

汽车专业维修培训丛书

点 火 系 统

于春鹏 主编



化学工业出版社
工业装备与信息工程出版中心

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

点火系统/于春鹏主编. —北京:化学工业出版社,

2005.5

(汽车专业维修培训丛书)

ISBN 7-5025-7144-2

I. 点… II. 于… III. 汽车-点火系统-车辆修理

IV. U472.43

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 051527 号

汽车专业维修培训丛书

点 火 系 统

于春鹏 主编

责任编辑:周国庆 周 红

文字编辑:麻雪丽

责任校对:洪雅姝

封面设计:于 兵

*

化 学 工 业 出 版 社 出版发行

工业装备与信息工程出版中心
(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询:(010)64982530

(010)64918013

购书传真:(010)64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷

三河市海波装订厂装订

开本 720mm×1000mm 1/16 印张 $8\frac{3}{4}$ 字数 137 千字

2005 年 7 月第 1 版 2005 年 7 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-7144-2

定 价: 16.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责退换

前 言

当今时代，科学技术的迅猛发展，极大地促进了汽车技术和汽车工业的高速发展，汽车正日益广泛地深入到社会和人们日常生活的各个方面，这使得汽车维修成为引人注目、迅猛发展的行业。

由于现代汽车技术大量地融进了电子技术、计算机技术、现代通讯与控制技术等，使得汽车的维修理念、维修内容、维修方法，都发生了根本性的变化，汽车维修越来越具有一定的难度。因此，汽车维修市场对汽车维修人员的技能及素质要求越来越高，汽车维修业的从业人员需在相对短的时间内掌握关于新车型的维修技术和方法。从汽车技术发展和汽车维修人员掌握技术能力和培养素质的角度出发，本编委会组织有关专家编写了这套《汽车专业维修培训丛书》，包括：《充电系统》、《转向系统》、《汽油发动机》、《制动系统》、《传动轴、差速器、驱动桥及车桥》、《悬架系统》、《电子燃油喷射系统》、《自动变速器》、《空调系统》、《点火系统》、《启动系统》、《车轮定位及轮胎》、《柴油发动机》、《防抱死制动和牵引力控制系统》、《增压器》、《排放控制系统》、《离合器及机械变速器》、《车身电气》等共计 18 种。

针对汽车维修人员的实际需要，本丛书在编写上力求做到以下几点。

1. 依据《国家职业标准·汽车维修工》中有关中级和高级的内容进行编写。
2. 基本知识、原理、结构简单介绍，以够用为原则。
3. 突出基本技能，主要介绍维修部分的内容，以及故障的诊断、排除方法和技巧，并列举实例，注重实用性、针对性和可操作性。同时介绍材料、零部件识别的有关知识。
4. 语言简洁，深入浅出，通俗易懂，做到图文并茂。

本书是《点火系统》，是《汽车专业维修培训丛书》之一。书中详细阐述了汽车点火系统各组成部分的结构、原理、故障诊断及维修方法，并对点火系统的分类及发展情况做了介绍，最后对国内较为常见的美国、日本两大车系、五类点火系统进行了实例分析，希望能够起到举一反三的效果。同时，为方便广大读者阅读本书及其他相关资料，编者在书中提供了点火系统检修常用缩略语中英文对照表。本书是汽车检测和维修人员的重要参考资料，也可供汽车专

业师生参考。

本书由黑龙江工程学院于春鹏主编，参加编写的人员有王革新、姜弘海、苗峻峰、于春旭、冯英。

本书在编写过程中，参考了有关文献资料，在此谨向原作者表示谢意。由于编者水平有限，编写时间仓促，书中难免有不足之处，敬请广大读者指正。

编 者

2005 年 3 月

目 录

第 1 章 点火系统结构与工作原理	1
1.1 简述	1
1.2 点火线圈	4
1.2.1 点火线圈基本结构	4
1.2.2 高电压产生的原理	5
1.2.3 点火线圈的工作过程	7
1.2.4 带电阻器的点火线圈	9
1.3 分电器	10
1.3.1 断电器	10
1.3.2 电容器	10
1.3.3 点火提前装置	12
1.3.4 配电器	14
1.4 火花塞	15
1.4.1 火花塞结构	15
1.4.2 点火性能	16
1.4.3 火花塞的热特性	17
1.4.4 白金尖火花塞	18
1.5 晶体管点火系统	18
1.5.1 信号发生器	18
1.5.2 点火器	23
1.5.3 集成式点火总成	28
1.6 微机控制点火系统	29
1.6.1 系统组成与工作原理	29
1.6.2 点火提前角控制	31
1.6.3 通电时间控制	34
1.6.4 爆震控制	34
1.6.5 无分电器点火系统	39

第 2 章 故障诊断与维修	43
2.1 点火正时	43
2.2 点火系统主要部件的故障与检修	44
2.2.1 分电器的故障与检修	44
2.2.2 电容器的故障与检修	46
2.2.3 点火线圈的故障与检修	48
2.2.4 火花塞的故障与检修	48
2.2.5 信号发生器	50
2.2.6 点火器（电子点火组件）的检查	52
2.3 点火系统的故障诊断	54
第 3 章 典型点火系统结构与维修	57
3.1 美国车系点火系统结构与维修	57
3.1.1 通用计算机控制点火系统结构及故障检修	57
3.1.2 克莱斯勒计算机控制点火系统结构与故障检修	75
3.1.3 福特计算机控制点火系统结构及故障检修	81
3.2 日本车系点火系统结构与故障维修	97
3.2.1 丰田皇冠 3.0 发动机点火系统检修	97
3.2.2 丰田凌志汽车电控点火系统的检修	106
3.2.3 本田雅阁电控点火系统的检修	114
附录 发动机电控系统常用缩略语中英文对照表	117
参考文献	123

第 1 章 点火系统结构与工作原理

1. 1 简 述

汽油发动机吸入了汽缸的燃油和空气的混合气，在压缩行程终了时需经电火花点燃，才能使混合气燃烧产生强大的压力，推动活塞运动而做功。因此，必须在汽油发动机上装配一套能在汽缸中产生电火花的装置称为点火系统，其基本结构如图 1-1 所示。

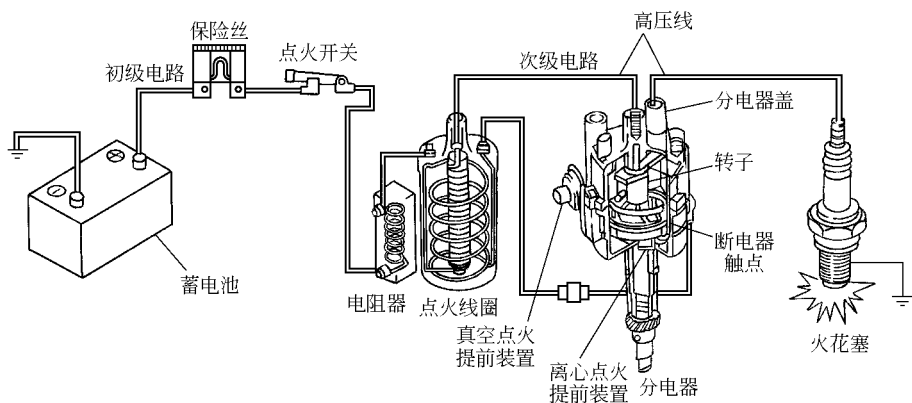


图 1-1 点火系统基本结构

(1) 汽油发动机有效运作必备的条件

- ① 较高的压缩压力。
- ② 正确的点火时刻和强烈的火花。
- ③ 良好的可燃混合气。

(2) 对点火系统的要求 为保证在各种使用条件下均能可靠地点燃混合气，对点火系统有如下要求。

① 能产生足以击穿火花塞电极间隙的电压 可燃混合气在汽缸内压缩时，火花很难穿过空气层（因为空气层有一定电阻，这一电阻随空气的压缩程度而增大），因此，必须有足够高的电压才能保证击穿火花塞电极间隙而产生点

火花。

② 产生的火花应具有足够的能量 要使混合气可靠点燃，火花塞产生的火花应具有一定的能量，发动机正常工作时，所需的火花能量很小，约 $1\sim 5\text{mJ}$ ，而冷启动时因工作条件恶劣，则需产生至少 100mJ 的火花能量。

③ 点火时间应适应发动机的工作情况 点火系统应按发动机的工作顺序进行点火，且必须在最有利的时刻点火，只有这样才能保证发动机输出功率最大、油耗最小。

(3) 点火系统的发展变化

① 传统点火系统也称蓄电池点火系统、触点式点火系统。这种点火系统具有最基本的结构，在该系统中，通过用机械的方法接通和断开触点，使点火线圈的初级电流间歇流动，从而在点火线圈次级产生点火高压，如图 1-2 所示。

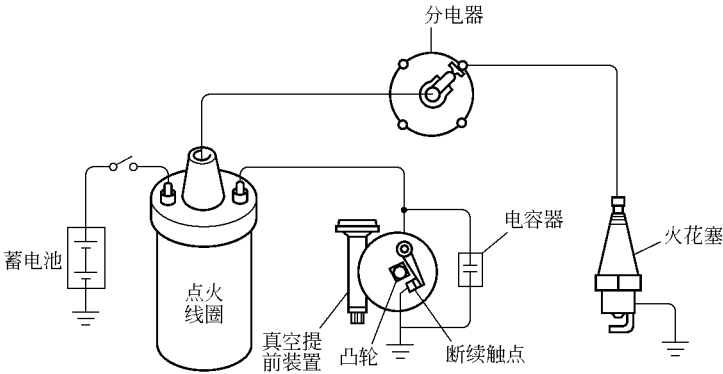


图 1-2 传统点火系统结构

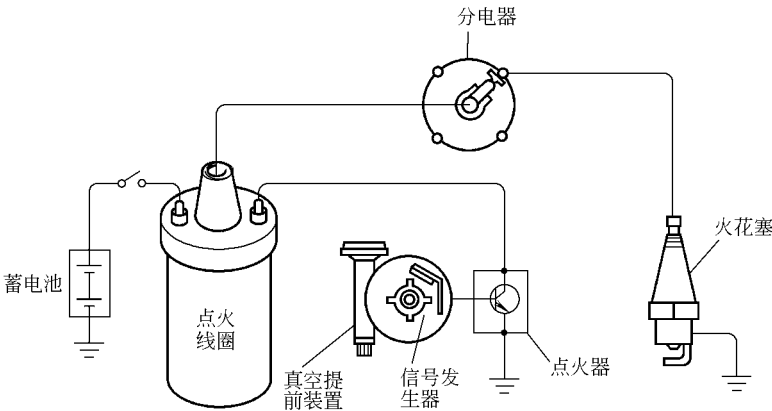


图 1-3 无触点电子点火系统结构

② 无触点电子点火系统 在该系统中，用信号发生器替代了老式触点结构，利用电子控制的方法使点火线圈的初级电流间歇流动，从而在点火线圈次级产生点火高压，如图 1-3 所示。

③ 普通微机控制点火系统 在该系统中，电控点火提前取代了传统的点火提前机构（真空及离心提前），并开始利用发动机电子控制单元控制点火提前，如图 1-4 所示。

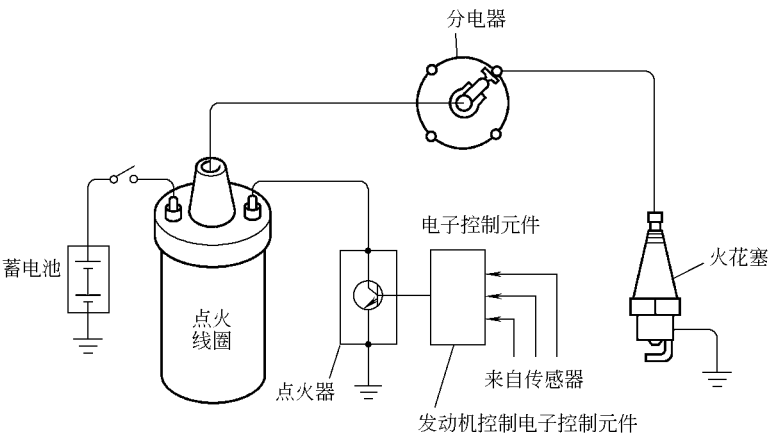


图 1-4 普通微机控制点火系统结构

④ 无分电器电子点火系统 简称 DLI（Distributor Less Ignition）系统。该系统使用多个点火线圈，直接向火花塞输送高压，取消了机械式分电器结构，沿用了发动机电子控制单元控制点火提前的方法，如图 1-5 所示。

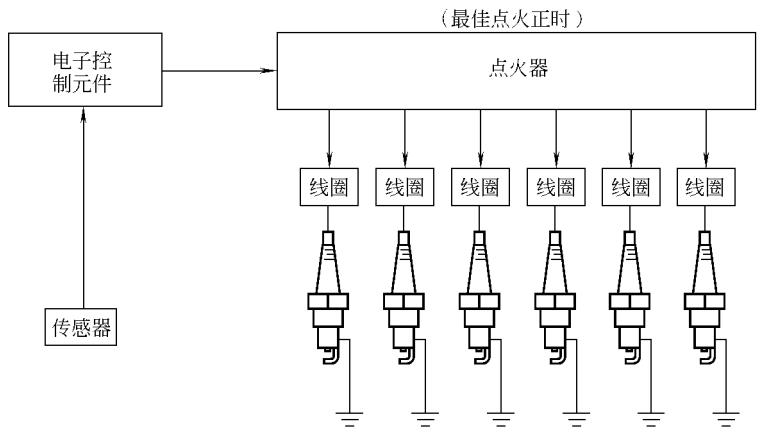


图 1-5 无分电器电子点火系统结构

1.2 点火线圈

1.2.1 点火线圈基本结构

点火线圈按磁路的结构形式不同，可分为开磁路式和闭磁路式两种。传统点火系统中广泛使用的是开磁路式点火线圈，闭磁路式点火线圈多用于高能电子点火系统。

(1) 开磁路式点火线圈 传统开磁路式点火线圈结构如图 1-6 所示。点火线圈的上端装有胶木盖，其中央突出部分为高压接线柱，其他接线柱为低压接线柱。根据低压接线柱数目，点火线圈分为两接线柱式和三接线柱式两种。点火线圈的铁心由硅钢片叠成，其上绕有次级绕组（直径为 $0.06 \sim 0.10\text{mm}$ 的漆包线绕 $11000 \sim 26000$ 匝）和初级绕组（用直径 $0.5 \sim 1.0\text{mm}$ 的漆包线绕 $230 \sim 370$ 匝）。绕组和外壳之间，装有导磁用的钢片，外壳的底部装有瓷杯。

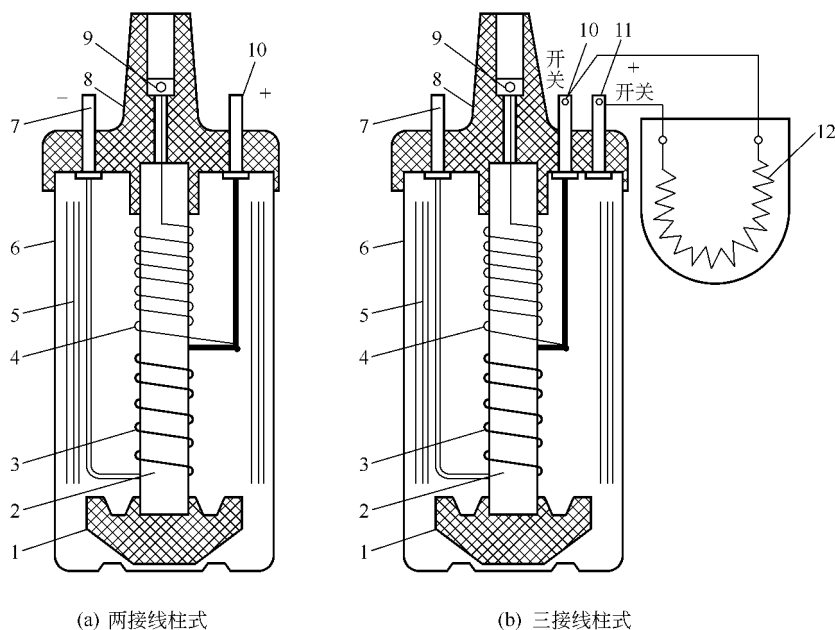


图 1-6 传统开磁路式点火线圈结构

- 1—瓷杯；2—铁心；3—初级绕组；4—次级绕组；5—导磁片；6—外壳；
7—低压接线柱负极；8—胶木盖；9—高压接线柱；10—低压接线柱
正极或“开关”；11—低压接线柱“开关”；12—附加电阻

为加强绝缘和防止潮气侵入，在外壳内填充石蜡和松香的混合物或者沥青和变压器油的混合物，前者称干式点火线圈，后者称湿式或油浸式点火线圈。

点火线圈低压接线柱的连接要正确，即“—”接线柱接至断电器触点，“+”接线柱接至点火开关，使初级电流从“+”接线柱流入，从“—”接线柱流出，这样才能保证高压电路为正极搭铁，即火花塞的中心电极为负极、旁电极为正极，可使火花塞的击穿电压降低 20% 左右。

(2) 闭磁路式点火线圈 其结构及磁路如图 1-7 所示。在“日”字形铁心内绕有初级和次级绕组，磁力线经铁心构成闭合磁路。为减少磁滞，常在铁心内侧设有一个微小的间隙。

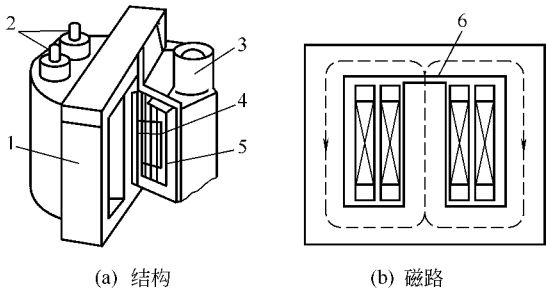


图 1-7 闭磁路式点火线圈结构及磁路

1—“日”字形铁心；2—初级绕组接线柱；
3—高压接线柱；4—初级绕组；5—次
级绕组；6—空气间隙

闭磁路点火线圈的优点是漏磁少、磁阻小、能量损失小、能量变换率达 75% 以上，开磁路式点火线圈的能量变换率仅有 60% 左右。闭磁路式点火线圈采用热固性树脂作为绝缘填充物，外壳以热熔性塑料注射成型，绝缘性、密封性均优于开磁路式点火线圈，且体积日益小型化，可直接装在分电器盖上，使结构更加紧凑，并减小了次级分布电容，在电子点火系统中已被广泛采用。

1.2.2 高电压产生的原理

(1) 自感效应 电流流过线圈就会产生磁场，其结果是出现一个产生磁通的电动势，而这个磁通的方向正是阻止在线圈内产生磁通。所以，电路接通时，电流不能立即流过线圈，而是需要一段时间，电流才能增大。另外，当电流流过线圈并被突然切断时，在线圈内也产生一个电动势，其方向则是电流流动的方向，也就是阻止磁通消失的方向。因此，当电流开始在线圈内流动或电流被切断时，线圈内均产生电动势。这个电动势将阻止线圈内磁通的变化，此

现象就称为“自感效应”。电路原理如图 1-8 所示，感应线圈中电流与反电动势的变化如图 1-9 所示。

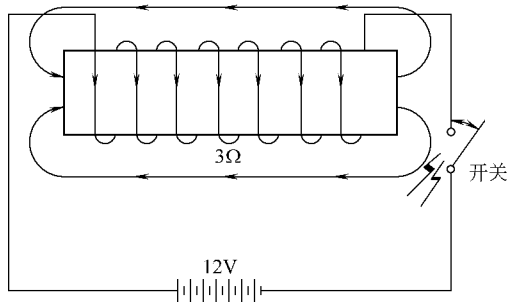


图 1-8 自感效应电路原理

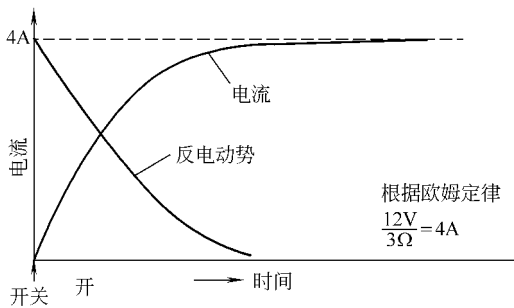


图 1-9 感应线圈中电流及反电动势的变化

(2) 互感效应 安装在同一铁心上的两个线圈，当其中一个线圈（初级线圈）内的电流发生变化时，在另一个线圈（次级线圈）内就会产生相应的电动势，其方向是阻止初级线圈内磁通的变化，此现象称为“互感效应”。当恒定电流流过初级线圈时，因磁通没有变化，所以次级线圈内则不产生相应的电动势，如图 1-10 所示。当开关断开时，初级线圈内电流被切断，原来产生的磁通将会消失，此时次级线圈内就会产生一个电动势，其方向是阻止这个磁通的消失，如图 1-11 所示。当开关再次闭合时，次级线圈内也会产生一个电动势，其方向是阻止初级线圈产生磁通，状态与电流被切断时刚好相反。由此可知，初级线圈电流被突然切断时，在初级线圈与次级线圈之间便会产生互感效应，导致点火线圈产生高压电流，如图 1-12 所示即为初级线圈和次级线圈之间的变化关系；而初级线圈电流刚被接通时，电流量的变化，也带来了磁通的变化，但是由于自感效应，初级线圈的电流并非突然增加，磁通量也是逐渐地变化，故次级线圈互感产生的电压达不到放电电压的要求。

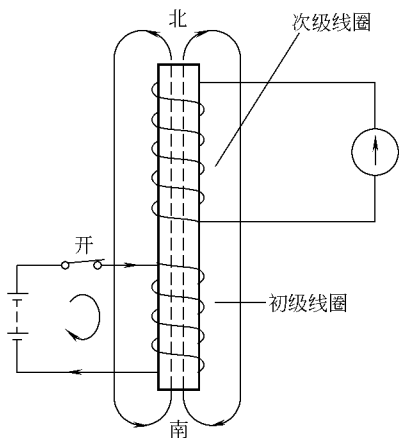


图 1-10 恒定电流流过初级线圈时无互感效应

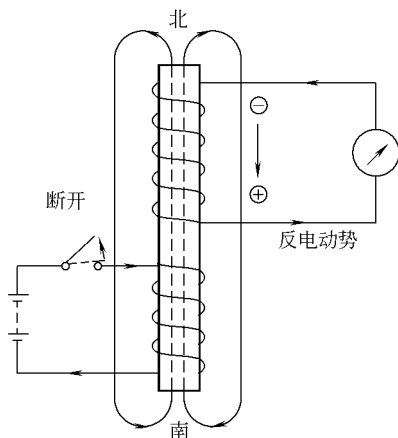


图 1-11 初级线圈电流变化时有互感效应

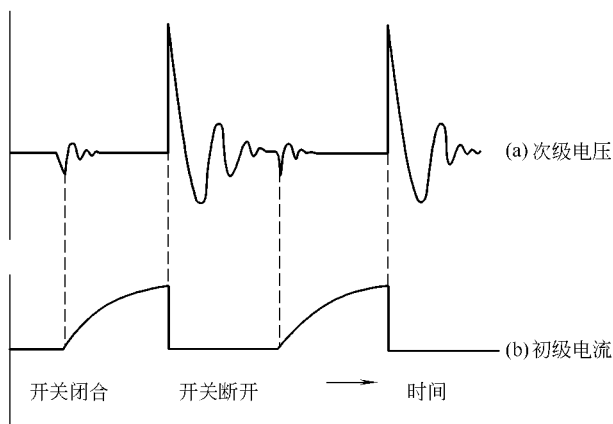


图 1-12 初级电流与次级电压的变化关系

感应电动势的大小一般取决于三方面因素：①线圈中产生的磁通量越大，感应电压越高；②线圈匝数越多，感应电压越高；③线圈内产生的磁通变化越快，感应电压越高。因此，要使互感效应产生的电动势（次级线圈产生的电压）较大，就必须保证初级线圈内的电流尽可能大且电流的切断要尽可能迅速。

1.2.3 点火线圈的工作过程

(1) 断电器触点闭合 初级电流由蓄电池正极流经初级线圈的正极端子、

负极端子、断电器触点至接地返回蓄电池负极，如图 1-13 所示。所以线圈周围便产生了磁力线，如图 1-14 所示。

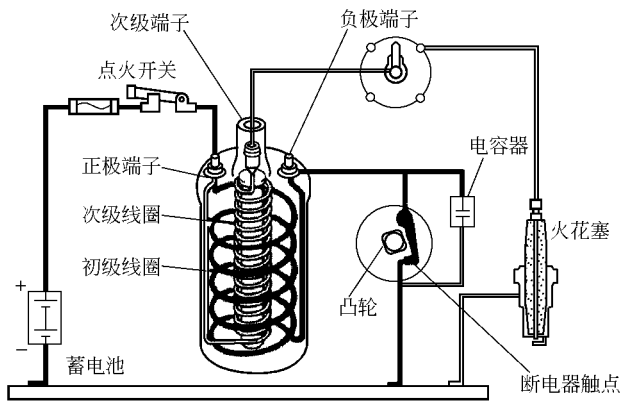


图 1-13 点火线圈工作电路

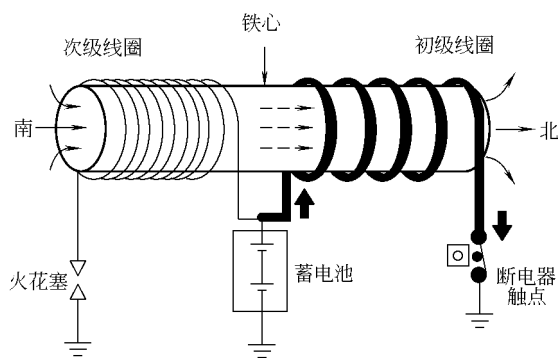


图 1-14 点火线圈工作结构示意图

(2) 断电器触点分开 当曲轴带动凸轮轴旋转时，分电器断电凸轮使触点分开，于是流经初级线圈的电流被突然中断。在初级线圈内产生的磁通开始减弱，由于初级线圈的自感效应和次级线圈的互感效应，使两线圈内均产生感应电动势，以阻止磁通的减弱。自感电动势升至 $200\sim300\text{V}$ ，互感电动势则升至 $15\sim20\text{kV}$ ，火花塞便产生火花放电。随着电流中断时间变短，磁通变化增加，结果是每个单位时间内都产生非常高的点火电压。

(3) 断电器触点再次闭合 当断电器触点再次闭合时，初级电流重新流入初级线圈，初级线圈的磁通开始增加。由于初级线圈的自感效应，产生一反电动势，阻止初级线圈内的电流增加，初级电流并非突然增加，因而导致次级线圈内无法产生较大的互感电动势。

1. 2. 4 带电阻器的点火线圈

(1) 带电阻器的点火线圈的构造 带电阻器的点火线圈增加了一个和初级线圈串联的电阻，与不带电阻器的点火线圈相比，可以减少发动机高速运转时次级电压的下降。安装普通点火系统的汽车，都使用这种点火线圈。一般分为两种形式，即外电阻器型和整体式电阻器型，其结构如图 1-15、图 1-16 所示。

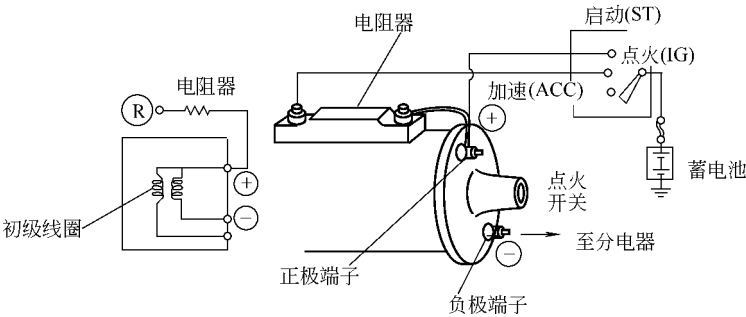


图 1-15 外电阻器型点火线圈结构

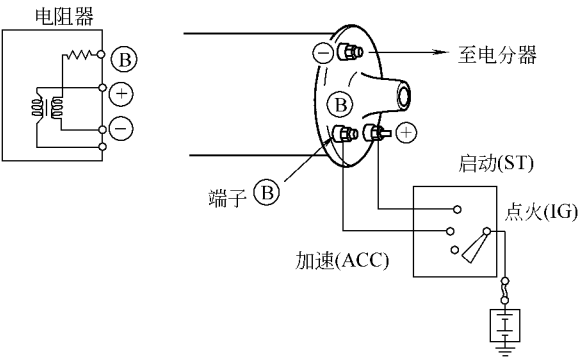


图 1-16 整体式电阻器型点火线圈结构

(2) 带电阻器的点火线圈的功能 如图 1-13 所示，当触点闭合电流开始流过初级线圈时，由于自感效应，从断电器触点闭合至达到初级电流饱和值这段时间内，将产生一阻碍这个电流增加的反电动势。所以，当电流开始在点火线圈的初级线圈内流动时，初级电流是逐渐增大的，且随初级线圈绕组匝数的增加，而增大电流滞后时间。

在不带电阻器的点火线圈中，发动机转速低时，断电器触点闭合时间长，有足够的电流流过初级线圈，可获得足够高的次级电压。但当发动机转速升高时，断电器触点接触时间就缩短，没有足够的电流流过初级线圈，次级电压必然会变低。

在带电阻器的点火线圈中，初级线圈绕组匝数减少了，因而由自感效应引起的阻碍初级电流增大的趋势也就减弱了。所以，初级电流升高得较快，即使在发动机转速升高时，也会有足够的电流流过初级线圈，防止次级电压降低过多。另外，带电阻器的点火线圈还有一个优点就是启动性能好。因发动机启动时，大量电流流过后动机，蓄电池电压下降，减少了点火线圈的初级电流，造成次级电压下降，点火火花变弱。为解决这一问题，一般采用短接附加电阻器的方法，即启动时初级电流直接流过初级线圈，而不流过附加电阻器，使蓄电池电压直接施加在初级线圈上，从而产生较强的火花。

1.3 分 电 器

分电器是点火系统中最为重要的总成，主要用于控制点火时刻、次级高压电的产生及分配。但随着汽车电子技术的发展，分电器的形式也不断地发生着变化。在晶体管式点火系统中，分电器的断电器部分已由机械式变为电子式；在电控点火提前系统中，分电器的断电器部分及点火提前装置均由机械式变为电子式；而在无分电器点火系统中，彻底取消了分电器，其功能则由其他结构来完成。下面以普通分电器为例对其结构及功能加以说明。

分电器一般由断电器、配电器、电容器和点火提前机构等组成，如图 1-17 所示。分电器的壳体由铸铁制成，下部压有石墨青铜衬套，分电器轴装在机油泵的顶端，利用速比为 1 : 1 的斜齿轮由凸轮轴经机油泵轴驱动，轴在衬套内旋转，用油杯进行润滑。

1.3.1 断电器

断电器的作用是周期性地通断点火线圈初级回路，一般由触点和断电凸轮组成。断电器触点副由钨合金制成，一触点固定，另一触点活动。固定触点搭铁，通过紧固螺钉固定在活动底板和下部的固定底板上，可借助转动偏心螺钉调整触点间隙；活动触点固定在触点臂的一端，触点臂的另一端套在销钉上，触点臂靠弹簧片压紧在断电凸轮上，触点臂经弹簧片和导线与壳体外面的绝缘接线柱连接。断电凸轮的凸角数和发动机汽缸数相同，断电凸轮与拨板制成一体，装在分电器轴上，经离心提前机构的离心重块由分电器轴驱动。

1.3.2 电容器

电容器一般安装在分电器壳外面，和断电器触点并联，由两条铝箔或锡箔

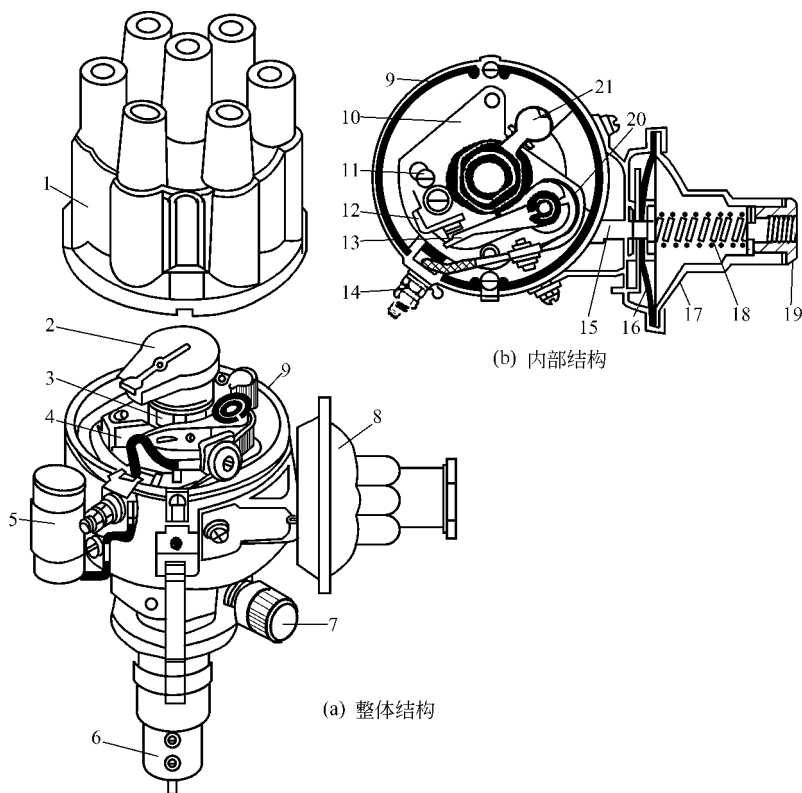


图 1-17 分电器总成

- 1—分电器盖；2—分火头；3—凸轮；4—触点及断电器底板总成；5—电容器；
6—联轴节；7—油杯；8—真空提前机构；9—分电器壳体；10—活动底板；
11—偏心螺钉；12—固定触点与支架；13—活动触点臂；14—接线柱；
15—拉杆；16—膜片；17—真空提前机构外壳；18—弹簧；
19—螺母；20—触点臂弹簧；21—油毡及夹圈

组成，在两条箔带之间夹以绝缘蜡纸，其中一条箔带的底部与外壳紧密接触，另一条箔带则通过与外壳绝缘的导电片由导线引出。

当初级电流切断速度增加时，次级线圈的感应电动势也相应增大。但是，由于自感效应，初级电流的突然断路会在初级线圈内产生约 500V 自感电动势，在断电器触点分开的瞬间，自感电流将以电火花的形式跨过触点，因此，初级电路不会立刻断流。为将触点产生电弧减至最小，断电器触点分开时，初级线圈产生的自感电动势就暂时“贮存”在电容器中，迅速切断初级电流，如图 1-18 所示。如图 1-19 所示为触点分开后初级电流的变化情况，有电容器时，时间 T_1 明显小于 T_2 ，触点产生电弧的可能性较小。

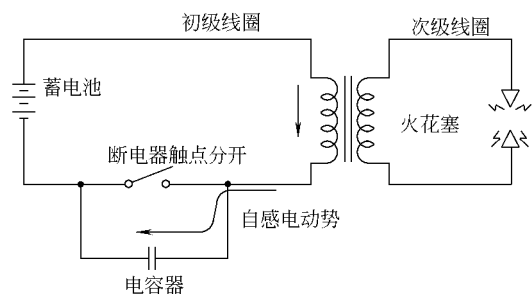


图 1-18 电容器工作电路

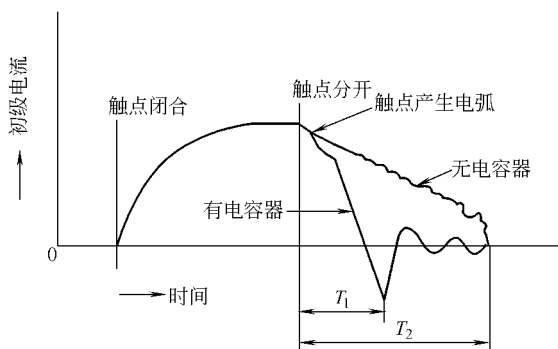


图 1-19 触点分开后初级电流的变化情况

1.3.3 点火提前装置

电火花点燃可燃混合气后，火焰需要一定的时间才能扩散至整个燃烧室。因此，在开始点火至达到最大燃烧压力之间有少许时间延迟，也就是说，在决定点火时刻时必须将火焰扩散时间考虑在内。由于点火后火焰扩散需要时间，可燃混合气必须在上止点前就实际点火，这个时间上的配合就称作“点火正时”，一般用点火提前角来表示点火时刻是否正时。在实际应用中应根据发动机转速、负荷等变化，适时地改变点火提前角，使发动机处于最佳工作状态。为此，分电器中配置了真空点火提前装置及离心点火提前装置，前者随发动机负荷变化调整点火提前角，后者随发动机转速变化调整点火提前角。

(1) 离心式点火提前装置 该装置通常装在断电器固定底板的下部，如图 1-20 所示。在分电器轴上固定有托板，两个重块分别套装在托板的柱销上，重块另一端由弹簧拉住。断电凸轮和拨板为一体件，套装在分电器轴的上端，而拨板的方孔则套装在离心重块的销钉上。

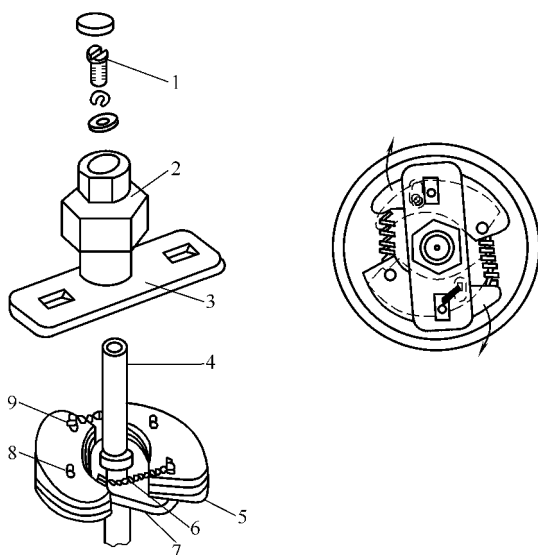


图 1-20 离心式点火提前装置结构

- 1—断电凸轮固定螺钉及垫圈；2—断电凸轮；
3—拨板；4—分电器轴；5—重块；6—
弹簧；7—托板；8—销钉；9—柱销

发动机转速增高时，在离心力的作用下重块克服弹簧拉力向外甩开，销钉推动拨板及凸轮沿原来旋转方向相对于分电器轴转过一个角度，使凸轮提前顶开触点，点火提前角增大。发动机转速降低时弹簧将重块拉回，使提前角自动减小。

