作状态仍保持不变。由此看来 , 在整个点火系统中 , 若点火控制器工作不良 , 必然造成

点火线圈初、次级绕组通断故障 影响发动机工况 轻则造成高压火花时有时无 ,发动机表征为不规则的“突、突”声 重则造成发动机无法启动故障。

(3) 点火控制器的检测

点火控制器汽车制造厂家是不提供其内部线路原理图和相关数据资料的。因此 ,点火控制器为一次性使用件 ,但检测判断其故障在使用中是重要一环。点火控制器故障的检测连接如图 3 - 86 所示。检测方法是 :从车上拆下点火控制器 ,取一只 12V 汽车仪表灯模拟点火线圈 ,观察灯泡的点亮和熄灭来判断点火控制器的性能。同时取单格 2V 蓄电池电压模拟磁脉冲信号传感器产生的电压信号 按图示连接好。其中点火控制器插接件上的 C₁ 接柱端子与蓄电池负极柱相连(若在车上检测则搭铁即可)。导线连接好后 ,观察试灯是否点亮 ,若灯不亮 ,则表明点火控制器已损坏。若试灯点亮 ,再将 C₂ 与 C₃ 端子两接线对调 ,再观察试灯仍点亮 ,则也判断点火控制器损坏。若试灯在 C₂ 与 C₃ 两接线对调后不亮 ,则表明点火控制器良好可用。若试灯只有微微点亮状态 ,也应判定点火控制器内部有故障 ,应更换新件。

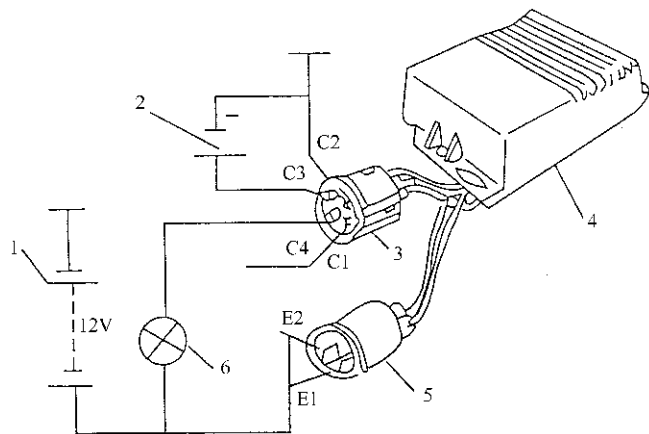


图 3 - 86 点火控制器检测的连接
;2—单格蓄电池 ;3—四位插接器 ;4—点火控制器 ;5—两位插接器 ;6—指示灯。

3. 切诺基发动机 ECU 故障的诊断

(1) 故障特征

切诺基车装用 4. 0L 六缸电喷发动机 ,ECU 是 60 针的 SBEC - II 型。在行驶中突然熄火无法启动 ,初步检查除无高压火花外 ,其他基本属于正常。

(2) 故障诊断

- ① 调取 ECU 存储的故障代码。在 5s 内将点火开关“开、关、开、关、开” ,此时仪表板上的“CHECK”灯开始闪烁故障代码 ,一共显示出“12”(ECU 曾经断过电)、“14”(进气压力传感器)、“21”(氧传感器)、“22”(水温传感器)、“24”(节气门位置传感器)、“54”(同步信号传感器) ,最后是“55”(结束码)。
- ② 在同一辆车上 ,同时多个传感器都发生故障的机率极小 ,很可能是它们所共用的火线或接地线出现故障的可能性较大 ,或 ECU 出现故障。
- ③ 该车故障主要是无高压火花 ,应先重点检查同步信号传感器。将点火开关置于“ON”挡 ,用万用表电压挡 黑表笔接蓄电池负极、红表笔接分电器上三线插座的桔黄色线上(不拔插座从其背面接入) ,此时电压为 8V ,属正常。再将红表笔接在褐/黄色线上 ,点火开关置于启动挡 ,使

发动机运转,此时万用表读数在(0~5)V之间波动,表明同步信号传感器属于正常。

④ 再检查黑/蓝色线,即传感器地线。将黑表笔接黑/蓝色线。再次测量,桔黄色线上只有1.7V左右电压,而褐/黄色线上的信号电压更微弱。测量黑/蓝色线与蓄电池负极间的电阻值达几k Ω (正常电阻值小于1.5 Ω)。由于ECU本身搭铁良好,显然是ECU内部发生故障。

⑤ 将传感器地线与ECU的地线短接后,消除故障码,一次就启动发动机了。

⑥ 该车故障是由于传感器地线在ECU内部出现故障,导致几个传感器在非正常电压下工作,而ECU又误认为传感器有故障,致使发动机无法启动。

4. 切诺基发动机ECU内部开路故障的诊断

(1) 故障特征

北京切诺基吉普车装备4.0L六缸电控多点汽油喷射发动机,在行驶途中突然熄火,多次启动不着车,该车发动机配电中心的F15保险丝曾屡次熔断过,这次熄火经检查也是F15保险丝烧断,但更换仍不能启动发动机。

(2) 故障检测诊断与分析

① 打开点火开关进行故障自诊断,无故障代码输出。利用DRB-II检测仪对发动机控制器(SBEC)进行测试,结果也无任务故障显示。

② 对线路进行检查,发现氧传感器的预留线束由于与排气歧管相接触而烧结,线束的四根电线互相连在一起,造成F15保险丝熔断可能就是由此搭铁所致。

③ 按照图3-87所示焊接并包扎好该处线束后,启动发动机仍不着火。

自诊断系统或电脑检测仪检查不出的故障,属于线路接触不良或松动开路的软性故障。

④ 拔下曲轴位置传感器进行检测,打开点火开关,测量传感器A端的工作电压为8V,C端的工作电压为5V,而电阻值则为无穷大(属于异常)。于是关闭点火开关,再测C端的工作电压为0V,电阻值仍为无穷大。由此判断曲轴位置传感器有断路之处,不能构成传感器的工作回路,因此无法为发动机ECU(即SBEC)提供正确的控制信号,故而发动机不能启动。

⑤ 拆下发动机ECU端的插头,测量4号端子与C端子之间的线路正常,再测量ECU的4号端子与5号端子之间的电阻值,其值高达数千欧姆。而正常的ECU在不接线的情况下,测量4号端子、5号端子、11号端子、12号端子之间是彼此相通的,电阻值应近似为(0~10) Ω 。由此判定,由于传感器电路不能构成回路,无法向控制器提供正确的信号。原因在于ECU的内部故障,故发动机无法启动。

⑥ 从电路图中看出,氧传感器的A端与电动汽油泵继电器相连,其工作电压为发电机的发电电压,它的D端与其他各传感器相连并接在发动机ECU的传感器地线上,即发动机ECU的4号端子上。当氧传感器A端与D端的线路受热粘结在一起后,给此线加上发电机的端电压造成短路,使发动机ECU的4号端子的内部电路承受很大的冲击电流,由此使得F15保险丝承受不住过高的电流而熔断。也由于多次启动,更造成发动机ECU的内部保护电路也因承受过高的电流而损坏。

⑦ 由于短路而造成传感器地线与信号地线之间的保护电路开路,使各传感器不能正常接地,失去电源而不能工作,发动机ECU也因接受不到来自各个传感器的信号而使其控制失效,导致发动机无法启动。

⑧ 验证:用跨接线使4号端子与发动机机体搭铁,启动发动机着车。但运行工况不良,且运行5min后就自动熄火。这表明将4号端子在发动机ECU外部强行搭铁后,使各传感器有了工作电压,形成了工作回路。各传感器能正确输出信号给发动机ECU,发动机能够启动。

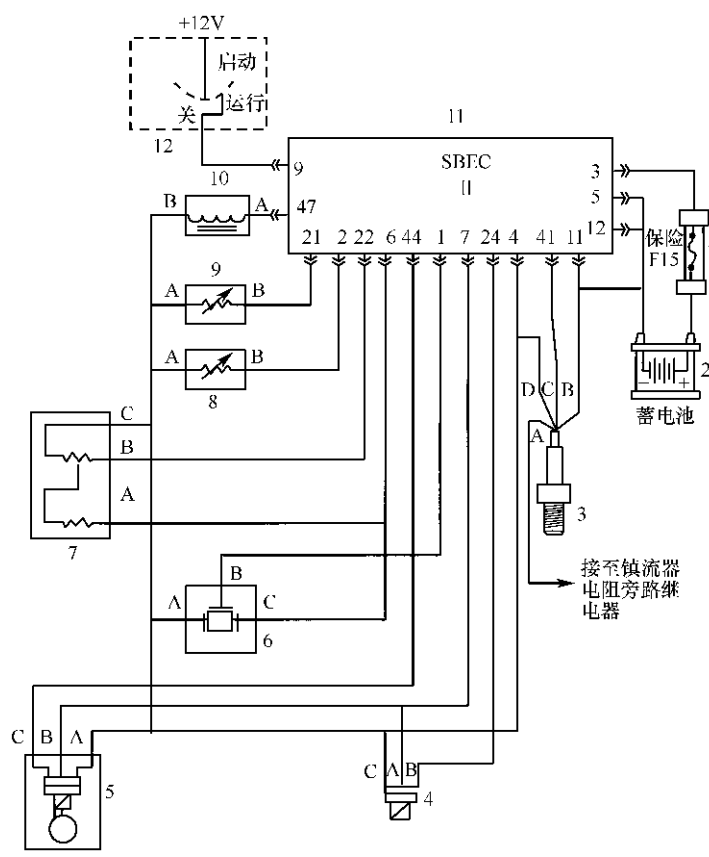


图 3 - 87 切诺基发动机 ECU 控制电路

15 保险丝 ;2—蓄电池 ;3—氧传感器 ;4—曲轴转角传感器 ;5—同步信号发生器 ;
歧管绝对压力传感器 ;7—节气门位置传感器 ;8—水温传感器 ;9—进气温度传感器 ;
10—速度传感器 ;11—发动机控制器 ;12—点火开关。

由于 4 号端子在 ECU 内部还与其他控制电路有关联 ,起到调整发动机 ECU 和其他回路的作用 ,因此外部强制搭铁虽能够使有关传感器产生工作信号输出 ,但发动机 ECU 的调控作用丧失 ,从而使发动机无法正常运行。由此也判定 ECU 内部是开路损坏。当更换一只 ECU 后 ,发动机的一切工作恢复正常。

⑨ 无论点火开关打开与否 ,在发动机 ECU 的 4 号端子与 5 号端子、11 号端子、12 号端子之间是相通的 ,电阻值近似为 0Ω ,否则为不正常。当 4 号端子在 ECU 内部发生断路 ,打开点火开关 ,可在 4 号端子上测到约 5V 的电压 ,而正常时则电压应为 0V ,电阻值近似为 0Ω。此类故障在 ECU 外部使 4 号端子强制搭铁 ,发动机可以启动 ,但工作不良会自动熄火。

5. 北京切诺基 2021 型吉普车高速行驶突然熄火故障诊断

(1) 故障特征

该车装用 2.5L 四缸电喷发动机 ,在 110km/h 车速行驶中突然熄火 ,再也不能启动。

(2) 故障原因

经检查为发动机飞轮边缘脏污影响信号的产生。

(3) 故障诊断

① 首先检查电路系统。对火花塞间隙偏大的进行调整 线束插头进行清洁处理提高连接可

靠性,发现曲轴位置传感器(CKP)信号异常,对其进行更换,但仍不能启动。

② 用该车专用 DRB - III 检测仪进行检测,读取故障代码为点火信号装置故障。

③ 再次检查 CKP 的安装位置正常,但发现发动机飞轮边缘粘附着一层塑料融化污物,使曲轴位置传感器无法产生电压信号。

④ 检查离合器摩擦片时,发现其磨损严重。车辆在高速行驶时,由于离合器处于半联动滑摩状态下工作,由此产生高温使发动机飞轮发热,造成靠近飞轮安装的 CKP 受热塑料层融化,飞甩到飞轮边缘上,使 CKP 产生信号受阻。

⑤ 经消除飞轮边缘的塑料融化污物(原损坏 CKP 的残留物)后,发动机迅即启动,故障排除。

6. 北京切诺基 2021 型吉普车故障指示灯常亮、怠速不稳故障的诊断

(1) 故障特征

该车装备 4.0L 六缸电喷发动机。使用中发现发动机故障指示灯常亮不熄,启动后怠速运转不良,加速性能差。

(2) 故障原因

经检查为进气温度传感器(IAT)信号微弱,节气门位置传感器(TPS)输出电压信号低。

(3) 故障诊断

① 针对发动机故障指示灯常亮不熄,用 DRB - III 检测仪检测读取故障代码为“23”,表明进气温度传感器输入信号电压低于最低接受界限;同时也读出故障代码“24”,表明节气门位置传感器输入信号电压低于最低接受界限。

② 检查进气温度传感器发现插头松动,将其插接牢固,并更换一只新的节气门位置传感器(TPS)。

③ 检查其他无异常。消除故障码后启动发动机运转正常,故障指示灯也自动熄灭。

7. 切诺基车发动机加速时进气管回火放炮故障诊断

(1) 故障特征

该车装用 4.0L 六缸电控发动机,行驶加速中进气歧管回火放炮、动力下降,启用自诊断系统无故障码输出。

(2) 故障诊断与分析

① 自诊断系统无故障码输出,表明发动机电控系统无故障。

② 对进气歧管绝对压力传感器(MAP)和节气门位置传感器(TPS)进行检测,技术参数正常,供油系统油压检测,其压力在(131 ~ 269)kPa 之间。符合标准要求。

③ 检测汽缸压力和密封性,属正常范围。

④ 根据故障特征进气回火放炮,混合气过稀是常见原因。对于 4.0L 六缸电控发动机混合气过稀与发动机冷却液温度传感器(ECT)和进气歧管温度传感器(IAT)有关。从电控发动机工作原理可知,这两个温度传感器为负温度系数电阻,再检测这两个传感器的连接器其电阻为无穷大。对于热发动机来讲,拔下这两个传感器的连接器有增加喷油的补偿作用,于是拔下两温度传感器启动发动机试验,加速回火故障消失。

⑤ 更换两温度传感器后,再次启动发动机试验。故障又重新出现,表明故障并不在两个传感器,而拔下传感器的连接器发动机加速回火故障暂时消失,是由于喷油增加的补偿作用所致,也表明该车发动机混合气确实过稀。

⑥ 据此拆下喷油器进行检查。发现喷嘴有积炭较脏,对喷油量测试,各喷油器喷油量很不均匀。在清洗机上对喷油器进行清洗调整,装好重新启动发动机试验,故障彻底排除。

8. 北京切诺基汽车热车起步“发撞”故障的诊断

(1) 故障特征

该车装用 4.0L 六缸发动机电控多点汽油喷射系统,怠速工况良好,热车(温度在 90℃)起步就发撞、发动机抖动。

(2) 故障诊断与分析

① 检查点火系统工作正常。

② 检查汽油滤清器、喷油器、油压调节器、测试电动汽油泵的供油压等均属正常。

③ 利用自诊断功能读取故障代码,方法是反复转动点火开关(即开—闭—开—闭—开)三次,故障显示灯熄灭后,重新开始闪亮,先闪亮的次数为十位数字,间隔一会儿再闪亮的次数为个位数字,最后仪表板上发动机检查灯显示故障代码为“24”,查表 3-22 故障代码的含义是:节气门位置传感器输出的电压过低或过高。

④ 据检查更换了节气门位置传感器,试车故障依然存在。进一步对节气门位置传感器的线路测试时发现中间输出端电压忽高忽低现象,表明线路局部故障。更换从节气门位置传感器中间输出端子至 ECU 控制器插接器的导线后,故障得到彻底排除。

五、威驰、奇瑞、富康轿车发动机油电路检测与故障诊断

(一) 威驰轿车发动机点火正时及怠速的检查与调整

威驰装备 5A - FE(1.498L/78kW)、8A - FE(1.342L/63.4kW)两种电控发动机。

1. 8A - FE 发动机点火正时的检查与调整

检查点火正时时,应先将发动机预热到正常工作温度。将转速表和正时灯连接到发动机上,转速表探针连接在检查用连接器 IG(-)端子上。严禁转速表的端子接地,否则会造成点火器或点火开关线圈损坏。检查时应注意,有些转速表与此点火系统是不相容的,在使用时应先确认转速表装置的相容性。

(1) 检查

① 用专用维修工具连接检查用连接器的端子 TE_1 和 E_1 ,并在发动机转速保持(1000 ~ 1500)r/min 达到 5s 后,检查它回到怠速转速的情况。

② 用正时灯检查点火正时,如图 3-88 所示。点火正时标准值为:怠速运转时上止点前 10°(变速器处于空挡)。

(2) 调整

① 如需调整时,应松开 2 个分电器固定螺栓,并通过转动分电器外壳来调整点火正时,如图 3-89 所示。

② 调整后拧紧 2 个固定螺栓,再检查点火正时。

③ 进一步检查点火正时。怠速运转时,点火正时为上止点前 7° ~ 17°(变速器处于空挡)。正时记号在 7°到 17°范围内应能移动,如图 3-90 所示。

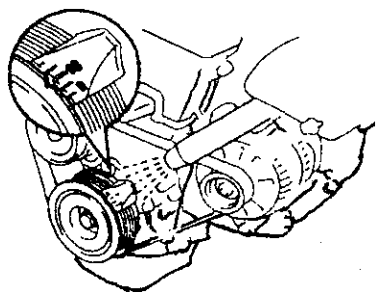


图 3 - 88 正时灯检查点火正时

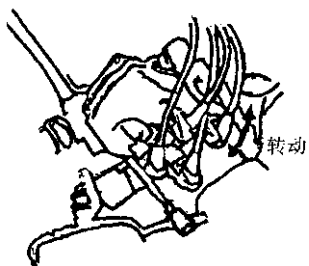


图 3 - 89 转动分电器壳
调整点火正时

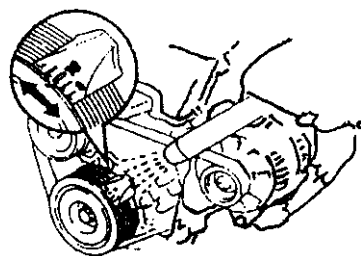


图 3 - 90 正时灯检查正时记号

2. 5A - FE 发动机点火正时的检查与调整

(1) 检查

① 将发动机暖机 将测试仪接到 DLC3 上 点火正时应为 $10^{\circ} \sim 20^{\circ}$ 。使用连接线短接 DLC3 的 13(TC)端子和 4(CG)端子 确保不要接错 否则会损坏发动机的电控元器件 短接时 应把所有电器系统关闭 在冷却风扇电机断开时进行检查。

② 用正时灯检查点火正时 点火正时应为 $8^{\circ} \sim 12^{\circ}$ 。检查点火正时时 变速器应在空挡位置。让发动机转速保持在 $(1000 \sim 1300) \text{r/min}$ 达 5s 以后 在怠速时检查。

③ 取下 DLC3 上的短接线 在怠速时检查点火正时 点火正时应为 $10^{\circ} \sim 20^{\circ}$ 。发动机转速升高时 点火正时提前角增大。

(2) 调整

① 将转速计和正时灯安装在诊断插座 IG 端子上(注意:千万不要让转速计的端子接地,否则会烧坏点火器或点火线圈),启动发动机,使发动机达到正常工作温度。

② 检查点火正时 怠速应符合规定。

③ 用正时灯检查点火正时。怠速时点火提前角应为上止点前 10° 若点火正时不符合要求,可松开分电器的 2 个固定螺钉 转动分电器壳 直至符合规定后拧紧固定螺钉 再次检查点火正时。

3. 威驰轿车发动机怠速转速的检查与调整

8A - FE 发动机怠速转速标准值为 $(650 \sim 750) \text{r/min}$ 5A - FE 发动机为 $(670 \sim 770) \text{r/min}$ 。

(1) 调整和测量 V_F 电压

① 如图 3 - 91 所示 将万用表正表笔插入检查插头 V_F 端子 负表笔插入 E_1 端子。

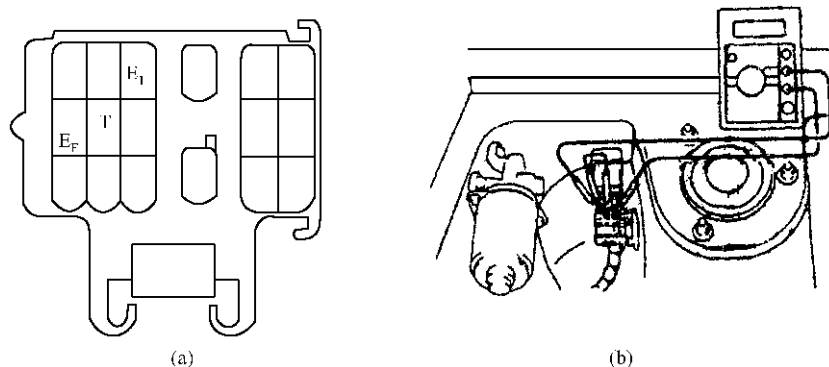


图 3 - 91 万用表笔与端子的插入

② 万用表量程置于 10V 挡。

③ 使发动机转速在 2500r/min (1.3L)、 2800r/min (1.5L) 保持 90s 使氧传感器处于热态。

④ 短接检查插头 T 和 E_1 端子。

⑤ 发动机转速保持在 2500r/min (1.3L)、 2800r/min (1.5L) 确认万用表指针在 $(0 \sim 5) \text{V}$ 之间变化 10s 内变化 8 次以上为符合标准。

⑥ 拆除 T 和 E_1 端子的短接线。

⑦ 检测怠速转速下 V_F 的电压 标准值为 $(2.5 \pm 0.7) \text{V}$ 。

⑧ 检测怠速转速下的 CO、HC 浓度。

(2) 怠速的检查条件

发动机处于正常工作温度,装有空气滤清器,进气系统所有管道和软管均已连接好;所有真空管路连接正确;电控汽油喷射(EFI)系统的导线连接器均已完全插接好;关闭所有工作的附属设备;点火正时设置正确。

(3) 检查

① 连接转速表,如图 3-92(a)所示,将转速表探针连接在检查用连接器 IG(-)端子上;如图 3-92(b)所示,用专用维修工具连接检查用连接器的端子 TE₁ 和 E₁。当发动机转速保持在(1000~1500)r/min 达 5s 后,检查它回到怠速时的运转情况。

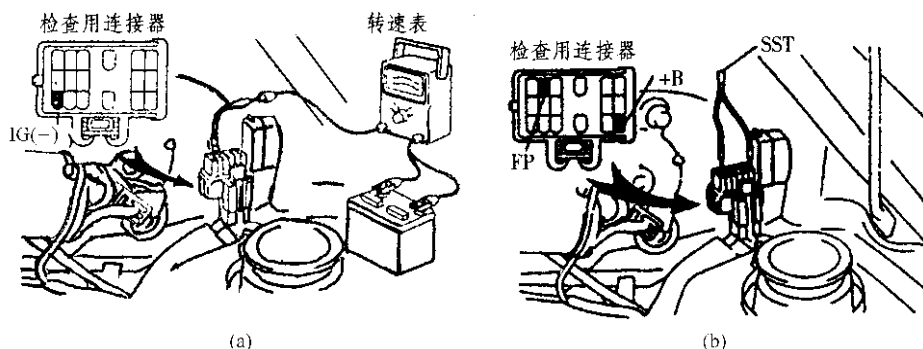


图 3-92 转速表的连接及怠速的检测

(a) 转速表针接在 IG(-)端子上;(b) 短接连接器的端子 TE₁ 和 E₁。

② 检查怠速转速,怠速转速(冷却风扇关闭时)应为 (700 ± 50) r/min。如果怠速转速不符合规定,则应检查怠速控制阀(ISC)系统。

③ 卸下转速表。

4. 威驰电喷发动机汽油系统的检测

(1) 汽油系统检测法

① 电动汽油泵的运转情况检查。

a. 不启动发动机,用跨接线将检查连接器“+B”、“FP”两端子短接如图 3-93 所示,接通点火开关,使汽油泵连接。

b. 用手握住来自汽油滤清器的进油管,应感到有压力。打开汽油箱盖,在加油口处察听,应听到汽油泵的运转声。如果没有压力和运转声,应检查熔断丝是否损坏,EFI 主继电器是否有故障,汽油泵控制电路有无断路、短路或接触不良之处。必要时,进行修理或更换。若经检查,上述一切正常,表明汽油泵有故障,应修理或更换。

② 发动机不运转时,汽油压力的检查。

a. 取下蓄电池负极导线,释放汽油系统压力,并将汽油压力表接在输油管路上,然后接上蓄电池负极导线。

b. 用跨接线将检查连接器“+B”、“FP”两端子短接,接通点火开关,查看汽油压力表读数,其值应为 $(265 \sim 304)$ kPa。如果压力过高,应修理或更换汽油压力调节器;如果压力过低,应检查汽油泵、汽油滤清器、汽油压力调节器、汽油压力控制真空调节阀和连接管路是否有故障,必要时进行修理或更换。

③ 发动机怠速运转时汽油压力的检查。

a. 断开点火开关,取下检查连接器上的跨接线。

b. 拆下汽油压力调节器上的真空管并用塞子堵住管口,使发动机怠速运转,查看汽油压力表读数,其值应为(265 ~ 304)kPa。

c. 接上汽油压力调节器上的真空管,再次查看汽油压力表读数,其值应为(226 ~ 265)kPa。如果检查结果与上述规定不符,应检查真空管是否损坏,汽油压力调节器是否有故障,必要时进行修理或更换。

④ 发动机热机后汽油压力的检查。

a. 启动发动机,使水温在 90 ~ 100 后,使其熄火停机。

b. 启动发动机,使转速控制在中、高速运转,查看汽油压力表的读数,其值应为(265 ~ 304)kPa。如果此时的压力过低,应检查汽油压力控制真空调节阀、冷却液温度传感器、发动机电控器 ECU 等是否有故障,控制电路有无断路、短路或接触不良之处,必要时进行修理或更换。

⑤ 汽油系统密封性的检查。

a. 断开点火开关,使发动机熄火停转。

b. 等待 5min 后,查看汽油压力表读数,其值应不低于 147kPa。如果汽油压力低于 147kPa,则表明汽油系统密封性不良,应检查电动汽油泵、汽油压力调节器、喷油器和连接器管路是否有故障,必要时进行紧固、更换零件修理。

⑥ 喷油器工作状况的检查。

a. 启动发动机,热机后使其怠速运转,用听诊器或长起子倾听各缸的喷油器应有清脆的、并随发动机转速改变而变化的“嗒、嗒”声,如图 3 - 94 所示。如果声响很微弱,则表明喷油器工作不良,大多为针阀卡滞所致,应进行清洗或更换,如果听不到喷油器发出的声音,表明喷油器没有工作,应进一步检查。

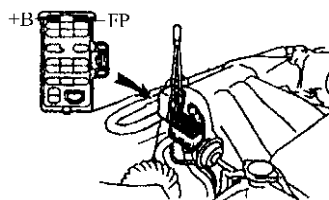


图 3 - 93 检查连接器位置



图 3 - 94 喷油器工况的检查

b. 检查喷油器电磁线圈是否损坏,喷油器控制电路是否有断路、短路或接触不良之处。如果喷油器电磁线圈及控制电路均正常,表明喷油器针阀已卡死,结炭过多,应进行专门清洗、修理或更换。

(2) 汽油系统主要部件的检测

① 电动汽油泵的检测。

a. 断开点火开关,拔下汽油泵配线连接器,用数字式万用表电阻挡检查汽油泵 4、5 两端子间的电阻,如图 3 - 95 所示,其值应为(0.2 ~ 0.3)kΩ。如果检测的电阻值不符,则表明汽油泵有故障,应更换。

b. 用导线将蓄电池正极与汽油泵端子 4 相接,负极与端子 5 相接,如图 3 - 96 所示,对汽油泵施加电压(应不超过 10s),查看汽油泵是否运转。如果不运转,则表明汽油泵有故障,应更换。

c. 将汽油泵浸没在不可燃的试液内,用导线将蓄电池正负极分别与汽油泵 4、5 两端子相接,对汽油泵施加电压,汽油泵出油口应有大量汽油流出。如果汽油泵不运转或出油量很小,则

表明汽油泵有故障,应进一步检查或更换。

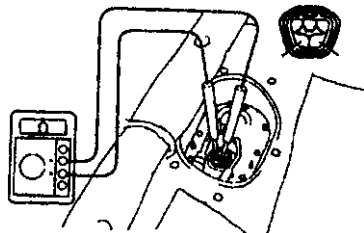


图 3-95 汽油泵电阻的检查

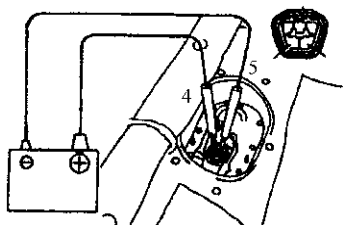


图 3-96 汽油泵的通电检查

② 喷油器的检测。喷油器的检测最好在喷油器清洗试验台上进行,如果没有条件,也可按下述方法进行。

a. 断开点火开关,拔开各缸喷油器配线连接器,用万用表电阻挡检查喷油器两端子间的电阻如图 3-97 所示,其电阻值应为 $(13.4 \sim 14.2) \text{ k}\Omega$ (20 $^{\circ}\text{C}$)。如果测得值与规定值不符,表明喷油器电磁线圈有故障,应更换喷油器。

b. 脱开蓄电池负极导线,拆下喷油器及相关部件,连接好测试管路,并将喷油器放到量筒内。

c. 用跨接线将检查连接器“+B”、“FP”两端子短接,装上蓄电池负极导线。

d. 接通点火开关,用专用导线将蓄电池两极与喷油器两端子相接如图 3-98 所示,对喷油器施加电压,使其喷油。

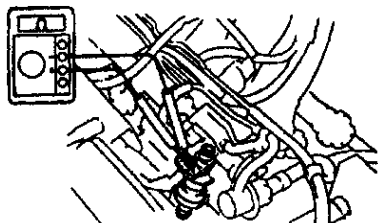


图 3-97 电磁线圈电阻的检查

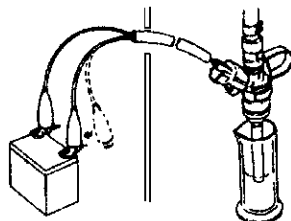


图 3-98 喷油器喷油量的检查

e. 检查喷油器的喷油情况,并用量筒测量 15s 的喷油时,其规定值为 $(55 \sim 70) \text{ mL}$ 。每个喷油器应测量 3 次,取其平均值,并且各喷油器喷油量之差应不大于 6mL。如果测得值与规定值不符或喷油雾化不良,表明喷油器有故障,应进行清洗或更换。

f. 断开点火开关,取下专用导线,停止向喷油器供电,查看喷油器喷口的漏油量,其规定值为每分钟 1 滴或更少。如果测得值不符合规定,表明喷油器密封性不良,应进行清洗或更换。

(二) 奇瑞轿车电喷发动机油路的检测

上汽奇瑞轿车装备的 CAC480M 发动机为单点汽油喷射系统, SQR480ED 发动机为多点汽油喷射系统,这两种发动机的汽油喷射系统均采用意大利玛瑞利公司的产品。其 SQR480EB 和 SQR480EC 发动机采用的是摩托罗拉的多点汽油喷射系统。

1. CAC480M 发动机油路的检测

CAC480M 发动机采用的 I. A. W. 6F 型单点汽油喷射系统,其汽油系统主要由汽油泵、汽油滤清器、喷油器、汽油压力调节器及供油管等组成。汽油系统的工作过程是:电动汽油泵向喷油器提供足够压力的汽油,喷油器再根据 ECU 提供的控制信号定时、定量向进气管喷射汽油,以满

足发动机工作的需要。

(1) 电动汽油泵的检测

电动汽油泵安装在汽油箱内,汽油箱的底壳上有局部凹陷构成油池,如图 3 - 99(a)所示。汽油泵由永磁电动机、单向阀、安全阀等组成,其结构如图 3 - 99(b)所示。永磁电动机通电后,带动泵体旋转,将汽油从进油口吸入,汽油流经汽油泵的内部,再从出油口被压出,给汽油系统供油。汽油泵的泵油量为 80L/h,多余的汽油流入汽油箱内。汽油泵由 ECU 直接控制,因而保证:发动机转速低于 50r/min 或发动机停机时,汽油泵自动断电。点火开关处于“ON”位置,无需启动发动机,汽油泵即开始工作。

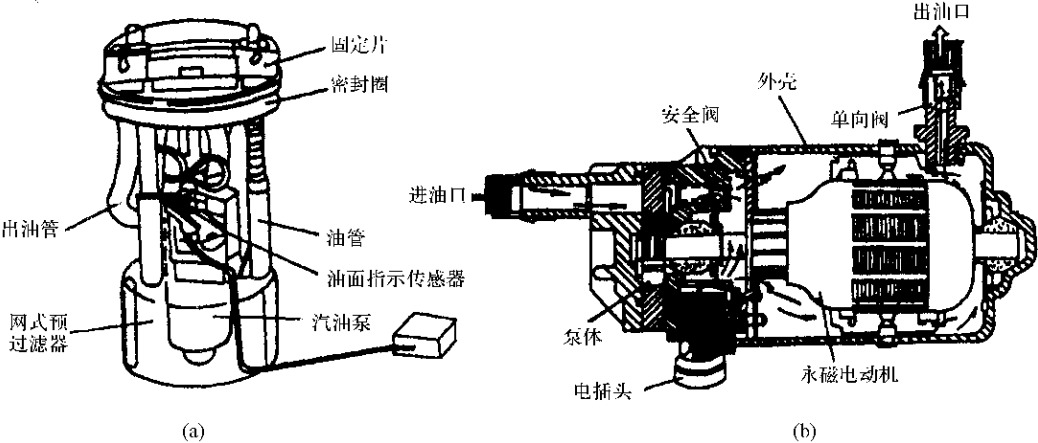


图 3 - 99 汽油泵安装位置与结构

- ① 检查汽油泵滤网是否堵塞、破损,若有堵塞应清洗干净,若破损应予以更换。
- ② 查听汽油泵运转声音,判断其是否损坏。汽油泵损坏前,其工作噪声比正常时明显增大。
- ③ 测量汽油泵电枢绕组的阻值,一般应在(10 ~ 20)Ω,若阻值过大或过小,说明汽油泵电枢绕组短路、断路或电刷接触不良。
- ④ 拆下汽油泵的出油管,将汽油泵的接线柱分别接至蓄电池的正、负极,用量杯在出油口处测量流出的汽油量,30s 内泵油量应不少于 0.6L,否则说明泵体或安全阀有故障,应更换汽油泵。
- ⑤ 汽油系统的压力应保持在(100 ± 10)kPa,若系统压力不正常,应检查汽油压力调节器,若调节器正常,则为汽油泵损坏,应予以更换。

(2) 汽油压力调节器的检测

汽油压力调节器安装在节流阀体上,其结构如图 3 - 100 所示。汽油压力调节器为机械膜片式,通过管路分别与喷油器和汽油箱连接,利用弹簧和膜片的作用,使输送给喷油器的汽油压力保持在(100 ± 10)kPa。

- ① 检查汽油压力调节器是否变形,若变形严重应更换。
- ② 当喷油器供油管压力高于 110kPa 时,膜片下方的压力超过膜片上方的压力,使膜片上升并与针孔阀分离,多余的汽油经针孔阀流回汽油箱。汽油压力调节器损坏,会引起油压过高或过低,若油压过高,说明汽油压力调节器损坏,应予以更换;若油压过低,则汽油泵和汽油压力调节器都有可能损坏,应分别予以检修。
- ③ 汽油压力调节器通过调节螺钉设定好,不需对其进行调整。

(3) 喷油器的检测

喷油器也安装在节流阀体上,喷油器的结构如图 3 - 101 所示。喷油器的工作压力在出厂时已调定,喷油器是电磁式的。ECU 的电磁脉冲控制其锥形针阀的打开和关闭,定时、定量地将汽油喷入进气管中,保证发动机工作所需的汽油。

① 喷油器电磁线圈的阻值为 $(18 \pm 1.8) \Omega$ (20) ,供电范围为 $(6 \sim 16) V$,工作温度范围为 $-30 \sim 100$,正常喷油时间为 $(1 \sim 4) ms$ 。测量电磁线圈的阻值,若阻值不在规定范围内,说明电磁线圈损坏,必须更换喷油器。

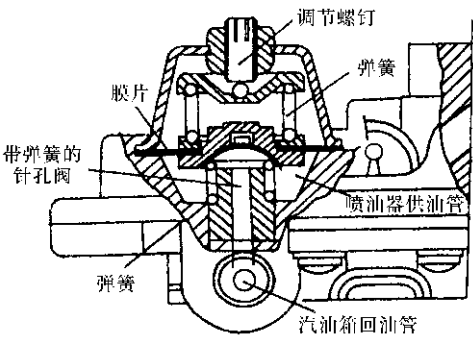


图 3 - 100 汽油压力调节器剖面图

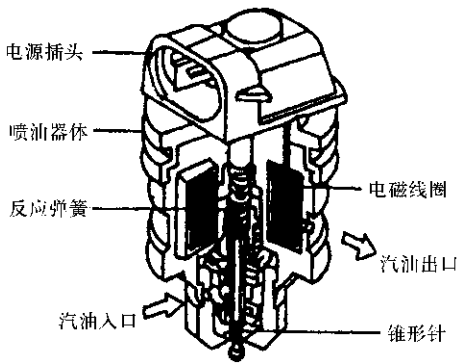


图 3 - 101 喷油器结构

② 拆下喷油器,检查喷油器是否堵塞或泄漏,若有堵塞或泄漏,应进行清洗,若清洗无效则应更换。

③ 在喷油器插头的 2 个端子之间施加电压,检查喷油器能否正常开闭,查听喷油器有无动作声,若没有动作声,说明喷油器损坏,应更换。

(4) 汽油滤清器的检查

汽油滤清器安装在汽车底部靠近汽油箱的地方,一端与节流阀体的进油管相通,另一端与汽油泵的出油管相通,如图 3 - 102 所示。汽油滤清器的作用是将汽油中的氧化铁、粉尘等固体杂物除去,防止汽油系统堵塞和相关元件磨损。

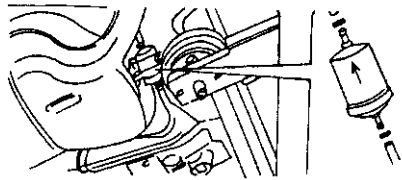


图 3 - 102 汽油滤清器的安装位置

① 汽油滤清器每行驶 3000km 必须更换一次。

② 汽油滤清器外壳上标有汽油流向的箭头,不能反向安装,一旦装反,必须立即更换汽油滤清器。

(5) 燃油管的检查

检查汽油管有无弯曲、变形或破损,若有不良,应修复或更换。

2. SQR480EB 和 SQR480EC 发动机油路的检测

这两种发动机的汽油系统主要由电动汽油泵、汽油滤清器、喷油器、汽油压力调节器及供油管等组成。

(1) 汽油系统压力的检测

先释放汽油系统的压力,然后接上汽油压力表,启动发动机并怠速运转,读取汽油压力表的读数,应为 $(294 \pm 5) kPa$ 。

(2) 汽油压力分析

若汽油系统的压力与标准值不符,应查找故障原因。若汽油压力高于标准值,应检查汽油回

流管是否堵塞或挤扁,汽油压力调节器工作是否正常;若汽油压力低于标准值,应检查汽油管路是否渗漏,汽油滤清器是否堵塞,汽油压力调节器工作是否正常,汽油泵是否磨损。

(3) 汽油泵的检查

① 接通点火开关,但不启动发动机,油泵运转 1s 后停止运转。启动发动机后,可听到油泵运转的声音,如果油泵不运转,应先检查熔断丝、油泵继电器、油泵电路等,然后检查油泵本身。

② 检查油泵滤网是否堵塞或破损,若不良,应清洗或更换。

③ 检测汽油系统压力,确定油泵是否损坏。

(4) 喷油器的检测

① 检查喷油器电阻,标准值为 $(13.70 \pm 0.68) \Omega$,若与标准值不符,应更换喷油器。

② 检查喷油器喷孔处是否有积炭或结胶,若有应清洗。一般情况下,若车辆长期不使用,应(2~3)个月启动一次,喷油器应每年清洗一次。

(5) 汽油压力调节器

汽油压力调节器的作用是使输送给喷油器的汽油量保持在恒定的范围内,多余的汽油通过回油管流回油箱,其工作状况的好坏可通过对汽油系统压力进行测试来确定。

3. SQR480ED 发动机油路的检测

SQR480ED 发动机汽油系统主要由电动汽油泵、汽油滤清器、喷油器、膜片式汽油压力调节器及供油管等组成。

(1) 电动汽油泵

电动汽油泵安装在油箱内,正常情况下工作流量为 90L/h。油泵由 ECU 通过继电器控制,油泵有以下 3 种工作情况。

① 点火开关打开 2s 但发动机不启动,油泵工作。

② 发动机运转时油泵连续工作。

③ 发动机低于一定转速时(约 50r/min)油泵停止工作。

(2) 汽油压力调节器

汽油压力调节器也位于油箱内,并按 0.35MPa 的固定压力标定。

(3) 喷油器和汽油导轨

喷油器喷油压力为 0.35MPa,并与喷油器轴形成 15° 锥角。喷油器固定于汽油导轨上,即汽油导轨将喷油器压到进气歧管的固定座上,喷油器用 2 个“O”形圈密封。

(4) 汽油滤清器

汽油滤清器位于油箱外,安装汽油滤清器时应注意油流方向标记。

(三) 富康轿车电喷发动机故障的诊断

1. 富康 RL 型轿车在行驶途中无规律地熄火故障诊断

(1) 故障特征

富康 RL 型轿车,装用 TU3JP/K 型 1.4L 电喷发动机,在行驶中发动机经常出现无规律熄火故障,但熄火后发动机又能立即启动。

(2) 故障原因

发动机转速信号传感器安装松动,造成信号时有时无。

(3) 故障诊断

① 原地检查点火系统、汽油供给系统工作均属正常。经路试,在一段不平路面上行驶时,发动机突然熄火几次,在熄火前没有任何征兆,但熄火后又能立即启动。

② 试车分析认为,故障可能发生在点火系统或电控系统,其原因可能是电器元件安装不牢固或插头松动接触不良所致。

③ 启动发动机怠速运转,用手轻轻地摇动点火系统的电子元件和插头,发动机怠速运转良好,没有异常或熄火现象出现。

④ 再用手轻摇电控系统的节气门位置传感器、冷却液温度传感器等,发动机运转正常。而当摇动离合器壳体上的发动机转速传感器时,发动机便突然熄火。

⑤ 拔下发动机转速传感器插头检查,插头反插座无异常现象,而发现发动机转速传感器的固定螺栓是松动的,将固定螺栓拧紧后,发动机无规律熄火故障排除。

⑥ 发动机转速传感器的作用是:在发动机工作时,确定发动机的转速和曲轴转角的位置,并将信号传送给发动机 ECU,而 ECU 根据转速传感器的信号,控制点火线圈跳火时刻(即点火提前角)和汽油喷射量,以调整发动机的最佳工况。

发动机转速传感器由线圈和磁铁心组成。发动机转速传感器正对飞轮上的感应齿圈,齿圈均匀分布着 60 - 2 个齿,所缺的两个齿正对一缸压缩上止点。也就是说 58 个齿是用来感应发动机转速的,所缺两个齿是用来确定一缸压缩行程上止点的。转速传感器与齿圈的间隙规定为 $(1 \pm 0.5) \text{ mm}$ 。

该车发动机无规律熄火故障,是由于发动机转速传感器松动造成的。当汽车颠簸振动时,发动机转速传感器与齿圈的间隙在瞬间发生了变化,发动机 ECU 不能接受转速传感器的信号,也就无法控制点火、喷油等执行元件的正常工作,造成发动机熄火。熄火后,转速传感器与齿圈的间隙又达到标准值,发动机又可顺利启动。

2. 富康 AL 型轿车发动机怠速不稳动力不足行车困难故障诊断

(1) 故障特征

该车装用 TU5JP/K 型 1.6L 电喷发动机,发动机怠速不稳,转速表指针明显摆动,打开空调开关,发动机转速下降抖动加剧,行驶明显动力不足,行驶速度不稳定。

(2) 故障原因

供油系统汽油压力调节器损坏。

(3) 故障诊断

① 从故障特征判断,发动机供油系统油压不足分配不均。检查汽油供给系统无漏油漏气之处,当断开喷油器的控制连接导线后发动机抖动更严重,由此表明各喷油器工作正常。

② 用 ELLT 故障诊断仪提取发动机 ECU 内储存的故障代码为“31”,其含义为混合气浓度调节器暂时性故障。造成混合气浓度调节器暂时性故障的主要部件是汽油压力调节器。汽油压力调节器的作用在于向喷油器提供稳定的压力汽油,如发生故障必然使供给喷油器的汽油压力波动,从而使进入汽缸内的喷油量时多时少。

③ 检查汽油压力调节器的方法十分简单。拆下回油管堵住出口,看发动机运转情况有无变化。如有变化,证明汽油压力调节器工作正常,否则为有故障。检查结果无变化,表明汽油压力调节器存在故障。

④ 清洁曲轴箱通风管及过滤网,清洁怠速控制阀体,更换汽油压力调节器,发动机运转正常,动力强劲,故障排除。

⑤ 汽油压力调节器使喷油器电磁阀中的汽油压力与进气管负压之差,始终保持为恒定值 250kPa,从而使汽油喷射只受发动机 ECU 控制,而不受缸内真空度影响。显然如果该零件损坏,不能稳定油压,发动机怠速时转速低,汽缸内真空度大,所造成的影响特别严重。而且由于汽

油压力随发动机真空度、转速波动 ,喷油器时而喷油正常 ,时而又不足 ,反映到车辆行驶中车速不稳定 ,自然难以正常驾驶运行。

⑥ 富康发动机 BOSCH MP5.2 系统故障代码如表 3 - 23 所列。

表 3 - 23 富康轿车发动机故障代码

故障码	故障的部位	发动机故障 指示灯状态	备 注
12	检测开始		
13	进气温度传感器	灯不亮	故障时有后备值(20)
14	冷却液温度传感器	灯不亮	故障时有后备值(80)
15	油泵继电器		
21	节气门位置传感器	灯不亮	故障时有后备值
22	怠速控制阀	灯不亮	
27	车速传感器	灯不亮	故障时有后备值
31	浓度自动调整	灯不亮	
33	进气压力传感器	灯不亮	故障时有后备值
34	活性炭罐控制阀	灯不亮	
41	发动机转速传感器	灯不亮	
42	喷油器	灯 亮	
51	氧传感器	灯不亮	故障时有后备值
52	氧传感器浓度调节	灯 亮	
53	蓄电池电压	灯不亮	故障时有后备值
54	ECU	灯 亮	
11	检测结束		

3. 富康 AL 型轿车发动机缓慢熄火故障诊断

(1) 故障特征

一辆富康 AL 型轿车在好的路面上行驶正常 ,但遇到路况极差时 ,会逐渐熄火。当发动机冷却后 ,不能顺利启动。在较差路面上 ,此故障现象频繁发生 ,使汽车无法正常行驶。

(2) 故障原因

电动汽油泵固定支架开焊所致。

(3) 故障诊断

① 检查点火电路。拔出分缸高压线试火 ,虽不能使发动机启动着火 ,但高压火花强烈。拆检火花塞 ,没有烧损现象 ,但也没有未燃混合气湿迹。很显然汽油没有进入汽缸 ,初步确定为电路正常。

② 经过试车 ,发现车辆从减速到自动熄火是一个渐变的过程 ,初步诊断为油路故障。

③ 检查供油管路。首先检查汽油供给系统各管路和接头 ,没有发现破损渗漏处 ,油箱内汽油充足 ,显然不是机械故障造成的供油不畅。

④ 打开自诊断系统 ,没有故障代码输出 ,表明不是节气门位置传感器等电路故障造成的供油不畅。

⑤ 检测汽油压力。先将点火开关置于“OFF”挡,放掉汽油压力,取下压力管接头上护帽,在管接头处安装一个减压阀,没有残余压力油飞溅,且无油滴出现,这说明汽油泵没有正常工作。

⑥ 用万用表检查汽油泵线端电压值,量值极低,说明汽油泵损坏。拆下汽油泵过程中,发现安装汽油泵电机的支架开焊,这可能是造成汽油泵工作不良和供油中断的主要原因。

⑦ 清洗油箱后,焊固支架,紧固搭铁端后,发动机顺利着火启动。

⑧ 故障分析,当汽油泵支架开裂后,在路况较差的路面上行驶时,裂口加大造成汽油泵错位,导致搭铁不良,电流无法构成回路,使汽油泵不能正常工作,引起上述故障的发生。

4. 富康轿车发动机启动困难故障的诊断

(1) 故障特征

富康 AL 型轿车,装用 TU5JP/K 型 1.6L 电喷发动机,出现启动困难故障,但启动后运行又正常。

(2) 故障原因

该轿车在发动机进气管道上装有吸附炭罐。当汽车停驶后,汽油蒸发气体便吸附在活性炭罐内,避免对环境的污染。同时,当发动机再次启动时,汽油再随空气进入汽缸燃烧。当炭罐的吸收能量下降堵塞或吸附能量饱和(罐内积满汽油)和炭罐电磁阀损坏等,将造成启动时混合气过浓,发动机启动困难。

(3) 故障诊断

① 通过检查,蓄电池电量充足,发动机运转正常,高压火花强烈,表明启动系统点火系没有故障。该车并无冷启动装置(如冷启动喷油器等),且启动后运转正常,所以不存在启动时混合气过稀难以启动的故障。是否启动时混合气过浓造成火花塞淹死而不易启动呢?

② 检查发动机自诊断故障报警灯,报警灯没有点亮,说明发动机 ECU 控制系统没有严重故障。

③ 打开自诊断系统,读取故障码为“34”,查对表 3-23 所列,“34”故障码的含义为炭罐电磁阀故障。

④ 在检测炭罐电磁阀前,先要检查炭罐工作情况,因为造成该故障码显示不一定是显示部件本身的故障,常常是其他部件,尤其是电子部件直接相连的线路和控制部件的故障引起各电磁阀工作不正常。为此先检查炭罐有无堵塞,真空管是否连接牢靠,有无破损从而造成无真空吸力等。

⑤ 在确定上述部件没有故障后,用数字式万用表测量电磁阀线圈的电阻值,拔下电磁阀线束插头,用万用表的电阻挡测量电磁阀线圈的电阻值,测得电阻值为 27Ω ,符合要求,说明电磁阀线圈良好。

⑥ 拆下电磁阀,向电磁阀内吹气,气流贯通,证实电磁阀不能关闭而卡死在开启位置。

⑦ 更换炭罐电磁阀后试车,故障现象消失故障排除。

⑧ 故障排除后应清除发动机 ECU 的故障码,并重新对发动机控制单元进行初始化处理,方法是:断开点火开关,然后等待(3~5)s 后再启动发动机,故障码就会自动清除。

5. 富康 988 型轿车发动机温度高动力不足故障的诊断

(1) 故障特征

富康 988 环保型轿车装有三元催化转换装置新车,发动机加速困难温度高,各管路不漏不渗,仪表显示正常,故障警示灯不闪烁。

(2) 故障原因

加注不明机油减磨剂会导致三元催化装置失效。

(3) 故障诊断

① 自诊断警示灯不闪亮,表明电控 ECU 系统无严重故障。利用自诊断系统,也无故障代码显示。

② 检查排气歧管末端发现有烧红迹象,用起子木柄轻敲击,消声器有较浓烟冒出。

③ 驾驶员说,该故障发生前曾加入过机油减磨剂后,即出现这种症状。

④ 对排放污染物进行检测,CO 为 2%,HC 为 300×10^{-6} ,较比未装三元催化装置普通化油器车型污染值还要高,初步判断三元催化装置失效。

⑤ 拆卸排气管,取出三元催化装置,发现已烧损。更换三元催化装置,故障即排除。

⑥ 装置有三元催化装置的轿车对使用条件要求更加苛刻。除不能使用含铅的汽油外,对润滑油含磷也有严格限定,厂方一般不允许加注厂家指定品牌以外的润滑油。

⑦ 故障分析,该车加入的机油减磨剂化验为高磷产品,磷和硫均会使三元催化装置慢性中毒,三元催化装置失效后,在排气管中形成阻塞物,反而成了排气的障碍,该车的上述故障均由此而来。

⑧ 该车安装三元催化装置后的排放标准如下:

CO(%)	HC(%)	HC($\times 10^{-6}$)
怠速(850 ± 50)r/min	≤ 0.4	≤ 80
高怠速(2000 ± 50)r/min	≤ 0.4	≤ 80

⑨ 三元催化装置对发动机的要求极为严格。例如,要求的空燃比为 14.7 左右,不得有电喷及其他系统故障;不得有点火时刻过迟;不得有喷油器阀关闭不严、气门烧蚀、调节器失效、氧传感器失效。同时,不能过久怠速空转,长时间断火检测等。

6. 富康 AL 轿车中低速正常,高速无力发动机抖动故障诊断

(1) 故障特征

该 AL 轿车装用 TU5JP/K 型 1.6L 电喷发动机,发动机无负荷时加速正常、中低速行驶尚佳,惟独高速(120km/h)时行驶无力,发动机抖动严重并伴有轻微异响声。

(2) 故障原因

该车故障是汽油滤清器和机油滤清器均有故障所致。

(3) 故障诊断

① 首先利用电喷发动机故障诊断仪 ELIT 读取故障码,结果无故障码显示,说明发动机 ECU 控制系统的传感器工作正常。

② 采用单缸断火法检查发动机点火系统,结果也正常。

③ 对汽油喷射系统进行检查。

a. 将汽油滤清器出油管断开,用一个三通阀,一端接至去发动机的油管,一端接至去油箱的油管,另一端接汽油压力表。将汽油压力表端的油管留得长一些,将汽油压力表装于驾驶室内。检查管路连接牢固、无泄漏后,上路试车。

b. 车辆在低、中速行驶时,汽油压力表指示在 0.25MPa 左右;当车辆的速度达到 120km/h 时,压力表指针抖动严重,汽油压力在(0.15~0.25)MPa 间变化,怀疑是汽油泵或汽油压力调节器故障。

c. 停车检查,在断开汽油滤清器上的进油管时,发现其流出的汽油有点脏,决定先拆下汽油滤清器。拆下一看,从滤清器里倒出许多锈色汽油。用嘴吹,感觉阻力很大。更换汽油滤清器

后 ,再上路试车 ,车辆在行驶超过 120km/h 时 ,发动机工作正常 ,不再抖动。

④ 该车只更换过一次机油 ,检查机油时发现油质脏黑 ,判断机油滤清器和油道可能不通畅或有堵塞之处 ,当发动机高速时润滑状况不良 ,造成一定的机件异响声。

⑤ 当更换汽油滤清器和清洗发动机 ,换新机油滤清器加注新标定机油后 ,启动发动机试车 ,故障彻底排除。

第三节 部分进口轿车电控系统疑难杂症示例

一、大宇汽车发动机电控系统故障诊断

大宇汽车发动机型号众多 ,每种车型都有不同型号的发动机可以选配 ,表 3 - 24 所列为我国进口汽车的机型情况 ,但电控系统的原理及电路连接基本相同 ,各传感器与电控模块(ECM)的连接端子也都相同。

表 3 - 24 大宇汽车发动机型配备

(一) 自诊断系统

大宇汽车在仪表盘上有一个黄色的发动机故障指示灯(SES) ,当接通点火开关但尚未启动发动机时 ,SES 灯点亮 ,发动机启动后应自动熄灭。如果发动机运转时此灯点亮 ,则表明电控系统有故障 ,应进行检修。图 3 - 103 所示为自诊断与汽油控制系统电路图。诊断插座(ALDL)位于副驾驶座仪表台右下角 ,如图 3 - 104 所示。B 是诊断引脚 ,把它与 A 脚接通或接地 ,接通点火开关但不启动发动机 ,便进入自诊断模式 ,SES 灯开始有规律地闪烁 ,首先显示故障代码“12” ,然后由小至大依次显示各故障代码 ,每个故障代码显示 3 次 ,所有故障代码显示完后 ,再显示“12” 。故障代码含义如表 3 - 25 所列。

车型 机型	RACER	ESPERO	PRINCE
1. 5L/SOHC/TBI	☆		
1. 5L/SOHC/MPI	☆	☆	
1. 5L/DOHC/MPI	☆	☆	
1. 8L/SOHC/MPI		☆	
2. 0L/SOHC/MPI		☆	
1. 0L/SOHC/RVI	☆	☆	
1. 8L/SOHC/MPI/DIS			☆
2. 0L/SOHC/MPI/DIS			☆
注 SOHC 为顶置单凸轮轴 ,DOHC 为顶置双凸轮轴 (每缸 4 气门 ,两进两排)			

表 3 - 25 故障代码含义表

故障代码	含 义	故障代码	含 义
12	正常	25	进气温度传感器信号电压太低
13	氧传感器信号电压不变化	33	进气压力传感器信号电压太高
14	冷却液温度传感器信号电压太低	34	进气压力传感器信号电压太低
15	冷却液温度传感器信号电压太高	35	怠速控制阀无怠速控制
21	节气门位置传感器信号电压太高	42	电子点火提前控制无提前角
22	节气门位置传感器信号电压太低	44	混合比太稀
23	进气温度传感器信号电压太高	45	混合比太浓
24	车速传感器无信号脉冲	51	EEPROM 或 ECM 损坏

在自诊断模式 ,ECM 除了控制 SES 灯显示故障代码外 ,还给除汽油泵继电器外的所有控制

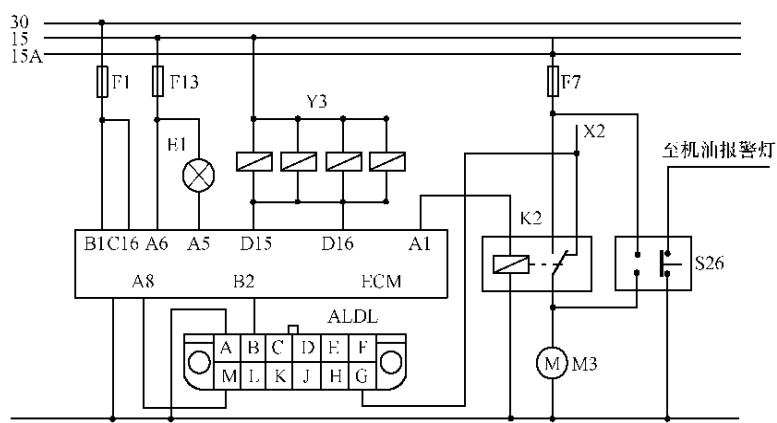


图 3 - 103 自诊断与汽油控制系统

E1—故障灯 ;Y3—喷油器 ;ECM—发动机控制模块 ;ALDL—诊断插座 ;
K2—汽油泵继电器 ;M3—汽油泵 ;S26—机油压力开关 ;
X2—汽油泵试验端(在发动机线束上 ,供接蓄电池(+)试验)。

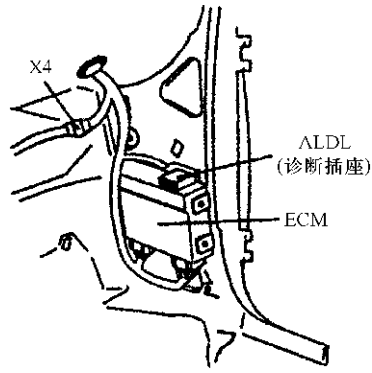


图 3 - 104 ECM 与诊断插座

继电器电磁线圈通电 ,控制怠速控制阀(IAC)移向全开位置。因大宇汽车冷却风扇也由 ECM 控制 ,所以自诊断模式下风扇会自动运转。

如果在发动机运转时短接 ALDL 之 A 脚和 B 脚 ,ECM 将进入“现场维修模式” ,SES 灯闪烁频率为 2.5Hz 时表示开环 ,1Hz 时表示闭环。在闭环状态下 ,如果混合气过稀 ,灯灭保持时间较长 ,如果混合气太浓 ,灯亮保持时间较长。在此状态下 ,新的故障代码不能存入 ECM ,闭环计数器被旁路。

故障被排除后 ,故障指示灯会自动熄灭 ,但故障代码仍储存在 ECM 中。故障代码的清除有以下 3 种方法。

- ① 用专用工具 SCANNER 进行清除。
- ② 拔下 1 号 ECM 保险丝约 30s 以上。

③ 拆下蓄电池接线约 30s 以上。这种方法会中断 ECM 的“学习”功能 ,使“学习”功能从头开始 ,感觉汽车性能发生了变化 ,如怠速不稳等 ,可采用下述方法恢复正常 ,即接通点火开关 5s →关闭 5s→再接通 5s→启动发动机并加速至 (3000 ~ 5000)r/min ,维持 (3 ~ 5)s ,然后再回到怠速状态 ,如果是自动变速器 ,将变速杆在各挡位反复挂几次即可。注意 :在拆下或连接蓄电池接线时 ,点火开关应断开 ,以免损坏 ECM。

诊断插座的 M 端是串行数据口,如用大宇公司故障扫描仪 SCANNER,不但可以读取或清除故障代码,还可以测量其他运行参数。

(二) 汽油供给控制

1. 汽油控制电路

图 3 - 103 所示是自诊断与汽油控制电路图。当点火开关第一次转至 ON 时,ECM 之 A1 端输出 12V 电压,汽油泵继电器吸合 2s,如果 ECM 收到点火参考信号,证明发动机在运转,汽油泵将一直工作下去,如果 2s 后 ECM 还收不到点火参考信号,ECM 控制汽油泵停转。S26 是机油压力开关,如果汽油泵继电器或 ECM 损坏,机油压力开关备用电路可使汽油泵运转,但此时会造成启动时间变长,因为要建立起足够的油压才能使压力开关触点闭合。

2. 汽油控制模式

① 启动模式。汽油压力建立后,ECM 检测冷却液温度传感器和节气门位置传感器信号,以确定正确的启动空燃比(从 -36 时的 15 到 94 的 14.7)。在启动模式下,ECM 通过喷油器的接通时间来控制喷油量。由图 3 - 103 所示可知 4 个喷油器是同时喷油的。

② 运行模式。当发动机转速高于 400r/min 时,ECM 认为发动机已启动,此时先进入“开环”工作,ECM 根据 CTS 和进气压力传感器信号计算空燃比(开环工作时间取决于氧传感器信号电压的变化、冷却液温度和发动机运转时间),还根据各传感器信号识别出加速、减速工况,从而控制发动机最高转速(6600r/min)、急加速空挡切断及之后进入“闭环”控制。此外,ECM 被拖时汽油切断等。

③ 清除淹死模式。如果发动机淹死,以下操作可启动清除淹死模式:节气门全开启动发动机(发动机转速低于 400r/min),ECM 认为发动机淹死,将切断汽油供给,节气门开度减小到 80% 时,清除淹死模式解除。

3. 供油系统故障代码“44”、“45”

当汽油供给系统出现故障,会导致发动机空燃比控制失常(不正确),会出现故障代码 44 或 45。

① 故障代码“44”表示混合气过稀,产生的条件是:没有故障代码 21 或 33;发动机工作 50s 或更长时间;氧传感器电压低于 0.28V 超过 25s;系统运行于闭环控制;冷却液温度高于 80℃;TPS 高于 5%;汽油积分因子不在 128;上述所有条件出现 25s。

② 故障代码“45”表示混合气过浓,产生的条件是:氧传感器电压固定停留在 0.75V 以上;TPS 高于 5%;没有故障代码“21”或“33”;系统运行于闭环控制;冷却液温度高于 80℃;汽油积分因子不在 128;上述所有条件出现 50s。

汽油供给系统出现故障时,应首先检测汽油压力,系统与压力表的连接如图 3 - 105 所示。应检测 3 种压力,即发动机怠速运转时的汽油压力,应稳定在 250kPa,急加速时的汽油压力应有所上升至稍低于 300kPa,拔下油压调节器上的真空管时的压力,应上升至约 300kPa。如以上 3 种检测的汽油压力太低,应检查汽油泵进油滤网是否过脏堵塞,汽油泵至固定座间的橡胶软管是否开裂漏油,汽油滤清器是否堵塞,油压调节器是否漏油等,若以上检查均正常,则表明汽油泵损坏。如以上检测压力过高,应检查油压调节器和回油管是否有堵塞现象。对于单点汽油喷射(TBI)系统的压力一般在 75kPa 左右。

③ 喷油器的检查与更换。如果喷油器堵塞或积炭烧结,将造成发动机加速不畅、怠速不稳故障。如喷油器工作不良,可将喷油器拆下对其进行检测喷油量、喷油雾化状况、密封性及清洗工作。

对喷油管的更换应分清是单点汽油喷射系统还是多点汽油喷射(MPI)系统,因机型的不同,

喷油器型号(零件号)也不相同,也不可互换,测量电阻值也略有不同,MPI系统喷油器电阻值如表3-26所列,TBI系统喷油器是电流驱动型,其电阻值为(1~2)Ω。

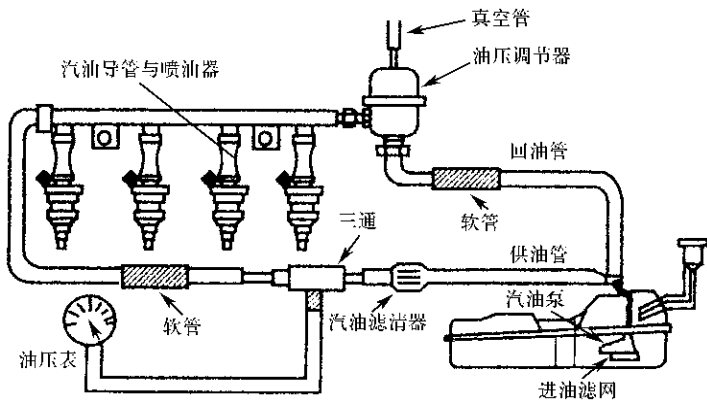


图 3 - 105 汽油系统压力检测

表 3 - 26 MPI 系统喷油器电阻值

机 型	阻值/Ω	颜色
1.5L/MPI/SOHC	11.8 ~ 12.6	黑
1.5L/MPI/DOHC	13.05 ~ 15.95	黑
1.8/2.0L/MPI/DI	15 ~ 20	灰

(三) 怠速控制

1. 怠速控制原理

大宇汽车节气门限位螺钉在出厂前已调好并用一个盖子盖住,表示出厂后无须再调。发动机怠速转速由怠速控制阀(IAC)控制,控制电路及原理如图 3 - 106 所示。IAC 安装在节气门体上跨越节气门的旁通气道,ECM 将电压脉冲信号发送给 IAC 电机线圈,使 IAC 的针阀向内或向外移动给定的距离,每一个脉冲使针阀移动一定的距离,以改变怠速时的进气量,从而改变发动机转速。IAC 阀的移动以“步”为单位,阀伸出至阀座时为 0 步,此时进气量最小。随着步数增大,进气量也增加,总移动距离约为 5mm,分 255 步。

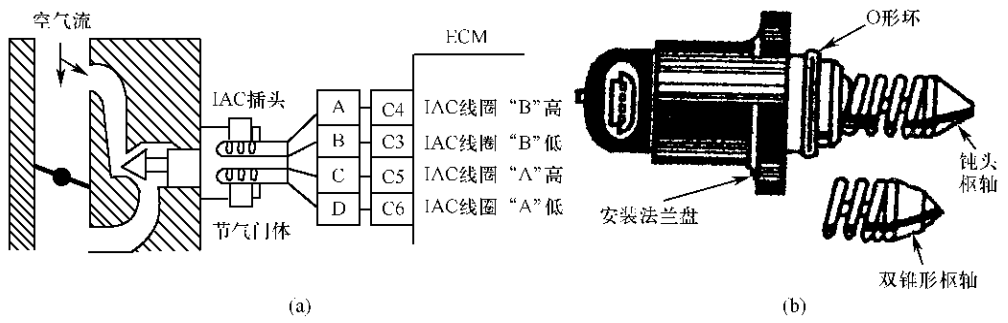


图 3 - 106 怠速控制电路及怠速控制阀结构
(a) 怠速控制电路及原理 ; (b) 怠速控制阀。

IAC 的步数可由 SCANNER 专用检测仪读取。IAC 阀还可以根据 SCANNER 的指令动作。

2. 怠速故障代码 35

当节气门关闭,发动机转速高于或低于标定转速(750r/min ~ 850r/min)150r/min 且持续 20s 以上时会产生故障代码 35。IAC 阀的检测需用专用工具 SCANNER,如果没有,可拆下 IAC 阀检查其表面是否有油污和积炭,造成 IAC 阀阻滞发卡,一般情况用专用清洗剂清洗干净后故障即可排除。在 IAC 阀内有两个线圈 AB 和 CD(图 3 - 106),用万用表测量其阻值应为(50 ~ 70)Ω,如果损坏,更换时要注意,不同机型 IAC 阀的型号不相同,主要是阀锥(枢轴)的角度不同。

另外,出现故障代码“35”时,并不一定是 IAC 阀损坏,其他影响因素有真空泄漏(如 TBI 的座垫漏气等)、混合气太稀或太浓及曲轴箱通风阀(PVC)故障等。

(四) 进气压力控制

1. 进气压力控制电路

大宇汽车采用进气压力传感器(MAP)信号感知发动机负荷可靠性较高,故障率降低。ECM 与各传感器的连接电路如图 3 - 107 所示,MAP 是 P/U 转换元件,即把进气管内的压力变化转换成电压的变化,进气管压力低(真空度高)时,MAP 信号电压低;进气管压力高(真空度低)时,MAP 信号电压高。

当接通点火开关但发动机不运转时,进气管压力与大气压相同,此时 MAP 信号反映的是大气压力,ECM 根据此信号进行海拔高度修正。发动机怠速运转时,进气管真空度较高(压力低),MAP 电压在(1 ~ 1.5)V,节气门全开时真空度较低(压力高),MAP 信号电压上升到(4 ~ 4.5)V。

进气压力与 MAP 信号的电压关系如表 3 - 27 所列。

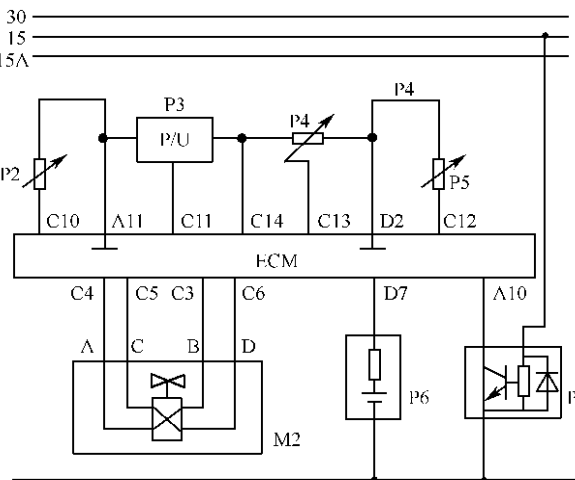


表 3 - 27 进气压力与 MAP 信号电压的关系

进气压力 /kPa	100	90	80	70	60	50
MAP 电压 /V	4.9	4.4	3.8	3.3	2.7	2.2
进气压力 /kPa	40	30	20	10	0	
MAP 电压 /V	1.7	1.1	0.6	0.3	0.3	

图 3 - 107 ECM 及各传感器电路

P2—冷却液温度传感器 ;P3—进气压力传感器 ;
P4—节气门位置传感器 ;P5—进气温度传感器 ;
M2—怠速控制阀 ;P6—氧传感器 ;P7—车速传感器。

2. 故障代码 33、34

- ① 当出现故障代码 33 ,其含义是 MAP 信号电压过高 ,即真空度过低 ,产生的条件是 :MAP 信号指示压力高于 97kPa(真空度过低) ;没有故障代码“ 21 ” ;TPS 小于 5% ;上述条件出现时间超过 5s。
- ② 当出现故障代码 34 ,其含义是 MAP 信号电压过低或真空度过高 ,产生条件是 :发动机转速高于 1200r/min ;没有故障代码 21 ;TPS 大于 15% ;MAP 信号指示压力小于 24kPa(真空度过高)。

3. 进气压力 MAP 的检测

进气压力传感器的控制电路如图 3 - 108 所示。

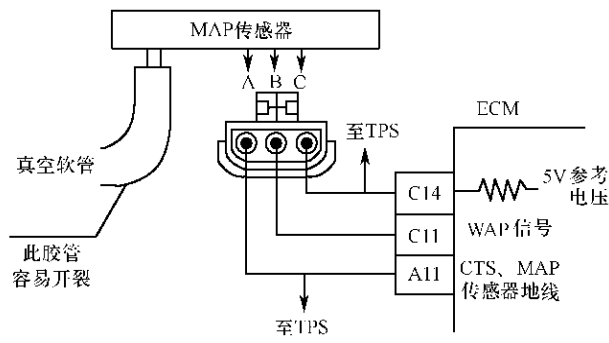


图 3 - 108 进气压力传感器 MAP 控制电路

MAP 的故障率是很低的,主要是与进气管相连的真空软管容易老化开裂而造成漏气,导致发动机加速不良、怠速不稳故障,如果是 MAP 完全失效,发动机转速会出现严重不稳。有时 MAP 的特性会有所改变或精度降低,其检测方法是:

- ① 与一辆 MAP 完好的车辆比较,两者在发动机没有运转时,测得的都应是大气压力信号电压,差值应在 $\pm 0.4V$ 之内。
- ② 接通点火开关但不启动发动机,测量此时的 MAP 信号电压 V_1 ,然后用手动真空泵给 MAP 施加 34kPa 的真空度,测量此时的电压 V_2 , $V = V_1 - V_2$ 之差应不小于 $(1.5 \sim 2.1)V$ 。在给 MAP 施加真空时,测量电压应立即变化。如检测时达不到上述要求或变化缓慢,则表明 MAP 已损坏,应更换之。

(五) 节气门位置传感器

1. 工作原理

节气门位置传感器(TPS)安装在节气门体上,由节气门轴带动旋转,如图 3 - 109 所示。TPS 实质上是一个可变电阻,控制电路请参阅图 3 - 107 所示。ECM 的 C14 脚给 TPS 一个 5V 电压,踩下油门时,TPS 给 ECM 的 C13 脚一个随节气门开度变化的电压,此电压变化范围为 $(1.25 \sim 5)V$ 。ECM 由此信号不但能知道节气门开度,还能检测到节气门开度的变化速度,从而确定加速、减速工况,进而控制急加速时空调切断和急减速发动机被拖运转时燃油供应切断。

大宇汽车 TPS 内没有怠速触点,发动机怠速运转时,TPS 电压值约为 0.5V,最大不超过 1.25V,在此范围内,ECM 认为发动机处于怠速工况,从而控制怠速稳定。

2. 故障代码“21”、“22”

- ① 故障代码“21”的含义是 TPS 信号电压过高,其产生条件是:发动机转速低于 1700r/min; TPS 电压高于 3.5V; MAP 信号低于 65kPa。上述所有条件持续 5s。
- ② 故障代码“22”的含义是 TPS 信号电压过低,其产生条件是:发动机运转时,TPS 信号电压低于 0.2V。

3. TPS 的检测

TPS 传感器工作不良或损坏,将造成汽油从喷油器中间歇性喷出(不连续)及怠速工况不稳定。这是因为 ECM 认为节气门在移动。一旦有故障记忆,ECM 便以一个替代值代替 TPS,车辆性能可能有所好转,但存储故障码“21”后,会造成怠速过高。

TPS 的检测可以在线测量电压,也可以断开接线检测电阻值变化是否正常、是否连续稳定,

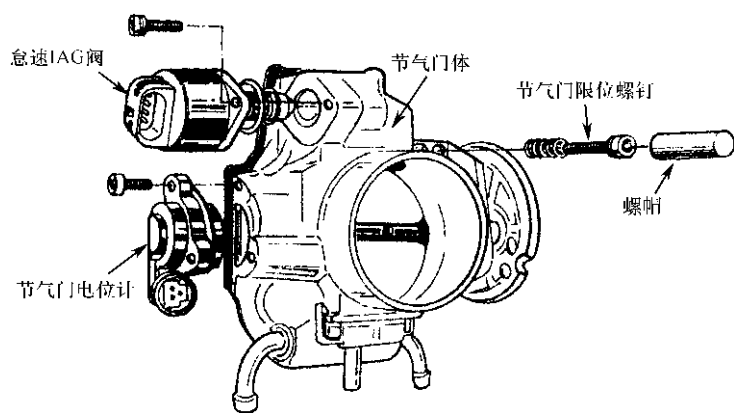


图 3 - 109 节气门位置传感器

正常数据应是 怠速 :电阻(C—B) = (1 ~ 3)kΩ ;电压(C—B) = (0.5 ~ 0.9)V。节气门全开 :电阻(C—B) = (5 ~ 7)kΩ ;电压(C—B) = (4 ~ 4.5)V。

更换 TPS 时应注意 ,不同机型的 TPS 各不相同 ,不仅阻值变化特性不同 ,电位器轴的旋转方向也不同 ,如果装错 ,可能损坏节气门电位计。

(六) 冷却液温度传感器和进气温度传感器

1. 冷却液温度传感器(CTS)

CTS 是一个负温度系数电阻 ,温度低时电阻较大 ,温度升高后电阻变小。CTS 的电路如图 3 - 107 所示 ,ECM 的 C10 脚给 CTS 提供 5V 电压信号 ,通过检测电压的变化 ,确定发动机的温度。

① 当 CTS 信号电压指示冷却温度高于 145℃ ,发动机至少运行 50s 以上时 ,出现故障码“14” ,其含义为温度过高。

② 当 CTS 信号电压指示冷却温度低于 - 38℃ ,发动机至少运行 50s 以上时 ,出现故障码“15” ,其含义为温度过低。

③ CTS 的检测。用专用工具 SCANNER 可以直接阅读发动机在各种温度下的 CTS 值 ,如果与实际温度不符 ,说明 CTS 不良或损坏。如果没有 SCANNER ,可拆下 CTS 并测量其阻值 ,与该温度下的正常值比较 ,即可判断其好坏。CTS 温度值与电阻值的对应关系 ,如表 3 - 28 所列。

表 3 - 28 CTS、MAT 温度与电阻对照

温度 /℃	阻值 /Ω	温度 /℃	阻值 /Ω	温度 /℃	阻值 /Ω
100	177	35	1802	- 5	12300
90	241	30	2238	- 10	16180
80	332	25	2796	- 15	21450
70	467	20	3520	- 20	28680
60	667	15	4450	- 30	52700
50	973	10	5670	- 40	100700
45	1188	5	7280		

40	1459	0	9420		
----	------	---	------	--	--

2. 进气温度传感器(MAT)

MAT 也是一个负温度系数热敏电阻 ,其特性与 CTS 完全相同 ,检测时可参照表 3 - 28 所列参数对比。

① 当 MAT 信号电压指示进气温度超过 145 且在 2s 以上时 ,将出现故障代码“23” ,其含义为 MAT 信号电压太高。

② 当 MAT 信号电压温度低于 - 35 ,且发动机至少运转 2min ,出现故障代码“25” ,其含义为 MAT 信号电压太低。

(七) 电控点火系统

A. 有分电器电控点火系统

1. 电子控制点火正时(EST)

大宇 RACER(赛车)和 ESPERO(贵族/希望)汽车采用有分电器的电控点火系统 ,其电路控制如图 3 - 110 所示。电磁式传感器和点火模块装在分电器内 ,分电器由凸轮轴驱动。

① REF 信号。图中 P、N 是分电器内电磁线圈的两个端子 ,感应信号由该端子送到点火模块进行放大与整形 ,然后送往 ECM 的 REF 端。而 REF 信号包括 :发动机转速信号、凸轮轴位置信号、点火基准信号。

发动机不但根据 REF 信号控制点火 ,还控制汽油泵工作和喷油器动作。当第一次接通点火开关时 ,ECM 控制汽油泵工作 2s ,以建立系统油压 ,如果 2s 内收不到 REF 信号 ,将使汽油泵停止工作。

② BY - PASS 信号。发动机 ECM 收到 REF 信号后 ,如果此时发动机转速小于 400r/min ,ECM 认为发动机正在启动 ,BY - PASS 端输出为 0V ,则点火提前角由点火控制模块(ICM)控制 ,固定在上止点前 10° ;发动机启动后(转速高于 400r/min) ,BY - PASS 端输出 5V 电压 ,使 ICM 按电控点火正时方式工作 ,点火由 ECM 控制。

③ EST 信号。发动机启动时 ,EST 端输出 0V 电压 ,ECM 不控制点火时间 ,发动机启动后 ,EST 端输出电压变为(1 ~ 3)V 的点火控制电压。

发动机工作时 ,点火线圈初级电流的通断由 ICM 内大功率三极管的导通与截止决定 ,三极管的导通与截止由其基极的触发信号 EST 控制。当三极管由导通转为截止时 ,点火线圈初级电流中断 ,次级产生高压 ,经分电器送至各缸火花塞。

