

图书在版编目(CIP)数据

交通运输/王裕荣主编. —济南:山东科学技术出版社,
2007.4

(自然科学向导丛书)

ISBN 978-7-5331-4649-8

I. 交... II. 王... III. ①交通运输 IV. C92-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 027373 号

自然科学向导丛书

交通运输

总主编 王修智

主 编 王裕荣

出版者:山东科学技术出版社

地址:济南市玉函路 16 号

邮编:250002 电话:(0531)82098088

网址:www.lkj.com.cn

电子邮件:sdkj@sdpress.com.cn

发行者:山东科学技术出版社

地址:济南市玉函路 16 号

邮编:250002 电话:(0531)82098071

印刷者:山东新华印刷厂

地址:济南市胜利大街 56 号

邮编:250001 电话:(0531)82079112

开本:700mm×1000mm 1/16

印张:22

字数:280 千字

版次:2007 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

ISBN 978-7-5331-4649-8

定价:28.00 元

第一章 交通运输方式

一、 交通运输体系 / 1

交通运输体系的构成 / 1

各种运输方式的组织管理 / 2

各种运输方式的合理配置与协调发展 / 4

交通运输体系的发展趋势 / 5

二、 公路运输 / 6

公路运输的历史沿革 / 6

公路运输的特点 / 8

公路运输的功能 / 10

公路客运 / 11

公路货运 / 12

集装箱运输 / 13

特种货物运输 / 14

快速货运 / 16

货物联运 / 17

三、 铁路运输 / 19

铁路运输的特点 / 19

铁路运输的现代化 / 20

铁路运输的主要方式 / 25

铁路运输大提速 / 26

铁路运输的未来 / 27

信息技术与铁路现代化 / 28

四、 水路运输 / 30

水路运输的发展过程 / 31

船舶现代化 / 32

水路运输的分类 / 33

船舶经营 / 34

航运交易所 / 35

国际海事组织 / 35

集装箱 / 36
船舶检验 / 37
吞吐量 / 38
大陆海岸线 / 38
国际航运中心 / 38
海上运输航线 / 40
内河水运资源 / 41

五、管道运输 / 44

管道运输系统 / 44
管道运输的特点 / 45
长距离输油管道运输 / 45
长距离输气管道运输 / 47
管道运输与其他运输方式的关系 / 48
管道运输的未来 / 48

第二章 交通运输工具

一、汽车 / 51

汽车的发明 / 51
汽车史上的 10 项重大技术 / 56
汽车工业的 3 次变革 / 64
汽车的种类 / 67
汽车的构成及基本原理 / 83

二、火车 / 92

斯蒂芬逊与火车 / 92
中国火车的发展 / 94
火车与铁路 / 95
蒸汽机车 / 96
内燃机车 / 96
“长辫子”机车 / 97
“地面上的飞行器”——高速列车 / 98
磁悬浮列车 / 99
机车车辆新技术 / 100

三、船舶 / 102

客船 / 103
干货船 / 105
液货船 / 107
兼用船 / 108
驳船 / 109

拖船与推船 / 109
船舶设备 / 109
船舶其他设备 / 110
船舶排水量 / 111

四、 管道 / 112
管道的发展历程 / 112
中国管道的发展 / 113
管道的分类 / 115
城市燃气管网 / 115

第三章 交通基础设施

一、 公路 / 118
公路 / 118
高速公路 / 120
公路技术等级 / 123
公路网规划 / 124
道路服务水平 / 126
公路结构组成 / 128
高速公路路线方案 / 128
公路线形 / 130
公路交叉 / 132
公路路基 / 135
公路边坡防护 / 137
公路绿化 / 138
挡土墙 / 139
公路排水 / 142
公路路面 / 144
沥青路面 / 147
水泥路面 / 150
公路压实 / 154
软土地基 / 156
路基病害 / 158
路面病害 / 160
公路养护 / 163
新型路面 / 166
沥青路面再生 / 170

我国公路基本建设程序与资金来源 / 172
路面管理系统 / 173
二、 桥梁与隧道 / 174
中国桥梁的发展历史 / 174
桥梁组成 / 176
桥墩和桥台 / 177
桥梁基础 / 178
设计桥梁应考虑的因素 / 180
千姿百态的桥梁 / 181
桥梁建造技术 / 184
桥梁的发展趋势 / 186
穿山入海话隧道 / 187
隧道修建技术 / 189
三、 筑养路机械与道路施工机械化 / 191
筑养路机械与道路施工机械化 / 191
路基土方机械 / 193
沥青路面机械 / 197
道路养护施工机械化 / 200
道路压实机械 / 205
桥梁及隧道机械 / 209
四、 客货运站场 / 215
交通主枢纽与集疏运中心 / 215
客运站场 / 217
货运站场 / 218
物流园区 / 219
物流园区的未来 / 221
五、 铁路 / 222
铁路发展简史 / 222
中国铁路的发展 / 223
城市轨道交通 / 226
高速铁路 / 227
铁路线路的分类 / 227
铁路线路的组成 / 228
铁路车站 / 228
铁路枢纽 / 229

铁路信号 / 229
铁路通信 / 231
世界屋脊上的“天路” / 231
六、港口与航道 / 233
港口水域 / 233
港口陆域 / 235
港口水工建筑物 / 238
内河航道 / 238
航标 / 240
船舶导航与定位 / 240

第四章 交通安全管理

一、道路交通安全 / 242
全球性问题——道路交通事故 / 242
造成道路交通事故的原因 / 244
道路交通安全设施 / 246
交通异常事件检测 / 248
城市交通安全措施——公交优先 / 249
智能交通对交通弱者的援助 / 250
智能交通对运行车辆的安全控制 / 250
紧急救援系统 / 252
道路交通安全常识 / 252
二、水上交通安全 / 254
水上交通事故特点 / 254
水上交通事故原因 / 255
安全航行靠“舵手”——引航 / 256
港口安全管理 / 257
船舶安全检验 / 258
船舶和港口设施安全体制 / 259
海难的有效预防措施 / 260
全球海上遇险与安全系统 / 261
三、铁路交通安全 / 262
铁路交通事故 / 262
铁路交通安全常识 / 263
危险货物安全运输 / 264
四、管道运输安全管理 / 266
重视管道运输的安全管理 / 266

提高管道运输的安全性 / 267

国外管道安全运营管理经验 / 267

第五章 物 流

一、 物流的基本理论 / 269

什么是物流 / 269

物流概念的产生 / 270

物流的七大功能 / 271

何谓物流系统 / 273

物流管理的“顶尖石”——物流战略 / 275

第三方物流与第四方物流 / 276

物流企业与企业物流 / 277

JIT 物流与零库存 / 279

备受瞩目的供应链物流 / 280

物流活动在经济发展中扮演的角色 / 281

现代物流的明天 / 282

“黑暗大陆”说 / 284

“物流冰山”说 / 284

“第三利润源泉”说 / 285

“效益背反”说 / 285

二、 形形色色的物流 / 286

宏观物流与微观物流 / 286

社会物流与行业物流 / 287

国内物流与国际物流 / 288

供应物流 / 289

生产物流 / 290

销售物流 / 291

回收物流与废弃物物流 / 292

三、 物流信息技术 / 292

何谓物流信息 / 292

电子数据交换 / 294

全球卫星定位技术 / 295

条码技术 / 296

射频技术 / 298

电子订货系统 / 299

销售时点系统 / 300

参考文献



第一章

交通运输方式

一、交通运输体系

交通运输体系的构成

交通运输体系,是各种运输方式在社会化的运输范围内和统一的运输过程中,按其技术、经济特点,组成分工协作、有机结合、连接贯通、布局合理的交通运输综合体。

改革开放以来,我国交通运输业出现了前所未有的发展势头,已成为国民经济的基础产业。随着市场经济体制的建立,交通运输要在不断提高经济效益、社会效益的前提下,在我国逐步建立和完善铁路、公路、水路、航空和管道几种运输方式协调发展、优势互补的交通运输体系,以适应国民经济发展、改革开放和国防建设对交通运输的需要。众所周知,现代运输业是由铁路、公路、水路、航空和管道5种主要运输方式组成的,每一种运输方式都有其特定的运输线路和运输工具,形成了各自的技术运营特点、经济性能和合理使用范围。铁路运输能力大、费用低、连续性强,可以全天候运行;公路运输机动灵活、通用性强、时效性好,能实现“门到门”运输;随着我国市场经济的发展,公路运输越来越显示出其重要作用;水路运输能力大、投资少、费用低、占地少,特别是沿海和长江,既是国内运输干线,又是国际运输重要口岸,在对外贸易、吸引外资和技术引进等方面具有明显优势;航空运输速度快、舒适性好,



是大城市间及边远地区长途客运的重要力量,在对外开放的今天,航空运输作用更为显著,管道运输能力大、占地少、成本低,是石油和天然气运输的最佳方式。

交通运输体系虽然是一个新概念,但在经济生产活动中已经存在。如山西煤炭运到华东,可先经公路由汽车集运到火车站,后经铁路干线运到沿海港口或长江港口,再换装到船上,由水运到达上海港,之后再经铁路、公路或内河疏运到各用煤单位。要完成这样的全程运输,不仅要有协调发展和连接贯通的各种运输线路、运输工具及其相应环节的结合部设施(装卸或换装、换乘点),而且要对各种运输方式组织起联合运输,并进行综合运输管理,才能完善煤炭运输全过程。从这里可以看出,交通运输体系大致由3个系统组成:一是具有一定技术装备的综合运输网及其结合部系统,这是交通运输体系的物质基础,系统的布局要合理协调,运输环节要相互衔接,技术装备要成龙配套,运输网络要四通八达;二是具有综合的交通运输生产系统,即各种运输方式的联合运输系统,这个系统要实现运输高效率、经济高效益、服务高质量,充分体现各种运输方式综合利用的优越性;三是具有综合的运输组织、管理和协调系统,这个系统要有利于宏观管理、统筹规划和组织协作。这3个方面构成了交通运输体系生产能力的主要因素。要发展和完善综合交通运输体系,也主要在这3个方面下功夫。

各种运输方式的组织管理

(1) 铁路运输的组织管理 我国铁路主要有国家铁路、地方铁路、专用铁路和铁路专用线4类。铁道部对国家铁路的营运实行统一集中领导,在营运方面的主要职责是:制定全国铁路运输发展战略、规划、方针、政策;制定全国性的规章、制度和标准;负责全路主要运输设备的配备、运用、修理以及更改计划和物资统配;编制全路运输计划、技术计划和列车运行图,统一指挥全路日常运输调度工作,完成国家客货运输任务;拟定铁路运价方案,组织全路运输收入统一清算和经济承包;管理铁路国际联运和对外技术合作交流;确定铁路局、铁路分局、主要站段的设置。

(2) 水运组织管理系统 水运是水路运输或水上运输的简称。



按照其运输路径及运输距离来分,水运分为内河运输、沿海运输和远洋运输三类。各类运输都必须依靠港口来实现旅客的上下船和货物的装卸。水运的组织管理包括水运系统的管理和港口系统的管理。内河水运由交通部和水系所在地方共同管理。远洋运输一般均由国家直接管理,目前由中国远洋运输总公司承办这方面的业务。在沿海运输方面,也有中央直属和地方经营两种航运企业。

(3) 港口的组织管理系统 港口行政管理机关的主要职责是:根据国家制定的方针、政策和港口法规,编制本港的港口章程;对本港区内作业和航行的外轮及本国船舶,根据国际章程和本港章程,实行技术监督和行政监督与管理,实行船舶引领主权,办理船员的技术培训、船舶检验、丈量、登记和签证,制定本港的总体发展规划、港口建设与发展规划,组织指挥本港区内的救援、打捞、防台风、防汛、维护和疏浚港区航道,检测港区环境保护,监督管理港区通讯、导航等设施,调查处理港区发生的海事、海损案件,根据上级授权,对本港区的航运企业在经济方面进行监督和必要的干预。

(4) 公路运输的组织管理:公路运输业的管理与组织是指公路运输的生产组织和行政管理。从宏观上讲,由交通部和地方交通主管部门负责制定规划、方针政策,颁布有关的法令规章,管理公路运输事业。从微观上讲,公路运输业务单位围绕运输业务建立必要的管理机构和规章制度,并进行计划、组织、指挥和监控等工作。

(5) 民用航空运输的组织管理:从宏观上讲,由中国民航总局负责制定规划、方针政策,颁布有关的法令规章,管理民用航空运输业。从微观上讲,民航的运输生产服务组织是通过组建航线进行的。航线是指一定方向上沿着规定的地表面飞行,联络两个或几个地点进行定期或不定期运输业务的空中交通线。航线按其内容可分为班期飞行、加班飞行、包机或专机飞行,按区域可分为国内航线和国际航线。

(6) 管道运输的组织管理:我国的油品与天然气管道的建设与管理分为中央和地方企业两个系统,中央所属企业管理油气管道的主要干线及绝大部分。我国的原油长输管道基本上由中国石



油天然气集团公司负责建设和管理。我国成品油管道因为多数为企业之间短距离输油用,因此分散归属各企业管理,基本属于中国石油化工总公司系统所有。

各种运输方式的合理配置与协调发展

各种运输方式按照优势互补、协调发展的原则进行合理配置。在自然地理方面,各种运输方式的合理配置要根据具体地区的自然地理条件,在铁路、公路、海洋、江河运输条件具备的情况下,要进行合理分工,宜水则水,宜陆则陆;在社会经济方面,各种运输方式合理配置及协调发展,必须同这个地区的经济与发展相适应,要充分满足这个地区的客货运输量增长的要求;在空间布局方面,要同地区内工农业生产布局相适应;在运输结构方面,应考虑历史上已经形成的运输结构,如水陆分工、铁公分工以及运输部门、物资部门已经形成的设备能力,如铁路专用线、站场、港口、货主码头等,在分工中应充分利用这些设备,同时要根据今后国民经济的发展,逐步发展或调整运输分工,形成合理的运输结构;在运输技术方面,运输方式间的分工在很多情况下是通过两种或两种以上运输方式的联运,才能实现整个运输过程,如在水陆联运中,既要考虑铁路、公路的运输能力,陆水衔接换装和港口能力,枢纽内部能力和航运能力的配合协调,又要考虑在采用运输新技术后,运输能力和运输效率将有很大提高,这些因素将对运输方式的分工有较大的影响;在经济效益方面,各种运输方式的合理配置要讲究经济效益,根据技术经济论证,应以最少的社会劳动消耗,使国民经济和社会获得最大的经济效益为准绳;在国家运输政策方面,各种运输方式的合理配置必须要在国家制定的运输政策指导下进行,国家的政策是多方面的,如产业政策、技术政策、投资政策、运输政策、运价政策等,这些政策与运输方式的分工和协调发展密切相关。

各种运输方式的协调发展主要实现以下几方面的协调:

(1) 货物流向流量和运输线路的协调:包括国民经济对运输需求的总运量同通道上的总运输能力之间的协调,具体货物的流向流量与运输方式、运输路径的协调。



(2) 地区间各种运输方式的协调 :我国幅员辽阔 ,每个地区的自然地理条件不同 ,地区之间和地区内部运输方式的发展和布局也不同。

(3) 各种运输方式设备能力的协调 :各种运输方式有着各自的特点 ,在完成整个运输过程中 ,要求各个环节相互配合和协作。

(4) 各种运输方式组织工作的协调 :不同的运输方式 ,使得运输组织工作也各不相同 ,这对运输分工和选择运输方式很有影响。

(5) 运价和运输费用的协调 :运价和运输费用对货主和旅客来说 ,在选择运输方式时具有很重要的地位 ,当各种运输方式的运输能力都能满足需求时 ,货主和旅客将从运输速度、安全、方便、及时以及运价等方面选择所需要的运输方式。

交通运输体系的发展趋势

随着水路、铁路、公路、航空和管道各种运输方式的不断发展和逐步完善 ,已基本形成综合性的交通运输系统。人们开始注意到各种运输方式的优势与不足 ,注意到综合运输系统中各种运输方式之间的合理分工与协调发展 ,注意到各种运输方式内部各组成要素之间的匹配与优化。各国政府通过制定和修改交通运输发展政策来引导各运输方式在市场中的定位 ,提高综合运输能力。交通运输发展的焦点开始转向一体化运输和可持续发展。交通运输体系是一个庞大的系统工程 ,要在我国逐步建成综合的交通运输体系 ,并使之不断完善和提高 ,必须从我国国情出发 ,处理好国民经济大系统与交通运输系统的关系 ,交通运输总系统与各种运输方式子系统的关系 ,各种运输方式内部各个环节之间的关系等等。

我国交通运输体系的主要发展趋势是 :

(1) 搞好各种运输方式的综合发展和协作 ,在全国范围内建设综合运输网 ,因地制宜地发展相应的运输方式 ,发挥城市交通在综合交通运输网中的枢纽作用 ,大力发展各种运输方式的联合运输。

(2) 铁路仍将是中、长距离客、货运输的主力。要发挥铁路在中、长距离大宗货物运输和旅客运输中的优势 ,对短途客货运输及



成品油运输,应逐步由其他运输方式分担。加快高速铁路的建设,全面提高列车运行速度尤其是货运速度是我国铁路运输业未来的发展方向;提高列车载重量,发展重载运输;大力发展集装箱运输,加速发展货物直达快捷运输;在未来相当长的一段时间内,我国铁路建设仍然要以新建线路为主,因为我国装备现代化水平还比较低,电气化仍有较大发展空间,所以我国不仅需要新线建设,更需要高技术含量的新线建设,以适应社会主义现代化总体建设的基本需要。为此,铁道部计划在今后的几年建设中,要努力提高铁路建设的现代化水平。

(3) 充分发挥公路运输机动灵活、送达快、覆盖面广、门到门运输的优势,发挥公路运输在短途客、货运输中的主力作用。随着公路状况的改善,汽车技术的进步,以及重型货车、集装箱运输车、高档客车等的增加,公路运输将逐步成为高档工农业产品运输以及中距离客运的重要力量。要加速公路尤其是干线公路的技术改造,使公路建设有一个较大的发展。截至2004年底,我国高速公路通车里程已超过3.4万千米,仅次于美国,居世界第二。而根据交通部最新公布的《国家高速公路网规划》,从2005年起到2030年,国家将斥资2万亿元,新建5.1万千米高速公路,使我国高速公路里程达到8.5万千米。

(4) 沿海和内河运输是大宗和散装货物运输的主要方式之一。要加强内河航道建设以及沿海和内河港口的改造、建设,发展沿海和长江等主要内河运输,实现干支道直达运输和江海联运。

(5) 航空运输建设周期短、效益高、速度快。大中城市间长距离客运应优先发展航空运输。对于发展边远地区、高档外贸和急需物资的运输,航空运输也有其特别的优势。

(6) 除发展原油和天然气管道运输外,在成品油集中的流向上,要建设成品油管道,积极慎重地发展输煤管道。

二、公路运输

公路运输的历史沿革

公路运输是现代运输的主要方式之一。公路运输由公路、汽



车、站场三部分组成。我国周秦时期就已有了可通行、马车的道路,秦代统一后创设了“驿站”,又名驰道,以供传递政令之用,一直相沿至清代末期。1901年,我国建成第一条公路(广西友谊关—龙州)。欧洲的道路建设始于罗马帝国,罗马人所建道路已具有现代公路的特征。随着汽车的发明使用,道路建设也随之改进,专供汽车行驶的道路也被改称为公路。现代公路已开始进入立体化高速公路时代。

现代公路按其管理范围分为国家级公路、省级公路、县级公路、乡级公路和专用公路等。公路运输工具从马车发展到“没有马的车”——汽车,经历了一段漫长的道路,直到1874年英国人史屈特发明了内燃机以后,德国人卡尔·奔驰于1879年初用内燃机做动力研制汽车,1885年终于研制成了颇具现代汽车雏形的汽车。但是真正把汽车推向商品化生产,并逐步服务于人类社会的是美国的亨利·福特。福特公司是采用汽车生产装配线的第一家公司,达到每分钟即可装配一辆汽车的记录。我国的第一辆汽车于1902年在上海进口,之后于1917年成立了第一家运输公司,即张库汽车公司,经营张家口至乌兰巴托(库伦)的运输业务。

纵观公路运输发展的历史,大体可以分为以下3个阶段:

第一阶段,是从1885年世界上出现了第一辆以汽油为动力的汽车以来的低速发展阶段,其主要标志是:①公路运输仅作为其他运输方式的辅助手段,其特征是客货运距短,运量比重小。②公路运输的基础设施和技术装备还不成熟,例如公路技术等级低,公路网没有完全形成,汽车数量少,技术经济指标低。

第二阶段,从20世纪30年代起进入了高速的发展阶段,这一阶段的主要标志是:①公路运输成为一种独立的运输方式,在公路运输占优势的领域内(客运、小批量、价值高和高时效货物)具有强大的竞争能力。就客运量和旅客周转量而言,世界经济发达国家的公路客运无一例外地居各种运输方式之首,占总量的40%~90%。其中,公路旅客周转量在运输结构中的比重超过铁路,这可视作为一个关键性的衡量指标。②运距不断上升,技术经济指标不断改善和提高。例如,客货平均运距延长,时速上升,成本与其



他运输方式的差距缩小,客运舒适度明显提高等。

第三阶段,是公路运输发展的新时期。一些工业发达国家的公路建设达到了一个新水平,实现了公路运输的现代化,其主要特征是:①以高速公路、高标准的国家干线路网作为骨架,建立了一个较为完善的国家公路网。②汽车工业也已形成了一个比较完整的体系,生产能力和技术水平大为提高。一些工业发达国家的汽车保有量大幅度增加,据统计,2005年世界汽车保有量已达8亿辆。③积极采用和发展先进的运输组织及管理技术。例如在货运方面,提高了车辆载重量,发展了拖挂运输及专用车运输,发展了集装箱运输等;在客运方面,采用了现代化的交通管理技术,如公共汽车自动跟踪技术、无线电通信和智能导航技术等。④路网长度虽然增长缓慢,但路面质量持续不断提高。公路运输与其他运输方式的比例关系逐渐趋于稳定。⑤重视公路网建设中的能源、环保和安全等问题,规章制度已逐步健全,形成了功能完备的综合管理体系。

公路运输的特点

与其他运输方式相比,公路运输具有以下特点:

(1) 机动灵活,运输方便:现代化的公路运输是由汽车沿城间公路和城市道路运行来实现的。由于我国公路网的密度比铁路网、水路网大十几倍,分布面也更广,全国几乎所有的县城和90%以上的农村乡(镇)、村都能通行汽车,而且城市市区道路网密度更大,因而运输方便。公路运输在运输时间方面的机动性也比较大,车辆可以随时调度、装卸载和起运,各运输环节之间的衔接时间较短。公路运输还对客、货批量的大小具有很强的适应性。由于汽车的载重吨位有大有小,既可以单个车辆独立运输,也可以由若干车辆组成车队同时运输,因而无论客、货批量大小,均可及时组织起运。公路运输特别适合于较小批量的货物或人员的紧急运输工作,这一点对救灾工作和军事运输具有重要意义。

(2) 可以实现“门到门”的直达运输:公路运输可以把旅客从居住地门口直接运送到目的地门口,也可以把货物从发货人仓库门口直接运送到收货人仓库门口。这是因为汽车体积较小,除了



可沿密度大、分布面广的路网运行之外,还可以离开路网,深入到工厂区内、农村田间、城市街道和居民住宅的门口。这一点,其他运输工具如火车、轮船和飞机等是做不到的。

(3) 中短途运送速度快:运送速度指运送客、货的快慢。由于汽车运输可以实现“门到门”的直达运输,无需中途倒运(车),客、货在途时间短,因而在中短途运输中,其运送速度较快。而其他运输方式一般都需要中途倒运、转乘才能将客、货运达目的地,同时像火车、轮船等运输服务的起运、运行和到达等都有严格的时间限制,有时甚至待运时间较长,因而其中短途运输的运送速度较慢。

根据国外资料统计,如果运距在 200 千米以内,公路货运的实际运送速度比铁路运输快 4~6 倍,比水路运输快 2~3 倍。运送速度快,不仅可以加快资金周转,而且还有利于保持货物的质量不变,这对于运输高档工业品、贵重物品、鲜货及需要紧急运输的人员等特别重要。依托于高速公路建立起来的快速运输系统凸显出这方面的特性。

(4) 原始投资少,资金周转快:公路运输不像铁路运输那样需要铺设铁轨、设置信号设备及其他昂贵的固定设施,而且车辆购置费用也比较低,原始投资回收期短。根据国内外统计,在正常经营情况下,公路运输的投资每年可以周转 1~3 次,而铁路运输的投资需 3~4 年才能周转 1 次。由于公路运输资金周转快,因而运输服务的供给较容易扩大再生产。

(5) 运量较小,运输成本高:目前公路运输车辆最高载重量 200 吨左右,比火车、轮船少得多。2004 年,汽车货运成本平均约为每千米 0.60 元/吨,比全国铁路货运平均成本每千米 0.06 元/吨高 10 倍。

(6) 污染环境:汽车在运行中对环境的污染主要指排气污染与噪声污染。排气污染指汽车发动机排出的废气中有害成分排入空气中达到一定浓度后,将污染大气,对人和生物造成危害。噪声污染主要指汽车运行中发动机的噪声、喇叭噪声和轮胎噪声等。一般汽车噪声可达 60~90 分贝,当其噪声强度超过 70 分贝以上时,将严重危害人的身体健康与正常工作。



公路运输的功能

公路运输在整个交通运输业中处于基础地位,并具有重要的功能。

通常将运输基本功能划分为“通过”和“送达”功能。通过功能是指在干线上完成大批量运输,送达功能又称为“集散”功能,是指为通过性运输承担客、货集散任务的运输。就一般情况而言,客、货运输全过程的完成需要有公路运输方式的参与。在高速公路投入使用以前,公路运输的主要功能是“送达”,也就是主要为其他运输方式承担集散客、货的任务。在5种运输方式中,管道运输所占的比例很小,适应性也较差,目前只能算是一种辅助性的运输方式。航空、水运和铁路运输都只有单一的通过功能,只能依靠公路运输才能送达。在公路等级低的情况下,通过功能较差。随着高速公路的建成使用,公路运输方式的通过功能大大加强。1条6车道的高速公路,每昼夜交通量可达7万~8万车/次,若客、货车各占50%,按货车平均吨位5吨、客车平均座位为30座计算,每年可提供6400万~7300万载货吨位和3.8亿~4.4亿载客座位,其通过能力远远超过一条双线铁路。由此可见,高速公路的建设与发展,使得公路运输方式已具备了“通过”和“送达”功能,成为全能的运输方式,这正是公路运输业发展迅速的根本原因。

以上从运输的基本功能角度分析了公路运输所具备的功能。若基于公路运输的技术和经济特点,公路运输有以下功能:

(1) 主要担负中、短途运输:短途运输通常运距为50千米以内,中途运输指运距为50~200千米。

(2) 补充和衔接其他运输方式的运输:即由其他运输方式(如铁路、水路或空路)担任主要(长途)运输时,由公路运输担负其起终点处的客、货集散运输。

(3) 实现“门到门”运输:这是公路运输独特的优势,也是公路运输能够得以快速发展的重要原因。公路运输机动灵活,快速直达,是最便捷也是惟一具有送达功能的运输方式。

(4) 独立担负长途运输:当公路运输的经济运距超过200千米时,或者其经济运距虽短,但基于国家或地区政治与经济建设等



方面的需要,也常由汽车担负长途运输,如发展中国家组织对边远地区或少数民族地区的长途运输,或因救灾工作的紧急需要而组织的长途运输,以及公路超限货物的“门到门”长途直达运输等。

公路客运

公路旅客运输是以汽车为基本运载工具实现的旅客位移。旅客运输的基本任务就是要最大限度地满足人民群众对于出行乘车的需要,尽可能地为旅客提供物质和文化生活方面的良好服务,确保安全、迅速、经济、便利、舒适地将旅客送往目的地。我国公路汽车旅客运输对于加速国家经济建设,促进物质文化交流,满足人民生活需要等方面,都起着极为重要的作用。汽车客运主要包括长途汽车客运、城市公交客运、出租车客运。

旅客乘坐客运汽车要自觉购买车票。客票类别一般分为5种,即普通车票、直达车票、公共汽车票、儿童票和残废军人票。成人及身高超过1.3米的儿童购买全票。每张全票可免费随带身高1.1米以下的儿童1名(不给座位),超过1名者按超过人数购买儿童票。患病旅客如需躺卧,按实占座位购票。旅客凭有效车票按指定日期、车次检票乘车。凡不能按票面日期、车次乘车者,可在当次班车开车前半小时办理签证改乘。签证后仍然不能乘车者按退票处理。旅客遗失车票应另行购票乘车。如在开车前挂失,经核对属实,且原票未退,又无他人持票上车者,可由车站出具证明乘车。当旅客遗失车票并另行购票后,在下车前又找到了原票,经驾驶员或乘务员签证,其中一张按开车前退票处理。行车途中遗失车票,可在取得足够证明的情况下继续乘车。旅客要求越站乘车的,经同意后,补收从原到达站至新到达站的票价。对持用不符合减价或运价规定的车票乘车,一经查出,除补收票价差额外,加罚票价的30%~50%。车上售出的客票概不办理退票。中途下车的一般也不能退票。但由于特殊原因,经当地车站认可或驾乘人员签字,可以在就近车站退还原票价款,补收已乘区段的票价。客运班车因故停开、延期或改变车型,车站应公告通知。旅客要求退票者,票款全部退还;要求改乘其他班次者,由车站签证,如改变车型,还要退补票价差额。此外,在客运过程中,旅客损坏站、车设



备或损坏他人物品的照价赔偿。以隐瞒手段将危险品夹入行李或带入车内者,一经发现,除没收危险品外,交公安部门处理,造成财产损失、危害人身安全的还要追究法律责任。旅客携带或托运的行李,每张全票(包括残废军人票)免费 10 千克,每张儿童票免费 5 千克。超过免费质量部分按行李包裹运价计收运费。随身携带的行李、物品占用座位时,按占用座位数购票。

公路货运

货物是公路运输的直接对象,是物流中的流体,它与公路运输组织工作有着密切的关系。所有被接受运输的商品、物资等,从接受承运起到运达目的地为止,统称为货物。

货物的种类繁多、性质各异,在其被运送的过程中,操作工艺、作业要求不完全一样。货物的种类与特性不同,对车辆的型号及装卸工作均提出不同要求,如散装货物、灌装的液体货物、长大货物、沉重货物等,需要使用不同的专用车辆和装卸机械来组织运输工作。货物的批量及货物流向、流量、流时等影响着运输工作组织、装卸机械化程度及车辆的载重量。货物的运输区域、运输距离及运达期限对运输工作组织产生影响。市内运输的货物种类繁多,可以根据不同运输对象使车辆专业化,城市间长途运输的特点是具有较严格的定期性,而且运距长,可以组织定线、定点、定时运输,采用大载重量的运输工具等。

充分认识各类货物的特性,对确保货运服务质量,提高运输的安全性、时效性和降低运输成本具有重要的现实意义。同时,与运输的固定设施和移动设备的规划、配置、运用等也有密切的关系。公路货物运输一般将货物按货物装卸要求、运输和保管条件、托运批量、物理属性等因素进行分类。

(1) 按货物的装卸方法分类:可以将货物分为件装货物和散装货物。件装货物是可以件计数的货物,每一件货物都有一定的质量、形状和体积。带运输包装的件装货物。按其包装物的形状可分为桶装、箱装和袋装货物。按其包装物的性质,又可分为硬质包装、软质包装、玻璃瓶装和专门包装等多个种类。集装单元可以视作件装货物的一种特殊形式,如托盘、集装箱以及用特种包装



物固定在普通货板上的货物等。散装货物又可分为堆积货物和灌装货物,堆积货物是指不能计点件数,可以用堆积方法来装卸的货物,即允许散装散卸的货物,如煤炭、砂石、矿石、土等;灌装货物一般指液体货物,如油类、液体燃料、水等,用罐装方法进行装卸搬运的货物。

(2) 按货物的运输和保管条件分类:可以将货物分为普通货物和特种货物,特种货物又分为危险货物、大件(长大笨重)货物、鲜活货物和贵重货物。普通货物是指在运输、配送、保管及装卸搬运过程中,不必采用特殊方式或手段进行特别防护的一般货物。特种货物是指在运输、配送、保管及装卸等过程中必须采取特别措施,才能保证其完好无损和安全的货物。

(3) 按货物的批量分类:可分为零担货物和整车货物。零担货物是指一次托运货物的质量在3吨以下或不满1整车的小批量货物,其主要特点是:货物种类繁多,批量小,货流不稳定,装卸地点经常变动,因此宜采用小载重量运输工具进行运输;整车货物是指一次托运货物的质量在3吨(含3吨)以上,或虽不足3吨,但其性质、体积、形状需要一辆3吨位以上的汽车运输的货物;其特点是:货流较稳定,装卸地点变动较少,因此宜采用大吨位车辆运输,并使用高生产率的装卸机械。

集装箱运输

集装箱是从英文“Container”一词翻译过来的一个专用术语。现在所说的集装箱,是指海、陆、空不同运输方式进行联运时用以盛放货物的一种容器。从一般意义上讲,集装箱可以理解为是一种特殊的容器,它具有一定的规格和强度,专供反复周转使用的货箱。它不同于一般的桶、箱以及箱式货车的货箱。作为集装箱,必须同时满足下列条件:具有足够的强度,可长期反复使用;适于一种或多种运输方式运送,途中转运时,箱内货物无需换装;具有快速装卸和搬运的装置,特别便于从一种运输方式转移到另一种运输方式;便于货物装满和卸空;具有1立方米及1立方米以上的容积。

集装箱运输是以集装箱为单元进行货物运输的一种先进的货



运方式。它是在传统的件杂货运输方式的基础上产生和发展起来的,是为了克服传统的件杂货运输方式的固有缺陷而提出的一个全新的运输概念。传统的件杂货运输系统无法实现装卸搬运的机械化,作业效率低,劳动强度大,货损货差多,货运质量难以得到保证。而集装箱运输有很多优点:一是提高了装卸效率,加速了车船周转,因为在更换运输工具时无需将集装箱内的货物倒装,只需将集装箱从一种运输工具挪到另一种运输工具上;二是保证了货运质量,减少了货损货差,这是因为集装箱有足够的强度和刚度,是货物良好的外部包装,它本身直接起着保护货物的作用,再加上用集装箱运输货物可以不动箱内货物便达到装卸换装的目的,减少了人为和自然因素的损伤,基本上可以杜绝货差现象,并将货损现象控制在最低限度内;三是简化了货物包装,节约运输费用。

随着集装箱运输的发展,集装箱运输的货运量迅速增长,但并不是所有的货物都适合采用集装箱运输。有些货物虽然从技术角度看是能够用集装箱运输的,但从经济角度看就不一定合适,如从货物适合装箱程度来分,有最适合的、比较适合的、介于适合与不适合之间的和完全不适合装集装箱的4种类型。最适合装箱的货物一般是价值大、易损坏、易盗窃的商品,并且其尺寸、容积与质量等方面适合于装载集装箱,如光学仪器、家电、医疗用品等;适合装箱的货物一般是价值较大、较易损坏和较易被盗窃的商品,如电线、电缆、金属制品等货物;边缘装箱的货物是从技术上看可以装箱,但从经济角度考虑是不合理的,如生铁、原木等;不适合装箱的货物是指那些从技术上看装箱困难的货物,如桥梁、大型卡车、原油、谷物等货物。

特种货物运输

在汽车运输的货物中,有一部分货物具有危险、长大、笨重、易腐、贵重等特点,它们对于装卸、运送和保管等作业有特殊要求,这类货物统称为特种货物。特种货物在运输等作业过程中,必须采取特别措施和特殊工艺,所以承运方必须具备相应的特殊设施、设备、工具、工艺方法,以确保货物的安全。

特种货物一般可分为三大类,即危险货物、大件货物和鲜活货物。



(1) 危险货物 :凡具有燃烧、爆炸、腐蚀、毒害、放射射线等性质 ,在运输过程中能够引起人身伤亡或人民财产受到毁损的货物 ,均称为危险货物。危险货物的危险性主要取决于它们自身的理化性质 ,但在一定外界条件的影响下 ,如摩擦、撞击、振动、接触火源、日光暴晒、遇水受潮、温度变化或与其他性质抵触的物质相接触 ,往往会酿成爆炸、燃烧、毒害等严重事故。因此 ,掌握各类危险货物性质及其变化规律 ,认真做好危险货物的包装、配载、装卸、保管、运送、鉴定、防护等工作 ,对于危险货物的运输安全和完好十分重要。

发货人托运危险货物时 ,除了对少数性质比较稳定 ,在规定的包装方法、包装质量、浓度、含水量等条件下 ,能保证运输安全的危险货物可按普通货物规定办理运输之外 ,必须严格按照《汽车危险货物运输规则》的规定 ,正确填写托运单 ,并提交有关证明。

(2) 大件货物 :汽车运输货物中 ,有些货物具有长、大或重的特点 ,这些货物称为笨重货物 ,简称大件。大件货物在汽车货运总量中所占比重不大 ,但由于这类货物在体积、质量上往往超过普通车辆允许的载质量或容积 ,甚至超过公路、桥涵的净空界及通过能力 ,所以汽车运输大件时的安全、质量、效率问题尤为突出 ,若托运的笨重货物又属超限货物时 ,则此项运送办法按照超限货物的有关规定办理。

(3) 鲜活货物 :这类货物是指在运输过程中需要采取相应的保鲜措施 ,并且必须在规定期限内运抵目的地。鲜活货物一般具有季节性较强 ,运输责任较大 ,运送时间比较紧迫等特点。

良好的运输组织工作对保证鲜活货物的质量十分重要。汽车运输部门应摸索和掌握鲜活货物的运送规律 ,提前做好各方面的准备工作 ,事先做好货源摸底和核实工作 ,妥善安排好运力 ,保证及时运输。

承运鲜活货物时 ,应由车站货运员对托运货物的质量、状态进行认真检查 ,要求货物质量新鲜 ,包装合乎要求 ,热状态符合规定。对已有腐烂变质现象的货物 ,托运前应加以适当的处理 ,对不符合规定质量的鲜活易腐货物不予承运。



托运鲜活易腐货物时,发货人应向车站提出最长的运到期限,并在托运单上注明;承运人应根据发货人的要求,及时安排适宜车辆予以装运。

快速货运

随着经济的快速发展和企业间竞争的加剧,对时间的要求越来越苛刻,公路快速货运应运而生。公路快速货运系统是以高时效的货物为服务对象,以高等级公路为基础,依托多层次、网络化的货运站场体系集散货源,使用技术先进、结构合理的车辆载运货物,利用高效的通信信息技术作为管理手段,通过科学有效的运输组织,实现货物和信息安全、准确、快速的公路货运系统。

快速货运也是公路运输的“品种”之一,因此,它首先应符合货物运输的品质要求,即安全、方便、经济、及时、周到等。在这一前提下,能够体现公路快速货运特征的品质参数则是“快速”。有的专家提出,“快速”的标准是在网络覆盖范围内,保证货物从发货人到收货人运距在 500 千米以内的运送时间不超过 24 小时,运距每增加 600 千米,运达时间增加 24 小时。

公路快速货运系统涉及到 7 个基本要素,即快运货物、道路设施、站场设施、货物装卸分拣设备及组织、运输装备、通信信息和运输组织。快运货物是指系统的服务对象主要为小批量、多品种、附加值高、高时效等时间价值高、对时间敏感的货物,诸如部分零担货物、集装箱货物、时令商品(食品、时装、印刷品等)、鲜活易腐品、高价值贵重物品以及用户要求快运的小件物品等。道路设施作为公路快速货物运输的基础条件,应有较大的通行能力和较高的服务水平,具有足够覆盖程度和通达深度的较为完善的公路网络。构成公路快速货运系统实体内容的 5 个子系统是站场设施、货物装卸分拣设备及组织、运输装备、通信信息和运输组织。站场设施子系统作为网络系统的节点,以货运枢纽站场为中心,结合不同层次的货运站场与货物集散地,构成多层次、网络化的站场结构系统。快速货运通常要对不同流向、不同货种的货物进行分拣中转拼装。需要有专门的分拣及装卸设备,并有专门的作业及管理组



织。由此构成了快速货运系统中必不可少的子系统。运输装备子系统为快速货物运输的载体,通过技术先进、结构合理的车辆,满足区域内取送货服务和区域间干线公路快速运输的要求。通信信息子系统作为快运系统的神经中枢,以公用通信网和专用通信网为基础,以各类常规电信和电子数据交换(EDI)等专用数据交换为手段,以专业化的计算机应用系统为核心,形成高效、及时、准确的通信信息网络,满足货物组织和管理的需要。运输组织子系统作为运输服务和运输生产的主体,主要以货运站场为依托,以现代化的通信信息为手段,通过提供货物集散、中转和中介代理、运输组织、辅助服务等全方位的服务,高效、优质地实现公路快速运输的全过程。

与公路客运相比,公路货运涉及面更广,运送对象千差万别,运送时间及其他相关条件要求各异,运送与组织难度大。快速货运更是如此。正因为如此,我国公路快速货运的发展远不及快速客运那么快。对于整个公路交通行业而言,如何充分利用公路建设所创造的条件,加速公路货运业的发展,使之更好地为国民经济及社会服务,是当前正在认真探索研究的问题。

货物联运

货物从生产起运地到最终目的地的完整的运输过程(以下简称货物的全程运输)一般不是仅用一种运输方式就能够完成的,多数情况下需要使用两种或两种以上的运输工具,通过分段接力形式来完成。在货物联运的组织形式产生前,一般由货主及其代理人组织完成全程运输。这种传统的运输组织形式,不仅给货主带来许多麻烦,需要付出足够多的人力、时间和费用,而且可能由于货主对综合运网情况、承运人营运线路、班次安排及全程运输中涉及的各环节情况、各种手续不够熟悉而造成运输时间过长和运输费用增大,甚至造成不合理的运输。

针对这种传统的全程运输组织形式存在的问题,产生了一种新的货物全程运输组织形式——联合运输,即由一个机构或一个运输经营人对货物运输全程负责,完成和组织完成包括从起运地接受货主的货物开始至运输的最终目的地交货为止的期间内所涉



及的全部运输、衔接和运输服务业务。而货主只要与这个机构或经营人订立一份全程运输合同,一次交付费用,办理一次保险,就可以实现货物的全程运输。以这种形式组织运输的机构可在政府机构调解下,由所涉及到的各运输企业、车站、港口组成,也可根据共同目的和竞争需要,由一些运输企业、车站或港口协议产生。经营联合运输业务的运输企业,一般称为联运经营人。

联合运输是综合运输思想在运输组织领域的体现,是综合性的运输组织工作。这种综合组织是指在一个完整的货物运输过程中,不同运输企业、不同运输区段、不同运输方式和不同运输环节之间衔接和协调组织。联合运输不是一种新的运输方式,而是一种新的运输组织形式,是在货物多次中转连续运输的全程运输过程中,在不同运输区段、不同运输方式的结合部(中转、换装地点)发挥纽带、贯通和衔接作用。联合运输的运输组织工作除上述衔接性工作外,还包括把原来由货主自己(或委托代理人)订立的运输合同、办理货物交接和所需要的手续及各种运输服务事宜,改变为由联运企业或联运管理机构统一组织办理。在联合运输组织业务中,联是核心,衔接与协作是关键。

联合运输组织工作过程,实际上是各种运输方式合理运用和分工的过程。在选择全程运输的运输线路和选择各区段的运输方式过程中,不仅要考虑每一种运输方式的特点及技术经济特性,更应充分考虑各种运输方式之间优势互补和由不同运输方式组成的运输路线的整体功能,只有综合利用各种运输方式的技术经济优势,扬长避短,相互补充和协调组织,才能把不同运输方式的不同企业有机地结合成一个整体,以提供优质、方便、高效的运输服务和完成全程运输任务。

联合运输的产生是运输组织业务的一场革命。它打破了传统的不同运输方式和不同运输企业独立经营、独立组织运输的局面,把不同运输方式的运输线路、运输枢纽和各种运输企业、运输服务企业联成了一个不可分割的整体。



三、铁路运输

铁路运输的特点

铁路运输是现代运输业的主要运输方式之一,始于19世纪上半叶,于本世纪初成为主要的运输方式。内燃机驱动的汽车的出现,开始打破铁路的垄断。自从第二次世界大战结束以来,铁路在运输市场中的作用持续下降,然而,由于铁路运输具有汽车、飞机等运输方式所不具备的诸多优点,如能源供应多样化、较低环境污染、安全、占地面积较少、噪声污染少等特点,振兴铁路运输已成为世界各国的共识。有人称21世纪为铁路运输的新时代。在我国这样一个幅员辽阔、人口众多的大国,铁路运输仍然是综合交通运输网络中的骨干和中坚。

长期以来,我国铁路运输企业一直处于运输市场的主导地位,主宰着我国的陆上运输,是国民经济发展的基础行业,被称为国民经济的大动脉。我国铁路现有营业里程达6.8万千米,车站5700多个,旅客列车1000多对,年运送旅客10亿人次,运送各种货物16亿吨。铁路在国民经济的发展中确实起到了不可替代的作用,具有一定的公益性、社会性和经济效益。作为国民经济的大动脉,铁路运输与其他运输方式相比,具有运量大、速度快、适合中远距离运输等优势。尤其是采用电力机车牵引以后,铁路运输可节省能源,大大降低运输过程中对环境的污染,而且价格便宜,经济效益显著。如在日本的货物运输中,海上运输和铁路运输的货运量占日本全国货运量的44%和5%,而能源消耗分别只占9%和1%,铁路旅客运输担负了全国30%的客运量,而能耗所占比重不足8%。同时,日本运输部门的二氧化碳排放量占全国二氧化碳排放量的19%,铁路与卡车相比,二氧化碳的排放量是1:8。从节能、省地、劳动生产率及保护环境方面来看,铁路运输无疑是最好的运输方式。因此,许多国家重新把目光移向铁路运输。如美国,拥挤的高速公路、漫天烟雾的城市及巨量耗油已经引起美国政府的高度重视。1990年,美国国会通过了划时代的法令——《净化空气



法令修正草案》,严肃地指出了一些城市不符合国家空气净化标准。该草案还指出,增大铁路运输是改善城市空气质量的关键措施。因此,铁路运输在美国又得到了进一步的复兴,并正在逐步走向繁荣。



行驶中的城市轻轨

铁路运输的现代化

(1) 列车车上服务的现代化:客运服务的安全、正点、舒适、方便、快捷始终是世界铁路所追求的目标。列车服务是客运服务的一个重要组成部分,列车服务的高标准、高舒适度将是未来列车服务发展的必然要求。21 世纪的铁路列车除了在性能、可靠性、保养维修性、舒适性、轻量化等方面具有较高要求之外,还强烈要求实现智能化。在列车车上服务系统中,将包括视像化导游系统、列车信息发布系统、移动图像通信系统及旅客车上娱乐系统等,这些服务设施将以多媒体的方式为旅客提供优质服务。旅客可以根据座位上监视器的画面来选择服务,如检索列车时刻、预订火车票、飞机票、旅馆、观看电视节目、录像节目或电子游戏等。车上还装有传真或可视电话等通信设施,旅客还可以随时与家人通话、与他人进行商务谈判和安排日常工作等等。这种高质量的列车服务系统将彻底改变当前枯燥无味、疲惫不堪的长途旅行的面貌,以清新、舒适、充满情趣的愉快旅行服务展现在每一位旅客面前。

(2) 客运站客运管理服务的现代化:一座崭新的客运站,不仅要求设计构思新颖、造型美观,满足现代化多功能的要求,而且需



要具备一套完整的现代化的客运管理服务系统,其中包括旅客服务、行李、售票管理和信息服务等设施。因为它代表着铁路部门的形象,应为旅客提供更加便捷的全方位服务。



夜色下的北京火车站

① 设立客运闭路电视监视系统:该系统在总值班室和广播室内装有控制台、电视屏、录像机、计算机。在站台、候车室、大厅等处装有摄像机。摄像机群用计算机控制,按程序指令自动控制摄像机的镜头方向,可将拍下的镜头显示在电视屏上。这样便于值班人员、客运作业人员及时观察列车到发情况和全站客运动态,遇到问题可以采取必要的措施及时指挥客运作业。

② 建立客运自动售检票系统:目前国外在自动售检票技术方面已十分先进且相当普及。日本早在1960年就开始在车站售票厅和进站口设置几台或几十台自动售票机,供短途旅客使用。电子预约坐席系统的终端和计算机控制的窗口售票机,为长途旅客预订和购买车票提供了方便。目前,自动售票机已从原来只能出售单一运价的车票,发展到能出售100千米以内的全票、半票、单程或往返票、加快票等多种票价的车票,可以使用硬币、纸币、信用卡。不少国家使用定期票印刷机,专为通勤、通学旅客服务,这种定期票具有通过自动检票机2000次而不损坏的特点。为了和普通短途票和定期票相配套,许多国家还在地铁和市郊运输中采用了自动检票机。为消除硬板票的使用弊病,德国早在1907年就首次使用了窗口直接印刷的窗口售票机,经过几十年的努力,1990年



已开通使用通过一个窗口便可完成问询、预约售票任务的售票机,并通过数据库对售票处、自动售票机和客票代售处进行统一管理。

我国已开始在上海、北京及广深线应用电子售票机。上海铁路局陆续推出过 3 种类型的售票机,并均在现场得到使用。1979 年在国内率先推出了用于发售上海局管内短途客票的 DSP-1 型电子售票机,1984 年推出了可以发售全国到站的多窗口 DSP-2 型电子售票系统,它为客运站的计算机售票集中管理系统技术的开发工作奠定了良好基础。1991 年 3 月,铁道部验收的现行电子售票系统是经过近两年攻关研制的“七企”国家重点科技攻关项目。

相信在 21 世纪,电子自动售票机将会在我国各主要客运站得到广泛的应用,从而为旅客购票、乘车提供更大的方便。

③ 客票预售自动化系统:随着电子计算机的普及应用和信息社会的到来,社会各行各业特别是铁路运输受到了前所未有的挑战和冲击。为方便旅客购票,提高售票效率,实现铁路运营工作管理的现代化,一种崭新的客票管理和发售模式——铁路客票预售系统应运而生。

电子售票是中国铁路售票方式和客运管理体制的一项改革。目前,在北京、上海、广州、深圳已试行发售软票,21 世纪将推向全国。这种售票方式大大提高了售票的速度和效率,用计算机进行财务核算和结账,保证了统计工作的正确性和可靠性,大大减轻了售票员的劳动强度,提高了对旅客的服务质量,具有显著的社会、经济效益。届时,我国购票难、乘车更难的局面将会得到彻底改观,人们将能享受到同欧、美、日本等发达国家一样的简捷、方便的购票服务。

④ 客运自动引导显示系统:为了方便旅客购票、托取行李、进站候车、检票上车等,客运自动引导显示系统不仅设有各种醒目的显示标志,还建立有电子导向装置。在中央大厅、各候车室、检票口和站台等处安装显示屏,由计算机集中控制,可以自动将候车、检票、停检、列车到发时刻、列车停靠站台等站务信息发布给各控制机、显示屏,为旅客提供从候车到上车、出站等一条龙引导服务,方便客运人员进行管理。



如在日本的东京站,站内没有服务员,一切全靠信息牌指示,并利用建筑物色彩导向,旅客的车票与本地通往各发车站的通路以及所乘列车的颜色均一致,可避免旅客乘错车。目前这一系统的服务功能不断扩大,已发展到包括列车信息、终点站引导、换乘指南引导、自动广播、空闲坐席指示、航班引导、留言信息、装备信息、新闻和旅行知识、商业信息等,为旅客提供文、声、图并茂的服务。

(3) 货运站的现代化:

① 建立货运中心站:选择物资集散中心的车站作为铁路货物运输中心,中心站的到发线和牵出线有效长能容纳下整列列车。作为快运列车发到的大货运站,其装卸线和存车线有效长也应与整列车的长度相适应。同时,配备完善的货运设备和装卸设备,采用先进的现代化管理手段。如美、英、日、法等国家修建的货运中心站采用全套机械化作业和自动化管理系统。其中,日本修建的名古屋货运中心站,占地40万平方米,设计为双层货场,上层是集装箱作业场,下层是3万平方米的仓库,集出租、储存、装卸和保管于一体。

② 实现货物运输集中化:货物运输集中化是世界各国铁路发展的共同趋势,是适应市场经济高度发展而采取的有效组织方式,也是集装化和大宗货物运输重载化的基础。

各国铁路实行货运集中化的共同做法是:对路网上点(货运站、编组站)或部分线路(运量小的线路)的布局进行调整,停办或部分停办运量小的车站的货运业务,将货运业务集中在大站办理,以利于组织直达列车,加速货物的运送。美国在20世纪70年代中期已封闭货运站8000多个,并封闭许多运量在年均9000吨以下的专用线。法国铁路到1980年已将4349个客货运共用站减少到2930个,减少的车站数量占原有车站数量的35.6%。原联邦德国在1950~1970年间将6000多个零担办理站减至400多个,整车办理站封闭了日均运量小于2车的3600多个车站,约占原车站数量的50%。为了建立集中货运体系,20世纪70年代以后,原联邦德国开始建立基点站系统,在这些车站实现了设备更新,并以



它们为中心办理货运业务。其他西欧国家从 20 世纪 50 年代起也都进行了货运集中化改革。从世界各国铁路集中化的成功经验可以看出,集中化并不仅仅是停办一些小站的货运业务,它还需要一系列配套措施,如设立货运中心站和运输公司,加强货运设备,提高服务质量等。只有这样才能达到集中化的目的。

实行铁路货物运输集中化有利于提高铁路运输能力,改善运输组织和技术设备的运用,提高运输安全水平和运输工作质量,是实现运输设备和运营管理现代化的重要条件,也是更好地发挥铁路社会效益和经济效益的重要途径。

(4) 铁路智能运输:与传统的铁路运输系统相比,铁路智能运输具有以下 4 个显著特点:

① 智能性:在铁路智能运输系统中,通过采用先进的智能技术、通信技术、信息处理技术等,列车、线路、控制中心都具有一定的智能,即具有判断、推理及学习能力。列车通过车载计算机的控制,可以在无人干预或较少人工干预的前提下,实现自动启动、运行及停车,并能自动判别及遵守来自固定设施、邻近车辆的约束。线路可在路旁设备的控制下识别经过车辆的特征,根据其特征向列车及控制中心发送相应信息或进行相应处理。还可对列车车流进行调整,增加运输密度,提高线路通过能力。控制中心可对固定设施和移动设施的状态进行实时监控,基于知识库提供维修、故障预防和处理的智能决策支持,同时自动完成调度、营运管理及信息服务的功能。

② 高效率、高安全、高品质服务特性:在铁路智能运输系统中,首先通过实施智能化营运管理、智能化行车控制与调度、智能化铁路资源管理等,实现铁路运输的高效性;其次通过智能化紧急救援与行车安全监控等的建设,实现铁路运输的高安全性;最后通过智能用户导航、综合运输、电子商务等的建设,为用户提供高品质的服务。

③ 综合性:在传统的铁路运输系统中,各个业务系统之间彼此孤立,缺乏横向联系。而铁路智能运输系统更强调系统的综合化、集成化,基于先进的无线通信等技术,列车、线路、控制中心、用



户之间可以随时交换信息,从而使各业务系统之间的横向联系得到加强。例如,采用先进的智能技术、计算机技术等建立综合调度中心,实现运营管理、行车指挥的综合化等。

④ 协调性:在铁路智能运输系统中,人、车辆、线路之间的信息交互是充分的,人可以随时得到车辆的基本信息、运营情况、线路的基本情况,车辆可以得到客流的信息、固定设施及移动设施的状况,线路同样可以得到来自人和车辆的信息,即客流、车辆的实施运营信息等。而在传统的铁路运输系统中,人、车辆、线路之间的信息交互往往是单向的、不充分的。

铁路运输的主要方式

铁路运输包括国际铁路联运和国内铁路联运两种形式。

(1) 国际铁路联运:发货人由始发站托运,使用一份铁路运单,铁路方面便可以根据运单将货物运往终点站,并交给收货人。在由一国铁路向另一国铁路移交货物时,无需收、发货人参加,亚欧各国按国际条约承担国际铁路联运的义务。我国通往欧洲的国际铁路联运线有两条:一条是利用俄罗斯的西伯利亚大陆桥贯通中东、欧洲各国;另一条是由我国江苏连云港经新疆与哈萨克斯坦铁路连接,贯通俄罗斯、波兰、德国至荷兰的鹿特丹。后者称为新亚欧大陆桥,运程比海运缩短 9 000 千米,比经由西伯利亚大陆桥缩短 3 000 千米,进一步推动了我国与欧亚各国的经贸往来,也促进了我国沿线地区的经济发展。

(2) 国内铁路运输:国内铁路运输的方式主要有零担货物运输、托盘运输、集装箱货物运输、整车货物运输、快件货物运输 5 种形式。① 零担货物运输:零担货物运输分为普通零担货物运输和笨重零担货物运输。零担货物运输是铁路货物运输方式之一,与整车货物运输、集装箱货物运输并称为铁路三大货物运输。普通零担货物简称“普零”,一般以棚车装运。笨重零担货物简称“笨零”,是指一件货物的质量在 1 吨以上、体积在 2 立方米或长度在 5 米以上,用敞车装运。② 托盘运输:托盘运输是一种集装化运输形式,它以托盘为载体,将一定体积的成件包装货物按标准堆放其上,然后加以捆扎固定,使货物与托盘形成一体,便于机械化作业。



在缺少 1 吨箱的情况下,托盘运输是一种很好的代用形式。③ 集装箱货物运输:集装箱货物运输具有安全、迅速、方便和节约的特点。④ 整车货物运输:费用较低,运输速度较快,能承担的运量较大,是铁路货物运输的主要种类之一。现有的货车以棚车、敞车、平车、罐车为主。⑤ 快件货物运输:随客车运行的货物运输形式。

铁路运输大提速

世界经济发展历史表明,铁路运输发挥着举足轻重的作用。铁路在中国更是不可替代的交通纽带和“大动脉”。近几年来,世界各国相继建成了高速铁路,最高时速都在 300 千米以上,大大缩短了人们的旅行时间。我国铁路自 1997 年以来已经进行了 5 次大面积提速。这 5 次大提速在大幅度增加铁路提速线路资源的同时,相应提高了列车运行的最高速度,其中快速列车最高运行速度达到 160 千米/小时,非提速区段快速列车最高速度达到 120 千米/小时。

1997 年 4 月 1 日第 1 次提速:提速主要在京广、京沪、京哈三大干线进行。允许时速超过 120 千米的线路延长为 1 398 千米,时速超过 140 千米的线路延长为 588 千米,时速超过 160 千米的线路延长为 752 千米。

1998 年 10 月 1 日第 2 次提速:提速范围重点还是上述三大干线。允许时速超过 120 千米的线路延长为 6 449 千米,时速超过 140 千米的线路延长为 3 522 千米,时速超过 160 千米的线路延长为 1 104 千米。

2000 年 10 月 21 日第 3 次提速:提速范围主要是陇海、兰新、京九和浙赣线。允许时速超过 120 千米的线路延长为 9 581 千米,时速超过 140 千米的线路延长为 6 458 千米,时速超过 160 千米的线路为 1 104 千米。

2001 年 10 月 21 日第 4 次提速:提速范围主要是京九线、武昌 - 成都(汉丹、襄渝、达成)、京广线南段、浙赣线和哈大线。允许时速超过 120 千米的线路延长为 1.31 万千米,时速超过 140 千米的线路延长为 9 779 千米,时速超过 160 千米的线路为 1 104 千米。

2004 年 4 月 18 日第 5 次提速:提速范围主要包括大批省会城



市及大中城市间的快速客运通道,以及环渤海地区、长江三角洲地区、珠江三角洲地区 3 个城际快速客运系统,提速总里程达到 1.65 万千米,客货运行速度全面提高。

历经十几年论证,总投资 1 400 亿元的京沪高速铁路,2006 年已经进入了工程准备阶段,预计在 2010 年完成。建成后的京沪高速铁路全长 1 318 千米,沿途经过北京、天津、济南、南京、上海等 21 个城市,设计时速 350 千米,初期运行时速 300 千米。届时人们乘坐京沪高速列车从北京到上海只需 5 个小时。

铁路运输的未来

铁路运输未来发展的总原则是:以提高运输能力为中心,以保证运输安全为前提,不断提高运输质量、效率和效益,积极采用国内外先进技术,重视各项技术的交叉渗透,根据经济发展水平和不同的运输需求,采用不同层次的技术和装备,发挥整体效能,改革管理体制,推动新技术尽快转化为生产力。

(1) 客运高速:随着世界各国经济的发展和人民生活水平的不断提高,人们对于迅速、方便、舒适和安全的出行条件及旅行环境的要求越来越高。高速铁路对一些经济发达国家的铁路复兴产生了积极影响。当今世界各国旅客列车时速达到 200 千米及以上的高速技术已日臻成熟,现在正朝着时速 300 ~ 350 千米的水平迈进。1990 年 5 月 18 日,法国新一代高速列车在运行试验中创造了时速 515.3 千米的新记录,堪称当前铁路高速旅客列车运行的世界之最。我国在建的秦(皇岛)沈(阳)客运专线,利用国产动车组试验时速已达 250 千米以上,同时正在积极筹建线路长度达 1 300 千米的京沪高速客运专线。

(2) 重载运输:自 20 世纪 60 年代以来,铁路重载运输得到世界上越来越多国家的广泛重视。一些幅员辽阔、资源丰富以及煤炭、矿石等大宗货物运量占有较大比重的工业发达国家和发展中国家,发展尤其迅速。具有“短、轻、快”特点,以客运为主的一些国家铁路,也结合本国的具体情况和实际需要,在某些线路上开行不同质量的重载列车。我国的第 1 条万吨级重载铁路是大秦线(大同—秦皇岛),主要运输山西的煤炭,年运输量可达到 1 亿吨以上,



使用的固移设备均为我国自己生产制造。

(3) 牵引动力的现代化 :牵引动力的现代化是铁路运输科技进步的先导。世界上许多发达国家在 20 世纪 40 ~ 50 年代着手进行牵引动力的改革 ,美国、加拿大主要以发展内燃牵引为主 ,前苏联、日本和西欧一些国家则大力采用电力牵引并兼顾内燃。近年来 ,国外铁路电力、内燃牵引技术发展十分迅速 ,设计更合理、技术更先进、运用更经济的大功率新型电力和内燃机车不断问世。

(4) 货物运输集中化和集装化 :通过对整个路网布局进行合理调整 ,减少货运站和编组站的数量 ,使作业相对集中 ,重点加强一些基地站(基点站)、集装箱节点站和编组站的现代化建设 ,提高货物装卸机械化和列车编组直达化的水平 ,能够充分发挥铁路运输优势。现在世界铁路集装箱运输总的发展方向是 :提高装载量 ,实现大型化 ;采用新型材料 ,设计新结构 ,改善运营特性和参数 ,扩大通用集装箱使用范围 ,适当发展专用箱 ;集装箱规格标准化、系列化 ,以适应国际联运的要求。

(5) 运营管理信息网络化 :这是铁路运输实现现代化的重要标志。由于铁路运输具有点多、线长、涉及面广 ,旅客、货物、车辆、列车流动分散不断变化 ,以及通信联络频繁、系统联系紧密的特点 ,必须采用先进手段进行组织和管理 ,建立起科学、有效的信息网络系统 ,及时掌握客流、货流、车流动态 ,快速传递并实时处理信息 ,实行集中指挥 ,统一调度管理。

(6) 铁路行车安全技术的发展 :世界各国在研制、使用现代化运输安全设备和保证铁路行车安全方面 ,采用的安全技术手段主要集中在以下 3 点 :一是强化铁路运输的基础技术设施 ,加大它们的安全系数 ;二是加强机车安全操纵、驾驶的可靠监督和保安装置 ;三是根据实际运营条件和技术发展水平 ,广泛运用能对各种运输设备的技术状态进行监测的自动化设备。

除加强安全技术设备的运用外 ,还强调员工必须具备的心理和生理素质 ,尤其是与运转工作直接有关的人员。

信息技术与铁路现代化

现代化信息技术在铁路现代化领域中的应用将在以下几个方



面得到体现：

(1) 铁路现代化通信系统图像通信技术 :铁路现代化通信系统图像通信已成为现代化铁路通信中的迫切要求 ,如会议电视、可视电话的应用将是未来铁路通信的重要组成部分 ,它将是铁路指挥部门决策千里、运筹帷幄的有力工具。会议电视、可视电话可以为决策者提供真实的视觉信息 ,而图像通信中的主要技术将包括图像采集、图像压缩、图像传输、图像显示等主要图像处理技术。特别是当今多媒体终端的研究 ,将为铁路运输指挥提供最便捷的工具。

(2) 行车指挥自动化系统中的图像处理技术 :为使列车高速、安全地运行 ,必然要引进先进的自动控制技术。届时计算机将不断地收集各区间的信息和列车上的信息 ,经计算机处理后再送到闭塞区间和列车上 ,这一过程必然要用到现代化的通信技术 ,指挥中枢的人机交互设备在快速、准确、形象化、可视化方面将大量引入图像处理及计算机视觉技术 ,这必将大大缓解运输调度指挥人员的劳动强度。可以预言 ,图像处理及计算机视觉技术将在行车指挥自动化系统中占有举足轻重的地位。

(3) 列车运行自动导航及安全控制系统 :我国铁路列车运行的线路较长 ,司机的劳动强度大。因此 ,铁路行车中人为引发的事故较多 ,如果铁路运行速度进一步提高 ,危险性也会相应增加。降低人为过失的有效手段之一就是采用现代化的自动导航及安全控制系统。优良的自动导航与安全控制系统将使当前列车运行以人工操纵为主过渡到自动操纵为主、人工干预为辅的方式。这一系统采用先进的图像处理及计算机视觉技术 ,具备运行状况自动检测、运行图自动核对、前方速度预告、前方有无干扰等预警功能。如果在自动导航与安全控制系统中同时引用雷达系统、避碰系统、红外和超声传感等技术 ,将会使这一系统的安全性大大提高 ,届时将会把司乘人员从繁重艰苦的劳动中彻底解放出来。

(4) 列车的自动检测、实时监测及保养系统 :列车的自动检测、实时监测系统将分为车上系统与车下系统。车上系统可采用一系列的实时监测手段 ,如轴温实时探测、车辆运行状况的实时信



号分析等方法,这将是计算机为中心的实时信号采集、处理、分析及识别系统。同时采用视频、声频与可视化显示技术,以图像、音响、数据等方式进行故障定位及预警。它将与安全控制系统一起保证列车安全运行。车下系统的保养维护自动化是一套有效的、自动化程度较高的检测系统,其中无损检测将是该系统的主要技术。在无损检测技术中,有大量的以信号与信息处理技术为基础的检测方法,如X光检测法、外成像检测法等。

(5) 列车服务支援系统:列车服务支援系统包括视像化导游系统、列车信息发布系统、移动图像通信系统及旅客车上娱乐系统等。这些服务设施将以多媒体的方式为旅客提供优质服务。

(6) 遥感图像处理系统:遥感是图像处理技术的重要应用领域,它在铁路选线、地质地貌分析、地质灾害监测预报等方面都有重要的应用价值,如遥感图像处理系统(GIPS)、微机灾害地貌专家系统(MCIES)等。在未来的遥感研究中,将结合专家系统、地理信息系统的研究成果构成铁路建设中的重要工具。

(7) 智能化的发展趋势:多年来,铁路大多数技术设备或系统是自成系统独立开发的,其资源包括信息和知识等不能共享和综合利用,因而限制着它们发挥更大的作用和效益。列车智能化和铁路智能化就是根据信息化、智能化的要求,把这些子系统有机结合起来构成的综合系统,从而能把行车安全、运输能力、旅行环境和服务质量提高到一个新水平。

四、水路运输

我国是一个海疆辽阔、江河众多的国家,水运资源丰富,从而为我国发展水运事业创造了良好的条件。如邻近我国大陆的海洋有渤海、黄海、东海和南海4个海域,它们都是北太平洋西部的陆缘海,四海相连,呈一北东至南西弧形,环绕着亚洲大陆的东南部。整个中国近海纵跨温带、亚热带和热带,面积达470万平方千米。除上述四海外,我国台湾省以东海区直接面临太平洋,具有大洋特性,距岸不远即为水深超过3000米的深海盆。在内河航运方面,我国有大小湖泊900多个,天然河流5000多条,总长约43万千



米,并且大多数河流水量大充沛,常年不冻,适宜航行。主要的通航河流有长江、珠江、黑龙江以及大运河等。

水路运输的发展过程

水路运输简称水运,是指利用船舶航行于水域,完成旅客与货物运送的经济活动。人类使用船舶作为运输工具的历史几乎和人类文明史一样悠久。从远古的独木舟发展到现代的运输船舶,大体经历了4个时代,即舟筏时代、帆船时代、蒸汽机船时代和柴油机船时代。

(1) 舟筏时代:人类以舟筏作为运输、狩猎和捕鱼的工具,至少起源于石器时代。我国1956年在浙江出土的古代木桨,据鉴定是4000年前新石器时代的遗物,这说明舟筏的历史可以追溯到史前年代。

(2) 帆船时代:据记载,远在公元前4000年,古埃及就有了帆船。我国使用帆船的历史也可以追溯到公元以前。从15世纪到19世纪中叶,是帆船发展的鼎盛时期。15世纪初,我国航海家郑和远航东非。15世纪末,哥伦布发现新大陆,他带领的船队都是帆船组成的。在帆船发展史中,地中海沿岸地区、北欧西欧地区和中国都曾做出了重大贡献。19世纪中叶,美国的飞箭式快速帆船是帆船发展史上的最后一个高潮。不同地区的帆船在结构、形式和帆具等方面各有特色。

(3) 蒸汽机船时代:18世纪蒸汽机发明后,许多人都试图将蒸汽机用于船上。1807年,美国人富尔顿首次在“克莱蒙脱号”船上用蒸汽机驱动装在两舷的明轮,在哈德逊河上航行成功。从此机械力开始代替自然力,船舶的发展进入新的阶段。尔后,汽轮机船、柴油机船又相继问世,又有油船、散货船及大型远洋客船制造成功。

(4) 柴油机船时代:柴油机船问世后发展很快,逐渐取代了蒸汽机船。第二次世界大战结束以后,工业化国家经济的迅速恢复和发展,国际贸易的空前兴旺,中东等地石油的大量开发,促使运输船舶迅速发展。1982年同1948年相比,船舶艘数增长了1.6倍,总吨位增长了4.3倍。船舶普遍采用柴油机推进。第二次世界



大战期间,为了适应战时运输的需要,美国建造的 2 610 艘自由轮(万吨级使用燃油锅炉和蒸汽机的杂货船)是最后建造的一批往复式蒸汽机远洋运输船舶。

船舶现代化

为了提高船舶运输的经济效益,船舶出现了大型化、专业化、高速化、自动化和内燃机化的多种趋势。

(1) 船舶大型化 1930 年的世界商船队中,油船吨位只占总吨位的 $1/10$, 1980 年上升为 $1/2$ 。20 世纪 60 年代中期,就出现了 20 万吨以上的超大油船和 30 万吨以上的特大油船。20 世纪 70 年代,又出现了 50 万吨以上的大油船。在油船大型化的同时,也出现了装运煤炭、矿砂、谷物等干散货船的大型化。20 世纪 60 年代末,大型散货船的载重量超过 10 万吨,最大的已达 17 万吨。船舶大型化可以发挥大型船舶的规模经济,增强竞争实力,改善装卸性能及提高港口效率。

(2) 船舶专业化 第二次世界大战以后,各种专用船舶发展迅速。杂货船用途广泛,适应性强,在数量上至今仍占首位。典型的杂货船都以低速柴油机为动力,载重量不超过 2 万吨,航速为 15 节/小时左右。为了提高杂货船运输多种货物的能力,近年来制造出多用途船,除载运普通件杂货外,还能载运集装箱、重货、冷藏货和散货等。船舶专业化是随着经济建设速度的不断加快、运输需求的迅速增长而逐渐发展起来的。船舶专业化改善了各种运输工具之间的换装作业,加速了货物的整个运输流程和船舶周转。

(3) 船舶高速化 自 20 世纪 50 年代起,航运界为了加快船舶周转,一度掀起船舶高速化的热潮。普通杂货船航速提高到 18 节/小时,集装箱船航速在 20 节/小时以上,美国建造的“SL-7”型高速集装箱船,最高航速达 33 节/小时。短途客船在高速化方面发展较快,特别是在海湾、陆岛、岛岛之间等具有地理优势及其他运输工具无法或难以竞争的地区发展尤为迅速。高速船中具有代表性的是水翼船和气垫船。高速船舶的船体一般都采用铝合金材料焊接而成,目的在于减轻船舶自身的质量,提高装载能力。由于船舶的航速大幅度提高而随之带来一系列问题,如高速航行中船



舶自适应的稳定性问题、安全性问题等,必须采取相应的措施解决好这些问题。

(4) 船舶自动化 20 世纪 60 年代以来,各国航运企业为了减少船员人数,改善船员劳动强度,提高船舶营运的经济效益,逐步实现了轮机、导航和舾装 3 个方面的自动化。如 20 世纪 60 年代中期,制造出机舱定期无人值班的船舶,已得到各国船级社的承认。

(5) 船舶内燃机化:是指船舶普遍采用柴油机为主机。柴油机同蒸汽机相比,具有热效率高、油耗低、占地小等优点。第二次世界大战以后,低速大功率柴油机由于增压技术的进步,单机功率不断提高,过去必须安装汽轮机的大型高速船舶也能应用柴油机。另外,柴油机对燃用劣质油的适应性也不断改善,这样在经济上便具有优越性。

水路运输的分类

水上运输按其航行的区域,大体上可划分为远洋运输、沿海运输和内河运输 3 种类型。

(1) 远洋运输:远洋运输通常是指除沿海运输以外所有的海上运输,在实际工作中又有远洋和近洋之分。前者是指我国与其他国家或地区之间,经过一个或整个大洋的海上运输,如我国至非洲、欧洲、美洲、澳洲等地区进行的运输;后者是指我国与其他国家或地区之间,只经过沿海或太平洋(或印度洋)的部分水域的海上运输,如我国与朝鲜半岛、日本及东南亚各国所进行的运输。这种区分主要是以船舶航程的长短和周转的快慢为依据。