两个重块的弹簧由不同粗细的钢丝绕成，弹力不同。低速范围内只有细弹簧起作用，点火提前角增大得较快；而在高速范围内，由于两根弹簧同时工作，因而点火提前角的增大比较平稳，使之更符合发动机的需求。

(2) 真空式点火提前装置 该装置通常装在分电器壳体的外侧，内部结构如图 1-17 (b) 所示。该装置外壳内固定有膜片，通过拉杆带动断电器活动底板转动，转动的角度受固定底板上的长方孔限制。膜片左侧通大气，右侧由弹簧顶住，并通过真空管与化油器空气道中靠近节气门的小孔相通，其工作原理如图 1-21 所示。

当发动机负荷较小，节气门开度也较小时 [见图 1-21 (a)]，节气门处的真空度较大，吸引膜片向右弯曲，拉杆拉动活动底板带着断电器的触点副逆分电器轴旋转方向转动一定角度，使触点提前打开，点火提前角增大；当发动机

负荷加大，节气门开度也增大时 [见图 1-21 (b)]，节气门处的真空度减小，膜片在弹簧作用下向左弯曲，使点火提前角自动减小；怠速时，节气门接近全闭，真空管位于节气门上方开口处的真空度几乎为零，于是弹簧推动膜片使点火提前角减小或基本不提前。需说明的是：有些类型的分电器，其真空提前装置不是拉动断电器活动底板，而是拉动分电器外壳，结构稍有不同，但原理及效果是一样的。

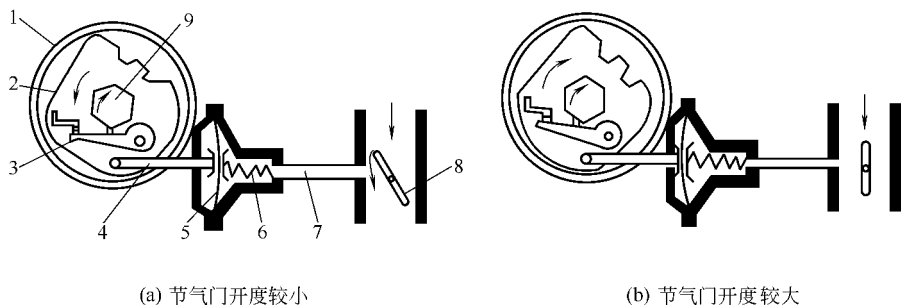


图 1-21 真空式点火提前装置工作原理

1—分电器壳体；2—活动底板；3—触点副；4—拉杆；5—膜片；
6—弹簧；7—真空连接管；8—节气门；9—凸轮

(3) 辛烷值选择器 为了适应不同汽油的不同抗爆性能，在换用不同品质的汽油时，通常需要调整点火时间，为此在有些类型分电器上装有辛烷值选择器。一般辛烷值选择器安装在分电器的壳体上，用来转动分电器的壳体。不同形式的分电器，辛烷值选择器的结构也有所不同，但基本原理是一致的，即逆着断电凸轮旋转方向转动分电器壳体时，点火提前角增大；反之，则点火提前角减小；壳体转动多少可从刻度板上读出。

1.3.4 配电器

配电器的作用是将点火线圈次级产生的高压按点火顺序送至各缸火花塞，一般由位于断电凸轮上方的分火头和分电器盖组成。分火头插装在断电凸轮的顶端，和断电凸轮一起旋转，其上有金属导电片。分电器盖的中间有主高压线插座孔，孔内装有带弹簧的炭柱，直接压在分火头的导电片上；在主高压线插座孔周围均布有与发动机汽缸数相等的分缸高压线座孔，孔内装有铜制旁电极，用于连接分缸高压线。分火头旋转时，导电片在距离旁电极 0.2~0.8mm 间隙处越过，当断电器触点打开时，高压电从导电片跳至与其相对的旁电极，再经分缸高压线送至相应火花塞。

1.4 火花塞

火花塞是点火系统必不可少的组成部分，其作用是将点火线圈产生的高压电引入发动机的燃烧室内，在其电极间隙中形成电火花，点燃混合气。火花塞的工作条件极为恶劣，通常要受到高温、高压以及燃烧产物强烈腐蚀的影响。因此，在使用火花塞时应根据条件慎重选择。

1.4.1 火花塞结构

火花塞主要由中心电极、侧电极、钢壳、绝缘体等组成，但其结构形式有多种，图 1-22 所示为普通型火花塞结构。在钢质壳体内部固定有高氧化铝陶瓷绝缘体，绝缘体中心孔内装有金属杆和中心电极，金属杆上端为接线螺母，用来连接分缸高压线，金属杆与中心电极之间用导体玻璃密封。铜制内垫圈起密封和导热作用，壳体的上部为拆装用六角平面，下部有螺纹以备旋装在发动

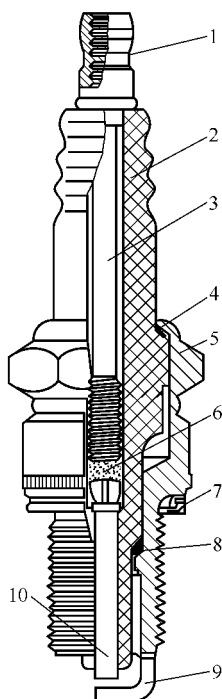


图 1-22 普通型火花塞结构

- 1—接线螺母；2—绝缘体；3—金属杆；4，8—内垫圈；5—壳体；
6—导体玻璃；7—多层密封垫圈；9—侧电极；10—中心电极

机汽缸盖内，壳体下端固定有弯曲的侧电极。电极由镍锰合金钢制成，具有良好的耐高温、耐腐蚀性能，为提高耐热性能，也有采用镍包铜电极材料的。电极间隙多为 $0.6 \sim 0.7\text{mm}$ ，若采用电子点火系统，间隙可增大至 $1.0 \sim 1.2\text{mm}$ 。火花塞与汽缸盖座孔之间应保持密封，分为平面密封和锥面密封两种形式。平面密封指在火花塞与座孔之间加装铜包石棉垫圈；锥面密封是靠火花塞壳体的锥形面与汽缸盖相应的锥形面进行密封。

1.4.2 点火性能

点火线圈次级绕组产生的高压电在火花塞的中心电极和侧电极之间形成电火花放电。火花塞的点火性能将取决于多种因素，现就影响火花塞点火性能的主要因素分析如下。

(1) 电极形状与放电性能 圆形电极放电时相对困难，而方块形或尖头形电极则放电容易。电极经长期使用会逐渐变成圆拱形，火花塞放电也随之变得困难，甚至不着火。一般来说，电极端头越薄或越尖，火花塞放电就越容易，但此类电极磨损较快，使用寿命也会相应缩短。

(2) 跳火间隙与所需电压 火花塞间隙越大、放电难度也越大，所需的电压也随之增大。经长期使用电极必然磨损，间隙必然增大，就会出现跳火困难，甚至不着火，如图 1-23 所示。

(3) 压缩压力与所需电压 汽缸压缩压力增加，放电难度也增加，所需的放电电压自然也随之增大。这种情况主要发生在节气门完全打开、发动机高负荷、车辆低速运行时，而此时可燃混合气体温度也随之降低，对放电电压的需求也将增加，如图 1-24 所示。

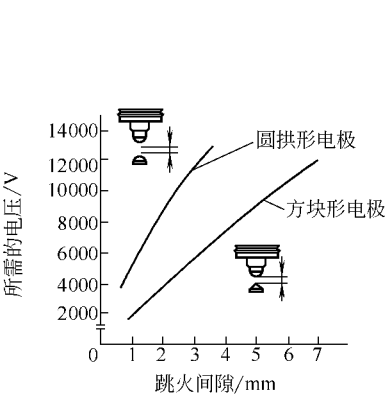


图 1-23 跳火间隙与所需电压的关系

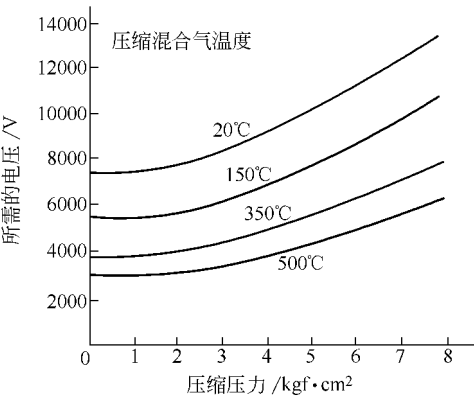


图 1-24 压缩压力与所需电压的关系

($1\text{kgf/cm}^2 = 98.0665\text{kPa}$)

(4) **电极温度与所需电压** 发动机转速增加，火花塞放电频率提高，电极温度也将随之升高。而当电极温度升高时，因电极电子活性增加，放电所需电压反而随之降低，如图 1-25 所示。

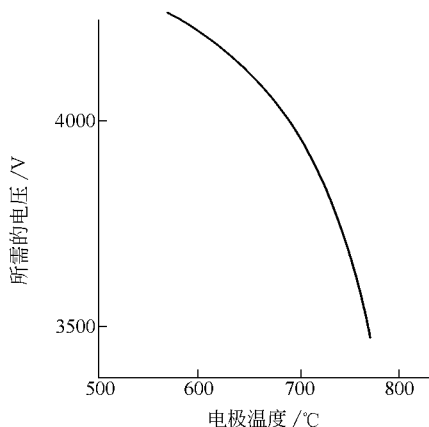


图 1-25 电极温度与所需电压的关系

1.4.3 火花塞的热特性

火花塞绝缘体裙部（见图 1-22 中内垫圈 8 以下部分）的温度对火花塞的工作有很大的影响。如果火花塞绝缘体裙部的温度过低，粘上去的汽油或机油不能自行烧掉，就容易形成积炭而漏电，导致点火不良或不点火；火花塞绝缘体裙部的温度如果过高，则易产生炽热点火。实践证明，火花塞绝缘体裙部的温度保持在 500~700℃ 时，落在绝缘体上的油滴能立即烧去，这一温度称为火花塞的自净温度。低于这一温度时，火花塞因积炭而漏电可能导致不点火；高于这一温度时，可能引起早燃甚至在进气行程中燃烧。

火花塞绝缘体裙部在工作中的温度取决于其受热情况和散热条件。火花塞绝缘体裙部越长，受热面积越大，吸热越容易，而传热距离相对较长，散热则困难，故裙部的温度容易升高，称为“热型”火花塞。反之，裙部短的火花塞吸热面积小、传热距离短、散热容易、裙部温度则较低，称为“冷型”火花塞。热型火花塞用于低压缩比、低转速、小功率的发动机中；冷型火花塞用于高压缩比、高转速、大功率的发动机中。我国以火花塞绝缘体裙部的长度来标定，并用热值 1~11 来表示。1, 2, 3 为低热值火花塞；4, 5, 6 为中热值火花塞；7, 8, 9 及以上为高热值火花塞。热值小的为热型火花塞，热值大的为冷型火花塞。

1.4.4 白金尖火花塞

普通火花塞的各项点火性能均适用于白金尖火花塞，不同之处在于白金尖火花塞的中心电极和与其相对的侧电极内侧都覆盖有一层很薄的白金薄膜，以延长火花塞的使用寿命。有些安装有排气控制设备的发动机采用这种火花塞，其特点如下。

① 为改善点火性能，中心电极直径由普通火花塞的 2.5mm 减至 1.1mm，电极间隙增至 1.1mm。

② 电极尖包有白金，以减少电极磨损，电极的检查和更换，每行驶 $10 \times 10^4 \text{ km}$ 进行一次即可。

③ 六角形部分平面宽度由普通火花塞的 20.6mm 减至 16mm，减少尺寸和重量的同时还改善了火花塞的冷却。

④ 白金尖火花塞绝缘体上部外侧有五条深蓝色条纹，用于区分白金尖火花塞和普通火花塞。

1.5 晶体管点火系统

传统点火系统断电器触点需要定期保养，因为使用中火花会使其氧化。晶体管点火系统又称为无触点电子点火系统，减少了这类保养需要，也就减少了用户保养费用。在晶体管点火系统中，分电器内由信号发生器取代了断电凸轮和断电器触点。信号发生器能产生电压信号，接通点火器晶体管，以断开点火线圈的初级电流，完全可以实现原有断电器的功能，如图 1-3 所示。因晶体管点火系统取消了机械触点，也就彻底地解决了断电器触点带给点火系统的各种弊端，所以晶体管点火系统得到了较为广泛地应用。

1.5.1 信号发生器

信号发生器的作用是产生与汽缸数及曲轴位置相对应的电压信号，用以触发电火花按发动机各缸的点火需要，及时通断点火线圈初级回路，使次级产生高压。常见的信号发生器有电磁感应式、霍尔式、光电式等几种。

(1) 电磁感应式 电磁感应式信号发生器主要由永久磁铁、信号转子、导磁铁心、感应线圈等组成，如图 1-26 所示。永久磁铁、导磁铁心、感应线圈等组成定子总成，固定在活动底板上。信号转子的叶片数与发动机汽缸数相等，位置及连接方式则与断电器凸轮相似。工作时，可由真空式点火提前装置

改变定子总成与分电器轴的相对位置，或由离心式点火提前装置改变信号转子与分电器轴的相对位置。永久磁铁经导磁铁心、空气间隙和信号转子构成磁回路。分电器轴转动时，通过离心点火提前调节器带动信号转子转动，使该转子与铁心之间的间隙发生变化，磁回路的磁阻随之改变，使通过感应线圈的磁通量发生变化而产生与发动机曲轴位置相对应的感应电压信号。电磁感应式信号发生器结构简单、工作可靠，后期维护费用也相对较低。

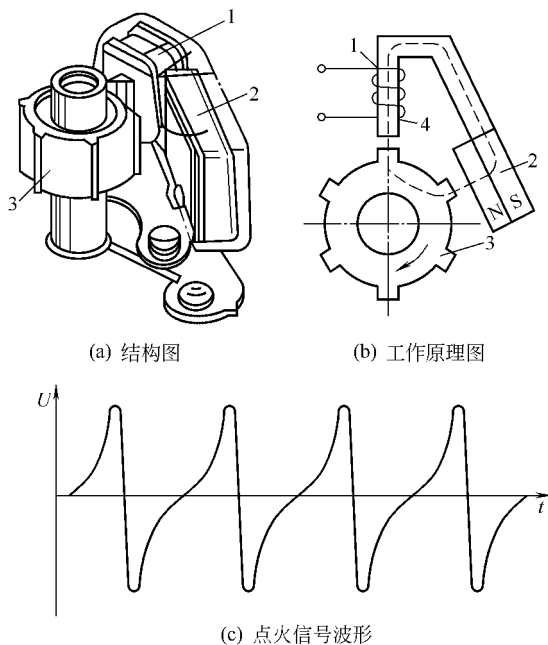


图 1-26 电磁感应式信号发生器

1—感应线圈；2—永久磁铁；3—信号转子；4—导磁铁心

如图 1-27 所示为另一形式的电磁感应式信号发生器。其永久磁铁为盘形，一侧为 N 极，一侧为 S 极，安装在永久磁铁上端的软铁有六个向上弯曲的爪极，构成定子磁极。信号转子的六个叶片则向下弯曲，感应线圈安装在转子与定子之间，与转子同心，整个装置呈对称分布。信号转子转动时，转子与定子爪极之间的间隙就发生周期性的变化，使通过感应线圈的磁通量也呈周期变化，感应线圈产生与发动机曲轴位置相对应的交变电动势。

(2) 霍尔式 霍尔式信号发生器是利用霍尔效应的原理制成的，因其具有精度高、耐久性好、信号电压稳定等优点，在汽车上已有较多的应用。

① 霍尔效应 霍尔效应的原理如图 1-28 所示。当电流流过放在磁场中的

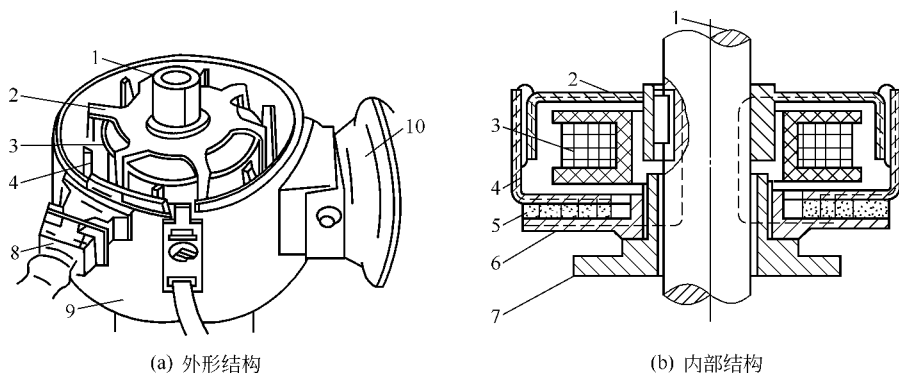


图 1-27 CA1092 型汽车用电磁感应式信号发生器

1—转子轴；2—信号转子；3—感应线圈；4—定子；5—永久磁铁；6—活动底板；
7—固定底板；8—插接器；9—外壳；10—真空式点火提前装置

半导体基片（霍尔元件）且电流方向与磁场的方向垂直时，在垂直于电流与磁通的半导体基片的横向侧面上即产生一个与电流和磁通密度成正比的电压，这种现象称之为霍尔效应，产生的电压称为霍尔电压。

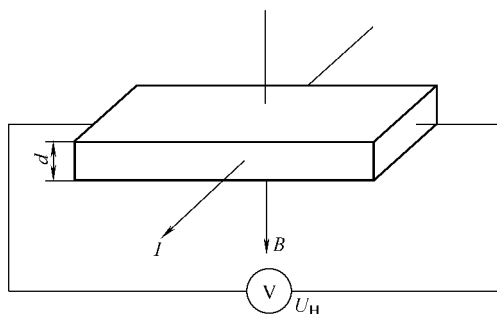


图 1-28 霍尔效应原理

I —流过霍尔元件的电流； B —磁感应强度；
 d —霍尔元件基片厚度； U_H —霍尔电压

② 结构与原理 霍尔式信号发生器结构如图 1-29 所示，主要由触发叶轮和信号触发开关组成。触发叶轮与分火头制成一体由分电器轴带动，其叶片数与汽缸数相等。触发开关由霍尔集成电路和带导磁板的永久磁铁组成。霍尔集成电路的外层为霍尔元件，同一基板的其他部分制成放大电路。触发叶轮的叶片则在霍尔集成电路和永久磁铁之间转动。

霍尔式信号发生器工作原理如图 1-30 所示。当触发叶轮转动、叶片进入永久磁铁与霍尔元件之间的空气间隙时，磁场被阻断不能作用于霍尔元件上，

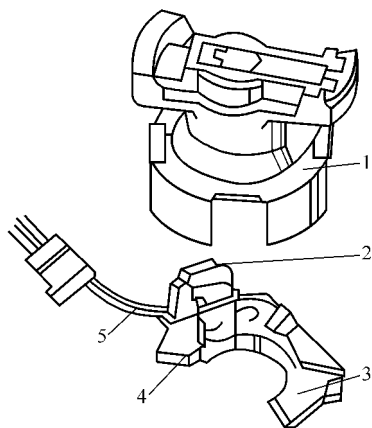


图 1-29 霍尔式信号发生器结构

- 1—触发叶轮；2—霍尔集成电路；3—触发开关；
4—永久磁铁；5—专用插座

霍尔元件不产生霍尔电压，当触发叶轮的叶片离开永久磁铁与霍尔元件之间的空气间隙时，永久磁铁的磁场通过导磁板作用于霍尔元件上，霍尔元件便产生霍尔电压。因而在输出电路中就产生了伴随曲轴的旋转而变化的点火信号。

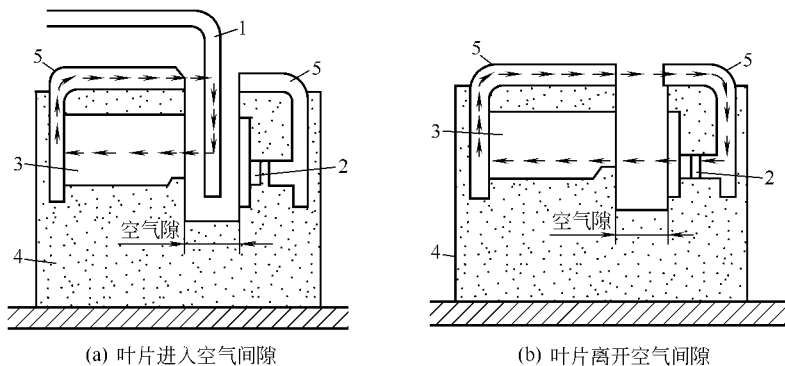


图 1-30 霍尔式信号发生器工作原理

- 1—触发叶轮的叶片；2—霍尔元件；3—永久磁铁；
4—触发开关板；5—导磁板

由于霍尔元件产生的霍尔电压较小，故需要对其进行放大并转换为矩形脉冲信号后方能作为点火器的控制信号。信号放大及转换功能主要由霍尔集成电路来完成，其工作原理如图 1-31 所示。当触发叶轮的叶片位于永久磁铁与霍尔元件之间时，霍尔电压为零，霍尔集成电路内的输出级三极管处于截止状

态，信号发生器输出高电平，接近于电源电压；当触发叶轮的叶片离开空气隙时，霍尔元件产生霍尔电压，则霍尔集成电路输出级三极管导通，信号发生器输出低电平，约 $0.3 \sim 0.4V$ 。

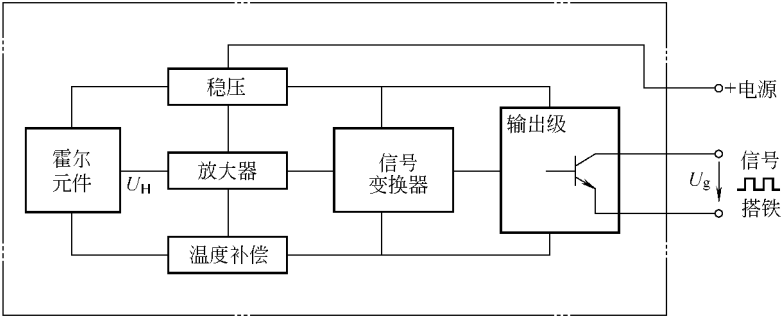


图 1-31 霍尔集成电路原理

③ 光电式 光电式信号发生器主要由发光元件、光敏元件和遮光转子等组成，其结构及工作原理如图 1-32 所示。发光元件通入电流后产生光源，光敏元件受光照后产生电压，遮光转子的缺口数与汽缸数相等，光源照射到光敏元件上的光线受转动的遮光转子控制。

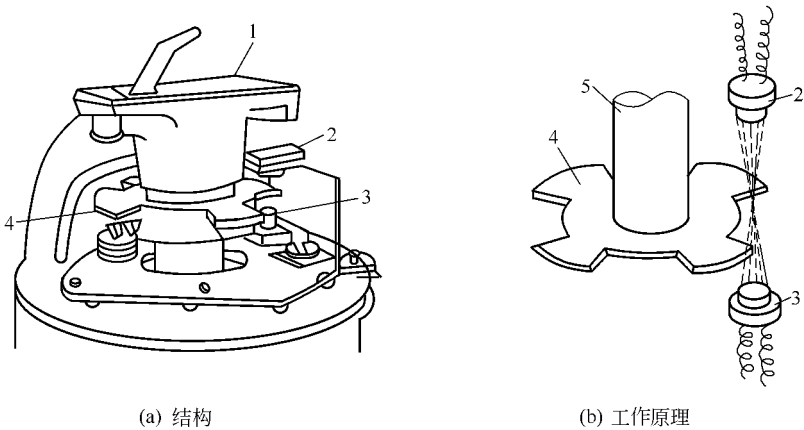


图 1-32 光电式信号发生器结构及工作原理

1—分火头；2—发光元件；3—光敏元件；
4—遮光转子；5—分电器轴

分电器轴转动时，通过离心式点火提前装置驱动遮光转子转动，遮光转子的缺口周期性地穿过光线，使光敏元件周期性受到光照，光敏元件便产生了与曲轴位置相对应的电压脉冲，即点火触发信号。光电式信号发生器结构简单，

信号电压不受转速影响，工作时需要有直流电源。其缺点是抗污能力较差，发光元件和光敏元件上沾灰或油污就会影响信号电压的产生。为保证工作的可靠性，光电式信号发生器对密封性要求很高。

1.5.2 点火器

点火器的电路结构形式多样，但基本要求均是：对输入的点火触发信号进行处理后，能准确、可靠地控制开关三极管的导通与截止，及时通断点火线圈初级电流，使点火线圈次级适时地产生高压。为进一步提高点火系统性能及工作的安全可靠，汽车电子点火系统的点火器增加了很多功能，如闭合角可控功能电路、初级回路电阻控制电路、停车断电保护电路、过压断电保护电路、低速推迟点火功能电路等，下面以实例加以说明。

(1) 分立元件式点火器 如图 1-33 所示为日本日立公司 E12-50 型点火器电路，该型点火器辅设有闭合角可控、发动机停机自动断电、初级电流稳定控制等功能电路。

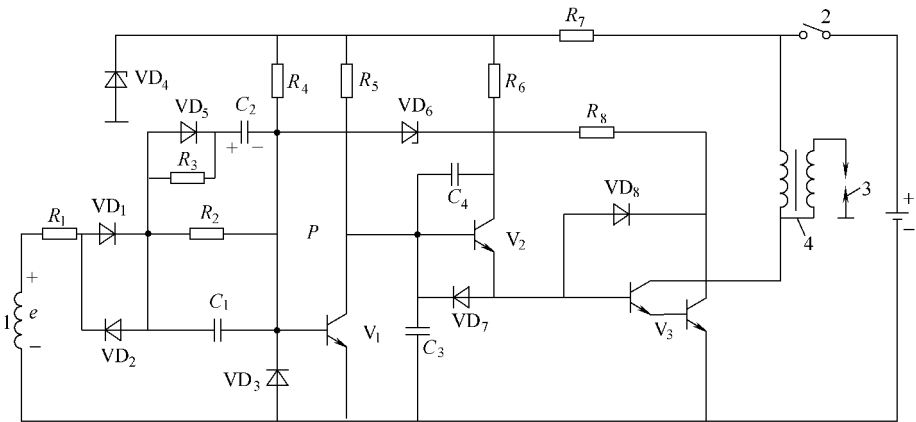


图 1-33 E12-50 型点火器电路

1—信号发生器的感应线圈；2—点火开关；3—火花塞；4—点火线圈

① 基本点火控制 E12-50 型点火器配置的是电磁感应式信号发生器， V_1 为触发管， V_2 起放大作用，复合管 V_3 为大功率开关三极管，用于通断初级电流，点火器根据输入的点火脉冲信号控制点火过程。当输入负脉冲信号时，信号电流经 $VD_3 \rightarrow R_2 \rightarrow VD_2 \rightarrow R_1 \rightarrow VD_3$ 正向导通，电压降使 V_1 处于反向偏压而截止； V_1 截止， P 点的电位升高，使 V_2 导通； V_2 导通给 V_3 提供了正向偏压，又使 V_3 导通，点火线圈初级回路则导通，初级电流增加。当输入正

脉冲信号时, V_1 有正向偏压而导通, 信号电流经 $R_1 \rightarrow VD_1 \rightarrow R_2 \rightarrow V_1$ 发射结形成通路; V_1 导通后, P 点电位下降, 使 V_2 失去正向偏压而截止; V_2 截止, V_3 无正向偏压也截止, 点火线圈初级回路断流, 次级产生高压。

② 闭合角可控电路 闭合角可控电路主要由 VD_5 、 C_2 、 R_3 等组成, 用于增大发动机高速时点火线圈初级回路导通的相对时间, 以保证发动机在高速时点火线圈初级有时间形成足够大的初级电流。当输入正脉冲信号时, 信号电流经 $e (+) \rightarrow R_1 \rightarrow VD_1 \rightarrow VD_5 \rightarrow C_2 \rightarrow V_1$ 发射结 $\rightarrow e (-)$ 电路对 C_2 充电。当输入负脉冲信号时, C_2 经 C_2 正极 $\rightarrow R_3 \rightarrow VD_2 \rightarrow R_1 \rightarrow$ 感应线圈 $\rightarrow VD_3 \rightarrow C_2$ 负极电路放电。 C_2 放电时, V_1 保持反向偏压而截止, V_2 和 V_3 保持导通, 使初级线圈保持通路。发动机转速升高时, 信号电压随之升高, C_2 的充电电压也随之升高, C_2 的放电时间自然会延长, V_1 的截止时间就会相对增加, 点火线圈初级回路导通的相对时间自然也会有所增加。

③ 初级电流稳定控制 工作中电源电压波动很大, 若保证电源电压较低时初级回路有足够大的初级电流, 则在电源电压较高时, 初级电流就会过大, 导致点火线圈温度过高; 若保证电源电压较高时初级回路有合适的初级电流, 则在电源电压较低时, 初级电流就会较小, 导致次级感应电压较低。因此, 点火器电路中必须具有稳定初级电流的功能。初级电流稳定控制电路由 R_8 和 VD_6 组成。当电源电压上升时, V_3 在截止时, 其集电极上的电压也随之上升, 通过 R_8 、 VD_6 的反馈, 使 V_1 的饱和导通深度增加; 在负脉冲信号时, V_1 由导通转向截止变得迟缓, 减少了 V_1 的相对截止时间, 也即减少了 V_3 的相对导通时间, 点火线圈初级电流不随电源电压的上升而增大。

④ 发动机停转断电保护电路 当发动机熄火时, 若点火开关仍然接通, 电源通过 R_4 向 V_1 提供正向偏压而使 V_1 导通, V_2 和 V_3 则截止, 点火线圈初级回路处于断路状态, 避免了电源向点火线圈持续放电而白白消耗电能和烧坏点火线圈及三极管。

⑤ 初级回路电阻可变控制 如图 1-34 所示电路是通过控制初级回路的等效电阻实现初级电流的稳定控制, 与闭合角可控电路结合, 可实现初级电流恒定控制, 初级电路恒定控制由 V_4 、 R_8 、 R_9 组成。当点火线圈初级电流增大到某一定值时, A 点的电位上升使 V_4 导通, V_4 导通后使 V_3 的基极电位下降、基极电流减小, 集电极电流受到限制。初级电流越大, A 点电位就越高, V_4 的导通深度就增加, 使 V_3 的基极电流下降得就更多, 对初级电流的限制作用也就更大。利用电流反馈的形式实现初级回路等效电阻的控制, 保证了初级电流不因电源电压的上升而过大, 还保证了发动机转速变化时初级电流的稳定。

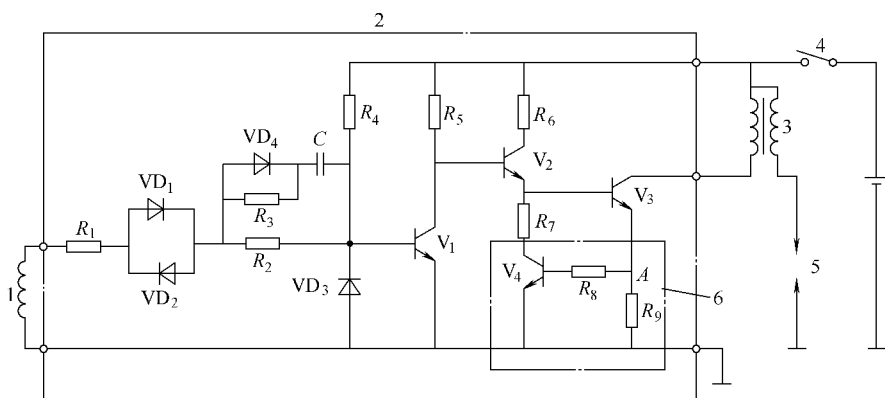


图 1-34 初级电流恒定控制电路原理

1—信号发生器感应线圈；2—点火器；3—点火线圈；4—点火开关；

5—火花塞；6—初级电流稳定控制电路

(2) 集成电路式点火器 集成电路式点火器是将大功率三极管以外的电子电路用集成模块代替，配以所需的外围电路组成的点火器，具有功能较全、工作可靠性高、体积小、价格低等特点。但需要注意的是：点火器是配合点火线圈特性制造的，各种型号的构造和功能都有差别，因此将不匹配的点火器和线圈组合在一起，可能会损坏点火器或线圈。

下面以 L497 点火集成模块所组成的点火器为例，介绍集成电路式点火器的结构及工作原理。L497 集成模块的内部电路及引脚排列如图 1-35 所示，图 1-36 所示为 L497 集成模块为核心的国产桑塔纳轿车电子点火电路。

① 基本点火控制 工作时霍尔式信号发生器产生的触发脉冲从点火器的⑥号、③号端子输入。当信号发生器输出正脉冲时，集成模块的引脚 5 为高电位，内部电路处理后引脚 14 输出高电平，大功率开关三极管 V 导通，接通点火线圈初级回路；当信号发生器输出负脉冲时，集成模块引脚 5 为低电位，内部电路处理后引脚 14 输出低电平，V 截止，点火线圈初级回路断路，次级绕组产生高压。

② 闭合角控制电路 闭合角控制电路由两部分组成，第一部分由 L497 集成模块与引脚 10 电容 C_T 、引脚 12 偏流电阻 R_7 组成闭合角基准定时电路。当霍尔信号为高电平时， C_T 以恒定的电流 I_T 充电，电压 U_T 上升，调节偏流电阻 R_7 可调整 I_T 值。第二部分由 L497 集成模块与引脚 11 电容 C_W 、引脚 12 电阻 R_7 组成闭合角控制和调整电路。当霍尔信号为低电平时， C_W 以恒定的电流 I_W 放电，电压 U_W 下降，而当初级电流达到限定值时， C_W 则开始充电。

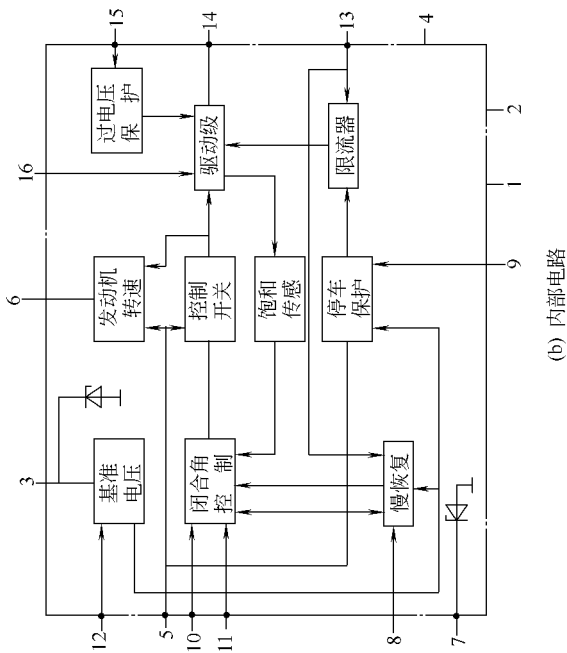
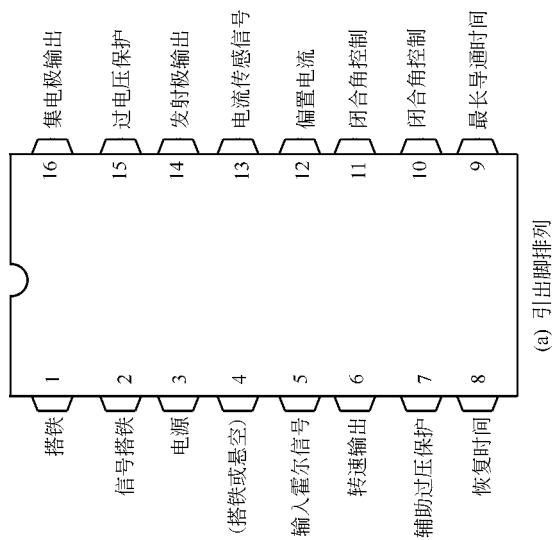


图 1-35 L497 点火集成模块

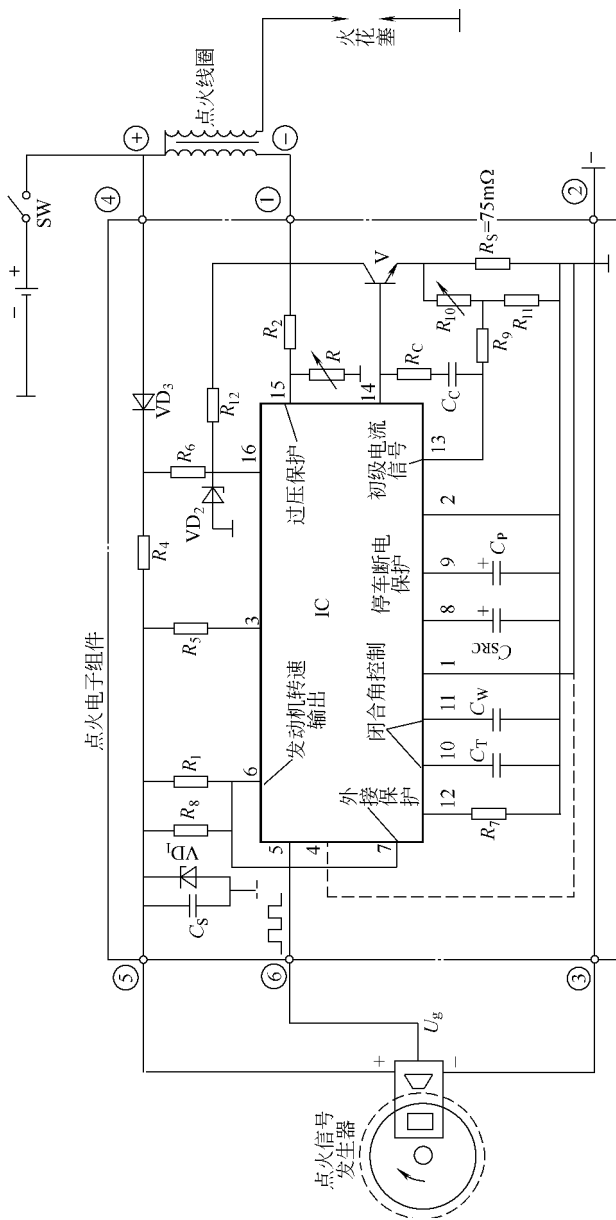


图 1-36 桑塔纳轿车用 L497 集成块组成的点火器电路

当 C_T 、 C_W 的充、放电达到 $U_T=U_W$ 时，内部控制开关使驱动级工作，V 导通，接通初级电路。点火线圈初级通路的起始点由 C_T 、 C_W 的充、放电电压达到一致的时间控制。 C_W 上的电压取决于发动机的转速和集成模块的工作电压，故在发动机转速变化和电源电压波动时， C_W 对稳定初级电流有一定作用。