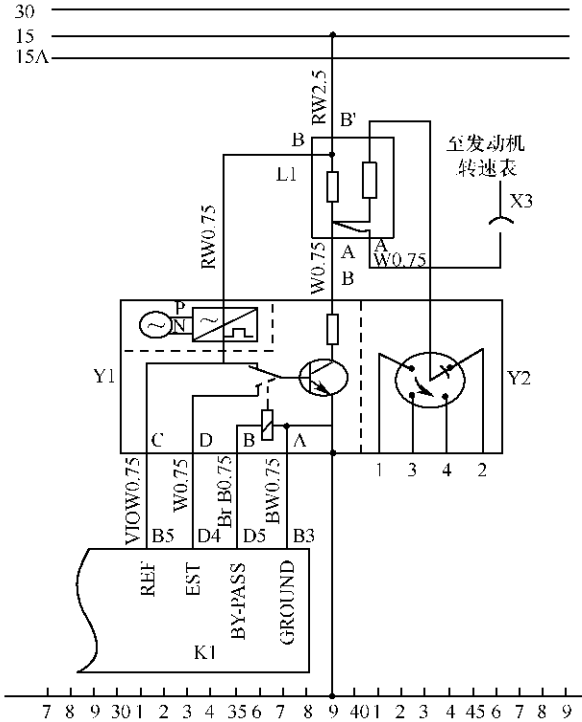


图 3 - 110 RACER 和 ESPERO 汽车点火系统电路图
L1—点火线圈 ;Y1—点火模块 ;Y2—分电器 ;K1—ECM。

2. 故障代码“42”、点火系统检测

① 发动机 ECM 与 ICM 的连接电压如表 3 - 29 所列

表 3 - 29 ECM 与 ICM 连线电压 (单位 :V)

端 子	接通点火开关	启动 时	正常运转时
REF	<0.3	0.5 ~1.5	0.7 ~2.7
BY - PASS	0	0	4.5 ~5
EST	0.3	<0.3	1 ~3
GROUND	0	0	0

② 故障诊断代码“42”。

• 当发动机正在启动 ,点火系统由 ICM 控制时 ,BY - PASS 端输出为 0V ,ICM 将 EST 端接地 ,这时 ECM 在 EST 线上应检测不到电压 ,如果 ECM 在 EST 线上检测到电压 ,便产生故障代码 “42” ,此时点火正时不会进入 EST 模式。

• 发动机正常运转时 ,BY - PASS 端输出为 5V ,ICM 将通过 EST 输出一个变化的电压 ,ECM 检测到此电压后 ,在此端同时输出电控点火正时信号 ,如果检测不到此电压 ,同样产生故障代码 “42” ,点火不会切换到 EST 模式。由此可见 ,EST 端是信号双向传输端。

③ 点火系统检测。拆下分电器盖 ,按图 3 - 111 所示用万用表测量磁感应线圈与壳体间的电阻(读数 1)应为 测电磁线圈(读数 2)的电阻值应为(500 ~1500)Ω。如图 3 - 112 所示 ,测量点火线圈初级直流电阻应为(0.35 ~0.45)Ω ,次级电阻应为(7.5 ~9.5)kΩ。

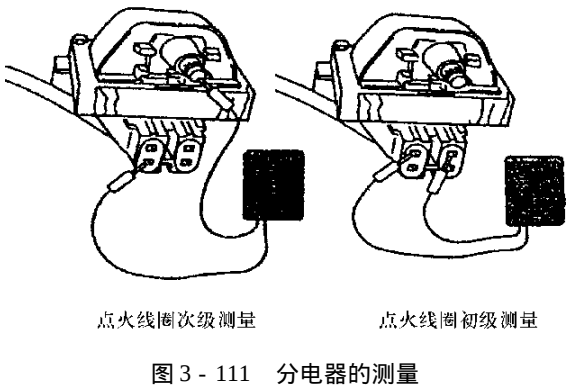


图 3 - 111 分电器的测量

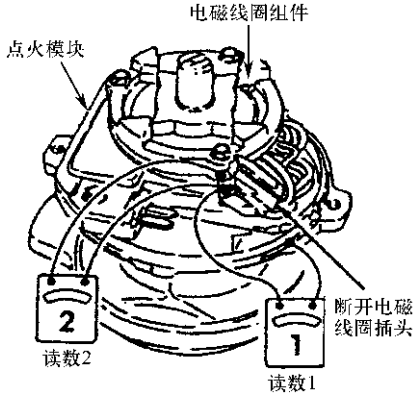


图 3 - 112 点火线圈的测量

B. 无分电器直接点火系统

1. 工作原理

大宇 PRINCE(王子)轿车采用无分电器直接点火系统(DIS) ,取消了分电器 ,由两个点火线圈分别给 1、4 缸和 2、3 缸直接点火 ,电路如图 3 - 113 所示。DIS 点火系统包括曲轴位置传感器(CPS)、DIS 组件及发动机电控模块 ECM。DIS 组件包括点火模块和点火线圈 ,如图 3 - 114 所示。曲轴位置传感器如图 3 - 115 所示。

CPS 安装于发动机前部 1 缸位置 ,为电磁感应式。在曲轴 1 缸曲柄前装有传感器圆盘(靶

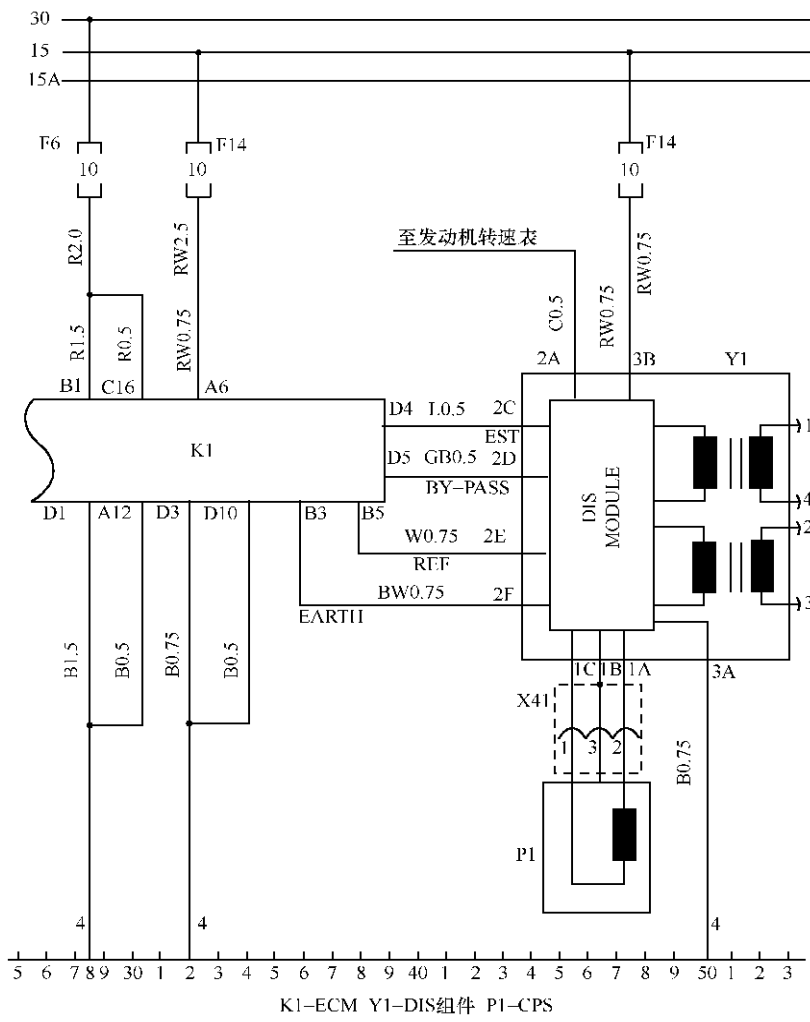


图 3 - 113 无分电器点火系统电路图

轮) ,圆盘上有 6 个切槽 ,邻近 1 缸上止点位置还有一个切槽 ,传感器线圈与圆盘之间的间隙是 (0.5 ~ 1.5)mm。发动机工作时 ,曲轴带动圆盘旋转 ,当圆盘上的切槽转过磁心时 ,在传感器线圈中产生电脉冲即 CPS 信号 ,其作用是把曲轴位置、转速信号传递给 DIS 模块 ,由 DIS 模块进行放大与整形 ,然后再送往 ECM 之 REF 端。此 REF 信号能反映曲轴位置 ,所以能确定是 1、4 缸还是 2、3 缸点火。各端子的作用与有分电器点火系统相同 ,这里不再多述。

发动机运转时 ,ECM 通过 DIS 组件控制点火线圈初级电流的通断 ,在点火线圈次级的两端同时产生两个高压 ,分别送给 1、4 缸或 2、3 缸。假如此时是 1 缸压缩上止点 ,则 4 缸是排气上止点 ,在 1 缸内的火花点燃混合气 ,4 缸内的火花就是废火。因 1 缸内压力很高 ,要击穿火花塞间隙需要较大能量 ,所以能量集中在 1 缸 ,4 缸内的压力很低 ,高压火花近似短路。2、3 缸的情形与之相同。

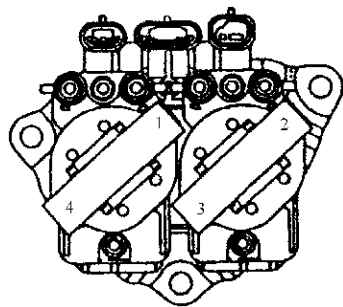


图 3 - 114 DIS 组件

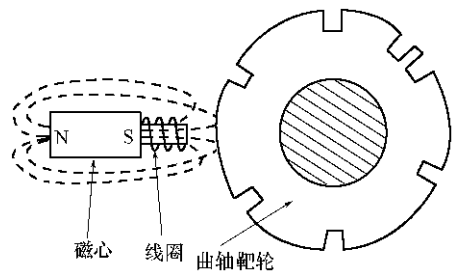


图 3 - 115 曲轴位置传感器

2. 故障诊断代码“42”

DIS 系统无可调部件,故障率较低,检修也比较简单。当出现故障时,自诊断系统会显示故障代码“42”,有关故障代码“42”的分析与有分电器点火系统相同。

CPS 有 3 条引线,其 A、C 引线是传感器线圈的两端,B 引线为屏蔽线。测量 A、C 间的电阻值应为(400~800) Ω ,B 与 A、C 任一端的阻值应为 ∞ 。若用起动机带动发动机运转,A、C 间的交流电压应大于 0.3V。

(八) 空调与冷却风扇的控制

大宇所有车型 ECM 都参与空调和冷却风扇的控制,这一点与其他车型不同。在外部控制电路及控制部件上,各车型的差异较大,但与控制模块 ECM 连接电路却相同。本书仅以大宇 PRINCE(王子)车型为例进行一些分析,并对其他车型的电子控制电路略作介绍。

1. 大宇 PRINCE

大宇 PRINCE(王子)汽车的空调与冷却风扇控制电路如图 3 - 116 所示。

(1) 空调控制

① 开启空调后,ECM 之 B8 端接到 12V 空调请求信号,则其 A4 端接地,空调继电器 K17 工作,空调机电磁离合器 Y6 吸合。K17 工作后,风扇低速继电器 K18 工作,风扇低速运转。

② 当空调管路压力达 0.18MPa 时,压力开关 S31 闭合,风扇高速继电器 K19 工作,风扇高速运转。

S30 是双压力开关,当空调管路压力低于 0.21MPa 或高于 2.9MPa 时断开,空调不工作,以保护空调系统。

82 端接汽油泵继电器 87 脚,当汽油泵继电器不工作(即发动机不运转)时,继电器 K15 和 K19 也不工作。

(2) 风扇控制

① 由图 3 - 116 所示可知,冷却风扇有高、低两个转速,当冷却液温度达 97 $^{\circ}\text{C}$ 时,ECM 之 C1 端接地,风扇低速继电器 K15 工作,风扇低速运转。

② 当冷却液温度达 104 $^{\circ}\text{C}$ 时,温度开关 S38 闭合接地,风扇高速继电器 K19 工作,风扇高速运转。

由上可知,ECM 的 B8、A4、C1 端子参与了空调和风扇的控制功能如表 3 - 30 所列。

2. 大宇 ESPERO

大宇 ESPERO(贵族/希望)汽车的空调与冷却风扇控制电路如图 3 - 117 所示。其 ECM 参

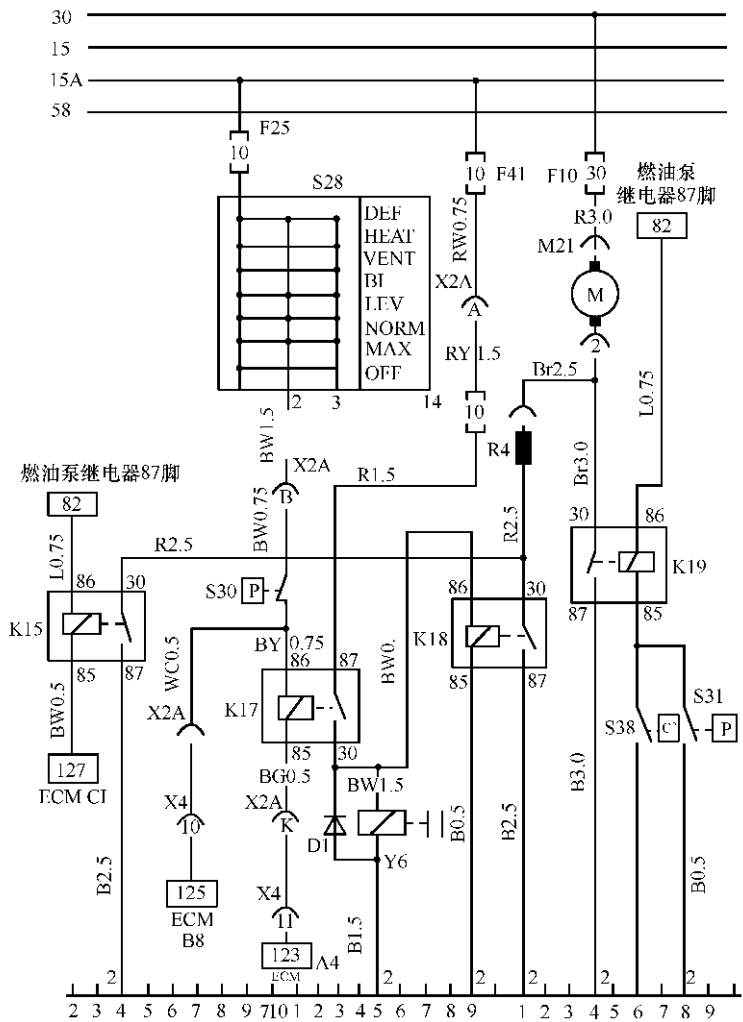


图 3 - 116 PRINCE(王子)空调与冷却风扇控制电路

扇低速继电器；K17—空调机继电器；K19—风扇高速继电器；M21—冷却风扇；R4—调速电阻；
力开关；Y6—压缩机电磁离合器；S28—空调开关；S38—温控开关；S31—空调高压开关。

与控制端子的功能如表 3 - 31 所列。

表 3 - 30 PRINCE 空调风扇控制功能

ECM 端子	作 用
B8	空调请求信号
A4	控制空调工作
C1	控制风扇低速

表 3 - 31 ESPERO 的空调、风扇控制功能

ECM 端子	作 用
B8	空调请求信号
A4	控制空调工作
C1	控制风扇高速
C9	空调高压开关信号

3. 大宇 RACER

大宇 RACER(赛手)车的空调与冷却风扇控制电路如图 3 - 118 所示。其 ECM 参与控制端

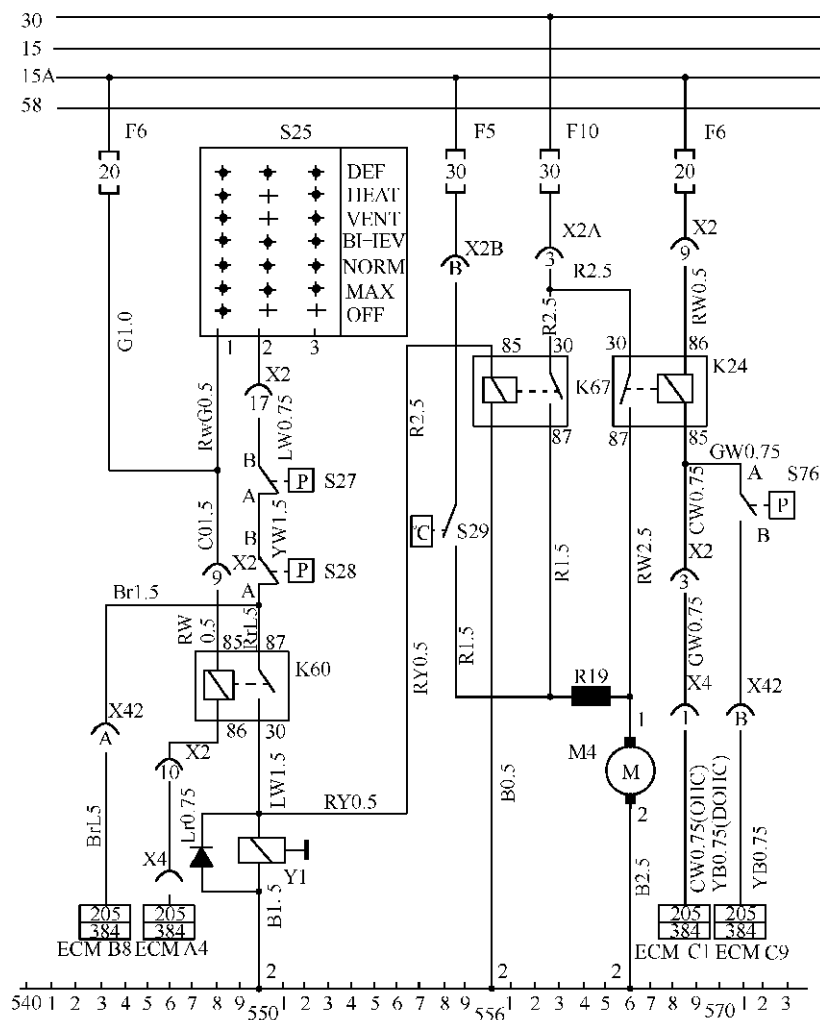


图 3 - 117 ESPERO(贵族/希望)空调与冷却风扇控制电路

K60—空调继电器；K67—风扇低速继电器；K24—风扇高速继电器；S25—空调开关；
压开关(0.16MPa)；S28—空调高压开关(2.9MPa)；S76—空调压力开关(1.8MPa)；S29—温控开关；
Y1—压缩机电磁离合器；M4—冷却风扇；R19—调速电阻。

子的功能与 ESPERO 车完全相同。

由以上几个图可知,无论哪种车型,都是 ECM 之 B8 端子接空调请求信号,A4 端子控制空调工作,C9 端子接空调压力开关信号,C1 端子控制风扇运转。无论外电路有何不同,ECM 这几个端子的作用是相同的,这也是大宇汽车电控模块 ECM 工作原理的共性所在。

(九) 大宇轿车发动机电控系统故障诊断

1. 大宇王子(PRINCE)轿车怠速不稳故障的诊断

(1) 故障特征

该车是无分电器直接点火系统(DIS),因更换一组高压导线时乱插高压线而导致发动机无法启动,虽启动但怠速不稳、急加速不良、转速表失灵、故障指示灯点亮。

(2) 故障诊断

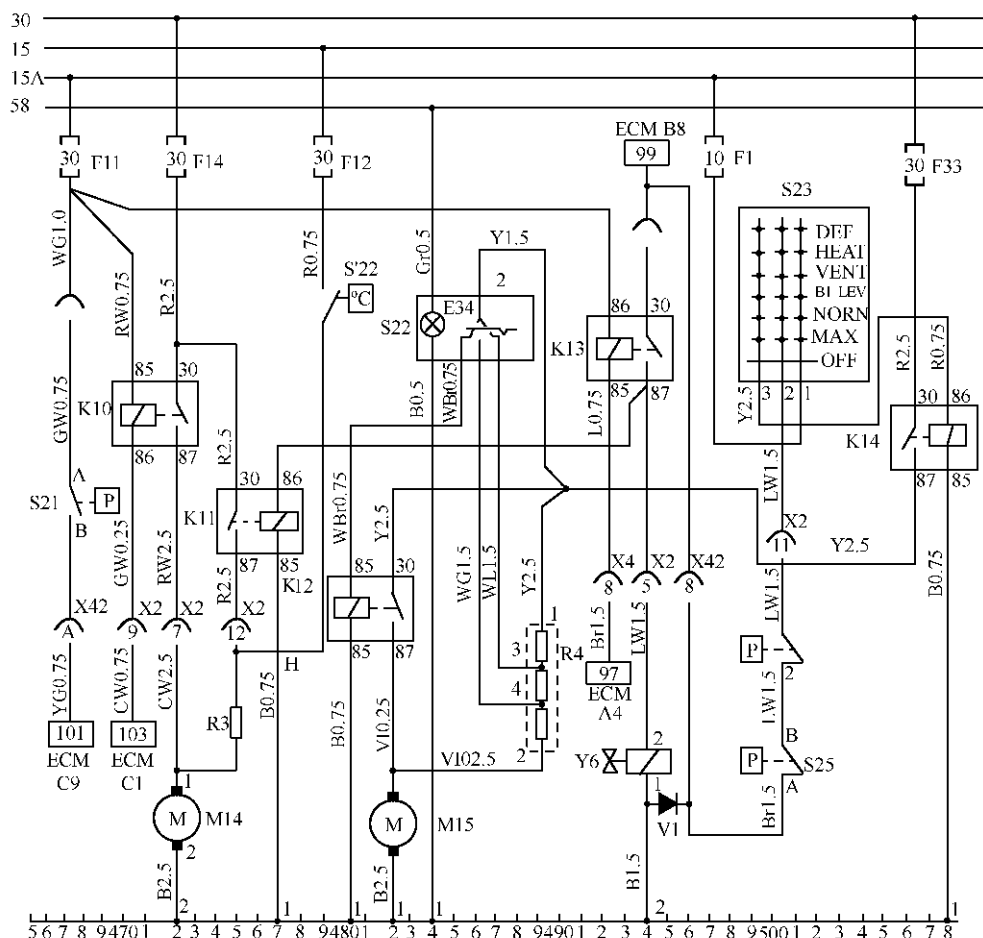


图 3 - 118 RACER(赛手)空调与冷却风扇控制电路

K10—风扇高速继电器；K11—风扇低速继电器；K12—鼓风机高速继电器；K13—空调机继电器；
K14—空调系统继电器；S21—空调压力开关(1.8 MPa)；M14—冷却风扇；R3—调速电阻；S'22—温控开关；
S22—鼓风机风速开关；M15—鼓风机；R4—鼓风机调速电阻；Y6—压缩机电磁离合器；S23—空调开关；
S24—低压开关；S25—高压开关。

① PRINCE 轿车的点火系统由曲轴位置传感器、点火模块和 2 组点火线圈组成。第 1、4 两汽缸、第 3、4 两汽缸分别共用 1 组点火线圈。

② 由于更换高压导线时插错,很可能将点火模块内的电子点火正时电路操作时烧坏。当更换点火模块后,就能顺利启动发动机,且怠速平稳,故障消失。

③ 维修无分电器点火系统时, 绝对避免插错高压线, 最好按顺序拆换摆放或做上记号, 并应理解工作原理和接线原则。

2. 现代 2.0 轿车冷车不易启动故障的诊断

(1) 故障特征

现代 2.0 轿车冷车启动困难,另接一电源导线至电动汽油泵,发动机可顺利在冷车启动了。

(2) 故障诊断

① 接一电源导线到电动汽油泵,发动机冷态可顺利启动,可判断发动机本身及电控系统没

有故障,而是电动汽油泵电路或有关传感器故障所致。

② 检查电动汽油泵继电器保险丝及电路,检测该继电器与 ECM 模块的线束连接器是否松动或损坏。

③ 检查汽油泵继电器,测量其相应接线端子的电压是否在标准值内,如果异常应更换电动汽油泵继电器。

④ 检查发动机冷却液温度传感器,因为 ECM 是根据冷却液温度传感器输出电压信号来判定发动机温度的,进而提供冷态最佳空燃比的混合气。如果冷却液温度传感器损坏,也会导致冷机不易启动故障。取下冷却液温度传感器,用万用表或多功能表测试其在各温度下的电阻值,如与标准值差异过大,则应更换新件。

⑤ 在检查中发现,电动汽油泵继电器线路有破损处,更换继电器后故障才排除。

3. 大宇 DAEWOO 车热车启动困难故障的诊断

(1) 故障特征

大宇 DAEWOO 轿车,冷车启动正常,热车启动困难,怠速不稳,加速不良。

(2) 故障诊断

① 按故障特征,大多是发动机废气再循环 EGR 阀工作不良引起。

② EGR 阀的工作是通过真空控制将阀打开,让少量废气进入歧管,与混合气一起进入汽缸。一般是汽车加速当发动机转速达到 1800r/min 时,产生的真空使 EGR 阀打开起到少量(约 15%)废气回流作用。如果 EGR 阀打开过大,则因废气回流量过大而破坏了汽缸内的混合比,引起发动机怠速不稳和加速不良或热车启动困难故障。

③ 将 EGR 阀上端的真空软管拔下,再把 EGR 阀真空软管接头口堵上,发动机启动容易,但怠速和加速故障依旧。当更换一只 EGR 阀后故障排除,证明原 EGR 阀已失效。

二、日产轿车发动机电控系统故障诊断

1. 皇冠轿车人为故障的诊断

(1) 故障特征

丰田皇冠乘用车,装备 2JZ-GE 发动机,在清洗喷油器后发动机高速时工作正常,但怠速时排气管冒黑烟故障。

(2) 故障诊断与分析

① 发动机高速运转时工作正常,怠速时才出现排气管大量冒黑烟故障现象,可判定是正常怠速时不该供油的装置在工作喷油,与之相关的装置只有冷启动喷油器。

② 使用汽车故障自诊断系统进行检查,故障指示灯点亮,利用 431MK 解码器读取故障代码是“26”(混合气过浓),怀疑是冷启动喷油器失灵,出现发动机工作过程中不停地喷油。

③ 对冷启动喷油器实施断油(断电)试验,故障依然存在。

④ 汽油喷射发动机决定喷油量的主要控制信号之一是进气歧管绝对压力(或真空度),于是用真空表测量进气歧管绝对压力,接在传感器真空软管处(在节气门后方),真空值只有 32kPa,正常稳定怠速时的值应为(61~70)kPa,显然比标准值低。再测量接通活性炭罐真空软管处,即在节气门前方的进气管真空度,其值为 64kPa,而正常稳定怠速时其值应为(30~38)kPa,显然比标准值高。上述测量结果与实际要求正好相反,因此判定节气门前两根真空管装反。

⑤ 将两根真空软管接头调换装复、清除故障码,试车,怠速冒黑烟故障完全消失。

⑥ 由于人为地将进气歧管绝对压力传感器的真空软管与活性炭罐真空软管错接,ECU 错误

地接收了节气门前方的信号导致喷油量增大,造成怠速时冒黑烟。而高速时,节气门前后方的压力几乎相等,故工作正常。

⑦ 电控车电控系统复杂,车型也较多,维修粗枝大意就不适应,切记。

2. 皇冠 3.0 轿车发动机无法启动故障的诊断

(1) 故障特征

皇冠 3.0 型轿车,装备 2JZ - GE 型发动机,在停驶 1 星期后,发动机始终无法再启动。

(2) 故障诊断与分析

① 使用自诊断系统进行检查,无故障代码显示。

② 检查进气系统其密封性能良好,检查点火系统各电线束连接良好无松动现象,火花塞高压跳火正常。

③ 用听诊器接触喷油器可清晰地听到“嗒、嗒”声,而用起动机带动发动机运转时,用手握住通向喷油器的供油软管却没有汽油压力脉冲感,也听不到电动汽油泵的工作声,由此判定电动汽油泵电路开关继电器损坏。

④ 将电线 + B 和 FP 端子连接,转动点火开关至启动挡,发动机迅速启动运转。将继电器拆下检测确认失效,更换新的继电器后,发动机启动恢复正常。

⑤ 2JZ - GE 型发动机虽然未设冷启动喷油器,但启动时 ECU 会自动向喷油器发出增加喷油量的指令,因而同样具有良好冷启动性能。在进气系统、点火系统和供油系统正常情况下发动机启动困难,可按图 3 - 119 所示程序进行诊断。

3. 丰田皇冠轿车加速无力故障的诊断

(1) 故障特征

丰田皇冠 3.0 轿车 2JZ - GE 发动机,行驶中加速无力,最高车速只能达 90km/h。

(2) 故障诊断与分析

① 经检测为节气门位置传感器(TPS)损坏。

② 该发动机采用 ECU 控制汽油喷射系统,它根据节气门位置传感器的信号电压变化率来反应加速度的快慢。当 TPS 出现故障或调整不当时,由于发动机 ECU 接收不到正确的加速信号,也就无法调整喷油量和点火时间,造成发动机加速无力、车速提不高的故障。

③ 节气门位置传感器标准电压输出信号为:节气门全开时为(3.2 ~ 4.9)V;节气门全闭时为(0.3 ~ 0.8)V。

④ 经检测该车节气门其输出电压信号不符合要求,重新更换节气门传感器,故障立即消除。

4. 丰田轿车发动机汽油消耗过大,怠速时排气管冒黑烟故障的诊断

(1) 故障特征

该车发动机采用电控 D 型汽油喷射系统(EFI),在使用过程中很费油,怠速时排气管冒黑烟。

(2) 故障原因

经检查是进气歧管绝对压力传感器(MAP)真空软管脱落所致。

(3) 故障诊断

① D 型 EFI 系统,其进气歧管压力传感器(MAP)是 ECU 控制汽油喷油的一个重要信号。正常情况下,随着节气门的逐渐开大,进气歧管真空度降低,即绝对压力增大,进气歧管压力传感器的输出电压信号增高,ECU 控制的喷油量增大。

② 检查该车进气歧管压力传感器真空软管脱落时,相当于进气歧管真空度降低,输入发动

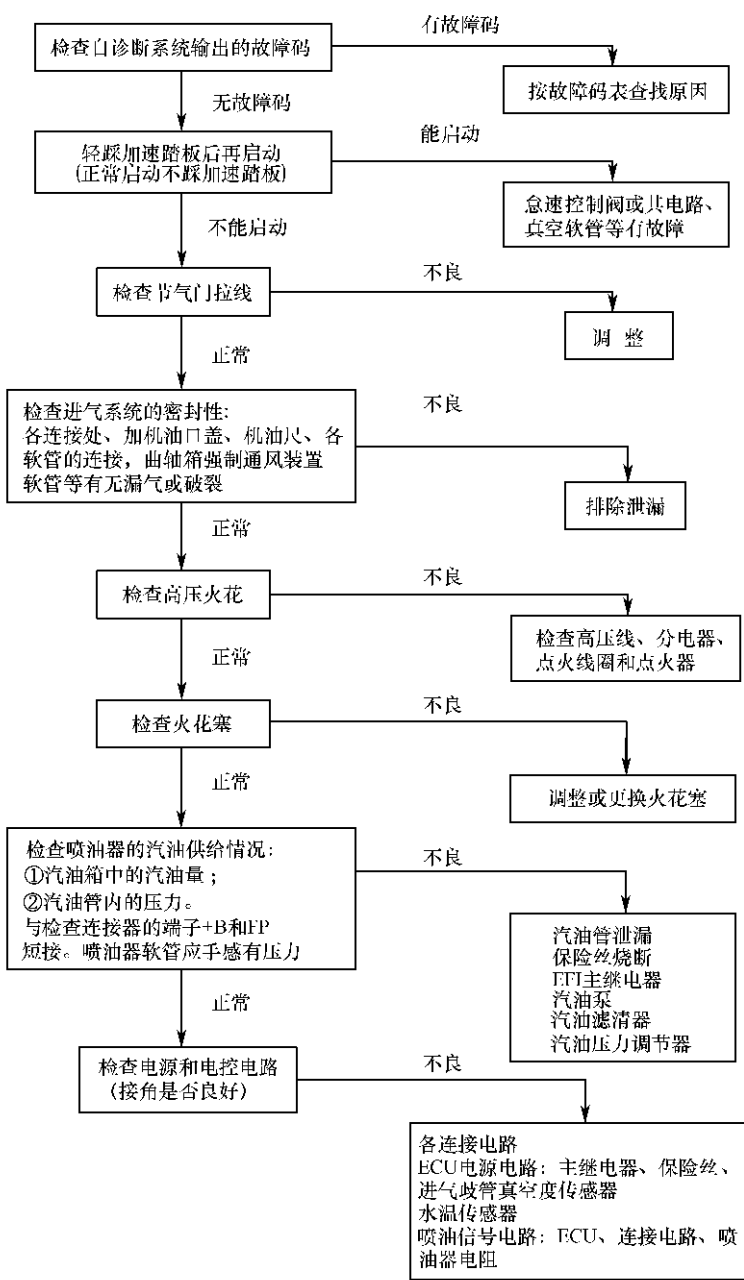


图 3 - 119 2JZ - GE 型发动机无法启动故障诊断

机的 ECU 电压信号较高 相当于大负荷时的电压输入信号 ,使 ECU 控制喷油器的喷油脉冲时间增长 造成混合气过浓。从而使发动机怠速时排气管冒黑烟 ,也由于中低速时的供油量增加 ,因而也造成汽油消耗量增大。

5. 丰田 Supra 轿车在行驶中发动机熄火故障诊断

(1) 故障特征

该车装备六缸发动机 ,电控 EFI 系统 ,使用中熄火后不易发动 ,发动后工作不稳 ,排气管冒黑

烟。

(2) 故障原因

检查发现喷射系统的喷油器控制线搭铁。

(3) 故障诊断

① 检查火花塞跳火良好,其他导线接触可靠。

② 用万用表检测喷油器电磁线圈电阻正常。

③ 用 12V 试灯检查喷油器线路时,发现灯只亮不闪。用万用表检测,发现白色控制线搭铁。经检查第 2、4、6 缸的喷油器的白色导线已磨破后与发动机左后吊耳短路,导致这三个喷油器在发动机工作时,始终处于开启状态,使三个汽缸内全是汽油液。

④ 当用绝缘胶带包扎好被磨损的导线后,并重新布置好导线的走向,装复检查无误,发动机顺利启动,故障消失。

⑤ 当因白色导线短路发生时,第 2、4、6 缸的喷油器在发动机工作时始终开启喷油,使混合气过浓而自动熄火,也不可能再启动。

6. 本田雅阁 (ACCORD) 轿车怠速抖动熄火故障的诊断

(1) 故障特征

本田雅阁 (ACCORD) 轿车,装备 F22B1 发动机,启动时需要加大油门,松开加速踏板怠速运转发动机抖动严重,发动机便很快自动熄火。

(2) 故障原因

经检查为废气再循环装置 EGR 阀关闭不严。

(3) 故障诊断

① 发动机怠速抖动时,故障灯不点亮,起用自诊断系统也无故障代码输出。

② 检查节气门位置传感器 (TPS)、进气绝对压力传感器 (MAP)、发动机冷却水温度传感器 (THW)、怠速电动机、油路油压、电源等均无异常现象。

③ 启动发动机怠速运转,拔下 EGR 阀上的真空管,怠速正常不抖动,再插回此真空管,故障重现。在检查 EGR 系统时,发现从加大油门启动发动机与放松加速踏板至发动机怠速运转过程中,EGR 阀上方真空室内始终有一定的真空度,表明 EGR 阀是处于开启状态,而按结构原理,正常情况怠速时,EGR 阀应处于关闭状态,这是一种异常现象。发动机怠速时 EGR 阀开启,造成废气循环率过大,即可燃混合气中废气含量过高而混合气变得过稀。

④ 该车 EGR 阀上方的真空室的真空度是受电磁阀控制,而电磁阀又受发动机 ECU 控制。经检查发现电磁阀已损坏。更换一只新的电磁阀后发动机工作恢复正常。

7. 日产轿车行驶加速乏力故障的诊断

(1) 故障特征

该日产轿车装备 VG30E 型发动机,采用热线式空气流量计,行驶中加速十分乏力。

(2) 故障原因

经查为空气流量计损坏。

(3) 故障诊断

① 热线式空气流量计,当在其端子 D 和 E 之间施加蓄电池电压时,用万用表检测端子 B 和 D 之间的标准电压应为 (1.1 ~ 1.2)V,而实测该空气流量计端子 B 和 D 之间的电压远比标准低很多,则判定空气流量计损坏。

② 由于空气流量计出现故障,不能正确反应空气流量,发动机 ECU 就不能正确给出喷油脉

冲 ,从而造成发动机加速无力。更换空气流量计后 ,发动机加速力量倍增 故障排除。

8. 丰田皇冠 3.0 轿车发动机怠速不稳故障的诊断

(1) 故障特征

丰田皇冠(CROWN)3.0 轿车 采用 2JZ - GE 型电喷发动机 ,冷启动后怠速不稳 ,排气有浓重的烟味 ,有时甚至导致发动机熄火 ,待发动机水温达到正常值后 故障现象依旧。

(2) 故障诊断

① 首先利用故障自诊断系统提取故障代码。其方法是打开位于发动机附近的故障诊断插座 ,用导线连接故障诊断插座中的 TE_1 (故障检测)和 E_1 (接地)两插孔 ,接通点火开关但不启动发动机 ,此时仪表板上的故障指示灯“ Check Engine ”开始闪烁 ,其闪烁的频率就代表输出的故障代码。自诊断的结果 输出故障代码“ 22 ”。代码“ 22 ”的含义是水温传感器信号不良 ,它的故障范围是 :水温传感器线路短路或断路 ,水温传感器本身有故障 ,或者是发动机 ECU 发生故障。

② 发动机 ECU 极少出现故障 ,有个别出现故障的 ,大多数都是因人为操作不当引起 ECU 损坏。也就是说 ,在正常使用的情况下 ,它的故障率是极低的。修理时一般不先对其进行检查。

③ 首先检查水温传感器的线路及水温传感器本身是否有故障。其方法是在点火开关拨到“ ON ”时 检查发动机 ECU 连接器内端子 THW 与 E_2 间的电压是否正常 ,如图 3 - 120 所示。当发动机水温达到 20 时 ,用万用表测得端子 THW 与 E_2 间的电压为 1.1V ;当发动机水温达到 80 时 ,测得端子 THW 与 E_2 间的电压为 3.6V。测得的这两个结果表明水温传感器的线路不存在短路和断路的情况 ,但与其标准值对比 ,测得的电压值偏高。这说明了 ,其一是水温传感器损坏 ;其二是有可能因线路接触不良存在接触电阻 ,因而导致电压偏高。

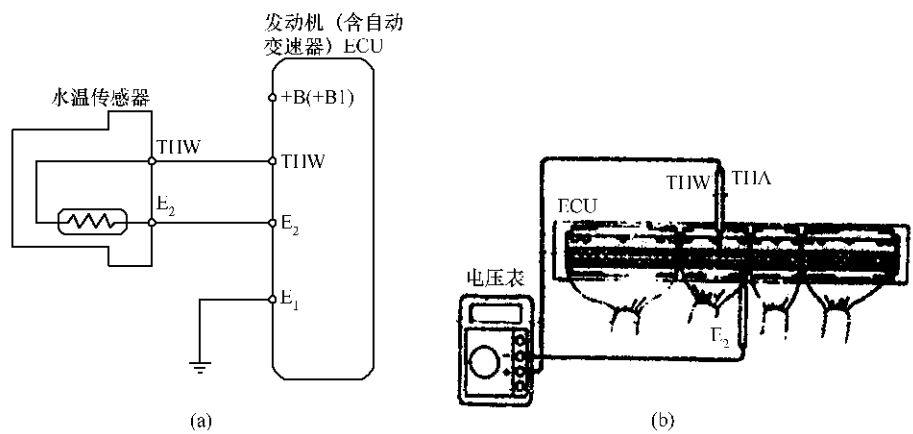


图 3 - 120 水温传感器线路电压的检测
(a) 水温传感器电路 ;(b) 检查电压。

④ 为进一步证实故障的根源 ,拆下水温传感器对水进行加热 ,同时用万用表测量水温传感器在不同水温下的电阻 ,如图 3 - 121 所示。经检查发现 ,水温传感器的电阻值远大于其标准值。水温为 20 时 ,其实测为 6.2k Ω ,水温标准值为 2.3k Ω ;而为 80 时 ,其标准值为 (0.2 ~ 0.4) k Ω ,而实测为 0.9k Ω 。这说明该故障的原因就是水温传感器损坏 ,同时排除了水温传感器线路接触不良的情况。

⑤ 在电控发动机中 水温传感器的作用是把冷却液温度通过改变电阻的形式转换为电压信号 此信号输入 ECU 后用于：

a. 决定发动机的喷油量 :当发动机在低温状态下运转时 ,由于温度低 ,汽油雾化不良 ;发动机机体温度低 ,各摩擦副阻力大等原因 ,需要增大喷油量 ,形成较浓的混合气 ,以便于良好的燃烧 ,也有利于发动机冷启动。当发动机在正常温度下运转时 ,燃烧条件正常 ,需要减少喷油量 ,形成较稀的混合气。

b. 影响怠速控制阀动作 :低温时 ,为了使发动机温度尽快达到正常值 ,ECU 根据水温传感器信号控制怠速控制阀动作 ,以提高发动机怠速转速。

c. 修正点火提前角 :发动机在低温下运转时 ,需要增大点火提前角 ;发动机在高速运转时 ,为了使发动机能输出最佳功率和防止爆震燃烧 ,将点火提前角推迟。

d. 影响废气再循环 :当冷却液温度较低时 ,由于汽油雾化不良 ,空气温度较低 ,导致燃烧不良 ,缸内温度较低 ,发动机运转不平稳 ,这时发动机 ECU 就输出信号停止废气再循环系统的工作 ,随着冷却液温度的升高 ,燃烧情况好转 ,ECU 即开通废气再循环系统。

e. 影响发动机减速断油 :当汽车减速滑行时 ,若 ECU 检测到水温正常 ,就控制喷油器在短时间内停止喷油 ,直到发动机转速下降到设定的低转速时再恢复供油。

⑥ 该车水温传感器的实际电阻远大于标准值 ,信号输入到发动机 ECU 后 ,ECU 误认为发动机是在低温状态下运转 ,这就使其实际的供油量比同状态下要大得多 ,造成发动机混合气过浓 ,燃烧不良 ,从而引起发动机在冷车、热车状态下运转均不稳定 ,而且有浓重的烟味。

⑦ 更换水温传感器 ,重新试车 ,在冷车、热车状态下发动机怠速均稳定 ,故障排除。故障排除后应清除发动机 ECU 内存储的故障代码 ,丰田皇冠 3.0 轿车故障代码的消除方法是 :关闭点火开关 ,并从 2 号接线盒上拆下 EFI 保险丝(20A)10s 或更长一些时间 ,如图 3 - 122 所示 ,即可清除发动机 ECU 内存储的故障代码。

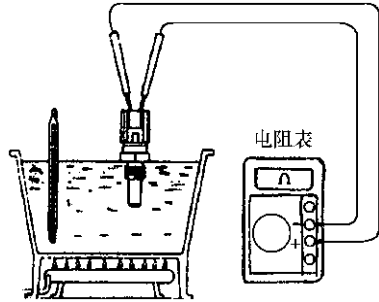


图 3 - 121 测量水温传感器电阻

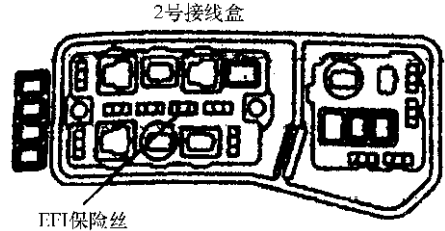


图 3 - 122 2 号接线盒的 EFI 保险丝

9. 日产平民轿车低速运转粗暴故障的诊断

(1) 故障特征

该车装备 CA18DE 型发动机 ,在快怠速结束后转速呈现不规则状态 ,发动机怠速运转粗暴抖动。转速升到 1500r/min 以上时 ,运转状态良好。

(2) 故障原因

汽油蒸发排放控制系统出现故障。

(3) 故障诊断

① 使用该车自诊断系统诊断为混合气空燃比偏稀。

② 检查汽油压力、喷油器、空气流量计、节气门位置传感器、水温传感器等均属正常。

③ 再检查汽油蒸发排放系统时,发现活性炭罐上真空管与接汽油箱通气管两者之间正好接反,将两根管子对调重新接好后,故障现象消失。

④ 由于管子插接错误,致使进气歧管上的真空管通过炭罐吸进空气,导致混合气空燃比过稀故障。

10. 丰田滑翔机轿车启动困难故障的诊断

(1) 故障特征

该车装备 IG - GTE 型电喷发动机,每天第一次启动或停机数分钟的启动均十分困难,很不易着车且冒黑烟。

(2) 故障原因

检查表明冷启动喷油器关闭不严而漏油。

(3) 故障诊断

① 检查点火系统,其点火正时,火花塞间隙适当,跳火强度属正常。

② 对汽油压力进行检查,观察汽油脉动阻尼器,发现发动机停转不到 10min 汽油阻尼器的螺钉头就沉下去了,即汽油压力已经全部消失。

③ 接装上汽油压力表,强制驱动汽油泵工作 3min,结果启动仍然十分困难,这充分证明并不是供油道的余压过低而造成启动不良。当发动机停机 3min 后汽油压力表指针降为零,这表明供油系统某处有泄漏现象。

④ 再次启动发动机,待供油系统建立起油压后,堵住汽油输送管的供油管和回油管,停止发动机运转后汽油压力仍然不断下降为零,表明喷油器或冷启动喷油器有关闭不严而滴漏油现象,进一步检查证实冷启动喷油器关闭不严有泄漏油现象。

⑤ 发动机停止运转后,由于冷启动喷油器漏油,使进气歧管和进气稳压器内都积留有一定量的汽油,当再次启动发动机时,这部分积留汽油被吸入汽缸与按需要配制的可燃混合气混合而成为过浓的混合气,导致冷机启动困难。当更换新的冷启动喷油器后,发动机的故障完全消失。

11. 凌志 LS400 型轿车发动机严重抖动熄火故障的诊断

(1) 故障特征

凌志 LS400 型轿车在行驶中转速表突然下降为 0,发动机严重振抖直至熄火,发动机故障警示灯点亮。

(2) 故障原因

点火线圈的低压线插头松动脱开所致故障。

(3) 故障诊断

① 该车发动机装用数字式点火系统。

② 通过该车的故障自诊断系统读取故障代码为 14、24、25、26。经查技术资料得知,故障代码分别为:“无点火正时或点火确定控制信号,进气温度传感器信号不良,混合气过稀、空燃比过大,混合气过浓、空燃比过小。”

③ 初步判断。无点火正时或点火确认控制信号为主要故障。检查点火电子组件到发动机 ECU 的点火正时、点火确认线路,发现点火线圈的低压线插头松动,几乎脱开。将插头紧固后,发动机顺利启动,故障排除。

④ 分析。该车转速表信号取自点火电子组件接线上的点火线圈低压电源。当点火线圈的低压线插头松动时,转速表指针即会随之变动,以至降为 0,发动机一侧的 4 个缸(该车为 V8 发

动机)不工作。此时喷油器电路正常,仍向缸内喷油,所以发动机电控单元也记录了燃油系统故障代码,反映进气信号不良。后3个代码是随故障代码“14”而产生的连锁反应,因此排除了点火系统故障后,其他故障也消失了。

12. 丰田凌志 LS400 型轿车维修 ECT 后上坡动力不足故障诊断

(1) 故障特征

LS400 型轿车装备 A342E 型自动变速器(ECT),在维修 ECT 和更换曲轴后油封后,出现发动机转速很高而行驶无力故障。

(2) 故障原因

电磁阀插接器的锁销损坏所致故障。

(3) 故障诊断

① 根据故障现象分析,好像是 ECT 无锁止作用。但考虑到在维修 ECT 时更换过曲轴后油封时拆装过自动变速器,可能是自动变速器上的线路、插头或电磁阀、传感器等受到了损伤。

② 打开点火开关,观察仪表板,自动变速器“O/D OFF”故障指示灯不亮。将点火开关转至“ON”位,超速挡“O/D”开关置于接通位置,将诊断插座中的“TE₁”和“E₁”端子短接,观察仪表板上“O/D OFF”的闪烁情况,读取故障代码为“64”。

③ 查故障代码表,故障代码“64”为3号电磁阀线圈电路断路或短路故障。3号电磁阀用于操纵锁止离合器的分离或接合,结合故障现象判定3号电磁阀有故障。3号电磁阀可能的故障原因有3号电磁阀线圈故障、3号电磁阀线圈线束或插接器故障、发动机与 ECT ECU 故障。

④ 3号电磁阀为线性脉冲式电磁阀,其电路较简单。电磁阀有两根控制线,一根与发动机主继电器相通,另一根与发动机和 ECT 控制 ECU 相通,这两根线在自动变速器上与其他几个电磁阀一起共用一个插接器,与变速器内的电磁阀相连。

⑤ 检查3号电磁阀线束无断折处,正常。检查电磁阀插接器,发现插接器的锁销已折断,插头松动。将插头拔下,用万用表测量电磁阀线圈电阻为 $(3.6 \sim 4)\Omega$,符合标准,说明3号电磁阀没损坏。将插接器重新插牢,故障排除。

⑥ 由于电磁阀插接器松动,使3号电磁阀接触不良,造成故障。几个电磁阀共用一个插接器,由于插接器松动不太严重,所以只有3号电磁阀接触不良。如果插接器严重松动,其他几个电磁阀也会发生故障,故障现象也就不一样了。

⑦ 在维修中若发现一些插接器锁销损坏特别是有些插头时紧时松,一定要处理好,避免维修后仍埋下故障隐患。

三、奔驰、宝马轿车发动机电控系统故障诊断

1. 奔驰 560SEL 轿车加速不良故障的诊断

(1) 故障特征

该车装备 KE 型电喷射系统发动机,热机加速不良,发动机最高转速只能提升到 2500r/min 左右,冷机加速基本正常,发动机故障指示灯常亮不灭。

(2) 故障诊断与分析

① 汽车加速不良在发动机方面有电控系统和供油系统两方面的原因,该车故障指示灯常亮不灭,应首先检查电控系统。

② 用万用表检测各传感器及电液调节阀电阻、电压、电流,其数值均在标准范围内。

③ 检查油路系统。将压力表接于汽油分配器测压孔上检测为冷机油压为 0.55MPa,而热机

则降为 0.35MPa 左右,压力降低的同时出现加速不良故障现象,由此诊断为汽油供给系统故障。

④ 该车由两个电动汽油泵串联供油,对两个汽油泵通电后发现只有一个汽油泵工作,另一汽油泵不转动(无声音)。当拆下汽油滤清器滤心,其内有许多油泥污物,更换汽油泵及汽油滤心,装复后又发现一个汽油泵不通电。

⑤ 顺线束检查,在后座位下方发现该电动汽油泵电源线被切断(可能是更换汽油泵时折断),将其电源线恢复接好,通电正常(两汽油泵均工作),装复后发动机就顺利启动了,路试加速性能判若两车似的,故障指示灯自动熄灭,故障排除。

2. 奔驰 S320 轿车只有 1 挡才能行驶故障的诊断

(1) 故障特征

奔驰 S320 轿车仅在变速器处于 1 挡时才能行驶,即全电控自动变速器只能处于跛行模式。

(2) 故障诊断与分析

① 造成变速器处于跛行模式的原因有:机械故障或电路接触不良,缺少自动变速器油(ATF)检查 ATF 正常。

② 用该车专用检测仪(HHT)进行检测。故障代码的含义为转速传感器故障。该转速传感器为霍尔效应或传感器。这种传感器工作信号稳定、性能可靠,本身不易产生故障。

③ 对外围电器线路进行静态检查,结果测量值属于正常。再进行动态检查,发现信号线并没有信号输出。因电控 ECU 没有接收到转速信号,无法确定换挡时刻。故而进入跛行模式。

④ 转速传感器要获得良好信号应具备:恒压电接地可靠、信号发生器的转子与信号拾取器的间隙正常,经检查排除故障。

⑤ 拆下阀体,取出电路板检查发现,转速传感器塑料支架断裂,在更换电路板并用仪器进行必要检测后,试车故障彻底排除。

3. 奔驰 S320 型轿车低速发冲故障的诊断

(1) 故障特征

发动机转速为 2000r/min 左右时,汽车行驶不平顺,有发冲现象,用专用 HHT 检测仪进行检测,没有故障码显示。

(2) 故障诊断与分析

① 该车自动变速器设有液力变矩器锁止阀,其作用是使变速器在高速时能减少动力损失,以提高汽车的动力性和经济性。

② 汽车在发动机转速为 2000r/min 左右行驶时,正是锁止阀进入工作的时机,低速汽车发冲,此阀发生故障的可能性极大。

③ 据控制原理,该阀的控制属脉冲控制,即利用一定频率和不同占空比的脉冲来控制阀的开闭,使其随转速的增加,液力变矩器锁止程序亦增强,以减少在此过程中的发冲现象。

④ 由于没有故障代码存在,初步诊断故障可能是由于系统的执行元件液力变矩器锁止阀工作不良所致。

⑤ 拆下锁止阀,换上新件,装复试车,故障消失。主要是锁止阀控制油压过大,不能按原设计要求进行工作,造成汽车低速发冲现象。

4. 奔驰 600SEL 轿车加速发闷故障的诊断

(1) 故障特征

该车采用 V12 发动机。出现故障时,仪表板上没有故障显示,用仪器插入 38 孔诊断座检

测,也没有任何故障代码输出,但行驶时加速不痛快,有发闷感觉,车辆启动也慢。

(2) 故障诊断与分析

① 影响发动机加速发闷的原因有进气不畅,空滤器堵塞;供油不畅,汽油泵泵油阻力增大,汽油滤清器堵塞,排气不畅,增加了排气阻力;火花塞工作不良等,经仔细检查,均属正常有效。但对于这种高级轿车,还应检查废气催化净化装置。

② V12 发动机左右排列有排气净化装置。排气管的前端装有蜂窝状的三元催化器,用专用仪器可以在排气管出口处测量其压力来判断催化器的技术状况。如果没有仪器,可切开局部三元催化器,发现本车呈蜂窝状的三元催化器本应有许多通道,但这些通道却被堵塞,有些通道因高温烧熔现象,由此判断排气管三元催化器是故障所在,据此更换其新件,故障得到排除。

③ 究其原因,是该车较长时间使用含铅量过高的汽油,这种含铅汽油燃烧后的铅吸附在三元催化器通道上,由于铅化物吸附在通道上过多,使三元催化器与废气接触面积减小而逐步失效,故造成排气不畅。同时,炽热的铅还会使三元催化器温度过高,造成部分烧熔,致使三元催化器失效,严重堵塞排气系统。低速时发动机尚可勉强工作,高速时废气就排出不畅,使可燃混合气进入汽缸阻力增大,造成发动机加速时发闷故障产生。

5. 宝马(BMW)轿车发动机不能启动或启动困难故障的诊断

宝马(BMW)轿车发动机不能启动或启动困难故障的诊断如图 3 - 123 所示。

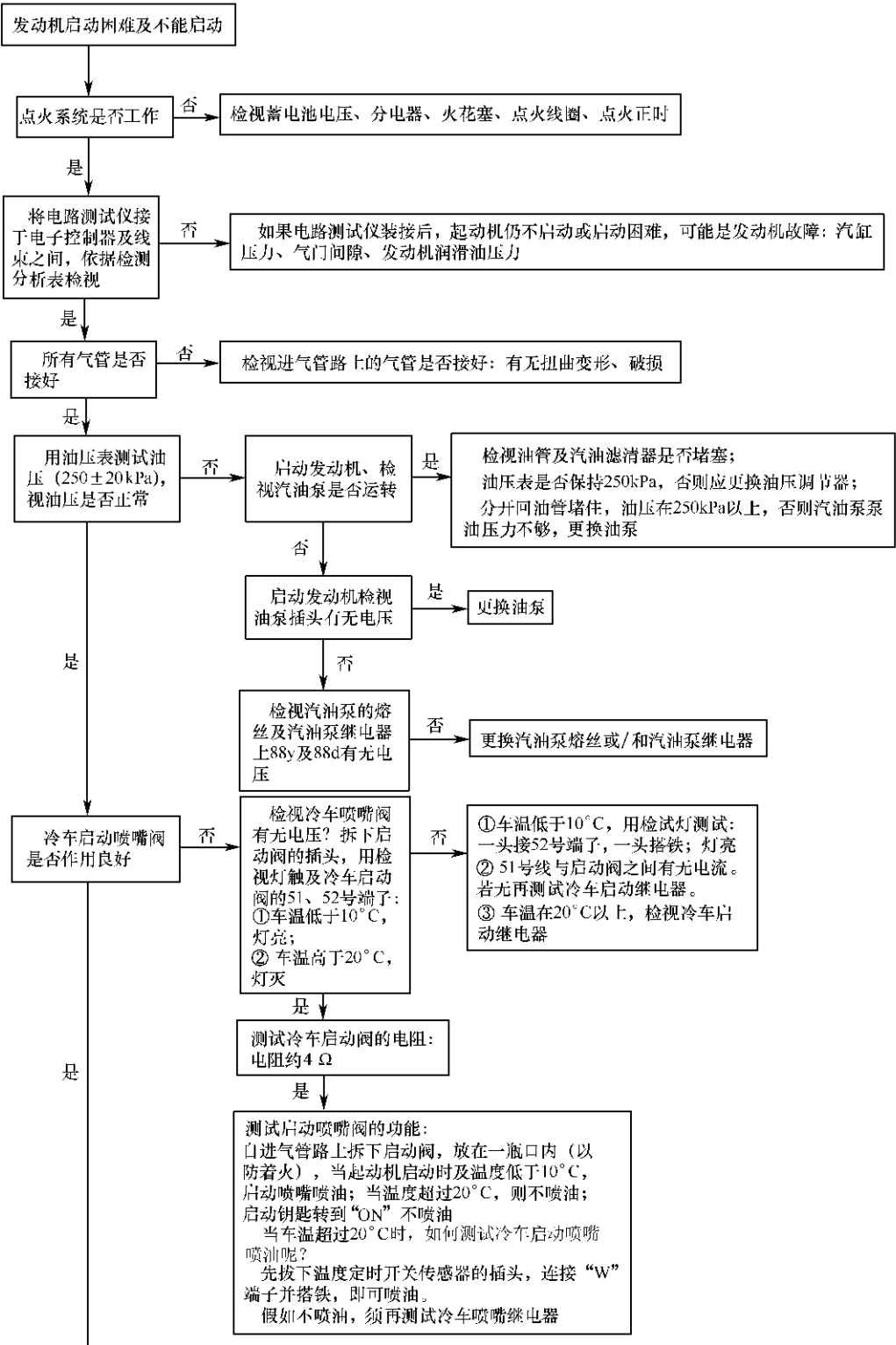
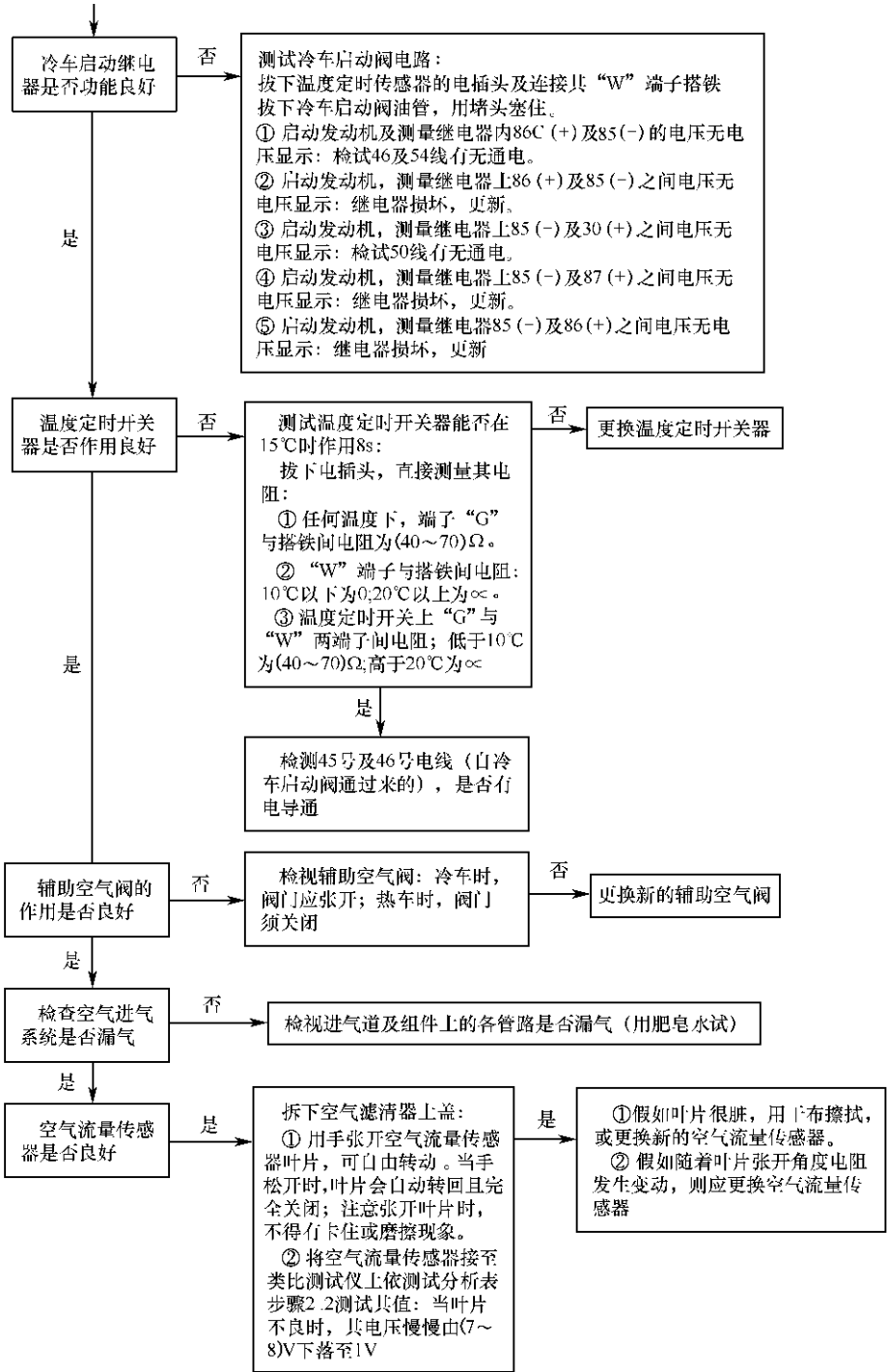


图 3 - 123 发动机不能启动或



6. 宝马(BMW)轿车发动机启动后自动熄火的诊断

宝马(BMW)轿车发动机启动后自动熄火故障的诊断如图 3 - 124 所示。

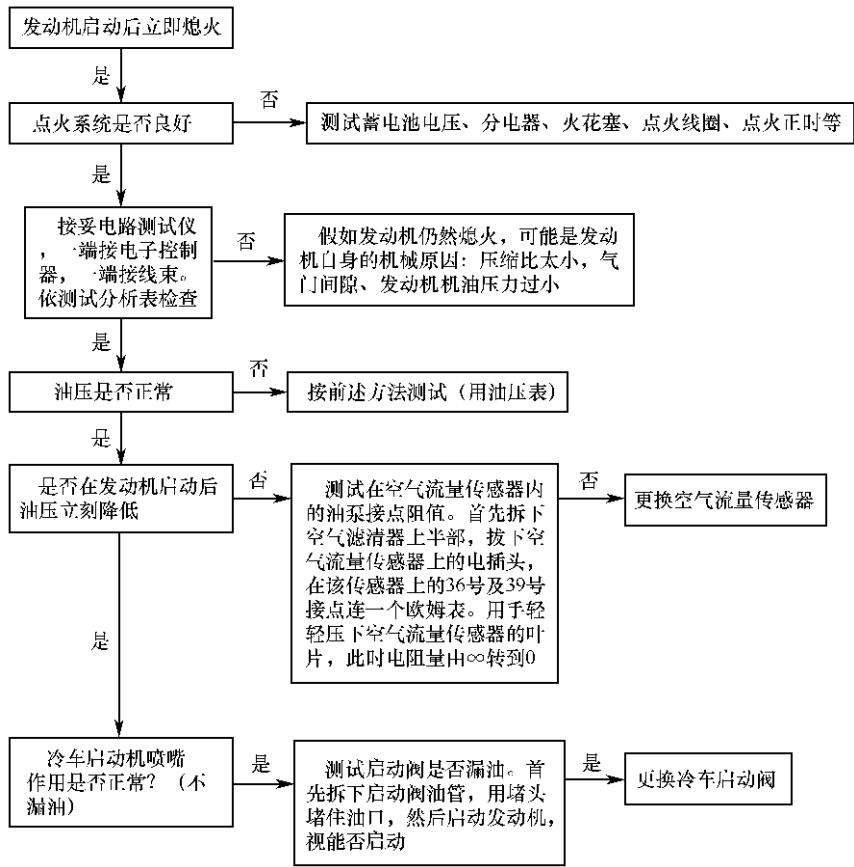
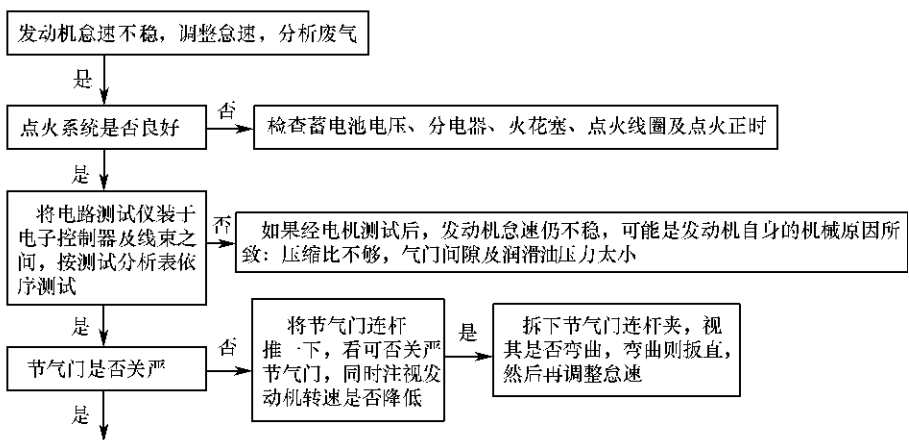


图 3 - 124 发动机启动后自动熄火故障的诊断

7. 宝马(BMW)轿车发动机怠速不稳故障的诊断

宝马(BMW)轿车发动机怠速不稳故障的诊断如图 3 - 125 所示。



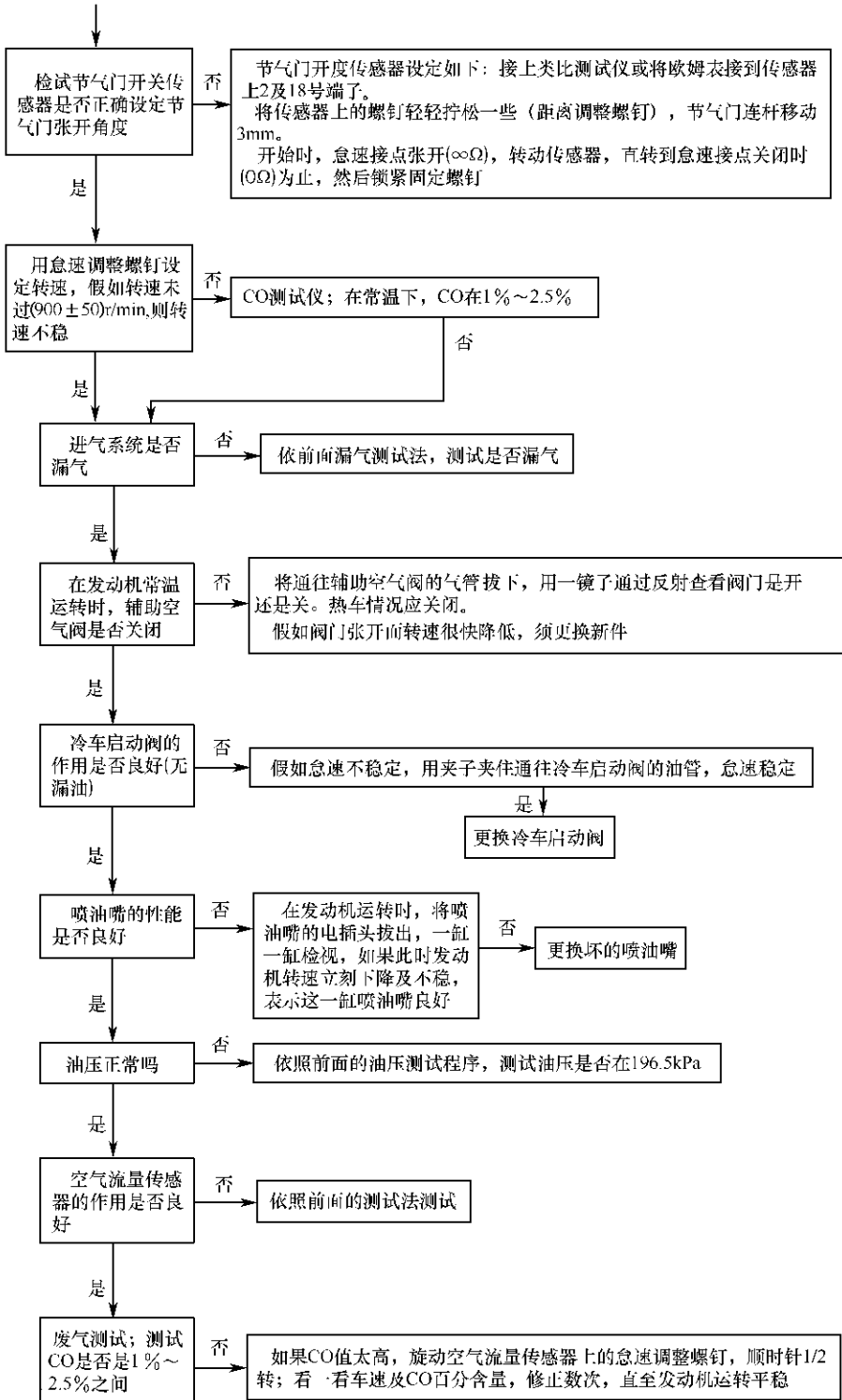


图 3 - 125 发动机怠速不稳调整怠速分析排气成分的方法

8. 宝马(BMW)轿车供油不畅故障的诊断

宝马(BMW)轿车供油不畅故障的诊断如图 3 - 126 所示。

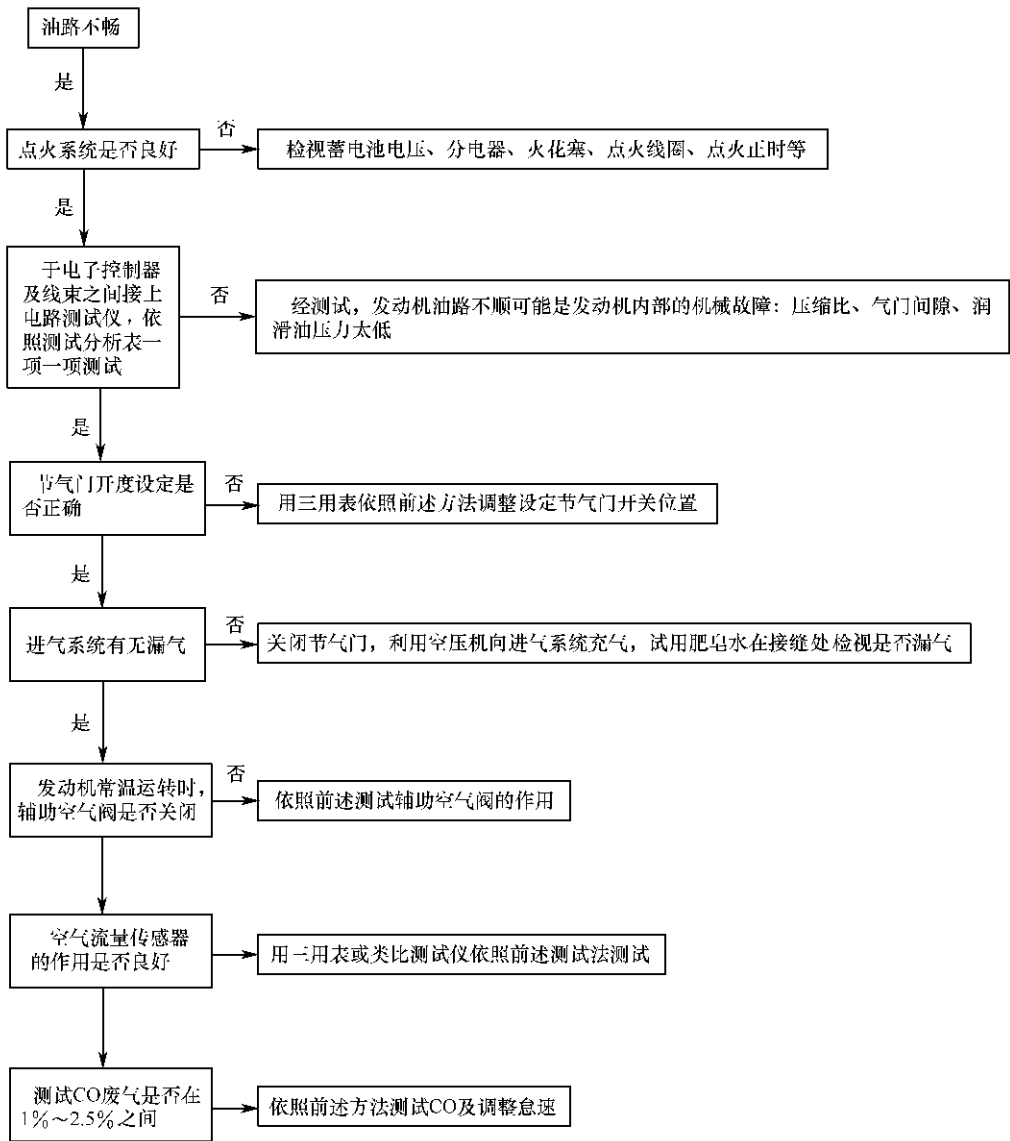


图 3 - 126 供油系统油路不畅故障的诊断

9. 宝马(BMW)轿车发动机工况不良，一缸或多缸熄火故障的诊断

宝马(BMW)轿车发动机工况不良，一缸或多缸熄火故障的诊断如图 3 - 127 所示。

10. 宝马(BMW)轿车发动机汽油超耗故障的诊断

宝马(BMW)轿车发动机汽油超耗故障的诊断如图 3 - 128 所示。

11. 宝马(BMW)轿车发动机无高速故障的诊断

宝马(BMW)轿车发动机无高速故障的诊断如图 3 - 129 所示。

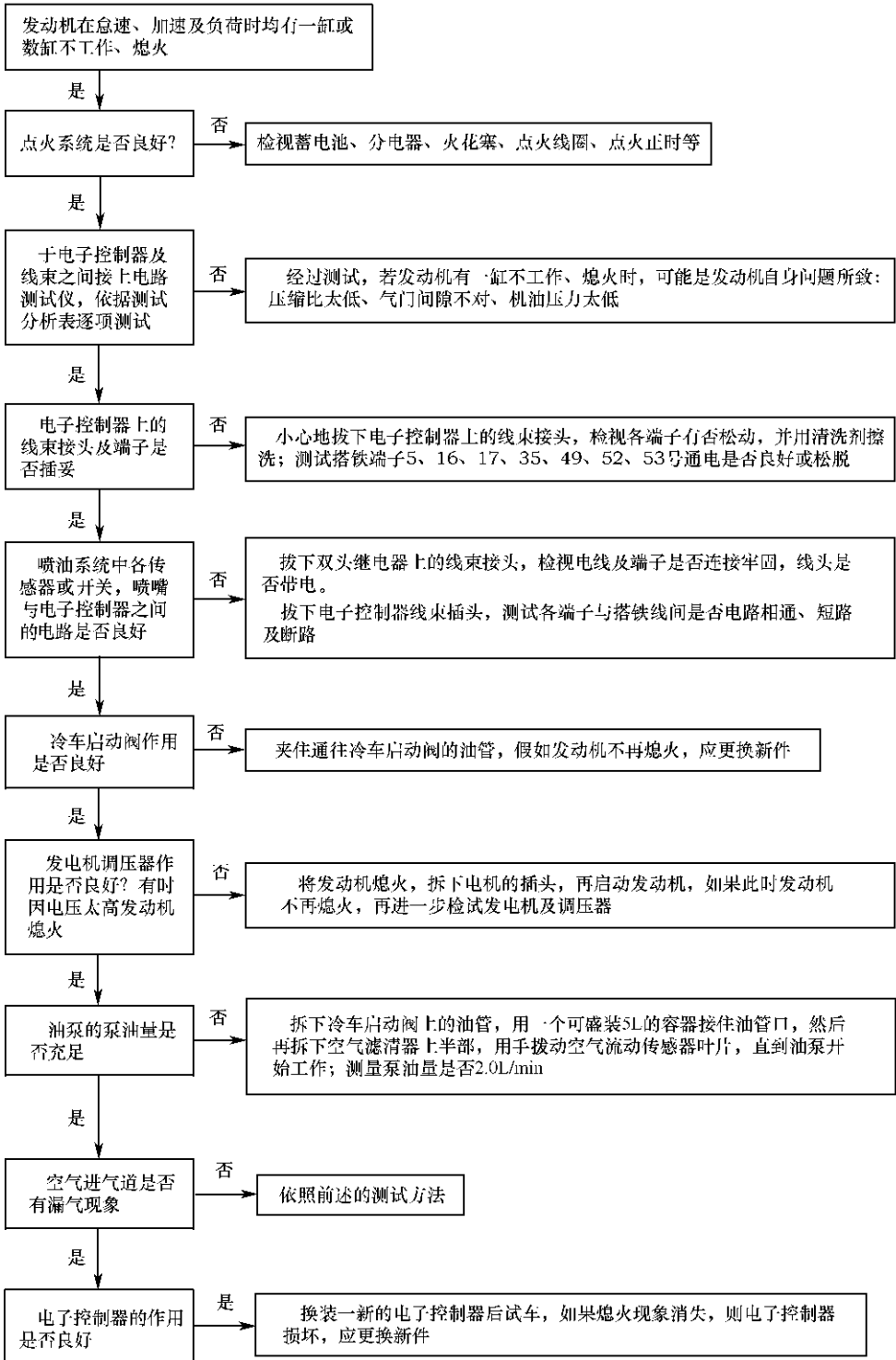


图 3 - 127 发动机工况不良一缸或多缸熄火故障的诊断

第四章 汽车底盘电子控制系统

第一节 电子控制自动变速器

一、电子控制自动变速器的组成

自动变速器有三种型式,即机械无级自动变速器(CVT);电控机械自动变速器(AMT);液压电控自动变速器(AT),中国目前轿车多采用AT者居多。

自动变速器的结构组成复杂精密,如图4-1所示。从图可知,自动变速器一般多由5个部分组成:

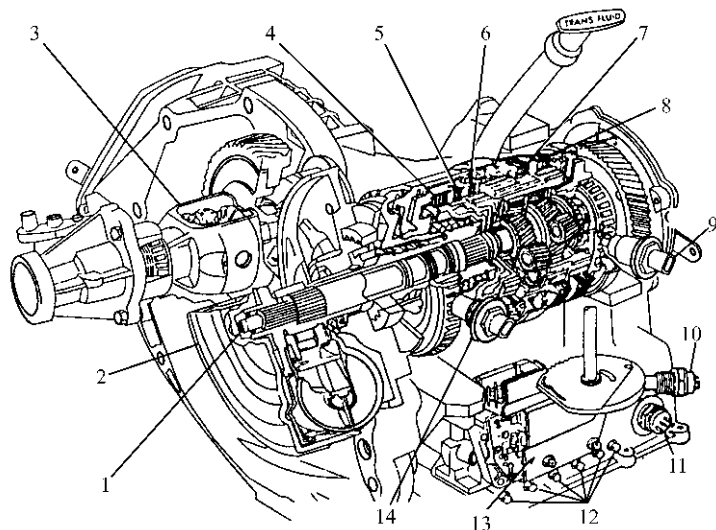


图4-1 自动变速器的组成

油;2—变矩器总成;3—差速器总成;4—低挡离合器;5—超速挡离合器;6—制动器;
—2~4挡离合器;8—行星齿轮传动总成;9—输出速度传感器;10—空挡开关;
11—停车开关;12—液压孔钉;13—控制器总成;14—涡轮速度传感器。

1. 变矩器

变矩器相当于离合器的功能,多为三元件综合式,其作用:

① 柔和地传递扭矩;② 自动增大输出件的扭矩达(2~4)倍。

2. 行星齿轮变速器

行星齿轮变速器由(2~3)排行星齿轮组成(2~5)种速比,其作用和特点是:

① 它是同向、同轴减速增扭,其结构紧凑;② 再使扭矩增大(2~4)倍,以提高汽车的适应能力;③ 它是常啮合传动、啮合量大、无冲击、动力不间断、加速性好,简化了操作。