(2) 沿海运输:沿海运输是指利用船舶在我国沿海区域各港之间的运输。其范围包括自辽宁的鸭绿江口起,至广西壮族自治区的北仑河口止的大陆沿海,以及我国所属的诸岛屿沿海及其与大陆间的全部水域内的运输。

(3) 内河运输:内河运输是指利用船舶、排筏和其他浮运工具,在江、河、湖泊、水库及人工水道上从事的运输。航行于内河的船舶除客货轮、货轮、推(拖)轮、驳船以外,还有一定数量的木帆船、水泥船、机帆船。内河运输通常利用天然河流,因此建设投资



少,运输成本低。

船舶经营

(1) 货运代理:货运代理具有许多专门知识,所以它可以采用最安全、最迅速、最经济的办法组织货物。货运代理在世界各贸易中心建立了客户网和自己的分支机构,这样它就能够控制货物的全程运输。货运代理是工贸企业的顾问,它能就运费、包装、单证、领事要求、金融等方面提供咨询。货运代理能对国外市场和国外市场销售的可能性提出建议。货运代理能把小批量的货物集中为成组货物,所以客户可以从这种特殊的服务中受益。货运代理不仅组织和协调运输,而且影响到新运输方式的创造、新运输路线的开发以及新费率的制定。国际海运货运代理发展至今,已经成为一个世界性的行业,已渗透到运输领域内的各个角落,成为国际贸易运输事业不可缺少的重要组成部分。在国际贸易竞争激烈的情况下,它的作用越来越明显。

从事国际海运货运代理业务的人员一般都是经营运输业务多年,精通业务,经验比较丰富,熟悉各种运输程序、手续和规章制度的人。他们与交通运输部门以及贸易、银行、保险、海关、商检等部门有着广泛的联系和密切的关系,从而具有为委托人代办各种运输事项的有利条件,甚至比委托人自己亲自去办理更为有利。海运货运代理还可将小票货物从不同的货主那里集中起来向班轮公司订舱,以批量大争取优惠运价。集装箱运输可将同一装、卸港的不同托运人的小票货物拼装,以享受包箱费率。不仅货主愿意委托给货运代理,而且船舶公司也乐于支付佣金给货运代理,以求得到稳定的货源。

(2) 船舶代理:船舶代理是指船舶代理机构或代理人接受船舶所有人(船舶公司)、船舶经营人、承租人或货主的委托,接受委托人的授权,代表委托人办理在港船舶的有关业务和服务。国际海运货运代理是指在合法的授权范围内接受货主的委托,代表货主办理有关海运货物的报关、交接、仓储、调拨、检验、包装、装箱、转运、订舱等业务的人。



航运交易所

与班轮市场相对应的航运市场是租船市场。伦敦租船市场被公认为世界历史最悠久、租船业务最多的市场。它之所以居于世界租船市场的首位,一方面有其历史原因,另一方面是它有一个固定的集中场所供船东经纪人和租船代理人聚集面谈租船业务,这个特殊的场所称为“波罗的海海运交易所”。波罗的海海运交易所现有约 750 家公司会员和 2 500 名个人会员,其业务以洽谈租船业务为主。船东经纪人和租船代理人在交易大厅公布资料中可以看到当天的租船行情、货物及船舶的种类和数量等,从而寻找合适的对象商谈。交易所内还装设有许多其他设施,以方便和协助双方洽谈。除了租船业务外,保险经纪人通常也在大厅内洽谈保险业务,伦敦的多家经纪人事务所也专门在此从事船舶买卖交易活动。

就租船市场来说,世界上较大的还有纽约、汉堡、奥斯陆、东京等市场,但没有像伦敦市场这样有专门用于进行交易磋商的场所。就是纽约市场,租船业务洽谈成交也全由经纪人通过电话、电传、计算机网络系统等通讯工具联系磋商和成交。我国上海也成立了航运交易所,并于 1997 年初开始运作。

国际海事组织

国际海事组织(IMO)是联合国负责海上航行安全和防止船舶造成海洋污染的一个专门机构,总部设在伦敦。该组织最早成立于 1959 年 1 月 6 日,原名“政府间海事协商组织”,1982 年 5 月改为现名,现有 163 个正式成员。该组织的宗旨为促进各国间的航运技术合作,鼓励各国在促进海上安全、提高船舶航行效率、防止和控制船舶对海洋污染方面采取统一的标准,处理有关的法律问题。国际海事组织理事会共有 40 个成员国,分为 A、B、C 三类。其中,10 个 A 类理事为航运大国,10 个 B 类理事为海上贸易量最大的国家,20 个 C 类理事为地区代表。理事会是该组织的重要决策机构。该组织每两年召开一次大会,改选理事会和主席。当选主席和理事国任期两年。

我国于 1973 年恢复在国际海事组织中的成员国地位,从 1989



年起连续担任该组织的 A 类理事国。2005 年 11 月 22 日,中国驻英国大使查培新在伦敦举行的国际海事组织第 24 届大会上当选国际海事组织大会主席。我国于 1973 年正式加入国际海事组织以来,曾在该组织第 9 ~ 15 届大会上当选为 B 类理事国,在第 16 ~ 21 届大会上当选为 A 类理事国。我国还派出数十名专业人员到该组织创办的世界海事大学进修。1984 年,该组织在中国大连成立世界海事大学大连分校。我国还在该组织总部英国伦敦设有常驻代表处。

集装箱

集装箱是具有一定强度、刚度和规格,专供周转使用的大型装货容器。使用集装箱转运货物,可直接在发货人的仓库装货,运到收货人的仓库卸货,中途更换车、船时,无需将货物从箱内取出换装。按所装货物种类分,有杂货集装箱、散货集装箱、液体货集装箱、冷藏箱集装箱等;按制造材料分,有木集装箱、钢集装箱、铝合金集装箱、玻璃钢集装箱、不锈钢集装箱等;按结构分,有折叠式集装箱、固定式集装箱等,固定式集装箱又分为密闭集装箱、开顶集装箱、板架集装箱等;按总质量分,有 30 吨集装箱、20 吨集装箱、10 吨集装箱、5 吨集装箱、2.5 吨集装箱等。

集装箱计算单位(TEU)又称 6.1 米(20 英尺)换算单位,是计算集装箱箱数的换算单位。目前,各国大部分集装箱运输都采用 6.1 米(20 英尺)、12.2 米(40 英尺)长的两种集装箱。为使集装箱箱数计算统一化,将 6.1 米(20 英尺)集装箱作为一个计算单位,将 12.2 米(40 英尺)集装箱作为两个计算单位,以利于统一计算集装箱的营运量。

国际标准化组织(ISO)对集装箱的定义如下:集装箱是一种运输设备;具有足够的强度,可长期反复使用;为便于商品运送而专门设计的,在一种或多种运输方式下无需中途换装;具有快速装卸和搬运的装置,特别是从一种运输方式转移到另一种运输方式时;设计时注意到便于货物装满或卸空;内容积为 1 立方米或 1 立方米以上。



船舶检验

船舶检验的目的是要使船舶及其有关设施具备正常的技术条件,以保障海上航行船舶、有关设施和人员的安全,以及使海洋环境免受污染。就船舶营运的基本条件而言,船舶检验也是保证船舶适航的法定程序之一,其中包括船舶建造检验、初次检验、船级检验、法定检验、临时检验、公证检验等。

(1) 船舶建造检验:适用于新建船舶,其中包括开工前检验、建造中检验和交船时检验,完成上述检验后领取的船舶建造检验证书属于船舶的必备证书之一。

(2) 船舶初次检验:适用于新购入的船舶,其中包括新建船舶和旧船,但仅指由国外购入,未经我国验船机构监督建造的船舶。这类船舶在投入营运前必须接受初次检验。

(3) 船舶法定检验:对于国际航行的船舶,船舶所有人或经营人必须遵照有关国际公约的规定,接受对其船舶技术状态进行的全面监督和检查,其中包括定期检验和期间检验,其目的在于督促船舶所有人或经营人通过经常性维护和有计划检修来恢复船舶的技术性能,使船舶始终处于良好的技术状态,以保障船舶航行的安全。

(4) 船舶临时检验:凡是船舶在营运活动中发生以下情况之一的,必须按照有关公约和法规的要求,向验船机构申请临时检验:① 发生海损。② 改变航区。③ 改变使用目的。④ 临时增载乘客。⑤ 有关证书临时展期。⑥ 其他特殊情况等。

(5) 船舶公证检验:公证检验是指验船机构根据有关利益方,如保险人、船方及第三利益方等的申请,为船舶和海上设施提供的技术鉴定。检验后所提出的报告可以作为交接、计费、理赔、索赔时的有效凭证,主要适用于以下几种情况:① 船舶买卖检验。② 船舶损坏检验。③ 船舶起退租检验。④ 其他需要提供公证证明的检验。

中华人民共和国海事局(交通部海事局)是依据本规则对船舶检验机构及船舶检验分支机构实施资质认可和管理的主管机关(以下简称主管机关)。船舶检验机构是指我国船级社和各省、自治区、直辖市人民政府交通主管部门内设置的船舶检验机构。



吞吐量

吞吐量又称港口通过能力或港口吞吐能力,是衡量港口规模大小最重要的指标,反映在一定的技术装备和劳动组织条件下,一定时间内港口为船舶装卸货物的数量,以吨数来表示。影响港口吞吐量的因素十分复杂,综合起来看,大体可以分为两种类型:一种是客观的区域因素,如腹地的大小、生产发展水平的高低、外向型经济发展状况和进出口商品的数量等等;另一种是港口本身的建港条件,包括自然条件和社会经济因素。在上述条件下,劳动组织和管理水平、装卸机械数量和技术水平、船型、车型、水文气象条件、工农业生产的季节性、车船到港的均衡性,以及经由港口装卸的货物品种与数量,均可能成为影响港口吞吐能力的重要因素,但最直接最关键的要素是泊位能力的大小。

大陆海岸线

海岸线又分为大陆海岸线和岛屿海岸线两种。大陆海岸线只统计一地区大陆部分的海岸线长度,岛屿海岸线则统计其全部岛屿的海岸线。

我国海域辽阔,跨越热带、亚热带和温带,大陆海岸线长达18 000多千米。海洋资源种类繁多,海洋生物、石油、天然气、固体矿产、可再生能源、滨海旅游等资源丰富,开发潜力巨大。其中,海洋生物2万多种,海洋鱼类3 000多种,海洋石油资源量约240亿吨,天然气资源量14万亿立方米,滨海砂矿资源储量31亿吨,海洋可再生能源理论蕴藏量6.3亿千瓦,滨海旅游景点1 500多处,深水岸线400多千米,深水港址60多处,滩涂面积3 800万平方千米,水深0~15米的浅海面积12.4万平方千米。

国际航运中心

国际航运中心总是与国际经济、贸易中心密切相关,世界上典型的国际航运中心均是以面向海洋、航运业发达的国际大都市作为依托。目前,世界主要国际航运中心城市为伦敦、纽约、鹿特丹、新加坡、香港等。纵观这些国际航运中心城市,它们一般具有如下一些主要特征:



(1) 发达的国际航运市场 :国际航运市场拥有国际运输船舶、提供运输劳务的供给方 ,拥有国际运输货源、需要运输劳务的需求方 ,拥有供需双方的代理人、经纪人 ,它们在公平竞争的环境中从事各种形式的航运交易行为。

(2) 强大的腹地经济 :腹地经济是成为国际航运中心的另一大特征。在众多的港口城市中 ,一个城市要在激烈的竞争中脱颖而出 ,成为举世瞩目的国际航运中心 ,与腹地经济的发展是密不可分的。无论是伦敦、纽约、鹿特丹等欧美国际航运中心的形成和发展 ,还是东京、香港、新加坡等亚太国际航运中心的崛起 ,都充分证明国际航运中心的形成离不开腹地经济的发展。

(3) 充沛的集装箱物流 :集装箱物流量已成为代表当代物流水平的重要标志 ,因此 ,全球性和洲际性国际航运中心都拥有巨大的集装箱物流 ,即拥有巨大的集装箱枢纽港。著名的国际航运中心香港、新加坡、鹿特丹、纽约等港口集装箱吞吐量都处于世界前列。

(4) 国家或区域性进出口贸易的航运枢纽 :国际航运中心一般都位于国际经济和贸易中心城市 ,其地理位置一般位于国际主干航线上 ,或者本身就是国际主干航线的起点。国际航运中心所在的港口有上亿吨、几百万 TEU 的物流进出 ,必然有众多的航线航班联系世界各国几百个港口。

(5) 良好的港口条件和一流的港口设施 :国际航运中心所在港口都拥有良好的港口条件和完善的港口设施 ,拥有深浅配套、功能齐全的码头泊位 ,拥有相应的装卸设备、堆存设施 ,拥有适应现代船舶大型化趋势的深水航道。现代国际海运船舶的大型化对港口航道的吃水条件要求很高 ,因此 ,国际航运中心所在港口必须拥有一条 15 米水深、满足第 5 代、第 6 代集装箱船舶自由进出的航道。

(6) 完善的后方集疏运系统 :国际航运中心必须拥有畅通的后方集疏运系统 ,其特征不仅表现在拥有一套完善的海运系统 ,而且还必须具备高度发达的集疏运网络系统 ,包括铁路、公路、沿海、内河及航空等集疏运系统。国际航运中心除了具备完善的硬件设



施以外,还需要不断改进服务与管理系统,包括能够提供一流服务的海关、边检、卫检和港务监督等口岸检查检验机构,以及修造船服务、海难救助、保险、通信、航运信息与咨询机构、航运经纪与中介机构等等。此外,国际航运中心还必须拥有电子数据交换(EDI)系统。

(7) 积极扶植的政策和良好的法律环境:国际航运中心一般设立有利于航运业发展的各种特别经济区域(如保税区、自由贸易区)和按国际惯例办事的法规制度,为旅客、货物、船舶的进出和金融通提供最大的方便。如新加坡和香港整个地区实行低税的自由港政策,在通关手续、海关商检、转运手续和监督、作业程序、库场存储等方面均给予尽可能的方便,并在各种收费项目方面实行减免政策。

20世纪90年代以来,为顺应经济全球化的发展趋势,上海被推到了中国经济发展的前沿,党中央、国务院要求上海尽快建成长江流域经济发展的龙头和国际经济中心、金融中心和贸易中心城市之一。为了实现这一战略目标,1995年12月8日,中央领导批示指出,把上海建成国际航运中心是开发浦东,使其成为远东经济中心和开发整个长江的关键。

海上运输航线

(1) 沿海航线:在我国大陆内河运输网的组成中,东西行横向干线较多,南北行纵向干线较少。而海运自北向南,把沿海各个重要港口城市和大陆主要东西行运输干线联系起来,成为我国东部的一条纵向运输线,是我国运输网中的重要组成部分。

我国沿海运输分为南、北两个航区:厦门以北至鸭绿江口为北方沿海航区(由上海海运局负责管理),厦门以南至北仑河口为南方沿海航区(由广州海运局负责管理)。北方沿海航区以上海、大连为中心,开辟有上海—青岛—大连线、上海—烟台—天津线、上海—秦皇岛线、上海—连云港线、大连—天津线等。南方沿海航区以广州为中心,开辟有广州—汕头线、广州—北海线、广州—湛江线等。此外,在沿海中小港口之间还有许多地方性航线,主要为大连港转运、集散物资服务,并担负部分客运。



我国沿海运输在负担货运方面,如果按航区来分析,北方沿海货运量占绝对优势。从货运量构成来看,北方以石油、煤炭的运量为最大,其次为钢铁、木材等由北向南,矿石、粮食、工业产品等由南向北。南方沿海以农产品比重为最大,其次是食盐、矿石和煤炭,除煤炭外,大部分由各中小港口向广州、湛江集装转运内地。上述的货流情况基本上反映了我国沿海及其邻近地区的经济差异性。

(2) 远洋航线 随着我国对外贸易的迅速增长和远洋运输船队的壮大,远洋运输以上海、大连、秦皇岛、广州、湛江、天津、青岛等港口为起点,与世界各国、各地区重要港口之间开辟了东、西、南、北4组重要的远洋航线。

① 东行航线:由我国沿海各港口东行,经日本横渡太平洋,可抵达美国、加拿大和拉美各国。随着我国同日本、北美、拉美各国的友好活动和经济往来日趋频繁,这条航线的地位日益提高,货运量也急剧增加,成为我国对外贸易的一条重要航线。

② 西行航线:由我国沿海各港口南行,至新加坡折向西行,穿越马六甲海峡进入印度洋,出苏伊士运河,过地中海,进入大西洋;或绕南非好望角,进入大西洋。沿途可达南亚、西亚、非洲、欧洲一些国家或地区港口。这条航线是我国最繁忙的远洋航线。进口的主要物资有各种机械、电讯器材、冶金和化工设备、化肥等,出口的主要物资有机械设备、纺织品、罐头、茶叶和水果等。

③ 南行航线:由我国沿海各港口南行,通往大洋洲、东南亚等地。随着我国与东南亚各国贸易的发展,这条航线的货运量不断增长。进口物资主要是橡胶、工业原料及其他土特产,出口物资主要是缝纫机、自行车、棉织品、钢材、水泥等。

④ 北行航线:由我国沿海各港口北行,可到俄罗斯远东海参崴等港口。目前,这条航线除与朝鲜通航外,由于国际政治因素的影响,其发展仍受到限制。

内河水运资源

内河运输和海上运输同属水路运输业。我国有大小天然河流5 800多条,总长40多万千米,现已开辟为航道的里程约10万多



千米,其中7万多千米可通航机动船舶,几乎是英、法、德三国内河航道总长的3倍,另有可通航的大小湖泊900多个(不包括台湾省,下同)。这些河流、湖泊的水量一般都较充沛,大多终年不冻。主要通航河流大都分布在经济发达、人口稠密的地区,且都由西向东流入大海,非常有利于实行河海联运。

我国是世界海洋国家之一,有漫长的海岸线,港湾众多,尤其是横贯东西的大河入海口,非常有利于建立河口港。早在4500年前,我国就能制造舟楫,商代即已有帆船;夏、商、周时,黄河已成为重要的运粮干线。春秋战国时代开凿了鸿沟、邗沟,秦代修通了灵渠,隋代开通了南北大运河,从而形成了我国古代水运的兴盛时期。明代郑和七下西洋,为世界航海史册增添了光辉一页。总之,在内河航运和远洋航海方面,我国在历史上都曾处于世界领先地位。但近百年来,我国水运事业日渐衰落,内河通航里程仅7.3万千米,1949年前没有远洋运输船队。经过40余年的建设,到1990年,全国航道通航里程达10.94万千米,货运周转量达3460亿吨/千米。远洋运输从无到有,现已拥有一支相当规模的远洋运输船队,1990年货运周转量达8190亿吨/千米。一个以港口、航道为主体,种类比较齐全、设备基本配套、具有一定规模和水平的水运体系已基本形成。

我国主要内河航运干线有以下6条干线:

长江被称为我国的“黄金水道”,干支流通航里程达7万千米。干流自四川宜宾至入海口,全长2800余千米,可全年通航,是我国全年昼夜通航最长的深水干线内河航道。其中,长江口至武汉航道可通5000吨级的船舶;汉口至重庆间航道可通3000吨江轮,在枯水期,千吨轮船也可上溯到重庆;宜宾至重庆间航道可通航千吨以下轮船。干流、支流、湖泊与人工运河相互贯通联结,组成了我国最大的水运网。1949年后,重点整治了重庆到宜昌段的险滩,改善了航道设施,大大提高了川江通航能力。长江干、支流航道同成昆、京广、川黔、成渝、焦枝等铁路干线相交,还通过运河和局部地段的水陆联运,与淮河、珠江及浙闽水系相连。目前整个长江干流的货运量比1949年增加约15倍,客运量增长12.6倍,沿线港口



吞吐量增加 12 倍以上。所完成的货运量占全国内河航运货运总量的 42.6%。沿线主要港口有重庆、宜昌、沙市、武汉、黄石、九江、安庆、芜湖、马鞍山、南京、镇江、张家港、南通、上海等。

珠江是华南以广州为中心的最大水系和水运大动脉,通航价值仅次于长江。目前通航里程只占河长的 $\frac{1}{3}$,其中通航机动船只的仅占 $\frac{1}{6}$,尚有很大的发展潜力。西江是珠江水系主要的内河航运干线。梧州至广州段可常年通航轮船,百色以下可通小型轮驳船,木帆船可上溯至云南境内。北江韶关以下可通轮船,韶关以上及各支流可通航木帆船。东江除龙川以上至合河口只能通航木船外,龙川以下 400 多千米均可通航轮船。

淮河自古即为重要的通航河流,后因 12 世纪末的黄河夺淮,又遭受历代人为的破坏,淮河遂成害河。中华人民共和国成立以后,经过 40 多年的努力,干支流航运量增长较快,20 世纪 80 年代后期比 1949 年增长了 7 倍。淮河水运潜力目前尚未得到充分利用。

黄河航运价值远不如长江、珠江等河流。贵德以上基本不能通航,贵德到中卫间只通皮筏,中卫—银川、西小召—河口、龙门—孟津及孟津—陶城铺间可通木船,陶城铺—垦利间可通小轮,垦利以下航道水浅则不通航。

黑龙江在我国境内的通航里程约 2 200 千米。松花江是黑龙江的最大支流,可通航里程达 1 500 千米,航运价值较大。黑龙江、松花江全年有冰封期 5~6 个月,冰封期间虽不能通航船只,但可以发展东北地区特有的运输方式——冰上运输。

京杭运河是世界上开凿最早、路线最长的一条人工运河。它的修通在一定程度上弥补了我国缺少南北纵向天然航道的不足,对沟通我国南北物资交流有着重要作用。京杭运河自兴修以来,几经变动,经过 50 多年的不断整治,季节性通航里程已达 1 100 千米,自邳县以南 660 千米则终年通航。



五、管道运输

管道运输系统

管道运输是大量流体货物运输最有效的方式。管道运输的原理是通过压力差使管内的流体从高压处向低压处流动。输送过程中,由于摩擦损失及高程差,流体的压力逐渐下降。为了给流体加压,长距离管道中需要设置中间泵站(液体管道)或压缩机站(气体管道)。

现代管道运输是指通过埋设在地面下的管道,将石油、天然气等流体及其他散状物由始发地送达目的地的运输方式。目前,世界各国大部分的石油和绝大部分的天然气都是通过管道运输。虽然石油的远洋运输以大型油轮运输最经济,但是在石油开发到成品油交付用户的整个生产、销售链中,管道运输几乎是不可缺少的环节。此外,管道还用于运送固体物料的浆体,如煤浆和矿石的浆体。

与其他运输方式相比,管道运输有着独特的经历。水路、铁路、公路、航空等其他运输方式的发展过程都是连续的。一经产生,便会持续不断地发展下去,并逐渐成长壮大。而管道的产生虽不算晚,但真正成为一种运输方式则远在其他运输方式之后,它的出现最早可追溯到公元前。据考证,我国是最早发明用管道做运输工具的国家。公元前2世纪,在盛产竹木的西南地区,当地人就已使用竹管运送卤水来熬制井盐。公元前60年,在四川开始打天然气井(当时称作“火井”),同时将剖开后去节的长竹合缝,用漆布缠绕成管子来输气。这些作为运送石油、天然气的管道雏形,距离现代管道运输方式的诞生,中间经过了近20个世纪。在2000多年的漫长岁月中,管道运输方式默默无闻,似被遗忘,成为世界交通发展史上的一段空白。究其原因,主要是受到管道运输设备本身及社会需求条件的制约。1861年,美国建成了一条现代化输原油管道;1890年,建成了第一条输成品油管道;1893年,建成了第一条输天然气管道。输气管采用钢管,并开始使用蒸汽机驱动的



压气机……从此开始了现代管道运输的历史。显然,这一切都是在工业发达的情况下实现的。100年前,正值美国工业发展初期,经济发展迅猛增长。100年后的今天,在现代大工业的支撑下,管道运输设备越来越先进、完善和现代化。

管道运输的特点

作为铁路、公路、航空、水路、管道5种运输方式之一的管道运输,是随着社会生产的发展和科学技术的进步而逐渐形成起来的。它不需要车辆,自身可承当装载工具,具有运输能力。同其他运输方式相比有以下显著特点:一是运量大。据统计,一条口径1200毫米的管道可年输原油1亿吨。以美国为例,1983年管道运输业几乎完成美国货运总量的24%,而且是在运送品类很单一(仅石油、天然气)的情况下。二是运价低。据统计,管道运输的运费是铁路运费的80%。三是污染小,可靠性强。管道是在地下封闭式的运输,无泄漏、污染小、无噪声,有利于环境保护。由于管道运输是地下运输,不受天气季节影响,一年四季、一天24小时运输,不仅到货时间有保障,而且输送过程中油品或天然气等货品的损失也很小。四是节约土地和能耗。管道设备中除泵站及首末站等需用一些土地外,其他管道总量的95%以上部分都埋于地下,占地少。同时,可以翻山越岭和穿越河流湖泊、沙漠,不受地形坡度的限制,可取直线,缩短里程。由于它本身就是运货载体,重载时也不多消耗能量,又无回程空载,同时还可充当储库,有储存功能。设备及运行简单。既节约人力,又便于实行自动化生产,集中控制,易于管理。

长距离输油管道运输

长距离输油管道由输油站与线路两大部分组成。沿管道干线为输送油品而建立的各种作业场站统称为输油站,按其所处的位置不同分为首站(起点站)、末站(终点站)和中间站。中间站按其任务不同又分为中间泵站、加热站、热泵站、分(合)输站等。输油泵站的主要功能是提供输送油品所需的压能。对于某些原油和重质燃料油(如我国生产的绝大部分原油),由于常温下黏度太高,需



要加热降黏才能输送,故需要设置加热站。输油泵站与加热站设在一起的称热泵站。

输油首站的任务是接收来自油田、炼油厂或港口的油品,并经计量后输向下一站。首站主要由油罐区、计量系统和输油泵房组成。对于加热输送管道,还需设置加热炉等加热设备。

输送过程中,由于摩擦、地形高差等原因,油品压力不断下降,因此在长距离管道中途需要设置中间输油泵站,给油品增压。对于长距离加热输送的管道,油品在输送过程中温度逐渐下降,需要有中间加热站给油品升温。

管道终点的输油站称末站,其主要任务之一是解决管道运输和其他运输方式之间的不平衡问题。末站除了设有庞大的油罐区,还有用于油品交接的较准确的计量系统以及油品转输设备,如铁路装油栈桥、水运装油码头及与之配套的泵机组等。

输油站包括生产区和生活区两部分。生产区内又分为主要作业区与辅助作业区。输油站的主要作业区包括输油泵房、加热系统、站控室、油罐区、阀组间、计量间和清管器收发装置等。站控室是输油站的监控中心,是站控系统 with 中央控制室联系的枢纽。阀组间由管汇和阀门组成,用于改变输油站的流程。计量间用于管输油品的交接计量,输油管道上常用的是容积式流量计,如原油管道上一般用腰轮流量计、刮板流量计,对黏度较小的油品多用涡轮流量计。清管器收发装置由清管器发放、接收筒及相应的控制系统组成,清管器用于清除施工过程中遗留在管内的机械杂质等堆积物,以及清除输油过程中沉积在管内壁上的石蜡、油砂等沉积物,检测管子变形和腐蚀状况的内检测器也通过清管器收发装置发送及接收。

油罐区容量的大小要根据转运方式的转运周期、一次运量、运输条件及管道输量等因素综合考虑。如转换为海运,则一次装油量大,周转期长,又要受台风等气候条件的影响,故需较大的储油罐区。输送单一油品的首末站罐区容量一般不小于3天的管道最大输量。

输油站的辅助作业区包括供电系统、输油管道的自控与生产



调度,以及日常运行管理等所需的通信系统、供热系统、供/排水系统、消防系统、机修间、油品化验室、办公室等。

长距离输油管道的线路部分包括管道本身、沿线阀室以及通过河流、公路、山谷的穿(跨)越构筑物、阴极保护设施、通讯与自控线路等。

长距离输油管道由钢管焊接而成,一般采用埋地敷设。为防止土壤对钢管的腐蚀,管外都包有防腐绝缘层。长距离输油管道上每隔一定距离设置一个截断阀室,大型穿(跨)越构筑物两端也有此室,其作用是一旦发生事故,可以及时截断管内油品,防止事故扩大和便于抢修。通讯系统是长距离输油管道的重要设施,用于全线生产调度及系统监控信息的传输。通讯方式包括微波、光纤与卫星通讯。

长距离输气管道运输

长距离输气管道一般由干线输气管段、首站、压气站(也叫压缩机站)、中间气体接收站、中间气体分输站、末站、清管站、干线截断阀室、线路上各种障碍物(水域、铁路、地质障碍等)的穿(跨)越段等部分组成。此外,还包括通信与仪表自动化两个辅助系统,它们是构成管道电力调度实时监控(SCADA)系统的基础,其功能是对管道运行过程进行实时监测、控制和远程操作。

首站的主要功能是对进入管道的天然气进行分离、调压和计量,同时还具有气质检测和发送清管器功能。若输气管道需加压输送,则首站一般也是压气站。中间气体接收站的功能是收集管道沿途支线或气源来气,而中间气体分输站的功能是向管道沿途支线或用户供气。这些站一般设有天然气调压和计量装置,某些接收站或分输站同时也是压气站。压气站的功能是给气体增压,从而维持所要求的输气流量。清管站的功能是发送、接收清管器,间距一般为100~150千米。清管站通常与其他站场合建,例如压气站一般都设有清管装置,但也有单独建清管站的情况。清管的目的是定期清除管道中的杂物,如水、液态烃、机械杂质和铁锈等。若输气管道末站直接向城市输配气管网供气,则称之为城市门站。末站具有分离、调压、计量功能,有时还兼有为城市供气系统配气



的功能。

为适应用气量随时间波动,输气干线有时与地下储气库或地面储配站相连。地下储气库一般设有压气站,当用气低谷时,利用该压气站将干线中多余的天然气注入地下储气空间;当用气高峰时,抽出库内天然气,并将其注入输气干线中。由于地下储气空间可能会污染储存的天然气,故必须对从中抽出的天然气进行净化处理后,才能将其注入输气干线。

管道运输与其他运输方式的关系

管道运输与其他运输方式是相互依存、相辅相成的关系。长距离输油管道的起点或终点往往是油港或铁路转运站,而油轮、铁路槽车和公路槽车的装卸都需要管道系统的配合。

管道运输尽管具有很多优越性,但它主要适用于量大、单向、定点的流体货物运输,不如汽车、船舶运输灵活。在石油远洋运输中,大型油轮运输比管道运输更为经济。尽管通过管道运输可以将流体货物直接送达用户(如管道可将气田的天然气收集、运输至数百甚至数千千米以外的城市,然后通过配气管网送达千家万户),但是对于在地域上不是很集中的用户(如遍布城乡的加油站、农村地区零散的天然气和液化石油气用户等),往往没有必要建设庞大的配送管网系统,这就需要公路、水路运输的配合。

与管道运输相比,大型油轮海运的成本虽然更低,但受到地理环境的限制,战争中更容易成为敌方攻击的重要目标。公路运量小,运输成本高,一般用于小批量油品的较短途运输。铁路运输成本高于管道,且罐车往往是返程空载,大量运油不经济。

管道运输的未来

随着工农业生产的不断增长,对交通运输的需求越来越高,现有的运输方式已不能满足社会的需求。对于管道运输来说,其未来的发展方向主要是打破传统模式对运输介质多样化的限制。传统的管道运输只能运输液、气等流质,而无法解决散状物料、成件货物和各种装箱物料的各种距离的运输问题。

(1) 风动管道旅客运输:以前管道运输的对象都是物(能源或



非能源、流体或非流体物资) 现在有科学家正在研究载人运输, 其基本形式近似于容器式管道运输。莫斯科城建局设计院提出的方案是建设一条由两个断面为3 000毫米×2 000毫米的地下隧道组成的客运线, 将距离较远的居民区与铁路车站联系起来, 由10个以下车厢组成的列车可载客125人。美籍华人工程师全陆伯提出用管道输送旅客的构想, 取得了美国专利。美国佐治亚州工艺研究所研制的直径为900毫米的“管道快车”, 也包括了载客方案。这种高速管道运输系统具有不受地面交通拥挤干扰和天气影响, 以及不会因为高速而使空气阻力增加等优点, 因此受到世界各国的普遍关注。

(2) 输水管道: 这里讲的不是一般的输水管, 也不是一般的水。由于地球环境不断被破坏, 某些国家或地区水资源严重匮乏, 使水尤其是纯净水成为重要商品, 因而输水管道成为人们十分关注的问题。但与输油、输气那种直接由管道输送不同, 输水将采用容器式运输, 如用密封的胶囊(水袋)放在容器列车中, 以风为动力运输。

(3) 管道长距离输煤(棒)新技术: 美国容器管道输送研究中心正在研究开发一种长距离管道输煤新技术, 被称为CLP技术。它是使用有压水为载体, 将压制成圆柱形的煤棒做长距离运输的管道输煤系统, 它无回程管道, 也无需装载运煤的特殊容器。煤棒通过射流泵射入管道, 每个煤棒像一节车厢, 连接起来犹如一列火车在管道内疾驶。在越来越严峻的环境状态下, 研究和开发一种能替代传统输煤的新方法来满足不断增长的对“净”煤的需求, 是极为迫切的事情。CLP技术正是适应这种需求的可行的、向商业化迈进的新技术系统。与高浓度长距离煤浆管道运输相比, CLP技术具有节约水(用煤浆管道输送中 $1/2 \sim 1/5$ 的水就可运送等量的煤)、运量大(较煤浆管道输煤量提高2~3倍)、运价低(比煤浆管道低 $1/2$ 左右)等优点, 而且避免在运输过程中产生细化和脱水的困难。CLP技术的基础研究始于密苏里大学, 得到美国能源部和一个由公司组成的财团资助, 后又得到密苏里州及美国国家自然科学基金会的支持和帮助。1992年起, 由美国容器管道输送技术研



究中心执行 4 年的研究开发计划,现已建成两条环形循环试验线。CLP 技术不仅赋予长距离输煤以新概念,并将为整个管道运输业带来极其光明的应用前景。有人预言,美国将在 21 世纪建成国家管道输送网络,大部分长距离货物运输将通过连接各大城市的管道来输送,将公路用于客运和短途货运。到那时,空气质量将有所提高,石油消耗及货运价格将会下降。

(4) 长距离油、气、水管道混输系统:长距离混输起源于海上油田开发,同时引发了对陆上荒漠油田及滩涂油田开发的思索。石油工业的多相流研究主要是基于对边际油田开采的经济效益。如在开发海洋油田中,人们注意到要在海上建立多个开采和处理平台是极不经济的,而用同一条管道同时输送未处理井液,到岸上后再进行分输处理,不失为一种节约投资的良策。多相流混输是一个系统工程,多年来,人们开展了对系统中重要组件、悬浮物、管内腐蚀和沉积物的产生与抑制的研究,对多相流管道输送关键设备——多相泵的研究,以及 20 世纪 90 年代开始的对三相流动力学模型的研究,正是由于这一系列的研究,海洋多相混输管道数量才得以不断增加,从而大大推动了海洋石油业的发展。



第二章

交通运输工具

一、汽车

汽车的发明

(1) 车轮 :说起车轮 ,人们都不陌生。在当今社会 ,无论大车小车 ,无论人力车还是机动车 ,一般都带有车轮。那么 ,什么是车轮呢 ? 车轮又可以起到什么作用呢 ? 是谁发明了车轮 ?

简单说来 ,车轮就是用以支撑车体 ,并可以载动车体运行的圆状结构体。车轮与车体连成一体 ,可以支撑车体 ,并在载动车体运行的过程中充分减少车子与地面间的摩擦阻力 ,提高车子的运行速度和效率。

据说车轮是由我国黄帝发明的。在黄帝之前 ,人们不知道使用车轮 ,运送货物时 ,只会采用肩扛、背驮或地面拖拉的方式 ,效率极低 ,而且在移动很重的物体时非常吃力。后来 ,黄帝从交替升落的太阳、月亮上 ,从自然滚动的石头、果实上 ,从风吹莲蓬在地面转动上受到了启发 ,有了圆及其运动的概念 ,发明了轮子。

今天 ,轮子的结构和形式多姿多彩 ,既有用木头、塑料、橡胶制成的实心车轮 ,也有采用复合材料制成的充气轮胎 ;既有功能简单的一般车轮 ,也有具有自动控制功能的智能车轮。轮子的诞生意味着人类开始摆脱只会肩扛、背驮的笨拙 ,步入了使用工具的进步时代 ,它的历史意义不亚于火的使用使人类告别了茹毛饮血的蛮



荒时代。

车轮的转动缩短了人与人之间的距离,留下的轮迹印刻着运输工具的变迁,加快了人类历史的发展进程。

(2) 马车 据传说,古车来源于原始的运输工具——撬。先人们在获得了使用撬的丰富经验后,将撬下面圆木的中间部分削掉,使其成为中间细两头粗的形状,大大减少了运行时的摩擦阻力。再后来又分开制作,将中间部分制作成细长的轴,两端做成圆板形的轮,这就是车的雏形。

据《文史考》记载,世界上第一辆车子是在4600多年前由黄帝发明的,所以黄帝取名为轩辕氏。只不过由黄帝发明的第一辆车子到底是什么样子,现在谁也说不清楚。

夏朝初期,奚仲对前人所造的车子进行了许多改进,使车子使用起来更加方便。后来,人们又将实心的车轮更换成有辐车轮,使车的结构更加轻巧。比较实用的古车包括车架、车轴和车轮等几大部分。车架由一条车梁以及前端用来套马的横木组成;车轴装在车梁的后端;为了保持车子行走起来能够平衡,左右各穿一个用木头制成的车轮,车轮中间有向四周呈放射状的直木——辐;车厢做成半圆形或者簸箕形,以供人乘坐。不过,这样的车子并非完美无缺,它所存在的最大问题就是车轴部分的磨损太快了。

到了周朝,随着金属冶炼技术的日臻成熟,金属的使用在全国日益普及,人们开始采用金属(主要是铜)制作车轴——仅仅是在轴与车轮相对转动的部位用金属制作,并且用动物的油脂来润滑轴承。这样一来,车轴的抗磨损性能得以大大提高。这个时期的车子品种很多,按车子的结构来分,有二辕车、三辕车;按车子的用途来分,有打猎车、运物车、战车、乘用车等;按拉车所用马的数量来分,有一马车、二马车、三马车、四马车等。其中,供有身份的人乘坐的车子都是套有四匹马的马车,人称“驷马高车”。

在古代,我国马车的制作水平世界领先。但到宋朝以后,中国马车的地位急剧下降,原因之一是我国的内河运输更加完善,部分取代了马车的运输地位;原因之二是中国人发明了人力车,达官贵人们乘坐人力车更能显示自己的身价。



中国古代马车

(3) 车同轨 : 虽然我国古代的马车技术相当成熟 , 但当时的人们却不懂得什么是统一的制作标准 , 每个制作车子的人都按照自己的喜好进行加工制作。这样就使得制作出来的车子五花八门 , 不仅一辆车子一个式样 , 而且位于不同部位的相同部件的尺寸也不尽相同 , 更为关键的是 , 车轮的宽度也各不相同 , 给人们的使用和维修带来很多麻烦。

大家知道 , 古代的道路不像今天的公路路面这么硬 , 下雨以后 , 路面泥泞 , 车轮驶过 , 往往会留下深深的车辙。如果马车车轮的轮距相同 , 后车就可以沿着前车压出的车辙行走。如果轮距不等 , 后车的一个轮子沿着一条车辙行走 , 另一个轮子无论如何也无法走进另一道车辙 , 这就影响了马车的正常使用。

秦始皇(公元前 259 ~ 公元前 210 年)于公元前 221 年统一中国后 , 为了加强中央集权、方便车辆的使用 , 在下令“书同文”、“统一度量衡”的同时 , 规定了“车同轨”——规定轨宽为 1.38 米(6 尺)。从那以后 , 全国马车的车轮距离有了统一标准 , 不同人制作的車子都可以按相同的车辙行走 , “闭门造车”者再也行不通了。从这个意义上来说 , 秦始皇还是车辆标准化的创始人呢 !



我国发行的秦陵铜车马邮票

(4) 古诺蒸汽汽车 :虽然人们有了马车 ,可以乘坐 ,可以载货 ,甚至可以打仗。但随着社会的发展 ,人们已不满足于使用畜力拉动车子了 ,能不能发明一种机器来代替人或牲畜拉动车子呢?有了这种想法后 ,人们在相当长的时间内进行着不懈努力与探索 ,先后发明过滑轮车、弹簧发条车、双桅风帆车等 ,但效果都不是很理想。看来 ,要想给汽车找到合适的动力并不是那么容易。各国工程师们花费了大量心血 ,经历了无数失败 ,仍在坚持不懈地努力着。

1766 年 ,英国发明家瓦特在对前人发明的蒸汽机做了重大改进后 ,使它变得更加实用。这一发明轰动了整个欧洲 ,掀起了轰轰烈烈的第一次工业革命 ,各行各业纷纷将蒸汽机引用到自己的领域 ,这也为实用汽车的问世创造了必要条件。

1769 年 ,法国陆军工程师、炮兵大尉尼古拉·斯·古诺经过 6 年的苦心研究 ,将一台蒸汽机装在了了一辆木制三轮车上 ,这是世界上第一辆完全凭借自己的动力实现行走的蒸汽机车(汽车由此而得名)。这辆汽车被命名为“卡布奥雷” ,车长 7.32 米 ,车高 2.2 米 ,车架上放置着一个直径 1.34 米、像梨一样的大锅炉 ,前轮直径 1.28 米 ,后轮直径 1.50 米 ,前进时靠前轮控制方向 ,每前进 12 ~ 15 分钟需停车将水加热 15 分钟 ,运行速度为 3.5 ~ 3.9 千米/小时。但是 ,由于控制方向比较费力 ,在试车途中的下坡路上撞到了一家兵工厂的石头墙上 ,车子破碎得七零八落。虽然世界上第一辆蒸汽汽车落得个如此悲惨的结局 ,但它作为汽车发展史上第一座重



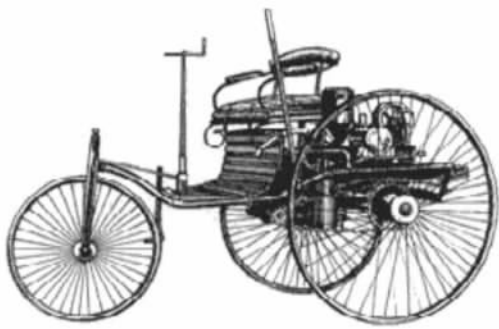
要里程碑的地位是毋庸置疑的。

1771年,古诺又制成了一辆性能更好的蒸汽汽车,时速9.5千米,可牵引4~5吨货物。该车现在被收藏在巴黎的法国国家艺术及机械品陈列馆。

由于类似于古诺这样的蒸汽汽车行走速度太慢,无法满足人们快速行动的要求,所以自从前苏联发明家古利宾为汽车装上飞轮、齿轮、变速箱和滚动轴承以后,蒸汽汽车的速度才有了明显提高。

(5) 世界第一辆现代汽车 1885年,德国人卡尔·奔驰制成了第一辆以汽油做燃料的汽车。1886年1月29日,他的专利申请获得批准,这一天成为汽车的生日。奔驰被誉为“现代汽车之父”。

奔驰一号车重254千克,装有3个带有实心橡胶轮胎的车轮,即后边两个大轮,前边一个小轮。单缸四行程汽油发动机(排量0.9升、功率625.2瓦)放在两个后轮之间,发动机输出的功率靠齿轮和齿条传给装有差速装置的后轴。汽车前进速度为13~18千米/小时,前进方向靠一根操纵杆控制,无法倒行。全车无刹车装置,无减震机构,更无车篷,司机和一名乘客坐在两后轮间的硬座上。



奔驰一号车

由于该车诞生于马车盛行的19世纪末,虽然汽车制成了,但由于官方阻挠,试车一直无法进行,循规蹈矩的奔驰为此非常苦恼。他的妻子贝尔塔深知丈夫的心思,愿助其一臂之力,于是趁奔驰不注意,将汽车推出车库发动起来就开走了。驱车一圈后回到



家中,车辆完好无损,试车成功了。1888年8月,为证明汽车的实用价值,回击部分人关于“汽车是一种无用而可笑的东西”的讥讽,她再次挺身而出,带着两个儿子做全程为144千米的长途试车——驱车回孩子外婆家。这次历史性试车的成功,证明了汽车的实用价值。正因为这次试车的成功,1888年9月12日在慕尼黑举办的发动机和加工机械展览会期间,当地报纸才对其进行了详尽报道:“……人们看到在马路上行驶着一辆三轮无马马车,这辆车既无拉车的马,也无套马的辕杆,前边一个车轮,后边两个车轮,车篷敞开着,车上坐着一个男人,但他手中并没有拿赶车的马鞭。该车从赛德林格大街出发,通过广场后再穿过赫尔措格——威海尔姆大街。看见这辆车的人都惊奇万分……”

世界第一辆汽车的外形和当时的马车差不多,它的速度和载重量也不比马车有任何优势。它的巨大贡献不在于其本身所达到的性能,而是一个观念的变化,那就是内燃机的采用和自动化的实现。奔驰不仅敢于向当时占垄断地位的马车挑战,而且敢于抛弃在技术上已相当成熟的蒸汽发动机,选用新生的内燃机做动力,足以见其充分的自信及观念上的巨大转变。

正因这种车可自己行走,所以后人才用希腊语中的“Auto(自己)”和拉丁语中的“Mobile(会动的)”构成复合词来解释这种类型的车,这就是“Automobile(汽车)”一词的来历。

汽车史上的10项重大技术

(1) 充气轮胎:早期的马车使用木头制成的实心车轮,非常笨重;早期的自行车采用实心的橡胶轮胎,速度很慢;早期的汽车使用木质、铁质或硬橡胶的车轮,不仅影响了车速的提高,而且剧烈的颠簸也使乘客感到难以忍受。

1888年,英国兽医邓禄普获得了充气式“自行车和三轮车新式轮胎”的专利权。作为一名兽医,他为什么会获得这样的专利呢?这要从一次自行车比赛说起。邓禄普非常喜欢参加自行车比赛,不过他的比赛成绩很是一般。他用来参加比赛的自行车也与别人的基本一样,都是实心的橡胶轮胎,路上的颠簸不仅使他感觉不好受,而且也影响了速度。这一天,他在自家花园练习骑车,当



车轮压过浇花的水管时,感觉没有颠簸。于是,他将一截水管密封、充气,并绑在自行车上参加了比赛,结果不仅骑起来感觉很好,而且以绝对优势获得了冠军。基于这一启发,他将充气轮胎加以完善后申报了专利,并获得批准。当时的充气轮胎十分原始,它像软管那样用胶布粘牢在轮圈上。使用过程中,轮胎极易磨损,刺破漏气更是常见之事。因此,在承载量较大的汽车上,这种简陋的充气轮胎并未得到推广使用。

为了寻求减震效果良好且寿命较长的车轮材料,许多发明者可谓费尽心思,当时比较流行的方法是在厚厚的橡胶内胎里填充上五花八门的东西(如软木、锯末、生牛皮、沙子、碎布等)作为减震材料,但其效果始终无法令人满意。为提高轮胎性能,人们想出了种种办法:1903年,美国古德伊尔公司获得无内胎轮胎的专利。1908年,美国人希伯灵发明了轮胎上刻花纹的机器,刻出花纹的汽车轮胎可以增大与地面的附着力,提高行车效率。1911年,美国人菲利普斯将他父亲施特劳斯的一项发明公开:用橡胶和织物制成外胎,里面装入可以充气的橡胶内胎。从此以后,真正的充气轮胎才得以广泛应用。1912年,美国人古德里奇将炭黑加入橡胶中,结果发现能大大提高耐磨性能。这一发现使橡胶的应用范围被扩大,也使汽车轮胎的使用寿命大大提高。

在上百年的汽车发展过程中,各种轮胎(如多气室轮胎、带花纹轮胎、低气压轮胎、子午线轮胎、无内胎轮胎等)相继问世,人们给汽车穿上了合脚的“鞋子”。轮胎技术与汽车技术的齐头并进,在很大程度上改善了现代汽车的行驶舒适性和操纵稳定性。

(2) 自动启动装置:今天的汽车,启动方式十分简单,驾驶人只需转动一下点火开关钥匙,发动机即被发动起来。但在以前,启动发动机可是一件苦差事。

在汽车正式诞生前的1874年,德国人马尔卡斯曾经试制过一辆汽车,这辆车既无离合器,也无变速箱,启动时需靠两个壮汉将后轮抬离地面,驾驶人手摇启动后迅速抽出摇杆跳上汽车,待一切准备妥当后,抬车的两人一同放下后轮,汽车前冲起步。不过,这辆汽车在试验时只跑了180米。1886~1912年间,世界上所有的汽车“理所当然”地使用着手摇启动法,虽然有过脚踏启动和采用压缩空气启动的创举,但并没有从根本上改变启动费力的事实。1912年,美国通用汽车公司的工程师查尔斯·凯特林应老板的要

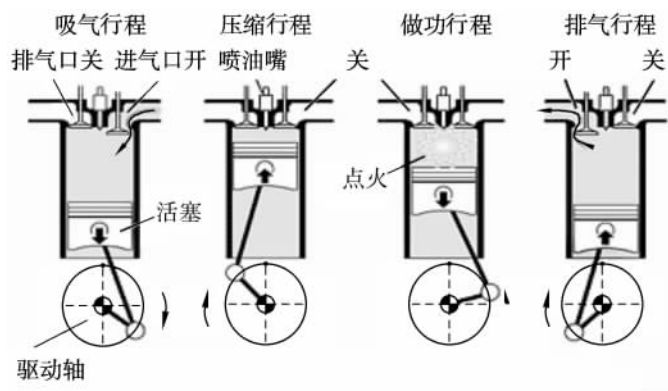


求,利用一年多的时间,在解决了设计过程中的关键问题(利用“甩轮”实现正向传递启动机动力来启动发动机,反向自动打滑以避免轴式“电枢”被启动机高速驱动导致“飞散”)之后,成功地设计出了世界上第一个自动启动装置,并将其安装于当年生产的凯迪拉克轿车上。这款可以自动启动的汽车的问世,轰动了当时的汽车界,获得了巨大的商业成功。

自动启动装置的动力来源于一个小型电动机,电动机以蓄电池作为工作时的电源,它在运转时所产生的扭矩经传动机构的传递作用于发动机的飞轮上,以拖动发动机转动。启动后,小型电动机停止运转,传动机构的小齿轮与发动机的飞轮脱离啮合。这种结构方式有效地保证了启动过程中的安全。直到今天,这种结构原理仍被广泛采用。

(3) 四行程发动机:今天的汽车发动机,99%以上都采用四行程工作原理的发动机。什么是四行程?四行程发动机是如何工作的?它是由谁发明的?

以前,发动机采用的是非压缩式(模仿每一行程都产生动力的蒸汽机工作原理设计)和气压式两类,工作效率非常低。1842年,法国工程师罗沙发表了等容燃烧的四行程发动机理论,并强调压缩混合气,这是提高热效率的重要措施。这是一次对内燃机燃烧理论认识上的飞跃,只可惜他的研究成果由于发表在法国一家地方性出版的刊物上,没有引起人们的重视。1866年,德国人奥托在总结前人成果的基础上,成功地制造出了一台在发动机历史上具有划时代意义的往复式四行程煤气发动机。它靠进气、压缩、做功、排气的四行程循环工作,大大提高了工作效率,运转也变得更加平稳,转速为80~100转/分。1867年5月,该发动机获巴黎万国博览会金质奖章。1876年,奥托又制成了另一台四行程煤气发动机,并于1877年8月4日获得专利。该机转速达250转/分,热效率高达12%~14%。不久以后,这种以发明人名字命名的“奥托机”就闻名于世了。1886年,奥托向世人做出了一项惊人的宣布:取消自己获得的四行程发动机专利,任何人都可根据需要制作它。他的这一举措,无疑为寻找最佳汽车动力的工程师们带来了福音,四行程发动机技术被逐步完善,也加快了汽车研制的步伐。



四行程活塞发动机工作原理

(4) 自动变速箱 :早期的汽车变速器都采用标准齿轮的手动换挡式 ,这种变速器需要熟练的技巧来操作。 尽管后来发明的同步器减轻了驾驶人操作的难度 ,但其带来的跃变式车速变化使驾车者有些不太适应。

1904 年 ,美国人斯特蒂文特在他制作的汽车上第一次应用了简单的自动变速器——一种装备有高、低两个速度的简单离心式离合器。 1907 年 ,斯特尔森利用行星齿轮的传动原理制造了一个液压变速器。 1912 年 ,哥伦比亚电磁厂制造了一个电磁控制的自动变速箱。 1934 年 ,奥兹莫比尔汽车公司推出了一种半自动化式的变速器 ,它采用行星齿轮变速 ,配合离合器使汽车开动。 不久 ,通用汽车公司推出了液力耦合式的变扭器 ,它可以使启动过程中的扭矩增强 ,这种结构形式至今仍在使用。 在自动变速箱的完善过程中 ,美国人霍华德·辛普森做出了杰出贡献 ,他首先获得了由太阳齿轮、齿圈和行星齿轮巧妙构成的自动变速箱专利 ,独自完成了自 20 世纪 20 年代以来美国底特律数百名工程师一直在探索的项目。

今天汽车上安装的自动变速器一般由齿轮系统、电控系统和液控系统等组成 ,可以提供 4 个前进挡和 1 个倒挡。 使用自动变速器不仅驾驶人操作简单 ,无需频繁换挡 ,而且传力柔和 ,无换挡冲击感 ,行驶平顺。 另外 ,由于采用了计算机控制 ,换挡点准确敏捷 ,对道路的适应性能也很好。



(5) 鼓式制动器 :为了使行驶的车辆在必要时能够及时停下 ,车辆一般都要安装制动器。对于马车来说 ,由于速度不快 ,所采用的制动方式一般是 :赶车人操纵拉杆 ,牵动位于轮子后侧的一根长木 ,使其相对于车轮前移 ,将车轮压紧 ,实现制动。这种方式对于马车来说已经足够有效了。

早期的汽车采用与马车基本相同的轮胎制动器 ,即利用位于轮子后的一根杠杆 ,将一块摩擦衬垫压紧轮胎实现制动。

随着汽车速度的日益提高 ,对制动性能的要求也越来越高 ,于是各种各样的制动装置相继问世。比较有代表性的是前轮盘式制动器、抱闸式制动器、凸轮式制动器、盘式制动器等。其中 ,抱闸式制动器以其效果相对优良在当时得到了比较普遍的采用。

1902 年 ,法国雷诺汽车公司的创始人雷诺获得了内胀式鼓式制动器的发明专利 ,并在一款新问世的汽车上采用了这一装置 ,使制动力得以大幅度提高。但是 ,与之配套的钢索式或杆系式操纵机构却效率较低 ,影响了制动力的发挥。后来 ,拉克赫德飞机制造厂创制了液压操纵的鼓式制动器操纵机构 ,充分完善了这种制动器的结构 ,发挥了其使用效果。鼓式制动器最大的优点在于其良好的自刹车作用。工作时刹车片外胀 ,车轮旋转连带着外胀的刹车鼓扭曲一个角度 ,起到刹车作用 ,制动力越大 ,情形越明显。另外 ,鼓式制动器的制作成本也较低。鼓式制动器以其结构简单、性能良好、成本低廉等特点在全球范围得到了广泛应用 ,目前它在世界制动器市场上仍占有半壁江山。

(6) 全钢车身 :早期的汽车基本都是在木质梯形框架上装个车篷 ,起到挡风遮雨的作用。由于当时的汽油发动机功率太小 ,为了减轻车身自重 ,提高行驶速度或装载量 ,只能装用质量很轻而且结构简单的车篷。

1900 年 ,全金属车身的第一个专利由美国人获得 ,但由于当时金属冶炼技术和加工工艺无法满足车身的制造要求 ,所以全金属车身未能流行开来。车身结构仍然采用木板、木骨架和连接它们的加强钢架组合而成。很显然 ,木板车身经受不住扭曲 ,而且在风吹日晒下容易开裂 ,于是又出现了在木板外面加覆薄钢板的结构



形式,不过这种结构的坚固程度仍然十分有限。后来,随着轿车车身封闭结构的流行以及金属冶炼、加工技术的进步,封闭式全钢车身终于问世了。1924年,美国道奇汽车首先采用了成型钢板闭合结构组成的安全型车身,将乘客安置在全钢车身之内。这种结构不仅提高了乘客的安全性,而且因其外形可以设计成流线型,使得汽车的整体造型更加美观,风阻系数更低。

全钢车身是汽车技术史上的一项重大进步,由于生产全钢车身需要厂家投入巨额资金购置生产设备,这在客观上导致了很多小规模汽车制造厂家的倒闭,整合、优化了汽车生产的资源,促进了汽车生产的健康发展。

(7) 安全玻璃:早期汽车大多采用马车式结构,没有向用户提供风挡玻璃。因此,为了抵挡风沙对驾乘人员的侵袭,防尘眼镜便成为敞篷车座舱内的标准装备。1909年,福特公司为其T形车买主提供了可选择风挡玻璃的机会。当人们发现这块小小的玻璃能够避免强烈的风吹及飞虫干扰后,纷纷选购这种汽车。到20年代末,所有汽车制造商均将风挡玻璃纳入了自己产品的标准装备。

早期汽车上的风挡玻璃是平的,并与车身成 90° 夹角,既不美观,也不安全,而且一旦发生车祸,它就会碎成碎片,划伤驾乘人员,甚至危及生命安全。因此,寻求安全型玻璃成为汽车制造商的当务之急。其实早在1900年,法国的一位化学家就发现了一只用赛璐珞加衬的玻璃烧杯被打碎后并不碎开的现象。于是,他便创制出一种称之为Triple的赛璐珞玻璃产品。可惜的是,这种玻璃日子久了会泛黄,所以未能被广泛应用。美国人曾采用过以下两种“防震”型的玻璃:一种是将金属丝以几厘米宽的行距水平地穿过风挡玻璃,借以提高抗冲击能力,并将撞碎后的松散玻璃片牵连起来;另一种是将风挡玻璃做成两块夹层玻璃型的,玻璃中间夹有透明胶片,这种形式的风挡玻璃曾被许多厂家仿效过。

今天汽车上广泛采用的风挡玻璃使用了一种化学处理内层板,撞车后,该内层板将破碎成若干小块,并能自行伸长起到缓冲作用。这项技术是由英国人沃德发明的。

(8) 催化式排气净化器:过去,汽车保有量不大,加之工业生



产所排出的废气量也不是太高,因此,汽车尾气的排放控制没有引起人们的足够重视,汽车生产商研究的主要精力放在如何提高发动机的动力和提高乘坐舒适性上。

随着汽车的普及,减轻汽车尾气对空气污染的问题自20世纪60年代以来开始受到人们的重视,纷纷开展了排气净化装置的研制工作。1970年,美国实施了《排气净化条例》,严格规定了汽车发动机的废气排放标准,加快了汽车排气净化装置研制的进程。

在各种类型的排气净化装置中,催化转换器以其效果优良而一枝独秀。1976年,沃尔沃公司在世界上率先推出了首台带有含氧感知器的三元催化转换器。当装备这些设施的沃尔沃240型轿车进入美国时,被认为是“最干净的轿车”。现在每一部沃尔沃汽车上所装的催化器可以消除95%以上的有害、有毒排放物。催化转换器又叫催化净化器。该装置安装在汽车的排气系统内。三元催化转换器由一个金属外壳、一个网底架和一个催化层(含有铂、铑等贵金属)组成,可除去碳氢化合物、一氧化碳和氮氧化物3种主要污染物质的90%(所谓三元是指除去这3种化合物时所发生的化学反应)。当废气经过净化器时,铂催化剂就会促使碳氢化合物与一氧化碳氧化生成水蒸气和二氧化碳;铑催化剂会促使氮氧化物还原为氮气和氧气。这些氧化反应和还原反应只有在温度达到250℃时才开始进行。如果汽油或润滑油添加剂选用不当,使用了含铅的燃油添加剂或硫、磷、锌含量超标的机油添加剂,就会使磷、铅等物质覆盖于三元催化转换器的催化层表面,阻止废气中有害成分与之接触而失去催化作用,这就是人们常说的三元催化器“中毒”。

催化转换器的使用,使汽车能够以较低的费用达到节省燃油、提高性能和净化排气的目的。

(9) 晶体管:早期的汽车没有任何电控装置,即使点火系统的控制也是采用机械式触点。1947年12月,供职于美国贝尔实验室的肖克莱、巴丁和布拉顿组成的研究小组研制出了一种点接触型的锗晶体管。晶体管是20世纪的一项重大发明,是微电子革命的先声。20世纪70~80年代的大多数技术成就,主要取决于微电子



技术的发展。

晶体管在汽车上的应用起初是为了取代容易烧损的机械触点,后来才演变成今天的微型计算机。这种装置从根本上改变了汽车的性能,促进了汽车技术的高速发展,改变了人类社会的生活。1953年,美国霍利化油器公司首先取得了在点火系统中使用晶体管,从而减少点火系统中断电器触点磨损、氧化和机械损伤的电子点火专利。后来,晶体管在交流发电机、电喇叭、电雨刷、继电器等装置中得到了广泛应用。

目前汽车上广泛运用的“计算机”是一个大量使用晶体管的实物,它由数千个半导体管和类似的组件在单晶硅上结合而成。它神通广大,几乎能够控制汽车的每一项功能。燃油喷射、点火时机、尾气排放、车厢温度、制动防抱、照明灯光、安全气囊、自动换挡、自动驾驶、轮胎气压等均可由计算机控制,从而使汽车逐步迈向了智能化。

(10) 汽车安全设施 1952年5月20日,美国人贝克驾车参加了一次大规模的汽车竞赛。半路上,赛车因撞到露出路面的半截钢轨而腾空闯入人群,导致两名观众当场丧生,数十人受伤,令人惊奇的是,贝克只受了点轻伤。原来,赛前他用皮带将自己“绑”在了座椅上,撞车时绷紧的皮带限制了他的前移,自然也就避免了更大悲剧的发生。但令人遗憾的是,虽然他在接受采访时一再提及自己幸免于难的主要原因是皮带的保护,却未能引起人们的足够重视。后来,随着汽车车速的提高及保有量的增加,交通事故越来越多。面对一次次血的教训,人们重新认识到了安全带的作用,撞车时,它可以使驾驶人和前排乘客缓慢前移,从而减轻了猛烈撞击对人体造成的伤害;翻车时,可以避免乘员被甩出车外造成伤亡。于是,许多国家相继采取强硬措施,规定客车必须装备安全带。

如果说20世纪50年代初汽车用户还对采用安全带普遍持抵制态度,甚至还引发了一场关于安全问题大辩论的话,那么后来的事实则让人们充分认识到了安全带及其他安全措施的巨大作用。正是基于这一认识,欧美许多国家的政府相关部门才相继制定出了汽车的防撞标准,如车顶的防压、行驶方向的操控、碰撞后方向



盘的位移、仪表盘的圆滑结构、车门锁的强度、安全带、安全气囊、座椅和头枕的强度与移位、挡风玻璃与车身两侧的防撞以及照明、车外视野、轮胎质量和制动性能等等。尽管汽车制造厂家最初对这些强制性措施表示异议,认为费用昂贵且没有必要,但在各自政府相关部门的坚持下,最终还是得以贯彻,从而使车祸发生后的伤亡率大为减小。另外,汽车安全措施的实施也缓解了人们对使用汽车的负面影响的极端认识,增加了汽车的销量,促进了汽车工业自身健康、高速的发展。

汽车工业的3次变革

(1) 第一次变革——流水线大批量生产 1886年,德国人奔驰发明了现代汽车,但推动汽车迅猛发展的却是法国人莱瓦索尔和潘赫德。1891年,莱瓦索尔对汽车进行了重新设计,奠定了发动机前置、后轮驱动的基本模式,从而使汽车彻底摆脱了马车式的设计思路,汽车制造中心也由德国移向了法国,标致、雪铁龙、雷诺等纷纷涉足汽车生产,于是法国汽车成为世界主流,产量雄踞全球第一。不过,当时法国汽车全部手工生产,成本居高不下,产量也无法提高。因此,当时有人将汽车比喻为“工程师的宠物,有钱人的玩物”。普通人根本不可能买得起供自己使用的一辆汽车。

杜里埃是美国第一个制造汽车的人,当他用近一年的时间于1896年制造出美国历史上的第一批13辆汽车的时候,欧洲大陆不仅涌现出了许多家汽车公司,而且产量也相当可观。尽管如此,美国民众和政府仍未对汽车生产给予足够的重视和支持,1900年进行全国工业普查时,汽车制造被纳入了“杂类制造”栏,可见其地位之低下。后来,随着凯迪拉克、别克、福特等汽车公司的相继成立,美国汽车制造业才形成了一定的势力,但与欧洲相比,仍然是相差甚远。1903年,亨利·福特成立了福特汽车公司,经过几年经营,于1908年完成了汽车生产流水装配线的建设,并于同年生产出著名的T形车。这条以活牛屠宰生产线的逆向操作为模式的装配线投入使用以后,极大地提高了生产效率,一辆汽车的装配时间由原来的750分钟降至93分钟。生产效率的提高,使得汽车产量大幅度增加(1908~1927年间,共生产T形车1500多万辆),成本和售



价一降再降。在福特的带动及竞争促动下,美国其他汽车公司也得到了快速发展,他们不仅借鉴了福特的流水生产线,而且推出了不同价位的汽车,以满足不同阶层的消费者,努力扩大自己的市场占有率,从而在整体上提高了美国汽车的国际竞争力。在这场竞争中,除福特公司外,由艾尔弗雷德·斯隆领导的通用公司是成绩突出的另一家汽车公司。

第一次汽车工业的变革,通过采用流水线生产方式,实现了由单件生产向大批量生产的转变,增加了产量,降低了成本和售价,使汽车放下了高贵的架子,走进了普通民众的家中,推动了社会的进步。

(2) 第二次变革——多元化品种:第二次世界大战之前,欧洲人就已经不满足于美国汽车的一统天下了。但是,由于当时欧洲各国的汽车厂家尚不能以大量生产、降低成本与售价的方式与已经形成规模的美国厂家竞争,于是,他们只好利用自身的技术优势,在品种上追求多样化,在性能及配备上尽量适应欧洲各国的自然条件、社会环境、生活习惯等的要求,以新颖的汽车产品(如发动机前置前驱、后置后驱、承载式车身、微型省油车等)与美国厂家竞争。这些技术的开发为西欧国家汽车业在战后大发展奠定了基础。

第二次世界大战缓和了欧洲与美国在汽车工业上的竞争,加之经济复苏和政府对汽车工业的支持,欧洲人将竞争重点放在了改变美式车车型单一、体积庞大、油耗过高的缺憾上。经过德、意、法、英、瑞典等欧洲各国汽车制造商的不懈努力,终于在柔性生产线上生产出了一系列款式别致、令人大开眼界的新型汽车:严谨规范的奔驰、宝马;轻盈典雅的法拉利、雪铁龙;雍容华贵的劳斯莱斯、美洲虎等相继登台,为沉闷单一的车坛带来了清新的气息。

在欧洲人各尽所能进行多样化设计时,美国人则在尽量实现标准化生产,以求扩大生产批量,谋求更大的经济效益,他们甚至以嘲讽的口吻评价欧洲人五花八门的设计是一种“无奈的挣扎”,因为大量的小型汽车生产厂家根本不可能获得批量生产的效益。然而到了20世纪50年代末、60年代初,欧盟各国间关税取消后,每个欧洲汽车制造商都可以在全欧洲自由销售自己生产的特色汽



车时,多样化的设计一下子转变成了最大的优势,规模效益得以实现,世界汽车工业的重心由美国逐步移向了西欧。第二次世界大战期间的1940年,美国汽车产量占全球产量的91.3%。即使第二次世界大战结束后的1950年,仍占75.7%,而欧洲只占13.6%。到了1961年,美国汽车在世界汽车市场的份额下降到了43.67%,欧洲上升到约占40%,直逼美国。1970年,西欧各国汽车总产量达1100多万辆,而美国则只有827万辆,西欧汽车制造商终于从美国人的口中抢得了“一杯羹”。不仅如此,20世纪70年代以后,大众、宝马、戴姆勒—奔驰等汽车制造商还对美国实施“以其人之道还治其人之身”的竞争策略,纷纷到美国投资建厂,将竞争的战火燃向了北美大陆。

第二次汽车工业的变革,通过采用多品种生产的方式,改变了汽车市场品种单一的沉闷局面,向消费者提供了丰富多彩的汽车,打破了美国汽车厂商在世界车坛的长期垄断地位。这一阶段的主要特征是既保持了大规模生产,又出现了向多品种、高技术发展的趋势。



劳斯莱斯轿车

(3) 第三次变革——精益生产方式:日本汽车工业起步较晚。1929年,当通用、福特以CKD方式在日本组装了29338辆汽车的时候,日本人自己制造的汽车只有437辆。当日本政府意识到应



该发展自己的汽车工业后,相继采取了一系列保护政策:第二次世界大战前,颁布了《汽车制造企业法》,对汽车制造业给予扶持;第二次世界大战中的1939年,关闭了美国在日本所设的汽车制造厂,积极建设自己的汽车厂;第二次世界大战后,不允许外国企业到日本设厂造车,用政府意志保护本国汽车工业。尽管如此,在整个20世纪50年代,日本汽车业仍发展缓慢。进入20世纪60年代,经济型轿车的生产在日本逐渐增多,为日后大发展积累了经验。同时,以丰田为代表的几家汽车公司将“全面质量管理”和“及时生产系统”两种新型管理机制应用到了汽车生产。前者要求工人承担更多的责任,将产品质量放在首要位置;后者规定了在生产过程中所需的图纸、材料、生产工具等要不多不少、源源不断地及时送到生产现场,两者紧密衔接,相辅相成,推动了日本汽车工业的高速发展。

1973年,中东战争引发了全球石油危机,各国消费者对汽车的需求由豪华气派型转向了小巧省油型。而美国生产的轿车普遍豪华气派、功率强劲、油耗偏高,不适合消费者需求。这一天赐良机给日本汽车工业带来了转机,他们生产的小型省油汽车马上成为全世界的畅销货。日本厂家抓住这一大好机遇,奋力抢占全球汽车市场,获得了巨大成功。销售的成功促进了产量的大幅度提高:1960年,日本汽车产量为481 551辆,仅占全球总产量的2.92%;1970年,上述两数字分别为5 289 157辆和17.99%,1975年则为6 941 591辆和21.04%;1980年,不仅上述两数字分别达到了11 042 884辆和28.67%,而且产量还首次超过美国(801万辆),坐上了世界第一汽车生产大国的宝座。

第三次汽车工业的变革是从完善生产管理系统着手的,它为沿袭了半个多世纪的福特式生产管理方式注入了新鲜的血液,使汽车工业迎来了高速发展的春天。

汽车的种类

(1) 汽车:汽车可谓人人皆知,但要给汽车下一个准确的定义却并非易事。我国出版的工具书给出了如下说法:《辞海》的定义为:“汽车是一种能自行驱动,主要供运输用的无轨车辆。原称‘自



动车’ ,因大多采用汽油机做动力 ,故简称汽车。”《现代汉语词典》的定义为:“汽车是用内燃机做动力 ,主要在公路或马路上行驶的交通工具 ,通常有 4 个或 4 个以上的橡胶轮胎。用来运载人或货物。”不过 ,这样给汽车下定义显得不够严谨 ,一是摩托车也是自行驱动、无轨行驶、使用汽油机 ,二是拖拉机也使用内燃机、无轨、有 4 个或 4 个以上车轮 ,三是过去的蒸汽汽车采用外燃机而非内燃机 ,四是现在的汽车除了使用汽油以外 ,还可以使用天然气、煤气、甲醇等作为燃料 ,或借助于太阳能、电力驱动。因此 ,工具书对汽车的解释存在一定的局限性 ,没有全面反映出汽车的特征。

界定汽车定义至少需要考虑 3 个因素 :第一 ,汽车的产生与发展。百余年间 ,不同时期的汽车有着不同的结构特点 ,并且汽车种类和用途也是日新月异 ;第二 ,汽车的原意。汽车源自西方 ,应以西文原意为主要依据 ,并结合现代意义上的汽车予以定义。英文“Automobile”是由“Auto(自己)”和“Mobile(会动的)”构成的 ,这就是“汽车”的来历 ,其意为“自己会动的”即自动车 ,并没有内燃机、外燃机和使用什么燃料之分 ;第三 ,汽车与其他相似机械的区别。在汽车定义中 ,不应完全涵盖相似机械的所有特点。

在汽车的历史上 ,曾经出现过形形色色的汽车。就动力构成而言 ,既有外燃机、内燃机、电动机之分 ,也有汽油、柴油、天然气、煤气、甲醇、太阳能、电力等的区别 ;就用途而言 ,有客车、轿车、货车、洒水车、消防车、工程车、大型平板运输车、扫雪车、翻斗车、婚礼车等琳琅满目、不胜枚举的各种车型 ;就结构尺寸而言 ,既有供单人乘坐的微型车 ,也有可运输航天飞机的“巨无霸”……这些汽车虽种类繁多 ,异彩纷呈 ,用途迥异 ,但都具有汽车的整体特性 ,都是基于交通运输这个基本功能派生出来的 ,都属于“自动车”范畴。

摩托车和拖拉机是最容易与汽车混淆的两种机动车 ,但摩托车是在自行车或类似自行车的车体上加装发动机而成的 ,其车架与汽车车架截然不同。拖拉机与汽车相比 ,在整体结构上有着明显差异 ,汽车车身不可分体 ,除个别车类中的部分车型 ,如大型平板运输车的驾驶室与载物平板不共用一个车架外 ,其他各类车辆的驾驶室与车厢要么一体 ,要么统一固装在一个车架上 ,而拖拉机



的车身则是两半式,中间活络连接,驾驶室与车厢不能固装为一体,且驱动轮大,从动轮小。

综上所述,汽车的定义应该如此界定:汽车是一种具有4只或4只以上车轮,驾驶室与车厢一体或固装在同一车架上,具备自行驱动能力,并且只凭车轮驱动,主要供运输或由此派生出来的其他特殊用途使用的无轨车辆。

由于汽车需具有4只或4只以上车轮,故二轮或三轮摩托车不是汽车。由于汽车具备自行驱动能力,因此凭电力网中的电力做动力的有轨或无轨电车不是汽车。由于汽车只凭车轮驱动,且主要供运输或由此派生出来的其他特殊用途使用,所以儿童玩具车、拖拉机、坦克、装甲车、推土机及其他工程机械等均不是汽车。

(2) 汽车的“厢”:人们在谈论轿车时,常常会提到“厢”的概念,说这是三厢车,那是两厢车。那么,“厢”究竟指的是什么?它是如何划分的呢?