当发动机转速上升时，初级电流达到限定值后的限流时间 t_2 缩短， C_W 的充电电压降低， C_W 放电时达到 $U_T=U_W$ 点提前，使初级回路提前导通；当发动机转速下降时，则有相反的变化。因此，闭合角控制电路根据发动机转速的变化自动调整下一周期的初级通路起始点，从而使初级通路时间 t_b 基本上保持稳定不变。当电源电压升高时， C_W 的充电电压也会升高， C_W 放电时达到 $U_T=U_W$ 点推迟，使初级回路推迟导通；当电源电压下降时，则做出相反的调整。因此，当电源电压变化、初级电流的上升速率变化时，闭合角控制电路通过自动调整闭合角，使初级电流基本保持稳定。

③ 初级电流限制 电路由 L497 和 R_S 、 R_{10} 、 R_{11} 等组成， R_S 为点火线圈初级电流的采样电阻，三极管 V 的基极电流也流过 R_S 。当初级电流上升至限定值（桑塔纳轿车为 7.5A）， R_S 上的电压降到 L497 限流电路的比较电压时，控制回路就使 V 的基极电流减小，使之从饱和导通进入放大导通状态，从而限制了初级电流。调整 R_{10} 、 R_{11} 的比值，可改变初级电流的限流值。

④ 电流上升率控制 由 L497 集成模块与引脚 8 电容 C_{SRC} 、偏流电阻 R_7 组成电流上升率控制电路，作用是调整点火线圈初级电流由零上升到峰值的速率。当电路检测到初级电流小于额定值的 94% 时，控制电路在输入的信号正脉冲消失前便将初级电流的上升速率加大，以增大初级电流。

⑤ 发动机停转断电保护 汽车暂停时，若霍尔式信号发生器输入高电平，就会使点火线圈持续通路，对点火线圈、蓄电池及点火器等都不利，故设置了停车断电保护电路，作用是在发动机熄火但未关闭点火开关时，控制信号输出为低电平，保证点火线圈初级断路。发动机停转断电保护电路由 L497 集成模块、引脚 9 的 C_P 及 R_7 等元件组成，基准导通时间为 $t_P=16C_P R_7$ (ms)。工作时保护电路不停地检测输入的信号脉冲，信号脉冲高电平时 C_P 充电，信号脉冲低电平时 C_P 放电。若发动机停转时信号脉冲为高电平， C_P 充电持续时间超过了 t_P 时， C_P 上的电压就会达到限流回路模块的阈值工作电压，于是控制回路就使点火线圈初级电流逐步下降为 0。

1.5.3 集成式点火总成

IIA 是 “Integrated Ignition Assembly” 的缩写，代表 “集成式点火总

成”。IIA 将点火器和点火线圈组合为一体，安装在分电器中；而在非 IIA 分电器中，点火器与点火线圈是分开的。IIA 具有如下特点：体积小、重量轻；不存在连接破损的问题、可靠性高；防水性能好；不受外界环境条件影响。集成式点火总成结构如图 1-37 所示。

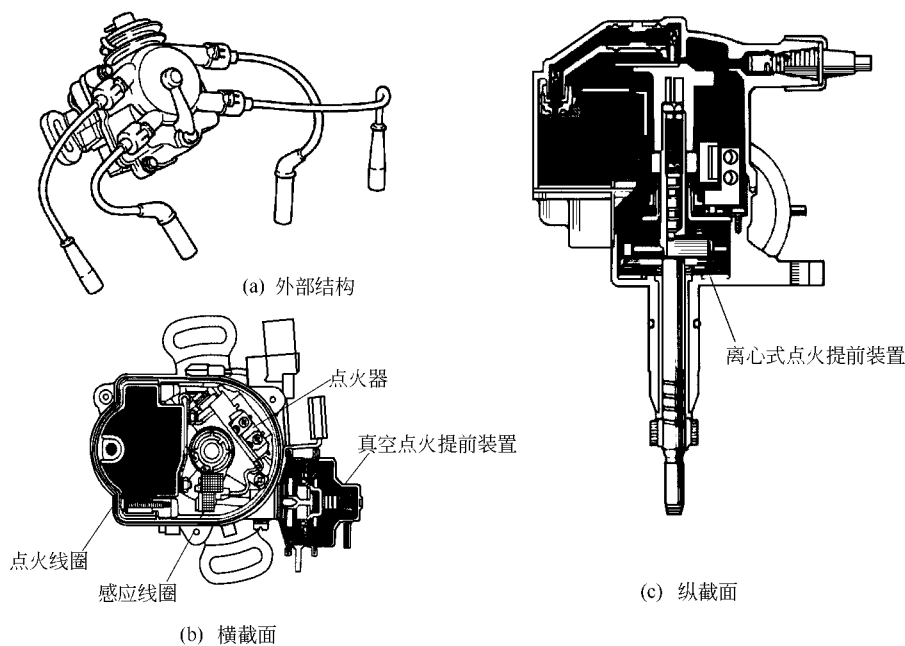


图 1-37 集成式点火总成结构

1.6 微机控制点火系统

微机控制点火系统是使用无触点电子点火系统后的又一大进步，其特点是将点火提前角的机械调节方式改变为电子控制方式，增加了爆震控制内容，使发动机获得最佳的燃烧，提高了发动机的动力性、经济性，减少了排放污染。在发动机控制系统中，点火控制包括点火提前角控制、通电时间控制和防爆震控制三个方面。

1.6.1 系统组成与工作原理

微机控制点火系统一般由电源、传感器、电子控制单元（ECU，也称电子控制器）、点火器、分电器、火花塞等组成，如图 1-38 所示。

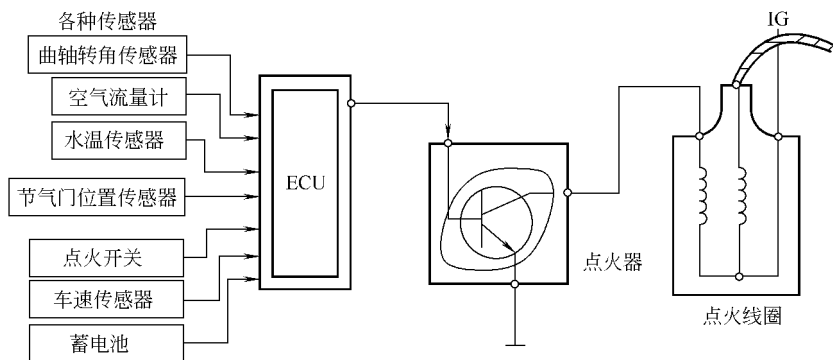


图 1-38 微机控制点火系统的组成

① 电源 由蓄电池和发电机构成，供给点火系统所需的点火能量。

② 点火线圈 将电源提供的低压电转变为足以击穿火花塞间隙的高压电，并将点火瞬间所需的能量存储在线圈的磁场中。

③ 分电器 根据发动机的工作时序，将点火线圈产生的高压电依次送到各缸火花塞，有些微机控制点火系统不使用分电器。

④ 火花塞 将具有一定能量的电火花引入汽缸，点燃缸内的可燃混合气。

⑤ 传感器 用于检测发动机各种运行参数的变化，为 ECU 提供点火提前角的控制依据，常用的传感器有转速传感器、曲轴位置传感器和空气进气量传感器。

⑥ ECU 发动机工作时，ECU 不断地采集各传感器的信息，按事先设置的程序计算出最佳点火提前角，向点火控制装置发出点火指令。

⑦ 点火器 是 ECU 的一个执行机构，可将控制系统输出的点火信号进行功率放大，驱动点火线圈工作。

发动机运行时，ECU 不断地采集发动机的转速、负荷、冷却水温度、进气温度等信号，并根据存储器中存储的有关程序和数据，确定出某工况下最佳点火提前角和初级电路的最佳导通时间，并以此向点火器发出指令。点火器则根据 ECU 的点火指令，控制点火线圈初级回路的导通和截止。当电路导通时，有电流从点火线圈的初级线圈流过，点火线圈此时将点火能量以磁场能的形式储存起来。当初级线圈电流被切断时，在其次级线圈中将产生很高的感应电动势，由分电器送至工作汽缸的火花塞，点火能量被瞬间释放，并迅速点燃汽缸内的可燃混合气，发动机完成做功过程。另外，在带有爆震传感器的点火提前角控制系统中，ECU 还可根据爆震传感器的输入信号来判断发动机的爆

震程度，并将点火提前角控制在爆震界限的范围内，使发动机能获得最佳的燃烧。

1.6.2 点火提前角控制

ESA 是“Electronic Spark Advance”的缩写，代表“电子控制点火提前”，用于点火提前角的控制。在 ECU 中存储有发动机各种工况的最佳点火正时值，ESA 系统根据发动机相关传感器传回的信号，感知发动机所处的工况，然后选择适合的最佳点火正时，将初级电流切断信号输送至点火器，控制点火正时。有了这一装置，就能根据发动机运转工况实现更精确的点火控制。

现以丰田计算机控制系统（TCCS）中点火提前角的控制为例来加以说明。TCCS 中，实际点火提前角＝初始点火提前角＋基本点火提前角＋点火提前角修正。

（1）初始点火提前角 初始点火提前角是原始设定的，也称固定点火提前角。如丰田 IG-GEL 型发动机的初始点火提前角为上止点前 10°。此外，在下列之一情况出现时，实际点火提前角等于初始点火提前角。

- ① 当发动机启动或转速在 400r/min 以下时，因转速变化大，无法正确计算点火提前角。
- ② 当故障诊断端子对地短路时。
- ③ 当发动机 ECU 内的后备系统工作时。

（2）基本点火提前角 基本点火提前角以二维表的形式储存在计算机中央处理器（CPU）的只读存储器（ROM）中，分为怠速和正常行驶两种情况。

① 怠速时的基本点火提前角 指节气门位置传感器的怠速触点闭合时所对应的基本点火提前角。其值还根据空调是否工作及发动机的怠速转速略有不同，如图 1-39 所示。如空调工作时，随着发动机怠速的目标转速的提高，应

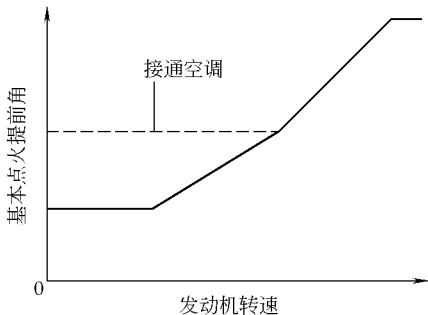


图 1-39 怠速时的基本点火提前角

适当地增加点火提前角，以利于发动机运转速度的稳定，此时怠速基本点火提前角定为 8° 。空调不工作时，怠速基本点火提前角则定为 4° 。因此，两种情况所对应的实际点火提前角分别为 18° 和 14° 。

② 正常行驶时的基本点火提前角 指节气门位置传感器怠速触点打开时所对应的基本点火提前角。其值主要依据发动机的转速和负荷（用进气量表示）而定。ECU 根据传感器的输入信号，利用查表法从 CPU 的 ROM 中找出基本点火提前角的最佳值，如图 1-40 所示。

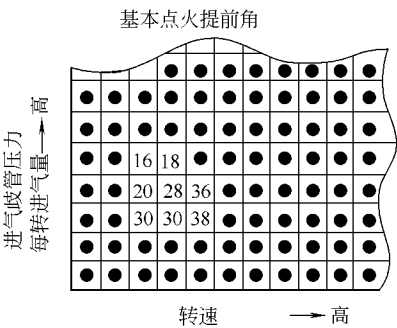


图 1-40 ECU 中存储的点火提前角数据

③ 点火提前角修正 得到初始点火提前角与基本点火提前角后，再通过修正方可得到最终的用来进行实际控制的最佳点火提前角。点火提前角修正分为暖机修正、怠速稳定修正、过热修正及空燃比反馈修正。

a. 暖机修正。如图 1-41 所示为点火提前角暖机修正特性，是指当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修正点火提前角。当冷却液温度较低时，混合气的燃烧速度较慢，应适当地增大点火提前角，以促使发动机尽快暖机。但随着温度的升高点火提前角修正值将逐渐减小。

b. 怠速稳定修正。发动机怠速时，由于负荷的变化（空调、动力转向等动作）会引起转速不稳。ECU 可根据转速差（实际转速与目标转速之差）动

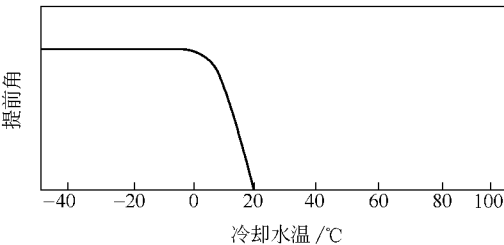


图 1-41 暖机修正特性

态地修正点火提前角，如图 1-42 所示。若发动机的怠速转速低于目标转速，控制系统将相应地增加点火提前角，以利于怠速的稳定。此外，为使发动机怠速转速能稳定在目标转速，点火提前角的怠速稳定修正与怠速控制系统中的怠速调整同步进行。这样有助于提高怠速转速的控制精度及怠速稳定性，有效地防止发动机怠速熄火。

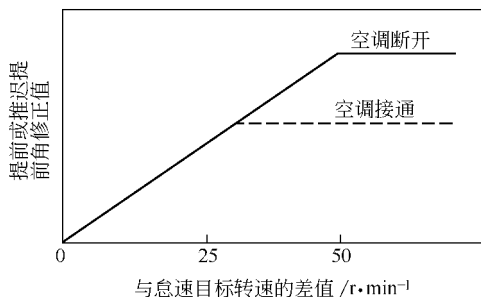


图 1-42 怠速稳定修正曲线

c. 过热修正。当发动机处于正常行驶工况时，若冷却水温度过高，为了避免爆震，应适当地减小点火提前角；但当发动机处于怠速工况时，若冷却水温度过高，为了避免发动机长时间过热，则应增加点火提前角。其过热修正特性如图 1-43 所示。

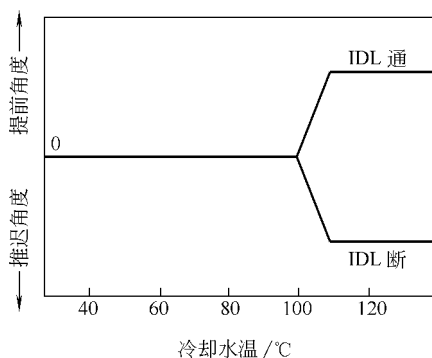


图 1-43 过热修正特性

d. 空燃比反馈修正。当装有氧传感器的电控燃油喷射系统进入闭环控制时，ECU 通常根据氧传感器的反馈信号对空燃比进行修正。随着修正喷油量的增加或减少，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，当反馈修正油量减少而导致混合气变稀时，点火提前角应适当地增加，反

之则相反。

综上所述，发动机实际点火提前角为上述三项值之和。当发动机工作时，ECU 就会根据所测的参数值确定点火提前角并发出点火信号，并随着发动机的转速和负荷变化进行适时控制。但是，当 ECU 计算出的实际点火提前角超过允许值范围时，发动机将难以运转。因初始点火提前角为固定值，受 ECU 控制的部分只是基本点火提前角和点火提前角修正之和，故该值应保证在某一允许范围之内，若超过此范围，ECU 就应以设定的最大或最小点火提前角进行控制。

1. 6. 3 通电时间控制

当点火线圈的初级电路接通后，初级电流是按指数规律增长的。初级电路被断开瞬间初级电流所能达到的值与初级电路接通的时间长短有关。只有通电时间达到一定值时，初级电流才可能达到饱和，使次级电压达到最大值，因此必须保证足够的通电时间。但如果通电时间过长，点火线圈又会发热并使电能消耗增大。最佳通电时间控制要兼顾上述两方面的要求，同时当蓄电池的电压变化时，也将影响初级电流。如蓄电池电压下降时，在相同的通电时间里初级电流所达到的值将会减小，故必须对通电时间进行修正，图 1-44 为蓄电池电压与通电时间的修正曲线。

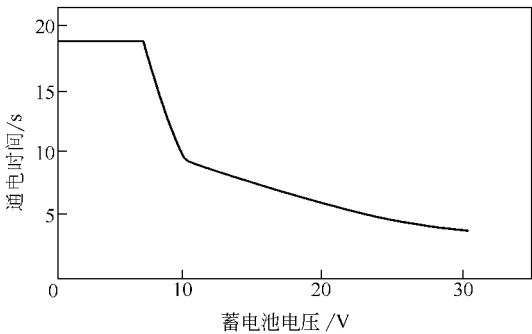


图 1-44 蓄电池电压与通电时间的修正曲线

1. 6. 4 爆震控制

汽油发动机利用火花塞点燃混合气形成火焰中心，火焰在混合气内不断传播进行燃烧，此时若缸内压力异常升高，一些部位的混合气不等火焰传到，就自行着火燃烧，形成爆燃现象称为爆震（KNK——Knock）。爆震引起缸内气

体振动，敲击缸壁，产生尖锐的金属敲击声响。爆震的主要危害有：噪声大；火花塞电极或活塞会产生过热、熔损等现象；可能损坏发动机，在大负荷条件时可能性最大。常采用抗爆性能好的燃料、改进燃烧室结构、加强冷却液循环、推迟点火时刻等措施消除爆震现象，其中推迟点火时刻的方法对消除爆震效果最为明显。

(1) 爆震与点火时刻的关系 由图 1-45 可看出，爆震和点火时刻有密切关系，点火提前角越大，燃烧的最大压力越大，就越易产生爆震。无爆震控制时，为使其在最恶劣的条件下，也不致产生爆震，其点火时刻均设定在爆震边缘的范围以内，使其离开爆震界限并存在较大的余量，这时的点火时刻比发出最大扭矩的点火时刻滞后，势必会降低发动机效率。使发动机输出功率下降，燃料消耗增加。如果用爆震传感器能够检测到爆震界限，则可以把点火时刻调到接近爆震极限的位置，以便能更有效地得到发动机的输出功率。特别是在装有涡轮增压器的发动机上，由于采用绝热增压的空气燃烧，发生爆震的可能性增大，因此，更需采用爆震控制来实现最佳点火提前角。

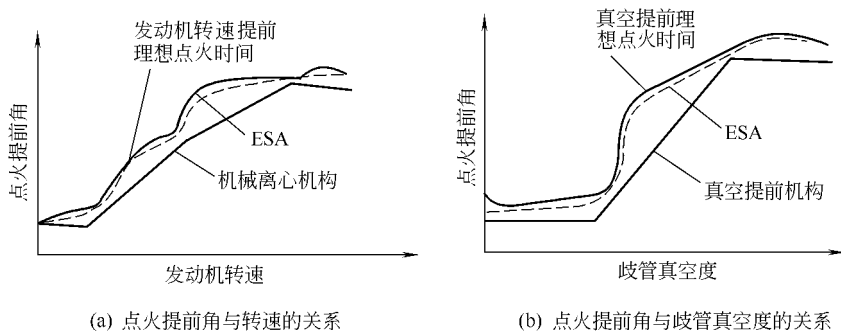


图 1-45 爆震和点火提前角的关系

(2) 爆震控制系统及控制方法 爆震控制系统如图 1-46 所示，输入处理回路如图 1-47 所示。爆震控制系统由爆震传感器检测爆震强度，在产生爆震前，微机自动减小点火提前角，使点火时刻保持在爆震边界曲线的附近，提高发动机的功率，降低燃料的消耗，如图 1-48 所示。

① 爆震传感器 也称为爆震限制器，作用是将汽缸体上的机械振动转换成电压信号，输入 ECU 作为检测发动机爆震的控制信号。常用的爆震传感器有磁致伸缩式和压电式两类，压电式又分共振型和非共振型两种。传感器类型虽有所不同，但基本控制原理是一样的。

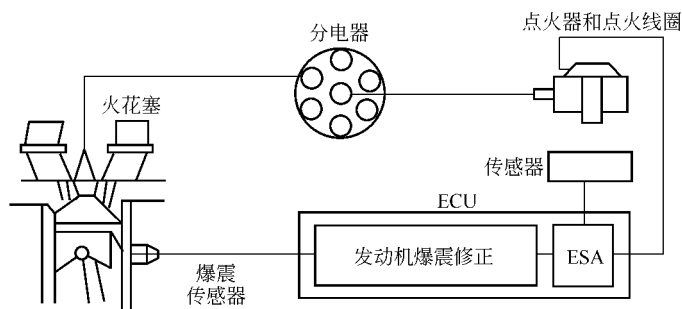


图 1-46 爆震控制系统

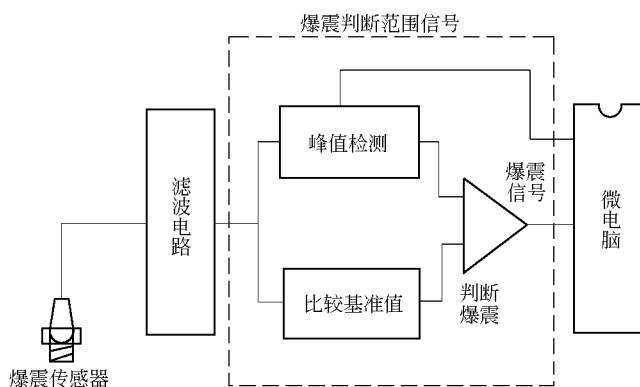


图 1-47 爆震信号的输入处理回路

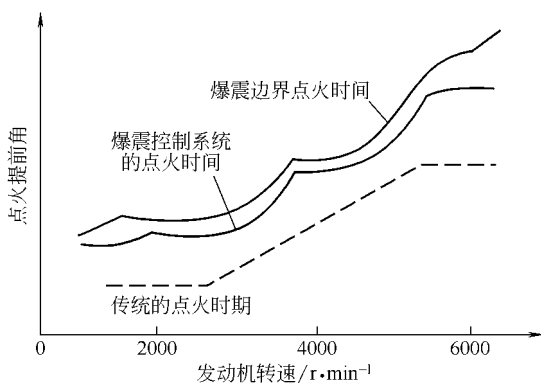


图 1-48 爆震控制的点火提前角

② 爆震的判断与点火提前角的控制 爆震传感器安装于发动机缸体上，它把发动机缸体的振动信号转变为电压信号，发生爆震时，爆震传感器产生的信号电压升高，如图 1-49 所示。来自爆震传感器的信号含有各种频率的电压信号，ECU 首先把来自爆震传感器输出的信号经滤波电路进行滤波处理，将爆震信号与其他振动信号分离，滤波电路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，并判定有无爆震及爆震的强弱，如信号最大值大于基准值，则将爆震信号电压输入微机，表示发生爆震，由微机进行处理并推迟点火时刻。发动机的振动是频繁而剧烈的，为了只检测爆震信号，防止产生错误的爆震判别，故对爆震信号判别并不是随

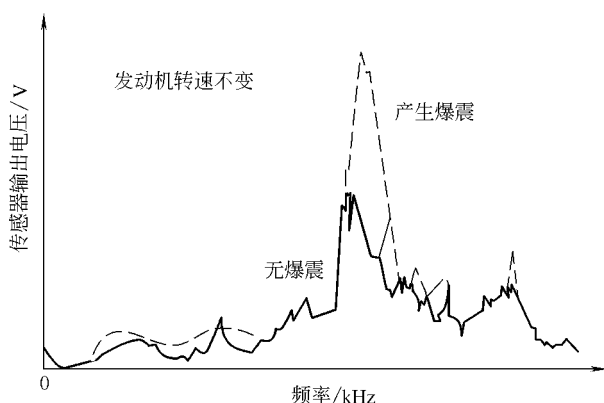


图 1-49 爆震传感器的检测频率与输出电压

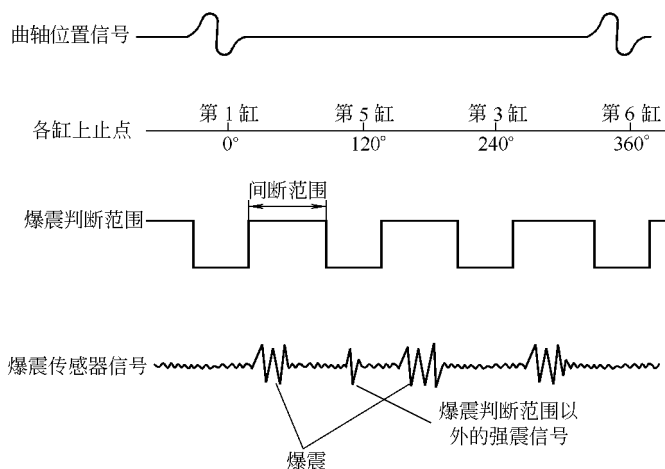


图 1-50 爆震的判断

时进行，而有一个爆震判别范围，如图 1-50 所示。爆震判别范围是发动机容易发生爆震的每缸点火后的一段时间，在这个范围内，爆震传感器的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，爆震强度越小，如图 1-51 所示。

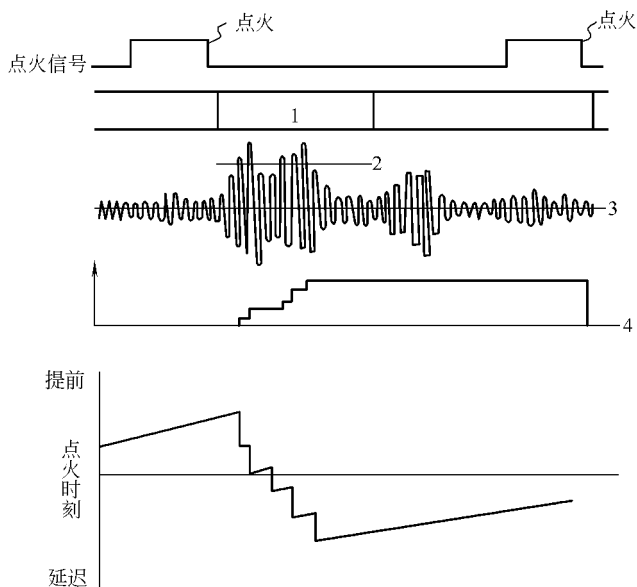


图 1-51 爆震控制处理时间图

1—爆震判定区域；2—爆震判定基准值；

3—爆震传感器信号；4—爆震判定值

当发动机产生爆震时，微机通过爆震传感器的输入信号和比较电路判别发动机所产生的爆震，并依据爆震强度输入信号，由微机控制延迟点火提前角的大小。爆震强，推迟点火提前角大；爆震弱，推迟的角度小。每次调整都以一固定的角度递减，直到爆震消失为止。尔后又以一固定的角度提前，当发动机再次出现爆震时 ECU 又使点火提前角再次推迟，调整过程如此反复进行。当爆震现象消失时，则 ECU 恢复正常的点火提前角控制。发动机爆震控制系统原理如图 1-52 所示，当 ECU 进行闭环控制时，其实际点火提前角的控制如图 1-53 所示。当任何一缸产生爆震时，ECU 立刻减少一定的点火提前角。依据点火顺序汽缸再产生爆震时，同样再减少点火提前角，每次逐渐减少点火提前角。当发动机不产生爆震时，在一定的时间内，维持当前的点火提前角，在此期间，若有爆震产生，减少点火提前角；若无爆震产生，则又逐渐地增大点火

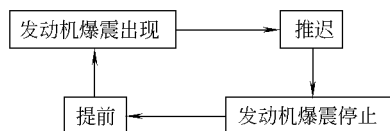


图 1-52 爆震控制原理

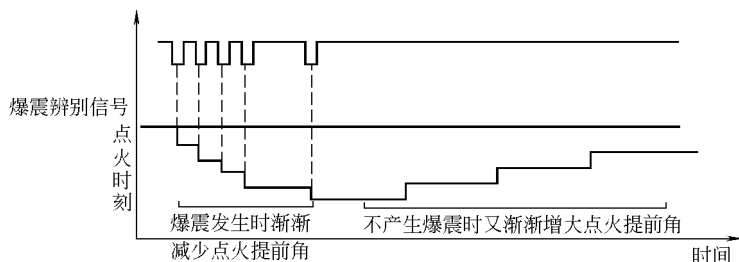


图 1-53 点火提前角的爆震控制

提前角，一直到产生爆震时再重复前述的反馈控制。为防止线缆断裂、传感器失灵、检测电路发生故障等意外情况，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，并且接通仪表报警灯，警告驾驶员爆震控制系统发生了故障。

1.6.5 无分电器点火系统

无分电器点火（DLI——distributor less ignition）系统又称直接点火系统，它取消了传统点火系或普通电子点火系中的分电器总成（包括分火头和分电器盖等），直接将点火线圈次级绕组的两端与火花塞相连接，即把点火线圈产生的高压电直接送给火花塞进行点火。该系统的优点如下。

- ① 点火系为全电子电路，无机械零件、无机械故障。
- ② 由于取消了分电器，所以节省空间同时避免了分电器空间对点火提前角的限制。
- ③ 由于取消了分电器，不存在分火头与分电器盖旁电极间产生的电火花，因此可有效地降低了点火系对无线电的干扰。同时因点火系高压电路中的阻抗减小，点火更加可靠。

（1）无分电器点火系的配电方式 DLI 系统根据配电方式又可分为单独点火的配电方式、双缸同时点火的配电方式及二极管配电点火方式三种类型，见图 1-54。

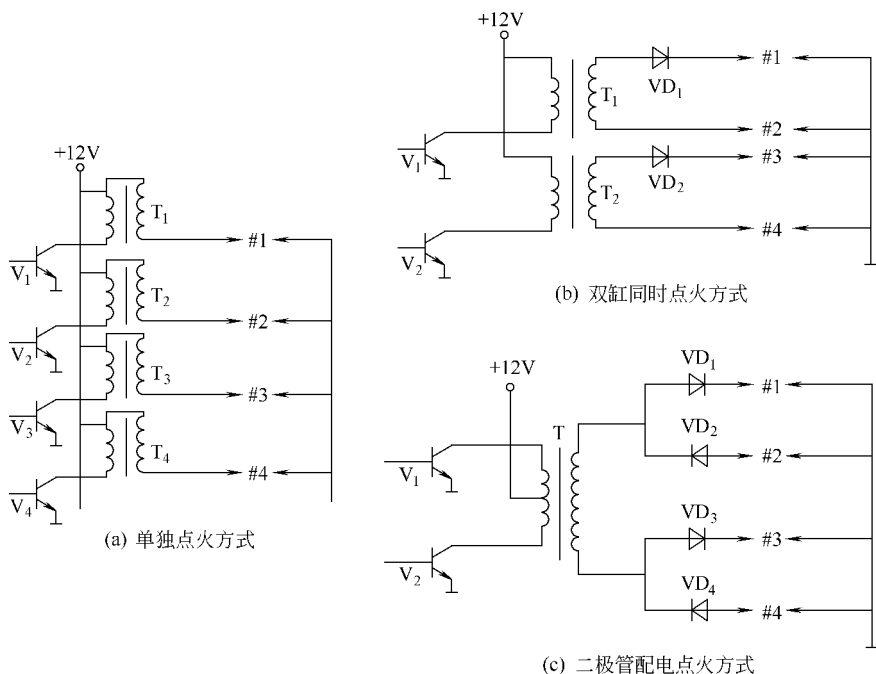


图 1-54 配电方式

单独点火配电方式可将点火线圈直接安装在火花塞的顶上，这样不仅取消了分电器也同时取消了高压线，故分火性能较好；相比而言，其结构与点火控制电路最为复杂。

双缸同时点火配电方式因两个火花塞共用一个点火线圈且同时点火，故这种方式只能用在缸数为双数的发动机上。与单独点火配电方式相比，其结构与点火控制电路相对简单，但保留了点火线圈与火花塞之间的高压线，能量损失略大。串联在高压回路的二极管，可用来防止点火线圈在初级绕组导通瞬间所产生的次级电压（约 1000~2000V）加在火花塞上后发生的误点火而消耗点火能量。目前这种点火方式应用得较多。

双缸同时点火配电方式要求共用一个点火线圈的两个汽缸工作相位相差 360° 曲轴转角，点火时，同时点火的两个汽缸中处于排气行程的汽缸，由于缸内气体的压力较小，且缸内混合气又处于后燃期，易产生火花，这样放电能量损失很少。而大部分的点火高压和点火能量被加在压缩行程的火花塞上，故处于压缩行程的火花塞的跳火情况与单独点火的火花塞跳火情况基本相同。

二极管配电点火方式的特点是四个汽缸共用一个点火线圈，但点火线圈则

为内装双初级绕组、双输出次级绕组的特制点火线圈，且利用四个二极管的单向导电性交替完成对 1 缸、4 缸和 2 缸、3 缸配电过程。这种点火配电方式与双缸同时点火配电方式相比，具有相同的特性，但对点火线圈要求较高。

(2) 双缸同时点火的无分电器点火系 现以丰田皇冠汽车装用的日本电装公司生产的 DLI 系统为例，说明其结构和工作原理。该系统的构成如图 1-55 所示，它是由检测曲轴角度的凸轮轴位置传感器、ECU、点火器及点火线圈组成。

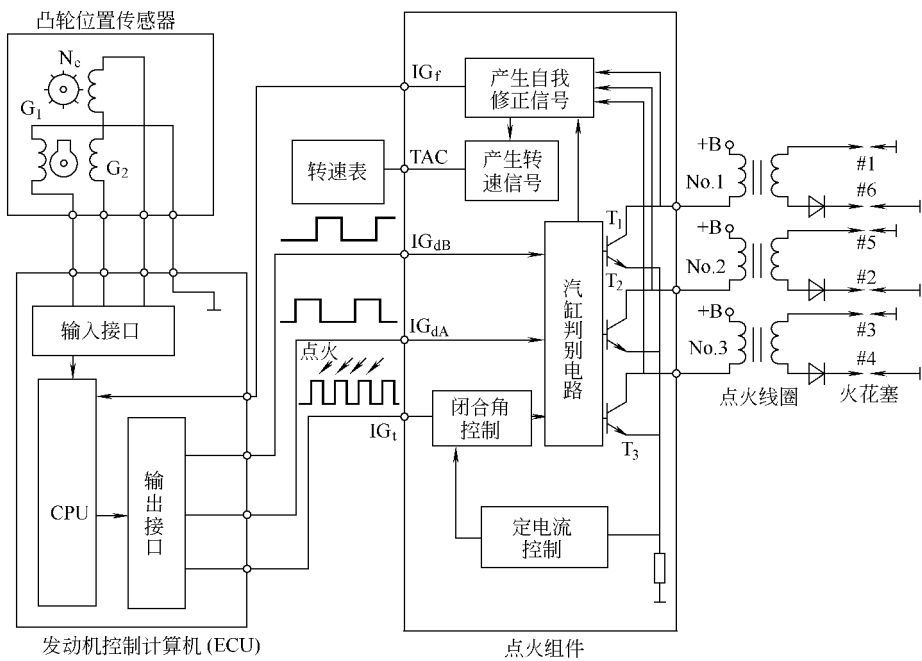


图 1-55 双缸同时点火系统

凸轮轴位置传感器产生曲轴角度信号及曲轴角度基准位置信号，并把这些信号输入到发动机控制计算机中。凸轮轴位置传感器由 G_1 、 G_2 及 N_e 等三个线圈组成，以此来判别汽缸号数、检测曲轴角度以及决定点火时间的初始位置。

利用 G_1 信号可以判别出处于压缩行程的第 6 缸已接近上止点。每当凸轮轴位置传感器旋转一圈（发动机曲轴转两圈）就会产生一次电动势，其产生时刻为第 6 缸的压缩行程近于上止点位置时， G_1 信号产生后，就完成了第 6 缸的点火准备工作，再利用此后产生的 N_e 信号就可以确定第 6 缸的点火时间（相当于重新开始点火的位置）。

利用 G_2 信号可以检测出第 1 缸处于压缩行程及活塞已接近上止点位置。从凸轮轴位置传感器的转子角度看, G_2 信号正好处于 G_1 信号差 180° 的位置上, 其波形与 G_1 信号波形相同。当 G_2 信号产生之后, 就完成了第 1 缸的点火准备工作, 再利用此后产生的 N_e 信号, 就可以确定第 1 缸的点火时间 (相当于重新开始点火的位置)。

N_e 正时转子有 24 个齿, 它每转一转 N_e 信号线圈产生 24 个信号波形, 其波形与 G_1 、 G_2 信号波形相似, 每个波形表示 N_e 正时转子角度为 15° 或曲轴转角 30° , 这个数值在点火控制中会引起较大的误差。为了保持一定的精度, 需要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 1 个脉冲。当发动机启动的瞬间, 已超过了产生 G_1 信号时期, 而 G_2 信号又未产生, 此时无法判别汽缸, 因此必须等到产生 G 信号、判别汽缸后才能执行实际点火控制。当 G_1 或 G_2 信号产生时, 可用来判别第 6 缸或第 1 缸处于压缩上止点前, 因此必须对该缸完成点火准备, G_1 或 G_2 信号产生后所产生的 N_e 信号即成为第 6 缸或第 1 缸的点火正时的基准信号。发动机 ECU 通过曲轴位置传感器获得 G_1 、 G_2 、 N_e 信号后, 向点火器输出 IG_t 、 IG_{dA} 、 IG_{dB} 三个信号。其中 IG_t 是点火正时信号, IG_{dA} 、 IG_{dB} 是汽缸判别信号, 如图 1-56 所示。点火器中的汽缸判别电路根据输入 IG_{dA} 、 IG_{dB} 信号状态, 决定哪条驱动电路接通, 并将点火正时 IG_t 信号送往与此驱动电路相连接的点火线圈, 完成对某缸的点火。例如, 如果输入的 IG_{dA} 、 IG_{dB} 信号状态分别为 0 和 1 时, 汽缸判别电路使 T_1 管导通, 将点火正时信号送给 1 缸和 6 缸的点火线圈。