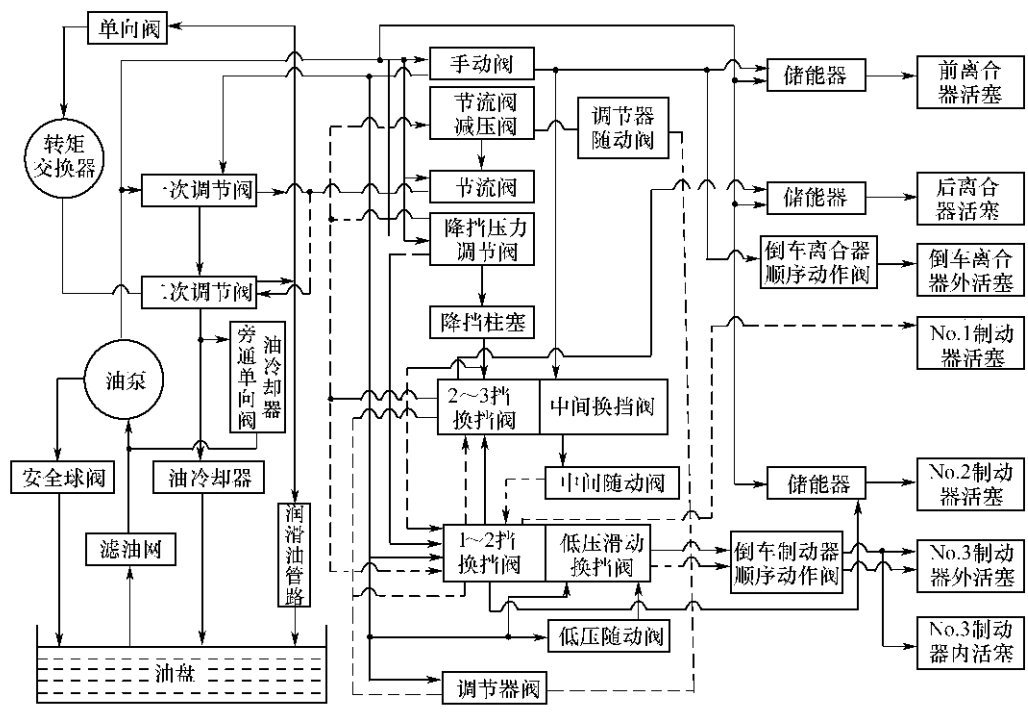


图 4 - 3 液压控制系统原理示意图

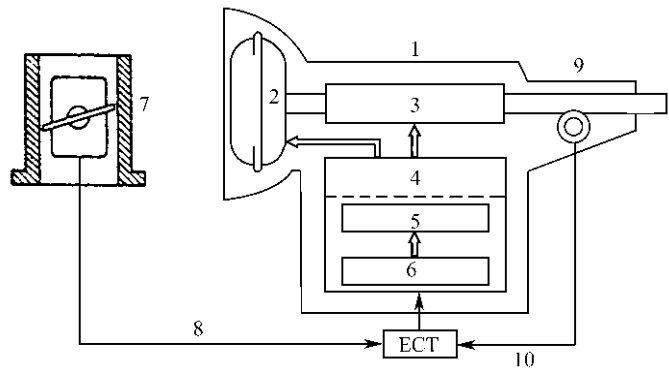


图 4 - 4 电控自动变速器控制原理示意

速器；2—变矩器；3—行星齿轮机构；4—液力控制装置；5—换挡阀门；6—电磁阀；
7—节气门体；8—节气门工作信息；9—车速传感器；10—车速信号。

电控自动变速器(AT)的控制原理如方框图 4 - 4 所示。

5. 冷却及滤油装置

液压油在传递动力的过程中,因摩擦和冲击而生热,同时又吸收一部分热量,使油温必然升高,会降低传动效率,因而必须使油液利用冷油器在水箱或外部与冷却水或空气进行热交换(冷却),使 AT 的油温保持在 80 ~ 90 范围内。自动变速器在工作中也会产生金属磨屑废料,也应及时地分离滤清出来,此任务则由滤油器来完成。

二、自动变速器电子控制系统

1. 自动变速器的挡位

自动变速器(ECT)随变矩器及变速器结构的不同而有不同的控制系统。自动变速器为了适应不同车型的使用要求 其挡位设置如表 4 - 1 所列。

表 4 - 1 自动变速器(ECT)的挡位

换挡手柄位置代号	D			L	2	N	R	P
	D ₁	D ₂	D ₃					
ECT 的挡位	前进 1 挡	前进 2 挡	前进 3 挡	低速强 制 1 挡	限定 2 挡	空挡	倒车挡	驻车挡

示。电控自动变速器电控系统电路控制如图 4 - 5(b)所示。它通过由节气门位置传感器、车轮车速传感器、水温传感器、怠速传感器、空挡开关、制动信号装置、控制信号装置以及液压力调节器、电磁阀、变速器电子控制器(ECT)等组成。

图 4 - 6 所示为典型通用汽车公司 (CTM) 电控变速器部件总布置图。电控自动变速器 (ECT) 系统中的控制器 ECU 总成与各元件之间关系如图 4 - 7 所示。

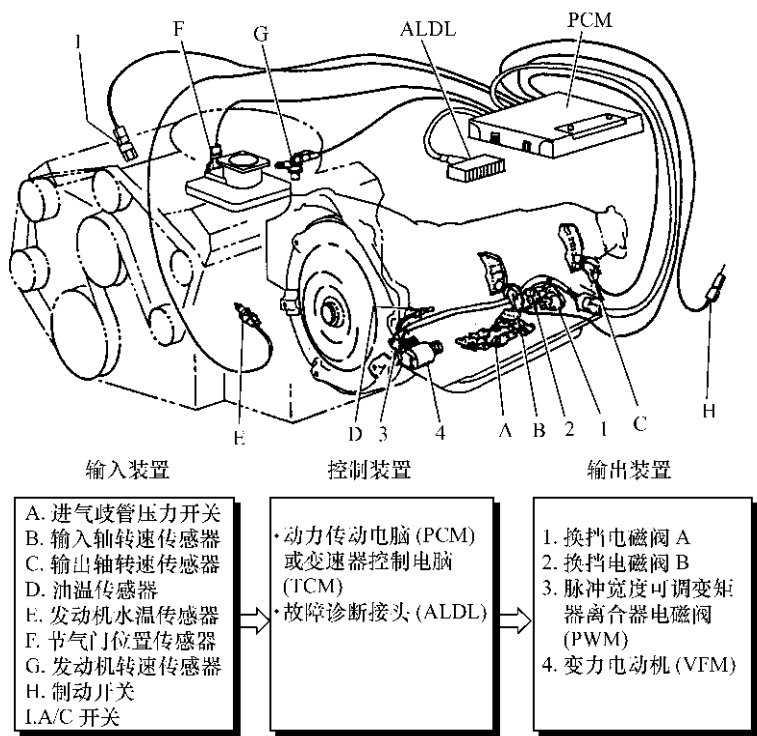


图 4 - 6 典型通用汽车公司 (CTM) 电控变速器部件总布置

3. 自动变速器的 ECU 结构框图及接线图

图 4 - 8 所示为凌志 LX400 型轿车的 ECT、ECU 的结构框图,从图中不难看出它由传感器、ECU 和执行机构三部分组成。图 4 - 9 所示为凌志 LX400 型轿车自动变速器电控装置电路图。

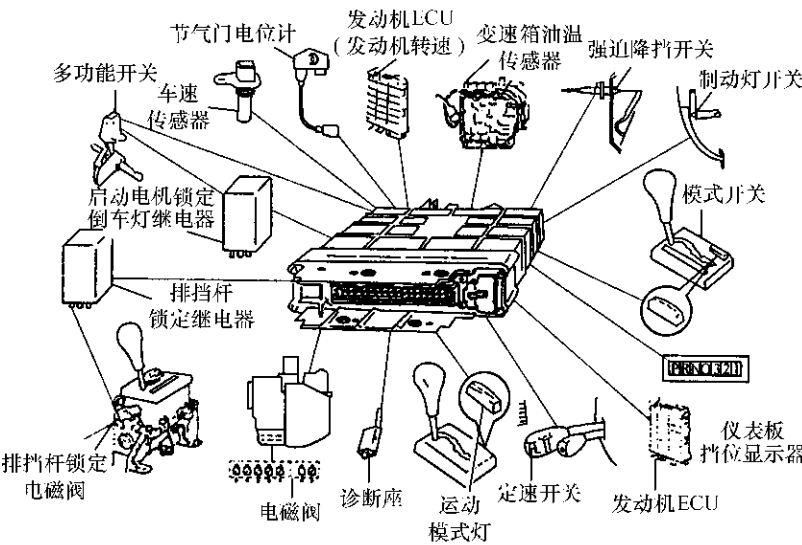


图 4 - 7 控制器 ECU 系统元件

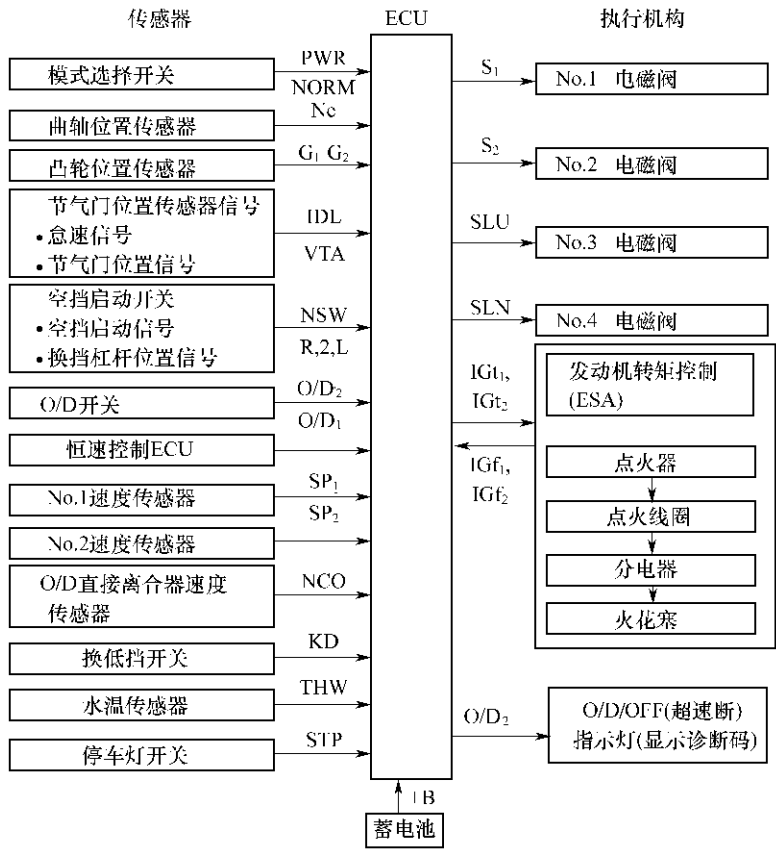


图 4 - 8 凌志 LX400 轿车 ECT、ECU 结构框图

4. 电控自动变速器(ECT)的 ECU 工作原理

(1) 自动变速器工作原理图

图 4 - 10 所示为皇冠 3.0 型轿车自动变速器工作原理图 ,从图(a)示出自动变速器的结构 ,图(b)示出换挡执行机构原理。自动变速器的机械部分由超速挡和前、后排行星齿轮传动机构组成。行星齿轮机构的各挡传动由 3 组多片离合器(超速离合器 C₀、前进离合器 C₁、直接离合器 C₂)、3 组多片制动器(超速制动器 B₀、2 挡制动器 B₂、1 挡和倒挡制动器 B₃)、1 组带式制动器 (B₁)和 3 组单向离合器(F₀、F₁、F₂)等元件分别工作来实现。电控自动变速器具有 P、R、N、D、2、L 等 6 个挡位 ,其中 4 个前进挡、1 个倒挡。控制系统由液压控制系统和 ECU 控制系统组成 ,ECU 控制系统由电控单元 ECU、车速传感器、节气门位置传感器、冷却水温传感器、挡位开关、3 个电磁阀等组成。各挡位换挡执行操作元件的工作情况如表 4 - 2 所列。

表 4 - 2 电控自动变速器各挡位的换挡执行操作元件工作情况

位置	挡位	换挡电磁阀 A	换挡电磁阀 B	C ₀	B ₀	F ₀	C ₁	C ₂	B ₁	B ₂	B ₃	F ₁	F ₂
P	停车												
R	倒挡			0		0		0		0			
N	空挡			0									

(续)

D	1	通电	断电	0		0	0						0
	2	通电	通电	0		0	0			0		0	
	3	断电	通电	0		0	0	0		0			
	O/D	断电	断电		0		0	0		0			
2	1	通电	断电	0		0	0						0
	2	通电	通电	0		0	0		0	0		0	
	3	断电	通电	0		0	0	0		0			
L	1	通电	断电	0		0	0				0		0
	2	通电	通电	0		0	0		0	0		0	

注 0 表示工作

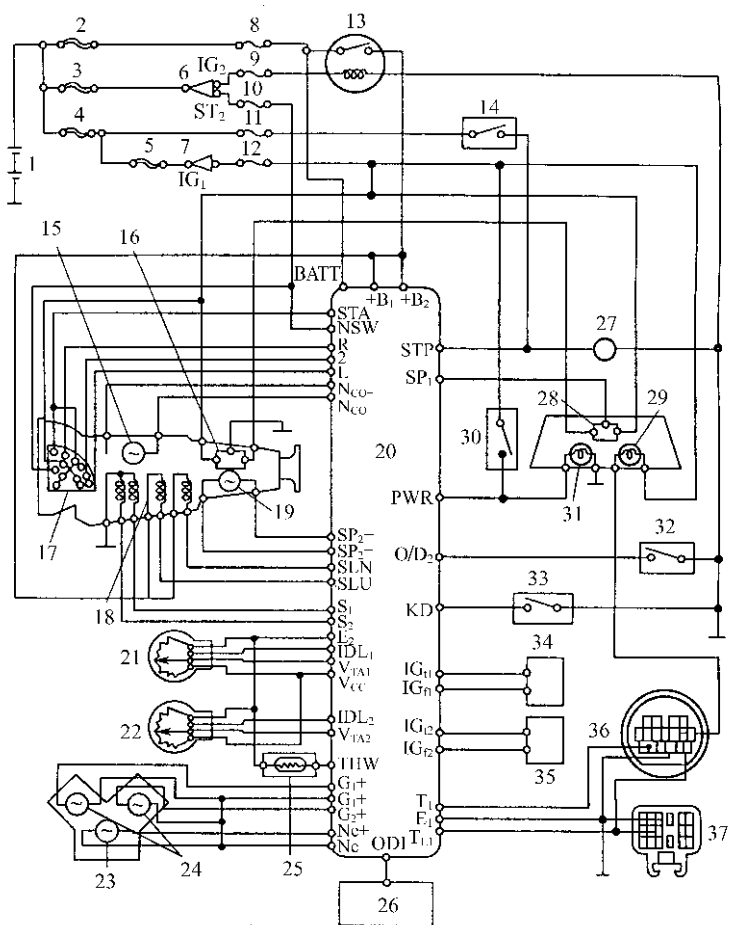


图 4 - 9 凌志 LX400 型轿车自动变速器电控装置电路

1—蓄电池；2—主易熔线；3—AM₂ 易熔线；4—交流发电机易熔线；5—AM₁ 易熔线；6—点火开关(IG₂、ST₂)；7—点火开关 IG₁；8—电子喷射熔断器；9—点火开关 IG₂ 熔断器；10—启动熔断器；11—停车熔断器；12—仪表电路熔断器；13—电子喷射(EFI)主继电器；14—停车开关；15—超速挡(O/D)直接离合器传感器；16、28—变速和控制开关；17—空挡启动开关；18—No. 1、No. 2、No. 3、No. 4 电磁阀；19—车速传感器；20—发动机和变速器电控装置(ECT、ECU)；21、22—节气门位置与怠速传感器；23—曲轴位置传感器；24—凸轮位置传感器；25—水温传感器；26—巡航控制 ECU；27—停车指示灯；29—故障指示灯；30—模式选择开关；31—PWR 指示灯；32—O/D/OFF 开关；33—自动跳合开关；34—1 号点火器；35—2 号点火器；36—TDCL 丰田诊断编码器；37—检查连接器。

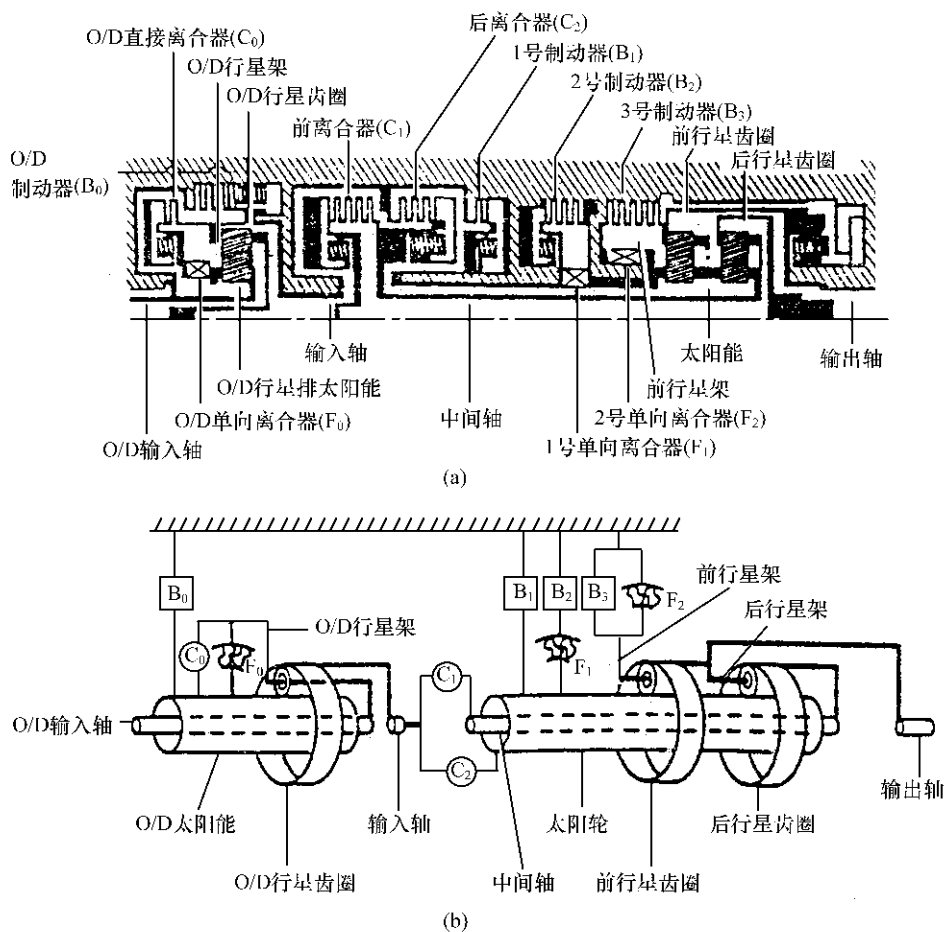


图 4 - 10 皇冠 3.0 型轿车自动变速器工作原理

(2) 电控自动变速器(ECT)的 ECU 的工作控制

ECT 中的 ECU 功能具有控制换挡正时、控制锁止正时、其他控制、诊断和失效保护等。

① 换挡正时控制。ECT 中的 ECU 已将换挡杆的各个位置(CD、2、L)及每个行驶模式(NORM 常规模式、PWR 动力模式)下的最佳换挡模式编程存入存储器中。当工作时,ECU 根据来自车速传感器(SPD)的车速信号,以及来自节气门位置传感器(VC)的节气门开度信号打开或关闭换挡电磁阀,使变速器自动进入到相应的低挡或高挡位。而通常又是由 1 号、2 号电磁阀来执行这一动作任务,如图 4 - 11 所示为 ECT、ECU 控制换挡过程框图。而且也只有汽车在前进挡时,ECU 才能为 ECT 自动变速器提供换挡正时或锁止控制作用。

② 锁止控制原理。ECT 系统中的 ECU 将汽车各种行驶模式(NORM 及 PWR)条件下,锁止离合器的工作方式编程存入存储器中。按照这个锁止方式,ECU 根据车速传感器信号及节气门开度位置信号打开或关闭 3 号电磁阀,锁止控制阀改变作用在变速器内控制压力油的通道,使锁止离合器接合或分离。离合器分离则表明动力传递中断,汽车处于停止状态(发动机可运转不熄火),锁止控制工作原理如图 4 - 12 所示。

③ 超速挡控制。超速挡控制工作原理如图 4 - 13 所示。汽车在正常行驶中,ECT 的 ECU 依前面所述方式自动换高挡,但在下列三种情形中,超速挡会被取消。

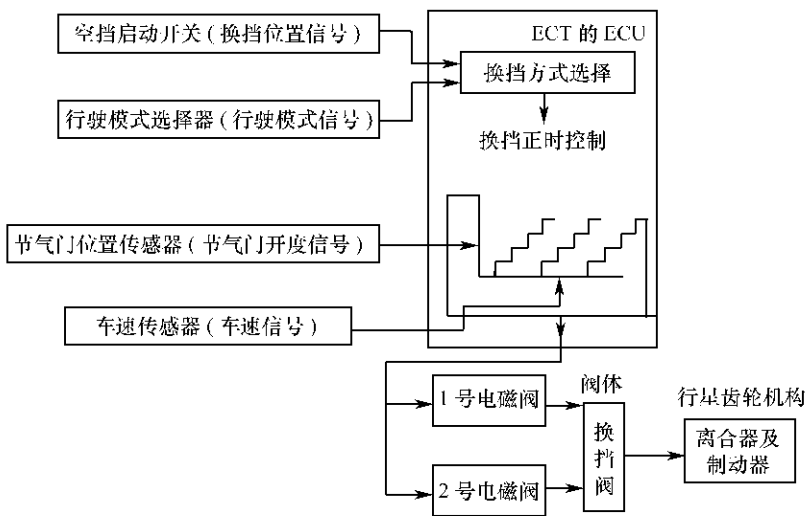


图 4 - 11 ECU 控制换挡框图

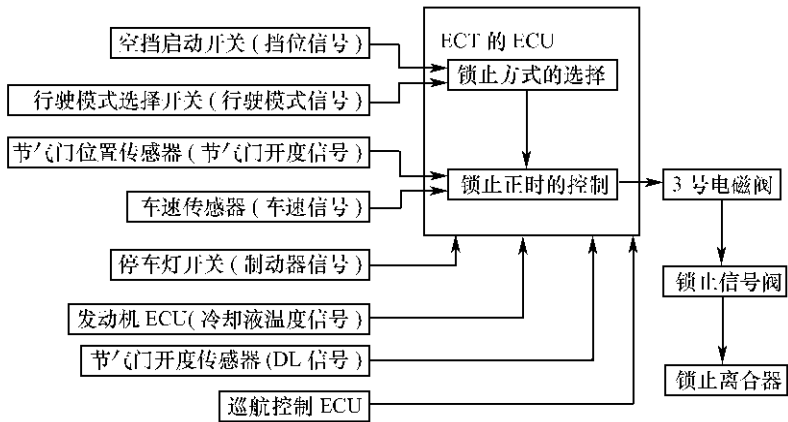


图 4 - 12 锁止控制原理

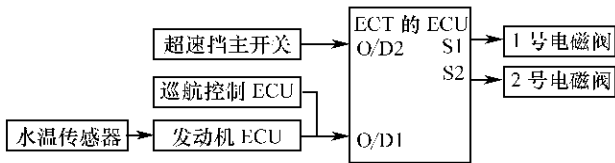


图 4 - 13 超速挡控制原理

一是驾驶员已经将超速挡主开关断开时，超速挡会取消。如果已在超速行驶，变速器会自动换低至第 3 挡。

二是受巡航控制 ECU 的控制。以超速挡行驶时，如果车速降至比巡航控制设定的车速低 10km/h，巡航控制 ECU 便向 ECT 的 ECU 发出信号，以脱离超速挡，并防止变速器换回超速挡，

直至车速达到巡航控制 ECU 存储器中设定的速度。

三是来自水温传感器的信号控制。发动机冷却水的温度低于设定值以下 ,发动机的 ECU 会向 ECT 的 ECU 发出信号 ,不允许换高速挡至超速挡。

④ 其他换挡控制。

a. “N”——“D”换挡缓冲控制。当汽车起步 ,电控自动变速器从“N”(空挡)换至“D”(前进挡)时 ,ECU 中换挡缓冲控制系统将先进 2 挡或 3 挡 ,再进入 1 挡方式换挡。实现换挡缓冲需要下列条件同时存在 ,即汽车暂时停止、停止灯开关接通、1DL 节气门怠速触点接通、变速器从“N”换至“D”挡、冷却液预热。缓冲换挡控制如图 4 - 14 所示。

b. 发动机转矩控制。发动机转矩工作控制如图 4 - 15 所示 ,为防止换挡中的冲击 ,在换挡过程中 ,点火正时暂时延迟 ,以便减少发动机转矩。

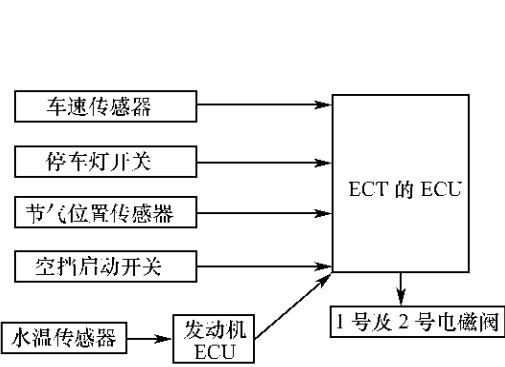


图 4 - 14 “N”——“D”换挡缓冲

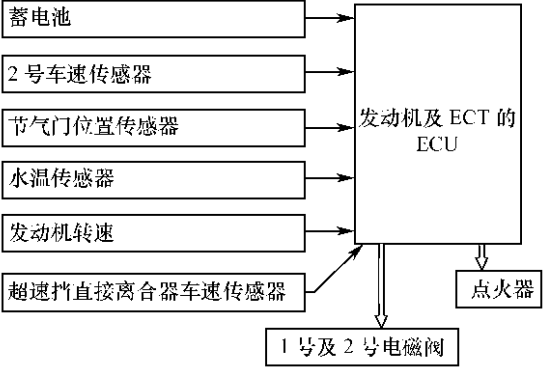


图 4 - 15 发动机转矩工作控制

发动机及变速器的 ECU 根据转速信号(Ne)以及变速器输出轴转速信号(SP₂)判断驾驶条件 ,然后根据换挡方式(1 - 2、2 - 3、3 - 超速 ;超速 - 3、3 - 2、2 - 1)及节气门开度确定点火正时延迟最佳量 ,达到控制发动机转矩的输出目的。

三、自动变速器的检查与试验

ECT 的故障可能由发动机或电控系统引发 ,也可能由 ECT 本身引发。因此 ,在检测与试验诊断故障之前 ,首先应弄清楚是哪一部分发生了故障 ,然后再本着由简到繁、由表及里的判断原则进行操作 ,切勿盲目拆卸。为便于分析检测与试验中的故障 ,如 ECT 带有自诊断系统 ,应首先进行自诊断操作 ,读取有关故障代码信息 ,判明故障所在。由于 ECT 变速器的类型较多 ,检测与试验诊断故障的方法也有差异 ,这里仅以日本丰田车系具有电控液压自动变速器为例 ,结合常规检测与试验中的故障诊断方法介绍如下。

1. 初步检测与试验

电控自动变速器的初步检测与试验的基本目的是 :检验 ECT 是否还具有正常的工作能力。检测与试验的前提是 ,发动机各个系统的工况正常 ,底盘(ECT 除外)各部分技术状况良好 ,特别是制动控制系统工作应正常有效。判断 ECT 是否具备有正常工作能力 ,其具体内容有以下几方面。

(1) 油位检查

在发动机怠速运转条件下 ,将变速器控制手柄从 P、R、N、2、L、D 各挡位往复走一遍 ,再回复到 P 挡 ,然后拔出量油标尺观察油位 ,油面高度应在规定刻线上为合格。

① 检查变速器油液(ATF)油质是否符合技术标准规定,自动变速器油温应在 70 ~80 范围内,若 ATF 油液有焦味或变黑应予以更换。更换 ECT 油液时,车辆应停在平坦场地上,应将旧油液全部放尽,然后再添注严格按厂家推荐规定牌号选择的 ATF 新油至规定油位。启动发动机怠速运转,将变速器控制手柄从 P 至 R、N、2、L、D 挡位,再由 D 至、L、2、N、R、P 挡位,并反复几次,然后复查 ECT 内的油位高度,若不足应加添,使之达到要求油面高度。

② 油位过高的原因。

- a. 现象可能从加油管或通风管口喷油,严重时致使发动机仓内起火;
- b. 控制阀体上的排油孔被阻塞,造成排油不畅,影响离合器、制动器平顺分离或换挡不平稳,若是加添油过多时,可以从加油管吸出或从箱体壳箱底螺柱处放出多余部分即可;
- c. ATF 油液过多,ECT 工作时油液易产生大量气泡,气泡进入管道后会出现“气阻”,引起自动变速器过热而加剧 ECT 的过早损坏。

③ 油位过低的原因。

- a. ECT 的离合器和制动器打滑;
- b. 行星齿轮系统润滑不良,工况发生异变;
- c. 加速 ECT 的离合器片、制动部分、油封部件的损坏;
- d. 加注 ATF 油液操作不规范,维护检查不及时。

(2) 节气门开度的检验

装有 ECT 的车辆,当加速踏板踩到底时,节气门应处于全开位置,即全程控制有效,因为 ECT 的升挡或降挡的时刻与节气门开启有关,否则将会造成:

- ① 加速性能不良或变坏;
- ② 变速大负荷时,发动机功率输出不足,汽车达不到最高车速;
- ③ 影响强制低挡投入工作的早晚,如不符合要求,应对其节气门传动机构进行调整。

(3) 节气门拉索(杆)的调整

节气门拉索(杆)的调整是,当节气门全开时,节气门阀的拉索标记距其套管的距离应在左右为 1mm,则表明这两个阀已全程控制了,如图 4 - 16 所示为丰田汽车拉索的调整。

拉索的松或紧是由于车身和自动变速器相对位置的移动所造成的,应及时检验和调整,以免影响车辆的使用性能。

① 调整标记。

- a. 当标记进入套管内时,则表明节气门阀的拉索过紧。节气门阀过早地投入工作,致使异常高的车速才能换上高速挡,即换挡点滞后了。
- b. 当标记距套管过远时,则表明节气门阀的拉索过松。节气门阀过晚地投入工作,致使异常低的车速就能换上高速挡,即换挡点提前了。
- c. 既定关系不变。当节气门开度一定时,由于节气门阀拉索调整不当,节气门阀就过早或过晚地投入工作,使油压过早或过晚地建立,致使升挡时刻滞后或提前。由此可见,升挡或降挡

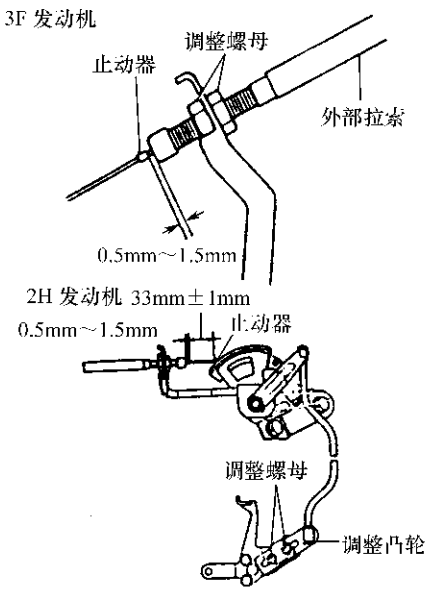


图 4 - 16 丰田汽车拉索的调整

必须是在一定的节气门开度对应一定的车速时才能动作,这个既定关系不能改变。

② 拉索调整实例。对于采用节气门操纵拉索控制节气门油压的车辆,如丰田、皇冠(A340系列)、沃尔沃(ZF4HP-22)等车辆,当将操纵索调长,则升挡时刻变早,即升挡车速降低;反之,则升挡时刻变迟,即升挡车速变高。

对于采用真空式节气门油压机构的车辆,如马自达929、日产公爵(L4N71B)等车辆,可将自动变速器右侧的真空器取下后,再取出真空传动杆,当更换成加长的传动杆,则升挡时刻变早,即升挡车速降低;当将真空传动杆换成缩短多,则升挡时刻变迟,即升挡车速升高。一般来讲,真空传动杆每加长(或缩短)0.5mm,升挡车速变化约为10km/h左右。

(4) 发动机怠速检验

发动机怠速运转时,当将自动变速器操控挡置于N挡位,关闭空调装置时,发动机怠速转速应符合车型规范标准转速。

① 发动机怠速过高。发动机怠速过高,ECT自动变速器在D挡、R挡时,不踩加速踏板即出现“爬行”现象,换挡时可能发生冲击和振动。

造成发动机怠速过高的原因,一是怠速失调,二是空调系统关闭不严。对于功率大的发动机来讲,有轻微的“爬行”现象则属于正常。

② 发动机怠速过低。发动机怠速过低,当变换挡位时,轻者可能引起车身振动,使车辆行驶平顺性降低,重者可能会使发动机易熄火现象发生。

③ 发动机怠速规范及调整。发动机的规范怠速各车有异,应查阅车型使用维修手册,按规范要求进行调整。

(5) 空挡启动开关检验

首先检查自动变速器手柄和手控制阀的位置是否对应,以确保控制手柄在N挡和P挡时,启动机开关导通,启动无误。

当选挡控制手柄由N挡位换入其他挡位时,检查选挡控制手柄在移动过程中是否平稳且准确到位,在R挡时倒车灯应点亮。影响因素是控制手柄与变速器之间传动拉索或拉杆变长所致,若有上述不良现象时,应及时进行调整。一般是当控制手柄在N挡位置时,变速器上的控制拉臂应与地面垂直,其调节位置又因车而异,此功能有的车辆已输入ECU来控制。

(6) 超速挡控制开关检验

① 启动发动机怠速运转,使自动变速器的油温在50~80℃时,将发动机熄火,打开点火开关,接通超速挡(O/D)开关,查听变速器中电磁阀有无咔咔的动作声响。若没有动作声响即为有故障。

② 路试,当车辆驶入道路时作加减速操作,车速应有较明显的升高或降低的感觉。

(7) 检查轮胎的技术状况及充气压力,视情进行充气或修理更换。

2. 自动变速器油压试验

(1) ECT油压试验目的

自动变速器油压试验的目的是检查ECT油压控制系统管路中油压是否符合标准要求,用来判断各种泵、阀的工作性能的好坏,以便为调整或更换部件修理提供依据。

(2) 油压试验内容

油压试验的内容包括:主油道油压、节气门阀油压、速控阀油压、R挡制动器油压等。在自动变速器壳体上有各自的测压孔,孔数的多少因机而异。

① 速控阀油压的试验。

- a. 将汽车支起或将自动变速器(即 AT 或 ECT)装于试验台架上。
- b. 启动发动机预热自动变速器 ,使油温达到 50 ~80 在测压孔装好测压油压表。
- c. 将自动变速器选挡操控手柄推入 D 挡位 ,查看油压是否正常 ,具体数值也是因机而异 ,如表 4 - 3 所列为丰田 2Y、2YC 发动机自动变速器速控阀油压参考值。若就车试验时 ,因变速器输出轴转速无法控制 ,可观察车速表为依据。

d. 试验分析 ,如测得速控阀油压偏低 ,则表明自动变速器主油道油压偏低 ,或速控管路有泄漏之处 ,或离心调速机构工作失常等原因造成。

② 主油路油压试验。

- a. 当自动变速器 AT 的油温达到 50 ~80 时 ,拉紧驻车制动器 ,并启动发动机运转。

- b. 测试出 D 挡、R 挡的怠速转速时和失速时的油压值 ,并与规定值进行比较。丰田 2Y 和 2YC 发动机自动变速器主油路管道压力规定值如表 4 - 4 所列 ;丰田 5ME 轿车发动机自动变速器主油路管道压力值如表 4 - 5 所列 ;丰田 L 型发动机自动变速器主油路管道压力值如表 4 - 6 所列 ;丰田 A341E 型发动机自动变速器主油路管道压力值如表 4 - 7 所列。

表 4 - 4 丰田 2Y 和 2YC 型发动机自动变速器主油路管道压力值

性能 机型	发动机转速	管道压力 /kgf · cm ⁻² (磅/英寸 ²) ^①	
		D 范围	R 范围
2Y	怠 速	4. 7 ~ 5. 7 (67 ~ 81)	7. 4 ~ 8. 6 (105 ~ 122)
	失 速	10. 4 ~ 12. 2 (148 ~ 174)	15. 4 ~ 19. 0 (219 ~ 270)
2YC	怠 速	3. 5 ~ 4. 4 (50 ~ 63)	5. 0 ~ 6. 4 (71 ~ 91)
	失 速	9. 6 ~ 11. 0 (137 ~ 156)	13. 7 ~ 17. 0 (195 ~ 242)

① kgf · cm⁻²和 psi(磅/英寸²)为非推荐使用单位 ,1kgf · cm⁻² = 98066. 5Pa ,1psi = 6894. 757Pa

表 4 - 5 丰田 5ME 轿车的自动变速器主油路管道压力规定值

发动机 工作状态	主油路油压 /MPa	
	D 挡	R 挡
失速	1. 02 ~ 1. 20	1. 52 ~ 1. 87
怠速	0. 46 ~ 0. 56	0. 73 ~ 0. 85

表 4 - 6 丰田 L 型发动机自动变速器主油路管道压力值

发动机 转速	管道压力 /kgf · cm ⁻² (磅/英寸 ²)	
	D 范围	R 范围
怠速	3. 5 ~ 4. 4 (50 ~ 63)	4. 6 ~ 6. 7 (65 ~ 95)
失速	11. 2 ~ 13. 2 (159 ~ 188)	15. 0 ~ 19. 0 (213 ~ 270)

表 4 - 7 丰田 A341E 型发动机自动变速器主油路管道压力值

挡位	发动机转速 /(r/min)	
	怠速 (kPa)	失速 (kPa)
D	363 ~ 422	902 ~ 1147
R	500 ~ 598	1236 ~ 1589

c. 性能分析：

- 如果选挡操控手柄在 D 挡位和 R 挡位时 ,检测油压都高于规定值 ,表明节气门阀失效 ,主油道调压阀失效 ,加速踏板拉索调整不当 ,可更换新弹簧或调节垫片的多少修复。

- 换挡手柄在 D 挡、R 挡时油压过低,则为主油路调压阀有故障,可调整或更新弹簧,如仍偏低,则为油泵故障。

- 如果换挡手柄在各个挡位时所检测的油压都低于规定值,则表明油泵有故障、节气门阀失效、主油道调压阀失效、超速挡直接离合器损坏、加速踏板拉线失调等。

- 如果换挡手柄只在 D 挡位时油压偏低,则表明 D 挡位时的管路有泄漏现象、前离合器有故障。

- 如果换挡手柄只在 R 挡位时油压低,则表明 R 挡位时管路有泄漏现象,直接挡离合器有故障,1 挡和倒挡制动器有故障。

3. 失速试验

(1) 试验目的

失速是指涡轮因负载过大而停止转动,但泵轮仍然运转的传动现象,此时泵轮的转速通常叫做失速转速。

失速试验的目的,是通过测量换挡手柄处于 D 挡和 R 挡位时的失速转速,来检查诊断自动变速器(AT)和发动机的综合性能,即检查发动机输出功率的大小,变矩器性能的好坏(主要是导轮)和变速器单向离合器的好坏及制动器是否打滑。

(2) 方法

① 自动变速器的油温应在 50 ~ 80 正常状态;

② 用驻车制动器或脚制动器将车轮刹住(死);

③ 变速手柄分别处于 D 挡或 R 挡的位置;

④ 发动机怠速运转,猛踏一脚加速踏板,使节气门处于全开运转,时间不超过 5s,试验次数不多于 3 次;

⑤ 读出发动机转速值,该转速叫失速转速;

⑥ 标准的失速转速一般为 2000r/min 左右,但不同型号的发动机其标准失速转速有所区别。A340E 型为 (2450 ± 150) r/min ;A341E 型为 2200r/min。

(3) 利用失速试验对 AT 故障诊断

① 发动机转速等于 2000r/min,为正常状态的规定值。

② 换挡手柄在 D 挡位和 R 挡位的失速转速均低于规定值,则表明发动机输出功率不足(乏力),如发动机转速低于规定值但高于 600r/min 时,表明变矩器导轮的单向自由轮打滑、泵轮油液冲击涡轮后又直接冲击泵轮,增大了泵轮的负担。

③ 换挡手柄在 D 挡位的失速转速高于标准值,则表明油泵泵油压力过低,主油道油压过低,油量不足,油质过差,前离合器打滑,2 号单向离合器工作异常,超速挡单向离合器不能正常工作,如转速高于标准值 500r/min 以上,可能是变矩器已损坏失效(叶片损坏)。

④ 换挡手柄在 R 挡位的失速转速高于标准值,则表明主油道油压太低、直接挡离合器打滑、第一挡和倒挡制动器打滑、超速挡单向离合器工作异常。

⑤ 换挡手柄在 D 挡位和 R 挡位的失速转速均高于标准值,则表明主油道油压太低,油面高度不合格,如果速度 > 2000r/min,说明超速挡单向离合器或制动器打滑,如果速度 > 2500r/min,说明变速器损坏。

⑥ 选择手柄在 D 挡位和 R 挡位的失速转速相同,则表明发动机动力不足,主油道油压过低致使离合器和制动器打滑所致。

4. 时滞试验

(1) 时滞试验目的

为进一步检查前、后离合器和制动器的磨损情况和控制油压是否正常。它是利用升挡和降挡时的时间差来分析故障。时间差应小于 1.5s 为正常,其标准值为 $N \rightarrow D$ 1.2s, $N \rightarrow R$ 1.6s。

(2) 方法

① 自动变速器的油温在 50 ~ 80 ,选挡手柄在 N 挡,拉紧驻车制动器;

② 分析从 N 挡换入 D 挡和 R 挡,间隔时间为 1min,以便使离合器、制动器恢复全开状态。

(3) 性能分析

① 选挡手柄在 D 挡检测时,应小于 1.2s,在 R 挡检测时,时间差应小于 1.5s 为正常;

② 选挡手柄由 N 挡换入 D 挡位置的时间差大于规定值,则为主油道油压太低,前离合器磨损,超速挡单向离合器工作不良;

③ 选挡手柄由 N 挡换入 R 挡的时滞时间大于规定值,则为主油道油压太低、直接挡离合器磨损、超速挡单向离合器工作异常;

④ 总之,时滞时间过长,是离合器和制动器磨损严重、间隙调整过大,控制油压太低所致。时滞时间过短,是间隙调整过小或控制油压过高。由于高、低挡之间的转换,存在着充油和排油过程,应该有一定的“时差”。其二,汽车行驶在阻力无常的路面上时,当汽车速度接近“换挡点”速度时,由于“时差正常”,可防止忙乱的换挡。

5. 道路试验

(1) 道路试验目的

进一步检查自动变速器 AT 的使用性能和换挡性能,而且集中在升挡和降挡的换挡点,换挡冲击、振动、噪音、打滑等方面。路试前 AT 的油温正常(50 ~ 80),必须排除发动机和底盘的故障。因为路试一般只能凭感觉和车速表检查其性能。因此试车人员应具有使用操作多种自动变速器经历者为好。

(2) 路试内容

应为 D 挡、O/D 挡、R 挡、P 挡的全部过程运行状况。

① D 挡升降规律试验。

a. 路面平坦、手柄在 D 挡。如有 O/D 挡者,应打开 O/D 挡开关(ON);

b. 起步加速行驶,试出节气门开度在 20%、50%、80% 时的各挡的换挡点。也就是查看和感觉在不同节气门开度和不同车速时,有无“换挡动作”。即 $1 \Rightarrow 2$ 、 $2 \Rightarrow 3$ 、 $3 \Rightarrow 4$ 的开度(θ)和车速(V);

c. 对照《使用维修手册》和 AT 换挡规律及有关数据,对比分析 AT 性能好坏。

② 收油门提前升挡和踩油门提前降挡的操作。

a. D1 挡起步后,保持 $\theta = 20\%$,加速到 15km/h,快松油门,使 P_2 (节气门阀油压)减小,就能从 $1 \rightarrow 2$ 挡,再加速到 30km/h 后,再松油门,就能从 $1 \rightarrow 3$ 挡和 $3 \rightarrow O/D$ 挡。

这样操作,可降低发动机的磨损,无加速油耗和加速噪声,舒适性较好,换挡快,无手上动作,是操作 AT 的良好方法,而 50% 的油门开度操纵方法雷同。

b. 加速到最高车速,放松油门,利用发动机制动,车速下降,降挡点的寻找可用踩油门提前降挡的操作方法,此法又叫“加速挡”,按规定的车速,稍踩油门,加大 P_2 ,即回低挡。再次动作,即回最低挡,但切记不能踩到底,以防换入强制低挡。

c. 升挡点和降挡点与标准相符,则表明换挡性能良好。如果升挡点和降挡点与标准不符,

应检查 1、2、3 换挡阀有无卡住和泄漏故障。泄漏和离合器或制动器打滑是主要原因 ,它将造成最高车速降低和油温、水温过高等故障。

③ L 挡试验。在 D 挡高速行驶换入 L 挡时 ,应有明显的制动作用 ,否则是低挡制动器失效。

④ 速回强制低挡试验。当汽车在中速行驶车速小于 70km/h 时 ,将油门踩到底 ,接通强制低挡开关 ,短时间内有强烈的增扭反应 ,松开油门 ,又能回到高速挡。

⑤ P 挡试验。在大于 9% 的坡道上停车 ,换入 P 挡 ,松开驻车制动器应不发生溜车为合格。

⑥ R 挡试验。当汽车停车后换入 R 挡 ,能迅速倒车起步 ,不打滑为好。

(3) 正确的换挡规律

以丰田 2Y 发动机 A43D 自动变速器换挡规律为例。由于节气门阀油压 P_z 和速控阀油压 P_v 共同控制着换挡阀 ,所以一定的节气门开度和车速之间有固定不变的对应关系 ,这是滑阀尺寸和油压所决定的规律 ,在 D 挡其自动换挡规律是 :

- ① 节气门小开度(小油门)、低车速——低速就升挡——低 P_z 和低 P_v 的作用。
- ② 节气门中开度(中油门)、中车速——中速就升挡——中 P_z 和 P_v 的作用。
- ③ 节气门大开度(大油门)、高车速——高速才升挡——高 P_z 和高 P_v 的作用。

A43D 自动变速器换挡规律如表 4 - 8 所列。

表 4 - 8 丰田 2Y 发动机 A43D 自动变速器换挡规律

节气门开度(θ)%	升挡点车速/ $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$	降挡点车速/ $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$
20	1→2 15	4→3 30
	2→3 30	3→2 20
	3→4(OD) 40	2→1 10
50	1→2 40	
	2→3 75	
	3→4 105	
80	1→2 50	4→3 90
	2→3 80	3→2 60
	3→4 110	2→1 10

由表 4 - 8 不难看出 ,升挡点和降挡点的车速不一样 ,即降挡点总是比升挡点对应的车速低 ,是因为换挡阀左端(P_z)有一个弹簧力作用所形成的 ,也由于降挡时左端节气门阀的油压 P_z 降得快 ,而右端速控阀的油压 P_v 降得慢 ,造成升降挡之间存在着距离差(车速差) ,此差亦称为迟滞 ,迟滞可以保持稳定车速 ,减轻离合器和制动器的磨损。

(4) 不正确换挡规律

AT 可以自动换挡 ,但不是 D 挡起步 ,一直加大油门前进 ,就可以快速地换上高速挡。那是因为它违犯了“ $P_z > P_v$ 、 $P_z < P_v$ ”才能换挡的规律。必须使车速达到很高的数值 ,才会出现 $P_v > P_z$ 的换挡条件。

6. 手动换挡试验

试验目的在于判断 AT 的故障发生在 ECU 系统还是在 AT 的机械部分引起的。

手动换挡试验是人为地使电控系统脱离 ECU 的控制 ,由手动操作进行换挡试验。因电控 AT 都有安全失效保护功能 ,当电控系统发生故障时 ,AT 还能用某些挡位来行驶 ,而且换挡手柄在不同的挡位可获得对应挡位(具体挡位应查阅相关手册)。丰田 A340E 自动变速器人工换挡对应挡位如表 4 - 9 所列。

表 4 - 9 丰田 A340E 自动变速器人工换挡对应挡位

人工换挡杆位置	D	2	L	R
挡位	O/D 挡	3	1	倒挡

试验时首先拔下自动变速器电控 ECU 的插头或脱开换挡电磁阀插头,使电磁阀都处于关闭状态。如果此时换挡手柄在每一挡位动作都正常,但接通电磁阀插头时换挡就不正常,则表明故障出在电控系统,应进行电控系统的检查。如果换挡手柄仅在某一挡行驶不正常,则表明故障发生在 AT 内部,应进行机械部分的检查或试验。

四、自动变速器的使用与故障诊断须知

(一) 自动变速器的使用

1. 发动机启动

装有自动变速器的汽车均设有空挡启动开关。车辆处于停止状态下启动时,必须拉紧驻车制动器,换挡手柄置于“P”挡或“N”挡位置,踩下制动踏板,方可打开点火开关启动转数秒钟,待 AT 换挡离合器的空腔充满自动变速器油液(ATF)后再挂挡起步。如果启动发动机时,AT 的换挡手柄不在“P”或“N”位置,空挡启动开关将自动切断启动电路,使汽车无法启动。同时,也不允许用拖车或推车的方法来启动发动机。

2. 汽车起步

汽车起步换挡时,应拉紧驻车制动器,踩下制动踏板,待换挡手柄移动位置正确后(D、L 或 R),先松开驻车制动器,再缓慢放松制动踏板。如果起步换挡时不踩下制动踏板,AT 大多是挂不上挡的,因此时挡位变换处于锁止状态。

发动机高速运转时,不允许将换挡手柄从驻车挡或空挡位置退出,也不允许踩油门踏板与选择挡位同时进行,以防止换挡执行件损坏。接通前进挡位置后,发动机怠速工况时,汽车有轻微的“爬行”现象,则属正常。

3. 换挡模式、挡位及车速的选择

一般 AT 在前进挡位置有“动力”、“经济”、“普通”2~3 种电控换挡模式供行驶路况及路面状况来选择。总的来讲,在节气门开度相同的情况下,动力型换挡模式升降挡点的车速比经济型换挡模式的升降挡点的车速高,加速动力性好,适用山区上坡及路面等级较低时选用,但相应的油耗较高;“经济”换挡模式的升降挡点的车速较低,适用于平坦良好路面选择,但油耗较低经济性好;而“普通”型换挡模式介于动力与经济型之间,适用于城市一般路面状况选用。

汽车在良好平坦路面行驶时,换挡手柄应置于 D 挡位置,打开超速挡开关、保持中速行驶,不要用变化加速踏板的方式来控制车速。

采用手动换挡,可依照 1、2、3、D 挡的顺序依次变换其挡位。汽车在高速行驶时,不允许将变速手柄从 D 挡移至 3 挡或 1 挡,即相当于人为地强制低挡,这样会使整车受到发动机的强烈制动作用而造成换挡执行元件损坏。也不允许采用加速-空挡-滑行的操作法,以防止频繁换挡而造成损坏 AT,也应避免低挡位长距离行驶。

4. 汽车升挡与降挡

汽车加速,可采用收油门提前升挡操作法使汽车加速行驶。正确的换挡操作是在一定车速时,踏油门踏板加速,当车速接近升挡点时,松开油门踏板约(2~3)s,即可从低挡升入高一个挡位。例如车速为 40km/h,油门开度为 5% 时,快速松开油门,就能升入高一个挡位,再加速到 80km/h 时,再松油门又能升入另一高挡位。而降挡时,应按车速,稍踩油门,即可回低挡,再踩油门又可降另一低挡位。

5. 汽车坡道行驶

汽车行驶在较长坡道时,视情及时地将换挡手柄从 D 挡位移至 3 挡或 2、L 挡位置,使发动

机保持足够动力上坡。超越车辆亦可使用此方法。为防止 AT 频繁“循环跳挡”,汽车在坡道行驶避免使用超速挡(O/D)。

汽车下长坡时,为利用发动机的制动辅助作用控制车速,应将换挡手柄置于 2 挡或 L 挡位置。

6. 汽车减速或临时停车

当需要汽车减速或临时停车,不必将换挡手柄置于 N 挡,只需踏行车制动踏板即可。当遇到交通红灯信号或塞车的短暂临时停车,可保持换挡手柄在 D 挡位,使用脚制动器即可。这样随时可将脚松开移至油门踏板,便于及时重新起步,但必须同前车保持一定距离。如停车时间较长,应将换挡手柄置于 N 挡位置,拉紧驻车制动器,防止由于 AT 汽车发动机怠速“蠕动”发生不必要的技术性交通事故。

7. 倒车与停车

汽车倒车时,必须在车辆完全停稳静止后,才可能将 AT 换挡手柄从前进挡 D 移到倒车挡 R 位置,进行倒行。

汽车驻(停)车时,用右脚踏住行车制动踏板使车辆完全静止后,再将 AT 的换挡手柄置于驻车 P 挡位置,拉紧驻车制动器,再将点火钥匙拧向 LOCK 位置后拔出。电控 AT 通常是换挡手柄不置于驻车 P 挡位置时,点火开关钥匙是不能拔出的。

换挡手柄未完全置于 P 位置,在驻车制动未牢靠地起作用时,很可能发生很危险的溜车事故,应特别警惕。

8. 汽车拖曳

汽车须拖曳时距离不得超过 80km,拖曳的车速不得超过 50km/h。如超过限定的拖曳距离时,必须将驱动车轮抬起离开地面后再行拖曳,否则将损坏 AT。

9. AT 的油面及加注

① 严格按汽车厂家对 AT 的油面质量规格、数量、加注方法、换油周期等技术要求选用,防止自动变速器油(ATF)温度过高,定期检查 ATF 是否变质,否则 AT 易发生故障,缩短使用寿命。ATF 的颜色为黄色或棕红色,目的与发动机机油相区别。目前各国自动变速器用油的规定如表 4 - 10 所列。

表 4 - 10 各国汽车自动变速器的 ATF 规定

名称	ATF 的牌号	名称	ATF 的牌号
中国	兰州炼油厂的 8 号自动传动油	德国	推荐用 DEXRON - B 型
美国	DEXRON 型或 DEXRON - 1 型	欧洲	推荐用 DEXRON - B 型(GML)ESW - M2C - 33E/F (Ford)
日本	推荐用 DEXRON 型		

② ATF 容量检查 将汽车停于水平地面上,拉紧驻车制动器。发动机怠速运转状态,将换挡手柄置于前进各挡、R 挡走一遍且短暂停留,使 ATF 充满液力变矩器及离合器制动器各空腔,拔出检测尺、液油温度为 15 ~20 时,液面高度应在检测尺的下限位置,油温在 80 时,应在检测尺刻线的上限位置为合格,并视情补充。

10. AT 故障检查诊断须知

① 在检测之前,应先检查自动变速器控制系统及其他电气系统各保险丝、熔断丝及有关的线束插头是否正常。在点火开关处于开启(ON)位置时,蓄电池电压应不低于 11V。过低的蓄电

池电压会影响测量结果。

② 必须使用高阻抗的电压表(数字表),若用低阻抗的电压表(指针表)可能会损坏 ECU。

③ 必须在 ECU 和线束插头处于连接的状态下测量 ECU 各接脚的电压。

④ 应从线束插头的电线一侧插入测笔来测量各接脚的电压。

⑤ 不可在拔下 ECU 线束插头的状态下,直接测量 ECU 的各接脚电阻,否则可能损坏 ECU。

⑥ 若要拔下 ECU 的线束插头,测量各控制线路,应先拆下蓄电池搭铁线。不可在蓄电池连接完好的状态下拔下 ECU 的线束插头,否则可能损坏 ECU。

⑦ 应可靠地连接 ECU 的线束插头,否则可能损坏 ECU 内的集成电路等电子元件。

(二) 电控自动变速器故障诊断

1. 电控自动变速器传感器的故障检查

(1) 节气门位置传感器的检测

其检测方法是:拔去节气门位置传感器的线束插头。用万用表测量节气门位置传感器插座上怠速开关的导通情况。当节气门全闭时,怠速开关应导通;当节气门开启时,怠速开关应不导通。否则,应调整或更换节气门位置传感器。

用万用表测量节气门位置传感器中线性电位计的电阻,其值应符合规定,视情予以调整或更换节气门位置传感器。

(2) 车速传感器和输入轴转速传感器的检测

二者的检测方法一样。传感器感应线圈电阻的测量方法是:拔下车速传感器或输入轴转速传感器两接线端之间的电阻,其值通常为几百 Ω 到几千 Ω ,但不同车型自动变速器的传感器感应线圈的电阻不完全相同。

如果感应线圈短路、断路或电阻值不符合规定标准,应予以更换传感器。

测量车速传感器输出脉冲的方法是:用千斤顶将汽车一侧的驱动轮顶起,让换挡手柄位于空挡位置(“N”挡),用手转动悬空的驱动轮,同时用万用表测量车速传感器两接线柱之间有无脉冲感应电压。测量时应将万用表选择开关转到 10V 以下的直流电压挡位置。若在转动车轮时万用表指针有摆动,说明传感器有输出脉冲,则工作正常;否则,应予以更换车速传感器。

测量输入轴传感器脉冲的方法是:拆下传感器,用一根磁棒或磁铁迅速靠近或离开传感器,如图 4-17 所示,同时用万用表电压挡测量传感器两接线柱之间有无脉冲感应电压。如果没有感应电压或感应电压很微弱,说明传感器有故障,应予以更换。

(3) 挡位开关的检测

其检测方法是:拔下挡位开关的线束插头,将汽车顶起,拆下连接在自动变速器手动阀摇臂和操纵手柄之间的连杆。将手动阀摇臂拨至各个挡位,同时用万用表测量挡位开关线束插座内各插孔之间的导通情况。如有不符,应重新调整或更换。

(4) 开关式电磁阀的检测

拔下电磁阀的线束插头,将汽车顶起并拆下油底壳。用万用表测量电磁阀线圈的电阻。电液式自动变速器的换挡开关式电磁阀线圈的电阻一般为 $(10 \sim 30) \Omega$ 。若电阻值不符合标准,应予以更换电磁阀。将 12V 电源加在电磁阀线圈上,应能听到电磁阀工作的“咔嗒”声;否则,说明阀心卡住,应更换电磁阀。

(5) 脉冲线性式电磁阀的检测

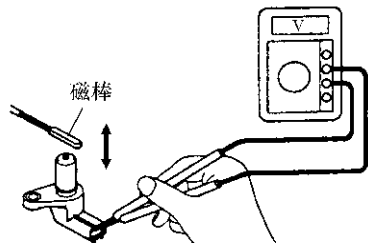


图 4-17 输入轴转速传感器输出脉冲的测量

电液式自动变速器中的油压电磁阀等脉冲线性式电磁阀的检测方法是:拔下电磁阀的线束插头,将汽车顶起,拆下自动变速器的油底壳。用万用表测量电磁阀的电阻值。其值一般为 $(2 \sim 6) \Omega$ 。若电阻不符合标准,应予以更换油压电磁阀。

2. 自动变速器故障诊断方法步骤

由于自动变速器(AT)的结构十分复杂,故障的原因牵涉面很广,常见一些故障又多集中在液压控制机构的堵、漏、卡等及执行元件的磨损失调和电气线路等方面。

然而,液压试验是故障诊断的重要手段之一,而机理分析是正确诊断的前提和方法,熟知结构是正确诊断的关键。下面列举普遍规律故障中的诊断内容。

(1) 自动变速器换挡规律不正确的故障诊断

故障原因很多,且故障率高,因此诊断和修理也较困难。

① 首先进行基本检查,特别应注意节气门阀操纵机构是否正常,再进行路试,确定不能换入的挡位、换挡时的车速等是否符合规定。若四挡自动变速器挂不上四挡时,还应检查超速挡控制是否符合规定。若四挡AT挂不上四挡,还应检查超速挡控制开关和水温传感器的工作状况是否正常。

② 根据路试结果,再做油压试验。先检测调速器油压,油压结果正常时,应通过失速试验检查液力变速器。当油压低于标准值时,说明故障不在变速器,只需拆下离心调速器修复。对于利用车速传感器产生车速信号的(没有离心调速器),应检查传感器和有关电路是否正常。若上述检查正常时,换挡规律仍不正常,一般是因为主油路压力不正常引起的,可调整调压阀或节气门阀操纵机构。若调整后仍不正常时,应检修或更换控制阀体。

(2) 汽车不能前进或倒退的故障诊断

① 基本检查。通过观察变速器外表,看是否漏油、线路连接是否可靠、各操纵机构是否正常等,尤其要注意手动选挡机构有无脱落,工作是否可靠等。

② 时间滞后试验。以上检查无异常情况时,可以进行时间滞后试验,要求有挡位结合感觉。以丰田轿车装用的A43DE自动变速器为例,时间滞后试验的方法:

发动机怠速正常,换挡杆换至所需挡位,在感到挡位接通的冲击之前要经过一段时间,这段时间称为时间滞后。通过这种试验,可以检查超速离合器、前离合器、后离合器和第三号制动器的工作情况是否正常。

a. 试验准备:拉紧驻车制动器,当油温达到 $50 \sim 80$ 时,以怠速(规定转速)运转时进行。

b. 试验方法:将选挡手柄从N位换入D位,用秒表测其滞后时间应不超过 $1.2s$,从N位换入R位不超过 $1.5s$,试验时应间隔 $1min$,一般应试验三次取其平均值。

c. 故障分析:从N位换入D位的时间滞后过长,表示主油路压力过低,前离合器磨损或超速离合器磨损;如果从N位换入R位的时间过长,故障可能是后离合器磨损、超速离合器磨损或主油路压力过高。

③ 油质、油量检查。若以上试验正常,则应检查油量、油质颜色等。油质检查,较准确的方法是拆下油底壳,若油底壳及滤网上粘有金属屑、离合器碎片时,则应对变速器进行解体检修。

(3) 自动变速器打滑故障诊断

现象:前进或倒车时有滑转、起步或换挡时,发动机出现空转现象。检查方法:

① 首先检查油量、油质和颜色及节气门等操纵机构有无异常。

② 若正常,可进行时间滞后试验,时间滞后过长,说明变速器内部磨损严重,应解体修理。解体前最好能通过路试确定何种条件下有打滑现象,这样会使维修更具针对性。

③ 若时间滞后试验正常 ,可进行失速试验确诊。失速试验前应仔细检查发动机的工作状况 ,如节气门能否全开、点火时刻等 ,防止将发动机无力误诊为变速器打滑。

以丰田轿车装用的 A43DE 自动变速器为例 ,介绍失速试验的方法 :失速试验是通过测试 D 位和 R 位发动机的最高转速 ,用来判断、检测自动变速器故障。失速试验会使发动机和变速器承受很大的负荷 ,所以失速试验是判断、检测故障过程中最后使用的方法。

a. 试验准备 :使变速器油温升至 50 ~80 ,拉紧制动器 ,用三角木将前后车轮楔住。

b. 试验方法 :踏下制动踏板 ,启动发动机 ,换入 D 位并迅速将加速踏板踩到底 ,记下此时发动机的最高转速。用同样的方法测出 R 位的发动机最高转速。试验时 ,节气门全开一般不能超过 5s。

c. 故障分析 :正常的最高转速为 5M 型发动机(1850 ~ 2150)r/min ,5M - E 型发动机(1900 ~ 2200)r/min ,5M - GE 型发动机为(1950 ~ 2250)r/min。

· 发动机在 D 位和 R 位的转速都低于规定值时 ,表明发动机输出功率不足或者变速器单向离合器的故障。若转速均低于 600r/min 时 ,故障可能在变速器。

· 如果在 D 位的转速高于规定值 ,表明前离合器打滑、超速离合器打滑、第三号制动器打滑或主油路压力过低等。

· 若在 R 位的转速高于规定值 ,表明后离合器打滑、第三号制动器打滑、主油路压力过低或超速离合器打滑。

· 如果在 D 位和 R 位转速均高于规定值 ,表明主油路压力过低、油面高度不当、超速离合器打滑。

(4) 自动变速器换挡冲击声大的故障诊断

表现为起步、升降挡和停车时有大的冲击声。应通过路试来观察冲击声出现的时机。如冲击声只出现在某一升降挡及停车之前 ,其故障一般在变速器内部。若起步、停车、升降挡时均有冲击声 ,应在基本检查的同时进行下列检查 :按规定转速调好怠速 ,然后检查传动轴、差速器有无松动、变速器的安装是否牢靠。当冲击声大且伴随异响时还应区分异响部位。若怀疑变速器内部破损的原因时 ,其油液中会有碎片等杂物 ,对此可拆下油底壳检查证实。

综上故障分析 ,其现象、原因、排除方法如表 4 - 11 所列。

表 4 - 11 自动变速器故障的现象、原因及排除

现 象	原 因	排 除 方 法
液压油变质、变色	① 高温、氧化； ② 磨料污染	① 10000km 更换液压油； ② 磨料多时 ,应查明磨损部位
挂入前进挡、倒挡都无驱动反应	① 手控制阀失调 ,未进入工作挡位； ② 变速器损坏； ③ 液压控制系统有故障 :如油路堵塞、油压失调、油泵失效等	① 调整手控制阀连接件于正确位置； ② 更换变速器； ③ 分解阀体和油泵 ,清洗、检查、调整
只能前进 ,不能后退 ;或只能后退 ,不能前进	说明液压控制系统无问题 ,只是进、退执行元件有问题	排检对应的离合器、制动器 ,进行更换或调整
升挡、降挡时滞过长	① 节气门阀、速控阀和换挡阀失调或漏泄失控； ② 换挡执行元件失调或磨损	① 检查、调整、更换； ② 检查、调整、更换
直接挡无力	直接挡离合器打滑	打滑的原因 :① 片磨薄 ;② 控制油压低 ;③ 密封件漏油

空挡爬行	① 手控制阀位不准；	① 检查、调整位置偏差；
	② 离合器、制动器分离不彻底	② 检查、调整、更换

3. 富康 988 轿车 AL4 自动变速器变速杆不能从“P”挡拨出故障的诊断
这种故障的原因有制动开关、变速器锁止继电器、ECU 等故障所致。

(1) 制动开关故障

① 特征表现为：踩制动踏板，制动灯不亮，换挡手柄不能从 P 挡位拨出而换入行驶(D、1、2、R)挡，即锁止驱动器(力矩锁)锁止不能解除所致。

② 故障排除。

a. 临时急救措施。解除“P”挡锁止器驶到维修站更换制动开关。方法是：

- 用导线将制动开关输入端和输出端临时短接，接通制动开关通往 ECU 线路，使 ECU 发出指令给 P 挡驱动锁止器，解除锁止。
- 拆下中央杂物箱盖，直接拔开锁止驱动器铁心，并迅速将换挡手柄移至 N(空)挡。
- 用一字螺丝刀沿变速杆向前下方斜插到锁止驱动器内，强行拔开锁止驱动器铁心，并移动换挡手柄到 N 挡位。

b. 更换制动开关。

(2) 锁止继电器故障

① 特征表现为：踩下制动踏板时制动灯亮，但变速杆仍被锁止在 P 挡。

② 故障排除。

a. 运用专用检测仪(PRO × 1A 或 ELIT)及电压表，测量接线盒端子 11 与 28 间电压应为 12V，踩制动踏板时，端子 11 与 28 间电压应为 0V。再用欧姆表测量接线盒端子 11 与变速杆锁止继电器端子 5V₂ 电阻应为 0Ω，否则应予更换。

b. 如锁止继电器损坏，可用导线短接变速杆锁止继电器输入端子 5V₅ 和输出端子 5V₃ 的方法，使 P 挡锁止继电器通电、解除锁止，但此法将使锁止继电器功能丧失，事后必须更换锁止继电器。

(3) AL₄ECU 故障

① 特征表现为：仪表板上的“SPT”和“*”灯交替闪亮，而检测制动开关、变速杆锁止继电器状况良好，用仪表检测时不显示任何故障信息。

② 故障排除。

a. 用前述机械方法，强行解除锁止，将变速杆迅速移至行驶挡位，使汽车驶到维修站更换 ECU。

b. 如 ECU 损坏严重，虽用机械方法解除变速杆在 P 挡锁止，但 AT 仍无法工作，只有更换 ECU 才行。更换 ECU 后，要用专用检测仪调整节气门踏板初始化(开度)。

(4) 其他

控制 P 挡锁止驱动器电路上接插件、保险丝、导线故障也可能造成换挡杆不能从 P 挡拨出，这些可通过数字万用表或目测方法发现，并针对查出故障进行排除。

AL₄ 自动变速器在排除故障或更换部件后，必须进行一些调整工作，才能使其有正常的工作程序。

① 油门踏板初始化调整。在更换自动变速器箱体、自动变速器 ECU、节气门电位器、更换或调整油门拉索以及 ECU 板本升级后，必须进行油门踏板初始化调整。它直接关系到 AT ECU 时

钟的准确性,否则将造成 ECU 控制紊乱,有些 AL₄ 只能 3 挡模式行驶,故障就在于此。

油门踏板初始化调整,必须使用专用检测仪 ELIT(法文显示)或 PO×1A(中文显示),并按使用手册上规定的初始化程序进行,一般应到特约维修服务中心站去完成此项作业。

② 拉索的调整。更换拉索、多功能开关、换挡轴油封之后都必须调整拉索的长度,其方法可参照图 4-18 所示。其方法步骤是:

- a. 装好卡簧;
- b. 把换挡臂 1 朝车尾方向推到底,变速换挡手柄挂到 P 挡位;
- c. 按下锁止钮 2,调整长度后即把球头座 4 扣入球头上,再松开锁止钮 2 即可;
- d. 调整完成后检查是否可退出 P 挡位,以及其他各个挡位的仪表显示。

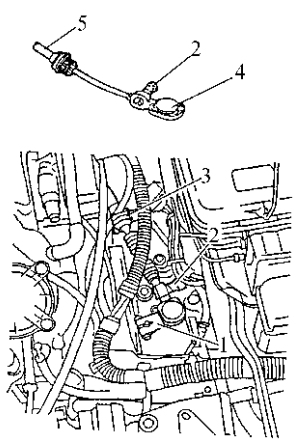


图 4-18 AL₄ 拉索的调整

③ 多功能开关调整。拆卸修理多功能开关后必须进行调节,其方

- a. 装上多功能开关和螺钉,以使多功能开关可旋转;
- b. 换挡臂拨至空挡(N)位置;
- c. 在测量接口处接入万用表。旋转多功能开关直到万用表电阻为零时,紧固螺钉;
- d. 再测量一次电阻,确认为零即完成调整。

④ 内部选挡控制机构的调整。拆卸液力分配器或内部控制机构后,必须对内部选挡控制机构进行调整,其方法如图 4-19 所示。

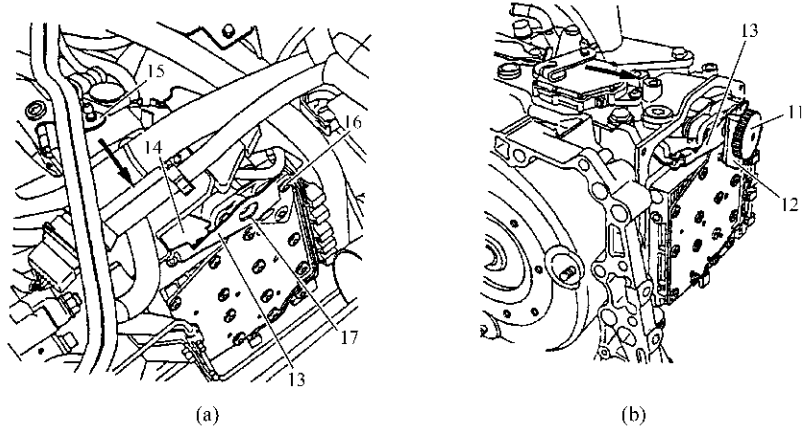


图 4-19 AL₄ 内部选挡控制机构的调整

- a. 拆下液力控制盒;
- b. 将换挡臂 15 推至最前边(车头方向),位于 2 挡位置;
- c. 拧松凸缘螺栓 16,将簧片 13 的滚柱放入 2 挡凹槽 14 中,保持此位置并拧紧螺栓 16,然后拧下螺栓 17;
- d. 用工具调整螺栓〔1〕和〔2〕固定簧片 13,然后拧紧螺栓 16 至 8N·m;
- e. 拆下工具〔1〕、〔2〕,重新装复螺栓 17,拧紧力矩为 8N·m;
- f. 调整目的在于确保各挡位工作良好,强制 2 挡不发生超行程动作。

4. 奔驰 560SEL 轿车 AT 油耗量异常故障的诊断

(1) 故障现象

奔驰 560SEL 轿车 AT 每月要添大量的 ATF ,发动机排冒蓝烟严重。

(2) 故障诊断

① 检查 AT 所有可泄漏 ATF 的部位以及 AT 前后轴油封均无漏油迹象。

② 查看油质颜色正常 ,AT 内油面正常。

③ 进一步检查发现 AT 箱体左侧的真空控制换挡延迟阀的真空输入管内有自动变速器油。

④ 拆下真空控制换挡延迟阀检查 ,用拇指按压阀体内的(铝质)作用柱塞 ,可观察到有“泵油”现象 ,即有 ATF 从阀体的真空输入端喷出 ,由此判断此为故障所在。

⑤ 更换真空控制换挡延迟阀后 ,发动机冒蓝烟故障消失 ,自动变速器油液耗损现象排除。

5. 奔驰 S320 型轿车只能一挡行驶 ,其他前进挡均无法进入行驶状态故障的诊断

(1) 故障特征

该车仅能处于一挡模式行驶(跛行返家模式) ,其他前进挡位均不能进入工作状态。

(2) 故障原因

造成 AT 处于跛行返家模式的因素有 缺少 ATF、电控线路故障、机械故障等。

(3) 故障诊断

① 首先检查了 AT 的油量 ,颜色正常、油量足。

② 用 HHT 检测仪进行检测 ,故障代码含义为转速传感器故障 ,该车采用霍耳感应式速度传感器。这种传感器工作信号稳定 ,性能可靠 ,一般情况下不易发生故障。

③ 进行外围线路静态检测一切正常 ,再进行动态值检测 ,发现信号线路没有信号发出 ,因此判断 ECU 没有接到转速信号 ,无法确定换挡时刻 ,故进入了跛行模式。

④ 按正常规律 ,要想使霍耳感应式转速传感器获得良好的信号应具有恒压电源、搭铁可靠、信号发生器(转子)与信号拾取器的间隙正确等要求 ,前两个要求易于检测 ,确认排除。

⑤ 解体 AT ,拆下阀体取下电路板发现 ,转速传感器塑料支架发生断裂造成电路板损坏 ,使信号无法通行导致故障。

⑥ 更换新的电路板并用专用仪器进行调试 ,检验合格后 ,试车一切正常 ,故障排除。

6. 日本铃木先驱者汽车 AT 故障的诊断

(1) 故障特征

先驱者 CN11S 型汽车采用 EH 型电控自动变速器 ,在正常行驶过程中突然不能工作 ,L 挡位、2 挡、D 挡全部不能动作 ,只有 R 挡位能工作。

(2) 故障诊断

① 对 AT 进行时滞试验。将换挡手柄从 N 挡位换入 D 挡位到车辆有振动感的时间(时滞时间)为 1.3s ,将换挡手柄从 N 挡换入 L 挡位、2 挡位为 1.4s。查《维修手册》时滞时间均在规定的基准值范围内。

② 检测 AT 内油液面高度符合规定数量 ,油质也不脏 ,颜色正常。由此推断离合器制动器造成的故障很小。

③ 利用 AT 设置的故障自诊断系统 ,调取 AT 故障代码显示自动变速器的电控系统工作也正常。

④ 根据摩擦元件动作工况分析 ,EH 型电控自动变速器摩擦元件及其作用如表 4 - 12 所列 ,

EH 型电控自动变速器各挡位及各摩擦元件的动作情况如表 4 - 13 所列。从上两表与实际故障症状分析 ,大概是前进挡离合器工作不良 ,若前进挡离合器不能把发动机的转矩传递到前环形内齿轮上去 ,前进工况就不能成立。

表 4 - 12 EH 型电控自动变速器的摩擦元件及其作用

名 称	作 用
直接离合器	把输入轴的转矩传递给太阳齿轮或切断
前进离合器	把输入轴的转矩传递给前环形内齿轮或切断
第 2 制动器	固定太阳齿轮或释放
第 1 后退制动器	固定后行星齿轮支架或释放
单向离合器	使后行星齿轮支架向一个方向旋转

表 4 - 13 EH 型自动变速器各挡位及各摩擦元件的动作情况表

挡 拉		直接离合器	前进离合器	第 2 制动器	第 1 和后退制动器
P		-	-	-	-
R		○	-	-	○
N		-	-	-	-
D	1 挡	-	○	-	-
	2 挡	-	○	○	-
	3 挡	○	○	-	-
2	1 挡	-	○	-	-
	2 挡	-	○	○	-
	3 挡(完全失效)	○	○	-	-
L	1 挡	-	○	-	○
	2 挡(完全失效)	-	○	○	-
	3 挡(完全失效)	○	○	-	-

⑤ 拆下自动变速器解体检查 ,自动变速器油滤网没有堵塞 ,把磁铁棒放进 AT 油底壳里 ,然后抽出来观察 ,在磁铁棒上粘附有很多金属粉末 ;再拆下油泵、直接离合器、前进离合器、输入轴总成 ,其分解过程如图 4 - 20 所示 ,检查没有发现异常现象 ,原怀疑前进离合器工作不良(打滑)不成立。

⑥ 再取出前环形内齿轮检查发现 ,前行星齿轮支架的输出轴的结合部有磨损痕迹 ,且有很多金属磨损粉末物 ,因此判断是故障所在。

⑦ 更换前行星齿轮支架的输出轴 ,按技术要求重新装复自动变速器 ,试车行驶完全恢复正常 ,故障消失。

7. 轿车巡航系统及故障诊断

(1) 巡航系统

所谓巡航就是车辆以某一设定的速度稳定行驶而勿需驾驶员操控油门踏板来控制车速。

巡航系统一般由设定开关(SET)、车速传感器、节气门开度传感器、巡航 ECU、巡航执行器等组成。

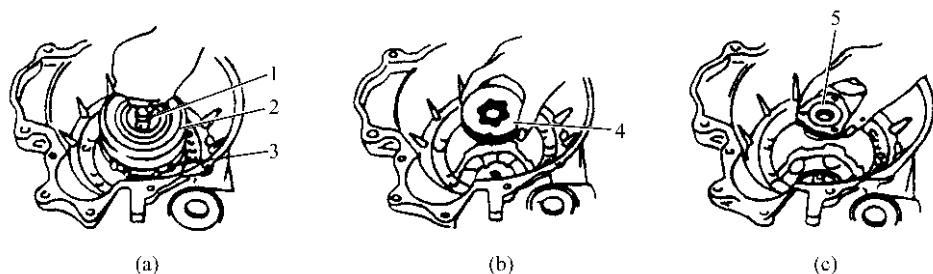


图 4-20 EH 型自动变速器的分解示意图

1—输入轴；2—直接离合器总成；3—前进离合器总成；4—前环形内齿轮；5—前行星齿轮架。

丰田佳美巡航执行器位于发动机室的右侧,在节气门体的附近,与节气门体之间有钢索联系。巡航执行器是电机式巡航控制执行器,它由安全电磁离合器、调速伺服电动机和位置传感器三部分组成。

安全电磁离合器的作用是锁住或释放节气门控制拉索,即当汽车在平直路面上以超过某一车速(10km/h)行驶,且驾驶员启动巡航按钮“SET”时,安全电磁离合器则锁住钢绳,使节气门保持一定的开度,车辆也基本稳定在这个速度上行驶。

调速伺服电动机的作用是保持车辆的动态恒速,也就是说车辆在遇到不平坦、上坡、下坡、转弯及各种阻力造成车速波动时,对节气门开度进行小范围的调整,达到车辆动态恒速的目的。

位置传感器主要检测调速伺服电动机控制油门的位置,即动态反映节气门的开度情况,它作为反馈信号输入巡航 ECU。该车执行器是用 1 个圆形 7 针插接件与线束连接的,如图 4-21(a)所示。巡航执行器的电路如图 4-21(b)所示。

(2) 巡航控制系统的故障诊断

① 巡航系统不能设定的故障诊断。

故障现象:一辆丰田佳美轿车,运行时按下“SET”按钮,巡航系统不起作用。

故障诊断:首先检查了车速传感器和节气门位置传感器,均无问题。一般来讲,ECU 发生故障的机率是极低的,因此先检查巡航执行器的工作情况。根据故障现象,初步判断可能是执行器中的电磁离合器工作不良,造成电磁线圈无法吸合,不能锁定油门拉线,无法保证节气门保持在一定的开度,从而无法设定。检查安全电磁离合器的方法是:

- 检查电阻:即离合器线圈的直流电阻值,用万用表测量 4 脚与 5 脚间的电阻值,应为 38Ω。

- 检查动作:在没有通电前,扳动离合器杆应能转动;当 5 脚接电源的正极,4 脚搭铁时,离合器应能锁住(不能人为硬性地扳动离合器杆),如图 4-21(c)所示。

经检测发现,电磁离合器二极管发生短路,造成电磁线圈无法吸合,不能锁住油门拉线,因而无法使节气门保持在一定的开度,车辆也就无法保证在设定的速度下行驶。这里的二极管是起保护作用的,因为当安全电磁离合器线圈断电的瞬间会产生较高的峰值电压,容易损坏 ECU,二极管起到续流作用,可以吸收峰值电压。更换安全电磁离合器后,按下“SET”按钮,巡航系统工作恢复正常,故障排除。