现在我们常见的轿车一般是三厢车。所谓“三厢车”,是因为它的车身结构由3个相互封闭、用途各异的舱(即人们所称的“厢”)所组成,即位于车前部的发动机舱、位于车身中部的乘员舱和位于车后部的行李舱。



三厢车(北京现代伊兰特)

在早期的汽车上,发动机舱只是用来安置汽车的发动机、变速器、转向器、制动器等重要总成,后来发动机舱的作用变得越来越重要,现代汽车的发动机舱还肩负着被动安全性的重要使命,即当



汽车不幸发生正面碰撞时,发动机舱会折曲变形,以吸收碰撞产生的巨大能量,减少碰撞对车内外人员的猛烈冲击,起到保护车内乘员的作用。车身中部的乘员舱设计坚固,刚性大,遇到碰撞和翻滚的冲击时车厢变形小,能够防止车门在运动中自行打开甩出乘员,减小乘员因车厢变形挤压导致伤亡的危险,并可以在车祸后使乘员能够顺利打开车门逃生。行李舱不仅仅担负行李存放的功能,还肩负着减轻因后车追尾导致乘员伤害的功能。

三厢式轿车中间高两头低,从侧面看前后对称,造型美观大方。缺点是车身尺寸长,在交通拥挤的大城市行驶及停泊不是很方便。两厢车的前部与三厢车没有区别,作用也是一样的。不同之处在于这种汽车将乘员舱近似等高地向后延伸,将后行李舱和乘员舱合为一体,形成只有发动机舱和乘员舱的两厢车。由于两厢式汽车也有独立的前发动机舱,与三厢式汽车一样,具有良好的正面碰撞保护性能,不论其是标准型还是短头型的,都能满足目前的正面碰撞保护要求。两厢车尾部有宽敞的后车门,使其具备了使用灵活、用途广泛的特点:放倒后排座,就可获得比三厢车大得多的载物空间,可用来运送许多大型家电和家庭用品。



两厢车(大众甲壳虫)

(3) 乘用车:提到汽车种类,过去一般称为轿车、越野车、卡车、大客车等。但是根据国际惯例,这些称呼是不准确的。由于称谓的不统一,也影响了汽车的进出口和统计依据。为了与国际接



轨,我国于2002年3月1日正式实施了《汽车和挂车类型的术语和定义》(GB/T3730.1-2001)。在这项国家标准中,去掉了多年使用的轿车概念,引入了国际通用的乘用车概念,同时对汽车予以重新分类。其中,乘用车的定义为:其设计和技术特性上主要用于载运乘客及其随身行李和(或)临时物品的汽车,包括驾驶员座位在内最多不超过9座,它也可以牵引一辆挂车。乘用车按照车身、车顶、座位、车门、车窗结构或数量的不同,可以分为11类:

① 普通乘用车:车身为封闭式,侧窗中柱有或无。车顶(顶盖)为固定式,硬顶,有的顶盖一部分可以开启。座位为4个或4个以上,至少2排。后座椅可折叠或移动,以形成装载空间。车门为2个或4个侧门,可有一后开启门。

② 活顶乘用车:车身为具有固定侧围框架的可开启式。车顶(顶盖)为硬顶或软顶,至少有2个位置可以封闭、开启或拆除。可开启式车身可以通过使用1个或数个硬顶部件或合拢软顶将开启的车身关闭。座位为4个或4个以上,至少2排。车门为2个或4个侧门。

③ 高级乘用车:车身为封闭式,前后座之间可以设有隔板。车顶(顶盖)为固定式,硬顶,有的顶盖一部分可以开启。座位为4个或4个以上,至少2排,后排座椅前可安装折叠式座椅。车门有4个或6个侧门,也可有1个后开启门。

④ 小型乘用车:车身为封闭式,通常后部空间较小。车顶(顶盖)为固定式,硬顶,有的顶盖一部分可以开启。座位为2个或2个以上,至少1排。车门为2个侧门,也可有1个后开启门。

⑤ 敞篷车:车身为可开启式。车顶(顶盖)为软顶或硬顶,至少有2个位置,第1个位置遮覆车身,第2个位置车顶卷收或可拆除。座位为2个或2个以上,至少1排。

⑥ 仓背乘用车:车身为封闭式,侧窗中柱可有可无。车顶(顶盖)为固定式,硬顶,有的顶盖一部分可以开启。座位为4个或4个以上,至少2排。后座椅可折叠或移动,以形成装载空间。车门为2个或4个侧门,车身后部有一仓门。

⑦ 旅行车:车身为封闭式,车尾外形按可提供较大的内部空间设计。车顶(顶盖)为固定式,硬顶,有的顶盖一部分可以开启。座位为4个或4个以上,至少2排。座椅的1排或多排可拆除,或



装有向前翻倒的座椅靠背,以提供装载平台。车门为2个或4个侧门,并有一后开启门。

⑧ 多用途乘用车:上述7类车辆以外的、只有单一车室载运乘客及其行李或物品的乘用车。但是,如果这种车辆同时具有:除驾驶员以外的座位数不超过6个,载运货物的总质量大于载运乘员的总质量时,就应列入商用车范畴。

⑨ 短头乘用车:它一半以上的发动机长度位于车辆前风窗玻璃最前点以后,并且方向盘的中心位于车总长的前1/4部分内。

⑩ 越野乘用车:在设计上,越野乘用车所有车轮同时驱动,或其几何特性、技术特性和性能(爬坡度)允许在非道路上行驶的一种乘用车。

⑪ 专用乘用车:运载乘员或物品并完成特定功能的乘用车,它具备完成特定功能所需的特殊装备,例如旅居车、防弹车、救护车、殡仪车等。

从乘用车定义可以看出,它不过是一种载人不超过9人的轻微型载客车辆,是一种代步工具,从而改变了传统的将轿车作为奢侈品的思想。

(4) 商用车:我国于2002年3月1日开始实施的《汽车和挂车类型的术语和定义》(GB/T3730.1-2001)国家标准,将汽车分为乘用车和商用车两大类。在所有的汽车类型中,除了乘用车外,都归属于商用车。所谓的商用车,主要用于运载人员、货物及牵引挂车的汽车。



林肯牌 Mark LT 皮卡



根据《汽车和挂车类型的术语和定义》的分类方法,商用车分为客车和货车两大类。其中,货车分为普通货车、多用途货车、半挂牵引车、全挂牵引车、越野货车、专用作业车和专用货车,客车分为小型客车、城市客车、长途客车、旅游客车、越野客车和专用客车等。不过,在社会上,人们目前仍在沿用1989年颁布的国家标准,将货车分为重型货车(最大总质量 >14 吨)、中型货车($6\text{吨}<\text{最大总质量}\leq 14\text{吨}$)、轻型货车($1.8\text{吨}<\text{最大总质量}\leq 6\text{吨}$)和微型货车(最大总质量 $\leq 1.8\text{吨}$),将客车分为特大型客车(车长 $>13\text{米}$)、大型客车($10\text{米}<\text{车长}\leq 12\text{米}$)、中型客车($7\text{米}<\text{车长}\leq 10\text{米}$)、轻型客车($3.5\text{米}<\text{车长}\leq 7\text{米}$)和微型客车(车长 $\leq 3.5\text{米}$)。

(5) 特种车 特种汽车也属于汽车大家族中的成员。汽车制造厂为了满足用户某方面的使用需求,在保持汽车动力性、经济性、操控安全性基本不受影响的前提下,依据使用要求,对汽车的某些方面,尤其是装载系统进行重新设计,从而形成的带有某种特种设备而不同于一般的汽车。如消防车需要在车上安装大的水箱、高压水泵,需要携带攀登云梯等,还要将油箱进行适度的隔热处理;运钞车需要换装强劲的发动机和封闭货箱,并将封闭货箱进行超常规加固,对货箱门锁的要求也较高;吊车需要安装长长的吊臂、位于四周的支撑架(以免过高的压力将轮胎压爆)、平衡块等,发动机的动力还要能够转换——车辆运行时驱动汽车的驱动轮,起吊时驱动吊钩;救护车需要安装担架、救护设备、警示灯等;洒水车需要安装储水罐、侧喷口、后喷口、排水口、高压水枪、吸水泵等,以满足路面喷水、路侧花坛喷水、树木打药等的使用需求;清扫车需具有路面清扫、垃圾收集与储存等功能,清扫时,清扫工具需具有圆周方向转动和遇到石块时自行抬高的功能;驾驶教练车必须安装副驾驶座的制动控制装置,以便学员无法及时控制制动时,教练员可以实施制动控制。

特种车主要包括吊车、救济车、消防车、救护车、警备车、宪警巡逻车、工程车、教练车、残障用特制车、洒水车、邮车、运钞车、垃圾车、清扫车、水肥车、囚车、灵车等。



可供残疾人使用的特种车

(6) 太阳能汽车 :目前汽车使用的燃料主要是石油产品 ,如汽油、柴油等。然而 ,石油是不可再生的宝贵自然资源 ,总有一天要用完。据科学家预计 ,世界已探明的石油将于 2020 年左右被采尽。因此 ,汽车将面临“ 饥饿 ” ,人类将面临能源短缺。另外 ,石油还是宝贵的化工原料 ,可用来制造塑料、合成橡胶和合成纤维等。把石油作为燃料烧掉了 ,不但可惜 ,而且还污染了人类赖以生存的自然环境。

解决这个难题惟一可行的方法就是加紧开发新能源。而太阳能就是新开发能源中的佼佼者。金焰四射的太阳 ,表面温度为 6 000 左右 ,内部温度高达 2 000 万 以上。所以 ,太阳能一刻不停地发出大量的光和热 ,在为人类送来光明和温暖的同时 ,也成为取之不尽、用之不竭的能源聚宝盆。将太阳光变成电能是利用太阳能的一条重要途径。20 世纪 50 年代 ,人们制成了第一个光电池。将光电池装在汽车上 ,用它将太阳光不断地变成电能 ,使汽车开动起来。这种汽车就是新兴起的太阳能汽车。

太阳能电池依据所采用半导体材料的不同分为硅电池、硫化镉电池、砷化镓电池等 ,其中最常用的是硅太阳能电池。其造型有圆的、半圆的和长方的等。在电池上有像纸一样薄的小硅片 ,在硅片的一面均匀地掺进一些硼 ,另一面掺入一些磷 ,并在硅片的两面装上电极 ,它就能将光能变成电能。一般说来 ,硅太阳能电池能把 10% ~ 15% 的太阳能转变成电能。它既使用方便、经久耐用 ,又清洁卫生 ,是比较理想的新能源。近年来 ,澳大利亚用激光技术制成



的太阳能电池,其光电转换率高达24.2%,而且成本与利用柴油发电相当。墨西哥最早制成太阳能汽车,其外形像一辆三轮摩托车,车顶架有一个安装太阳能电池的大棚。在阳光照射下,电池给汽车提供电能,时速可达40千米。遗憾的是,该车每天所获电能只能运行40分钟,无法远行。1984年9月,我国首次研制的“太阳号”太阳能汽车试验成功。

现在世界上很多国家都在研制太阳能汽车,并不断地进行交流和比赛。先后产生过连续行驶3200千米、纵贯澳大利亚国土的记录,最高时速超过100千米等。

太阳能汽车不仅节省能源,消除废气污染,而且噪音很小。太阳能汽车的诸多优点引起了人们极大的兴趣,必将在今后得到快速发展。

(7) 现代化的汽车:一辆飞驰在高速公路上、外形像蛋壳状的汽车,由于司机犯困,手脚不太灵活,汽车也左右扭摆。这时,从驾驶监视器里会发出警告信号,同时送出柔和的女中音:“开车打盹非常危险,请集中精力开好车,祝您一路平安!”司机揉揉眼睛,提起了精神,汽车又恢复了正常行驶。这不是科幻小说中的情节,而是最新款汽车的一个真实镜头。汽车上装备了这种“安全驾驶参谋”装置后,就能把司机打瞌睡时开车的特征记忆下来,并储存在电脑里。当司机的开车动作与它所储存的危险操作相吻合时,“安全驾驶参谋”能立即发出警报,提醒司机注意。

现代新型汽车具有某些特殊的结构和功能。从外表来看,造型已由过去的长方体、箱形变为蛋形、圆形,由直线变为曲线,同时使表面各部分尽量圆滑,以最大限度地减轻汽车质量,减少行驶时的空气阻力,节省燃料,提高速度。美国产“庞蒂亚克”轿车,车身为蛋圆形,有效地扩大了车内空间,行驶速度达到300多千米/小时。目前,蛋圆形车身代表了汽车外型发展的趋向。从汽车座椅来看,不仅能调整靠背角度,而且装有舒适的腰垫和可调整的枕头,甚至还有适合不同人用的可调式大腿撑垫,使人坐上去全身感到十分舒适。带有记忆功能的座椅,只要按一下某个按钮,就可恢复到预先定好的位置和角度。采用微型储存器的新型座椅,当用



钥匙打开车门时,整个座椅便调到预定位置,包括座椅与方向盘的距离、靠背角度、腰垫软硬程度、枕头角度、大腿垫的位置、方向盘的角度等,甚至可将收音机调到你最常听的电台频率,音量大小调到适中,空调器开关调到所需要的位置。从内部设施来看,为了使驾乘人员感到舒适,普遍采用了立体声音响设备、空调器、车厢空气过滤器等,并以微型电子计算机控制空气调节装置,使车内温度四季如春。从工作控制来看,微型计算机可以使汽车驾驶起来更为安全和方便。在微型计算机中储存了所有必需的数据,从而使它可以根据路面、载重、汽车速度、发动机转速、风门大小、挡位高低等来选择换挡的最佳时机。采用计算机控制发动机燃烧情况,可减少有毒气体的污染。

(8) 概念车:所谓概念车,由英文 Conception Car 意译而来,就是一种对未来汽车科技发展、造型变化进行研究,并诠释汽车发展方向的超前意识的新车型。它是以特定观念形成的定性概念设计的汽车,所表现出的概念思潮对整个汽车工业的发展及全社会的进步具有一定的促进作用。



丰田概念车

概念车一般分为两种,一种是能跑的真正汽车,另一种是设计的概念模型。第一种概念车比较接近实际生产,其设计概念较易变成现实,通常是已进入试验并逐步走向实用化,一般在3~5年可能成为汽车公司的新产品。第二种汽车是更为超前的设计,因环境、科技水平、成本等因素的制约,只是未来发展方向的研究,短期内还不能成为在马路上跑的汽车。



欣赏概念车,实际上是对最高汽车设计与工艺水平的欣赏,创意概念不同,差异也很大。若以“新时速”作为创意概念,一般以“风阻”和“气流”为车型线形设计的主要依据;若以“低能耗”作为创意概念,主要从节能的角度和自然能源的利用上开创新型功能性概念,如太阳能汽车等;若以“社会生态”作为创意概念,常从社会优良环境的维持上优化汽车设计的环保意识;若以“生活形态”作为创意概念,多从生活环节、结构、方式上给人的汽车生活构筑新的色彩,如郊游的方便性、远途的安逸性等;若以“文化时尚”作为创意概念,会从多种艺术流派中挖掘出新的汽车艺术文化……汽车厂商在推出一款款风格各异的汽车的同时,更是以其内涵概念性的思潮去推进人类超前观念的发展,以强劲的社会物质文化发展势头刺激并作用于大众的感官,进而影响其他产业的发展,以求推动整个社会朝着观念更新、风格出众以及现实意义更加充实的方向发展。

第一辆“概念车”出自何处、何时已无从考究。现存最早的“概念车”是1938年由美国通用汽车公司设计的“YJOB”型黑色敞篷车。这辆车不仅代表了当时流线型汽车的特点,而且其影响一直波及到第二次世界大战以后全世界的汽车业。

有些“概念车”,今天还作为一种概念,明天就可能成为停在车行里待售,甚至行驶在公路上。而另一些“概念车”,由于种种因素的影响,也许根本就无法进入市场,永远都是人们心目中一个长存的概念。不过,从汽车工业的发展和现实意义来说,“概念车”仍是冲破现实、开创明天的一种物质文化实体。

(2) 汽车之外的其他机动车:

① 农用车:世界许多国家都有专门面向农村市场销售的汽车。例如第二次世界大战以前,法国雪铁龙公司专门开发了一种供农村使用的、放在篮子里的鸡蛋不会被震碎的车辆。德国在第二次世界大战之后,也专门为农村市场开发了有道路运输功能的“Unimog”车辆。美国由于农村道路条件好,汽车公司竞相开发了面向农村市场的大功率、高车速、高售价的客货两用车。联合国公交组织为解决发展中国家的运输车辆问题,曾提出过“满足基本运



输要求,采用两轮、三轮或四轮结构,具有相对低的成本的车辆”,遗憾的是未获通过。

我国改革开放以后,农村经济获得了高速发展,急需一种与农民收入水平相吻合、可以满足其使用需求的运输工具。自1979年开始,我国出现了一种专门供应农村市场,被人们称之为“农用车”的汽车。它是一种顺应农村经济发展、专门为乡镇道路设计、独具中国特色的低速(四轮农用车最高设计时速不超过50千米,三轮农用车最高设计时速不大于40千米)农村交通运输工具,包括三轮农用车和四轮农用车两大类。

我国的农用车基本具备“小”、“低”、“牢”、“柴”、“简”、“廉”、“高”七字特色。“小”是指车型小,适应农村货物单批运量小、道路窄的特点;“低”是指设计速度低,可以适应农村道路条件差、农民使用水平低的要求;“牢”是指坚固耐用,以适应农村使用条件差,允许适度超载的要求;“柴”是指柴油化,以适应农民有使用柴油习惯、柴油容易保存的特点;“简”是指结构简单,可以适度牺牲农民并不苛刻的舒适性要求;“廉”是指低售价;“高”是指高通过性能。这是农用车得以发展和赢得市场最重要的条件。

2002年,我国农用车保有量约为2500万辆,超过了民用汽车的保有量,成为农村运输业的一支有生力量。2004年5月1日,随着新的道路交通安全法的实施,农用车的管理从农业(农机)部门转到了公安部门,对三轮农用车按照“三轮汽车”进行管理,对四轮农用车按照“低速载货车”进行管理。

② 拖拉机:今天的拖拉机是与各种农业作业机械配套的自走式动力机械。在农业生产中,它主要用以牵引和驱动各种农具,完成各项田间作业和农业运输。根据《辞海》定义:拖拉机是一种用来悬挂、牵引或驱动工作机具的行走式动力机,也可用于固定式作业。由发动机、传动系统、行走装置和工作装置等构成,按用途分为农业、林业、工业和特殊用途等,按行走装置结构分为轮式、履带式等。

自古以来,很多人试图以机械力代替人力和畜力进行耕作。但直到19世纪欧洲进入蒸汽机时代以后,才使动力型农业机械的



诞生成为可能。19 世纪 30 年代,有人开始研究用蒸汽汽车牵引农机具进行田间作业。但当时的蒸汽车辆很大、很重,即使不被陷在田里,也会把土压得很实,根本无法耕种。1851 年,英国的法拉斯和史密斯首次用蒸汽机实现了农田耕作,但当时他们却是把蒸汽机安放在田头,用钢丝绳远远地牵引在田里翻耕的犁铧。后来随着蒸汽机制造技术的进步,出现了小型蒸汽发动机,把它安装在车辆底盘上驱动车轮行驶,使它能够从地头开进田地直接牵引农机具,这才诞生了拖拉机。法国的阿拉巴尔特和美国伊利诺伊州的帕尔文分别在 1856 年和 1873 年发明了最早的蒸汽动力拖拉机。

早期的拖拉机笨重而昂贵,使用不便,往往需要数人操作,适用于在广阔原野上耕作,农民家庭难以负担。第一次世界大战期间,由于劳动力不足和农产品价格上涨,促进了农田拖拉机的发展。以内燃机为动力的拖拉机逐渐淘汰了以蒸汽机为动力的拖拉机。今天的拖拉机都使用柴油内燃机。

拖拉机分为轮式和履带式两种。早期拖拉机使用铁轮,不仅笨重、容易陷车,而且经常压伤植物的根。1901 年,美国的伦巴德发明出第一条实用效果较好的履带。3 年后,加利福尼亚的霍尔特根据伦巴德的发明,设计制造了“77”型蒸汽拖拉机,这是世界上第一台履带式拖拉机。1906 年,霍尔特拖拉机制造公司制造出世界上最早的以汽油内燃机为动力的履带式拖拉机,成为当时最成功的拖拉机,也成为数年后英国研制世界上第一辆坦克时的参考样车。

发明轮式拖拉机时,最初是将钢制车轮加宽,加大着地面积,减少压强,但效果并不好。后来又采用在钢轮外加一层橡胶保护层的办法。汽车轮胎诞生后,人们先后给拖拉机使用了实心 and 充气胎,但汽车轮胎并不完全适用于拖拉机,一是由于汽车轮胎的沟纹过于浅细,二是人们发现拖拉机在轮胎气不足时反而比气很足时的软地行驶性能更好。1932 年,美国的菲尔斯当轮胎和橡胶公司生产出一种大尺寸的高花纹低压充气橡胶轮胎,这是一种真正适用于农用拖拉机的轮胎,它极大地提高了轮式拖拉机的行驶和牵引性能。



到 20 世纪 40 年代末,在北美、西欧和澳大利亚等地,拖拉机已取代牲畜成为农场的主要动力。此后,拖拉机又在东欧、亚洲、南美和非洲得到推广使用。

③ 电动汽车:电动汽车是以蓄电池作为能源的汽车。1873 年,英国研制成功第一辆电动汽车。1898 年,美国人冉尼和杰纳齐驾驶电动汽车,在法国举行的爬山比赛中,把参赛的蒸汽汽车和内燃机汽车抛在后面,夺得冠军,引起人们的注意。1912~1920 年,电动汽车的发展达到高潮。它是汽车大家族中首先达到时速 100 千米的汽车,而且也是第一辆成为四轮全驱动的汽车。后来,由于内燃机性能的改进和蓄电池存在容量小、性能差、使用寿命短等缺陷,无法适应需要,它的发展速度放慢了。但是,在邮件传送、游览、送奶以及零星送货等方面,电动汽车具有一定的优越性。

近 10 年来,人们愈加感受到使用了 100 多年的内燃机汽车存在着难以克服的缺点,如噪音大,排放的废气污染环境,石油面临供应危机等。相反电动汽车在这些方面有着突出的优点,如操纵方便,噪音小,乘坐舒适安全,不排放废气,使用寿命长等。于是人们将蓄电池的性能提高以后,电动汽车又处于与内燃机汽车再争高低的有利地位。如德国生产的采用钠硫蓄电池的小型电动汽车,充电一次可连续行驶 180 千米,时速可达 125 千米。目前,电动汽车主要作为城市的交通工具使用。对于开车上下班的人来说,一次充电所能行驶的距离完全能够满足需要。据专家预言,在未来的汽车中,75%左右的燃油汽车将被电动汽车所取代。

④ 电车 1841 年,英国人达维德松发明了电车,利用电池的电力带动车轮前进,但实用性极差。德国人冯·西门子用木头制造了一辆车子,在车下面装了一个电动机,通过滑轮和钢丝绳将动力传给车轴,使用 140 伏直流电供电,通过互相绝缘的左右轨道将电流输送到车上使其前进。这种电车自然比达维德松的先进了一步,因为使用蓄电池只能行驶很短的时间就必须拿下来充电,电车也就开不了多久。而通过轨道把电输送到车上,自然就克服了这一不足。1881 年,当这种有轨电车出现在德国柏林郊外时,引起了轰动。1884 年,美国人亨利发明了架空线和触线杆,使得电车更加



先进,于是无轨电车诞生了。它使电车更加完善,成为当时市区主要的公共交通工具。

我国于1906年在天津创办了有轨电车交通系统,上海于1908年、大连于1909年、北京和沈阳于1924年、哈尔滨于1927年、长春于1935年相继建成了有轨电车系统。直到20世纪50年代末,有轨电车仍然是这些城市的重要公共交通工具。直到无轨电车和公共汽车普及以后,这种早期的带铃铛的有轨电车才渐渐消失。后来因为要给轿车让路,有轨电车逐渐消失,几乎走完了它的历史。不过在欧洲、澳洲的一些城市,有轨电车仍在运行。

近年来,因为环保和城市公交运输效率的要求,人们又逐渐重视轨道交通的积极意义,有轨电车便利、顺畅、准点和环保节能等优点是燃油汽车所无法比拟的,于是人们开始重新认识有轨电车。瑞士、法国、德国、荷兰等国家已将一些城市的有轨电车重新开通。

⑤ 摩托车:摩托车是英文 Motor Cycle 的译音, Motor 是发动机, Cycle 是自行车。追根溯源,摩托车的祖先就是自行车。100多年前,当自行车刚刚问世时,人们就想为它配上发动机,使它成为能自行行驶的车子。

1869年,美国人鲁佩尔制成了蒸汽自行车,车速可达60千米/小时,比人力自行车快多了。随后,人们又相继制作了一些其他结构的蒸汽自行车,但由于存在着行驶时烟尘滚滚、炉渣难以清除和锅炉易爆炸等缺点,因而未得到普及和推广。1893年,美国人莱布制造了一辆弹簧自行车,弹簧上满弦后所储存的能量只以48千米/小时的速度行驶了700米路程,因此无法实际使用。1885年,德国人戈特利希·戴姆勒想利用自行车试验一下汽油发动机的性能,并看看能否将它作为这类车子的动力。没有想到的是,这一具有划时代意义的试验却成功地发明了摩托车。这辆车具有了现代摩托车的某些结构特点,如在汽油发动机中装有自动进气阀和机械式排气阀,采用了加热管点火装置,使用了较简单的离合器等。它的时速为12千米,发动机功率为367.7瓦。1887年,英国人爱德华·巴特勒制成了三轮汽油机摩托车,它采用链条传动和旋转进气阀式汽油发动机。这辆三轮摩托车的双缸内燃发动机汽缸是



横卧在车上的,发动机的两根连杆从两边与车子后轮直接相连,没有离合器和传动箱,因而车子行驶起来难以控制。后来,巴特勒发现了自己设计方面的错误,就在车子上增加了行星齿轮减速装置,这种减速器在当时来说是非常先进实用的。另外,巴特勒还率先在摩托车上使用了二行程双缸内燃机,并在发动机上配备了电点火系统和化油器。1894年,德国人希尔登布兰德兄弟对“内燃机自行车”进行了改进,第一次使用了充气轮胎,在车上安装了一台二行程双缸发动机,车子后轮上方像挡泥板一样的拱形箱作为发动机水冷却系统的散热器。在外形上,这种车与现代摩托车已比较接近了。他们兄弟俩还为自己的车起了个“摩托车”的名字。从此,“摩托车”这个名字在世界各地流传开来,并一直沿用至今。

目前的摩托车基本上分为两轮和三轮两种结构。三轮摩托车又分两种:一种是在功率较大的二轮摩托车上加装一个有车轮的边斗而成的侧三轮摩托车;另一种是一轮在前居中,两轮在后的三轮摩托车。这说明摩托车确实是在自行车或类似自行车的车体上加装发动机而成的,它的车架与汽车的车架截然不同。三轮摩托车是由二轮摩托车派生出来的。它虽属于自动车范畴,但不是汽车。



1965年出产的定马牌三轮摩托车



汽车的构成及基本原理

(1) 汽车发动机 :汽车发动机是一种由许多机构和系统组成的复杂机器 ,它可以将燃料燃烧的热能转换为供汽车运动的机械能。无论是汽油机 ,还是柴油机 ;无论是四行程发动机 ,还是二行程发动机 ;无论是单缸发动机 ,还是多缸发动机 ,要想完成能量的转换 ,实现工作循环 ,保证长时间连续、正常地工作 ,必须具备两大机构和五大系统 ,即曲柄连杆机构、配气机构和燃料供给系、润滑系、冷却系、点火系、启动系(其中柴油机是压燃的 ,不需要点火系)。

① 曲柄连杆机构 :由机体、活塞连杆组和曲轴飞轮等组成 ,是发动机实现工作循环、完成能量转换的主要运动零件。在做功行程 ,活塞承受燃气压力 ,在汽缸内做直线运动 ,通过连杆转换成曲轴的旋转运动 ,并通过曲轴对外输出动力。而在进气、压缩和排气行程 ,飞轮释放的能量又把曲轴的旋转转化成活塞的直行。

② 配气机构 现代发动机大多采用顶置式气门 ,由气门组、气门传动组、气门驱动机构等组成。根据发动机的工作顺序和工况 ,定时开启或关闭进气门、排气门 ,使可燃混合气或空气进入汽缸 ,并使废气从汽缸内排出 ,实现发动机的换气。

③ 燃料供给系 :汽油机燃料供给系根据发动机的要求 ,配制出一定数量和浓度的汽油与空气的混合气供入汽缸中 ,并将燃烧后的废气排到大气中。柴油机燃料供给系将柴油和空气分别供入汽缸 ,在燃烧室内形成混合气并燃烧 ,并将燃烧后的废气排出。

④ 润滑系 :由润滑油道、机油泵、机油滤清器和阀门等组成。其功用是向做相对运动的零件表面输送定量的清洁润滑油 ,以实现运动件的液体摩擦 ,减小摩擦阻力 ,减轻机件磨损 ,并对零件表面进行清洗和冷却。

⑤ 冷却系 :将受热零件吸收的部分热量及时散发出去 ,保证发动机在最适宜的温度下工作。水冷发动机的冷却系通常由冷却水套、水泵、风扇、水箱、节温器等组成。

⑥ 点火系 :点火系是汽油机所特有的 ,它由蓄电池、发电机、分电器、点火线圈和火花塞等组成 ,能够按时在火花塞电极间产生



电火花,点燃汽缸中的可燃混合气。

⑦ 启动系:由蓄电池、启动机、控制开关等组成,可在发动机静止的状态下,借助于电动外力转动曲轴,使活塞做往复运动,启动发动机。

(2) 汽车底盘:汽车底盘可以起到支撑、安装发动机及各部件,从而形成整体造型,并接受发动机所传递来的动力,使汽车产生相对于地面的运动,保证汽车正常行驶。

汽车底盘由传动系、行驶系、转向系和制动系四大基本部分组成。传动系一般由离合器、变速器、万向传动装置、主减速器、差速器和半轴等组成,起到将发动机所发出的动力在任何情况下都能不间断地传递到驱动车轮,以保证汽车获得前进的动力。行驶系一般由车架、车桥、车轮和悬架等组成。其功能和用途是:接受传动系传递来的动力,通过驱动轮与路面的作用产生牵引力,使汽车正常行驶;承受汽车的总质量和地面的反作用力;缓和路面的不平坦对车身所造成的冲击;衰减汽车行驶中产生的振动,保证汽车行驶的平顺性;与转向系配合,保证汽车操纵过程中的稳定性。转向系一般由转向操纵机构(包括方向盘、转向轴、转向管柱等)、转向器、转向传动机构等组成,可以用来改变或自动恢复汽车的行驶方向。制动系一般由制动操纵机构和制动器(分鼓式制动器和盘式制动器)两个主要部分组成。其作用是:使行驶中的汽车按照驾驶人的意愿进行强制减速,甚至停车;使已停驶的汽车在各种道路条件下(包括坡道)稳定驻车;使下坡行驶的汽车速度保持稳定而不至于失控。

(3) 汽车电气设备:汽车电气设备主要由蓄电池、充电系、启动机、点火系、各种仪表和传感器、照明装置、音响、空调暖风系统、雨刷等组成。蓄电池用以供给启动机电能,并在发动机静止或低速运转时供给点火、仪表、灯光、信号等用电设备的用电。当发动机高速运转、发电机发电充足时,还可以储存多余电能。它主要由正负铅极板、绝缘隔板、硫酸与蒸馏水配成的电解液等组成。启动机实际上就是一个电动机,用以将电能转变为机械能,带动曲轴旋转,启动发动机。使用启动机时,应注意每次启动时间不超过 5



秒,两次启动的间隔时间不小于 10 ~ 15 秒,连续使用不超过 3 次。若连续启动时间过长,将造成蓄电池大量放电和启动机线圈的过热,容易导致损坏。充电系用以将发动机正常工作时产生的多余电能储存起来,以备发动机转速下降或不工作时使用。它由发电机、调节器等组成。点火系是汽油发动机所特有的,用以产生上万伏的高压电火花,点燃汽缸内汽油与空气形成的混合气,形成工作循环。它由点火线圈、控制装置、分电器等组成。各种仪表和传感器用以监控、控制汽车各部分的工作状况,保证汽车工作有力和行驶安全。照明装置保证汽车在夜间使用时车内、车外都能有良好的照明。音响可以满足驾乘人员在使用汽车过程中得到良好的视听享受。空调暖风系统可以使驾乘人员在使用汽车过程中,冬季可以取暖,夏季可以降温。

(4) 汽车车身 汽车车身可以起到容纳驾乘人员和货物,构成汽车外壳的作用。不同类型的汽车,结构有所不同。

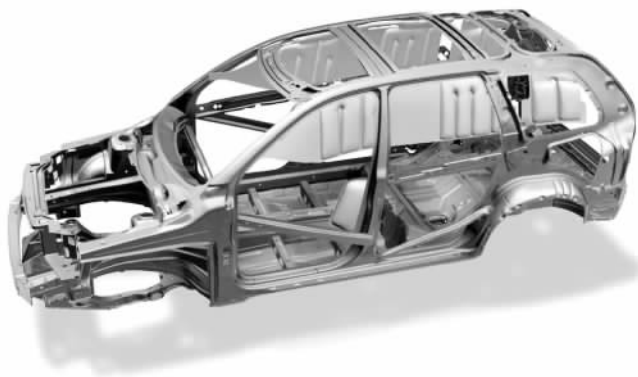
载重汽车的车身由驾驶室和货箱组成,客车与轿车的车身由统一的外壳构成,其他专用车的车身除了驾驶室、货箱或统一的外壳外,还包括特殊装备。车身还包括车门、车窗、车锁、内外饰件、附件、座椅及车前后钣金件等。

轿车的车身一般包括发动机盖、车顶盖、行李箱盖、翼子板、前围板等。发动机盖是最醒目的车身构件,对它的主要要求是隔热、隔音、质量轻、刚性强。一般由外板和内板组成,中间夹以隔热材料,内板起到增强刚性的作用,其几何形状由厂家选取,基本采用骨架形式。开启时一般是向后翻转,也有个别向前翻转的。车顶盖是车厢顶部的盖板,对于车身总体刚度而言,顶盖不是很重要的部件(这是允许在车顶盖上开设天窗的主要原因),重要的是它如何与前、后窗框及支柱交界点平顺过渡,以求获得最好的视觉和最小的空气阻力。为了安全,一般在车顶盖下增加一定数量的加强梁。车顶盖内层敷设绝热衬垫材料,以阻止外界温度的传导及减少振动时的噪声。行李箱盖基本与发动机盖相同,也有外板和内板,内板有加强筋。二厢轿车的行李箱向上延伸,包括了后风挡玻璃,使开启面积增加,形成一个背门。行李箱盖开启的支撑件一般



用勾形铰链及四连杆铰链,铰链装有平衡弹簧,使启闭箱盖时比较省力,并可自动固定在打开位置,便于提取物品。翼子板是遮盖车轮的车身外板,分前翼子板和后翼子板。前翼子板安装在前轮处,以保证前轮转动及跳动时的最大空间,设计者会根据选定的轮胎尺寸用“车轮跳动图”来验证翼子板的设计尺寸。出于空气动力学的考虑,后翼子板略显拱形弧线向外凸出。有些轿车的翼子板与车体成为一个整体,一气呵成,也有翼子板独立的结构,尤其是前翼子板,因为它容易被碰撞,独立装配便于整件更换。前围板是指发动机舱与车厢之间的隔板,它与地板、前立柱连接,安装在前围板上盖板之下。为防止发动机舱里的废气、高温、噪声窜入车厢,前围板上要有密封措施和隔热装置。在发生意外事故时,应具有足够的强度和刚度。与车身其他部件相比,前围板装配最重要的工艺技术是密封和隔热。

(5) 轿车的立柱 轿车车身一般有 3 个立柱,它的位置涉及到车辆的整体布置、安全及驾乘舒适性问题。3 个立柱从前向后依次为前柱(A 柱)、中柱(B 柱)、后柱(C 柱),它们除了起支撑作用外,也起到门框作用。



沃尔沃轿车的车身

选择前柱几何形状时,必须考虑到它遮挡驾驶者视线的问题。从驾驶舒适性看,重叠角越小越好。但这涉及到前柱的刚度,既要有一定的几何尺寸,以保持高的刚度,又要减少对驾驶者视线的遮挡,这是一个矛盾。设计者必须尽量使两者平衡,以取得最佳效



果。沃尔沃推出的概念车 SCC 将前柱改为通透形式,镶嵌透明玻璃,使驾驶者可以透过柱体观察外界,将视野盲点减少到最低程度。中柱不但支撑车顶盖,还要承受前、后车门的支撑力,并在其上装置一些附加零部件(如前排座位的安全带)。因此,中柱大都有外凸半径,以保证有较好的传力性能。现代轿车的中柱截面形状比较复杂,它由多件冲压钢板焊接而成。随着汽车制造技术的发展,不用焊接而直接采用液压成型的封闭式截面中柱已经问世,它的刚度大大提高,而质量大幅减小,有利于轿车的轻量化设计。不过,有些设计师却从乘客上下车的便利性考虑,索性取消中柱。最典型的是法国雪铁龙 C3 轿车,车身左右两侧的中柱都被取消,前后门对开,驾乘人员完全无障碍地上下车。当然,取消中柱就要相应地增强前、后柱,其车身结构必须要用新的形式,材料选用也有所不同。后柱与前柱、中柱的不同之处就是不存在视线遮挡及上下车障碍等问题,因此尺寸大些无妨,关键是后柱与车身的密封性要可靠。



雪铁龙 C3 无中柱轿车

现代汽车的刚度是车身设计的一个重要指标。所谓刚度,是指在施加不至于毁坏车身的普通外力时车身不容易变形的能力,也就是指恢复原形的弹性变形能力。汽车在行驶过程中会受到各种外力的影响,从而产生变形。如果车身的变形程度小,刚度就好。一般说来,刚度好,强度也好。刚度差的汽车行驶在不平路面上容易发出“嘎吱、嘎吱”的响声。立柱的刚度在很大程度上决定



了车身的整体刚度,因此在整个车身结构中,立柱是关键件,它需要有很高的刚度。

(6) ABS:目前汽车上广泛使用着一项被称为“ABS”的技术。那么,什么叫ABS?它可以起到什么作用呢?

ABS是防抱死制动系统的英文缩写,该系统在汽车制动过程中可以自动调节车轮制动力,防止车轮抱死,以取得最佳制动效果。

汽车制动性能的好坏主要从3个方面来评价:第一,制动效能,即制动距离与制动减速度;第二,制动效能的恒定性,即抗热或水衰退的性能;第三,制动时汽车方向的稳定性,即制动时汽车不发生跑偏、侧滑及失去转向能力的性能。

在制动过程中,汽车存在着两种阻力,一种是制动系制动力,另一种是轮胎与道路表面间的摩擦阻力。如前者大于后者,则制动时汽车会保持稳定;反之,则会出现车轮抱死和滑移。如果前轮抱死,汽车基本是沿直线前行,处于稳定状态,但容易失去转向控制能力,这样驾驶者想躲避障碍物、行人以及在弯道上所应采取的必要转向操纵等就无法实现。如果后轮抱死,汽车的制动稳定性变差,在很小的侧向干扰力作用下,就会发生甩尾甚至调头等危险状况。尤其是在某些恶劣路况下(如路面湿滑或有冰雪),车轮抱死将难以保证行车安全。另外,由于制动时车轮抱死,从而导致轮胎局部与地面急剧摩擦,将会大大降低其使用寿命。

采用计算机控制的ABS,可通过自动向液压调节器发出控制指令的方式,控制作用于车轮制动分泵上的制动管路压力,使汽车在紧急刹车时车轮不会被抱死,这样就能使汽车在紧急制动时仍能保持较好的方向稳定性,从而更迅速、准确、有效地控制制动。

采用ABS的汽车至少有以下优点:改善制动时的横向稳定性,改善制动时的方向操纵性,改善制动效能,减少轮胎的局部过度磨损,使用方便,工作可靠。

(7) 陶瓷发动机:很久以来,人们一直使用金属制作发动机。可是,英国人威廉·克莱格博士却想制造一台陶瓷发动机。因为陶瓷能耐受1000℃以上的高温,不像金属发动机那样,不到900℃



就会“瘫痪”,而且陶瓷发动机无需配置冷却水箱,可以减轻发动机质量,节省燃料 20%~30%。可是陶瓷发动机质地很脆,遇到激烈颠簸和振动时容易碎裂,所以它无法在快速行驶的汽车上使用。

由于陶瓷易碎问题没有得到解决,令威廉·克莱格博士一直闷闷不乐。一日,他忽然想起了贝壳,这东西很不容易摔破,是什么道理呢?他用显微镜观察贝壳样片,发现它是由许多层状碳酸钙组成的,在每层碳酸钙间又夹着一层有机质,把层层碳酸钙粘在一起。贝壳之所以不易碎裂,是因为在每层碳酸钙中出现的裂纹不会扩张到其他层面,裂纹被中间那层软的有机质阻挡住了。研究完贝壳的结构后,他心中一亮,决定模仿贝壳结构来制造陶瓷。他选择碳化硅做陶瓷,把碳化硅烧结成薄薄的陶瓷片,然后在每片碳化硅陶瓷上涂上石墨层,再把涂有石墨层的碳化硅陶瓷一层层叠起来加热挤压,使坚硬的碳化硅陶瓷粘在石墨层上,就像“千层饼”似的。石墨和贝壳中的有机质一样起到粘结作用,而且粘得很牢固。在正常情况下,能把所有碳化硅层紧紧粘在一起,只是在遇到冲击力产生裂纹时才分开。但这种冲击力只能使表面的几层脱掉,而在表面很薄的几层脱掉时就已经把大部分的冲击能量吸收掉了,避免了整个零件的碎裂。威廉·克莱格博士通过实验得知:想折断这种涂有石墨层的碳化硅陶瓷所花费的力气比折断没有石墨结合的碳化硅陶瓷所花费的力气约大 100 倍。涂石墨的碳化硅陶瓷不仅成本低,而且熔点高、韧性好,因此不怕颠簸和振动。1990 年,威廉·克莱格博士制造出了世界上第一台能耐高温而无需冷却的陶瓷发动机。

目前能制造陶瓷发动机的国家只有美国、德国、日本、英国和中国。我国第一辆用陶瓷发动机做动力的大客车于 1991 年 3 月在上海至北京间的公路上行驶了 3 500 千米。

使用陶瓷发动机的好处:第一,节省燃料,可比金属发动机节省 30%~50%。第二,质量轻。由于无需水冷,陶瓷又比金属轻,所以体积可缩小 40%,质量可减轻 20%。第三,陶瓷耐腐蚀,因而陶瓷发动机的寿命比金属发动机长两倍。第四,陶瓷发动机能自行润滑,所以启动快。第五,燃料在陶瓷发动机内燃烧充分,因而



可使用杂质多的燃料,并能减少废气污染。第六,可节省大量贵重的金属材料。

(8) 汽车的行驶阻力:汽车行驶阻力分稳定行驶阻力和动态行驶阻力两类,前者包括车轮阻力、空气阻力以及坡道阻力,后者主要指惯性力。

车轮阻力是由轮胎滚动阻力、路面阻力、轮胎侧偏引起的阻力所构成。汽车行驶时会使轮胎变形,而不是一直保持静止时的圆形,由于轮胎本身的橡胶和内部的空气具有弹性,因此在轮胎滚动时会使轮胎经历反复的压缩和伸展,由此产生变形阻力。试验表明,当车速超过 162 千米/小时时,轮胎变形阻力会急剧增加,这不仅要求汽车有更高的动力,而且对轮胎也是极大的考验。轮胎在路面行驶时,轮胎面与地面间存在纵向和横向的局部滑动,车轮轴承内也有相对的运动,因此又会产生摩擦阻力。另外,由于我们是被空气所包围,只要是运动的物体,就会受到空气阻力的影响。因此,车轮滚动阻力是 3 种阻力的综合,即变形阻力、摩擦阻力、轮胎空气阻力。在车速为 144 千米/小时以下时,变形阻力约占 90% ~ 95%,摩擦阻力约占 2% ~ 10%,而轮胎空气阻力所占比率极小。车轮的路面阻力就是轮胎在各种路面上的滚动阻力,由于路面不同,所产生的阻力也不同。轮胎侧偏引起的阻力,是由于车轮的运动方向与受到的侧向力产生了夹角而产生的。

空气阻力是因为汽车行驶时需要挤开周围空气,汽车前面受气流压力,后面形成真空,从而产生压力差,同时还存在着各层空气之间以及空气和汽车表面间的摩擦,再加上冷却发动机、室内通风和汽车表面外凸零件引起的气流干扰等所形成的空气阻力,它包括压差阻力、诱导阻力、摩擦阻力、内循环阻力、干扰阻力等。汽车高速行驶时,空气阻力将显著增加。在汽车指标中,经常见到的风阻就是空气阻力系数,该系数越小越好。试验表明,空气阻力系数每降低 10%,燃油节省约 7%。

坡道阻力即汽车上坡时其总质量沿路面方向的分力所形成的阻力。

汽车要想运动,就必须克服以上总阻力。当阻力增加时,汽车



的驱动力也必须跟着增加,与阻力形成一定范围内的平衡。我们知道,驱动力的最大值取决于发动机最大转矩和传动系的传动比,但实际能发出的驱动力还受到轮胎与路面间的附着性能的限制。汽车只有在这些综合条件的限制中与各因素达到平衡,才能顺利运动起来,成为我们所需要的交通工具。

(9) 汽车新能源:由于石油资源日益短缺,人们正在为自己的“坐骑”寻找新的替代能源。

① 氢气:用氢气做汽车的燃料,与燃油相比有很多优点:一是质量轻。氢气在沸点(-252.8)时,液体的密度只有 0.07 克/毫升,比汽油、天然气等都轻,因而携带、运送十分方便。二是无污染。氢是一种很干净的燃料,氢燃烧后生成水蒸气,不会像石油、煤那样产生烟尘、二氧化硫、二氧化碳等污染环境。三是燃烧热值高。燃烧 1 克氢能释放出 0.142 兆焦(34 千卡)的热量,是汽油发热量的 3 倍。四是与汽油混合后可以节油。只要在汽油中加入 4% 的氢气,不仅能使其充分燃烧,节油 40% ,而且不需要对内燃机做很大的改进。五是氢的储量非常丰富。氢可以从水中制取,而地球表面约 71% 为水所覆盖。如果能用合适的方法从水中制取氢,那么它将是一种取之不尽、价格便宜的燃料。六是它可以很方便地储存和使用。氢被认为是 21 世纪的理想能源之一,也是未来汽车一种最好的“食粮”。

② 酒精:用酒精做汽车燃料已有 20 多年的历史了。酒精易于制取,来源广泛,成本低,污染小,可在各种凭电火花点火的发动机中使用。当然,它也存在发热值低,耗量比汽油大,排气有臭味等缺点,目前只在巴西、德国等少数国家使用。就像那浓郁甘醇的酒香令人陶醉一样,酒精汽车的前景也是十分令人神往的。

③ 天然气:使用天然气作为汽车的“食粮”,发动机不必做大的改动。用做汽车燃料的含油天然气的主要成分是丙烷和丁烷,这两种成分在汽缸内能帮助燃料充分燃烧,从而使所排放尾气的有毒成分大大低于使用汽油发动机和柴油发动机的汽车。另外,天然气比汽油便宜,价格约相当于汽油的一半。这些优点促使人们加紧研制天然气汽车。前苏联制成的燃气汽车是以液化石油气



为燃料的,但发动机被设计成天然气和汽油两用的,当天然气用完后,司机可以马上往油箱里加汽油,使汽车能够继续行驶。目前天然气汽车没有得到广泛应用的主要原因是没有足够的天然气充气站。

二、火 车

斯蒂芬逊与火车

人称“火车之父”的乔治·斯蒂芬逊,1781年出生在英国一个贫苦的矿工家庭。8岁就到矿井干活,失去了接受启蒙教育的机会。14岁成为一个蒸汽机技师的助手,天天跟蒸汽机打交道,对蒸汽机的构造、性能逐渐熟悉。终日在矿上干活,使斯蒂芬逊对运送矿石的劳累和艰辛感受切身,于是决心做出一番减轻运煤之苦的事业。为此,18岁的助理蒸汽机技师斯蒂芬逊上了一所专门招收七八岁儿童的夜校,补习功课,由于他勤奋好学,因此打下了比较扎实的基础。

斯蒂芬逊生长在蒸汽机逐步普及的年代,为了深入了解蒸汽机,他长途跋涉,专门到瓦特的故乡做工,仅一年多的时间便成为当地小有名气的蒸汽机维修技师。1803年,他担任矿山主任技师,后来升至矿工的技师长。此后,斯蒂芬逊把主要精力用在研制蒸汽机车上。当年,瓦特曾憧憬将旋转式蒸汽机安装在马车上,以代替驭马拉车,但因蒸汽机笨重庞大而作罢。1797年,英国矿山技师理查德·特莱维茨克尝试把蒸汽机用于陆路运输,他较好地解决了蒸汽机小型化、轨道稳固、汽缸排气、锅炉通风等一系列棘手的技术难题。1804年,他制成了一台单汽缸蒸汽机车,能牵引5节车厢,载重10吨和70人,这辆铁轨型机车能以时速4千米的速度行驶,然而铁轨断轨、机车出轨和零件损坏等问题使理查德失去信心,放弃了进一步的研制。

为了实现陆路运输工具蒸汽化,法国居奥特、英国穆阿与马德克、美国的埃旺斯等人都潜心研究这个问题,并且为技术进步做出了贡献。



斯蒂芬逊吸收了众家之长,率先解决了运煤之苦的问题。1813年,为解决从坑口到贮煤场的运煤难问题,他制造了第一台蒸汽移动机械——“布鲁海尔”。1814年,斯蒂芬逊改进了布鲁海尔,使其成为具有两个汽缸的简易蒸汽机车,它的时速达到7千米,载煤30吨。煤矿老板见有利可图,便开始支持斯蒂芬逊研制新的蒸汽机车。1815年,斯蒂芬逊研制出第二台搬运机车。1816年,第三台运煤车制造成功。从1814年到1825年,斯蒂芬逊为各地矿山制造了55台采矿机械,其中16台是蒸汽机车,主要用于运煤。

当时,发达的采矿业迫切需要牵引力强劲的机械,特别是从煤炭产地将各地急需的煤炭运到海港,装船发往各地。蒸汽轮船运载量大,陆路运输跟不上的矛盾非常突出。达林顿号称英国的煤都,堆积如山的煤炭运不出去,只能靠重载马车一车车拉到海港斯托敦。斯蒂芬逊应邀担任达林顿至斯托敦之间运煤通道的总工程师。起先,人们建立了马拉车用“铁路”(铁轨是用优质木料外包铁皮制成的)。在斯蒂芬逊的坚持下,第一次改木铁轨为生铁铸成的铁轨,这一创举奠定了后来铁路的基础,马拉车用铁路加快了达林顿至斯托敦的运煤速度,然而没有从根本上解决问题。

1823年,斯蒂芬逊与人合伙建立了世界上第一家蒸汽机车制造厂。能不能让蒸汽机以更快的速度长距离运送客人和货物呢?斯蒂芬逊进行了新型蒸汽机车的设计,为减少汽缸排气的噪声,他用导气管把废气引入烟囱;为了减少震动,添加了减震弹簧及其他许多部件。1825年,英国官方同意斯蒂芬逊在达林顿与斯托敦之间长达40千米的商业铁路上进行长距离蒸汽机牵引试车。斯蒂芬逊的“旅行1号”蒸汽机车牵引了30辆货车和客车,运载旅客600多人,成功地行驶了33千米,第一次试车成功。1829年,英国政府招标建设利物浦与曼彻斯特之间的铁路。斯蒂芬逊的“火箭号”机车以时速24千米的速度行驶了100多千米,取得试车比赛的胜利。从此,人们不再怀疑蒸汽机车的性能了。英国出现了建设铁路的热潮,到19世纪40年代,铁路干线大部分建成。19世纪

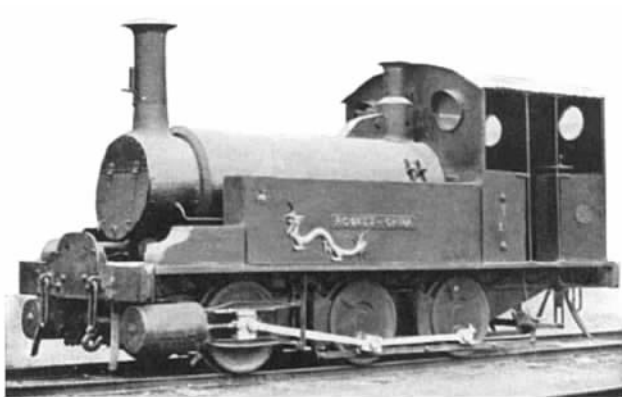


末,世界铁路通车里程已达 65 万千米。乔治·斯蒂芬逊载入了人类科学技术的史册。

中国火车的发展

我国有铁路始于清朝末期,由于清政府腐败、保守、专制,唯祖宗之规是从,因此不愿接受新生事物。他们把修建铁路、应用蒸汽机车视为“奇技淫巧”,认为修铁路会“失我险阻,害我田庐,妨碍我风水”,因而顽固地拒绝修建铁路。

早在 19 世纪 80 年代,当铁路这个新生事物刚刚引入中国时,官方、民间将机车都称为火轮车,简称火轮、轮车、火车,也有叫汽车的。如 1862 年陕甘总督左宗棠在《复总署论帖》中写到:“铁路原因火轮车而设……”1873 年 8 月 30 日上海《申报》载:“计火车二辆,客车货车二三辆,铁路二三十里……”等等。以后,火轮车、火车泛指列车,以火车头特指具有动力的牵引车,也就是机车。中国铁路早期的发展史即是列强瓜分中国铁路权益的历史。英、法、俄、美、日、比、德、意、葡等国家以试办、承建、贷款等方式掠夺我国的路权,建立自己的势力范围。这样一来,我国铁路不但制式五花八门,机车车辆的车型也十分繁杂,人称“万国机车博物馆”。1879 年,洋务派首领李鸿章为了将唐山开平煤矿的煤炭运往天津,奏请修建唐山至北塘的铁路。清政府以铁路机车“烟伤禾稼,震动寝陵”为由,决定将铁路缩短,仅修唐山至胥各庄一段,胥各庄至芦台间开凿运河,连接蓟运河,以达北塘海口。为避免机车震动寝陵,决定由骡马牵引车辆。然而用骡马牵引车辆根本不能发挥出铁路应有的效用,1881 年唐胥铁路通车时,中国工人凭借时任工程师的英国人金达的几份设计图纸,采用矿场起重锅炉和竖井架的槽铁等旧材料,试制成功了一台 0-3-0 型蒸汽机车,这就是我国历史上制造的第一台机车。直到 20 世纪 90 年代初期,我国的铁路运输一直是以蒸汽机车为主。1958 年,我国跨入内燃机车时代。至 1997 年,内燃机车占机车总数的 62.5%。东风系列内燃机车是我国铁路干线客货运主型内燃机车,占国产内燃机车总数的一半以上。



中国早期的火车

我国于 1958 年研制生产了第一代韶山 1 型(SS1)客货两用电力机车。至 1997 年,电力机车占机车总数的 18.4%。目前使用的干线电力机车主要是韶山型交直电力机车,有 SS1 型、SS3 型、SS4 型等。

火车与铁路

1784 年,英国人瓦特受到壶盖被蒸气推动的启示,发明了蒸汽机,这为人们寻找一种新的动力提供了条件。人们不断地设计改进,最大限度地挖掘蒸气的能量。在 19 世纪初期的 20 年里,是蒸汽机车的研制和试验阶段。1804 年,英国人特里维捷克把他的蒸汽机车用在南威尔士的麦瑟尔提德维尔到阿巴台之间的轨道上做试验。这是铁道史上最早的蒸汽机车。当时在这条线上仍采用板式轨道,因为承受不了机车的质量,试验失败。1814 年,英国人斯蒂芬逊设计制造了另一种蒸汽机车,取名“运动”号。这台机车的质量为 6.5 吨,汽缸为 24 厘米×61 厘米,动轮直径 22 厘米。这台机车的试制成功,为铁路正式开业做好了准备。

1825 年 9 月 27 日,世界上最早的铁路——英国的达林顿铁路正式开始营业。这一天,在伊库拉因车站举行了盛大的开业典礼和检阅式。检阅式由 5 列列车组成,第一列由机车、煤水车、32 节货车和 1 节客车组成。客车编挂在列车中部,供官员乘坐。机车由设计者斯蒂芬逊亲自操纵。上午 9 点,列车在奏乐声和欢呼声



中从伊库拉因车站出发,途中曾发生过脱轨,经修复后继续前进,从伊库拉因到达林顿共 13 千米,用时 1 小时,平均时速为 13 千米。机车最高时速 20~24 千米。到达林顿支线后,机车补水,并将一部分到达货车甩掉后,继续向斯托克登方向行驶。下午 3 点 47 分到达目的地,共运行了 31.8 千米。下午 5 点钟,参加仪式的人们在斯托克登市礼堂举行了宴会,庆祝这次开业检阅的成功。

达林顿铁路是世界上正式营业的第一条铁路。因此,人们把 1825 年作为世界铁路诞生的年代,从此铁路成为火车行驶的专用设施。

蒸汽机车

蒸汽机车是通过蒸汽机把燃料的热能转换成机械功,用来牵引列车的一种机车。蒸汽机车主要由锅炉、蒸汽机、走行部、车架、煤水车、车钩缓冲装置以及制动装置等组成。锅炉产生蒸汽,提供机车动力,装在机车两侧的蒸汽机把蒸汽的热能转化成机械功,以驱动机车运行。由于蒸汽机车的热效率太低,其总效率一般只有 5%~9%,煤水消耗量很大,需要大量的上煤和上水设备。因此,在现代铁路运输中,蒸汽牵引已逐渐被其他新型牵引形式所取代。我国已于 1988 年末停止生产蒸汽机车。人类历史上最后 27 辆尚在运营的蒸汽机车也于 2005 年 10 月 30 日在中国内蒙古的集通线正式停运。自此,曾被视为给予人类文明巨大推动力的蒸汽机车正式退出了历史舞台。

内燃机车

内燃机车是以内燃机作为原动力的一种机车。一般说来,内燃机车由动力装置(即柴油机)、传动装置、车体与车架、走行部、辅助设备、制动装置和车钩缓冲装置等主要部分组成。内燃机车的热效率可达 30% 左右,其独立性强,线路投资少、见效快,整備时间比蒸汽机车短,起动、加速快,运行线路长,通过能力大,单位功率质量轻,劳动条件好,可实现多机联挂牵引。

根据从柴油机到动轮之间采用传动装置的不同种类,内燃机车可分为电力传动和液力传动两种类型。电力传动是由柴油机驱



动主发电机,然后向牵引电动机供电,并通过牵引齿轮驱动机车车轮对转动。液力传动是由柴油机驱动液力传动装置的变矩器泵轮,将机械功转变成液体的动能,再经变矩器的涡轮转换成机械功,以适应机车的各种运行情况,然后经万向轴、车轴齿轮箱等部件传至车轮。液力传动较电力传动效率稍低,适合牵引客运列车。



国产东风内燃机车

“长辫子”机车

1879年出世的世界第一台电力机车,是利用两条铁轨之间的第三条轨将电力引进机车里的。这种供电方式适合于电压和功率都比较低的情况。

随着电力机车的发展,要使它跑得快,运载量大,就得提高电力机车供电系统的电压和功率,因而需要使用高压输电线和变电装置。在这种情况下,就不能再使用设在地面上的第三条轨供电的方式了,因为这既不安全,又给使用带来不便。

1881年,德国试验成功一种适合以高压输电线供电的供电系统,叫做“架空接触导线”供电系统,也就是将电力机车的供电线路由地面转向空中。实际上,这种供电系统和现在城市中的有轨电车很相似,在车顶上装着一根“长辫子”,所以这种电力机车被称为“长辫子”火车。它与以前使用蓄电池的电动机车的主要不同在于,它自身不带电源,由电厂供电,所以机车的结构比较简单,但需



要一套供电设备。这种装有“长辫子”的火车,依靠装在车顶上的受电弓把电力从架在空中的电线上引到机车里。高压输电线送来的电是高达 110 千伏的三相交流电,必须经过牵引变电所变成 25 千伏的单相交流电,方能供机车使用。因此,在电力机车行驶的铁道沿线上,每隔 50 千米左右设置一个牵引变电所。变电所的电又被送到邻近的沿线接触网上,通过机车上的受电弓将交流电引到机车的整流器上,把交流电变成直流电,使直流电动机旋转,再经过一套传动装置带动车轮转动,机车就会跑动起来。

“地面上的飞行器”——高速列车

高速列车一般指时速在 200 千米以上的火车。20 世纪 50 年代初,法国首先提出了高速列车的设想,并最早开始试验工作。1976 年,用柴油电动机车牵引的高速列车在英国投入服务,这是当时英国最快的载客列车,最高时速达 200 千米。法国则以电力机车为研究对象,其高速电力引列车在 1978 年曾创下时速 260 千米的记录。1981 年 10 月,新的高速列车“TGV”在巴黎至里昂干线正式投入使用。采用流线型造型的“TGV”和常规列车相比,空气阻力减小了 $\frac{1}{3}$ 。它装有大功率动力装置,具有较强的爬坡能力,可以高速爬上 35% 的陡坡,也可以在坡路上启动,使用的仍是普通铁轨线路,曾创下时速 380 千米的记录。



法国 TGV 高速列车



目前的高速列车是在现有的柴油机车、电力机车和铁路的基础上,对动力系统、行走系统、车厢外形和路轨系统等加以改进,并没有改变传统火车和铁路的基本面貌。除了在牵引机车方面的改进以外,虽然人们还在轨道方面进行了一些新的尝试,如前联邦德国、日本、美国等国家修建了一些短程单轨铁路,但由于建造费用庞大,比普通铁路复杂,不能适应长途重载铁路运输的需要,所以没有普遍采用。由于传统牵引机车和路轨系统等方面的问题,如轮、轨的摩擦难以克服,所以进一步提高车速困难很大。若想使铁路运输有一个大的飞跃,就需要在牵引机车和路轨系统等方面采用全新的设计,如目前某些国家正在研制之中的磁悬浮列车。

磁悬浮列车

磁悬浮列车是由无接触的电磁悬浮、导向和驱动系统组成的新型交通工具,磁悬浮列车分为超导型和常导型两大类。简单地说,从内部技术而言,两者在系统上存在着是利用磁斥力、还是利用磁吸力的区别。从外部表象而言,两者存在着速度上的区别,超导型磁悬浮列车最高时速可达 500 千米以上(高速轮轨列车的最高时速一般为 300 ~ 350 千米),在 1 000 ~ 1 500 千米的距离内能与航空竞争。而常导型磁悬浮列车时速为 400 ~ 500 千米,它的中低速比较适合于城市间的长距离快速运输。这两种类型在经济技术等指标上各有高下。

与传统的轮轨铁路相比,磁悬浮列车在速度上的优势是不言而喻的。它比较突出的优点还在于采用电力而不是燃油驱动,使得其发展较少受能源结构特别是燃油供应方面的限制,同样也就无有害气体排放,有利于环保,而且对磁悬浮列车的维修主要集中在电子技术方面,不再需要大量的体力劳动。除此之外,列车启动、停车快以及爬坡能力强也是磁悬浮列车优于传统轮轨铁路的地方。世界上第一列磁悬浮列车小型模型 1969 年在德国出现,日本在 3 年后研制成功。



我国第一辆投入商业运营的磁悬浮列车

机车车辆新技术

(1) 重载货运列车 我国铁路重载运输的发展起步于 20 世纪 80 年代中期的重载组合列车试验。第七个五年计划期间,为了解决晋煤外运,缓解我国铁路繁忙干线运能与运量的矛盾,国家决定建设大(同)秦(黄岛)重载运煤专线。我国铁路依托大秦线的建设,组织了重载运输各项配套技术设备的全面攻关,上至接触网,下至线、桥、隧,从固定设备到移动设备,取得了一整套重载运输技术装备攻关成果,其中主要有 DF8 型重载内燃机车、SS4 型重载电力机车、C62 型重载货车、重载列车车钩、缓冲器、120 制动机、D5 调度集中、60 千克/米重型轨道配套技术、重载路基标准等。组织了总重达 1 万多吨的单元重载列车运行试验,并取得了圆满成功。目前,我国铁路主要干线已经开行了 5 000 吨级重载列车,并且达到了相当规模,如京广线一些区段日均开行 5 000 吨级重载列车达 30~40 列,大秦线日开行 6 000 吨级重载列车 67 对。

重载列车的开行不仅扩大了铁路运能,在一定程度上缓解了我国铁路繁忙干线运能与运量的矛盾,而且推动了我国铁路技术改造和现代化建设的步伐。

(2) 提速客运列车 快速化、高速化是当代铁路技术发展的重要标志。我国铁路旅客列车最高运行速度长期徘徊在 80~100 千



米/小时。20 世纪 90 年代初,铁路客车平均运行速度只有 48.3 千米/小时。1990 年启动了以科技为先导的广(州)深(圳)准高速铁路建设,拉开了我国铁路提速的帷幕。配合广深准高速铁路的建设,我国铁路研制开发了 DF11 型准高速内燃机车、SS8 型准高速电力机车、单层与双层准高速客车、速度分级控制系统等一批新技术装备,广深线的成功运营及运输形式的变化,引发了 20 世纪 90 年代中期我国铁路的大提速。

客运列车提速给我国铁路带来了良好的社会效益和经济效益,加快了我国铁路技术装备水平提高的进程,推动我国铁路客运列车向更高速度迈进。1997 年国产试验列车在北京环形铁道试验基地创造了 212.6 千米/小时的试验速度记录,首次冲入了世界高速铁路的速度领域。1998 年,又在京广线郑(州)武(昌)段运营线路上创造了 240 千米/小时新的试验速度,为 200 千米/小时的快速铁路的建设提供了科学依据。

(3) 三相交流传动技术:交流传动比直流传动具有较大的优越性。近二三十年来,电传动技术的不断创新,成为电力和内燃机车技术进步的主要标志。1970 年,瑞士 ABB 公司推出了世界上第一台三相交流传动内燃机车。

最新型的三相交流传动技术采用计算机、全数字控制、脉宽调制技术和由专家系统构成的诊断装置,能高速高性能地控制 GTO 可关断晶闸管,把直流变成幅值和频率同时调节的正弦波电流供给交流异步电机,使其按牵引特性运行。现在发达国家最新研制的大功率电力机车几乎都采用了三相交流传动技术,单轴功率达到 1 000 ~ 1 600 千瓦的大功率客货通用型 GTO 变频调速电力机车已广泛投入商业应用。目前,在 250 ~ 300 千米/小时及其以上的高速客货运输领域,交流传动的电动车组更是独领风骚,令世人瞩目。在 140 ~ 220 千米/小时的快速客货运输领域,也正在被三相交流传动技术所取代。在美国,采用三相交流传动技术的内燃机车单节最大功率已达到 4 474 千瓦,创造了世界内燃机车单节功率的最高记录,21 世纪有可能提高到 5 220 千瓦。

三相交流传动技术的成熟发展,进一步推动了电力和内燃机



车的机电一体化趋势。全面采用计算机控制技术和通过多功能车载计算机网络系统,实现牵引力、制动力调节,防空转、防滑行控制,空电联合制动控制,功率因数补偿控制,设备技术诊断、监测、显示等综合自动化功能。三相交流传动技术已成为高速列车和新型机车、从动车的主要特征。

(4) 摆式车体技术 摆式列车是一种利用车体倾摆机构、自动控制技术和车辆动态控制技术于一体的新型高速列车。它的主要特征是:当列车转弯时,在计算机的控制下,车厢会自动倾斜,抵消离心力的作用。行走在直线上时,车厢又恢复原状,就像玩具“不倒翁”一样。它的优点是能够在现有线路上运行,无需对线路等设备进行较大改造,而是靠摆式车体的先进性实现高速行车,并能达到既安全又舒适的要求。

摆式车体依摆动方式的不同分为两类:一类是以西班牙的 Talgo 和日本 381 系为代表的无源(被动式或自然式)摆式车体,车体利用通过曲线时产生的离心力自然倾摆,其倾摆角度一般为 3.5° ,最大 5° ,能把常规列车的曲线运行速度提高 $14\% \sim 16\%$;另一类是以意大利的 Pendolino、瑞典的 X2000 和日本的 2000 系为代表的有源(主动式或强迫式)摆式车体,车体通过曲线检测装置和车载计算机控制倾摆传动机构倾摆,其倾摆角度一般为 8° ,最大 10° ,能将常规列车通过曲线的运行速度提高 $30\% \sim 35\%$ 。现在摆式车体列车作为已有线路提速的有效手段,已被世界各国广泛接受,并被许多国家列为多曲线已有线路提速改造的主要对策之一。我国广深铁路公司采用瑞典的 X2000 摆式列车,将广深线上的客运列车运行速度提高到了 200 千米/小时。

三、船 舶

运输船舶是指载运旅客和货物的船舶,通常又称为商船。在几千年的船舶发展史中,大致经历了舟筏、木帆及蒸汽机船 3 个阶段,目前正处于以柴油机为主要动力的钢船时代。随着世界经济的发展,现代运输船舶已形成了种类繁多、技术复杂及高度专业化的运输船舶体系。船舶的种类按用途主要分为客船和货船。



客船

客船是专门用于载运旅客及其行李、邮件的运输船舶,而以载运旅客为主,兼运一定数量货物的运输船舶则称为客货船。客船必须具有良好的航行性能,并为旅客提供舒适的居住和生活条件,如大型国际客船设有影剧院、花园、咖啡馆、图书馆、医院、理发厅、百货商场和银行等,还设有供旅客体育活动使用的游泳池、球场、健身房、运动场等。因此,客船一般有较大的甲板面积和舱室面积,其长度比一般同吨位货船长,上层建筑庞大,甲板层数较多,一般约有8~9层,最多可达十几层。为保证旅客安全,客船应具有良好的稳定性、抗沉性,且船体结构必须设置双层底,同时还应设有足够数量的消防、通讯、救生等设备。客船一般有较高的航速和较大的功率储备。为改善船舶操纵性,客船通常采用双螺旋桨推进,以便其中一个推进器发生故障时,另一个推进器仍能保证船舶继续航行。

(1) 海洋客船:主要包括远洋、近海与沿海几种形式。这类船舶一般吨位大、航速高、设备齐全。在航空运输兴起之前,国际邮件主要靠这类船舶输送,故又称为邮船。远洋客船的吨位一般在2万~3万吨,最大的可达7万吨。航速较高,约29节/小时,最高可达36节/小时。近海、沿海客船的吨位在1万吨左右,航速为18~20节/小时。



海洋客轮

(2) 旅游船:旅游船兴起于20世纪60年代,供旅游者旅行、



游览使用。其船型与海洋客船相似,但吨位较小。船上设备齐全,能为旅客提供疗养、娱乐和智力开发等综合服务。

(3) 内河客船:指运行在江河湖泊上的客船。其载客量较小,速度较低,设备也较海洋客船简单。

(4) 车客渡船:是在 20 世纪 60 年代以后兴起的船种。除载客外,还能同时载运一定数量的旅客自备汽车。这种客船在船中或船尾设置跳板,以供旅客自备的小型客车驶进船上的车库。

(5) 小型高速客船:

① 水翼船:指船体下装有水翼,航行时靠水翼产生的升力支持船体全部或部分升离水面而高速航行的船舶。目前,水翼船的航速可达 40 ~ 60 节/小时,排水量为 100 ~ 300 吨,最多可设 300 个客位。



水翼船

② 气垫船:利用高压空气在船底与水面间形成气垫,使船体部分或全部垫升而实现高速航行的船舶。工作时,利用大功率鼓风机将空气压入船底下的围蔽空间,由船底周围的气封装置限制其泄出而形成气垫,并托起船体,从而使船舶高速航行。其缺点是耐波性较差,在风浪中航行失速较大。目前,气垫船的航速为 60 ~ 100 节/小时,最快可达 130 节/小时,客位为 100 ~ 200 个。为获得较大的升力,其水翼宽度一般大于船宽,这给靠泊码头时带来一些困难。



气垫船

目前,水翼船的航速可达 40 ~ 60 节/小时,其排水量在 100 ~ 300 吨,最多可设 300 个客位。由于其工艺复杂,造价昂贵,因此,水翼船尚未得到广泛应用。

(6) 双体船:是指两个尺度相同的单船体由强力结构架连成一个整体的船舶。两片体各设有主机和推进器,航行时同时运转。

双体船甲板面积大,稳定性好,航行安全。如果两个片体设计布置恰当,可以减少阻力。两个推进器相距较远,可产生较大的回转力矩,有助于操纵船舶。双体船的主要缺点是上层建筑跨越两个船体,因而强度较差,受风浪冲击会使船体摇摆剧烈,因此容易损坏,这不仅对旅客、船员生活不利,对船体结构也有损害。

干货船

干货船是用于装载各种干货的船舶。常见的干货船有杂货船、集装箱船、滚装船、载驳船、运木船、散货船及冷藏船等。

(1) 杂货船:主要用来装载一般干货,如包装、袋装、箱装及桶装普通货物的船舶。杂货船通常有双层底,以保证搁浅后的安全,为避免货物因堆装过高而受压损坏,以及运输过程中的安全,通常采用多层甲板。这类船舶一般设置 3 ~ 6 个货舱,每个货舱都设有货舱口,货舱口两端备有吊杆或起重机。由于单件杂货质量较轻,故吊杆起重量相对较小,一般为 2 ~ 20 吨。对于重件杂货船,则大多配置塔型吊机,起重量为 60 ~ 150 吨。杂货船的机舱大多设在船中或船尾,前者利于调整船舶纵倾,后者可以增大载货容积,但空载时易产生较大的纵向弯曲力矩,对船舶的纵向强度有害。杂