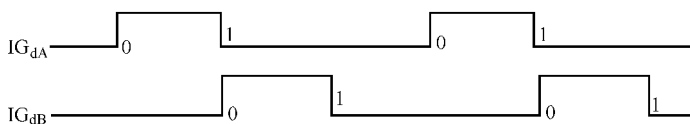


图 1-56 汽缸判别信号

在点火系完成正常点火的同时, 电子点火器向发动机 ECU 发出 IG_f 点火确认信号, 即将点火线圈初级电路通、断的信号反馈给发动机 ECU。在发动机工作过程中, 当 IG_f 信号连续 3~5 次无反馈时, ECU 则判断为点火系统有故障, 发出指令强制停止喷油器工作, 以免造成缸内喷油过多使再次启动困难或增加三元催化剂系统负荷。

第 2 章 故障诊断与维修

点火系统是汽油发动机的重要组成部分，点火系统能否适时地产生火花，能否充分地点燃混合气，对发动机的工作性能影响非常大。当点火系统出现问题时，应按其可能性大小的顺序，先检查最可能的原因，依次检查可能性较少的原因，如果在点火系统找不到原因，就要检查其他系统，如燃油系统、发动机本体等。

2.1 点 火 正 时

为了保证发动机汽缸中的混合气在正确的时间被点燃，在往发动机上安装分电器总成和更换燃油品种时，要靠人工调整起始的点火提前角，这一工作通常被称为“点火正时”。除个别型号外，点火正时均以第 1 缸为基准。点火正时的具体安装与调整方法因不同车型而略有差别，但基本步骤相似。

(1) 传统点火系统点火正时调整步骤

① 检查断电器触点间隙，将触点间隙调至规定范围，一般为 $0.35\sim 0.45\text{mm}$ 。

② 找出第一缸压缩行程上止点的位置。方法是拆下第一缸的火花塞，用棉纱堵住火花塞孔，摇转曲轴，当棉纱被汽缸压力喷出时，再慢慢转动曲轴，使正时标记或指针与规定的符号对正。如 CA1091 型汽车是使飞轮罩壳上的刻度与飞轮上的正时符号对正；EQ1090 型汽车是使飞轮上的钢球与检查孔上的刻度线对正；NJ130 型汽车和 BJ2020 型汽车则是使正时齿轮盖上的指针与曲轴前端皮带轮上的正时符号对正。

③ 确定断电器触点刚打开时的位置。旋松分电器壳体夹板固定螺钉或螺栓，拔出中央高压线，使其端头离开缸体 $3\sim 4\text{mm}$ ；接通点火开关，将分电器壳体顺正常旋转方向转动，使触点闭合；再反向转动壳体至中央高压线端头与缸体之间跳火，即触点处于刚打开位置。EQ1090 型汽车的触点打开位置标志是，使正时钢球前 9° 处的刻度线对准检查孔的刻度线，或分电器壳体下部的白色标记对准压板紧固螺栓头部的中心。但是，若车辆装有辛烷选择器时，应先将其调整至“0”的刻度位置上。

④ 按点火顺序接好高压线。第 1 缸的高压线应插在正对分火头的旁电极的插座

内，然后顺着分火头的旋转方向，按点火次序接好通往其他各缸火花塞的高压线。

一般六缸发动机的点火次序为 1-5-3-6-2-4，四缸发动机为 1-2-4-3（逆时针旋转）或 1-3-4-2（顺时针旋转）。红旗轿车 V8 型发动机点火次序为 1-8-4-3-6-5-7-2（自车前向后，左侧为 1，3，5，7，右侧为 2，4，6，8），但也有不同情况，应以制造商的说明为准。

⑤ 启动发动机，检查点火正时。启动发动机，使水温上升到 $70\sim 80^{\circ}\text{C}$ ，在发动机怠速旋转时突然加速。如转速不能随节气门的打开而立即增高，感到“闷”或在排气管中有“突突”声，则为点火过迟；如发动机内出现金属敲击声，则为点火过早。点火过早时，应顺着分电器轴旋转方向转动分电器壳体；点火过迟时，则反向转动分电器壳体。

⑥ 汽车行驶中的检查。将发动机走热至 $70\sim 80^{\circ}\text{C}$ ，在平坦的道路上以直接挡行驶，突然将加速踏板踏到底，如在车速急增时能听到微弱的敲击声，且很快消失，表示点火时间正确；如听到有明显的金属敲击声，说明点火过早；如加速时感到“闷”，且无敲击声，说明点火过迟，应停车转动分电器壳体进行调整，经反复试验，直至适合为止。

（2）电子点火系统点火正时的调整步骤

① 找到第一缸压缩行程上止点，方法与传统点火系统相同。

② 安装分电器。转动分电器轴或分电器外壳，使分电器上的分火头指向分电器壳体上的标记或分电器壳体上的标记与缸体上的标记对正，装入分电器，并旋紧固定螺钉。

③ 连接高压导线。将连接第一缸火花塞的高压导线插入分电器盖上的 1 缸插孔后，顺着分电器轴旋转方向按点火次序，依次插好其他缸高压导线。

④ 检查点火正时。除了通过突然加大节气门观察发动机的工作情况是否良好来检验点火正时是否得当外，还可用发动机点火提前角检测仪检测其规定转速下的点火提前角，并通过与标准的点火正时参数比较，判断点火正时正确与否。

有些电子点火系统的点火正时由车载电控系统自适应调整完成，而不需结构方面的调整，维修时应注意查询相关维修手册或车辆使用说明书。

2.2 点火系统主要部件的故障与检修

2.2.1 分电器的故障与检修

（1）分电器的故障

① 断电器常见故障

a. 触点氧化、烧蚀。当电容器失效或电容量选择不当时，触点间易产生火花，导致触点氧化、烧蚀，尔后又因接触不良，接触电阻增大使初级电流减小，次级点火电压下降。

b. 触点间隙调整不当。若触点间隙过大，触点闭合时间缩短，初级断电流减小，使次级电压下降；若触点间隙过小，触点闭合时间虽增加，但因触点分开不彻底，触点间易产生火花，也会使次级电压下降。

c. 触点臂弹簧弹力不足。触点臂在发动机高速运转时易被“甩开”，使触点不能及时闭合，因而初级电流减小，次级电压下降且易发生高速断火现象。

d. 凸轮磨损不均或传动轴松旷。使汽缸点火时间不准，甚至触点不能分开，导致不跳火。

② 配电器常见故障 分电器盖或分火头裂损、受潮或绝缘击穿，将引起发动机“断火”、“错火”或者根本不能启动。

③ 点火提前机构常见故障

a. 离心式提前装置弹簧失效。离心块弹簧张力不足，会使发动机在中、低速时点火提前角过大；拨板销磨损会导致点火提前角不准确。

b. 真空式提前装置膜片破裂。膜片破裂会使发动机在低负荷时不能增大点火提前角；弹性张力减小也导致点火提前角增大。

(2) 分电器的检修

① 检查断电器触点接触情况 将触点分开察看接触面是否有油污、烧蚀、凹凸不平及触点间能否全面接触。如触点有油污，可用干布稍蘸些汽油将其擦净；如触点有轻微烧蚀，可用 0 号细砂纸磨净；如烧蚀较重表面凹凸不平时，应拆下触点在细油石上加少许机油磨平，修磨后的触点钨镀层单片厚度不得小于 0.5mm，否则应更换触点臂总成或用铆接法单独换装新触点；上下触点的

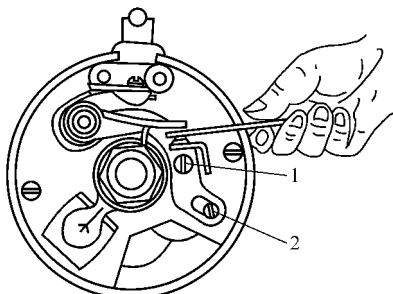


图 2-1 检查触点间隙

1—固定螺钉；2—偏心螺钉

中心线应重合, 偏差不得超过 0.2mm , 否则应用尖嘴钳校正。

② 检查触点间隙 按图 2-1 所示用厚薄规检查触点间隙, 若不符合规定, 可旋松固定螺钉, 拧转偏心螺钉进行调整。

③ 检查触点臂弹簧的张力 触点闭合时, 用弹簧秤的挂钩钩在活动触点的一端, 沿着触点臂垂直方向拉动弹簧秤, 如图 2-2 所示, 当触点刚刚分开时的读数, 应符合规定值, 一般为 $4.9\sim 6.9\text{N}$ 。若弹簧张力过小, 则需更换。

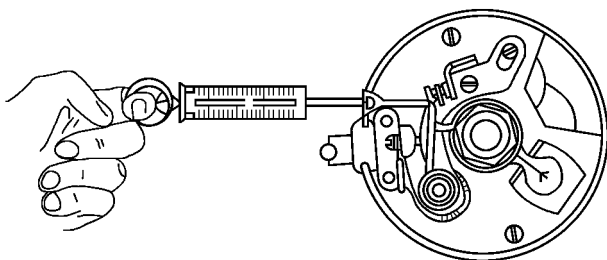


图 2-2 检查触点臂弹簧张力

④ 检查分电器轴与衬套的间隙 分电器轴与衬套的正常配合间隙为 $0.02\sim 0.04\text{mm}$, 最大不得超过 0.07mm 。

⑤ 检查分火头和分电器盖是否漏电 可在汽车上利用点火线圈的高压电进行跳火试验, 如有裂损应更换, 受潮则可加以烘烤。

2.2.2 电容器的故障与检修

(1) 电容器的常见故障

① 电容器短路 使点火线圈初级电流不能切断而使点火系统不能产生高压。

② 电容器断路 相当于分电器没有接电容器, 使触点的火花严重, 最高次级电压下降。

③ 电容器漏电 电容器漏电消耗了点火系统的点火能量, 导致次级电压下降。

④ 电容器容量值不当 电容量过大或过小均易使触点烧蚀, 并使次级电压下降。

(2) 电容器的故障检修

① 万用表检查法测电容器的好坏 用指针式万用表的 $R\times 100\Omega$ 挡或 $R\times 1\text{k}\Omega$ 挡测量电容器的电阻, 若电阻为零或指示某一个较小电阻值不动, 就说

明电容器已短路或漏电，需更换；若万用表指针开始向电阻为 0 方向摆动，并马上摆回，指示电阻大于 100Ω，则说明电容器良好。

② 用氖灯法检查测电容的好坏 按图 2-3 所示接线，用 200~300V 左右的直流电和氖灯进行检查。将测试电路置于左侧接通电源、电容充电，这时氖灯闪亮一次；再将开关置于右侧、电容放电，这时氖灯又闪亮一次，说明电容器良好。若在接通电源时氖灯不停地闪亮，说明电容漏电；若氖灯一直亮着，则说明电容已短路。

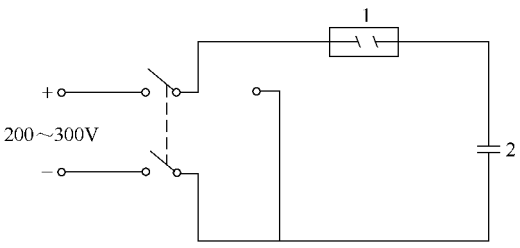


图 2-3 氖灯法检查电容器好坏的电路原理

1—测电流仪表；2—被测电容

③ 测定电容器的电容量 可用测电容的专用仪表测量电容器的容量，在没有测电容的仪表时，也可以用普通万用表按如下方法测量电容器的容量。

a. 将万用表拨到交流毫安挡，接成如图 2-4 所示的测量电路。

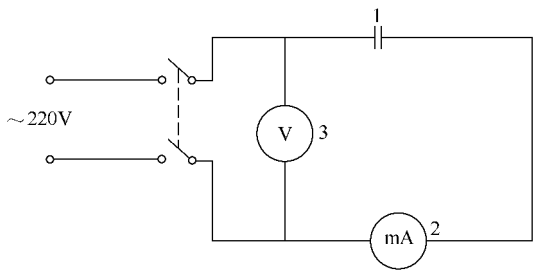


图 2-4 测量电容器电容量的电路

1—被测电容；2—测电流仪表；3—测电压仪表

b. 通电后记下表的电流读数，再测定一下电源的电压。测电压的目的是在电源电压与额定的 220V 值差较大时，使测量计算结果准确。

c. 根据测得的电流和电压，即可按下式计算出被测电容器电容量的大小。

$$C = (I \times 10^6) / (2\pi f U)$$

式中 f ——交流电源频率，50Hz；

C ——电容器电容量， μF ；

I ——输入电流, A;

U ——电源电压, V。

在用上述方法测定电容器容量以前, 应先测定电容器是否短路, 否则若接上了一个已短路的电容器, 将会烧坏万用表, 务必注意安全。

2.2.3 点火线圈的故障与检修

(1) 点火线圈的常见故障

① 初级绕组或次级绕组断路、短路、搭铁, 造成次级电压下降或不产生次级电压。

② 绝缘盖破裂漏电, 使次级电压下降或不产生次级电压。

③ 附加电阻烧断, 造成点火线圈初级电路断路。

(2) 点火线圈的检修

① 直观检查 检查点火线圈的绝缘盖有无脏污、破裂, 接线柱是否松动、锈蚀。若有脏污、锈蚀可予以清洁后做进一步检查; 若绝缘盖有破损则应更换点火线圈。

② 检查点火线圈初、次级绕组 用万用表的电阻挡测量点火线圈初级绕组、次级绕组的电阻, 其值与标准值比较, 以此来判断点火线圈绕组是否有短路和断路。

③ 检查点火线圈绕组的绝缘性 用万用表的电阻挡测量点火线圈任一接柱与外壳之间的电阻, 其值应不小于 $50\text{M}\Omega$, 否则说明点火线圈绝缘不良, 应更换点火线圈。

④ 检查附加电阻 用万用表的电阻挡测量附加电阻, 其值应与标准值相符, 若测得电阻无穷大, 说明附加电阻已烧断, 需更换点火线圈。

⑤ 点火线圈的性能检验 点火线圈的性能好坏的检查也需专用的电器试验台。它是将点火线圈的高压接于一个可调间隙的三针放电器, 测定跳过规定间隙时的分电器转速是否达到要求。跳过规定间隙时的最高转速低或在规定的转速下能够不间断跳火的间隙小, 都说明点火线圈性能不良, 应更换点火线圈。

2.2.4 火花塞的故障与检修

(1) 火花塞的常见故障

火花塞是在高温、高压下工作, 且受到燃烧产物的强烈腐蚀、工作环境极为恶劣, 因而故障率非常高, 常见故障现象如下。

① 火花塞烧损，如火花塞绝缘体起皱、破裂，电极烧蚀、熔化等，使火花塞击穿电压升高，从而导致发动机缺火或不能工作。

② 火花塞有沉积物，火花塞的沉积物有积炭、积油、积灰等，使火花塞漏电或击穿电压升高，从而导致发动机缺火或不能工作。

③ 火花塞间隙过大或过小，使点火性能下降。

(2) 火花塞的检修

① 直观检查 仔细察看火花塞的电极和绝缘体外观，正常工作的火花塞绝缘体裙部呈浅棕色到灰白色，轻微的积炭和电极烧蚀仍属正常现象，必要时清洁、锉平已烧蚀的表面并检查与调整好间隙后可继续使用。火花塞各种故障状态的原因及处理措施见表 2-1。

表 2-1 火花塞常见故障及处理措施

火花塞故障状态	可能的故障原因	故障处理措施
绝缘体呈白色, 电极熔化	燃烧室积炭过多、排气不畅、冷却系统不良等而引起燃烧室的温度过高, 火花塞未拧紧而导致火花塞电极散热困难	更换火花塞, 并检查与排除引起火花塞电极温度过高的原因
绝缘体顶端起皱疤, 电极烧损	火花塞的热值过低而引起早燃, 点火时间过早、冷却系统不良而引起早燃	更换火花塞, 并检查冷却系、点火提前角
绝缘体顶端破裂	因点火时间过早, 燃烧室温度过高、混合气过稀而导致发动机爆燃	更换火花塞, 并检查和排除可能导致发动机爆燃的原因
积炭	火花塞的热值过大、混合气过浓、缸壁间隙过大、空气滤清器堵塞、点火系统性能不良、点火时间过迟等	积炭不严重时, 清除积炭后可继续使用; 积炭严重的则更换火花塞, 并检查与排除容易积炭的原因
积油	汽缸壁间隙过大或气门导管处间隙过大而窜机油、曲轴箱通风堵塞或机油过多而窜机油	清除机油后可继续使用, 但若积油情况依旧, 则需检修发动机
积灰	汽油中含有添加剂	清除积灰、检查并调整电极间隙后可继续使用
绝缘体有油亮积层	混合气燃烧产生的沉渣来不及排除, 熔化在高温的火花塞绝缘体表面	更换火花塞, 若故障依旧, 应更换热值低一些的火花塞

② 检查、调整火花塞电极间隙 用圆形塞尺检查火花塞电极间隙，其值应符合规定，普通火花塞电极间隙为 0.6~0.7mm，进口车火花塞电极的间隙要求 0.7~0.9mm，电子点火系统火花塞电极间隙 1.0~1.2mm。测量时，用规定厚度的塞尺插入火花塞电极间隙稍有阻力即为适当，否则需用专用工具通过弯曲火花塞旁电极来调整间隙。

2.2.5 信号发生器

(1) 电磁感应式信号发生器的检修

① 测量传感线圈的电阻值 先将分电器与线束之间的插接器拆开，然后用万用表欧姆挡测量与分电器相连接的两根导线之间的电阻值，如图 2-5 所示。测量时还可用旋具把轻轻敲击传感线圈或分电器壳，以检查其内部有否松旷和接触不良的故障。如表 2-2 所示为几种常见车型传感线圈的电阻值。若测量结果与标准阻值相差较大，说明传感线圈已经损坏；若电阻值为无穷大，说明传感线圈有断路，一般断路点多在导线接头处，如焊点松脱等，可将传感线圈拆下进一步检查，发现焊点松脱，可用电烙铁焊上即可。

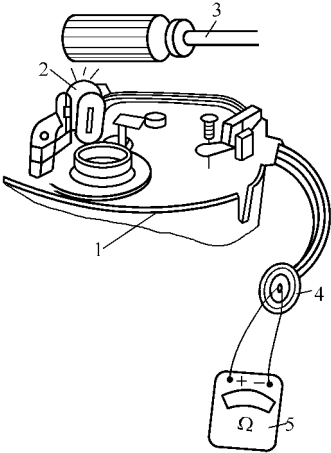


图 2-5 测量传感线圈的电阻值

1—分电器；2—传感线圈；3—旋具；4—插接器；5—万用表

表 2-2 电磁感应式信号发生器传感线圈电阻参数

厂家/型号	线圈电阻/ Ω	厂家/型号	线圈电阻/ Ω	厂家/型号	线圈电阻/ Ω
丰田	140~180	本田	600~800	切诺基	450~800
日产	140~180	克莱斯勒	920~1120	CA1091	600~800
三菱	500~700	富康	385	JFD667 分电器	500~600

② 检查、调整信号转子与传感线圈铁心间的间隙值 可用厚薄规进行测量，如图 2-6 所示，标准值约为 0.2~0.4 mm。如不符合标准，可松开紧固螺钉 A、B 做适当的调整，如图 2-7 所示，直至间隙符合上述规定，再将螺钉

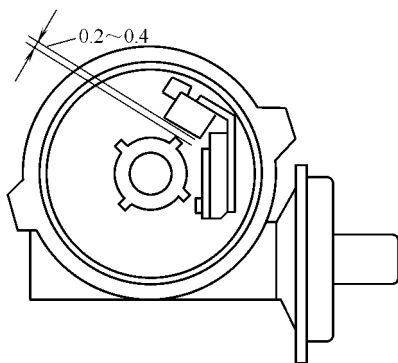


图 2-6 信号转子与传感线圈铁心的间隙测量

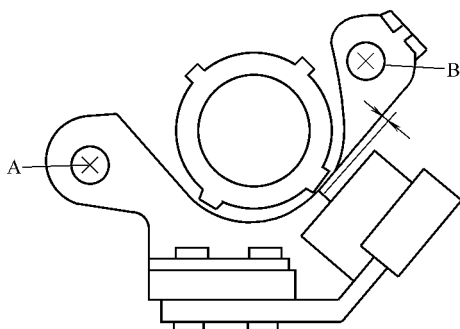


图 2-7 信号转子与传感线圈铁心的间隙调整

A、B 拧紧即可。

(2) 霍尔式信号发生器的检修 现以上海桑塔纳轿车的霍尔式信号发生器为例，介绍该型信号发生器的检修过程。霍尔式信号发生器系有源器件，需输入电源电压才能工作，故应先测量其输入电压是否正常。方法是用直流电压表的“+”、“-”表笔分别接与分电器相连接的插接器“+”与“-”接柱，如图 2-8 所示，接通点火开关，电压表应显示接近蓄电池电压，约 11~12 V，否则说明点火电子组件没有给霍尔信号发生器提供正常的工作电压，应检查点火电子组件。若电压表显示电压正常，可进一步测量点火信号发生器的输出信

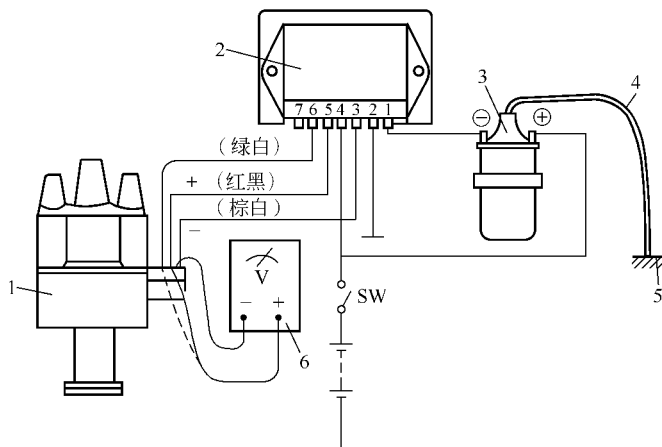


图 2-8 霍尔信号发生器的检查

1—分电器；2—电子点火组件；3—点火线圈；
4—高压线；5—搭铁；6—直流电压表

号电压。方法是用同一只电压表在点火开关接通时测量分电器的信号输出线与搭铁线之间的电压。当触发叶轮的叶片在霍尔传感器的空气隙中时，电压表应显示与输入电压值相近的电压，即 $11\sim 12\text{ V}$ ；而当触发叶轮的叶片不在霍尔传感器的空气隙中时，电压表所显示的电压应接近于零，约 $0.3\sim 0.4\text{ V}$ 。经测量电压表读数正常，可认为霍尔式信号发生器无故障。

对于其他车型的霍尔信号发生器可参照上述方法检查。但需注意，车型不同或同种车型而生产年代不同，其霍尔式点火信号发生器的内部结构、电路和有关工作参数也不完全相同，其工作电压、信号输出电压幅值也会有所不同，检查时应与同期生产的同种车型的测量值做对比，方可准确判断点火信号发生器的好坏。

(3) 光电式信号发生器 其常见故障是发光元件或光敏元件玷污或损坏、内部电路断路或接触不良，这些故障使信号发生器信号过弱或无信号产生，检修方法如下。

① 外观检查 打开分电器盖，检查发光、光敏元件表面有否脏污，线路连接是否良好。

② 检测信号电压 将分电器线路插接器的电源端子之间加 12 V 电压，然后慢慢转动分电器轴，用万用表的直流电压挡测插接器的信号输出端子的电压。如果电压在 $0\sim 1\text{ V}$ 之间摆动（不同车型，电压摆动幅度可能不同），说明信号发生器良好，否则，需更换分电器。

2.2.6 点火器（电子点火组件）的检查

因配用的信号发生器形式不同，点火器所采用的元器件结构形式和电路结构（如分立元件、集成电路、可控硅等）也会有所不同，即使是同一种类型的点火器，其生产厂家不同，电路结构及参数也不尽相同。因此，很难用一种简单而统一的方法对其进行检查及测量。故对点火器的检修应根据其配用的点火信号发生器形式、点火器的工作原理、电路特点、功能及在车上的具体连接、工作情况，选用适当的方法进行故障检查和判断。常用的方法主要有以下几种。

(1) 干电池法 这种方法适用于配用电磁感应式信号发生器的单功能点火器，其基本原理是利用干电池的电压作为点火器点火输入信号，然后用万用表或试灯来大致判断点火器的好坏。下面以丰田汽车的点火器检查方法为例加以说明。

拆开分电器上的线路插接器，接通点火开关，用一只 1.5 V 的干电池，将

它的正、负两极分别接至点火器的两根点火信号输入线（粉红色线与白色线），如图 2-9 所示。用万用表电压挡检查点火线圈“—”接线柱与搭铁之间的电压，也可用 12V 试灯代替万用表，然后将干电池的极性颠倒过来，再次测量点火线圈“—”接柱与搭铁之间的电压，两次测量结果应分别为 1~2V（试灯灭）和 12V（试灯亮），否则说明点火器有故障。但需注意，加干电池测试的时间应尽可能的短，每次不能得超过 10s。

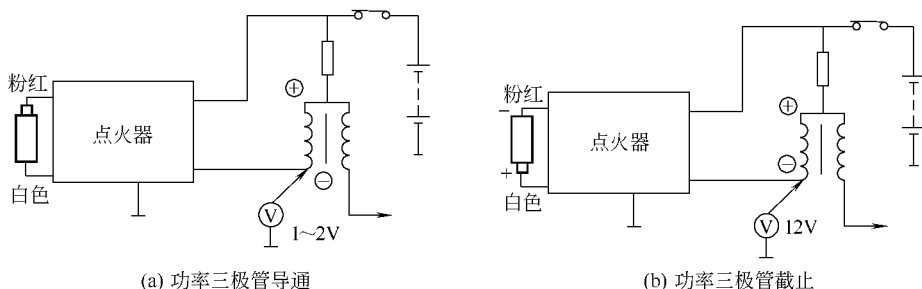


图 2-9 干电池法检查点火器故障

(2) 跳火试验法 在确认低压电路各连接导线、插接器、点火线圈及信号发生器基本完好的情况下，可采用跳火试验法判断点火器是否有故障。

如 EQ1090 型汽车装用的 JFD667 型、CA1092 型汽车装用的 6TS2107 型具有失速断电保护功能的电磁感应式电子点火系统等，可将分电器盖拆下，并拔出分电器盖上的中央高压线，使其端头离开缸体 5~10mm，接通点火开关，然后用一只旋具头快速地碰刮定子爪，以改变通过传感线圈的磁通而使其产生点火脉冲，触发点火器，如图 2-10 所示。若每次碰刮时高压线端都能跳火，则说明点火器良好，否则说明点火器有故障，应予检修或更换。

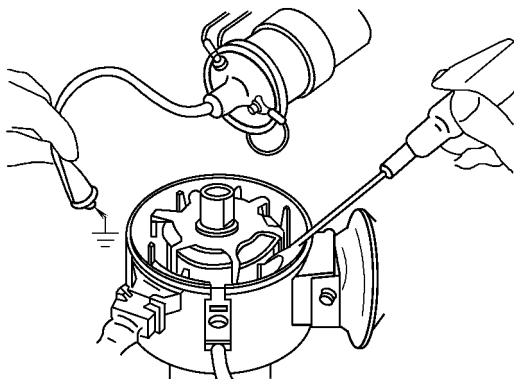


图 2-10 磁感应式点火电子组件的跳火试验

而桑塔纳、奥迪等汽车装用的霍尔式电子点火系统也可打开分电器盖，拆下分火头和防尘罩，转动曲轴，使触发叶轮的叶片不在霍尔传感器的气隙中，拔出分电器盖上的中央高压线，使其端部距离汽缸体 5~10mm，然后接通点火开关，用小旋具或钢锯条在霍尔传感器的气隙中插入后迅速拔出，同时在拔出时察看高压线端部是否跳火，如跳火说明点火器良好，否则应更换点火器。另外，也可甩开霍尔式信号发生器对点火器做跳火试验，方法是：断开点火开关，拔下分电器盖上的中央高压线并使其端部距离缸体 5~10mm，再拔下分电器上霍尔信号发生器的插接器，用跨接导线一端接在信号线插头上，然后接通点火开关，将跨接线的另一端反复搭铁，如图 2-11 所示，同时观察中央高压线端是否跳火，如跳火说明点火器完好，否则说明点火器有故障，应予更换。

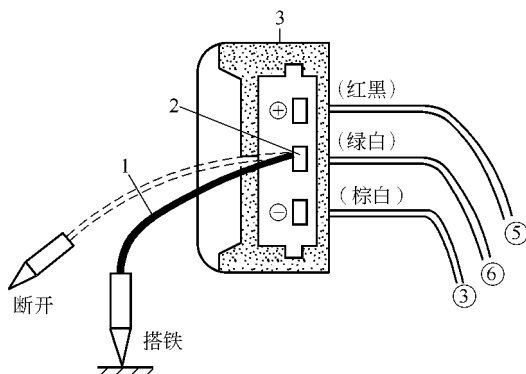


图 2-11 用跨接线代替霍尔信号发生器的跳火试验

1—跨接线；2—信号线插头；3—信号发生器插接器

③—“—”接线柱；⑤—“+”接线柱；

⑥—分电器信号输出线

(3) 替换法 即用同规格的点火器替换怀疑有故障的点火器，如故障排除，则证明点火器损坏。该方法是判断点火器故障最简单、最有效的方法，但必须备有相同规格的新点火器或功能完好的在用点火器。

2.3 点火系统的故障诊断

(1) 故障分析 点火系统常见故障有断火、火花弱、点火时间不当、缺火、错火等，使发动机不能工作或工作不正常，表 2-3 所示为发动机常见故障现象及点火系统可能的故障部位。

表 2-3 发动机常见的故障现象与点火系统可能的故障部位

发动机故障现象 点火系统可能的故障部位		发动 机不 启动	启动 后即 熄火	怠速 不稳	加速 不良	发动 机回 火	排气 管放 炮	发动 机爆 燃
断电器 ^①	触点接触不良或触点间隙过大	○		○	○		○	
	触点间隙过小	○		○			○	
	动触点搭铁	○						
配电器	分火头烧损、漏电	○					○	
	分电器盖脏污、破损而漏电	○		○			○	
电容器	电容器短路	○						
	电容器断路、漏电或电容值不符	○		○	○		○	
点火提前装置	真空点火提前装置不良						○	
	离心点火提前装置不良				○		○	○
高压导线	高压导线破损漏电、松脱或断裂	○		○			○	
	高压导线插错	○		○		○	○	
点火线圈	初、次级绕组有断路、短路	○		○	○		○	
	点火线圈附加电阻断路		○					
火花塞	火花塞积炭	○		○	○		○	
	火花塞电极烧损或间隙过大	○		○	○		○	
信号发生器 ^②	点火信号发生器有故障	○						
	信号发生器连接线路接触不良	○						
点火器 ^②	点火器内部电路或元件有故障	○					○	
	电子点火器接地不良	○						
开关与线路	点火开关不良	○	○					
	点火线圈初级电路有断路、短路	○						
点火正时	初始点火提前角过小						○	
	初始点火提前角过大	○		○	○			○

① 只针对传统点火系统；

② 只针对电子点火系统。

注：○表示有该项目。

(2) 故障诊断方法举例 了解故障可能的原因及可能的故障部位，就可以用适当的检测方法确定故障部位。下面以发动机不能启动和怠速不稳为例，介绍点火系统故障诊断方法。

① 发动机不能启动 发动机启动时，启动转速正常，但发动机无着火迹象或发动机突然熄火后，再不能启动。点火系统不点火或火花太弱均可能造成发动机不能启动，可能的故障原因及部位如表 2-3 所示，故障诊断步骤如下。

- 外观检查。察看点火线圈和分电器上的高压导线、低压线路有无松脱。
- 中央高压线试火。拔出分电器上中央高压线，使高压线端距发动机机体 5~8mm，接通点火开关，转动发动机，看高压线端与机体间是否跳火。有三种可能：火花很强（火花线较粗、呈蓝白色，且可听到较清晰的“叭叭”声）、火

花很弱（火花很细，暗呈红色）或不跳火。若火花很强，说明点火系统低压电路和点火线圈等基本正常，故障在高压回路或火花塞，按步骤 c. 做进一步的诊断；若火花很弱，传统点火系统可能的故障部件有断电器、电容器和点火线圈等，电子点火系统可能的故障部件则是点火线圈和电子点火器，可按步骤 d. 做进一步的诊断；若完全无火花，传统点火系统可能的故障部位有断电器触点接触不良、活动触点或电容短路、点火线圈有断路或短路、或点火开关和点火线圈低压线路有接触不良处等，电子点火系统可能的故障部位则是点火线圈低压电源电路、点火线圈、信号发生器、点火器等，可按步骤 e. 做进一步故障诊断。

c. 插入中央高压线，拔出火花塞上的高压分线试火：若此时不跳火或火花很弱，则说明是分电器盖、分火头或高压分线漏电或断路，需对这些部件进行检修；若火花仍然很强，则需拆下火花塞进行检查。

d. 用导线将点火线圈负极接柱做瞬间搭铁，看中央高压线端跳火是否变强：若火花变强，需检查断电器触点、电容器，电子点火系统则检查或更换点火器；若火花仍很弱，则需检查或更换点火线圈。

e. 用导线将点火线圈负极接柱做瞬间搭铁，看中央高压线端跳火是否跳火：若跳火，需检查断电器触点、电容器，电子点火系统则检查信号发生器、点火器；若仍不跳火，注意瞬间搭铁刮碰时有无火花。若无，则应检查点火系统低压回路是否有断路，点火线圈初级绕组是否有断路；若刮碰时有火花，则检查点火线圈次级绕组是否有断路或短路故障，中央高压线有无断路。

② 发动机怠速不稳 发动机怠速不稳定甚至于熄火，排气管有“突突”声，动力下降。此故障现象一般为个别汽缸不工作、窜缸、点火时间不正常等原因造成的，可能的故障部位见表 2-3，故障诊断步骤如下。

a. 寻找不工作汽缸。发动机怠速运转情况下，逐一短路分缸高压线使其断火，观察发动机的反应。若发动机转速没变化，则说明该缸不工作或工作不良，按步骤 c. 做进一步诊断；若发动机转速明显下降，说明该缸工作基本正常。依次检查其他各缸，若各缸断火时发动机转速均有下降，则按步骤 b. 做进一步诊断。

b. 高压线试火。拔出高压线做跳火试验，看火花是否强。若火花强，则需检查和调整点火正时，若点火正时正确或调整点火正时后发动机怠速仍不稳，则需检查或调整油路；若火花弱，则应检查断电器触点、点火线圈、分火头等。

c. 分缸高压线试火。拔出分缸高压线做跳火试验，看是否跳火。若不跳火，则需检查分电器盖、分缸高压线；若跳火，则需检查火花塞，视情予以检修或更换。

第3章 典型点火系统结构与维修

3.1 美国车系点火系统结构与维修

3.1.1 通用计算机控制点火系统结构及故障检修

(1) 通用点火系统结构 通用汽车公司于 1977 年率先在其生产的奥兹摩皮尔和飓风轿车上采用计算机控制点火提前角系统即迈塞 (MISAR) 系统, 由分电器、电子控制组件、曲轴位置传感器、冷却液温度传感器、火花塞、点火线圈等组成。MISAR 系统使用的分电器没有机械式点火提前调节装置, 但分电器盖、点火模块及集成线圈与常规分电器相同。

曲轴位置传感器如图 3-1 所示, 由装在发动机前减振器上的脉冲发生器盘和装在发动机前动力转向泵下的传感器组成。当盘上的齿转过传感器的磁极时, 引起磁场的变化, 传感器电压也随之变化, 反映曲轴位置和发动机转速的变化。发动机冷却液温度传感器是点火系统的重要组成部分, 其核心为负温度

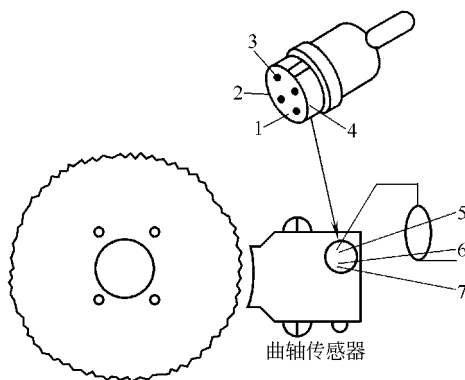


图 3-1 通用 1977 年 MISAR 曲轴位置传感器

1—紫色 (位置); 2—屏蔽线; 3—红色 (12V); 4—淡蓝色
(基准); 5—紫色; 6—淡蓝色; 7—红色

系数电阻，即温度升高时电阻变小，从而引起电压变化。电子控制组件通过监测电压的变化，确定冷却液温度。电子控制组件安装在仪表台下方，接收曲轴位置传感器、发动机冷却液温度传感器及真空度和大气压传感器的信号，并根据这些信号决定最有效的点火提前角，发出指令给分电器组件，控制火花塞跳火。

MISAR 系统经改进后称为电子控制点火正时（EST）系统。EST 与 MISAR 系统的主要差别是曲轴位置传感器被安装在分电器内的电磁感应线圈和信号转子取代，标准 4 接头点火模块被 3 接头点火模块取代，感应线圈和电气配线也有所不同，在转子下面增加了火花屏蔽，以保护电路不接收错误的信号脉冲，如图 3-2 所示。EST 系统工作原理与 MISAR 系统基本相同，电子控制器通过感应线圈、冷却液温度传感器、真空管和气压孔的输入变量计算最佳的点火时间。

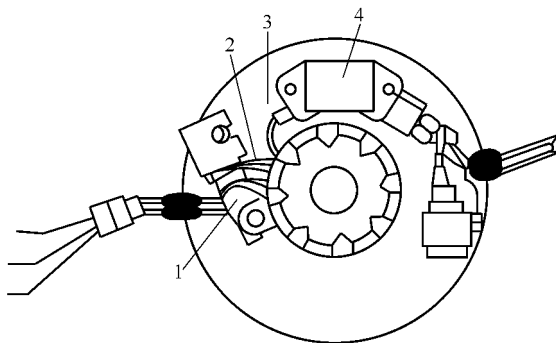


图 3-2 装有磁脉冲发生器的 EST 分电器

1—传感线；2—白线；3—棕色线；4—点火模块

1981 年在别克涡轮增压 V6 发动机上，电子点火控制（ESC）与 EST 被组合在一起，称为 EST/ESC 系统。与 EST 系统相比较，EST/ESC 系统增加了一个 ESC 控制器和爆震传感器。发动机在各种情况下工作时，ESC 控制器和爆震传感器每接收一个经过修正的电压信号，电子控制模块（ECM）都延迟点火 20ms，20ms 之后，点火正时将再次由 ECM 记忆中的常态参量控制，直至再次接收到修正信号为止。在这种控制方式下，爆震一直得到监测和校正。