② 不能平顺地升、降车速的故障诊断

故障现象:轿车在巡航运行时,按下“ACC”加速按钮后,不能平顺地增速,按下“COAST”按钮后也不能顺当地减速。

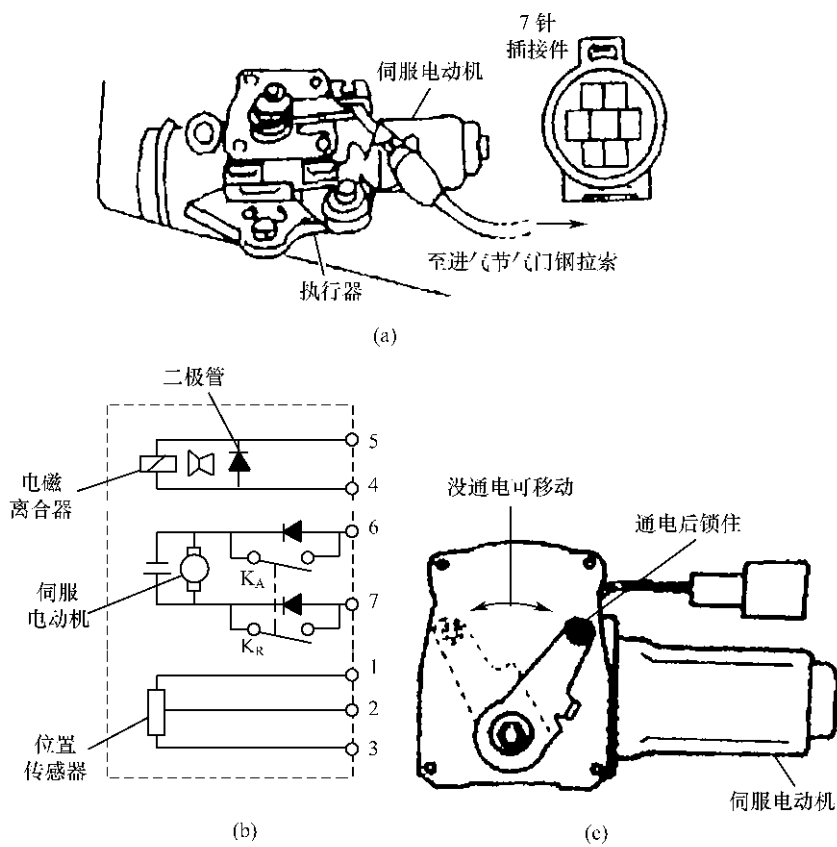


图 4 - 21 丰田佳美巡航控制系统

故障诊断 :初步诊断为执行器中伺服电动机或位置传感器的问题。首先检查伺服电动机的可逆回路 ,开关接触均正常。然后对执行器中的位置传感器进行检查 ,不通电时 1 脚与 3 脚之间的电阻值为 $2k\Omega$ 为正常 ,用手移动离合器杆从最小到最大位置 ,发现电阻值有间断地变化(正常是电阻值平滑地从 $0.5k\Omega$ 变到 $1.8k\Omega$) ,说明电位器接触不良 ,导致传输给巡航 ECU 的反馈信息不稳定。造成电位器接触不良 ,一般是过分地扳动位置传感器所致。更换位置传感器后 ,巡航系统升、降连速工作正常。

③ 不能恢复原车速故障的诊断。

故障现象 :该车能设定巡航 ,但增速后就以高于设定的车速行驶 ,不能降到原来的车速 ,只能取消巡航重新设定。

故障诊断 :根据此车的故障现象可知 ,在巡航时此车的节气门开度不能进行小范围的调整。调速伺服电动机的功能就是在汽车巡航时保证车辆的动态恒速 ,因此初步判断是执行器中伺服电动机发生故障。首先保持安全电磁离合器处于通电状态 ,按图 4 - 21(a)所示的状态给伺服电动机通电。检查发现在伺服电动机的可逆回路中 ,开关 K_A 接触不良 ,处于断路状态 ,只允许升速通路降速则断路 ,ECU 信号无法使电机逆转降速 ,从而造成在设定巡航滑行增速后 ,只能高于设定的车速行驶 ,而不能恢复原来的车速行驶。当用清洁剂对开关触点进行处理后 ,巡航系统工作正常 ,故障排除。

8. 自动变速器维修后发动机不能转动故障的诊断

(1) 故障特征

丰田佳美 2.2L 轿车,装用 A140E 型自动变速器,维修后发动机不能转动。故障发生前发动机无力,变速器油温太高,最后因发动机被卡住而熄火。

(2) 故障检查

在发动机前端转动曲轴,根本无法转动,拆下变速器后发动机能转动。再仔细检查变速器发现,油泵壳体因高温过热已变色。解体变速器,油泵外壳胶圈因过热而与壳体胶合在一起,以至于拆下油泵非常困难,而油泵、内齿轮与泵壳已烧结在一起。判断故障是由于 AT 高温所致。但经维修为何发动机又不能转动呢?原来是装配 AT 程序错误。

(3) 故障排除

① 不正确的安装是:未将变速器轴套上的两个缺口与油泵内齿轮的键对好(正),致使变速器外壳不能与发动机飞轮对应,造成变速器与油泵之间产生压力。

② 正确安装是:应该先将变速器拆下,将变速器轴套上的两缺口与油泵内齿轮的两凸键对好,将变速器安装到位后再与油泵一起装上飞轮壳,最后再将变速器与发动机飞轮紧固到一起,这样发动机就可转动了。

9. 汽车不能行驶自动变速器故障的诊断

(1) 故障现象

① 无论操纵手柄位于倒挡、前进挡或前进低挡,汽车都不能行驶。

② 冷车启动后汽车能行驶一小段路程,但热车状态下汽车不能行驶。

(2) 故障原因

① 自动变速器油底渗漏,液压油全部漏光。

② 操纵手柄和手动阀摇臂之间的连杆或拉索松脱,手动阀保持在空挡或停车挡位置。

③ 油泵进油滤网堵塞。

④ 主油路严重泄漏。

(3) 故障诊断与排除

汽车不能行驶自动变速器故障的诊断与排除可按图 4-22 所示程序进行。

① 检查自动变速器内有无液压油。方法:拔出自动变速器的油尺,观察油尺上有无液压油。若油尺上没有液压油,说明自动变速器内的液压油已漏光。对此,应检查油底壳、液压油散热器、油管等处有无破损而导致漏油。如有严重漏油处应修复后重新加油。

② 检查自动变速器操纵手柄与手动阀摇臂之间的连杆或拉索有无松脱。如有松脱,应予以装复,并重新调整好操纵手柄的位置。

③ 拆下主油路测压孔上的螺塞,启动发动机,将操纵手柄拨至前进挡或倒挡位置,检查测压孔内有无液压油流出。

④ 若主油路侧压孔内没有液压油流出,应打开油底壳,检查手动阀摇臂轴与摇臂间有无松脱,手动阀阀芯有无折断或脱钩。若手动阀工作正常,则说明油泵损坏。对此,应拆卸分解自动变速器,更换油泵。

⑤ 若主油路测压孔内只有少量液压油流出,油压很低或基本上没有油压,应打开油底壳,检查油泵进油滤网有无堵塞。如无堵塞,说明油泵损坏或主油路严重泄漏,应拆卸分解自动变速器,予以修理。

⑥ 若冷车启动时主油路有一定的油压,但热车后油压即明显下降,说明油泵磨损过甚。对此,应更换油泵。

⑦ 若测压孔内有大量液压油喷出,说明主油路油压正常,故障出在自动变速器中的输入轴、

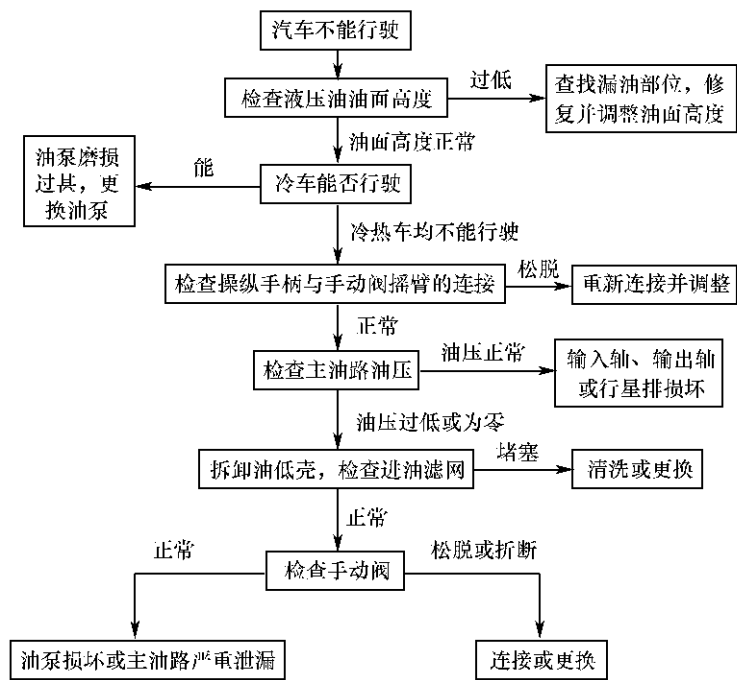


图 4 - 22 汽车不能行驶自动变速器故障的诊断

行星排或输出轴。对此 ,应拆检自动变速器。

10. 自动变速器失效故障的检测

(1) 故障特征

一辆丰田皇冠轿车在车速为(20 ~ 60)km/h 范围内不能自动变换挡位。

(2) 故障原因

造成变速器不能自动变换挡位的原因可能是发动机、电控系统和自动变速器这三部分有故障。该车电控系统电路如图 4 - 5 所示。

(3) 故障检测

① 让汽车行驶一段 ,使发动机冷却液温度达到 80 ,自动变速器油温达 50 ~80 。

② 在 DG 终端接一电压表(阻抗大于 10kΩ/V) ,如图 4 - 23 所示方法检测。测得电压表阻值为 0 ,这说明发动机节气门位置传感器及线路正常。

③ 观察 DG 终端电压是否会随节气门开度的变化而变化。其结果是 DG 端电压随节气门开度增大而增大。

④ 把变速器电脑的插接器拔出 ,使控制电脑处于省缺状态(即不用控制电脑仅靠手动挡) ,再做道路试验。让汽车在 D 挡、2 挡、L 挡位上工作。结果在各挡位上工作均正常。这说明自动变速器良好。

⑤ 将变速器 ECU 的插接器接上 ,察看汽车行驶时 DG 终端电压能否连续上升。结果不会上升(为 0)。再将变速器处于 D 挡 ,检查变速器的 ECU 的 L 与 GND 之间的电压是否为 12V。如结果不是 12V ,这说明变速器的 ECU 已损坏。

⑥ 更换一个新的变速器 ECU ,故障排除。

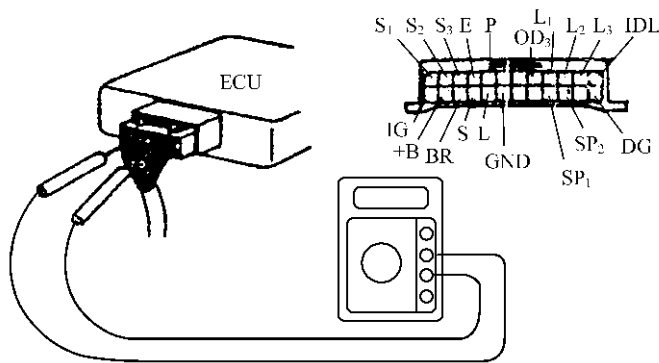


图 4 - 23 ECU 插接器的检查

11. 帕萨特 B5 轿车自动变速器自动跳挡加速乏力故障的诊断

(1) 故障特征

帕萨特 B5Gsi 轿车装用 01N 型自动变速器,发动机工作正常,但行驶中自动变速器频繁跳挡,升挡时工作粗暴,且在超车时加速乏力。

(2) 故障原因

自动变速器跳挡故障的原因一般有:变速器内的油液存量不足,造成主油路压力过低;自动变速器阀体有故障;车速传感器有故障;转速传感器有故障;电器线路有故障;自动变速器电控单元有故障。

(3) 故障诊断

① 连接故障阅读仪 V·A·G1552 进行诊断,按键“02”,选择“自动变速器电控系统”,按键“0 和 2”,选择“查询故障存储器内容”,显示故障代码为 00281,查手册为车速传感器 G68 无信号,00297 为自动变速器转速传感器 G38 无信号。

② 将车辆驶入汽车举升机上举起,检查变速器后部的车速传感器和转速传感器,其上面有油泥,当用抹布擦净时发现左、右两传感器插头连线与其他车有异。一般是左边为黑色插接器,右边为棕色插接器,而现在正好是左边为棕色插接器,右边为黑色插接器,询问车主得知是上次在路边维修店修理后就出现上述故障。

③ 将两插接器按正确方法插接到插座里,再用 V·A·G1552 测试故障代码消失后并清除故障代码,试车自动变速器频繁跳挡现象消失,升挡工况正常,但仍出现加速乏力。

④ 分析,自动变速器车辆在超车时,自动变速器应降挡,以增加发动机的动力性,而低挡开关的作用就是在急加速时工作,使自动变速器强制降挡。检查低挡开关的插头发现插接不牢且有些氧化物,经清浄后将插头重新连接好,再试车,发动机动力就强劲有力了,使故障排除。

12. 帕萨特 B5 轿车自动变速器打滑故障的诊断

(1) 故障特征

帕萨特 B5 1.8T 型轿车,采用 01N 型自动变速器,在急加速时有打滑现象,车辆亦显出无力。

(2) 故障原因

自动变速器打滑一般多为自动变速器内油量不足或油液变质,品质不佳所致。

(3) 故障诊断

① 连接故障阅读仪 V·A·G1552(或 V·A·G1551, VAS5051)进行诊断,自动变速器电控

系统无故障代码存在。

② 检查自动变速器油液 ,发现自动变速器油液已变黑 ,且油位很低。

③ 将车辆置于水平场地 ,将自动变速器操控手柄置于 P/N 挡位置 ,切断空调控制开关 ,启动发动机怠速运转 ,再连接故障阅读仪 V · A · G1552 ,按“02”键 ,选择“自动变速器电控系统” ,按“0”和“8”键 ,选择“阅读数据块” ,再输入“004” ,按“Q”键确认。观察“044”组 1 区的自动变速器油温度。当自动变速器油温为(35 ~ 45) 时 ,拧下油液检查螺塞 ,此时应有少许油液流出为合格 ,而该车则没有油液溢出 ,由此判断故障是由于自动变速器内油液不足所致。

④ 由于该车自动变速器油液已变黑 ,经检查油的质量也欠佳 ,确定更换。按规范 ,采用故障阅读仪 V · A · G1552 配合加注标准自动变速器油液后 ,试车故障完全排除。若不用 V · A · G1552 配合加注 ,容易引起加注过多或不足现象 ,影响自动变速器的正常工作。

13. 电控自动变速器无任何挡位故障的诊断

(1) 故障特征

一辆凌志 LS400 型轿车装备 A341 型电控自动变速器 ,使用中出现打滑后就无任何挡位故障现象。

(2) 故障原因

电控自动变速器无挡故障可分为 :无任何挡、无任何前进挡、无倒挡、只有某一个挡或某几个挡(缺挡)等 ,本例为无任何挡 ,究其原因是手动选挡阀体与选挡拨叉脱离变位所致。

(3) 故障诊断

① 确认故障部位 ,任何行驶挡均无挡的故障 ,应首先检查是否为非变速器故障 ,例如 :车轮被抱死 ;传动系统卡死及传动系统有损坏部位导致传动中断 ;自动变速器动力输出部分的机械锁止机构在 P 挡位时将输出轴锁住等 ,如果锁止机构出现故障而不能将棘爪脱开 ,即会导致变速器动力无法输出。因此在诊断时应先将上述情况排除 ,其方法是 :将选挡手柄置于 N 挡 ,检查在平地上是否可以将汽车拖动或推动 ;或将汽车举起后检查车轮是否都能灵活转动 ,且传动轴是否能随驱动轮一起转动。如果这些情况都正常 ,则可判断无挡故障的确在自动变速器上。

② 试验。首先将选挡手柄置于各挡位进行“进挡试验” ,方法是 :启动发动机 ,将选挡手柄分别置于各个挡位 ,感觉在挂入挡位后是否有振动感。有振动感 ,说明液压系统在使换挡机构各个制动器、离合器动作 ,故障可能出在动力直接传递线路上。如果挂入挡位后一点振动感也没有 ,则说明控制装置有故障。经过试验 ,发现该车既无驱动反应 ,也无任何进挡振动感 ,由此判定为控制装置有故障。

③ 结构。该车自动变速器控制装置的构成包括 :液压控制阀体、液压油泵、液压油传输油道、信号传输部分(包括节气门开度信号和车速信号的转换装置)、自动变速器油以及电控 ECU 等。在这个系统中 ,由于都是以自动变速器油为工作介质的 ,因此应首先对其油位及油质进行检查。

在检查自动变速器油位时 ,发现自动变速器油液在启动发动机后 ,油面并没有下降或微动感 ,显然是有故障存在。因为当发动机启动后 ,油泵工作就会将变速器油送往液压系统各部分 ,这时油面应随之下降。上述情况说明 ,油泵根本没有工作或内部有严重泄漏 ,从而使油液直接返回到油底壳内。

④ 故障所在。当拆下自动变速器油底壳 ,准备检查内部是否有泄漏之处时 ,拆开油底壳后 ,发现手动选挡阀的阀体安装位置不对 ,并没有挂在选挡拨叉上。重新装好此阀后 ,汽车行驶恢复正常。

⑤ 分析。在该车电控自动变速器液压控制装置中,油泵输出的油压可直接到达液力变速器锁止继动阀、主调压阀、手动选挡阀、节气门阀、储能阀以及 3—4 挡换挡阀,因为手动换挡阀没有相应的挡位(错位)控制相应的油路,而处于其他任一位置,油泵泵出的油就会经此处泄漏回油底壳,由于油压无法建立,其他阀及元件就无法动作,因而出现在上述挂任何挡位均无驱动反应的故障现象。

第二节 电子控制 ABS 制动系统

汽车防抱死制动系统简称 ABS(Anti—lock Braking System),属于汽车主动安全装置。由于 ABS 可以防止汽车紧急制动时车轮抱死,因此可充分发挥制动器的制动效能,缩短制动时间和距离,并能有效地防止紧急制动时的侧滑和甩尾,提高了制动时的行驶稳定性和转向控制能力。同时可避免了轮胎与地面的剧烈摩擦,减少轮胎的磨损。

ABS 装置的类型,按其控制参数分有:车轮滑移率控制式、车轮减速度控制式、车轮滑移率与车轮减速度混合控制式三类,现代汽车广泛采用车轮减速度控制式 ABS。

一、ABS 制动系统的组成及布置形式

(一) 汽车制动性能评价

评价汽车制动性能的指标主要是制动效能和制动时方向稳定性。

1. 制动效能

汽车的制动效能包括:制动距离、制动时间和制动减速度。由汽车理论可知,制动效能主要取决于制动力的大小,而制动力不仅与制动器所产生的摩擦力矩有关,而且还与车轮和地面接触的附着系数的制约有关,即

$$F_{t\max} = Z_{\varphi}$$

即制动力 F_t 的最大值等于附着力 Z_{φ} 。在法向反力 Z 一定时,制动力的最大值取决于车轮与地面的纵向附着系数 φ_B ,而 φ_B 与车轮相对地面的滑移率 S 有关,滑移率 S 的表达式为

$$S = \frac{\text{车身的瞬时速度 } V_v - \text{车轮的瞬时圆周速度 } V_w}{\text{车身的瞬时速度 } V_v} \times 100\%$$

当车轮不受制动而自由转动时,无滑移现象,其滑移率为 0%;当车轮完全抱死时,汽车仍向前滑行,车轮无滚动现象时,其滑移率为 100%。如果滑移率为 50% 时,则表明在制动全程中车轮滚动与滑动各占 1/2。

车轮抱死不但降低制动效果,而且将导致轮胎与路面之间横滑,使汽车产生甩尾现象,严重危及行车安全。这是因为随着滑移率 S 的提高,轮胎与路面之间的横向附着系数 φ_s 比纵向附着系数 φ_B 下降更快之故所致,如图 4-24 所示。从图中不难看出,当纵向附着系数 φ_B 在滑移率 S 为 20% (S_{opt} 左右)时最大,此时的制动力也最大。当车轮抱死滑移率 S 为 100% 时,纵向附着系数 φ_B 反而有所下降,因而制动力亦有所下降,即制动效能也降低。

2. 制动时汽车的方向稳定性

制动时汽车的方向稳定性是指对汽车实施制动时仍

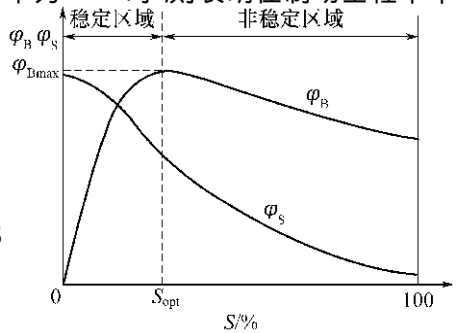


图 4-24 $\varphi - S$ 曲线：
附着系数与滑移率的关系

能按指定方向的轨迹行驶,即不发生跑偏、侧滑、甩尾以及失去转向操控的能力。

汽车制动时产生侧滑及失去转向能力与车轮和地面间的横向附着系数有关,即与横向附着系数 φ_s 有关,而横向附着系数 φ_s 和车轮与地面的滑移率 S 有关。从图4-24所示曲线 φ_s 看出,当滑移率 S 增大时,则 φ_s 减小,当 $S = 100\%$,即车轮抱死时,横向附着系数 φ_s 下降为零,此时车轮只要在极小的侧向力的作用下即可产生侧滑。当转向轮抱死后将失去转向操纵能力。因此,车轮抱死将导致制动时汽车的方向稳定性变坏。

综上所述,制动时车轮抱死,制动效能和制动时的方向稳定性均将变坏。如果制动时将车轮滑移率 S 控制在 $15\% \sim 25\%$ 左右,即图中的 S_{opt} 附近,此时的纵向附着系数 φ_B 最大,可获得最大的制动力。此时的横向附着系数 φ_s 也保持有较大值,使汽车具有良好的抗侧滑能力及制动时转向操纵能力,因而得到最佳的制动效果。 $0 \leq S \leq S_{opt}(15\% \sim 25\%)$ 称为稳定区域,而 $S_{opt}(15\% \sim 25\%) \leq S \leq 100\%$ 称为制动非稳定区域。

(二) ABS 的组成及原理功能

电控 ABS 属于闭环控制系统,它是在液压制动系统或气压制动系统装置的基础上,按不同车型有针对性地增加设置轮速传感器、制动执行器、电子控制器(ECU)、警示灯等部分组成。

汽车制动时,ECU 通过各轮速传感器输入的信号来判别车辆的动态(加速、减速、滑移等),然后控制进、排油电磁阀动作来调节制动液(气)的压力,以达到车轮的滑移率 S 准确地控制在规定的范围内,保证轮胎与地面有最佳的附着力。当 ABS 装置发生故障时,ECU 将点亮故障指示灯,提示驾驶员应对制动系统进行维修,而此时 ABS 制动系统转变为普通制动系统,使车辆继续行驶到维修服务站检修。

ABS 制动系统各部分的主要组件及功能如表 4-14 所列。

表 4 - 14 ABS 的组成及其功能

组 件		功 能
传 感 器	车速传感器(测速雷达)	检测车速 ,向 ECU 输入车速信号 ,用于滑移率控制方式
	轮速传感器	检测车轮速度 ,向 ECU 输入轮速信号 ,各种控制方式均采用
	汽车减速度传感器(G 传感器)	检测制动时汽车的减速度 ,识别是否是冰雪路等易滑路面 ,只用四轮驱动控制系统
ECU		接受车速、轮速、减速等传感器的信号、计算出车速、轮速、滑移率和车轮的减速度、加速率 ,并将这些信号加以分析、判别、放大 ,由输出极输出控制指令 ,控制各种执行器工作
执 行 器	制动压力调节器(电磁阀)	接受 ECU 的指令 ,通过电磁阀的动作调节制动气压或油压 ,实现制动压力“ 升高”、“ 保持”和“ 降低”的控制功能
	回油泵(再循环泵 ,用于循环式制动压力调节方式)	受 ECU 控制 ,在“ 降压”过程中将由轮缸流出的制动液经储能器泵回流制动主缸 ,以防止 ABS 工作时制动踏板行程发生变化
	液压泵(用于可变容积式制动压力调节方式)	受 ECU 控制 ,在可变容积式制动压力调节器的控制油路中建立控制油压
	电磁截止阀(用于达科 ABS VI 系统)	根据 ECU 的指令 ,截断或开启前轮压力调节器中通往轮缸的油路
	电磁制动器(用于达科 ABS VI 系统)	受 ECU 控制 ,保证电机迅速停转 ,以便调压活塞能准确停在适当位置
	活塞驱动电机(用于达科 ABS VI 系统)	受 ECU 控制 ,通过齿轮减速机构和心轴 ,控制活塞上下移动 ,实现制动压力调节。有正转、反转、停转三种工作状态
	ABS 警告灯	ABS 系统出现故障时 ,由 ECU 控制将其点亮 ,向驾驶员发出警报 ,并可由 ECU 控制闪烁显示故障代码

上海奇瑞 SQR 7160 系列轿车的 ABS 防抱死制动系统主要由电控装置(J104)、液控单元(N55)、液压泵(V64)、4 个车轮转速传感器、ABS 警告灯、制动装置警告灯等组成,如图 4 - 25 所示。奇瑞轿车采用三通道 ABS 调节回路,前轮单独调节,后轮低选择控制方式。

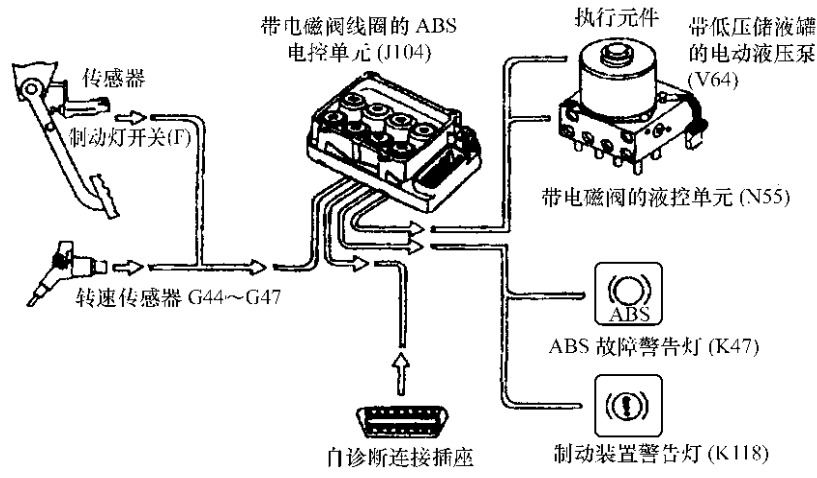


图 4 - 25 上海奇瑞轿车 ABS 系统的组成

(三) ABS 的布置形式

1. 液压制动系统汽车 ABS 的布置

按照车轮传感器的数目和控制通道的数量,ABS 制动有下列 7 种。

(1) 四传感器四通道/四轮独立控制方式

此种控制系统具有四个轮速传感器和四个控制通道,对各个车轮进行独立控制,如图 4 - 26 (a)所示。该系统是通过各车轮轮速传感器的信号分别对各车轮制动压力进行单独控制。

该种控制系统的制动距离和操纵性最好,但在不对称路面上制动时的方向稳定性较差,其原因是由于此时同一轴上左右车轮的制动力不同,使汽车产生较大的偏转力矩而产生制动跑偏。

(2) 四传感器四通道/前轮独立 - 后轮选择控制方式

此种控制系统采用四个轮速传感器和四个控制通道,前轮独立控制,而后轮按选择方式控制,一般采用低选择,即以易抱死的车轮为标准。给两后轮施加相等的制动压力控制车轮转动。此种控制方式用于 X 型制动管路汽车的 ABS 控制系统,因为左右后轮不是同一制动管路,因此需要采用四个通道,如图 4 - 26 (b)所示。此种形式的操纵性、稳定性较好,制动效能稍差。

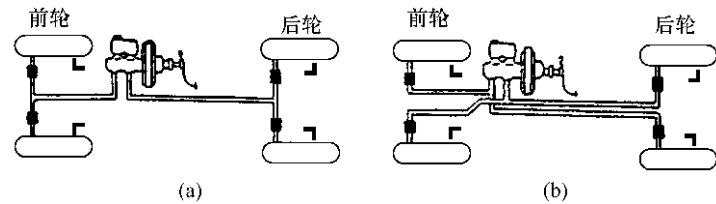


图 4 - 26 四传感器四通道/四轮独立控制系统

(a) 四传感器四通道前后制动管路用;(b) 四传感器四通道 X 型制动管路用。

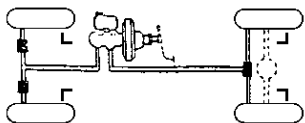
(3) 四传感器三通道/前轮独立控制 - 后轮低选择控制方式

该系统用于制动管路前后布置形式的后轮驱动汽车。由于采用四个轮速传感器,检测左右

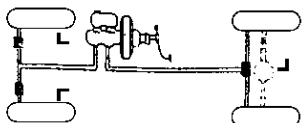
后驱动轮的轮速,实现低选择控制方式,其性能与控制方式2相同,操纵性、稳定性较好,制动效能稍差。该系统如图4-27所示。

(4) 三传感器三通道/前轮独立 - 后轮低选择控制方式

该系统用于制动管路前后布置后轮驱动的汽车,前轮各有一个轮速传感器,独立控制。而后轮轮速则由装于差速器上的一个测速传感器检测,按低选择的控制方式用一条制动管路对后轮进行制动控制,如图4-28所示。其性能与方式3相近。



4-27 四传感器三通道/前轮独立 - 后轮低选择控制系统



4-28 三传感器三通道/前轮独立 - 后轮低选择控制系统

(5) 四传感器二通道/前轮独立控制方式

此种控制方式多用于X型制动管路汽车的简易控制系统。前轮独立控制,制动液通过减压阀(PC阀)按一定比例减压后传至对角后轮,如图4-29(a)所示。此种控制方式的汽车在不对称的路面上制动时,如图4-29(b)所示,高附着系数 φ 路面一侧前轮产生高制动压力,通过管路传至低附着系数 φ 路面一侧的后轮,该侧后轮则抱死。而低附着系数 φ 路面一侧前轮制动压力较低,经管路传至高附着系数 φ 路面一侧的后轮,高 φ 侧后轮则不抱死。这样能提高汽车制动时的方向稳定性。但与三通道、四通道的控制系统相比,其后轮制动力稍有降低,制动效能稍有下降,但后轮侧滑较小。

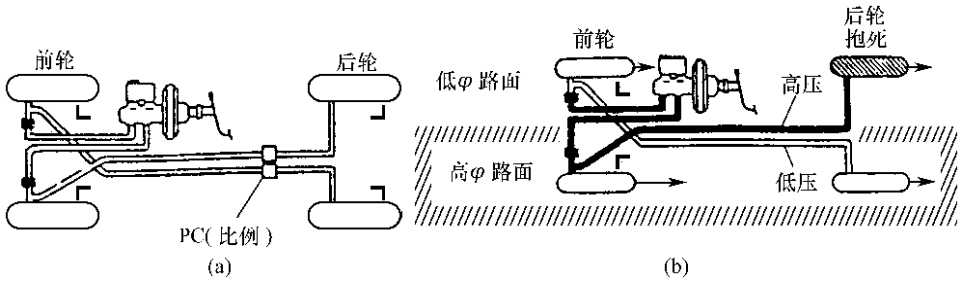


图4-29 四传感器二通道/前轮独立控制系统及制动情况
(a) 前轮独立控制系统;(b) 前轮独立控制系统的制动情况。

(6) 四传感器二通道/前轮独立 - 后轮低选择控制方式

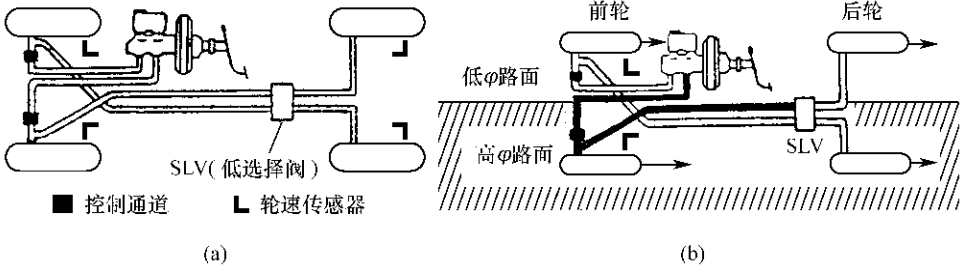


图4-30 四传感器二通道/前轮独立 - 后轮低选择控制系统及制动情况
(a) 前轮独立 - 后轮低选择控制系统;(b) 前轮独立 - 后轮低选择控制系统制动情况。

该系统如图 4 - 30 所示。在通往后轮的两通道上增设一个低选择阀(SLV)阀)。当汽车在不对称路面制动时,高 φ 侧前轮的高压不直接传至低 φ 侧对角后轮,而通过低选择阀只升至与低 φ 侧前轮相同的压力,这样就可以避免低 φ 侧后轮抱死,如图 4 - 30(b)所示。此种控制方式更接近三通道或四通道系统的控制效果。

(7) 一传感器一通道/后轮近似低选择控制方式

此种控制方式用于制动管路前后布置的汽车,只对后轮进行控制,如图 4 - 31 所示。一个传感器装于后桥差速器上,只对后轮采用近似低选择的控制方式。由于前轮无控制,故易抱死,转向操纵性差,制动距离较长。

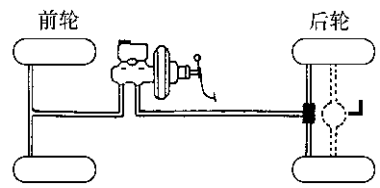


图 4 - 31 一传感器一通道/后轮近似低选择控制方式

2. 气压制动系统汽车 ABS 的布置形式

(1) 双轴后轮驱动气压制动汽车四传感器四通道/四轮独立控制方式(4S/4C)系统

该系统如图 4 - 32 所示,每个车轮设一个轮速传感器和一个压力调节阀(PCV 阀),前轮 PCV 阀设置在快放阀和前轮制动气室之间,后轮 PCV 阀设置在继动阀和后轮制动气室之间。

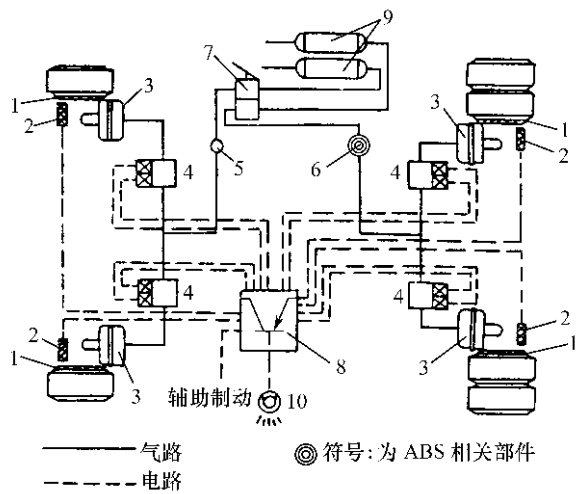


图 4 - 32 4S/4C 控制系统

齿圈;2—轮速传感器;3—制动气室;4—压力控制阀;5—快放阀;动阀;7—制动总阀;8—ECU(电子控制器);9—储气筒;10—警报灯。

(2) 4×2 牵引车和单轴半挂车气压制动系统 ABS 的布置形式

该系统在牵引车和半挂车上分别安装着独立的两套 ABS 控制系统,牵引车采用 4S/4C 控制方式,半挂车采用 2S/2C 控制方式,如图 4 - 33 所示。挂车 ABS 的电源由牵引车供给,两者之间由 ABS 专用接线器连接。接线器不仅由牵引车向挂车供电,同时还负责将挂车 ABS 工作的有关故障信息传递到牵引车,并由驾驶室中的仪表盘上的指示灯和警报灯显示,如图 4 - 34 所示。

(3) 气顶液制动系统汽车 ABS 的布置形式

气顶液制动系统 ABS 的控制方式有两种:一种是控制空气液压加力器的输入气压;另一种是控制空气液压加力器的输出制动液压。

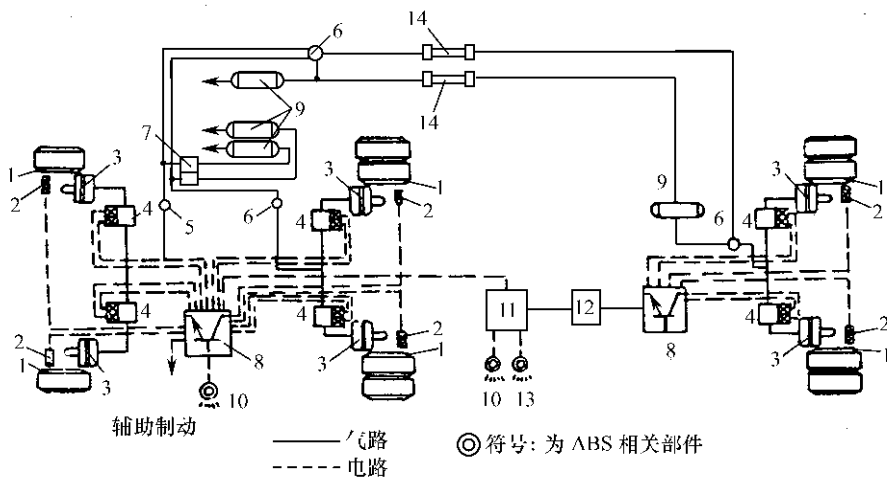


图 4 - 33 4×2 牵引车和单轴半挂车的 ABS 系统

1—齿圈;2—轮速传感器;3—制动气室;4—压力调节器;5—快放阀;6—继动阀;
7—制动总阀;8—ECU(电子控制器);9—储气筒;10—警报灯;11—信号控制;
12—5 极接线柱;13—信号灯;14—空气软管。

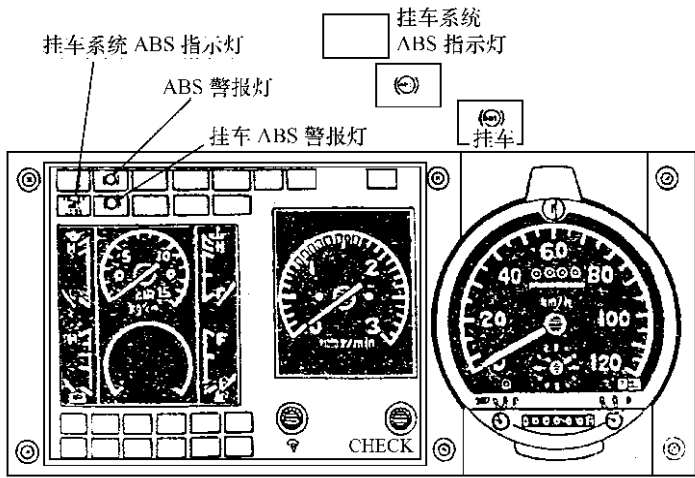


图 4 - 34 牵引车仪表盘

① 控制空气液压助力器的输入气压的 ABS 的布置形式。该种形式的 ABS 如图 4 - 35 所示,采用四传感器三通道/后轮独立 - 前轮低选择的 4S/3C 控制方式。两后轮独立控制,而前轮则由两前轮轮速传感器检测左右轮速,从中选取一较低值,根据此信号通过一个 PCV 阀对两个前轮共用的空气液压助力器的输入气压进行控制,即采用前轮低选择的控制方式。

② 控制空气液压助力器的输出制动液压的 ABS 的布置形式。该种形式的 ABS 控制系统如图 4 - 36 所示,采用四传感器四通道/独立控制的 4S/4C 控制方式。在两个空气液压助力器与各轮缸之间设置四个制动压力调节器。调节器通过控制气压进而控制各轮缸的制动液压力来实现各轮的独立控制。由于调节器可直接控制轮缸的制动压力,ABS 的控制准确,但成本比 PCV 阀要高。

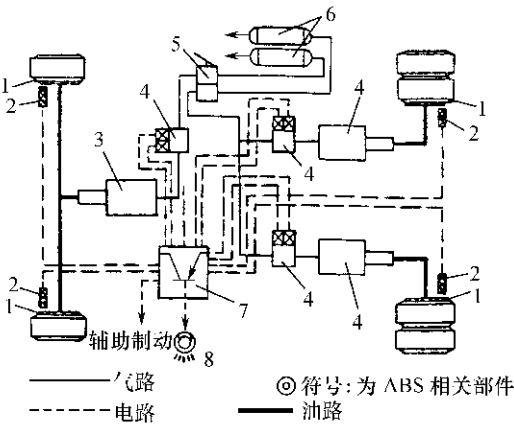


图 4 - 35 控制空气液压加力器
输入气压的 4S/3C ABS 系统

- 1—齿圈；2—轮速传感器；3—气顶油加力器；
4—压力控制器；5—制动总阀；6—储气筒；
7—ECU(电子控制器)；8—警报灯。

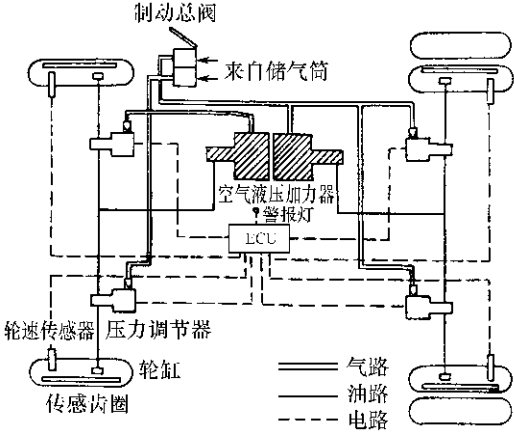


图 4 - 36 控制空气液压加力器的
输出液压的 4S/4C ABS 系统

二、ABS 制动系统的控制原理

(一) 轮速传感器

目前用于 ABS 制动系统的轮速传感器主要有电磁式轮速传感器和霍尔式轮速传感器两种类型,其功用是检测车轮的转速信号,并将速度信号输入电控装置 ECU。

1. 电磁式轮速传感器

电磁式轮速传感器由传感头和齿圈两部分组成,如图 4 - 37(a)所示为磁脉冲式轮速传感器的外形,图 4 - 37(b)所示为轮速传感器的剖视图。

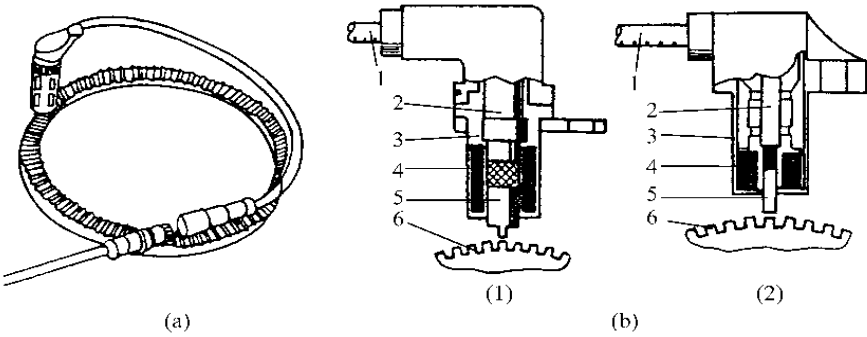


图 4 - 37 轮速传感器的基本结构

(a) 轮速传感器外形；(b) 轮速传感器剖视图。

(1) 齿式极轴轮速传感器 DF₂；(2) 柱式极轴轮速传感器 DF₃。

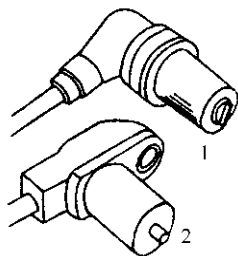
1—电缆；2—永磁体；3—外壳；4—传感线圈；5—极轴；6—齿圈。

传感头由永磁体、极轴、感应线圈等组成,根据极轴的结构形式不同,轮速传感器又可分为齿式极轴轮速传感器、柱式极轴轮速传感器和菱形极轴轮速传感器等形式,如图 4 - 38 所示。传感

头直接安装于齿圈的上方。

图 4 - 37(b)所示 极轴同永磁体 2 相连接 永磁体通过极轴延伸到齿圈并与齿圈构成磁路。感应线圈 4 套在极轴外面。齿圈固装在轮毂上与车轮一同旋转。齿圈旋转时 齿顶和齿隙交替对向极轴。当齿顶对向极轴时 磁路磁阻最小 通过感应线圈的磁通最大 ;当齿隙对向极轴时 磁路磁阻最大 通过感应线圈的磁通最小。齿顶齿隙交替对向极轴 就使通过感应线圈内部的磁通交替变化从而产生感应电动势 通过线圈末端的电缆将此信号输入 ECU。感应电动势(电压)信号变化的频率便能精确地反映出车轮速度的变化。

不同极轴形状的传感头 相对于齿圈的安装方式各不相同 ,如图 4 - 39 所示。安装时 ,传感头与齿圈之间应留有约 1mm 的空隙 并且安装必须牢固 ,以保证汽车在制动过程中的振动不会干扰或影响传感信号及避免水、泥、灰尘影响传感器工作。



4 - 38 轮速传感器传感头
极轴传感头 ;2—柱式极轴传感头。

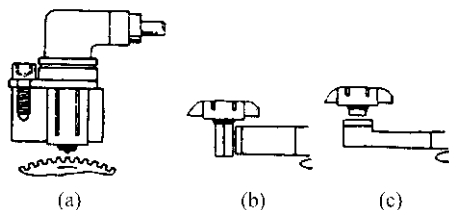


图 4 - 39 不同形状极轴传感头的安装方式
(a) 齿式极轴 ;(b) 菱形极轴 ;(c) 柱形极轴。

电磁式轮速传感器结构简单、成本低 ,但存在下列不足 :

- ① 其输出信号的幅值是随转速的变化而变化 ,在规定转速范围内 ,其输出信号的幅值一般在(1 ~ 15)V 范围内变化 ,若车速过慢 其输出信号低于 1V ECU 就无法检测。
- ② 频率响应不高。当转速过高时 ,传感器的频率响应跟不上 ,容易产生错误信号。
- ③ 抗电磁波干扰能力差 ,尤其是其输出信号幅值较小时。在汽车这个电磁波干扰源很多的特定条件下 ,抗干扰能力尤为重要。

目前 ,国内外 ABS 防抱死制动系统的控制速度范围一般为 (15 ~ 160)km/h ,今后要求控制速度范围扩大到(8 ~ 260)km/h 以至更大 ,显然电磁感应式轮速传感器很难适应。当今 ,霍耳式轮速传感器在 ABS 系统中的应用越来越广泛。

2. 霍耳式轮速传感器

霍耳式轮速传感器由传感头和齿圈组成。传感头由永磁体、霍耳元件和电子电路等组成。

(1) 霍耳电压的产生

如图 4 - 40 所示 永磁体的磁力线穿过霍耳元件通向齿轮 此齿轮相当于一个集磁器。当齿轮位于图(a)所示位置时 ,穿过霍耳元件的磁力线分散 ,磁场相对较弱。当齿轮位于图(b)所示位置时 ,穿过霍耳元件的磁力线集中 ,磁场相对较强。齿轮转动时 ,使得穿过霍耳元件的磁力线密度发生变化 ,因而引起霍耳电压的变化 ,霍耳元件将输出一个 mV 级的准正弦波电压。此信号还需由电子电路转换成标准的脉冲电压。

(2) 波形转换电路

由霍耳元件输出的 mV 级标准正弦波电压 ,将由图 4 - 41 所示的电子电路转换成标准的脉冲电压信号输入 ECU。

由霍耳元件输出的 mV 级标准正弦波电压 经放大器放大为 V 级的电压信号。并送入施密

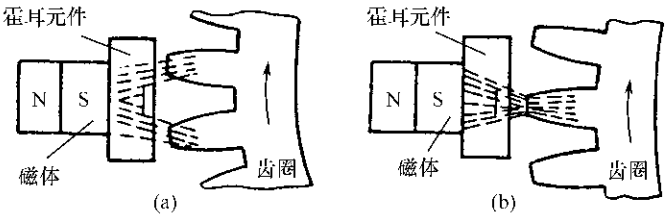


图 4 - 40 霍耳轮速传感器磁路
(a) 霍耳元件磁场较弱;(b) 霍耳元件磁场较强。



图 4 - 41 霍耳轮速传感器电子线路框图

特触发器 触发器将正弦波信号转换成标准的脉冲信号再送至放大极放大后输出。

霍耳式轮速传感器的特点是：

- ① 输出信号电压幅值不受车轮转速的影响 ,在汽车电源电压 12V 条件下 ,其输出信号电压保持在(11.5 ~12)V 不变 ,即使车速下降接近零也不变。
- ② 频率响应度高 ,可高达 20kHz ,用于汽车 ABS 系统时 ,相当于车速为 1000km/h 时所检测的信号频率。
- ③ 抗电磁波干扰能力强 ,是由于其输出信号电压不随转速的变化而变化 ,且幅值很高。因此 ,霍耳式传感器不仅广泛应用于汽车 ABS 制动轮速的检测 ,而且也用于其他电控系统的转速的检测。

(二) 制动压力调节器

根据汽车制动系统的不同 ,用于 ABS 系统的制动压力调节器主要有液压式、气压式和空气液压加力式等几种。制动压力调节器的功用是接受 ECU 的指令 ,通过电磁阀的有序动作来实现车轮制动器压力的调节。

1. 液压式制动压力调节器

液压式制动压力调节器主要由电磁阀、液压泵和储液器等组成。制动压力调节器是串接在制动主缸与轮缸之间 ,通过电磁阀直接或间接地控制轮缸的制动压力。因此 ,把电磁阀直接控制轮缸制动压力的制动压力调节器称为循环式调节器 ;把间接控制制动压力的制动压力调节器称为可变容积式调节器。

(1) 循环式制动压力调节器

该制动压力调节器是在制动主缸(总泵)与轮缸之间串联进一电磁阀直接控制轮缸的制动压力。回油泵也叫做再循环泵 ,其作用是当电磁阀在“减压”过程中 ,从制动轮缸流出的制动液经储能器由回油泵泵回制动主缸。储能器也叫储液器 ,其功用是当电磁阀在“减压”过程中 ,从轮缸流出的制动液由储能器暂时储存 ,然后由回油泵泵回主缸。其基本工作原理如图 4 - 42 所示。

① 电磁阀。循环式制动压力调节器的电磁阀多采用三位三通电磁阀(3/3 电磁阀)。在四通道制动控制系统中每个轮缸有一个 3/3 电磁阀 ;在三通道制动控制系统中 ,每个前轮有一个

3/3 电磁阀 ,两后轮共用一个 3/3 电磁阀。

电磁阀是由电磁线圈直接控制的阀 ,电磁线圈受 ECU 的控制。阀上有三个孔分别通制动主缸、车轮制动器轮缸和储能器。电磁线圈流过的电流由 ECU 控制 ,能使阀处于“升压”、“保压”、“减压”三种位置 ,即“三位” ,如图 4 - 43 所示。

· 升压(常规制动)。如图 4 - 44 所示 ,电磁线圈中无电流通过 ,电磁阀处于“升压”位置 ,此时制动主缸与轮缸直通 ,由制动主缸来的制动液直接进入轮缸 ,轮缸压力随主缸压力而增减 ,此时 ABS 系统不工作 ,回油泵也不需工作。

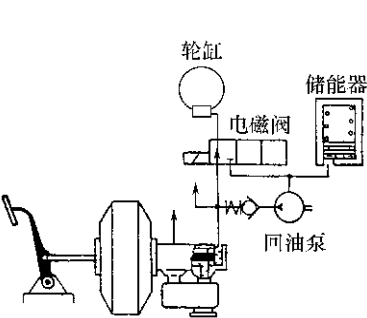


图 4 - 42 循环式制动压力调节器的基本工作原理

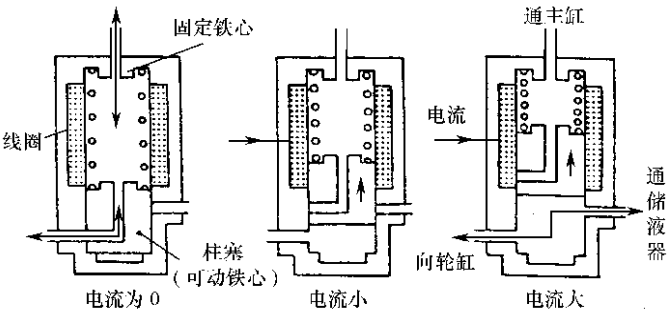


图 4 - 43 3/3 电磁阀的基本结构与工作原理

· 保持压力。当 ECU 向电磁线圈通入一个较小的保持电流(约为最大电流的 1/2)时 ,电磁阀处于“保持压力”位置 ,如图 4 - 45 所示。此时主缸、轮缸和回油孔相互隔离密封 ,轮缸中保持一定制动压力。

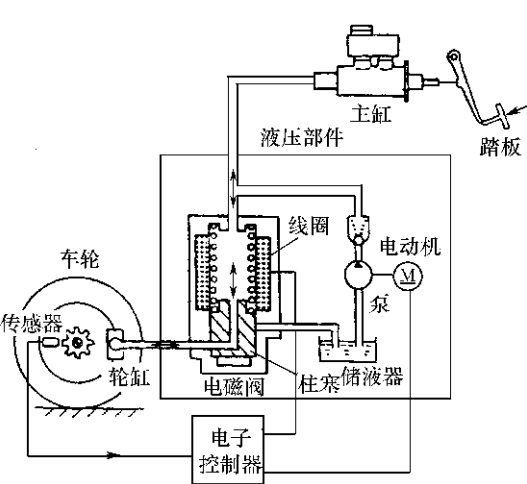


图 4 - 44 常规制动(升压)过程

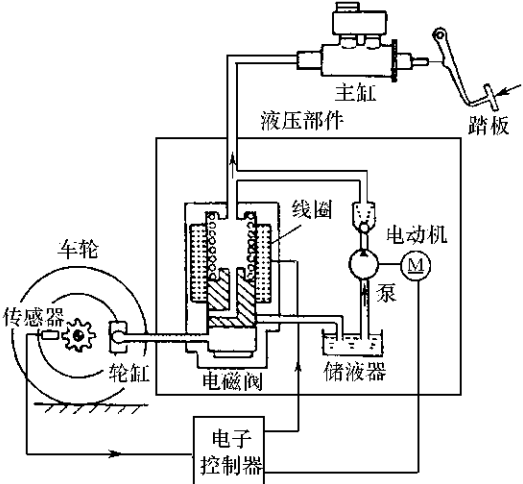


图 4 - 45 保压过程

· 减压。当 ECU 向电磁线圈通入一个最大电流时 ,电磁阀处于“减压”位置 ,此时电磁阀将轮缸与回油通道或储能器接通 ,轮缸中制动液经电磁阀流入储能器 ,轮缸压力下降。如图 4 - 46 所示。

② 回油泵。回油泵及储能器如图 4 - 47 所示。回油泵多为柱塞泵 ,由电动机带动凸轮驱动 ,泵内设有两个单向阀 ,上阀为进油阀 ,下阀为出油阀。柱塞上行时 ,轮缸及储能器的压力油推开进油阀油液进入泵体内 ,当柱塞下行时 ,首先封闭进油孔 ,进而使泵腔内压力升高 ,推开下出油阀 ,将制动油液压回制动主缸。

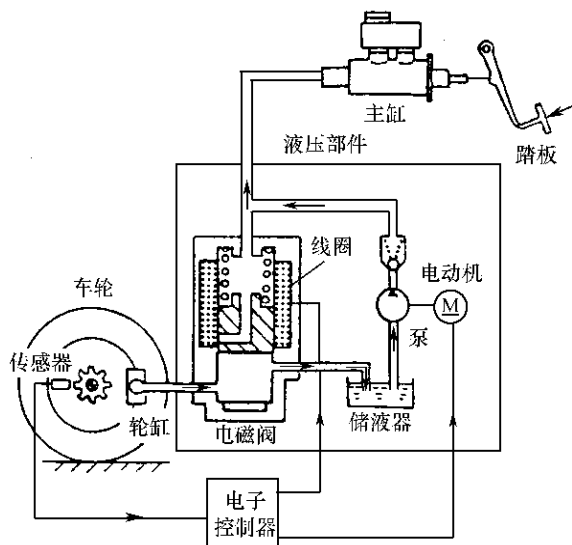


图 4-46 减压过程

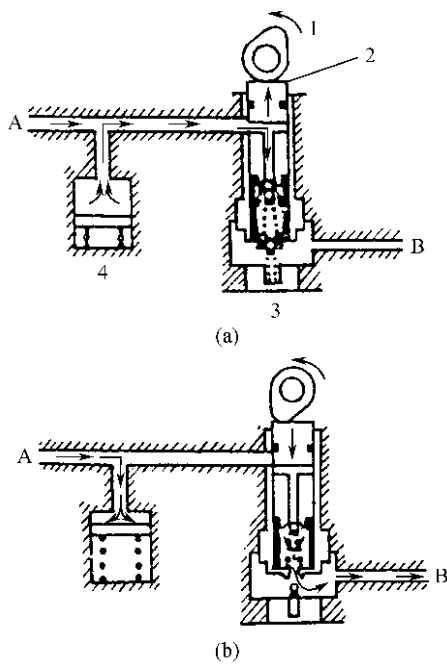


图 4-47 回油泵与储能器

1—凸轮；2—油泵柱塞；3—油泵；4—储能器；
A—来自轮缸；B—到主缸。

③ 储能器。储能器为一内装活塞和弹簧的油缸，位于电磁阀与回油泵之间（图 4-47（4）所示），由轮缸流入的压力油进入储能器作用于活塞上，进而压缩弹簧使储能器容积变大，以暂时储存制动液。当轮缸流入的压力油降低时，活塞在弹簧作用下上移，使油液能量释放。

（2）可变容积式制动压力调节器

可变容积式制动压力调节器是在汽车原有制动系统管路中增加一套液压控制装置，用它控制制动管路中容积的增大或减小，从而控制制动压力的变化。这种压力调节系统的特点是制动压力油路和 ABS 控制压力油路是相互隔开的。

可变容积式制动压力调节器的基本结构，主要由电磁阀、控制活塞、液压泵、储能器等组成。其基本工作原理如下：

① 常规制动。如图 4-48 所示常规制动时，电磁线圈无电流流过，电磁阀将控制活塞工作腔与回油管路接通，控制活塞在强力弹簧的作用下推至最左端，活塞顶端推杆将单向阀打开，使制动主缸与轮缸的制动管路接通，制动主缸的制动液直接进入轮缸，轮缸压力随主缸压力变化而变化。此处状态是 ABS 工作之前或工作之后的常规制动工况。

② 减压。如图 4-49 所示，减压时，ECU 向电磁线圈通入一较大电流，电磁阀内的柱塞在电磁力作用下克服弹簧弹力移到右边，将储能器与控制活塞工作腔管路接通，储能器（液压泵）的压力油进入控制活塞工作腔推动活塞右移，单向阀关闭，主缸与轮缸之间的通路被切断。同时由于控制活塞的右移，使轮缸侧容积增大，制动压力减小。

③ 保持压力。如图 4-50 所示，ECU 向电磁线圈通入一较小电流，由于电磁线圈的电磁力减小，柱塞在弹力作用下左移至将储能器、回油管及控制活塞工作腔管路相互关闭的位置，此时控制活塞左侧的油压保持一定，控制活塞在油压和强力弹簧的共同作用下保持在一定位置，而此

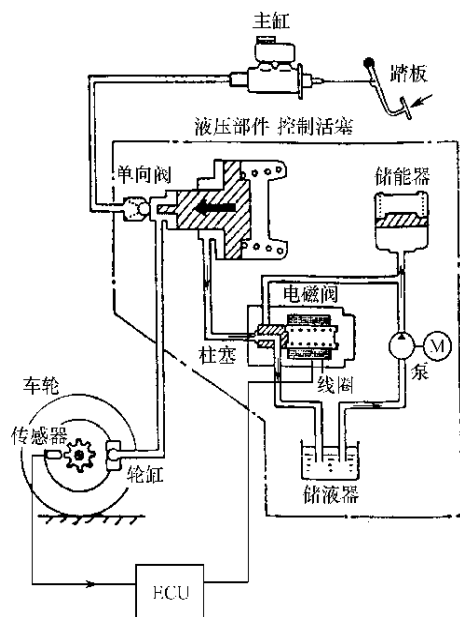


图 4-48 可变容积式调节器的组成及工作过程——常规制动

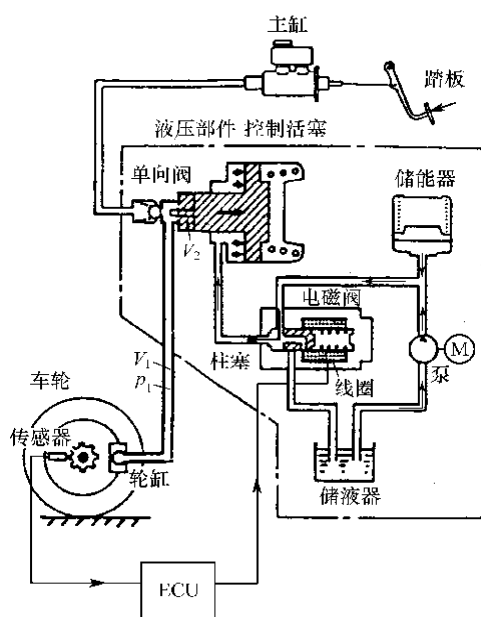


图 4-49 可变容积式调节器的组成及工作过程——减压

时单向阀仍处于关闭状态 轮缸侧的容积也不发生变化 制动压力保持一定。

④ 增压。如图 4-51 所示, 需要增压时, ECU 切断电磁线圈中的电流, 柱塞回到左端的初

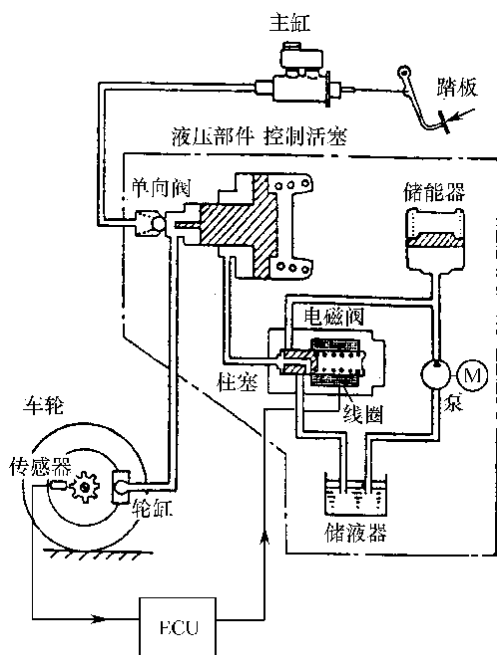


图 4-50 可变容积式调节器的组成及工作过程——保压

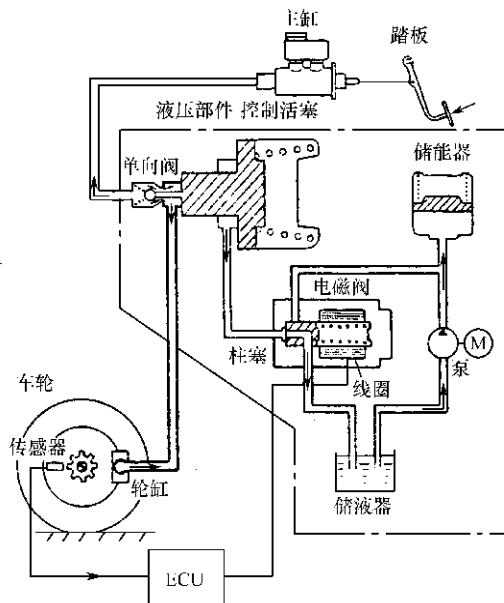


图 4-51 可变容积式调节器的组成及工作过程——增压

始位置,控制活塞工作腔与回油管路接通,控制活塞左侧控制油压解除,控制液流回储液器,控制活塞在强力弹簧的作用下左移,轮缸侧容积变小,压力升高至初始值。当控制活塞左移至最左端时,单向阀被打开,轮缸压力将随主缸的压力增大而增大。

(3) 本田车系 ABS 调节器属可变容积式调节器

本田车系 ABS 采用四传感器四通道/四轮独立控制方式,每个车轮有一个制动压力调节器调节制动压力。

调节器由电磁阀、控制活塞、液压泵、储能器、压力开关等组成,如图 4-52 所示。其工作过程如下。

① 常规制动(制动压力上升)。如图 4-52 所示,ECU 关断输入阀和输出阀电磁线圈的电路,此时,输出阀打开,输入阀关闭,调节器下端 C 腔与油箱连通,控制活塞在上端主弹簧弹力作用下下移,当控制活塞下移至将开关阀顶开位置时,将 B 腔与 A 腔连通,由制动主缸来的制动液由 A 腔经开关阀到 B 腔而进入轮缸,轮缸的压力将随主缸的压力变化而变化,即常规制动和升压状态。

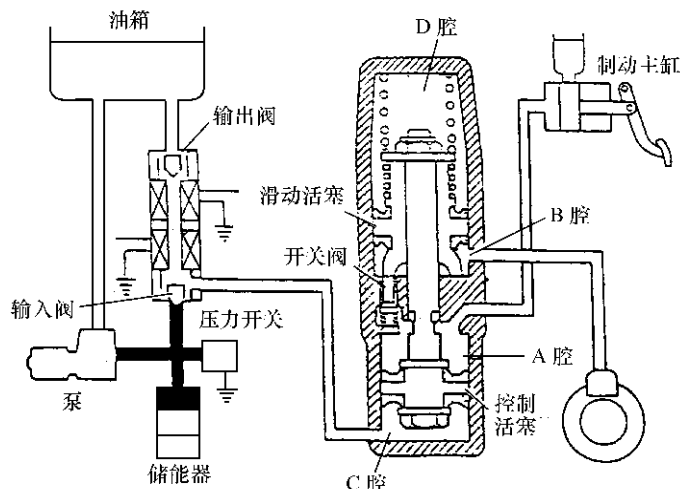


图 4-52 本田 ABS 调节器结构与工作过程——常规制动

② 减压。减压时,ECU 分别向输出阀和输入阀电磁线圈通入电流,此时输出阀关闭而输入阀打开,从液压泵和储能器来的控制压力油由输入阀流入调节器下端的 C 腔,推动控制活塞上移,从而使开关阀关闭,将 A 腔与 B 腔隔离,从制动主缸来的制动液不再进入 B 腔,由于控制活塞的上移使 B 腔的容积增大,与 B 腔相连的轮缸制动压力下降。如图 4-53 所示。

③ 保持压力。需要保持轮缸的制动压力时,ECU 将输入阀电磁线圈的电流切断,而输出阀电磁线圈仍保持通电,此时输入阀关闭,输出阀仍保持关闭,控制液压油不再流入 C 腔,也不流出 C 腔,控制活塞保持在一定位置上,B 腔容积不再发生变化,轮缸制动压力保持一定。

④ 踏板反应。在 ABS 工作时的减压过程,由于控制活塞上移使 A 腔的容积减小,将 A 腔中的制动液压回制动主缸,制动踏板有一种回弹的行程,即踏板反应,使驾驶员能感觉到 ABS 系统在工作。如图 4-54 所示。

⑤ 滑动活塞的功用。在调节器控制活塞杆上端,有一滑动活塞,其上端有一弹簧,弹簧力将使滑动活塞沿控制活塞杆向下移动,而滑动活塞下端受轮缸制动液压力的作用使滑动活塞沿控

直接控制式制动压力调节器一般装于继动阀或快放阀与车轮制动器气室之间 ,直接控制进入制动气室内的气压。图 4 - 55 为直接控制式制动压力调节器的结构图。

调节器由进气膜片阀、排气膜片阀和控制电磁阀等组成 进气膜片阀用以控制由继动阀进入的气流 排气膜片阀用来控制排掉制动气室的空气 控制电磁阀用来控制各膜片阀的背压。各膜片阀与电磁阀的工作状态如表 4 - 16 所列。工作过程如下：

表 4 - 16 膜片阀与电磁阀的工作状态

工 作 状 态	进气膜片阀	控制电磁阀	排气膜片阀	控制电磁阀
增压	开	无电流(关)	关	无电流(关)
保压	关	有电流(开)	关	无电流(关)
减压	关	有电流(开)	开	有电流(开)

① 增压(常规制动)。增压时 ,ECU 将控制进气阀的电磁阀和控制排气阀的电磁阀的电路都切断 ,所有电磁线圈均无电流 ,各电磁阀都处于可关闭状态 ,此时 进气阀因无控制气压而处于开启状态 ,而排气阀因有控制气压而处于关闭状态 ,因此由继动阀流入的压缩空气由气室 a 经进气阀流入气室 b ,再由出气口流入制动气室 ,制动气室气压升高。

② 保压。在保压过程 ,ECU 只向控制进气阀的电磁阀线圈通电 ,电磁力将阀体下吸而将其上端阀门打开 ,同时将其下端排气口关闭 ,气室 a 的压缩气体 ,经电磁阀流入进气阀的导气室从而将进气阀关闭 ,切断了气室 a 与气室 b 的通道。而此时控制排气阀的电磁阀仍无电流流过 ,排气阀仍处于关闭状态。此时制动气室与进气口、排气口均隔离 ,气室保持一定气压。

③ 减压。减压时 ,ECU 同时向控制进气阀的电磁阀和控制排气阀的电磁阀供电 ,此时 ,进气阀仍保持关闭状态 ,而排气控制电磁阀在电磁线圈电磁力的吸引下向上移动 ,将其上端阀门关闭而下端阀门打开 ,排气阀导气室与气室隔离而与出气口相通 ,导气室压力下降而使排气阀打开 ,从而使气室 b 与出气口连通 ,制动气室的压缩气体经 b 室、排气阀、出气口排入大气 ,制动气室的压力下降。

(2) 间接控制式(引导控制式)制动压力调节器

间接控制式制动压力调节器是在继动阀的继动活塞上部设两个控制电磁阀 ,用来控制辅助管路的气压 ,间接控制输向制动气室的空气压力。其结构如图 4 - 56 所示。

进气电磁阀和排气电磁阀受 ECU 控制 ,分别控制由制动总阀进入继动活塞上方的进气通道和继动活塞上方的排气通道 ,控制继动活塞上方的控制气压 ,从而控制继动活塞处于不同位置而实现增压、保压和减压等过程 ,其工作过程与前面所述大致相似 ,读者自行分析。

由于调节器是通过控制继动活塞上部气压的变化 ,通过继动活塞的上下运动来间接控制制动气室管路的压力 ,故调节器的反应速度要比直接控制方式慢。为提高调节器的反应速度 ,继动活塞上部的控制容积应尽可能小 ,由于继动阀通路容积比直接控制式大得多 ,所以用一个电磁阀可控制多个制动气室。因此 ,成本较低 ,功能较好 ,更适用于挂车 ABS 系统。

3. 空气液压助力器输出液压调节器

空气液压助力器输出液压调节器也叫 ABS 转换器 ,它是以空气作为控制媒介 ,利用两个电磁阀控制汽缸中的空气压力来控制液压缸容积的变化 ,从而改变制动轮缸的制动液压力 ,亦即可变容积控制方式 ,其结构如图 4 - 57 所示。调节器由带液压缸和汽压缸的壳体及控制汽缸压力的两个电磁阀组成。ECU 控制两电磁阀的开闭 ,改变汽缸压力使液压缸的容积发生变化 ,从而改变制动轮缸的液压。其工作过程不再重复 ,读者自己分析。

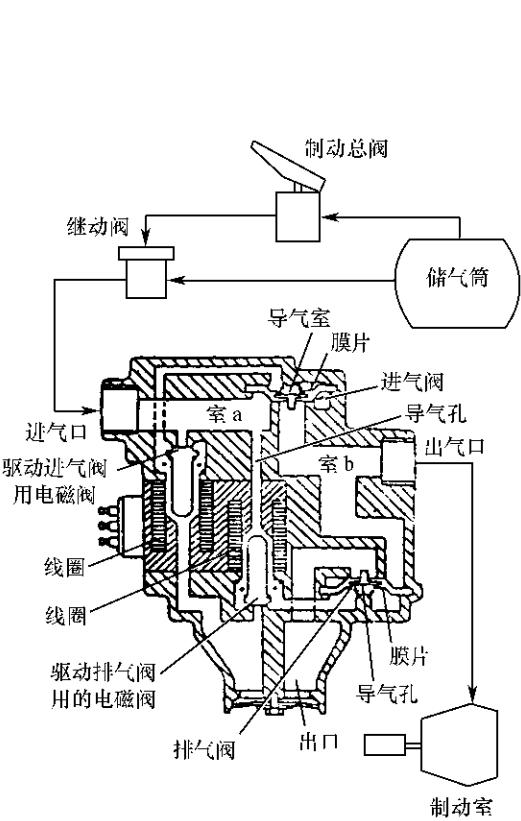


图 4 - 55 直接控制式制动压力调节器的结构

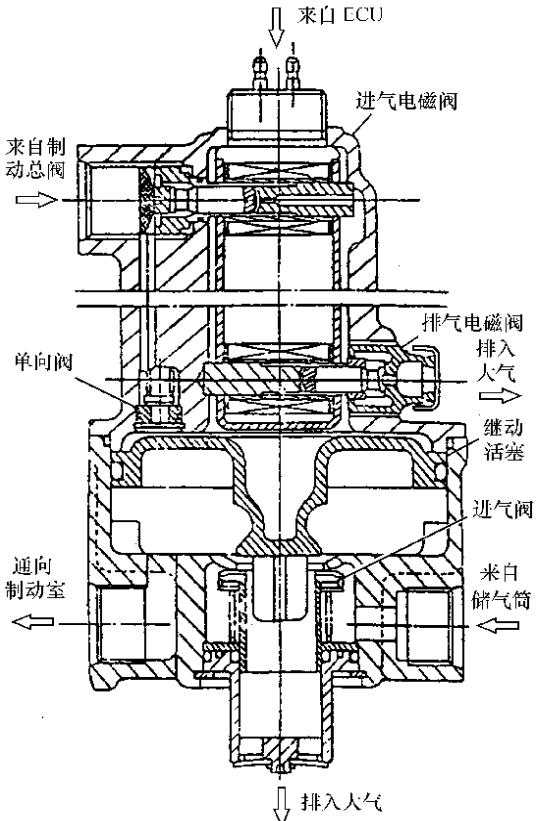


图 4 - 56 间接控制式制动压力调节器

(三) ABS 电控装置(ECU)工作原理

ABS 防抱死制动系统 ECU 的功用是接受轮速传感器及其他传感器输入的信号 ,进行测量、比较、分析、放大和判别处理 ,通过精确计算 ,得出制动时车轮的滑移率、车轮的加速度和减速度 ,以判断车轮是否有抱死趋势。再由其输出级发出控制指令 ,控制制动压力调节器去执行压力调节的任务。

ABS ECU 内部电路结构如图 4 - 58 ~ 图 4 - 59 所示 ,一般由以下几个基本电路构成。

1. 输入级电路

输入级电路主要由一低通滤波器 and 用以抑制干扰并放大轮速信号的输入放大器组成 ,其功用是将轮速传感器输入的正弦交流信号转换成脉冲方波整形放大后输入运算电路(ECU)。输入级多为四个通道 ,此时有四个轮速传感器和四个输入放大电路。也有三个通道 ,即有三个轮速传感器 ,其中左右前轮各装一个轮速传感器 ,而后轴差速器装一个轮速传感器 ,相应有三个输入放大电路。

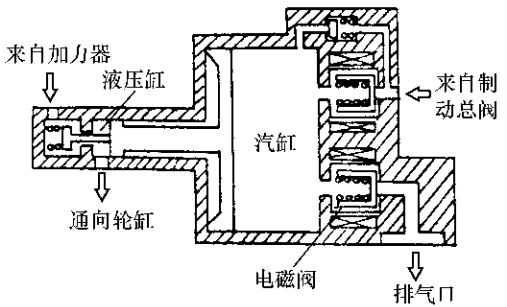
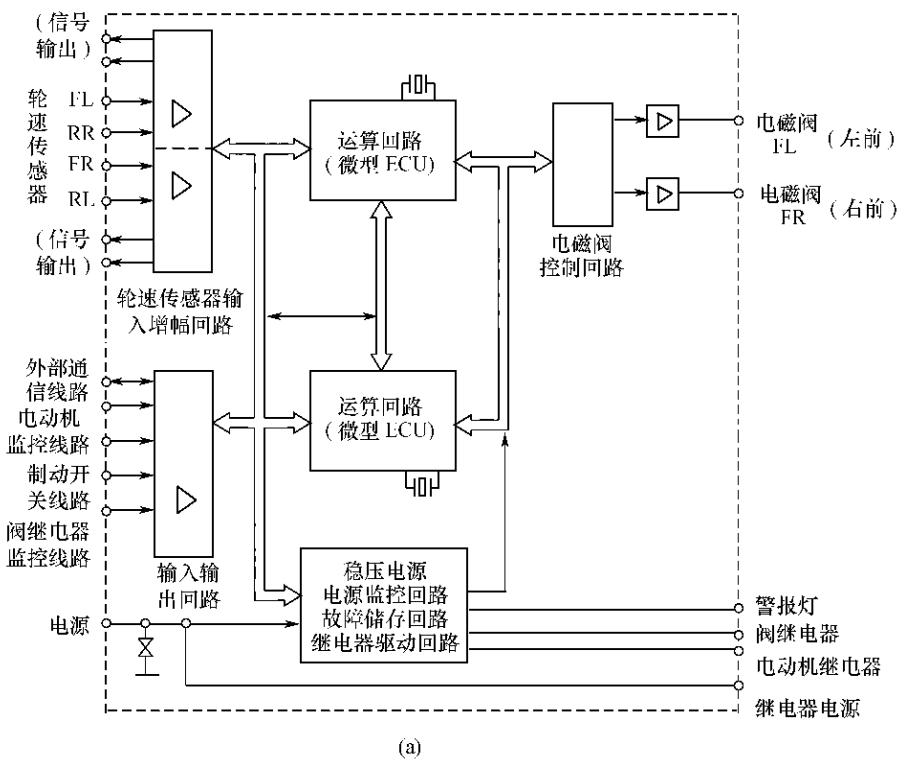


图 4 - 57 ABS 转换器



2. ECU 运算电路

ECU 的功用主要是进行车轮线速度、初始速度、滑移率、加速度和减速度的运算 ;调节器电磁阀控制参数的运算和监控运算。

经转换放大后的轮速传感器信号输入车轮线速度运算电路 ,由电路计算出车轮的瞬时线速度。初始速度、滑移率及加、减速度运算电路根据车轮瞬时线速度加以积分 ,计算出初始速度 ,再把初始速度和车轮瞬时线速度进行比较运算 ,最后得到滑移率和加、减速度。电磁阀控制参数运算电路根据计算出的滑移率、加、减速度信号 ,计算出电磁阀控制参数输入到输出级(电磁阀控制电路)。

ECU 中一般都设有两套运算电路 ,同时进行运算和传递数据 ,利用各自的运算结果相互比较 ,相互监控 ,确保可行性。

3. 输出级(电磁阀控制电路)

输出级的功用是接受 ECU 输入的电磁阀控制参数信号 ,控制大功率三极管向电磁阀线圈提供控制电流。

4. 稳压、监控、保护、故障反馈电路和继电器驱动电路(安全保护电路)

安全保护电路的功用首先是将汽车电源(蓄电池、发电机)提供的 12V 或 14V 的电压变为 ECU 内部所需的 5V 标准稳定电压 ,同时还对电源电路的电压是否稳定在规定的范围进行监控。同时还将对轮速度传感器输入放大电路、ECU 和输出级的故障信号进行监视 ,控制继动电机和继动阀门。当出现故障信号时 ,关闭继动阀门 ,停止 ABS 系统工作 ,转入常规制动状态 ,同时将仪表盘上的 ABS 警报灯点亮 ,提示驾驶员 ABS 系统出现故障 ,并将故障信息以故障代码的形式存储在存储器中 ,以供诊断时调取。