货船通常还设有艏尖舱,以防止船艏碰撞后海水进入船舱,并可用于储存淡水,以调整船舶纵倾之用。

(2) 集装箱船:是主要用于载运集装箱的运输船舶,可分为全集装箱船及半集装箱船。所谓全集装箱船是将全部货舱及上甲板都用于装载集装箱,而半集装箱船则只有部分货舱用于装载集装箱,其余货舱则用来装运件杂货。集装箱船在机构与船型上与杂货船有明显不同,它航速较高,外形瘦长,通常设置单层甲板,上甲板平直,设有巨大的货舱口,舱口宽度占船宽的70%~80%。机舱及上层建筑通常位于船尾,使更多的甲板货舱面积用于堆放集装箱。

集装箱船载重量在0.7万~4.5万吨之间,航速为16~30节/小时,最快可达33节/小时。

(3) 滚装船:是把装有集装箱及其半挂车或装有货物的带轮托盘作为货运单元,由牵引车或叉车直接进出货舱进行装卸。使用滚装船装运货物能大大提高装卸效率,加速船舶周转,并有利于水路直达联运。目前,滚装船的吨位大多在0.3万~2.6万吨之间,其航速在18~23节/小时。

(4) 散货船:是指运输粉末状、颗粒状、块状等非包装大宗货物的运输船舶。散货船的特点是:由于所运货种单一,批量大,对隔舱要求不高,因而只设单层甲板。为满足各种散货比重不同的要求,为保证重荷载的需要,散货船的船体结构较强。为提高装卸效率,货舱口很大,宽度可占船宽的70%甚至更大。按货种分类,散货船可分为运煤船、散货船、矿砂船、散装水泥船以及其他专用船等。

(5) 冷藏船:是将载运货物处于冻结状态或者中低温条件下进行载运的专用船舶。冷藏船上安装有制冷装置,包括制冷机组和各种相关管系。

(6) 运木船:是专门载运木材的货船。木材是载运量仅次于散货的大宗干货。运木船的吨位一般为0.5万~2万吨,由于木材价格低廉,装卸效率较低,因而航速较低,一般为12~15节/小时。近年来,木材运输正向成组运输发展。为适应这一需要,应加大运



木船舱口,并设置 20 ~ 30 吨吊杆或起重机。

(7) 载驳船:是专门用来装运以驳船为货物单元的船舶,又称子母船。载驳船的运输方法是各种货物装载在统一规格的货驳内,然后再将货驳装到载驳船上,到达中转港后卸下货驳,再用拖轮帮拖或顶推至目的港。载驳船的最大优点是装卸效率高,运输成本比其他货船低。载驳船不受港口水深影响,无需占用码头泊位,无需装卸机械,装卸货物是利用推轮在锚地作业。

液货船

载运散装液态货物的运输船舶称为液货船,主要有油船、液化气船及液体化学品船。

(1) 液化气船:是专门装运液化气的液货船,可以分为液化天然气船和液化石油气船。

液化天然气船按液货舱的机构分为独立储藏罐式和膜式两种。早期的液化气船为独立储罐式,是将柱形、球形等形状的储罐置于船内。20 世纪 60 年代后期,出现了膜式液化天然气船,这种船采用双层壳结构,船体内壳就是液货船的承载体。在液货舱内有一种含镍合金钢制成的膜,它与低温液货直接接触,起着阻止液货泄漏的屏障作用,液货载荷通过膜与船体内壳之间的绝热层直接传到主船体。与独立储罐式相比,膜式的优点是容积利用率高,结构质量轻,目前大多数液化气船采用这种结构。

液化石油气船可以在常温下通过加压或在常温下冷冻,从而使石油气液化,按液化的方法分为压力式、半冷冻式或冷冻式 3 种。压力式液化石油气船是将几个压力储罐装在船上,在高压下维持其液态。这种形式的液化石油气船至今在 6 000 立方米以下的小型船上仍普遍使用。半冷冻式与冷冻式液化石油气船是在 20 世纪 60 年代初发展起来的,这种船舶采用双壳结构,液化舱采用耐低温的合金钢制造,并衬以绝热材料,容量大都在 1 万立方米以上。船上设有气体再液化装置,可将蒸发出来的石油气再液化送回液化舱。

(2) 液体化学品船:是载运各种液体化学品乙醚、苯、醇、酸等



的专用液货船。液体化学品大都具有剧毒、易燃、易挥发、易腐蚀等特点,因而对防火、防雷、防腐蚀有较高要求,所以这种船舶分隔舱多,货泵多,要求有双层底和双重舷侧,翼舱宽度不小于船宽的 $1/5$,以确保液体化学品船碰撞或搁浅时不至于泄出。对腐蚀性强的酸类液货,货舱内壁和管系多采用不锈钢或敷以橡胶等防腐材料。液体化学品船的吨位一般为 0.3 万~ 1 万吨,航速为 $12 \sim 18$ 千米/小时。

(3) 油船:是专门运载石油及成品油的液货船舶。石油是流体,具有易挥发、燃烧、爆炸的特性,这决定了油船在构造、设备以及营运方面有以下特点:首先有严格的防火要求,在货舱、机舱、泵舱内均设有隔离舱。机舱设在尾部,以防止因烟囱火星落在货油区而引起火灾。甲板上一般不设起货设备和大的货舱口。油船满载使航行干舷很小,甲板易于上浪,因此甲板上应设置桥楼,以便于船员通行。油船的单船吨位一般为 2 万~ 20 万吨,而世界上最大油船的载重吨位已达 62 万吨。油船尺度较大,航速不高,一般在 $13 \sim 17$ 节/小时。

兼用船

兼用船既可以载运液货,又可以载运散货的运输船舶,称为兼用船。这类船舶主要有石油矿砂船(油矿船)、石油散货船(油散船)和石油散货矿砂船(油散矿船)等。这种船舶的设计意图是为了争取往返货载,以减少空放,提高船舶运率。

从结构特点上看,这种船舶为双层底、双重舷侧,中间部分为矿砂、散货舱的结构形式,两舷翼舱和双层底分隔成若干个装运石油的油舱。兼用船及油散船的大舱口和内底又有油船的货油泵和管系。油矿船和油散船的区别在于可兼装干散货的中间舱的大小不同,前者占全部仓容的 $40\% \sim 50\%$,后者占 $65\% \sim 70\%$ 。油散矿船则对矿砂采用间隔装仓方式,以改善负荷分布。

20世纪50年代以来,兼用船发展很快,其吨位一般在 3 万~ 28 万吨,航速为 $13 \sim 18$ 节/小时。由于兼用船设备繁多,造价相对较高,使用寿命相对较短,实际营运中往返货物不均衡等因素,其



经济性并不如预期的好,因此 20 世纪 70 年代后期,兼用船的吨位有下降的趋势。

驳船

驳船是内河运输货物的主要运输工具,驳船的船体结构和类型比货船简单。

拖船与推船

拖船是专门用于托拽其他船舶、船队、木排或浮动建筑物的工具。它是一种多用途的工作船,被称为水上的火车头。拖船本身不载旅客和货物。它多为单甲板船,尺度较小,船形短而宽。船上除了一般的航行设备外,在拖船后部还装有专门的托拽设备。为了避免拖缆碰坏尾部设备,托钩后面装有横跨左右舷墙上的拖缆承梁。拖船有较强的护舷及防撞设施。

推船是用以顶推驳船或驳船队的机动船,俗称推轮。推船最先由拖船发展而来,其首部装有顶推设备和连接设备。一般呈方形,装有顶推架,用缆绳或机械钩合装置连接驳船。为便于驾驶,推船驾驶台较高,但为了能安全通过桥梁及港口水域设施,有些驾驶台是升降式的。为了提高推进和操纵性能,推船常加装导管和倒车舵。

船舶设备

一艘营运的船舶必须安装有各种各样的设备,通过这些设备的应用来完成船舶的航行、靠离泊、装卸货物等生产作业,并保证船舶和人员的安全。船舶的主要设备有动力设备、操纵设备、装卸设备和安全设备等。船舶必须配置一整套符合规范要求的动力装置和辅助设备以后,才能在水上正常航行。这些动力装置包括船舶主动力装置、辅助动力装置、蒸气锅炉、制冷和空调装置、压缩空气装置、船用泵和管路系统、造水装置和自动化系统等。这些机电动力设备主要集中于机舱,专门管理这些设备的技术部门是轮机部。

船舶动力装置有时也称“轮机”,就是指保证船舶正常航行、作业、停泊以及船员旅客正常工作和生活所需的机械设备之总和。



它具体包括以下几个方面的内容：

(1) 推进装置 船上为推动船舶运动所需的各种机械设备称为推进装置,它是船舶动力装置最主要的部分,包括主机、传动设备、船舶轴系和船舶推进器。主机是推动船舶的动力机,包括蒸汽机、内燃机和原子能发动机等。传动设备包括离合器和减速齿轮箱,主要用于主机和传动轴的隔开或接通,小型船舶的传动设备往往还担负着正倒车和减速的任务。船舶轴系的主要作用是将主机功率传递给推进器,它包括传动轴、轴承和密封件等。船舶推进器是现代船舶上将机器发出的能量转换为推船运动的能量装置,开动主机就能使螺旋桨转动,螺旋桨在水中转动,就能使船舶前进或后退。驾驶员从驾驶室通过车钟与机舱中的轮机管理人员联系(或直接遥控机器),改变主机的转数和轴系的转动方向,从而控制船舶航行的快慢和进退。

(2) 辅助装置 除船舶推进装置之外,用以产生船上所需的各种能量的设备,称之为辅助装置,它包括船舶发电站和辅助锅炉装置。船舶上的许多机械设备都离不开电,船舶发电站就是用来产生和供给辅助机械及全船照明所需的电能,它由发电机组、配电板及其他电气设备等组成。辅助锅炉装置用来产生低压蒸气,供给船上加热取暖及其他生活所需,它由辅助锅炉和为其服务的燃油、给水、鼓风等机械设备以及管路阀件所组成。

(3) 船舶管路系统 用来连接各种机械设备,输送有关工质的部分,它包括动力系统和船舶系统。动力系统为主机及辅机服务,包括燃油、润滑油、冷却水、压缩空气、排气及废热利用等管路系统。船舶系统用来保证船舶的顽强性(生命力)以及船员、旅客正常生活所需的管路系统,包括舱底、压载、消防、生活供水、施救、冷藏、空调、通风及取暖等。

(4) 船舶甲板机械 是保证船舶航向、停泊及装卸货物所需的机械设备,包括锚泊机械设备、操舵机械设备和起重机械设备。

船舶其他设备

为了从事正常的营运,船舶除安装推进主机外,还必须具备其



他各种设备,对于一般运输船舶来说,其主要设备包括舵设备、锚设备、系泊设备、起货设备等。

(1) 舵设备:是用以改变和保持船舶航向的设备,由舵和操舵装置组成。船舶航行时,通过操舵装置转动舵叶,使水流在舵叶上产生横向作用力,为船舶提供回转力矩,从而使船舶保持航向或回转。

(2) 锚设备:是船舶锚泊所用装置和机械的总称,主要用于海上固定船位,同时也可作为船舶制动、控制船身和掉头的辅助手段。搁浅时,可用做稳定船体和拽船离浅的工具。锚设备由锚、锚链、锚链制动装置、锚机、锚链舵等组成。

(3) 系泊设备:将船舶系靠于码头、浮筒、船坞或邻船用的设备称为系泊设备,主要包括系缆索、带缆桩、导缆器、系缆卷车和系缆机械。

(4) 起货设备:是船舶自备的、用于装卸货物的装置和机械,主要包括吊杆装置、甲板起重机及其他装卸机械。

船舶排水量

船舶排水量是船舶在水中所排开水的吨数,也是船舶自身质量的吨数。排水量又可分为轻排水量、重排水量和实际排水量3种。

轻排水量又称空船排水量,是船舶本身加上船员和必要的给养物品三者质量的总和,是船舶最小限度的质量。重排水量又称满载排水量,是船舶载客、载货后吃水达到最高载重线时的质量,即船舶最大限度的质量。实际排水量是船舶每个航次载货后实际的排水量。排水量吨位可以用来计算船舶的载重吨位。在造船时,依据排水量吨位可知该船的质量。在统计军舰的大小和舰队时,一般以轻排水量为准。军舰通过巴拿马运河时,是以实际排水量作为征税的依据。



四、管 道

管道的发展历程

管道运输的发展与能源工业特别是石油、天然气工业的发展密切相关。近代管道运输起始于 19 世纪中叶。1865 年,美国宾夕法尼亚州建成了世界上第一条原油管道,直径 50 毫米,长约 10 千米。真正具有现代规模的长距离输油管道始于第二次世界大战中,当时德国潜艇对油轮的袭击严重威胁了美国的油料供应,美国于 1942 年初开始,仅用了一年多的时间就紧急建成了一条全长 2 011 千米、管径 80 毫米(当时世界最大)的原油管道,半年之后,又投用了一条长 2 365 千米、管径 500 毫米的成品油管道,对保证盟国的战争胜利起到了重要作用。战后,随着石油工业的发展,管道运输得到了很大发展。

1886 年,美国建成了世界上第一条工业规模的长距离输气管道,全长为 140 千米,管径 200 毫米。近几十年来,全球天然气管道发展迅速。在北美和欧洲,天然气管道已连成地区性、全国性乃至跨国性大型供气系统。目前,全球干线输气管道总长度超过 140 万千米,约占全球油气干线管道总长度的 70%。其中美国约 40 万千米,居世界第一位;前苏联约 20 万千米,居第二位。20 世纪 70 ~ 80 年代是全球输气管道建设的高峰期,在此期间建成的输气管道长度约占当时输气管道总长度的 1/3。

利用管道输送固体物料的浆体已有 100 多年的历史。1957 年,美国俄亥俄州建成了世界上第一条煤浆输送管道,长 173 千米,直径 254 毫米,年输送量 130 万吨,浆体中固体含量占 50%。1967 年,澳大利亚建成了世界上第一条铁精矿输送管道,长 85 千米,直径 244 毫米,年输送量 23 万吨,浆体中固体含量为 50% ~ 60%。1977 年,巴西建成了世界上规模最大的铁精矿输送管道,长 397 千米,直径 74 毫米和 508 毫米,年输送量 1 200 万吨,浆体中的固体含量为 60% ~ 70%。世界上已投产的规模最大的输煤管道是美国 1970 年建成的黑迈萨煤浆管道,全长 439 千米,由 457 毫米和



305 毫米两种直径的管段组成,年输煤 500 万吨,有 4 座中间加压泵站。目前,利用浆体管道输送的固体物料包括金属矿山和非金属矿山的精矿、尾矿,火力发电厂的灰渣,洗煤厂的煤粉,水利工程的泥沙等。

除了浆体形式输送外,近年来美国还在研究通过管道输送煤的柱状形料的技术——在煤中加入适量的粘结剂,将其挤压成具有一定强度、磨耗质量损失很小的抗水性圆柱形料,以水为载体在管道内连续长距离输送。柱状形料输送所需的水量比浆体输送要少得多。煤无需研磨成浆体输送所需的细小颗粒,在终点也无需昂贵的脱水设施。输送用泵和阀件不与固体煤接触,磨损很小,输送的摩阻压力损失小。该技术与煤炭的浆体输送、铁路公路运输相比具有较强的竞争力,目前已通过工业性试验,正计划在工业管道中使用。

国外还研究过一种容器式管道输送系统,靠鼓风机在管道内建立气体压差,以推动带有轮子的容器列车在管道内运行,输送的物料在装载站自动定量装入容器中,在卸载站自动卸下。

中国管道的发展

在中国,管道是既古老又年轻的运输方式。早在公元前 3 世纪,中国就创造了利用竹子连接成管道输送卤水的运输方式,可以说这是世界管道运输的开端。到 19 世纪末,四川自流井输送天然气和卤水的竹子管道长达 200 多千米,然而现代管道工业起步较晚。我国第一条长距离输油管道建于 1958 年,其长度为 147 千米,直径 150 毫米,将克拉玛依油田的原油输送至独山子炼油厂。20 世纪的 60 ~ 70 年代,随着大庆、胜利、华北、中原等油田的开发,迎来了我国管道工业的第一个大发展时期,兴建了贯穿东北、华北、华东地区的原油管道网。目前我国有长距离原油输送管道约 1.2 万千米,成品油管道约 3 000 千米。在海域铺设的海底管道已有约 2 000 千米。

东北地区的大庆—铁岭(双线)、铁岭—大连、铁岭—秦皇岛 4 条干线输油管道直径均为 720 毫米,总长 2 181 千米,形成了从大



庆至秦皇岛和大庆至大连的两大输油动脉,年输油能力为4 000万吨。建于世界屋脊青藏高原上、穿过永久冻土带等地质条件极为复杂地区的格尔木—拉萨成品油管道全长1 076千米,管径150毫米,输送汽油和柴油。新近建成投产的兰州—成都—重庆成品油管道是目前我国最长的成品油管道,全长约1 200千米。

我国第一条长距离天然气输送管道于1963年建成,其长度为55千米,直径为426毫米,将四川南部的天然气输送至重庆市。从20世纪60年代中后期到80年代末,川渝地区输气管道建设经历了一个较快的发展阶段,以1966年底威远—成都输气管道建成及1989年北干线投产为标志,建成了一批输气干线及连接城市 and 大型化工厂的输气支线,构成了全长1 400千米的川渝环形输气管网。目前川渝境内的输气管道总长度已接近3 000千米,每年总输气量约60亿立方米。这些管道的直径为325~720毫米,最大允许操作压力为2.5~6.4兆帕。

从20世纪80年代开始,我国其他地区也相继建成了一些输气管道,主要有:华北油田—北京输气管道(两条)、大港油田—天津输气管道、河南濮阳—沧州输气管道、濮阳—开封输气管道、天津—沧州输气管道、陕西靖边—北京输气管道、靖边—西安输气管道、靖边—银川输气管道、新疆轮南—库尔勒输气管道、吐鲁番—乌鲁木齐输气管道、青海涩北—西宁—兰州输气管道等。目前我国还有两条长距离海底输气管道,一条是1996年初投产的南海崖13-1气田至香港输气管道,长度797千米,管径711毫米,设计压力8兆帕,年输气能力34亿立方米,这条管道的长度居世界海底输气管道的第二位;另一条是1999年投产的东海平湖凝析气田至上海南汇的凝析气管道,其长度为400千米。截止2001年底,我国有长距离输气管道1.2万千米。

在20世纪70年代以前,我国建成投产的浆体管道多为选矿厂的尾矿输送管道和火力发电厂的灰渣输送管道,输送距离短,输送浓度低。进入20世纪80年代后,开始重视提高输送浓度,并着手开发煤炭、铁精矿和磷精矿的长距离浆体管道输送技术。到1998年,已建成了100千米长、年输量200万吨的铁精矿浆体管



道。山西孟县—潍坊—青岛煤浆管道项目已经完成可行性研究。该管道全长 713 千米,直径 559 毫米,设有 6 座泵站,年输煤 700 万吨,建成后将成为目前世界上最长的煤浆输送管道。经过多年坚持不懈的研究,我国浆体管道输送技术已趋于成熟。

改革开放以来,我国经济的快速发展使得对能源的需求快速增长,从而对能源的管道运输提出了更高的要求。以西气东输工程的建设为标志,我国管道运输业已进入了一个新的大发展时期。目前,包括西气东输工程、俄罗斯—中国输油及输气管道工程在内的在建管道及拟建长距离输油、输气管道约 2 万千米。与西电东送、南水北调、青藏铁路一起并称为我国 21 世纪初四大工程的西气东输管道,西起新疆巴音郭楞蒙古自治州的轮南,经甘肃、宁夏、陕西、山西、河南、安徽、江苏、浙江,东抵上海,全长 4 000 千米,管道直径 1 016 毫米,设计工作压力 10 兆帕。2005 年一期工程建成,年输量为 120 亿立方米天然气;二期工程增加 10 个压气站后,年输量将达到 180 亿立方米。该管道完全实现自动控制,平均每 10 千米只用 1 人。目前天然气在我国一次能源构成中的比重不到 3%,而世界平均水平已达 24%。西气东输工程的建设对于改善我国能源结构,保护环境,促进我国东部和西部地区经济的发展,提高人民生活水平都有着重大意义。毫无疑问,该工程的建设将极大地促进我国管道运输业的发展。

管道的分类

按其敷设方式,管道可以分为埋地管道、架空管道与水下管道。陆地上大多数的输送管道都采用埋地方式敷设。按输送介质划分,管道可以分为原油管道、成品油管道、天然气管道、油气混输管道、固体物料浆体管道等,其中石油、天然气输送管道占绝大部分。按其在油气生产中的作用,油气管道又可以划分为矿场集输管道和原油、成品油、天然气的长距离输送干线管道,以及天然气或成品油的分配管道等。

城市燃气管网

燃气管网的基本特征是:小区中央气站供应管道液化气,通过



庭院管与用户连接。燃气管网一般都埋于地下 1.5 米以内,个别地区埋设较深。下面介绍一下城市燃气输配管道的分类:

(1) 按管道功能分为分配管道、用户引入管、室内燃气管道和工业企业燃气管道。分配管道是将燃气分配给工业用户、公共建筑物和居民用户的管道,它包括从长距离输气管道的城市门站或其他气源接收燃气的管道、穿过街区的配气管道以及居民小区内部的配气管道;用户引入管是指分配管道与用户室内管道之间的连接管道;室内燃气管道将燃气引入室内,并分配到每一件燃气用具;工业企业燃气管道通常包括工厂引入管道、厂区分配管道、车间燃气管道和炉前燃气管道。

(2) 按敷设方式分为埋地管道和架空管道。埋地管道是城市燃气管道最常用的敷设方式;架空管道只用于某些不适于埋地敷设的特殊地段。有时在厂区内,为了管道维修的方便,也采用架空方式。

(3) 按燃气压力分类 根据我国《城镇燃气设计规范》,城市燃气输配管道划分为 5 个压力等级,即高压 A 级($0.8 \text{ MPa} < p \leq 1.6 \text{ MPa}$)、高压 B 级($0.4 \text{ MPa} < p \leq 0.8 \text{ MPa}$)、中压 A 级($0.2 \text{ MPa} < p \leq 0.4 \text{ MPa}$)、中压 B 级($0.005 \text{ MPa} < p \leq 0.2 \text{ MPa}$)和低压($p \leq 0.005 \text{ MPa}$)。气体从高压等级管道进入低压等级管道必须经过调压。

(4) 按管材分类:管材分为钢管、铸铁管、塑料管和有色金属管。常用的钢管有普通无缝钢管和焊接钢管。钢管具有强度高、管壁薄、可塑性好等优点,特别适合于压力较高的管道。缺点是耐腐蚀性能较差,防腐成本高。铸铁管是城市燃气行业中历史最悠久的管材,目前我国城市的中、低压燃气管道中仍广泛采用。铸铁管的优点是投资省、耐腐蚀性能好,缺点是抗拉强度、抗弯曲能力、抗冲击能力及焊接性能等不如钢管好。随着球墨铸铁铸造技术的发展,铸铁管的机械性能已大大改善,国外用于燃气管道的铸铁管直径为 40 ~ 2 600 毫米,最高输气压力达 1.6 MPa。塑料管具有耐腐蚀、质量轻、柔性好、流动阻力小、施工简便等优点。近几十年来,一些国家相继在城市输配系统中推广使用聚氯乙烯、高中密



度聚乙烯和尼龙-11 等多种材质的塑料管。塑料管的承压能力远远低于钢材,在同样设计压力下,塑料管的厚度比钢管大得多。目前塑料燃气管道的最大设计压力一般为 0.3 兆帕,最高工作温度为 38℃。为提高塑料管的承压能力,近年来开始使用一种带金属骨架的塑料复合管,这种复合管的主材是高密度聚乙烯或聚丙烯,其管壁内部敷设了一层用于提高管子强度和刚度的钢骨架。塑料管(包括金属骨架塑料复合管)价格一般高于钢管,但由于无需采取防腐措施,而且施工简便,所以其综合造价与钢管差不多。国外有些小口径燃气管道(如室内管道)采用了有色金属管材,如铜管和铝管。有色金属管的优点是耐腐蚀性好,缺点是造价高。



第三章

交通基础设施

一、公 路

公路

公路是指连接城市、乡村和工矿基地之间,主要供汽车行驶,并具备一定技术标准和设施的道路。

1885 年汽车发明以后,人们开始按照汽车行驶的要求,逐步把一些旧的兽力车道路改建成为能行驶汽车的公路,一些旧的碎石和块石路面也改造成沥青或水泥混凝土路面。20 世纪 20 年代,由于汽车的普及,不少工业发达国家的公路建设迅速发展,被称为汽车时代。到了 20 世纪 30 年代,各工业发达国家的公路网已逐渐形成。随着汽车工业的发展,汽车生产量和保有量逐步增长,许多工业发达国家开始对已有公路进行技术改造,以适应交通量和汽车载重、速度日益增长的要求,沥青路面和水泥混凝土路面的比重越来越大。德国和美国还分别于 1931 年和 1937 年开始修建高速公路。20 世纪 50 年代以来,一些工业发达国家的汽车生产量和保有量迅速增长,世界各国为了实现公路建设的现代化,开始大规模改造旧有公路,并修筑高速公路。我国于 1906 年首次修筑广西壮族自治区镇南关(今友谊关)至龙州公路,至 1949 年,全国(不包括台湾省)共有公路约计 13 万千米,其中能常年通车的约 8 万千米。从 20 世纪 50 年代开始,我国大力发展公路建设,公路里程稳步增



长。很多土路都改建成能常年通车的碎石或砾石路面。20 世纪 60 年代以来,随着石油工业的发展,还修筑了不少沥青路面。20 世纪 70 年代,有些省份开始修筑水泥混凝土路面。截至 1984 年底,我国(不包括台湾省)拥有公路约 92.6 万千米,其中一、二级公路共长约 1.7 万千米,三级公路 11.9 万千米,具有沥青路面和水泥混凝土路面的公路约计 19 万千米。

公路运输具有机动灵活、直达门户的特点,在短途运输中能作为集散支线,以弥补铁路、水运和空运的不足。在长途运输中又起着干线的作用,例如长达 2 000 多千米的青藏公路和川藏公路,是整个交通运输的重要组成部分。公路在经济建设中起着先行官的作用,对缩小城乡差别、促进边远地区文教卫生事业、解决居民就业、发展工农业生产、旅游事业以及加强国防军事战备等都起着重要的作用,甚至在某些方面能体现一个国家的发达程度和现代化水平。目前,一些工业发达国家的公路客货运量和客货周转量在整个交通运输中都占有很大的比重。

公路与城市道路的区别在于它的路幅一般较窄,交叉口较少,两旁房屋建筑较少,主要行驶机动车,不设人行道,地下管线很少,利用边沟排水。

公路按使用性质可分为国家公路、省公路、县公路、乡公路和专用公路 5 个行政等级。一般把国道和省道称为干线,县道和乡道称为支线。国道是指具有全国性政治、经济意义的主要干线公路,包括重要的国际公路、国防公路,连接首都与各省、自治区、直辖市省会的公路,连接各大经济中心、港站枢纽、商品生产基地和战略要地的公路。省道是指具有全省性(自治区、直辖市)政治、经济意义的干线公路,由各省公路主管部门负责修建、养护和管理。国道中跨省的高速公路由交通部批准的专门机构负责修建、养护和管理。县道是指具有全县(县级市)政治、经济意义,连接县城和县内主要乡(镇)、主要商品生产和集散地的公路,以及不属于国道、省道的县际间公路。县道由县、市公路主管部门负责修建、养护和管理。乡道是指主要为乡(镇)村经济、文化、行政服务的公



路,以及不属于县道以上公路的乡与乡之间及乡与外部联络的公路。乡道由乡镇人民政府负责修建、养护和管理。专用公路是指专供或主要供厂矿、林区、农场、油田、旅游区、军事要地等与外部联系的公路。专用公路由专用单位负责修建、养护和管理,也可委托当地公路部门修建、养护和管理。

公路路线编号由1位公路管理等级代码和3位数字构成。国道按首都放射线、北南纵线、东西横线分别顺序编号。以首都为中心的放射线由1位标识码1和两位路线顺序号构成,由北向南的纵线由1位标识码2和两位路线顺序号构成,由东向西的横线由1位标识码3和两位路线顺序号构成。省道在各省、自治区、直辖市界内按省会放射线、北南纵线、东西横线分别顺序编号,县、乡、专用公路及其他公路以各省、自治区、直辖市公路管理区域为基础分别顺序编制,均由3位路线顺序号构成,各类公路路线编号结构见表1。顺序编号不足3位数字时,在前位加0。

表1 公路路线编号结构

路线编号	编号区间	编号说明
G × × × (国道)	G101 至 G199	G1 × × 指首都放射线
	G201 至 G299	G2 × × 指北南纵线
	G301 至 G399	G3 × × 指东西横线
S × × × 省道	S101 至 S199	S1 × × 指省会放射线
	S201 至 S299	S2 × × × 指北南纵线
	S301 至 S399	S3 × × 指东西横线
X × × × 县公路编号	X001 至 X999	
Y × × × 乡公路编号	Y001 至 Y999	
Z × × × 专用公路编号	Z001 至 Z999	
Q × × × 其他公路编号	Q001 至 Q999	

高速公路

高速公路指中央设置一定宽度的分隔带,两侧各配备2条或2条以上的车道,分别专供大量上下行汽车高速、连续、安全、舒适运行,并全部设置立体交叉和控制出入的公路。



德国是修筑高速公路最早的国家,首先于1931~1942年间修筑了长达3 860千米的高速公路网。美国于1937年开始修筑宾夕法尼亚州收税高速公路,长257千米。20世纪50年代中期以后,一些工业发达国家,如意、荷、英、法、比、奥和日本等国家也竞相大规模修筑高速公路。我国修建高速公路最早的省份是台湾,于1978年底建成的中山高速公路长373千米,从基隆至高雄,纵贯台湾南北半岛。

城市人口集中,工商业发达,汽车保有量比乡村多得多,所以高速公路的发展大多数从大城市的环形和辐射式路线,以及城市之间交通量较大的路段开始,随即连成一整条路线,最后形成高速公路网。20世纪70年代以来,一些高速公路比较发达的国家逐步开始把主要高速公路连接起来,形成国际高速公路网。

高速公路设计的行车速度,在野外大多按地形的不同分为80千米/小时、100千米/小时、120千米/小时和140千米/小时4个等级,通过城市大多采用60千米/小时和80千米/小时两个等级。高速公路平面线形大多以圆曲线加缓和曲线为主,并重视平、纵、横三维空间立体线形设计和景观设计。

高速公路典型的横断面布置,在郊外大多为4或6个车道,在城市和市郊大多为6或8个,甚至更多的车道。采用沥青混凝土路面或水泥混凝土路面。路缘带有时用与路面不同颜色的材料铺成。硬路肩为临时停车用,也需用较高级的材料铺成。在陡而长的上坡路段,当重型汽车较多时,还要在行车道外侧另设爬坡车道。必要时,在每隔2~5千米的行车道外侧加设宽3米、长10~20米的专用临时停车带。

高速公路与铁路或其他次要公路相交,可修筑分离式立体交叉。当与其他重要公路相交而转弯车流较多时,应修筑互通式立体交叉。在高速公路两旁的适当地点应修筑集散道路以及加速和减速车道,以控制汽车进出高速公路。

高速公路通过城市时大多沿城市周围的环道绕过,如有必要穿过城市交通繁忙地区,为减少车辆拥挤、废气和噪声污染,多修



成高架式、路堑式或隧道式,有时还要修筑多层式立体交叉或天桥,形成立体交通网。

如果高速公路的中央分隔带较窄,则应在其上设置防眩板或防护栅。高速公路上应设置夜间能发光或反光的交通标志牌。中央分隔带和渠化岛的边缘以及路面标线上均应镶设反光器。桥梁、隧道、立体交叉以及城市地区应设置大型照明设备。高速公路沿线每隔一定距离要设置收费站、加油站、公用电话、停车场、饭店和旅馆等服务设施。在高速公路交通繁忙的地区,可设置交通监控中心,整个地区车辆运行情况由电视摄像机传到荧光屏,监控中心据此指挥交通,还可利用无线电将信息传送给汽车驾驶员。当路上发生交通事故时,监控中心可派巡视车或直升飞机到现场进行处理。

高速公路对于分散过分集中的城市人口,解决劳动就业,发展工农业生产和旅游事业,以及开拓边疆地区都起到很大作用。例如日本名古屋至神户高速公路建成后,沿线14个互通式立体交叉周围建立了900多个工厂,促进了集装箱运输。意大利“太阳道”高速公路建成后,沿线布置了许多工厂企业,居民收入平均增加3%。

高速公路对国防战备也有很大作用,例如美国州际与国防高速公路网连接各州首府、工业中心以及5万以上人口的城镇,路旁设有安全区,有专用公路连接,一旦发生战争,半小时内即可将城市居民疏散到安全区。这些高速公路还能通过重载的军事装备,某些路段还可作为临时军用飞机跑道。

各国高速公路里程一般只占公路总里程的1%~2%,但其所担负的运输量占公路总运输量的20%~25%。高速公路造价高,用地多。但行车速度高,通行能力大,交通事故率小,故其投资费用一般只要7~10年即可由于其所节约的行车费用(包括燃料消耗、轮胎磨耗、汽车修理和养路费支出等)和运行时间,以及所减少的行车事故而得到补偿。



公路技术等级

从工程建设角度出发,依据公路所适应的年平均昼夜交通量及其使用任务和性质,将公路分为若干技术等级,以控制不同的建设规模和合理选定技术指标。我国交通部于2003年颁发的《公路工程技术标准》(JTGB01-2003)将公路分为高速公路、一级公路、二级公路、三级公路和四级公路5个技术等级。

(1) 高速公路:专供汽车分向分车道行驶,并应全部控制出入的多车道公路。其中4车道高速公路应能适应将各种汽车折合成小客车的年平均日交通量2.5万~5.5万辆,6车道高速公路应能适应将各种汽车折合成小客车的年平均日交通量4.5万~8万辆,8车道高速公路应能适应将各种汽车折合成小客车的年平均日交通量6万~10万辆。

(2) 一级公路:供汽车分向分车道行驶,并可根据需要控制出入的多车道公路。其中4车道一级公路应能适应将各种汽车折合成小客车的年平均日交通量1.5万~3万辆,6车道一级公路应能适应将各种汽车折合成小客车的年平均日交通量2.5万~5.5万辆。

(3) 二级公路:供汽车行驶的双车道公路。双车道二级公路应能适应将各种汽车折合成小客车的年平均日交通量0.5万~1.5万辆。

(4) 三级公路:主要供汽车行驶的双车道公路。双车道三级公路应能适应将各种车辆折合成小客车的年平均日交通量2 000~6 000辆。

(5) 四级公路:主要供汽车行驶的双车道或单车道公路。其中,双车道四级公路应能适应将各种车辆折合成小客车的年平均日交通量2 000辆以下,单车道四级公路应能适应将各种车辆折合成小客车的年平均日交通量400辆以下。

对各级公路设计交通量进行预测所考虑的设计年限是不同的。其中,高速公路和具有干线功能的一级公路的设计交通量应



按 20 年预测,具有集散功能的一级公路以及二、三级公路的设计交通量应按 15 年预测,四级公路可根据实际情况确定。

一条公路可分段选用不同的公路等级,或选用不同的技术指标,但均应根据公路功能、路网规划的交通量,并充分考虑项目所在地区的综合运输体系、远期发展等,经论证后确定。

当预测的设计交通量介于一级公路与高速公路之间,且拟建公路为干线公路时,宜选用高速公路。拟建公路为集散公路时,宜选用一级公路。干线公路宜选用二级及二级以上公路。

公路网规划

在一定区域内,由各种道路组成的相互联络、交织成网状分布的道路系统,全部由各级公路组成的称为公路网。在城市范围内由各种道路组成的称为城市道路网。

随着社会主义现代化程度的日益加深,土地的开发利用(包括地下资源和旅游资源等)和区域经济的发展,对交通的需求也越来越高。交通设施的相应发展又反过来刺激和促进土地的使用和经济活动。公路网是交通综合运输网络的子系统,其轮廓和组成方案区别于所服务的运输点及其分布情况,也受约束于各运输点之间的运输量性质。因此,区域路网规划的目标分析与确定,以及与之直接相关的远景交通量的预测,更直接依赖于规划区内的国土规划和交通规划。

进行交通规划必须要进行远景交通量的预测,包括区域内交通量的产生、分布和分配模型的建立,这是区域公路网规划的主要内容,也是路网设计与优化的直接根据,它同资料收集与问题诊断同属规划工作的前奏和必要的工作过程。

路网设计与优化是规划工作中的另一项重要内容,其直接成果就是路网规划方案的建立和决策,在工作内容和方法上涉及设计优化和决策等模型的建立与运算过程。作为区域公路网规划的核心内容,路网设计与优化是以路网交通量预测为基础,以路网评价为根据,以交通工程学和最优化技术为手段,据此完成路网规划



的任务和目标。事实上,路网设计与优化的工作,涉及到公路网所应用的战略、战术及公路运输等整个体系中的全部问题。从更高层次的决策水平要求来看,路网的设计与优化在很大程度上将决定规划区远景公路建设的成果和公路运输的效果。

路网评价作为规划工作的一个过程,在路网规划中起着承上启下的主导作用。作为规划工作的起点,通过对原有路网的评价和定量分析,可为规划的目标分析和确定提供具体依据;作为规划工作的终点,通过对规划方案的评价,可为规划成果(路网方案与实施计划)的论证、优化和决策提供各个方面的量化指标。

公路网规划是公路建设重要的前期工作之一,是进行公路宏观规划与决策的支持系统。做好公路网的规划与设计工作,可使路网布局更加合理,同时也使公路运输与其他形式的运输之间形成更为良好的配合和协调,从而可以提高公路运输及在一定程度上提高综合运输的经济效益。规划建设以国道主干线公路系统为主的全国公路网主骨架,并分层次地发展与国道主干线相连接的省市干线公路和县乡公路,是交通部公路建设的长远发展规划。在确定高等级公路特别是国道主干线公路系统规划时,必须科学地搞好合理规划,提高交通建设投资效益。

我国在1990年前后制定的“五纵七横”国道主干线规划仅有12条路线,它是在当时的社会经济和交通发展背景下提出的,覆盖能力有限,难以适应20世纪国民经济发展的要求。为确保我国高速公路快速、持续、协调的发展,处理好全局与局部利益、近期与长远发展、行业与社会经济可持续发展的关系,明确高速公路网的远景发展目标、布局框架,指导未来全国高速公路的发展,交通部规划研究院于2004年提出了“7918”国家高速公路网布局方案。该规划方案采用放射线和纵横网格相结合的形式,由7条北京放射线、9条纵向路线和18条横向路线组成,总规模约8.5万千米,其中主线6.8万千米,地区环线、联络线等其他路线约1.7万千米,见表2。



表 2 国家高速公路网规划布局方案 (千米)

北京放射线			南北纵线			东西横线		
序号	起终点	里程	序号	起终点	里程	序号	起终点	里程
1	北京—上海	1 245	1	鹤岗—大连	1 390	1	绥芬河—满洲里	1 520
2	北京—台北	2 030	2	沈阳—海口	3 710	2	珲春—乌兰浩特	885
3	北京—港澳	2 285	3	长春—深圳	3 580	3	丹东—锡林浩特	960
4	北京—昆明	2 865	4	济南—广州	2 110	4	荣成—乌海	1 820
5	北京—拉萨	3 710	5	大庆—广州	3 550	5	青岛—银川	1 600
6	北京—乌鲁木齐	2 540	6	二连浩特—广州	2 685	6	青岛—兰州	1 795
7	北京—哈尔滨	1 280	7	包头—茂名	3 130	7	连云港—霍尔果斯	4 280
			8	兰州—海口	2 570	8	南京—洛阳	710
			9	重庆—昆明	838	9	上海—西安	1 490
						10	上海—成都	1 960
						11	上海—重庆	1 900
						12	杭州—瑞丽	3 405
						13	上海—昆明	2 370
						14	福州—银川	2 485
						15	泉州—南宁	1 635
						16	厦门—成都	2 295
						17	汕头—昆明	1 710
						18	广州—昆明	1 610

道路服务水平

车流在道路上流动时的不同状态可以分为不同的服务等级,或者说不同的服务水平,它是用来反映车流的运行条件(如流量、车速、驾驶自由度、交通间断性、舒适、方便、经济和安全等)及其对驾驶人与乘客感受的一种服务质量标准。因此,道路服务水平(简称服务水平)被定义为在被规定的道路与交通条件下,根据交通



量、车速、舒适、方便、经济和安全等指标,道路可向使用者(主要是汽车驾驶人)所能提供的综合效果。不同的效果反映不同的服务水平。服务水平所描述的范围是从驾驶人可自由选择行驶车速的最高服务水平起,直至路上车辆拥塞,迫使驾驶人不得不停停开开的最低服务水平为止的各种运行条件。所以,服务水平的高低可以反映出一定条件下道路上不同车流的状态和与之相应的通行能力,以及驾驶人驾车的自由程度。在1985年美国出版的《公路通行能力手册》中,将道路服务水平分为A、B、C、D、E、F 6个服务等级,其中,A级服务水平代表车流运行条件最佳,而F级服务水平则是最差运行条件。

(1) A级服务水平:自由车流,道路使用者不受车流中其他使用者的影响,驾驶人在车流中可自由地选择车速,驾驶的自由度很大,对驾驶人、乘客提供的舒适性和方便性是优越的。

(2) B级服务水平:稳定车流,但需要注意车流内有其他使用者。驾驶人选择车速的自由性相对而言不受影响,然而驾驶的自由度较A级服务水平略有下降。由于车流中其他使用者的存在影响了个别操作,所以提供的舒适性和方便性也较A级水平差些。

(3) C级服务水平:仍为稳定车流,但较大的流量开始出现。使用者的运行条件明显地受到车流中其他使用者的影响,如车速选择的自由性也明显地受到制约,并且对部分驾驶人要求提高警惕。所提供的舒适性和方便性显著地下降。

(4) D级服务水平:高密度车流,但仍属稳定车流,车速和驾驶的自由度已受到严格限制。驾驶人一般感到缺少舒适性和方便性。在此水平上,若车流量稍有增长,通常会引起严重的运行问题。

(5) E级服务水平:不稳定车流,其运行条件接近或等于通行能力值。所有车辆的速度都降到很低,但趋于相对一致的水平。车流中驾驶的自由度极小,为了适应这种驾驶,通常需要强迫其他车辆让路。驾驶人受到很大阻碍,舒适性和方便性极差。这种水平若流量稍有增大或微小波动,都会导致交通中断。

(6) F级服务水平:强制流或间断阻塞流,这种水平表示流量



超过设施所允许通过的流量。出现这种水平的路段常形成排队,队列中车辆的运行常出现停停走走的现象,车流极不稳定。有时车辆可能会以一定车速前进几百米,但不得不周期性地停车。F级水平除用来表示间断阻塞之外,也常用来描述队列车辆运行状况。

公路结构组成

公路是主要供汽车行驶的线形工程结构物,由路线、结构物(构造物)和沿线附属设施3个基本部分组成。

公路路线是指道路在地面上的位置及其三维外貌特征,这些特征包括:①横断面:由车道、中间带、路肩、人行道、自行车道、路侧坡面、绿化带、设施带、路界(红线)等部分组成。②平面:直线、圆曲线、缓和曲线。③纵断面:升坡段和长度、降坡段和长度、竖曲线。④交叉:道路与其他道路及道路与铁路的平面交叉和立体交叉。

公路结构物(或构造物)是公路的实体或主体,它包括:①路基:按路线的外形尺寸,在地面上修筑的土质或石质结构物。②路面:在路基顶面铺设的供车辆快速、舒适、安全行驶的路表结构物。③涵洞:跨越小河、溪流、渠道的小型横向穿越排水构造物。④桥梁:跨越江河、湖泊、海湾的中型和大型横向穿越排水构造物。⑤隧道:穿越山脊、地下的构造物。⑥排水:为排除路界表面水、地下水、路面结构内部水、构造物表面及内部水而设置的排水结构物。

为了保证行车安全、方便驾驶、提供服务、进行管理,在公路沿线设置了各种附属设施,主要包括:①交通安全设施:护栏、防眩栏(板)、反光标志、防护设施(防积雪、积沙、坠石等)。②交通管理设施:交通信号、标志、标线、标记、情报板、紧急电话、通讯和监视系统。③停车:车站、停车场。④照明。⑤防噪声墙。⑥服务区:车辆加油、维修、餐饮、休息等。⑦收费站。⑧养护管理用的房屋和场地。⑨绿化。

高速公路路线方案

路线方案是根据指定的路线总方向(路线起终点和中间主要



控制点)和设计道路的性质任务及其在公路网中的作用,考虑了社会、经济因素和复杂的自然条件等拟定的路线走向。路线方案是否合理,将直接关系到公路本身的工程投资、运输效率和使用质量,还影响到在公路网中是否起到应有作用。因此,要在各种可能的方案中,通过调查、分析、比选确定出一条最优路线方案来。

高速公路的任务主要是解决起终点间繁重的直达客货运输。不可过多偏离路线总方向,应尽量缩短运输里程,减少行程时间,降低行车费用和事故率。

高速公路在进行路线布线时要考虑的问题有:

(1) 起终点的位置:高速公路一般都以重要城市、港站、码头或大型工矿基地为起点或中间控制点,其具体位置应根据路网规划的路线总方向和城市规划方案结合起来综合考虑选定。重要城市、港站等是公路交通量的集中生成源,上下高速公路的车辆期望以最短的行程出入,城区车辆的集散应在相应的区域或路段内迅速完成。为此,高速公路起终点位置宜靠近城市出入口或接到城市外环线上。

(2) 跨界公路接线点位置:目前我国高速公路建设的管理体制是分块由省、市、自治区立项建设和运营管理。对跨省、市、自治区的公路接线点,应在符合规划路线总方向的前提下,全面考虑社会综合效益,由用路双方协商确定,同时商定接界路段的建设规模、设计标准和建设时间,避免出现建设的不一致性,从而从整体上影响社会综合效益的发挥。

(3) 高速公路经过沿线城镇的路线布置:高速公路是为起终点间直达快速交通运输服务的,这一性质决定了它与沿线一般城镇的关系,但其中有些城镇原本就是区域公路网中的重要结点,为吸引沿线交通量和促进地区发展,路线不宜离开太远。应结合城镇发展规划,确定其连接方式(穿越、绕行或以支线连接)、地点,一般以距城镇规划区2~5千米为宜,最大不要超过8千米。

(4) 高速公路立体交叉:一条较长的高速公路起终点之间会有与之相交的其他道路(包括与沿线重要城镇的连接支线),应根据相交公路的等级、使用任务、交通、性质、自然条件等决定交叉类



型(分离式或互通式)和相交位置。对互通式立体交叉位置的选择,应考虑高速公路本身立体交叉的整体布局和横向交通的便利,以及相交道路的集散作用等。

高速公路互通式立体交叉的合理位置、间距,应综合考虑相交道路的交通流向、社会环境、自然条件等因素确定。一般相距 10 ~ 25 千米为宜,大城市和主要工矿区周围 4 ~ 10 千米、大于 25 千米以上一般不利于吸引沿线交通量,将影响高速公路的整体效益的发挥,因此仅适用于山区集镇。

(5) 高速公路集散道路(辅道)路线布置:由于修建高速公路可能要改变原有交通路线,或因为减少与高速路相交次数而合并几条相交道路时,须考虑设置平行于高速公路的集散道路,或为排除混合交通而修建辅道等,都要在高速公路选线设计中做出整体考虑。

公路线形

公路线形包括公路平面线形和公路纵断面线形。公路平面线形是公路线路在平面上的投影,公路纵断面线形是公路线路空间位置在立面上的投影。根据公路线路所处的地形、水文、地质条件,设计符合各种行车条件的公路平面线形和公路纵断面线形的工作,即为公路线形设计。公路线形设计包括平面线形设计和纵断面线形设计两个方面。

公路线形对行车速度、行车安全和舒适性的影响极大,因此,公路工程技术标准对公路线形制定了一系列技术指标,这些公路线形指标都是根据车辆运动学和力学的原理计算出来的。公路线形设计就是运用各项技术指标,使设计的公路线形既能满足行车要求,又能达到工程造价的最低要求。也就是说,在公路线形设计过程中,要综合考虑公路线形指标和工程造价之间的相互关系。公路线形指标高,能够提高公路使用质量,增大运输效益,但是公路工程造价也高。在满足运输要求的前提下,应选择适当的公路线形指标。

(1) 平面线形设计:公路平面线形由直线、曲线(圆曲线、缓和曲线)组成。公路车辆在曲线上运行必然产生离心力,离心力的大



小同曲线的半径成反比,而同车辆速度的平方成正比。当车辆产生的离心力使车辆失去平衡状态时,车辆就会滑移或倾覆。因此,在平面线形设计中,应按设计车速限制曲线的最小半径。为了使较小的曲线半径能通行较快车速的车辆,往往把曲线部分的路面建成内向的斜面,其斜率称为超高度,以百分率表示。同时,路幅内侧也要适当加宽。在设计标准中,相应的公路等级的设计速度、最小半径、超高度和加宽度均有明确规定。

圆曲线和直线的衔接一般可在圆曲线的切点上连接。从直线进入圆曲线或从圆曲线进入直线时,为使曲率逐渐过渡,可以在直线和圆曲线之间设置一段缓和曲线。高等级公路一般都要按设计标准设置缓和曲线。

平面线形设计应合理地组合线形单元,找出行驶安全、舒适而又经济的路线。一般由连续曲线组成的线形比由长直线和短曲线或由长曲线和短直线组成的线形更能符合行驶力学和视觉、心理上的要求。优美的公路线形,主要取决于路线与地形、周围环境的适应程度,以及路线平、纵面的协调配合。一般平原区以直线为主的线形更易与周围环境相协调,但不宜过长,以免因驾驶员失去警惕而发生事故。山区特别是沟梁交错的丘陵区,以曲线为主的线形设计比较适合。设计平面线形时,还要注意以下问题:线形组合要注意驾驶员视觉上的连续性,避免骤变;尽量避免交角小的曲线,不得已时应加大曲线长度;尽量采用大于标准规定的最小半径值;两个同向弯曲的圆曲线间不要设短直线,以免形成断背曲线而造成驾驶员错觉;缓和曲线长度应尽量选用大于行驶力学要求的长度;要注意同纵断面线形的相互配合。

(2) 纵断面线形设计:纵断面线形由直线和抛物线(或圆曲线)组成。当路线改变坡度时,在变坡点的相当长度范围内需要用竖曲线连接。纵断面线形设计必须综合考虑地形、纵坡的大小、长度和纵坡前后情况,以及同平面线形的组合。在短距离内应避免变坡频繁而形成锯齿状的连续纵坡。在两同向竖曲线之间不宜设置短的直线坡段。坡度小的长坡尽头处不宜设置急促的竖曲线或平曲线,长坡尽头禁止用小半径的回头曲线。



(3) 平面线形和纵断面线形的组合 :公路的线形是以平面和纵断面两种线形组合的立体线形映入车辆驾驶人眼帘的。组合得当会形成一种流畅的立体线形 ,从而便利行驶 ,给人以美感 ,相反 ,则会形成扭曲、折断的立体线形 ,不利于行车 ,甚至产生错觉 ,造成驾驶失误。

平面线形和纵断面线形的组合 ,除在路线选定时应予以考虑外 ,在路线设计阶段要掌握以下基本原则 :线形在视觉上能自然引导驾驶员的视线去适应环境的变化 ,不致感到视野突变 ,也不致由于视野单调而感到厌倦疲倦。注意保持平面、纵断面两种线形的均衡。选择适当合成坡度的线形组合。根据这些原则 ,平面线形和纵断面线形的组合应尽可能使平曲线和竖曲线重合 ,并尽可能一一对应(即一个平曲线内只有一次变坡 ,只含有一个竖曲线) ,使平曲线长度大于竖曲线长度。这样 ,在驾驶人的视觉上才能构成平顺优美的线形。此外 ,平曲线和竖曲线大小应保持均衡。同时 ,应根据公路技术等级选择适宜的合成坡度控制值。路面横坡和路线纵坡度的合成坡度过大 ,对行车不利 ;合成坡度过小 ,对路面排水不利。

公路交叉

两条或多条公路相交的部位称为公路交叉或公路交叉口。从各条公路汇集的车辆要在交叉口直行或转弯 ,当沿一个方向行驶的车辆直接通过另一方向的车流可能发生碰撞的地点 ,称为冲突点。冲突点对行车的影响很大 ,是潜在的交通事故点 ,且容易发生交通事故 ,降低交叉口的通行能力。

当交通量增大 ,平面交叉口不能适应而致使交通阻塞时 ,可考虑采用立体交叉、修建立交桥和匝道 ,使相交道路的车流在不同高程上跨越 ,从空间上分开 ,以消除或减少冲突点 ,从而提高车辆通过交叉口的速度 ,增大交叉口的通行能力 ,保障交通安全。

平面交叉是相交公路在同一平面上的交叉。平面交叉的形式主要取决于道路网规划、相交道路的等级和性质、交通量大小和特点 ,以及交叉口用地和环境等 ,通常有三岔(T形、Y形)、四岔(十字形、X形)及多岔交叉。在规划设计中 ,应尽量避免锐角交叉 ,不



得已时交角不宜小于 45° 。超过四岔的多岔交叉口,交通管理不便,应尽量避免。为增大平面交叉口通行能力和安全程度,采取渠化交通控制措施是十分必要的。交叉口渠化是按交通特点设置导向岛或路面标线,把复杂的交通流引导到规定的路线行驶,减少误行与游荡,以控制冲突点的位置,减少交通事故。在渠化交通时,还可以采用扩宽交叉口、缩窄分隔带、适当减少行车道宽度等措施,以增加进口道路的车道数,从而增大交叉口的通行能力。

环形交叉口是在路口中间设置一个面积较大的环岛(中心岛),车辆交织进入环道,并绕环岛单向行驶。这样,既可以使车辆以交织运行的方式消除冲突点,同时又可以通过环岛绿化美化街景。适宜采用环形交叉口的条件是地形开阔平坦,交叉口为四岔以上的路口,相交道路交通量均匀,左转弯交通量大,路口机动车总交通量不大于 3 000 辆/小时(轿车)。当有非机动车通过时,机动车交通量还要降低。其缺点是占地面积大,车辆须绕行,交通量增大时易阻塞,行人交通不便。

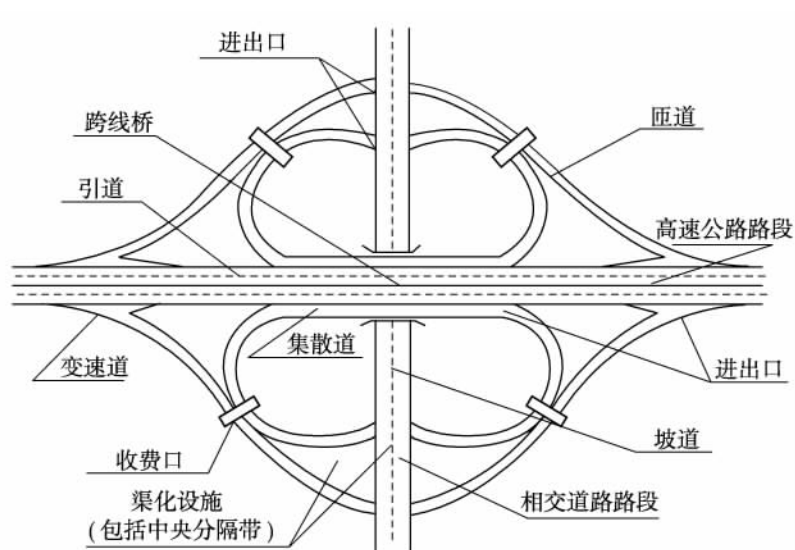
立体交叉是高速公路的重要组成部分,它是在高速公路与高速公路或高速公路与干道交叉处起连接作用,并具有空间多层结构形态和立体交通转线功能的专用设施。立体交叉将平面互相冲突的车流分别设置在不同高程的道路上互相跨越,为交通流按方向重新分配服务。它是高速公路与干道网的枢纽点,也是高速公路系统交通流的控制点。

多层、高速的公路立体交叉的交通系统构想于 19 世纪 20 年代,最早由著名的规划思想家及现代建筑运动的创始人之一的勒·柯布西埃在城市规划研究中首先提出。立体交叉的实现发端于城市道路,发展于高速公路。

立体交叉应按照道路网的规划统一设置。在设计中要考虑相交道路的等级、交通量、交通特点、地形、地物、环境条件等。设有集散道的苜蓿叶形立交是比较典型的完全互通式立体交叉形式,主要组成部分为:① 立交桥:立交中一条道路跨越另一条道路的桥梁。② 引道:立交范围内道路与立交桥头或立交桥下低点相连接的路段。③ 匝道:连接上下两条相交道路,供左右转弯车辆使



用的道路。④ 进口 :车辆从匝道进入干路的交叉口。⑤ 出口 :车辆从干路进入匝道的交叉口。⑥ 变速车道 :连接干路与匝道的专用路段 ,一般平行于干路 ,为转弯车辆进出匝道时变换车速之用。⑦ 集散道 :为减少干路上进出口车辆的干扰而设置的平行于干路的附加车道。



苜蓿叶形立交

按照交通功能和匝道的布置方式 ,立体交叉分为分离式和互通式两大类。① 分离式立体交叉 :一条道路跨越另一条道路 ,两条道路之间不设置匝道 ,互不连接 ,完全消除了平面交叉 ,可保障直行交通畅通无阻 ,但不能转弯。这种形式构造简单 ,占地少 ,投资省 ,可在直行交通量大 ,转弯车辆少 ,并在附近其他交叉口可解决转弯时采用。② 互通式立体交叉 :相交道路用匝道连接 ,可以互相连通。按照车辆互通的方式和完善程度 ,互通式立交分为完全互通式、不完全互通式和环形 3 种。完全互通式立交保证相交道路上的所有车辆能驶往任何方向而没有冲突。这种立交通行能力大 ,各方向均能通行 ,使用较普遍 ,但占地多 ,投资大 ,交通组织复杂 ,一般适用于高速公路或城市外围郊区道路上。不完全互通式立交是指在立体交叉中取消一个或几个匝道 ,使某些转弯方向不能通行 ,或转弯方向虽能通行 ,但出现一处或几处平交。这种立



交占地面积少,构造简单,投资少,在城市中使用较多。环形立交是指主要道路的直行车辆上跨或下穿,交通通畅,而次要交通在环道上交织通过。两层环形立交适用于主要道路与次要道路相交,主要道路的直行交通以立交形式通过,而次要道路的各向车辆和主要道路的转弯车辆都在环道上运行。当两条主要道路相交时,可修建3层环形立交,一条道路上跨,一条道路下穿,中间的环道供所有转弯车辆使用。

公路路基

路基是按照路线位置和一定技术要求修筑的作为路面基础的带状构造物,是路面的基础,承受由路面传来的汽车荷载。路基包含作为公路路面基础的本体结构及排水、防护、加固、支挡等构筑物。

路基按其填挖高度和所处地形的不同,有各种不同的横断面。其中,高出地表面填筑而成的路基称为路堤;低于地表面开挖而成的路基称为路堑;在路基同一横断面内,一部分填筑,一部分开挖的称为半填半挖路基。

路基设计主要包括路基本体工程设计、路基防护和加固工程设计、路基支挡工程设计。

路基本体工程设计主要是路基横断面设计,包括路基宽度和高度、路堤边坡和路堑边坡,以及取土坑、弃土堆、护坡道和各种排水设施等的设计。路基宽度是指两侧路肩边缘之间的距离。一般公路的路基宽度为行车道宽度和路肩宽度之和。路基宽度在设计时主要是根据公路等级确定。高级公路的路基宽度除行车道和路肩宽度外,还包括中央分隔带和路缘带的宽度。高级公路路肩由硬路肩和土路肩两部分组成。路基高度是指路基顶面边缘的设计标高与原地面标高之差。路基设计标高由路基纵断面设计确定。在受地面水或地下水危害的路段,路槽底面应高出一定的安全高度。我国根据公路的自然区划和路基土的组别,规定了公路在不同潮湿情况下的路基临界高度。在潮湿路段,为保证路面的稳定性,根据情况可采用各种隔水、排水措施。在重冰冻地区,还应考虑采取各种防冻设施。路堤基边坡坡度的大小取决于路基所处地



形、路基修筑的土石种类和结构,以及边坡高度和施工方法等。路堤和路堑的边坡都应有一定的坡度,以保持路基的稳定。土质路堤一般采用 1: 1.5 的坡度,高路堤和浸水路堤边坡应进行特殊设计。土质(包括石质土)路堑边坡率根据土质种类、密实程度、水文地质和边坡高度来确定。石质路堑边坡,对整体性岩石可根据岩石硬度确定;对破碎岩层要考虑其节理和裂缝情况,采用较缓边坡;对风化岩石要根据风化的程度来确定;对黄土层路堑边坡,因黄土结构性强、粘聚力大,具有明显的垂直节理,路堑边坡应参照现有的路堑边坡及自然斜坡确定。

路基防护和加固工程设计主要是路基坡面防护和冲刷防护工程设计。路基坡面防护是防止土质或风化岩石路基边坡的冲刷或剥落采取的措施。常采取抹面、喷浆、铺砌等措施,以保护路基坡面。在路基坡面上种草植灌木,也是常用的措施。坡面防护措施在设计时应根据路基坡面情况选用。路基冲刷防护是防止路基遭受冲刷和淘刷所采取的措施。主要包括:① 护岸工程:为保护路基边坡或河岸免遭冲刷,常采用植物防护、抛石防护、砌石防护、石笼防护、浸水挡墙等。为保护路基边坡或河岸免遭淘刷,常采用钢筋混凝土沉排、石床、大型砌块、活动护坡等。② 导流工程:用丁坝、顺坝和格坝等调治构造物,迫使河流主流偏离岸坡,以防止冲刷和淘刷路基边坡和河岸。③ 改移河道工程:路基侵占某段河流河床,为了防止水流危害路基,或为了免建跨河桥所采取的措施。在路基冲刷防护设计时,对于傍水的路基,可根据岸坡位置、水流性质及其对岸坡的危害,并考虑地形地质条件,选择使用不同的防护方法和措施。

路基支挡工程设计主要是挡土墙的设计。挡土墙是用来支撑路堤或路堑边坡、隧道洞口、桥台端部及河流岸壁的构筑物。按挡土墙所在位置的不同,分为路堑挡土墙、山坡挡土墙、路堤挡土墙和路肩挡土墙。路堑挡土墙和山坡挡土墙用于路堑边坡,以抗阻山坡土体侧向压力,保持原地层的天然平衡。路堤挡土墙和路肩挡土墙用于路堤,以约束填土坡脚,缩小占地宽度,并可减少填方量。挡土墙的结构形式很多,常用的有重力式、衡重式、悬臂式、扶



壁式和框架式挡土墙等。此外,还采用许多新的轻型挡土墙,如锚杆式、锚定板式和加筋土挡土墙等。路基支挡工程还可用支墙、支柱、支垛等。支墙用来支撑岩质路堑坡顶的危岩,支柱用来防止个别大石块的崩坠,支垛用于砌片石砌筑,用以抗滑和渗水。在路基支挡工程设计时,为了防止路堑变形和崩坠,保持路基稳定,通常根据路基的特性,设计各种形式的挡土墙构筑物。

公路边坡防护

路基边坡暴露于自然中,长期受自然因素的作用(雨、雪、风蚀、日晒等),岩土在不利水温条件作用下,若不加以必要防护,其物理、力学性质将发生变化,强度和稳定性难以得到保障。路基边坡防护设施主要有边坡坡面防护、沿河路堤河岸冲刷防护及综合防护。

坡面防护主要是保护路基边坡表面免受雨水冲刷,减缓温差及湿度变化的影响,防止和延缓软弱岩土表面的风化、碎裂、剥蚀演变进程,从而保护路基边坡的整体稳定性,在一定程度上还可兼顾路基美化和协调自然环境。坡面防护设施不承受外力作用,坡面岩土整体必须稳定牢固。简易防护的边坡高度与坡度不宜过大。常用的坡面防护设施有植物防护(种草、铺草皮、植树等)和矿料防护(抹面、喷浆、勾缝、石砌、护面墙等)。植物防护以土质边坡为主,矿料防护以石质路堑边坡为主。植物防护有利于边坡绿化和改善路容,是目前边坡防护所采用的首要形式。

滨海路堤、沿河路堤及水泽区路堤等,常年或季节性浸水,受流水冲刷、拍击和淘洗,造成路基浸湿、坡脚淘空,或水位骤降时路基内细粒填料流失,致使路基失稳,边坡崩坍。所进行的冲刷防护与加固,主要针对水流的破坏作用而设,起防水治害和加固堤岸的双重功效。冲刷防护有直接和间接两类。植树、砌石、抛石或石笼等都属于直接冲刷防护设施。间接防护主要设置改变水流流速、流向和原来状态的各种导治结构物,如丁坝、顺坝、防洪堤、拦水坝等,必要时进行疏浚河床,改变河道,改变流水方向,避免或缓和水流对路基的直接破坏作用。

路基防护措施是根据沿线土质、岩性、水文地质条件、坡度、高



度和当地材料、气候等的不同,而因地制宜地加以选择,应密切结合路面排水做综合考虑;综合防护是在优先考虑采用植物防护的前提下,对土质不宜植物生长以及难以保证边坡稳定的地段,综合考虑经济性、施工条件及防护效果,采用圬工防护或相应的辅助设施。综合防护应遵循“实用、经济、美观”的指导思想,明确“为行车服务”的目的,在实用、经济的前提下,力求边坡绿化三季有花。

公路绿化

公路绿化是在公路两侧用地范围内种植树木、花草和营造小型园林。公路绿化应根据公路沿线的自然条件进行总体规划,使之同公路建筑造型及周围环境相协调。公路绿化能起到稳固路基、保护路面、美化路容、诱导交通、舒适行旅的作用。此外,公路绿化还能起到保护环境、防治污染、维持生态平衡的作用。公路绿化主要分为防护林带、风景林带、防护草皮以及小型园林和花圃草坪等。

我国的道路绿化历史相当悠久。早在公元前 11 世纪的西周时期,即设卿官“司空”掌管道路,规定“以时平道路”,并“列树以表道”(《左传》)。秦代“为驰道于天下,东穷燕齐,南极吴楚,江湖之上,滨海之观毕至”,“道广五十步,三丈而树,厚筑其外,隐以全推,树以青松”(《汉书》)。汉至南北朝间,城市建设有了很大发展,都城御道多用水沟或墙隔成 3 道,沟旁植柳,路旁种榆槐。隋朝在今洛阳城西营建东都,宫城正门外大街宽 100 步,道旁植樱桃和石榴两行作为行道树。此后,各朝代均有用水把路分成 3 道,渠边植柳,路边植槐的记载。中华人民共和国成立后,公路绿化被作为公路建设的组成部分,制定了绿化标准,要求在公路网中所有宜林路段都植树绿化。目前,世界各国在公路两侧、城市广场、交通岛、隔离带、立体交叉道路等处,主要发展各种形式的绿地。行道树的布置形式和结构也发生了很大变化,出现了“花园城市”、“城市林带”等。

公路绿化选用的树种应掌握因地制宜、适地适时的原则。通往名胜古迹、风景区及重要港口、机场的公路,可种植有观赏价值的常绿树、灌木,并配以花卉、草坪等。通过风砂、盐碱地区的公



路,应采用抗风砂、抗盐碱能力强的树种。树木栽植的位置应以不影响行车视线、信号显示、输电与通信线路的畅通、房屋建筑的通风采光,并有适宜的土层厚度为原则。对于一般公路,树木应栽植在边沟外侧,在边沟外侧没有空地的路段,也可栽植在边沟的内、外边坡上。树的栽植株行距离应根据树种和冠幅确定。通常速生乔木的株距为4~6米,行距2~3米;灌木的株距、行距均为1米。植树季节,根据树种及当地气候条件一般选择在春季或雨季、秋季。对于高速公路,除有的在距公路较远处栽植防护林外,为避免树阴的斑斓影响高速行车的司机视觉和减轻因汽车驶出路外造成的损害,在公路两侧空地及隔离带均不宜栽植乔木,一般是种植草皮、花卉或灌木进行绿化。在沿线的休息站或停车场周围,也应配合各种设施进行相应的绿化。

挡土墙

挡土墙是用来支撑路基填土或山坡土体,防止填土或土体变形失稳的一种构造物。在路基工程中,挡土墙可用来稳定路堤和路堑边坡,减少土石方工程量和占地面积,防止水流冲刷路基,并经常用于整治坍方、滑坡等路基病害。而在山区公路中,挡土墙的应用更为广泛。

路基在遇到下列情况时可以考虑修建挡土墙:陡坡地段;岩石风化的路堑边坡地段;为避免大量挖方及降低边坡高度的路堑地段;可能产生坍方、滑坡的不良地质地段;高填方地段;水流冲刷严重或长期受水浸泡的沿河路基地段;为节约用地、减少拆迁或少占农田的地段;为保护重要建筑物、生态环境或其他特殊需要的地段。

挡土墙墙身靠近填土(或山体)一侧称为墙背,大部分外露的一侧称为墙面(或墙胸),墙的顶面部分称为墙顶,墙的底面部分则称为墙底,墙背与墙底的交线称为墙踵,墙面与墙底的交线称为墙趾。墙背与竖直线的夹角称为墙背倾角,一般用 α 表示。工程中常用单位墙高与其水平长度之比来表示,即可表示为1:n。墙踵到墙顶的垂直距离称为墙高。

根据挡土墙在路基横断面上的位置,可分为路肩墙、路堤墙、



路堑墙和山坡挡土墙。当墙顶置于路肩时,称为路肩式挡土墙;若挡土墙支撑路堤边坡,墙顶以上尚有一定的填土高度,则称为路堤式挡土墙;如果挡土墙用于稳定路堑边坡,称为路堑式挡土墙;当挡土墙设置于坡顶,用于支挡可能下滑的土体时,称为山坡挡土墙。

挡土墙按墙体材料的不同可分为石砌挡土墙、混凝土挡土墙、钢筋混凝土挡土墙、钢板挡土墙等。不同类型的挡土墙,其受力特点、工作机理有所不同。

大多数挡土墙是靠自重和部分回填土质量来抵御由于土压力造成的倾覆力矩和滑动力而保持稳定。20世纪60年代以前,最常见的有重力式、薄壁式(悬臂式、扶臂式)等结构形式。20世纪60年代以后,发展有各种轻型挡墙,如锚杆挡墙、加筋土挡墙和多层锚定板挡墙等新形式。重力式挡墙完全依靠墙身的自重来抵抗墙后的土压力,以维持稳定,用块石或混凝土构筑而成。这种挡墙在我国使用最为广泛,但在地基软弱或墙身较高、土压力较大的情况下,修建重力式挡墙是不经济的。薄壁式挡墙有悬臂式、扶壁式两种,都是用钢筋混凝土水平板与垂直板连接而成(扶壁式还有扶壁连接),一般适用于路堤填土。这类挡墙的圬工质量虽不大,但因为水平板上的土重,也足以抵抗土压力。

20世纪60年代以后,挡土墙逐渐向轻型化、拼装化及施工机械化发展,并有了新的锚杆技术,可以将钢拉杆锚固在天然边坡中,以承受拉力,保持墙身稳定,因而发展有多种不同类型的锚杆挡土墙。

法国于20世纪60年代首创加筋土挡墙,依靠拉筋与填土之间的相互摩阻力,以保持墙身稳定。我国于20世纪70年代首创多层锚定板挡墙,依靠埋设在填土中的多层锚定板抗拔力,以保持墙身稳定。

挡土墙类型的选择应根据支挡填土或土体求得稳定平衡的需要,研究荷载的大小和方向,基础埋置的深度,地形地质条件,与建筑物平顺衔接,容许的不均匀沉降,可能的地震作用,墙壁的外观,环保的特殊要求,施工的难易和工程造价,综合比较后确定。



常用的重力式挡土墙由墙身、基础、排水设施与沉降伸缩缝等部分构成。墙身由墙背、墙面、墙顶等部分组成。重力式挡土墙按墙背倾角的不同可分为仰斜、垂直、俯斜、凸形折线及衡重式几种。墙面一般均为平面,墙面坡度直接影响挡土墙的高度,其坡度应与墙背坡度相协调。墙顶应以大块石砌筑,并用砂浆勾缝,或用5号砂浆抹平顶面,砂浆厚2厘米。在非封闭性公路上,挡土墙高于6米且挡土墙连续长度大于20米。挡土墙外为悬崖时,为保护交通安全,墙顶应设置人行防护栏杆。由于挡土墙的破坏大多是由于基础处理不当而引起的,因此应保证挡土墙基础具有足够承载能力和埋置深度。挡土墙后面通常要有排水措施,因为大量雨水渗积在填土里面,会使土的容重增大,抗剪强度降低,从而作用于墙上的土压力增大。在寒冷地区积水,还会结冰,产生冰胀力。为使墙后积水迅速排出,应在墙身布置直径为100~150毫米、间距为2~3米的泄水孔,为防止泄水孔堵塞,应在墙后设置用渗水材料等构成的反滤层。为避免因地基不均匀的沉陷而引起墙身开裂,根据墙高和地基性质的变异、墙身断面的变化情况,需要设置沉降缝。在平曲线地段,挡土墙可按折线形布置,并在转折处以沉降缝断开。同时,为了减少圬工砌体因收缩硬化和温度变化作用而产生裂缝,需设置伸缩缝。设计中,一般将沉降缝和伸缩缝合并设置,沿路线方向每隔10~15米设置一道,缝内宜采用沥青麻筋或沥青木板等具有弹性的材料。

挡墙设计主要包括:①选择结构形式:根据地质条件(包括回填土性质)、挡墙高度及作用荷载情况,从施工条件、材料来源和经济的角度选择其形式,并根据一般经验初步选定断面尺寸。②确定作用荷载:其中最主要的荷载就是土压力,此外,还有作用于墙顶及地面的荷载,如车辆荷载及机械动力荷载等,并可能有水压力、冰压力和地震荷载。③验算挡土墙的强度和稳定性。墙身强度的验算应根据墙身材料分别按砌体结构、混凝土结构等有关计算方法进行。墙的稳定性验算包括地基承载力验算、倾覆验算和滑动验算。必要时,还应进行地基浅层破坏稳定性验算。