1982 年之后，4 缸和 6 缸发动机普遍采用带霍尔式开关分电器的 EST 系统。从启动到转速达到 600r/min 时，分电器内的感应线圈及组件提供固定点火提前角，与电子控制模块（ECM）无关。感应线圈信号直接送到点火线圈，直至发

动机转速超过 600r/min 时，由 ECM 控制发动机的工作，包括点火正时。

下面重点介绍通用公司计算机化的发动机控制系统，即计算机指令控制系统（CCC）和无分电器点火系统（DLI）。

① 计算机指令控制（CCC）系统 CCC 系统可对发动机的空燃比、点火正时、怠速、废气再循环等进行集中控制。CCC 系统的微型计算机称为发动机控制模块（ECM），ECM 具有一个可更换的可编程只读存储器（PROM），PROM 使计算机能满足每台发动机与汽车组合的需要，不同车型的 CCC 系统的使用维修规范需查阅相应的维修手册。CCC 系统具有自诊断功能，若系统发生故障，自诊系统能检测到故障并记录在存储单元中。CCC 系统在开环和闭环模式下都能工作。在开环时，ECM 根据计算机记忆电路中的预定数据工作，对传感器输入量忽略不计；在闭环时，ECM 综合考虑了传感器信号和内部记忆数据，有效地决定合适的发动机调整和正时。ECM 根据各种传感器发回的有关发动机工况的信息控制点火正时，点火正时控制信号被送至高能点火（HEI）分电器组件，EST、HEI 组件具有 7 个接头，如图 3-3 所示。

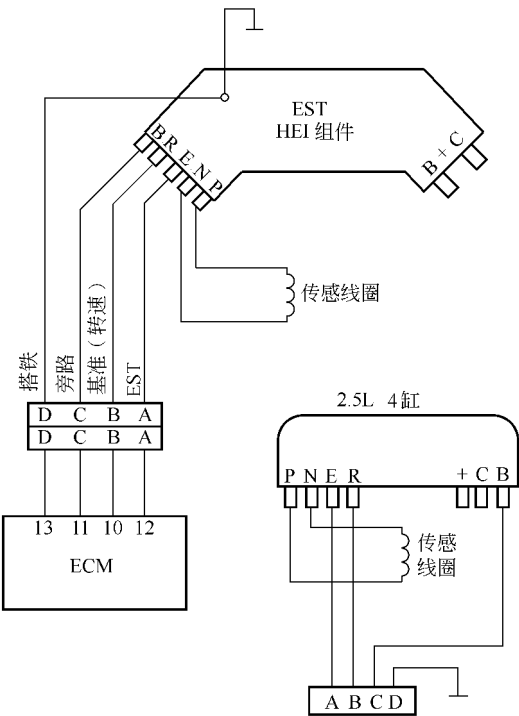


图 3-3 通用公司 EST 电路

从 ECM 引出 4 根导线接至分电器 4 线插接器。通常由 ECM 控制点火，在某些情况下，可由传感线圈触发产生火花，称为旁路模式。当 ECM 检测到发动机转速超过启动转速时，立即将一个 5V 信号送至 HEI 组件的接头 B 上，5V 信号称为旁路截止信号，能切断 HEI 组件触发而改由 ECM 触发产生火花。当 5V 旁路截止信号存在时，如 ECM 有故障，则发动机不能运转。拆下分电器的 4 线插接器，则旁路截止信号消除，然后由传感线圈触发 HEI 组件。这时发动机将运转，但其点火正时是固定不变的。此项操作可使发动机运转，不过只能作为一种临时应急措施。

有些 CCC 系统采用了点火延迟系统，称为 ESC（电子点火控制）或者称为 EMR（电子模块延迟）。ESC 系统用于爆震发生时延迟点火，可使点火时间延迟 17° 曲轴转角。EMR 系统在发动机冷态时延迟点火，使催化净化器迅速加热至工作温度，可以与 ECM 连接或由 EGR（废气再循环）阀门上的真空开关操纵，最大延迟角为 10° 。如图 3-4 所示为电子模块延迟（EMR）系统结构。

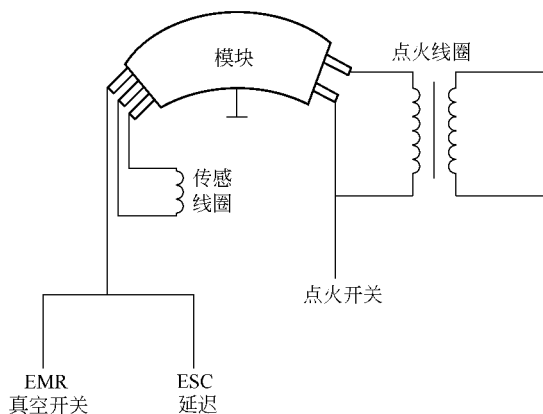


图 3-4 通用汽车电子模块延迟（EMR）系统结构

通用汽车点火时间的检查，因发动机、发动机设备和车身型式不同，有 8 种以上不同的方法和程序。多数方法要断开计算机和分电器的连接，通常是在分电器的接头处拆下回路导线。有的发动机要使计算机处于诊断状态（组合式线路通信连接器的 A、B 端相接），或者使用一般检测点火时间的方法。在调整点火时间前，应查看发动机罩下有关排放的说明，以了解具体的检查程序。通用汽车的计算机指令控制（CCC）系统使用“检查发动机”或“立即检查发动机”警告灯来提醒驾驶员可能发生了故障。在警告灯通电发亮时，计算

机不工作，发动机按“后备工况”工作。

② 无分电器点火 (DLI) 系统 通用目前提供三种类型的 DLI 系统。DLI 系统装配在别克 3.8L、3.0L 和新型的 3800 V6 型发动机上，雪佛莱 2.8L 和 2.0L、旁蒂克 2.5L Tech-4 型发动机以及雪佛莱可喜佳、雪佛莱鲁米娜 3.8L 旅行车也装用了 DLI 系统，DLI 系统如图 3-5 所示。

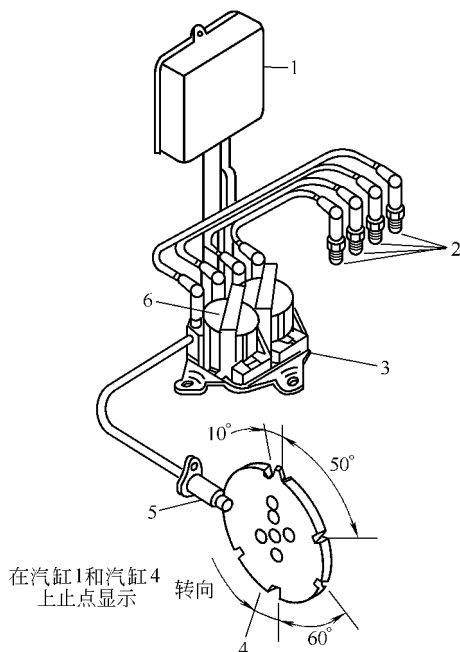


图 3-5 通用汽车 DLI 系统结构

1—电子控制模块；2—火花塞；3—模块；4—曲轴
飞轮；5—曲轴位置传感器；6—点火线圈

通用的无分电器点火系统都是采用双缸同时点火方式工作，即每两个汽缸配置一个点火线圈。每个点火线圈有两个次级高压接头，各连接一个火花塞。以正常方式切断初级电路时，两个火花塞都产生高压火花。此时只有即将到达上止点的处于压缩行程的汽缸需要点火，而另一汽缸则正开始排气。每个点火线圈控制的两个汽缸其工作相位相差 360° 。通用公司在所有的 V6 发动机中 1 缸和 4 缸、2 缸和 5 缸、3 缸和 6 缸各用一个点火线圈，对于 4 缸发动机，1 缸和 4 缸、3 缸和 2 缸各用一个点火线圈。以正常方式切断点火线圈初级电路时，虽然两个火花塞都产生火花，但跳火的极性正好相反，一个火花塞的跳火方向是从中央电极到旁电极，另一个火花塞的跳火方向是从旁电极到中央电

极，形成串联电路。点火线圈能够克服由于极性相反引起的对电压增加的要求，可使两个火花塞同时可靠地跳火，因为每个线圈可产生高达 60kV 的高压电。另外，在排气时，火花塞间隙之间有很小的电阻，所以火花塞只需很小的电压就可跳火。除共性外，每个通用汽车系统都有自己的特点，如：别克 3.8L SFI [顺序燃油喷射（通用）] 发动机采用分离的霍尔效应曲轴和凸轮轴传感器，控制点火循环和燃油喷射着火次序；别克 3.0L 发动机通过单一的组合霍尔效应开关确定凸轮轴和曲轴的相关位置。

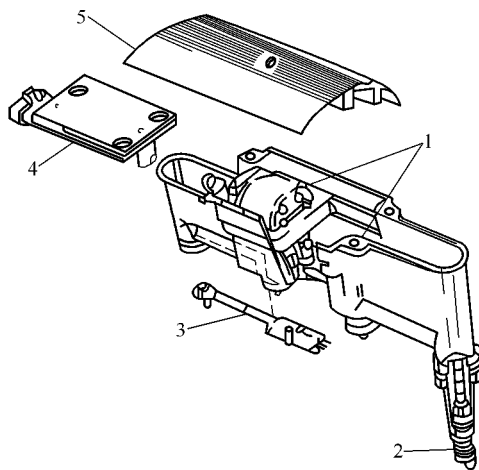


图 3-6 夸德-4 型发动机点火系统元件

1—点火线圈；2—次级终端；3—次级导体；4—电子模块；5—铸盖

通用最新的无分电器系统是无分电器点火集成（简称 IDI）系统，在奥兹摩皮尔 2.3L 夸德-4 型发动机上推出。虽然工作与 DLI 相似，但 IDI 的命名是因为它的大部分点火零件都集成在一个专门设计的外壳内，如图 3-6 所示。IDI 系统从单一的电磁曲轴传感器接收基本脉冲，由装在曲轴上的变磁阻转子触发如图 3-7 所示。IDI 系统的点火顺序、点火线圈/模块设计、接头数量和类型及元件位置等在设计均与其他 DLI 系统有所不同。

点火模块和位置传感器组合，控制点火正时和提前角。点火模块实质是一个资料翻译器。资料由各个输入传感器收集，相应传感器包括歧管绝对压力（MAP）传感器、歧管空气温度（MAT）传感器、质量空气流量（MAF）传感器、发动机水温传感器（CTS）及节气门位置传感器（TPS）等，这些传感器输入信号用来有选择地改变点火正时。点火模块采用曲柄/凸轮传感器资料来控制点火线圈的初级电路，在转速低于 400r/min 和 ECM 旁路搭铁时负责

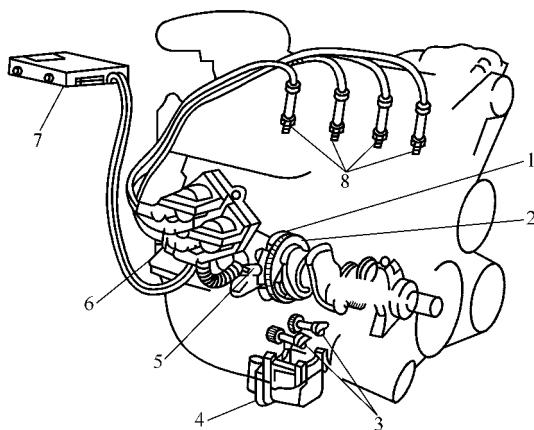


图 3-7 带曲轴位置传感器的无分电器点火集成系统结构

1—曲轴正时盘；2—飞轮盘；3—平衡轴；4—壳；5—磁传感器；
6—双线圈和模块；7—ECM；8—火花塞

控制点火正时。点火线圈可作为完整的元件维修，1 型如图 3-8 所示；也可分开维修，2 型如图 3-9 所示。

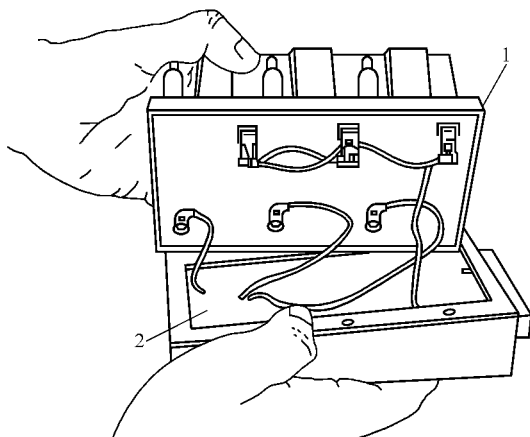


图 3-8 1 型点火线圈/模块

1—点火线圈；2—点火模块

如图 3-10 所示为雪佛莱 2.8L 发动机使用的系统，主要零件包括磁传感器和被称为变磁阻转子的有槽的正时盘，如图 3-11 所示。变磁阻转子是专门铸在曲轴上的轮子，上面加工有 7 个槽，其中 5 个相隔整 60° ，从第 6 个槽口到

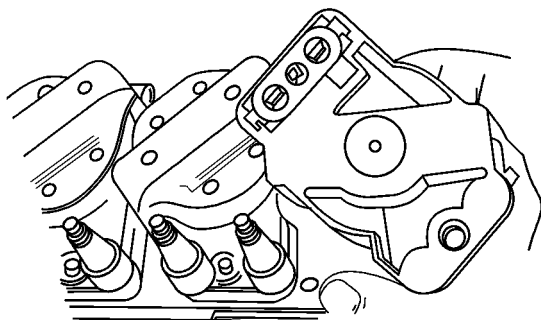


图 3-9 2 型点火线圈/模块

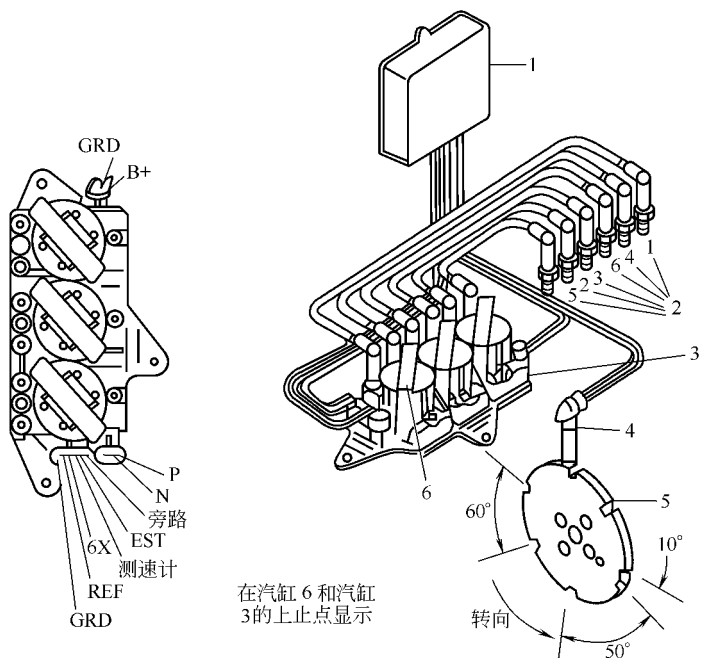


图 3-10 雪佛兰 2.8L 发动机使用的 DLI 系统

1—电子控制模块；2—火花塞；3—模块；4—曲轴位置传感器；5—曲轴轮；6—点火线圈

第 7 个槽口相隔 10° ，第 7 个槽口用来使点火线圈的点火次序与曲轴位置同步。磁传感器凸出的一边距曲轴变磁阻转子 $1.27\text{mm} \pm 0.508\text{mm}$ ，每次一个加工的槽转过时，就产生很小的交流电压。通过计算脉冲间隔的时间，点火模块分辨出间距不规则的第 7 槽，开始计算点火线圈的点火次序。方位一旦测定，模块便被编以程

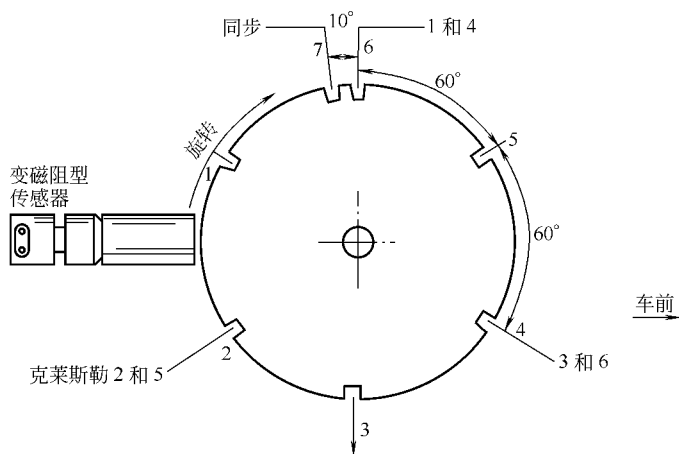


图 3-11 雪佛兰 2.8L 发动机曲轴传感器结构

序，接收选择槽的电压信号，达到点火的目的。例如：当模块辨别出第 6 槽、第 2 槽和第 4 槽口时，按这个顺序触发汽缸 1 和汽缸 4、汽缸 2 和汽缸 5 及汽缸 3 和汽缸 6 的点火线圈。结果汽缸 1、汽缸 2、汽缸 3 在曲轴第一转着火，而汽缸 4、汽缸 5、汽缸 6 将在下一转着火，发动机的着火顺序为 1—2—3—4—5—6。因为点火线圈点燃的是成对的火花塞，第 1 槽、第 3 槽、第 5 槽的信号此时仅为参考。

(2) 通用点火系统故障检修 通用车系故障自诊断方式分为两种：一是各单一系统独立诊断，通过在诊断座上跨接线，由仪表板上“CHECK ENGINE”或“SERVICE ENGINE SOON”灯闪烁故障代码或调取有关资料；二是 1993 年以后的车型，多采用中央计算机集中控制模式，直接在空调面板上读取有关故障代码及资料。

① 各系统独立诊断方式 通用公司 1993 年以前生产的车型多采用此种方式，调取故障代码的方法是在诊断座上跨接导线或不同的电阻，由仪表板上“CHECK ENGINE”或“SERVICE ENGINE SOON”灯闪烁出故障代码或输出有关资料以及进入特定功能或备用功能状态。诊断座端子代号及内容见表 3-1。

表 3-1 诊断座端子代号及内容

端子代号	连 接 部 位	功 用
A	直接与车身搭铁	供诊断测试搭铁用
B	发动机控制计算机故障代码触发端子	① 将此端子搭铁即可触发发动机及变速器故障代码 ② 将 A、B 端子间跨接不同电阻将产生不同的诊断测试功能

端子代号	连 接 部 位	功 用
C	① 连接通气电磁阀搭铁端子 主计算机 C2 端子 (4.3L、5.9L、5.7L 发动机) ② 雪佛莱 5.7L 车种水平悬架控制计算机 C8 端子	① 测试空气喷射系统电磁阀的动作 ② 将 C、A 端子跨接时,将触发水平悬架系统故障代码
D	故障指示灯及主 ECU 搭铁控制端子	① 检查故障灯是否正常 ② 用电压表或显示灯显示故障代码
E	主 ECU 资料输出端子	当 A、B 跨接时,E 端子输出主 ECU 内部序列资料供测试仪器读取
F	自动变速器扭矩转换离合器电磁阀搭铁端子及主 ECU 搭铁控制端子 A7	检测自动变速器扭矩转换离合器电磁阀的工作状态
G	接汽油泵正极电源端及汽油泵继电器和机油压力开关电源输出端	将此端子直接与电源正极连接,汽油泵即可工作,可检查汽油泵的工作状态及油压
H	ABS 计算机故障触发端子	将 H、A 跨接,松开手刹车,由仪表板上“ANTI-LOCK”灯闪烁故障代码
J	CD 音响、自动冷热空调专用仪器测试端子	供 CD 音响及自动空调专用检测仪器检测用
K	SRS(乘员约束系统)计算机故障诊断触发端子(A5)	将 K、A 跨接,由仪表板上“SUPPLEMENTAL RESTRAINT”灯显示 SRS 系统故障代码
L	车身计算机(BCM)资料输出端子	① 车身计算机和仪表板电路测试 ② L、M 跨接后,将车身计算机、仪表板电路、旅程计算机、空调计算机、发动机计算机资料传输通道闭合,当通过旅程计算机按钮输入“8976”测试码后,显示屏上将显示计算机系统接线代码
M	PCM/ECM(电子控制模块输出序列信息)计算机序列资料输出端子	① 与 L 跨接闭合资料传输回路 ② 当 A、B 跨接时,M 输出计算机系统序列资料,供专用仪器读取

a. 故障代码的调取。将诊断座 A、B 端子跨接后,通过仪表板上的“CHECK ENGINE”或“SERVICE ENGINE SOON”灯读取故障代码。对于 SATURN 车系,当“CHECK ENGINE”或“SERVICE ENGINE SOON”灯闪烁出故障代码“11”三次后,会由“SHIFT TO D2”显示灯闪烁出变速器故障代码。A、B 跨接不同阻值的电阻时,将具有不同的测试功能。

④ 将 A、B 直接跨接。静态诊断:将 A、B 用导线直接跨接,打开点火开关但不启动发动机,ECM 会通过“CHECK ENGINE”或“SERVICE ENGINE

SOON” 灯闪烁出故障代码。同时怠速控制阀将旁通空气道关闭，冷却风扇运转，除汽油泵继电器和喷油阀外，其他各继电器、电磁阀均处于工作状态。

动态测试：启动发动机，当“CHECK ENGINE”灯亮时，表示空燃比过小；当灯灭时，表示空燃比过大；同时发动机点火提前角将被固定在基本点火提前角的位置，以便于检查点火提前角。

⑤ 在 A、B 间跨接 3.9kΩ 电阻。计算机将进入“备用系统控制”状态，系统采用 CALPAC 存储器（备用存储器）的数据，以取代由传感器输入的信号控制系统工作。当主计算机或可编程只读存储器发生故障时，只要将 A、B 间跨入 3.9kΩ 电阻，系统即进入 CALPAC “备用控制系统”状态，又称为 Limp-in 功能。此时计算机只根据分电器、节气门位置传感器、水温传感器的信号保持发动机继续运转。

⑥ 在 A、B 间跨接 10kΩ 电阻。计算机将进入以下状态：由 E 端子输出序列资料，供专用检测仪器读取；发动机怠速转速将设定在 1000r/min，固定基本供油量，固定点火提前角；停止活性炭罐电磁阀的动作，并解除停车/空挡位置（P/N）开关防启动的功能；对于单点喷射发动机，若猛踩油门踏板，发动机将有回火现象，表明“点火控制组件”正常。

b. 故障代码的清除。对于 SATURN 车种，将 A、B 跨接，5s 后断开，再重复两次上述动作，即可清除故障代码。对于其他车种，将蓄电池负极搭铁线拆下 15s 以上，即可清除发动机/自动变速器的故障代码。

c. 故障代码及其内容如表 3-2 所示。

表 3-2 故障代码及其内容

故障代码	故 障 内 容	故障原因及检测部位
11	自动变速器有故障记忆,输出开始 (SATURN 车种)	当发动机故障代码闪烁完后,连续闪烁三次“11”故障代码时,表示自动变速器有故障,此后由“SHIFT TO D2”灯闪烁自动变速器故障代码
12	ECM 计算机未收到来自点火线圈的脉冲(转速)信号,若发动机可以发动,此代码为正常代码	
13	氧传感器信号不良,发动机水温在 60℃ 以上,发动机运转时间在 1min 以上,计算机在 20s 以上未检测到氧传感器信号	①氧传感器故障;②配线 412、413 线路断路或接触不良
14	水温传感器信号电压过低(水温过高)	①水温传感器故障;②配线 410、452 线路短路或断路
15	水温传感器信号电压过高(水温过低)	

故障代码	故障内容	故障原因及检测部位
16	充电系统电源电压不正常,主 ECU 电源线 480、439 线输入电压低于 10V 或高于 16V 时间超过 5s	①发电机及调节器故障;②充电系统电路故障
16	分电器故障致使点火信号与转速信号不符(雪佛莱车种)	①分电器故障;②点火控制器故障;③点火线圈故障;④配线故障
17	发动机转速信号或曲轴位置传感器信号不良	①点火线圈故障;②点火控制器故障;③曲轴位置传感器故障;④配线故障
17	主计算机不良(SATURN 土星车种)	①主 ECU 故障;②配线故障
17	左氧传感器信号不良(ALLANTE 车种)	①左氧传感器故障;②配线故障
18	启动信号电压过低或断路	①蓄电池容量不足;②启动线路接触不良;③启动开关故障;④配线故障
19	6X 点火参考信号不良(土星车种)	①曲轴位置传感器故障;②电子点火控制器故障;③配线故障
19	汽油泵电源端监测电路短路	①机油压力开关短路;②汽油泵继电器触点粘接;③汽油泵继电器线圈控制端搭铁;④ECU 故障
20	汽油泵电源端监测电路断路或电压过低	①监测线(120 号线)断路;②机油压力开关接触不良;③汽油泵继电器主触点接触不良;④6 号保险丝断路;⑤蓄电池容量不足;⑥汽油泵继电器线圈或 465 号线断路;⑦主 ECU 故障
21	节气门信号电压过高	①主 ECU 故障;②节气门位置传感器故障;③配线 452 断路;④主 ECU 搭铁不良;⑤电磁阀故障
22	节气门信号电压过低或减速断油电磁阀工作电压过低	
23	进气温度传感器信号电压过低	①进气温度传感器故障;②配线 410、452 故障;③ECU 故障
23	电子点火信号不良(ECM/BCM 车种)(EST-BYPASS 信号)	①凸轮轴位置传感器故障;②电子点火控制模块故障;③主 ECU 故障;④配线故障
24	车速传感器不良	①车速传感器故障;②配线故障;③ECM 故障
25	进气温度传感器信号电压过高	①进气温度传感器故障;②配线故障;③ECM 故障
25	空气喷射电磁阀工作电压太低	①空气喷射电磁阀故障;②配线故障;③ECM 故障
25	电子点火信号不良(EST-BYPASS 信号)	①电子点火控制模块故障;②ECM 故障;③配线故障;④凸轮轴位置传感器故障
26	节气门开关怠速接点短路(DFI 车种)	①节气门开关怠速接点短路;②配线短路
26	计算机搭铁控制回路不良	①由计算机控制搭铁的各种继电器线圈、电磁阀线圈显示灯断路;②配线断路

故障代码	故障内容	故障原因及检测部位
27	节气门开关怠速接点断路(DEI 车种)	①节气门开关怠速接点接触不良;②配线断路
27	二挡油压开关不良(ECM/BCM)	①挡位油压开关故障;②配线故障
28	三挡油压开关不良(ECM/BCM)	
29	四挡油压开关不良(ECM/BCM)	
28	第四挡开关在 6.4km/h 以下动作或第四挡油压开关卡在接通位置(DFI 车种)	①四挡油压开关故障;②配线短路
28	进气歧管压力开关不良(真空膜盒控制用)	①进气歧管压力开关故障;②配线故障
30	实际怠速转速高于计算机设定怠速转速 152r/min 时间超过 7s	①怠速控制阀故障或调整不当;②节气门位置传感器故障或调整不当;③动力转向开关、P/N 开关故障;④配线故障
31	P/N 开关不良	①P/N 开关故障;②配线故障
31	凸轮轴位置传感器不良	①凸轮轴位置传感器故障;②配线故障
31	发动机限速控制不良	①限速控制装置故障;②配线故障
31	排气泄压电磁阀不良(TURBO 车种)	①泄压电磁阀故障;②配线故障
31	喷油器不良	①喷油器故障;②配线故障;③ECM 故障
31	大气压力传感器不良	①大气压力传感器故障;②配线故障;③ECM 故障
31	活性炭罐电磁阀电压过高(DFI 车种)	①炭罐电磁阀故障;②配线故障;③ECM 故障
31	进气压力传感器(APS) 过高(ECM/BCM 车种)	①MAP 故障;②配线故障;③ECM 故障;④ECM 搭铁不良
32	进气压力传感器(APS) 信号电压过低(DFI 车种)	①MAP 故障;②配线短路;③ECM 故障
32	EGR 控制线路不良	①EGR 真空阀故障;②配线故障;③ECM 故障
32	大气压力传感器(BARO) 不良	①大气压力传感器故障;②配线故障;③ECM 故障
33	MAP 信号电压过高	①MAP 故障;②配线故障;③ECM 故障
33	空气流量计(Vs) 信号电压过高(DFI 车种)	①MAF 故障;②配线故障;③ECM 故障
33	进气压力传感器与大气压力传感器信号不一致(DFI 车种)	①进气压力传感器故障;②大气压力传感器故障;③ECM 故障
34	MAP 信号电压过低	①MAP、MAF 故障;②配线故障;③ECM 故障
34	MAF 信号电压过低	

故障代码	故障内容	故障原因及检测部位
35	MAP 信号电压过高(DFI 车种)	①MAP 故障;②配线故障;③ECM 故障
35	怠速空气控制(IAC)阀及线路不良	①怠速控制电机故障;②配线故障;③ECM 故障
35	大气压力传感器信号电压过高(DFI 车种)	①大气压力传感器故障;②配线故障;③ECM 故障
36	EST 信号不良	①凸轮轴位置传感器故障;②点火控制模块故障;③ECM 故障;④配线故障
36	空气流量传感器(AFS)继电器或电源电路不良(8缸DFI)	①继电器故障;②配线故障;③电源故障
36	大气压力传感器信号电压过低(DFI 车种)	①大气压力传感器故障;②配线故障;③ECM 故障
36	变速器换挡电磁阀或开关不良	①换挡电磁阀或开关故障;②配线故障;③ECM 故障
37	进气温度传感器信号电压过低	①进气温度传感器故障;②配线短路或断路;③ECM 故障;④故障代码 15、21 和 38 同时出现则 ECM 搭铁不良
38	进气温度传感器信号电压过高	
37	刹车开关 ON(通)	①刹车开关故障;②配线短路或断路
38	刹车开关 OFF(不通)	
39	变速转换离合器(TCC)电磁阀不良	①TCC 电磁阀故障;②可擦写可编程只读存储器 EPROM 不良;③配线故障;④ECM 故障
40	动力转向油压开关线路断路(ECM/PCM 车种)	①油压开关故障;②保险断路;③配线断路
41	凸轮位置传感器或 EST 正时修正信号或负荷信号或转速信号不良	①电子点火控制器故障;②配线故障;③ECM 故障
41	数据存储器选择缸位信号错误	①数据存储器故障;②安装不当
42	点火正时控制信号不良	①曲轴、凸轮轴位置传感器故障;②点火模组故障;③主 ECM 故障;④配线故障
42	左氧传感器信号不良或减速断油电磁阀不良	①左氧传感器故障;②配线故障;③电磁阀故障
43	ESC 爆震传感器控制不良	①爆震传感器故障;②配线故障;③ECM 故障
43	左氧传感器信号过高(空燃比过小,混合气过浓)	①油压过高;②喷油器漏油;③炭罐电磁阀漏气;④氧传感器故障;⑤EGR 阀漏;⑥喷油器短路,连续喷油;⑦真空漏气;⑧EPROM 故障;⑨ECM 故障
45	氧传感器信号电压过高或右氧传感器信号电压过高(过浓)	
44	氧传感器信号电压过低或右氧传感器信号电压过低(过稀)	①点火系统工作不良,缺火;②油压过低;③供油量不足;④氧传感器上有水;⑤汽车长距离滑行中启动发动机

故障代码	故障内容	故障原因及检测部位
44、45	同时出现	①ECM 故障;②EPROM 故障;③配线故障
46	动力转向油压开关不良(3800 及土星车种)	①油压开关不能接通;②油压开关搭铁不良;③配线断路
46	防盗系统不良	①防盗器故障;②配线故障
47	车身计算机(BCM)到发动机控制计算机(ECM)的资料传输不良或 BCM 电源不良	①BCM 故障;②电子仪表板(IPC)未接电源;③PROM 故障;④配线故障
48	点火系统、燃料系统或发动机内部故障造成发动机熄火或间歇性熄火	参考故障代码 13,32,44,45
49	真空漏气或空气喷射系统不良或转速过高	①真空、空气软管漏气;②MAP 真空管漏气;③曲轴箱强制通风(PCV)阀及 EGR 阀故障;④空气喷射阀故障
51	主计算机中随机存储器(RAM)、ROM、可擦可编程只读存储器(EPROM)或 EEPROM 或存储电路工作不良	①RAM、ROM、EPROM、EEPROM、存储电路故障;②安装不当
52	备用存储器(CALPAC)或数据存储器(MEM-CAL)不良	①CALPAC 或 MEM-CAL 故障;②安装不当
52	发动机机油温度过低(Crovette 车种)	①机油温度传感器故障;②配线故障;③ECM 故障
52	计算机电源曾经中断归零设定(DFI 车种)	①计算机电源线接触不良;②电源故障;③配线故障
52	计算机中 A/D(数/模)转换电路不良	①A/D 转换器故障;②配线故障
53	充电系统电压过高	发电机调节器故障
53	EGR 控制系统不良	①EGR 阀故障;②配线故障;③ECM 故障
53	ECM 未收到(REF HI)分电盘点火参考信号(DFI 车种)	①凸轮轴、曲轴位置传感器故障;②电子点火控制模组故障;③配线故障
53	防盗系统不良	使用非本车钥匙开车门及启动
54	汽油泵电源电压过低	①电源电压过低;②汽油泵继电器触点接触不良;③机油压力开关接触不良;④配线接触不良
54	混合比电磁阀电路不良(M/C)(电子化油器车种)	①M/C 电磁阀线圈短路;②配线短路、搭铁
54	怠速时排出的 CO 值需调整(1987 年 2.8L、Fiero 型和 2.5L 货车)	①怠速控制阀不良;②喷油器故障;③点火系统故障;④ECM 故障
55	计算机输出 5V 参考电压电路不良	ECM 稳压电路故障

故障代码	故障内容	故障原因及检测部位
55	节气门位置传感器调整不良(DFI 车种)	节气门开度调整不当
55	A/D 信号转换电路工作不良	ECM 故障
56	喷油器不良	①喷油器故障;②配线故障
56	真空漏气	真空管路故障
56	大气压力(BARO)电磁阀不良	①BARO 电磁阀故障;②配线故障
57	四挡开关、三挡、四挡电磁阀不良	①四挡开关故障;②三挡、四挡电磁阀故障;③配线故障;④ECM 故障
58	防盗系统(VATS)锁定供油电路不良或使用非本车钥匙	①防盗系统电路故障;②配线故障;③使用钥匙不正确;④ECM 故障
58	变速器油温传感器断路	①油温传感器断路;②配线断路
59	变速器油温传感器短路搭铁	①油温传感器短路搭铁;②配线短路搭铁
60	定速系统在 P/N 挡时已作用	①P/N 开关故障或调整不当;②配线故障搭铁
61	氧传感器不良	氧传感器老化
61	定速控制排泄电磁阀不良	①ECM 故障;②ECM 至伺服器配线断路;③通气电磁阀故障
62	换挡开关不良	①换挡开关故障;②换挡开关至 ECM 配线短路搭铁
62	定速真空电磁阀不良	①ECM 故障;②ECM 至伺服器配线断路;③真空电磁阀故障
62	发动机机油温度过高	①机油温度传感器故障;②配线故障;③ECM 故障
63	进气压力传感器信号电压过高	①MAP 故障;②配线故障;③ECM 故障
64	进气压力传感器信号电压过低	
63	右氧传感器信号电压过高(浓)	见故障代码 44、45
64	右氧传感器信号电压过低(稀)	
63、64、65	EGR 阀 3 号、2 号、1 号工作不良(3800 车种)	①EGR 阀不动作,卡滞;②EGR 阀故障;③配线故障;④ECM 故障
63	定速控制设定车速与实际车速相差超过 32km/h 以上(DFI 车种)	①ECM 故障;②ECM 至伺服器配线故障;③伺服器故障
64	车速设定完成后,实际车速增长率每秒超过 26km/h 以上(DFI 车种)	湿滑路面;车轮打滑
65	喷油器不良,电流过小或电压过低	①ECM 故障;②喷油器故障;③配线故障
65	发动机水温过高	①水温传感器故障;②配线故障;③ECM 故障
65	右氧传感器输出信号过高	见故障代码 44、45

故障代码	故障内容	故障原因及检测部位
65	定速伺服器工作不良	①伺服器故障;②配线 398、399 故障
66	空调压力开关输出电压过高	①A/C 压力开关故障;②配线短路搭铁或断路; ③ECM 故障
69	空调压力开关输出电压过低	
66	ECM 存储器电源中断	①ECM 故障;②电源线路故障
66	爆震传感器不良	①爆震传感器故障;②配线故障;③ECM 故障
66	按定速键(SET 键)时发动机转速过高(4800r/min 以上)	操作不当,发动机转速超过 4800r/min 时按定速键(SET 键)
67	定速开关(SET/COAST 或 RESUME/ACCEL)短路或同时作用时间超过 10min(DFI 车种)	①定速开关故障;②配线短路
68	定速系统失效	①节气门位置传感器信号线路故障;②ECM 与伺服器之间 403 号配线故障
68	超速传动系统不良	①超速传动系统故障;②配线故障
70	节气门位置传感器间歇性不良(DFI 车种)	①节气门位置传感器故障;②配线故障;③ECM 故障
71	涡流增压开关不良或发动机转速过低	①泄压电磁阀故障;②旁通控制阀故障;③ECM 故障
71	进气压力传感器间歇性不良(DFI 车种)	①MAP 故障;②配线故障;③ECM 故障
72	变速器输出速度太慢	①TCC 电磁阀故障;②油压过低;③变速器故障
73	EGR 真空电磁阀不良	①EGR 真空阀故障;②配线故障;③ECM 故障
74	变速器输入速度传感器信号不良	①速度传感器故障;②配线故障;③ECM 故障
74	进气温度传感器信号有干扰(DFI 车种)	①进气温度传感器故障;②配线故障;③ECM 故障
75	电源电压过低	①发电机及调节器故障;②充电系统线路故障
75	车速传感器信号有干扰(DFI 车种)	①车速传感器故障;②配线故障;③ECM 故障
79	变速器油温过高	①油温传感器故障;②变速器故障;③配线故障;④ECM 故障
81	QDM 和 SHIFT B 组不良	①QDM 和 SHIFT 故障;②配线故障
82	单点喷射(SPI)控制电路不良	①ECM 故障;②喷射器故障;③配线故障
82	QDM 和 SHIFT A 组不良或主计算机不良	①QDM 和 SHIFT 故障;②配线故障;③ECM 故障
83	QDM 控制电路不良	①QDM 控制电路故障;②ECM 故障;③配线故障