5. 几种车型 ABS 控制电路实例

(1) 凌志 LS400ABS

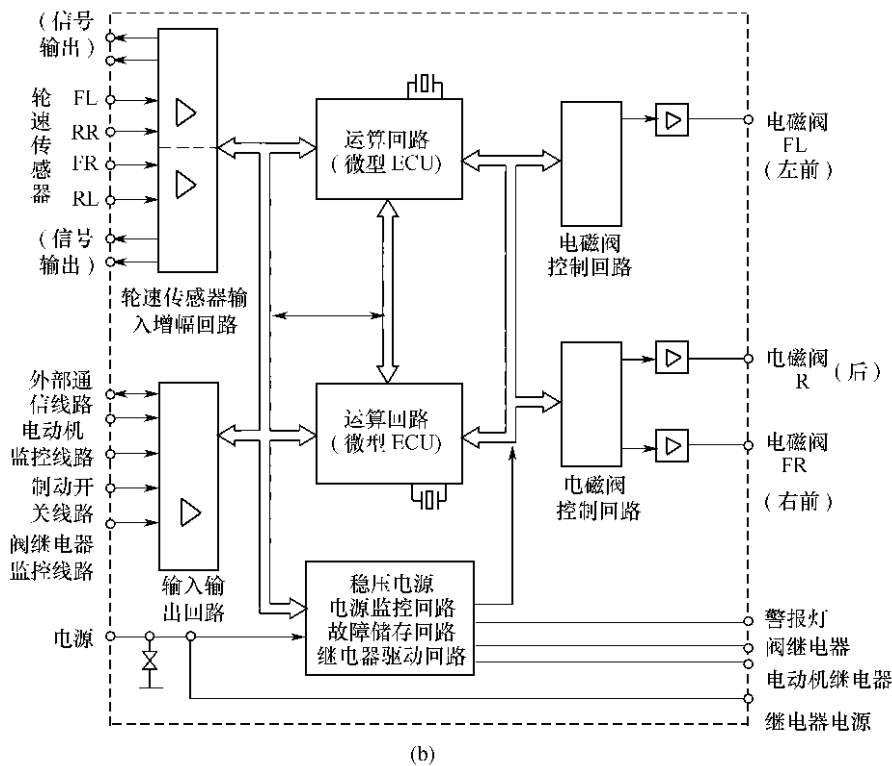


图 4 - 58

(a) 四传感器二通道系统 ECU 框图 ;(b) 四传感器三通道系统 ECU 框图。

凌志 LS400 的 ABS 防抱死制动系统采用四传感器三通道 / 前轮独立控制 - 后轮选择控制方式 , 系统布置形式如图 4 - 60 所示。

控制电路如图 4 - 61 所示。四个轮速传感器将轮送信号通过端子 FR +、FR -、FL +、FL -、RR +、RR -、RL +、RL - 输入 ECU。

回油泵电机受 ECU 和油泵继电器共同控制有两种工作状态：

① 减压时电机高速运转。减压时 , 为将制动液能迅速泵回制动主缸 , ECU 通过 MR 端子向油泵继电器线圈供电 , 油泵继电器触点闭合 , 蓄电池直接向电机供电 , 电机高速旋转 , 以便将制动液迅速泵回主缸。

② 其他工作状态时电机低速运转。当 ABS 系统在其他工作状态时 , ECU 停止向油泵继电器线圈供电 , 油泵继电器触点灯开 , 而此时 ECU 由端子 MT 通过电阻向油泵电机提供较小的电流 (2A) , 油泵低速运转 , 将储能器中制动液抽空 , 以备下次减压时储油。

制动压力调节器中三个电磁阀分别控制左、右前轮和后轮轮缸制动压力。三个电磁阀线圈与一个监测电阻并联 , 共同受 ECU 和电磁阀继电器的控制。点火开关未接通时 , 电磁阀继电器线圈中无电流 , 继电器常闭触点使电磁阀线圈搭铁 , ABS 系统不工作。接通点火开关后 , 在短时间内 ECU 仍不向电磁阀继电器线圈供电 , 此时 ABS 警告灯经维修连接器、电磁阀继电器常闭触点搭铁而点亮 , ECU 对系统进行自检。如系统无故障 , 6s 后 ECU 向电磁阀继电器线圈供电 , 常闭触点打开 , 常开触点闭合 , 电磁阀线圈经常开触点与电源相连 , 此后电磁阀的工作状态完全由 ECU 控制。与三个电磁阀线圈并联的电阻为监测电阻 , 用以监测电磁阀线圈的故障。当电磁阀

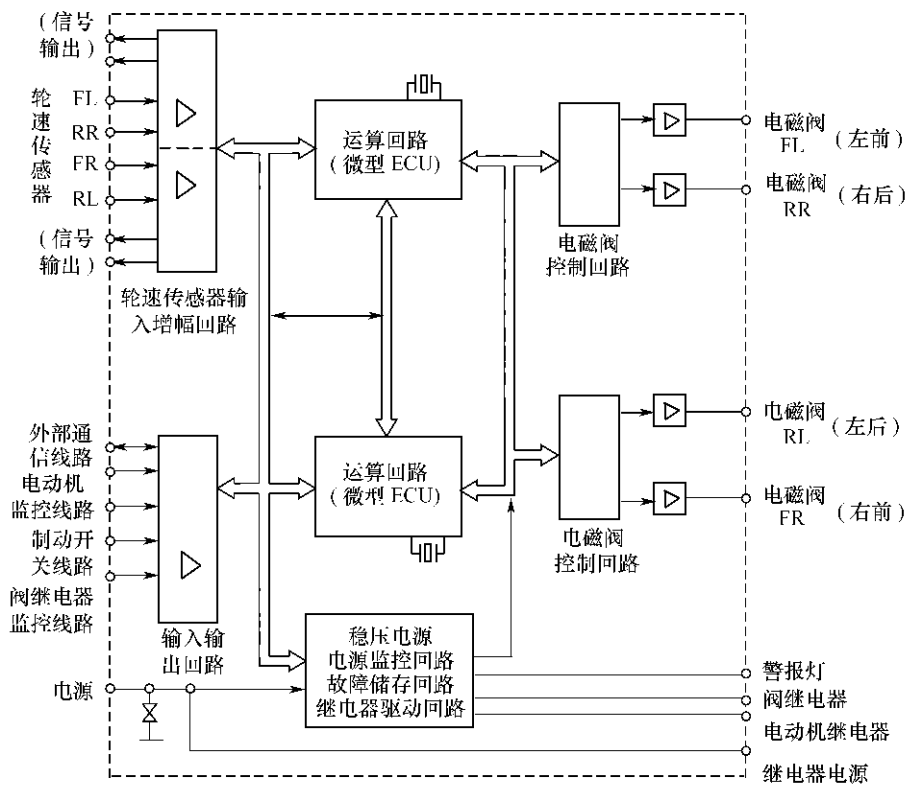


图 4 - 59 四传感器四通道系统 ECU 框图

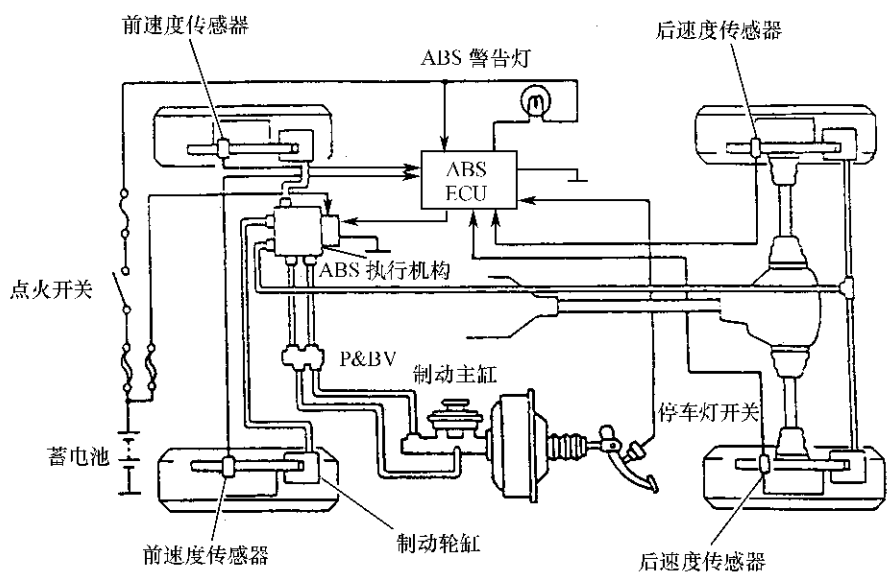


图 4 - 60 凌志 LS400 ABS 布置形式

线圈出现故障时 ,监测电阻两端的电位将发生变化 ,通过 AST 端子将此故障信息输入 ECU。

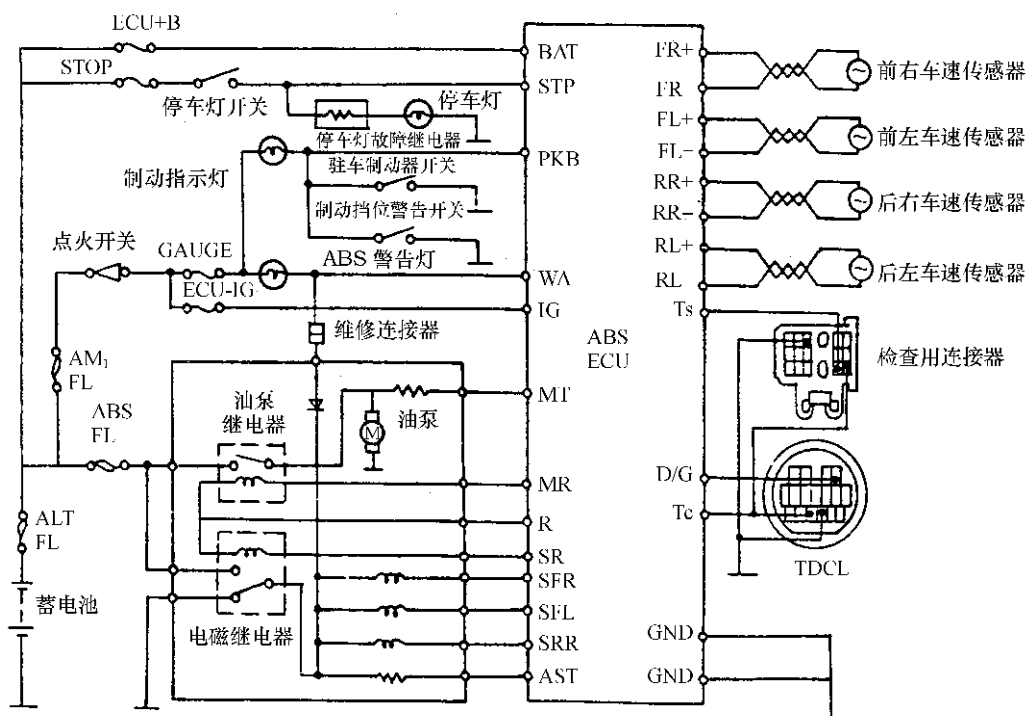


图 4-61 ABS 系统 ECU 线路图

ECU 记录故障信息同时切断调节器电路,使 ABS 系统停止工作。

丰田凌志 LS400 ABS ECU 各端子的排列及名称如表 4-17 所列。

表 4 - 17 LS400 ABS ECU 端子排列及名称

端子编号	符 号	端子名称	端子编号	符 号	端子名称
A16 - 1	D/G	诊断	A16 - 16	GND	接地
2	RR -	后右车速传感器	17		
3	RL -	后左车速传感器	18		
4	TC	诊断	A17 - 1	SFR	右前电磁线圈
5	GND	接地	2	WA	ABS 警告灯
6	BAT	备用电源	3	STP	停车灯开关
7	IG	电源	4		
8	SFL	前左电磁线圈	5	PKB	驻车制动开关
9	RR +	后右车速传感器	6	SRR	后电磁线圈
10	R -	继电器地线	7		
11	RL +	后左车速传感器	8	MT	电动机继电器监控器
12	FR -	右前车速传感器	9	SR	电磁继电器

13	FR +	右前车速传感器	10	MR	电动机继电器
14	FL -	左前车速传感器	11	TS	传感器检查用
15	FL +	左前车速传感器	12	AST	电磁继电器监控器

(2) 佳美(CAMRY)ABS

佳美车型 ABS 防抱死制动系统采用四传感器四通道/四轮独立控制方式 ,系统布置形式如图 4 - 62 所示。控制电路如图 4 - 63 所示 ,图 4 - 64 为 ECU 联结器端子排列情况。控制电路与凌志 LS 400 基本相同 ,电路工作原理也基本相同 ,不再重述。

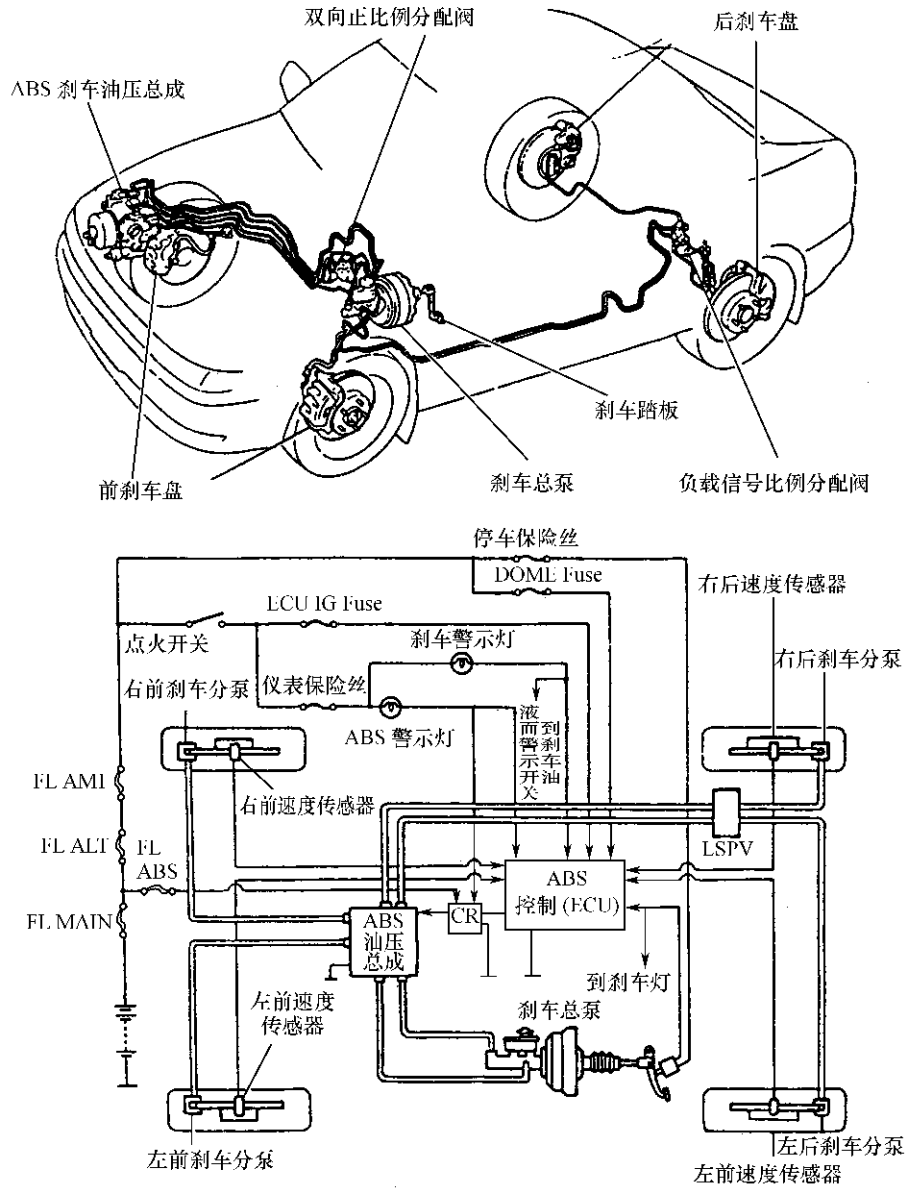
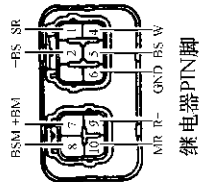
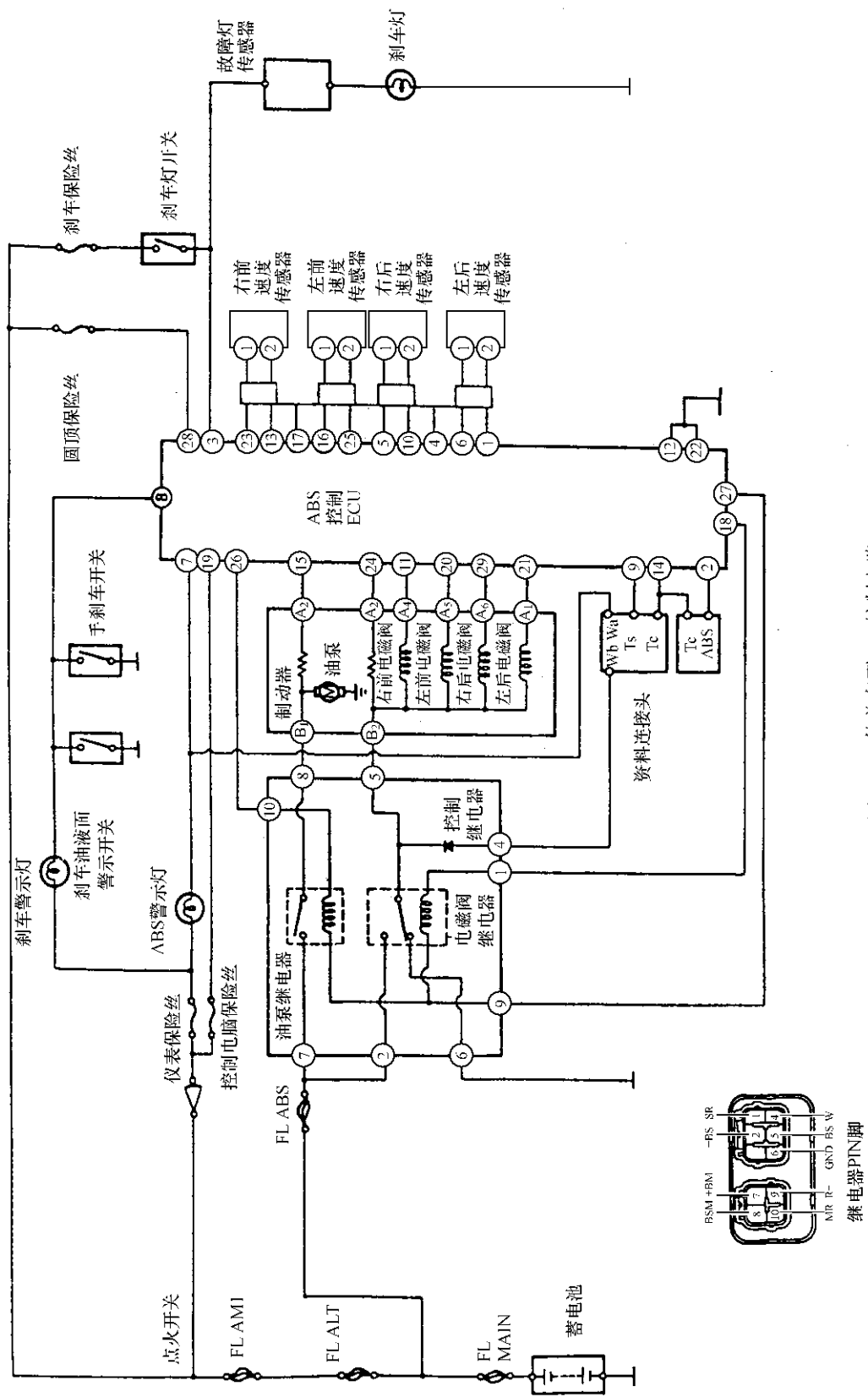


图 4 - 62 佳美车型 ABS 系统布置形式



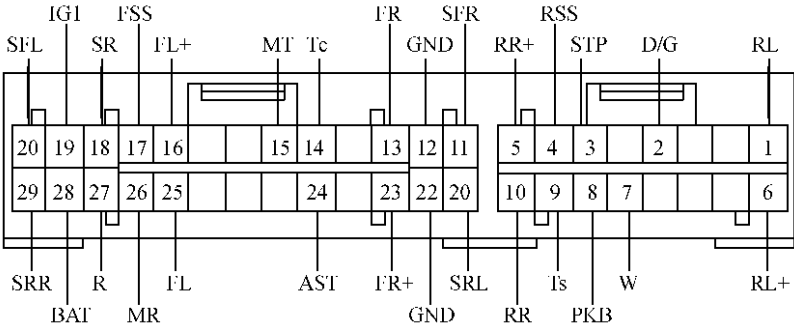


图 4 - 64 ECU 联接器端子排列及名称

(3) 奔驰车系 ABS

奔驰 W129ABS 为三传感器三通道/前轮独立控制 - 后轮选择控制方式 ,其控制电路如图 4 - 65 所示。

控制系统由电源保护继电器供电。电源保护继电器线圈一端受点火开关控制供电 ,另一端直接搭铁 线圈搭铁端同时还通过稳压二极管与电源相连。在电源电压正常时 ,继电器线圈由点火开关供电 ,另一端直接搭铁有电流流过 ,触点闭合接通系统的电源电路 ,向各控制系统的 ECU 供电。当电源电路的电压过高而达到稳压二极管的击穿电压时 ,稳压二极管击穿 ,使保护继电器线圈的搭铁端电位升高而无电流通过 ,将触点打开 ,切断向 ECU 的供电通路。若过压时间较长 ,流过稳压管的电流过大将 10A 保险丝熔断 ,则完全切断电源电路。

ABS ECU 通过电源保护继电器由 1 端供电。

三个油压调节电磁阀线圈由电磁阀继电器常开触点供电 ,由 ECU 通过 2、35、18 端子控制其搭铁而动作。电磁阀继电器线圈由电源保护继电器触点供电 ,由 ECU 通过 27 端子控制其搭铁而动作。当点火开关接通 ,发动机未发动、发电机不发电时 ,ECU 的 15 端子未收到发电机 D + 的 12V 电压信号时 ,27 端子不搭铁 ,电磁阀继电器线圈无电流通过 ,其常闭触点闭合而搭铁 ,此时 ABS 警示灯经二极管 ,电磁阀继电器常闭触点搭铁而被点亮 ,而电磁阀线圈电源端也搭铁不能工作。当发动机运转发电机发电时 ,发电机 D - 向 15 端子输入 12V 电压 ,ECU 收到此信号后才将 27 端子搭铁 ,从而电磁阀继电器线圈的搭铁回路接通 ,有电流流过 ,继电器常闭触点打开 ,常开触点闭合 ,向三个电磁阀线圈供电 ,并由 2、18、35 端子分别控制其搭铁回路而动作。电磁阀继电器常开触点闭合时又使 ABS 警示灯搭铁回路切断而熄灭。若系统工作时 ,ECU 检测到故障信息 ,ECU 将 29 端子搭铁 ,ABS 警示灯又将被点亮 ,向驾驶员提示系统有故障。

油泵电机受油泵继电器控制运转。油泵继电器线圈与电磁阀继电器线圈一样由电源保护继电器供电 ,由 ECU 的 28 端子控制其搭铁。只有在 ECU 同时收到 15 端子输入的发动机运转信号 (D + 12V 电压)及 26 端子由刹车开关踩刹车时送来的 12V 电压信号时 ,28 端子才搭铁 ,油泵继电器线圈搭铁回路接通而有电流流过 ,继电器触点闭合 ,向油泵电机供电油泵运转。14 端子向 ECU 输入油泵电机工作状态的监控信号。

ECU 连接器端子说明如表 4 - 18 所示。

表 4 - 18 奔驰车 ABS ECU 连接器端子说明

端子序号	连接线路	检测参数
------	------	------

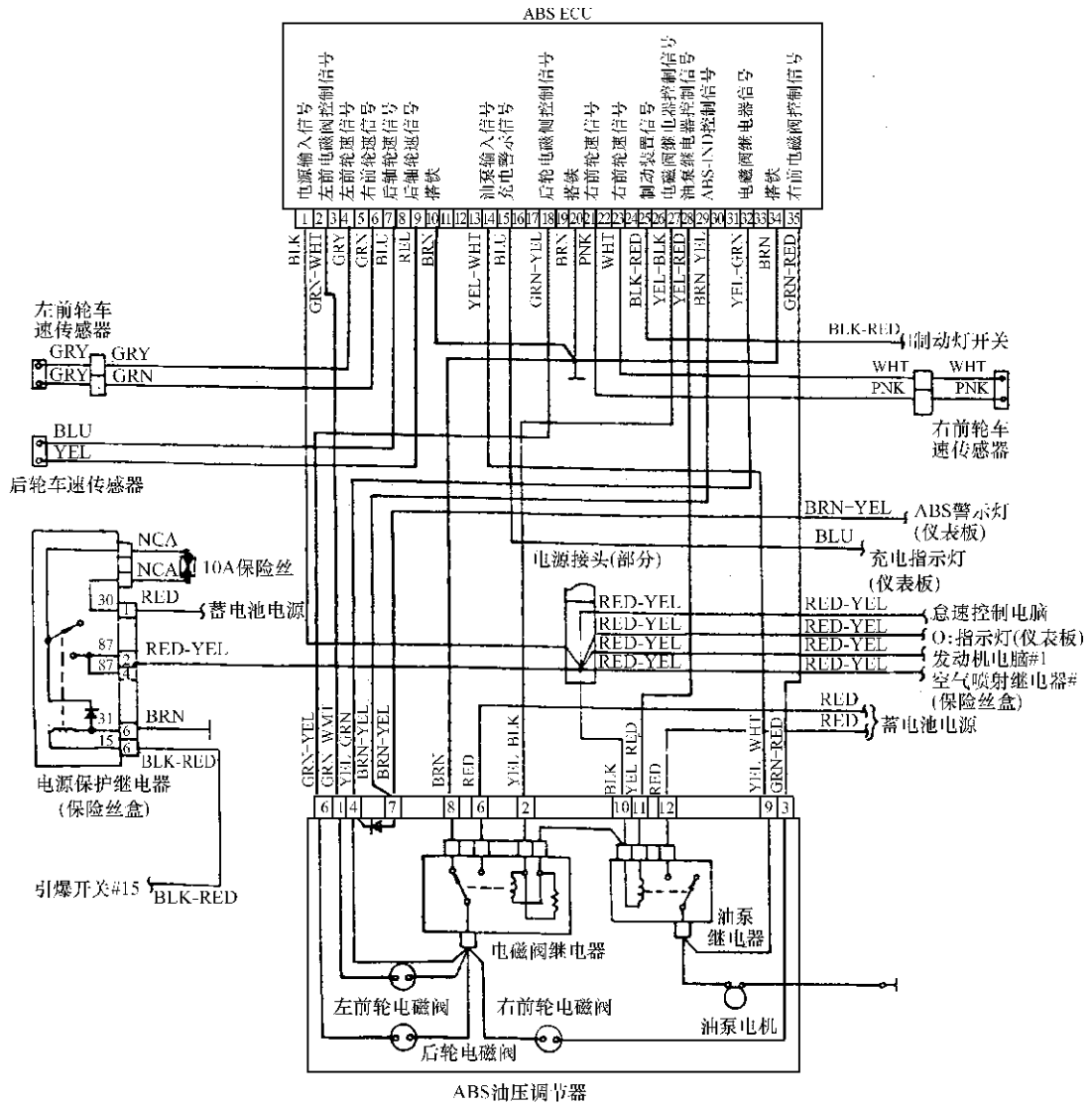


图 4 - 65 奔驰 W129 ABS 控制电路

1	电源保护继电器输出触点(87),向ECU 供电线路	点火开关接通时为 12V,点火开关断开时为 0V
2	左前电磁阀线圈控制线	点火开关接通,发动机不发动时 0V,发动机发动后 12V,ABS 系统工作时为脉冲信号
18	后轮电磁阀线圈控制线	
35	右前电磁阀线圈控制线	
4—6	左前轮速传感器	车轮转速在 60r/min 时应输出 0.3V 以上正弦交流电压信号,线圈阻值(850 ~ 1600)Ω
7—9	后轴轮速传感器	
21—23	右前轮速传感器	
10、20、34	ECU 搭铁线,与车身连接搭铁	0V

14	油泵电机电源输入端 ,ECU 监测油泵工 作状态的信号	油泵电机运转时 12V ,油泵电机停转时 0V
15	充电指示灯、发电机 D +	向 ECU 提供发动机工作状态的信号： 发动机运转、发电机发电时为 14V ,发动机运转时为(0 ~0.7)V
25	刹车开关输出端	向 ECU 提供制动系统工作状态信号： 踩刹车时为 12V ,不踩刹车时为 0V

(续)

端子序号	连接线路	检测参数
28	油泵继电器线圈控制搭铁端	当 ECU 同时收到发动机运转信号和刹车开关接通信号时 ,为 0V ,平时为(12 ~ 14)V
29	ABS 警示灯控制端	点火开关接通 ,系统正常发动机不运转时为 0V ;发动机运转时为 12V ,当 ECU 检测到系统有故障时为 0V
32	调节器电磁阀线圈电源端	监控电磁阀工作状态 : 点火开关接通 ,发动机未运转时为 0V ,发动机运转时为 14V

(4) 上海奇瑞 SQR7160 系列轿车 ABS

ABS 控制 ECU 连续监测接受 4 个轮速传感器送来的脉冲信号 ,并进行测量比较、分析、放大和判别处理 ,计算出车轮转速、车轮减速度以及制动滑移率 S ,再进行逻辑比较 ,分析 4 个车轮的制动状况。一旦判断出某车轮将要抱死 ,它立刻进入防抱死控制状态 ,通过 ABS 控制 ECU 向液压单元发出指令 ,以控制制动轮缸油路上电磁阀的通断和液压泵的工作 ,达到调节制动力 ,防止车轮抱死。

液压单元安装在制动主缸与制动轮缸之间 ,为整体式结构 ,如图 4 - 66 所示 ,其主要功用是执行 ECU 发出的指令 ,自动调节制动器中的液压。电动油泵和低压储液罐也是合为一体 ,装在液压单元上。电动油泵的功用是将在制动压力降低时流入低压储液罐中的制动液及时送回制动主缸 ,而在升压时从低压储液罐中吸取剩余的制动液 ,泵入制动循环系统 ,给液压系统以压力支持 ,增加制动效能。低压储液罐的功用是暂时存储从制动轮缸中流出的制动液 ,以缓和制动液从制动轮缸中流出时产生的脉冲。

该轿车在仪表板上装有 2 个警告灯 :一个是 ABS 故障警告灯(K47) ;另一个是制动装置警告灯(K118)。正常情况下 ,打开点火开关 ,K47 和 K118 应点亮约(2 ~ 3)s。发动机启动运转后 ,驻车制动杆位于释放位置时 ,两个灯均应熄灭 ,否则为 ABS 系统有故障。如 K47 灯常亮 ,表明 ABS 系统有故障 ,如 K118 灯常亮 ,表明制动液不足。一旦 ABS 系统出现故障 ,应根据故障现象 ,结合电路图予以排除。ABS 控制 ECU 插座端如图 4 - 67 所示。其测量结果各参数如表 4 - 19 所列。奇瑞 SQR7160 系列轿车 ABS 系统电路如图 4 - 68 所示。

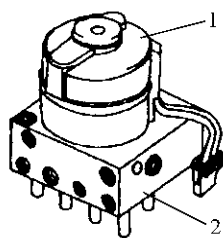


图 4 - 66 液压单元的结构
压储液罐的电动液压泵 ;2 - 液压单元。

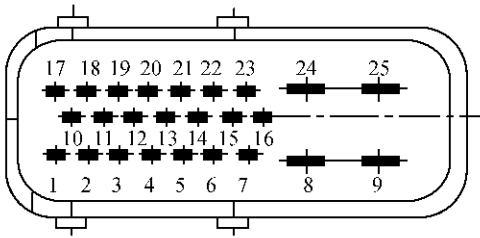


图 4 - 67 奇瑞轿车 ABS 控制单元插座

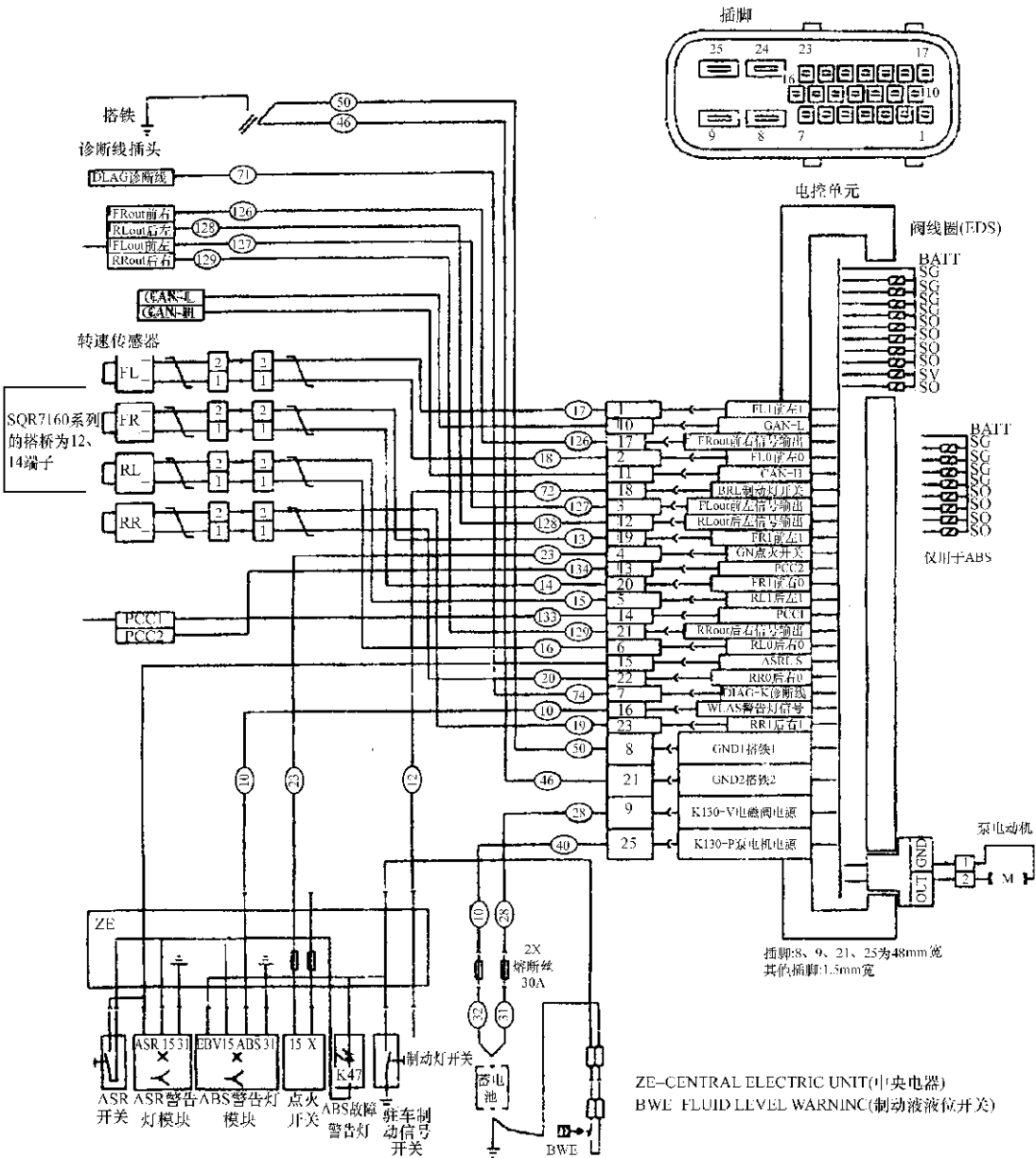


图 4 - 68 上海奇瑞轿车 ABS 电路图

表 4 - 19 ABS 控制单元端子的检查

检查项目	点火开关位置	插座端子	标准值
蓄电池电压(电动机)	OFF	25 与 8 之间	(10.1 ~ 14.5)V
蓄电池电压(电磁阀)	OFF	9 与 24 之间	(10.1 ~ 14.5)V
电源绝缘性能	OFF	8 与 4 之间	(0 ~ 0.5)V
搭铁绝缘性能	OFF	8 与 24 之间	(0 ~ 0.8)V
电源电压	ON	8 与 4 之间	(10.0 ~ 14.5)V

(续)

检查项目	点火开关位置	插座端子		标准值
ABS 故障警告灯	OFF	ABS 控制单元未连接		警告灯熄灭
	ON			警告灯点亮
	OFF	连接 ABS 控制单元		警告灯熄灭
	ON			警告灯点亮 1.7s 后熄灭
制动灯开关(未踩踏板)	ON	8 与 18 之间		(0 ~ 0.5)V
制动灯开关(踩下踏板)	ON	8 与 18 之间		(10 ~ 14.5)V
诊断接头	OFF	诊断接头		(0 ~ 0.5)Ω
		K	7	
左前轮转速传感器电阻值	OFF	1 与 2 之间		(1.0 ~ 1.3)kΩ
右前轮转速传感器电阻值	OFF	19 与 20 之间		(1.0 ~ 1.3)kΩ
左后轮转速传感器电阻值	OFF	5 与 6 之间		(1.0 ~ 1.3)kΩ
右后轮转速传感器电阻值	OFF	22 与 23 之间		(1.0 ~ 1.3)kΩ
左前轮转速传感器电压	OFF	1 与 2 之间		(3.4 ~ 14.8)kmV
右前轮转速传感器电压	OFF	19 与 20 之间		(3.4 ~ 14.8)mV
左后轮转速传感器电压	OFF	5 与 6 之间		大于 12.2mV
右后轮转速传感器电压	OFF	22 与 23 之间		大于 12.2mV
传感器输出电压比	最高峰值电压/最低峰值电压≤2			
车型识别	OFF	12 与 14 之间		(0.1 ~ 1.0)Ω

三、ABS 制动系统的使用与维修须知

ABS 是汽车上的一种主动安全装置 ,目前已成为汽车上的标准部件。但是如果使用不当或维护修理方法不正确 ,将会导致 ABS 制动系统效能降低或丧失 ,以至发生车辆事故。因此 ,在使用与检修过程中 ,须知下列问题。

(一) ABS 的正确使用

① 装备有电控 ABS 的汽车 ,其制动操作方法和装备 ABS 的普通制动系统车辆的操作方法是一样的。但在紧急制动时 ,只需踩紧制动踏板 ,不要重复地踩放制动踏板 ,而只要把脚持续地踩在制动踏板上 ,电控 ABS 系统就会自动进入制动防抱死的工作状态 ,而不需要人工干预。如多踩几脚制动踏板 ,反而会使 ABS 系统的 ECU 得不到正确的制动信号 ,导致制动效果下降。

② 当点火开关在“ ON ”挡位置启动发动机时 ,仪表板上的 ABS 制动警示灯(红色)和 ABS 系统故障警示灯(黄色)将会持续闪烁(亮) ,待发动机启动数秒钟(约 20s ~ 30s)后就自动熄灭。对液压制动系统而言 ,ABS 系统工作时 ,踩下制动踏板会有些轻微的反弹振动感 ,或听到一点噪声 ,则表明 ABS 系统开始进入工作状态。当发动机熄火后踩下制动踏板时会有轻微的下沉现象 ,则表明 ABS 系统退出工作状态 ,上述现象并非故障。

③ 装备有 ABS 制动系统的汽车 ,若较长时间停驶没有启动 ,当启动发动机后 ,仪表板上的 ABS 制动系统警示灯(红色)和 ABS 系统故障警示灯(黄色)也会点亮约 50s 左右 ,这时不要使用紧急制动。特别是冬季因为停车时间较长 ,ABS 系统中储压器压力降低 ,当发动机启动后电动油泵工作 ,将液压充满至正常值过程完成后 ,两个灯都会自动熄灭 ,ABS 制动系统也能正常

工作。

④ ABS 制动虽有很高的制动稳定性,驾驶时不要以为很保险,便随心所欲高速行驶。因为 ABS 系统不能保证在所有路面上都不会产生滑移,如车辆行驶在潮湿、泥泞、冰雪路面上时,汽车的稳定性仍是较差的,因此在这些路面上行驶时也应减速慢行。而当以较高车速行驶在滑溜路面又急转弯时,会出现 ABS 警示灯闪烁,则表明某侧车轮已出现滑转现象,而 ABS 系统工作正在发挥保护作用。

⑤ 当对汽车实施制动又同时进行转向时,汽车会有轻微震动,且制动踏板也可感觉到振动,这是正常现象。同时也提醒驾驶员车辆正在不良路面上行驶,应减速慢行。

⑥ 要选用汽车生产厂商推荐的轮胎规格和外径,并经常注意检查轮胎气压及各轮胎的气压差。轮胎气压不符合技术标准,将会使 ABS 制动系统控制失控。若要更换其他规格型号的轮胎,应选用与原车所用轮胎的外径、花纹、附着性能和转动惯量相近的轮胎,但不能混用不同规格的轮胎,否则也会影响 ABS 系统的制动控制效果。

⑦ 注意检查蓄电池的电压,其电压要求应不低于 11V,否则 ABS 制动系统不能正常工作。在蓄电池电压低于 10V 时,ABS 系统会自动切断电源。故障警示灯(黄色)也会点亮。当电压足够时,警示灯会自动熄灭,表示 ABS 系统又恢复正常工作。使用快速充电器之前,应将蓄电池电缆线拆下,千万不可使用快速充电器来启动发动机。

⑧ ABS 制动系统有故障时,警示灯将持续点亮,不可带病运行,应即将安全继电器插头拔下,以普通制动方式进行制动,将汽车驶到汽车维修服务站(厂)检修排除故障。

⑨ 目前,国内外装备有 ABS 制动系统的汽车控制速度范围一般为(15~160)km/h,高级轿车控制速度范围扩大到(8~260)km/h 以至更高,因此在紧急制动后期或低速时(15km/h 或 8km/h 以下)制动,车轮有拖印现象,这也是正常现象,并非故障。

⑩ 装备有 ABS 制动系统的汽车制动时,由于制动轮缸的高速收放动作,会使高压的制动液被频繁挤压,有时甚至产生较大的声响,制动踏板亦有抖动或顶脚现象。在紧急情况下进行制动时踏板不可放松,用力将制动踏板踏着不松。

⑪ 车辆在行驶中应经常观察到仪表板上的 ABS 系统的警示灯的状况,如发现灯闪烁或点亮不熄灭,表明 ABS 系统已脱离工作状态(故障),此时只有常规制动作用,应减速慢行。同时应注意控制制动强度,以免因 ABS 失效而使车轮过早地发生抱死。也不要敲击车轮转速传感器,否则容易导致传感器发生消磁现象,从而影响 ABS 系统的正常工作。

⑫ 装备有 ABS 制动系统的车辆制动时产生的摩擦热要比未装 ABS 系统的车辆高,因而制动液容易变质。变质的制动液将会对制动主缸、轮缸和制动液压控制器件等造成损害,并使吸湿率增加,使制动效能下降。

⑬ 制动液应按汽车生产厂家推荐的牌号规格选用。美、日、韩轿车对 ABS 制动系统都推荐使用 DOT3 乙二醇型制动液(有的要求使用 DOT4 型制动液),不宜使用 DOT5 硅酮型制动液,因为它对 ABS 系统有严重损害。DOT3 或 DOT4 制动液吸湿性很强,使用一年后其含水量由 2% 增加至 3%,而 18 个月后含水将达 5%。含水分的制动液不仅使沸点大约降低 25% 左右,而且制动系统内部产生腐蚀,使制动效果明显下降,影响 ABS 系统的正常工作,因此制动液应及时更换或定期更换并进行系统检测。此外,制动液中的水分在温度升高时还会出现蒸汽泡的危险,这将加大制动踏板的行程,并在频繁使用制动器时,造成制动效能衰退,水分还会增加制动液的粘度,在寒冷气候条件的地区使制动变得迟缓,车辆安全性降低。

⑭ 许多专家认为,装有 ABS 系统的汽车应每一年更换一次制动液,根据具体使用条件,在必

要时提前更换。在存储保管和更换制动液时,要注意保持器皿清洁,防止灰尘、污物进入制动液装置中。在车辆使用中应经常检查储液罐制动液面的高度,其标准应介于“max”与“mix”标号之间。

劳斯莱斯、保时捷、雪铁龙等轿车宜用 DOT4 型制动液。

(二) ABS 制动系统维修须知

① ABS 制动系统的基本检查,首先查看 ABS 系统制动灯点亮时制动管路是否有漏油、损坏,然后再通过汽车自诊断系统故障检测仪读取 ABS 系统故障码,进一步诊断 ABS 系统发生故障原因及部位。

② 车辆的 ABS 系统与常规制动系统是不可分割的两部分。当常规制动系统一旦出现了故障,ABS 系统也就不能正常工作,因此要将两者视为一个整体进行维修。若汽车出现制动故障时,一般应首先判断出是常规制动系统还是 ABS 系统的故障,不能只把注意力集中到传感器、电子控制器(ECU)和压力调节器上。

③ 当点火开关在“ON”挡位置时,不要拆卸 ABS 制动系统中的任一电器元件和线束插接头,以免损伤或损坏电子控制器 ECU。若必要时拆卸或接装,应首先将点火开关置于“OFF”挡后再进行操作作业。

④ 如果 ABS 系统发生了故障,需要拆卸时,在进行拆卸作业之前应先泄压,并断掉 ABS 系统的 ECU 的电源。一般泄压的方法是断开 ABS 系统电源,用力踏制动踏板约 20 次以上,当感觉踏板力明显下降即可。这是因为目前车辆装备的 ABS 系统大部分是由电子控制型的,这种 ABS 系统都采用了高压蓄能器,特别是整体式 ABS 制动系统,油压很高,蓄压器中的油压可达 34MPa,拆卸前如果不卸压,将蓄压器中的高压制动液喷出,可能导致高压油喷出伤人事故。在制动液系统没有完全装复好之前,也不能接通点火开关,以免电动油泵通电运转泵油。

⑤ ABS 系统泄压之后的拆卸作业与普通制动系统无甚区别。但要注意留心车速传感器的安装位置,以免在作业中不慎碰伤传感器。因为不同品牌的 ABS 制动系统传感器的安装位置可能不同。传感器的齿圈一般压嵌在轮毂里,也有的安装在变速器或差速器里或者万向节侧的。

如果制动盘因使用磨薄需要更换时,在换盘时要注意新旧盘的区别。因为有的 ABS 系统的传感器齿圈就安装在制动盘上,它与不带齿圈的制动盘从外观上几乎没有差别,如果马虎换上的是未装齿圈的制动盘,那就等于把 ABS 系统换掉了。

⑥ ABS 系统的 ECU 对过电压、静电压非常敏感,为防止其损坏,在使用与检修过程中应注意:

- 在点火开关处于接通(ON)位置时,不要拆装系统中任一电器元件和拔下线束插头,如果必须拆卸,应先将点火开关关断在 OFF 位置。
- 用充电机给汽车上的蓄电池充电时,要从车上拆下蓄电池电缆线后再进行充电,切记不可用充电机来启动发动机,也不能随意给其他车辆进行帮电启动发动机。
- 对车辆进行电焊作业时,要戴好防静电器或用一电缆线一头缠在手腕上,另一头缠在车体上,且在拔下 ECU 连接器后再进行作业。

⑦ 在进行 ABS 系统诊断与检测时,要掌握扫描仪等专用工具的使用方法,按照维修手册中给出的故障诊断图表进行故障诊断分析。可以不拘检查形式和步骤,只要能快速准确地判断出故障点即可(此处不拘检查形式系指用人工或仪器检查方法)。

⑧ 高温环境下 ECU 容易损坏,所以在对汽车进行烤漆作业时,应将 ECU 从汽车上拆下妥善保管,也不要让油污沾染 ECU,特别是 ECU 的端子更要注意,否则会使线束插头的端子接触不

良。一般 ECU 只能在极短时间内承受 90 的温度,或在一定时间(大约 2h)内承受 85 的温度。有的车辆要求 ECU 受热温度不能超过 82 ,因此在对汽车进行烤漆作业时应拆下 ECU 后再进行作业较安全。

⑨ 在维修轮速传感器时要十分细心,拆卸时不要碰撞和敲击传感头,更不要用传感器齿圈当作撬面。也不要使轮速传感器和传感器齿圈沾染油污或其他灰尘脏物,否则轮速传感器产生的转速信号就可能不准确,从而使 ABS 控制精度受到影响,甚至无法使 ABS 系统正常工作。传感器间隙有的是不可调的,有的是可调的。调整时应使用非磁性塞规,如铜塞尺、塑料塞尺或纸片等。安装轮速传感器时必须牢固可靠,以保证汽车在运行和制动过程中的振动不会干扰或影响传感信号。为避免水、泥、灰尘对传感器的污染,在安装前需向传感器涂覆一层薄的防锈油。

⑩ 在检修中应特别注意 ABS 系统的电气故障。但也要注意大多数故障并不是电器元件的失效,而是连接不良或脏污所致。若自诊断故障代码显示传感器有故障,应首先检查传感器的各个接点处是否良好,有无锈迹氧化物。如发现锈迹,应予以清理并涂覆防锈油,重新接好后再行测试,若故障代码消失,就不一定非更换传感器。

如果传感器安装在变速器或差速器里,润滑油中的铁屑被磁头吸附,可能导致传感器发生故障,排除方法是清理磁头并更换润滑油。

⑪ 安装 ABS 系统时必须清洁干净,油管应弯成较大圆角,切不可折成直角,以保证油液流动通畅阻力小。应使用专用的管路,因为在使用过程中油管有很高的压力,如果使用非专用的管路,极易造成损坏。拧紧油管接头时,不要用力过大,谨防滑牙和断裂,但也不可因过松而造成漏油。

⑫ ABS 系统中的电器元件、密封件安装前才从包装内取出,其接头、接口插头、ECU 装置的端子不能沾油污而引起线路接触不良,也不可用砂纸进行打磨插头。

⑬ 对轮毂轴承要经常进行检查,定期进行维护。因为轮毂轴承的损坏,就可能造成 ABS 制动系统轮速传感器损坏,而轮速传感器又是 ABS 系统故障较多的部件。

⑭ ABS 系统中的轮速传感器、ECU、压力调节器及密封元件等都是不可修复的一次性器件,如发生故障或损坏,一般是进行整体更换。由于 ABS 系统都是针对某种车型专门设计的,一般不通用或互换,所以要求选用本车型高质量的正宗配件,以确保 ABS 系统检修后能正常工作。

⑮ 更换制动衬块时,在回压活塞之前,要先拧开制动钳的放气螺塞(前、后车轮的油路中各有一个),否则油缸中的积垢可能会被压入油管路中,造成元件失效。回流的油液还可能使 ECU 得到错误的信号,以为 ABS 系统误动作而使 ABS 自动关闭。

⑯ 检测修理作业完成安装好后,先启动发动机,然后连续试踩几下制动踏板,检查与制动主缸(总泵)的连接接头是否有渗漏油,各管道接头有无渗漏,如有渗漏应彻底排除。

⑰ 注意及时排除 ABS 系统内的空气。装备 ABS 系统的汽车,在对制动系统进行维修后或使用中感觉制动踏板变软时,应及时对制动液压系统进行空气排除。因为 ABS 系统中的空气特别有害,空气不但干扰了系统对制动压力的调节,也会使 ABS 失去作用。

装备有 ABS 制动系统的汽车与常规制动系统的空气排除,其方法一般都有所不同,且不同型式的 ABS 系统,其放气的顺序和程序也可能不同,在进行空气排除时,应遵照相应的维修手册所要求的方法和顺序进行,否则制动系统内的空气是排不干净的。

⑱ ABS 制动系统排放空气的程序一般是:

· 对于调节器中的空气,需用专门的扫描工具配合轮流接通调节器中的电磁阀将空气放尽,但无专用工具就很难将调节器中的空气放尽。

- 除非更换了制动器总线 ,或者空气在调节器的内部 ,大部分汽车在定期维护时 ,通常使用助力放大器、真空放气器或手动放气方法将管道的空气放出。
- 若车辆的 ABS 系统警示灯点亮了 ,应在系统放气之前 ,先诊断和排除故障后再放气 ,否则在修理中拆卸某一管道或更换了液压部件 ,又得重新进行第二次排放空气。
- 排气操作是将制动踏板踩到底不放 ,拧松 ABS 系统油路(车轮)上的放气螺塞 ,让油气泡泄出后 ,再拧紧放气螺塞 ,松开制动踏板。前、后轮的制动油路中各有一个放气螺塞 ,应按程序轮流放气 ,直至无油气泡冒出为止。
- 上述检查调整正常后 ,方可进行道路试验 ,检查制动效果。
- ABS 制动系统使用中出现的故障和排除方法如表 4 - 20 所列。

表 4 - 20 ABS 制动系统使用中出现的故障和排除方法

序号	故障现象	故障原因	排除方法
1	制动距离无明显缩短	制动摩擦片磨损严重	更换摩擦制动蹄片
2	车轮有抱死现象	总泵和 ABS 系统内的油液太脏或变质	清洗总泵和 ABS 系统并更换制动液
3	制动后没有改善打滑和抱死现象	系统管道阻塞、破裂、漏油	检查漏油处、更换油管 ,排除渗漏

- ⑪ 装备或维修了 ABS 制动系统后的车辆 ,应有以下效果 :
- 踩下制动踏板应有明显的柔软感 ,且用较小的力即可获得理想的制动效果。
 - 制动距离明显缩短 ,一般能减小 30% 左右。
 - 制动后汽车能直线行驶 ,平稳停车 ,使乘员感到舒适。
 - 从制动开始到平稳停车 ,路面上的印痕为一段轮胎花纹压印。
 - 开始使用制动效果不显著 ,经过 (400 ~ 600)km 的磨合后 ABS 的作用应正常 ,否则应按表 4 - 20 所列进行再检查修理 ,直至达到要求为止。
- ⑫ ABS 制动系统故障排除后 ,要及时消除系统的故障代码。

四、ABS 制动系统的故障诊断

现代汽车电控防抱死制动系统都具有故障自诊断功能。当 ABS 的 ECU 检测到系统故障信息时 ,立即将仪表盘上的 ABS 警示灯点亮 ,告知驾驶员 ABS 系统出现故障 ,同时将故障信息以故障代码的形式储存到存储器中。诊断 ABS 系统故障时 ,按照设定的程序和方法可读取故障代码和清除故障代码。

(一) ABS 系统检测程序

对 ABS 制动系统检测时 ,通常按以下步骤方法进行。

1. 初步检查

初步检查是指 ABS 系统的警示灯点亮不灭 ,系统不能进行正常控制制动时 ,为快捷准确判定故障所在范围而进行人工检视或检查调整的判故方法 ,其具体内容包括 :

- ① 检查制动储液罐内制动液液面的高度是否在规定的范围内 ,不足量应加添。
- ② 检查驻车制动器是否能完全放松 ,必要时进行调整。
- ③ 检查电动液压油泵插接器、车轮速度传感器插接器、液面高度指示开关插接器、压力警示灯开关和压力控制开关插接器的连接情况是否良好 ,是否松动脱落。
- ④ 检查压力调节器上的电磁阀体插接器、主控制阀插接器以及各导线连接是否可靠 ,有老化破损的应包扎修复。

⑤ 检查 ABS 系统所有保险熔断器是否烧断 继电器插接器连接是否牢靠。

⑥ 检查蓄电池存电是否充足 电压是否在规定范围内 不足应及时充电。正负极接柱电缆线连接是否洁净、牢固 若有松动应进行清洁坚固。

⑦ 检查 ABS 系统 ECU 导线插接器的连接是否良好 导线是否断路或短路 发现故障应排除。

⑧ ECU、压力调节器等处的搭铁线连接是否可靠 接触是否良好。

⑨ 检查轮胎气压是否符合标准 轮胎磨损是否超过规定限度 轮胎花纹深度是否符合规定。

2. 利用自诊断功能进行诊断

ABS 制动系统具有故障自诊断功能 只要按照一定的操作程序操作 故障信息代码就会在显示屏上显示出来。

(1) 故障代码及其含义

故障信息代码通常由阿拉伯数字、英文字母或英文字母与阿拉伯数字的组合等三种形式组成的。故障信息代码的含义随车型不同而有所差异 检诊故障时 操作人员可在随车的维修手册中查到。

(2) 故障信息代码的读取

① 采用指示灯读取。方法是按照规定电路 然后通过仪表盘上的 ABS 故障警示灯的闪烁规律来读取。

② 采用专用扫描仪读取。方法是专用的扫描仪和 ABS 系统的读取接口相连接 然后按照规定的程序启动和操作 扫描仪显示器即会显示出故障信息代码。

③ 采用车上的显示器读取。有些车型带有中心计算机系统并附有显示器 检修操作者只要按照一定程序操作 便可显示出不同系统的故障信息代码。

3. 利用警示灯诊断法

装置 ABS 系统的汽车在仪表盘上设有制动警示灯(红色)和 ABS 系统故障警示灯(黄色)。驾车者可通过这两种灯的闪烁规律 概略地判断 ABS 系统工作是否正常。有的轿车还在仪表盘上设有制动蹄摩擦片磨损极限警示灯和防滑系统(ASR)警示灯。

(1) 正常发亮

① 当点火开关接通时(ON) 制动警示灯(红色)和 ABS 系统警示灯(黄色)几乎同时点亮 前者亮的时间较短 ABS 灯亮的时间约 3s 左右。

② 发动机开始启动后蓄压器工作建立压力 电动液压泵工作。此时两警示灯会又亮一次 时间可达(10~25)s 左右。

③ 停车使用驻车制动器制动 并接通点火开关(ON)时 ABS 系统红色警示灯应点亮。若在上述情况下灯不亮 则表明故障警示灯灯泡(或发光二极管)或其他电路有故障 应检查排除之。

(2) 故障性发亮

① ABS 系统红色制动警示灯常亮 表明制动液不足(液面过低)或蓄压器压力过低(低于 14000kPa)。此时常规制动装置和 ABS 系统均不能正常工作 应及时检查排除。

② 黄色 ABS 警示灯常亮 则表明 ABS 系统 ECU 检测到系统有故障 要及时检查排除。同时 检修人员可根据该车型的维修手册中警示灯闪烁规律来对应地找出故障部位。

4. 利用仪表快速检测故障

仪表快速检测是在基本明确故障范围后 利用数字万用表等测试仪表 在 ABS 系统的电路相应的连接点进行检测以便快速找出故障产生的部位或部件。其方法是根据维修手册中给出的

与故障相对应的测试部位和数据参数 ,用万用表进行测试。

下面以丰田车系(皇冠 3.0 轿车)ABS 系统故障的诊断方法为例进行介绍。

(二) 丰田车系 ABS 故障代码的调取与清除

丰田车 ABS 故障代码通过仪表板上的 ABS 警示灯闪烁显示 ,故障代码由两位数字组成 ,第一次闪烁的次数为十位数 ,间隔 1.5s 后 ,第二次闪烁的数字为个位数。如果有两个以上的故障代码 ,按故障代码由小到大的顺序逐个显示 ,两个故障代码间隔时间为 2.5s。所有的故障代码显示完毕后 ,间隔 4s 再重复显示。故障代码的读取方法有静态和动态两种 ,动态方法可以更准确地检测轮速传感器的故障代码。

1. 轮速传感器故障代码(动态)的读取

- ① 关断点火开关。
- ② 用导线连接检查连接器的 T_c 和 E₁ 端子 ,如图 4 - 69 所示。

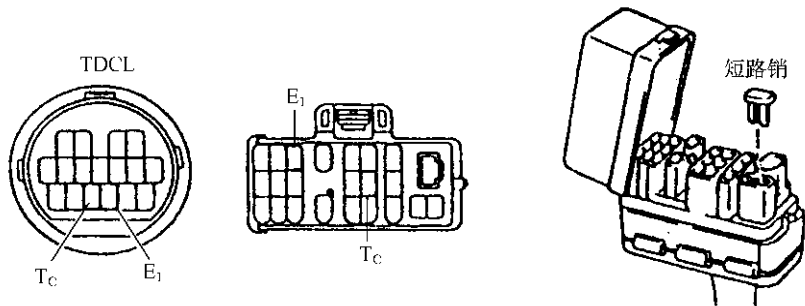


图 4 - 69 检查连接器端子

- ③ 启动发动机 ,使其怠速运转 ,此时 ABS 警示灯应闪亮。
- ④ 驾驶汽车以 90km/h 以上的速度行驶 ,行驶一段时间后缓慢停车。
- ⑤ 根据 ABS 警示灯闪烁情况读取故障代码。故障代码的内容及含义如表 4 - 21 所列。

表 4 - 21 故障代码的内容及含义

故障代码	故障代码的内容	故障的原因与部位
11	制动压力调节器电磁阀继电器电路断路	① 制动压力调节器故障
12	制动压力调节器电磁阀继电器电路短路	② 电磁阀继电器故障
13	制动压力调节器油泵电机继电器电路断路	③ 制动压力调节器线束断路或短路
14	制动压力调节器油泵电机继电器电路短路	① 制动压力调节器故障
15	电流长时间供给 ABS 油泵电机	② 油泵电机继电器故障
		③ 压力传感器或线束故障
16	压力传感器电路断路	④ 制动压力调节器线束短路或断路
17	压力传感器被卡住	① 压力传感器故障
		② 压力传感器线束断路

故障代码	故障代码的内容	故障的原因与部位
18	蓄压器中的气体压力下降	① 制动压力调节器故障 ② 压力传感器故障 ③ 压力传感器线束断路或短路
19	蓄压器中的制动液压力下降	

(续)

故障代码	故障代码的内容	故障的原因与部位
21	前右轮主电磁阀线圈电路断路或短路	① 制动压力调节器主、次电磁阀线圈断路或短路 ② 制动压力调节器主、次电磁阀线圈线束断路或短路
22	前右轮次电磁阀线圈电路断路或短路	
23	前左轮主电磁阀线圈电路断路或短路	
24	前左轮次电磁阀线圈电路断路或短路	
25	后轮主电磁阀线圈电路断路或短路	
26	后轮次电磁阀线圈电路断路或短路	
27	侧滑力电磁阀线圈断路或短路	① 侧滑力电磁阀执行机构故障 ② 侧滑力电磁阀执行机构线束断路或短路
31	前右轮速传感器信号失常	① 轮速传感器故障 ② 轮速传感器转子(齿圈)损坏 ③ 制动压力调节器线束断路或短路
32	前左轮速传感器信号失常	
33	轮速传感器线束断路或短路	
35	前左或前右轮速传感器电路断路	① 轮速传感器线圈断路 ② 轮速传感器线束断路
37	前轮速传感器有故障	① 前轮速传感器转子(齿圈)损坏
41	蓄电池电压过低	① 蓄电池故障 ② 电压调节器故障 ③ 发电机充电电路故障
42	蓄电池电压过高	
51	制动压力调节器油泵卡死或其电动机电路断路	① 油泵电动机故障 ② 油泵电动机继电器故障 ③ 制动压力调节器线束断路或短路
52	制动储液室液面过低	① 缺少制动液或制动系统渗漏 ② 制动液液面传感器故障 ③ 制动液液面传感器线束断路或短路
71	前右轮速传感器信号电压过低*1	① 轮速传感器安装位置不当 ② 轮速传感器故障 ③ 轮速传感器线束短路
72	前左轮速传感器信号电压过低*1	
73	后轮速传感器信号电压过低*1	
75	前右轮速传感器信号变动异常*1	① 轮速传感器安装位置不当 ② 轮速传感器转子(齿圈)损坏
76	前左轮速传感器信号变动异常*1	
77	后轮速传感器信号变动异常*1	
常亮	ABS 电脑故障	① ABS 电脑故障
注:*1 为动态读取的轮速传感器故障代码		

2. 故障代码(静态)的读取

- ① 接通点火开关。
- ② 在发动机舱左侧找到检查连接器(一个小黑盒) 打开盒盖 拔下短路销 如图 4 - 69 所示。
- ③ 用导线连接检查连接器或 TDCL 上的 T_c 与 E₁ 端子。
- ④ 根据仪表板上 ABS 警示灯的闪烁次数读取故障代码 如图 4 - 70 所示。如果 ABS 系统正常 则 ABS 警示灯将反复点亮 0.25s 和熄灭 0.25s。

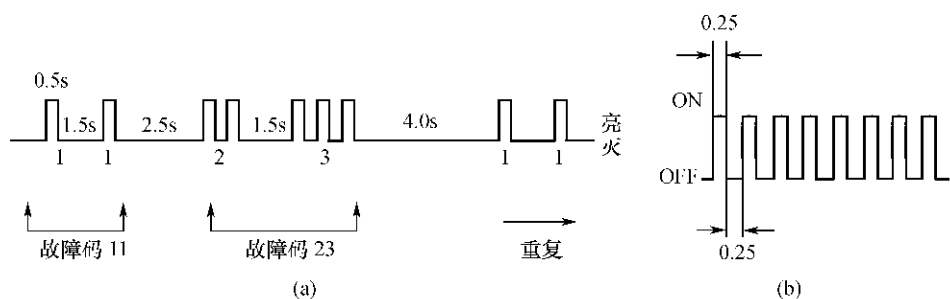


图 4-70 故障代码显示方式

3. 故障代码的清除

ABS 系统的故障排除后,应将 ECU 所存储的故障代码清除。清除故障代码的方法是在满足下列条件的情况下,在 3s 内连续踩制动踏板 8 次,即可消除故障代码。

- ① 汽车停稳。
- ② 诊断座 T_c 和 E_1 端子跨接。
- ③ 维修连接器接头分开或 W_A 、 W_B 短接插销拔出。
- ④ 点火开关接通。

故障代码消除后 再将 T_C 与 E_1 跨线拆去 将维修连接器接头插好或将 W_A 、 W_B 短接插销插好。

- ⑤ 拆除蓄电池的连接线,ABS ECU 中的故障代码也能被清除,但 ECU 中储存的其他信息也会一起被清除。

（三）ABS 系统故障检测

ABS 各部件线束插接器端子排列如图 4-71 所示。

1. 制动压力调节器电磁阀继电器电路故障的检查

- ① 检查 ABS 制动压力调节器电磁阀继电器电源: 拔开 ABS 制动压力调节器插接器, 测量控制继电器 2 号端子与 GND 端子之间的电压, 正常情况应为蓄电池电压。若不正常, 应检查 ABS 制动压力调节器与蓄电池和搭铁之间的电路是否断路或短路。若正常, 则进行下一步。

- ② 检查 ABS 控制继电器各端子的导通情况 测量 ABS 控制继电器各端子的电阻 , 正常情况为控制继电器 1 号与 9 号端子、2 号与 GND 端子之间应导通(1 号与 9 号端子之间的电阻约 80Ω) 2 号与 5 号端子之间不导通。若不正常 , 则更换电磁阀继电器。在控制继电器 1 号与 9 号端子之间加 12V 蓄电池电压 , 再测量控制继电器各端子的电阻 , 正常情况为控制继电器 2 号与 GND 端子之间不导通 , 2 号与 5 号端子之间导通。

若不正常,则更换电磁阀继电器。

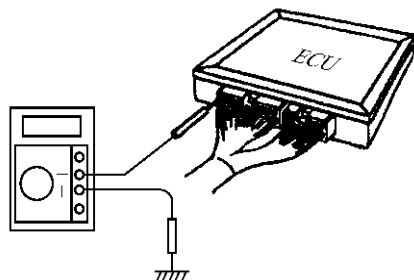


图 4-72 ABS 电脑各端子
对地电压的测量

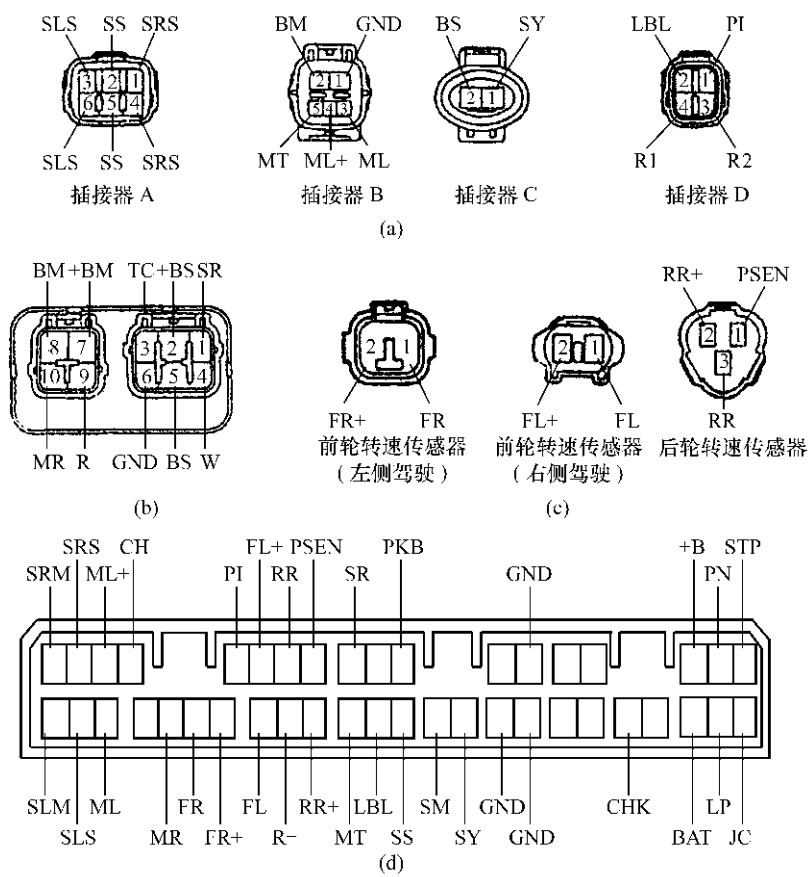


图 4 - 71 ABS 系统各部件线束插接器端子排列

2. ABS 制动压力调节器油泵电动机继电器电路故障的检查

- ① 检查 ABS 制动压力调节器油泵电动机继电器电源 拨开 ABS 制动压力调节器插接器 ,测量控制继电器 2 号与 GND 端子之间的电压 ,正常情况应为蓄电池电压。若不正常 ,应检查 ABS 制动压力调节器与蓄电池和搭铁之间的电路是否断路或短路。若正常 ,则进行下一步。
- ② 检查 ABS 控制继电器各端子的导通情况 测量 ABS 控制继电器各端子的电阻 ,正常情况为控制继电器 9 号与 10 号端子之间导通(电阻约 62Ω) 7 号与 8 号端子之间不导通。若不正常 ,则更换油泵电动机继电器。在控制继电器 9 号与 10 号端子之间加 12V 蓄电池电压 ,再测量各端子的电阻 ,正常情况为控制继电器 7 号与 8 号端子之间导通。若不正常 ,应更换油泵电动机继电器。

3. ABS 制动压力调节器电磁阀线圈电路故障的检查

拨开 ABS 制动压力调节器插接器 A 和插接器 C 测量插接器 A 的 1、2、3、4、5、6 号端子 ,插接器 C 的 1 号端子与搭铁之间的电阻 ,正常情况应导通(有很小的电阻)。若不正常 ,则应更换 ABS 制动压力调节器电磁阀。

4. 轮速传感器电路故障的检查

- ① 检查轮速传感器安装位置是否不当。
- ② 检查轮速传感器转子(齿圈)是否损坏。

③ 检查轮速传感器与 ABS ECU 之间的线束是否断路或短路。

④ 检查轮速传感器感应线圈 拔开轮速传感器插接器 ,测量轮速传感器插接器(传感器侧) 两端子之间的电阻和两端子与搭铁之间的电阻 ,正常情况下两端子之间的电阻为(1.2 ~ 1.6) kΩ ,两端子与搭铁之间的电阻为 若不正常 ,则应更换轮速传感器。

5. ABS ECU 与系统电路故障的检查

① ABS 系统电路的检查 在 ABS ECU 插接器连接状态下检查系统电路 ,测量 ABS EUC 各端子与搭铁之间的电压及导通情况。测量方法如图 4 - 72 所示。ABS ECU 各端子与搭铁之间的电压、导通情况、检测条件、检测结果见表 4 - 22 所列。

② ABS ECU 的检查 :采用替换法检测 ,即确定传感器、继电器、调节器及线束均无故障 ,怀疑 ABS ECU 有故障时 ,用一个新的 ABS ECU 替代 ,如果故障现象消失就可确定是 ABS ECU 的故障。

表 4 - 22 ABS ECU 各端子与搭铁之间的电压及导通情况

端子	检测项目	检 测 条 件	正常值	检测不正常时的故障部位
STP	电压	点火开关关闭 ,踩下制动踏板	蓄电池电压	制动灯开关及线束
	通断	点火开关关闭 ,抬起制动踏板	导通	
PN	电压	变速器操纵杆在 P 位或 N 位	蓄电池电压	空挡启动开关及线束
		点火开关接通 ,变速器操纵杆不在 P 位或 N 位	约 0V	
+ B	电压	点火开关接通	蓄电池电压	蓄电池及线束
TC	电压	点火开关接通 ,检查连接器端子 T _C - E ₁ 不连接	约 0V	ABS ECU 及线束
		点火开关接通 ,检查连接器端子 T _C - E ₁ 连接	蓄电池电压	
LP	电压	点火开关接通 ,ABS 警示灯点亮	约 0V	ABS ECU 及线束
		点火开关接通 ,ABS 警示灯不亮	蓄电池电压	
BAT	电压	-	蓄电池电压	DOME 保险丝及线束
GND	通断	点火开关关闭	导通	线束
PKB	电压	点火开关接通 ,拉紧手制动器	蓄电池电压	手制动器开关、制动液面开关及线束
		发动机运转 ,放松手制动器	约 0V	
SR	电压	点火开关接通 ,ABS 警示灯亮	约 0V	ABS ECU 及线束
		点火开关接通 ,ABS 警示灯不亮	蓄电池电压	
SY	电压	变速器操纵杆不在 P 位或 N 位 ,不踩制动踏板 ,放松手制动器 ,接通点火开关 ,ABS 警示灯不亮	蓄电池电压	制动压力调节器及线束
SM				
SS				
LBL	电压	点火开关接通	约 0V	制动液面传感器及线束
		点火开关接通 ,制动液面传感器压下	蓄电池电压	
MT	通断	点火开关关闭	导通	制动压力调节器及线束
PSEN	电压	点火开关接通	蓄电池电压	后轮速传感器及线束
RR -	通断	点火开关接通	不导通	后轮速传感器及线束
PI	通断	点火开关关闭	导通	制动压力调节器及线束

ML +	通断	点火开关关闭	导通	制动压力调节器及线束
SRS	电压	变速器操纵杆不在 P 位或 N 位 ,不踩制动踏板 ,放松手制动器 ,接通点火开关 ,ABS 警示灯不亮	蓄电池电压	制动压力调节器及线束
SRM				
R -	通断	点火开关关闭	不导通	ABS ECU 及线束
FL -	通断	点火开关关闭	不导通	前左轮速传感器及线束
FR -	通断	点火开关关闭	不导通	前右轮速传感器及线束
MR	电压	变速器操纵杆不在 P 位或 N 位 ,不踩制动踏板 ,放松手制动器 ,接通点火开关 ,ABS 警示灯不亮	蓄电池电压	制动压力调节器及线束

(续)

端子	检测项目	检 测 条 件	正常值	检测不正常时的故障部位
ML -	通断	点火开关关闭	导通	制动压力调节器及线束
SLS SLM	电压	变速器操纵杆不在 P 位或 N 位 ,不踩制动踏板 ,放松手制动器 ,接通点火开关 ,ABS 警示灯不亮	蓄电池电压	制动压力调节器及线束

(四) ABS 制动系统故障诊断典例

1. 观察 ABS 制动警示灯状态判断故障

ABS 制动警示灯在使用中有三种情况 ,分别与汽车制动系统非自诊断部分有关 ,即

① ABS 警示灯不熄灭 ,ABS 制动系统工作正常。ABS 制动警示灯只有在 ABS 系统启动时或驻车制动器制动时才会发亮。若常亮不熄灭 ,大多是由于驻车制动器开关短路故障所致 ,遇此情况应检查开关。

② ABS 警示灯正常 ,但车辆制动不良。众所周知 ,装有 ABS 系统的 ,制动时是不拖痕的 ,若制动拖痕 ,就说明 ABS 系统失常 ,但若 ABS 警示灯正常 ,说明 ABS 控制器正常 ,则故障应在外围电路寻找 ,一般情况下 ,此种情况往往是电磁阀主继电器故障 ,需更换电磁阀主继电器。

③ 警示灯不熄 ,同时 ABS 系统不起作用。ABS 警告灯不熄 ,说明电源已进入电控 ECU ,若各传感器及线路无问题 ,则故障往往是电控 ECU 内部故障 ,应采用更换新品的方法进行比较鉴别。

2. 桑塔纳 2000GSi 轿车制动抱死故障的诊断

(1) 故障特征

一辆桑塔纳 2000GSi 轿车(时代超人)在行驶中仪表板上的 ABS 警告灯点亮 ,紧急制动时车轮抱死。

(2) 故障原因

左前轮轮速传感器插接件脱落 ,锁止装置损坏。

(3) 故障诊断

① 上海桑塔纳 2000GSi 型轿车采用的为电控 4 轮独立控制的 MK20 型 ABS 系统 ,主要由电控系统、液压系统和常规制动装置组成 ,如图 4 - 73 所示。

ABS 的电控系统主要包括 ABS 电子控制装置(ECU)、轮速传感器、线束、ABS 指示灯等。液压系统主要由 ABS 液压控制装置(HCU)和制动管路等组成。电控系统 ECU 和液压系统 HCU (包括 ABS 液压泵和电磁阀组件)为集成式整体结构(简称 HECU),系统 SABS/ITT 公司生产的

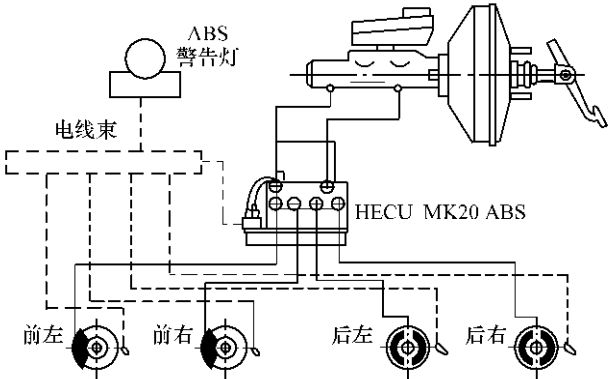


图 4 - 73 HECU - MK20 ABS 电控线路

MK20 ABS 控制器,该控制器布置于发动机舱中,与该 ABS 配合的常规制动装置部分除制动主缸外,其他如行车制动操纵机构、真空助力器、前后制动器等结构、尺寸均与无 ABS 系统的桑塔纳 2000 型轿车的制动装置相同,只是其制动回路的布置有所不同。无 ABS 的桑塔纳 2000 型轿车采用对角线双回路制动系统布置形式,而桑塔纳 2000GSI 型轿车采用三回路制动系统,即两前轮各有一条回路,两后轮共用一条回路。

② MK20 ABS 的电液控制装置(HECU)的电控部分(ECU)通过 ABS 线束,由布置在每个车轮上的轮速传感器获得每个车轮的转速信号,作为计算汽车基准车速的信号,并在汽车制动时,计算出制动车轮的滑移率,供判断车轮的运动状态。制动时,当施加足够大的制动踏板力使车轮趋于抱死时,ECU 即向 HECU 发出制动液压调节指令,HECU 通过电磁阀根据制动液压调节指令对车轮的制动压力进行调节。

③ MK20 ABS 具有故障自诊断功能,发动机启动后,系统便进入故障自诊断状态。车辆行驶时 ABS 能实施自动监控。当 ABS 系统出现故障时,HECU 便自动切断 ABS 功能,车辆按常规制动系统(无 ABS 调节)的功能工作。

利用 V·A·G1551/1552 故障检测仪与位于换挡杆前方的故障诊断插座相连读取故障代码,显示该车左前轮轮速传感器信号不正常。检查发现左前轮轮速传感器插接件脱落,是由于其锁止装置损坏造成,插好插接件,并更换锁止装置。用 V·A·G1551/1552 故障检测仪清除故障代码后,试车,ABS 系统恢复正常功能,故障排除。

3. 桑塔纳时代超人轿车,因轮速传感器脏污造成 ABS 制动系统故障的诊断

(1) 故障特征

时代超人轿车大多行驶在农村土路时间居多,雨天路滑两后轮陷入泥坑后出现发动机仪表盘上的 ABS 警示灯常亮,路试时速在 30km/h 以上紧急制动 ABS 制动系统不起作用,故障灯时灭时亮。

(2) 故障原因

全车底盘全被污泥浊水污染,使电控器件接触不良。

(3) 故障诊断

① 该车采用 MK 型 ABS 制动系统,四轮单独控制。其基本工作原理是通过车轮转速传感器的信号传输给电控 ECU 控制系统,ECU 运算后将指令液压调节器工作,控制制动系统工作。

② 用故障测试仪 V·A·G-1552 检测,自诊系统显示故障代码为 00290,左后轮故障。

③ 故障灯有时熄灭,有时制动踏板有脉冲感觉,制动正常。有时故障灯随意点亮,则为系统出现的是一种时隐时现的断续故障,也基本表明电控 ECU 系统与制动机械部分是正常的。

④ 矛盾集中在系统传感器上。首先从外观开始检查,四个车轮均有污泥沾附,据自诊断提示,重点检查左后轮速传感器插接器无松动脱落现象,但上面沉积塞满了污垢。

⑤ 清洁左后轮速传感器插接器并重新插接安装,调整轮速传感器铁心与车轮齿的间隙在 0.05 mm。

⑥ 用数字表毫伏挡,转动左后轮,测量传感器的输出信号约为 0.28V,在正常范围内,待安装完毕进行路试,ABS 制动系统功能一切恢复正常。

4. 奥迪 A6 轿车高速行驶使用制动时,制动踏板有反弹故障的诊断

(1) 故障特征

该车装备 BOSHAHSV 系统,当车速高于 120km/h 时,无论是紧急制动还是正常的力度踩制动踏板,车辆速度减慢,但明显感到制动踏板有向上反弹现象。

(2) 故障原因

油泥污染感应齿圈和传感器插接头。

(3) 故障诊断

① 首先对制动系统进行常规初步检查,制动液位、油质等均正常,制动盘工作面光洁、制动盘转动时平面摆振度也正常,制动蹄块总成换新也属正常。

② 分析,由于故障出现在超过 120km/h 以上,但车辆在行驶过程中 ABS 制动系统警示灯又没有点亮过,用红盒子 MT2500 检测,无故障代码显示。

③ 进一步检查,当脱开 ABS 电磁阀插头,使 ABS 制动失效,启动发动机试车,故障现象完全消失。由此进一步判断故障是由 ABS 系统所引发的。

④ 再检查四个车轮的轮速传感器,发现传感器插头和感应齿圈处沾有很多油泥污物。将传感器和齿圈进行清洁干净,重新装复调试后试车,故障现象完全消失。

⑤ 由于轮速传感器很脏,造成轮速信号幅值变弱,在一定车速下实施制动时,ECU 误判车轮已抱死而驱动 ABS 工作。由于此时轮速信号虽然变弱了,但信号幅值仍未超出故障自诊断系统所监控的范围,因而 ECU 并不认为系统存在故障,所以 ABS 制动警示灯不点亮。