修筑挡土墙时,应尽量选择无黏性土作为回填料,因这种土的



抗剪强度受含水量影响小,较稳定,而且渗透系数较大,有利于排水。原则上不允许采用淤泥、有机土及含有杂物的土作为回填土料。回填土必须分层夯实,并按有关标准控制压实密度,这是保证挡土墙稳定的重要条件。回填土压实达到一定干容重后,才能具有较大的抗剪强度,产生较小的主动土压力。

公路排水

水不仅会使路基土体发生浸湿、饱和和冲蚀,使路基失去稳定,丧失强度,诱发各种路基病害,而且会渗入路面结构内部,加剧沥青的老化,造成结构层的冲刷,产生唧泥现象,加速路面结构的损坏。因此,需要修建用于拦截、疏干或排除公路的地面水和地下水的一系列设施。

为及时排除各种不利水源,使排水设施相互衔接,协调良好,应根据沿线地形、地质和水文条件,路线的平纵断面设计特点,以及桥涵、隧道、站场和农田水利灌溉渠道等工程的情况,对公路排水设施进行总体设计,形成一个完整而通畅的排水系统,以保证公路的耐久和稳定。

公路的排水设施主要分为路基排水设施和路面排水设施两类。路基排水设施包括地面排水构筑物 and 地下排水构筑物两大类。地面排水构筑物主要指路基的边沟、天沟(截水沟)、排水沟、跌水和急流槽等构筑物。边沟一般设置在路基坡脚的外侧,在原地开挖而成,必要时应加衬砌,用以汇集和排除路幅和外坡范围内的地面水。边沟应有足够的断面和纵坡,并设出水口,避免积水渗入路基内。天沟(也称截水沟)设置在汇水面积较大的路堑以外的山坡上,距路堑顶有一定距离,用以拦截山坡坡面流向路堑的水,防止冲刷或破坏路堑边坡,根据需要可设置一道或几道天沟。排水沟是为汇集边沟、截水沟或地面积水,将水引至桥涵或路基以外的沟渠或洼地。跌水和急流槽设置于排水沟渠纵坡陡、水流急的地段,其目的是使水流消能减速后引至桥涵上游或下游的河沟,以保护路基不受冲刷,跌水为台阶形式的构筑物,水流以瀑布形式通过。急流槽是纵坡很陡的人工水槽,其尾端视流速的不同需设置消能设备,以减少对下游水渠的冲刷。跌水和急流槽都需要用圬



工构筑,并需要专门设计。地下排水构筑物主要指路基的明沟、排水槽、排水管、渗沟、渗水隧洞、渗井和水平钻孔排水等构筑物。明沟和排水槽用以拦截、引排或降低埋藏不深的浅层地下水,并兼排地面水。排水管有纵向和横向两种,用以疏干路槽内排水层中的水,其管壁有带孔的和不带孔的两种。此外,还可采用管式渗沟,用以连接雨水口的地下雨水管。渗沟有多种用途:边坡渗沟用以疏干坡面土和引排边坡上局部出露的上层滞水或泉水,以稳定边坡;支撑渗沟埋得较深,主要用来支撑路基土体,兼起排除地下水和疏干土中水的作用;截水渗沟用来拦截地下水流,不使其流向路基;引水渗沟用来引排地下水和降低地下水位,以防止路基的冻害和翻浆。渗水隧洞是在路基受地下水影响严重,而且地下水埋藏较深的情况下,修筑的拦截或引排深层地下水的构筑物。渗井是引导地面水和浅层地下水流入相当深的土层中去的构筑物。若立式渗井群与渗水隧洞设置合理,可以排除具有多层含水层的复杂地层中的地下水。

路面排水主要有表面排水、中央分隔带排水和路面结构内部排水。表面排水主要通过设置路面横坡实现水流横向流动,将水流排出路基以外。中央分隔带排水主要由渗沟、渗沟内的集水管和每隔一定间距设置的横向排水管组成,也可以在中央分隔带内设置格栅盖板沟,并沿沟底纵坡排向每隔一定间距设置的集水井内,通过与集水井连接的横向排水管将水排出路基范围以外。路面结构内部排水主要是沿路面结构层的层间空隙或某一透水层次横向流入由透水性材料组成的纵向集水沟,并汇流入沟中的带孔集水管内,再由间隔一定距离布设的横向出水管排引出路基。

排水系统总体设计应考虑的原则是:①查明水源和补给的水量对路基的危害程度,分清主次,采取相应设施。②流向路基的地面水或地下水,应在路基以外的适当地点设置截水沟或截水渗沟拦截,直接引离路基,或汇集起来用沟管引离路基,或降低地下水位。③合理地布置桥涵,对明显的天然沟槽一般宜“一沟一涵”,对沟槽不明显的漫流,应在上游设置束流设施,加以调节,尽量汇集成槽,并在路基范围内布设足够的过水构筑物。④地面排



水构筑物大体上沿等高线布设,尽量选择在地质较稳定、地形较平缓的地段,尽可能使水流沿最短的通道引出,并不影响路基边坡的稳定。⑤在局部排水困难或地质不良的地段,应做好单独的排水设计,并重视与整个排水系统的连接与配合。⑥结合农田水利排灌的需要,综合利用排水系统。⑦注意路基路面排水相结合,地面和地下排水系统的配合,以及临时性和永久性排水设施的结合。最后根据这些设计原则,制订公路排水系统总体设计方案。

公路路面

路面是在公路路基车行道范围内铺筑的层状结构物,具有承受行车荷载、抵抗车轮磨耗和保持公路表面平整的作用。

在19世纪汽车问世之前,路面大多用石块、石板、卵石或木块铺筑。1777年,法国人特雷萨盖提出改善路基排水、设置路拱、减小石块尺寸、修筑块石路面的报告。此后,苏格兰人T. 泰尔福和J. L. 马克当分别于1805年和1815年在块石基层上铺筑碎石面层和全部用碎石铺筑路面获得成功。1859年,美国人E. W. 布莱克试制了碎石机。1860~1867年,法国和英国先后研制成功蒸汽压路机。这些技术的进步,使碎石路面在一些西方国家得到很大的发展。1854年,法国在巴黎首次采用瑞士产的天然岩沥青修筑沥青路面。1865年,英国在因佛内斯首次修筑水泥混凝土路面。同时,高质量的石块路面和木块路面在城市街道也盛极一时。

20世纪以来,随着汽车和筑路机械工业的发展,公路路面在设计、施工、养护等方面日臻完善,高级的沥青路面和水泥混凝土路面迅速发展起来。

路面结构按照层位及其作用可分为面层、基层和垫层3个主要层次。有的路面只采用面层和基层两个结构层,甚至只采用一个面层的结构。

面层是直接和行车和大气接触的表面层次,它承受较大的行车荷载的垂直力、水平力和冲击力的作用,同时还受到降水的侵蚀和气温变化的影响。因此,同其他层次相比,面层应具备较高的结构强度、抗变形能力、较好的水稳定性和温度稳定性,而且耐磨、不透水。其表面还应具有良好的抗滑性和平整度。



修筑面层所用的材料主要有水泥混凝土、沥青混凝土、沥青碎(砾)石混合料、砂砾或碎石掺土或不掺土的混合料以及块料等。面层有时分2层或3层铺筑,如高速公路沥青面层的总厚度为18~20厘米时,可分为上、中、下3层铺筑,并根据各分层的要求采用不同的级配等级。水泥混凝土路面也有分上下两层铺筑的,分别采用不同强度等级的水泥混凝土材料。水泥混凝土路面上加铺4厘米沥青混凝土的复合式结构也较常见。但是砂石路面上所铺的2~3厘米厚的磨耗层或1厘米厚的保护层,以及厚度不超过1厘米的简易沥青表面处理,不能作为一个独立的层次,应看作是面层的一部分。

基层位于面层之下,主要承受由面层传来的车辆荷载的垂直力,并扩散到下面的垫层和土基中去。实际上基层是路面结构中的承重层,它具有足够的强度和刚度,并具有良好的扩散应力的能力。基层遭受大气因素的影响虽然比面层小,但是仍然有可能经受地下水和通过面层渗入的雨水的浸湿,所以基层结构应具有足够的水稳定性。基层表面虽不直接供车辆行驶,但仍然要求有较好的平整度,这是保证面层平整性的基本条件。修筑基层的材料主要有各种结合料(如石灰、水泥或沥青等)稳定土或稳定碎(砾)石、贫水泥混凝土、天然砂砾、各种碎石或砾石、片石、块石或圆石,各种工业废渣(如煤渣、粉煤灰、矿渣、石灰渣等)和土、砂、石所组成的混合料等。基层厚度太厚时,为保证工程质量,可分为2层或3层铺筑。当采用不同材料修筑基层时,基层的最下层称为底基层,对底基层材料质量的要求较低,可使用当地材料来修筑。

垫层介于土基与基层之间,它的功能是改善土基的湿度和温度状况,以保证面层和基层的强度、刚度和稳定性不受土基水温状况变化所造成的不良影响。另一方面的功能是将基层传下的车辆荷载应力加以扩散,以减小土基产生的应力和变形。同时也能阻止路基土挤入基层中,影响基层结构的性能。修筑垫层的材料,强度要求不一定很高,但水稳定性和隔温性能要好。常用的垫层材料分为两类:一类是由松散粒料,如砂、砾石、炉渣等组成的透水性垫层;另一类是用水泥或石灰稳定土等修筑的稳定类垫层。



为保证路面边缘有同等的支撑能力,各结构层宜自上而下逐层加宽做成阶梯形,每侧加宽 25 ~ 30 厘米。当垫层作为隔离层使用时,应在路基全宽范围内铺筑。

按路面面层的使用品质、材料组成类型以及结构强度和稳定性,通常将路面分为高级、次高级、中级和低级 4 个等级。高级路面主要是水泥混凝土、沥青混凝土路面,应用于高速公路、一级公路和二级公路;次高级路面主要是厂拌沥青碎石、沥青贯入碎(砾)石、路拌沥青碎(砾)石、沥青表面处治等,应用于二、三级公路;中级路面主要是泥结或级配碎(砾)石、水结碎石、不整齐石块、其他粒料类,应用于三、四级公路;低级路面主要是各种粒料或当地材料改善土,如炉渣土、砾石土和砂砾土等,应用于四级公路。

在工程设计中,主要从路面结构的力学特性和设计方法的相似性出发,将路面划分为柔性路面、刚性路面和半刚性路面三类。

柔性路面的总体结构刚度较小,在车辆荷载作用下产生的弯沉变形较大,路面结构本身的抗弯拉强度较低,它通过各结构层将车辆荷载传递给土基,使土基承受较大的单位压力。路基路面结构主要靠抗压强度和抗剪强度承受车辆荷载的作用。柔性路面主要包括各种未经处理的粒料基层和各类沥青面层、碎(砾)石面层或块石面层组成的路面结构。

刚性路面主要指用水泥混凝土做面层或基层的路面结构。水泥混凝土的强度高,与其他筑路材料比较,它的抗弯拉强度高,并且有较高的弹性模量,故呈现出较大的刚性,在车辆荷载作用下,水泥混凝土结构层处于板体工作状态,竖向弯沉较小,路面结构主要靠水泥混凝土板的抗弯拉强度承受车辆荷载。通过板体的扩散分布作用,传递给基础上的单位压力较柔性路面小得多。

用水泥、石灰等无机结合料处治的土或碎(砾)石及含有水硬性结合料的工业废渣修筑的基层,在前期具有柔性路面的力学性质,后期的强度和刚度均有较大幅度的增长,但是最终的强度和刚度仍远小于水泥混凝土。由于这种材料的刚性处于柔性路面与刚性路面之间,因此把这种基层和铺筑在它上面的沥青面层统称为半刚性路面。这种基层称为半刚性基层。



刚性路面、柔性路面和半刚性路面,这种以力学特性为标准的分类方法,主要是为了便于从功能原理和设计方法出发进行区分,并没有绝对的定量分界界限。近年来,材料科学的发展正在逐步改变这种属性,如水泥混凝土的增塑研究正在使它的刚性降低,而保留它的高强性质,沥青的改性研究使得沥青混凝土随气候而变化的力学性质趋向于稳定,大幅度提高其刚度。

沥青路面

沥青路面是用沥青材料做结合料粘结矿料修筑面层与各类基层和垫层所组成的路面结构。

沥青路面使用沥青结合料,增强了矿料间的粘结力,提高了混合料的强度和稳定性,使路面的使用质量和耐久性都得到提高。沥青路面的良好路用性能体现在:① 具有足够的力学强度,能很好地承受车辆荷载施加到路面上的各种作用力。② 一定的弹性和塑性变形能力,因而能承受荷载而不破坏。③ 与汽车轮胎的附着力较好,可保证行车安全。④ 有高度的减震性,可使汽车快速行驶,平稳而无噪声。⑤ 不扬尘,容易清扫和冲洗。⑥ 维修简便,且可再生利用,因而得到越来越广泛的应用。目前,世界各国的高等级公路大多采用沥青路面。

公元前 3000 年,巴比伦人就把胶泥状的天然沥青用于建筑物。公元前 700 年左右,又用天然沥青胶结石块修筑路面,但这种用沥青修筑路面的技术不久即绝迹。直到 19 世纪初,西班牙才开始使用沥青修筑路面。19 世纪后期,他们发现石油炼制和煤焦油加工的残渣可代替天然沥青,随后沥青被广泛应用于修筑路面。目前,一些发达国家的路用沥青量约占沥青总产量的 80% 以上。我国在 20 世纪 20 年代开始在广州、上海等少数城市修筑沥青路面。1935 年,首次在南京至小汤山公路上修筑沥青表面处治。20 世纪 60 年代以后,随着大庆油田、胜利油田的开发和炼油工业的迅速发展,沥青产量大幅度增长,沥青路面也迅速发展起来,从而广泛地应用于城市道路和公路干线,成为目前我国铺筑面积最多的一种路面形式。

沥青路面所采用的沥青结合料将矿质粒料粘结成整体,增加



强度和增强路面抵抗行车破坏的能力,并使路面具有抗水性。适合修筑路面的沥青材料主要为石油沥青和煤沥青,此外还有天然沥青。沥青的性质要求随沥青路面种类、地区的气候和路段的交通情况不同而异;热拌或热法浇洒以及在炎热地区和重交通道路上宜选用较稠的沥青;冷拌或冷法浇洒以及在寒冷地区和轻交通道路上宜选用较稀的沥青。

集料是沥青路面材料中矿物质粒料的通称,在路面材料中起骨架作用和填充作用。有时需数种粗、细粒料混合组成所需要的粒度级配。集料中把粒径在5毫米以上的称为粗集料,5毫米及以下者称为细集料。根据来源不同,集料可分为天然集料和人造集料两大类。天然集料有碎石、砾石、砂、石屑等;人造集料有烧矾土、稳定的坚实冶金矿渣等。沥青路面用的集料应洁净无泥,粗集料的颗粒宜接近立方体,多棱角,少扁片长条,其抗压强度不宜小于60兆帕,做重车道面层者不宜小于80兆帕,而且能耐磨耗。集料和沥青材料应有良好的粘着力,不易经水的侵蚀而剥落,如集料和沥青粘着不良,应掺入有效的抗剥落剂加以改善。选配集料时,分层铺浇的应为粒径相近的各档的同粒径集料,拌制混合料的则常需有大小粒径按规格配合的级配集料,这类集料也可采用分档不同的同粒径集料按比例拌和而成。

矿粉是粒径小于0.074毫米的矿质粒料,多用于沥青混凝土和沥青碎石路面,其作用为填充空隙,防止热沥青流淌,增强沥青材料的粘结力和热稳定性。矿粉也要和沥青有良好的黏着力,能抵抗水的剥蚀作用。最常用的矿粉为石灰石粉。

沥青路面的沥青类结构层本身属于柔性路面范畴,但其基层除柔性材料外,也可采用刚性的水泥混凝土或半刚性的水硬性材料。沥青路面有多种分类方法,按集料种类的不同分为沥青砂、沥青土、沥青碎(砾)石混合料等,按沥青材料品种的不同分为石油沥青路面、煤沥青路面、天然沥青路面和渣油路面。较普遍的分类方法是按其施工方法、技术品质和使用特点分为沥青混凝土路面、厂拌沥青碎石路面、沥青贯入式路面、路拌沥青碎(砾)石混合料路面和沥青表面处治路面。



沥青表面处治是在坚实和稳定的基层或旧路面上修筑的一种薄沥青结构层,用于次高级路面的面层或用以恢复、改善旧路面的使用质量和抗滑性能。表面处治用做次高级路面,适应的单车道设计交通量为每昼夜 300 ~ 2 000 辆,设计使用年限一般为 8 年。表面处治一般多采用层铺法施工,即逐层洒铺沥青和矿料,并逐层进行碾压。修筑表面处治采用的沥青材料是针入度分级较大的道路石油沥青、沥青乳液和软煤沥青,采用的碎石、碎砾石或砾石应清洁、干燥、坚硬、耐磨、尺寸均匀标准。为提高路面的抗滑性能,还应符合磨光值或压碎值等技术要求。

贯入式沥青路面是先铺撒粒径均匀的主层矿料,再逐层铺撒沥青和嵌缝料,并经碾压修筑成沥青结构层,其厚度一般为 4 ~ 8 厘米,可用做次高级路面的面层。用做次高级路面适应的单车道设计交通量为每昼夜 2 000 ~ 5 000 辆,使用年限一般为 10 年。所用的沥青可以是稠度适当的膏体石油沥青、沥青乳液和软煤沥青。膏体石油沥青的用量按 1 厘米厚路面计算需用 1 ~ 1.2 千克/平方米。主层矿料的最大尺寸为层厚的 0.85 ~ 0.9 倍,但为提高路面的热稳性,目前趋向于采用与层厚相等尺寸的矿料,其中间尺寸以上的颗粒应不少于 70%,主要矿料用量则按压实系数(1.1 ~ 1.3)计算。如采用砾石时,应掺用 30% ~ 40% 的碎石,以保证其稳定性。

上拌下贯式路面的下层采用贯入式沥青路面的修筑法修筑,上层采用沥青混合料修筑,其厚度一般为 5 ~ 7 厘米。这种路面的优点是稳定,成型快,平整度较贯入式的好,且可保证必要的粗糙度。其适应的设计交通量和使用年限与贯入式面层相同。使用的材料规格和用量都与沥青贯入式和沥青碎石、沥青混凝土混合料相同,但在下层施工后,宜经短期通车后再做面层。

沥青碎石路面是用冷的或热的矿质混合料(不加或加少量矿粉)和沥青材料在工地或工厂拌和成均匀的混合料,经摊铺、压实修筑成的一种沥青面层,也称黑色碎石路面。这种面层的内摩阻力较大,热稳性较好,其孔隙率一般在 10% 以上。其适应的单车道设计交通量为 2 000 ~ 5 000 辆/天,设计使用年限为 10 年。



沥青碎石采用的沥青材料标号决定于混合料的拌和工艺。冷拌冷铺使用针入度较大的石油沥青、黏度较低的软煤沥青和液体沥青或沥青乳液。热拌热铺使用针入度较小的石油沥青和粘度较大的软煤沥青。矿料采用标称尺寸的石料或有一定级配的矿质混合料,其质量要求与表面处治相同。砂需具有适当的颗粒级配,海砂、河砂或山砂均可使用。矿粉是填缝料,要求具有一定的细度,石灰石粉、水泥、消石灰、粉煤灰和其他适当材料均可使用。沥青用量随混合料的粒径变化,一般占矿质混合料质量的4%~6%。

冷拌冷铺沥青碎石可在现场用人工拌和,或在工地用各种移动式拌和机械拌和,然后运至现场用人工或机械摊铺、压实。热拌热铺混合料则需用黑色粒料拌和机或沥青混凝土混合料拌和机拌制混合料,但需控制其拌和、摊铺和碾压温度,以保证沥青碎石层的密实度。

沥青混凝土路面是按最佳级配要求以一定比例的颗粒尺寸的矿料(碎石、碎砾石、石屑、砂和矿粉)和沥青,在规定温度下拌成均匀的沥青混凝土混合料,经摊铺、压实修筑成的一种沥青面层。这种面层的强度高,整体性好,抵抗自然因素破坏的能力强,是适合现代高速汽车行驶的一种高级路面。这种路面适用于单车道设计交通量为每昼夜5000辆以上的干线公路和城市道路,设计使用年限为12~15年。

水泥路面

水泥混凝土路面是指以水泥混凝土板做面层(配筋或不配筋)的路面,也称水泥路面、刚性路面,俗称白色路面,它是一种高级路面。它是以混凝土路面板和基、垫层所组成的路面结构。根据对材料的要求及组成,分为普通混凝土路面(也称素混凝土路面)、钢筋混凝土路面、连续配筋混凝土路面、钢纤维混凝土路面、复合式混凝土路面、水泥混凝土预制块路面等。

1868年,苏格兰首次在因弗内斯通往某堆货场的道路上铺筑混凝土路面,19世纪末传入美国和德国。早年,混凝土路面大多采用素混凝土按单层就地浇筑而成,少数也有做成双层式或配设钢筋的。20世纪20年代,欧、美各国在公路、城市道路和飞机场跑道



上大量发展混凝土路面,美国还开始试铺装配式预制块混凝土路面和连续配筋混凝土路面。至于预应力混凝土路面,美、法两国分别于20世纪30年代和40年代中期开始试铺。20世纪70年代初,美国和荷兰开始试铺钢纤维混凝土路面。

20世纪20年代末,我国开始在少数大城市的道路和飞机场跑道上铺筑混凝土路面。1932~1933年,在南京至杭州国道上铺筑了长500米、宽5.5米的混凝土路面试验段。1940年,在北京至天津公路上铺筑了长120千米、宽3米的混凝土路面。1948年,在南京飞机场跑道上铺筑了长2200米、宽45米、厚0.3米的钢筋混凝土道面。到20世纪50年代,随着水泥工业的发展,在我国的一些大、中城市的干道以及飞机场跑道上,开始大规模铺筑混凝土路面。20世纪70年代初以来,有些省份开始在公路干线上铺筑混凝土路面。我国的飞机场跑道几乎全部采用混凝土道面。我国混凝土路面大多采用素混凝土按单层就地浇筑而成,但少数也有采用装配式预制板,或做成双层式,或配有钢筋。

素混凝土路面是用素混凝土或仅在路面板边缘和角隅少量配筋的混凝土,就地灌筑成的路面结构。其施工方便,造价低廉。水泥混凝土具有热胀冷缩的性质,对于素混凝土路面,应沿纵向每隔5~6米设一缩缝,满足冬季缩裂要求;每隔100~200米设一胀缝,防止夏季热胀、板屈曲压裂或缝边混凝土挤碎。由于横向胀缝最易引起路面板的破坏和行车颠簸,而且会增加施工和养护的难度。在热天施工时,除在桥头、交叉口和急转弯等处必须设置胀缝外,其他路段可少设或不设。纵、横缝在平面上的布置一般是相互垂直。近年来,为减轻行车颠簸,也有把横缝做成与纵缝成 70° ~ 80° 的斜角,并按4米、4.5米、5米、5.5米和6米的不等间距顺序布置。胀缝间隙宽1.8~2.5厘米,为防止渗水,上部5~6厘米深度内应灌以填缝料,下部则设置用沥青浸制的软木嵌条。为传递荷载,混凝土板厚中央处设钢传力杆,杆径2~3.2厘米,长40~60厘米、间距30厘米。杆的半段涂沥青,并套以套筒,筒底部填以木屑等材料。缩缝一般做成裂口深4~6厘米的假缝形式,上部也灌以填缝料,可不设传力杆。但在路基软弱或交通繁忙路段以及邻



近长间距胀缝的 2 ~ 3 个缩缝上,应设置传力杆。纵缝可做成假缝、平头缝(后浇注一侧混凝土,以前一侧混凝土侧面作为浇注模板,两侧混凝土平齐对接)或企口缝(用带凹或凸槽模板浇注)形式,上部也灌以填缝料。为防止板块向两侧滑移,板厚中央可设置螺纹钢拉杆,杆径 1.4 ~ 2 厘米,长 40 ~ 60 厘米,间距 80 ~ 100 厘米。

混凝土路面板一般采用等厚式,厚约 20 ~ 25 厘米,但因板边和板角最易引起断裂,因此有时设置边缘钢筋和角隅钢筋予以加固。也可做成厚边式板,从靠路肩 1 米处开始逐渐增加厚度,板边缘厚度较中间大 25%。在高速公路和一级公路上,可做成由内侧向外侧边缘逐渐加厚的梯形断面。路面板大多做成单层式。当板较厚时,也可做成双层式,上层厚度不小于 6 ~ 7 厘米,下层使用品质稍差的材料做成低强度混凝土。为使上下层结合牢固,下层表面应清洁、粗糙,并设凹槽。

钢筋混凝土路面是沿纵、横两个方向配置有网状钢筋的混凝土路面。配筋率一般为 0.1% ~ 0.2%,钢筋直径 0.5 ~ 0.7 厘米,纵筋间距 15 ~ 30 厘米,横筋间距 50 ~ 150 厘米。钢筋一般设在离板的表面 5 ~ 6 厘米处,以减轻板面裂缝的产生和张开。板长(横缩缝间距)可增至 9 ~ 16 米。在交通繁重或地基软弱路段,应将钢筋设在离板的底面 5 ~ 6 厘米处。这种路面包括连续配筋混凝土路面和预应力混凝土路面。

(1) 连续配筋混凝土路面 配置大量网状钢筋的混凝土路面,配筋率可达 0.6% ~ 1.0%,其中横筋占 1/5 至 1/10。美国于 1921 年即开始试铺连续配筋混凝土路面。这种路面所用的纵筋直径为 1.2 ~ 1.6 厘米,间距 7.5 ~ 20 厘米,横筋直径 0.6 ~ 0.9 厘米,间距 40 ~ 120 厘米。纵筋可连续贯穿横缝,纵筋搭接长度为 30 ~ 70 厘米,搭接处在平面上应彼此错开。钢筋设于板厚中央略高处,与板表面距离不小于 6 ~ 7 厘米。这种路面板的长度可增大至 100 ~ 300 米,板厚比素混凝土板薄 15% ~ 20%,一般为 15 ~ 23 厘米。在连续配筋混凝土路面板的端部要设端缝。端缝有两种形式:一是自由式,即设置 3 ~ 4 条间隙为 2 ~ 2.5 厘米的胀缝,以利于板端



部的伸缩滑动 ;二是锚固式 ,即在板底部设置若干根肋梁或若干个桩埋入地基内 ,以阻止板的滑动。连续配筋混凝土路面造价高 ,用钢多 ,施工繁复 ,采用较少。

(2) 预应力混凝土路面 法国于 1945 年首次试铺预应力混凝土路面。由于路面板在受到预压应力后能抵消部分车轮荷载和温度变化所引起的拉应力 ,因此板厚可减至 10 ~ 15 厘米 ,板长可增至 100 ~ 150 米。这种路面主要有如下两种 :一种是有筋预应力混凝土路面 :在混凝土板厚的中央预留孔道 ,穿进钢丝束 ,加力张拉后将两头锚固 ,最后在孔道内注入水泥浆 ,使钢丝束与混凝土粘牢。较窄的板可只在板的纵向加力 ,较宽的板需在板的纵、横两向加力 ,或沿中线成小于 45° 的斜向加力。后者的优点是可以连续浇筑很长的板 ,而预加应力可在板的两侧进行。所加预应力在纵向要达 2 ~ 4 兆帕 ,在横向只需 0.4 ~ 1.4 兆帕。另一种是自应力混凝土路面 :用膨胀水泥制备的混凝土铺筑路面 ,借助配筋来施加预应力 ,或在板的两端设置墩座 ,通过混凝土的膨胀来施加预应力。预应力混凝土路面实用效果较好 ,但其施工工艺和机具尚有待改进 ,目前仍处于试验阶段。

钢纤维混凝土路面是 20 世纪 70 年代初期出现的一种混凝土路面形式。这种路面就是在混凝土中掺入 1.5% ~ 2.0% (体积比) 的钢纤维。钢纤维一般长 25 ~ 60 毫米 ,直径 0.25 ~ 1.25 毫米。钢纤维混凝土 28 天极限抗压强度高达 35 ~ 56 兆帕 ,抗弯拉强度达 5.6 ~ 20 兆帕 ,抗疲劳和抗裂缝能力也较素混凝土要高得多 ,所以钢纤维混凝土路面板厚比素混凝土板薄 30% ~ 50% ,而缩缝间距可增至 15 ~ 30 米 ,纵缝间距可增至 8 米 ,胀缝可以不设。

装配式混凝土路面是在工厂中把混凝土预制成板 ,然后运至工地现场铺装的混凝土路面。混凝土板一般做成边长 1 ~ 2 米的正方形 ,也可做成边长 1.2 米的六角形 ,厚度为 12 ~ 18 厘米。还可做成宽 3.5 米、长 3 ~ 7 米的大型板 ,但需有相应的运输和吊装机具来配合。装配式板一般在边缘和角隅配置钢筋 ,也可设置全面网状钢筋。装配式混凝土板可以全年生产 ,不受气候影响 ,质量容易保证 ,而且安装进度快 ,铺完即可通车 ,损坏后易于拆换修理 ,



因此比较适用于城市道路、停车站场等处,但接缝多,整体性差,所以在公路干线上很少采用。

混凝土路面施工的一般工序是:① 安装边模、接缝嵌条、传力杆和钢筋网等。② 拌和混凝土混合料,并运至工地。③ 摊铺与振捣混凝土混合料。④ 整平混凝土表面,并刷毛或刻划防滑小槽。⑤ 混凝土养生与接缝的填缝。此外,在混凝土路面施工中,还使用真空吸水、振动碾压等工艺。

1960 年出现了滑模摊铺机,这是混凝土路面施工技术的一大变革。这种机械能兼做摊铺、振捣、整面与刻槽等作业。摊铺机借助履带或轮胎行驶于基层上,尾部两侧装有模板随机前进,成型的路面即在机后延伸出来,每天铺筑 7.3 米宽的路面 1 600 ~ 5 000 米。近年来,有些国家采用混凝土路面联合铺筑机,行驶一次即能使路基成形,并摊铺、压实基层和垫层,再在其上铺筑混凝土路面。这种机械每天能铺筑宽 7.5 米、厚 0.25 米的混凝土路面公路 2 000 米,但成本甚高。

公路压实

压实使路基及路面各结构层的材料具有足够的密实度,从而可以充分发挥路基土和路面材料的强度,可以减少路基、路面在行车荷载作用下产生的永久变形,还可以增加路基土和路面材料的不水性和强度稳定性。压实的这几大作用,对于增强道路路面的使用性能和延长寿命是非常重要的。路基、底基层、基层或面层材料压实不足,在使用过程中,路面上可能产生车辙(辙槽)、裂缝、沉陷和水损坏,也可能使整个路面产生剪切破坏。

使用某种工具或机械进行压实时,在压实机械的短时荷载或振动荷载作用下,对不同筑路材料会产生几种不同的物理过程。在粘性大的土中,往往主要是大小不一的土块,进行碾压时发生的主要物理过程是:① 使大小土块重新排列和互相靠近。② 使单个土颗粒重新排列和互相靠近。③ 使土块内部的土颗粒重新排列和互相靠近。④ 使小颗粒进入大颗粒的孔隙中。对路面结构层材料进行碾压的主要过程是使颗粒重新排列、互相靠近和小颗粒进入大颗粒的孔隙中。这些不同物理过程的结果是增加单位体积



内固体颗粒的数量,减少孔隙率(或空气率),这个过程称为压实。

经过压实的压实体,在单位体积内通常包括固体颗粒、水和空气三部分,称为三相体。对于沥青混凝土而言,实际上三相体中只是以沥青代替了水。在三相体中,水和单个固体颗粒是不可以压缩的,空气只有在密闭容器内才是可以压缩的,因此要使单位体积内的固体颗粒增加,只有采取措施使土体内的空气和水分排出。用机械进行碾压就是施工现场所采用的主要措施。

采取分层填土、分层夯压的路堤,可以达到足够的密实度,从而提高了路堤的稳定性和坚固性,保证车辆运行平稳,避免因长年沉落而恶化运营条件。经过压实的路堤,一般线路要求通车时即可行驶 40 ~ 60 千米/小时以上的速度。

土的含水量对压实程度有很大影响。同样的土质,在同样夯压条件下,含水量 ω 不同,填土密度(用干容重 γ_d 表示)也不同。含水量与干容重之间的关系曲线称为击实曲线。击实曲线的基本特征是:当含水量增加时,开始时土的密度相应增加,当含水量达到某一特征含水量 ω_0 时,密度增到最大值 γ_{dmax} 。此后随着含水量增加而密度逐渐减小。此特征含水量称为最佳含水量,相应的最大密度 γ_{dmax} 称为最大干密度。填土的最大干密度和最佳含水量可用击实仪按规定的击锤质量、落锤距离和锤击次数,用不同的含水量反复试验而得。常用的击实仪采用“普氏标准”(锤重 2.51 千克,落高 30.48 厘米,锤击面直径 5.08 厘米,试筒直径 10.12 厘米,试筒高 11.65 厘米,分 3 层击实,每层击 25 次),这种击实标准称为轻型击实标准。高速公路要求填土压实的密度较大,需要采用规定的重型标准击实仪进行击实试验,称为重型击实标准。重型击实标准增大了击实功,从而提高了压实标准。

进行路基路面压实作业时,压实层的密实度随深度递减,表面 5 厘米的密实度最高。压实层厚度和压实遍数与压实机械类型、压实材料的类别和压实度要求有关,同样质量的振动压路机要比光轮静碾压路机的压实有效深度大 1.5 ~ 2.5 倍。当压实遍数超过 10 遍以后仍达不到压实度要求时,继续碾压的效果很小,不如减小压实厚度。



压路机行驶速度过慢会影响生产率,过快则使得碾压接触时间过短,压实效果较差。一般光轮静碾压路机的最佳速度为2~5千米/小时,振动压路机为3~6千米/小时,各种压路机的最快速度不宜超过4千米/小时。对压实度要求高、压实层厚度较大时,应相应减慢行驶速度。压实时,宜先轻后重,即随着压实层强度的提高,适当提高压路机的吨位,但应注意压实时的单位压力不应超过材料的强度极限,否则将会使压实体破坏。在压路机往返碾压过程中,往往边缘碾压次数少,为使边缘也得到充分压实,边缘部分应多压几遍。

软土地基

软土是指水下沉积的软弱饱和粘性土层。软土具有压缩性高、强度低和透水性差的特点。软土地基由于其含水量大,空隙比大,抗剪强度低,在外界荷载及其自身荷载作用下,容易超出其本身的强度要求,而出现剪切破坏。通过软土地区的路基易发生坍塌和沉陷等病害。因此,软土地区的路线应尽可能选择软土薄的地带通过。在沿河软土地带或古盆地内,应避免从软土地区的中部通过。在低缓丘陵地区路线,应尽可能避免从封闭或半封闭洼地通过。在山间谷地内,应避免从下卧岩层面横向坡度较陡处通过。在辽阔的沉积平原上,应尽可能远离河流、湖塘或人工渠道。在软土地基上修筑路堤,应注意防治路堤坍塌和沉降。

软土地基在地表荷载作用下的沉降需要一个相当长的时间过程,在施加荷载初期,沉降速率由小到大,随着时间的推移,沉降的速率由大变小,沉降过程趋于稳定。当路堤较高、施工速度过快时,或路堤边坡坡度过陡时,极易使地基承载力不足,引起路堤边坡的滑动失稳。

软土地基处治方法可以按滑动破坏(按稳定性)处治和按沉降计算处治(按沉陷)来区分。稳定性处治的有效方法大致有垫层处理法(表层排水、砂垫层、土工聚合物、加固土)、反压护道法、慢速加载法(控制路堤填筑速度)等;沉降处治的有效方法有路堤加载法(等载或超载)和垂直排水法(砂井、袋装砂井、塑料排水板法)等。在稳定和沉降处治两方面都有效的方法有挤密砂桩法、振动



置换法(碎石桩、钢渣桩)和深层搅拌法(水泥粉喷桩)等。

软土地基浅层处理是指对路床处理深度一般小于 5.0 米的软土地基,通过表面单一或综合处理方式,达到提高地基抗剪强度和压缩模量的目的,在上部荷载作用下,确保路基稳定和减小变形,满足施工后沉降要求的处理方式。

根据路床排水条件及地表土性质的不同,可分为硬壳层的处理及加固、排水垫层、置换垫层及浅层复合地基等处理方式。

根据处理材料的不同,可将垫层及置换材料分为砂垫层、碎石垫层、山皮石垫层、粉煤灰、灰土、二灰土、水泥土垫层、干碴垫层及素土垫层等。

排水固结法是指通过多种技术手段,在软弱地基中设置一些排水通道,形成竖向或水平向排水体,改变原有地基的边界条件,增加孔隙水的排出途径,利用结构物本身自重或外加附加荷载,通过逐级加载加压的方式,将土体中多余的水通过排水体加以排除,减少土体中的孔隙水,逐渐固结,地基发生沉降,同时强度逐步提高的方法。

振冲法是采用振冲碎石桩加固湿软地基的方法,其碎石桩是以机械钻孔或水力冲孔后填以碎石振密而成,因此叫振冲碎石桩。这种桩本身的强度比挤密砂桩的强度高得多,另外,还起到竖向排水井的作用,所以是一种既经济、快速,技术效果又好的加固方法。

挤密桩法就是在土基中打孔后,在孔中灌以砂、石、土、灰土或石灰等材料,捣实而成直径较大的桩体,利用横向挤紧作用,使地基土颗粒挤密,孔隙减小,从而提高其承载力,减小土的变形。

深层搅拌法加固软土地基是利用水泥或水泥浆作为固结剂,通过特制深层搅拌机械,在地基深部就把软土与固结剂强制拌和,使其成为既具有较好的整体性和水稳性,又能满足强度要求的加固土体。根据上部结构要求,可形成柱、壁及格栅等不同形式的加固土体。这些加固土体与天然地基形成复合地基,共同承担上部载荷。

强夯法是在重锤夯实法的基础上发展起来的、又与之截然不同的一种新技术,是将几十吨的重锤从几十米的高处自由落下,对



湿软地基进行强力夯实,以提高其强度。用强夯法加固的土基,承载力会明显提高,沉降量也会降低。这种方法如采用大的单击夯击能量,可使地基的加固深度达10~20米,甚至更深。

路基病害

公路沿线地形、地质、水文、气候、土质等条件十分复杂,产生路基病害的因素很多,必须采取防治措施,以保证行车安全。

高陡山坡近坡面处的破碎岩土变形脱落,致使破碎岩土所支顶的岩体失稳而倒塌,或者下伏软岩变形而引起上覆岩体发生岩崩的现象,都称为崩塌。崩塌具有先兆不明、发生突然的特点,在可能发生大型崩塌和中型崩塌的地段,在选线时应尽可能绕避,当地形和地质条件允许时,可采用明洞式支墙支挡山坡,或修建浆砌圪工墙、混凝土墙等刚性建筑物,防止底部软岩变形或破碎岩土变形,以增强对上覆岩体的支顶作用。此外,也可用水泥砂浆灌注金属锚杆或锚索,以锚固中部不稳定的岩体和岩块。

在久雨或暴雨的作用下,向外侧倾斜的、松散破碎岩土所组成的软层上覆荷载增大,或底层岩土强度降低,致使软层产生压缩为主的变形,并进而引起上覆岩土沿后缘向外陡立的裂面整体下挫,这种现象称为错落。错落一般不像崩塌那样突然发生,但可发展为崩塌和滑坡。松散的错落体也可能在连续大雨中发展成为泥石流。因此,在可能产生大型错落的地段,除绕避外,还可以在错落体后部采取减重措施,在前部修筑支挡建筑物,修筑地表排水系统和安装必要的排水设备,必要时应有疏干错落体前部的措施。

斜坡上的岩土沿坡内的软弱带或软弱面向前和向下发生整体移动的现象,称为滑坡。发生滑坡的软弱带又称滑动带。滑动带在重力作用或其他外力作用下,使其剪切应力大于强度,或因震动液化、溶蚀和潜蚀、自燃、人为开采等因素的作用下,使其结构破坏和岩土性质改变而丧失强度,就会引起滑动带上覆岩体或土体发生滑动。对规模过大的滑坡或滑坡成群的地区,线路选线时应尽可能避开,或者采取必要的排水措施,采用渗水支垛、支撑渗沟和仰斜钻孔等疏干滑坡前部,还可采用刚性抗滑建筑物治理滑坡,如设置各种圪工的抗滑挡墙、预应力锚杆抗滑挡墙、沉井抗滑挡墙、



挖孔钢筋混凝土抗滑桩和多种形式桩墙结合的建筑物等,对已破坏变形的坡面要修整和栽种植物,以巩固坡面和稳定边坡。

坑道、矿洞、溶沟、溶洞等沉陷也会引起路基下陷。工程中应综合考虑开采与回填采空区的布置、方法和顺序,使矿洞的走向与岩体分块中贯通性好的陡立裂面的走向相垂直或斜交;多留矿柱,以减少沉陷;及时回填采空区和截排矿洞中的地下水等。对于溶沟和溶洞,需研究地下水的活动规律及溶洞、溶沟的岩土性状和洞内充填物,防止由于大量开采地下水或长期干旱,以致地下水位下降,引起覆盖层塌陷。控制地下水开采或对路基采取加固措施。在洞、坑、沟危害范围不大的地方,可用钢筋混凝土盖板或桥渡跨过,近地面的可挖开填实。处于活动中的溶洞、溶沟和暗河,在摸不清地下水活动情况时,或需建大跨度桥梁跨过时,宜改线绕开。

雨季或连雨天,在土质不良或岩石风化破碎严重的山地和丘陵地区,山坡表层松弛带内的岩土,在重力和雨淋作用下,往往会发生边坡坍塌现象,甚至似泥石流状坍泻而下,称为坍塌。在松弛带的岩土只有某一向外倾斜层被水浸湿时,倾斜层由于过湿而抗剪强度降低,发生岩土沿倾斜层滑动现象,称为边坡滑坍。在易发生坍塌和边坡滑坍的地段,应做好地表排水系统和截排地表水的沟渠;在岩土水出口处修筑小盲沟等;在浸湿的岩土处修筑边坡渗沟或支撑渗沟,以疏干岩土;在坡上种草植树,以利用植物疏干土体。此外,易发生坍塌地段还可以采取刷缓边坡和在坡面上做各种类型护坡的措施,以保持边坡的稳定和防止雨水冲刷、风蚀和风化等对坡面的破坏;也可以修建各种护墙和挡墙。易发生边坡滑坍的地段,可采取截断或疏干松弛带水的措施,或在其前部修筑支撑渗沟和按滑坡下滑力设计的抗滑挡墙。

由岩性不一或破碎程度不同的岩土组成的斜坡面,因其分布不均,在自然应力作用能及的厚度内,软弱而破碎的岩土发生变形和坍落,并逐渐扩大形成危岩落石、碎落剥落、坡面流坍等坡面病害。

坡面病害的防治措施:一是做好地表排水和恢复坡面植被。二是在一般路堑边坡碎落和剥落的地段,可在路基侧沟内留1~2



米宽的清理护道,对严重者,需做带骨架式的轻型护坡,保护格内植物生长。三是对雨淋冲刷、碎落或一般落石、坡面流坍地段,可采取格式满铺片石或浆砌片石等坡面防护措施。四是对裂面发育处的危岩落石,一般从坡底部开始用浆砌圪工或用混凝土护墙等加固,必要时用金属锚杆锚固个别大块岩石;也可用水泥砂浆灌注和喷射胶结坡面破碎岩块;或修筑拦挡工程,如修筑落石平台、挡石墙、拦挡栅栏、明洞和棚洞。五是对落石地段应组织定期检查,及时处理。

在汽车动荷载作用下,路基路床部分因土质不良、施工质量不好或排水不畅等原因,致使路基产生下沉和收缩,在寒冷地区产生冬季冻胀和夏季翻浆冒泥现象,导致线路不平顺等。在进行新建公路时,应选择适当的填料,保证填筑密度,做好排水设施,铺设砂垫层,设置隔温层或隔水层,防止冻胀现象的发生和消除毛细水的危害。

加强路面养护,防止雨水下渗,及时排除边沟积水等,也可有效减少路基病害的发生。

路面病害

路面在使用过程中,由于车辆荷载作用、气候影响或路面本身的老化,会逐渐出现损坏,其使用性能逐渐下降,称为路面病害。主要有沥青路面病害及水泥混凝土路面病害两大类。

沥青路面的破坏大体上可分为两类:一类是结构性破坏,它是路面结构的整体或其某一个或几个组成部分的破坏,严重时已不能承受车辆的荷载;另一类是功能性破坏,如由于路面的不平整,使其不再具有预期的功能。这两类破坏不一定同时发生,但都是逐渐积累起来的。对于功能性破坏,可以通过修整、养护来恢复路面的平整性,以满足行车的使用要求。但对结构性破坏,一般需要进行彻底的翻修。

沥青路面各种病害的成因比较复杂,由于环境、地点、气候条件的不同,病害的情况不一。沥青路面的几种主要病害类型有:

(1) 泛油:大多是由于混合料中沥青用量偏多、沥青稠度太低等原因引起的,有时也可能是由于低温季节施工,表面嵌缝料散失



过多,待气温变暖之后,在行车作用下矿料下挤,沥青上泛,表面形成油层而引起泛油。沥青表面处治和沥青贯入式路面最易产生此类病害。可以根据泛油的轻重程度,采取铺撒较粗粒径的矿料予以处治。

(2) 波浪:它是路面上形成有规则的低洼和凸起变形。波浪的产生主要是由于沥青撒布不均形成油垄,沥青多处矿料厚,沥青少处矿料薄,再经过行车不断碾压而造成高低不平。交叉口、停车场、陡坡路段等行车水平力作用较大的地方,最易产生波浪变形。波浪变形的处治较为困难,轻微的波浪可在热季通过强行压平的方法处治,严重的波浪则需用热拌沥青混合料填平。

(3) 壅包:在行车水平力作用下,沥青面层材料的抗剪强度不足容易产生推挤、壅包。这类病害大多是由于所用的沥青稠度偏低,用量偏多,或因混合料中矿料级配不好,细料偏多而产生。此外,面层较薄以及面层与基层的粘结较差,也易产生推挤、壅包。这种病害一般只能采取铲平的办法来处治。

(4) 滑溜:沥青路面滑溜主要是由于行车作用造成的,矿料磨光,沥青面层中多余的沥青在行车荷载重复作用下泛油,也易形成表面滑溜。这类病害通常采用铺防滑封面来处治。

(5) 裂缝:沥青路面裂缝的形式有纵向裂缝、横向裂缝、龟裂与网裂几种。

沥青路面沿路线纵向产生开裂的原因:一种是因填土未压实,路基产生不均匀沉陷或冻胀作用所造成的;另一种是沥青混合料摊铺时间过长,或接缝处理不当,接缝处压实未达到要求,在行车作用下形成纵向裂缝。冬季气温下降,沥青路面或基层收缩而形成的裂缝,一般为与道路中线垂直的横缝。土基干缩或冻缩产生的裂缝,也以横缝居多。路面整体强度不足,沥青面层老化,往往形成闭合状的龟裂、网裂。对较小的纵缝和横缝,一般用灌入热沥青材料加以封闭处理。对较大的裂缝,则用填塞沥青石屑混合料的方法处理。对于大面积的龟裂、网裂,通常采用加铺封层或沥青表面处治。网裂、龟裂严重的路段,则应进行补强处理或彻底翻修。

(6) 坑槽:沥青路面产生坑槽的原因是面层的网裂、龟裂未及



时养护而逐渐形成的。基层局部强度不足,在行车作用下也易产生坑槽。坑槽处治的方法是将坑槽范围挖成矩形,槽壁应垂直,在四周涂刷热沥青后,从基层到面层用与原结构相同的材料填补,并予夯实。

(7) 松散 松散大多发生在沥青路面的初期。松散的原因是由于采用的沥青稠度偏低,粘结力差,用量偏少;或所用的矿料过湿、铺撒不匀;或所有嵌缝料不合乎规格要求而未能被沥青粘牢;或由于基层湿软的原因。处治方法是清除松散的沥青面层后,重新压实,待基层干燥后再铺面层。

(8) 啃边 在行车作用和自然因素影响下,沥青路面的边缘不断缺损,参差不齐,路面宽度减小,这种现象称为啃边。产生的原因是路面过窄,行车压到路面边缘而造成缺损。边缘强度不足,路肩太高或太低,雨水冲刷路面边缘等原因都会造成啃边。对啃边病害的处治方法是设置路缘石,加宽路面,加固路肩。有条件时,设法加宽路面基层到面层宽度外 20~30 厘米。

水泥混凝土路面的病害大体分为接缝破坏和混凝土面板损坏两个方面,损坏性质也分为功能损坏与结构性损坏两个范畴。

(1) 接缝的破坏 ① 挤碎:出现于横向接缝(主要是胀缝)两侧约 10 厘米宽度内。这是由于胀缝内的滑动传力杆位置不正确,或滑动端的滑动功能失效,或施工时胀缝内局部有混凝土搭连,或胀缝内落入坚硬的杂屑等原因,阻碍了板的伸长,使混凝土在膨胀时受到较高的挤压应力,当其超过混凝土的抗剪强度时,板即发生剪切挤碎。② 拱起:混凝土面板因膨胀而受阻时,某一接缝两侧的板突然向上拱起。这是由于板收缩时缝隙张开,填缝料失效,坚硬碎屑等不可压缩的材料塞满缝隙,使板在膨胀时产生较大的热压应力,从而出现纵向压曲失稳。③ 错台:横向接缝两侧路面板出现的竖向相对位移。当胀缝下部嵌缝板与上部缝隙未能对齐,或胀缝两侧混凝土壁面不垂直,使缝旁两板在伸胀挤压过程中,上下错开而形成错台。地面水通过接缝渗入基层使其软化,或者接缝传荷能力不足、传力效果降低时,都会导致错台的产生。当交通量或基础承载力在横向各幅板上分布不均匀以及各幅板沉陷不一



致时,纵缝也会产生错台现象。④唧泥:汽车行经接缝时,由缝内溅出稀泥浆的现象。在轮载的频繁作用下,基层由于塑性变形累积而与面层板脱空,地面水沿接缝下渗而积聚在脱空的空隙内,在轮载作用下,积水变成有压水而与基层内浸湿的细料混搅成泥浆,并沿接缝缝隙喷溅出来。唧泥的出现,使面板边缘部分失去支撑,因而容易在离接缝1.5~1.8米以内导致横向裂缝。此外,纵缝两侧的横缝前后搓开、纵缝缝隙拉宽、填缝料丧失和脱落等也都属于接缝的破坏。

(2) 混凝土板本身的破坏:混凝土板的破坏主要是断裂和裂缝。面板由于所受内应力超过了混凝土的强度而出现横向、纵向以及板角的断裂和裂缝,其原因是:板太薄或轮载太重;行车荷载的渠化作用(荷载次数超过允许值);板的平面尺寸太大,使温度翘曲应力过大;地基过量塑性变形,使板底脱空失去支撑;养生期间收缩应力过大;由于材料或施工质量不良,混凝土未能达到设计要求等等。断裂和裂缝破坏了板的结构整体性,使板丧失了应有的承载能力。因此,断裂和裂缝可视为混凝土面层结构破坏的临界状态。

公路养护

公路建成通车后,因承受车轮的磨损和冲击,受到暴雨、洪水、风沙、冰雪、日晒、冰融等自然力的侵蚀和风化,以及人为的破坏和修建时遗留的某些缺陷,公路使用质量会逐渐降低。因此公路建成通车后,必须采取养护维修措施,并不断进行更新改善。

公路养护必须及时修复损坏部分,否则将导致修复工程的投资加大,缩短公路的使用寿命,并给用路者造成损失。公路维修还必须注意进行紧急服务和抢修,保持公路畅通无阻。许多国家都把加强养护作为公路工作的重要技术政策,养护投资占全部公路投资的比重迅速增加,有的已大大超过用于修建的投资。

我国自古就有养护道路的优良传统。西周时期就设“司空”,负责按季节整平道路,并规定“列树以表道,立鄙食以守路”,“雨毕而除道,水涸而成梁”。此后,这些规定历代相传,逐渐在人民心中树立起修桥补路是一种美德的传统观念。20世纪初,我国开始修



建通行汽车的公路,那时多数省份的公路部门只管修路不管养路。20世纪30年代,华东、华南各省陆续建立了养路组织,一些有关公路养护管理的规章制度陆续颁布。1939年,公路管理部门开始征收公路养路费,作为公路养护的主要资金来源。20世纪40年代,西北、西南、中南等地区的主要公路统一建立了养护组织。但在华北平原地区和东北地区,仍采取农闲季节动用民工养路。20世纪50年代,各级人民政府交通部门普遍设立了公路养护管理机构,交通部公路总局制定了各项公路养护的规章制度和技术规范,改进了养路费征收办法。我国的公路养护不仅保证了公路的完好畅通,并将许多不合乎标准的公路和大车道逐步改建成符合一定技术等级的公路。

公路养护的分类各国并不一致。按养护作业范围和工作量划分,我国把公路养护分为小修保养、中修、大修和改善4类,前苏联分为保养、小修、中修和大修4类,日本分为保养和维修两大类,英、美等国家则分为具体养护和交通服务两类(不包括改善工程)。国际道路会议常设协会于1983年建议,公路养护统一划分为日常养护、定期养护、特别养护和改善工程4类。

日常养护是对公路各组成部分(包括附属设施)每年按需要进行频繁的日常作业,其目的是保持公路原有的良好状态和服务水平。日常养护的作业项目主要有:路面及其他部分的清扫;轻微损坏的修补和设施的零星更换;割草和树枝修剪;冬季除雪除冰;为恢复偶尔中断的交通进行紧急处理。

定期养护是在公路使用期限内所进行的、可编制程序的、较大的养护作业。定期养护作业的主要项目有:辅助设施的改进;路面磨耗层的更新或修复;路面标线、涵洞及附属设施的修复;金属桥的重新油漆等。

特别养护是把严重恶化的路况改善到原有状态的作业。特别养护作业项目有:加强和改建已破损的路面结构;修复已破坏的路基和涵洞;防治外部因素对公路的损害,如稳定边坡、防治坍方、添建挡土墙、改善排水设施、防治水毁、预防雪崩、砍伐树木等。

改善工程是对公路在新建或改建时遗留下来的缺陷进行的改



善作业。改善工程项目主要有:改善卡脖子路段,提高通行能力;校正路拱和超高,改善行车视距;调整交叉道和进出口,消除事故多发点;采取防噪声措施;扩建和改善建筑物和其他设施;添建路旁休息区,以提高公路服务水平等。

世界各国根据各自的公路分级和管理体制设置公路养护专业机构和作业组织。我国将公路养护实行分级管理,国道、省道和重要县道由省级公路管理机构负责养护;一般县道和乡道分别由县、乡政府负责养护;专用公路由专用单位自己负责养护。我国的公路养护专业机构的基层单位是县级公路段和养路分段,一般管辖100~200千米。段下设若干个养路道班及其他班组进行日常养护修理工作。其他国家的公路分级管理体制同我国相似。

世界上多数国家的养路经费都是从公路资金中拨付的。养路经费占公路建设总投资的比重一般为30%~50%,高的达60%以上(如瑞典),低的为20%左右(如日本)。我国采取由公路管理部门自行征收公路养路费的办法,专款专用,以收抵支。养路费的支出项目有:①养护工程费(包括小修保养、中修、大修、改善工程、水毁修复、道班房屋以及渡口、绿化等)约占80%;②养护专业费(包括机械设备购置、小型厂场建设、科研、培训、段站房屋及行政管理费等)约占15%;③养护其他费用,约占5%。养路费收支计划及其实施均由省级公路管理机构负责。多数省份的养路费收入可以保证公路养护的需要,有的还可抽出一部分资金,用于公路和桥梁的改建和补助地方修建新的县乡公路。

公路养护有一定的技术要求,早期的公路多是土路或低级路面,桥涵以木制和石砌为主,交通量也很小,故养护技术比较简单,要求也不高。随着交通量的增长,高级路面以及高速公路的出现,养护技术要求也不断提高。为此,各国都制定了养路条例,如我国和前苏联制定有公路养护技术规范,日本制定有道路养护维修纲要,美国有公路养护手册。这些技术条例的共同要求可以归纳为以下几点:贯彻预防为主方针,努力消除导致公路损毁的因素,增强设施的耐久性,提高抗御自然灾害的能力;重视日常检查、定期检查和特殊检查,积累技术资料,加强科学分析,针对病害产生



的原因采取正确、有效的技术措施 ;因地制宜 ,充分发掘原有工程设施的潜力 ,以达到适用、经济的目的 ;尽量采用国内外先进的科学技术成果 ,推行科学管理方法 ,加强情报系统 ,及时处理公路上发生的问题 ;更新养路机具设备 ,相应地调整操作方法和劳动组织 ,提高效率 ,保证工程质量。

公路养护质量考核一般采用定期检查路况变化的方法进行。有些工业发达国家主要检查路面的使用性能 ,包括破损率、不平整度、抗滑能力和整体强度等技术指标 ,据以确定科学的养护对策。自 20 世纪 60 年代起 ,我国对每千米公路的路面、路基、桥涵、标号和绿化 5 个项目每月进行检查评定 ,综合按百分制计分。总的养护质量要求是 :路面平整 ,路拱适度 ,行车顺畅 ;路肩整洁 ,边坡稳定 ,排水沟畅通 ;桥涵构造物完好清洁 ;标号完善鲜明 ;路旁绿化 ,宜林路段路树齐全。对不符合上述要求的部位和数量进行详细记录 ,按统一的规定扣分。各项的最高分数规定是路面 50 分 ,路基 20 分 ,其他 3 项各 10 分。同时 ,按每千米所得分数将路况分为优、良、次、差 4 个等级 ,将每个养路单位所管路段中的优等和良等路占总里程的百分比(好路率)作为考核该单位养护工作质量的主要指标。根据好路率的升降和差等路的增减来评定其成绩 ,并据此掌握路况变化 ,积累资料 ,以便制定下一步的养护工作计划。

新型路面

国民经济高速发展而带来的交通量迅速增长、车辆大型化、超载严重及交通渠化等 ,使沥青路面面临着严峻的考验。许多路面建成不久就不能适应交通的需要 ,早期破坏时有发生。交通的发展要求面层要有良好的性能 ,多碎石沥青混凝土(SAC)、沥青玛瑞脂碎石混合料(SMA)、大粒径沥青混合料 LSAM 结构、纤维沥青混凝土、土工合成材料加筋沥青混凝土、半刚性路面、RCC + AC 复合式路面等是目前用于改善沥青混合料路用性能的几种新型结构形式。

(1) 多碎石沥青混凝土(SAC) :为解决沥青表面层的抗滑性能 ,特别是构造深度、透水性小这一技术问题而提出的一种骨架密实路面结构。SAC 比传统 I 型沥青混合料 2.5 毫米(圆孔筛)以上



的粗集料多 15% ,故取名多碎石。由于其良好的抗车辙和密水性能 ,也可用于中面层和底面层 ,该型路面结构在河北石黄高速公路用做中面层和底面层 ,取得了良好的效果。

(2) 沥青玛蹄脂碎石混合料(SMA) 20 世纪 60 年代初 ,德国为抵抗带钉轮胎的磨耗而开发的一种路面结构材料。由于其耐久性好 ,1984 年德国正式制定了 SMA 规范 ,并在国内推广应用。尔后欧洲一些国家也先后开始应用 SMA。美国于 1991 年开始铺筑试验路 ,到 1996 年底 ,已经在多数州铺筑了试验段。1993 年 ,我国在首都机场路和广佛高速公路上用 SMA 做表面层 ,随后不少省份也相继铺筑了 SMA 路面。SMA 是一种间断级配的沥青混合料 ,由沥青玛蹄脂填充碎石骨架组成的骨架嵌挤型密实沥青混合料。由于粗集料(大于 4.75 毫米)碎石相互接触形成的碎石骨架具有良好的传力功能 ,因此 ,SMA 具有高抗车辙能力。同时 ,SMA 有较多的沥青砂胶包裹于集料表面形成相当的厚度 ,因此 ,SMA 有较高的抗疲劳强度、抗老化能力、抗松散性和很好的耐久性 ,特别适合需要高摩擦力的位置 ,如环道、交叉口等。实践证明 ,SMA 有很好的高温稳定性和耐久性 ,其寿命较普通沥青混凝土长 20% ~ 40% ,耐磨性能好和抗滑性能好 ,既可用于铺筑底面层 ,也可用于铺筑表面层 ,特别是可以用于铺薄面层 ,降低造价。

(3) 大粒径沥青混合料(LSAM) :一般是指含有矿料的最大粒径在 25 ~ 53 毫米之间的热拌热铺沥青混合料。级配良好的 LSAM 提高了沥青路面的高温稳定性 ,可以抵抗较大的塑性和剪切变形 ,承受重载交通的作用 ,具有较好的抗车辙能力。特别对于低速、重车路段 ,需要的持荷时间较长时 ,设计良好的 LSAM 与传统沥青混凝土相比 ,显示出十分明显的抗永久变形能力。

LSAM 粗集料能形成良好的石—石接触 ,发挥骨架作用 ,在车轮荷载不断碾压或冲击下 ,不会产生突然的大变形 ,集料间产生相对移动的可能性较小或产生的过程较慢 ,因此 ,高温累积变形(车辙)较小。另外 ,由于 LSAM 比普通 AC 粗集料粒径大 ,不容易产生错动 ,滑动的小集料接触面数量减少 ,而且粗集料传力方向明确 ,容易传力至基层 ,从而减少了斜截面上的剪切应力 ,提高了抗剪强



度。

LSAM 通常铺筑在表面层的下面,其上的细集料表面层,在保证必需的铺筑厚度和压实性的前提下,应当尽可能减薄其厚度,以便最大限度地发挥 LSAM 抗车辙能力。大粒径集料的增多和矿粉用量的减少,使得在不减少沥青膜厚度的前提下,减少了沥青总用量,从而降低了工程造价。

(4) 纤维沥青混凝土:在沥青混凝土中掺加纤维,以改善沥青混凝土的性能,提高沥青混凝土的高温稳定性、低温抗裂性、抗疲劳性、柔韧性、抗剥落性、抗磨耗性和水稳性,以及抵抗反射裂缝等方面都有很好的功效。应用比较广泛的是聚酯类纤维博尼维(Boni Fibers)、聚丙烯腈纶纤维德兰尼特 As(Dolanit AS),加筋纤维使沥青混合料性能得到了普遍的提高,疲劳寿命提高了 25%~45%,车辙减少了 45%~53%。

沥青中酸性树脂组分是一种表面活性物质,它在纤维表面产生的物理浸润、吸附甚至化学键作用,使沥青呈单分子状排列在纤维表面,形成结合力牢固的“结构沥青”薄膜。由于纤维直径极细,纤维加入到沥青的用量增加,使沥青膜增厚。较厚的沥青膜减慢了沥青老化速率,从而可长时间地维持其粘弹性,降低沥青的温度敏感性,改善沥青混合料的高温 and 低温性能。纤维均匀分散在集料之间,使沥青矿粉不能形成胶团,减少油斑出现的机率。

短纤维在沥青基体内的分布是三维随机的,形成纵横交织的空间网络。纵横交错的纤维形成的纤维骨架结构网跨越沥青混合料中的孔隙及裂纹,形成“桥架纤维”,使得裂纹扩展的能量释放率减小,对沥青基体裂纹扩展起到了阻滞作用,使沥青胶浆大大提高了裂纹的自愈能力,增强了弹性恢复,减缓了车辙的加深速度。

由于三维随机的各向短纤维阻滞了裂纹的扩展,增加了弹性恢复,减缓了亚临界裂纹扩展,延长了材料失稳扩展、断裂出现的时间,因而材料抗疲劳强度得到明显改善。

(5) 土工合成材料加筋沥青混凝土:裂缝是沥青路面的主要缺陷之一。用土工合成材料加强沥青面层,是防止裂缝发生非常有效的方法之一。



土工合成材料在路面结构中能够以较大的变形吸收应力,扩散应力分布范围,从而减少应力集中,裂缝的扩展角也有所增大,即裂缝会沿着更长的路径到达沥青面层表面,增强了延缓裂缝的作用。当格栅加入沥青混合料后,由于集料能穿过格栅的网状结构形成了一个复合的力学嵌锁体系,格栅与沥青混合料由于网孔的作用而相互嵌锁,限制了集料的位移,使格栅与沥青混合料间的相互作用不只是表面摩擦,从而保持了矿质骨架的稳定,减少了变形,增强了抗车辙能力。许多足尺试验研究表明,从减少反射裂缝和车辙的角度看,加铺格栅可以使路面结构的使用寿命提高3倍以上,就疲劳开裂而言,可延长使用寿命约10倍。

(6) 半刚性路面:半刚性面层即水泥—沥青复合材料面层,它是利用无机(水泥)—有机(沥青)复合技术开发的具有特殊微结构的新型路面材料铺筑而成的,是介于刚性和柔性路面之间路用性能更趋合理的一种新型路面结构。

在半刚性路面的水泥—沥青—骨料复合材料体系中,形成了“水泥石骨架+粗骨料悬浮”的密实型受力主体结构或“水泥石骨架+矿料骨架”的密实型双重骨架的受力主体结构。

由于半刚性路面中水泥砂浆或水泥浆的存在,增大了材料的骨架组成部分,减小了沥青材料的相对比例,从而减小了混合料的温度敏感性。另一方面,由于面层颜色的变浅,降低了路面的吸热速率,使路面内部温度低于普通沥青路面的温度,使温度应力显著降低。与水泥混凝土路面相比,半刚性路面的骨料含量相对较多,所以其面层胀缩系数大大降低。同时,混合料具有一定的空隙率及沥青材料的存在,使得混合料本身具有弹性,对收缩和膨胀具有一定的缓冲作用。这样面层可以不设或少设胀缝,从而大大提高了行车的舒适性。

(7) RCC+AC 复合式路面结构:20世纪70年代中后期,美国、加拿大率先开始研究碾压混凝土路面。碾压水泥混凝土(RCC)是一种含水率低,通过振动碾压施工工艺达到高密度、高强度的水泥混凝土。其干硬性的材料特点和碾压成型的施工工艺特点,使碾压混凝土路面具有节约水泥、收缩小、施工速度快、强度高



等技术经济上的优势。但 RCC 路面平整度差,难以形成粗糙面,在汽车高速行驶时的抗滑性能下降较快。平整度、抗滑性和耐磨性三方面的不足,使其难以在高等级公路上广泛应用。随着路面结构研究的不断深入,修筑碾压水泥混凝土与沥青混凝土(RCC + AC)复合式路面,能够有效地解决 RCC 抗滑性、耐磨性和平整度的三大难题,从而使性质截然不同的两种类型(RCC 与 AC)路面以复合的形式达到了高度统一与和谐。

RCC + AC 复合式路面结构层中,沥青混凝土层在一定厚度范围内可以改善行车的舒适性。因此,随着沥青混凝土厚度的增加,下层 RCC 板的平整度可适当放宽,这样便于不同类型的 RCC 路面的施工。不仅如此,这种新型路面结构对下层的 RCC 材料要求也可适当放宽,如可以掺加适量粉煤灰或用低强度等级的水泥、地方性非规格集料等材料,可以不考虑抗滑和耐磨性能,从而降低了造价。

沥青路面再生

路面再生技术按再生地点的不同分为厂拌再生和就地再生;按加热方式的不同分为热拌再生和冷拌再生。在工程中采用何种工艺,主要应考虑旧路面基层损坏情况和沥青路面面层的厚度。

20 世纪 80 年代之前,沥青路面的再生基本采用厂拌再生工艺。20 世纪 80 年代以后,随着路面加热设备和就地材料试验检测技术的逐步完善,路面就地再生技术开始受到各国的重视。这种工艺是将旧路面的加热、铣削和新材料的定量掺配、拌和、铺筑、碾压等作业就地完成。目前,许多工业发达国家已逐步采用这种工艺方法。再生工艺虽然具有施工速度较快的特点,但较厂拌再生工艺而言,其再生混合料的拌制质量控制难度较大,再生设备价格也比较昂贵,因而厂拌再生仍是目前路面再生的主要方法,厂拌再生和就地再生并存。

我国的沥青路面再生起步于 20 世纪 80 年代初期,随着国民经济的迅速发展,道路路面再生机械也逐步发展起来。国家“七五”、“八五”计划均将其列入重点科研项目。经过多年努力,我国的沥青路面再生技术已逐步形成了自己特有的再生工艺,研发了



一批适用的再生机械。我国沥青路面的特点是沥青含蜡量较高,路面面层厚度较薄,质量等级较低。在这种情况下,其再生工艺以厂拌再生为宜。随着高速公路的快速发展,高等级公路的通车里程迅速提高,公路的维修量增加迅速,同时考虑尽可能减少对高等级公路交通的影响,采用就地再生技术进行大面积公路维修是必然的发展趋势。

厂拌再生是将旧的沥青路面混合料切削回收,集中到再生拌和厂,再根据旧混合料技术性能的变化,掺入不同的添加材料,然后拌和成符合路面技术性能要求的再生混合料,运入施工现场,摊铺并碾压成为新的沥青路面。厂拌再生技术在国内外应用非常普遍,其施工机械为多台功能单一的再生设备,如路面铣削机(或冲击镐)、破碎筛分机、再生拌和机、运输厂拌设备、路面摊铺机及压路机等共同配合,完成全部再生作业。厂拌再生通常采用热拌再生技术,再生混合料的级配、新旧料的掺配比例、温度及拌和均匀程度等均由再生拌和设备进行控制。因此,沥青路面厂拌再生混合料的质量主要由再生拌和设备来实现和控制。

厂拌再生拌和机械主要分为间歇强制式和连续滚筒式两种类型。使用间歇强制式拌和机生产再生沥青混合料是沥青路面再生技术早期采用的方法。这种机械通常采用固定机架安装,由常规间歇强制式沥青混合料拌和设备加装旧料上料装置而成。连续滚筒式沥青混合料再生拌和机是将新集料的烘干拌和与旧沥青混合料的烘干拌和,以及包括添加沥青及再生添加剂在内的数道工序同时在滚筒内完成的一种综合功能机械,这种工艺省略了强制式搅拌器,具有结构简单、能耗低、自身除尘效果好、使用费用低和再生比例大等特点,因此发展很快。

沥青路面就地再生技术分为就地热再生和就地冷再生两种生产工艺。就地热再生工艺是对旧沥青路面就地加热、翻松、拌和、摊铺、压实,一次性将旧沥青路面翻新成型的施工方法。一般是在路面的损坏程度还没有波及到基层时采用这一工艺。就地冷再生工艺是国外20世纪80年代后期迅速发展起来的一种新技术,其工艺过程是将路面现有旧铺层的材料进行铣刨、破碎,必要时加入



一定比例的新骨料与再生添加剂,再进行充分、均匀地拌和,使之成为一种全新的材料重新铺筑在路面上,经压实成型后,即变成具有所需承载力的新路面基层。该工艺已成为国际上道路维修改造的主要方法之一。其优点是可以大大降低路面维修成本,提高公路维修质量,保持路面结构的完整性,缩短路面维修工期,简化施工工序。同时,由于旧料得到了再生利用,从而大大减少了新筑路材料的开采量,也不存在旧料的运输与存放问题,所以此项技术无疑是一项绿色环保技术。就地冷再生技术适用于原有路面标高不受限制的道路。由于高等级公路和大部分城市道路的路面标高在新路完成后已经基本确定,其可增加的幅度很小,所以在作为基层的再生层上摊铺新面层受到限制。因此,就地冷再生主要适用于一般公路、等外公路、部分城市道路及其他诸如料场、停车场等场地的维修改造。

我国公路基本建设程序与资金来源

公路建设规模庞大,投资花费巨大,必须统筹规划,科学决策,严格控制工程建设规模和工程投资。在公路建设过程中,应按照其客观规律(包括自然规律和经济规律),采取一定的程序。

在进行公路建设管理过程中,我国一般按下列程序进行:

- ① 根据公路建设的中长期规划,进行项目的可行性研究,编制项目建议书。
- ② 进行工程可行性研究,编制可行性研究报告。
- ③ 编制初步设计文件。
- ④ 编制施工图设计文件。
- ⑤ 编制项目招标文件。
- ⑥ 根据批准的项目招标文件、资格预审结果和公路建设计划,组织项目招标投标。
- ⑦ 根据国家有关规定,进行征地拆迁等施工前期准备工作,编制项目开工报告。
- ⑧ 根据批准的项目开工报告,组织项目实施,并按施工图设计进行施工。
- ⑨ 项目完工后,编制竣工图表和工程决算,办理项目验收。
- ⑩ 竣工验收合格后,组织项目后评价。

该程序在符合审批制度的前提下,可根据具体情况进行合理交叉。小型项目根据具体情况,可以适当合并或减免一些程序。

公路基本建设的程序总体上可归结为4个阶段,即规划与研究阶段、设计阶段、施工阶段和交付使用阶段。在每个阶段中都贯



穿着资金的运作。

在我国公路基本建设程序中,随着各个阶段工作深度的不同,计算投资总额的程序和要求的不同,其作用也不同。投资前期的可行性研究阶段所进行的投资估算、经济评价是可行性研究的核心,而投资估算是经济评价工作的基础。投资估算的正确与否,直接影响可行性研究经济计算的结果与评价,直接影响可行性研究工作的质量。初步设计阶段编制的投资概算(初步设计概算)一经批准,即列入年度基本建设计划,作为工程投资、贷款的依据。施工图预算的投资额是确定工程造价、签订建筑安装合同、办理工程结算、实行经济核算和考核工程成本的依据。施工阶段进行的施工预算、工程结算以及竣工决算是投资活动后期对实际发生投资额的计算,它是投资支付的活动过程,是检查基本建设投资计划、设计概算执行情况和考核投资效果的重要依据。

我国进行公路基本建设的资金来源主要有国家投资、地方投资、银行贷款、国外投资及其他资金来源几个方面。国家投资是国家预算直接安排的投资,通过国家财政拨款的方式,根据建设进度分期拨给建设单位,然后用到工程建设中去;地方投资是公路建设投资的一项补充来源,是在国家预算安排之外,由各地区、各部门按照国家规定自筹资金安排的投资;银行贷款是以银行为主体,根据信贷自愿原则,依据经济合同所施行的有偿有息投资,贷款期限一般不超过10年;国外资金是在国家统一政策指导下,引进国外的先进技术和国外投资,以弥补我国公路建设资金的不足。目前主要是从国外以及港、澳、台地区借入资金和由投资者直接投资两个方面。其他资金来源主要是联营投资、股票投资及发行债券等。