故障代码	故障内容	故障原因及检测部位
85	防滑差速器控制失效	①防滑差速器控制阀故障;②配线故障;③ECM故障
85	节气门卡住或轴磨损(DFI 车种)	节气门位置传感器故障
86	变速器 B 电磁阀常开	①电磁阀 B 故障;②配线故障;③ECM 故障
87	变速器 B 电磁阀常闭	
88	ECM 计算机复零设定	
89	换挡控制系统不良	①扭矩转换电磁阀故障;②挡位开关故障;③配线故障;④ECM 故障
90	刹车开关不良	①刹车开关故障;②配线故障
91	P/N 开关、挡位开关不良	①P/N 或挡位开关故障;②配线故障
92	防雾系统不良	①除雾开关故障;②配线故障;③防雾系电源线路故障
96	扭矩变换器控制不良	①扭矩变换电磁阀故障;②刹车开关故障;③配线故障;④ECM 故障
97	挡位开关接触不良	①挡位开关接触不良;②配线故障
98	怠速控制 (ISC)、怠速控制阀提速不良、P/N 挡猛踩油门	①怠速控制阀故障;②ECM 故障;③配线故障;④操作不当,P/N 挡时猛踩油门
99	定速伺服不良	①定速开关、刹车开关故障;②伺服器故障;③ECM 故障;④配线故障

② 计算机集中控制模式故障诊断方式 此方式不需要其他外部仪器, 在空调控制面板上即可读取下列计算机故障及资料: PCM——发动机/自动变速器控制计算机; CCM——中央控制计算机; ECM——发动机控制计算机; BCM——车身控制计算机; ACP——空调控制计算机; IPC——仪表板控制计算机; SIR——安全气囊计算机; TCS——防抱死刹车计算机; RTD——悬架控制计算机; LIGHTING——灯系监控计算机。

下面以凯迪拉克 FLEET-WOOD 车型为例介绍故障诊断方法。该车型显示屏上显示的故障代码为两位数, 当出现三位数的故障代码时, 则表示是曾经出现过的故障代码。如 17 表示发动机转速信号或曲轴位置传感器信号不良, 若显示故障代码 117 时, 则表示曾经出现过上述故障。凯迪拉克的故障显示屏位于空调控制面板上, 诊断系统的代号如表 3-3 所示, 故障诊断步骤如下。

- a. 将点火开关转至 ON 或启动发动机。
- b. 同时按下“TEMP▲”及“OFF”键。

- c. 此时空调面板显示屏上显示 “—00”，表示系统已进入自诊断状态。
- d. 利用 “* ▲” 及 “* ▼” 键去选择所需诊断系统。
- e. 利用 “OUT TEMP” 键显示故障代码，步骤 d. 选定诊断系统后，按下 “OUT TEMP” 键一次，即开始显示故障代码或数值。
- f. 清除故障代码时，直接按 “OFF” 键即可清除诊断系统的故障代码。
- g. 脱离诊断功能时，只要按 “AUTO” 键即可。

表 3-3 诊断系统代号及其诊断内容

系统代号	诊断内容
—00	发动机诊断
—01	中央计算机诊断
—02	空调计算机诊断
—03	安全气囊诊断
—04	ABS(制动防抱死系统)
—05	PROM ID(可编程只读存储器)
—06	发动机转速
—07	风机转速 0=开;128=最快
—12	车速/ $r \cdot h^{-1}$
—16	阳光传感器 200+暗;150-亮
—17	目前冷度开关位置 0~255
—19	冷度开关(最热) 180~255
—20	冷度开关(最冷) 5~60
—21	水温/ $^{\circ}C$
—22	冷气开关信号 0~255
—24	出风控制模式 0~7
—25	车内温度传感器正常 128
—28	车外温度传感器正常 128
—30	空调 ON—OFF 次数 0~199

3. 1. 2 克莱斯勒计算机控制点火系统结构与故障检修

(1) 克莱斯勒点火系统结构

① 克莱斯勒的火花电子控制系统 克莱斯勒公司于 1976 年开始采用计算机系统控制点火正时，1977 年将其更名为火花电子控制系统，系统中采用了

具有“启动”和“运转”功能的双传感线圈。1978 年在地平线和欧姆尼轿车上采用了霍尔式分电器。1979 年改进为电子点火控制系统，采用模拟计算机处理各种发动机传感器发出的信号，以准确控制发动机点火正时，新系统提高了发动机的性能和排污控制水平。1980 年将电子点火控制（ESC）系统改进为电子点火提前（ESA）系统，用数字计算机取代原有的模拟计算机。而后在加利福尼亚 V8 型发动机上加装了爆震传感器，检测由爆震燃烧所引起的振动并向计算机发送信号，计算机将延迟点火正时，若爆震严重，点火正时最多可延迟 11° 曲轴转角。克莱斯勒电子控制点火系统电路如图 3-12 所示。

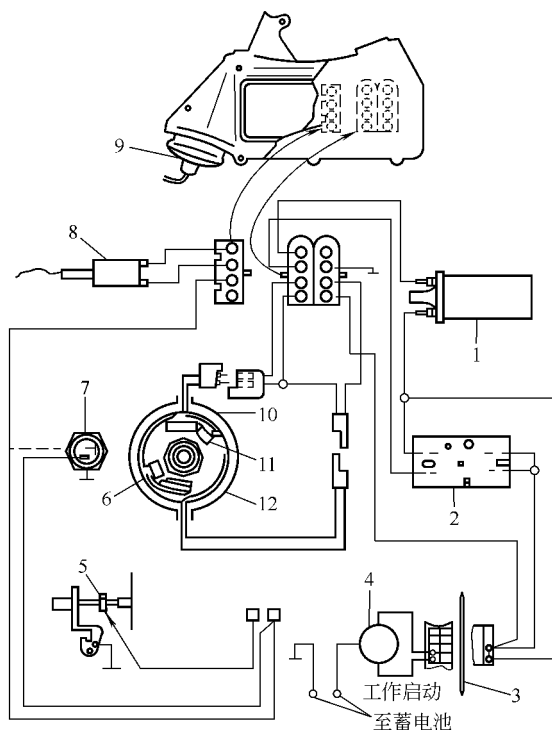


图 3-12 克莱斯勒电子控制点火系统电路

- 1—点火线圈；2—镇流电阻；3—隔板；4—点火开关；5—化油器开关；
6—启动传感件；7—冷却液开关；8—节气门位置传感器；9—真空度
转换器；10—盖定位记号；11—运转传感件；12—分电器

a. 点火控制计算机（SCC）。作为 ESA 系统的核心，点火控制计算机根据发动机的真空度、转速控制点火正时，在反馈燃油系统中，控制空燃比（A/F）。计算机接收来自各种发动机传感器的信号，并决定正确的点火时间且向点火线

圈发出信号，以产生电子脉冲使火花塞跳火。在 6 缸、8 缸发动机中，点火控制计算机装在空气滤清器的塑料罩上；在 4 缸发动机中则装在翼板内壁上。

b. 磁传感元件。6 缸、8 缸发动机上的分电器有两个传感线圈，称为启动传感线圈和运转传感线圈，如图 3-13 所示。启动传感线圈仅在启动期间以固定的点火提前角向计算机提供信号；运转传感线圈与启动传感线圈相对放置，在发动机启动后，向计算机提供表示最大点火提前的脉冲信号，由计算机判断提供多大程度的点火提前角。

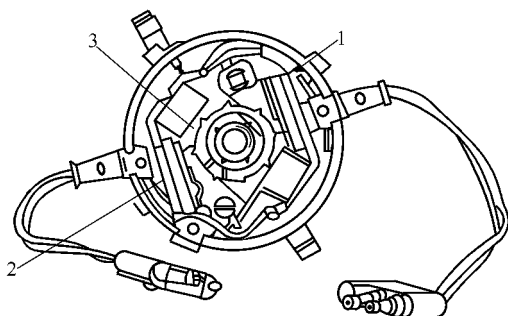


图 3-13 双传感线圈分电器

1—运转传感件；2—启动传感件；3—变磁阻转子

c. 霍尔效应传感器。它主要向计算机提供发动机转速和曲轴位置信号，霍尔式分电器构造如图 3-14 所示。

d. 真空度传感器。它向计算机传送发动机进气歧管真空度信息，用来改变点火正时，对调整混合气的空燃比（A/F）也有一定的作用。

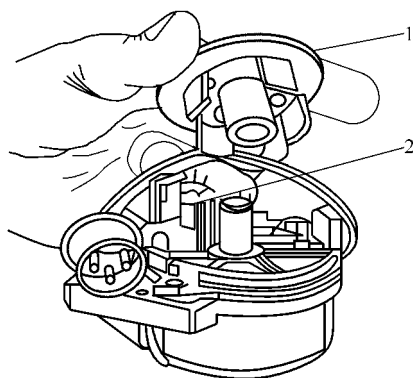


图 3-14 克莱斯勒霍尔式分电器

1—触发叶轮；2—霍尔元件

e. 化油器开关。位于怠速止动凸臂的末端，用以检测节气门是否处于怠速位置。发动机怠速时，化油器开关搭铁，向计算机输入信号，使点火提前不起作用。

f. 节气门位置传感器。向计算机传送节气门位置和位置变化率的信号，计算机根据节气门位置，确定点火提前角度。

g. 冷却液温度传感器。当冷却液达到预定的温度时，冷却液温度传感器向计算机输入信号，该信号控制点火提前的数值。

h. 进气温度传感器。进气温度传感器安装在空气滤清器的壳体内或进气管内，通常采用热敏电阻作为敏感元件。因进气的密度随进气温度而变化，所以计算机根据进气温度传感器提供的信号就可以对空燃比和点火时间进行随机的修正。

i. 爆震传感器。爆震抑制系统从 1980 年开始采用，用以控制 8 缸发动机的点火爆震。一般安装在进气歧管上，当爆震发生时，将低电压信号送至 SCC，以延迟点火提前角。其角度大小根据爆震强度按比例延迟，但最多不超过 11° 。爆震被抑制后，点火提前角应恢复到原来的数值。

克莱斯勒点火控制系统的工作可由图 3-15 所示流程加以说明。各传感器输入信号到计算机，计算机对这些信号进行处理后发出指令，按要求提前或延迟点火时间。发动机工作状态改变后，传感器向计算机传送新的数据，计算机处理后发出新指令，按要求提前或延迟点火时间，如此循环往复。

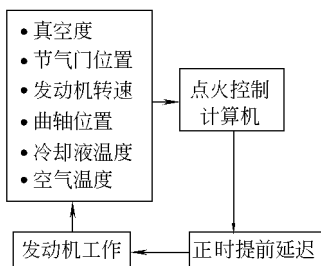


图 3-15 克莱斯勒点火系统控制流程

在双传感线圈分电器中，启动传感线圈向启动工作模式中的 SCC 输入信号。在发动机启动后，运转传感线圈向 SCC 输入基准信号。根据所有传感器的输入信号，计算机 SCC 可以决定所需的点火提前角。当化油器开关打开时，点火提前角根据真空度和发动机转速由 SCC 给定。如果计算机出了故障，该系统将处于“慢回家”（Limp-home）模式，驾驶员可以操纵汽车。在这一工作模式中，若计算机的启动工作模式或启动传感线圈有故障，则发动机不能

运转。

② 克莱斯勒模块控制系统 1986 年克莱斯勒推出现代的发动机电子管理系统，装配在 2.2L EFI（电子控制燃油喷射）涡轮增压发动机上。计算机控制系统的核心是数字式预编制微处理器，称为逻辑模块（LM），如图 3-16 所示。LM 安装在车舱内右前防踢护板之后，其指令将影响点火正时、燃油供给、怠速和各种排污控制装置。

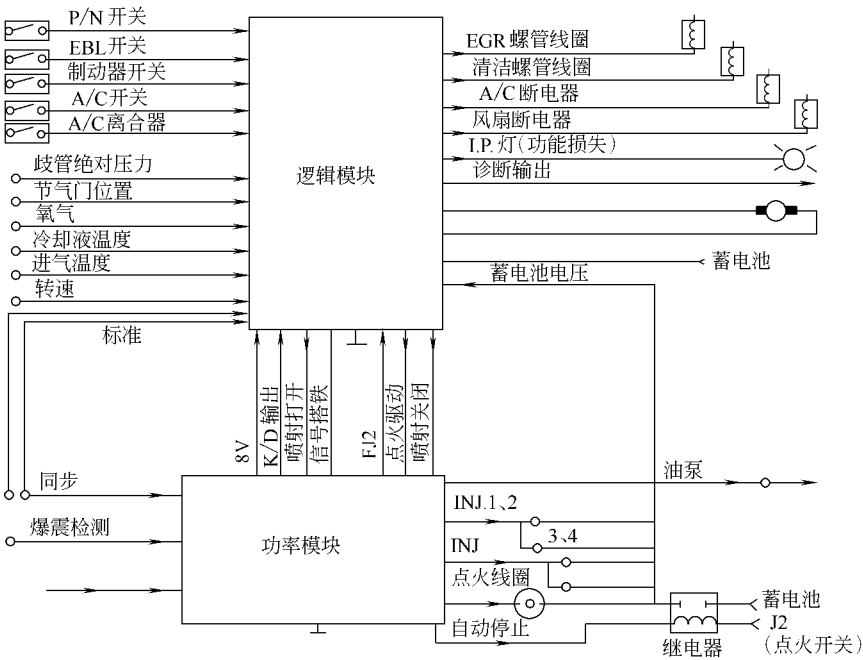


图 3-16 克莱斯勒电子控制点火系统逻辑模块

逻辑模块必须与附属的功率模块（PM）一起工作。功率模块位于发动机机舱内，根据 LM 的指令负责控制点火线圈搭铁电路，此外还有一些辅助性的功能。正常条件下，LM 根据歧管压力传感器、氧传感器、车速传感器、节气门位置传感器、爆震传感器、温度传感器、霍尔效应传感组件等传送回的信息，可以精确地确定点火提前角。当由于计算机的原因而出故障时，LM 将处于“跛行”模式，计算机或者以固定的信号值工作，以替代失效的传感器输入信号，或者依靠输入消失时的信号值工作，或是靠由两个或多个相关传感器的输入信号组合成的修正值工作。当出现故障时，模块控制系统仍可实现以下功能。

a. 储存故障代码，提示有故障的电路。

b. 打开汽车仪表盘上的功率损失/功率限制（POWER LOSS/POWER LIMIT）灯，此灯只在发生某些故障时亮，并非发生所有故障时都亮。

故障代码一旦储存进计算机（LM）的记忆装置中，它将保留到蓄电池被机械性地断开或计算机不再读出故障且自动消去代码为止。

（2）克雷斯勒点火系统故障检修 克雷斯勒公司生产的许多车型都配置了计算机控制系统，该控制系统为单板机控制，简称 SBEC（Single Board Engine Control）。SBEC 系统具有自诊断测试功能，在发动机运行期间，监测系统的输入和输出电路，其中的一些电路被持续监测，而另一些电路则仅在一定条件下检测。当检测到发动机控制系统有故障时，仪表板上的“CHECK ENGINE”故障指示灯将闪亮，同时，相应的故障信息将以故障代码的形式储存在 SBEC 系统的存储器中，若故障消失，则储存的故障代码将在点火开关开/关 50 次后自动清除。克雷斯勒车系故障代码由仪表板上“CHECK ENGINE”灯闪烁来显示，也可用专用诊断检测仪（OBD-Ⅱ）通过诊断座检测显示。利用“CHECK ENGINE”灯显示故障代码的操作方法如下。

需读取故障代码时，将点火开关连续开、关 3 次，第 3 次打开，“CHECK ENGINE”故障显示灯熄灭后，重新闪烁即为显示故障代码，多个故障代码可连续显示，最后以代码“55”作为结束信号。清除故障代码时只需将蓄电池负极搭铁拆下 10s 以上即可。故障代码及内容如表 3-4 所示。

表 3-4 克雷斯勒车系故障代码及内容

故障代码	故 障 内 容	故障原因及检查部位
11	点火参考信号不良(同步信号)	①分电器内同步信号发生器故障;②配线故障
13 ^{①②}	进气歧管压力(MAP)传感器在怠速时变化缓慢或从启动到运转信号无变化	①MAP 故障;②配线故障;③ECU 故障
14 ^{①②}	进气歧管压力(MAP)传感器信号电压过高或过低	①MAP 故障;②配线故障,短路或断路;③ECU 故障
15 ^①	无车速信号	①车速传感器故障;②配线故障
17	发动机冷车时间太长	①水温传感器故障;②节温器故障;③配线故障
21 ^①	氧传感器信号停留在中线或信号电压短路	①氧传感器故障;②配线故障
22 ^{①②}	冷却水温传感器信号电压过低或过高	①水温传感器故障;②配线故障;③ECU 故障
23 ^①	进气温度传感器信号电压过低或过高	①进气温度传感器故障;②配线故障;③ECU 故障
24 ^{①②}	节气门位置传感器(TPS)信号电压过低或过高	①TPS 故障;②配线故障;③ECU 故障

续表

故障代码	故障内容	故障原因及检查部位
25 ^①	怠速电机工作不良	①怠速电机故障;②配线故障;③ECU 故障
27 ^{①②}	喷油器控制电路不良	①喷油器故障;②配线故障;③ECU 故障
33	空调离合器继电器控制电路不良	①继电器故障;②配线故障;③ECU 故障
34	车速控制电磁阀电路不良	①车速控制电磁阀故障(真空阀、通风阀);②配线故障;③ECU 故障
35	散热器控制电路不良	①风扇继电器故障;②配线故障(断、短路);③ECU 故障
41 ^{①②}	交流发电机激磁电路不良	①发电机激磁电路故障;炭刷磨损;②配线故障;③ECU 故障
42	自动切断继电器电路不良或 ECU 内无自动切断继电器控制信号	①自动切断继电器故障;②配线故障;③ECU 故障
44	蓄电池温度传感器信号电压超出限值	①温度传感器故障;②蓄电池充电电流过大、温度过高;③ECU 故障
46 ^{①②}	充电系统电压过高	①发电机故障;②配线故障;③ECU 故障
47 ^{①②}	充电系统电压过低	
51 ^①	氧传感器信号处于中线以下(稀)	①油压过高或过低;②喷油器漏油、短路;③供油量不足;④点火系统工作不良、缺火;⑤氧传感器故障或有水;⑥真空漏气;⑦EGR 阀漏;⑧ECU 故障;⑨长距离滑行
52 ^①	氧传感器信号处于中线以上(浓)	
53	ECU 故障或 ECU 与 SPI 失去联系	ECU 故障
54	无同步传感器信号	①同步传感器故障;②配线故障
55	结束码,全部故障码已显示于发动机故障显示灯	
62	ECU 对排放维修提示英里数未储存	
63	ECU 故障——拒绝写程序	ECU 故障
76	汽油泵电阻旁路继电器电路不良	①旁路继电器故障;②配线故障;③ECU 故障

① 检查发动机灯亮;

② 检查发动机灯亮。

3.1.3 福特计算机控制点火系统结构及故障检修

(1) 福特点火系统结构

① 发动机电子控制 (EEC) 系统 福特公司 1978 年开始使用 EEC 系统, 已经过多次改型, 分别称为 EEC-I 型、EEC-II 型、EEC-III 型及 EEC-IV 型。除几种小客车和货车使用微处理器控制单元 (MCU) 系统外, 其他

所有型号的车辆均使用 EEC 系统。EEC-I、EEC-II、EEC-III 系统上都配有计算机，称为电子控制总成（ECA），安装在方向盘轴左侧、仪表板下面，如图 3-17 所示。ECA 由处理机总成和校准总成两部分组成。处理机总成包括微处理器和所有的输入、输出电路。校准总成包括存储器和程序指令，用插接法与处理机相连。采用插接方法，使各种校准总成可按需交替换用，如图 3-18 所示。

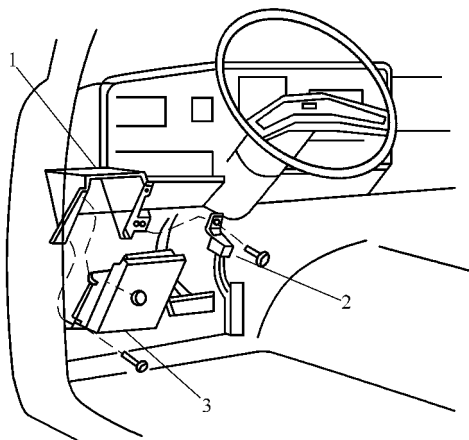


图 3-17 福特汽车 ECA 安装位置

1—ECA 安装架；2—电源继电器；3—ECA

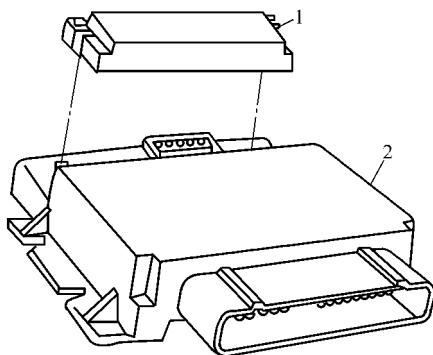


图 3-18 EEC-III 系统的 ECA 组成

1—校准总成；2—处理机总成

a. EEC-I 系统。该系统使用“持久火花 II 型”点火微型组件和点火线圈。有 7 个传感器向 EEC-I 系统的 ECA 提供信息，包括进气温度、节气门位

置、发动机冷却液温度、EGR 阀的位置、进气歧管绝对压力、大气压力和曲轴位置。ECA 输出的控制信号有点火控制信号、排气净化控制信号和 EGR 控制信号。“持久火花”组件接收到点火控制信号后，确定何时产生火花，因而可控制点火正时，并可根据发动机的不同工况，确定点火提前的合适数值。由于用 ECA 控制点火正时，故 EEC 分电器没有点火提前机构，在分电器中也没有电磁传感线圈，而是用曲轴位置传感器向 ECA 提供有关曲轴位置的信息。ECA 利用曲轴位置信号来确定火花产生时刻。

EEC 系统分电器有一个两台阶的盖和分火头，如图 3-19 所示，可分别从上下两台阶和盖子的一边至另一边交替点火。分火头具有两个端头，一端与盖上的电极接触，另一端则与下部的电极接触。这样错开点火对于防止多缸同时点火是必要的，因为点火提前的最大值可达上止点前 60° 曲轴转角。分电器盖接线柱长短交替，分火头转子也有高电极和低电极。当转子旋转时，盖上较长的接线柱与转子下面的电极板对准，盖上较短的接线柱与转子上面的电极板对准。盖上中央电极板使次级高压从点火线圈引至转子的高压电极接头。EEC-I 系统分电器的构造如图 3-20 所示。

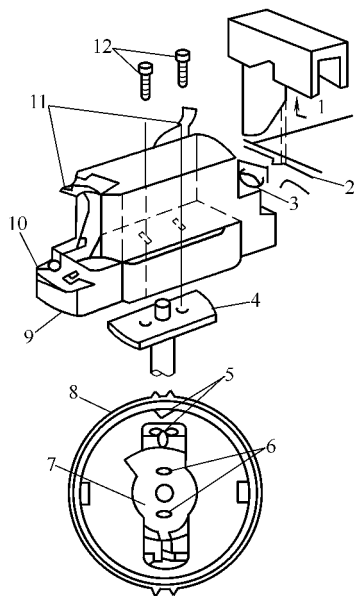


图 3-19 EEC-I 系统的分火头和对准方法

- 1—分火头对准工具；2—连接器；3—上台阶的电极片；4—分电器轴；5—分火头对准槽；6—分火头固定螺钉；7—分火头；8—壳体；9—分火头；10—下台阶的电极片；11—高压电极传感臂；12—固定螺钉

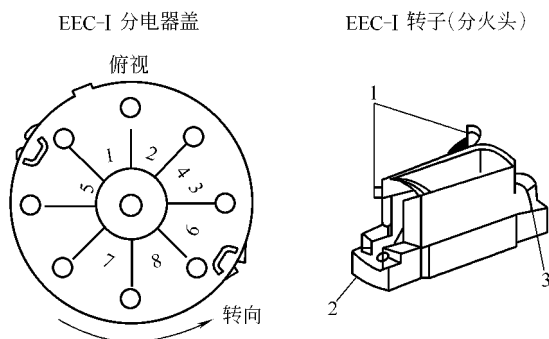


图 3-20 EEC-I 系统分电器的构造

1—高压电极接线柱；2—下电极板；3—上电极板

b. EEC-II 系统。该系统是 EEC-I 的改进型，拆除了进气温度传感器而增加了氧传感器，具有三种附加控制作用：空燃比控制、活性炭罐驱气控制和节气门回位控制。氧传感器连同 ECA 和化油器反馈执行器（FBCA）控制空

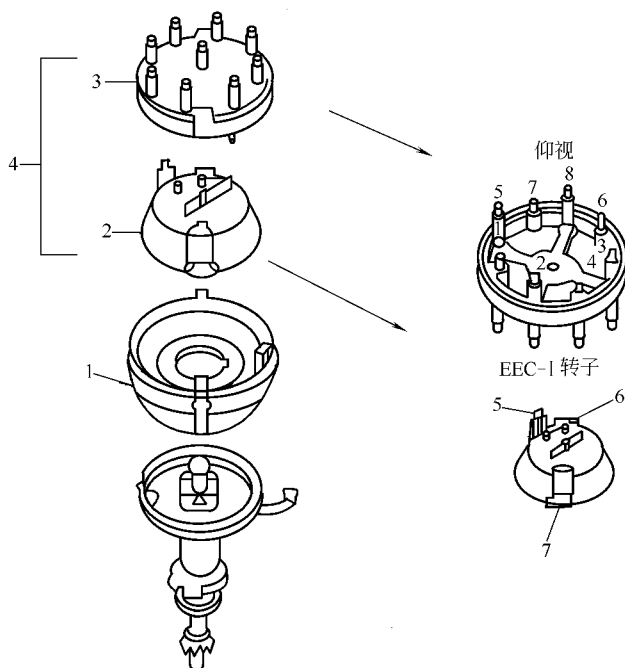


图 3-21 EEC-II 系统的分电器

1—接合件；2—转子组件；3—分电器盖；4—双层设计；

5—高压电极接线柱；6—上电极板；7—下电极板

燃比，使其保持在 14.7 : 1。活性炭罐驱气 (CANP) 电磁线圈控制进气歧管的真空度与活性炭罐间的连通，平时连通被切断，当发动机工况良好时，则后开连通，使燃油蒸气从罐中被吸入进气歧管。节气门回位器电磁阀 (TKS) 利用进气歧管真空度操纵节气门回应器执行机构，以提高发动机的转速；节气门回位器的作用是在冷启动后立即使用空调时，或当发动机怠速过热时，用来提高发动机的转速。

EEC-Ⅱ 系统的曲轴位置传感器安装在发动机之前，系统用一个 32 针接头与 ECA 连接，控制正时提前角最多为 上止点前 50°。EEC-Ⅱ 系统采用持久火花Ⅲ型 (Dura Spark Ⅲ) 点火模块，使用的分火头和分电器盖与 EEC-Ⅰ 有所不同，见图 3-21。

c. EEC-Ⅲ 系统。该系统的 ECA 装在座位下面，包括反馈化油器或电子燃油喷射系统。EEC-Ⅲ 系统的计算机可对自身进行检测，其他功能则与 EEC-Ⅱ 型相同。EEC-Ⅱ、EEC-Ⅲ 电子点火系统图如图 3-22 所示。

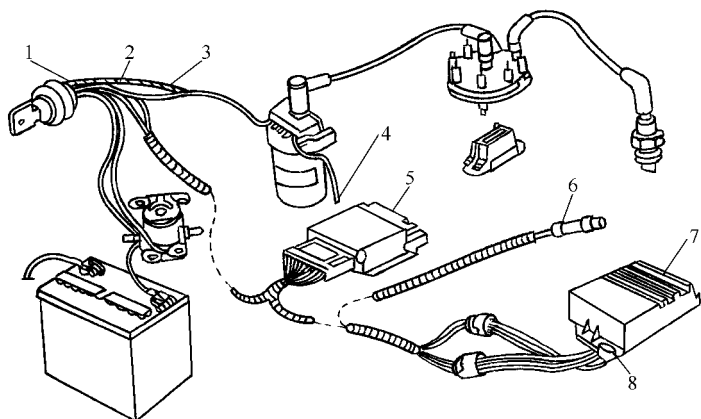


图 3-22 EEC-Ⅱ、EEC-Ⅲ 点火系统组成

- 1—工作线；2—启动线；3—镇流电阻线；4—至模块；5—EEC 处理器；
6—曲轴位置 (CP) 传感器；7—模块；8—Dura Spark Ⅲ 模块

d. EEC-Ⅳ 系统。EEC-Ⅳ 系统类似于 EEC-Ⅱ、EEC-Ⅲ 系统，没有曲轴位置传感器，但在分电器上安装有异形点火传感件 (PIP)，向 ECA 提供发动机转速和曲轴位置信号。ECA 通常装在右防踢护板下面或前座仪表板下。EEC-Ⅳ 系统具有自诊断功能，ECA 通过安装在分电器上的厚膜集成 (TFI) 点火模块控制点火正时。分电器是霍尔式，与福特其他系统的分电器不同，EEC-Ⅳ 系统元件如图 3-23 所示。

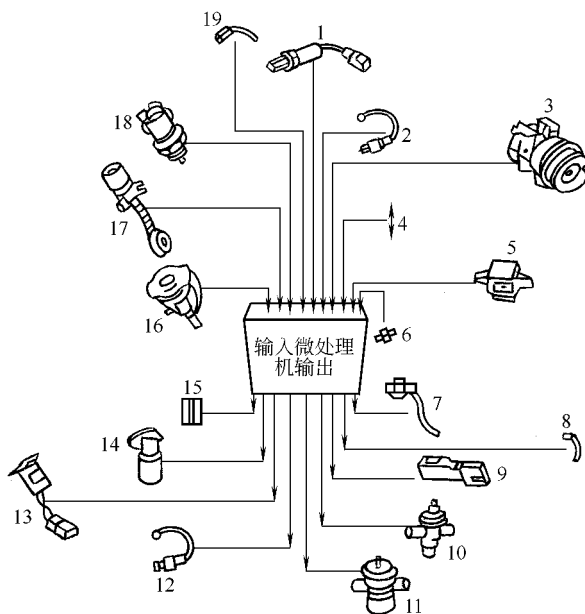


图 3-23 EEC-IV 系统组成元件

- 1—氧传感器；2—怠速跟踪开关（ITS）；3—压气机离合器信号；4—停车/空挡开关；
5—MAP 传感器；6—电源开关；7—自测输出；8—变速显示器灯；9—TFI 模块；
10—TAB 阀；11—TAD 阀；12—怠速控制（ISC）电动机；13—气体吸附罐清洗螺管线圈；14—反馈控制螺管线圈；15—节气门全开（WOT）A/C 断开开关；
16—异形点火传感器（PIP）；17—节气门位置传感器（TPS）；18—发动机冷却液温度（ECT）传感器；19—自测输入

EEC-IV 系统配有三种类型的传感器：标准电压传感器、开关和电压发生装置。

① 标准电压传感器包括节气门位置传感器（TPS）、进气歧管绝对压力（MAP）传感器、进气温度（ACT）传感器、EGR（废气再循环）阀门开度（EVP）传感器和发动机冷却液温度（ECT）传感器。在燃油喷射发动机中，EEC-IV 系统还配有叶片式空气流量计（VAF）和叶片空气温度（VAT）传感器。

② EEC-IV 系统中的开关包括离合器接合开关、怠速跟踪开关（ITS）、动力转向油压开关（PSPS）、空挡开关（NPS）和空调离合器（ACC）压气机信号开关。

③ 电压发生装置包括氧传感器（OX）、异形点火传感器（PIP）和爆震传

感器 (KNK)。

输出装置也分成三种类型：螺线管、电动机和控制组件。

④ 螺线管包括废气再循环 (EGR) 关断螺线圈、气体吸附罐清洗螺线圈 (CANP, 也称活性炭罐驱气电磁线圈)、化油器反馈螺线圈 (FBC)、怠速控制 (ISC) 螺线圈、节气门回位器 (TKS) 螺线圈和燃油喷射器。

⑤ EEC 系统中的电动机包括怠速控制 (ISC) 电动机、油泵和冷却风扇电动机。

⑥ 控制模块不止控制一个装置, EEC-IV 系统使用两个控制模块, 一是 A/C 和冷却风扇控制模块; 二是点火控制模块 (ICM)。

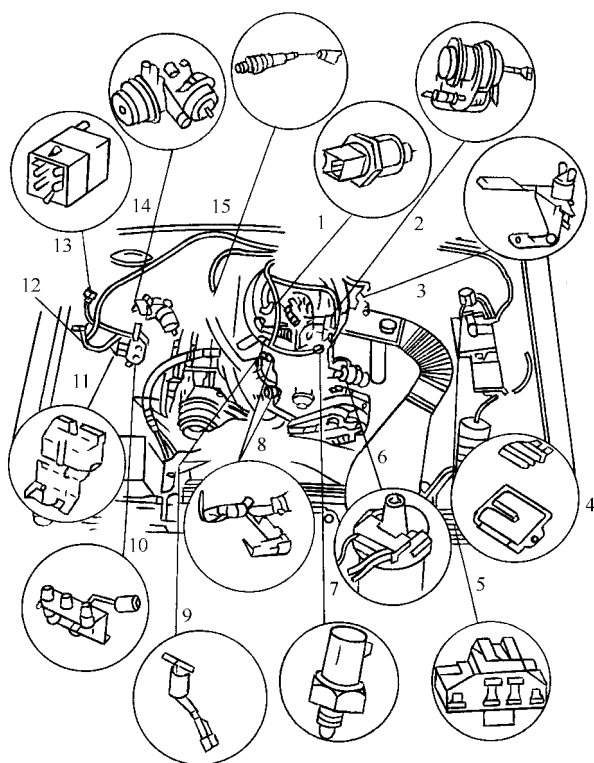


图 3-24 福特汽车 MCU 系统元件

- 1—反馈化油器调节器; 2—节气门回位调节器; 3—节气门回位螺线圈;
4—MCU 模块; 5—自测接头 (带塞子); 6—测速计输入; 7—爆震传感器;
8—冷却液温度开关; 9—气体吸附罐清洗 (CANP) 螺线圈; 10—区域
真空开关; 11—TAB、TAD 螺线圈; 12—自测接头 (福特水银温度计);
13—节气门回位继电器; 14—热敏空气阀; 15—氧传感器 OX

② **MCU 系统** MCU 系统的标志是具有微处理控制模块或 MCU 控制模块，如图 3-24 所示，控制模块与一个二线或三线的小型点火模块紧密连接。点火系统采用传统的 Dura Spark II 或 TFI，分电器装有传统的机械式点火提前机构。MCU 系统可控制高温净化气流、化油器燃油剂量和点火正时。在某些型号的发动机上，MCU 系统还可根据爆震传感器或区域真空开关的信号延迟点火，最多为 $15^{\circ}\sim 20^{\circ}$ ，区域真空开关为三膜片真空传感器，在低速、中速、高速时均可提供输入，MCU 系统利用这些输入控制点火延迟。MCU 系统还具有自诊断功能。

③ **福特的 TFI 点火系统** TFI（厚膜集成）点火系统应用范围不断扩大，已基本取代了“持久火花（Dura Spark）系统”。TFI 可以用在 EEC-IV 和非 EEC 福特系统上，目前普遍使用的是 TFI-IV 系统，如图 3-25 所示。TFI 模块是一个体积很小的蓝色或灰色塑料件，用两颗螺钉安装在分电器壳外，取代了大而重的 Dura Spark 型模块。该模块内，集成电路熔合在塑料膜上，而不是用传统的焊接电路板。分电器的传感机构与装在 TFI 点火模块顶上的三块接头薄片直接连接。除点火模块外，TFI 系统还包括分电器、点火开关、蓄电池及初级和次级导线。TFI 系统还装有特殊的 E 形点火线圈。

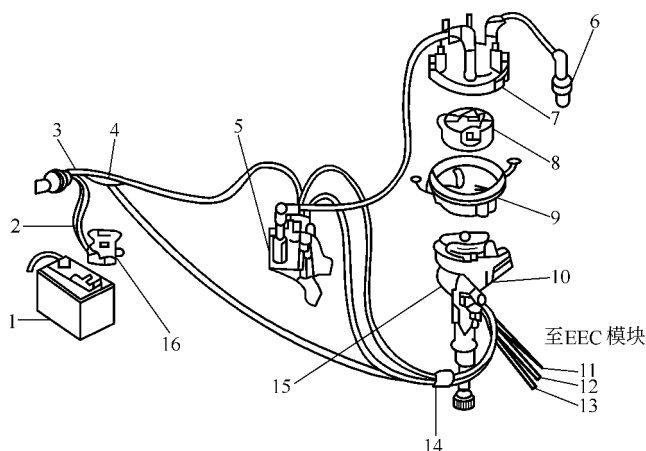


图 3-25 福特汽车 TFI-IV 系统组成

- 1—蓄电池；2—启动线；3—工作线；4—启动旁路；5—E 形点火线圈；6—火花塞；
7—分电器盖；8—转子；9—转接器；10—分电器组件；11—脉冲线；12—输送线；
13—搭铁线；14—接头；15—TFI 模块；16—启动继电器

TFI-I 系统分电器包括带内齿的传感线圈组件、装在分电器轴上的带外齿的变磁阻转子及机械式点火提前调节装置，见图 3-26。而 TFI-IV 系统与之

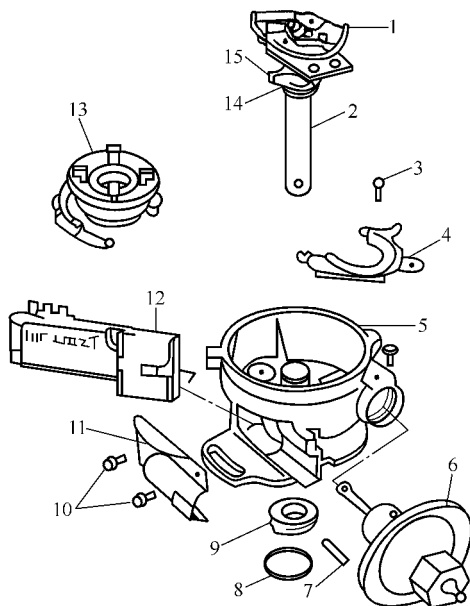


图 3-26 福特汽车 TFI-I 系统分电器组成

- 1—真空点火提前调节装置；2—分电器轴；3、10—螺钉；4—传感线圈座圈；5—分电器座；6—真空提前膜片；7—驱动销；8—座圈弹簧；9—连接盘；11—盖板；
12—TFI 点火模块；13—传感线圈组件；14—止推垫圈；15—变磁阻转子