5. ABS 制动系统疑似故障的正确判别

ABS 制动系统是当汽车遇到紧急情况实施制动时,能根据车轮的转速、自动调整制动管内压力的大小,使汽车车轮总是处在边滚动又边抱死的滑移状态,充分利用轮胎的峰值附着性能来提高汽车整体的抗侧滑能力,以达到缩短制动距离的目的。

由于 ABS 系统本身的要求,在使用过程中驾驶者会发现一些疑似故障现象,误认为是故障,其实并非是故障,而是 ABS 系统工作过程中的正常反应,这些性能正常反应可归纳为:

① 当启动发动机后,踩下制动踏板,脚感觉到制动踏板有可能会反弹起,这表明 ABS 系统已正在起作用。相反,如果关闭发动机,踩下制动踏板,这时便会有轻微的下沉现象,而这表明 ABS 系统已停止工作。这些都是 ABS 系统的正常现象。

② 如果在汽车正常行驶制动时,制动踏板会不时地有轻微的沉下感觉,这也并非 ABS 系统的故障而是由于道路表面附着系数的变化而引起的正常反应。

③ 当汽车在正常地高速行驶时,如果急速转向或是在比较路滑的路面上行驶时,ABS 系统的故障警告灯亮的情况,这是在上述运行过程中出现车轮打滑的现象造成的。主要是 ABS 系统在这期间起到了保护作用,并非是故障现象所致。

④ 当遇到情况转向的同时踩下制动踏板,而感觉到有轻微振动的话,不要慌张,这也是正常现象,那是 ABS 系统的正常工作循环,会对车轮造成轻微的振动,从而传到方向盘上形成的。

⑤ 什么情况下才是真正的故障现象呢?中速行驶在比较小的坡路上时,如果此时紧急制动,路面上出现轮胎的黑色拖印,整车侧滑、甩尾,制动警告灯及故障警告灯不正常闪亮或者制动踏板不出现连续跳动的感觉,这时就应该检查一下车辆的 ABS 系统了。

6. ABS 制动系统故障简易判断

ABS 制动系统的动作可达 12 次/s 以上,使用中可用简易方法进行判断:

① 踩制动踏板时,应有向上顶脚的感觉,如在行车中踩制动踏板没有顶脚的感觉,即为 ABS 失效。应重点检查制动压力调节器,一旦制动压力调节器发生故障,制动液就不会按照 ECU 的指令工作,故踩制动踏板就没有顶脚感觉,即为 ABS 有故障。

② 制动压印法,装有 ABS 制动的汽车,紧急制动时轮胎在路面上不会留下长长的拖印,而是轮胎花纹的压印。ABS 系统工作正常时,通过 ECU 对制动力的控制,可防止滑移率过大,并使其

始终保持在 15% ~ 25% 的滑移率范围内,即在制动过程中使车轮与路面之间的附着力时刻都能得到最大的发挥。如 ABS 系统发生故障,在紧急制动时轮胎与路面便留下的是一条黑而长的拖印。

③ 在提取故障代码之前,应首先检查驻车制动(手制动器),当确认没问题后,再按要求提取故障代码。但是,故障代码提示的故障只是故障的范围或可能的原因,并非一个确定的故障。

④ 当故障代码显示出传感器故障时,不要拆检传感器,要首先检查电路各连接插头与插座接触是否良好、脏污、断路或短路等隐患;有些安装在变速器上的传感器,其磁心会吸附一些铁屑或工作不良,只需拆下传感器并消除磁心上的污垢即可。

⑤ 在进行维修前,必须先给 ABS 系统卸压(油路压力很高,如果忽视这项作业可能使压力油喷出伤人),并切断 ABS 的电源。卸压的方法很简单,只需关闭点火开关,反复踏动制动踏板约 30 次 ~ 40 次,直到感觉不到阻力为止。卸压之后,维修中要注意传感器的安装位置,车型不同其传感器的安装位置也有区别。传感器的齿圈一般压嵌在轮毂上,也有的安装在差速器或变速器内,或者安装在万向转动轴的一侧。有的 ABS 系统传感器齿圈就安装在制动盘上,与不带齿圈的制动盘无两样,因制动盘磨损而更换时,如果不加以区别,而更换上未装齿圈的制动圈,就会使 ABS 系统失去作用。

7. 奔驰 300SEL 轿车 ABS 警告灯常亮的故障诊断

(1) 故障特征

一辆奔驰 300SEL 轿车发动机启动后,ABS 制动警示灯不自动熄灭,车辆行驶正常。

(2) 故障分析与诊断

奔驰 300SEL 轿车的 ABS 制动系统,由 ABS 的 ECU 根据车辆行驶制动性能,自动调整车轮的制动力,防止车轮制动抱死,以达到最佳的制动效果。该系统的 ABS 警告灯的工作信号是由 ABS 的控制 ECU 提供的,同时还受到驻车制动器装置的制动开关控制,即 ABS 警告灯在发动机启动时和 ABS 工作以及驻车制动时发亮。

启动发动机后 ABS 警告灯常亮,而车辆行驶正常,表明制动防抱死系统工作有效,ABS 输出的控制 ABS 警告灯的信号正常。而此时驻车制动器没有工作,应检查驻车制动器的制动开关是否有故障,通常这种故障又多发生在该系统的电路中居多,尤其是驻车制动器装置的制动开关。经检查发现驻车器的开关已短路,修复开关后故障得到排除。

8. 奔驰 300SEL 轿车制动不良,ABS 指示灯指示正常故障的诊断

该车属于单参数控制,它以控制车轮的角减速度为对象,控制车轮的制动力,实现防抱死制动。它主要是由车轮转速传感器、控制器(ECU)及电磁阀等组成。该车分别在两前轮装有转速传感器和电磁阀。在后桥制动轴连接处亦装有一个转速传感器,两后轮各装一只电磁阀。在驾驶室内刮水电机的下部装有 ABS 控制器,使用一个 20 线插件。控制器的输出端连液压调节阀及各轮的制动电磁阀。此外,还装有指示系统工作正常与否的指示灯。

该车 ABS 的工作原理是:首先由轮速传感器提供轮速信号。并将其输入 ABS 的 ECU,与预选存储的多种制动工况下的理想轮速的减速度值进行数据比较、计算和分析,判断出此时车轮是否有抱死的趋向。即在 ABS 的 ECU 内部将比较、分析结果提供给补偿和功放电路,从而输出两路控制信号,一路提供给执行器的液压调节阀和各轮制动电磁阀,另一路到指示灯。当车轮尚无抱死趋向时,处理器通过液压管路迅速产生增大的制动力,使车辆很快制动;当车轮出现抱死趋向时,ECU 立即向各轮制动电磁阀发出降低压力的指令,以防车轮制动抱死,然后又恢复原先的制动力,如此不断以(6 ~ 10)Hz 的频率反复施压和卸压,使汽车达到最好的制动效果。

ABS 指示灯正常 ,则说明控制器能正常工作 ,故障可能在外围电路。检查各轮电磁阀 ,发现其工作异常 ;各轮电磁阀均受电磁阀主继电器控制 ,故怀疑主继电器有故障。经检查 ,主继电器果然损坏。换上新件后路试 ,车辆制动性能恢复正常。

9. 奔驰轿车 ABS 制动系统部件的检测

(1) ABS 制动系统轮速传感器的检测

奔驰轿车 ABS 系统的轮速传感器共有 3 个 ,分别安装在左、右前轮各一个及后桥差速器上两后轮共用一个传感器。它是利用感应线圈 ,通过检测轮毂上的脉冲齿轮以获得转速信号(即线圈切割磁场而产生的交流电压信号) ,然后将此信号输入到 ABS 的电子控制器 ECU。

① 电路的检测。左、右两前轮车速传感器的内部电阻在(1.1 ~1.6)kΩ 之间 ,后轮差速器上的轮速传感器的内阻则为(0.6 ~1.6)kΩ。关闭点火开关 ,拆下 ABS 电脑接头 ,由 ABS 的 ECU 相应接头端即能测知其内阻 ,如表 4 - 23 所示。

表 4 - 23 轮速传感器电阻值

轮速传感器	ABS 电脑接脚	电阻值 /kΩ
左前轮	4 号和 6 号脚	1.1 ~2.3
右前轮	21 号和 23 号脚	1.1 ~2.3
后轮差速器	7 号和 9 号脚	0.6 ~1.6

注意 :车速传感器的线路不应该接地。因此 ,以欧姆表测量上列接脚时 ,若有短路现象 ,应再检查车速传感器内部是否短路 ,以免诊断失误。

② 故障排除。车速传感器的故障 ,除了其本身感应电路的故障可依靠前述的电阻测量来判定外 ,尚有因车速传感器松动、脉冲齿轮位置距离不合适 ,车轮轴承、制动分泵、制动蹄片等综合因素导致的故障。因此 ,为确认传感器产生的信号是否正常 ,需将车辆顶起 ,再用示波器或交流电压表由 ABS ECU 接头端进行测量 ,即一面转动车轮 ,一面观察信号波形及电压 ,正常时应产生(0.1 ~3)V 的信号电压 ,且波形无畸变。

(2) ABS 油压控制电磁阀的检修

此电磁阀装在制动油压组件内 ,共有 3 个电磁阀 ,分别控制左前轮、右前轮和后轮分泵的油压。其动作方式由 ABS 控制器 ECU 依据车速传感器信号来决定。若制动时有车轮油压电磁阀动作 ,即可降低分泵油压。

电路检测分为电压测量和电阻测量两种。测量时拆下 ABS 的 ECU 接头 ,从接头端测量的方法如表 4 - 24 所示。若打开点火开关再关闭(在 OFF 挡位)后 ,测量 ABS 的 ECU 的 32 号、18 号、35 号和 2 号脚均无电压 ,则应检查电磁阀继电器以及电源继电器的接线(是否断路)。

表 4 - 24 油压控制电磁阀故障诊断表

电磁阀	ABS ECU 接脚	测量 方法	测量值
左前轮油压电磁阀	2 号脚	① 关闭点火开关 ② 测量 2 号和 32 号脚间电阻	(0.7 ~1.7)Ω
		① 打开点火开关 ② 将 27 号或 20 号脚跨接搭铁 ③ 测量 2 号脚接地电压	12V

(续)

电磁阀	ABS ECU 接脚	测 量 方 法	测量值
右前轮油压电磁阀	35 号脚	① 关闭点火开关 ② 测量 35 号和 32 号脚间电阻	$(0.7 \sim 1.7) \Omega$
		① 打开点火开关 ② 将 27 号或 20 号脚跨接搭铁 ③ 测量 35 号脚接地电压	12V
后轮油压电磁阀	18 号脚	① 关闭点火开关 ② 测量 18 号和 32 号脚间电阻	$(0.7 \sim 1.7) \Omega$
		① 打开点火开关 ② 将 27 号或 20 号脚跨接搭铁 ③ 测量 18 号脚接地电压	12V

(3) ABS 电磁阀和油泵起动机继电器的检测

电磁阀继电器和油泵起动机继电器均装在制动油压组件上 ,分别担任两种部件的电源供应工作。当 ABS 的 ECU 接头拆下后 ,可从 ECU 的接头端检测两者继电器是否正常。检测方法如表 4 - 25 所示。

表 4 - 25 电磁阀和油泵起动机继电器故障诊断表

检测项目		ABS 电脑接脚	检 测 方 法	测量值
电 磁 阀 继 电 器	继电器线圈控制器	27 号脚	① 关闭点火开关 ② 测量 27 号和 1 号脚间电阻	$(50 \sim 100) \Omega$
			① 打开点火开关 ② 测量 27 号和 20 号(或 10 号、34 号)脚接地电压	12V
	搭铁回路接点		① 关闭点火开关 ② 测量 27 号和 20 号(10 号、34 号)脚间电阻	0
	蓄电池电源输出接点(供电磁阀用)		① 打开点火开关 ② 将 27 号脚跨接搭铁 ③ 测量 32 号(或 10、20、34 号)脚接地电压	12V
电 泵 起 动 机 继 电 器	继电器线圈控制端	28 号脚	① 关闭点火开关 ② 测量 27 号和 1 号脚间电阻	$(50 \sim 100) \Omega$
			① 打开点火开关 ② 测量 28 号(或 10、20、34 号)脚接地电压	12V
	蓄电池电源输出接点(供油泵起动机用)		① 打开点火开关 ② 测量 14 号(或 10、20、34 号)脚接地电压 ,当 28 号脚跨接搭铁时 ,注视电压表 ,跨接时间不得超过 2s	$(11 \sim 12) V$ (油泵起动机动作)

10. 凌志 LS400 型轿车 ABS 制动失效故障的诊断

(1) 故障特征

凌志 LS400 型轿车 ABS 制动失效后加速明显感到车辆动力不足 ,而牵引控制 TRC 有时闪烁 ,检查 TRC 故障代码又为正常代码。

(2) 故障原因

ABS 系统与 TRC 系统之间工作失调所致。

(3) 故障诊断

凌志 LS400 型车的 ABS 和 TRC 是两个系统。ABS 是一种特殊的制动系统,它能够在紧急制动和在滑溜路面制动时,控制所有 4 个车轮的油缸油压,防止车轮抱死。TRC(牵引控制)系统全面控制发动机的扭矩和驱动轮的制动。它有助于避免在启动和加速时容易出现的驱动轮打滑现象,能根据路面状况保持最佳的驱动力。

ABS 和 TRC 都提高了汽车的稳定性。所以在检查故障时应分别进行检查,在修理手册中它们各自都有自己的故障代码表,检查诊断代码的方法也略有不同。

① ABS 诊断代码检查方法 把点火开关转到 ON 位置;从检查用连接器中脱开 ABS 专用的短接引脚,用短接线连接检查连接器的端子 T_c 和 E_1 ;从组合仪表上的 ABS 警告灯读出诊断代码。仪表上 ABS 警告灯的字母有黄色的 ABS 和黄色的 ANTILOCK 两种。

② TRC 诊断代码检查方法 把点火开关转到 ON 位置;用短接线连接检查连接器的端子 T_c 和 E_1 ;从组合仪表上的 TRC 指示灯读出诊断代码。ABS 和 TRC 两个系统的检查方法区别就是 ABS 的检查必须把检查连接器的短接引脚脱开。

凌志 LS400 车 ABS 不工作应先检查一下 ABS 自诊断系统有无故障代码,有代码请按代码指示去检修。如果在检查诊断代码时显示正常代码,可是问题依然存在,请检查下列电路。

③ 电路检查。

- 检查诊断代码,再次确认输出的是否为正常代码。
- 检查 IG 电源电路。

这个电路是 ECU 的电源,也是 CPU 和执行器的电源。故障代码为“41”,它检测的状态是汽车速度为 3km/h 或更大,并在大于 10s 时,ECU 端子 IG 剩余的电压大于 17V 或在 9.5V 以下。需检查的故障部位是:蓄电池、IG、调节器、电源电路开路或短路和 ECU。该电路有故障保护功能,如果电源电路出故障,ECU 即切断供向 ABS 电磁继电器的电流闭锁 ABS 控制,ABS 自然不会工作。

诊断首先检查蓄电池电压。如果电压不在(10~14)V 范围内,应检查和修理充电系统。

检查 ABS(和 TRC)的 ECU 连接器的端子 IG 与 GND 之间的电压,若正常,当显示诊断代码“41”时,检查和更换 ABS(和 TRC)的 ECU。若不正常,检查 ABS(和 TRC)的 ECU 连接端子 GND 与车身接地之间的导通状况。若不通,修理或更换配线或连接器;若导通,请检查 ECU-IG 保险丝。若保险丝不正常,检查与 ECU-IG 保险丝连接的所有配线和元器件是否短路。若无短路现象,请检查 ABS(和 TRC)的 ECU 和蓄电池之间的配线和连接器是否开路。

· 检查车速传感电路。车速传感器的作用是检测车轮的转速并向 ECU 发送相应的信号。此信号用于控制 ABS 和 TRC 系统。前轮转子和后轮转子是 48 齿。当转子旋转时,由于车速传感器中的永久磁铁磁场变化而产生交变电压。因为交变电压的频率变化与转子转速成正比,ECU 根据此频率感知车轮的转速。

该电路有故障保护功能,如果车速传感器电路有故障,ECU 即切断供向 ABS 继电器的电流闭锁 ABS 控制,即 ABS 不工作。

诊断连接检查连接器的端子 T_s 和 E_1 ,启动发动机进行车速传感器检查。若正常,当显示诊断代码“31~36”时,检查和更换 ABS(和 TRC)的 ECU。若不正常,检查车速传感器本身,若传感器不正常,更换车速传感器。若正常,则检查各车速传感器与 ECU 之间的配线和连接器是否开

路或短路。若有开路或短路 修理或更换配线或连接器。若导通 检查传感器转子和传感器的安装状况。不正常 更换车速传感器或转子。若正常 检查和更换 ABS(和 TRC)的 ECU。

· 用检测仪检查 ABS 执行器。如果不正常 则检查液压系统是否漏油。如果 a ~ d 步都正常 而问题依然存在 则更换 ABS(和 TRC)的 ECU。

如果 TRC 系统在检查诊断代码显示正常代码 而 TRC 不工作 请再次确认输出的是正常代码 然后检查电源电路 检查液压系统是否漏油 检查车速传感器电路。如果都正常 应更换 TCR 系统的 ECU。

踩制动后车辆有动力不足的现象 可能是车辆制动后再加速时 TRC 系统起作用 控制了发动机的扭矩 驱动轮有了制动。TRC 系统的作用是为了避免驱动轮打滑 可能是车速传感器感知车轮在此时有滑转 于是 TRC 系统对驱动轮施加了制动 同时也通过副节气门控制了发动机扭矩。如果此时未出现打滑现象 那就需要检查车速传感器电路。如果该电路正常 则可能是 TRC 的 ECU 错误执行动作 应检查或更换 TRC 的 ECU。最后 还要注意 如果分泵回位不好 制动后也会抵消一部分扭矩 造成制动后再加速动力不足现象。

11. 雪佛兰轿车 ABS 制动系统工作及警示灯闪亮故障的诊断

一辆雪佛兰轿车行驶途中 仪表盘中的 ABS 防抱警告灯闪亮。该车的防抱死系统装置为车轮减速控制式。其工作原理如图 4 - 74 所示。

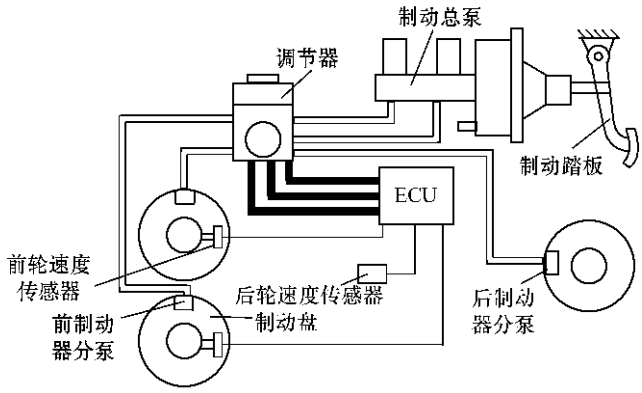


图 4 - 74 ABS 控制原理图

汽车行驶中 当驾驶员制动时踩下制动踏板 制动总泵将制动液加压 通过调节器分配到各车轮制动分泵 推动制动蹄压紧制动鼓(盘) 完成对汽车的制动。装在前轮及变速器输出轴上的速度传感器 将各车轮的转速信号输给 ECU ECU 将这些信号同车速信号一起与储存的最佳制动参数比较 立即向调节器中的电磁阀发出指令 以控制滑移率。

当某只车轮因制动力过大 路面摩擦减小等原因 其滑移率接近 40% 时 电磁阀动作 接通减压油道 使这只车轮的制动分泵油压下降 减小制动力 车轮又开始滚动 滑移率减小。当滑移率接近 10% 时 车速传感器将这一信号输入 ECU 调节器中的电磁阀立即又会获得 ECU 来的指令 接通升压油道 使制动分泵油压上升 当上升至最佳状态时(滑移率 $S \approx 20\%$) ECU 向电磁阀发出保持压力的指令 电磁阀 进油阀动作 断开升压油道 使制动分泵保持压力。这种状态只是瞬间的 因轮胎与路面间的摩擦力是不断变化的 ABS 的整个工作过程即包含着将车轮抱死、松开、维持三种不断交替的状态 以使车轮与地面处于最大的附着状态 达到最佳制动效果。

根据故障现象 该车的轮速传感器故障最为常见。首先拔下各传感器线路插接器 用数字表

测量其阻值。其中前两轮及左后轮的传感器阻值均在 10kΩ 左右 ,而右后轮传感器线路阻值却为 ∞ ,则表明右后轮传感器线路断路 ,于是以尖针插入胶线中 ,用表分段检查 ,结果发现插接器连线中有一处内芯线折断 ,将故障线修复装上 ,试车故障排除。

12. 福特轿车 ABS 系统故障的诊断

福特 SCORPIO 天蝎座轿车 ABS 制动防抱死系统的常见故障现象有：

- 车辆启动后或行驶中 ,红色制动警告灯熄灭 ,但黄色 ABS 防抱系统警告灯点亮；
- 黄色 ABS 防抱系统警告灯和红色制动警告灯都亮或电动泵运转超过 60s ；
- 黄色 ABS 防抱系统警告灯时亮时不亮；
- 只有红色制动警告灯亮 ,黄色 ABS 防抱系统警告灯一直不亮。

故障检测工具有数字式万用表、线路分析盒(BOB) ,检测步骤是：

- 检查所有线束接头连接是否完好 ,若有故障应排除。
- 黄色 ABS 防抱系统警告灯亮 ,则按表 4 - 26 所列进行 ABS 系统故障检查。

表 4 - 26 ABS 系统故障检查步骤表

步骤	检 测 内 容	处 理
1	储油壶制动液面是否在 MAX 和 MIN 之间	如是 ,进行 2 ,否则应添加制动液
2	轻轻敲打储油壶盖时 ABS 警告灯是否会亮	如果是 ,则更换液面高度开关 ,否则进行 3
3	B0B9 号脚和 10 号脚的电路是否连通	如果是 ,进行 10 ,否则进行 4
4	液面高度开关 1 号脚和 2 号脚电路是否连通	如果是 ,进行 5 ,否则更换液面高度开关
5	压力开关 3 号脚和 5 号脚的电路是否连通	如果是 ,进行 6 ,否则更换压力开关
6	当系统减压时压力开关 1 号脚和 2 号脚的电路电压是否连续降低	如果是 ,进行 7 ,否则更换新的压力开关
7	储油壶液面高度开关接头 2 号脚和压力开关接头 3 号脚的电路是否连通	如果是 ,进行 8 ,否则进行检修线路
8	B0B9 号脚和液面高度开关接头 1 号脚的电路是否连通	如果是 ,进行 9 ,否则进行检修线路
9	B0B10 号脚和压力开关接 5 号脚的电路是否连通	如果是 ,进行 10 ,否则进行检修线路
10	B0B9 号脚和 10 号脚到接地的电路是否开路	如果是 ,进行 3 ,否则进行 11
11	液面高度开关接头 1 号脚和 2 号脚到接地的电路是否开路	如果是 ,进行 12 ,否则进行检修短路和线路
12	压力开关接头 3 号脚和 5 号脚到接地的电路是否接通	如果是 ,进行 3 ,否则进行检修短路和线路

- 各传感器的电阻值如表 4 - 27 所列。

表 4 - 27 传感器电阻检查步骤及参数

步骤	检 测 内 容	处 理
1	B0B4 号脚和 2 号脚的电阻是否在(0.8 ~ 1.4)kΩ	如果是 ,进行 3 ,否则进行 2
2	在后轮速度传感器的电线接头是否连接完好	如果是 ,进行 3 ,否则应重新安装传感器电线接头
3	测量 ECU 连接器端子的电压是否在(0.1 ~ 1.4)V 之间	如果是 ,进行 4 ,否则应检修线路
4	拆除右后轮速度传感器电线接头 ,检查传感器电线接头的电阻是否有(0.8 ~ 1.4)kΩ	如果是 ,应检修线路 ,否则应更换新的轮速传感器

① 一辆福特天蝎座轿车在行驶时速为 56km/h 时,黄色 ABS 防抱系统警告灯点亮的故障排除。

故障诊排是:用举升器将车辆顶起,转动每个车轮,并用万用表测试该传感器输出插头间的电压值及电阻值。测量时发现该传感器的电阻值在 $(0.8 \sim 16)\text{k}\Omega$ 时无信号输出,ECU 连接端子电压在 $(0.1 \sim 1.4)\text{V}$ 之间为正常。当检查到前轴时发现右面的轮齿环上都被脏物堵塞,传感器的间隙没有达到要求。清除脏物后,再按技术要求对左右轮速传感器和齿环重新调整。调整时在传感器头的端面用纸片贴紧来安装,再测量其传感器的电阻值和 ECU 连接端子电压,均达到技术要求。经过路试后,车速有 50km/h 以上时均未再发现黄色的 ABS 防抱系统警告灯点亮,故障得以排除。

② 一辆福特天蝎座轿车,启动以后仪表板上没有任何故障灯的显示,但在车辆行驶一段距离后,当车速为 $(50 \sim 60)\text{km/h}$ 时制动,发现黄色 ABS 防抱警告灯点亮。

故障诊排是:用 OTC 电脑故障检测仪检查故障,结果调出“A048”号故障代码,根据该车维修手册查出“A048”号故障代码的含义是后轮电动泵空转。

经过检查电动泵电机无损坏,齿轮也完好无损,液压控制阀体齿轮完好。再打开液压控制阀体时,则发现该活塞卡在缸体内,油液已变质。这主要是因为油液变质引起的活塞生锈而被“咬住”。

后来用空气压缩机进行吹气,使活塞脱出来,清除锈物后,再进行安装排气,四轮放气(放气顺序是:左后轮 RR→左后轮 LR→右前轮 RF→左前轮 LF)后,试车,故障排除。

13. 制动液混用造成 ABS 制动抱死故障的诊断

(1) 故障特征

一辆韩国(HYUNDAI)2.0 型轿车 ABS 制动系统,实施制动时车轮抱死,但仪表盘上故障指示灯却不点亮,反复调整均无效。

(2) 故障原因

使用中随意添加不同牌号的制动液,导致制动液发生化学反应,生成丝絮状物质堵塞制动液流通管道及橡胶件等变形所致。

(3) 故障检查诊断

① 先在车辆不启动的情况下,将点火开关拨至“ON”位置,观察仪表板上的 ABS 故障指示灯,能正常点亮。车辆运行中 ABS 故障指示灯熄灭,表明 ABS 电脑内没有记录 ABS 系统的故障代码。因此无法利用故障自诊断系统读取故障代码来帮助故障的诊断。

② 经检查制动液状况发现该车制动液非常脏,并且油杯中的制动液竟有些像丝絮似的东西,于是怀疑可能是因制动液太脏把 ABS 系统管路和制动主缸堵住了。经了解得知,该车 ABS 系统中曾添加过与原制动液不同型号的制动液,因此又怀疑是由于制动液不同而相互发生化学反应的结果。

③ 拆下制动主缸,发现制动主缸的皮碗已经发胀变形。更换新的制动主缸皮碗后,在对该车进行放气时,发现后轮放气,总是一滴一滴的出油,似乎一点压力都没有。于是就使劲踩制动踏板,一会左后轮就好了。但是,右后轮仍然拖滞,且回位总是慢,于是决定更换右后轮制动轮缸。更换后,故障仍然存在,其故障现象是踩完制动后,制动拖滞,不回位,但对该车进行放气,制动就回位了。经仔细分析,确定是该车的制动系统油管被堵塞,当踩制动时,由于管路中原先有油,于是制动就起作用,当一松开制动,由于制动系统油管堵了,因此制动液回流慢,所以造成制动抱死。

④ 经过对 ABS 系统的管路清洗,重新更换符合技术要求的制动液,轮制动抱死的故障得以排除。

⑤ 故障分析,ABS 制动抱死的原因是由于向系统内添加了与原用制动液不一样的制动液,导致制动液发生化学反应,造成制动液中产生丝絮状物质,一方面使皮碗发胀变形,同时造成 ABS 系统管路堵塞。由于 ABS 系统起作用时是施加制动和解除制动的反复循环,若制动系统管路堵塞,在制动放松时,制动轮缸中的制动液不能快速流回,导致制动抱死而拖滞。此时,虽然 ABS 电控系统在起作用,但制动轮缸回油时,轮缸中的制动液因管路堵塞无法回流,导致制动时车轮抱死的故障。

ABS 系统的制动液不能混用,因为不同规格的制动液化学成分不一样,混用后便会发生化学反应,生成丝絮状物质或沉淀、变质,从而影响 ABS 系统的性能。所以在添加和更换 ABS 系统制动液时,一定要弄清楚制动液的型号规格不能乱加。

⑥ 制动液的牌号。

· 国产的制动液多推荐采用合成制动液,它以醇醚和有机溶剂为基础液,加入添加剂配制而成。根据其沸点不同,则分为 JG0、JG1、JG2、JG3、JG4、JG5 六个质量等级,序号越大,沸点越高,高温抗气阻性越好,行车制动安全性越好。合成制动液因牌号多,颜色各异,选用时要注意各种牌号的质量指标,外观要求清亮透明,无悬浮物,无尘埃和沉淀物。

· 进口车一般使用的制动液有 DOT3、DOT4。此外还有 DOT5 制动液,它没有吸湿性、沸点高,在低温时的流动性好,一般用于赛车等特种车。DOT 是美国汽车安全标准规定的,数字越大等级越高,DOT3 和 DOT4 的不同主要在于沸点,DOT3 的平衡环流沸点在 205℃ 以上,DOT4 更高些。

⑦ 不同牌号的制动液不能混合或互换使用,由于不同类型制动液的成分不同。国产合成制动液中,例如常见的二乙二醇乙醚、三乙二醇乙醚、四乙二醇乙醚混合为基础液,再加入抗氧化性、润滑性、防锈性添加剂等调合而成。而进口的 DOT3 和 DOT4 制动液是非矿物油系,主要成分是乙醇系的特殊液体。而 DOT5 为硅系,基本成分不同。无论是国产或进口的制动液是不能混合使用的,否则,可能会引起化学反应,即使全部更换,由于液压系统密封材料的要求性能不同,会引起漏液产生制动性不良的危险。更不能把进口制动液与国产制动液混合使用或互换使用。另外,ABS 制动液,目前推荐采用 DOT4 和 DOT5 的制动液,也是不能混合或互换使用。但是,基本成分的 DOT3 和 DOT4 却可互换,它们只是制动液的添加剂不同。不过指定使用 DOT4 制动液的汽车不得使用 DOT3,否则有可能由于 DOT3 产生气阻使制动失灵。

第三节 电控悬架系统

历史进入 20 世纪 90 年代,电子技术应用于汽车悬架系统,产生了电控悬架系统。从而使汽车具有更好的平顺性、操作稳定性和安全性,使轮胎和车身具有更小的冲击和振动。

汽车悬架的智能控制,目前主要是由 ECU 对弹性元件的刚度和减振器的阻尼力大小按车辆的行驶状态进行适时的智能控制。现代大多数高档轿车都采用了电控悬架系统。

一、电控空气悬架系统的特点

① 电控空气悬架质量轻、节省钢材、可靠性高、故障率低、使用寿命长(可达 35 万 km~40 万 km)维修简便。

② 空气悬架弹簧对于高频振动的吸收性较好,对冲击载荷也可以吸收,从而减小车辆的振动和冲击。当汽车在坏路面上行驶时,悬架电控 ECU 根据车身高度传感器信号变化的速度,对悬架的刚度和减振器的阻尼力进行控制,使刚度和阻尼力或大或小,抑制车身的前后颠簸、跳动

等大动作 ,从而提高了乘坐的舒适性。

③ 电控悬架通过 ECU 高度控制装置 ,可实现车身高度的自动调节为以下姿态 :

- 抗侧倾。当汽车转向行驶时 ,由于离心力的作用将使车身向外侧倾斜。此时 ,转向传感器输出转弯方向和转向角度的信号 ,车速传感器输出车速信号。电控 ECU 通过执行元件使弹簧刚度和减振器阻尼力转换到高值 ,从而抵抗车身侧倾。

- 抗前仰后坐。当汽车加速时 ,由于惯性力的作用 ,车身将前仰后坐。此时悬架电控 ECU 通过与发动机和自动变速器电控 ECU 之间的联系 ,可检测到节气门的开启角度和开启速度。电控 ECU 通过执行元件将弹簧刚度和减振器阻尼力调到高值 ,从而抵抗车身前仰后坐。

- 抗前俯后仰。当汽车制动时 ,由于惯性力的作用 ,车身将前俯后仰。此时 ,悬架电控 ECU 根据制动开关的信号 ,使前悬架的刚度和减振器的阻尼力增加 ,达到抵抗车身前俯后仰。

- 抗高速效应。当汽车高速行驶 ,一旦车速超过设定值(如 110km/h)时 ,悬架电控 ECU 便会使悬架的刚度变大 ,减振器的阻尼力变小 ,从而提高高速行驶时的操纵稳定性。

- 自动控制车身高度。车身重量增加时 ,其高度便下降。当高度低于设定值时 ,悬架电控 ECU 根据车身高度传感器的信号 ,即向前后空气悬架充气 ,使车身升高到设定高度 ;反之排气 ,以保持该高度。在大客车到站时 ,电控悬架还可降低车厢高度 ,方便乘客上下车。

- 停车车高控制。在停车时关闭点火开关后 ,如果车身高度高于正常值 ,则悬架电控 ECU 根据点火开关信号和车身高度传感器的信号 ,将车身降至正常高度 ,或比正常高度略高(30 ~ 50)mm ,以改善汽车停车时的姿势。

④ 电控悬架车辆行驶中无噪声 ,可静化环境。

⑤ 空气弹簧悬架可通过改变底座活塞裙部的形状得到理想的特性曲线 ,保证汽车在正常行驶时有良好的平顺性。而在道路差时 ,可限制车厢的振幅不至过大 ,提高了车辆的平顺性。

⑥ 电控空气弹簧悬架的固有频率较低 ,其频率可达 70 次/min ~ 80 次/min ,使车辆的舒适性特好。

⑦ 电控空气悬架系统 ,国外轿车、大客车普遍采用空气悬架的独立式悬架系统 ,而在重型载货车上 ,使用空气弹簧加筒式减振器的后悬架 ,几乎已成为标准的悬架形式。电控空气悬架系统是未来汽车悬架系统的发展方向。

二、电控悬架系统的组成及工作原理

(一) 电控悬架系统的组成

电控悬架系统 ,主要由传感器、控制器和执行机构三部分组成 ,各元件布置如图 4 - 75 所示为凌志 LS400 轿车 UCF20 系列轿车电控空气悬架元件在车上的安装位置。

电控悬架系统传感器将汽车行驶的路面情况(汽车的振动)和车速及启动、加速、转向、制动等工况转变为电信号 ,输送给电控 ECU。电子控制器将传感器送入的电信号进行综合处理 ,然后输出对悬架的刚度和阻尼及车身高度进行调节的控制信号。电控悬架系统的执行机构按照电控器的控制信号 ,准确地动作 ,及时地调节悬架的刚度和阻尼系数及车身高度。电控气动式空气悬架电路原理如图 4 - 76 所示。

(二) 工作原理

1. 车身姿态控制

由驾驶员操作 ,主要有“软”模式和“标准”模式两种 ,而其中又各分为“低”、“中”、“高”3 挡 ,可抑制车辆“侧倾”、“点头”和“后坐”。表 4 - 28 所列为车身姿势的控制。

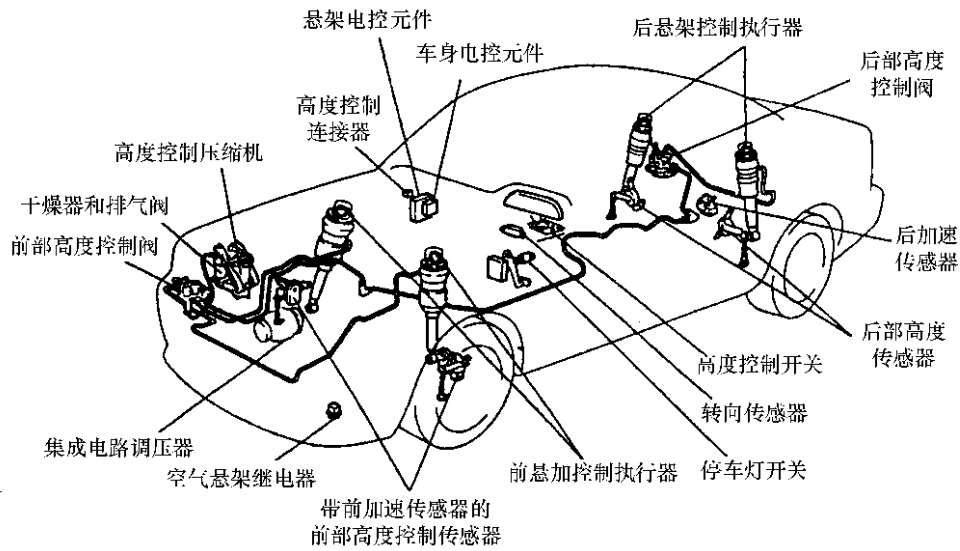


图 4 - 75 凌志轿车电控空气悬架元件安装位置

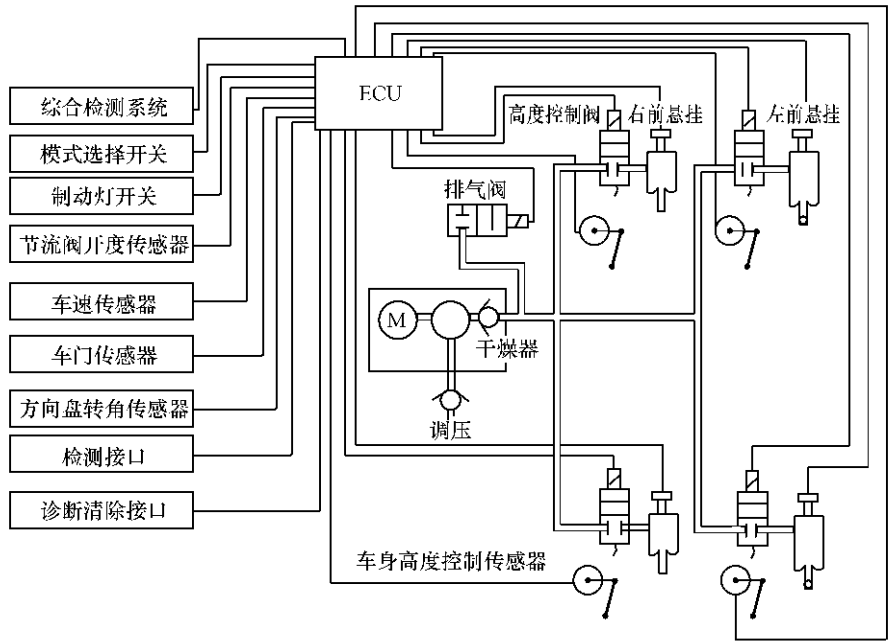


图 4 - 76 电控气动式空气悬架电路原理

表 4 - 28 车身姿态控制表

功能	工况	悬架的刚度、阻尼					
		“软”模式			“标准”模式		
		低	中	高	低	中	高
抑制“侧倾”	急转弯	●————→●			●————→		●
抑制“点头”	车速高于60km/h时制动	●————→	●		●————→		●
抑制“后坐”	车速低于20km/h时急加	●————→●			●————→●		

2. 车身高度控制

车身高度控制有“标准”模式和“高态”模式两种 ,每种模式也分为“低”、“中”、“高”三种状态。当选用“标准”模式(NORM)时 ,车身处于“中”状态 ,行驶时自动调节 ,如选用“高态”模式 ,车身处于“高态” ,行驶时车身以高状态为基础进行调节 ,如表 4 - 29 所列为车身高度控制。

表 4 - 29 车身高度控制

功能	工 况	车身高度					
		“标准”模式			“高”模式		
		低	中	高	低	中	高
高速感应	车速 ≥ 90km/h	●————→●				●————→●	
连续环路感应	在 40km/h ≤ 车速 < 90km/h 时 , 车速持续在 25s 有较大变动		●————→●				●
	在车速 > 90m/h 时 , 车速持续在 2.5s 有较大的变动					●————→●	

3. 车速和路面控制

车速和路面控制也有两种模式 ,即“软”模式和“标准”模式 ,各分为“低”、“中”、“高”三挡。当选择“软”模式时 ,悬架以“低”状态为基础调整 ,选“标准”模式时则以“中”为基础调整。如表 4 - 30 所列为车速、路面感应的控制。

表 4 - 30 车速、路面感应控制表

功能	工 况	悬架刚度阻尼					
		“软”模式			“标准”模式		
		低	中	高	低	中	高
高速感应前 后轮相关	车速 ≥ 110km/h	●————→●				●	
	在 30km/h ≤ 车速 < 80km/h 时 , 车身高度在 0.03s 内突然变化	●			●————→●		
环路感应	在 40km/h ≤ 车速 < 100m/h 时 , 车速在 0.5s 内大幅度变化	●————→●				●	
	在车速 1 ≥ 0km/h 时 , 车身高度在 0.05s 内大幅度变化	●————→●	●————→●			●————→●	

(三) 主要部件

主要部件有传感器、电控 ECU 和执行机构等。

1. 传感器

传感器包括车高传感器、转向传感器和速度传感器 ,下面以丰田车为例进行介绍。

① 车高传感器。车高传感器是光电式 ,其结构如图 4 - 77 所示。

车高传感器的功用是感应车身在悬架元件垂直方向上的变量转化成车高信号。该信号一是可使 ECU 根据当前汽车载荷大小经运算处理后 ,通过有关执行元件对车身高度进行调节 ,以维

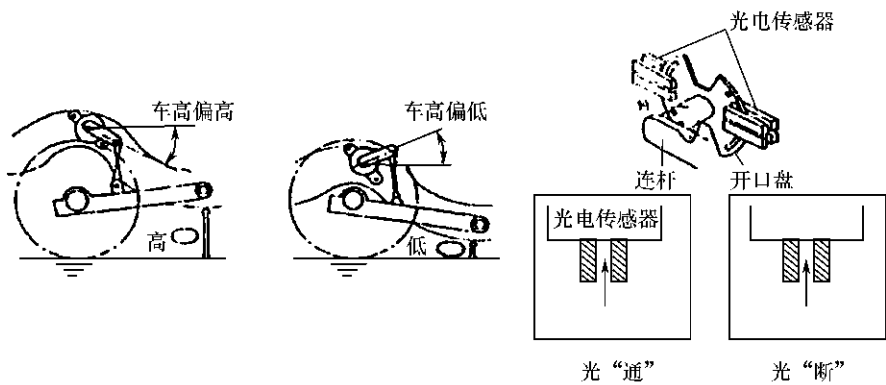


图 4 - 77 光电式车高传感器

持车身高度不受载荷变化的影响 ;二是可使汽车在起步、转向、制动状态时随时调整有关车轮悬架的刚度 ,以提高汽车的抗仰俯、抗侧倾、抗后坐的能力 ,保证良好的操纵稳定性 ;三是在汽车各轮载荷不同或前后左右轮载荷相应变化时 ,分别对各车轮悬架的高度进行调节 ,维护车身姿势基本不变。

车高传感器装于汽车的四个角上 ,传感器由窄缝圆盘和四对遮光器组成。圆盘在连接臂的驱动下转动时 ,使四对遮光器产生不同的 ON/OFF 数字信号 ,16 个不同组合信号使 ECU 对车高进行控制 ,传感器信号与车身高度的关系如表 4 - 31 所列。

表 4 - 31 传感器信号与车身高度的关系

车身高度		过 低		低				正 常				高				过 高	
车身高度区		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
光敏晶体管	Tr1	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	OFF	OFF
	Tr2	OFF	OFF	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
	Tr3	OFF	OFF	ON	ON	ON	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON	ON
	Tr4	OFF	ON	ON	OFF	OFF	ON	ON	OFF	OFF	ON	ON	OFF	OFF	ON	ON	OFF

② 转向传感器。转向传感器装于转向开关总成内 ,用于监测转向的方位及角度。开口盘随转向盘一起转动 ,遮光器对称安装 ,共有二组四对 ,每对又由相对安装的一个发光二极管和光敏三极管组成。随着窄缝盘的转动 ,使二元件间的光变化转化成通 - 断信号。各对遮光器间的相位差会使 ECU 能检测出转向盘的转动角度 ,其工作原理与车高传感器相同。

③ 速度传感器。速度传感器是由变速器输出轴带动的一根齿轮轴驱动的。磁环随轴转动 ,和集成电路中的磁感应元件相作用产生一个正弦波速度信号 ,再由比较器和晶体管所组成的集成运放电路将其转换成矩形波输入。车速仪表板内的脉冲转换电路进一步将传感器的二十个脉冲信号转化成四个脉冲信号 ,送给需要车速信号的各控制单元。

2. 悬架的 ECU

悬架 ECU 可根据高度传感器输送来的信息和司机设定的模式指令 ,向电磁阀发出执行命令。

① 车身升高工况。四个高度控制电磁阀打开 ,排气阀关闭 ,压缩机工作 ,压缩空气进入主气室 ,车身升高。

② 保持工况。电磁阀与排气阀均关闭 ,悬架主气室空气量不变 ,车身保持一定高度 ,悬架的主气室的工作状态保持不变 ,车身维持在一定高度。

③ 车身降低。电子控制器指令压缩机停止工作 ,电磁阀打开 ,排气阀也在 ECU 的控制下打开 ,悬架主气室的空气通过电磁阀和排气阀排出 ,车身下降。

④ 正常行驶。ECU 工作时 ,每隔 0. 08s 对悬架信号采样一次 ,用 20s 的平均值与存储在 ECU 中的脉谱图进行比较 ,按实际工况进行调整。

⑤ 特殊工况。采样总时间有所变化 ,发动机启动 ,车门打开 ,车高模式转换的瞬间 ECU 采样总时间缩短为 2. 5s ,适应车内人员增减或模式控制变化。当汽车遇障碍时(单个车轮陷进坑内或压于大石块上) ECU 会发出使车辆暂时停止高度调节功能的指令 ,等待常态调节。

3. 主要执行元件

① 车高控制执行元件。车高控制执行元件主要由空气压缩机、高度控制阀和减振器上的主气室组成 ,其结构原理如图 4 - 78 所示。直流电机的驱动根据 ECU 信号向干燥器输送主气室所需要的压缩空气。系统中的一个排气阀和四个高度控制阀结构原理相同 ,是一个二位通二电磁控制阀。

② 空气弹簧和刚度控制阀。空气弹簧由气室、阻尼减振器两部分组成 ,气室又分主气室、副气室和控制阀。弹簧刚度和减振器阻尼控制阀总成如图 4 - 79 所示。

电机根据 ECU 的控制信号分别带动刚度控制杆和阻尼控制杆 ,实现车辆的调节。

刚度控制阀装于减振器的顶部 ,其控制部分是一个空心 ,外径带对称口的阀杆 ,当其受电机带动转至图示的“低”、“高”、“中”位置时 ,分别实现刚度的三级调节 ,如图 4 - 79(a)所示 ,图中

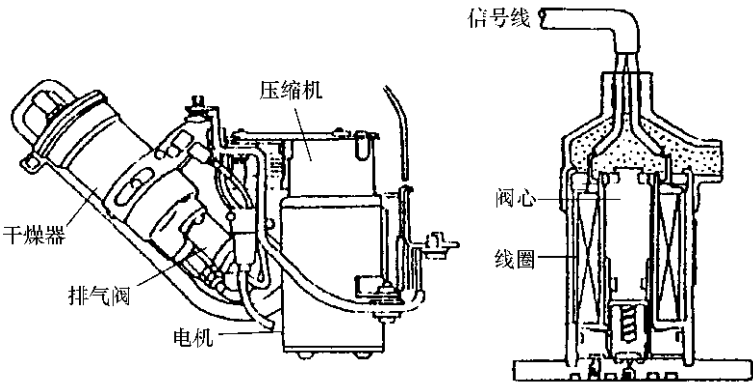


图 4 - 78 车高控制执行元件

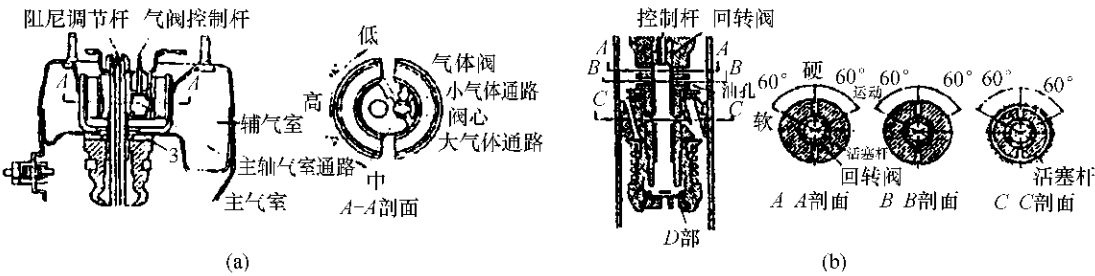


图 4 - 79 弹簧刚度和减振器阻尼控制阀总成图

A - A 剖面示出车辆在“高”位状态。

阻尼减振器控制,主要由回转阀、活塞杆和控制杆所组成,如图 4 - 79(b)所示出的三个剖面中活塞杆上下两侧带径向切口(孔),回转阀则按图示夹角关系制成径向四个小孔。当其受执行 ECU 指令的电机控制而转动时,则实现“软”、“中”、“硬”三级调节,图 4 - 79(b)显示的位置是处于“硬”位置的三个剖面。

三、电控悬架系统故障的诊断

(一) 电控悬架系统故障检诊须知

- ① 人为调整车高进行检查时,必须将车辆停于水平场地上,并将车高选择开关置于 NORM (悬架变更)位置。
- ② 在迫使压缩机工作,检查气路的限压阀时,电控 ECU 会记下一个故障代码。因此,在检查完毕之后,必须清除该故障代码。
- ③ 由于高度传感器、电子调平继电器、空压机排气螺线管和充气定时继电器等随时都接通电源,因此作系统检查时,不必将点火开关转至打开(ON)位置。

(二) 电控悬架初步检查

1. 汽车高度调整功能的检查

首先在轮胎充气压力满足要求、汽车处于正常高度调整的状态下,检查汽车高度,然后启动发动机,将高度控制开关从 NORM 位置切换到 HIGH 位置,检查完成高度调整所需的时间和汽

车高度的变化量。从操作高度控制开关到压缩机启动所需时间约 2s ,从压缩机启动到完成高度调整所需时间(20 ~ 40)s ,汽车高度的变化量为(10 ~ 30)mm。在汽车处于 HIGH 高度调整的状态下 ,启动发动机 ,将高度控制开关从 HIGH 位置转换到 NORM 位置 ,检查完成高度调整所需的时间和汽车高度的变化量。从操作高度控制开关到开始排气所需的时间约 2s ,从开始排气到完成高度调整需(20 ~ 40)s ,汽车高度的变化量(10 ~ 30)mm。若不满足 ,应做进一步检查 ,确定故障原因、故障部位 ,采取相应的维修办法。

2. 输入信号的检查

该检查的目的是检查来自转向传感器和停车灯开关的信号是否正常地输入 ECU。打开点火开关 ,将发动机室内的检查连接器端子 T_s 与 E₁ 短接。如果将端子 T_s 和 E₁ 连接后 ,储存在存储器中的诊断代码输出 ,就应该进行维修 ,如果存储器中没有诊断代码输出 ,则要进行输入信号检查 ,输入信号检查的每个项目 ,首先要按表4 - 32所列规定的操作逐一进行。观察发动机处于不同的状态下“ NORM”指示灯的闪烁方式 ,正常情况是在发动机停机状态下 ,高度控制“ NORM”指示灯会以 0. 25s 的间隔闪亮 ,并一直持续闪亮到发动机运转时为止。然后 ,按表 4 - 32 中规定的操作二进行操作 ,观察发动机处于不同的状态下“ NORM”指示灯的闪烁方式 ,正常情况是在发动机停机状态下 ,高度控制“ NORM”指示灯常亮。若满足要求 ,表明被检查系统信号能正常地输入 ECU。在进行上述各项检查时 ,减振力和弹簧刚度控制停止 ,并且减振力和弹簧刚度均固定在“ 坚硬 ”状态。汽车高度控制仍旧正常进行。

表 4 - 32 输入信号的检查

检查项目	操作(一)	发动机工作状态		操作(二)	发动机工作状态	
		停机	运转		停机	运转
转向传感器	转向直前	闪烁	常亮	转向角 45°	常亮	闪烁
停车灯开关	OFF(制动踏板不踩下)	闪烁	常亮	ON(制动踏板踩下)	常亮	闪烁
门控灯开关	OFF(所有车门关闭)	闪烁	常亮	ON(所有车门开启)	常亮	闪烁
节气门位置传感器	不踩加速踏板	闪烁	常亮	加速踏板全部踩下	常亮	闪烁
1 号汽车车速传感器	车速低于 20km/h	闪烁	常亮	车速 20km/h 以上	常亮	闪烁
高度控制开关	NORM 位置	闪烁	常亮	HIGH 位置	常亮	闪烁
悬架控制开关	NORM 位置	闪烁	常亮	SPORT 位置	常亮	闪烁
高度控制 ON/OFF 开关	ON 位置	闪烁	常亮	OFF 位置	常亮	闪烁

3. 漏气检查

主要检查管子和软管的接头是否漏气 ,其步骤为 :首先将高度控制开关拨到 HIGH 位置使汽车高度上升 ,然后使发动机停机 ,在管子和软管的接头处加肥皂水检查是否有任何漏气现象。

4. 溢流阀的检查

溢流阀的检查是迫使压缩机工作来检查溢流阀动作 ,其检查步骤为 :

- ① 打开点火开关 ,短接高度控制连接器的端子 1 与 7 ,迫使压缩机工作 ;
- ② 等压缩机工作一段短时间后 ,检查溢流阀是否放空气 ;
- ③ 关闭点火开关 ;

④ 清除诊断代码 :当迫使压缩机工作时 ,ECU 中会记录一个诊断代码。在完成检查后 ,务必将这个诊断代码清除掉。

5. 汽车高度调整

为了保证车高调节系统正常工作 必须进行汽车高度调整。首先将汽车停在水平地面上检查汽车高度 若汽车的高度处在标准值范围以内 就不必进行汽车的高度调整 否则按下面步骤进行汽车的高度调整：

- ① 拧松高度控制传感器连接杆上的两只锁紧螺母。
- ② 转动高度控制传感器连接杆的螺栓以调节长度。高度控制传感器连接杆每转动一圈能使汽车高度改变大约 4mm。
- ③ 调整时要注意检查高度控制传感器连接杆的尺寸是否小于极限值。
- ④ 暂时拧紧两只锁紧螺母。
- ⑤ 再检查一次汽车高度。直到车高达到标准值范围以内。
- ⑥ 按拧紧力矩要求拧紧锁紧螺母。

6. 加、减载试验

- ① 检查时 ,可在汽车后部加载 135kg ,约 15s 后 ,空压机应开始工作 ,车身后部应升高 ,汽车升高至加载前的高度 ,空气压缩机停止运转。
- ② 从车厢内卸下 135kg 载荷 ,正常情况下(8 ~ 15)s 后 ,系统将排出空气(能听到泄气声)汽车后部降低。
- ③ 在加载时 ,如果空压机不工作 ,应检查连接传感器和后悬部件的导线情况和连接处有无锈蚀。如以上情况正常 ,则应进一步检查空压机的供电电压是否达到 12V。必要时可用跨接线连接蓄电池正极和空压机电源导线。如果空压机仍不能工作 ,则应予更换。
- ④ 如果发现空压机工作时间过长 ,应用肥皂水检查空压机、空气管道和空气弹簧(或筒式减振器)是否漏气。大多数空气弹簧和减振器损坏后不能修理 ,应予更换。而汽车自动调平系统可通过调整传感器和后悬架之间的连杆 ,调整车身升降程度。

(三) 凌志电控悬架系统故障的诊断

接通点火开关 ,仪表板上的高度控制指示灯应立即点亮。高度控制指示灯按钮在“ HIGH(高)”端按下时 ,指示灯应持续点亮。如果高度指示灯在 1s 的时间间隔闪烁 ,表明 ECU 存储器中存有故障代码。

1. 故障代码的读取

- ① 接通点火开关。
- ② 将 TDCL 或检查连接器的 T_C 与 E_1 端子短接如

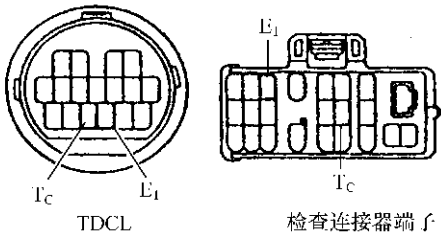


图 4 - 80 故障代码读取跨线接口

图 4 - 80 所示。

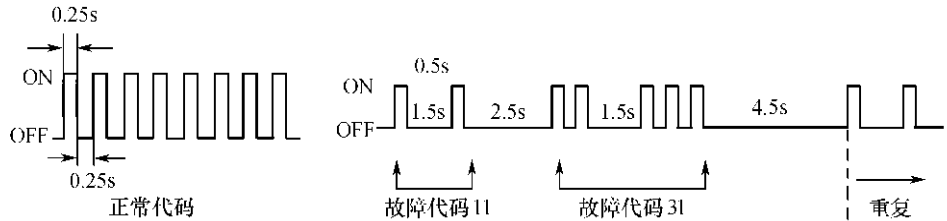


图 4 - 81 故障代码的闪烁方式

③ 通过仪表板上高度控制“ NORM”指示灯的闪烁读取故障代码 ,如图 4 - 81 所示为正常代码(无故障代码)和故障代码“ 11 ”、“ 31 ”的闪烁示例 ,UCF20 系列车型故障代码含义 ,如表 4 - 33 所列。

表 4 - 33 凌志轿车电控悬架系统故障代码

故障代码	含 义	故障代码	含 义
11	前右高度控制传感器电路短路或断路	12	前左高度控制传感器电路短路或断路
13	后右高度控制传感器电路短路或断路	14	后左高度控制传感器电路短路或断路
15	右前加速传感器电路短路或断路	16	左前加速传感器电路短路或断路
17	右后加速传感器电路短路或断路	18	左后加速传感器电路短路或断路
21	前右悬架控制执行器电路故障	22	前左悬架控制执行器电路故障
23	后右悬架控制执行器电路短路或断路	24	后左悬架控制执行器电路短路或断路
33	后右高度控制阀电路短路或断路	34	后左高度控制阀电路短路或断路
41	空气悬架继电器电路故障	42	压缩机电路故障
74	“ + B ”端电压小于 9. 5V	81	转向传感器电路故障
82	停车灯开关电路故障	83	门控开关电路故障
84	节气门位置信号电路故障	85	车速传感器电路故障

④ 故障代码读取完毕后 ,将故障诊断专用检查线从 T_C 和 E₁ 接口上取下 ,开始检查并排除故障。

2. 清除故障代码

① 关闭点火开关 ,拆下 1 号接线盒中的 ECU - B 保险丝 30s 以上便可清除故障代码。

② 将点火开关旋到“ ON ”位 ,用跨接线跨接 TDCL 或检查器的 T_C 和 E₁ 端子 ,然后在 8s 之内开、关车门 3 次 ,便可清除故障代码。

(四) 电控悬架系统主要部件的检测

1. 高度控制传感器的检测

① 拆下仪表板盒 ,将点火开关旋到“ ON ”位 ,电压表负极接地 ,正极分别接到悬架 ECU 连接器 ,如图 4 - 82 所示。在 A15 的 7 号端子和 A16 的 4 号端子上 ,电压表的读数应约为 5V。若读数不符合要求 ,应检查悬架的 ECU。

② 拆下前轮及前翼子板衬里和后车轮 ,拔下前、后高度控制传感器后拆下传感器。将 3 节 1. 5V 的干电池串联 ,如图4 - 83所示接线 ,然后缓慢地上下移动前、后高度控制传感器的连杆。当连杆处于“ 高 ”位时 ,表的读数应为(2. 3 ~4. 1)V ;当连杆处于“ 正常 ”位置时 ,表的读数应约为 2. 3V ;当连杆处于“ 低 ”位置时 ,表的读数应为(0. 5 ~2. 3)V。若读数不符合规定 ,则应更换高度控制传感器。

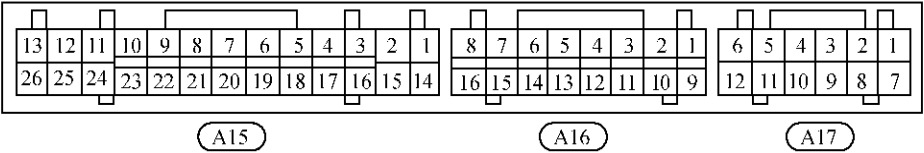


图 4 - 82 电控悬架 ECU 接口

2. 高度控制开关的检测

拆下仪表板盒 将点火开关置于“ON”位。将电压表负极接地,正极接到悬架 ECU 连接器 A17 的 5 号端子上。当高度控制开关拨到“NORM”侧时,表的读数应为 5V;当高度控制开关拨到“HIGH”侧时,表的读数应为(0~1.2)V。

3. 高度控制阀和排气阀的检测

① 拔下排气阀和控制阀的导线连接器,用万用表电阻挡测量前、后高度控制阀和排气阀各针脚间的电阻,如图 4-84 所示,控制阀的 1 号与 3 号端子、2 号与 3 号端子以及排气阀的 1 号与 2 号端子间的电阻值都应为(9~15) Ω 。

② 将蓄电池的负极分别接到前、后高度控制阀的 3 号端子以及排气阀的 2 号端子上,蓄电池正极分别接到前、后高度控制阀的 1 号和 2 号端子以及排气阀的 1 号端子上,此时高度控制阀和排气阀应发出“咔嗒”的工作声。

4. 悬架高度控制继电器的检测

① 拆下仪表板盒,拔下悬架 ECU 线束连接器,用万用表电阻挡检测悬架 ECU 连接器 A15 的 9 号端子与接地间的电阻,其值应为(1~100) Ω 。

② 拆下左大灯及空气悬架继电器,用万用表电阻挡检测继电器 4 号和 3 号端子间的电阻,如图 4-85 所示。其值应为(1~100) Ω 。

5. 节气门位置传感器的检测

① 拆下仪表板盒,将点火开关置于“ON”位。

② 将电压表负极接地,正极与悬架 ECU 连接器 A16 的 1 号端子相连,然后将油门踏板在 1s 内由完全释放状态踩到底,表的读数应在(0~5)V 之间变化。

6. 转向传感器的检测

① 拆下仪表板盒,将点火开关置于“ON”位,慢慢转动方向盘,用电压表检测悬架 ECU 连接器 A17 的 9 号和 8 号端子与车身之间的电压,其值应为(0~5)V。

② 拆下方向盘,将点火开关置于“ON”位,把电压表正极接到连接器的 1 号端子上,负极接到 2 号端子上,如图 4-86 所示。表的读数应为(9~14)V。

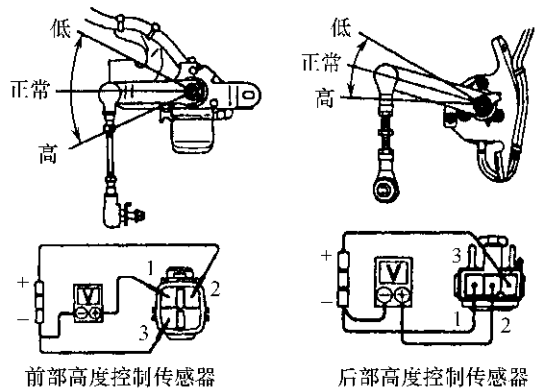


图 4-83 高度控制传感器的检测

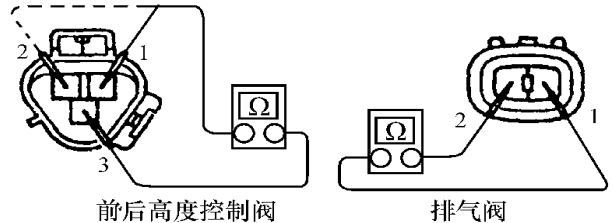


图 4-84 高度控制阀和排气阀的检测

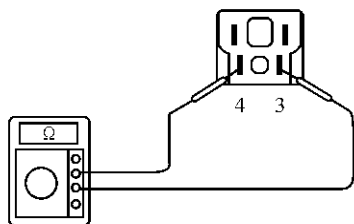


图 4-85 空气悬架继电器的检测

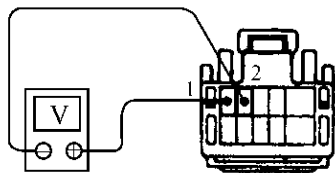


图 4-86 转向传感器的电压测量

③ 将蓄电池正极接传感器 1 号端子 , 负极接 2 号端子 , 然后慢慢转动转向传感器的旋转件 , 检测 7 号、8 号端子与 2 号端子之间的电阻 , 如图 4-87 所示。正常情况电阻值应在 $0 \sim$ 之间变化。

7. 加速传感器的检测

① 拆下仪表板盒 , 将点火开关置于“ON”位 , 电压表正极接悬架 ECU 连接器 A15 的 7 号端子和 A16 的 4 号端子 , 负极接地 , 表的读数应为 5V。

② 拆下前轮和前翼子板衬里以及行李箱地板垫 , 拆下前、后加速传感器。把 3 节 1.5V 干电池串联 , 如图 4-88 所示。当传感器静止时 (传感器的下表面与路面平行) , 表的读数应约为 2.3V ; 当传感器垂直振动时 (在 1s 内移动 300mm 后复位) , 表的读数应为 (0.5 ~ 4.0)V。

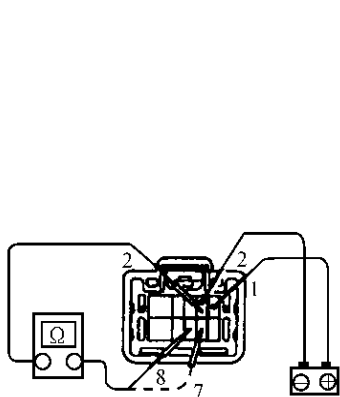


图 4-87 转向传感器的电阻测量

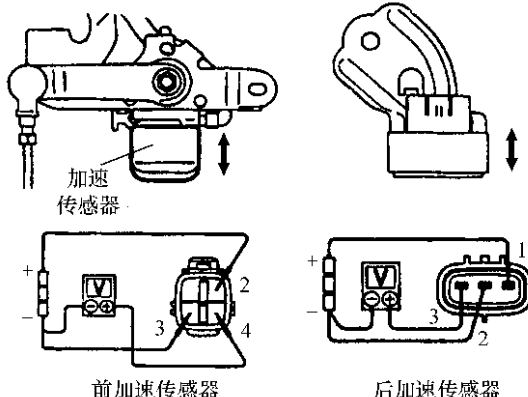


图 4-88 前、后加速传感器的检测

8. 悬架控制执行器的检测

① 将点火开关置于“ON”位 , 用跨接线连接 TDCL 的 T_D 和 E_1 端子 , 如图 4-89 所示。此时每将高度控制开关向“HIGH(高)”侧推动一次 , 则悬架控制执行器应向“Hard(硬)”递进一步。

② 拔下执行器的连接器 , 用万用表电阻挡检测执行器连接器各端子间的电阻值 , 如图 4-90 所示。1 号与 2 号、3 号、4 号、5 号端子间的电阻值均应为 (14.7 ~ 15.7) Ω 。

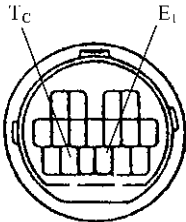


图 4-89 TDCL 的接口

③ 将执行器输出轴调至“Soft(软)”的位置,然后将蓄电池负极与悬架控制执行器的 1 号端子相接,如图 4 - 91 所示。当蓄电池的正极与 2 号和 3 号端子相接时,执行器将由 1 进到 2 ;当蓄电池的正极与 3 号和 4 号端子相接时,执行器由 2 号进到 3 ;当蓄电池的正极与 4 号和 5 号端子相接时,执行器由 3 进到 4 ;当蓄电池的正极与 5 号和 2 号端子相接时,执行器由 4 进到 5。若不符合要求,则应更换悬架控制执行器。

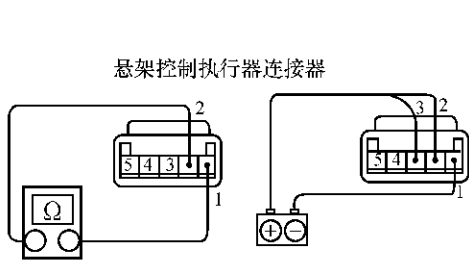


图 4 - 90 执行器各针脚间电阻的测量

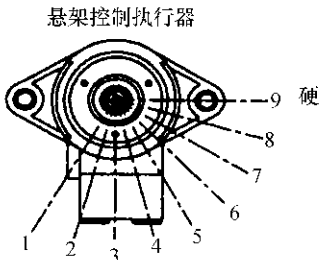


图 4 - 91 检测执行器的工作情况

第四节 电控动力转向系统

电控动力转向系统(Electric Power System)用电能取代液压能,减少了发动机的能量消耗。该系统将转向控制器、转向油泵和储罐集成于一体,其特点是转向助力性能与转向速度和行车速度密切相关。速度越低,转向速度越高,助力性能越强。动力转向装置是现代汽车的重要装备之一。随着汽车电子技术的快速发展,研究成功了多种电控动力转向系统。该系统能在低速时减轻操舵力,以提高汽车操纵稳定性。当汽车由低速挡换入高速挡时,电控系统能够保证提供最优传动比稳定的转向手感,从而提高了高速行驶的稳定性。目前奥迪 A6 豪华型轿车装备了这项技术。

一、电控动力转向系统的组成

(一) 动力转向的组成

① 电控式电动助力转向系统(以下简称电动助力转向系统),是在机械转向机构的基础上,增加信号传感器,电控 ECU 和转向助力机构。

② 信号传感器包括转矩传感器、车速传感器及转向角传感器等。通过这几个传感器,获取作用在转向盘上的操纵力、转向角及汽车车速信号,从而为确定助力控制命令提供信息。

③ 电控 ECU 包括检测电路、微处理器、控制电路等。检测电路将传感器的信号进行整形放大后输入微处理器,然后微处理器计算出最优化的助力转矩。控制电路将来自微处理器的电流命令输送到电机驱动电路。

④ 转向助力机械包括助力电动机、电磁离合器及减速传动机械。助力电动机一般采用直流电动机,其电流大小由微处理器来控制,可根据不同的车速得到相应的助力特性。通过减速传动机构,将电动机的动力传给转向器。电磁离合器则作为安全装置确保系统在发生故障时,断开电动机与减速传动机构,中断动力传递,使系统从电动助力转向状态转入到人力—机械转向状态。

(二) 电控动力转向系统的类型

电控动力转向系统,根据转向助力机构的安装位置不同,其类型有三种:

① 转向轴助力式 如图 4-92 所示,转向助力机械安装在转向轴上。当驾驶员转动转向盘时,控制单元接受转矩、转动方向、车速等信号,控制直流助力电机的电流。电机的动力经离合器、电机齿轮传给转向轴的齿轮,然后经万向节及中间轴传给转向器。

② 转向器小齿轮助力式 如图 4-93 所示。转向助力机械安装在转向器小齿轮处。与转向轴助力式相比,可以提供较大的转向力,适用于中型车。其助力控制特性方面增加了难度。

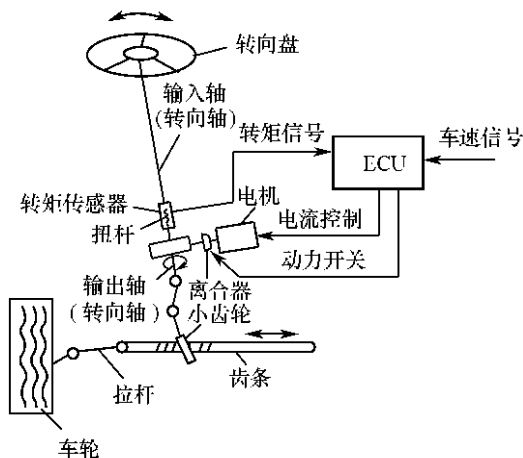
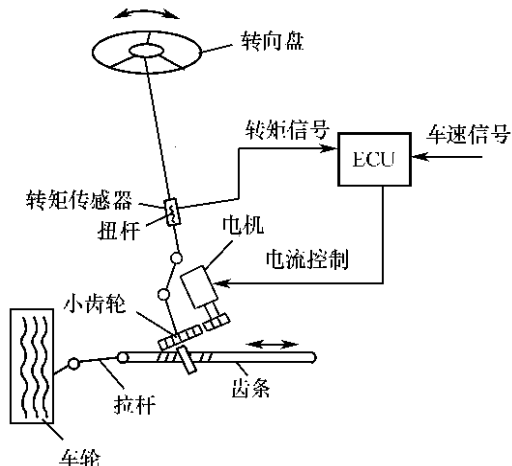


图 4-92 转向轴助力式转向系统



4 - 93 转向器小齿轮助力式电动转向助力系统

③ 齿条助力式 如图 4-94 所示。转向助力机械安装在转向齿条处。电动机通过减速传动机构直接驱动转向齿条。与转向器小齿轮助力式相比,可以提供更大的转向力,适用于大型车。对原有的转向传动机械有较大改变。

(三) 电控四轮转向系统(4WS)

电控四轮转向系统(4WS)则是在前轮转向的同时,也主动地控制后轮进行适量的转向(一般最大约为 5°)。

后轮相对于前轮的方向,一般可分为同向转向(后轮与前轮的转动方向一致)和逆向转向(后轮与前轮的转动方向相反)。

由于汽车在转急弯时,通常以低速行驶,而在直线路段或较平缓的弯道上时,通常以高速行驶。因此,采用电控四轮转向系统的汽车,电控 ECU 根据目标转角的差值,再进一步向步进电机发出指令使角值使后轮逆向转动,以减小转弯半径。中速行驶时,觉,而在高速行驶时,可使后轮实现同向转向,以减稳定性。

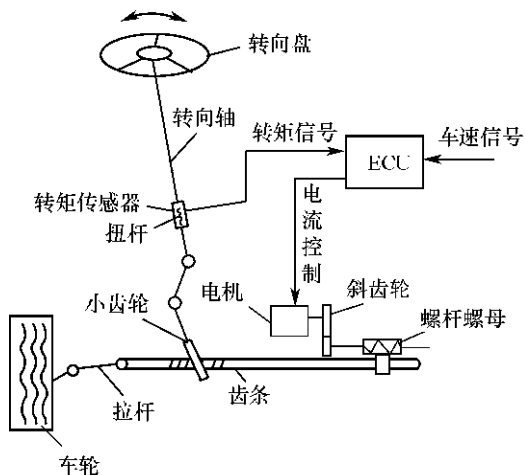


图 4-94 齿条助力式电动转向助力系统

二、电控动力转向系统的故障诊断

皇冠 JZS133 型轿车采用电控转向助力可变的渐进式动力转向系统(PPS)该 PPS 动力转向系统的电控部分有 车速传感器、电控 ECU(在驾驶室右侧手套箱下方)和装在转向器内的电磁阀等 其电路控制如图 4 - 95 所示。

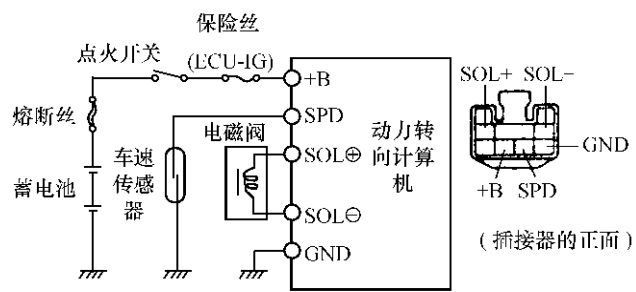


图 4 - 95 皇冠轿车动力转向系统电控电路图

(1) 电控系统 ECU 端故障检查

PPS 动力转向系统常见故障有 低速或发动机怠速时转向沉重和高速行驶时转向过度灵敏。在检查电控系统之前 应先察看胎压、悬架和转向杆件及球形接头的润滑情况 检查前轮定位、动力转向泵油压是否正常 各导线插接器是否连接牢靠 转向柱是否弯曲等。电控系统 ECU 端的一般检查方法是：

- ① 打开点火开关(ON) 察看 ECU - IG 熔断丝是否正常。如果烧毁 重新更换后又烧毁 表明此熔断丝与电控单元 ECU 的 +B 脚之间短路。
- ② 关断点火开关(OFF) 从电控单元 ECU 上拔下导线连接器线束插座 将电压表正表笔接插接器 +B 脚 负表笔搭铁。再打开点火开关(ON) 电压表指示电压应为(11 ~ 14)V(蓄电池电压)。如果无电压 表明 ECU - IG 熔断丝与 ECU 的 +B 脚之间有断路。
- ③ 将电阻表正表笔接插接器插头的 GND(搭铁)脚 负表笔仍接地 此时电阻值应为零 否则应对 ECU 的 GND 脚与车进行检查。
- ④ 顶起一侧前轮 将电阻表的正表笔接插接器 SPD 脚 负表笔接 GND 脚。然后转动支起的车轮 电阻表值应在 0 ~ 之间交替地变化。否则 说明 ECU 的 SPD 端与车速传感器之间有断路或短路 或车速传感器有故障。
- ⑤ 将电阻表的正表笔接插接器的 SOL(-)脚 负表笔接 GND 脚。电阻表所显示电阻值应为 (无穷大) 否则说明电磁线圈与 GND 脚之间的线路有短路或电磁阀有故障。
- ⑥ 将电阻表的正表笔接插接器的 SOL(+)脚 负表笔接 SOL(-)脚。两脚之间的电阻应为 (6 ~ 11)Ω 否则这两脚之间的线路有断路或电磁阀有故障。

(2) 电控部件故障的诊断

① 电磁阀的检查。

- 关断点火开关(OFF) 拔下电磁阀(装在转向器处)上的线束插头 用电阻表测量电磁线圈的电阻(插座上两端子间) 电阻应为(6 ~ 11)Ω。
- 从转向器内拆下电磁阀 将蓄电池正极接电磁线圈的 SOL(+)脚 负极接 SOL(-)脚 这时针阀应缩回约 2mm 否则应更换电磁阀。

② ECU 的检查。

· 顶起汽车 拆下 ECU 但不拔下 ECU 上的导线插接器 然后启动发动机。

· 在发动机怠速运转的情况下 ,首先用电压表测量 ECU 的 SOL(-)和 GND 两脚之间的电压(电压表测笔从背面插入)。然后将变速器挂上挡 ,并使车速达到 60km/h ,仍按上述接法再测电压 ,电压应比原来增加(0.07 ~0.22)V。如果无电压或电压增值不对 ,则应更换 ECU。

凌志 LS400 型轿车电控动力转向异常的故障诊断

凌志 LS400 轿车使用的动力转向机构 ,其控制系统是液力反应型渐进式动力转向机构 ,只有启动发动机 ,转动方向盘便会感到特别轻盈 ,用一个手指拨动方向盘不感到费力。

(1) 故障特征

该车不论在正常行驶时转向 ,原地转向时转向盘明显沉重 ,助力泵噪声很大 ,同时在转动转向盘时 ,观察油杯的液面变化不明显。

(2) 故障诊断

① 首先检查轮胎气压、转向系统的各球头磨损、相关悬架悬臂部分、转向器本身及相关管路渗漏状况、油杯液面高度及油质、转向助力泵皮带松紧度、前轮定位等各项参数都在正常技术规范范围内。

② 该电控动力转向电路控制如图 4 - 96 所示。

③ 拔下电磁阀线束插头 ,测量动力转向电磁阀阻值在 10Ω 左右 ,基本符合标准。启动发动机 ,转动方向盘 ,用发光二极管测试灯连接电磁阀线束插头两线插口 ,试灯点亮 ;用数字万用表电压挡测量 ,电压数值正常 ,说明动力转向 ECU、SOL(+)、SOL(-)之间的连接正常 ,说明动力转向 ECU 本身无故障。

④ 在驾驶室内方向盘下方找到动力转向 ECU 拆下 ECU 的线束插头 ,用数字万用表检查 ECU 线束“ +B”端输入电压正常 ,且该车发电机发电量正常 ,说明连接 ECU 的“ +B”线路无问题。架起该车的后轮 ,然后用手转动 ,同时用数字万用表电阻挡检查 SPD 端与 GND 端电阻值的变化 ,表的读数在 0 ~ 之间不断波动 ,说明车速传感器信号输入 ECU 是正常的。