路面管理系统

用系统工程的方法收集路况情报做出决策的管理系统,它可以帮助工程技术人员确定路面的损坏原因,选择养护和大修最有效的方案,并决定实施的合理时间,使路面的养护和大修所需的资源最优化。

20世纪40~50年代,路面管理主要依靠目测结果,制定养护和大修的形式、范围,根据路面损坏的严重程度提出方案和程序。



到了 20 世纪 50 年代末 60 年代初,有了路面平整度仪测量行车的质量、弯沉仪测量路面结构的强弱、摩阻仪测量路面的滑溜程度以后,便能做到有目标地收集各项资料,再配合观测的结果决定路面养护和大修的对策。进入 20 世纪 70 年代,不少道路养护管理部门开始认识到不能单纯凭目测结果进行养护道路,必须利用新的测量手段,运用系统工程的方法,经过电子计算机存储和处理,按照程序指令自动编制各种科学的、合理的可行性方案,以供决策之用。

路面管理系统分析根据决策者的需要分为 3 个层次,即全网性、方案性和实施性。全网性分析具有宏观性、概估性、前景性和政策性;方案性分析是适应技术人员的需要,如估计路面损坏的原因,确定可能解决的方案,评价各种方案的效益,求得路面寿命周期预算,以及最后设计和选择所希望得到的答案;实施性分析是适应管理者的需要,内容包括各方案在养护期内所需的人工、材料和机械设备的估算,分析资料可用于编写发包规范、安排人员、采购材料和安排设备等。

目前,美、英、加等国家都采用了路面管理系统(PMS)管理养护路面,产生了良好的效益,达到了提高路面质量和降低养护费用的目的,引起了各国的重视。

二、桥梁与隧道

中国桥梁的发展历史

建立四通八达的现代化交通网,大力发展交通运输事业,对发展国民经济,促进文化交流和巩固国防等具有非常重要的作用。在修建公路与铁路等交通基础设施时,经常会遇到河流、峡谷等障碍物,如何跨越各种障碍物呢?桥梁就是为保证路线的连续性而专门修建的用来跨越各种障碍物的人工结构物。我国的桥梁建设有着悠久的历史。在汉朝时已有梁桥,例如西安的灞桥,长约 447 米。现存的福建平安桥,长达 5 千米,被誉为“天下无桥长次桥”。驰名中外的赵州桥,是我国古代石拱桥的杰出代表,该桥位于河北



省赵县城南汶河上,为隋大业初年(公元605年左右)李春所建,全长50.82米、宽9米、净跨度37.02米,为当时世界之最,该桥形比欧洲早了1200多年。久负盛名的中国铁索桥,是世界上最早的铁索桥。今天,在云南、四川、贵州和西藏等地,仍有世界上现存最早的铁索桥。

新中国成立后,我国广大交通建设者在祖国的大江大河上建造起了座座“彩虹”,满足了经济和社会发展的需要,创造了世界桥梁建设史上的奇迹。在长江上、在黄河上、在崇山峻岭中、在沿海、在岛屿与岛屿之间,往日“近在咫尺”的天堑,随着座座桥梁的贯通,如今都变成通途。1957年10月,京汉铁路武汉长江大桥建成通车,毛泽东写下了“一桥飞架南北,天堑变通途”的不朽词章。到2003年年底,全国共建有各类公路桥梁31.1万座,共计1250万米。其中,已建成跨径200米以上的桥梁百余座,跨径超过400米的桥梁近40座。目前,在四川宜宾以下的长江干流江段上共建造了现代化桥梁54座(含在建中的21座)。黄河上建成的桥梁也有百余座。在国际上排名前10位的梁桥、拱桥、斜拉桥、悬索桥中,我国已建和正在建造的分别占了5个、6个、8个和4个。

我国悬索桥建设在近10年间实现了“三级跳”:1995年建成主跨450米的汕头海湾大桥,1997年建成主跨888米的虎门大桥,1999年建成主跨1385米的江阴长江大桥(世界第五)。2005年建成主跨1490米的润扬大桥,是目前中国第一、世界第三的悬索桥。此外,在建的苏通长江公路大桥主孔跨径1088米,2008年建成后将是世界跨径最大的斜拉桥。跨越黄浦江的卢浦大桥以550米的跨径,取得了世界第一拱桥的地位。

我国还把大桥修到了海上。我国首座外海跨海大桥——上海东海大桥于2005年11月建成通车。东海大桥全长25千米,按双向6车道高速公路标准设计,桥面宽31.5米,设计行车速度80千米/小时。全桥设5000吨级单孔双向主通航孔一处,通航净高40米,桥跨420米,桥墩按万吨级防撞能力设计。东海大桥设计基准期为100年。正在建设的宁波杭州湾跨海大桥和青岛跨海大桥,分别长36千米和35.4千米,预计将于2008年建成。



桥梁组成

一座典型的桥梁一般由上部结构、下部结构和附属工程等组成。在日常生活中,人们为了跨越沟槽而将木板作为支撑,该木板是承重结构。我们驾乘汽车行驶在桥梁上,支撑我们的就是桥梁的承重结构,又称为上部结构。桥梁的上部结构包括跨越各种障碍物的承重的主梁(或板)及上面的桥面系,可采用钢材、钢筋混凝土、预应力混凝土、混凝土、石材等材料修建。

桥面系包括桥面铺装、防水和排水设施、人行道(或安全带)、栏杆(防撞护栏)、灯柱等。桥面铺装是在桥梁梁体上面铺筑一层路面,主要起到以下3个方面的作用:一是保护梁体不受汽车轮胎的直接磨耗,延长桥梁使用寿命;二是通过桥面铺装,将桥面做成具有一定的横坡,将雨水及时排到桥两侧,并通过泄水孔排出桥外,防止梁体(或板)遭受雨水侵蚀;三是桥面铺装具有一定的厚度,可以对汽车的冲击作用起到一定的缓冲。桥面铺装一般采用水泥混凝土或沥青混凝土材料。桥面排水设施包括桥面铺装下防水层、桥面纵坡、横坡、泄水管等,其作用是迅速将桥面雨水排出桥外,保证行车安全。

不知大家是否留意,桥梁两侧设置的人行道一般高出桥面一定的高度(约25厘米),其目的是将人行道与行车道有效分离,保证行人的安全通行。另外,人行道外侧需设置栏杆,防止行人坠入桥下。但是,并不是所有的桥梁都需设置人行道。高速公路由于是全封闭式的,禁止行人在高速公路上通行,因此高速公路上的桥梁无需设置人行道,但为保证行车的安全,减少事故损失,需要在桥梁两侧设置防撞护栏。城市桥梁为保证夜间行车和行人安全,需设置照明设施,照明灯柱一般设置在栏杆扶手的位置。

桥梁上部结构以下的部分称为下部结构,下部结构主要有桥墩、桥台和基础。桥墩是多孔桥梁中间的支撑结构物。桥台是桥梁与两段路线连接的过渡支撑结构物,一般埋置在桥头锥坡内。对于一孔桥梁而言,只有桥台。只有当桥梁超过二孔时,才设中间的桥墩。下部结构除了起到支撑上部结构的作用外,桥墩还要承受流水的作用,承受船只与漂流物的撞击等;桥台还要承受桥台后



方路基填土的侧压力,同时保证桥梁与两岸路线的衔接。桥梁基础是一座桥梁的奠基部分,是保证桥梁安全使用的关键。桥梁基础是位于桥墩和桥台的下面,直接与地基接触的构造物,桥梁受到的各种外力最终需要通过基础传递给地基。

桥梁的附属工程是指在河道上建桥后,为了防止和减轻桥下河床的冲刷变形,加强桥梁抵抗水流冲刷的能力,保证桥梁的正常使用而修筑的建筑物。桥梁的附属工程主要包括桥头锥体护坡、河流导流建筑物、护岸等。

桥墩和桥台

桥墩与桥台是支撑桥梁的上部结构,并将桥梁所承受的各种作用力传递给基础的支撑结构物。多孔桥梁中间的支撑结构称为桥墩。桥梁与两岸相连接的支撑结构物称为桥台。桥墩和桥台简称为桥梁墩台。桥梁墩台一般由墩台帽、墩台身和基础三部分组成。

墩台帽是桥墩和桥台的顶部的传力部分,直接支撑上部梁(或板),并将上部结构的各种作用力传递给墩台主体,因此对墩台帽承受作用力的要求较高,一般采用混凝土或钢筋混凝土修建,防止在传递较大的集中力时将墩台帽压碎。墩台帽四周需设置一定的出檐宽度,防止雨水顺着墩台四周漫流,影响桥梁美观。

墩台身是桥梁墩台的主体,其作用是把桥梁上部结构的各种作用力传给桥梁基础和地基。桥墩和桥台根据结构形式的不同,分为重力式墩台和轻型墩台两种。

重力式墩台主要依靠自身的质量来承担外力,保持其稳定。因此,桥梁墩台本身比较厚实,可以不配制钢筋,采用天然石料砌筑。它适用于地基良好的大、中型桥梁,或漂浮物较多的河流中,用以承受船只及漂浮物的撞击力。其缺点是自重大,阻水面积大。目前重力式桥墩一般设计成实体墩,它的整体性和耐久性好,常用石料砌筑或混凝土浇筑。对于有通航要求的河流,例如在长江上修建桥梁,应考虑船只可能造成对桥梁的撞击破坏,需在桥墩前端设置能够经受船只撞击的防撞装置。在有流冰的河流,例如在黄河上修建桥梁,应考虑桥墩能够承受大块流冰的撞击力,因此需设置破冰体。重力式桥台台身由前端支撑上部结构的前墙和两侧承



受桥台后方填土压力的侧墙两部分组成,从平面看很像英文字母“U”,一般将其称为U形桥台。U形桥台的前墙和侧墙均可用石料或混凝土砌筑,其整体性好,施工方便。但是桥台后方容易积水,需在台后填土时设置地下排水设施,防止冬季造成台后填土的冻胀破坏。

轻型墩台一般体积小,受力后允许在一定范围内发生弯曲变形。所用材料大都以钢筋混凝土为主。轻型墩台结构轻巧,外形美观,形式多样,是目前桥梁经常采用的结构形式。常见的轻型桥墩包括薄壁桥墩、用钢筋混凝土制作的实体薄壁桥墩、空心薄壁桥墩。柱式墩是在基础上灌筑混凝土单柱或双柱、多柱成为墩身,顶部采用钢筋混凝土墩帽(盖梁)相连,支撑上部结构。我国多采用两根(多根)直径较大的钻孔桩做基础,在其上浇筑立柱做成双(或多)柱墩,并在立柱之间设置横系梁,以增加刚度。

为把结构上的轻巧合理和艺术造型上的美观统一起来,桥梁设计师创造出了X形、V形等各种优美的立面形式。其次,对于城市立交桥,为了能从上面承托较宽的桥面,减少墩身和基础尺寸,在地面以上给人以艺术的享受,常将桥墩在横方向上做成独柱式、排柱式或倾斜式等多种多样的桥墩形式。

桥梁墩台的高度主要取决于路线走向所确定的桥面标高,同时还必须满足桥下通航、行车所需要的高度和宽度,以及保证排泄洪水所需要的桥下空间,防止造成洪水泛滥和堵塞河道。

桥梁基础

俗话说,万丈高楼从地起。没有坚实的基础,就建不起高耸云天的大厦。桥梁的修建同样需要有坚实的基础,方能保证其安全、耐久。

桥梁基础是埋于地层内的隐蔽建筑物。在设计和修建桥梁基础时,必须进行详细的现场勘查和必要的钻探试验,并运用土力学和基础工程理论,选定基础类型,确保其能够可靠支撑桥梁。当前桥梁常采用的基础形式有明挖基础、桩基础和沉井基础等。

明挖基础又称扩大基础,是直接在地基下开挖基坑后,用石料、混凝土或钢筋混凝土建造而成。其平面形状有圆形、圆端形、



矩形等。明挖基础一般适用于地表浅层为较坚实的硬土层或岩石层,一是保证地基能够有效支撑桥梁,二是基础埋置较浅,修建时较为经济、方便。扩大基础底面需位于水流冲刷线和土壤冻结线以下,以保证桥梁不受冲刷和冻害的影响,确保桥梁的稳定性。

桩基础是以桩体外壁与其周围土壤的摩擦力或桩尖的支撑反力来传力的基础。大家常见的预制打入桩是一种典型的桥梁桩基础,即将预制好的圆形或方形混凝土桩体,利用打桩设备将其打入到地下一定深度,然后在桩顶部通过钢筋混凝土承台连成整体,在其上修建桥梁墩身、台身。当桥梁的各种作用力传递到桩基础后,桩基础将产生下沉,但桩四周的土体将约束其下沉,由此在桩土之间产生了向上的摩擦力,同时桩底也产生了竖向反力。目前桥梁最常用的桩基础是就地灌注桩,也称为钻孔桩或挖孔桩。就地灌注桩是先利用钻机钻孔或人工挖孔,然后放入钢筋和灌注混凝土而成。1965年,我国在成昆铁路的一座桥梁建造中首次成功应用,此后在全国的桥梁建设中被广泛采用。山东济南黄河大桥所采用的灌注桩最大直径2.5米,桩长140多米,为国内之最。目前世界上最大直径的嵌岩桩是日本横滨港大桥,直径达10米。桩基础的另一种形式是管柱基础。管柱是一种直径较大的空心圆形桩。管柱基础穿过地下松软土层下沉到岩层后,再在管柱内用大型钻机钻岩达到必要的深度,然后放置钢筋骨架,灌注水下混凝土,使管柱在岩壁中锚固。1957年建成的武汉长江大桥,首次采用直径1.55米的管柱基础。20世纪60年代初,南京长江大桥采用了直径3.6米的大型管柱基础。随着施工技术的发展,大型管柱基础应用广泛,管柱直径也不断增大,如南昌赣江大桥采用的管柱直径达5.8米。管柱基础目前还普遍应用于跨海大桥中。

沉井基础是将一个预制的井筒(钢材或混凝土)放置在桥梁基础部位,在井壁内挖土,井筒靠自重或加压逐渐下沉,一节井筒快沉入土中时再接一节,直至最后一节下沉到设计位置,然后将井底土清理干净,灌筑一层水下混凝土,把井底封住,并在井内填充混凝土或沙石,或做成空心沉井,最后在顶部灌筑钢筋混凝土盖板,并在其上修筑墩台。1936年,美国建造的旧金山奥克兰海湾悬索



桥锚固墩的沉井基础,首先使用充气浮运、放气下沉的圆盖沉井,平面尺寸为60米×28米,有井筒55个。日本明石海峡大桥的最大施工水深60米,悬索桥两主塔分别采用直径80米和78米、高70米和67米的浮式钢壳沉井,壁厚12米,分为16个舱,是目前规模最大的桥梁沉井基础。

设计桥梁应考虑的因素

一座桥梁的设计应从以下几个方面考虑:

首先必须满足车辆在桥上安全、舒适和畅通无阻,伴随着日益增长的交通量,桥面宽度越来越宽,由早期的2车道逐渐加宽到6车道、8车道。

修建一座桥梁除了满足桥上交通需要外,还应考虑对桥下净空的要求。跨线桥、立交桥应满足不同公路等级桥下行车净空的需要。当桥梁跨越高速公路、一级公路时,桥下的宽度应与公路宽度相适应,桥下净高度应大于5米。对于跨河桥,在确定桥梁的长度和桥下净空高度时,还应考虑安全排泄洪水的需要。对于大型桥梁,一般按照100年一遇的洪水频率考虑洪水流量,确保桥下有足够的泄洪面积。对于通航河段,修建桥梁还应满足桥下通航等级的要求。如南京长江大桥,由于通航净空不足,使万吨级海轮无法通过。在选择桥梁位置、桥梁结构形式时,还应考虑当地居民的通行方便,以及便于农田灌溉,支援农业生产。

为保证桥梁安全使用,要求整个桥梁结构及其各部分构件在制造、运输、安装和使用过程中,应具有足够的强度、刚度、稳定性和耐久性。强度就是要求具有足够的承受各种作用力的能力,并具有足够的安全系数,保证在各种作用力下不发生破坏。例如,桥梁基础设计时,承载力安全系数一般取2.0。刚度就是要求在各种作用力的作用下,桥梁的变形不宜过大,以免引起桥梁剧烈振动,影响车辆行驶。过大的变形还会危及桥梁结构的安全。例如,当汽车行驶到桥梁中间部位时,上部梁体将向下产生竖向变形,当车辆离开后,梁体又弹起,造成车辆像行驶在高低不平的桥面上,影响了行车的舒适性。因此,必须对桥梁的变形予以限制。在汽车作用下,一般要求桥梁的竖向变形不超过其跨度的1/500。结构的



稳定性,是指桥梁结构在各种外力的作用下,具有保持原来形状和位置的能力。例如,在各种外力的作用下,桥梁墩台不致倾倒和产生过大的水平滑移。在震区修建桥梁时,在计算和构造上还应满足抵御地震破坏力的要求。耐久性就是要求桥梁结构应坚固耐用,应满足其在设计年限内的安全使用要求。

桥梁的结构应便于制造和安装,因地制宜地采用新技术,加快施工速度,保证工程质量和施工安全。

桥梁设计应尽可能使桥梁具有优美的建筑外形,并与周围的环境景观相协调。桥梁所跨之处的地理、地貌或城市空间环境均有其独特性,与独特的周边空间环境相配合,使桥梁有机地融会于环境之中,也使为人熟知的环境空间与有发展寓意的桥梁景观之间蕴生出具有地方性的景观伴生。桥梁与城市的伴生使这一复合景观成为标榜城市独特性、惟一性的象征,同时也是桥梁景观地域性的表现。另外,我国的桥梁造型具有强烈的时代特征,如20世纪60~70年代的拱桥,80年代的梁桥,90年代的斜拉桥,20世纪末的悬索桥、立交桥。桥梁结构技术的科技特征及结构技术的不断更新,使桥梁景观有着深刻的时代烙印。

千姿百态的桥梁

根据桥梁的受力特点,一般将桥梁划分为梁式桥、拱式桥、悬索桥(又称吊桥)和组合体系的桥梁。梁式桥中最简单的桥梁是简支梁桥,即将一片梁或一块板的两端支撑在桥墩或桥台上而成为简支梁。多孔简支梁在桥墩上是断开的,中间需设置供梁体伸用的伸缩缝。梁式桥中另一种常见的形式是上部梁体连续跨越几孔,而在各桥墩上不断开,只是在连续梁两端设置供梁体变形需要的伸缩缝,这种梁桥成为连续梁桥。现代梁桥一般用钢筋混凝土做成实腹式的,横断面形式多样,有T形、工字形和箱形等。采用钢材修建的梁桥做成空腹式的,称为桁架梁桥,我国武汉长江大桥和南京长江大桥属于该结构形式。世界上著名的梁式桥有加拿大魁北克大桥(1918年,主跨549米钢桁梁桥)和中国虎门航道大桥(1997年,主跨270米预应力混凝土梁)等。



梁式桥

拱桥是具有中国传统特色的桥梁结构,也是最具“彩虹”形态的桥梁结构。而通行现代交通工具的拱桥,桥面必须保持一定的平直度,不能直接铺在曲线形的拱肋上,因此要通过立柱或吊杆将桥面间接支撑在拱肋上,进而使现代拱桥结构更具变化和创意,展现出更加优美多姿的造型。举世闻名的赵州桥就是我国古代石拱桥的杰出代表。这是一座空腹式圆弧形石拱桥,在大的主拱券上面设置两个小的腹拱券,既减轻结构自重,节省材料,又便于排洪,增加美感。赵州桥的设计构思和工艺的精巧,不仅在我国古代桥梁中首屈一指,而且比欧洲早了1 200多年,是我国文物宝库中的艺术珍品。



拱式桥

悬索桥(又称吊桥)是特大跨径桥梁的主要形式之一,它依靠



锚固在两端巨大锚碇上的缆索悬挂桥面,承受各种外力。悬索桥造型优美,规模宏伟,人们常称其为“桥梁皇后”。悬索桥从20世纪30年代开始修建,尤其是从20世纪80年代至今,世界上修建悬索桥进入鼎盛时期,建成跨径大于1 000米以上的悬索桥近20座。日本于1998年建成了世界最大跨度的明石海峡大桥(主跨1 991米),是世界悬索桥建设史上的又一座丰碑。



悬索桥

斜拉桥也叫斜拉吊桥,是一种组合体系的桥梁,主要由桥梁、钢索和桥墩上的塔架三部分组成。桥梁除了有桥墩支撑外,还被钢索拉着。这种钢索预先就给桥梁一定的拉力,车辆通过后,桥梁的受力就大大减小。因此,经过调整钢索中的预拉力,可以使桥梁受力均匀合理,而桥梁的高度降低,自重减轻。斜拉桥根据纵向斜缆布置有辐射、扇形、竖琴形、星形等多种形式。1999年,日本建成世界最大跨度的多多罗大桥(主跨890米),是斜拉桥跨径的一个重要突破,是世界斜拉桥建设史上的一个里程碑。我国在建的苏通长江公路大桥,跨度1 088米,2008年建成后将成为世界第一跨度的斜拉桥。



斜拉桥

桥梁按照全长和单孔跨径的大小,划分为特大桥、大桥、中桥、小桥,具体划分标准见表3。按照用途划分为公路桥、铁路桥、公路铁路两用桥、农用桥、人行天桥、高架桥、运水桥(渡槽)及其他专用桥梁(通过管路、电缆等)。按照建筑材料划分为木桥、钢桥、石桥、混凝土桥、钢筋混凝土桥、预应力混凝土桥、钢管混凝土桥等。按照施工方法划分为整体式和节段式。

表3 桥梁的具体划分标准 (米)

桥梁种类	单孔跨径	桥梁全长
特大桥	$L_k > 150$	$L > 1\,000$
大桥	$40 \leq L_k \leq 150$	$100 \leq L \leq 1\,000$
中桥	$20 \leq L_k < 40$	$30 < L < 100$
小桥	$5 \leq L_k < 20$	$8 \leq L \leq 30$

桥梁建造技术

我国在桥梁建造技术上有着悠久的历史 and 辉煌的成就。根据史料考证,在3 000年前的周文王朝代,就有在渭河上架设浮桥和建造粗石桥的文字记录。1 000多年前建造的赵州桥就是其中的一个杰作。该桥采用纵向并列砌筑,将大拱券纵分为12券,每券由43块拱石组成,每块拱石重达1吨左右,用石灰浆砌筑。为提



高拱券的强度和整体性,在拱石表面凿有斜纹,在拱石的纵向间安放一对铁箍,在拱背上设置 5 根铁拉杆。赵州桥的施工技术完全符合现代科学原理,这也是赵州桥能完好保存至今的一个重要原因。

泉州洛阳桥(万安桥)是濒临海湾的大石桥,始建于 1053 年。在当时尚无现代施工设备的情况下,在浪涛汹涌的海口,首创了现代称为筏形基础的桥基。这种基础沿桥中线满抛大石块,在稳定的石基上建造桥墩,同时巧妙地采用养殖海生牡蛎的方法胶固桥基,使筏形基础加固成一个整体。该桥的石梁共 300 余根,每根重 20 ~ 30 吨,采用“激浪以涨舟,悬机以弦牵”的方法架设,这一方法是现代浮运架桥的原始雏形。

现代桥梁施工技术和施工手段的不断发展,就桥梁上部结构而言,其施工方法可以划分为现场就地浇筑法和预制安装法。

就地浇筑法是在桥梁下部结构施工完毕后,在桥位处搭设支架,在支架上安装横板,浇筑桥体混凝土,待混凝土达到强度后拆除模板、支架,进而完成桥梁上部结构的施工。就地浇筑法包括固定支架就地浇筑、悬臂浇筑、逐孔施工法等方法。

预制安装法是将桥梁上部结构划分成预制单元,在专门的预制工厂或在桥梁附近设置预制场进行梁的预制工作,然后采用一定的架设方法进行安装。预制安装法还包括悬臂拼装、缆索吊装、顶推法、浮运与提升安装等方法。

固定支架就地浇筑法的施工无需预制场地,而且不需要大型起吊、运输设备,梁体的钢筋连续设置,桥梁的整体性好。缺点是施工工期较长,施工质量不容易控制,施工中的支架、模板耗用量大,施工费用高,搭设支架影响排洪、通航,施工期间可能受到洪水和漂流物的威胁。

悬臂施工法是在桥墩施工完毕后,桥墩顶部的一段梁体事先采用支架或托架现场浇筑,然后在该段梁体上安装一套专用施工设备——“挂篮”,利用施工“挂篮”由桥墩向两侧对称进行梁段现场浇筑,或将预制节段对称进行拼装。前者称为悬臂浇筑施工,后者称为悬臂拼装施工,有时也将两种方法结合使用。目前悬臂施



工广泛应用于连续梁桥、斜拉桥等桥梁体系中。

转体施工法是将桥梁构件先在桥位处的岸边(或路边及适当位置)进行预制,待混凝土达到设计强度后旋转构件就位的一种施工方法。

顶推施工法是在沿桥纵轴方向的桥台后方设置预制场地,分节段预制梁体,并用纵向预应力筋将预制节段与施工完成的梁体连成一个整体,然后通过水平千斤顶施力,将梁体向前顶推出预制场地。之后继续在预制场地进行下一节段梁的预制,循环操作直至施工完成。

逐孔施工法是使用设备从桥梁的一端逐孔施工,直到对岸。有用临时支撑组拼预制节段的逐孔施工法、移动支架逐孔现浇施工法以及整孔吊装或分段节段施工法等几种。

提升与浮运施工法是在未来安置结构物以下的地面上预制该结构,并把它提升就位。浮运施工是将桥梁在岸上预制,通过大型浮船运至桥位,利用船的上下起落安装就位的方法。

桥梁的发展趋势

一部桥梁发展史,是桥梁跨径不断增大的历史,是桥型不断丰富、结构不断轻型化的历史。目前桥梁的发展主要表现在以下几个方面:

跨径不断增大,特别是大跨度桥梁向更长、更大、更柔的方向发展。目前,钢梁桥、钢拱桥的最大跨径已超过 500 米,钢斜拉桥为 890 米,而钢悬索桥达 1 990 米。随着跨江跨海的需要,钢斜拉桥的跨径将突破 1 000 米,钢悬索桥将超过 3 000 米。研究大跨度桥梁在空气动力学、地震和行车动力作用下,结构的安全和稳定性,将截面做成适应空气动力要求的各种流线型加劲梁,增大特大跨度桥梁的刚度。采用以斜缆为主的空间网状承重体系,采用悬索加斜拉的混合体系,采用轻型而刚度大的复合材料做加劲梁,采用自重轻、强度高的碳纤维材料做主缆。

桥型不断丰富。20 世纪 50 ~ 60 年代,桥梁技术经历了一次飞跃,混凝土梁桥悬臂平衡施工法、顶推法和拱桥无支架施工方法的出现,极大地提高了混凝土桥梁的竞争能力,斜拉桥的涌现和崛起,展



示了丰富多彩的内容和强大的生命力。悬索桥采用钢箱加劲梁,技术上出现新的突破。所有这一切,使桥梁技术得到空前的发展。

结构不断轻型化。悬索桥采用钢箱加劲梁,斜拉桥在密索体系的基础上采用开口截面甚至是板,使梁的高跨比大大减少,非常轻盈;拱桥采用少箱甚至拱肋或桁架体系;梁桥采用长悬臂、板件减薄等,这些都使桥梁上部结构越来越轻型化。通过研究,超高强硅聚合物混凝土、高强双相钢丝钢纤维增强混凝土、纤维塑料等一系列材料取代了目前桥梁用的钢和混凝土,使桥梁用新材料具有更高强度、更大弹性模量、质量更轻的特点。

设计手段更加先进完善。在设计阶段,采用高度发展的计算机辅助手段进行快速优化和仿真分析,运用智能化制造系统在工厂生产部件,利用 GPS 和遥控技术控制桥梁施工。

大型深水基础工程将不断出现。目前世界桥梁基础尚未进行超过 100 米的深海基础工程,下一步将进行 100 ~ 300 米深海基础的实践。

桥梁“健康状况”将实施有效跟踪检测。桥梁建成交付使用后,将通过自动监测和管理系统,保证桥梁的安全和正常运行,一旦发生故障或损伤,将自动报告损伤部位和养护对策。

桥梁美学与环境保护将有机结合。桥梁是人类最杰出的建筑之一,闻名遐迩的美国旧金山金门大桥、澳大利亚悉尼港桥、英国伦敦桥、日本明石海峡大桥、中国上海杨浦大桥、南京长江大桥、香港青马大桥等,这些著名大桥都是一件件宝贵的空间艺术品,成为城市标志性建筑。宏伟壮观的澳大利亚悉尼港桥与悉尼歌剧院融为一体,成为今日悉尼的象征。因此,21 世纪的桥梁结构必将更加重视建筑艺术造型,重视桥梁美学和景观设计,重视环境保护,达到人文景观同环境景观的完美结合。

在 20 世纪桥梁工程大发展的基础上,描绘 21 世纪的宏伟蓝图,桥梁建设技术将有更大、更新的发展。

穿山入海话隧道

隧道通常指用做地下通道的工程建筑物。一般分为两大类:一类是修建在岩层中的,称为岩石隧道;一类是修建在土层中的,



称为软土隧道。在山体中修建的隧道,又称山岭隧道;在水底(海底)修建的隧道,又称水底(海底)隧道;在城市地下修建的隧道,又称城市道路隧道。

隧道结构构造由主体构造物和附属构造物两大部分组成。主体构造物是为了保持岩体的稳定和行车安全而修建的人工永久性建筑物,通常指洞身衬砌和洞门构造物。洞身衬砌相当于隧道开挖后设置的永久性护壁。隧道衬砌可采用混凝土、钢筋混凝土、喷射混凝土、锚杆与喷锚支护、石料等材料修建。衬砌的结构形式有直墙式衬砌、曲墙式衬砌、圆形断面衬砌、矩形断面衬砌等。洞门是保护隧道入口处岩(土)体的稳定,使车辆不受崩塌、落石等威胁,确保行车安全。附属构造物是主体构造物以外的其他建筑物,是为了运营管理、维修场所、给水排水、供蓄发电、通风、照明、通讯、安全等而修建的构造物。

我国最早有文字记载的隧道出现在东周初期(约公元前700年)。《左传》中有“……掘地及泉,隧而相见……”的记载。最早用于交通的隧道为“石门”隧道,位于陕西省境内,建于公元66年。最早用于地下通道的是安徽亳县的古地下道,是我国最早的城市地下道。

在其他古代文明地区也有很多著名的古隧道,如公元前2180~2160年前后,在古巴比伦城幼发拉底河下修建的人行隧道,是迄今已知的最早用于交通的隧道。近代隧道兴起于运河时代,从17世纪起,欧洲陆续修建了许多运河隧道。其中法国的兰葵达克运河隧道建于1666~1681年,长157米,它可能是最早用火药开凿的公用隧道。1830年,铁路成为新的运输手段,修建铁路隧道越来越多,1895~1906年建成了长19.73千米、穿越阿尔卑斯山的当时最长的铁路隧道。

我国最早建成的铁路隧道是狮球岭隧道,位于台湾省基隆经台北至新竹窄轨铁路的基隆与七堵之间,全长261米。八达岭隧道是我国自行设计和施工的第一座越岭隧道,位于(北)京包(头)铁路青龙桥车站附近。这座单线隧道全长1091米,由我国杰出的工程师詹天佑亲自规划督造,1907年开工,在中国技术人员和工人



的努力下,仅用了18个月,于1908年竣工。我国内地第一条大断面海底隧道——厦门翔安隧道,与2005年开工修建,全长5.9千米,预计2010年建成通车。

截止2005年底,我国铁路、公路隧道共有8600多座,总长度约4370多千米,已成为世界上隧道和地下工程最多、最复杂、发展最快的国家。其中,铁路隧道6876座,总长度为3670千米;公路隧道1782座,总长度704千米,是世界上公路隧道最多的国家。我国目前最长的公路隧道是穿越秦岭的终南山隧道,全长18千米,是世界第二、亚洲第一的公路隧道,15分钟穿越秦岭成为现实。最长的铁路隧道是西康铁路秦岭一线隧道,全长18.46千米。关角隧道是我国目前已开通运营的海拔最高的铁路隧道,位于青藏铁路西(宁)格(尔木)段的青海省天峻县内,全长4千米。洞内轨面最高处海拔3692米。目前世界上最长的隧道是连接日本本州与北海道的青函海底隧道,全长53.85千米,1984年建成。最长的公路隧道是位于挪威中部地区的洛达尔公路隧道,全长24.51千米,2005年建成。我国正在探讨中的台湾海峡通道,全长约125~150千米,将是世界上最长、建设难度最大的海峡通道。

隧道修建技术

隧道施工方法总体上分为明挖法和暗挖法两类。浅埋隧道往往采用先将地面挖开,修筑完支护结构后再回填土石明的挖法施工。深埋隧道则采用不挖开地面的暗挖法施工,即在地下开挖及修筑支护结构。暗挖法施工包括矿山法、盾构法、掘进机法和沉管法等施工方法。

矿山法施工是近年来为了适应城市浅埋隧道的需要而发展起来的一种施工方法,一般是指埋置于基岩、用传统钻爆法或臂式掘进机开挖隧道的方法,也称为钻爆法。目前我国地铁区间隧道建设中已广泛采用。钻爆法施工工艺简单、灵活,并可根据施工监控量测的信息反馈来验证或修改设计和施工工艺,以达到安全与经济的目的。矿山法施工的水底隧道一般位于岩层中,埋深较大。著名日本的青函海底隧道就是用矿山法施工建成的。

盾构法修建隧道最早于1825年由法国工程师布鲁诺尔采用



一个矩形盾构(宽 11.4 米、高 6.8 米)修建了第一条水底隧道。盾构法施工历经了 180 多年的发展,现在已日趋成熟,能够适用于任何水文地质条件下的施工。盾构壳体一般采用钢制圆筒体,它是一个能够向前推进的大钢筒,前部装有切削用的环形刀,在钢筒的保护下,用人工或机械方法开挖地层,并用皮带输送机将土石运出,用混凝土构筑隧道的护壁——衬砌,盾构依靠已完成的衬砌作为后支撑点,利用千斤顶顶推前进。盾构法修建隧道不受航运及季节气候条件的影响,施工速度快,对城市交通及居民生活干扰小,特别适用于长度大、埋置深的隧道。莫斯科、纽约、巴黎、上海等城市的地铁均采用各种盾构进行施工。

掘进机法修建隧道是利用岩石隧道掘进机在岩石地层中暗挖隧道的一种方法。掘进机主要适用于岩石隧道,它利用回转刀盘,同时借助推进装置的作用力,使刀盘上的滚刀切碎(或破碎)岩石,以达到开挖岩石隧道的目的。按岩石的破碎方式大致分为挤压破碎式和切削破碎式。掘进机由切削破碎装置、行走推进装置、出渣运输装置、驱动装置、机器方位调整机构、机架和机尾,以及液压、电气、润滑、除尘系统等组成。著名的英吉利海峡隧道使用的掘进机重达 1 200 吨,设备机身长 20 米,铲头转动直径达 8.7 米。1966 年,我国首次在云南下关西涅河水电站隧道修建中分别采用了直径 3.5 米和 5.8 米的岩石掘进机,由上海水工机械厂制造,掘进长度 740 米。掘进机法修建隧道具有掘进效率高,实现破岩、出渣、支护一条龙作业;掘进机开挖施工质量好,超挖量小;对岩石的扰动小,施工作业环境好。但掘进机法对复杂多变的地质条件适应性差,设备的初始投资大,一次使用经济性差。

沉管法修建隧道是把已预制好的沉管各段沉放到水中事先开挖好的沟槽中,再在水中将各段管体拼装连成一体施工的方法。穿越珠江的南沙隧道就是采用沉管法施工的,隧道 1993 年年底建成通车。隧道高 8.15 米,总宽 33 米,由一孔双线地铁车道、两孔双车道公路、一个电缆和管路孔道组成。与世界上已建成的沉管隧道相比,该隧道在宽度上是名列前茅的。隧道由 5 节管段组成,其中最长的为 120 米。通车后情况良好,特别是防水质量,达到了



“滴水不漏”的程度。意大利到西西里岛的海底隧道是一条悬浮式海底隧道。整个建筑采用钢筋混凝土结构,管道截面宽 42 米、高 24 米,巨大的混凝土管道置于水下 30 米,混凝土管道既不下沉,也不上浮。

三、筑养路机械与道路施工机械化

道路交通运输是五大运输系统(铁路、公路、水路、航空、管道)的重要组成部分之一。至 2004 年底,我国已建立了包括 3.42 千米高速公路在内的 185.6 千米的公路运输网络,承担着全国 90% 以上的客运和近 60% 的货运任务。道路交通运输为我国国民经济建设的持续快速增长肩负着重要的社会责任,并做出了巨大贡献。根据国务院颁布的《公路水路交通科技发展战略》和《国家高速公路网规划》,未来 20 年我国公路总里程将达到 300 万千米、高速公路达到 8.5 万千米。届时,道路交通运输在国民经济、现代国防和人民生活中将发挥着不可替代的重要作用。

筑养路机械与道路施工机械化

(1) 筑养路机械:公路由路基和路面两部分组成,公路线路还包括桥梁和隧道等各种建筑物。建筑公路需要各种类型、品种的筑路机械,而保持和恢复公路的使用性能却要使用相应的养路机械。路基工程所用的筑路机械多为土、石方机械和压实机械,如推土机、平地机、装载机、铲运机、挖掘机和压路机等。沥青路面工程采用的筑路机械有装载机、沥青混合料搅拌设备、自卸汽车、沥青混合料摊铺机和压路机等。水泥路面工程使用的筑路机械有装载机、水泥运输车、水泥混凝土搅拌设备、自卸汽车和水泥混凝土摊铺机等。桥梁工程使用的机械有桩工机械(柴油桩锤、液压桩锤、静压桩锤和振动桩锤)和架桥机械(旋转钻机、回转斗钻机、冲击钻机和架桥机等)。隧道工程使用的机械有凿岩台车、旋转掘进机、全断面岩石掘进机和盾构等。路基养护工程使用的养路机械与建筑路基时所使用的筑路机械基本相同。沥青路面养护工程使用的养护机械有清扫车、洒水车、除雪机、稀浆封层车、铣刨机、综合养护车、沥青再生机和压路机等。水泥路面养护工程使用的养护机械有水泥路面破碎机、切缝机、灌缝机和多功能维修车等。



筑路机械是公路建设的重要保障,随着我国公路建设事业的发展,机械化施工的工程面不断扩大,机械化施工的内容不断增加,因此我国筑路机械制造业迅速发展壮大,新产品、新机型不断涌现,其技术性能和自动化程度不断提高。

随着我国公路建设事业的快速发展,为了保持筑路机械的使用性能,延长其使用周期,使得养路机械飞跃发展。目前投放市场的养路机械类型多,品种齐全,已形成系列,养路机械的研究设计、生产制造的兴旺发达。

改革开放以来,我国广大的筑养路机械科技工作者,解放思想,积极探索,在主动引进、吸收国外先进技术的同时,勇于研究新理论、新工艺,积极采用新结构、新技术和新材料,努力使我国的筑养路机械在扩大机型品种、增加产量、提高技术性能的同时,朝着大型化、小型化和多功能方向发展,提高筑养路机械的自动化、智能化程度,提高筑养路机械的安全性、舒适性和可靠性。

(2) 道路施工机械化:机械化施工是指通过合理地选用筑路机械,科学地组织施工,以完成工程作业的全过程。机械化施工的度量是用机械化程度来表示的:

$$\text{机械化程度} = \frac{\text{利用机械完成的实物工程量}}{\text{全部工程量}} \times 100\%$$

由此可见,由机械完成的实物工程量在总工程量中所占的比例愈大,则表明工程施工的机械化程度愈高。为此,在道路工程的机械化施工中,首先要提高机械化装备水平。其次,要有科学的施工组织 and 施工计划,以指导道路工程的施工。此外,不断采用先进的施工机械,同时加强其使用维修管理,也是提高机械化施工水平的重要因素。

机械化施工的特点是:能够完成独特的施工任务,改善劳动条件,大幅度地提高劳动生产率,适应道路工程转移和人员流动。

对道路工程进行机械化施工的基本要求是:需要有严密的、科学的施工组织和管理;需要有充足的能源和零部件供应、附属设备和维修设备;需要具有业务专长的技术人员和操作工人;为了在整个施工过程中使各个专业、各道工序均衡协调,需要有足够数量、种类及规格的机械设备。

质量第一,这是道路工程施工的百年大计。因此,机械化施工要对其施工质量进行监控。以公路工程建设为例,在施工过程中,



施工企业要建立一个高效、严密、负责的质量管理体系,以控制施工过程的工程质量,并在自检的基础上实施监理认证,以保证公路工程质量符合设计要求和交通部颁发的《公路工程质量检验评定标准》。

公路机械化施工过程中,只有通过对工程施工进展计划、施工机械加以科学的制定和组织,才能使整个施工组织设计任务更好地完成。

路基土方机械

(1) 推土机:推土机能用于铲挖和移运土壤、平整场地、推集松散材料、清除作业地段内的障碍物等,在建筑、筑路、采矿、油田、水电、港口、农林及国防等各类工程中应用广泛。

推土机按用途分为普通型和专用型两类,按发动机功率分为小型(功率 ≤ 44 千瓦)、中型(功率为 $59 \sim 103$ 千瓦)、大型(功率为 $118 \sim 235$ 千瓦)和特大型(功率 ≥ 235 千瓦)4类。推土机由发动机、传动系、行走系、工作装置和操纵控制系统等组成。

我国推土机的发展大致经历了萌芽期(1950~1961年)、专业形成期(1961~1978年)和产品系列形成期(1978年至今)3个阶段。今后我国推土机的发展需要着重考虑的问题是:提高推土机的工作可靠性和使用寿命;扩大生产规模,降低生产成本;采用机电液一体化技术,提高自动化水平;提高安全性、舒适性,符合环境保护法规的要求。

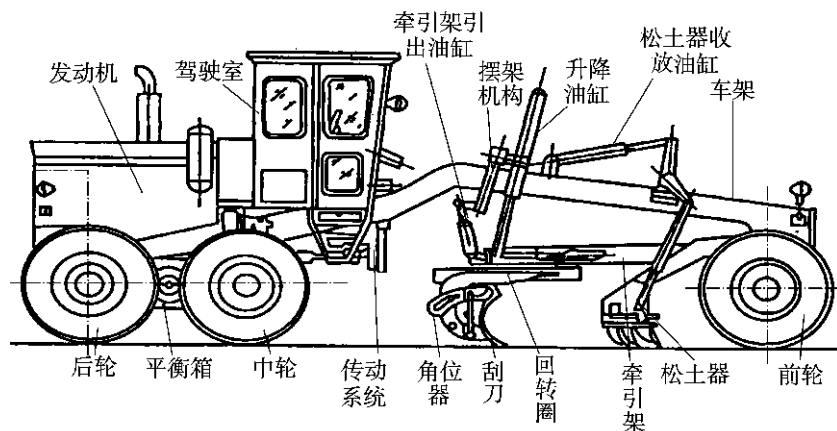
国外生产推土机的历史较长,在先进工业技术的带动下,推土机设计、制造和测试等技术业已成熟,其特点是:大型、专用、一机多用,提高了推土机的作业性能和经济性,扩大了使用范围;部件化设计,便于拆装、储运和保养维护;传动系采用液力机械式或液压传动,工作装置采用液压操纵;积极采用电子技术、新结构和新技术,努力提高安全性、舒适性和自动化水平。

推土机施工作业内容有填筑路堤、开挖路堑和平整场地辅助作业等。推土机的基本作业方法有波浪式推土法、接力式推土法、槽式推土法、并列推土法和下坡推土法等。要提高推土机的作业效率,应缩短作业循环时间,提高时间利用系数,减少运土时的漏损。

(2) 平地机:平地机是切割、刮送和平整等作业的筑路机械,



可进行砾石或砂石路面的维修、路基、路面的整形、挖沟、草皮或表层土的剥离、修刮边坡、材料的推移、拌和、回填、铺平；配置推土铲、土耙、松土器、除雪犁、压轮等附属作业机具时，可进一步扩大使用范围，提高工作能力，完成特殊要求的作业。因此，平地机是一种作业效率和作业精度高、用途广泛的筑养路机械，被广泛用于公路、铁路、机场、停车场等大面积场地的平整作业，也被用于农田整地、路堤整形及林区道路的整修等作业。



平地机的组成

液压操纵的自行式平地机具有结构简单、总体布置方便、机动灵活、生产效率及作业精度高、操作简捷、便于实现自动控制等优点，因此被广泛使用。平地机主要由发动机、传动系、制动系、转向系、行走系、车架、工作装置、操纵系统及电气系统等组成。

我国从20世纪50年代开始研制、生产平地机，经过半个世纪的努力，国产平地机已成系列、批量生产。今后，我国平地机的设计制造应着手引进国外先进技术，采用新结构、新材料、新工艺，努力提高整机性能及其可靠性，改善驾驶员工作条件及安全保护。

目前在世界范围内，平地机的发展趋势是：向大型化方向发展；运用电子技术，使制动系统与动力装置保持最佳匹配状态；采用传感器及控制器，通过控制作业速度，提高其作业质量；采用电子监控系统，保证平地机的安全作业，故障出现时立即显示报警；重视减轻驾驶员的劳动强度，提高平地机使用的安全性、舒适性，

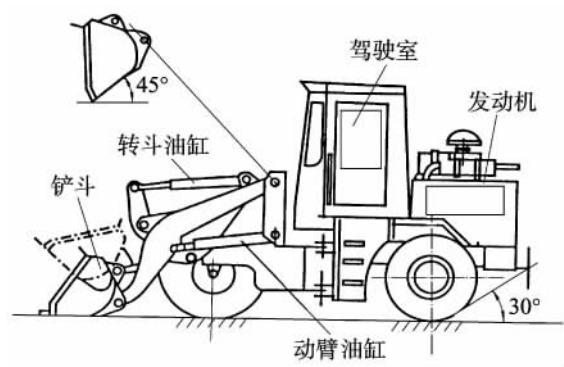


以提高平地机的作业效率和生产效率。

平地机刮刀作业的基本方法有平面回转、左右端升降、左右引伸和机外倾斜等,以完成刮刀刮土侧移、刮刀刮土直移和刮刀机外刮土等作业。

(3) 装载机:装载机是一种广泛用于公路、铁路、建筑、水电、港口、矿山等土方工程的施工机械,它主要用来铲装土壤、砂石、石灰、煤炭等散状物料的装卸作业。在道路(特别是高速公路)施工中,装载机用于路基工程的填挖、沥青混合料和水泥混凝土料场的集料、装料等作业,此外还可以进行推运土壤、刮平地面和牵引其他机械等作业。装载机具有作业速度快、效率高、机动性好和操作轻便等优点。

装载机按发动机功率分为小型(功率 <74 千瓦)、中型(功率为 $74\sim147$ 千瓦)、大型(功率为 $147\sim515$ 千瓦)和特大型(功率 >515 千瓦)4类;装载机按行走方式分为轮胎式和履带式,前者应用居多。装载机由发动机、机架、行走装置、传动系、转向系、制动系、液压系统和工作装置等组成。



轮胎式装载机

20世纪60年代初,我国在测绘的基础上开始试制单斗装载机,至今已形成了柳州工程机械厂、厦门工程机械厂、成都工程机械厂、常州林业机械厂等近百家轮胎式装载机和少量履带式装载机的生产规模。近年来,国产装载机的结构和性能都有了较大的提高,并开发了少量的多功能装载机。今后我国装载机的发展应

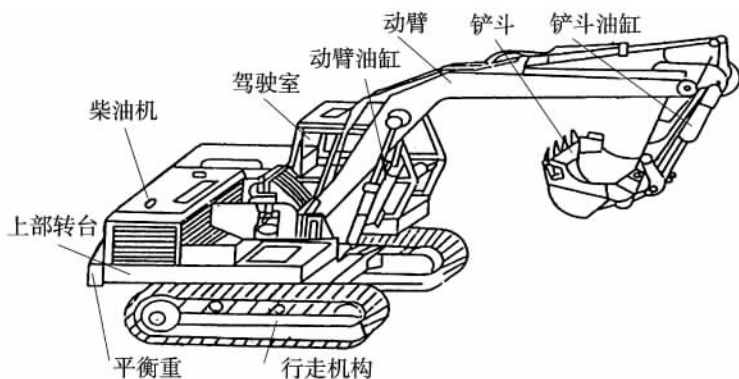


侧重考虑的问题有多品种、大功率、多功能、机电液一体化、可靠性、安全性和舒适性等。

国外装载机已经历了 80 多年的发展历程,现在进入了机电液一体化的发展新阶段,无论是整机性能,还是作业效能、可靠性及操作舒适性、安全性等技术水平方面,均已达到较高的程度。国外装载机的发展趋势可归纳为向大型化和小型化方向发展,采用静液压传动和电子技术等新结构、新技术,提高人—机—环境系统的总体效能等。

装载机的装卸循环作业由铲装、移运、卸载、回程 4 个过程组成,其铲装作业方法视物料、土壤情况(松散程度、颗粒大小、坚硬程度等)可采用分层铲装法或分段铲装法。在土方工程的施工中,装载机的转移卸料与自卸车等运输车辆位置配合的合理性,对装载机的生产效率影响很大。因此,应根据堆料场的大小和料堆的情况,尽可能做到装载机的来回行驶距离短、转弯次数少,目前最常用的装载机的施工作业方法有 V 形作业法和穿梭作业法。

(4) 挖掘机 挖掘机是用来开挖土方的一种筑路机械,如筑路工程中的堑壕开挖、建筑工程开挖基础、水利工程开挖沟渠、运河和疏浚河道等。此外,挖掘机更换工作装置后,还可以进行浇筑、起重、安装、打桩、夯土和拔桩等作业。挖掘机有多种结构形式,其中以柴油机为动力装置、履带式行走机构、机械液力传动或全液压传动的单斗挖掘机应用最多。单斗液压挖掘机主要由柴油机、驾驶室、动臂及斗杆油缸、铲斗及铲斗油缸、上部转台、行走机构及平衡重等组成。



单斗液压挖掘机



我国从 1954 年抚顺挖掘机厂生产第一台斗容量为 1 立方米的机械式单斗挖掘机至今,大体上经历了测绘仿制、自主研制开发和发展提高 3 个阶段。自 1978 年以来,积极引进国外先进技术,使国产液压挖掘机技术性能全面提高到 20 世纪 80 年代的国际水平,产量也大幅度增加。今后我国单斗液压挖掘机应向全液压方向发展,斗容量宜控制在 0.1 ~ 15 立方米范围内;应着手研究、运用电液控制技术,以实现液压挖掘机操纵的自动化;努力提高液压挖掘机的工作可靠性、安全性和舒适性。

国外生产挖掘机的历史较长,主要生产国有美国、德国、日本、法国和俄罗斯等,产品多为斗容量 3.5 ~ 40 立方米范围内的液压式单斗挖掘机。20 世纪 70 年代开始,国际上挖掘机的生产朝着大型化、微型化、多功能化、专用性和自动化的方向发展。本世纪世界挖掘机的发展趋势是:向多品种、高质量、多功能、高效率的方向迈进;加快全液压挖掘机的发展速度;充分应用电子技术,实现挖掘机操纵与控制全自动化;重视采用新技术、新结构、新材料和新工艺;加快标准化、系列化和通用化的发展步伐;不断提高专业化生产水平,严格质量管理,提高产品质量;提高生产及管理队伍中科技人员的比例,加强试验和研究工作。

挖掘机的循环作业由挖掘、回转、卸载、返回 4 个过程组成。反铲挖掘的基本作业方法有沟端开挖法、沟侧开挖法。挖掘机在道路工程中的主要施工作业内容是挖掘路堑和堤筑路堤。

沥青路面机械

(1) 沥青混合料搅拌设备:沥青混合料搅拌设备的功用是将不同粒径的骨料和填料按规定比例掺和在一起,用沥青做结合剂,在规定温度下拌和成均匀的混合料。它应用于公路、城乡道路、港口、码头、机场、停车场等路面(地面)工程建设。

沥青混合料搅拌设备按工艺流程分为间歇强制式和连续滚筒式两种。间歇强制式沥青混合料搅拌设备的特点是:初级配的冷骨料在干燥滚筒内采用逆流加热方式烘干加热,然后经筛分、计量,在搅拌器内按质量计量的石粉、热态沥青拌和成沥青混合料;骨料的级配、骨料与沥青的比例精确度高,且根据工程施工要求,



很容易改变骨料级配和油石比,故沥青混合料质量好。但该设备较为庞大,工艺流程长,耗能高,对除尘装置要求高。

连续滚筒式沥青混合料搅拌设备的结构组成,除热骨料提升机、热骨料筛分及储存装置、搅拌器外,其余的与间歇强制式的基本相同。其特点是:动态计量级配的冷骨料、石粉连续地从干燥滚筒的前部进入,采用顺流加热方法烘干加热,然后在滚筒的后部与动态计量、连续喷洒的热态沥青混合,采用跌落拌和的方式生产出沥青混合料;工艺流程短,设备简单,相应的制造成本和使用费用较低,且可简化除尘装置。

我国沥青混合料搅拌设备的生产已有近 50 年的历史,现如今的产品已形成系列,产品性能也在逐年提高,生产企业已形成一定规模。但与国外先进的同类产品相比仍有较大差距。今后我国沥青混合料搅拌设备的发展应注重技术水平的提高,注重连续滚筒式沥青混合料搅拌设备的技术进步,注重大型沥青混合料搅拌设备的开发。

国外从 20 世纪初开始生产沥青混合料搅拌设备,经过长期的发展,特别是随着电子技术、计算机技术和信息处理技术的迅速发展,国外沥青混合料搅拌设备已达到很高的技术水平,呈现出产品型号系列化、产品性能先进化、操作和控制自动化等特点。今后国外沥青混合料搅拌设备的发展趋势是:努力降低能源消耗,减少公害,实现生产过程全自动化,重视连续滚筒式沥青混合料搅拌设备的技术性能提高,特别是在旧沥青路面再生工程中更具有优势。

(2) 沥青混合料摊铺机:沥青混合料摊铺机(简称沥青摊铺机)是沥青路面典型的筑路机械,它将拌制好的沥青混合料均匀地摊铺在路面的底基层或基层上,并准确保证摊铺层的厚度、宽度、路面拱度、平整度和密实度。它广泛应用于公路、城乡道路、港口、码头、机场、停车场等路面工程中的沥青混合料摊铺作业。

沥青摊铺机按其摊铺宽度分为小型(<3.6 米)、中型($4\sim6$ 米)、大型($7\sim9$ 米)和超大型(>12 米)4 种。沥青摊铺机由发动机、传动系、接料斗、刮板输送机、螺旋分料器、机架、行走系、振捣熨平装置和操纵控制系统等组成。

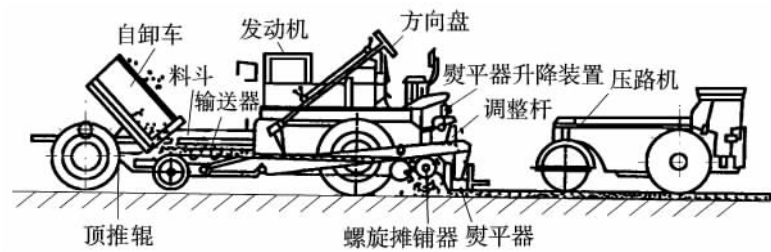
我国从 20 世纪 70 年代开始研制沥青摊铺机,目前产品质量



已接近 20 世纪 80 年代中期的国际水平,但产品的品种和规格较少,未形成系列产品。今后我国沥青摊铺产品开发的目的是:完善产品系列,以满足不同沥青路面工程建设的需要;在引进国外先进技术的基础上,逐步扩大国产整机及配套件的比重,提高国产化的数量和水平;不断提高国产沥青摊铺机的零部件制造精度,配以试验、测试措施,以提高沥青摊铺机的综合性能、工作可靠性和使用寿命。

工业发达国家在高等级公路建设的推动下,十分重视新型沥青摊铺机的研究与开发,并成熟地应用了机电液一体化技术,使沥青摊铺机具有结构合理、功能完善、性能稳定、安全可靠、易于维修等优点,并且仍在不断采用新结构、新技术、新材料和新工艺。目前国外沥青摊铺机技术发展的趋势是:供料速度和作业速度自动控制;采用超声波和激光等非接触式调平技术,使沥青摊铺机的摊铺平整度进一步提高;研究全自动和无人驾驶的沥青摊铺机,以进一步减轻操作人员的劳动强度,提高操作舒适性。

沥青路面机械化施工主要由沥青摊铺机、自卸车和压路机三者联合作业完成。自卸车将沥青混合料运到施工现场,并倒车驶近沥青摊铺机,然后将变速箱置于空挡;自卸车先将部分沥青混合料卸入沥青摊铺机的接料斗内,并由其刮板输送机输送到沥青摊铺机后部的摊铺槽内;然后沥青摊铺机以正常的作业速度通过其顶推辊推动自卸车前进。此时自卸车边前移边卸料,沥青摊铺机边前进边摊铺;在摊铺的同时,沥青摊铺机利用其振捣板对铺层进行初步捣实,熨平器对铺层进行最后的整平;压路机对铺层进行压实。



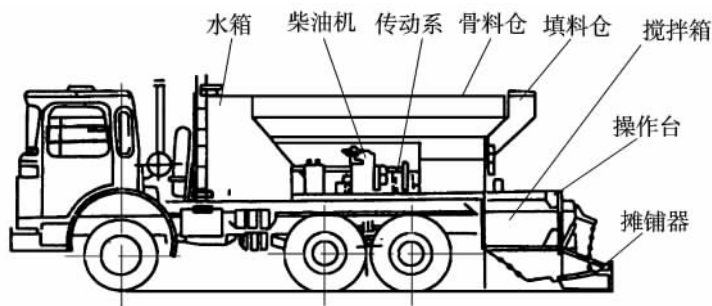
沥青混合料摊铺机



道路养护施工机械化

(1) 稀浆封层机:乳化沥青稀浆封层机是完成道路表面稀浆封层养护作业的养路机械。它将适当级配的骨料、填料、沥青乳液、水和添加剂 5 种材料,按一定比例掺配、拌和,拌制成均匀的稀浆混合料,并按要求厚度摊铺在路面上,形成密实、坚固、耐磨的表面处治薄层,恢复道路的使用性能,并延长其使用寿命。稀浆封层机可以在常温下施工,可以降低工人的劳动强度,作业速度快,并节省资源和能源,适用于公路和城乡道路的周期性预防养护。稀浆封层机有拖式、半挂式和自行式 3 种类型,其中的自行式稀浆封层机均采用载货汽车为基础车,行驶速度快,生产量大,摊铺质量好,是目前国内外普遍使用的结构形式。

自行式稀浆封层机主要由基础车(载货汽车底盘)、给料系统(骨料和乳液供给装置、供水装置、填料及添加剂供给装置等)、搅拌装置和摊铺装置等组成。



自行式稀浆封层机

我国从 1981 年开始使用稀浆封层机,随后自主开发生产了拖式和自行式稀浆封层机,至今已有多个品种、多个规格的稀浆封层机投放市场。它们共同的特点是结构简单,易于制造,价格便宜,但操纵及控制的自动化水平较低。今后国产稀浆封层机应该向系列化、液压操纵、自动控制、提高整机质量的方向发展。

国外生产和使用稀浆封层机的历史较长,现代国际上先进的稀浆封层机具有如下特点:结构合理,性能先进,真正体现了经济、有效、快速、可靠的道路稀浆封层养护作业的施工效果。产品系列化,增加了品种和规格,扩大了稀浆封层机的适用范围,除了拌制普通稀浆混合料外,还可拌制聚合物改性乳化沥青稀浆混合料。



向大型化方向发展,骨料箱容量可达 15 立方米、日生产能力为 500 吨。采用机电液一体化技术。现代稀浆封层机均采用电子检测装置,并通过计算机控制,使整机操作实现集中控制,提高了自动化程度,操作简便,并且封层质量显著提高。采用先进的载货汽车底盘为基础车,最高行驶速度超过 80 千米/小时,使稀浆封层机实现了快速运料和转移。利用辅助发动机为工作装置提供动力,并采用液压传动,不仅使作业速度稳定在 1~4 千米/小时,而且使摊铺槽工作宽度自由调节,以适应不同路宽的封层作业需要。

道路稀浆封层养护作业的过程是:装满物料的稀浆封层机行驶到施工现场,确定作业方向、路线和速度,设定摊铺宽度和厚度;启动作业柴油机,随后按设计出料量使各种物料连续进入搅拌筒,并进行搅拌;待搅拌筒内的稀浆混合料达到半筒时,打开出料口,使稀浆混合料流入摊铺槽内;当稀浆混合料注满摊铺槽容积的 $\frac{2}{3}$ 时,稀浆封层机以稳定的速度向前行驶,随之摊铺槽内的稀浆混合料连续、均匀地滞留在路面上,即实施稀浆封层作业。

(2) 同步碎石封层车:同步碎石封层养路作业是利用同步碎石封层车将碎石及粘结剂(热沥青、改性沥青或乳化沥青)同步洒铺在路面上,通过正常行车或轮胎压路机的碾压,形成单层或多层沥青碎石封层。由于同步碎石封层具有持久的防水性、高度的防滑性和良好的经济性,在无骨料流失的情况下,可延长路面使用寿命 7~10 年。它主要用于路面底基层及各等级公路的面层预防性养护和修复性养护,以及桥面防水施工和旧水泥面板路面改为防水粘结层的沥青路面施工。

同步碎石封层车选用汽车底盘或专用底盘为基础车,将稀浆封层机和石屑洒布车的工作装置集于一身,并利用电子技术对其作业参数进行自动控制。

同步碎石封层突出的优点是:沥青与碎石的粘结牢靠,不仅减少石屑的流失,还提高了路面的抗滑性和耐磨性;使沥青容易渗入路面缝隙,可有效地防水和防止冻溶破坏;施工工期短;生产效率及作业效率高,省时省料省工,显著降低公路养护成本。

随着我国交通运输业的迅速发展和公路建设速度、通车里程的快速增长,许多公路相继进入预防性养护期或修复性养护期。辽宁省、湖南省等率先将同步碎石封层车应用于高速公路下封层



及国道、省道的建设中。与此同时,我国自行开发设计了同步碎石封层车,它具有操作简单、自动化程度高、洒布均匀的特点,并结合我国高速公路的特点,增大物料仓容量,单次作业面积大,是分体式碎石封层机及稀浆封层机、进口同步碎石封层车的替代产品。

公路需要利用同步碎石封层车进行预防性养护封层或修复性养护封层时,一般采用二次封层。第一次用6~10毫米、10~14毫米的粗碎石形成骨架,第二次用2~4毫米的细碎石嵌缝。两次封层后,用轮胎压路机碾压,也可利用正常行车碾压。同步碎石封层车作业时,需配套的设备包括装载机、轮胎压路机、沥青运输车和其他小型机具等。

(3) 铣刨机 铣刨机是专用于沥青路面养护的养路机械,主要用于公路、城乡道路、机场、货场、停车场等沥青混合料面层的开挖翻修,可以高效地清除沥青路面的壅包、波浪、网纹、车辙等,也可开挖路面坑槽和沟槽。铣刨机具有作业效率高、施工工艺简单、铣削深度易于调节和控制、操作方便灵活、机动性好的优点。

根据转子铣削宽度,铣刨机分为小型(铣削宽度为0.3~0.8米)、中型(铣削宽度为1.0~2.0米)和大型(铣削宽度>2.0米)3种,根据铣削方式又可以分为冷铣式和热铣式两种,其中冷铣式应用居多。

铣刨机一般由3个功能组件构成,即基础车、铣削装置和带式输送机,主要包括发动机、机架、行走装置、转向系与制动系、铣削装置及铣削深度调节机构、输料装置等。

我国于20世纪80年代开始研制以拖拉机为基础车的小型冷铣刨机,其结构简单,机动灵活,适用于中等强度以下的低等级沥青路面的铣削。但产品性能受配套发动机、液压元件等的影响,与国外同类产品相比有较大差距。近年来,在引进国外先进自行式铣刨机的同时,也开始研制大功率的自行式铣刨机。

国外生产的铣刨机已形成系列产品,其生产率一般为150~2000平方米/小时,一次铣削深度为60~300毫米,作业宽度为300~2600毫米。铣削转子的驱动大多数为机械式,可通过自行找平装置精确地自动控制铣削深度。密封式转子罩壳和淋水装置可减少灰尘的扩散,减轻了对环境的污染。整机设计朝着大功率、高质量的方向发展。计算机对铣刨机工作装置进行程序控制,并



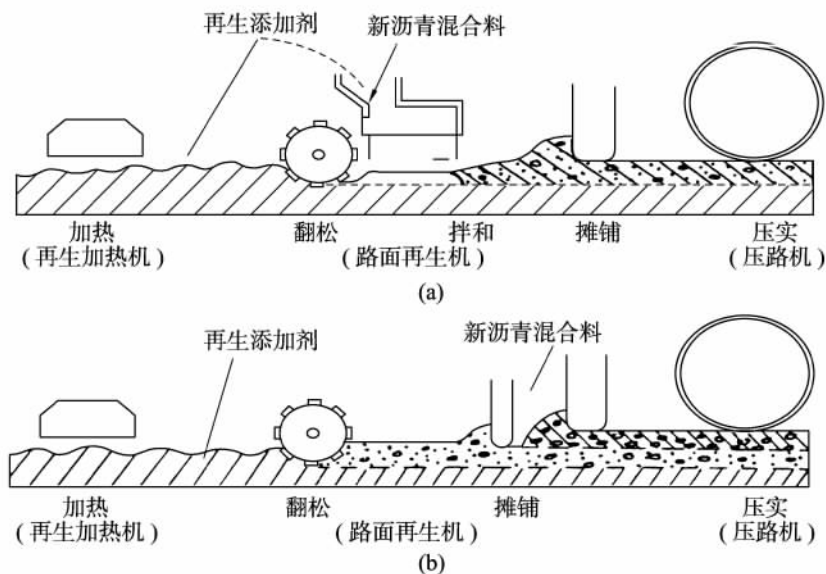
诊断、显示故障 机电液一体化技术的运用已达到较高的水平。

铣刨机作业时沿着需要铣削的沥青路面向前移动,此时旋转的铣削转子放下至铣削深度(相当于需要铣削的沥青面层的深度),铣削后的旧沥青混合料被带式输送机卸入自卸车里。在铣刨作业过程中,自卸车与铣刨机同步向前移动,铣刨机的作业深度及运行速度按设定程序由计算机控制。

(4) 沥青路面再生机:

① 沥青路面现场热再生机 沥青路面现场热再生机是采用就地加热、翻松、搅拌、摊铺、压实等连续作业,使其恢复原有形态和性能的养护机械,它适用于产生裂缝、车辙、磨耗和各种变形的旧沥青路面的修复工程。其主要特点是:旧沥青混合料百分之百地再利用,不需要搬运废料和废弃物堆放场地,节约新混合料的用量,经济效益好,中断交通时间短,施工结束时即可开放交通,振动噪声小,可昼夜连续施工,现场加热旧路面容易受气候条件的影响等。

沥青路面现场热再生机由再生加热机、路面铣刨机、搅拌机、混合料摊铺机、热沥青罐、新骨料仓、行走机构及其驱动装置等组成。



(a) 复拌再生 (b) 重铺再生

沥青路面现场热再生机(组)作业流程



再生加热机是沥青路面现场热再生机(组)的重要组成部分之一,由燃烧系统、加热器、燃料罐、液压系统及基础车等组成。它具有足够的加热能力,加热温度可以调节,热效率高。再生加热机按结构分为集中燃烧式和分散加热式;按燃料及加热方式又可以分为红外辐射式、热风循环式和红外热风并用式。

路面再生机按施工工艺分为复拌机和重铺机。复拌机在行进过程中翻松旧路面,同时将其收集起来,随后进入搅拌器,与新沥青混合料拌和成再生混合料,经熨平、压实后成型路面。重铺机设置了两组熨平装置,具有复拌和重铺两种功能。在进行重铺作业时,将复拌机的刮板给料器底板的出料口关闭,新沥青混合料不进入搅拌器,而直接输送到第二组熨平装置前面,摊铺出新的沥青混合料路面。

沥青路面再生技术及其设备的技术水平在工业发达国家发展较快。20世纪80年代之前,沥青路面的再生基本上采用厂拌再生工艺。20世纪80年代之后,随着路面加热设备和就地材料试验检测技术的逐步完善,沥青路面现场热再生技术开始受到重视,许多工业发达国家已陆续生产出各种规格、型号的沥青路面现场热再生机。其今后的发展方向是:机械的大功率、高效率、低成本和综合性能,特别是针对再生混合料拌制质量控制难度较大的问题,努力提高自动控制水平。

② 沥青路面现场冷再生机 沥青路面现场冷再生机是利用旧沥青路面(面层或基层)材料,需要时加入部分新骨料和添加剂,在自然环境温度下,连续地完成材料的铣刨、破碎、拌和、摊铺及压实成型的沥青路面养路机械。主要用于一般公路和城市道路的修复工程。沥青路面现场冷再生的优点是:节省材料,降低施工成本;可以提高道路等级,改善道路结构的完整性;不损坏路基,施工周期短,不污染环境等。此外,沥青路面现场冷再生机将旧料充分利用,大大减少了新材料的开采量,也不存在旧料的运输、堆放和废弃物污染环境等问题。现场冷再生机械所具有的封闭式控制添加系统,不仅配比精确,而且防止了粉尘飞扬,满足了环境保护的要求,因此它是一项绿色道路维修改造技术。

沥青路面现场冷再生机由再生主机、专用配套机械和通用配套



机械三部分组成,其中的冷再生主机有中型履带式多用途再生机、大型专用履带式再生机和中型轮胎式多用途再生机;专用配套机械主要指水泥稀浆搅拌运输车,通用配套机械主要有乳化沥青运输车、液态沥青保温运输车、平地机、铣刨机、自卸车和压路机等。

上述机械组合成沥青路面现场冷再生列车,它们在沥青路面现场冷再生施工过程中,应严格控制材料的粒径精度及级配精度,骨料和沥青的称重精度,沥青混合料的拌和质量、摊铺质量和压实质量。

从1998年开始,我国早年铺筑的公路陆续进入维修期,在购买国外先进的沥青路面现场冷再生设备的同时,广大科技人员加快对冷再生工艺的研究,自主开发研制沥青路面现场冷再生机。至今,沥青路面现场冷再生工艺迅速普及推广,各种规格、型号的国产沥青路面现场冷再生机已投入市场。

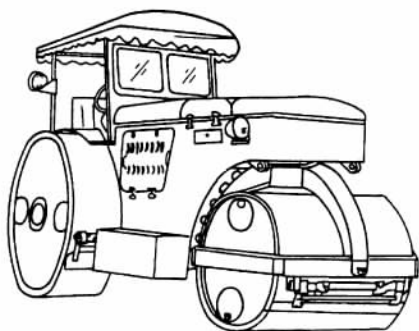
今后沥青路面现场冷再生机发展的方向是:采用大功率动力装置,能同时肩负旧沥青路面铣刨和沥青混合料搅拌的载荷;四轮或四履带独立悬挂、独立升降,以满足施工中的深度自动控制和稳定性的要求;整机质量在四轮或四履带上均匀分布,以获得足够的附着力和驱动力;有多种转向方式,方便沥青路面现场冷再生机在工地上的移动,以增加有效施工工时;配备以计算机为核心的自动控制系统,以提高各种参数的控制精度,确保道路维修质量。

道路压实机械

压路机是利用其自重、振动或冲击等方法对被压实材料重复加载,克服其黏聚力和内摩擦力,排出气体和多余的水分,迫使材料颗粒之间产生位移,增加密实度,以达到所需的强度、稳定性和平整度的要求。压路机广泛用于公路、城乡道路、铁路路基、机场跑道、堤坝及建筑物基础等工程建设的压实作业。

压路机按碾压轮的结构形式分为静力压路机(光轮压路机、羊脚碾、轮胎压路机)和振动压路机等。

(1) 静力压路机:光轮压路机属于静力压路机,其碾压轮是圆柱形的筒体,以自重保证其作用的发挥,并可以通过增减配重调整线压力和扩大使用范围。



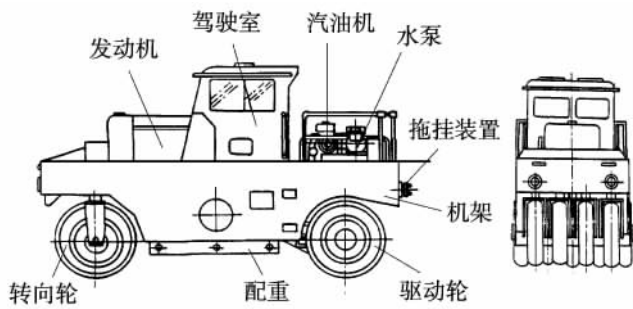
光轮压路机

光轮压路机按滚轮及轮轴数分为二轮二轴式和三轮二轴式,按整机质量又分为小型(3~5吨)、轻型(5~8吨)、中型(8~10吨)和重型(10~15吨、18~20吨)。

光轮压路机由发动机、传动系、行走系和操纵机构等组成。

光轮压路机具有结构简单、维修方便等优点,目前仍大量生产。为了提高光轮压路机的作业性能、操纵性能、安全性能和舒适性,其发展趋势是:采用大直径的滚轮、全轮驱动、液力机械传动和液压铰接式转向等技术,驾驶室内设空调装置,以改善驾驶员的工作条件。