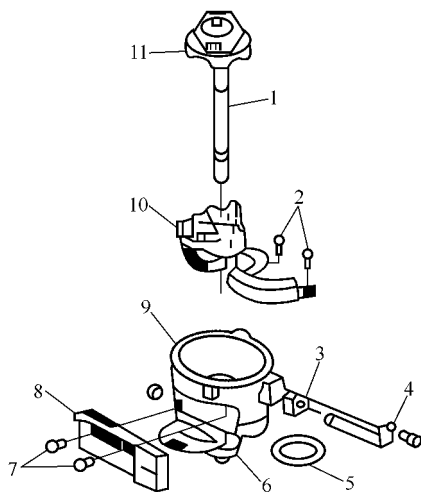


图 3-27 福特汽车 TFI-IV 系统分电器

- 1—分电器轴组件；2、7—螺钉；3—护圈；4—辛烷值测杆；5—O 形环；6—销；
8—TFI 模块；9—分电器座；10—霍尔效应开关；11—闸板

TFI-I 系统的工作过程是：当分电器内的变磁阻转子齿从传感线圈组件转过去时，点火过程开始。当每个齿接近传感件极片时，在线圈内产生触发信号并传给 TFI 点火模块。然后点火模块打开其功率晶体管，使电流流向点火线圈的初级电路。当变磁阻转子齿离开传感线圈组件时，则发出另一触发信号至 TFI 模块，关断功率晶体管，这样在次级线圈产生高压脉冲，从而使火花塞跳火。TFI-I 系统的线路连接如图 3-28 所示。

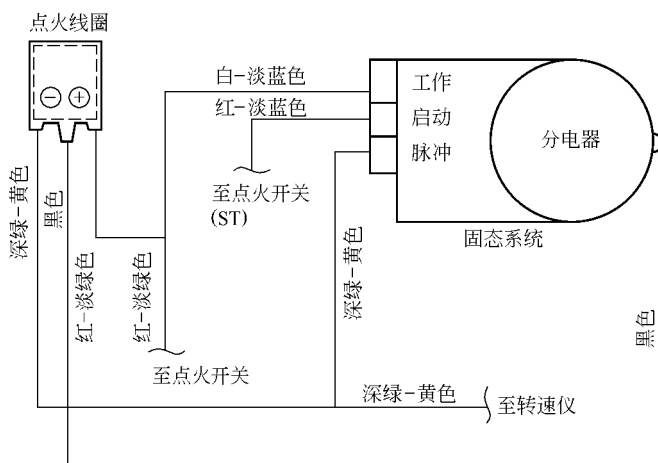


图 3-28 福特汽车 TFI-Ⅰ 系统线路图

在装配 TFI-IV 系统的发动机上, 点火正时借助霍尔效应开关实现电子控制。霍尔系统产生与曲轴旋转相应的电子基准信号, 该基准脉冲信号或 PIP 信号发射到 TFI 点火模块, 进而送出信号至电子控制总成件 (ECA), 进行修正。经修正的点火正时信号 (SPOUT 信号) 返回到点火模块, 打开和切断点火系统初级电路, 如图 3-29 所示为 TFI-IV 系统线路图。

PIP 信号由霍尔效应定子或异形点火传感器 (PIP) 产生, 能准确反映曲轴位置和发动机转速。PIP 信号被送到 TFI 模块和 ECA, PIP 信号和其他传感器信号一起由 ECA 处理。在对所有传感器信号进行处理后, ECA 产生新的信号, 以电子方式表明发动机的工作条件, 这个新的信号即为 SPOUT 信号。SPOUT 信号返回到 TFI 模块, 与原来的 PIP 信号比较, TFI-IV 系统通过这两个信号以适当的时间间隔控制点火线圈发火, 如图 3-30 所示。

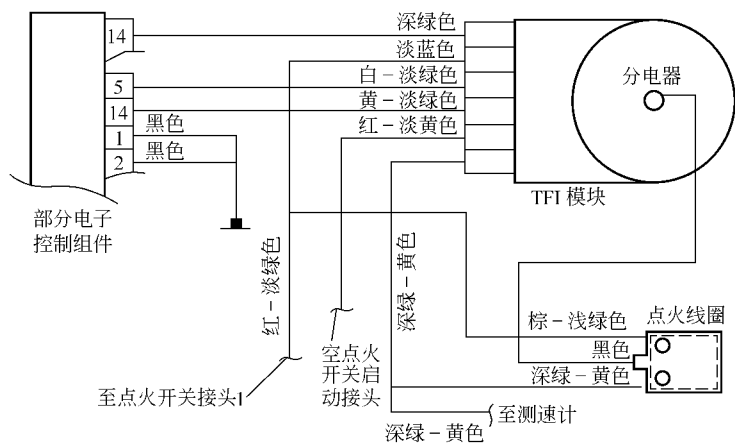


图 3-29 福特汽车 TFI-IV 系统线路图

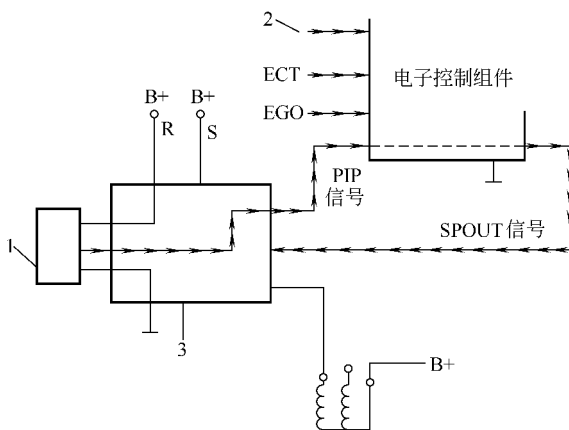


图 3-30 PIP 信号、SPOUT 信号传输关系

1—异形点火传感器；2—其他传感器信号输入；3—TFI 模块

(2) 福特点火系统故障检修

福特公司自诊断系统故障代码为两位或三位，其诊断测试模式分为 KOEO（点火开关“ON”发动机不运转）和 KOER（点火开关“ON”发动机运转）两种。进入自诊断测试状态后，故障代码可从“CHECK ENGINE”或“SERVICE ENGINE SOON”指示灯的闪烁、跨接电压表指针的摆动或专用测试仪（FORD SUPER STAR II）的显示屏上获取，有些车型可直接从仪表板信息显示屏上获取。下面以“黑貂”（Sable）3.0L 车型为例，介绍福特自诊断系统的特点。

① 用电压表读取故障代码 将电压表的量程选定在 DC 0~15V，然后将电压表正极与车上蓄电池“+”相连，电压表负极接自诊断插座的自诊断输出接头“STO”，使计算机控制系统进入 KOEO 或 KOER 状态。用跨接线连接自诊断输入接头“STI”和自诊断插座上的信号返回接头“SIGNAL RETURNPIN”。电压表的指针应开始摆动，以显示故障代码。如输出故障代码“211”，电压表的指针摆动 2 次，停 2s 后又摆动 1 次，再停 2s，随后又摆动 1 次，即显示故障代码为“211”。若有多个故障代码输出，码与码之间将停顿 4s。当输出完存储器中连续存储的故障代码之后，停顿 6s，以表示随后再输出的故障代码为 KOEO 状态下所检测出的故障代码。

② 用故障指示灯读取故障代码 仪表板上的“CHECK ENGINE”或“SERVICE ENGINE SOON”指示灯是与计算机控制系统的自诊断输出端“STO”相连的，该指示灯也可输出故障代码，方式与电压表输出相同，只要将指示灯的闪亮看作是电压表指针的摆动即可。

③ 故障代码的清除 连续存储的故障信息存在计算机内的存储器中，即使故障已经排除，对应的故障代码仍可保留在存储器中达 80 次暖机循环。故在读取故障代码或检修故障后，应清除存储器内所存储的故障代码。先进入 KOEO 测试状态，当故障代码刚要被显示时，立即拆除跨接线。有时，因拆线时机掌握不好，需反复几次。一般不要选择拆蓄电池负极的方法清除故障代码。福特轿车故障代码的含义如表 3-5 所示。

表 3-5 福特轿车故障代码及其含义

故 障 代 码	故 障 描 述
111ORC	系统正常
112OC	进气温度(ACT)传感器电路搭铁
113OC	进气温度(ACT)传感器电路断路
114OR	进气温度(ACT)传感器信号电压超出规定范围
116OR	发动机冷却液温度(ECT)传感器信号电压超出规定范围
117OR	发动机冷却液温度(ECT)传感器电路搭铁
118OC	发动机冷却液温度(ECT)传感器电路断路
121ORC	节气门位置(TPS)传感器信号电压超出规定范围
122OC	TPS 信号电压小于最低信号电压
123OC	TPS 信号电压大于最高信号电压
124C	TPS 信号电压在规定范围内偏高
125C	TPS 信号电压在规定范围内偏低

故 障 代 码	故 障 描 述
129R	空气流量(AFS)传感器信号变化不良
136R	前侧氧(HEGO)传感器一直指示混合气偏稀
137R	前侧氧(HEGO)传感器一直指示混合气偏浓
157C	MAF 电路断路
158OC	MAF 电路短路
159OR	MAF 信号电压超出规定范围
167R	TPS 信号不良
171C	后侧氧传感器变换失效
172RC	后侧氧传感器一直指示混合气偏稀
173RC	后侧氧传感器一直指示混合气偏浓
175C	前侧氧传感器失效
176C	前侧氧传感器信号一直指示混合气偏稀
177C	前侧氧传感器信号一直指示混合气偏浓
179C	混合气过稀
181C	混合气过浓
184C	MAF 信号电压在规定范围内偏高
185C	MAF 信号电压在规定范围内偏低
186C	闭环控制时喷油器喷油脉冲偏宽
187C	闭环控制时喷油器喷油脉冲偏窄
188C	节气门位置调整不当/混合气偏稀
189C	节气门位置调整不当/混合气偏浓
211C	点火信号发生器电路不良
212C	点火模块不良
213R	点火输出信号断路
326RC	EGR 传感器信号电压偏低
327ORC	EGR 传感器信号电压低于最小值
332RC	EGR 废气回流量不足
335O	EGR 传感器信号电压超出规定范围
336RC	EGR 传感器信号电压偏高
337ORC	EGR 传感器信号电压高于最大值
411R	低速时不能稳定控制/怠速太高
412R	高速时不能稳定控制/怠速太低

故 障 代 码	故 障 描 述
452C	汽车速度传感器(VSS)信号不良
511O	只读存储器(ROM)不良
512C	存储的部件磨损修正系数存储器(KAM)丢失
513O	内部电压不良
519O	动力转向油压开关(PSPS)电路断路
521R	动力转向油压开关(PSPS)失效
522O	在 KOEO 测试期间,变速杆未置于“P”或“N”挡
529C	数据传输电路/微处理器电路不良
533C	数据传输电路/电子仪表电路不良
536RC	制动开关不良
538R	在 KOER 测试期间,未充分地变换转速
542OC	燃油泵电路断路(指至燃油泵的地线)
543OC	燃油泵屯路断路(指至蓄电池的火线)
556OC	燃油泵电路不良
558O	电子真空调节电路不良
563O	高速冷却风扇电路不良
564O	风扇电路不良
565O	炭罐顶部电路不良
621O	变速器一轴电磁阀不良
622O	变速器二轴电磁阀不良
624OC	变速器油压控制电磁阀或其驱动电路不良
625O	变速器油压控制电路断路
628C	变速器内离合器打滑/离合器电磁阀失效
629O	变速器离合器调整不当/离合器电磁阀控制失效
634C	手动变速杆位置传感器不良
636OR	变速器油温传感器信号电压超出规定范围
637OC	变速器油温传感器信号电压高于最大值
638OC	变速器油温传感器信号电压低于最小值
639RC	变速器内泵轮转速传感器信号不良
641O	变速器三轴电磁阀电路不良
645C	一档变速比不正确
646C	二挡变速比不正确

故 障 代 码	故 障 描 述
647C	三挡变速比不正确
648C	四挡变速比不正确
649C	变速器油压控制范围不正确
651C	变速器油压控制电路不良
656C	离合器连续打滑
998R	指示当前为后备系统工作模式

注：故障代码后的字母，“O”表示 KOEO 状态检测的故障代码，“R”表示 KOER 状态检测的故障代码，“C”表示连续存储在存储器中的故障代码。

福特轿车发动机 ECU 60 针连接器端子名称及检测数据如表 3-6 所示。

表 3-6 福特发动机 ECU 60 针连接器端子及检测数据

端子序号	连 接 元 件	检 测 数 据
1	蓄电池电源线	KOEO,KOER 12V
2	刹车开关信号	踩下刹车时 12V
3	车速传感器	与 6 号端子之间电阻值 224~600Ω
4	点火线圈负极	
5		
6	车速传感器	与 3 号端子之间电阻值 224~600Ω
7	水温传感器	温度计指示 1/3 左右位置时 0.65V
8		
9		
10	空调 A/C 开关	A/C OFF 0V;A/C ON 12V
11		
12		
13	定速控制电磁阀	
14		
15		
16	TFI 搭铁	0V
17	自诊“CHECK”故障灯	KOEO,KOER 灯亮时 0.7V
18	(THS)4/3 挡换挡开关	N、P;12V;D;0.05V;R;10V
19	(THS)3/2 挡换挡开关	P 11.2V;其他挡 0.01V
20	ECU 外壳搭铁	0V

续表

端子序号	连 接 元 件	检 测 数 据
21	怠速控制(ISC) 阀	KOEO 12.5V;KOER 3~7.3V
22	燃油泵(FP)继电器	KOEO 12.5V;KOER 0.7V
23	爆震传感器(KS)	KOER 2.5V
24	动力转向油压开关(PSPS)	方向盘打到底 9.2V
25	进气温度(ACT)传感器	正常工作温度时 1.3V±0.5V
26	传感器 5V 电流	5V
27	EGR 压力反馈信号	KOER 3.4V
28		
29	氧传感器信号	0.1~0.9V
30	空挡开关(NPS)	N、P 挡;5V;D;0V
31	炭罐电磁阀	KOER 12.5V
32		
33	EGR 真空调节电磁阀	KOEO,KOER 12.5V
34	诊断资料输出	KOEO,KOER 10.7V
35	定速控制通气电磁阀	KOER 1.6~4.75V
36	TFI 点火信号	KOER 6.3V
37	蓄电池电源	12V(B+)
38		
39	定速控制共同搭铁线	0~0.02V
40	ECU 主搭铁线	0V
41		
42	定速控制真空电磁阀	1.6V
43		
44		
45	MAP 传感器信号	KOEO 5V;KOER 1.7V
46	传感器共同搭铁线	0V
47	节气门位置传感器	0.8~1.1V
48	自诊断输入信号	5V
49	氧传感器搭铁	0~0.1V
50	定速控制开关	OFF 0.25V;ON 6.7V、12.5V COAST 0.9~1.6V;SET 2.9~6.3V RESUME 4.7~5.1V

端子序号	连 接 元 件	检 测 数 据
51		
52	高速电动冷却风扇	KOER 13.4V
53	自动变速器控制(A/T)锁定电磁阀	KOER 7.9~13.4V
54	节气门全开切断 A/C	A/C OFF 0.03V;A/C ON 7V
55	电动风扇	KOER 7.1V
56	点火同步信号 TFI	KOEO 9.5V;KOER 5.5V
57	蓄电池电源线	KOEO,KOER 12.5V
58	第一组喷油器	B+
59	第二组喷油器	B+
60	主 ECU 搭铁	0V

3.2 日本车系点火系统结构与故障维修

3.2.1 丰田皇冠 3.0 发动机点火系统检修

丰田皇冠 JZ133 系列车型使用 2JZ-GE 型电控燃油喷射发动机，该型号发动机为直列 6 缸、3.0L 排量、屋脊式双顶置凸轮轴、24 气门汽油发动机，采用丰田计算机控制系统（TCCS）对电子燃油喷射、电子点火提前、怠速及自诊断等功能实施计算机集中控制。2JZ-GE 型发动机点火系统由电子控制单元（ECU）、点火器、分电器、点火线圈、传感线圈、各种传感器、火花塞等组成，电路结构如图 3-31 所示。ECU 安装在驾驶室仪表台内侧，不仅控制点火系统，而且还控制燃油喷射系统和自动变速器。ECU 根据各传感器传回的信号，计算点火时间并发送控制信号给点火器，点火器收到触发信号后立即中断点火线圈的初级电流，点火线圈次级随之产生高压，由分电器按发动机工作顺序分配给各缸火花塞，在电极间产生火花点燃可燃混合气。点火系统采用闭磁路式点火线圈。分电器内装有三个传感线圈，NE 线圈检测曲轴转角，G1 和 G2 线圈检测凸轮转角。

TCCS 设有自诊断系统，可辅助完成对控制系统故障的检查，丰田车系虽车型较多，但自诊断系统的使用方法却基本相同。ECU 连续不断地监测每个传感器及有关电路的信号，若信号有问题，组合仪表上的发动机故障指示灯（“CHECK”灯）就会闪亮，提示驾驶员电控系统发生故障，如图 3-32 所示。故障内容以代码的形式储存在 ECU 的存储器中，用专用跳线 SST 连接检查连

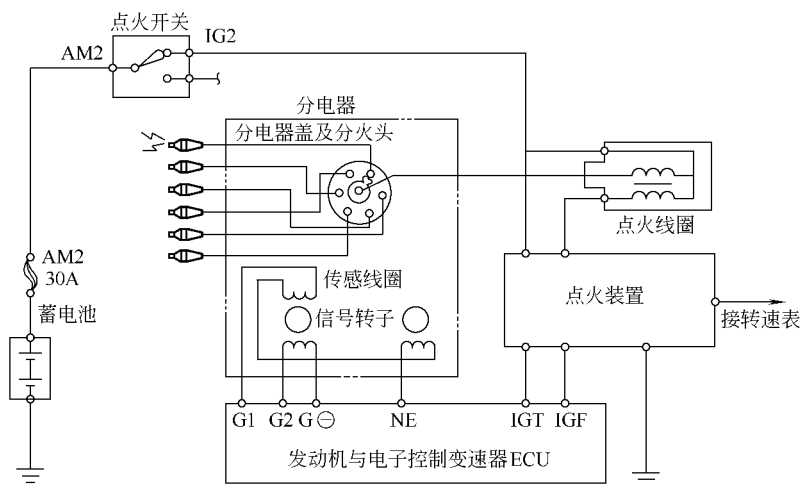


图 3-31 2JZ-GE 型发动机点火系统电路结构

接器或 TDCL 连接器的 TE1 和 E1 端子后，ECU 就通过“CHECK 灯”的不同闪烁频率来输出故障代码，检测者可根据故障代码表确定故障位置及内容。

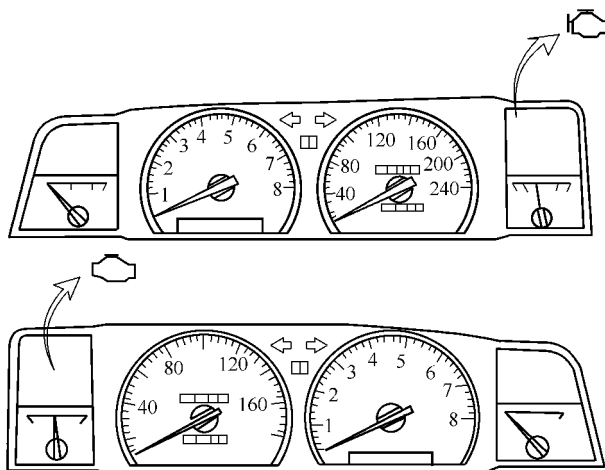


图 3-32 丰田 2JZ-GE 型发动机故障指示灯位置



图 3-33 无故障时指示灯闪烁规律

(1) 故障代码的识别

① 电子控制系统正常工作时,“CHECK 灯”亮、灭及间隔时间都是 0.25s,如图 3-33 所示。

② 电子控制系统发生故障时,“CHECK 灯”将每 0.5s 闪一次;第一次闪烁的次数相当于两位数诊断代码的第一位数,在 1.5s 间隔后,第二次闪烁的次数是第二位数;若有两个或更多的代码,在各代码之间将有 2.5s 的间隔;在所有代码显示完后,会有 4.5s 的间隔,然后将不断地循环显示这些代码,直至断开检查接头的 TE1 和 E1 端的连接或关闭点火开关。

在丰田控制系统中,ECU 记录多个故障代码时,故障代码按由小到大的顺序显示,不论故障发生的先后次序,如图 3-34 所示为 ECU 输出故障代码 13 和 21 时“CHECK 灯”的闪烁情况。

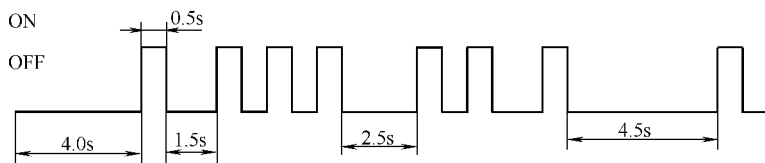


图 3-34 ECU 输出故障代码时指示灯闪烁规律

(2) 普通方式读取故障代码

① 初始条件

- 蓄电池电压 11V 以上。
- 节气门全关。
- 变速器位于空挡。
- 辅助电气设备断路。
- 发动机工作温度正常。

② 检查“CHECK”灯

a. 将点火开关转至 ON 位置,发动机不启动,“CHECK”灯将点亮;若灯不亮,则组合仪表有故障。

b. 启动发动机,“CHECK”灯应熄灭;若灯继续亮,表明自诊断系统已检测到控制系统中有故障或不正常。

③ 读取故障代码。在汽车发动机停止运转状态下读取,其程序如下。

- 将点火开关转至 ON 位置,不启动发动机。
- 用专用跳线 SST 或自制跳线连接检查连接器或 TDCL 的 TE1 和 E1 端子,如图 3-35 所示。

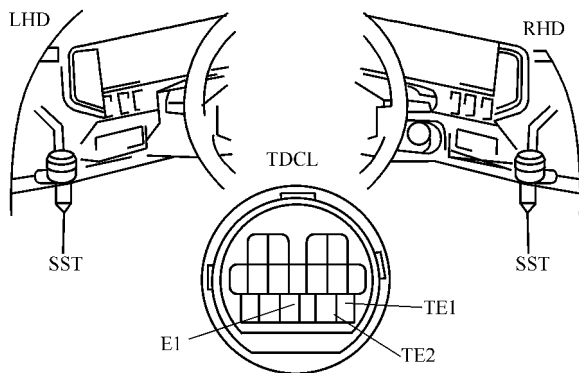


图 3-35 故障自诊断端子位置

c. 根据“CHECK”灯闪烁次数读出故障代码。

d. 完成检查后，拔下 SST。

故障排除后，“CHECK”灯会熄灭，但代码仍存在 ECU 中（代码 16 和 53 除外），直至清除为止。

(3) 试验方法读取故障代码 与普通方式相比，试验方式检测故障的灵敏度较高，还可检查启动信号线路、节气门位置传感器的怠速触点（IDL）接触信号、空调器信号和空挡启动开关信号等有无故障。普通方式能检查的项目，试验方式也能进行检查。试验方式读取故障代码是在汽车运行状态下进行的，其程序如下。

① 初始条件

- 蓄电池电压在 11V 以上。
- 节气门全关。
- 变速器位于空挡。
- 辅助电气设备断路。
- 发动机工作温度正常。

② 读取故障代码

a. 将点火开关转至 OFF 位置。

b. 用专用跳线 SST 或自制跳线连接 TDCL 或检查连接器的 TE2 和 E1 端子，如图 3-35 所示。

c. 将点火开关转至 ON 位置，“CHECK”灯应快速闪烁。

d. 启动发动机，模拟驾驶员描述的故障状态行驶，车速不低于 10km/h。

e. 路试之后，用诊断线再连接 TDCL 或检查连接器的 TE1 端子，即将

TE1、TE2 和 E1 三个端子短路。

f. 通过“CHECK”灯读出故障代码（代码 43 和 51 读不到）。

g. 完成诊断检查后，拔下 SST。

故障排除后代码仍储存在 ECU 中（代码 43 和 51 除外），直至清除。但测试过程中有以下几个问题是值得注意的。

a. 若点火开关位于 ON 位置的情况下连接 TE2 和 E1 端子，“试验方式”的测试则未被启动。

b. 车速低于 5km/h，出现代码 42 是正常的。

c. 发动机未启动时，出现代码 43 是正常的。

d. 自动变速器换挡杆处在“D”、“S”、“L”或“R”的换挡位置时，或空调器开着或加速踏板被踩下时，输出代码 51 也是正常的。

(4) 故障代码的清除 故障排除后，必须清除保留在 ECU 内存中的故障代码。方法是将点火开关转至 OFF 位置，将电子控制燃油喷射（EFI）的保险丝（20A）从 J/B NO.2 上拆下 10s 或更长时间，然后装回，故障代码即被清除。若对故障部位进行修理后不清除故障代码，它将一直保留在 ECU 中。拆下蓄电池负极端子虽也可清除故障代码，但这种方法会将其他内存信息一并清除。故在进行某些必须拆卸蓄电池端线的工作时，首先应检查是否有故障代码需要记录。故障代码清除后，应进行路面试车，“CHECK”灯应显示正常代码，若出现同样的故障代码，则表示故障部位尚未修好。

(5) 故障代码 丰田皇冠 3.0L 轿车的部分故障代码及内容如表 3-7 所示。

表 3-7 丰田皇冠 3.0L 轿车故障代码及内容

故障代码	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		
12	转速信号	亮	无此诊断	启动机接通 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 去	• 分电器到 ECU 之间的 IGF 或 IGT 线路短路或开路 • 分电器 • ECU

故障代码	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		
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
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
43	起步信号	无此诊断	不亮	发动机达 800r/min 后,无起步信号输送到 ECU,汽车无法起步	• 起步信号线路短路或开路 • 车速传感器 • ECU
52	第一爆震传感器信号	亮	无此诊断	发动机转速在 1600~5200r/min 范围内,从爆震传感器来的信号有 6 个循环未输送到 ECU	• 爆震传感器线路短路或开路 • 爆震传感器 • ECU
53	爆震控制信号	亮	无此诊断	发动机转速 650~5200r/min 范围内,发动机控制电脑检测出故障	• ECU
55	第二爆震传感器信号	亮	无此诊断	发动机转速在 1600~5200r/min 范围内,从爆震传感器来的信号有 6 个循环未输送到 ECU	• 爆震传感器线路短路或开路 • 爆震传感器 • ECU

(6) 点火系统的检查与调整 点火系统出现故障会引起发动机启动困难或

不能启动，怠速不稳、缺火、回火、排气管放炮、爆震及发动机过热等现象，使汽车动力性、经济性下降。若点火系统出现故障，且有故障代码输出，可按照故障代码表提示的故障范围检查诊断故障。若点火系统确实存在故障而又无故障代码输出，则应按常规程序进行检查诊断。

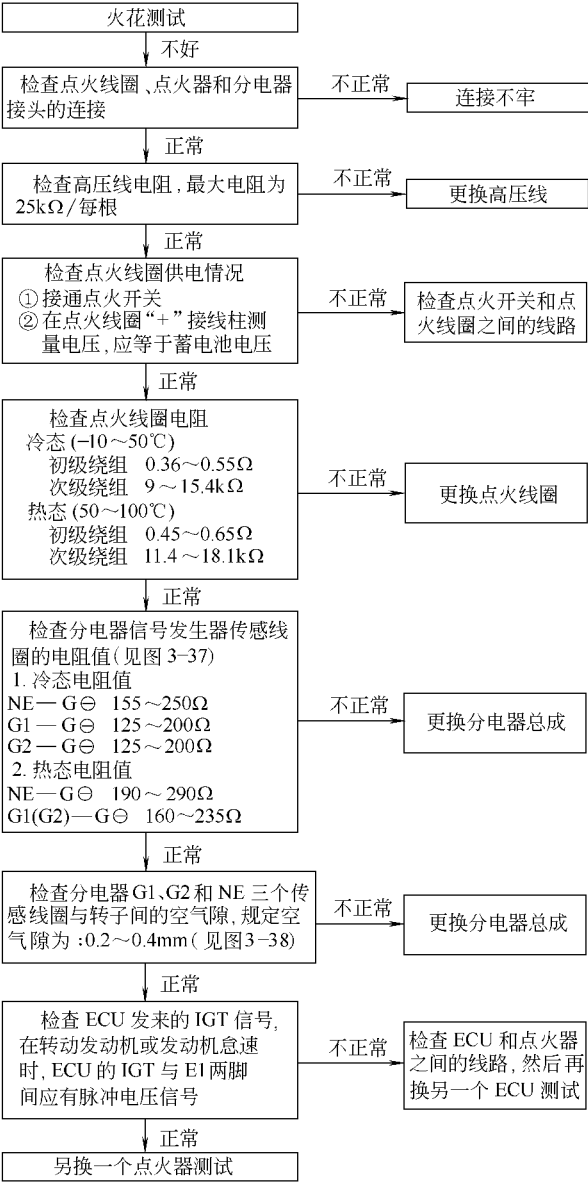


图 3-36 故障诊断程序

① 跳火试验 从分电器上拔下中央高压线，进行跳火试验，驱动发动机看是否产生火花。如火花正常应检查分电器盖、分火头、高压分线或火花塞；如无火花，则应按下述方法进行检查。

② 故障诊断程序 故障诊断程序见图 3-36。

③ 火花塞的检查与调整 火花塞检查有三种方法：一是用兆欧表测量绝缘电阻，绝缘电阻值 $10\text{M}\Omega$ 以上；二是在火花塞清洁试验仪上检查其跳火情况；三是连续 5 次将发动机急加速至 $4000\text{r}/\text{min}$ ，然后拆下火花塞进行检查，若电极干燥，则火花塞良好。若绝缘电阻不足 $10\text{M}\Omega$ 或无连续强烈的火花，用第三种方法检查时火花塞电极湿润，则应检查绝缘体的损坏情况，发现异常应更换。火花塞扭紧力矩为 $18\text{N}\cdot\text{m}$ ，电极间隙为 0.8mm 。不符合规定的，应弯曲侧电极进行调整。

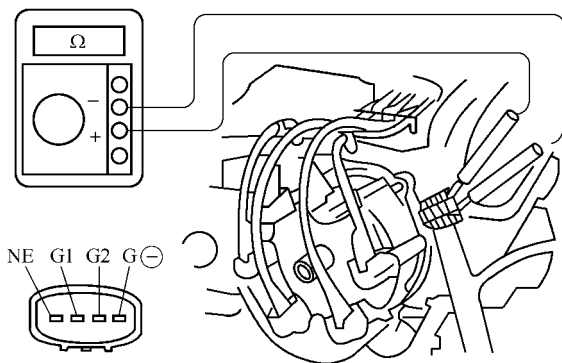


图 3-37 检查传感线圈电阻值

④ 点火正时的检查与调整 找到 1 缸压缩行程上止点位置，接好 SST 和转速表。当曲轴皮带轮上的正时标记对准正时皮带罩上的正时标记“0”，两个凸轮轴正时皮带轮上的正时标记对准正时皮带罩上的标记时，1 缸活塞即处于压缩行程上止点位置。用 SST 将检查连接器或 TDCL 的 TE1 和 E1 两端子连接起来；转速表测试笔不可搭铁。检查过程中应关闭所有附件，防止曲轴反转，并注意发动机怠速转速，自动变速器在空挡位置时，怠速转速应为 $700\text{r}/\text{min}$ ，如图 3-39、图 3-40 所示。

点火正时用点火正时灯检查，如图 3-41 所示。标准点火提前角应为 10° ，若点火正时不准，应松开分电器固定螺母，转动分电器外壳总成、直至皮带轮上的标记与正时皮带轮上的 10° 标记对准为止。然后扭紧固定螺母，扭紧力矩为 $14\text{N}\cdot\text{m}$ 。拆下 SST 并重新检查核对点火提前角是否为 $8^\circ\sim 12^\circ$ 。最后拆下正时灯和转速表。

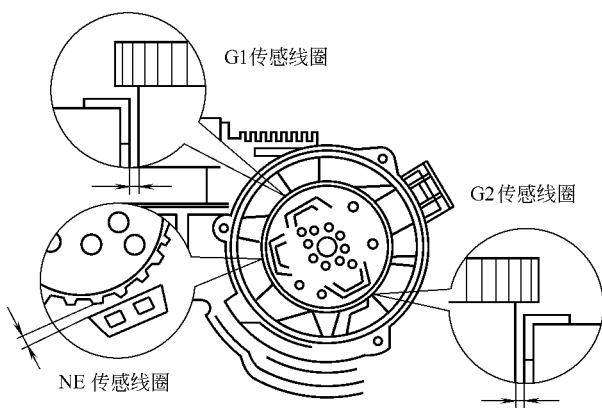


图 3-38 检查传感线圈与转子间的气隙

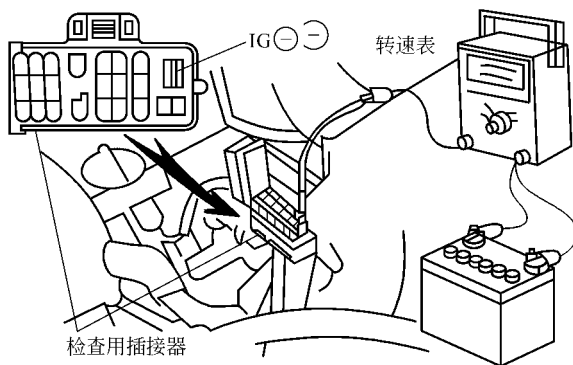


图 3-39 点火正时的检查

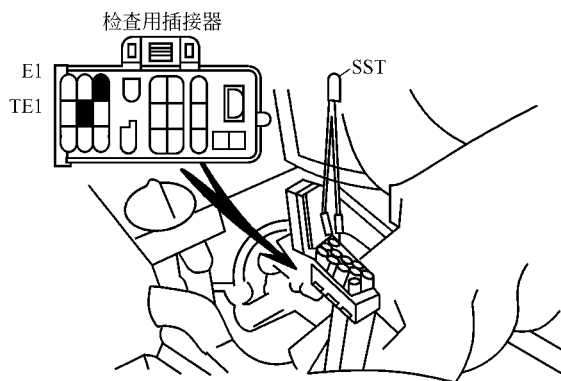


图 3-40 点火正时的调整

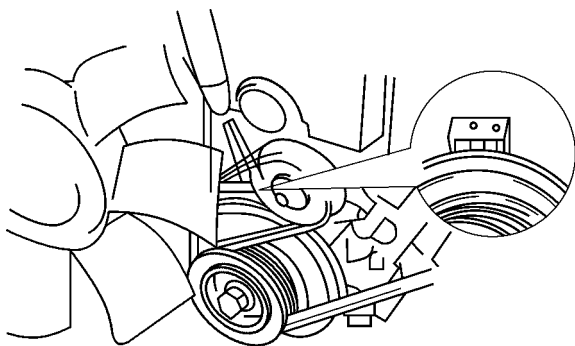


图 3-41 用正时灯检查点火正时

⑤ **爆震传感器的检修** 爆震传感器安装在发动机机体上，用于控制发动机爆震。当因爆燃而使发动机机体振动时，会引起传感器内压电元件的变形而产生电压信号，信号经 ECU 处理后，ECU 给点火装置发出指令，延迟点火时间限制爆震。爆震传感器可用万用表进行检查，从车上拆下爆震传感器用欧姆挡测量接线端子和外壳，若导通则需更换新传感器，爆震传感器电路如图 3-42 所示。

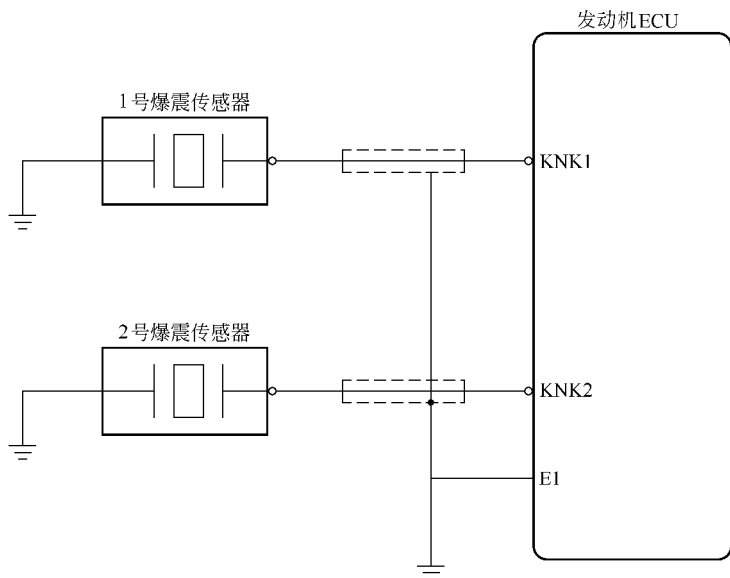


图 3-42 爆震传感器电路

3.2.2 丰田凌志汽车电控点火系统的检修

凌志 LS400 型汽车配用 1UZ-FE V8 型发动机，该型号发动机的点火系统

由电子控制单元、曲轴位置传感器、凸轮轴位置传感器、点火器、分电器、点火线圈、高压线、火花塞等组成。为简化控制方法，发动机两排汽缸分别由两套独立的点火系统控制。因此，凸轮轴位置传感器、点火器、分电器、点火线圈等均为两套，点火系统电路如图 3-43 所示。