⑤ 将车在四柱举升机上 ,再次拔下动力转向电

磁阀的线束插头 ,用试灯连接线束插头 ,同时左右转动方向盘 ,试灯仍亮 ;用手晃动其电磁阀线束 ,并稍用力拉伸、打折 ,试灯熄灭了 ,说明此线束有折断或虚接的地方。经检查 ,是 SOL(-)到电磁阀间的线束有问题 ,重新接好 SOL(-)到电磁阀间的线路后试车 ,转动方向盘 ,明显感觉轻多了 ,不管是在原地还是行驶时 ,左右转动方向盘都有明显的改善 ,但是仍然稍沉。有时感觉像转向助力突然失效一样 ,时沉时轻 ,说明动力转向系统还存在故障。

⑥ 将动力转向电磁阀从转向机上拆下来 ,直接用 12V 电源驱动电磁阀 ,用时通时断的方法来验证其技术状态 ,检验结果电磁阀能发出“ 咔嚓 ”的工作声 ,但声音很小 ,给人感觉动作无力 ,怀疑该阀可能发卡或开度不够。更换新电磁阀后 ,故障得以完全排除。在原地转动方向盘 ,用一

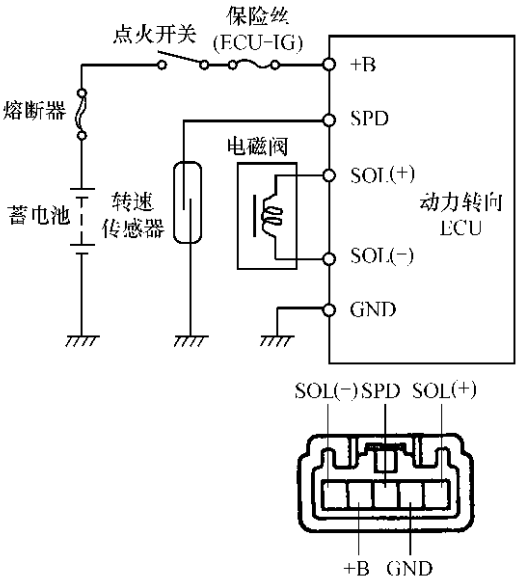


图 4 - 96 LS400 型轿车动力转向电路控制

个手指拨动感觉不费力 ,且在低速、高速等不同工况下都正常。

第五章 汽车车身电子控制系统

第一节 汽车空调系统

一、汽车空调系统的作用、组成与分类

1. 汽车空调的作用

冬季取暖、夏季制冷、使车厢内外空气产生对流交换、除去进入车厢尘土、除去夏季车厢内空气中的异(汗液的蒸发)味及湿气、改善舒适性。

2. 汽车空调组成

汽车空调主要由制冷系统和暖风系统等组成。

空调制冷系统主要由压缩机、冷凝器、膨胀阀、蒸发器、干燥过滤器及管件等组成、如图 5 - 1 所示。

3. 空调的分类

汽车空调按供给动力(电)源的不同分为两大类:非独立式汽车空调和独立式汽车空调。因为汽车空调普遍采用的是“蒸发—压缩”制冷系统都有制冷压缩机,它需要消耗动力。

① 非独立式汽车空调,是直接从汽车发动机本身取得动力。现代轿车、小型客车,一些大型载货车,由于安装空间受到限制,只能采用非独立式空调。

② 独立式汽车空调,可为它专设燃油动力装置的空调,大型客车采用。由于有足够的安装空间,控制简单方便,空调可以设计成机组,实现通用化。

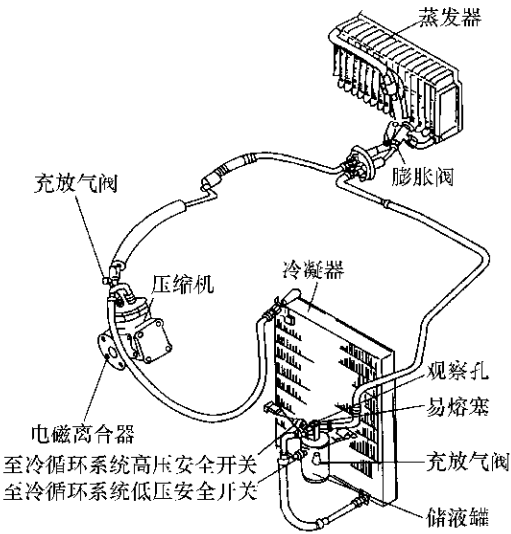


图 5 - 1 汽车空调系统

二、几种车型空调控制电路

(一) 夏利轿车空调系统

夏利轿车空调系统电气控制电路如图 5 - 2 所示。该型轿车空调制冷系统具有温度与转速双重自动控制功能,是现代小型汽车空调制冷控制电路的典型代表。

夏利轿车空调制冷系统采用了电子控制装置。该装置是由传感器、空调放大器、压缩机电磁离合器和怠速提高电磁阀组成的。空调放大器是其控制中心。它以蒸发器出风口温度和发动机转速为控制信号,经过对控制信号的变换、比较、判断、运算后,控制压缩机、冷凝器风扇和怠速提高装置的工作。

该系统中,空调放大器内有三种传感器共同起控制作用,它们分别是速度传感器、温度传感器和双向压力传感器。空调放大器的工作过程如下:按发动机的功率,将空调放大器调速钮调至

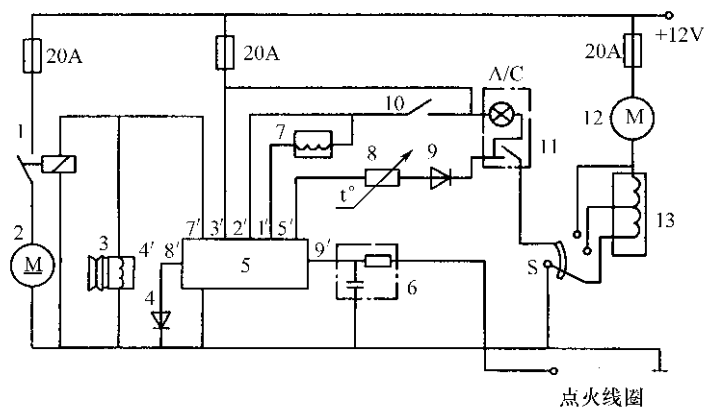


图 5 - 2 夏利轿车空调系统电气控制电路

1—冷凝器电子扇继电器;2—电子扇电动机;3—压缩机;4、9—保护二极管;
5—空调放大器;6—滤波器;7—怠速提高装置;8—热敏电阻;10—低压开关;
11—空调开关;12—鼓风机电动机;13—变阻器 S—鼓风机开关。

某一值。放大器根据接收到的点火信号,通过怠速提高器的作用,使压缩机工作,发动机处于一种稳定状态下运转。双向压力传感器,通过对高、低压管路的压力信号的反馈,控制压缩机使其压力在正常范围之内,保证制冷系统的安全。温度传感器通过热敏电阻对蒸发器通风口温度的感应,控制压缩机工作,使车内温度满足乘员的需要。

空调放大器内部集成线路如图 5 - 3 所示。图中左侧和上部输入端子,分别接到速度检测、温度检测和压力开关上;其余输出端子按电磁离合器、电磁阀等受控元件,控制空调系统的工况。

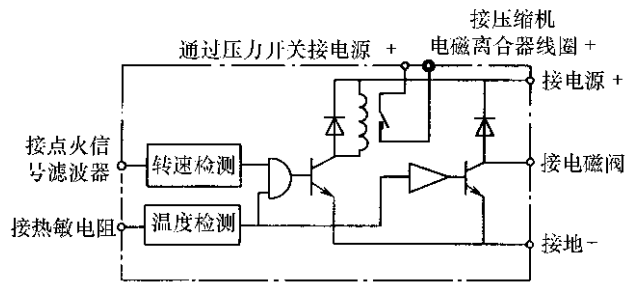


图 5 - 3 空调放大器内部线路

(二) 奥迪轿车空调系统

奥迪 100 型轿车空调电气控制系统如图 5 - 4 所示。该系统中各控制开关的工况是：

1. 空调高压开关

当系统压力过高,达到(1.31 ~ 1.75)MPa 时,高压开关 7 接通热风扇 2 挡;压力过低,在(1.06 ~ 1.05)MPa 时,高压开关 7 断开。用装在冷凝器出口处的压力信号控制冷却风扇的转速。

2. 制冷回路低压保护开关

低压开关 9 是装在蒸发器与储气罐之间的。当制冷回路低压部分压力过低,在(0.08 ~

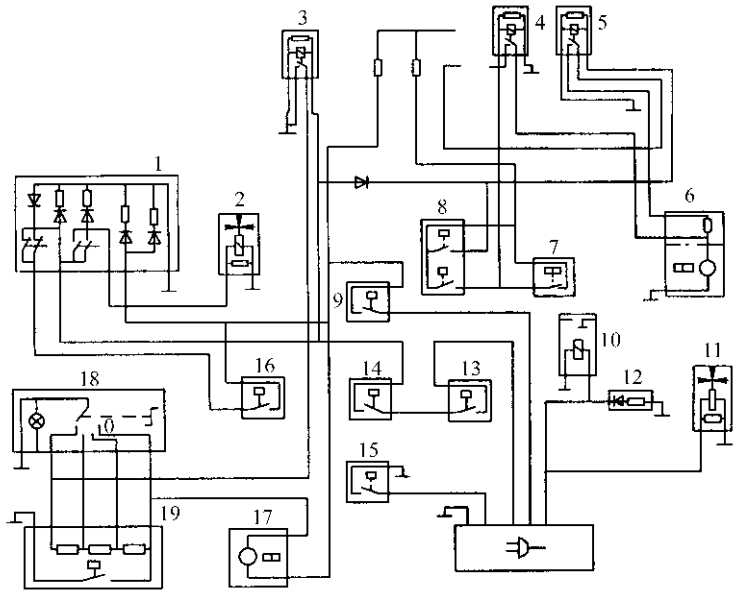


图 5 - 4 奥迪 100 轿车空调电气控制原理

开关 ;2—真空电磁阀 ;3—鼓风机继电器 ;4—散热器二档继电器 ;5—散热器一档继电器 ;
动机 ;7—空调高压开关 ;8—风扇热敏开关 ;9—低压开关 ;10—电磁离合器 ;11—怠速提升阀 ;
保护二极管 ;13—蒸发器温度开关 ;14—电磁离合器高压开关 ;15—冷却液过热开关 ;
16—外界温度开关 ;17—鼓风机电动机 ;18—鼓风机开关 ;19—变速电阻。

0.1)MPa 时 ,开关断开 ,并使电磁离合器脱开以保护压缩机 ,压力为(0.23 ~ 0.29)MPa 时 ,开关接通。

3. 电磁离合器高压开关

安装在冷凝器入口处的电磁离合器高压开关 14 ,在压力为(2.82 ~ 3.10)MPa 时断开 ,压力为(1.03 ~ 1.73)MPa 时开关接通。

4. 外界温度开关

外界温度开关 16 装在蒸发器附近 ,7 时接通、- 1 时断开压缩机 ,自动关闭制冷系统。

5. 蒸发器温度开关

蒸发器温度开关 13 为波纹管式恒温器 ,插在蒸发器的叶片之间。蒸发器温度过低时 ,切断电磁离合器 ,防止蒸发器结冰。温度为(1.5 ~ 4.5) 时接通 ,温度为(- 1.5 ~ 1.5) 时断开。

6. 风扇热敏开关

风扇热敏开关 8 安装在冷却液水箱出口处 ,用来控制发动机冷却液的温度。热敏开关有两挡 ,1 挡的接通温度为(92 ~ 97) ,切断温度为(84 ~ 91) ,2 挡的接通温度为(99 ~ 105) ,切断温度为(91 ~ 98) 。打开空调时 ,鼓风机、散热风扇以 1 挡速度转动 ;当制冷回路压力过高时 ,在高压开关作用下 ,散热风扇以 2 挡速度旋转 ,以提高制冷能力。

7. 空调继电器

当 A/C 控制开关接通后 ,空调继电器动作 ,电源对电磁离合器供电 ,使之吸合 ,同时又对怠速离合器供电 ,以提高怠速 ,满足压缩机的动力需要 ,防止发动机熄火。空调继电器受冷却温度控制 ,当冷却温度高达 120 时 ,开关接通 ,切断电磁离合器的电流 ,使压缩机停转 ;温度降到

106 时,开关断开,空调继电器重新供电,压缩机运转。

(三) 桑塔纳轿车空调系统

上海桑塔纳轿车空调控制电路图如图 5-5 所示。图上方 A、B、C 表示三路电压不同的电源正极,下方的横线表示负极搭铁,左侧部分表示冷凝器电风扇(V_7)控制回路,右侧为制冷系统运行的控制回路,中间部分为鼓风机(V_2)控制回路。各部分回路工作过程如下:

1. 制冷系统控制回路

该回路主要控制电磁离合器 N_{25} 、怠速电磁阀 N_{16} 和新风窗电磁阀 N_{63} ,使制冷系统处于不同工况下运行。

(1) 外界温度开关 F_{38}

外界温度开关设置在新鲜空气进口处。只有当外界温度高于 10 时,温度开关 F_{38} 合上,制冷系统才能工作,温度低于 1.67 时, F_{38} 断开,制冷系统不工作。

(2) 制冷开关 A/C(E_{30})

制冷开关 A/C 位于仪表板操作面上。合上 E_{30} 时,由 C 路电源电流经熔断器 $S_{14} \rightarrow E_{30}$ 。以下分几条支路:第一条经 E_{30} 内的空调指示灯 $K_{46} \rightarrow$ 搭铁 $\rightarrow$ 负极,指示灯亮。第二条支路经 $F_{38} \rightarrow$ 新鲜空气电磁阀 $N_{63} \rightarrow$ 搭铁 $\rightarrow$ 负极,电磁阀动作,关闭了新鲜空气进口,车内空气进入内循环状态。第三条支路则经温度开关 F_{33} :其一,接通位于化油器内的怠速电磁阀 N_{16} ,提高发动机怠速转速;其二,通过位于干燥过滤器上的低压开关 F_{73} ,接通压缩机电磁离合器 N_{25} ,使压缩机进入工作状态。

(3) 温度开关 F_{33} (怠速电磁阀开关)

该开关位于蒸发器冷风进口,在低于 0 时 F_{33} 打开,高于 2 时合上。其作用是防止蒸发器结霜,保证制冷系统正常工作。

(4) 低压开关 F_{73}

低压开关 F_{73} 位于干燥过滤器上。在制冷系统压力低于 200kPa 时打开,高于 200kPa 时合上。其作用是在制冷系统泄漏后,能保护压缩机正常工作。

(5) 空调继电器 J_{23}

该继电器位于中央继电器 5 号位,受制冷开关 A/C(E_{30})控制。在制冷系统工作时,空调继电器 J_{23} 的另一双头触点合上,接通 V_2 ,即使 E_6 处于 0 位时,也可使鼓风机 V_2 以一挡速度运转,同时可以使冷却电风扇 V_7 工作,确保热交换顺利进行。

2. 冷凝器电风扇控制回路

(1) 热敏开关的控制

热敏开关 F_{18} 位于水箱侧边,可根据冷却液的温度控制冷却电风扇 V_7 的转速。热敏电阻有两挡。冷却温度高于 95 时,第一挡接通。电路为 $A \rightarrow S_1 \rightarrow F_{18} \rightarrow V_7 \rightarrow$ 搭铁 $\rightarrow$ 电池负极,电风扇 V_7 以低速 1600r/min 运转;当温度高于 105 时,热敏电阻 F_{18} 接通第二挡, V_7 高速运转,转速为 2400r/min,加速制冷剂的冷却。

(2) 高压开关控制

该开关 F_{23} 位于干燥过滤器上。当压力高于 1500kPa 时合上,冷却继电器 J_{26} 工作,接通冷却风扇电机高速线端, V_7 高速运转,加速高压冷却剂的冷却进程。

(3) 冷凝器电风扇电动机 V_7

它位于水箱后面,为双速直流电动机驱动,功率 175W,分别受热敏开关 F_{18} 和冷凝继电器 J_{26} 控制。

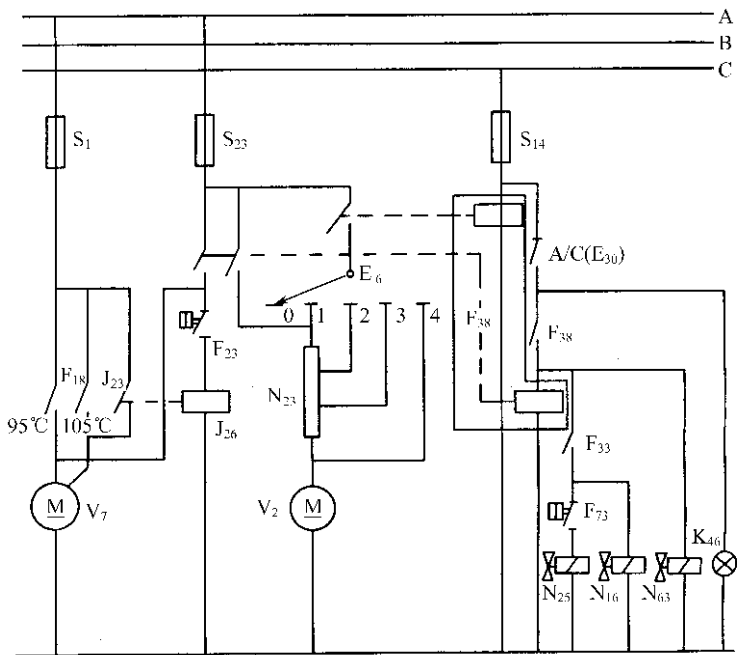


图 5 - 5 桑塔纳轿车空调控制电路

K₄₆—空调指示灯 ;N₆₃—新风窗电磁阀 ;N₁₆—怠速电磁阀 ;N₂₅—电磁离合器 ;
J₂₃—空调继电器 ;F₃₈—新风窗电磁阀开关 ;F₃₃—怠速电磁阀开关 ;
3—低压保护开关 ;A/C(E₃₀)—空调开关 ;V₂—鼓风机电动机 ;S₁₄、S₂₃、S₁—熔断器 ;
E₆—鼓风机变速开关 ;N₂₃—鼓风机电阻 ;F₂₃—高压保护开关 ;
J₂₆—冷凝风扇继电器 ;F₁₈—温控开关 ;V₇—冷凝器风扇电动机。

3. 鼓风机控制回路

在鼓风机 V₂ 电路中串联一个多挡次的电阻 N₂₃ ,接入不同数值的电阻 ,电动机的转速也随之改变。接入电阻是依靠开关 E₆ 来选择的。如在图示位置 ,相当于未接入电阻 ,鼓风机电路断开 ,电动机不转动。如将 E₆ 分别拨到 1、2、3、4 各挡 ,则串入鼓风机的电阻阻值依次为最大、较大、较小和零 ,通过 V₂→搭铁 ,电动机具有四种不同的转速 ,以 4 挡最高。鼓风机电动机功率为 215W ,N₂₃ 电阻位于鼓风机的风箱内。

(四) 别克轿车冷却风扇电气控制

别克轿车发动机的冷却风扇为直流电机风扇 ,安装于散热器的后端 ,左右各一个。散热风扇由动力控制模块 PCM 控制 ,在冷却液温度达到一定程度或空调开关打开时 ,即进入工作状态。当冷却液温度高于一定值或空调管路制冷剂的压力升高至一定值时 ,动力控制模块 PCM 控制风扇高速运转 ,以适应发动机工作的需要。冷却风扇的工作原理如下。

1. 低速运转情况

当冷却液温度超过 106 或空调开关开启 ,且环境温度高于 50 或空调管路中制冷剂压力大于 1.31MPa 时 ,动力控制模块 PCM 对低速控制电路提供搭铁路径 ,两风扇低速运转。

电流路径如图 5 - 6 所示 :12 号继电器线圈通电 ,在电磁吸力的作用下 ,继电器常开触点闭合 ,电流经保险丝 6、A2、左侧冷却风扇电机、A10、继电器 9、F12 至右侧冷却风扇电机 ,然后经黑色导线搭铁。此时 ,左、右冷却风扇电机处于串联工作状态 ,风扇低速运转。

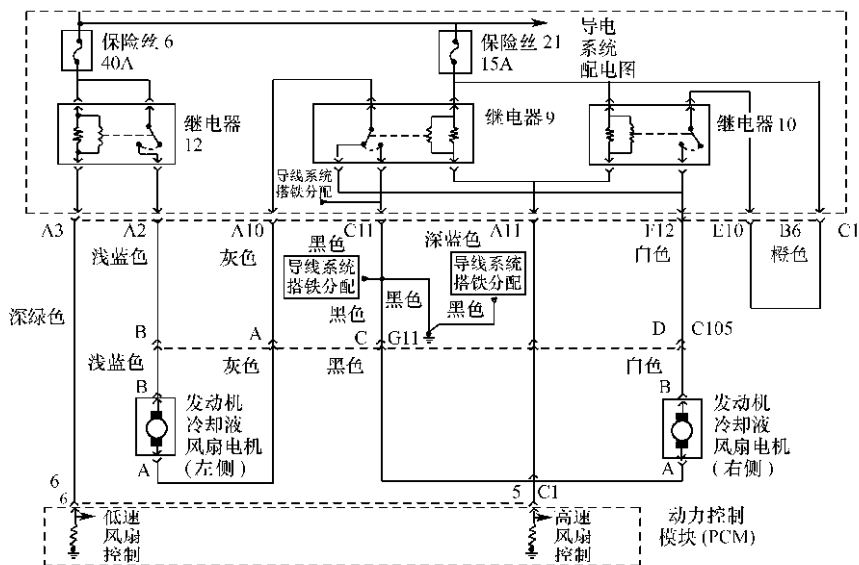


图 5 - 6 别克轿车发动机冷却风扇控制原理

2. 高速运转情况

当发动机冷却液温度超过 110 或空调管路中制冷剂的压力大于 1.65MPa 时 ,动力控制模块 PCM 首先经过低速风扇控制电路对 12 号继电器提供搭铁路径 ,线圈通电 ,在电磁吸力的作用下 ,继电器常开触点闭合 ,经 3s 延后后 ,PCM 经高速风扇控制电路为 9 号继电器和 10 继电器提供搭铁 ,形成完整回路。因而 ,左、右冷却风扇处于并联状态各自工作 ,风扇高速运转。

三、汽车空调的使用与故障检诊须知

(一) 空调的正确使用

① 启动发动机时 ,空调开关应处于关闭位置。空调运转时 ,应关闭好车的所有门窗 ,以免车内冷气泄漏 ,影响降温效果。开机时 ,应先将风扇开至高速挡 ,待几分钟后 ,再将温度控制器(恒温开关)转至最大冷量位置。

② 发动机熄火后 ,应使空调机停止工作 ,以免耗费蓄电池的电量。

③ 汽车缓慢行驶时 ,应把风速开关调在低速挡位置。正常行驶时 ,应避免将温度控制开关长时间置于最低挡位 ,以防蒸发器过度结霜 ,影响空调系统的运行。空调的送风速度及温度控制也不宜长时间置于最低位置。但当汽车速度低于 25km/h 时 ,应将风速开关置于低速挡位 ,避免发电机发电量不足和冷气不足。

④ 汽车停驶时间较长 ,又要使用空调时 ,应先让发动机以较高的速度运转 ,使空调器能正常制冷。对装有低速控制装置的汽车 ,它能自动提高发动机的转速 ,使发动机的空调器正常运转。

⑤ 汽车在长坡道上行驶时 ,要尽量少用或不用空调 ,因为这时发动机的负荷较大 ,使用空调会导致发动机过热。

⑥ 高温季节车内温度较高 ,不宜刚启动发动机就打开空调 ,而应先打开所有车窗 ,让汽车行驶(3~5)min ,待车内热气排出后 ,再关好车窗 ,启用空调。夏日停车应尽量选择阴凉的地方 ,避免直接在阳光下暴晒车辆 ,以免加重空调器的运行负荷。

⑦ 如果车外的空气温度很高,蒸发器上会有冷凝水滴下,并积水在车下,这是正常现象,并非泄漏。空调机工作时,由于发动机冷却系统增加了附加负荷,冷却系统温度表将显示出比正常情况下更高的温度,这也是允许的。

⑧ 当汽车行驶在尘土飞扬的道路上时,应将空气入口控制杆调到再循环(RECIRC)位置。若车辆在静止状态下使用空调,应使用外循环(FRESH)位置,以引进新鲜空气,保持一定量的新鲜空气和氧气,以避免人员窒息事故发生。

⑨ 发动机在大负荷下较长时间工作时,需要有良好的冷却效果,以防止发动机过热,影响汽车正常行驶,空调效果将降低,为此应暂时关闭空调。

⑩ 使用空调时,车内还应保持一定的温度,以减少人体水分的蒸发和细菌的繁殖。并保持车内空气净化,禁止吸烟。也不可在空调运转的情况下在车内睡觉,以防废气进入车内产生大量一氧化碳而中毒。

⑪ 应避免温度控制器在最大冷量位置而风扇却在低速挡,以防止蒸发器上结霜。风向调节可调整水平及垂直风口的百叶窗。膨胀阀的开度一般在汽车出厂时已调好,不要随意调动。

⑫ 汽车空调必须装有足够量的制冷剂,并是厂家规定的品牌。空调系统必须严格密封,防止泄漏腐蚀其他机件。

(二) 空调的维护须知

汽车空调系统结构复杂,技术要求高,制冷剂对人体有一定伤害,维护修理时应须知:

① 维修汽车空调时,不能在密闭的房间或通风不好的房间里排除制冷循环中的制冷剂。因为制冷剂在室温下是无色无味气态,密度比空气大,会沉积在维修场所,如地沟、地下室等处,易造成人员窒息。所以检修空调时要在通风良好的场所进行。

② 在维修空调时,要避免制冷剂与皮肤接触,要戴好橡胶手套和防护眼镜。打开制冷回路时,避免与液态制冷剂或制冷剂蒸气接触,以防冻伤。不可让制冷剂接触明火,否则制冷剂遇明火后,会产生有毒气体。

③ 确认需要更换制冷循环系统零部件时,要首先排空管路中的制冷剂。排空时要使用专用工具 V. A. G1691。先关闭点火开关,按仪器使用说明书接通充抽机,然后进行操作。抽吸过程中应注意压力表的数值,以决定是否接通下一次抽吸过程。在抽吸结束后,若观察孔中还能见到制冷剂机油,则需再抽吸一次。在制冷剂排净后,才能打开螺丝更换损坏的零部件。打开的零部件和软管要防潮和防污,用密封帽封好。安装时,O形密封环只能用一次。使用时还要用制冷机油浸渍,注意准确的内径。

④ 维修空调时,在下列情况下必须冲洗制冷回路:有污物侵入;由于轴承损坏须更换压缩机,润滑油变质或变稠时。如果要清洗制冷系统的零部件,必须用干燥的氮气吹洗,不能用压缩空气。

⑤ 不能把制冷剂放入到大气中,因为制冷剂氟里昂对大气臭氧层有害,破坏地球大气环境。必须用容器将制冷剂抽出,然后返回厂家处理或进行其他的环境保护性的妥善处理。装有制冷剂或冲洗剂的容器绝不能装满制冷剂或冲洗剂,因为没有足够大的膨胀空间,温度升高后容易爆炸。

⑥ 由于制冷剂 R134a 的最大特点是不含氯原子,不会构成对臭氧层的危害,属于环保型新型无公害制冷剂。在我国 1995 年以后生产出厂的轿车如切诺基、富康等轿车的空调系统中已经采用了 R134a 作制冷剂。使用 R134a 制冷剂千万不能与 R12 制冷剂互换混用,同样分别用于两种制冷回路的润滑油也不能混合,已接触某一制冷剂的工具不可再接触另一制冷

剂。

⑦ 使用 R134a 制冷剂的能溶合的润滑油有 PAG 和 ESTER 两种,都为人工合成油,以 PAG 应用较为广泛。使用 PAG 作为压缩机润滑油时,传统的密封材料将被腐蚀而失去密封作用。所以不能将 R134a 直接灌入原有的制冷系统中取代 R12,否则将导致严重的后果。与 PAG 配合使用的橡胶密封件的材料,以 HNBR(日本产品)最佳,氯丁橡胶也能使用。

⑧ 更换制冷剂只能到专门的汽车修理厂由专门的技术人员严格按环保要求进行。

⑨ 不要在空调系统保持压力状态下进行加热作业,如维修加热、焊接等,以避免系统内压力增大,造成系统损坏。

⑩ 不能用氧气代替氮气作试压检漏,因为氧气是很强的助燃剂,它与矿物油、油脂类物质接触可能会引起强烈爆炸。

四、汽车空调故障的维修

(一) 汽车空调的维护

为了使汽车空调能良好地运行,发挥它应有的作用,除正确使用外,还必须注明维护,即通过对汽车空调系统的定期检查和调整,保持其最佳的工作性能和状态。

1. 空调系统管路和管接头的维护

经常检查空调系统各软管有无磨损、老化现象。空调系统中大量采用橡胶软管,如果这些软管有磨损,待环境温度升高、制冷系统工作时就会爆管,导致制冷剂、冷冻机油泄漏。如果软管已破,空调还继续运转,则会导致泥土和水分大量进入压缩机等部件,造成整个制冷系统报废。因此,一定要经常检查橡胶软管,发现有磨损的情况要及时处理,对已破了口的部件要用布包扎好,并停止使用空调,尽快送专业维修厂进行维修。

检查各管路接头是否有油污,有油污表明该部位有泄漏,应及时进行维修。汽车空调管路中多采用弹簧锁快速接头,拆卸管接头时必须使用专用工具,不允许使用自制工具或其他代用品,否则容易损坏接头中的锁簧,造成制冷剂泄漏。如果一旦损坏无法进行修复,必须更换空调管总成。在安装管路接头时,必须使用新的专用密封圈,且需先涂抹少许冷冻机油,以保证安装顺利和提高密封效果。

2. 电气线路的维护

经常检查空调的电线情况,防止电线的绝热层磨破。当空调系统的保险烧损时,要先检查出故障所在,待处理完后再换上保险管通电,切不可把保险短接,否则有可能烧坏整个线路,也可能对汽车上的其他电路产生不良影响。

3. 节流装置的维护保养

一般汽车前空调采用的节流装置是节流管,后空调则采用膨胀阀。清洗管路时最好能同时更换节流装置,以防止管路堵塞,造成压缩机损坏。但是,不管采用何种膨胀阀,绝对不允许为追求制冷效果而自行调整膨胀阀的开度。膨胀阀的开度调整不当,轻者影响制冷效果,重者造成压缩机报废。

4. 压缩机的维护

① 在停用制冷系统后,每两周使压缩机工作 10min,这样做有以下好处:将冷冻机油输送到轴封上,防止轴封干枯,提高密封作用,预防“冷焊”。压缩机是精密部件,长时间不用,其精密的配合表面会产生“冷焊”现象,压缩机长期不工作,制冷剂和冷冻机油会产生化学变化,易在配合表面形成蚀点,破坏零件的光洁度和精度。

② 检查压缩机皮带张力。汽车压缩机皮带的张力一般为(320 ~ 420)N ,皮带张力过大 ,易造成压缩机皮带轮轴承早期损坏 ,导致压缩机噪声增大 ,如不及时修理还会造成离合器损坏。皮带张力过小 ,易造成皮带打滑 ,导致压缩机转速下降 ,制冷效果差。日常使用中 ,驾驶员可以定期用手翻动皮带 ,如果皮带能翻转 90° ,则张力基本正常。

③ 如果发现汽车空调系统中冷冻机油泄漏 ,应及时修理 ,并按规范加注汽车专用冷冻机油。同时 ,要注意检查压缩机轴封以及压缩机与进、排气管的连接部位是否有泄漏。

5. 蒸发器的维护

在蒸发器的进风口处 ,一般都装有空气滤网 ,空气滤网应每周清洗一次 ,以免车内的灰尘、杂物吸附在空气滤网上 ,阻碍空气流通 ,造成制冷量不足。蒸发器同冷凝器一样都是换热器 ,要求保持通风口清洁、排水道畅通、鼓风机运转正常等。汽车在最大制冷时 ,要注意检查是否有发动机热水通过暖水阀漏进来 ,以免影响制冷效果。

6. 冷凝器的维护

为了保护整个空调系统能正常工作 ,制冷效果良好 ,保持冷凝器表面的洁净是至关重要的。为此 ,应经常清洗冷凝器 ,防止油污、泥土及其他杂物附在冷凝器上。清洗时注意不要把冷凝器散热片碰倒 ,更不能损伤管子。清洗时应注意以下两点 :

① 勿使用高压水枪 ,因高压水枪的压力容易损坏散热翅片 ,导致散热效果降低。

② 除了清洁冷凝器表面 ,还需清理冷凝器和散热器之间的缝隙 ,如果这里堵塞严重 ,往往造成发动机水温过高 ,同时影响制冷效果。

7. 储液罐的维护

储液罐正常使用 2 年后要及时更换 ,因为储液罐内的干燥剂使用 2 年左右就会失效 ,如果是过分饱和地吸收了水分 ,干燥包容易爆裂 ,干燥剂粉末也会堵塞管路。每次拆开管路进行修理或清洗时 ,必须更换新的储液罐。

8. 其他注意事项

① 汽车必须使用专用制冷剂及专用冷冻机油。

② 空调系统必须使用清洁、干燥的制冷剂和冷冻机油。如果系统中有空气、水分及污物 ,都可能对系统的温度和压力产生不良的影响 ,降低制冷效果 ,导致系统部件损坏 ,管路阻塞等故障。

③ 打开管路进行检修后 ,必须更换储液罐。

(二) 汽车空调系统的故障诊断

1. 汽车空调常见故障

汽车空调常见故障有 :完全不制冷、制冷量不足、间歇性制冷、空调工作噪声等 ,其故障特征、原因、排除方法如表 5 - 1 所列。

表 5 - 1 汽车空调系统常见故障

故障特征	故障原因	排除方法
------	------	------

故障特征	故障原因	排除方法
完全不制冷	1. 制冷系统故障 (1) 制冷系统内无制冷剂(完全泄漏) (2) 储液干燥器完全脏堵 (3) 膨胀阀进口滤网完全脏堵 (4) 膨胀阀阀门打不开 (5) 压缩机进排气阀片损坏 进排气失效	(1) 检查找出泄漏处 ,修复并补充制冷剂 (2) 更换储液干燥器 (3) 清洁或更换进口滤网 (4) 更换膨胀阀 (5) 检查压缩机进排气阀片组件或更换相同规格压缩机

(续)

故障特征	故障原因	排除方法
完全不制冷	2. 电路及控制系统故障 (1) 电磁离合器线圈搭铁不牢或脱焊断路 (2) 电路保险器烧断 (3) 控制开关失效 (4) 鼓风机不转	(1) 旋紧搭铁端部 检查线圈电路是否短路 (2) 检查、更换保险器 (3) 更换控制开关 (4) 检修鼓风机及其电路
	3. 机械系统故障 (1) 压缩机传动皮带松弛或折断 (2) 压缩机机件损坏卡死不能转动 (3) 鼓风机机件损坏卡死不能转动	(1) 紧定传动皮带或更换新品 (2) 检查、更换 (3) 检查、更换
	4. 风道及调控系统故障 (1) 热水阀不能关闭 (2) 空气混合门位置不对	(1) 检查、维修或更换热水阀控制器件 (2) 调整空气混合门使其位于制冷位置
制冷量不足	1. 制冷系统故障 (1) 制冷剂充注量不足或制冷剂泄漏 ,低压管路压力低于 78KPa ,高压管路压力低于 883KPa (2) 制冷剂过量 ,低压管路压力高于 245KPa ,高压管路压力高于 1962KPa (3) 冷凝器散热不良 (4) 膨胀阀阀门开启量过大或过小 (5) 膨胀阀进口滤网部分脏堵 (6) 制冷系统内有空气 (7) 制冷管路部分堵塞	(1) 被充制冷剂或检漏修复并充注制冷剂 (2) 从低压端缓慢放出多余的制冷剂 (3) 检查散热风扇皮带及控制转速高压开关 ,改善散热效果 (4) 检查调整或更换膨胀阀 (5) 清洗或更换膨胀阀进口滤网 (6) 放出制冷剂 ,反复抽真空后再重新充注制冷剂 (7) 更换或疏通堵塞管路
制冷量不足	2. 电路及控制系统故障 (1) 鼓风机转速过低 (2) 电磁离合器打滑 (3) 温控器失调或温度调整过高 (4) 冷凝器冷却风扇不转或转速过低	(1) 检查鼓风机及控制电路 (2) 检查调整其间隙及检修线圈电路 (3) 检查温控器并对其温度重新调整 (4) 检查冷却风扇及有关控制电路
	3. 机械系统故障 压缩机皮带过松、打滑	紧定驱动皮带或更换新品
	4. 风道及调控系统故障 (1) 蒸发器空气进口滤网脏堵 (2) 风道连接处或风道外壳漏气 (3) 热水阀开度过大 (4) 空气混合门位置不当	(1) 清除滤网杂质 (2) 紧定风道连接处 修复风道外壳破裂处 (3) 检查调整热水阀开度 (4) 调整空气混合门位置
间断性制冷	1. 制冷压缩机运转时 (1) 制冷系统中有冰堵 (2) 温控开关中的热敏电阻或感温包失灵 (3) 鼓风机损坏或控制开关损坏	(1) 放出制冷剂 ,抽真空后重新充注制冷剂 (2) 检查、调整或更换温控开关 (3) 检查修复或更换鼓风机及控制开关

(续)

故障特征	故障原因	排除方法
间断性制冷	2. 制冷压缩机有时转有时不转 (1) 电磁离合器打滑 (2) 电磁离合器线圈松脱或搭铁不良 (3) 空调继电器失控 (4) 压缩机传动皮带严重打滑	(1) 检查、调整电磁离合器 (2) 检查、紧定电磁离合器线圈 (3) 检查、调整或更换空调继电器 (4) 调整皮带张力或更换皮带
制冷系统噪声	1. 制动系统外部噪声 (1) 压缩机传动皮带过松或过度磨损 (2) 压缩机安装支架固定螺钉松动 (3) 压缩机进排气阀片破损或轴承损坏 (4) 鼓风机风扇叶片振动或安装松动 (5) 电磁离合器间隙调整不当 (6) 电磁离合器轴承缺油或损坏	(1) 紧定或更换传动皮带 (2) 紧定压缩机支架固定螺钉 (3) 检修或更换压缩机 (4) 检修、固定鼓风机 (5) 调整电磁离合器间隙 (6) 给轴承加油或更换轴承
	2. 制冷系统内部噪声 (1) 制冷系统制冷剂过多 (2) 制冷系统制冷剂过少 (3) 制冷系统有水使膨胀阀产生噪声 (4) 制冷系统高压管路压力过高,引起压缩机振动	(1) 放出多余的制冷剂 (2) 充注制冷剂 (3) 放出制冷剂、抽真空、重新充注制冷剂 (4) 检查高压限压阀,视情况调整或更换

2. 汽车空调的简易检查

(1) 观察压缩机的两条出入软管。这两条软管分别与压缩机的排气阀(高压阀)和吸气阀(低压阀)相连接,其中与排气阀连接的称为高压管,与吸气阀相接的为低压管。空调运行正常时,低压管在接近阀体的位置应凝结有水珠,但不应出现结霜现象。用手去触摸高、低压管有明显温差。正常时,凝有水珠的低压管较凉,高压管则很烫手。

(2) 用手触摸冷凝器进入管与排出管的温差进行比较。正常时,进入管比排出管热。若两管温差不大(或基本相同),说明冷凝器冷却不良,没能将进入冷凝器的制冷剂冷却好,空调系统将出现制冷不足或者不制冷。

(3) 用手触摸储液干燥瓶的进入、排出管道,其温度应一致。如果出、入软管温差较大,说明系统不正常,通常为储液干燥瓶堵塞。

(4) 观察储液干燥瓶的示液镜,可看见示液镜中的制冷剂流动情况。正常情况下,示液镜中大体透明。

3. 别克轿车发动机冷却风扇的检查

发动机冷却液达到一定温度时,空调才能进入工作状态,因此对冷却风扇的检查必须重视。该车的冷却风扇检查(参阅图 5 - 6 所示)有:

① 检查冷却风扇各线路的连接情况。各线路均应连接良好,不允许出现断路、短路和虚接的情况,否则应重新连接。

② 检查保险丝的性能,风扇所用保险丝 6 为 40A,保险丝 21 为 15A,两保险丝均应连接正常,型号匹配,否则应予以更换。

③ 检查风扇继电器的工作情况。分别检查各继电器线圈一侧的供电电压,应为 12V,否则应重新检查保险丝性能或检查电源线路;在各继电器线圈至动力控制模块 PCM 的线路正常导通

的情况下,检查继电器的动作情况,人为给线圈通电,应能听到继电器触点闭合时的“喀哒”声,否则应更换继电器。

④ 检查风扇电机的工作情况:利用系统扫描工具进行冷却风扇的控制,两风扇电机应该能够正常运转,否则应检修或更换风扇电机;将 12 号继电器取下,用导线将继电器的常开触点连通,观察风扇电机的运转情况,如果两风扇电机可以运转,则风扇电机正常,否则为风扇电机故障,应检修或更换。

⑤ 检查动力控制模块 PCM 为各继电器提供的搭铁情况,在风扇开启条件满足的情况下,搭铁线应搭铁良好,否则应检查水温传感器的工作状况,或检查空调继电器、空调压力开关的工作状况。如果检查结果中,上述这一工作正常,则要检查动力控制模块 PCM 的工作状况。

⑥ 检查 PCM 是否良好。在线路连接、保险丝、风扇继电器、风扇电机都正常的情况下,可通过更换动力控制模块 PCM 的方法判定其好坏,如有异常则应更换。

总之,冷却风扇的运转情况直接影响发动机的正常工作温度。当发动机出现高温状况时,必须对整个冷却系统进行检修,以保证空调机的正常运转。

4. 奥迪 A6 2.6L 97 款轿车,空调机压缩不工作故障的诊断

(1) 故障特征

奥迪 A6 2.6L 轿车配置 ECU 控制自动空调,具有自诊断功能,可用手工读取故障代码。当打开空调开关,发现鼓风机工作正常,但空调压缩机始终不工作。

(2) 故障原因

奥迪 A6 2.6L 轿车空调自动控制系统技术先进,独立控制功能强,部件较多,故障也相应增多。影响此车空调压缩机正常工作的因素有:

- ① 供电线路及接地不良;
- ② 空调开关及鼓风机负荷开关接触不良;
- ③ 系统压力过高,膨胀阀堵塞,高压开关断开;
- ④ 系统压力过低,缺乏制冷剂,低压开关断开;
- ⑤ 皮带严重打滑或压缩机转速传感器故障或损坏;
- ⑥ 空调 ECU 没有收到发动机转速信号;
- ⑦ 室外温度过低(低于 3)或室外温度传感器故障;
- ⑧ 冷却液温度过高(高于 119)或水温开关故障;
- ⑨ 温控器传感器故障,液面开关故障;
- ⑩ 发动机转速低于 $(200 \sim 500) \text{ r/min}$ 或自动跳合信号(即自动变速器高档变低挡信号)等。

(3) 故障诊断

① 通过控制面板上的功能选择键,用手工读取故障代码,系统没有故障代码输出,直接用导线跨接空调压缩机电磁离合器继电器,压缩机能工作。

② 检查各线路、插头等均属良好状况。将室外、室内温度传感器和节气门位置传感器拆下,ECU 能准确诊断并显示相应的故障代码,表明 ECU 自诊断系统正常。

③ 用专用工具 V. A. G 1551(1552)或 EAAT 3000 清除故障代码,再次执行读取故障代码功能时,显示屏幕上显示出故障代码“06.4”,其含义为冷却液温度传感器间歇性断路或短路,再次清码后重读代码,最终确定故障代码属实可靠。

④ 按电路图找到发动机左侧的电热敏式冷却液温度传感器,更换新件后启动发动机试验,故障彻底排除。

⑤ A6 轿车发动机冷却液温度传感器安装在发动机左侧节气门体旁 ,它是 1 个 4 线的热敏电子元件 1 条线为电源线 2 条至仪表板和低水位开关 ,另 1 条至自动空调 ECU。该热敏电子元件内部由 2 个负温度系数热敏电阻和晶体管组成。正常工况时 ,热敏电阻的电阻值随温度的升高而降低 ,当用万用表测量此热敏电子元件电阻则为 10MΩ ,所以 ECU 认为是在极冷的状况下 ,于是切断空压机电源 ,实现保护发动机的功能。

5. 皇冠(CROWN)3.0 轿车自动空调电控系统主要部件故障的诊断

① 皇冠 3.0 型轿车自动空调电控系统主要部件在车上的位置如图 5 - 7 所示 ,故障诊断操作如下 :利用指示灯、传感器和执行机构进行检诊。将点火开关置于“ ON”挡位 ,同时将自动模式开关及 RECIRC/FRESH(内循环/外循环)控制开关一起按下。

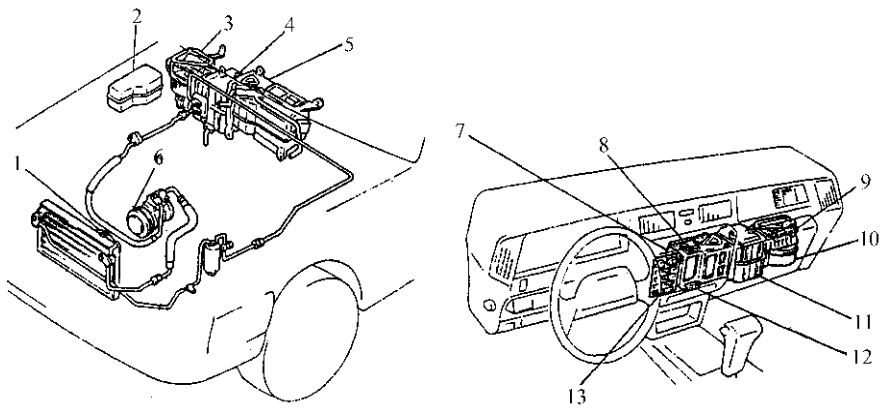


图 5 - 7 皇冠 3.0 型轿车自动空调系统电控部件在车上的位置

1—冷凝器风扇 ;2—继电器盒 ;3—风机总成 ;4—冷气装置 ;5—暖风装置 ;6—压缩机电磁离合器 ;7—模式控制伺服电动机 ;8—暖风装置 ;9—进气口控制伺服电动机 ;10—风机总成(风机电动机、风机调速电阻器) ;11—冷气装置(包括蒸发器、膨胀阀、热敏电阻器、空调放大器 and 功率晶体管) ;12—空气混合控制伺服电动机 ;13—空调控制总成。

· 指示灯检查。观察空调控制面板和卫星开关上的指示灯如图 5 - 8 所示 ,是否以 1s 间隔闪烁 4 次 ,如果某个指示灯不闪烁 ,表明该灯泡损坏。

· 传感器检查。检查 AUTO 指示灯闪烁情况 ,如果 AUTO 指示灯以 0.5s 间隔闪烁 ,表明所有传感器正常。如果其他指示灯以 0.5s 的间隔闪烁 ,表明该指示灯所代表的传感器有故障。各指示灯代表的传感器故障如表 5 - 2 所列。各指示灯编号如图 5 - 9 所示 ,

表 5 - 2 传感器的检查

编号	指示灯名称	所代表的传感器状态	编号	指示灯名称	所代表的传感器状态
①	AUTO(自动)	所有传感器正常	②	FACE(正面)	车内温度传感器断路
③	BI - LEVEL(双层气流)	车内温度传感器短路	④	FOOT(脚部)	环境温度传感器断路
⑤	FOOT/DEF(脚部/除霜)	环境温度传感器短路	⑥	M ₂ (中高速)	蒸发器温度传感器断路
⑦	HI(高速)	蒸发器温度传感器短路	⑧	DEF(除霜)	阳光传感器短路
⑨	LO(低速)	水温传感器断路	⑩	M ₁ (中低速)	水温传感器短路
⑪	FRESH(外循环)	电势计断路	⑫	RECIRC(内循环)	电势计短路

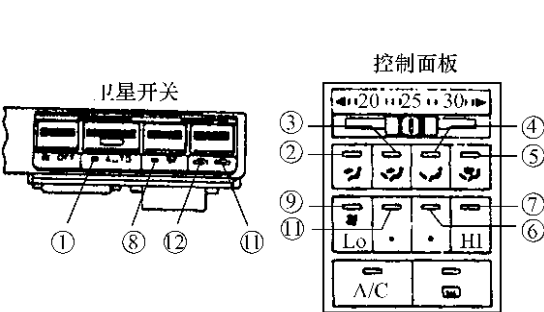


图 5 - 8 控制面板和卫星开关上的指示灯

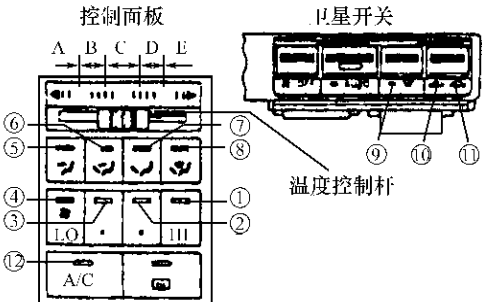


图 5 - 9 指示灯编号

③ 执行机构的检查。按下外循环/内循环开关 将温度控制杆移至不同的温度范围时 检查每个指示灯是否按表 5 - 3 所列的规定以 1s 间隔闪烁。

表 5 - 3 执行机构检查时应闪烁的指示灯

被检执行机构 温度控制杆位置	风机电动机	气流模式控制 伺服电动机	内循环/外循环 控制伺服电动机	电磁离合器
A(~20)	HI(高速)①	FACE(正面)⑤	RECIRC (内循环)⑩	电磁离合器接合时： A/C⑫
B(20 ~23)	M ₂ (中高速)②	BI - LEVEL (双层气流)⑥	RECIRC (内循环)⑩	电磁离合器接合时： A/C⑫
C(23 ~27)	M ₁ (中低速)③	FOOT (脚部)⑦	FRESH (外循环)⑪	电磁离合器接合时： A/C⑫
D(27 ~30)	LO(低速)④	FOOT/DEF (脚部/除霜)⑧	FRESH (外循环)⑪	电磁离合器分离时： A/C⑫
E(30 ~)	LO(低速)④	DEF(除霜)⑨	FRESH (外循环)⑪	电磁离合器分离时： A/C⑫

如果在执行机构检查完成之后按下 AUTO 开关 便进入传感器检查模式。

(2) 主要部件故障的诊断

① 压缩机电磁离合器。

- 启动发动机 察听关闭 A/C 开关时是否有来自压缩机附近的异常响声。
- 拔开电磁离合器插接器 将蓄电池正极引线连接到该插接器的端子上 将负极引线接车身搭铁 检查电磁离合器是否励磁动作。
- 如果有异常响声或电磁离合器不励磁动作 应更换电磁离合器。

② 风机电动机的检修。

- 拆下风机总成 从风机总成上拆下进风口控制伺服电动机 拆下风机总成下盖 拆下风机电动机。
- 如图 5 - 10 所示 将蓄电池正极引线连接 1 号端子 将负极引线连接 2 号端子 检查电动机是否平稳运转。

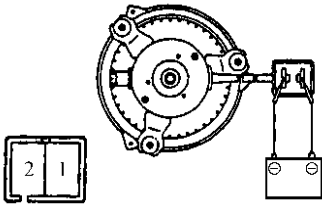


图 5 - 10 风机电动机的检查

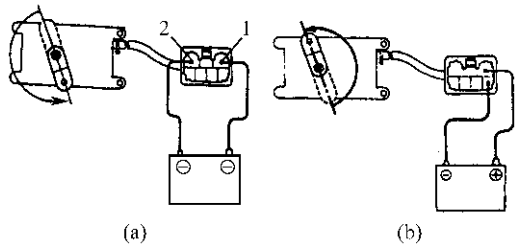


图 5 - 11 进风口控制伺服电动机的检查

③ 冷凝器风扇电动机的检查。

- 拨开风扇电动机连接器 给电动机施加蓄电池电压。
- 检查冷凝器风扇是否平稳运转。

④ 进风口控制伺服电动机的检查。

- 如图 5 - 11(a)所示 将蓄电池正极引线接 1 号端子 ,负极引线接 2 号端子 检查摇臂是否平稳地转向外循环(打开)侧。
- 如图 5 - 11(b)所示 将蓄电池正极引线仍接 1 号端子 ,负极引线接 2 号端子 检查摇臂是否平稳地转向内循环(关闭)侧。

⑤ 出风口控制伺服电动机的检查。

- 从暖风装置上拆下伺服电动机。
- 如图 5 - 12 所示 将蓄电池正极引线接 6 号端子 ,负极引线接 7 号端子。然后将 1、2、3、4、5 号端子先后分别与 7 号端子相连 摇臂所处的位置应符合表 5 - 4 所列的规定。

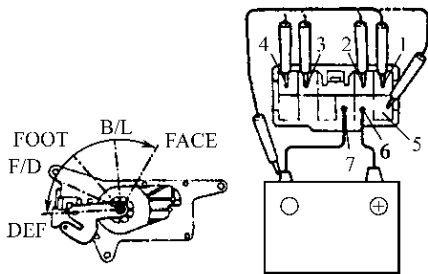


表 5 - 4 出风口控制伺服电动机的检查

连接的端子	摇臂位置(模式)
1 - 7	FACE
2 - 7	B/L
3 - 7	FOOT
4 - 7	F/D
5 - 7	DEF

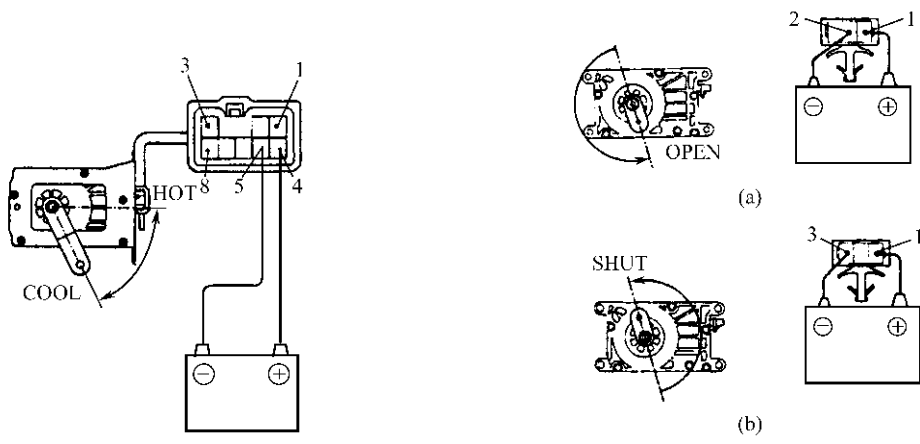
图 5 - 12 出风口控制伺服电动机的检查

⑥ 空气混合控制伺服电动机的检查。

- 如图 5 - 13 所示 将蓄电池正极引线接 4 号端子 ,负极引线接 5 号端子 检查摇臂是否从冷(COOL)侧平稳转至热(HOT)侧。然后 将 4 号与 5 号端子的接线对换 ,再检查摇臂是否从热(HOT)侧平稳转至冷(COOL)侧。
- 用电阻表测量如图 5 - 13 所示中连接器 2 号与 3 号端子之间的电阻 摇臂在 COOL 侧时 ,阻值应为(4.6 ~9.6)kΩ 摇臂在 HOT 侧时 ,阻值应为(1.2 ~2.4)kΩ。
- 如果电动机工作情况或测得的电阻值不符合上述要求 ,应更换电动机。

⑦ 双层气流控制伺服电动机的检查。

- 将蓄电池正极引线接 1 号端子 ,负极引线接 2 号端子 检查电动机摇臂是否平稳地转向打开(OPEN)的一侧 如图 5 - 14(a)所示。



- 13 空气混合控制伺服电动机的检查

5 - 14 双层气流控制伺服电动机的检查

- 保持正极引线不动 , 将负极引线接到 3 号端子上 , 检查电动机摇臂是否平稳地转向关闭 (SHUT) 的一侧 , 如图 5 - 14 (b) 所示。
- 如果不符合上述要求 , 应更换伺服电动机。

第二节 汽车安全气囊系统

安全气囊 (SRS) 能明显地提高汽车的安全性 , 近十几年来越来越被人们所重视。在美国 , SRS 技术已成为轿车的标准装备。

一、SRS 的组成与分类

(一) 组成与作用

1. SRS 的组成

SRS 安全气囊系统主要由碰撞传感器、气体发生器、SRS 总成、旋转连接器、储备电源、SRS 指示灯及电子控制模块等组成。SRS 安全气囊在车上的安装如图 5 - 15 所示。

2. 组件作用

(1) 碰撞传感器

碰撞传感器用来检测汽车的碰撞强度。当车辆受到撞击时 , 在车架变形的同时 , 使传感器转为导通状态 , 将其检测到的碰撞强度转化为电信号 , 并通过中央 SRS 传感器总成输入 ECU , 作为是否启动安全气囊的计算参数。碰撞传感器一般分别安装在驾驶室间隔板左、右侧及中部。

目前使用的传感器多为电传感器 , 有两种形式 : 一种是利用电阻应变计。当汽车发生撞击时 , 传感器中的振动质量发生振动 , 使电阻应变计发生变形 , 从而使其电阻值发生变化 , 产生电压信号并传送到 ECU , 以确定撞击程度。若撞击程度超过设定值 , ECU 将发出指令 , 使安全气囊引爆。另一种是利用石英或陶瓷制成的压电晶体 , 当汽车发生撞击时 , 石英或陶瓷晶体变形产生压电效应 , 撞击程度不同 , 变形也不同 , 产生电压信号亦不同 , 将其电压信号送至 ECU , 从而控制安全气囊是否引爆。

(2) 安全气囊

安全气囊一般位于转向盘特殊形状的缓冲垫内 , 它由充气元件、气囊、外壳等组成 , 如图 5 - 16 所示。充气元件安装在转向盘的支架上。

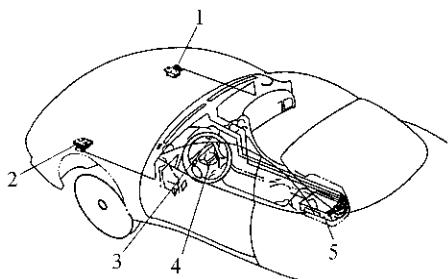


图 5-15 气囊系统基本结构

1、2—碰撞传感器；3—SRS 指示灯；4—安全气囊组件；5—带保护传感器的 SRS ECU。

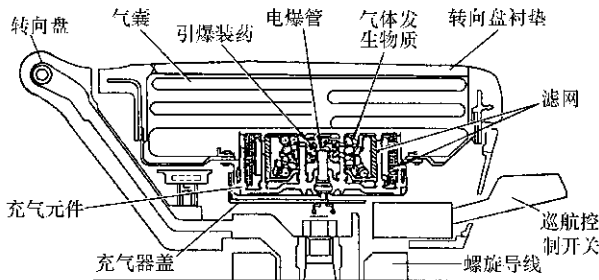


图 5-16 充气元件与气囊

图 5-17 所示为奥迪轿车用气囊，其预置接缝位于缓冲垫中间，被引爆时，接缝裂开使缓冲垫张开成为两半。

气囊通常用防裂性能好的聚酰胺织物制成，经过硫化处理以减少气囊充胀时的惯性力。内层涂有聚氯乙烯。气囊卷成向上的喇叭形，装在金属防护罩中，最新开发的护罩盖为无支承式的，用聚胺脂制成。气囊的后侧设有排气孔，充气后立即排气，使气囊更加柔软。

(3) 气体发生器

气体发生器如图 5-18 所示，安装于气囊下，由点火器、气体发生剂（叠氮化钠）、火药（高氯酸钾、钙盐）、电爆管、金属过滤器等组成。工作原理是：传感器向 ECU 输入撞击信号，ECU 向点火器发出指令，点火器点燃点火剂燃烧并传到氮气发生剂，使其产生大量的氮气，通过金属过滤器的冷却、降压、迅速充胀气囊、使气囊爆胀。

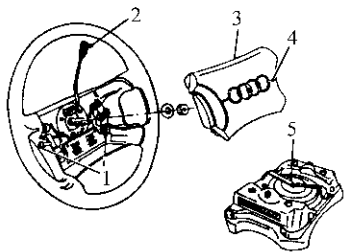


图 5-17 奥迪车用气囊

—气囊式转向盘；2—气囊接头；3—气囊；4—预置接缝；5—固定接头用的夹子。

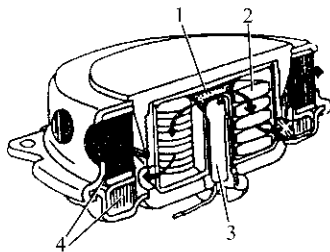


图 5-18 气体发生器结构简图

1—点火剂；2—氮气发生剂；3—点火器；4—金属过滤器。

(4) 旋转连接器

旋转连接器用于由转向柱把电信号传送到转向盘中的气体发生器。图 5-19 所示为奥迪轿车用螺旋弹簧式旋转连接器。各国生产车型不同，装用旋转连接器有异，目前常用的型式有：螺旋弹簧式、电缆卷筒式和滑环式等。而螺旋弹簧式由两个导电膜片构成，其特点是有恒定的接触电阻。

(5) 电子控制器

电子控制器由微处理器和监测系统两部分组成。微处理器的作用是用来接收碰撞传感器的信号加以处理，并判断是否有必要触发气体发生器。而监测系统是对控制系统的关键部件反复进行诊断测试，通过仪表板上的警告灯报警，同时将出现的故障以代码形式储存，维修时可通过诊断插座调出。

电子控制器的电路有 稳压电路、气囊系统监测电路、点火控制引爆电路、触发传感器、备用电路、故障自诊断电路等。

(6) 备用电路

备用电路由一个直流稳压器和一个电容储能器组成。直流稳压器能保证供给系统的电压恒定,使系统正常工作而不发生失效引爆事故。它是一个能比较、放大及调节环节的集成稳压装置。而电容储能器是利用电容储存电能,在汽车撞击电源中断时,担负起气囊系统的电源作用,避免其失效引爆事故。

(二) SRS 的分类

SRS 安全气囊按在车上的布置分类有:驾驶员气囊、乘客气囊、后座气囊、侧面气囊等。针对不同撞车方位,保护乘员不同部位。SRS 可分为:正面碰撞气囊,包括驾驶侧气囊(DAB)、副驾驶侧气囊(PAB);侧面碰撞气囊(SIAB)、膝部碰撞气囊(KAB)和顶棚气囊(RRAB)等。按气囊体积大小可分为全保护气囊和半保护气囊。前者体积比较大,成本较高。后者必须与安全带配合使用,目前被大多数汽车制造厂家采用。安全气囊技术正向着多气囊和智能化方向发展。

二、SRS 的控制原理

当汽车受到前方(或侧面)一定角度范围内的高速碰撞时,安装在汽车前端的碰撞传感器和防护传感器便会检测到汽车突然剧烈减速的信号,如果达到了设计时所设定的数值,传感器的触点将自动闭合,将信号输入到 SRS 的 ECU 中。ECU 中预先设置的程序对信号进行处理后向气囊组件内的电热点火器发出点火指令,引爆电雷管,点火剂被点燃爆炸,产生大量的热量,此时气体发生器中的层状叠氮化钠被点燃,生成适量的惰性气体——氮气,该气体使折叠的气囊充气膨胀,气囊便冲开组件装饰盖板鼓向驾驶员(或乘员)使驾驶员头部和胸部压在气囊上,避免造成伤害。SRS 气囊系统工作过程如图 5 - 20 所示。

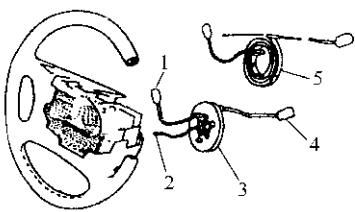


图 5 - 19 奥迪车用螺旋弹簧式旋转连接器
1—短路搭铁接片接头;2—搭铁;
3—螺旋弹簧壳体;4—螺旋弹簧接
头;5—螺旋弹簧。

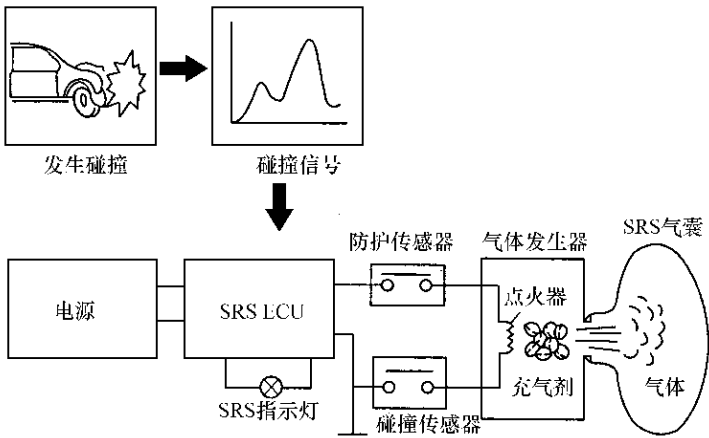


图 5 - 20 SRS 气囊系统工作过程

从传感器检测出碰撞到引爆及气囊完全膨胀只需要(40 ~ 50)ms,然后开始经阻尼孔泄气,整个过程只需 65ms 左右,可谓眨眼(约 100ms)之间就完成全过程的保护作用。

三、SRS 的电路控制

本田 CIVIC 轿车的 SRS 的电路原理如图 5 - 21 所示。

图中 SRS 气囊组件内点火器电阻为 200Ω ,当汽车发生碰撞时 ,防护传感器触点接通 ,左、右碰撞传感器触点至少有一个接通 ,此时电路为 :蓄电池正极→发动机舱盖下方熔断器/继电器盒熔断器→点火开关→仪表板下方熔断器/继电器盒熔断器(No. 25 SRS10A)→SRS 控制 ECU 的 13 端子→二极管→防护传感器触点→螺旋线束→气囊 SRS 点火器电阻(200Ω)→SRS 控制 ECU 的端子→左(或右)碰撞传感器触点→搭铁→蓄电池负极。从而实现点火启动 SRS 系统工作 ,起到保护作用。

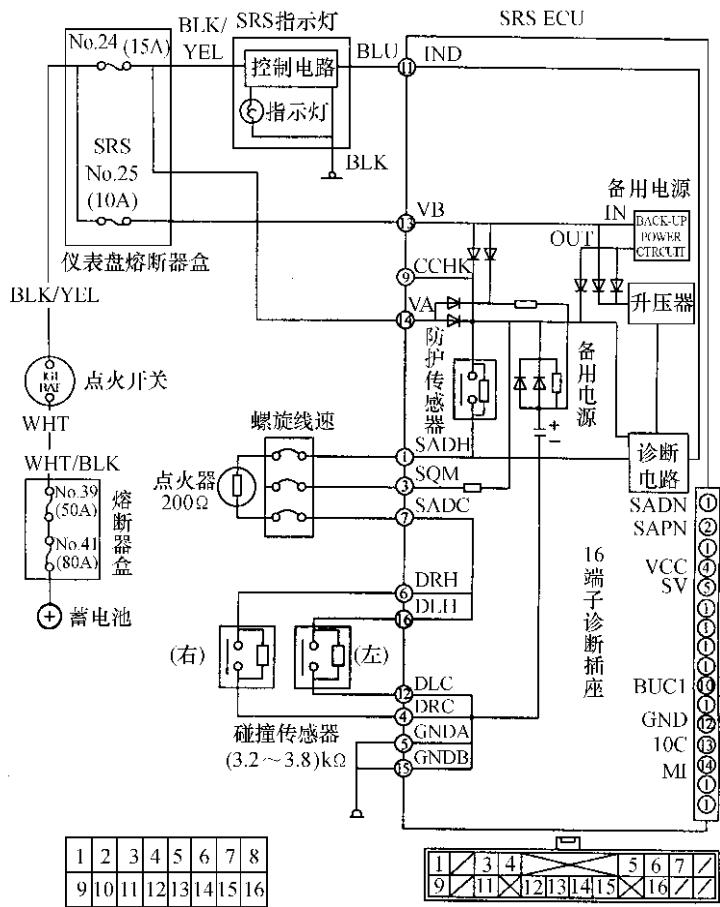
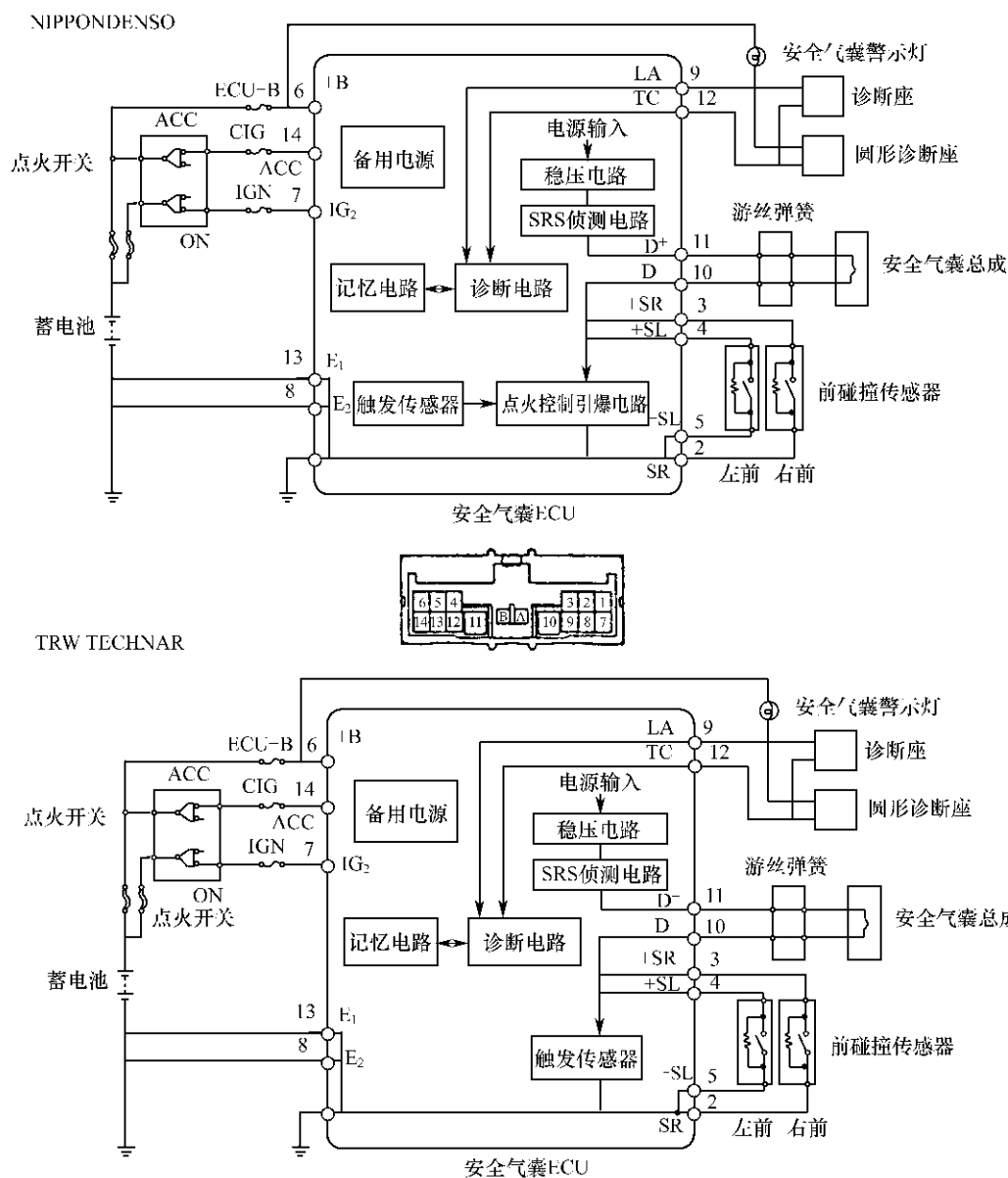


图 5 - 21 本田 CIVIC 型 SRS 系统电路

丰田车系安全气囊 ECU 及系统电路如图 5 - 22 所示。

丰田车系 SRS 气囊系统元器件在车上位置布置如图 5 - 23 所示。为了保证安全气囊系统工作的可靠性 ,防止误引爆 ,气囊引爆必须满足 ,即只有当 SRS 侦测电路、触发传感器和碰撞传感器同时接通时 ,气囊才能被引爆充气。



四、SRS 的使用与故障诊断须知

（一）SRS 气囊的使用

① SRS 正常时,当点火开关置于 ON 挡位,未启动发动机,设在仪表板右下角的警告指示灯亮约(6~10)s 后自动熄灭;发动机一旦启动,警告指示灯就会立即熄灭。如果指示灯一直发亮,则表明 SRS 系统有故障。

② 在转向盘外壳和仪表板上标有“ AirBat ”或“ SRS ”(辅助乘员保护系统)或“ SIR ”(辅助充气保护系统)者,表明该车装有安全气囊。

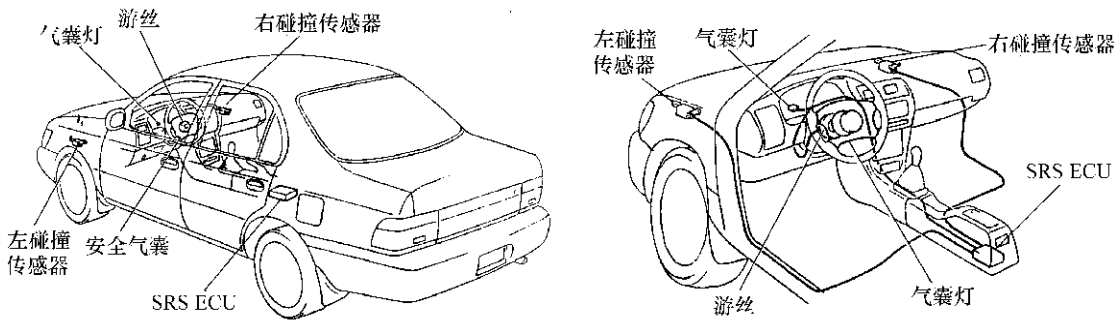


图 5 - 23 丰田车系 SRS 系统元件位置

③ 气囊充气时不会破裂或燃烧 ,但由于化学反应应会产生一定的烟和粉末状残渣 ,其主要成分是钠的化合物和滑石粉 ,对人体皮肤或眼睛与之接触时有短时的刺激感 ,对健康无大危害。

④ 气囊充气后 ,人体碰压使其很快泄气。只要汽车仍能行驶 ,驾驶员就能继续驾驶带着瘪气囊的汽车驶向修理厂 ,但这时很危险 ,只能应急。

⑤ 气囊充气时会发出强烈的响声 ,但持续时间极短 ,被实际碰撞的声音完全淹没 ,大多数乘员或许没注意并未曾听到。

⑥ 在气囊的前方、上方或附近处不可放置任何物品 ,否则有可能妨碍气囊充气或被抛射出去。在车室内安(改)装收音机、CD 机等附件位置时 ,一定要遵守汽车制造厂的要求和规定 ,否则也会影响 SRS 的工作。

⑦ 儿童乘坐装有 SRS 气囊的汽车 ,最好把儿童安排在后排座椅上 ,同时使用合适的儿童保护装置。

⑧ SRS 气囊传感器能准确鉴别汽车紧急制动与严重前碰撞或近似前碰撞差别的能力。因为触发气囊充气的传感器仅能被严重的前碰撞或近似前碰撞所激发 ,即使用手摇动保险杠或汽车行驶在高低不平的路面上的振动 ,猛烈的关门、转向盘的振动等 ,气囊都绝不会意外充气。

⑨ 任何气囊系统都是与某一特定车型的碰撞特性及乘员舱尺寸相匹配的。因此 ,在碰撞后可修复的汽车上 ,只能更换专门为该车型设计的气囊系统 ,同一车型而不同生产年份的均不可代用。

⑩ 由于汽车碰撞而未引爆充气的气囊 ,可能是该气囊的电路有故障 ,以致没有电信号传给气体发生器。此时首先应断开电源线 ,考虑到气囊系统有能量延迟特点 ,在发生事故不大时 ,不可放置物品在未充气气囊旁边。若装有 SRS 系统汽车着火时 ,气囊组件在温度达到 150℃ 左右时会自行充气引爆。

⑪ SRS 安全气囊的可靠性及寿命一般约为 10 年 ,过期时应由专业人员更换。碰撞传感器、电控 ECU、气囊组件等元件均属不可修复件 ,发生故障后应更换新件。

⑫ 车辆报废时 ,安全气囊一定要拆下在车外做引爆处理 ,具体方法是 :

- 将点火开关置于 OFF 位置 ,并拆下蓄电池搭铁电缆后等待 20s 或更长时间。
- 安装专用工具 SST。脱开螺旋电缆的安全气囊连接器 ,将 SST 的连接器连接到螺旋形电缆的连接器的上 ,并将 SST 移到汽车前方 10m 以外的远处 ,关上汽车所有车门窗。
- 引爆气囊是把 SST 的红黑两个夹子分别连到蓄电池的正、负极上 ,在确认人员安全的情况下 ,按下 SST 启动开关 ,指示灯亮的同时安全气囊也引爆。
- 对水银开关式碰撞传感器的处理时 ,旧传感器不得随意乱扔 ,应当作有害废物处理 ,因为

水银有剧毒。

⑬ 碰撞传感器的动作具有方向性。安装前碰撞传感器时,传感器上的箭头必须指向汽车前方。碰撞传感器不得暴晒或接近热源。

(二) SRS 气囊的故障检诊须知

① 检诊 SRS 气囊之前,首先要阅读该车型的维修手册,弄清诊断插座的类型及位置及自诊断系统使用程序及方法。

② SRS 气囊系统的故障较难确认,自诊断系统保留在存储器中的故障代码是排除故障的重要信息来源。因此在检诊与排除故障时,必须在拆下蓄电池负极电缆端子之前,调出故障代码。注意,有的轿车,如奔驰轿车蓄电池电压降到 9.5V 以下超过 10s 时,SRS 警示灯会亮,电压高于 10V 时,指示灯自动熄灭。

③ 检诊工作务必在将点火开关转到锁止 (LOCK) 位置,并将蓄电池负极电缆端子拆下 20s 或更长一些时间之后才能开始工作。最好将电源断开,这是因为 SRS 气囊系统装备有备用电源供电。SRS 气囊系统是很灵敏的装置,检查诊断中稍有不慎,有可能导致气囊误膨胀充气。

④ 汽车音响系统、防盗系统、时钟、电控座椅、电控座椅安全带张紧系统、微机控制驾驶位置设定的电控倾斜和伸缩转向系统、电控车外后视镜等系统都有存储功能,当蓄电池负极电缆端子拆下后,存储的内容将会丢失。因此在拆除检查之前,应通知车主或用户将上述电控存储的有关内容记录下来,当检诊工作结束后,再由维修人员或车主重新设置密码和有关内容并调整时钟。但绝不允许使用车外电源来避免各系统存储内容的丢失,以免导致 SRS 气囊误膨胀开。

⑤ 检诊操作必须按维修手册规定程序进行。使用专用工具仪器检查电路时,应使用高阻抗的数字式万用表来进行测量,并遵守气囊零部件上附有说明标牌须知事项。

⑥ SRS 气囊的接线插头没有拔出之前,不可对气囊进行测试,以防测试不当引爆气囊。千万不可测量气囊充气元件引爆管电阻,应先分解后检测,逐步查找故障。

⑦ SRS 的所有配线束都包有一层黄色绝缘皮,相关元件位于转向柱、中央控制台、仪表板和前翼子板内,不要使用电气测试设备来检测气囊电路。

⑧ 气囊 ECU 在拆下或安装前,应放在清洁干燥的工作台处,远离火源电源。安装时不可将装饰盖对着人,也不能往气囊装置上涂润滑脂、清洁剂或涂料,避免碰撞气囊。

⑨ SRS 气囊系统对零部件的工作可靠性要求极高,所有零部件均为一次性使用部件,绝不可将修复碰撞传感器、SRS 气囊组件、SRS ECU、座椅安全带张紧器等重复使用。如需更换,一律使用正规新品。

⑩ 绝对不能检测点火器的电阻,以防误爆。前碰撞传感器 SRS ECU 或 SRS 气囊组件碰撞之后或其壳体、支架、连接器有裂纹、凹陷时,均要更换新品。上述各件应安装紧固不松动。

⑪ 故障排除后,应按不同车型的具体要求,将故障代码清除掉。SRS 指示灯亮 6s 左右后自动熄灭,则表明 SRS 系统正常。

(三) SRS 系统故障检诊实例

以本田雅阁车为例,该车装用 DE 型 SRS 自诊断系统。当点火开关置于 ON 时,仪表板上的 SRS 警示灯亮 6s 后熄灭,表明 SRS 系统技术状况良好;若 SRS 警示灯不亮或亮而不熄灭,则表明 SRS 系统有故障。

① 1994 年以前雅阁车系:

SRS 警示灯不亮的检诊顺序步骤是 SRS 警示灯是否完好,灯泡是否损坏;NO.1 熔断丝是否

完好,损坏应更换;SRS 控制器是否有故障;SRS 线束是否松动有故障,连接不良;仪表板线路故障,正常时控制器 5、9 脚间电压应为蓄电池电压;SRS 控制器 13 脚与搭铁线间电压应为 8.5V。若电压大于 8.5V,则表明 SRS 控制器故障;若电压小于 8.5V,表明 SRS 警示灯线路故障。