轮胎压路机因采用充气橡胶轮胎而得名。轮胎压路机作业时,土壤与轮胎同时变形,相互间的接触面积大,压实效果好。此外,轮胎压路机的机动性好,便于自行转场。



轮胎压路机

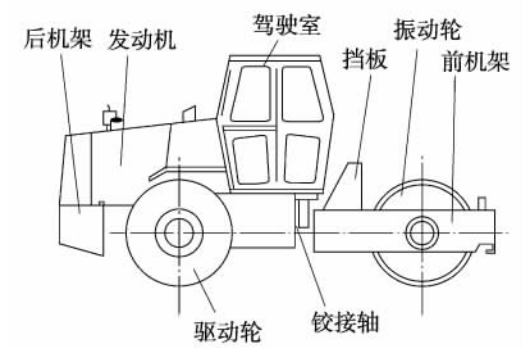
轮胎压路机的技术发展动向是:采用传动效率高的液力机械



传动或速度调节范围大的静液压传动,终传动改链传动为齿轮传动。机架采用三点支撑的液压悬挂,转向系采用铰接机架、折腰转向,前后轮采用垂直升降机构,以克服假象压实现象;采用宽幅轮胎,使前后轮有较大重叠度,接地压力分布均匀,提高压实平整度。

(2) 振动压路机:振动压路机利用其自身重力和激振力压实各种建筑和筑路材料,其线压力大,振动力影响深度大,可增加压实深度,减少压实遍数。

振动压路机按结构质量分为小型、轻型、中型、重型和超重型。按振动轮数又可以分为单轮振动式、双轮振动式和多轮振动式等。振动压路机总体结构因机型而各不相同,一般由发动机、传动系、行走系和操纵系统等组成。



振动压路机

随着液压技术和电子技术的成熟和应用,国内外振动压路机发展速度很快。今后振动压路机将朝着液压化、电子化、系列化和标准化方向发展,并努力提高操纵的舒适性,同时开发专用振动压路机。

上述压路机对铺筑层进行压实时,首先根据土壤性质和压路机技术性能确定压实厚度,然后分初压、复压和终压3个步骤进行。路基压实作业时,应遵循“先轻后重、先慢后快、先边后中”的原则。路面压实作业时,要切实保证横向接缝和纵向接缝的压实质量。

(3) 压路机的新发展:振动压路机(振动轮)在铺筑层上垂直往复跳动,会引起表层被压材料随滚轮一起跳动,其上层会出现松



弛状态。此外,表层粗粒材料会被击碎,影响压实效果;振动降低了驾驶者的舒适性,增加了压路机的故障率,造成对周围环境的污染。为了消除振动压路机的冲击振动带来的不良影响,工业发达国家开始探索新的压实理论和研制新型压路机。

振荡压实是利用振荡碾内的偏心机构激发的振荡压力波,使铺筑材料在水平面内承受连续交变剪切作用,土壤沿剪切力方向产生急剧变形,剪切面滑移错位,铺筑材料的颗粒互相填充、重新排列、嵌合楔紧,因此在反复循环的水平剪切应变和振荡压路机静荷载的共同作用下,在水平面和垂直面内同时压实。

为了提高压路机的技术性能,使碾压轮所产生的振动能更好地传递到地面,德国宝马(BOMAG)公司开发了多边形的钢轮。它有优异的深度效应,可以用于基层土壤的后期压实或将铺筑层的厚度提高一倍。多边形钢轮由同轴的3段8边形钢轮组成,相邻两段钢轮交错布置。钢轮两端有焊接的钢环,以防止中间段的钢轮棱角接地时钢轮倾斜,并使压路机在坚固的路面上转场时有较快的行驶速度。与常规的圆形钢轮不同,多边形钢轮有良好的自洁性能。此外,多边形钢轮内装有可变振幅激振器。这种新型的变幅系统在压实的不同阶段能自动检测所需的振动能量大小,并随之调整输出压力。

水泥路面严重破损以及路基也需要处理时,应拆掉旧路面,予以再生利用。南非兰公司经过40多年的研究,开发出一种技术成熟的大功率、连续式冲击压路机,其压实轮形状有3边形、4边形、5边形和6边形等,轮体有实体和空体(可充填)两种。

冲击压路机的压实能来自两方面:一是冲击轮的自重;二是冲击轮滚动时所产生的冲击能。

冲击压路机以全新的方式对路基进行深层压实和补强压实,具有许多明显优于常用压路机的特点,如可以显著提高路基的压实度、整体强度和承载力;可以加速路基的下沉,减少路基的工后沉降;能发现路基内部的缺陷;提高路基的均匀性、稳定性和防渗透性。



桥梁及隧道机械

(1) 桩工机械 :桩工机械是进行桩基础施工的桥梁机械。由于桩基础种类多 ,结构尺寸、入土深度各不相同 ,施工地质条件各异 ,所以桩土机械的品种、类型繁多。

由于桩基础按桩的制作分为预制桩和灌注桩两类 ,因此与其对应的桩工机械则分为预制桩施工机械和灌注桩施工机械。预制桩的施工一般采用打入法、振动法和压入法 3 种方法。其中 ,打入法所使用的桩工机械有落锤、柴油桩锤和液压桩锤等 ,振动法使用的是振动桩锤 ,而压入法则使用静压桩机。灌注桩的施工先要在土层中形成桩孔 ,然后在孔中灌注水泥混凝土。形成桩孔的方法有挤土成孔和取土成孔两种。挤土成孔法所使用的桩工机械是振动沉拔桩机、静压振拔桩机和锤击灌注桩机等 ,取土成孔法采用的桩工机械有螺旋钻孔机、回转斗钻孔机、全套管钻孔机、泥浆循环钻孔机和地下连续墙钻孔机等。

桩工机械的结构一般分为桩架和工作部件两部分。桩架大都可以通用 ,桩架上为工作部件导向的导轨尺寸是标准的 ,各种工作部件都可以使用。因此 ,一种桩架往往可以悬挂不同的工作部件和进行不同的打桩作业。工作部件包括各种桩锤、钻具等。

我国从 20 世纪 50 年代初开始了以仿制为主的桩工机械制造业 ,20 世纪 60 年代初开始组建桩工机械行业。从 20 世纪 60 年代中期到 20 世纪 70 年代末的 15 年间 ,是我国桩工机械行业发展、壮大的时期 ,生产桩工机械的企业增多 ,规模扩大 ,产品数量和品种增加 ,不仅满足了国内建设工程的需要 ,还有少量桩工机械出口。从 20 世纪 80 年代至今 ,在改革开放大好形势的推动下 ,广大科研人员积极研究新理论 ,引进新技术 ,开发新产品 ,采用新工艺 ,使桩工机械的产品质量有了显著提高 ,其技术进步主要表现在以下几个方面 :一是与施工工艺密切结合 ,开发研制了一批新产品 ,使桩工机械实现了系列化 ;二是采用计算机辅助设计方法、液压传动和机械振动等先进技术 ,使产品技术水平达到 20 世纪 90 年代初的国际先进水平 ;三是运用新原理、新结构 ,自主开发了独具特色的桩工机械。



(2) 架桥机械:架桥机械通常指架设钢筋水泥混凝土梁的架桥设备,主要包括龙门起重机、架桥机、造桥机、桥梁运输车等大型设备,以及卷扬机、千斤顶等小型器具。

龙门起重机的主要结构一般用万能杆件拼装而成,两台为一组。龙门起重机的工作机构有起重行车、走行台车和支撑机构等。随着梁型的发展,特别是公路特大桥、高速铁路桥选用箱形梁后,对起重重量有很高的要求,因此逐步采用了一些专门的龙门起重机。其主要特点是:大车运行采用双轨、单箱形主梁;主起升机构采用涡流调速,大车运行及小车牵引采用变频调速;整机采用行程中电缆卷筒供电;PLC控制等。

架桥机按结构形式分为悬臂式、简支式和导梁式等几种形式。其中,悬臂式架桥机因吊梁行走、轴重很大、重心较高、稳定性差等缺点,从20世纪60年代起已被其他形式的架桥机所取代。简支式架桥机一般由机臂、前后支撑、起重装置等几部分组成,作业时利用前后支撑与机臂构成一个简支梁受力体系,通过吊梁小车在机臂上的行走,提梁、移梁、落梁就位。导梁式架桥机一般由主机和导梁构成,主机(由机臂和支撑构成)具有起重功能,导梁具有纵向移动功能。导梁式架桥机利用吊梁小车提梁、纵向移动,以实现吊梁、移梁、落梁就位。

桥梁运输车分为轮轨式和轮胎式两种。一般整孔钢架和预应力钢筋混凝土梁由桥梁厂运往工地或由工地存梁场运往桥头架设地点,采用铁路专用运梁平车。工地短距离转移桥梁时,则采用运梁台车。由于轮胎式桥梁运输车的机动性好,对道路要求较简单,因此逐渐得到广泛应用。

造桥机是一种自带模板,利用模架梁支撑,对钢筋水泥混凝土梁进行逐孔现场浇筑的专用机械。实际上它是一种自动化程度较高的可自行移位的水泥混凝土制品工厂。

随着现代高速公路尤其是高速铁路的发展,人们对桥梁的要求越来越高,桥跨结构正在向高刚度、大跨度方向发展,例如混凝土箱梁每片长度达32米、质量达750吨,其制造、吊装、运输和架设已成为桥梁施工面临的最重要的课题之一。



(3) 起重机 起重机是用来对物料进行起吊、运输、装卸或安装等作业的专用机械。起重机的使用极为广泛,如交通建设、建筑安装、车站、码头、仓库和现代化港口的货物装卸等。

起重机的种类繁多,按起重量大小可分为小型(<12 吨)、中型($12\sim40$ 吨)、大型($40\sim100$ 吨)和特大型(>100 吨)4 种,按底盘结构可分为汽车式、轮胎式和履带式 3 种。它们的主要结构、行驶特点、作业性能和适用范围见表 4。

表 4 起重机的结构、性能及适用范围

项目	汽车式	轮胎式	履带式
主要构造	采用通用或专用的汽车底盘,有作业支腿,起重臂有桁臂式(自重轻)和箱形臂式,传动形式有机械、电力—机械和液压—机械式	采用专用轮胎式底盘,支腿一般在前后桥外侧,起重臂有桁臂式和箱形臂式,传动形式有机械、电力—机械和液压—机械式	多为履带挖掘机改装而成,一般没有支腿,大型起重机以桁臂式为主,中小型起重机以液压伸缩箱形臂式为主
行驶特点	可按汽车原有速度(≥ 50 千米/小时)行驶,灵活机动,能快速转移,转弯半径大,越野性能差	一般行驶速度较低(≤ 30 千米/小时),转弯半径小,越野性能好,上坡能力达到 $17\%\sim20\%$,机动性不如汽车式,但比履带式的好	行驶速度与履带式机械相同(≤ 10 千米/小时),越野性能好,爬坡能力强,牵引系数为轮胎式的 1.5 倍,但行驶时会破坏路面,不允许在正式公路和城市道路上行驶
作业性能	使用支腿吊重,主要在侧方或后方工作,能迅速投入使用,能经常做较长距离的转移	一般使用支腿吊重,在平坦的地方不用支腿,可以四面作业,可以吊重慢速行驶,不便于经常做长距离转移	可在泥泞、沼泽等软地施工,吊重行驶比较平稳,可以使用各种工作装置提高起重性能(起重量和起重高度等),但转移性能差
适用范围	适用于流动性较大的施工单位或临时分散的工地,以及露天的装卸作业	适用于比较固定的建筑工地,特别是作业场所比较狭窄的地方	适用于比较固定、地面条件较差的工作地点,是安装工作中的主要起重机械



通常,起重机由工作机构、金属机构、动力装置与操纵控制系统等组成,其中的工作机构常见的有起升机构、运行机构、回转机构和变幅机构,它们是为实现起重机不同作业要求而设置的。依靠这4个机构的复合运动,起重机可以在作业范围内的任何位置进行物料的起吊与装卸。

我国从1953年开始生产起重机,通过科研人员的多年努力,特别是从20世纪80年代开始,积极引进国外先进技术或技术合作,使我国起重机的科学研究、开发研制新产品等各方面工作取得了突飞猛进的成绩,现在已批量生产LTM系列各种规格的产品,缩小了与世界先进水平的差距。

工业发达国家生产起重机的历史较长,其生产规模大,产品性能优越。目前主要应用的先进技术包括:① 综合应用机电液一体化技术,以提高作业效率、节约能源和降低故障等。② 采用电子控制自动换挡,一方面提高发动机的功率利用率,降低其燃油消耗;另一方面提高起重机的动力性和经济性。③ 应用电子监控系统,自动显示实际起重量、负载率、作业半径、吊钩起升高度、上车回转角度、吊臂倾斜角度和伸出长度等技术参数。④ 采用电子控制装置,以精确控制起重物的起升高度,完成高精度吊装作业,提高作业效率,保证施工质量。

(4) 凿岩台车及盾构:我国的铁路、公路、大中型水电站建设以及城市地铁交通、环境治理、各种管线铺设等均有大量的地下工程,都需要采用先进、高效、安全可靠的隧道机械。

隧道按其所处的地理位置分为山岭隧道、水底隧道和城市交通隧道等几种类型。隧道结构包括主体建筑物和附属建筑物,其中的主体建筑物由洞身衬砌和洞门两部分组成。由于隧道的类型、结构不同,使用的施工机械也不同,但大体上包括土石方机械、桩工机械和隧道机械三类,其中的隧道机械见表5。



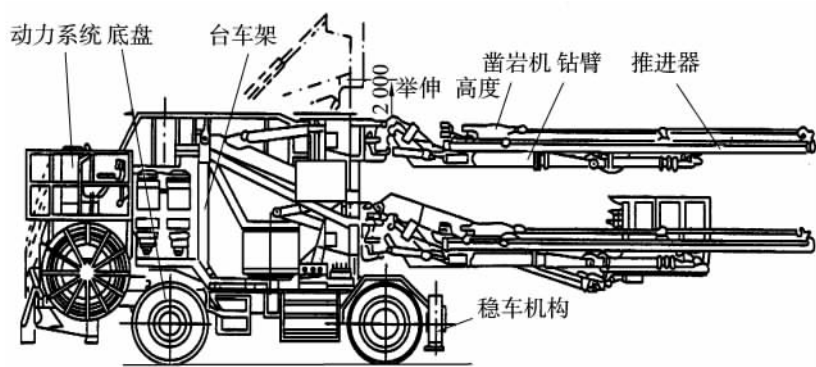
表 5

隧道机械

隧道施工机械	通风及供电设备				
	沉埋管段施工法机械				
	暗挖施工法机械	钻爆开挖法机械	穿孔机械	风动凿岩机	
				液压凿岩机	
				凿岩台车	
			装药台车		
			找顶及清底机械		
			初次支护机械	锚杆台车	
				混凝土喷射机	
				混凝土喷射机械手	
			注浆机械(包括钻孔机和注浆泵管)		
			装渣机械(包括装载机、立爪扒渣机、蟹爪扒渣机、挖掘机、挖掘装载机等)		
		运输机械(包括自卸车、矿车、电瓶车等)			
		二次支护机械	模板衬砌台车		
			混凝土机械		
		机械掘进法机械	全断面挖掘机(TBM)		
			悬臂掘进机(EPB)		
	液压破碎锤				
	盾构法机械				

① 凿岩台车 :凿岩台车是隧道工程不可缺少的隧道机械之一 ,它有全断面台车、半断面台车及导坑台车等多种类型。凿岩台车具有节省劳动力 ,劳动强度低 ,钻孔速度快 ,定向性好 ,可提高作业效率 ,机动性好 ,便于采用自动化控制等优点。

凿岩台车由钻臂、推进器、底盘、台车架、稳车机构、风水系统、液压系统和操纵系统等组成。其中的钻臂是凿岩台车的核心部件 ,它支撑着凿岩机按规定的炮孔位置打孔 ,又能给予凿岩机一定的推进力。

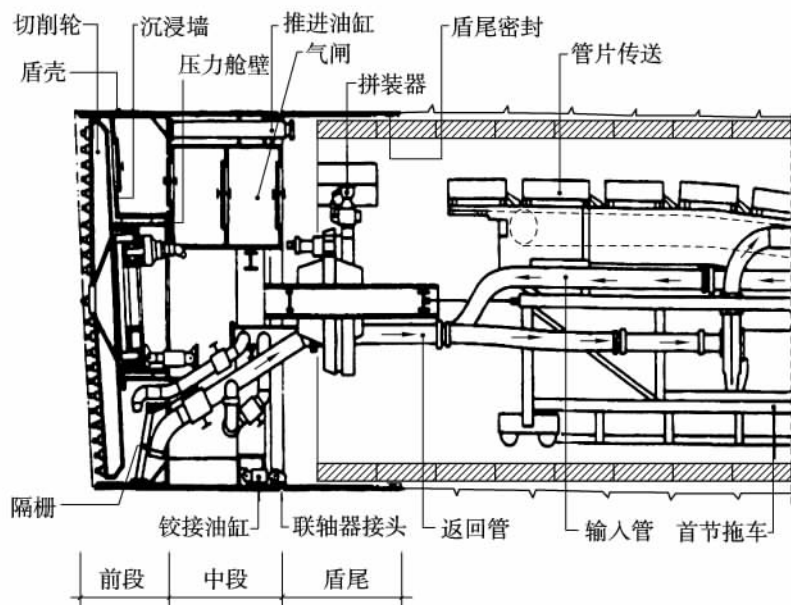


凿岩台车

悬臂掘进机是一种隧道施工中能够进行截割、装载、转载运输和喷雾除尘的联合机组,它有重型、中型和轻型3个等级。悬臂掘进机与全断面掘进机相比,它可以开挖任何断面形状的隧道,并且可以进行全断面开挖、小台阶开挖、上半断面开挖等多种方法的施工。

② 盾构:盾构是一种集开挖、支护和衬砌等多种作业于一体的大型隧道施工机械,是用钢板做成圆筒形的结构物,开挖隧道时作为临时支护,并在筒形结构内安装开挖、运渣、拼装隧道衬砌的机械手及动力站等装置,以便能安全作业。它主要用于软弱、复杂等地层的铁路隧道、公路隧道、城市地铁等工程施工。利用盾构施工是目前世界上修建隧道最先进的施工方法。目前常用的液力盾构的结构组成。

我国生产隧道机械的起步时间不算很晚,并且1980年自行研制的液压凿岩台车的技术性能也具有一定的代表性。但直到20世纪80年代,我国的隧道机械才开始进入实用和成熟阶段。目前我国科技人员正致力于隧道机械的计算机导向和全自动控制的理论研究和新产品开发。



液力盾构的结构组成

国外生产隧道机械的历史较长,其产品的生产规模与数量、品种与类型、技术性能等均已达到较高的水平。国外隧道机械的主要特点是:产品规格齐全,使用范围广泛;产品改进和更新换代快;功率大,自动化程度高。目前国外隧道机械已进入大型化、多样化的时代,正朝着机电液一体化、操作与控制全自动化的方向发展。

四、客货运站场

交通主枢纽与集疏运中心

交通主枢纽是在两条或者两条以上公路主骨架、水运主通道、铁路和航空干线的交会、衔接处形成的,具有运输组织、中转、装卸、仓储、信息服务以及其他服务功能的综合性设施。交通主枢纽是国家或地区交通运输系统的重要组成部分,是不同运输方式的交通网络相邻路径的交会点,是由若干种运输所连接的固定设备和移动设备组成的整体,共同承担着枢纽所在区域的直通作业、中转作业、枢纽作业,以及城市对外交通的相关作业等重要功能。



就区域位置来说,交通主枢纽是指在一定地区范围内交通运输网络的中心或节点,所以有些地方也将交通枢纽称为集疏运中心。交通枢纽对于区域开发具有重大的推动作用,交通枢纽所在地点经常会成为区域性中心城市。受其辐射影响,腹地地区的城市化进程会有所加快,区域城镇体系及其职能分工格局也往往会相应地发生变化。交通枢纽的这些影响,从经济角度看,对于区域经济的发展有着巨大的推动作用。

随着世界经济的飞速发展,当今的交通运输发展格局已经和以前大为不同,对综合交通运输系统的要求越来越高。现代交通运输系统已是铁路、公路、水路、管道和航空几种交通运输方式的有机组合,以节点的形式构成合理的交通网络,以适应现代交通运输的需求。在综合运输系统中,港站作为交通运输枢纽的基本要素,其运输通过能力受与之连接的几种运输方式、运输能力的制约;与之相对的是,港站的运输通过能力也会影响到其他各与之相连的各种运输方式、运输能力的发挥。因此,交通港站在整个综合运输系统中占有非常重要的地位。

随着人民生活水平的提高,人们对生产性出行和消费性出行的需求日益增长。跨区域跨国境公务、商务和消费性旅行已成为发展趋势,对客运的速度、安全、舒适性、中转方便程度以及服务水平提出了越来越高的要求。因此,对交通运输客运港站和运输方式衔接的要求提出了前所未有的挑战。同时,在经济日益全球化的今天,现代物流作为第三利润来源和第三产业的重要组成部分,正在受到日益广泛的重视,并面临着前所未有的发展机遇。现代物流在我国的高速发展,为我国货运交通港站的发展不断“加油”,使之业务逐渐趋于一体化。目前,大多数重要港站均位于海、陆、空三位一体运输方式的交会点上,其商品原材料从开采到生产加工、配送营销,直至废弃物回收处理,可以形成一条典型的物流供应链。这是一种全新的业务运作和经营模式。这种新模式的应用给港站发展注入了新的生机和活力,并使港站在现代物流中的核心作用越来越明显。港站是国际物流供应链的主要环节,能够提供快速、可靠、灵活的综合物流经营服务。



交通枢纽的形成成为港站建设带来了契机,千吨级的内河码头、万吨级的沿海码头不断出现,新的物流园区、物流中心在规划建设,大型机场在迁建、扩建,新的或扩建的铁路、公路客运站场沿线而立,交通基础设施建设正进入一个辉煌的黄金时期。

客运站场

客运站场是旅客运输工具和旅客集散的场所,是重要的社会公益设施,是使旅客产生空间位移的起点与终点。汽车客运站、火车站、客运码头、空港,不仅是交通运输的重要枢纽,而且是城镇的精神文明和物质文明建设的“窗口”。在旅客运输过程中,客运站始终起着组织、协调、指挥、服务的重要作用。世界各国对客运站站址的选择,设施、设备的完善与现代化,以及管理水平的提高等十分重视。

客运站场集客货运输组织与管理、多式联运、装卸仓储、信息网络、综合服务与运输市场管理于一体,把无形的旅客运输市场变为有形的市场,把车主、旅客和运输管理部门的利益有效地结合起来,促使旅客运输健康而有序地发展。客运站最主要的功能是运输组织管理,其内涵包括:

① 客运生产组织管理:包括发售客票、办理行包托取、候车服务、问讯、小件寄存、广播通讯、检验车船(机)票等为组织旅客上下车船(机)而提供的各种服务与管理工作;为车辆、船、飞机安排运营班次或航班、制定发车时刻、提供维修服务与管理;为司乘人员、船员或机组人员提供食宿服务等。

② 客流组织与管理:客运站场通过生产组织与管理,收集客流信息和客流变化规律资料,根据旅客流量、流向、类别等,合理安排营运线路或航班,开辟新的班线、航线与班次,以良好的服务和攻关活动吸引新客源。

③ 运行组织与管理:包括办理客车、客船、客机的到发手续,组织车、船、飞机按班次时刻表准点正班出发,利用通讯手段掌握营运线路的通阻情况,向司乘人员提供线路通阻信息,发现问题及时与有关方面联系,并采取必要的措施,会同有关部门处理客运事故,组织救援,疏散旅客等。



按照运输方式,客运站场可分为汽车客运站、铁路客运站、水路客运码头、航空机场。汽车客运量在客运总量中所占的比重已超过 90%,所以汽车客运站在旅客运输中发挥着重要作用。根据人、财、物三权隶属关系,汽车客运站划分为公用型车站和自用型车站。公用型车站又称为开放型汽车站,这类车站一般由国家投资或所在地交通管理部门筹资兴建。它具有法人地位,自主经营,独立核算,本身无从事营运的自备车辆,专门为客运经营者提供站务服务。同时面向全社会开放,全方位、多功能地为客运行业服务。自用型车站分为自办站和代办站。自办站系由汽车运输企业自筹资金兴建的,专门为自有客车和与本企业有协议对开的经营者提供站务服务的客运站;代办站一般是业务量不大,任务单一,尚不具备建站条件的旅客集散点。其设站程序由县级车站与当地乡镇、乡村或企、事业单位协商条件、签订合同、委托代办。山东省交通运输集团下设 7 个客运站,分别位于济南市区及所属市县,其中济南长途汽车总站是全国最大的客运站,旅客发送量、发车班次、售票收入均居全国同类客运站之首,被中国企业联合会、中国企业家协会认证为“中国企业新记录”,赢得了“中华第一站”的美誉。

货运站场

货运站场是一个交通运输行业的通俗名称,泛指货物集结和待装运、转运的场所,规模可大可小,功能有的完善、有的简单,没有严格的定义。

货运站场按照运输方式分为公路货运站、铁路货运站、空运货运站、货运码头。随着多式联运和集装箱运输的兴起,按货运站的功能划分更为合理,如集装箱货运站(CFS)是拼箱货物拆箱、装箱、办理交接的场所,配载中心是为空车和轻载车寻找合适货物的场所,零担货运站是经营零担货物运输的服务单位和零担货物的集散场所。这些货运站场虽然形式和规模上差别很大,但其核心业务都是货物运输组织。

随着近年来物流概念的兴起和政府、企业对物流的重视,很多货运站场改称为物流中心,引起了一些概念混淆。现在大至一个



城市或区域的、行业的货物周转中心,小至一个生产或运输企业的仓库都被称为物流中心,造成了物流中心的泛滥,而按国家标准定义,真正能被称为物流中心的并不多。物流中心是从事物流活动的场所或组织,应基本符合下列要求:主要面向社会服务;物流功能健全;有完善的信息网络,辐射范围广;少品种、大批量;存储、吞吐能力强;物流业务统一经营、管理。另外,还有一种物流场所配送中心,它是从事配送业务的物流场所或组织,应基本符合下列要求:主要为特定的用户服务;配送功能健全;有完善的信息网络,辐射范围小;多品种、小批量;以配送为主,储存为辅。

随着市场的需要,货运站场的功能从简单的货物集结、转运拓展到配送、流通加工甚至信息服务,有的配载中心、零担货运站就已经是配送中心。货运站场的功能主要包括以下3个方面:

(1) 物流过程的连接点:公路货物集散中心是连接长途运输和短途配送的中转基地;港口码头、货运站、机场等则是公路与铁路、水路、空运等各种运输手段的连接点。在这种情况下,货运站场必须具有接单、拣货、分装、倒装、运输配送的综合功能。

(2) 商流活动的连接点:货运站场是生产厂家、批发商和零售商之间的连接点;具有保管、库存调节、流通加工(拆零、配货、贴标签)、信息处理等功能。

(3) 国际物流活动的连接点:有的货运站场是连接国内物流和国际物流的据点,应具有进口代理和通关报检功能、保税等特殊功能。

物流园区

物流园区是指众多物流企业聚集在一起,实行专业化和规模化经营,发挥整体优势,促进物流技术和服务水平的提高,共享相关设施,降低运营成本,提高规模效益。物流园区最早出现在日本东京,近10年来,在欧洲一些国家也开始出现。之所以建设物流园区,是政府从城市整体利益出发,为解决物流量增加所带来的城市功能紊乱、交通拥挤、环境恶化等问题,在郊区或城乡结合部交通主干道附近专辟用地,规划建设物流园区,通过提供各种优惠政策,完善各项基础和服务设施,吸引大型物流企业在此聚集,实现



物流业发展与城市环境要求的结合与统一。

物流园区是一个空间概念,是指集中连片的相同或相关产业用地,并且实行统一的物业管理,与工业园区、科技园区类似。物流园区主要有以下特征:

(1) 集中成片的物流用地:既然是园区,就应该有成片的土地。这些土地是城市规划的一部分,承担城市物流功能。

(2) 完善的物流服务功能:能实现货物运输、分拣包装、储存保管、集疏中转、信息服务、货物配载、业务受理、通关保税等各种物流服务功能。

(3) 众多的物流企业:就像高新技术开发区汇集有很多高新技术企业一样,物流园区汇集了众多的物流企业,这些物流企业之间功能互补,可以发挥整体优势。

(4) 统一的物业管理:由于园区用地、基础设施甚至信息平台是众多物流企业共享的,需要统一管理,降低投资与运营费用,因此,一般由专业物业管理公司为物流企业提供物业服务。

(5) 一定的政策环境:为吸引物流企业进入园区,物流园区一般都享受一定的优惠政策,如低廉的土地使用费与房屋租金、税收与管理费用的减免、贷款支持等。物流园区的职能分为两个方面:一是代表政府发挥管理职能,二是物流服务职能。

物流园区按其功能分为区域物流组织型园区、商贸型物流园区、运输枢纽型物流园区和综合型物流园区。区域物流组织型园区的功能是满足所在区域的物流需求,代表政府对物流企业实行集中、及时、有效的组织管理,为物流企业服务。商贸型物流园区围绕大型商贸市场,为商贸企业提供物流服务,为所在区域或特定商品的贸易活动创造集中交易、运输、配送等服务。商贸型物流园区大部分定位在传统、优势商品集散地,主要作用是扩大交易规模,降低交易成本。运输枢纽型物流园区位于不同运输方式的交汇处,提供港口服务、水运、空运、铁路、公路运输之间的货物转运,发挥运输枢纽作用。综合型物流园区兼具区域物流组织、商贸流通、运输枢纽等多种功能,为生产企业和消费者服务,但这种综合不一定是所有功能的综合,往往是上述诸多功能的不同组合。



物流园区的未来

未来的物流园区呈现如下特点：

(1) 物流园区建设的专业化、信息化、智能化 :物流园区将成为支持世界经济、国际贸易发展的国际流通体系中的重要组成部分 ,成为连接全世界生产、交换、分配和消费的中心环节。随着货运量的不断增加 ,货物运输和装载运具标准化、集装箱化、包装标准化的大大提高 ,要求物流园区作业的专业化水平进一步提高 ,同时随着科学技术的进步和用户需求的增长 ,为用户提供人性化、高效化、自动化、智能化的服务已更为迫切。未来的物流园区将广泛采用无线互联网技术、卫星定位技术(GPS)、地理信息系统(GIS)和射频标识技术(RF)、条码技术等 ,自动引导小车技术(AGV)和搬运机器人技术等也将得到进一步的推广应用。

(2) 物流园区服务功能的一体化 :现代物流业的兴起 ,使得整个物流作业将疏运、装卸、储存、配送、运输、信息等业务合为一体 ,要求物流园区能为入驻园区的物流企业提供一体化服务 ,将用户、物流企业、园区的站场有机联系起来 ,为高效、快捷、经济、安全地完成物流服务的全过程发挥作用。

(3) 物流园区的绿色化 :物流虽然促进了经济的发展 ,但是物流的发展同时也会给城市环境带来负面影响 ,如运输工具的噪声、污染排放、对交通的阻塞等 ,以及生产和生活中废弃物的不当处理所造成的对环境的影响。为此 ,对物流提出了新的要求 ,即绿色物流。

物流园区的绿色化主要包含两个方面 :一是对物流系统污染进行控制 ,即在物流系统和物流活动的规划与决策中 ,尽量采用对环境污染小的方案 ;在发达国家 ,政府倡导绿色物流的对策是在污染发生源、交通量、交通流等 3 个方面制定相关政策。绿色物流园区的另一面就是物流园区的建设和运作以节约资源为原则。

(4) 物流园区的标准化 :物流标准化是指以物流为一个大系统 ,制定系统内部设施、机械装备等技术标准和包装、装卸、运输、配送等各类作业和管理标准 ,以及作为现代物流突出特征的物流信息标准 ,并形成全国乃至与国际接轨的标准化体系。例如 ,物流



技术标准,包括各种机械装备、专用工具、设施、托盘、货架、条码等方面的标准;物流工作标准,包括包装、装卸、运输等各类工作标准;包括物流专业单位标准,包括核算和统计标准等。

我国已颁布了物流标准术语、物流企业分类及评估标准等一系列物流行业标准,国家物流职业技能标准也将很快颁布,这些标准的实施将有利于统一物流理念、物流管理与作业活动。国际上的标准化组织已经制定和实施了一系列国际上公认和通用的物流标准,如 ISO 中央秘书处制定的物流基础模数为 600 毫米 $\times$ 400 毫米。我国在促进和推动物流标准化体系建设过程中,应该积极借鉴和参考国际已定标准,这样既能加快我国物流标准化的建设步伐,也是顺应全球经济一体化的要求。未来物流园区的建设、管理、运作都将实现标准化。

五、铁 路

铁路发展简史

世界铁路发展大致经历了初创、高潮、鼎盛、衰退、调整、复苏这样一条轨迹。

世界上第一条由动力机械牵引的公用铁路于 1825 年 9 月 27 日在英国建成投入使用。紧随其后,美国在 1927 年建成美洲的第一条公用铁路。到 1839 年以前,共有 9 个欧洲国家和 3 个美洲国家相继修建了长度共计 15 万千米以上铁路,这是世界铁路的初创时期。

1840~1900 年是铁路建设的高潮时期。共有 70 多个国家拥有铁路,里程总数接近 100 万千米。铁路的发展对各国社会进步起到了重要作用。

20 世纪的头 40 年,铁路建设达到了鼎盛时期。第二次世界大战结束后,由于工业发达国家的公路和航空运输业蓬勃兴起,铁路客货运比重不断下降。由于经营亏损,一些国家(美国和西欧)撤除、封闭了一些标准低、运量小、盲目建设的铁路,仅美国就减少了 20 余万千米的铁路。世界铁路的发展处于衰退时期,这时已有人



称铁路是“夕阳产业”。

自 20 世纪 60 年代后期起,铁路采用新的技术装备,从而进入调整期。特别是 1973 年世界爆发了能源危机之后,铁路建设又进入新的高潮。1960~1980 年间,建成的铁路有 4 万多千米,大多是为了开发能源、开辟海陆通道或开展高速客货运输。已有铁路的技术改造普遍得到重视,以适应高密度、高速度、重载的需要,铁路建设开始振兴。根据 2003 年《国际统计年鉴》的记载,41 个主要国家的铁路营业总里程约为 80 万千米,其中电气化铁路 19.4 万千米。同时,世界各大洲铁路货物运输和旅客运输也呈现出不同的特点:一是以美国、加拿大为代表(包括澳大利亚、巴西)的北美运输方式,其特点是列车质量大、密度小,线路负荷水平低,以货为主;二是以前苏联为代表的列车运输方式,其特点是列车质量大、密度高,客货兼顾,是世界上最强大的铁路运输系统;三是以英国为代表的西欧、日本运输方式,其特点是质量小、密度大,以客为主。

自 20 世纪 60 年代西方国家实施一系列的铁路技术革新以来,铁路又进入了一个新的建设高潮。铁路技术的发展方向是:旅客运输高速化、快速化,货物运输重载化、快捷化,运营管理信息化,安全装备系统化,工程建设现代化,经营管理科学化。

中国铁路的发展

西方国家修筑铁路的消息传到中国后,当时的爱国志士林则徐、魏源、徐继畲等人先后著书立说介绍铁路,清朝政界出现了阵线分明的两大派别:一派认为修铁路可以兴国,主张修建铁路;另一派则认为修筑铁路弊大于利,极力反对。两派展开了持续数年的大争论。1840 年鸦片战争之后,英国及西方列强接踵而至,他们纷纷要求在中国修筑铁路,但都被清朝政府拒绝了。1876 年 7 月,英国在华的怡和商行偷偷地在中国上海修建了 14.5 千米的淞沪铁路,不久就被清政府发现并拆除。事实证明,铁路的出现极大地提高了劳动生产率。5 年后,在清政府洋务派的主持下,于 1881 年开始修建唐山—胥各庄铁路,从而揭开了中国自主修建铁路的序幕。中国铁路建设起步十分艰难,阻力也很大,到 1894 年中日甲午战争前夕,仅修建约 400 千米的铁路。我国开始修筑铁路比世界上



第一条铁路晚了 50 多年。

甲午战争使腐败的清政府被日本打败,朝野上下忧心忡忡,并误认为是缺乏铁路所致。因此,清政府提出要加快修筑铁路,于 1896 年 10 月成立了铁路总公司,负责官督商办,举借外债,借款筑路。1898 年 8 月,清政府设立矿务铁路总局,加强对铁路的统一规划与管理。从 1900 年到 1911 年清王朝覆灭,是中国铁路历史上的第一次筑路高潮,也是“借债筑路”的高潮。帝国主义列强早已把魔爪伸向中国,妄图通过各种方式来控制我国铁路,遭到了广大中国民众的反对。外国列强对在中国筑路权的争夺越是激烈,国内要求自建铁路的呼声就越高。1905 年,清政府几经周折,决定自行修筑一条由北京至张家口的京张铁路。我国近代杰出的爱国工程师詹天佑出任京张铁路总工程师。京张铁路的建设工程非常艰巨,要穿越南口关沟一带的峻岭幽谷,要凿通居庸关、八达岭等共长 1 600 多米的 4 个隧道,这在当时的条件下显然是十分困难的。帝国主义列强和国内的官僚买办们根本不相信中国人能够修建这条铁路,甚至嘲笑说:“建筑这条铁路的中国工程师恐怕还没出世呢!”詹天佑和京张铁路的建设者们终于用自己的勤劳、才智和卓越成就,用了 4 年的时间建成了京张铁路,揭开了中国铁路建筑史上崭新的一页。

1911 年爆发的辛亥革命推翻了清政府,1912 年建立了“中华民国”,但革命果实被北洋军阀袁世凯篡夺,他在短短的几年间,通过与西方帝国主义各国签订铁路借款合同,使中国丧失了 11 条铁路的主权。

旧中国的腐朽统治致使山河破碎、民不聊生,中国铁路的发展经历了极为艰难的路程。从 1876 年我国第一条铁路的出现到 1949 年,在这漫长的 70 多年间,我国修筑铁路只有 2.1 万千米,平均每年不到 300 千米。而这 2.1 万千米的铁路也已是千疮百孔,只有 1.1 万千米能够勉强通车。中国铁路在呻吟!令人难忘的是,新中国铁路工人是在中国共产党领导下具有斗争精神的队伍。早在 1923 年 2 月 7 日,他们就爆发了京汉铁路工人大罢工,沉重打击了反动军阀的统治势力。

1949 年 10 月 1 日,北京天安门广场人山人海,彩旗飘扬,鲜艳



的五星红旗迎风招展,毛主席登上天安门城楼向全世界庄严宣告:“中国人民从此站起来了!”饱经苦难、创伤和屈辱的旧中国铁路,终于在社会主义的阳光照耀下获得了新的生命。

刚刚获得解放的人民群众迸发出极大的政治热情,恢复生产建设祖国的积极性空前高涨。1949年,原计划修复铁路2 700多千米,到年终却修复了8 300多千米,是原计划的3倍。党和国家把发展铁路事业摆在十分重要的位置。新中国诞生不久,在邓小平、贺龙同志的亲切关怀和指导下,旧中国“筹建”了40多年而一事无成的成(都)渝(重庆)铁路动工兴建。为了从根本上改变西南地区交通闭塞的状况,久经征战的人民子弟兵,戎装未洗,又高举起“开路先锋”的大旗,从战场走向筑路工地,投入到轰轰烈烈的铁路建设之中。1952年7月,新中国诞生后修建的第一条铁路,全长505千米的成渝铁路建成通车。成渝铁路开工之后,整治和修建的宝(鸡)天(水)、宝(鸡)成(都)、天(水)兰(州)、兰(州)新(疆)、包(头)兰(州)铁路相继开工,并修复或建成通车。祖国大地一片生机盎然,掀起了波澜壮阔的铁路建设大会战。

我国铁路事业的发展倾注了老一辈党和国家领导人的心血。1958年7月,中原大地天降大雨,洪水暴发冲毁了郑州黄河大桥。党中央、国务院十分关心大桥的抢修工作,周恩来总理亲自来到工地,同工人、干部共同研究方案,亲临一线指挥抢险,为了大动脉的畅通呕心沥血。1957年,武汉长江大桥建成通车,毛泽东主席挥笔题词:“一桥飞架南北,天堑变通途。”极大地鼓舞了中国铁路的建设者们,他们自行设计、施工建成了更为壮观的南京长江大桥,成为世界上享有盛誉的特大桥之一。大桥全长1 570多米,连接着津浦、沪宁两条铁路干线,在滔滔的长江上长虹飞跨,把祖国的锦绣河山装点得更加绚丽多彩。

随着旅客列车速度的不断提高,铁道部坚持从实际出发,调整生产布局,使之更加科学合理。在货运列车中以增加载重为主线扩大运输能力,最大限度地满足市场需要。目前,我国铁路已开行有万吨、9 000吨货物列车,京广、陇海等干线大量开行5 000吨重载列车。如今,我国铁路事业在改革开放政策的指引下,进入了跨



越式发展的历史时期,新一代铁路建设大军正以高昂的斗志迎接新的挑战。

城市轨道交通

城市轨道交通是指城市中有轨的大运量的公共交通运输系统。目前国际轨道交通有地铁、轻轨、市郊铁路、有轨电车以及磁悬浮列车等多种类型。

从 1863 年英国伦敦建成第一条地下铁道至今,不少城市如伦敦、巴黎、纽约、东京、莫斯科已形成四通八达的地铁线网,运量占交通量的 50% 以上。相对于其他的公共交通来说,轨道交通在运量、速度、运行方式等方面具有明显的优势,对于减轻大城市空气污染、缓解交通拥挤、提高运行速度等起到了很好的作用。在我国,北京地铁 1969 年首先开始运营,20 世纪 90 年代,上海和广州地铁也相继建成并开始运营,目前已经有 20 多个城市在申请建设地铁。在“十五”规划中,国家首次提出了要发展城市轨道交通,《国家产业技术政策》也明确指出:“在百万人以上的城市,要优先发展以轨道交通为主的公共交通系统。”我国的轨道交通必将迎来新的发展高潮。从 1969 年 10 月 1 日北京地铁的第一条线路开通以来,我国的轨道交通经历了 30 多年的时间。截至 2005 年年底,北京、上海、广州、天津、大连等 20 多个城市在建、准备建设和规划中的轨道交通线,线路总长超过 4 000 千米,预计到 2050 年,我国城市轨道交通线路总长将超过 4 500 千米。



北京地铁



高速铁路

高速铁路是指运行速度达到 200 千米/小时以上的客运专线,按其列车的支撑和推进原理,可以分为轮轨式和磁悬浮式。

目前世界上投入商业运营的高速铁路都是轮轨式的,其最高试验速度已达 515.3 千米/小时(法国大西洋线)。自 1964 年世界上第一条高速铁路——日本东海道新干线问世以来,高速铁路以其运能大、速度快、安全性能好、占地少、能耗省、污染轻及成本低等优势而展现了强大的生命力,与高速公路和航空运输相比,其优势运距为 300 ~ 1 500 千米。继日本、法国、德国、意大利、西班牙、比利时等国家相继建成 4 600 余千米高速铁路后,世界上正在建设和已立项准备建设的新线有 45 条,总长为 1.1 万千米。

磁悬浮的构想是由德国工程师赫尔曼·肯佩尔于 1922 年首先提出的,磁悬浮列车包含有两项基本技术:一项是使列车悬浮起来的电磁系统;另一项是用于牵引的直线电动机。1934 年,德国人获得世界上第一项磁悬浮技术专利。1971 年,制造出了世界上第一台功能较强的磁悬浮列车。现在只有日本和德国分别建成了长度为 18.4 千米和 31.5 千米的磁悬浮试验线。世界上第一条投入商业运行的磁悬浮列车 2002 年在我国上海建成通车,2004 年投入商业运行。

铁路线路的分类

铁路线路是机车车辆和列车运行的基础。铁路线路分为正线、站线、段管线、岔线及特别用途线。

正线是指连接车站并贯穿或直股伸入车站的线路。正线在通过型车站比较好辨认,其一,由于它贯穿车站,通过列车多,所以通常很光亮,磨损也很大;其二,它直接与站外区间线路连接,一般不用道岔。站线是指站内除正线以外的到发线、调车线、牵出线、货物线及站内指定用途的其他线路。到发线用于接发客车和货车。调车线用于车列解体、编组,并停放车辆。牵出线用于调车作业时,将车辆牵引出去。货物线用于货物装卸作业的货车停留。站内指定用途的其他线路包括机车走行线、车辆站修线、驼峰迂回线及驼



峰禁溜线等。段管线是指机务、车辆、工务、电务等段专用,并由其管理的线路。岔线是指在区间或站内接轨,通向路内外单位的专用线路。特别用途线是指安全线和避难线。为防止列车或机车、车辆进入另一列车运行线,防止进站停车的列车驶过警冲标进入区间,在支线与正线或到发线衔接处铺设的有效长度不小于50米的尽头线,叫做安全线。为防止在陡坡上失去控制的列车发生冲突或颠覆,根据线路情况,计算确定在区间或站内设置避难线,避难线一般设计为有较大的上升坡度,以减缓失控列车的速度。

铁路线路的组成

铁路线路是由路基、桥隧建筑物(包括桥梁、涵洞、隧道等)和轨道(包括钢轨、联结零件、轨枕、道床、防爬设备和道岔等)组成的一个整体工程结构。

路基是铁路线路承受轨道和列车荷载的基础结构物。按地形条件及线路平面和纵断面设计要求,路基横断面可以修成路堤、路堑和半路堑3种基本形式。

轨道是列车运行的基础。轨道引导列车行驶方向,承受机车车辆的压力,并把压力扩散到路基或桥隧结构物上。轨道主要由钢轨、联结零件、轨枕、道床、防爬设备以及道床等组成。道床是铺在路基面上的道碴层。在道床上铺设轨枕,在轨枕上架设钢轨。相邻两节钢轨的端部以及钢轨和钢轨之间用联结零件互相扣连。在线路和线路的联结处铺设道岔。

铁路车站

车站是铁路运输的基本生产单位,它集中了与运输有关的各项技术设备,并参与整个运输过程的各个作业环节。车站是有配线的分界点。按技术作业性质分为中间站、区段站、编组站;按服务性质分为客运站、货运站、客货运站;按等级分为特等站、一等站、二等站、三等站、四等站、五等站。在车站内除有与区间直接连通的正线外,还有供接发列车用的到发线,供解体和编组列车用的调车线、牵出线,供货物装卸作业的货物线,为保证安全设置的安全线、避难线,以及供其他各种作业使用的线路,如机车走行线、存



车线、检修线等。

济南铁路局地处华东,东临黄海,西依中原。管辖京沪、京九干线中段,陇海干线东段,以及胶济等十几条干支线,分别连接青岛、烟台、日照、连云港四大港口,是我国东部经济发展和外贸运输的重要通道,是亚欧大陆桥的东方桥头堡。管内铁路跨及山东全境和江苏、安徽、河南三省部分地区,总营业里程 2 793.4 千米。管内现有车站 334 个,其中特等站 4 个(济南、济南东、徐州北、青岛),一等站 8 个,二等站 33 个,三等站 50 个,四等站 219 个,五等站 5 个。

铁路枢纽

铁路枢纽是在铁路网点或铁路网端,由各种铁路线路、专业车站以及其他为运输服务的设备组成的技术设备总称。

铁路枢纽是客货流从一条铁路线转运到另一条铁路线的中转地区,也是城市、工业区客货到发和联运的地区。它除办理枢纽内各种车站的有关作业外,在货物运输方面,还办理各方向间的中转和改编,以及枢纽地区车流交换的列车作业。在旅客运输方面,办理直通、管内和市郊旅客列车有关的运转作业。此外,还要提供列车动力和进行机车车辆的检修等作业。

铁路枢纽内一般应具备的设备:一是铁路线路,包括引入线、联络线、环线和工业企业专用线等;二是车站,包括客运站、货运站、编组站、工业站和港湾站等;三是疏解设备,包括铁路线路间的平交和立交疏解、铁路线路与城市道路的道口和立交桥等;四是其他设备,包括机务段、车辆段、客车整备所等。

铁路信号

从铁路行车的第一天起,保证行车安全就成为首要问题。火车只能在固定的轨道上行驶,如果在同一位置同时出现“第二者”,后果不堪设想。

火车是在英国发明的,最早的列车是由一位带绅士礼帽、穿黑大衣和白裤子的铁路员工骑马在前面引导运行的。他边跑边以各种手势发出信号,就像现在的交警指挥汽车一样。当然这只能是在白天行车,每小时才走 10 千米。后来发明了用长方形板子做信



号 横向是停车 ,顺向为行进。夜间则以灯光显示 ,红灯停 ,白灯行。1841 年 ,英国人古利高里发明了长方形的臂板式信号机 ,它安装在一个高柱子上 ,以臂板放水平位表示停车 ,向下倾斜 45° 表示行进。夜间仍用红灯、白灯做信号 ,表示停或行 ,由于白灯容易与住家灯光混淆 ,后改为绿灯 ,后来还增加了黄灯表示注意或减速。这样的信号机一直沿用下来 ,不过臂板的个数、形状、颜色、显示方法都有了改进。操纵方式由人站在机柱下扳动 ,改为将导线连到值班房进行操纵 ,减轻了工人的劳动强度 ,也提高了效率。

美国罗宾逊博士于 1872 年发明了轨道电路 ,他第一次实现了列车自动控制信号的显示。现代铁路用自动信号设备在车站间设几个闭塞分区 ,每个分区间隔 1.5 ~ 2 千米。入口处设闭塞信号机 ,显示绿灯时 ,确定前方有两个闭塞分区空闲 ,列车可按允许速度运行 ,黄灯说明前方只有一个闭塞分区空闲 ,提醒司机注意随时可能出现红灯。这样 ,两个车站间可以同时运行两三列火车 ,既保障了行车安全 ,又提高了线路使用率。

地形、气候会给司机造成了望障碍 ,于是机车自动信号应运而生。司机室里安放了一架与地面显示完全相同的小信号机 ,给列车加了个双保险。万一列车闯红灯 ,自动停车装置会拉响警笛 ,并紧急刹车。

在铁路和公路交叉的道口处 ,有道口自动信号机来报警护行 ,当列车驶过时 ,两个红灯交替闪光 ,电铃鸣响 ,拦木上 3 个信号灯亮起 ,接着拦木自动放下 ,直到列车驶过才升起。

铁路信号还有旗、牌、标志、火炬等视觉信号 ,以及号角、口笛、鸣笛、响墩等听觉信号。比如在线路中间竖一块红色方牌 ,表示此段正施工 ,列车不得驶入。线路若遇到灾害或事故 ,可以在左侧钢轨上隔 20 米放响墩 ,发出爆炸声 ,要求紧急停车。

手信号靠旗子或灯(白天用旗 ,晚上用灯) ,或徒手按规定方式显示发车、减速、通过、引导等信号。如两车相会时 ,右手高举旗子 ,表示邻线车安全 ,这是打招呼 ,也是互检信号。机车鸣笛也构成一种信号 ,如火车发出一长声三短声 ,表示列车发生危险 ,需要救援。铁路信号的颜色除了基本的红、黄、绿外 ,还有月白、蓝、紫、



白作为辅助色,以满足不同的需要。

新中国成立以来,铁路信号设施有了很大的改进和发展,现仅京九铁路的信号设施就达 18 种,像李玉和仅靠手中的一盏红灯指挥列车行进早已成为历史了。

铁路通信

通信设备是实现铁路运输生产集中统一指挥的保证。铁路通信按传输方式分为有线通信和无线通信;按服务区域分为长途通信、地区通信、区段通信及站内通信;按业务性质分为公用通信、专用通信及数据传输等。

铁路专用通信是指专门用于组织及指挥铁路运输生产的通信设备。这些设备有特定用途,接通指定用户,自成系统。它包括各种调度电话、其他专用电话、列车预确报、扩音装置等。

列车调度电话是调度所调度员指挥沿线各车站及列车段、机务段等有关列车运行人员关于列车运行业务的通信设备。其总机操纵部分安装在调度所,分机安装在沿线各站。列车无线调度电话可供列车调度员、机车调度员、车站值班员等调度人员和司机通话。站内无线通信是为车站调度员、驼峰值班员等站内调车作业指挥人员和机车司机相互通话而设置的,可以更好地防止作业事故,提高作业效率。

世界屋脊上的“天路”

在我国的西南边陲,有一片平均海拔在 4 000 米以上、面积达 230 万平方千米的土地,这就是号称“世界屋脊”和“地球第三极”的青藏高原。它东连云贵高原和四川盆地,西达帕米尔高原,北邻我国内陆沙漠地带,南眺热带亚热带风光的印度大平原。它雄奇高峻、傲视四方,以奇异的地理构造和地貌景观,以及独特的文化积淀,堪称世界一绝。而地处祖国西南边陲的西藏自治区,是全国惟一不通铁路的省级行政区,进出西藏主要依靠公路和航空运输。已有的青藏、川藏、滇藏、新藏公路中,能常年不中断通车的仅有青藏公路。该公路承担了进(出)藏物资运量的 85%。受交通的制约,西藏有效能源匮乏,资源开支受到限制,产品缺乏竞争力,严重



制约了西藏的改革开放、社会经济发展和国防建设。为了加强西藏同北京及内地省市的联系,增进民族团结,加强国防建设,促进社会进步,中华人民共和国成立以后,党和国家就着手研究进藏铁路的建设问题。1958年4月,从兰州西面的河口和青海的西宁同时动工修建了兰青铁路河口—西宁段,仅用了一年多的时间,于1959年10月竣工通车,全长175千米,这是青藏高原有史以来的第一条铁路。1957年,青藏铁路开始勘测修筑,1960年,西宁至海晏段建成通车。进入20世纪60年代,因为当时国民经济较为困难,青藏铁路曾一度停建。1962年,青藏地区全区铁路通车里程仅为205千米。20世纪70年代中期,青藏铁路又继续施工修建,1979年铺轨至格尔木市,1981年第一期工程胜利完成。这段铁路从西宁向西穿过海北、海西,全长834千米,1984年“五一”国际劳动节正式交付营运。青藏铁路一期工程地完成,使青藏高原地区的铁路通车里程达到1095千米。2001年2月8日,国务院批准建设青藏铁路二期工程。青藏铁路二期为格尔木至拉萨段,全长1142千米,这段大部分线路处于青藏高原的腹地,空气稀薄,水系发达,冷风凛冽,气候严寒。该地区生态环境脆弱,地壳运动活跃,存在着大片高原冻土,另有部分地段为岛状冻土。

自2002年6月青藏铁路开工以来,铁路建设者奋战雪域高原,攻克了一个个技术难题,克服种种困难,在修建世界屋脊上的“天路”的过程中谱写着人生最壮丽的篇章。经过4年多的建设,于2006年7月试通车。



青藏铁路那曲段



青藏铁路的建成创造了多项世界之最:它是世界海拔最高的高原铁路,铁路穿越海拔4 000米以上的地段达960千米,最高点为海拔5 072米;它是世界上最长的高原铁路,青藏铁路格尔木至拉萨段全线总里程达1 142千米;它是世界上穿越冻土里程最长的高原铁路,铁路穿越多年连续冻土里程达550千米;海拔5 068米的唐古拉山车站,是世界海拔最高的铁路车站;海拔4 905米的风火山隧道,是世界海拔最高的冻土隧道;全长1 686米的昆仑山隧道,是最长的高原冻土隧道;海拔4 704米的安多铺架基地,是世界海拔最高的铺架基地;全长11.7千米的清水河特大桥,是最长的高原冻土铁路桥;建成后的青藏铁路冻土地段的时速将达到100千米,非冻土地段达到120千米,这是目前火车在世界高原冻土铁路上的最高时速。

六、港口与航道

港口包括水域和陆域两大部分。水域是供船舶航行、运转、锚泊、停泊装卸使用的,要求有适当的深度和面积,并且水流平缓。陆域是供旅客上下船和货物装卸、堆存、转载使用的,要求有适当的高程、岸线长度和纵深,并配有仓库、堆场、铁路、公路、装卸机械和各种必要的附属设备。

港口水域

港口水域是指界线以内的水域面积,主要包括锚地、航道、回转水域、港池、防波堤及导航助航标志。

(1) 锚地 锚地是供船舶(船队)在水上停泊和进行各种作业的水域。有防波堤掩护的海港,把门口以外的锚地称为港外锚地,供船舶抛锚、引航和乘潮进港;门口以内的锚地称为港内锚地,供船舶避风停泊、等待靠岸及离港、进行水上过驳等。河港锚地还供船舶进行解队和组编队作业。

(2) 航道 航道是船舶进出港的航行通道。有防波堤掩护的海港,同样以防波堤为界,分为港外航道和港内航道。航道一般设在天然水深良好、淤泥回沙量小、不受风等自然因素干扰的水域



中,必须有足够的水深和宽度。航道水深应满足设计标准船型的安全通过,当航道天然水深不足或有局部浅滩时,需进行人工疏浚和整治。在工程量大、整治比较困难的情况下,航道水深可以按照大型船舶乘潮进出港口的原则考虑;在工程量不大或船舶航行密度较大的情况下,航道水深则按随时进出港的原则确定。航道的宽度可根据船舶通航的频繁程度分别采用单向航道和双向航道,在航道密度较小时,采用较经济、工程量小的单向航道,而一般大中型港口都采用双向航道。

(3) 航标 航标是指以待定的标志、灯光、响声或无线电信号等,供船舶确定航位、航向、避开风险,是船舶沿航道或预定航线顺利航行的助航设施。设置航标的目的在于针对港口水域中暗藏的如浅滩、拦门沙或航道弯段等危险给予船舶警告,使船舶能安全、迅速地到达目的地。因此,港口航标应能准确地标示航道的方向、界限,标示航道及周围航行水域中的水上或水下障碍物和建筑物,标示锚地周界的位置。

(4) 回转水域 回转水域是指为船舶在靠离码头、进出港口需要转头或改向时而设置的水域,又称转头水域。其大小与船舶尺度、转头方向、水流、风速风向等因素有关,一般设在口门和码头之间,以便船舶作业。在内河港口,船舶逆流靠离岸,为方便控制,顺岸码头前水域要有足够的宽度供船舶掉头使用。

(5) 港池 供船舶靠泊、系缆和进行装卸作业使用的直接与码头相连接的水域,称为港池。对突堤式码头,码头从岸边深入水域中,突堤与突堤之间的水域即为港池。对顺岸式码头,港池是指在码头前供船舶进行靠离岸进行作业使用的水域。港池内水域要求不受风浪和水流的影响,以便为船舶提供一个平静的水域条件,供船舶安全作业。港池大小可以根据船舶尺度、靠离码头的方式、水流和强风的影响及转头区的布置等因素确定。

(6) 防波堤 在暴风季节,沿海港口面临大海巨浪的袭击,港内船舶不能安全停靠和作业,因此,需要在港口水域中的适当位置建筑防波堤,以使港口在恶劣天气条件下,水面依然平稳,生产作业照常进行。此外,防波堤还兼有防水流、泥沙、冰凌等自然因素



对港口和航道产生干扰的作用。

港口陆域

港界线以内的陆域面积称为港口陆域,主要包括码头、泊位、仓库、堆场、铁路、道路、装卸运输机械及生产辅助设施。

(1) 码头和泊位:码头是停靠船舶、上下旅客和装卸货物的场所。港口水域和陆域的交接线称为码头前沿线,一艘船停靠在码头上,它所占用的空间称为泊位,即码头岸线长度(泊位长度)、码头前水域宽度(泊位宽度)和相应的水深(泊位水深)。

(2) 仓库和堆场:港口的仓库和堆场是指为保证货物换装作业的正常进行,防止进出口货物丢失、损坏而提供的对货物进行临时或短期存放保管的建筑物。其主要作用是便于货物储存、集运,有利于车、船的紧密衔接,保证货运质量,提高港口通过能力。

(3) 铁路和道路:当港口有大量货物需用铁路集疏运时,港口可设置港口车站。来港的货物列车在港口车站进行解体和编组,再送往港内各分区车场,分区车场位于前沿作业区的后方,靠近码头和前方库场。

(4) 装卸和运输机械:港口装卸和运输机械是指用来完成船舶与车辆的装卸、库场货物的堆放、拆垛,以及舱内、车内、库内装卸作业的各种起重运输机械。装卸和运输机械是现代化港口不可缺少的设备,合理安排使用装卸机械,对于加快装卸作业,提高港口吞吐能力,减轻劳动强度都起着巨大的作用。港口装卸和运输机械可分为港口起重机械、港口连续输送机械、装卸搬运机械和港口专用机械四大类。

① 岸边集装箱起重机:这是一种桥式类型的起重机,是龙门起重机的一种形式。它用于集装箱装卸船舶作业。岸边集装箱起重机由前后两片门框、拉杆构成的门架和支撑在门架上的桥梁组成。行走小车沿桥架上的轨道运行,门架沿着与岸线平行的轨道行走。桥架伸出码头部分可以俯仰,以方便船舶靠离码头作业。岸边集装箱起重机的起重量大多为 40.5 吨。集装箱起重机的起重量应包括集装箱质量和吊具质量。国际标准 12.2 米(40 英尺)集装箱的最大总质量为 30.5 吨,目前使用的伸缩式吊具最大质量



约为 10 吨。

② 装卸桥 :装卸桥是一种桥式类型的起重机。装卸桥的桥架支撑在两边支腿上。起重机可在地面轨道上行走 ,小车则在桥架轨道上运行。装卸桥的跨度一般比较大 ,约为 40 ~ 90 米。装卸桥多用于装卸散货。

③ 门座起重机 :门座起重机是一种旋转类型的起重机 ,装在一个门形座架上。可沿地面轨道行走。门座起重机多用于港口装卸货物 ,常用起重量为 5 ~ 25 吨。起升用吊钩或抓斗。它的门座内通行一条或数条铁轨。在前沿狭窄的码头上 ,有时还采用半门座起重机 ,其门架靠陆地一侧不设支腿 ,依靠仓库墙壁的轨道支撑 ,门座起重机由金属结构、工作机构及其操作系统组成。金属结构包括臂架、人字架、转柱、机房平台以及门架等。工作机构包括起升、旋转、变幅、运行四大机构。门座起重机由电力驱动 ,各工作机构均由电动机分别驱动。对于吊钩、抓斗两用的起升机 ,分别采用两套起升绞车 ,使得结构简单 ,操作方便。

④ 带式输送机 :带式输送机是连续输送机中效率最高、使用最广泛的一种机型。在大宗散货港口装卸作业中 ,带式输送机已成为不可缺少的装卸输送设备。带式输送机的最大特点是 ,输送带既是承载构件 ,又是牵引构件。带式输送机的主要部件有输送带、支撑托辊、驱动装置、制动装置、张紧装置、改向装置、装料装置、卸料装置和清扫装置等。

(5) 生产辅助设施 :港口的生产辅助设施主要包括给水设施、供电、照明、通讯、导航系统、办公楼、流动机械库、机械修理厂、候工室等生产辅助建筑物 ,以及燃料供应站、工作船基地等。其中任何一个环节发生了“瓶颈”现象 ,都将抑制港口通过能力的发挥。

① 港区作业调度室 :港区作业调度室港口是日常装卸作业、生产的指挥中心。其任务是根据国家运输计划 ,结合港口的具体情况 ,按任务的轻、重、缓、急编制港口生产作业计划 ,合理组织和指挥船舶与港口的生产活动 ,协调船港作业 ,加强水运与其他交通运输和物资部门的紧密配合 ,及时处理在生产中出现的各种问题 ,充分发挥港口的生产潜力 ,多快好省地保证完成国家的运输计划。



调度室一般设在港口装卸作业最中心的位置,并安装有与各有关方面联系的有线、无线电话和各种先进的电子装置。

② 候工室 港口作业区工人交接班、候工、临时配工和休息的场所。一般设在前方仓库的后方或在工人食堂、浴室附近。

③ 港区道路 港内通行各种流通机械、运输车辆和人行的道路。港区道路联系码头、仓库、货场、前后方之间和港内与港外之间的交通,为减少行车干扰,便利消防,港区道路一般布置为环行系统。在主要装卸区和车辆、机械行驶较多的地方,路面结构多用混凝土和沥青混凝土铺面。

④ 港口铁路 在港口范围内专为港口货物装卸、转运的铁路线路及设备。一般由港口车站、港区车场、码头线和库场货物线等组成。当作业量不很大、距离路网上的编组站较近时,港口车站可与之合并。如作业量较小、车流性质较单纯时,港口专用线可直接与路网上的编组站或其他车站相连接。

⑤ 港口铁路专用线 不包括在铁路网的线路之内,而以轨道与铁路网的线路相连接,直接伸入港口(码头和库场等)的线路。专用线可衔接货物站、区段站或编组站,根据地形条件,也可衔接在中间站或站与站间的线路上。

⑥ 港口供电 为满足港口的动力、照明和通讯设备所需的电力而设置的供电设施。动力可分为高压用电设备(高于1 000 伏)和低压用电设备(1 000 伏)两类。主要是港口装卸机械、工程船舶、充电设备和修理厂等用电设备。电源除特殊情况外,一般都取自当地地区的电网。根据电源、电压、负荷分布情况、负荷性质、供配电要求等,宜采用简单、安全、技术可靠和操作、维修方便的供电系统。

⑦ 港口给水 港口供给船舶、港内机车消防和生活用水的设施。船舶供水方式有两种:一是用供水船在锚地给运输船舶供水;二是直接用水管为停靠在码头的船舶供水。水源一般取自城市水厂或自辟水源解决。

⑧ 港口排水 排除港口各种废水和地面水的设施。港口的一般生产、生活污水和降水,通常通过排水管系直接排入海(河)中。



对油船压舱水、废水和严重污染环境的有毒污水,必须经过处理并达到国家规定的标准后再排入海(河)中。

⑨ 港区通讯设备:港区内的无线电话、电报、有线电话、有线广播和声光信号等的总称。无线电通讯主要作为与航行船舶、锚地船舶以及与其他港口等的联系。有线电话是港口生产调度、行政管理、城镇联系、长途通讯等的重要工具。

港口水工建筑物

港口水工建筑物是指建筑物的大部分处于水中,或经常与水接触。这类建筑物要遭受海水的侵蚀等,因此对它们的结构和材料有特殊的要求,应该十分坚固和经久耐用。根据不同的用途,港口水工建筑物可以分为防护建筑物、码头建筑物、护岸建筑物三大类。

(1) 防护建筑物:多数用在海港,以防止波浪对港内的冲击,也有的用来防止泥沙、流冰进入港内。这种建筑物在水域外围的深海中,要经受巨大的波浪和冲击力,因此要建造的既稳定又坚固,规模往往很大,以便能起到阻抗深水海浪的作用。

(2) 码头建筑物:码头建筑物是港口的最主要水工建筑物。它由主体结构和附属设备两部分组成。主体结构的上部有胸墙、梁、靠船构件等,下部有墙身、基础或板桩、桩基等。附属设备主要是系船柱、护木、系网环、管沟、门扣和铁路轨道、路面等。

(3) 护岸建筑物:港口陆域和水域的交接地带,除停靠船舶的码头岸线外,其他未被利用的天然岸坡因经常遭受潮汐、水流和波浪的作用,如果边坡土质比较松软,非常容易被冲刷而引起坍塌。由于对岸边的破坏,影响着陆域及其上面建筑物的安全,同时也会影响水域的深度,因此要对这些岸边进行加固,这就是护岸建筑物的作用。最常见的护岸建筑物有护坡和护墙。

内河航道

内河航道是指在内陆水域中用于船舶航行的通道。内陆水域包括江、河、湖、水库、人工运河和渠道等。内河航道分为天然航道和人工航道。天然航道系利用天然水域提供的航道尺度行驶相应



尺度的船舶。如果局部河段尺度不足,则通过整治与疏浚的手段使之达到要求的尺度。人工航道包括渠化河流航道和人工开挖的运河、渠道。渠化河流是在天然河流上分段筑坝,壅高水位,以提高航道水深,并在坝址处兴建过船建筑物。按航道对船行阻力的大小,内河航道分为限制性航道和非限制性航道。人工运河和渠道属于限制性航道,天然航道大多为非限制性航道。

世界上许多国家为了便于对内河航道的管理和维护,都制定了航道(或通航)标准,将航道划分等级,统一航道尺度,使航道与船型、船队、通航建筑物和跨河建筑物等在尺度上、位置上协调一致。内河航道尺度包括水深、宽度和弯曲半径,在标准中给出最小值。

世界上内河航道里程较长的国家有俄罗斯、中国、巴西、美国。在内河航道货运密度方面(每千米航道完成的货物周转量),美国和西欧一些国家高于其他国家,其中尤以美国和德国的水平较高。美国内河航道已形成以密西西比河为干线的航道网,其干线及主要支流已根据需要实现了渠化,其北部与五大湖相通,沿圣劳伦斯海道可以东出大西洋,河口同墨西哥湾沿岸运河相连,采用统一的标准水深 2.74 米,长达 9 700 千米,约占干支流总里程的 50%。西欧的莱茵河源于瑞士,经法国、德国,在荷兰入北海,其干、支流均已渠化或治理,并与易北河和威悉河相通。经过几十年的建设,已完成了莱茵河—美茵河—多瑙运河工程,使莱茵河与多瑙河相通,可东出黑海。这一航道网可以通航 1 350 吨的自航驳,航道网总长 2 万多千米。在我国,流域面积 1 000 平方千米以上的河流有 1 500 多条,大小湖泊有 900 多个,但可以通航 500 吨级以上船舶的尚不足航道总里程的 10%,大部分航道仅能通航 100 吨级以下的小船。我国内河航道主要分布在长江、珠江、淮河及黑龙江水系。其中,长江、珠江和淮河 3 个水系通航里程占全国通航总里程的 82.3%。长江水系航道的总体条件最好,里程为 7 万余千米,占全国通航里程的 70%,长江干线通航里程为 3 638.5 千米。

内河航道与公路、铁路相比,其建设费用低,可利用天然水资源,但不及公路和铁路灵便,而且受到内陆水域分布的限制。现代内河航道正朝向统一标准的深水航道发展。



航标

(1) 海上航标 :在海上某些岛屿、沿岸及港内的重要地点 ,均设有航标。航标白天以形状、颜色来区别各自的作用 ,夜间以灯光颜色、发光时间的长短和次数来区别各自的作用。另外 ,还有音响和无线电等助航设备。

灯塔是海上航行的重要航标 ,设置在港口附近和海上某些岛屿的高处。大的灯塔夜间能照射 20 ~ 30 海里 ,小的能照射 5 ~ 6 海里。灯船设置于不能设置灯塔而又很重要的航道进出口附近 ,如上海长江口就设有灯船。灯船涂有红白两种颜色 ,灯光射程一般为 10 海里。浮标设置在港口附近及港口航道上。

(2) 江河航标 :江河航标的主要作用是准确标出江河航道的方向、界限、水深和水中障碍物 ,预告洪汛 ,指挥狭窄和急转弯水道的水上交通 ,引导船舶安全航行。

确定江河左、右岸的原则是 :面向江河下游 ,左手一侧的河岸为左岸 ,反之为右岸。左岸的航标标顶漆白色 ,标杆漆黑白相间的横纹 ,夜间发白光或绿光 ,右岸发红光。

江河航标一般分为 3 类 ,在航运发达的河道上设置一类航标 ,由岸标和浮标交相组成 ,夜间全部发光 ,保证船舶昼夜都能从一个航标看到下一个航标 ,在航运比较发达的河段上设置二类航标 ,夜间只有主航道上的航标发光 ,在航运不甚发达的河段上设置三类航标 ,密度较稀 ,夜间不发光 ,船舶只能利用航标和天然物在白天航行。

船舶导航与定位

船舶导航与定位是利用卫星和地面的数据通信设备与海上遇难船只建立通信渠道 ,提供救援支持的无线电系统。该系统是根据 1979 年《国际海上搜寻与救助公约》提出的功能需求而建立起来的 ,1999 年 2 月 1 日投入全面实施。该系统的基本业务是为海上船只提供遇险通信和报警。按照《国际海上搜寻与救助公约》的规定 ,全球海域划分为 4 个航区 ,即 A1、A2、A3 和 A4 ,船舶根据航区的不同而装备不同的无线电设备。该系统可对 4 个海区进行连续遇难报警。



(1) 航向 :为了保证船舶航行安全 ,首先要确定船舶的航向与位置。实际航向有 3 种 :首先是罗经航向 ,它是由罗经直接指示的船首方向 ;罗经航向经过罗经误差修正后得到正确的船首方向 ,称为真航向 ;由于风流的影响 ,船舶运动的速度是船舶在静水中运动的速度与风流引起的速度的合计速度 ,该速度的方向是船舶重心轨迹的方向 ,称为航迹向。

测定船首方向的主要仪器罗经包括磁罗经、陀螺罗经。由于地磁场的南北极与地球的磁罗经南北极不一致 ,地磁场随地理位置而变化 ,磁罗经又受周围铁磁性物质的影响 ,因此磁罗经的误差变化较大 ,使用时必须进行误差校正。陀螺罗经是利用绕定点转动的高速旋转陀螺仪的定轴性与进动性 ,借助于控制系统及阻尼系统 ,使陀螺仪的轴自动指北 ,并能跟随地球自转 ,精确跟踪地理子午面的指北仪器。陀螺罗经安装时 ,基线与船舶首尾线如果不一致 ,会造成基线误差 ,同时由于陀螺罗经的结构以及船舶运动会引起纬度误差、速度误差、冲击误差与摇摆误差等。这些误差通过校正或补偿的方法 ,一般均可控制在较小的范围之内。

(2) 定位 :定位方法按参照目标分为岸基定位(双曲线导航系统)与星基定位(全球海上遇险与安全系统)。

岸基定位是利用岸上目标定位 ,如灯标、山头以及导航系统中的信号发射台等都是岸基目标。最普通的岸基定位是用肉眼通过罗经测定灯标、山头等显著物标的方位 ,或通过六分仪测定目标的距离 ,然后得出几个目标的方位或距离的位置线 ,相交求出船位。雷达定位是通过雷达脉冲遇到显著物标反射回来所经过的时间及方向测定物标的距离和方位 ,得出位置线 ,相交而定出船位。有些导航系统(如劳兰 C)是利用到两个定点(信号与发射台)的距离差为定值的点的轨迹作为位置线 ,测定两发射台信号到船舶的传播时间差 ,而得出双曲线位置线 ,因而称其为双曲线导航系统。

星基定位是以星体为参照物测定船舶位置的方法。传统的星基定位方法是利用天体 ,包括太阳、月亮、恒星、行星与船舶的相对位置来确定船舶的位置 ,称为天文定位。



第四章

交通安全管理

一、道路交通安全

全球性问题——道路交通事故

交通事故正在成为威胁人类生命的主要敌人,目前每年造成约 120 万人死亡、5 000 万人受伤。如果不采取有力的预防措施,到 2020 年,它将成为造成人类死亡的第三大杀手。