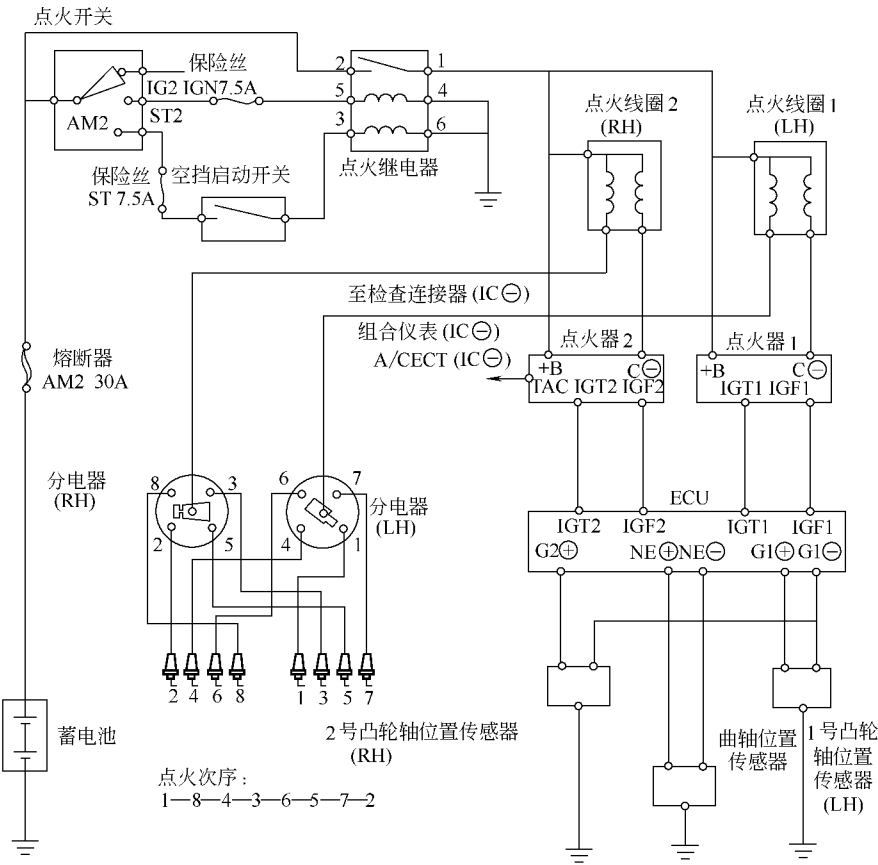


图 3-43 凌志 LS400 轿车点火系统电路

凸轮轴位置传感器分别用于检测第 1 缸和第 6 缸压缩行程上止点信号 (G1、G2)，曲轴位置传感器则用于曲轴每转一周产生 12 个脉冲信号。ECU 根据 G1 和 G2 信号检测曲轴转角位置，根据 NE 信号检测实际曲轴转角和发动机转速，由此即可确定一基本提前角，形成基本点火正时。在发动机运转时，ECU 还会根据发动机转速和负荷信号，计算出相应工况的点火提前角，再根据水温、进气温度、节气门位置、怠速开关、爆震信号等，对点火提前角进行修正，从而得到一个最佳点火正时。所以，1UZ-FE V8 型发动

机的实际点火提前角为基本点火提前角、点火提前角及点火提前角修正三者之和。

实际工作中，ECU 先输出导通信号 IGT，接通点火器中的功率三极管，形成点火线圈初级电流。在达到点火正时角度时，ECU 切断点火线圈初级电流并在次级线圈中感应出高压电使相应汽缸的火花塞跳火，并利用切断点火线圈初级电路所产生的反电动势，向 ECU 反馈一个点火信号 IGF，若没有 IGF 反馈信号，ECU 将停止燃油喷射，以保障车辆及人员的安全。

(1) 故障代码的读取 ECU 设有自诊断系统，可以检测发动机信号网络的故障，并通过仪表板上的“CHECK”故障指示灯显示故障情况。其诊断方式有两种：普通方式和试验方式，与皇冠车几乎完全相同。若在普通方式下检测到一个故障，ECU 即点亮“CHECK”故障指示灯，通知驾驶员发生了故障。故障排除后，指示灯即自动熄灭，但故障代码仍然储存在 ECU 的存储器中。关闭点火开关，取下 EFI 保险丝，ECU 储存的代码即被清除。

将 TDCL 连接器或检查连接器上的 TE1 与 E1 端子连接起来，根据“CHECK”故障指示灯的闪烁次数，就可读出故障代码，故障代码由小到大循环显示。TDCL 连接器设在位于左侧或右侧仪表板下的小盒内，如图 3-44 所示。TDCL 是一个专用连接器，能对来自发动机、ECT、ABS、A/C、安全气囊、空气悬架、牵引控制和车速控制系统的数据进行诊断以改善汽车使用性能。而发动机舱内的检查连接器则仅供发动机调整时使用。故障代码的读取方法和皇冠 2JZ-GE 型发动机基本相同。

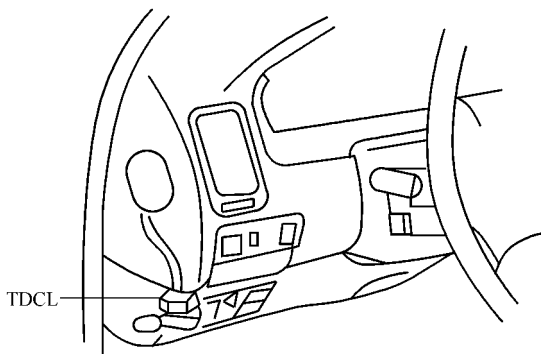


图 3-44 TDCL 位置

(2) 故障代码的清除 凌志 LS400 型汽车故障代码的清除方法与皇冠 2JZ-GE 型发动机的方法相同，从 2 号 J/B 接线盒上拔下 EFI 保险丝，20s 后再装上，故障代码即被清除。

(3) 故障代码及其含义 与点火系统相关的故障代码及其含义如表 3-8 所示。

表 3-8 凌志 LS400 轿车故障代码及其含义

故障代码	电路系统	诊 断	CHECK 指示灯		故 障 部 位
			正常状态	试验状态	
12	RPM 信号 (转速信号)	发动机转动后在 2s 内无 NE 或 G1、G2 信号至 ECU	亮	无此诊断	曲轴位置传感器、1 号凸轮轴位置传感器、2 号凸轮轴位置传感器电路开路或短路;曲轴位置传感器、1 号凸轮轴位置传感器、2 号凸轮轴位置传感器;启动器;ECU
13	RPM 信号 (转速信号)	发动机转速在 1000r/min 或更高时,在 0.1s 或更长一段时间内无 NE 信号至 ECU	亮	无此诊断	曲轴位置传感器电路短路或开路;曲轴位置传感器;ECU
		在 G1 和 G2 脉冲之间的时间间隔内无 NE 的 12 个脉冲至 ECU	无此诊断	亮	凸轮轴位置传感器电路开路或短路;曲轴位置传感器;ECU;机械系统故障 (正时皮带跳齿、皮带拉长)
		发动机暖机后做怠速运转(节气门全闭)时间内,在 G(G1,G2)和 NE 信号中的偏差持续 1s	亮	无此诊断	机械系统故障 (正时皮带跳齿,皮带拉长);1 号、2 号 凸 轮 轴 位 置 传 感 器;ECU
14	1 号点火信号	在 8~11 只连续的 IGT1 信号间,无 IGF1 信号至 ECU	亮	无此诊断	1 号点火器到 ECU 的 IGF1 电路开路或短路;1 号点火器;ECU
15	2 号点火信号	在 8~11 只连续的 IGT2 信号间,无 IGF2 信号至 ECU	亮	无此诊断	2 号点火器到 ECU 的 IGF2 电路开路或短路;2 号点火器;ECU
17	凸轮轴位置信号	G1 信号不送至 ECU (除发动机正在旋转外)	无此诊断	亮	ECU 与 1 号凸轮轴位置传感器之间的配线或连接器;1 号凸轮轴位置传感器,G1 信号板;ECU
18	凸轮轴位置信号	G2 信号不送至 ECU (除发动机正在旋转外)	无此诊断	亮	ECU 与 2 号凸轮轴位置传感器之间的配线或连接器;2 号凸轮轴位置传感器,G2 信号板;ECU
52	1 号爆震传感器信号	发动机转速在 1600~5200r/min 之间,曲轴连续工作 3 圈中无 1 号爆震传感器信号到 ECU	亮	无此诊断	1 号爆震传感器电路开路或短路;1 号爆震传感器(松动);ECU

故障代码	电路系统	诊 断	CHECK 指示灯		故 障 部 位
			正常状态	试验状态	
53	爆震控制信号	发动机转速在 650 ~ 5200r/min 之间发动机控制计算机(爆震用)故障	亮	无此诊断	ECU
55	2 号爆震传感器信号	发动机转速在 1650 ~ 5200r/min 之间曲轴连续工作 3 圈中无 2 号爆震传感器信号至 ECU	亮	无此诊断	2 号爆震传感器电路开路或短路; 2 号爆震传感器(松动); ECU

(4) 故障检修

① 发动机曲轴位置传感器及凸轮轴位置传感器电路故障检修 若接通 ECU 自诊断系统, 输出故障代码为 12、13 或 17、18, 则说明转速信号和凸轮轴位置信号电路存在故障, 诊断结果及可能的故障部位见表 3-8。凸轮轴位置传感器及曲轴位置传感器与发动机 ECU 的连接电路如图 3-45 所示。

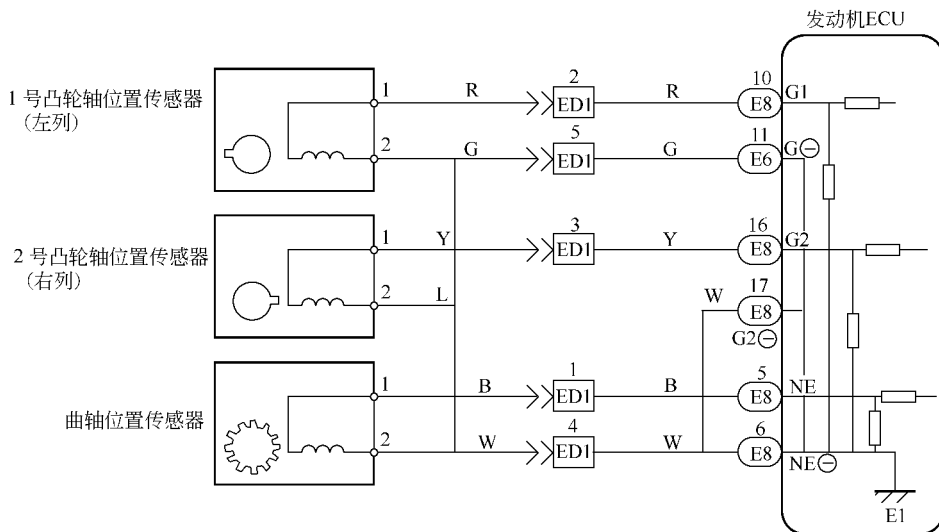


图 3-45 凌志 LS400 轿车凸轮轴位置传感器及发动机转速传感器电路

发动机曲轴位置传感器 (NE 信号) 和凸轮轴位置传感器 (G1 和 G2 信号) 由一块信号板和一只感应线圈组成。G1 和 G2 信号板分别安装在左列和右列凸轮轴上, 每块板的外圆周上只有一齿。当凸轮轴旋转时, 信号板上的突

出部分和传感线圈之间的空气间隙随之变化，引起磁场波动并在感应线圈中产生电动势，所以凸轮轴每转一圈，传感线圈中即产生一个正弦脉冲信号。NE 信号板安装在曲轴上，有 12 个齿，发动机每转一圈，曲轴位置传感器便产生 12 个 NE 信号。ECU 根据 G1、G2 信号检测标准曲轴转角位置，根据 NE 信号检测实际曲轴转角和发动机转速。当曲轴位置和凸轮轴位置信号电路系统存在故障时，应首先检查各传感器，如传感器电阻值符合表 3-9 所列的标准，则再按代码表所列的故障部位进行其他方面的检查。

表 3-9 传感器标准电阻值

传 感 器	温度状态	电阻值/ Ω
1 号凸轮轴位置传感器	冷态	835~1400
	热态	1060~1645
2 号凸轮轴位置传感器	冷态	835~1400
	热态	1060~1645
曲轴位置传感器	冷态	835~1400
	热态	1060~1645

注：冷态是 $-10\sim 50^{\circ}\text{C}$ ，热态是 $50\sim 100^{\circ}\text{C}$ 。

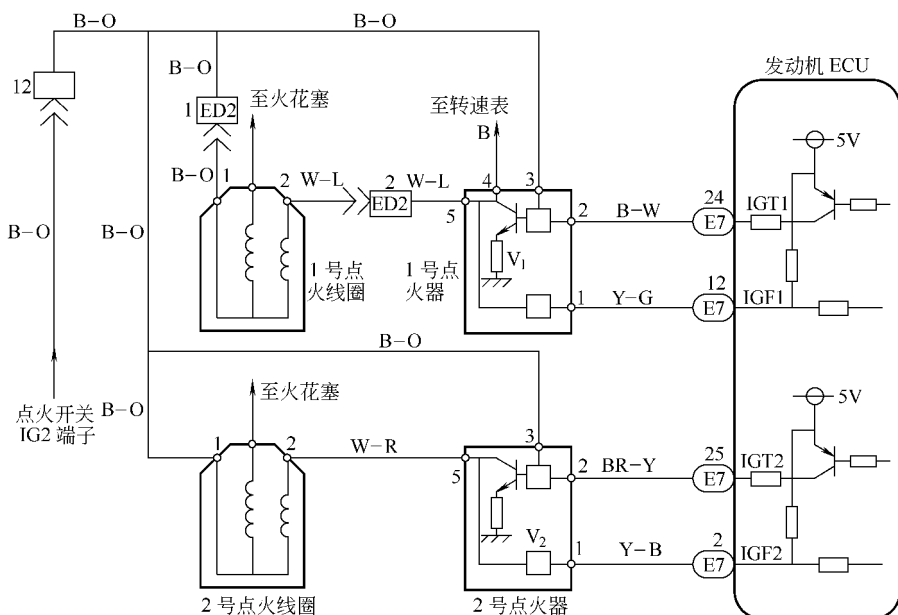


图 3-46 凌志 LS400 型汽车发动机点火信号电路

② 点火信号电路的检修 若读取的故障代码为 14 或 15, 说明点火信号电路存在问题, 凌志 LS400 型汽车发动机的点火信号电路如图 3-46 所示。

ECU 决定点火正时, 在点火正时前的某一预定角度接通 V_1 并向点火器输出一个点火信号 IGT “1”。因 IGT 的信号周期不变, 点火器的定位角控制电路根据发动机转速和上一次点火正时, 确定流向点火线圈的初级电流的开始时间, 即 V_2 导通的时间。当到达点火正时后, ECU 切断 V_2 并输出 IGT 信号 “0”。使点火线圈初级绕组断流, 而次级线圈中则产生高压, 使火花塞跳火。利用切断初级电流时产生的反电动势, 点火器向 ECU 发回点火确认信号 IGF。若 ECU 接收不到 IGF 信号时, ECU 将停止燃油喷射。

1UZ-FE V8 型发动机的两排汽缸分别由两套独立的点火系统控制, 1 号点火器用于控制左侧汽缸, 2 号点火器用于控制右侧汽缸, 因此 1 号点火器电路和 2 号点火器电路故障的检修程序是完全相同的, 只是故障代码不同。在故障检修过程中, 若出现故障代码 14, 应检查 1 号点火器电路; 若出现故障代码 15, 则应检查 2 号点火器电路。故障检修流程如图 3-47 所示。

③ 爆震传感器电路故障检修 凌志 LS400 型汽车电控系统的爆震传感器电路与皇冠汽车完全相同, 发动机机体的左侧和右侧各装一只爆震传感器, 用来检测发动机爆震倾向。爆震传感器内有压电元件, 当发动机因爆燃使机体振动时会引起压电元件变形而产生电压信号, ECU 根据此信号推迟点火时间以限制爆震的发生。在进行电路故障诊断时, 若出现故障代码 52, 应检查左侧的 1 号爆震传感器电路; 若出现故障代码 55 则应检查右侧的 2 号爆震传感器电路; 若出现故障代码 53, 则应更换发动机 ECU。爆震传感器电路的故障诊断程序如图 3-48 所示。

④ 点火系统的其他检查项目及参数

a. 火花塞的检查。检查火花塞的电极是否损耗、螺纹是否损伤以及绝缘体是否损坏, 若不正常应予更换。

① 检查电极电隙。普通型火花塞的电极间隙为 0.8mm; 钩顶型火花塞的最大电极间隙为 1.3mm; 新火花塞的电极间隙应为 1.1mm。

② 火花塞拧紧力矩为 $18\text{N} \cdot \text{m}$ 。

b. 高压线的检查。用欧姆表检查高压线的电阻, 每根高压线的最大电阻值不应超过 $25\text{k}\Omega$ 。

c. 点火线圈的检查。用欧姆表测量点火线圈初、次级绕组的电阻。在冷态时, 初、次级绕组的电阻分别为 $0.36 \sim 0.55\Omega$ 、 $9.0 \sim 15.4\text{k}\Omega$; 在热态时, 初、次级线圈的电阻分别为 $0.45 \sim 0.65\Omega$ 、 $11.4 \sim 18.1\text{k}\Omega$ 。

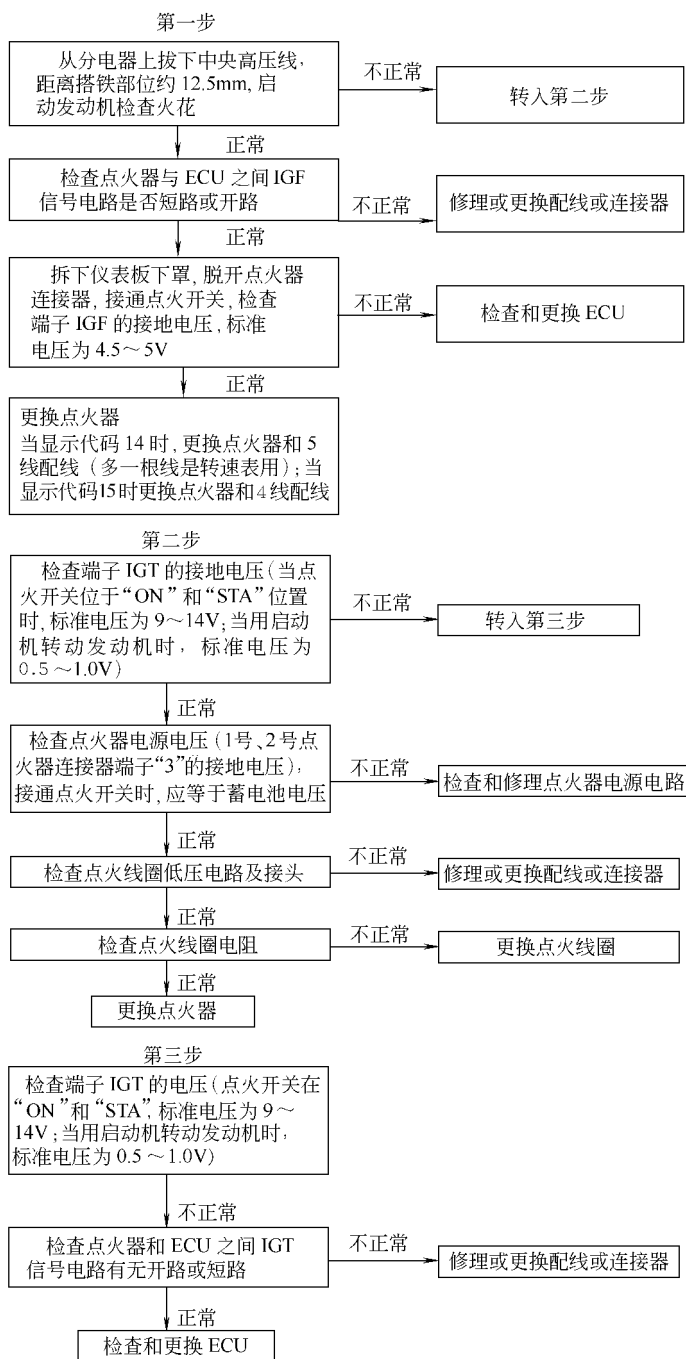


图 3-47 故障检修流程

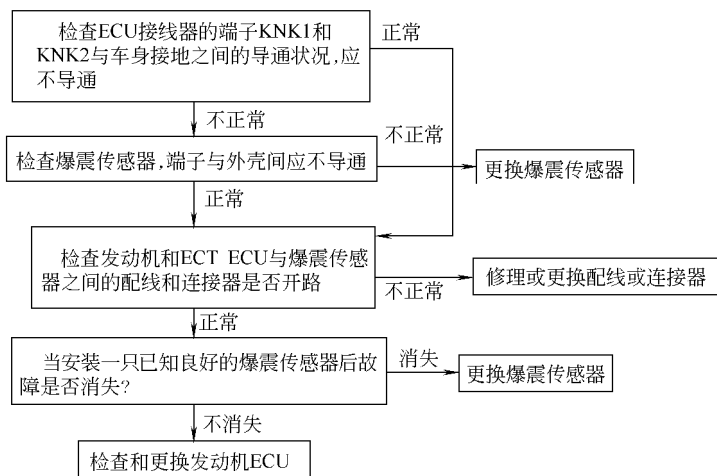


图 3-48 爆震传感器电路的故障诊断程序

d. 传感器的检查。1 号凸轮轴位置传感器电阻应为 $835 \sim 1400\Omega$ ；2 号凸轮轴位置传感器电阻应为 $835 \sim 1400\Omega$ ；曲轴位置传感器电阻为 $835 \sim 1400\Omega$ 。

e. 点火正时的检查。发动机怠速工况时，点火正时角度为上下止点前 $8^\circ \sim 12^\circ$ 。

f. 点火继电器的检查。用欧姆表检查端子“3”与“6”之间应导通，“4”与“5”之间应导通，“1”与“2”之间不应导通。

3.2.3 本田雅阁电控点火系统的检修

(1) 点火系统的组成及工作原理 本田雅阁发动机点火系统由发动机控制模块（ECM）、曲轴位置传感器（CKP）、汽缸位置传感器（CYP）、上下止点位置传感器（TDC）、点火器（ICM）、分电器、点火线圈、高压线和火花塞等组成，点火系统电路如图 3-49 所示。发动机运转时，CKP/CYP/TDC 传感器向 ECM 输出曲轴位置、第 1 缸压缩上下止点、汽缸位置及发动机转速信号，ECM 根据信号计算出工作汽缸，并在该缸点火正时前某一预定角度，向 ICM 发出触发信号，使 ICM 的功率三极管导通，形成点火线圈初级电流。到达点火正时后，ECM 切断触发信号，功率三极管截止，初级电流被切断，点火线圈次级绕组中感应出高压电。ECM 还根据发动机转速信号、进气歧管压力信号自动调节点火提前角，并根据节气门位置信号、水温信号修正点火提前角，使发动机在任何工况均能获得最佳点火提前角。

(2) 点火系统的故障诊断

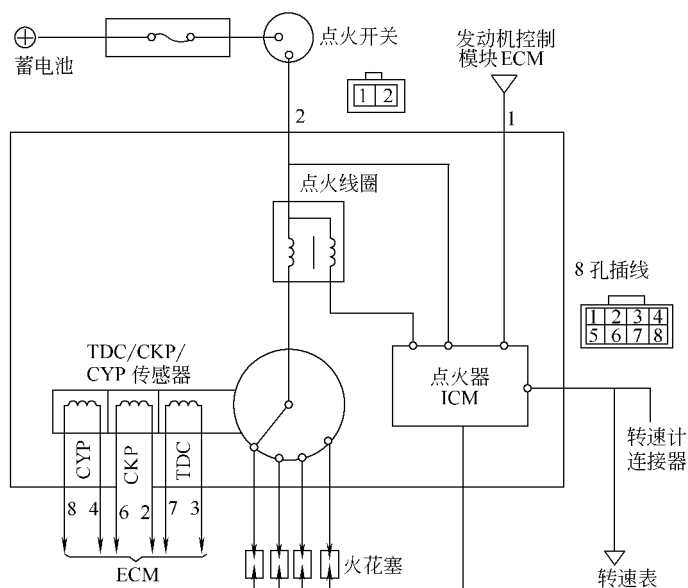


图 3-49 本田雅阁发动机点火系统电路

① **故障自诊断系统** 点火系统发生故障时，应先检查仪表板上的故障灯是否点亮，若指示灯亮，则说明 ECM 已诊断出故障，应读取故障代码。具体方法如下。

- 在仪表板下靠近乘客座位旁找到两芯的自诊断接头（SCS）并用导线短接。
- 点火开关置于 ON 位置。
- 观察发动机故障灯的闪烁次数并记录。

代码 1~9 以短的闪烁来表示，代码 10~43 则以长短闪烁组合来表示，长闪烁的次数表示十位数，短闪烁次数则表示个位数。例如代码“5”以短闪烁 5 次表示，代码“15”则以长闪烁 1 次，短闪烁 5 次表示。与点火系统有关的故障代码是：4—CKP 传感器及线路故障；8—TDC 传感器及线路故障；9—CYP 传感器及线路故障，15—点火触发信号回路故障。第一次闪烁不便确认，故诊断时读码最好在两次以上。当故障排除后，应清除储存在 ECM 中的故障代码，具体方法如下。

- 点火开关置于 OFF 位置。
- 拆下电控燃油喷射系统主保险 BUCK UP (7.5A) 保险丝 10s 以上，然后再装上，故障代码即被清除。

② 点火系统的检测 若有故障代码，可参照本田雅阁轿车使用维修手册进行故障的排除。若无故障代码，则应对点火系统进行全面检测。首先进行跳火试验，确定故障是否在点火系统。然后目视检查点火线路有无松动、接触不良等现象。拆下高压线，检查接线端子有无腐蚀或变形，测量电阻不应大于25kΩ。拆下火花塞检查其电极间隙，应为 1.1mm。观察火花塞电极有无脏污或烧损，若不正常或火花塞电极间隙超过 1.3mm，则应更换火花塞。将点火开关置于“ON”位置，点火线圈正极应有 12V 电压。对点火线圈进行测试时，其电阻值应符合表 3-10 中的规定。拆下分电器总成的 8 孔插线，分别测 2，6（CKP）；3，7（TDC）；4，8（CYP）孔间的电阻，3 个传感器电阻的标准值为：F22B2 型发动机 350～700Ω；F22B1 型发动机 700～1300Ω。装回插线并启动发动机，用电压表测 3 个传感器输出，应有交流电压信号。保持分电器 2，8 孔插线连接，用电压表测 2 孔与搭铁间的电压，点火开关置于 ON 时，电压应为 12V。若电压不符合规定，则应更换点火器（ICM）。若电压正常，再启动发动机，电压表的读数应为 1～2V，此电压为计算机发出的点火脉冲信号有效值。若电压不正常，则应更换 ECM。

表 3-10 本田雅阁发动机点火线圈电阻值

发动机类型	电阻值/Ω	
	初级线圈	次级线圈
F22B1	0.4～0.6	22000～34000
F22B2	0.6～0.8	14000～22000
其他类型	0.6～0.8	13000～19000

附录 发动机电控系统常用缩略语中英文对照表

缩写	全 名	中 文
A/C	Air Conditioning	空调(开关)
A/D	Analogue-Digital	模/数转换
A/F	Air/Fuel(Ratio)	空燃比
A/T	Automatic Transmission Control	自动变速器控制
AAC	Auxiliary Air Control	辅助空气控制
AAC	Automatic Air Control	自动空气控制
ACC	Air Conditioning Clutch	空调离合器
ACL	Air Cleaner	空气滤清器
ACT	Air Charge Temperature	进气温度
ACV	Air Control Valve	空气控制阀
AFC	Air Flow Control	空气流量控制
AFS	Air Flow Sensor	空气流量传感器
AIR	Air Injection Reaction	二次空气喷射
AIS	Automatic Idle Speed	自动怠速
AIS	Air Injection System	空气喷射系统
AIV	Air Injection Valve	空气喷射阀
ALCL	Assembly Line Communication Link	总装线测试插座
ALDL	Assembly Line Diagnostic Link	总装线诊断插座
ALT	Alternator	交流发电机
AMP	Ampere(s)	安培
AP	Accelerator Pedal	加速踏板
APS	Absolute Pressure Sensor	绝对压力传感器
ASCD	Automatic Speed Control Device	自动速度控制装置
ATC	Automatic Temperature Control	自动温度控制
ATDC	After Top Dead Center	上止点后
ATS	Air Temperature Sensor	空气温度传感器
B+	Battery Positive Voltage	蓄电池正极
BARO	Barometric Pressure	大气压力
BARO	Barometric Pressure Sensor	大气压力传感器
BAT	Battery	蓄电池
BCDD	Boost Controlled Deceleration Device	混合比加浓减速废气净化
BID	Breaker less Inductive Discharge	无触点感应放电
BMAP	Barometric Manifold Absolute Pressure	大气压和进气歧管绝对压力
BMAR	Barometric Pressure Sensor	大气压力传感器
BP	Battery Post	蓄电池极柱

缩写	全 名	中 文
BP	Barometric Pressure	大气压力
BTDC	Before Top Dead Center	上止点前
CANP	Canister Purge	气体吸附罐清洗螺管线圈
CARB	Carburetor	化油器
CCC	Computer Command Control	计算机指令控制
CCC	Converter Clutch Control	转换离合器控制
CDI	Capacitor Discharge Ignition	电容放电点火
CECU	Combined Emission Control Unit	污染综合净化装置
CES	Clutch Engage Switch	离合器接合开关
CFI	Central Fuel Injection	中央燃油喷射(福特压力型单点喷射)
CFI	Continuous Fuel Injection	连续燃油喷射
CID	Cylinder Identification	汽缸鉴别
CIS	Continuous Injection System	连续喷射系统
CL	Closed Loop	闭环控制
CMP	Camshaft Position	凸轮轴位置
CMP	Camshaft Position Sensor	凸轮轴位置传感器
CMFI	Central Multi-port Fuel Injection	中央多点燃油喷射
CP	Crankshaft Position	曲轴位置
CPP	Clutch Pedal Position	离合器踏板位置
CPS	Crankshaft Position Sensor	曲轴位置传感器
CPU	Central Processing Unit	中央处理器
CTP	Closed Throttle Position	节气门关闭位置
CTS	Engine Coolant Temperature Sensor	发动机水温传感器
D	D-Jetronic Multi-port Fuel Injection	D 型多点燃油喷射
DEC	Distributor Electronic Control	电子控制分电器
DEFI	Digital Electronic Fuel Injection	数字电子燃油喷射
DFI	Digital Fuel Injection	数字燃油喷射(通用压力型单点喷射)
DI	Direct Injection	直接喷射
DI	Distributor Ignition	分电器点火
DID	Direct Injection-Diesel	柴油直接喷射
DIS	Distributor Less Ignition System	无分电器点火系统
DIS	Direct Ignition System	直接点火系统
DIST	Distributor	分电器
DLC	Data Link Connector	数据传递连接器
DLI	Distributor Less Ignition	无分电器点火
DS	Detonation Sensor	爆震传感器
DTC	Diagnostic Trouble Code	诊断故障码
DTM	Diagnostic Test Mode	诊断测试模式
EAC	Electric Air Control	电子空气控制
EAI	Exhaust Air Induction	补充空气吸入装置
EAS	Electric Air Switching	电子空气开关
ECA	Electronic Control Assembly	电子控制总成

缩写	全 名	中 文
ECI	Electronic Control Injection	电子控制燃油喷射(三菱流量型单点喷射)
ECM	Electronic Control Module	电子控制模块
ECM	Engine Control Module	发动机控制模块
ECS	Emission Control System	排放控制系统
ECT	Engine Coolant Temperature	发动机冷却液温度
ECU	Electronic Control Unit	电子控制单元
EEC	Electronic Engine Control	发动机电子控制(福特)
EEC	Evaporative Emission Control	燃油蒸发排放控制
EFE	Early Fuel Evaporation	发动机进气管预热
EFEV	Early Fuel Evaporation Valve	燃油蒸气阀
EFI	Electronic Fuel Injection	电子控制燃油喷射(丰田)
EGI	Electronic Gasoline Injection	电子汽油喷射(日产)
EGOS	Exhaust Gas Oxygen Sensor	废气氧传感器
EGR	Exhaust Gas Recirculation	废气再循环
EGRV	Exhaust Gas Recirculation Valve	废气再循环阀
EGS	Exhaust Gas Sensor	废气传感器
ELB	Electronic Lean Burn system	电子稀燃系统
EOS	Exhaust Oxygen Sensor	排气氧传感器
EPI	Electronic Petrol Injection	电子汽油喷射(铃木)
ESA	Electronic Spark Advance	电子控制点火提前
ESAC	Electronic Spark Advance Control	点火提前控制
ESC	Electronic Spark Control	电子点火控制
EST	Electronic Spark Timing	电子控制点火正时
ETC	Electronic Temperature Control	电子温度控制
EVAP	Evaporative Emission	蒸气排放污染
EVP	EGR Valve Position Sensor	EGR 阀门开度传感器
FC	Fan Control	风扇控制
FCS	Fuel Control Solenoid	燃油控制电磁线圈
FICD	Fast Idle Control Device	快怠速控制装置
FP	Fuel Pump	燃油泵
GEN	Generator	交流发电机
GND	Ground	搭铁
HEI	High Energy Ignition	高能点火
IA	Intake Air	进气
IAC	Idle Air Control	怠速空气控制
IACV	Idle Air Control Valve	怠速空气控制阀
IAT	Intake Air Temperature	进气温度
IATS	Intake Air Temperature Sensor	进气温度传感器
IC	Integrated Circuit	集成电路
ICM	Ignition Control Module	点火控制模块
IDM	Ignition Diagnostic Monitor	点火监测信号
IIA	Integrated Ignition Assembly	集成式点火总成

缩写	全 名	中 文
I/O	Input/output	输入/输出接口
ISC	Idle Speed Control	怠速控制
ISCV	Idle Speed Control Valve	怠速控制阀
KAM	Keep Alive Memory	磨损修正系数存储器
K	K-Jetronic Continuous Fuel Injection	机械式连续喷射
KE	KE-Jetronic Continuous Fuel Injection	机电结合式连续喷射
KS	Knock Sensor	爆震传感器
LED	Light Emitting Diode	发光二极管
L	L-Jetronic Multi-port Fuel Injection	L 型多点燃油喷射
LH	LH-Jetronic Multi-port Fuel Injection	LH 型多点燃油喷射
MAF	Mass Air Flow	质量空气流量
MAP	Manifold Absolute Pressure	进气歧管绝对压力(歧管绝对压力)
MAPS	Manifold Absolute Pressure Sensor	进气歧管空气压力传感器
MAT	Manifold Air Temperature	歧管空气温度
MATS	Manifold Air Temperature Sensor	进气歧管空气温度传感器
MAU	Microprocessor Control Unit	微处理器控制装置
MC	Mixture Control	混合气控制
MCS	Mixture Control string	混合气控制电磁线圈
MCT	Manifold Charging Temperature	歧管充气温度
MCU	Microprocessor Control Unit	微处理器控制单元
MFI	Multi-port Fuel Injection	多点燃油喷射
MIL	Malfunction Indicator Lamp	故障指示灯
MPE	Multi-port Fuel Injection	多点燃油喷射
MPI	Multi Point Injection	多点喷射
M/T	Manual Transmission	手动变速器
NAT	Negative	负极
NPS	Neutral Position Switch	空挡开关
PAR	Pulse Air Injection Reaction System	脉冲二次空气喷射系统
PCV	Positive Crankcase Ventilation	曲轴箱强制通风
PFI	Port Fuel Injection	进气管燃油喷射(福特多点喷射)
PIP	Position Indicator Pulse	异形点火传感器
P/N	Park/Neutral	停车/空挡
P/NP	Park/Neutral Position	停车/空挡位置
PRCM	Pressure Regulator Control Module	压力调节器控制装置
PROM	Programmable Read Only Memory	可编程只读存储器
PSP	Power Steering Pressure	动力转向压力
PSPS	Power Steering Pressure Switch	动力转向液压开关
RAM	Random Access Memory	随机存储器
RFI	Radio Frequency Interference	无线电频率干扰
ROM	Read Only Memory	只读存储器
SBEC	Single Board Engine Control	单板发动机控制
SEFI	Sequential Electronic Fuel Injection	次序电控燃油喷射

缩写	全 名	中 文
SFI	Sequential Fuel Injection	顺序燃油喷射(通用)
SMEC	Single Module Engine Control	单片发动机控制
SPI	Single Point Injection	单点喷射
TAB	Thermactor Air Bypass	排气净化器的空气旁路
TAD	Thermactor Air Diverter	排气净化器的空气转向器
TB	Throttle Body	节流阀体
TBI	Throttle Body Injection	节气门体喷射
TC	Turbocharger	涡流增压器
TCC	Transmission Converter clutch	变速转换离合器
TCCS	Toyota Computer Controlled System	丰田计算机控制系统
TCM	Transmission Control Module	变速器控制模块
TDC	Top Dead Center	上止点
TFI	Thick Film Integrated	厚膜集成
TKS	Throttle Kicker Solenoid	节气门回位器
TP	Throttle Position	节气门位置
TPI	Tuned Port Injection	进气口喷射
TPS	Throttle Position Sensor	节气门位置传感器
TPS	Throttle Position Switch	节气门位置开关
TRS	Transmission Regulated Spark	变速器控制的点火提前
TVRS	Television-radio Suppression	电视-收音机干扰抑制器
TVS	Thermal Vacuum Switch	热敏真空开关
TWC	Three Way Catalytic Converter	三元催化反应器
VAC	Vacuum	真空度
VAT	Vane Air Temperature	进气温度
VCC	Viscous Converter Clutch	变扭离合器
VMV	Vacuum Modulator Valve	真空调制阀
VSS	Vehicle Speed Sensor	汽车速度传感器
VSV	Vacuum Switch Valve	真空开关阀
WOT	Wide Open Throttle	节气门全开

参 考 文 献

- 1 麻友良, 丁卫东. 汽车电器与电子控制系统. 北京: 机械工业出版社, 2003
- 2 李涵武. 汽车电器与电子技术. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 2003
- 3 王太成, 郭传福. 汽车电子点火系统结构与维修. 北京: 国防工业出版社, 1999
- 4 张月相等. 电子点火系统的原理与检修. 哈尔滨: 黑龙江科学技术出版社, 1997
- 5 边焕鹤. 汽车电器与电子设备. 第 2 版. 北京: 人民交通出版社, 2000
- 6 董辉. 汽车电子技术与应用. 北京: 北京理工大学出版社, 1998
- 7 范镜清. 汽车电气维修. 北京: 人民交通出版社, 1999
- 8 付百学. 汽车电子控制技术. 北京: 机械工业出版社, 2000