· SRS 警示灯亮而不灭,检诊顺序步骤是:检查蓄电池电压,使其保持在 12V 左右;检查 SRS 电源输入线及搭铁线是否完好;检诊连接器各插脚电压,测试结果如表 5-5 所列。

表 5 - 5 诊断连接器各插脚电压测试结果

测试部位	电压值/V 以第 12 脚接地 GND						
1(SADH)	5.1 ~ 7	0	10.5 ~ 14.5	7.1 ~ 9.5	10.5 ~ 14.5	4.7 ~ 7	5.1 ~ 7
4(VCC)	4.5 ~ 5.5					0	4.5 ~ 5.5
5(SV)	12 ~ 14					0	12 ~ 14
10(BUCI)	10.5 ~ 14.5					8.5 ~ 14.5	10.5 ~ 14.5
13(IDG)	8.5 ~ 13	2 ~ 8.5				8.5 ~ 13	
14(CMI)	10.5 ~ 14.5					8.5 ~ 14.5	10.5 ~ 14.5
释译	系统正常	控制器内触 发器断路或 传感器短路	触发器短路 或传感器断 路	传感器断路	气囊或螺旋 电缆断路	控制器电源 故障	SRS 警 示 灯或线路 故障

② 1994 年及以后的雅阁车系：

· 故障代码的读取。点火开关在 OFF 时 ,将诊断连接器按规定接好 ,再使点火开关置于 ON 时 ,SRS 警示灯会闪烁出故障代码。

DE 型 SRS 自诊断系统以两位数表示故障代码 ,十位数先闪现 ,个位数后闪现。十位数与个位数之间相隔约 1s ,闪现频率约 0.5s ,两个故障代码之间间隔(2 ~ 4)s 左右。DE 型 SRS 自诊断系统故障代码如表 5 - 6 所列。

· 故障排除后 ,按规定断开点火开关 ,接上故障记忆清除连接器 ,闭合点火开关 6s ,SRS 警示灯熄灭 ,拆下清除连接器 ,SRS 警示灯亮 ,再跨接 4s ,SRS 警示灯熄灭 ,再拆下清除连接器 ,4s 后 SRS 警示灯闪烁两次 ,表示 SRS 控制器对故障代码的记忆消除了。

表 5 - 6 故障代码及含义

故障代码	含 义	故障代码	含 义
0.91	SRS 警示灯(不亮)及线路故障	22	乘员侧气囊充气元件(内部)线路短路
11	司机侧气囊充气元件(内部)线路断路	23	乘员侧气囊充气元件(电源)线路短路
12	司机侧气囊充气元件(内部)线路短路	24	乘员侧气囊充气元件线路(搭铁)短路
13	司机侧气囊充气元件(电源)线路短路	51	SRS 控制器故障
14	司机侧气囊充气元件线路搭铁短路	92	SRS 电源电路不良
21	乘员侧气囊充气元件(内部)线路断路		

1. 宝马(BMW)轿车的 SRS 指示灯常亮故障的诊断

宝马轿车的安全气囊系统由装在车前端左右两侧的碰撞传感器、方向盘上的安全气囊、引爆电容器及系统控制 ECU 等部件组成。当车速大于 30km/h ,在车前 240°范围内发生碰撞时 ,高灵敏度的碰撞传感器和气囊引爆开关会在瞬间内工作 ,引爆气囊自动充气 ,垫在驾驶员胸部以上 ,以保护驾驶员的安全。

检查安全气囊组件时应特别小心 ,不可随使用万用表等仪器检测气囊 ,以防止误引爆气囊。

检查 SRS 时先找出方向盘下方的两根灰色或灰/黄色导线(该线为气囊引爆线) ,拔下其插头 ,使气囊组件与系统脱离。再用一根短导线 ,两端分别接 ECU 的 4 号和 12 号端子 ,将点火开关置于“ON”挡 ,此时 SRS 指示灯点亮 ,表明气囊组件未损坏。关断点火开关 ,用一只 12V 灯泡代替气囊 ,接好导线 ,再将点火开关置于“ON”挡 ,此时 12V 灯泡发亮 ,说明有传感器信号。经进一步检查 ,发现右碰撞传感器内部触点短路。换上新件后 ,SRS 指示灯熄灭。然后装上气囊组件 ,再换上新气囊。

宝马车系 SRS 系统的故障诊断 ,因发动机 ECU 或综合诊断插座种类不同而有两种方法。

(1) 宝马 6 系列轿车 SRS 系统故障代码读取程序

① 55 针 ECU 的 SRS 系统故障代码读取 检查综合诊断插座中有无 6 号端子 若综合诊断插座无 6 号端子 则将点火开关拧至 2 挡 观察仪表板上 SRS 故障指示灯是一直亮着还是一直在闪烁 若 SRS 故障指示灯一直亮着 则按图 5 - 24 所示方式接线 ,即将 LED 灯跨接在 1 号与 15 号端子之间 再利用跨接线将 1 号与 15 号端子跨接 将点火开关拧至 2 挡 ,(3 ~ 5)s 后取掉 1 号与 15 号端子之间的跨接线 ,但仍保持 LED 灯处于连接状态 观察 LED 灯 ,LED 灯保持点亮 6s 后熄灭 ,开始闪示“故障组数” 然后熄灭 3s ,点亮 3s ,再熄灭 3s 后接着闪示故障代码(3 位数) ;此后再熄灭 3s ,闪烁一次表示间歇性故障 ,闪烁两次表示当前故障 ;再熄灭 3s ,点亮 3s 后 ,闪示下一个故障代码。图 5 - 25 所示为 LED 灯闪烁的含义。

② 88 针 ECU 的 SRS 系统故障代码的读取 将 LED 灯跨接在综合诊断插座的 16 号端子与 15 号端子之间 ;

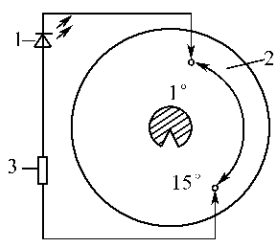
利用跨接线将 16 号端子与 15 号端子跨接 ;

将点火开关拧至 2 挡 ,(3 ~ 5)s 后取掉 16 号端子与 15 号端子之间的跨接线 ,但仍保持 LED 灯处于连接状态 ;

按上述方法读取故障代码。

2. 宝马 3、5、7、8 系列轿车 SRS 系统故障代码读取程序

旋开综合诊断插座盖 检查综合诊断插座中有无 6 号端子 ,若有 ,则利用发光二极管(LED 灯) ,如图 5 - 26 所示方式依下列步骤读取故障代码 将“C”接到综合诊断插座 1 号端子 将“A”接到综合诊断插座 6 号端子 将“B”接到综合诊断插座 1 号端子 将点火开关拧至 2 挡 ;观察 LED 灯 ,该灯会持续点亮 6s 后熄灭 然后直接闪示故障代码 接着熄灭 3s ,再点亮 3s ,开始闪示下一个故障代码。



5 - 24 综合诊断插座的连接
—LED 灯 ;2—综合诊断插头 ;
3—330Ω 电阻。

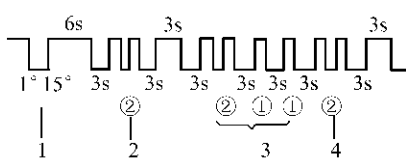
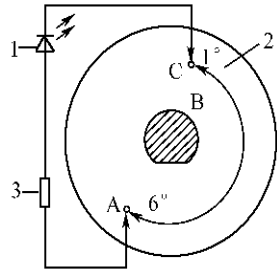


图 5 - 25 LED 灯闪烁含义
1—跨接线接通时间(3 ~ 5)s ;2—故障组
数(2) ;3—故障代码(211) ;4—故障性
质(当前故障)。



5 - 26 综合诊断插座的连接
—LED 灯 ;2—综合诊断插头 ;
3—330Ω 电阻。

五、安全带的保护作用

1. 安全带的作用与类型

安全带的保护作用分为主动作用和被动作用两大类 :主动保护作用是乘员自己系安全带 ,被动保护作用是不管乘员愿意否 ,均由自动机构将安全带穿着在乘员身上 ,而被动安全带又分为全被动和半被动两种 ,半被动是由辅助操作自动着用安全带的。

初期的安全带结构较简单,由安全带本身、安全带锁扣、乘员解开安全带用扣环、夹钳等组成。后来逐渐开发出非锁止式收带器(NLR)、自动锁止收带器(ALR)、紧急锁止收带器(ELR)。当今的安全带技术向高性能、轻量化、小型化、多功能与预测碰撞的智能化方向发展。在制造方面也十分讲究,一般选用多种工程塑料,金属用铬钼钢、软钢、不锈钢或高张力钢作为安全带的材质制成。

2. 座椅安全带的工作原理

在轿车上的座椅安全带主要由预紧器、收紧机构、防倒转机构、诊断装置等部分组成。

当车辆发生碰撞事故时,传感器(碰撞传感器、车身传感器)检测到车辆发生碰撞来自于前方的一定强度的冲击能量时,传感器立即发出电信号传至动力源的电气点火装置,动力源(点火用加热器、点火燃料、发火推力燃料和活塞机构)进行点火,从而产生安全收缩的动力,使安全带预紧器进行工作,收紧安全带以达到保护乘员在车内下前倾、后仰、翻滚、碰撞坚硬物而造成的伤害。一旦该装置发生故障,自诊断装置将发出报警提醒驾驶员注意维修。

3. 座椅安全带使用须知

① 座椅安全带预紧器绝对不能分解和拆卸,已拆卸的要远离光源、热源,保管在没有润滑油、清洗过的残留油和水的地方,并且安装抗静电作用的短接合器。安全带预紧器是一次性使用部件、不能重复使用。

② 安全气囊连接器卸下时,为防止安全带预紧器的误动作,应该切断点火开关电源 3min 后才能卸下。同时必须避免跌落碰伤。

③ 在拆卸时,为了防止 SRS 气囊总成和安全带预紧器的误动作,要装上短接合器(红色)。拆卸顺序是先从蓄电池上拆下负极电缆线后再拆下正极电缆线。

④ 在 SRS 气囊或有关部件附近进行涂装干燥时,温度不可超过 100℃,部件外表变形、凹陷时必须更换新品。

⑤ 安装时线束要贴合、不与其他件相干扰。安装后应检查蓄电池正、负极电缆有否接牢或接错。

⑥ 安全带预紧器动作时,会产生高温烫手感,因此动作后应充分冷却后方可触摸。

第三节 其他系统电子控制

一、现代汽车电动门锁

现代汽车电动门锁有普通电动门锁、电容器控制的普通电动门锁和自动门锁等。

(一) 普通电动门锁

普通电动门锁由触点式门锁继电器、门锁开关和执行机构等组成,其电子控制电路如图 5-27 所示。门锁执行机构由开锁线圈、闭锁线圈、活动铁心及连接机构等组成。开锁与闭锁两个线圈的绕线方向相反,通电后产生的磁场方向亦不相同。当按下开锁开关后,开锁继电器线圈 L_2 通电,触点 K_2 闭合,开锁线圈通电产生磁场,吸动活动铁心,通过

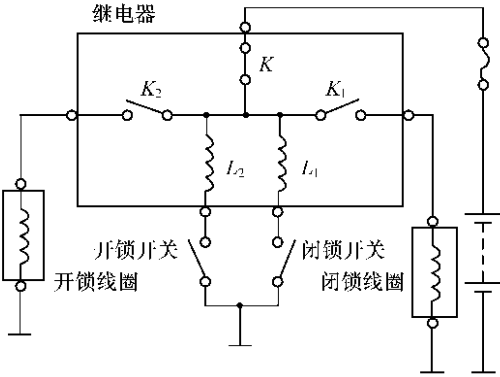


图 5-27 普通电动门锁控制电路图

连接机构拉动锁舌 ,门锁打开。当按下闭锁开关时 ,闭锁继电器线圈 L_1 通电 ,触点 K_1 闭合 ,闭锁线圈通电产生磁场 ,吸动活动铁心 ,通过连接机构推动锁舌 ,门锁锁闭。

断电保护器 K 用来保护开锁线圈和闭锁线圈。当门锁发生故障时 ,开锁线圈或闭锁线圈通电时间过长 ,电流过大 ,双金属式断路保护器的双金属触点臂将发生翘曲变形 ,触点张开 ,切断门锁线圈电路。当双金属触点臂断电冷却后 ,恢复原位 ,触点再次闭合。之后触点再次张开 ,如此自动控制使门锁线圈中电流平均值减小 ,防止门锁线圈与导线烧坏。

(二) 电容器控制的普通电动门锁

电动门锁工作时需要消耗较多电能 ,为节约电能 ,应尽可能缩短门锁主回路的通电时间。为此 ,不少厂牌汽车的门锁电路设有电容式定时装置 ,利用电容器的充、放电特性控制电路通电时间 ,若超过设计开锁或闭锁时间 ,电路将自动断开。控制电路如图 5 - 28 所示 ,门锁开关为双掷双位开关 ,图 5 - 28 中位置为开锁状态。闭锁电容器与电源相通 ,处于充电状态。当门锁开关位于闭锁挡位时 ,闭锁电容器向闭锁继电器线圈放电 ,触点闭合 ,门锁执行机构的闭锁线圈通电 ,产生磁场 ,吸动活动铁心 ,通过连接机构驱动锁舌锁死车门。当电容器放电结束 ,闭锁继电器线圈断电 ,触点张开 ,门锁执行机构线圈断电。

锁门过程中开锁电容器即开始充电 ,以备开锁时为开锁继电器线圈供电。当门锁开关位于开锁挡位时 ,开锁电容器则向开锁继电器线圈供电 ,触点闭合 ,门锁执行机构的开锁线圈通电 ,活动铁心向与锁门的相反方向运动 ,通过连接机构使锁舌回位 ,门锁开。

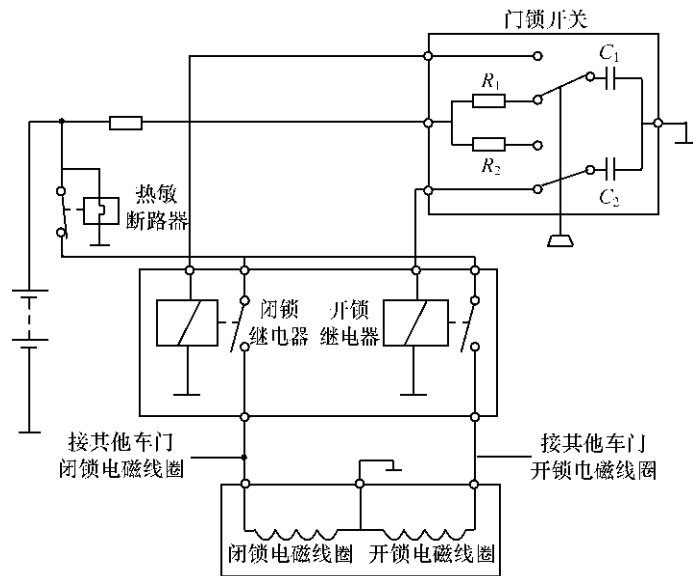


图 5 - 28 电容器控制的普通电动门锁电路图

门锁执行机构除上述双向电磁线圈如图 5 - 28 所示外 ,还有直行电动机式如图 5 - 29 所示。后者只有 1 个电磁线圈 ,活动铁心为永久磁铁 ,通过改变线圈电流方向 ,即改变磁场方向 ,使活动铁心向里或向外运动 ,实现闭锁或开锁。

(三) 自动门锁

自动门锁是指门锁带有自动闭锁系统。当车速升至某一规定值(皇冠轿车为 20km/h)时 ,自动闭锁系统将自动锁死车门 ,即使按动开锁开关 ,门锁也不开。当车速降至某规定值(皇冠轿

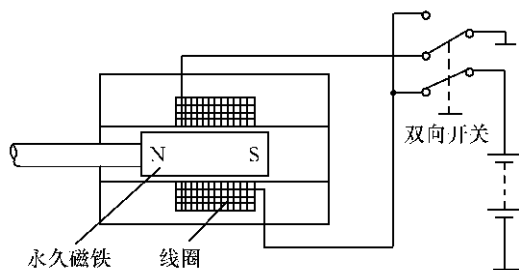


图 5 - 29 直行电机式门锁执行机构

车为 10km/h 以下)时,自动闭锁系统将自动解除控制,此时按下开锁开关,门锁才开。自动闭锁系统主要用于保证行车安全。自动门锁由门锁电磁阀、门锁开关、电子闭锁控制器及车速信号传感器等组成,控制电路如图 5 - 30 所示。

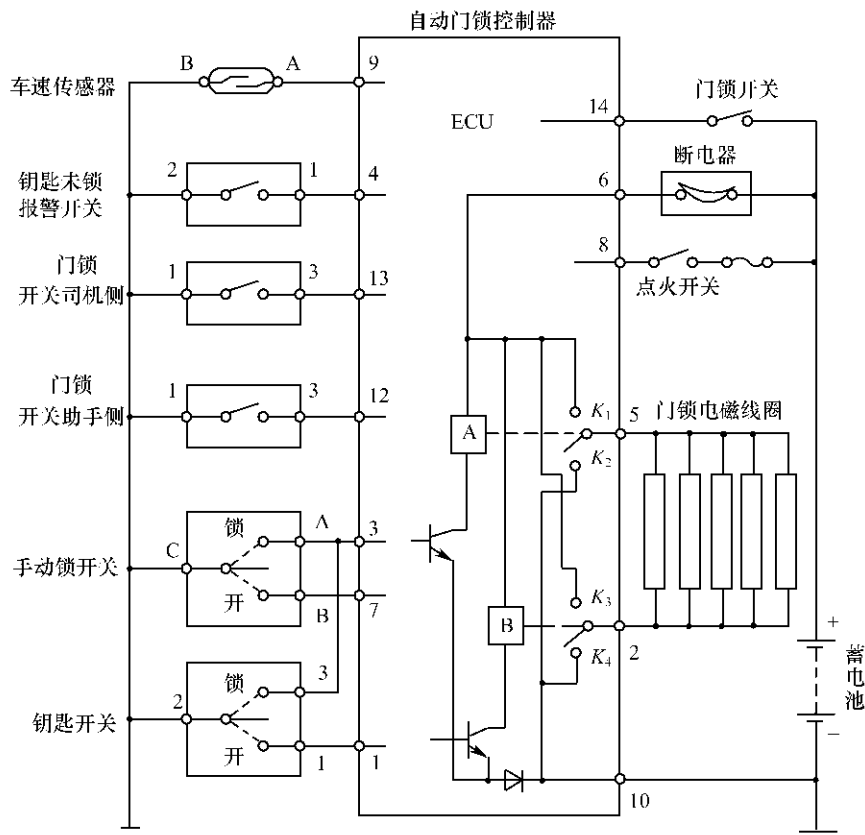


图 5 - 30 自动门锁控制电路简图

基本工作原理：

① 闭锁过程。手动门锁开关或门锁钥匙开关位于闭锁挡位时,电子门锁控制继电器端子 3 经手动门锁开关或门锁钥匙开关搭铁,沟通了控制继电器电路,触点 K_1 与 K_4 闭合,全部门锁执行机构电磁线圈通电,活动铁心运动,各车门闭锁。基本电路如下:蓄电池正极—断路保护器—

端子 6—触点 K_1 —端子 5—门锁执行机构电磁线圈—端子 2—触点 K_4 —端子 10—搭铁—蓄电池负极。

② 开锁过程。手动门锁开关或钥匙门锁开关位于开锁挡位时，门锁控制继电器端子 1 或 7 经手动门锁开关或钥匙门锁开关搭铁，沟通门锁继电器控制电路，触点 K_2 、 K_3 闭合，各门锁执行机构的电磁线圈反向通电，活动铁心运动，各车门开锁。基本电路如下：蓄电池正极—断路保护器—端子 6—触点 K_3 —门锁执行机械电磁线圈—端子 5—触点 K_2 —端子 10—搭铁—蓄电池负极。

③ 自动闭锁过程。门锁处于开锁状态，车速升至规定值时，门锁控制继电器的端子 12 或 13 检测来自门锁开关的开锁信号，门锁控制继电器端子 9 检测速度传感器的速度信号，继电器电路运转，触点 K_1 、 K_4 闭合，门锁电磁线圈通电，全部门锁自动闭锁。电磁线圈电路如下：蓄电池正极—断路保护器—端子 6—触点 K_1 —端子 5—门锁电磁线圈—端子 2—触点 K_4 —端子 10—搭铁—蓄电池负极。

④ 钥匙限定防止系统工作原理。该系统的作用是当点火开关钥匙从点火开关上未取下来时，司机侧车门不能闭锁，以免将点火钥匙锁在车内。当点火开关钥匙在钥匙孔中未取下，打开驾驶员侧车门，用手动门锁开关或门锁钥匙闭锁车门时，钥匙未锁报警开关的信号通过端子 4 输入门锁控制继电器，继电器内部电路运转，触点 K_3 、 K_2 闭合，门锁电磁线圈通电，门锁处于开锁状态，故不可能将车门锁死。门锁电磁线圈电路如下：蓄电池正极—断路保护器—端子 6—触点 K_3 —门锁电磁线圈—端子 5—触点 K_2 —端子 10—搭铁—蓄电池负极。

(四) 电动门锁故障的诊断

一辆丰田海艾斯小客车将车门锁定开关设定在锁门 (LOCK) 位置时，车门不能自动锁住。小客车装有自动车门锁控制系统，其电路如图 5 - 31 所示。图中四个电机分别装在四个车门上，通过装在电机转动轴上的塑料齿轮转动，而带动与车门锁定开关连在一起齿条移动，从而使车门锁定。每个电机均串联有 PTR (正温度系数热敏电阻)，以保护电机。

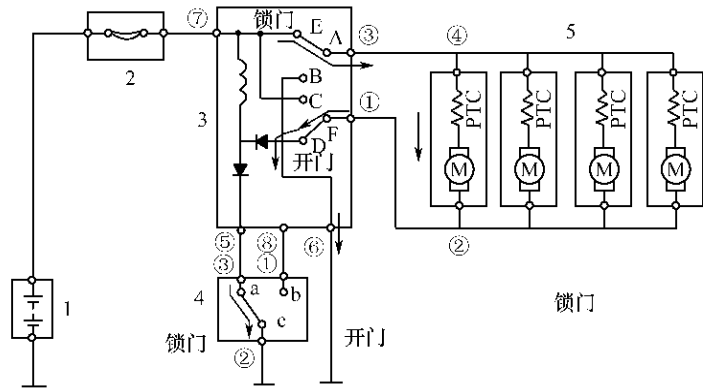


图 5 - 31 丰田海艾斯小客车自动车门锁控制系统电路

蓄电池；2—断路器；3—车门锁控制继电器；4—车门锁控制开关；5—车门锁电机。

1. 电路工作原理

当要锁门时，将在驾驶员侧车门上的车门锁控制开关设定在锁门 (LOCK) 位置，车门锁控制继电器的端子 ⑤ 经车门锁控制开关 ③ 和 ② 搭铁，继电器线圈搭铁，继电器动作，继电器触点 A - E、D - F 接通，此时电源通过车门锁控制开关的端子 ③、车门锁马达、车门锁控制继电器的端子 ①、车门锁控制继电器的端子 ⑥ 而搭铁 (如图箭头所示)，从而使所有的车门锁马达向锁门

(LOCK)方向转动,达到锁门目的。

自动车门锁不动作,考虑到车门锁的4只电机不可能全部损坏,故应检查断路器和车门锁开关及其线路。断路器的检查方法是:拔下断路器,用万用表电阻挡测量断路器两端。结果为通路,表明断路器完好。接着检查车门控制开关。其方法是:拔下该开关接插件,当开关处于锁门位置时,用万用表电阻挡测量端子2、3是否导通。测量结果不导通,说明该开关有故障。用一根导线将该开关端子2与3短接,使继电器端子5搭铁,由于继电器线圈通电使得继电器动作,车门锁电机运转,完成锁门工作。这说明车门锁控制开关确实损坏,应更换新的车门锁控制开关,即可排除故障。

2. 中央控制门锁故障的诊断

(1) 故障特征

一辆赛欧车中央电子控制门锁系统的开锁和闭锁功能均正常,而用钥匙在左前门进行中央控制锁止时,其右前门和两后门均不能进入锁止状态。

(2) 故障原因

① 该车中央控制门锁系统的控制电路如图5-32所示。

② 控制工作过程。各门锁电动机在开锁、闭锁过程和左前门进行中央控制锁止时的控制电路,以及锁止信号的电流回路是:

· 开锁过程的控制电流回路:30[#]电源线→熔断丝F13→K37的端子9→K37的端子8→M18、M19、M20、M32和M37的端子2→M19、M20、M32、M37的端子1和M18的端子6→K37的端子7→K37的端子11→搭铁。

· 闭锁过程的控制电流回路:30[#]电源线→熔断丝F13→K37的端子9→K37的端子7→M18、M19、M20、M32的端子6和M37的端子1→M18、M19、M20、M32和M37的端子2→K37的端子8→K37的端子11→搭铁。

· 在左前门进行中央控制锁止时的控制电流回路:30[#]电源线→熔断丝F13→K37的端子9,然后分两路。一路是:→K37的端子12→S41的端子1→S41的端子2→M19、M20和M32的端子1→M19、M20和M32的端子2→K37的端子8→K37的端子11→搭铁。另一路是:→K37的端子7→M18的端子6和M37的端子1→M18和M37的端子2→K37的端子8→K37的端子11→搭铁。

· 锁止信号电流回路:K37的端子12→S41的端子1→S41的端子2→M19、M20和M32的端子1,然后分两路。一路是:→M19、M20和M32的端子2→K37的端子8→K37的端子11→搭铁。另一路是:→M32的端子5→搭铁。

(3) 故障诊断

① 开锁过程的控制电路和闭锁过程中的控制电路都正常,表明中央控制门锁系统的开锁功能和闭锁功能是正常的。

② 锁止信号电路和左前门、行李箱上锁过程中的控制电路也正常,因为用钥匙在左前门进行中央控制锁止时,只有两后门和右前门无法锁止。

③ 中央控制模块K37的端子12与端子7之间的一段电路出现故障的可能性较大,因为除这段线路外,其他线路都可根据故障现象判为正常。

④ 根据以上分析和判断,K37的端子12与端子7之间的二极管有可能损坏,用万用表测量二极管的单向性,发现开路,更换中央控制模块K37,故障排除。

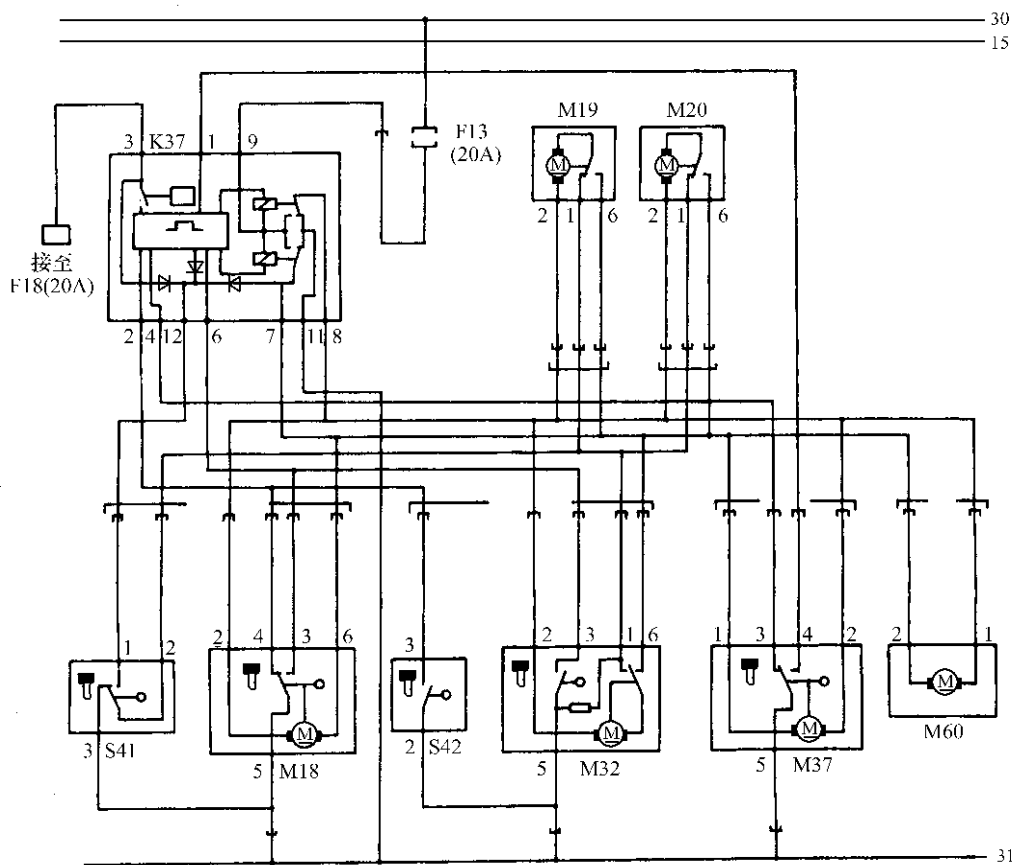


图 5 - 32 中央控制门锁系统的控制电路

K37—中央控制模块；F13—20 A 熔断丝；M19—左后门门锁电机；M20—右后门门锁电机；
M37—行李箱盖锁电机；M32—右前门门锁电机；S42—右前门微动开关；M18—左前门门锁电机；
S41—左前门微动开关；30—电源线（常火）；15—电源线（点火开关置 ON 时有电）；31—接地线。

二、汽车电动车窗

（一）电动车窗

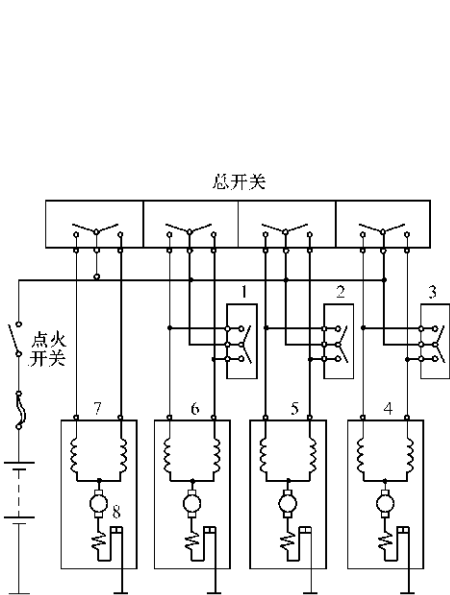
汽车车窗玻璃的升降电力驱动 称为汽车电动车窗。

汽车车窗由电动机、传动机构及开关三部分组成。电动机分为永磁式和双绕组串激直流电动机两类。永磁式直流电动机是通过改变电枢电流的方向而改变电动机的旋转方向使车窗玻璃升或降。双绕组串激直流电动机有 2 个绕向相反的磁场绕组如图 5 - 33 所示，一个称为“上升”绕组，一个称为“下降”绕组，通电后产生相反方向的磁场，即可改变电动机旋转方向，使车窗玻璃上升或下降。

传动机构有齿轮齿条式、链带式与胶带式多种结构类型，齿轮齿条式应用广泛。

开关由总开关与各车窗单独的开关两部分组成。总开关位于驾驶员侧车门内侧，驾驶员可以遥控各车窗玻璃升降。各车窗单独的开关位于各车门内侧。各单独的开关与总开关的关系有：总开关与各车窗单独的开关互不干涉，均可独立地控制车窗玻璃升降（图 5 - 33）；总开关上设有锁定开关，此开关不接通，各车窗单独的开关不起作用，如图 5 - 34 所示。

各电动车窗电路中,一般设有断路保护器,以免因故导致电动机超载而烧坏。断路保护器触点臂为双金属结构,当电动机超载电路中电流过大时,双金属片因温度上升产生翘曲变形,触点张开,切断电路。电流消失后,双金属片冷却,变形消失,触点再次闭合。如此周期动作,使电动机电流平均值减小,不致过热而烧坏。



5 - 33 双绕组串激直流电机电动车窗电路图

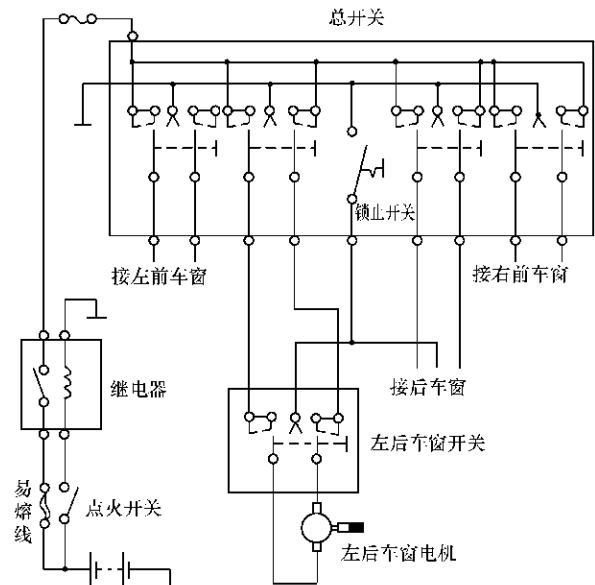


图 5 - 34 主开关具有锁定功能的电动车窗电路

(二) 电动车窗故障的诊断

(1) 故障特征

一辆上海通用别克轿车,按下车窗操控键时,车窗有时升降自如,但有时就不能升降。

(2) 故障原因

车窗玻璃托架在车门框内垂直升降时,把连接右后车窗开关的一根导(火)线外皮磨破,车辆行驶时,磨破的导线时而搭铁构成回路,时而又又不搭铁(构不成电流回路),因而造成按下操控键时,车窗有时能升降,有时又不能升降的故障。

(3) 故障诊断

① 通用别克轿车电动车窗电路控制原理如图 5 - 35 所示。驾驶员主控开关组件由驾驶员控制,右前、右后、左后车窗开关则由乘员控制。

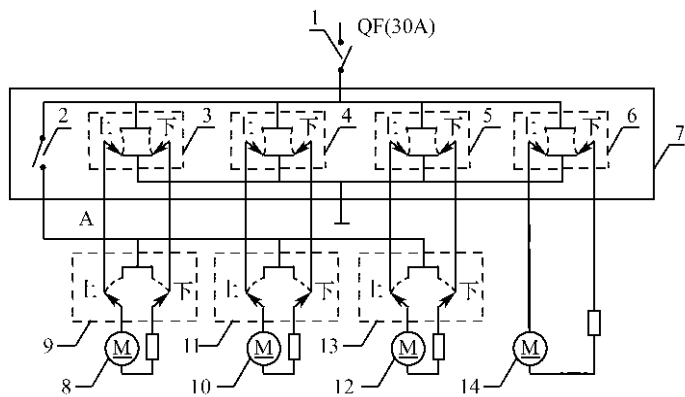


图 5 - 35 上海别克轿车电动车窗电路原理

2—安全开关；3—右后车窗开关；4—左后车窗开关；5—右前车窗开关；6—左前车窗开关；
驾驶员主控开关组件开关；8—右后车窗电机；9—右后车窗开关；10—左后车窗电机；
—左后车窗开关；12—右前车窗电机；13—右前车窗开关；14—左前车窗电机。

② 图 5 - 36 所示为右后车窗下降电流通过方向。图 5 - 37 所示为右后车窗上升电流通过方向。其余车窗的升或降 其控制电流原理均是相同的。

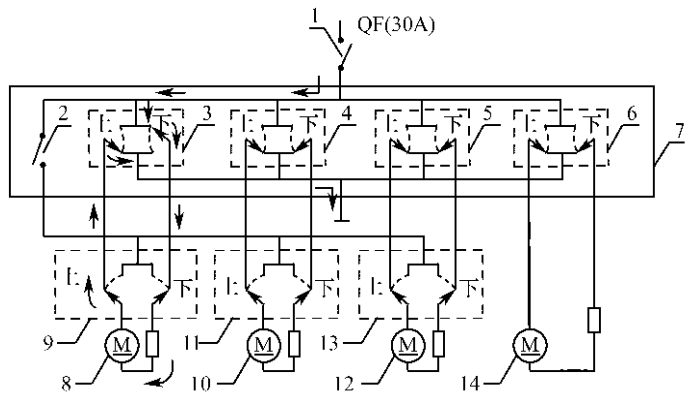


图 5 - 36 右后车窗下降电流方向

2—安全开关；3—右后车窗开关；4—左后车窗开关；5—右前车窗开关；6—左前车窗开关；
驾驶员主控开关组件开关；8—右后车窗电机；9—右后车窗开关；10—左后车窗电机；
—左后车窗开关；12—右前车窗电机；13—右前车窗开关；14—左前车窗电机。

- ③ 当安全开关断开时 ,乘员就不能操控右前、右后及左后的车窗升降。
- ④ 当连接右后车窗的导(火)线外皮(图 5 - 35(A)处)因玻璃托架升降而被磨破后 ,一旦导线搭铁 ,因电路中断器断开 ,电路无电流 ,故而所有车窗就将不能升降 ,而当车辆在行驶时因颠簸振动磨破的导线不搭铁时 ,车窗玻璃又能操控升降自如。
- ⑤ 将 A 处磨破的导线包扎绝缘好后 ,故障得到排除。

三、电动座椅

(一) 电动座椅的组成及控制

有些高级轿车的座椅由电力驱动调整其空间位置 ,以便提高乘坐舒适性。电动座椅有两向、四向和六向调整等多种类型。两向调整座椅仅能使座椅前后移动 ;四向调整座椅 ,除前后移动

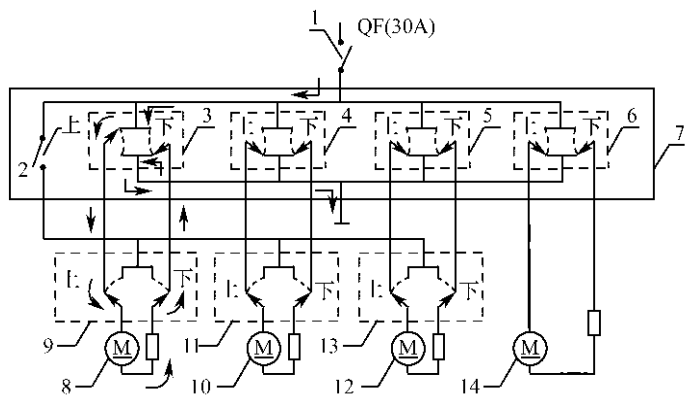


图 5 - 37 右后车窗上升电流方向

；2—安全开关；3—右后车窗开关；4—左后车窗开关；5—右前车窗开关；6—左前车窗开关；
驾驶员主控开关组件开关；8—右后车窗电机；9—右后车窗开关；10—左后车窗电机；
—左后车窗开关；12—右前车窗电机；13—右前车窗开关；14—左前车窗电机。

外,还可以调整高低,六向调整座椅。除以上调整内容外,还可以调整靠背的倾斜角度。另外,有的电动座椅还可以调整座垫的倾斜角度,即座垫前、后均可升降。电动座椅由 ECU、电动座椅开关、驾驶员位置储存和复位开关、腰垫开关、位置传感器及多个直流电动机等组成。带位置储存功能的电动座椅控制系统及零部件的布置如图 5 - 38 所示。

电动座椅 ECU 控制电动座椅电源的通断、储存执行、复位动作。当 ECU 接收到来自电动座椅开关输入的信号后,ECU 内的继电器动作,使相应的直流电动机转动,带动电动座椅运动。座位的储存是由位于转向柱附近的控制转向盘倾斜和伸缩的 ECU 与座位 ECU 共同完成。电动座位开关是用来选择座椅的调整方式,当开关接通时分别与座位 ECU 发送滑动、倾斜、前垂直、后垂直和头枕位置信号,ECU 就驱动相应的电动机工作,实现座椅的调整。腰垫开关是控制腰垫位置的调整,它通过断电器直接接在汽车的电源上,开关闭合、电流输入腰垫电机工作,调整腰垫位置。该开关不与座位 ECU 相接,所以它不受 ECU 的控制,调整位置也不能储存。驾驶位置储存和复位开关设在门把手旁,它的作用是通过倾斜和伸缩 ECU 将记忆和复位信号输送给座位 ECU。直流电动机由来自电动座位 ECU 或腰垫开头的电流驱动,实现座位的调整。位置传感器把每个电机(滑动、前垂直、后垂直、倾斜和头枕)的位置信号转换成电信号,送入座位 ECU,用作储存和复位。

部分高级轿车的电动座椅带有 ECU 系统的电路控制,如图 5 - 39 所示。电动座椅传感器如图 5 - 40 所

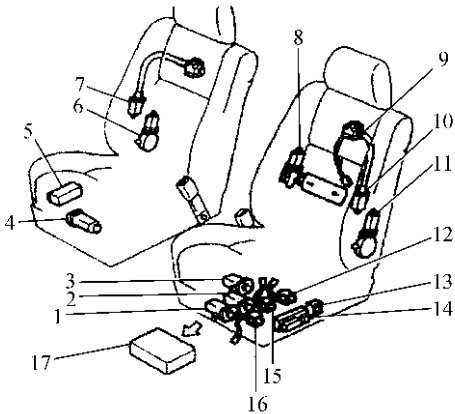


图 5 - 38 带位置存储功能的
电动座椅控制系统零、部件布置

1—滑动电机；2—前垂直电机；3—后垂直电机；4—滑动电机；5—电动座位开关；6—倾斜电机；7—头枕电机；8—腰垫电机；9—位置传感器(头枕)；10—头枕电机；11—倾斜电机和位置传感器；12—位置传感器(后垂直)；13—腰垫开关；14—电动座位开关；15—位置传感器(前垂直)；16—位置传感器(滑动)；17—电动座位 ECU；*—根据存储和复位功能动作。

示 ,实际上它是一个滑动变阻器。当座椅调定后 ,按下储存器按钮 ,ECU 就将传感器送来的电信号储存 ,作为以后调整座椅的基准。

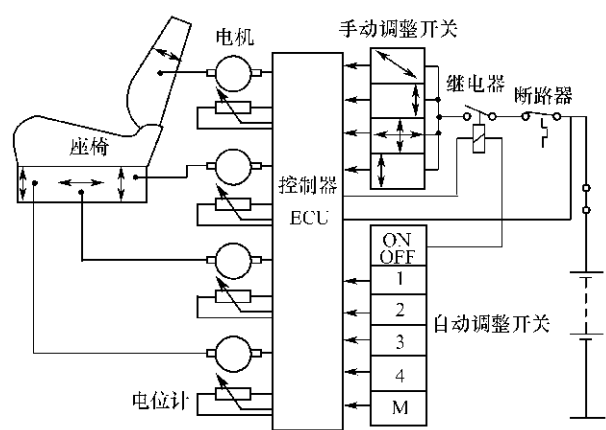


图 5 - 39 ECU 控制的动力座椅

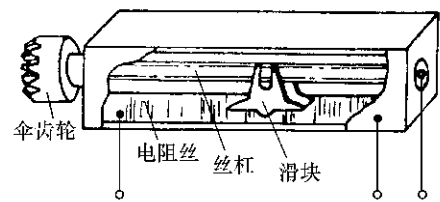


图 5 - 40 电动座椅传感器

一般电动座椅比带位置储存功能的电动座椅简单一些 ,它由电动座位开关、腰垫开关和多个直流电机组成 ,前动力座椅调整电路控制如图 5 - 41 所示。驾驶员与助手座椅各有 4 个电机实现座椅前、后移动、靠背倾斜角度以及座垫前、后升降等 8 个方向的调整。而乘客座椅只有前、后移动调整 ,故每个座椅只有 1 个电机。后排座椅调整由 2 个开关独立控制 :一个开关位于座椅附近 ,由乘客操纵 ;另一个称为恢复开关 ,由驾驶员操纵。

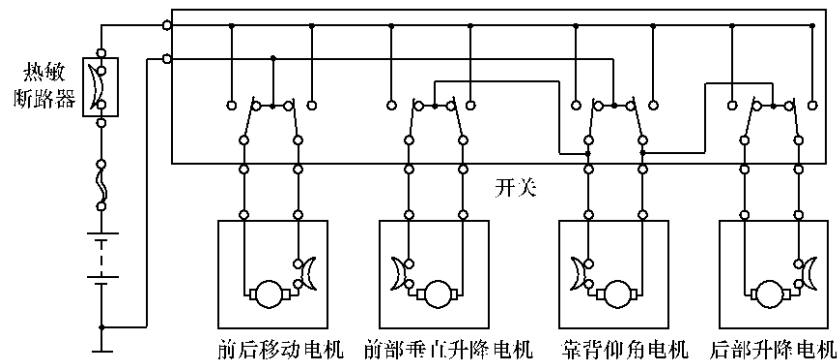


图 5 - 41 前动力座椅调整电路图

(一) 电动座椅故障诊断

1. 零部件的检修

(1) 开关

开关不包括电动座椅开关和腰垫开关。开关的检修 ,首先拨下开关的插接器 ,根据电路图 ,检查开关拨到不同位置时各端子之间的导通情况 ,若导通情况不符合要求 ,出现断路、接触不良等现象时 ,应更换开关。

(2) 位置传感器

① 拆卸电动座位 ECU。首先拆下驾驶座位 ,然后拆下前垂直调节器上的螺栓并将座垫略抬

高,但一定不可将座垫抬得过高,否则线束会被拉出,夹箍可能会松动。座垫抬高后,就可以从座垫下面的固定处随连接器一起拆下电动座位的 ECU。

② 位置传感器的检查。如图 5 - 42 所示。将电动座位 ECU 的端子 CHK 连接到车身接地,使 ECU 进入检查状态。用指针式电压表测量电动座椅 ECU 的端子 S 与车身接地间的电压。电压表指针的摆动如图 5 - 42(a)所示,则表明已准备好了。然后打开电动座椅手动开关,用指针式电压表检测座椅移动时的电压变化,如电压表指针变化为图 5 - 42(b)所示情况,则表明输入信号正常,相应的传感器无故障。若检测电压表指针变化为图 5 - 42(c)所示,表明输入信号异常,相应的传感器有故障,应更换位置传感器。值得注意的是:当头枕移到最高或最低位置时,电压从正常代码变为不正常代码应属正常现象。

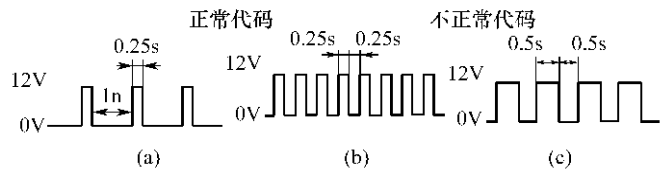


图 5 - 42 位置传感器检查的电压输出

2. 一般电动座椅的故障诊断

不带位置储存功能的座椅发生故障时,可按表 5 - 7 所列进行检查,找出故障所在。

表 5 - 7 不带位置存储功能的电动座椅故障检修顺序图

故障现象	电源 保险 丝	电源 断路 器	电动座 位开关 (D)	电动座 位开关 (P)	腰垫 开关 (D)	滑动 电机 (D)(P)	前垂直 电机(D)	后垂直 电机(D)	倾斜电 机(D)(P)	腰垫 电机(D)	头枕 电机(P)	线路
电动座椅不动作(门锁不动作)	1	2	4	4								3
电动座椅不动作(门锁正常)		1	3	3								2
驾驶员侧座椅不动作			1									2
乘坐侧座椅不动作				1								2
滑动不动作			1	1		3						2
后垂直不动作			1					3				2
倾斜不动作			1	1					3			2
腰垫不动作					1					3		2
头枕不动作			1	1							3	2
前垂直不动作			1				3					2
注:(D)代表驾驶座椅,(P)代表乘客座椅 表中数字的大小表示检修的先后顺序,按此顺序检查每个元件,必要时应更换有关零件												

四、防盗系统

汽车电子技术的不断发展,对防盗系统提出了越来越高的要求。桑塔纳 2000GSi AT(俊杰)型轿车装用的防盗系统如图 5 - 43 所示。该系统在点火开关打开后就开始工作,只有带有 ID

(识别)码的点火钥匙发射的 ID 码同预设的 ID 码一致时 ,才能正常启动发动机。

桑塔纳 2000GSi AT 型轿车防盗系统的电路如图 5 - 44 所示 ,防盗控制单元 J362 通过判断脉冲转发器经读识线圈 D2 传来的钥匙 ID(识别)码信号是否与预设的 ID 码信号一致时 ,发动机才可起动。

1. 系统组成及特点

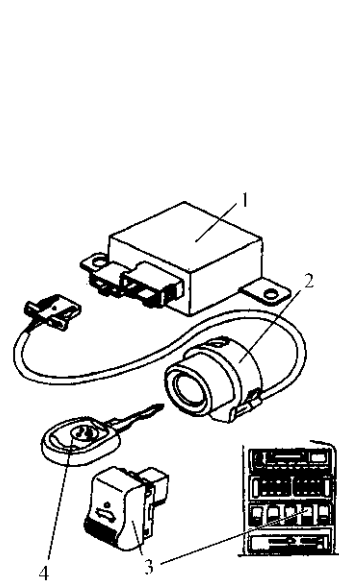
(1) 系统组成

防盗系统主要由带脉冲转发器的钥匙、读识线圈 D2、防盗器控制单元 J362、发动机电控单元 J220 和防盗警告灯 K117 等部分组成(见图 5 - 43 所示)。

① 脉冲转发器。脉冲转发器是一种感应和发射的元件 ,不需电池驱动。读识线圈在点火开关打开时把能量用感应的方式传送给脉冲转发器 ,脉冲转发器接受感应能量后立即发射出程控代码 ,并将程控代码通过读识线圈输送给防盗器控制单元。每一把钥匙内的脉冲转发器有不同的程控代码。

② 读识线圈 D2。读识线圈包在机械点火开关外面 ,负责把能量传送给钥匙中的脉冲转发器 ,并把脉冲转发器中存储的代码送给防盗器控制单元 J362。

③ 防盗器控制单元 J362。防盗器控制单元有一个 14 位的识别代码和一个 4 位数的密码。如果是一辆新车 ,密码被隐含在钥匙牌上 ,剥去黑胶纸即显示出 4 位数密码。如果钥匙丢失 ,应先用故障阅读器 V. A. G1551 或 V. A. G1552 车辆系统测试仪读出 14 位字符的识别代码 ,电传给上海大众售后服务中心 ,然后由该中心将查得的密码电传给维修站。为防止防盗器的控制单元被锁死 ,应把密码编制成新的密码。如果密码输入错误 ,允许重新输入一次。如果第二次输入仍然错误 ,控制单元锁死 ,在点火开关打开的状态下等待 30min 后 ,可以再试两次。



- 43 俊杰轿车发动机防盗装置构成
防盗器控制单元 J362 ; 2—读识线圈 D2 ;
盗器警告灯 K117 ; 4—汽车钥匙(带转发器)。

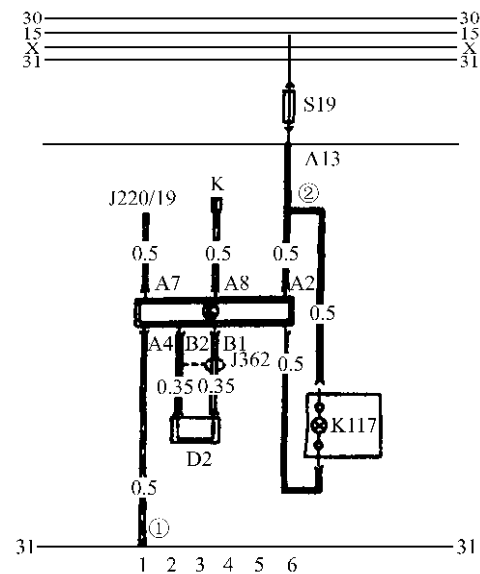


图 5 - 44 防盗系统电路控制
① 中央线路板旁接地点 ; ② 接正极 15 ; D2—防盗
器读识线圈 ; J220—发动机电控 ECU ; J362—防盗
器控制单元 ; K—自诊线圈 ;
K117—防盗器警告灯 ; S19—熔断丝(10A)。

防盗器经过与发动机电控单位匹配后 ,介入发动机管理系统中。每次打开点火开关时 ,防盗器读识线圈将读取钥匙中转发器发出的答复代码。当使用合法钥匙时 ,警告灯点亮一下(约 3s)。在系统存在故障或使用非法钥匙时 ,打开点火开关后 ,警告灯连续闪亮 ,发动机在启动 2s 后立即熄火。

(2) 系统特点

该系统采用了目前世界上最先进、国际上最流行的汽车防盗技术 ,其主要特点如下。

- ① 防盗于无声。系统运行期间不产生任何额外的扰民噪声。
- ② 防盗于无形。对用户而言 ,无须任何额外的操作即可启动汽车或进入防盗状态。
- ③ 极佳的防盗性能。窃贼无法用通常的机构、电器方法使发动机启动。密码信号由随机方法产生 ,而且采用特别的通信过程 ,每次传递的信号都不同 ,即使利用先进的电子扫码手段也无法破解密码。可靠性高 ,该系统针对桑塔纳 2000GSi AT 型轿车特别设计 ,经过严格匹配、全面测试 ,保证系统工作的稳定性 ,对整车运行不会产生任何不良影响。

2. 系统工作原理

防盗系统由防盗控制单元 J362 控制 ,该装置装设在转向柱左边的支架上。当 J362 接收到由钥匙内的脉冲转发器发射的 ID 码信号时 ,经判断此 ID 码与其内储存的原始数据是否一致 ,当确认后从而实现发动机能否转入正常运行的自动控制 ,其过程如下。

- ① 程控代码的发射。当点火开关打开时 ,防盗器即开始工作。防盗器控制单元通过读识线圈把能量感应地传送给钥匙后 ,通过读识线圈把它的程控代码传给脉冲转发器。脉冲转发器激活输送代码给防盗器控制单元。
- ② 核对代码。在防盗器控制单元里 ,输入的程控代码与先前存储在防盗器控制单元的钥匙代码比较 ,然后防盗器控制单元再核对发动机电控单元的代码是否正确。该代码是由发动机电控单元存储在防盗器控制单元中。每次启动发动机时 ,控制单元中的随机代码发生器都会发生一个可变的代码。如果核对后代码正确 ,则发动机正常启动 ,否则发动机在启动后 2s 内熄火。

3. 系统故障诊断

(1) 读取和清除故障代码

- ① 检查条件 :蓄电池电压大于 11V ,点火开关打开。
- ② 连接仪器 :如图 5 - 45 所示连接故障诊断仪。
- ③ 读取故障代码。

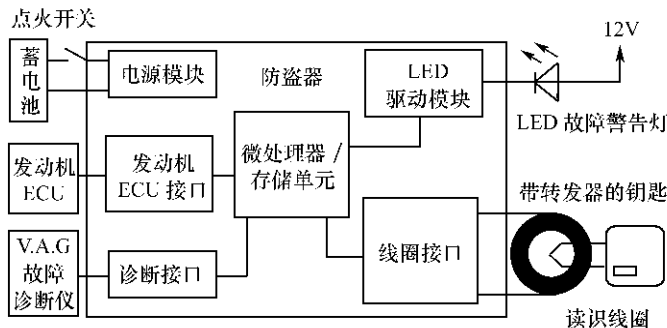


图 5 - 45 连接故障诊断仪

- 以 V. A. G1552 为例 ,显示屏显示为 :Test of vehicle systems HELP Insert address word × ×
- 按“2”键和“5”键选择“防盗器” ,按屏幕提示进行操作。
- 按“Q”键确认输入 ,约 5s 后 ,显示屏显示为 330 953 253 IMMO VWZ6ZOTO123456 V01→

Coding 00000 WSC 01205。

其中 :330 953 253 为防盗器控制单元零件号 ;IMMO 为电子防盗器系统缩写 ;VWZ6ZOTO123456 为防盗器控制单元 14 位数编码 ;V01 为防盗器控制单元软件版本 ;Coding 00000 为编码号 ,WSC 01205 为维修站代码(使用 V. A. G1552 之前需先输入维修站代码)。

- 按“→”键 ,显示屏显示请输入代码选择功能。
- 按“0”键和“2”键选择“查询故障存储器” ,按“Q”键确认 ,显示屏显示所存储故障的数量或未发现故障。按“→”键 ,可逐个显示故障代码和故障内容 ,直到全部故障显示完毕。

④ 清除故障代码。

这一功能用于查询故障后 ,清除防盗器控制单元故障存储器中的故障代码。按“0”键和“5”键选择“清除故障代码” ,按“Q”键确认输入 ,故障存储器中的故障代码即被清除。

⑤ 故障代码表。防盗器故障代码表如表 5 - 8 所列。

(2) 读取测量数据块

输入“0”键和“8”键 ,选择“阅读测量数据块”功能 ,按“Q”键确认。此时显示屏显示 :Read measuring value block HELP Enter display group number × ×

表 5 - 8 防盗器故障代码表

V. A. G1552 显示屏显示	可能的故障原因	产生的后果	故障排除
65535 控制单元损坏	控制单元 J362 损坏	发动机不能启动 , 警告灯亮	更换控制单元
00750 警告灯故障 : 对地短路 /断路 对正极短路	线路损坏 线路开路 警告灯 K117 损坏 线路损坏	警告灯亮 警告灯不亮 警告灯不亮 警告灯不亮	修理损坏线路 修理断路线路 更换警告灯 修理损坏线路
01128 防盗器读识线圈	读识线圈 D2 损坏 线路开路 短路	发动机不能启动 , 警告灯闪亮	更换读识线圈 修理断路线路 修理损坏线路
01176 钥匙 : 信号太弱 非法钥匙	转发器损坏 钥匙不匹配 读识线圈 D2 损坏	发动机不能启动 , 警告灯亮	配置新钥匙 完成汽车所有钥匙匹配程序、更换读识线圈
01177 发动机电控单元没有匹配	更换发动机电控单元 发动机电控单元与防盗器 控制单元连接导线断路或短路	发动机不能启动 , 警告灯闪亮 发动机不能启动 , 警告灯不闪	完成发动控制单元与防盗器控制单元匹配程序 检修发动机控制单元与防盗器控制单元连接导线

V. A. G1552 显示屏显示	可能的故障原因	产生的后果	故障排除
01179 配钥匙程序错误	钥匙匹配不正确	警告灯快速闪亮 (每秒 2 次)	查询故障存储器 清除故障存储器故障代码 完成汽车钥匙匹配程序
说明 ① 所有存在的故障或偶然故障都储存在故障记忆中 ② 识别一个存在的故障至少 2s ③ 如果一个故障目前已存在 而作为偶然故障出现时 在显示屏右下角出现“ /SP ” ④ 50 次驱动循环后(每个循环点火开关打开至少 2s) ,偶然故障被自动清除			

输入显示组号“ 22 ” ,按“ Q ”键确认。此时显示屏显示 Read measuring value block 22→1

2 3 4

第一位显示是否允许启动 1 = 允许启动 0 = 不允许启动(汽车钥匙匹配不对或发动机电控单元与防盗器控制单元不匹配) ;

第二位显示发动机电控单元回答情况 1 = 正确 0 = 不正确(发动机电控单元或连接线路有故障) ;

第三位显示钥匙状态 1 = 是(钥匙转发器正确) 0 = 否(汽车钥匙匹配不对或转发器无效) ;

第四位为钥匙实数。

(3) 匹配

① 更换发动机电控单元 J220 的匹配。更换发动机电控单元后 ,必须使用一把合法的汽车钥匙重新与防盗器控制单元进行匹配。

② 更换防盗器控制单元 J362 的匹配。

· 当更换新的防盗器控制单元 J362 时 ,发动机电控单元的随机代码自动被防盗器控制单元读入存储起来 ,应重新做一次所有钥匙的匹配程序。

· 当更换从其他车上拆下来的防盗器控制单元 J362 时 ,应重新做一次发动机电控单元 J220 与防盗器控制单元的匹配程序 ,然后重新做一次所有钥匙的匹配程序。

③ 汽车钥匙的匹配。汽车钥匙匹配这一功能是清除以前所有合法钥匙的代码。必须将所有的汽车钥匙(包括新配的钥匙)与防盗器控制单元匹配 ,同时完成匹配程序。合法钥匙(新配钥匙或增加钥匙)最多不能超过 8 把 ,如果遗失了一把合法钥匙 ,为了安全起见 ,必须将其他所有合法钥匙重新完成一次匹配程序 ,这样才能使丢失的钥匙变为非法 ,不能启动发动机。从用户保存的一块涂黑的密码牌上刮去涂黑层即可见 4 位数密码 ,匹配钥匙的程序必须输入密码。

④ 获得密码的方法。如果不知道 4 位数密码 ,或者密码牌丢失 ,可按以下步骤获得密码。

· 连接 V. A. G1552 ,打开点火开关 ,输入防盗器地址码“ 25 ” ,按“ Q ”键确认 ,约 5s 后 ,显示屏显示 14 位数防盗器控制单元编号。

· 维修站将读出的 14 位防盗器控制单元编号电传到上海大众售后服务中心 ,然后由上海大众售后服务中心将查得的密码电传到维修站。

· 发动机防盗系统的出现 ,大大提高了汽车停放的安全性 ,而且该系统结构简单、操作方便、安全性强 ,从根本上解决了汽车防盗问题 ,满足了人们的迫切需要 ,相信该系统在汽车上的应用前景将十分广阔。

五、汽车导航系统

汽车导航系统是利用全球卫星定位(GPS)系统定位技术 ,结合车载导航设备和交通信息网

络提供的地理信息(GIS)系统数据库,使行驶中的车辆具有实时的自动定位、导航等功能。

(一) 汽车导航系统的组成

汽车导航系统由卫星导航定位(GPS)系统接收机、电子地图交通信息通信系统组成。

导航定位系统通过 GPS 接收机接收卫星信号,计算出自身经纬度坐标,然后与 ECU 内的电子地图匹配,在屏幕上动态显示汽车运行轨迹,驾驶员便可对当前车位一目了然。

1. GPS 定位系统

GPS 定位系统是由 24 颗卫星合理分布组成,轨道高度达 20200km。卫星可 24 小时不间断、全天候地提供全球范围内高精度 GPS 系统和地理信息 GIS 系统的大量有用信息,满足车辆定位与导航、交通管理与监控要求,并为驾驶员提供加油站、修车厂、旅馆等信息服务。

GPS 系统可以在地球上任何一点,均可连接实时高动态的定位导航,并通过集成在车载终端的 GPS 模块,可以获得报警、调度等必备的基本位置信息。同时以全球移动电话(GSM)系统作为传输手段,将 GPS 信息传输到全球信息 GIS 系统为平台的 ECU 系统上,用户就可实时地观察到自己车辆的运行情况了。

GPS 的工作原理是由 GPS 接收机同时接收到(3~12)颗卫星的信号,判断出地面上或接近地面的物体的位置、移动速度和方向等参数,然后进行定位和导航。

2. 车载道路交通信息通信系统

车载道路交通信息通信系统由车载导航装置、道路交通控制信息中心、道路交通指挥中心和紧急援助中心等组成。

车载导航系统由 GPS 接收机、自律导航装置、电控 ECU、车速传感器、陀螺传感器、CD-ROM(或 DVD-ROM)驱动器、LCD 显示器等组成。

Alpine 公司和日本联合开发的 DVD 099 车载导航装置具有接收道路交通信息中心的 FM 信息和 GPS 信息的功能,配以 64 比特超高速 CPU 和大容量存储器,可以使检索结果在电子地图(GIS)上立即显示,快速完成目标查找、道路选择和实时自动导航等功能。

(二) 汽车导航系统功能

- ① 行驶汽车定位及跟踪。
- ② 车辆监控及报警。
- ③ 车辆导航、沿途及目的地主要信息查询。

(三) 盲区车辆控制

当汽车驶入地下隧道、高层楼群、山区、森林等地段,暂时接收不到 GPS 系统卫星信号时,系统可以自动导入自导航模式,由车速传感器 VSS 检测出汽车的行驶速度,再通过 ECU 进行数据处理,从速度和时间中直接算出前进的距离,陀螺传感器检测出角速度,并对角速度进行积分以求出方位,就可直接检测车辆的运动,以引导车辆行驶。

车载导航系统还能对汽车行驶的路线与电子地图(GIS)上道路的误差进行实时相关匹配,并做出自动修正,得到汽车在电子地图的正确位置,以指示出正确的行驶路线。

(四) 中国的 GPS 系统

中国的 GPS 智能交通系统的研制与运用正处于发展阶段,西安电子科技大学、吉林大学交通学院、武汉大学、航天工业机电集团第十七研究所等单位进行了卓有成效的研制工作。武汉大学所属武汉泰通卫星技术发展有限公司已开发出移动目标远程车载服务系统。其车载设备包括 GPS 系统接收机、GSM 移动电话显示单元、电控 ECU 和天线等。车载系统的特殊功能有:监控、报警、求助、呼叫、信息服务、调度及管理。深圳市迈吉贝斯网络信息有限公司也开发出“千里

眼”车辆卫星定位系统,可以向用户提供定时定位、线路监控、求助、报警、车辆调度、远程控制、现场监听、移动电话、数据传输、车载“黑匣子”等综合服务系统。在北京、广州、成都、重庆、大连、厦门等城市设立分公司进行应用,并将在全国设立 40 个分公司,基本覆盖全国各大、中城市,形成中国的车载 GPS 营运服务网络系统。

附录 《现代轿车电控技术与疑难杂症诊断》常用英文缩写词

AAP :冷车辅助加速泵	ASM :总成	CCP :蒸气回收罐排污控制、气候控制板
AAC :怠速控制阀	ASV :主动安全汽车	CCM :中央控制微机
ABCS :动态车身控制系统	ALS :自动车身水平系统	CHECK ENGINE :发动机故障指示灯
ABS :防抱死制动装置	ASL :排挡锁定装置	CMP :凸轮轴传感器
A/C :空调开关、空调器	ASR :驱动防滑调节系统	CD—ROM(DVD - ROM) :驱动器(光盘)
ACP :空调压力传感器	AT :自动变速器、自动变速驱动桥	CFI :燃油喷射集中控制
ACC :自动巡航定速控制	ATA :防盗电脑(ECU)	CIS :凸轮轴位置传感器
ACCEL :加速器	ATV :自动变速器用油	CKP(CKPS) :曲轴位置传感器
ACIS :谐波控制进气系统	ATDC :在上止点之后	CL :闭式循环
ACMC :空调电磁离合器	ATS :空气温度传感器	CLC :巡航控制
ACP :空调控制系统	AR :驱动力调节装置	CLCC :化油器闭环控制
ACT :进气温度传感器、进气温度	AUTO :自动(指示灯)	CMP :凸轮轴位置传感器
ACTIVE :起作用	AUTOMATC :自动变速器	CMPI :集中控制多点燃油喷射
A/D :模拟/数字转换器	+ B :正极电源、蓄电池正极	CNG :压缩天然气
ADS :车身悬架微机	- B :负极电源、蓄电池负极	CCS :巡航控制系统
ADJ :调整	BAS :刹车辅助系统	CKD :进口散件组装汽车
A/F :空燃比	Bat + :蓄电池正极	COAST :巡航减速按钮、滑行
AFS :空气流量传感器	BATT :蓄电池	Coax :同轴的
AIR :空气喷射装置	BARO :大气压力传感器	Conn :连接器
AIR COND :空调	BCM :车身控制模块	Cony :转换器
AKKU :累加器	BJC :车速控制	COOL :冷(侧)
ALDL :故障诊断插座	BK :停车开关	CP :蒸气回收罐排污
Alt :海拔高度	BOO :制动开关	CPS :曲轴位置传感器、中央动力供应
ALT :易熔丝、充电系统	BP :大气压力传感器	CPM :同步信号传感器
ALM :遇险报警	BT :无线短距离通信(蓝牙技术)	CPU :汽车电脑、中央处理器
ALR :自动锁紧式(安全带)收缩装置	BTDC :上止点前、点火提前角	CTS :水温传感器、水温
ALU :算术逻辑运算器	BTS :互锁装置	CCCI :电脑控制点火线圈直接点火系统
AMC :空气混合伺服电动机	BVSV :双金属片真空开关阀	CRT :阴极射线显像管
AMP :安培	CAL :选择缸位信号	CRTC :示波管控制器
AMT :电控机械式自动变速器	CANCEL :取消挡	CTS :冷却液温度传感器
ANT :天线	CALPAC :自适应存储器	CVT :定容、无级变速器、机械无级
APS :大气压力(绝对)传感器	Cat COnV :催化转换器	
APS :汽车导航系统	CB :断电器	
APV :多用途车	CCC :计算机指令控制	
ASD :防滑差速器		

自动变速器	ECCS :发动机微机集中控制系统 (电子式发动机集中控制系)	EVP :排气再循环位置传感器
C ³¹ :电控点火线圈点火	ECE :联合国欧洲经济委员会汽车 法规,即欧 I、II 标准	EVRV :电子真空调节器
CYL :本田车缸序判别传感器	ECM :发动机控制模块(美)	EV :电动汽车
D :前进挡	ECT :电子控制自动变速器	EZL :电子点火微机
D/A :数字/模拟	ECL :水温传感器	
DAB :驾驶员侧安全气囊	ECU :电子控制单元(计算机、微 机)	FAN :风扇
DBM :双层单片	ED :电子差速器	F/B :保险丝盒
DELUXE :豪华级车辆	EDC :电子控制减振器	FCEV :燃料电池汽车
DG :深绿色(导线)	EDS :电子差速锁系统	FCHV :燃料电池二次电池(镍氢) 混合动力车
D - Jetronie :D 型(速度 - 密度检 测)多点燃油喷射系统	EEC :发动机电子控制、蒸汽排放 控制	FL :易熔丝
DFI :数字电控燃油直接喷射	EECS :蒸发控制系统、蒸汽排放控 制系统	FP :燃油泵
DI :直接喷射、点火系统	EEMS :电子发动机管理系统	FPC :燃油泵控制计算机
DIS :电脑控制直接点火系统	EEPROM :电控可编程只读存储器	FPU :燃油压力控制(装置)器、汽 油压力升高
Diag :诊断	EFC :电子燃油控制	FRESH :空调控制外循环(新鲜) 开关
Dist :分电器	EFE :早期汽油气化	FSI :燃油分层喷射
DLI :电脑控制五分电器点火系统	EFI :电子控制汽油喷射系统	FULL :储液罐上限标记
DLC :统一(数据通信)的诊断插 座、数据链连接器	EGO :氧传感器	FWD :前轮驱动
DLS :直接点火系统	EGR :废气再循环阀(装置)	FSS :密封接线线束
DP :减速缓冲器(节气门)	EGR/TVS :废气再循环阀/热真空 开关	GAUGE :仪表
DOHC :双顶置凸轮轴	ELC :电子控制	GDI :缸内直喷式汽油机
DS :爆震传感器	ELR :安全带紧急锁紧收缩装置	Gen :发电机
DSC :动态稳定控制	EPI :单点喷射	GIS :高精确度地理信息系统数据 库(网)
DSG :自动变速器(奥迪)	EPR :蒸气压力调节器	GPS :全球卫星定位系统
DSM :多谐振荡器	EPS :电子控制动力转向系统	GOV :限速器、调速器
DTC :统一的故障代码、读取故障 代码	EPROM :可编程只读存储器	GND :微机搭铁线
DIC :诊断故障代码	ESA :电子控制提前点火	G1 ,G2 :凸轮轴信号
DTM :诊断测试模式	ESAC :点火提前控制	GSM :移动电话
DUM :数字式电压表	ESC :电子控制点火	HAC :海拔高度传感器
DVDV :高分辨真空延迟阀	ESP :电子行驶稳定程序、电子制 动稳定系统	Ham :线架
DVV :双真空阀	EST :点火正时	HCU :液压控制装置
DYNA :电子调速器	EX :排气	HD :重载
	EST :电子控制点火正时	HEAT :预热挡位、快速加热
E :接地点	EMR :排气维修指示灯	HEATER :暖风
EAC :电子空气控制	ETS :电子牵引力控制系统	HEI :高能电子点火和 HCU 系统
EAS :电子空气开关	ETC :车内外温度监控系统	HEIGHT :高度控制开关
EAT :电控自动变速器、电动辅助 增压器	ETR :自动应急张紧阻尼安全带、 电子调谐接受器	HORN :喇叭
EBD :电子制动力分配		HTI :主氧传感器加热器
ECC :电子气候控制		HTR :环境控制系统
EBCM :电控制动模块		HECU :电液控制装置集成式结构 (包括 ECU 和 HCU 系统)
ECCC :电子能力离合器		

HEV 混合动力汽车	KE - Jectronic 机电式汽油喷射系统	MIT 发动机故障指示灯
HIGH 高位	KEO 静态检测法	MP 通用
HOT 热(侧)	KNK 爆震传感器	MPI 多点汽油喷射系统
HT 氧传感器加热器	KOER 动态检测法、动态故障代码	MPV 多用途(功能)汽车
HVAC 空调控制总成	KOEO 静态检测法、静态故障代码	MOS 金属氧化物半导体管
HR 加热器继电器	KS 爆震传感器	MONO 单点汽油喷射
IAC 怠速空气控制	KSW 钥匙开锁警报开关	MKD 介于 SKD 与 CKD 之间组装车
IACV 进气控制阀	KV 感应式数字电压表	MT 手动变速器
IAT 进气温度	L 强制低速挡	M - REL 电喷系统主继电器
IATS 进气温度传感器	LAF 空燃比传感器	MSIC 中规模集成电路
IC 集成电路、集成块	LEV 低排放汽车	MVE 多气门发动机
ICM 点火控制模块	LED 发光二极管	N 空挡
ID 定义、内径	LF 左前	NE 转子信号
IDI 集成直接点火	L - 4 直列四缸发动机	NKN 爆震传感器信号
IDL 节气门、怠速触点	LCD 液晶管	NORM 正常驾驶位置
IDS 无分电器直接点火系统	LH 左侧	NORM(H1) :悬架高度控制指示灯
IG 点火	LHD 左侧驾驶	NOT ACT 不起作用
IGF 点火确认信号、电子点火器	LOCK 设定锁门位置	NPS 空挡开关
IGI 电控点火系统	LOW 储液罐下限标记	NSW 空挡启动开关
IGf 点火监测信号	LPG 液化石油气	NTC 负温度系数热敏电阻
IGN 点火信号	LSIC 大规模集成电路	NLR 非锁止式收带器
IGt 电子点火正时信号	LSPV 负荷感应比例阀	O ² 氧传感器
IGR 点火继电器	LSWR 开门锁监控开关	OD、O/D 超速开关、超速挡、超速传动
IGSW 点火开关	LLC 长效冷却液	OBDD 随车诊断装置
ILC 怠速负荷补偿	LR 左后	OFF 断开、切断开关
INJ 喷射	LRC 巡航控制指示开关	ON 接通、接通开关
INT 进气、间歇	L - Jectronic :L 型(质量—流量检测)多点汽油喷射系统	OHC 顶置凸轮轴
IP 仪表板	CE - Jectronic :LE 型汽油喷射系统	OHV 顶置气门
IPC 仪表板线束	LH - Jectronic :LH 型(热线式流量检测)多点汽油喷射系统	OLS 机油液面传感器
IPM 集成动力模块	LU - Jectronic :LU 型(闭环控制)汽油喷射系统	O/S 加大尺寸
ISC 怠速控制(系统、装置)	LUG 行李仓门开锁操纵开关	OSS 输出转速传感器
ISCV 怠速控制阀	MAF 空气流量计	OX 氧传感器
J/O 输入/输出、接口电路	MAIN 巡航主开关	OW 机油警告灯
I - TEC 五十铃全电子控制	MAN :《维修手册》、《使用说明书》	OVCV 外通风控制阀
ITS 智能运输(交通)系统	MAP 进气歧管绝对压力	OXS 热氧传感器
IV 智能汽车	MAS 混合气调整螺钉	P 驻车
IVSC 车速控制微机	MAT 进气歧管气温传感器	PAB 副驾驶员侧安全气囊
IVHS 智能汽车公路系统		PCV 曲轴箱强制通风阀、调节阀
J/B 接线盒		
KAB 膝部碰撞安全气囊		
KAM 自动保护存储器		
K - Jectronic 机械式汽油喷射系统		

PASSENGERCAR :大轿车、客车	RPM :发动机转速传感器	STO :自诊断输出接头
PCE :全电控制油泵	RRAB :车辆顶棚安全气囊	STOP :制动灯
PCM :动力控制(模块)一体化系统	RSC :车辆稳定系统	STA :启动
PC :车载平台、减压阀	RV :休闲汽车	STJ :冷启动喷油器
PEEC :可编程发动机控制装置	RWD :后轮驱动	SU :累加器
PEMFC :质子交换膜燃料电池	RL :后左	SUPER :超级或高级车辆
PICKUP :小卡车、工具(皮卡)车	RR :后右	SUV :运动用途汽车
PIM :真空度传感器	RS :右侧	SW :开关
PIP :点火拾波线圈	RTD :悬架控制微机	
PKB :驻车制动器	SAE :美国汽车工程师学会	TACH :点火器的输出信号端
P/N :停车/空挡位置	SALOON :轿车	TBI :节气门体喷射
PNP :驻车/空挡位置开关	SAV :运动用途汽车	TCC :变扭器离合器
PPS :电控可变渐进式动力转向系统	SBC :感应制动控制	TCS :驱动力控制系统
PTR :正温度系数热敏电阻	SBEC :切诺基车 ECU	TCU :变速器电控单元
PS :动力转向	SBV :蓄电池电压信号	TCCS :丰田计算机控制系统
PSW :功率触点	SC - OFF :车速控制关	TDC :上止点信号
PSP :动力转向压力	SC - ON :车速控制开	TDCL :丰田诊断连接器、故障诊断测试插座
PSPS :动力转向开关	SCS :稳定控制系统	TEMP :温度
PROM :可编程只读存储器	SDS :智能化减振系统	TEL :车用电话
PWR :EG 动力行驶模式	SEDAN - SASOOH :四门或两门轿车	TFT :油温传感器
PWM :牵引力控制	SES :发动机故障指示灯	THA :进气温度(传感器)信号
PWRS :动力转向输入开关	SET/ACCEL :巡航设定/加速开关	THG :EGR 温度传感器
	SFT/COAST :设置/巡航	THW :水温(传感器)信号
R :倒车	SFI :顺序汽油喷射	TP :节气门位置
RAM :随机读写存储器	SGL :超豪华级车辆	TPS :节气门位置传感器
RB :防滚制动	SIAB :侧面碰撞安全气囊	TRC :驱动力控制系统
R/B :继电器盒	SKC :钥匙密码	TWC :三元催化转化器(装置)
RC :查码	SKD :半散件组装车	TV :热真空阀
RCS :雷达控制系统	SLV :低选择阀	TVSV :水温感知控制真空开关
RDS :无线电数据系统	SMD :安全气囊电控模块	TVSS :智能防盗系统
REC :空调循环转换开关	SOFC :固态氧化物燃料电池	TVV :温度真空控制阀
RECIRC :空调控制内循环(位置)	SOFT :软位	TWCC :三元催化转换器
RES/ACC :复位/加速	SOHC :单顶置凸轮轴	TURBO :废气压力传感器
REOST :变压器	SP :速度传感器	
RESUME :恢复	SPD :车速传感器	U _{BAT} :蓄电池电压信号
RF :右前	SPI :单点汽油喷射	UCC :一体化底盘控制
RH :右侧	SRS :安全气囊	ULEV :超低排放污染汽车
RHO :右侧驾驶	SSIC :小规模集成电路	UL :门锁和门锁开关
ROM :只读存储器	SSM :专用维修材料	U/S :缩小尺寸
ROEO :静态测试模式、静态故障代码	SST :专用维修工具	VAC :真空
ROYAL :皇家级车辆	START :点火开关位于启动挡位置	VAF :可变电阻器
	STD :标准、标准级车	VAT :电控防盗系统

VATS :防盗系统	VSV :真空控制阀	W :带
VC :节气门位置传感器	VSS :车速里程传感器	W/O :不带
VCC :液压变扭器离合器(锁止)	VSV :真空电磁阀	WT :警告标志(信号)
VCM :车身控制模块、真空调节阀	VLSIC :超大规模集成电路	WSS :车辆转速传感器
VED :荧光显示	VTA :节气门开关	4WABS :四轮制动防抱死系统
VGI :可变长度进气(管)系统	VTEC :电控可变气门定时系统(本田)	WARMER :数字仪表
VIN :标准码、17 位码	VTV :真空延迟阀	WINTER :冬天驾驶防滑阀
VS :视频图像传输	VVT :可变气门定时、真空传递阀	2WS :二轮转向汽车
VSC :车辆稳定控制		4WS :四轮转向汽车
VSS :车速传感器		

参 考 文 献

- 1 董宁主编. 国产常用轿车维修技术参数及电路图. 北京 国防工业出版社 2002
- 2 张立新 ,卢伟主编. 上海帕萨特轿车电控与电气系统检修图解. 北京 机械工业出版社 2002
- 3 王遂双主编. 汽车电子控制系统的原理与检修(电喷发动机部分). 北京 北京理工大学出版社 1991
- 4 张永玉 ,田西玲编. 现代小型汽车结构与维修(电器部分). 济南 山东科学技术出版社 1997
- 5 四川大学职业技能培训中心. 进口汽车电子控制系统构造原理与故障诊断.
- 6 董安编. 汽车故障异响诊断. 北京 北京理工大学出版社 1999
- 7 谢绍华编. 中外常见轿车发动机故障码自诊断手册. 北京 人民邮电出版社 2002
- 8 刘森主编. 怎样识读汽车电路图. 北京 金盾出版社 2003