研究人员分析指出,未来 20 年世界交通事故死亡率至少会增加 66%。尤其值得注意的是,富裕国家和贫穷国家在这方面也存在着巨大差距:前者的交通事故死亡率将上升 28% 左右,而在发展中国家,这一数字可能为 90%,甚至达 140%。交通事故带来的不仅仅是大量的人员伤亡,还会带来沉重的经济和社会损失。

我国经过 20 多年来持续、稳定、高速的发展,经济规模和综合国力有了极大的提高。作为国民经济的基础产业,交通运输基础设施建设和整个交通运输业已成为经济生活中最为活跃的方面之一,并带动了社会生活各方面的快速发展。全国城市道路及公路总里程、注册机动车辆和驾驶人员数量随之大幅度持续增加,道路交通流量不断上升,交通拥挤和交通事故频频发生。特别是道路交通事故死亡人数,2001 年度突破 10 万人,达到了 105 930 人,比 2000 年增长了 13%,相当于平均每天死亡 290 人。近几年来,道路交通事故的起数、死亡人数、受伤人数以及直接经济损失都有所



下降,但整体形势仍然十分严峻。2005 年度全国共发生道路交通事故 450 254 起,造成 98 738 人死亡,469 911 人受伤,直接财产损失 18.8 亿元。

通过对近几年我国道路交通事故数据的详细分析,可以发现以下特点:

(1) 道路交通事故持续大幅上升是在经济快速发展的背景下发生的。从经济发展的角度来看有一定的必然性。过去的 20 年,我国经济年平均增长率为 9.6%,2001 年度也达到 7.3%。2001 年度注册机动车比上年增长 14.2%,机动车驾驶员人数增长 10%。从其他国家的发展历程来看,经济飞跃发展时期,道路、车辆、交通量持续快速上升,道路交通事故也将快速上升。20 世纪 60~70 年代,美国及西方发达国家的汽车工业快速发展,汽车普及率及汽车行驶速度大幅提高,公路特别是高速公路大规模兴建,导致交通事故数量以每年 5%~12% 的速度递增,死亡人数以 5% 的速度增加,到 20 世纪 70 年代初期,达到了历史最高峰。

(2) 虽然道路交通事故死亡人数急剧上升,但是交通事故万车死亡率总体上仍呈下降趋势。2005 年交通事故万车死亡率为 7.57%,而 1999 年为 15.45%,2001 年为 15.46%,2004 年为 9.93%,与其他国家相比仍然非常高。1999 年美国的万车死亡率为 2.0%,法国为 2.5%,日本为 1.3%,韩国为 8.2%。

(3) 我国道路交通事故的一个重要特征是交通事故的死亡率非常高。2000 年中国发生交通事故 61.7 万起,美国发生交通事故 639.4 万起,美国是中国的 10.36 倍。2000 年中国交通事故死亡 9.39 万人,美国为 4.18 万人,中国是美国的 2.25 倍。2000 年中国交通事故受伤 41.29 万人,美国为 318.9 万人。交通事故中受伤人数与死亡人数之比,中国为 4.4:1,美国为 76:1。

(4) 从交通事故的肇事原因来分析,驾驶人员和行人等人为因素是最主要原因。2005 年,由于驾驶人员、行人和乘车人原因导致了 97% 的交通事故,而其中机动车驾驶人员比重最大。由于机动车驾驶员违章行车导致了 6.5 万人死亡,占死亡人数总数的 66%,在机动车驾驶人员的违章行为中,超速行驶、不按规定让行、



未保持安全距离、酒后驾驶、违法占道行驶、违法超车等是造成交通事故的主要原因。

(5) 公路交通事故非常突出,而公路交通设施及交通控制设施匮乏,导致了大量的事故。2005年,全国发生在公路上的交通事故272 840起,造成76 689人死亡,分别占总数的60.6%和77.7%。其中,二、三级公路交通死亡事故最多,共造成47 448人死亡,占总数的48.1%。高速公路交通事故造成6 407人死亡,占总数的6.5%。

总之,现阶段我国的道路交通事故非常严重,交通安全形势十分严峻。交通事故涉及到从道路设计、建设、运营及路面秩序和安全管理,涉及到交通参与者的交通安全意识、驾驶员的培训和教育管理、交通运输运营和管理部门的职责,涉及到交通事故紧急救援体系、交通安全相关技术和产品的推广、应用等等。因此,减少交通事故,提高交通安全,必须通过整个社会特别是政府各部门的齐心协力、共同努力,在道路的设计、建设、运营、管理等方面,通过行政、法律、经济、教育和技术等手段的综合应用,才能逐步解决根本问题。

造成道路交通事故的原因

交通事故产生的原因是多方面的,人、车、路(场)、环境与管理是造成交通事故的基本因素。其中,人是主要因素。人不仅是指机动车驾驶人,还包括骑自行车者和行人等。一般情况下,机动车驾驶人是主要的。据国内有关专家的调查资料表明,70%以上的道路交通事故应由机动车驾驶人员负主要责任。

(1) 人为因素:

① 没有人,车与路便不存在,有人便有车和路,人多车多便产生拥挤而容易引发车祸。虽然城市化程度高与车祸不一定成正比增长,但大体上还是由于城市人口过多,才导致更多交通事故的发生。

② 人的安全素质除了受视力、体力、灵敏度等某些天然生理差异的影响外,主要是由于社会经验、文化修养、思想认识和警惕性差异决定的。



③ 机动车驾驶人违章驾驶和精力不集中是造成交通事故的主要原因。

(2) 交通工具因素 :交通工具问题是引发交通事故的又一重要因素。所谓交通工具问题 ,是指交通工具的种类、质量及数量问题。

① 在交通工具的种类方面 ,一般是地铁比有轨电车安全 ,电车比汽车安全 ,索道车比渡轮安全些 ,自行车和摩托车危险性最大。自行车事故在有些交通事故中占到 70% 左右。在混合交通道路上 ,由于各种类车辆的混行而引起拥挤或抢道时 ,容易发生交通事故。比如非机动车与机动车抢道最容易发生伤亡事故。可见 ,各种交通工具在路面使用不合理 ,或者在路面车容量过大过挤的条件下 ,便构成了事故成因之一。

② 在交通工具的质量方面 ,如车辆技术设备水平如何 ,转向系统和制动系统是否灵敏有效 ,安全装置是否先进齐全 ,使用年限和磨损程度如何等 ,是能否造成交通事故的直接的物质因素。近几年来 ,我国一些交通事故是由于车辆质量差等原因造成的。

③ 交通工具数量的多少也是事故的重要原因。当车辆运行数量超过路面承受能力时 ,造成拥堵 ,尤其是每天交通高峰期 ,极易发生交通事故。

(3) 交通道路设施因素 :

① 拥堵是世界城市的通病 ,也是城市交通肇事多发的客观原因。近年来 ,随着城市机动化水平的提高 ,车辆的增长速度远远大于道路里程的增长速度 ,这时需求往往超过供给 ,所以城市拥堵在某些地区已成为普遍现象 ,交通事故的发生也就难以避免了。

② 路面使用分工如何 ,对于事故多少也至关重要。在面积率、人均率相同的情况下 ,人车混合交通会比人车分行交通危险性大 ,事故多。所以在可能的情况下 ,在不增加投资或稍增投资就可以做到人车分开的条件下 ,努力使路面使用分工合理 ,是减少事故最经济可行的有效方式。

③ 道路状况不良也是导致交通事故的潜在因素。道路状况



不良主要是指道路的线形不合理,曲线半径小,道路狭窄,坡度大,路基和路面质量差等。这里指的道路包括施工便道。

④ 道路的安全措施主要指交通标志、信号、路面标线、照明、安全岛、安全护栏、隔离栏或信号灯等。如在急弯、窄路、陡坡、交叉路口特别是铁路道口应设置警告标志,在禁止超车处、调头处、鸣笛处应设置相应的禁令标志。对于限重、限速、限高、限宽处应设置明确的限令标志。在施工便道上应有必要的交通标志。

(4) 自然环境因素:在风、雪、雨、雾等恶劣条件下,道路状况恶化,视线不良,很容易造成交通事故。车辆通过交通要道、繁华集镇、车多人多的地方,交通秩序混乱,也容易发生事故。特别是在自行车交通量较大的情况下,更不可忽视安全问题。

(5) 制度是构成事故的社会因素:由于制度不健全往往会导致交通事故的发生,所以应加强制度建设。交通安全管理制度与法规是对人的交通行为的规范。2004年5月1日执行的《中华人民共和国道路交通安全法》,是为了维护道路交通秩序,预防和减少交通事故,保护人身安全,保护公民、法人和其他组织的财产安全及其他合法权益,提高通行效率。它是交通安全管理的根本法规。

管理体制方面是否科学合理,对交通安全影响很大。我国长期实行的条块分割的管理体制,很难克服安全综合管理的障碍。目前,私家车、出租车猛增,与公交车抢道现象时有发生,尤其是私人摩托车肇事率更高。可见,管理体制非常重要,许多方面需要改革,在改革中完善,增加安全因素,降低交通肇事率,这对交通安全十分重要。

道路交通安全设施

(1) 交通标志:交通标志是指用形状、颜色、符号、文字等绘制的指示牌,它向驾驶人、行人等传递有关交通信息,用以管制、警告以及引导交通的道路交通安全设施。

根据《道路交通标志和标线》的规定,道路交通标志分为警告标志、禁令标志、指示标志、指路标志、旅游区标志、道路施工安全标志及设施和辅助标志7类。警告标志是警告车辆、行人注意危



险地点及应采取措施的标志,其形状为三角形,顶角朝上,黄底黑边,黑色图案。禁令标志是根据道路和交通情况,为保障交通安全而对车辆行为加以禁止或限制的标志,其形状为圆形(停车让行标志和减速让行标志除外,前者为八角形,后者为倒置正三角形),白底色,红圈红斜杠,黑色图案。指路标志用来指示市、镇、村的境界,目的地方向、地点、距离,高速公路的出入口、服务区、著名地点等信息的标志,其形状为矩形,一般道路指路标志为蓝底白字,高速公路指路标志为绿底白字。旅游区标志是向游客指示旅游区方向、距离、旅游项目类别信息的标志,一般设置在高速公路或其他道路通向旅游景点的交叉路口、大型服务区内,并设有旅游符号,让旅游者清楚地了解景点的旅游项目。旅游区标志共 17 种,形状为正方形和长方形,颜色为蓝底白图案。道路施工安全标志是警告行人和车辆前方道路有施工,应注意通行安全,并阻挡车辆和行人通过或指示改道的标志。辅助标志是附设在主标志下起辅助说明作用的标志,其形状为矩形,白底黑字(黑色图案),黑边框。辅助标志可分为表示车辆种类、表示时间、表示区域或距离、表示警告、禁令理由等,辅助标志不能单独设置。

(2) 交通标线:交通标线是指在路面上用油漆、混凝土、金属等材料划设的线条、符号、文字等,向驾驶人、行人传递道路通行、停止的信息,用以管理交通。道路交通标线按功能分为指示标线、禁止标线和警告标线 3 类。指示标线是用于指示车行道、行车方向、路面边缘、人行道等设施的标线,如双向两车道路面中心线、车行道分界线、车行道边缘线、左转弯导向线、人行横道线、导向箭头等。禁止标线是告示道路交通的遵行、禁止、限制等特殊规定,是车辆驾驶人和行人必须严格遵守的标线,如禁止超车线、禁止路边停放线、停车让行线、非机动车禁驶区标线、禁止掉头线等。警告标线是为了促使车辆驾驶人和行人了解道路上的情况,提高警觉,准备采取应变措施的标线,如车行道宽度渐变标线表示路宽缩减或车道减少,并禁止超车;接近障碍物标线指示前方路面有障碍物;减速标线警告驾驶人前方应减速慢行。



交通异常事件检测

(1) 交通异常事件检测系统 :道路上难免会发生交通异常事件 ,造成人身伤亡、设施损坏及交通堵塞。为减轻伤亡损失 ,对交通异常事件应有预防、及早发现措施。发生异常事件后 ,应采取紧急救援措施 ,及早抢救、排除事故。这些措施的实施 ,都有赖于交通异常事件检测系统。

交通异常事件包括交通事故及交通事件。撞人、撞车、撞路边设施、翻车等造成人身伤害、车辆和设施损坏的交通异常都属于交通事故。发生交通事故的路段 ,轻则造成局部交通瓶颈 ,引起交通拥塞 ,重则涉及半幅甚至整幅道路 ,造成单向甚至双向交通阻塞。车辆故障、路边偶然停车、小弯道及大纵坡上的车速陡减路段、入口匝道、车辆拥挤形成交通瓶颈路段、大型低速车辆驶入形成的移动瓶颈等交通异常情况 ,均属于交通事件。这些事件都会造成局部路段交通拥挤和堵塞。前方路上发生此类交通异常事件时 ,后续车辆驾驶人无从得知 ,仍纷纷以原车速驶向事件区段 ,于是就加重了事件区段交通堵塞的严重程度和延伸范围 ,甚至再次诱发交通事故。研究开发交通异常事件检测系统 ,就是要在道路上萌发交通异常现象或即将造成交通事故和形成瓶颈路段时 ,把这些交通异常现象及时检测判断出来 ,及时将此交通异常信息通过各种交通信息显示设施及时通知后续车辆 ,指令后续车辆绕道行驶、降速行驶、前方某车道封闭换道行驶 ,使后续车辆避免盲目卷入事故区 ,避免事件路段交通事态的扩大 ,使交通拥堵能获得及时疏解。

(2) 交通异常事件检测系统的构成 :交通异常事件检测系统由交通状况检测、检测数据处理、信号控制及信息显示设施构成。当用磁性或超声波等检测器时 ,系统由检测器、检测数据处理、事件判断、事件确认、信号控制机、信号灯、可变交通信息显示屏等软硬件设施组成。具体的硬件设备包括电视摄像机、电视控制台、图像处理装置、信号控制机、信号灯、可变交通信息显示屏等。

(3) 交通异常事件检测的原理 :车辆在正常情况下行驶时的车流是符合一定规律的。如果用检测器检测得出的车流参数不符合规律时 ,表明有交通异常事件发生的可能。由于车辆行驶的道



路条件不同,如高速公路同城市道路的交通异常事件检测判断会有很大的区别。

高速公路上的交通流是连续不断的,即在正常情况下,交通流的交通密度和车速之间存在一定的关系,交通密度增大,车速随之降低;反之,密度降低,车速提高。一旦上下游路段上检测到的交通流参数突然发生变化,不符合连续车流的常规时,即可判断该路段上有交通异常事件发生的可能。

对于城市道路来说,因受交叉口的影响,交通流是间断的,在路上会有正常停车。因此,在城市道路上检测交通异常事件时,首先要鉴别是否是正常停车,而后才能正确判断是否发生交通异常事件,检测难度比高速公路大。因此,城市道路异常事件都是通过图像处理检测系统来完成。

城市交通安全措施——公交优先

随着我国经济的迅猛发展和城镇化进程的加快,交通拥堵、出行不便等问题日益困扰城市的广大百姓,缓解城市道路交通拥堵已到了刻不容缓的地步。大力发展公共交通,实行“公交优先”战略无疑是解决城市交通问题的最有效的手段。

“公交优先”符合提高交通资源利用效率的要求。世界银行的研究表明,交通需求的增长超前于经济增长速度,一般都在2倍以上。因此,在修建、扩建城市道路的同时,应充分利用现有的道路资源。统计显示,每20辆自行车或4辆小汽车所占用的道路面积与1辆公共汽车所占面积是一样的,而后的载客量分别是自行车、小汽车的100倍和30~40倍。所以,优先发展城市公共交通是提高交通资源利用效率、缓解交通拥堵的重要手段。

“公交优先”符合世界各国城市交通的战略选择。早在20世纪60年代末,为了缓解交通压力,法国就开始实行“公交优先”战略。此后几十年来,世界各工业化国家城市交通的发展历程,大都走过了先发展小汽车,后控制小汽车,最终选择发展大公交的曲折道路。我国城市人口相对密集,优先发展公共交通是我国的现实选择。

“公交优先”彰显以人为本的执政理念,“公交优先”实质上就是百姓优先、大众优先、民生优先。不管从经济水平还是从资源潜力



来讲,我国都不可能依靠私家车替代公共交通。公共交通的社会公益性特征十分明显,公共交通设施的完善程度、市场管理的规范程度、经营服务的文明程度等,都直接关系到人民群众的生活质量。“公交优先”就是要用有限的道路资源,维护大多数人的利益,从而有效地解决城市交通的拥堵问题,减少和预防交通事故的发生。

智能交通对交通弱者的援助

交通弱者是指在交通事故中容易受伤的行人和骑自行车者,特别是残疾人、老人和儿童。在智能交通系统的用户服务项目中,对交通弱者的交通安全与出行提供援助服务,对于改善交通状况,减少交通事故具有特别重要的意义。

对交通弱者的援助服务主要有:① 交通弱者感应信号控制:能感应行人过街过程,自动开启和关闭行人过街信号灯,保障行人过街安全。② 行人过街延长绿灯时间或报警设施:行人或骑车人通过便携式终端可以延长过街绿灯时间。另外,当检测到行人或骑车人在车道上发生危险情况时,此设施会向机动车驾驶人报警,并使用车辆自动刹车,保护行人或骑车人不受碰撞。③ 行人路线导行:通过手持式路线导行器可以告诉你所在地点、各去向名称。当输入你要去的目的地后,还会显示你应走的路线等。④ 盲人路线导行:在设置有盲人导行带的道路上,盲人只要敲击一下手中的导行手杖,设在路边的音响设施会提示到:“这里是南京路外滩,直行往南可到延安路外滩和十六铺,右转往西可到南京路步行街……”等类似的导行信息。

智能交通对运行车辆的安全控制

(1) 安全预警系统:安装有先进车辆控制系统的车辆,其车载设备具有事故规避功能,包括安装在车身各部分的探测雷达、红外雷达、盲点探测器等设施,由计算机控制,在超车、倒车、更换车道、大雾、雨天等易发生事故的情况下,随时以声、光等形式向驾驶人提供车体周围必要的信息,并可以自动和半自动采取措施,从而有效地防止事故的发生。另外,车载设备内还可以存储大量有关驾驶人和车辆各部位的信息参数,对驾驶人和车辆进行随时检测调



控。如当检测到驾驶人人体温下降时,这通常表明驾驶人可能在打瞌睡,就会发出报警,提醒驾驶人注意,并采取措施。当检测到车内、空气中酒精含量超标时,就会自动锁住发动机。车载设备还会对车辆主轴转速、轴温、燃油状况、轮胎气压、尾气排放等参数情况进行监控分析,必要时向驾驶人发出报警信号,可以预防事故的发生。从而使很多原本由驾驶人人工关注的工作改由计算机完成,大大提高了汽车运行的安全程度。

(2) 防撞系统 防撞系统包括纵向防撞系统、侧向防撞系统和交叉口防撞系统。纵向防撞系统主要是通过安装在车辆前后的磁性传感器和路面上安装的磁标相互作用或雷达探测器等的探测作用来实现其功能。具体操作过程是利用传感器分别探测前后潜在的碰撞隐患或即将发生的碰撞事故,为驾驶人提供及时的回避操作指令,并自动控制车辆的加减速控制系统,以保持适当的安全车距,防止车辆与车辆、车辆与其他障碍物之间正面和追尾碰撞。侧向防撞系统主要是利用车辆左、右两侧的传感器分别探测车辆两侧的路况,从而为欲改变车道和驶离道路的车辆提供适当的侧向安全间距,防止或减少两部或多部车辆发生侧撞,或驶离道路的车辆与路侧障碍物发生侧撞。交叉口防撞系统主要是当车辆驶近和通过信号控制的交叉口时,将车载设备及通信系统所获得的情报进行处理后,判断出是否有发生事故的危險,据此对车辆进行控制,维护行车安全。

(3) 视觉强化系统 视觉强化系统要求有车载式检测设备、屏幕显示设备及计算机处理设备,对检测信息进行处理,并以适当的、有助于驾驶人理解的方式显示信息于屏幕上,这有助于增强行驶环境的可视性,对潜在信息(即具有隐蔽性的信息,如未按正常规律行驶的车辆等)、微弱信息(即不易被察觉的信息,如黄昏、大雾或雨天等环境造成难以看清的障碍物等)加强视觉可知性,可以大大提高机动车驾驶人对路况的观察及判断,使驾驶人更好地遵守交通规则,从而提高车辆行驶的安全性。

(4) 救援呼救系统 救援呼救系统是为了缩短事故响应时间,提高事故处理效率,尽量减少事故损失而研制开发的运行车辆安



全控制系统中的一个子系统。这个系统由全球定位技术、通讯技术及显示事故的电子地图等设备组成。当事故发生时,碰撞传感器会自动发出一个包括由全球定位系统提供的车祸位置的无线电信号,由通讯系统完成车辆与控制中心的信息传输。控制中心的电子地图可以准确地显示出事故发生的地点。在先进的车辆控制系统中,车辆应用救援呼救系统以后,紧急事故处理的响应时间可以减少45%,生存率可以增加7%~12%,也可以大大地减轻受伤的严重性。

(5) 车辆行驶自动导向系统:目前,各发达国家均在着力研究车辆的导航系统,这也是智能汽车的一个组成部分。它由卫星定位系统、路侧通讯技术、网络技术、电子地图、咨询引导系统组成,通过它寻找最佳的行车路线,避开交通拥挤和发生事故的路段。机动车驾驶人可以将目的地输入车内的电脑,提出要求,电脑便根据道路情况、红绿灯数、速度限制等选出最佳路径,并显示在电子地图上。它不仅使车辆避开拥挤阻塞的路线,还可以帮助疏散车流,减轻驾驶人的心理负担,提供安全、舒适的行车环境。

紧急救援系统

交通异常事件发生后,及早抢救、快速清除事故是减轻交通事故伤亡等损失的重要环节,因此,组建紧急救援系统十分重要。

紧急救援系统是由救援部门、交通管理部门、急救中心、消防中心等与交通管理或控制中心联网组成。当交通管理或控制中心的交通异常事件检测系统测得并确认发生交通异常事件后,一面自动将交通事件的有关信息及措施信息发给事件上游的后续车辆,一面把事故信息发给联网的有关管理部门,同时为这些部门的车辆提供路线导行信息和路线上的车辆优先通行信号,使各部门急救人员能尽快抵达事发地点。

道路交通安全常识

(1) 非机动车通行规定:

① 非机动车应在非机动车道内行驶;在没有非机动车道的道路上,应靠车行道的右侧行驶。



② 非机动车通过有交通信号灯控制的交叉路口时,应按照规定通行:转弯的非机动车让直行的车辆、行人优先通行;遇有前方路口交通阻塞时,不得进入路口;向左转弯时,靠路口中心点的右侧转弯;遇有停止信号时,应依次停在路口停止线以外,没有停止线的,停在路口以外;向右转弯遇有同方向前行车正在等候放行信号时,在本车道内能够转弯的可以通行;不能转弯的依次等候。

③ 非机动车通过没有交通信号灯控制、也没有交通警察指挥的交叉路口时,应遵守下列规定:有交通标志、标线控制的,让优先通行的一方先行;没有交通标志、标线控制的,在路口处慢行或者停车瞭望,让右方道路的来车先行;相对方向行驶,右转弯的非机动车让左转弯的车辆先行。

④ 驾驶自行车、电动自行车、三轮车在路段上横过机动车道时,应下车推行,有人行横道或者行人过街设施的,应当从人行横道或者行人过街设施通过;没有人行横道、没有行人过街设施或者不便使用行人过街设施的,在确认安全后直行通过。因非机动车道被占用而无法在本车道内行驶的非机动车,可以在受阻的路段借用相邻的机动车道行驶,并在驶过被占用路段后迅速驶回非机动车道。机动车遇此情况应当减速让行。

⑤ 非机动车载物应遵守下列规定:自行车、电动自行车、残疾人机动轮椅车载物时,高度从地面起不得超过 1.5 米,宽度左右各不得超出车把 0.15 米,长度前端不得超出车轮,后端不得超出车身 0.3 米;三轮车、人力车载物,高度从地面起不得超过 2 米,宽度左右各不得超出车身 0.2 米,长度不得超出车身 1 米。

⑥ 在道路上驾驶自行车、三轮车、电动自行车、残疾人机动轮椅车应遵守下列规定:驾驶自行车、三轮车必须年满 12 周岁;驾驶电动自行车和残疾人机动轮椅车必须年满 16 周岁;不得醉酒驾驶;转弯前应当减速慢行,伸手示意,不得突然猛拐,超越前车时不得妨碍被超越的车辆行驶;不得牵引、攀扶车辆或者被其他车辆牵引,不得双手离把或者手中持物;不得扶身并行、互相追逐或者曲折竞驶;自行车、三轮车不得加装动力装置;不得在道路上学习驾



驶非机动车。

非机动车应当在规定的地点停放。未设停放地点的,非机动车的停放不得妨碍其他车辆和行人通行。

(2) 行人通行规定:

① 行人应当在人行道内行走,没有人行道的靠路边行走。

② 行人通过路口或者横过道路,应当走人行横道或者过街设施;通过有交通信号灯的人行横道,应当按照交通信号灯指示通行;通过没有交通信号灯、人行横道的路口,或者在没有过街设施的路段横过道路,应当观察来往车辆的情况,确认安全后直行通过,不得在车辆临近时突然加速横穿或者中途倒退、折返。

③ 行人不得跨越、倚坐道路隔离设施,不得扒车、强行拦车或实施妨碍道路交通安全的其他行为。

④ 学龄前儿童以及不能辨认或者不能控制自己行为的精神疾病患者、智力障碍者在道路上通行时,应当由其监护人、监护人委托的人或者对其负有管理、保护职责的人带领。

⑤ 行人不得有下列行为:在道路上使用滑板、旱冰鞋等滑行工具;在车行道内坐卧、停留、嬉闹;追车、抛物击车等妨碍道路交通安全的行为。

⑥ 行人列队在道路上通行,每横列不得超过2人,但在已经实行交通管制路段不受限制。

⑦ 乘坐机动车应当遵守下列规定:不得在机动车道上拦乘机动车;在机动车道上,不得从机动车左侧上下车;开关车门不得妨碍其他车辆和行人通行;机动车行驶中不得干扰驾驶,不得将身体的任何部位伸出车外;不得跳车;乘坐两轮摩托车应当正向骑坐。

二、水上交通安全

水上交通事故特点

(1) 水上交通事故最主要的形式是碰撞和搁浅。水上交通事故的形式多种多样,碰撞、触礁、搁浅、火灾、沉没等,发生最多的是碰撞和搁浅。据有关资料统计,发达海运国家的水上交通事故中,



一般碰撞事故所占的比例为 26% ,搁浅、触礁约占 28%。我国远洋船舶海上交通事故中 ,碰撞和搁浅事故约占总事故的 75%。在沿海水上交通事故中 ,碰撞占 58% 左右 ,搁浅占 17.7% 左右。在内河航运交通事故中 ,碰撞事故所占比例也很高。

(2) 港内事故多。在港内水域中 ,船舶进出港频繁 ,通航密度大 ,使港内碰撞的概率加大。

(3) 水上交通事故多发生在沿海岸、河岸及交通密集的水域。由于船舶一般频繁活动于港口和近岸水上交通要道 ,这些区域船流密度大 ,并且随着运输业的不断发展 ,船舶的发展趋向大型化、高速化和专业化 ,这样发生海事的概率也随之增大。

(4) 在水上交通事故中 ,火灾事故比较突出 ,且多发生在油轮上。除碰撞、搁浅外 ,火灾事故是导致海难的重要原因之一。在各类火灾事故中 ,油轮火灾又占有很大的比例。而在油轮火灾中 ,爆炸起火又是主要原因之一。

水上交通事故原因

水上交通事故发生的原因是多种多样的 ,对各种原因进行分析 ,找出其中的规律性 ,有利于事故调查 ,进而对水上交通事故采取相应措施。

(1) 船员条件 :船员条件包括船员的知识、技能、经验、素质、生理及心理状况等。绝大多数碰撞事故是人为疏忽造成的 ,船员在水上交通事故中是一个十分重要的因素。另外 ,船长或驾驶人员的操作与技术能力、情绪、身体及心理状况均与水上交通事故有很大的关系。海难统计分析结果表明 ,由操船者因素直接导致的事故占 78%。

(2) 自然条件 :气象条件对船舶航行有很大影响 ,雾、雨、雪及恶劣的气象环境 ,以及热带飓风、台风、寒潮带来的强风巨浪 ,均给船舶在海上航行造成不可抗拒的自然灾害。此外 ,海上礁石、浅滩及水中障碍物等也会给船舶航行带来影响。

(3) 航道条件 :航道的水文 ,如潮汐、潮流、波浪、水深等 ,以及航道宽度、弯曲程度、交叉航线、水下障碍物、禁航区等 ,这些都对航行有所影响 ,特别是在狭窄航道和交通密集的水域。



(4) 船舶条件 :操舵及螺旋桨遥控装置、导航设备、通信设备等仪器设备是否处于良好的技术状态以及船舶的性能等 ,均与水上交通安全有很大关系。

(5) 交通条件 :交通条件系指水域内船舶交通的密集程度和交通量的大小。船舶密度指某一瞬时单位面积水域内的船舶数 ,它反映水域中船舶的密度条件 ,同时还可以不同程度地反映水域中船舶交通的繁忙程度和危险程度。交通量是交通流量或船舶流量的简称 ,它是表现水域内交通实况的最基本的量 ,其大小直接表现一个水域船舶交通的规模和繁忙程度 ,并在一定程度上反映该水域船舶交通的拥挤和危险程度。一般的港、河口以及海口等处 ,交通密集 ,船舶密度和交通流量均很大 ,这些地方极易发生交通事故 ,特别是碰撞事故。

(6) 管理条件 随着交通运输业的发展 ,船舶密度和交通流量均在不断增加 ,有的地方甚至是急剧增加。同时 ,交通阻塞也经常发生 ,交通事故频率骤增 ,必须加强交通管理 ,如建立健全港航监督和安全管理机构 ;建立健全交通规则和条例 ;完善交通法规 ;增设交通信号、交通标志 ;经常整修航道 ;整顿航道秩序 ;加强船港之间的联络协调 ;采用先进的自动化管理系统等。

安全航行靠“舵手”——引航

船舶引航即引导船舶安全航行 ,是保障船舶航行安全的重要手段。引航工作由经过安全主管机关考试合格并取得引航员证书的引航员来执行。因为世界各国港口众多 ,港口水域及码头设施、岸上目标有时会发生变化 ,所以要求船长随时熟悉和掌握各港的情况 ,同时有熟悉本港水文、气象、潮流、航道和其他特点的引航员对来往船舶进行引领 ,以利于保障港口、船舶和生命财产的安全。

引航工作分强制性的和服务性的两种。强制引航是指不管船舶是否同意或是否主动提出申请 ,均对船舶实施强制性的引航。引航权属国家主权 ,为维护我国海港的主权 ,加强对外国籍船舶进出和港内移泊的安全 ,交通部于 1976 年颁布了《海港引航工作规定》,规定凡进出中华人民共和国港口和在港内航行、移泊的外国籍船舶一律实施强制引航。1984 年 1 月 1 日施行的《中华人民共



和国海上交通安全法》也做出对外国籍船舶实行强制引航的规定。服务性引航是根据船方申请进行的,主要是对国轮提供服务。

进港的外轮应当到规定的锚地显示我国港口规定的“请派引航员”的信号,与引航站取得联系,等候引航员上船。引航员在到达或离开被引船的时候,被引船的船长应当采取安全措施,安放好符合国际海上人命安全公约要求的软梯,保证引航员能够安全迅速地登船或离船。被引船船长应正确向引航员说明船舶性能。在引航过程中,被引船的船长并不解除管理和驾驶船舶的责任。由于引航员的过失所发生的海损事故,引航员应当受到相应的处分,但不负经济赔偿责任。

引航员必须具有高度的政治责任心,熟练的船舶操纵技能,丰富的航海领港经验,以及一定的航海理论知识,熟悉航道情况和有关章则、法令,具有一定的英语水平。引航员按技术水平分为一级引航员、二级引航员、三级引航员、助理引航员4个级别。

引航员在执行引航任务中,应严格遵守国家关于安全航行的章则、法令、港章、国际海上避碰规则,以及引航员安全操作守则等有关规定,保障船舶进出港和移泊的安全。在能见度低、气象条件恶劣的情况下,不得冒险引航。

港口安全管理

(1) 港口水域秩序维护:港口水域交通像陆上城市交通一样繁忙,水域秩序是通过港务监督的监督员、监督站、信号台、观望台、巡逻船、通信设施、港口交通管理系统等手段来加以维护,保障船舶航行安全。

监督员、巡逻船巡逻的任务:监督船舶执行《海上交通安全法》及有关规定,检查港内一切航行标导的位置是否正确;禁止码头、岸边或船舶上所设置的强光灯灯光射向河道;检查各种船舶是否按照规定在指定水域停泊或在规定限度并排停靠;注意航道、码头的水深变化及监督水域清洁卫生;监督船舶在港内航行时应使用规定的信号;监督船舶灯号、声号和旗号的正确使用;监督船舶在港内按规定速度航行;禁止船舶在航道中闲荡;设置固定渔具,任意抛锚停泊,阻碍船舶航行;禁止船舶强行横过或抢越正在行驶的



船舶船头 ;监督船舶系带浮筒时所用缆绳的规格和数量 ,并不得过紧或过松 ;监督维护港内水上、水下施工的安全区 ;监督一切在港船舶滞留船员不得少于规定人数 ;监督船舶在强风、台风警报期间正确执行监督长的指示及采取必要措施 ;监督装载危险货物的船舶悬挂规定的信号及遵守有关的规定 ;对港区内发生的海损事故应立即报告所属监督站 ,并采取紧急措施。

(2) 港口信号规定 :为加强港口安全秩序管理 ,统一信号 ,便于船舶与港口联系 ,保障船舶航行安全 ,我国于 1977 年 6 月 1 日零时起 ,所有沿海港口统一使用交通部规定的《沿海港口信号规定》。各港口因特殊情况需要制定临时性信号时 ,不应与上述信号规定发生矛盾。《沿海港口信号规定》未曾列入通信业务 ,可依照 1969 年《国际信号规则》办理。

(3) 港口交通管理系统 随着水运事业的发展 ,水上交通安全问题日趋严重 ,交通流量与交通安全的矛盾日渐突出 ,水上船舶交通管理系统是解决这一矛盾的有效措施之一。在船舶交通繁忙、拥挤的港口 ,在交通事故频发区域 ,是设置船舶管理系统的重点。船舶交通管理系统包含法律和技术两个方面的内容 ,是由先进的通信导航、计算机与工程学、交通管理学相结合的新技术领域的综合系统工程。港口交通管理系统中的主要设备也称“船舶交通管理系统的子系统” ,主要有雷达监测设备、数据处理设备和通信设备这 3 个子系统 ,它们分别承担着搜集交通信息、处理交通信息、提供交通信息这 3 项船舶交通管理或服务的基本任务。

船舶安全检验

船舶处于良好的技术状态 ,是保证安全航行的先决条件。船舶检验是对船舶技术条件进行鉴定的过程 ,船舶技术证书是证明船舶技术状况的文件。船舶检验是国家授权或国际上所承认的船舶检验机构或个人 ,按照国际公约、船舶规范或规则的要求 ,对船舶的设计、材料、制造、机电设备、安全设备、技术性能及运营条件等所进行的审核、测试、检查和鉴定。目的是通过检验确定船舶及其设备是否适合预定的用途 ,是否具备在一定航区内安全航行及营运的能力和条件。



我国船舶检验工作由中华人民共和国船舶检验局执行。总局设在北京,归交通部领导。在大连、秦皇岛、天津、青岛、连云港、上海、广州、湛江、汉口、南京等港口设有分支机构。我国船舶检验局(简称船检局)采用“ZC”标志,在国际上有着良好的声誉,已与12家外国验船机构签订互相代理机构协议。

船舶检验按其性质分为船舶入级检验和法定检验。入级检验通常是由船级社进行的,是查核船舶的船体设备、轮机、电气设备、货物冷藏等装置是否处于良好有效的技术状态。国际航行船舶为了投保、索赔、处理海上纠纷的便利,需要办理船舶入级。入级检验是船舶所有人为商业目的自愿申请进行的。法定检验是国家主管机关或由其授权的组织和个人进行的,是政府为了保障船舶的安全而强制实施的。主管机关按照我国参加的有关国际公约及船舶规范,对船舶结构、稳定性、锅炉及其他受压容器、主辅机、电气设备、无线电通讯设备、航行设备、信号设备、防污染设备及载重线等进行技术监督检验。法定检验是对船舶安全管理的一个控制手段。

船舶和港口设施安全体制

2002年2月9日至13日,国际海事组织在伦敦总部召开了为期一周的由成员国代表和相关国际组织观察员参加的外交大会,为建立新的国际海事安全体制制定了《国际船舶和港口设施安全规则》。本规则的目的是提供标准的、一致的评估风险的框架,使得政府能针对船舶和港口设施的脆弱性采取相应的安全措施。

为达到这一目的,每个缔约国必须进行港口设施安全评估。安全评估有3个重要的层次:第一,必须评估重要的财产和对港口畅通至关重要的基础设施和场所,因为它们一旦受到毁坏,将对生命造成巨大损失,或者对港口设施和生态环境造成巨大的损害。第二,为了优先采取安全措施,评估必须能识别出对这些重要财产和基础设施造成的实际威胁。第三,通过评估识别出港口在实体安全、结构整合、保护体制、程序政策、通讯系统、运输基础设施、功用设施方面的脆弱性,并提出应对措施。

在该规则中,通过对船舶和港口设施的最小程度的安全要求,



体现了风险管理的概念。对于船舶而言,包括港口设施安全计划、港口设施安全管理员和某些安全设备。另外,该规则对于船舶和港口设施还要求监控人和货物的进出与流动,并保证通讯安全。由于每艘或每类船舶、每个港口设施遇到的风险不同,为满足本规则的要求所采取的措施将由缔约国政府根据具体情况决定和最后批准。

为了能判断出对港口设施或船舶造成的威胁程度,缔约国政府须制定合理的安全标准。安全标准1、2、3各对应正常威胁、中等威胁、严重威胁的情况。安全标准建立了港口设施与船舶之间的联系,因为它要求对船舶和港口设施采取合理的安全措施。

该规则的序言声称,惟一正确的对策是减少自身的脆弱性,该规则规定了几种减少脆弱性的办法。船舶须服从调查、核实、证明和控制体系,以保证安全措施得到有效实施。该规则同时要求港口设施方须向缔约国政府汇报有关安全信息,缔约国随后向国际海事组织递交一份已批准的港口设施安全计划及联系地址与方法。

海难的有效预防措施

加强对引航机构的监督管理。引航机构不同于普通船舶公司,引航机构内部管理的好坏直接影响到大量被引领船舶的航行安全,也影响到我国在国际上的形象。主管部门要加强对引航机构的监督检查,对引航机构实行年度审查,参照《国内安全管理规则》(NSM规则)对引航机构进行管理。

合理增加引航员数量,杜绝引航员疲劳驾驶。随着进江海轮的不断增加,引航员的数量也应相应增加,各引航机构应根据业务量合理配备引航员。对每名引航员的日引航时间、连续引航时间和引领船舶数量加以限制,保证引航员的正常休息时间。

加强对引航员的培训,提高引航员的业务水平。培养一名高级引航员一般需要10多年的时间,引航机构培养引航员要有一个提前量,有计划地培养后备力量。要从驾引技术、心理素质、应急应变能力等多方面对引航员进行培训,提高引航员的业务水平。

加强对引航员的管理。海事管理机构要从引航员考试发证入



手,加强对引航员的管理。要定时对引航员的实际操作水平进行考核,重点考核引航员的应急应变能力和复杂条件下的船舶操纵水平。海事管理机构要进一步加强引航分类管理,并加强日常监督检查,不合格的引航员不得从事船舶引航工作,确保船舶引航安全。

提高引航员的安全责任意识。引航员必须牢固树立安全第一的思想,严格遵守各项规章制度。在实施引航前,要制定详细的引航计划和各项安全措施。引航员要加强与船方的沟通,详细了解被引领船舶的安全技术状况、船舶的操纵性能及其他与安全航行有关的情况,核实船方自查情况,并视情况进行必要的效用试验。如发现船方未如实自查申报或有其他安全隐患,引航员应拒绝为其引航,并及时向海事管理机构报告,不得瞒报和冒险引航。

对引航员的管理纳入海事执法日常监管范围,而引航机构应向海事管理机构报备引航调度计划,海事管理机构在办理船舶进出口岸手续或进出港签证手续时,加强对引航员证书、人数、适任等级等的核查,以加强对引航过程的有效监管。

船舶经营人、所有人、船舶代理公司、引航机构与海事管理机构应建立信息联系制度,及时掌握进出船舶的安全技术状况和引航安全情况,反馈相关安全信息,共同保障船舶引航安全。

坚持“四不放过”原则,认真吸取事故教训。海事管理机构应定期召开事故分析会,查找事故原因。通过走访引航机构、发布事故通报、发布安全信息和提出安全建议等形式,督促各引航机构吸取事故教训,采取应对措施,认真做好引航事故的预防预控工作。

全球海上遇险与安全系统

全球海上遇险与安全系统(GMDSS)是一个符合《1979年海上国际搜救公约》规定的全球性通信网络。它能满足遇险船舶的可靠报警,对遇险船舶的识别、定位,救助单位之间的协调通信,救助现场的通信,可靠、及时的预防措施以及日常通信等各项要求。

(1) 报警:船对岸报警,即遇险船舶向某一岸上救助协调中心(RCC)的报警;船对船报警,即遇险船舶向附近船舶的报警;岸对船报警,即岸台向遇险船舶附近的船舶报警。报警信息应包括遇



险船舶的识别码(国际统一的1个9位10进制数字识别码)、遇险位置和性质以及其他有助于搜救的信息。

(2) 通信 通信包括救助协调中心通过岸台或岸台与遇险船舶、参与救助的船舶、飞机及其他搜救单位之间的双向通信。全球海上遇险与安全系统还能进行正常航行时相遇船舶之间的通信和有关的业务通信。

(3) 寻位 遇险船舶或救生艇通过应急示位标(EPIRB)或其他设备发出一种无线电信号,便于救助船舶和飞机寻找。

(4) 播发海上安全信息 全球海上遇险与安全系统能提供手段发布航行警告、气象预报和其他各种紧急信息,以保证航行安全。

三、铁路交通安全

铁路交通事故

铁路企业在运输旅客和货物的过程中,由于技术设备的故障、业务工作上的过失以及自然灾害等其他原因,造成人员伤亡、货物破损、设备损坏、影响正常行车等各种事件,都属于铁路运输事故。铁路运输事故一般分为行车事故、旅客伤亡事故、行李包裹事故和货运事故。此外,还有路外伤亡事故(包括道口事故)。

行车事故不论是列车运行事故,还是调车事故,都属于机车、车辆和列车在线路上运行过程中发生的事故。由于铁路运输生产过程的特点,旅客和货物必须依附并伴随着列车的运行而共同移动,才能实现位移,因此,行车事故往往会直接牵连或波及到旅客和货物的安全。有相当一部分的旅客伤亡事故、行李包裹事故和货运事故都是因为行车事故引起的。各国铁路实践表明,行车事故是铁路运输事故中最主要的部分,因此,行车安全也是铁路运输安全中最重要的内容,几乎所有国家的铁路都把保证行车安全放在运输安全工作的首位。

行车事故主要包括冲突(列车冲突、调车冲突和其他冲突)、脱轨(列车脱轨、调车脱轨和机车车辆脱轨)以及列车火灾等。我国



铁路对行车事故按其造成的设备损坏程度、人员伤亡情况以及对行车影响的程度,分为重大事故、大事故、险性事故和一般事故 4 类,并按不同类别和原因分为 46 项。

旅客伤亡事故是旅客在运输过程中发生的人身事故。各国铁路对于旅客死亡事故最为重视,我国铁路将旅客伤亡事故分为死亡、重伤和轻伤 3 种。

行李包裹事故分为火灾、被盗、丢失、破损、票货分离或票货不符、误交付和其他 7 种,按损失程度分为重大事故、大事故和一般事故 3 类。

运输过程中所发生的货运事故已成为是各国铁路企业普遍重视和关心的问题。我国铁路将货运事故分为火灾、被盗、丢失、损坏、腐坏、污染、湿损、票货分离和其他 9 种,按其损失程度分为重大事故、大事故和一般事故 3 类。

路外伤亡事故包括道口事故在内,是路外交通肇事造成的事故。铁路机车与路外其他车辆或人员碰撞,涉及面广,而且往往不是铁路单方面所能防止的。所有这些事故以及其他原因造成的路外伤亡,都应统计在路外伤亡事故中,并应合理区别铁路责任和非铁路责任。

铁路交通安全常识

(1) 乘车安全常识:候车时要站在安全白线内,等火车停稳了再排队上车,因为火车的速度很快,进站时带起的风很容易把人卷入站台下。进站上车,应该通过天桥或地下通道,不能穿行铁道,更不能钻爬火车。上火车时,不要翻爬车窗进入车厢,以免车窗滑落砸伤自己。进入车厢后,应赶快找位置坐下,不要在车厢内穿行打闹,同时要听清楚列车广播播报的站名和时间,避免错站上车。火车开动时,不要跟送行的人握手或递东西,注意把自己的行李物品放稳放好。不要到车厢连接处玩耍,那里很容易发生被连接板夹伤、挤伤的事故。列车行进中,千万不要把手、脚、头伸出窗外,以免被车窗卡住或被外面的东西撞伤。在列车上打开水不要灌得太满,以防发生烫伤。使用后的废弃物不要随手扔到车窗外,这样既不讲公共道德,又容易砸伤铁路两旁的乘客。火车中途停站,在



下车购买东西或散步时,不要忘了开车时间而发生漏乘。火车到站后,不要急于下车,要仔细清点自己所带的行李物品,等火车停稳后再有秩序地下车,不能从车门、窗户跳车。在卧铺睡觉时,应将头朝向过道,这样既安全,又能呼吸到新鲜空气;不要头朝窗睡,因为车轮的震波、噪声有碍于大脑保健和影响睡眠;另外,如果遇到紧急刹车引起剧烈颠簸,头会被碰伤。睡在中、上铺的乘客,注意将车上的安全皮带挂好,防止睡觉时掉下来摔伤。现在许多火车都改为封闭式旅游列车,这种火车易燃,而且一旦着火将难以扑救,因此,千万不要在列车上玩火,更不要携带易燃易爆物品上车。不要在铁轨上逗留、游逛、捡拾杂物。不要在铁路路基上行走、乘凉或坐卧铁轨。不要钻车、扒车、跳车。不要攀登电气化铁路上的接触网支柱和铁塔,以防触电。过铁道时,若遇红灯或看守人员示意停止行进时,须依次停在安全线以外。通过无人看守的道口时,须止步观望,在确认没有列车即将通过后才能通过。

(2) 发生交通事故的自救常识:火车一旦发生交通事故,乘客要迅速做好防御准备,同时应掌握以下自救常识:脸朝行车方向坐的人应马上抱头曲肘俯到对面的坐垫上,护住脸部;或者马上抱住头部朝侧面蹲下。背朝行车方向的人应该马上用双手抱住后脑部,同时屈身抬膝护住胸、腹部。在通道内坐着或站着的人,如果车内拥挤,应马上蹲下去,在人群中用双手抱住后脑部;如果车内不拥挤,应该双脚朝着行车方向,两手护住后脑部,屈身躺在地板上,用膝盖护住腹部,用脚蹬住椅子和车壁。在厕所里,应背靠行车方向的车壁,坐在地板上,双手抱头,屈身抬膝护住腹部。在发生事故后离车避难时,要避免接触电线。火车出轨后仍行驶时,不要跳车,否则身体会以全部冲力撞向路轨。车停下后,如果条件允许,应在原地等待救援人员,如果环境闭塞,应与周围人共同设法将遇险的信息传递出去。如果车厢内发生火灾,不要乱跑乱挤,应马上向工作人员报告,积极参与灭火。

危险货物安全运输

危险货物具有燃烧、爆炸、腐蚀、毒害、放射射线等性质,在运输过程中能引起人身伤亡和财产损失。因此,危险货物的运输在



许多环节上都有其特殊的要求,具体如下:

(1) 危险货物的承运:

① 一批办理的限制:危险货物和非危险货物或者配装条件不同的危险货物,不能按一批托运。但是对能直接配装的危险货物和非危险货物,并在专用线内装车和卸车时,可以作为一批托运。

② 正确填写危险货物品名:发货人托运危险货物时,应在货运单上填写索引表内列出的危险货物品名和编号,并在货运单右上角用红色墨水或红色戳记标明类项。发货人托运的危险货物没有列载在索引表内,而且也不属于危险货物品名表中所列的概括名称时,应按规定提出危险货物技术证明书,交铁路有关部门鉴定。

③ 危险货物的包装条件:危险货物的包装是防止运输过程中发生爆炸、燃烧、毒害、腐蚀以及放射性污染等事故的重要手段,是确保安全运输的基础。发货人托运危险货物时,必须具备品名表中列载的包装,符合危险货物包装表的规定。

④ 危险货物的运输种类:铁路运输的起爆器材、炸药、爆炸性药品、气体放射性物品和四级包装的放射性物品,限按整车托运。但在个别情况下,短距离运送起爆器材、炸药和爆炸性药品,经铁路局特别承认,可以按零担托运。有些危险货物要根据包装条件确定其运输种类。所有危险货物都不能用集装箱托运。

⑤ 危险货物承运的组织方法:整车危险货物可按月、旬计划,结合仓库货位容量、车辆来源、气候条件,指定进货日期,并尽可能缩短货物在仓库内的存放时间。在专用线内装车的整车危险货物,车站根据发货人提交的货物运单,应尽量优先安排组织装车。按零担运输的危险货物,车站应根据货源货流的特点,区分不同情况,采用“随叫随运”、“计划受理”等办法受理和承运。对零担运量较大、货运设备条件较好的车站,可以编制危险货物承运日期表。

(2) 危险货物的装车:危险货物品名繁多,性质复杂,因此做好零担货物的配装和装车工作,对保证安全运输具有十分重要的意义。



① 危险货物的配装 :在同一零担车内装载不同性质的危险货物时 ,应严格按照“危险货物配装表”的有关规定办理。配装表具体规定了各类项相互间配装的条件 ,它是保证运输安全、经济合理地利用车辆载重力和容积、组织零担危险货物装车作业的主要依据。在配装表中 ,将 9 类危险货物(放射性物品除外)按其类项及品名编号划分为 24 个配装号 ,包括普通货物共为 29 个配装号 ,采用梯形表格的形式 ,以不同的配装符号表示各种品名的危险货物配装条件。如果在配装表中无配装符号 ,反映货物在性质上不相抵触 ,在车内配装不影响运输安全 ,可以配装在同一车内。符号“△”表示可以隔离配装 ,表示两种货物性质虽有抵触 ,但是依靠包装的防护作用和车内码放距离的限制 ,可以避免相互间引起化学作用 ,因此 ,能够配装在同一零担车内 ,但需要互相隔离两米以上。符号“×”表示不可以配装。由于配装表中所列载的 9 类危险货物一旦发生燃烧或爆炸 ,就会破坏放射性物品的包装 ,造成严重事故。所以放射性物品与危险货物不能配装。放射性物品可按客运包裹、零担货物或整车货物办理。一、二、三级的放射性物品与普通货物、行李、包裹等物品(除三级包装的放射性物品与行李包裹不能配装外) ,可以直接配装或隔离配装 ,四级包装的放射性物品与普通货物不能配装 ,与人员不许在同一车内。

② 危险货物的装车 :危险货物的装车作业必须严格按照品名表中各类危险货物装卸注意事项的有关规定办理。

③ 危险货物的卸车和交付 :到站后 ,应根据预报联系收货人 ,做好卸车和搬出等准备工作 ,在危险货物到达后 ,力争做到随到、随卸、随搬 ,使货物不落地。危险货物卸车前 ,货运员应根据其性质确定卸车货位 ,并向装卸工组布置安全注意事项 ,作业前应进行必要的通风和检查 ,做好安全防护工作。

四、管道运输安全管理

重视管道运输的安全管理

管道运输是大宗流体货物运输最有效的方式 ,主要用于石油、



天然气的运输。油气管道属于高压运输,具有易燃易爆的特性。钢质管道具有腐蚀性,而且埋于地下不易发现。因此,重视管道特种技术的发展和运用,加强对埋地管道的及时检测,是保障管道运输安全的有效措施。

管道运输相对于其他运输具有投资省、安全密闭、占地少的优点。目前,在我国近70%的原油、100%的天然气是通过管道运输的。但是,管道运输是在一定的压力下运行,埋地管道存在腐蚀性,因此,往往会出现腐蚀穿孔、停输抢修的问题。我国研究管道运输的有关专家经过调查发现,由于管道的腐蚀穿孔造成的跑油、土地污染和停输抢修所造成的直接损失每年达数亿元,而且威胁着人身安全。因此,必须重视管道特种技术的发展和运用,确保管道运输的安全。

提高管道运输的安全性

我国应重视管道特种技术的发展和运用,形成围绕管道安全服务的产业。围绕管道的技术服务是一种高、新、特技术。高,就是要对管道的内外壁进行腐蚀检测和带压力封堵作业,需要精密机械、电子、电磁等高新技术;新,就是随着管道技术的发展,要不断运用新技术;特,就是管道的技术服务具有专业化的特点。国外的管道技术服务已有100多年的历史,为确保管道运输安全发挥了巨大作用,而我国这方面的服务水平相差很大。专家认为,只有管道技术服务不断提高科技含量,向产业化方向迈进,才能真正发挥为各类管道安全保驾护航的作用;只有管道企业的经营者真正认识到必须按客观规律办事,定期对油气管道进行检测和维修,才能确保管道的安全运行。

国外管道安全运营管理经验

目前,世界管道运输网总里程约200多万千米。欧美一些发达国家在管道安全运营管理方面积累了大量的经验,他们对管道运输的保护从立法、运营、管理、抢修、检测等都有一套系统的安全模式。

欧美一些发达国家对管道运输安全相当重视。美国运输部下



设有管道安全办公室,加拿大是能源委员会下设有运输安全局,英国、德国、日本等国都是一样,有着严格的管道安全法规,而且建立有积累多年的管道事故数据库,而我国则刚刚起步,在设计及计算时只能参考国外的数据。早在20世纪80年代中期,美国就已经开展了油气管道风险管理的工作,运输部安全处开展了风险管理示范规划,截至1997年8月,已有12家大型油气管道公司申请并被接受参加这项活动。我国从20世纪90年代中期开始,介绍并推动油气管道风险分析、评估,目前首先需要制定实施风险管理的规划,明确工作目标、计划以及各部门的职责、任务,然后再逐步推行。

据了解,欧洲管道安全的法律是比较严格的,因为欧洲的燃气管网比较发达,英国、美国等都有管道立法,尤其在英国、荷兰等国家,燃气管线实行风险管理。在这些国家,安全是一个系统工程,比如在管线设计时,要进行一系列评估,包括环境影响的评估、地震灾害的评估等五大评估,同时要把可行性研究报告和五大评估一同交由政府部门审查。除了五大评估之外,还要做安全性评价和风险评估。这样,政府对管道安全就有了一个比较系统化的掌控。由此可见,制定严格的法律,并切实地贯彻执行,在一定程度上会对管理运输安全起到积极有效的作用。



第五章

物 流

一、物流的基本理论

什么是物流

有人说 物流不就是运输吗?这样理解就太片面了,运输只是物流中的一项主体功能。那么什么是物流呢?中华人民共和国国家标准(GB/T18354-2001)《物流术语》中给出了明确的定义:“物流是物品从供应地向接收地的实体流动过程。根据实际需要,将运输、储存、装卸、搬运、包装、流通加工、配送、信息处理等基本功能实施有机结合。”从物流的定义可以知道,通过运输、储存、装卸、搬运、包装、流通加工、配送、信息处理等基本功能,物流活动实现了物品空间的移动和时间的延续。

由于不同国家的社会、经济、文化以及管理体制、国情差异很大,目前国内外对物流概念的解释有很多,以美国和日本的解释居多,既有一些物流管理组织对物流概念的解释,也有一些著名的物流专家学者的解释。

1981年,日本综合研究所编著的《物流手册》对物流的表述是:“物质资料从供给者向需要者的物理性移动,是创造时间性、场所性价值的经济活动。从物流的范畴来看,包括包装、装卸、保管、库存管理、流通加工、运输、配送等诸种活动。”

在国际上,最普遍采用的是美国物流管理协会在2001年的最



新定义：“物流是供应链运作中，以满足客户要求为目的，对货物、服务和相关信息在产地和销售地之间实现高效率 and 低成本的正向和反向的流动和储存所进行的计划、执行和控制的过程。”这种对物流概念的理解，已经上升到了供应链的高度。由此可见，美国已经发展到供应链物流阶段。

随着国内商品和国际贸易的不断扩大，我国物流业取得了长足的发展。专业物流公司数量不断增加，规模不断增大。越来越多的生产企业认清物流能力在市场竞争中的重要作用，企业内部开始重视物流问题，设置了物流研究室、物流技术部等。新建了铁路、公路、港口、码头，交通基础设施建设取得了显著成果。物流技术得到了改进，发展了集装箱运输、散装运输和联合运输等业务。物流已逐步打破部门、地区的界限，向社会化、专业化、现代化方向发展。

各级政府也开始重视物流业的发展，并给予积极的扶持。在 21 世纪，现代物流业必将成为我国经济发展的重要产业和新的经济增长点。物流业的发展问题也已经列入各级地方政府工作的议事日程。目前，各地方政府特别是沿海省区纷纷制定了现代物流发展规划，并把物流作为支柱型产业发展。

物流概念的产生

物流概念伴随着社会经济的演变在不断地发展和完善。“物流”一词最早出现于美国，1915 年，阿奇·萧在《市场流通中的若干问题》一书中提到“物流”一词，并指出“物流是与创造需求不同的一个问题”。此时的物流指的是销售过程中的物流，为传统的物流概念，简称 PD。

20 世纪 60 年代，PD 的概念引进日本，并被译为“物的流通”，日本著名学者平原直提出用“物流”一词代替“物的流通”，将更为简捷并且能更深刻地表达其内涵。在此之后，“物流”一词广泛使用，平原直也因此在日本被称为“物流之父”。

我国在 20 世纪 80 年代初从日本引入物流概念，并翻译了一些物流著作。日文的“物流”非常符合我国汉字的直观性描述习惯，被直接引用为汉字“物流”。因此，我国前期物流著作和文献中



的“物流”都是按 PD 的概念阐述的。1980 年以后,物流科学逐步发展,企业通过加大物流投入和注重物流管理,不仅节省了成本,增加了利润,保证了服务质量,增强了企业竞争力,还发现物流在企业经营中的重要作用,必须作为企业经营战略的重要组成部分。物流系统研究的覆盖面只有从流通领域扩展到供应、生产和流通的全过程,才能取得更大的战略效果。此外,由于经济发展到个性化消费时代,产品趋向于小批量、多品种,对物流服务的要求越来越高。因此,用流通领域的词汇 PD 来表述物流,无论是范围和内容都已不能适应时代的发展。从 20 世纪 80 年代中期开始,Logistics 逐渐取代了 PD 成为物流科学的代名词。Logistics 是军队的后勤保障系统用语,其含义是对军需物资的采购、运输、仓储、分发进行统筹安排和全面管理。Logistics 取代 PD 成为物流科学的代名词,这是物流科学走向成熟的标志。Logistics 包含生产领域的原材料采购、生产过程中的物料搬运、厂内物流和流通过程中的物流、销售物流(PD),可见其外延更为广泛。1985 年前后,各国物流行业团体为了适应时代的变化也纷纷更名。美国物流管理协会(NCPDM)、英国物流管理协会(IPDM)都将自己名称中的 PD 改为 Logistics 中的 L,其简称分别为 CLM 和 ILM。

在日本,由于有汉字“物流”的词汇存在,情况较为复杂。因为“物流”已等同于 PD,Logistics 则以音译的外来语(片假名)表示。但是部分学者在著述中也开始用 Logistics 的内涵来描述“物流”的概念。

我国物流界的处理方法和日本有所不同,开始也有人将 Logistics 译为“后勤”或“后勤学”,以便和物流(PD)加以区别。但是 1989 年第八届国际 Logistics 大会在北京举行时,经专家讨论,会议名称定为“第八届国际物流大会”。此后,物流对应的英文词是 Logistics,已普遍为物流界所接受。2000 年,我国国家标准《物流术语》又明确规定了“物流”的对应英文词是 Logistics。

物流的七大功能

物流有七大功能,包括运输、仓储、配送、包装、装卸搬运、流通加工、信息处理,这些功能在物流活动中发挥着各自的作用,对物



流成本、物流效率和物流服务质量有着不同的影响。

运输在整个物流过程中具有举足轻重的特殊地位。早期,人们在研究物流时,片面地认为解决了运输问题,便解决了物流问题。显然这个看法是不全面的,但从另一个角度看,也说明运输在物流中的重要地位。中华人民共和国国家标准(GB/T18354-2001)《物流术语》中给出了运输的概念:“用设备和工具将物品从一地点向另一地点运送的物流活动,其中包括集货、分配、搬运、中转、装入、卸下、分散等一系列操作。”运输是物质资料或产品在空间较长距离的位移,它是物流活动的核心业务,一切物流过程均离不开运输,物流部门依靠运输克服了生产地与需求地之间的空间距离,创造了商品的空间效用。在物流费用中,运费所占比重很大,所以运输是一个十分关键的环节。要充分发挥我国铁路、公路、水运、航空和管道等各种运输方式的特性和综合运输的优势,合理选择运输工具和运输线路,推行合理运输,实现社会物流过程的合理化,这是运输功能环节中的管理重点。

仓储是对物品进行保存及对其数量、质量进行管理控制的活动。它是物流系统中另一大子系统,在物流系统中起着缓冲、调节和平衡的作用。仓储和运输长期以来被看作为物流活动的两大支柱,这是因为它们在整个物流活动中起着十分重要的作用。如果说运输创造了商品的空间效用,那么仓储则创造了商品的时间效用。这一环节的管理重点是仓储的合理化问题,重中之重是库存控制。

配送是在经济合理区域范围内,根据用户要求,对物品进行拣选、加工、包装、分割、组配等作业,并按时送达指定地点的物流活动。有人经常把配送与运输混为一谈,其实不然,配送是拣选、包装、加工、组配、送货等各种物流活动的有机组合,不是一般性的企业之间的供货和向用户的送货。配送处于“二次运输”、“末端输送”的地位,与运输相比,更直接面向和靠近用户。运输则一般是干线输送或直达送货,批量大,品种相对单一。由于配送在物流系统中占有重要的地位,在发达国家,目前很重视配送业务的发展。

包装是为在流通过程中保护产品,方便储运,促进销售,按一



定技术方法而采用的容器、材料及辅助物的总体名称。也指为了达到上述目的而采用容器、材料和辅助物的过程中施加一定技术方法等的操作活动。包装直接影响装卸搬运、保管、运输的质量和效率,关系到整个物流成本和销售效果。包装在维持产品的存在价值和实现产品的使用价值方面发挥着作用。

流通加工是指物品在从生产地到使用地的过程中,根据需要施加包装、分割、计量、分拣、刷标志、拴标签、组装等简单作业的总称。流通加工是物流中的重要利润源,是一种低投入、高产出的加工方式,往往以简单加工解决需求的大问题。在美国、日本等一些物流发达国家的物流中心、配送中心,在经营中大量存在着流通加工业务。

装卸搬运活动渗透到物流各领域、各环节,成为物流顺利进行的关键。物资装卸搬运伴随着物流的始终,联系着物流的其他功能,成为提高物流效率、降低物流成本、改善物流条件、保证物流质量最重要的物流环节。

信息处理技术是物流活动中重要的技术支撑,物流信息处理功能的强弱,反映着物流运作水平的高低。先进的信息处理技术在物流发达国家得到了广泛的应用,如GPS技术、GIS技术、EDI技术、条码技术等。

何谓物流系统

将系统的观点引入物流是现代物流与传统物流的根本区别。现代物流是把属于物流的各个功能要素作为一个系统进行统一运作和管理,实现整个物流系统的合理化,从而实现整个物流系统成本的最低化。

物流系统是为实现既定物流活动目标,由包装、运输、储存、装卸搬运、流通加工、信息处理等要素所构成的具有特定功能的有机整体。物流系统是一个复杂、庞大的系统,这个大系统中有众多的子系统,系统间又具有广泛的横向和纵向的联系。

物流系统由功能要素和支撑要素构成。物流系统的功能要素指的是物流系统所具有的基本能力,这些基本能力有效地组合、联结在一起,便形成了物流的总功能,便能合理、有效地实现物流系



统的总目标。物流系统的功能要素一般包括运输、储存保管、包装、装卸搬运、流通加工、配送、物流信息等。物流系统的支撑要素是指系统的建立需要有许多支撑手段,尤其是处于复杂的社会经济系统中,要确定物流系统的地位,要协调与其他系统的关系,这些要素必不可少,主要包括体制、制度、法律、规章、行政、命令和标准化系统。

物流系统和一般系统一样,具有输入、处理及输出三大功能。作为系统的输入是各个环节所消耗的劳务、设备、材料等资源,经过处理转化,变成全系统的输出,即物流服务。整体优化的目的就是要使输入最少,即物流成本最低,消耗的资源最少,而作为输出的物流服务效果最佳。

物流系统本来就客观存在,是现代科技及现代观念的产物,它除了具有一般系统所共有的特点,即整体性、相关性、目的性、环境适应性,还具有不同于一般系统的特点:一是跨度大。这反映在两个方面,一是地域跨度大,二是时间跨度大。大跨度带来的主要问题是管理难度较大,对信息的依赖程度高。二是稳定性较差,动态性较强。一般的物流系统总是联结多个生产企业和用户,随着需求、供应、渠道、价格的变化,系统内的要素及系统的运行也会经常发生变化,难于长期稳定。稳定性差、动态性强带来的主要问题是管理和运行的难度大,要求系统有足够的灵活性。三是复杂性。物流系统本身属于中间层次系统范畴,向下可以分解成若干个子系统,向上又处于更大的系统,如流通系统、社会经济系统。物流系统要素本身也十分复杂,如物流系统运行对象遍及全部社会物质资源,将全部国民经济产品的复杂性最后集于一身。物流系统要素间的关系也不如某些生产系统那样简捷,这就增加了系统的复杂性。四是系统结构要素间的“背反”现象。系统结构要素间有非常强的“背反”现象,常称之为“交替损益”或“效益背反”现象。例如在包装方面,包装花钱越少,利润越高,但减省的包装降低了产品的防护效果,带来物流系统运输、储存、装卸搬运功能要素的工作劣化。一旦商品进入流通之后,可能会造成大量损失,使物流系统总体效益下降。



物流管理的“顶尖石”——物流战略

“战略”一词最初是作为军事用语,从20世纪60年代开始引入经济领域。由于买方市场的形成,企业间竞争加剧,企业在分析生产经营形势时,常把市场看作“战场”,把竞争对手看作“敌方”,把协作单位看作“友方”,把争取新用户看作“占领”,把制定正确的企业战略看作是求得生存与发展的根本保证。当战略思想被引进物流领域,就产生了“物流战略”这一概念。

古人云:“兵马未到,粮草先行。”物流为企业产品打入市场架桥铺路,为生产源源不断地输送原材料。没有通畅而敏捷的物流系统,企业就无法在市场竞争中站稳脚跟。而在传统的物流管理中,由于物流被看作是企业经营活动中的辅助内容,因此许多企业没有物流战略,缺乏战略性的物流规划和运筹。有的企业虽然生产管理搞得很好,产品研究开发也很有水平,但是产品就是销不出去,原因是多方面的,其中之一可能就是物流渠道不通畅,导致产品分销受阻,影响了产品的进一步生产与开发。有的企业由于原材料的供应问题没有解决好,没有建立起良好的原材料供应渠道,影响了产品的生产,也同样制约了企业经营战略的实现。有的企业在售后服务方面缺乏用户服务的观念,没有建立通畅的用户信息反馈机制,使企业的经营战略没能跟上用户的需求,由于企业没有捕捉市场信息的敏捷性,最终导致用户的失去。

由此可见,物流战略对于工商企业来讲非常重要,它是工商企业经营战略中重要的组成部分,是一项功能性的战略。而物流战略对于物流企业来讲更为重要,属于综合性战略,它是物流企业对自身总体和长远发展的分析和规划。作为物流企业和工商企业的物流总部,在进行物流管理的过程中,必须制定出合理的物流战略,因为现代物流管理系统处于复杂多变的环境,物流管理需要运筹与决策,要为提高企业的竞争力提供有利保证。

而物流战略管理则是物流企业管理中的重要组成部分,在西方被誉为企业管理的“顶尖石”,它对物流企业的生存和发展起着决定性的作用。特别是在买方市场的经济环境下,经营风险明显加大,物流企业的发展必须有明确的战略。物流企业要认真研究



和分析各种内外部环境影响因素,既不能盲目随波逐流,也不能错过发展时机。

物流战略与物流战略管理,在西方战略文献中没有一个统一的看法,不同的学者有不同的认识。《物流术语》(GB/T18354-2001)中对两者的解释为:物流战略是为寻求物流的可持续发展,就物流发展目标以及达成目标的途径与手段而制定的长远性、全局性的规划与谋略;物流战略管理是物流组织根据已制定的物流战略,付诸实施和控制的过程。战略本身无好坏,但物流企业对战略的选择却有好坏之分。所以战略选择对企业来讲至关重要,它是一个企业生死与存亡的分水岭。

第三方物流与第四方物流

(1) 第三方物流 对于第三方物流(TPL或3PL),国内外有多种理解方式,比较普遍的理解是企业全部或部分物流服务的外部提供者,第三方是相对于第一方供应方和第二方需求方而言。它是通过第一方或第二方,或者与这两方的合作来提供专业化的物流服务。第三方物流是一种物流运作模式,是指由供方与需方以外的物流企业提供物流服务的业务模式。第三方就是指提供物流交易双方的部分或全部物流功能的外部服务提供者,从某种意义上讲,它是物流专业化的一种形式。

第三方物流是随着物流业发展而发展的物流专业化的重要形式。“第三方物流”一词于20世纪80年代中后期开始盛行,当时它考虑的主要方面是对物流环节的要素进行外包。在1988年美国物流管理委员会的一项顾客服务调查中,首次提到了“第三方物流提供者”,这种新思维被纳入到顾客服务职能中。物流业发展到一定阶段,必然会显现第三方物流的发展,而且第三方物流的占有率与物流产业的水平之间有着非常规律的相关关系。西方国家的物流业实证分析证明,独立的第三方物流要占到社会的50%,物流产业才能形成。所以第三方物流的发展程度反映和体现着一个国家物流业发展的整体水平。

第三方物流通常又称为契约物流或物流联盟,是指从生产到销售的整个流通过程提供服务的第三方,它本身不拥有商品,而是



通过签订合作协议或结成合作联盟,在特定的时间内,按照特定的价格向客户提供个性化的物流代理服务。其具体内容包括商品运输、储存配送以及其他附加的增值服务等。它以现代信息技术为基础,实现信息和实物的快速、准确的协调和传递,提高仓库管理、装卸、运输、采购订货以及配送的自动化水平。

(2) 第四方物流:第四方物流与第三方物流一样,也是一种物流运作模式,是当第三方物流发展到一定水平后所出现的更为高级的物流运作模式。第四方物流是一个供应链物流集成商,它能调集和管理组织自己的以及具有互补性的服务提供商的资源、能力和技术,以提供一个综合的供应链解决方案。从概念上来看,第四方物流是有领导力量的物流提供商,它可以为整个供应链提供集成化的物流服务,提供综合的供应链解决方案,也为其客户带来更大的价值。显然,第四方物流是在解决企业物流的基础上,整合社会资源,解决物流信息充分共享、社会物流资源充分利用的问题。

物流企业与企业物流

(1) 物流企业:物流企业是指至少从事运输(含运输代理、货物快递)或仓储一种经营业务,并能够按照客户的物流需求,对运输、储存、装卸、包装、流通加工、配送等基本功能进行组织和管理,具有与自身业务相适应的信息管理系统,实行独立核算、独立承担民事责任的经济组织。

物流企业是现代物流发展过程中的主体,是物流服务的提供者,其物流运作整体水平的高低反映出一个国家的物流水平。物流企业可分为以下几种类型:

① 运输型物流企业:运输型物流企业应同时符合以下要求:以从事货物运输业务为主,包括货物快递服务或运输代理服务,具备一定的规模;可以提供门到门运输、门到站运输、站到门运输、站到站运输服务和其他物流服务;企业自身有一定数量的运输设备;具备网络化信息服务功能,应用信息系统可以对运输货物进行状态查询、监控。

② 仓储型物流企业:仓储型物流企业应同时符合以下要求:



以从事仓储业务为主,为客户提供货物储存、保管、中转等仓储服务,具备一定的规模;企业能为客户提供配送服务以及商品经销、流通加工等其他服务;企业自身有一定规模的仓储设施、设备,自有或租用必要的货运车辆;具备网络化信息服务功能,应用信息系统可以对货物进行状态查询、监控。

③ 综合服务型物流企业 综合服务型物流企业应同时符合以下要求:从事多种物流服务业务,可以为客户提供运输、货运代理、仓储、配送等多种物流服务,具备一定的规模;根据客户的需求,为客户制订整合物流资源的运作方案,为客户提供契约性的综合物流服务;按照业务要求,企业自有或租用必要的运输设备、仓储设施及设备;企业具有一定运营范围的货物集散、分拨网络;企业配置专门的机构和人员,建立完备的客户服务体系,能及时、有效地提供客户服务;具备网络化信息服务功能,应用信息系统可以对物流服务全过程进行状态查询和监控。

(2) 企业物流:企业物流是指企业内部物品实体流动。美国物流管理协会认为,企业物流是研究对原材料、半成品、产成品、服务以及相关信息从供应始点到消费终点的流动与存储进行有效计划、实施和控制,以满足客户需要的科学。

企业物流是从企业角度上研究与之有关的物流活动,是具体的、微观的物流活动的典型领域。企业在生产经营过程中,物品从原材料供应开始,经过生产加工形成产成品,成品入库、销售,以及伴随生产消费过程中所产生的废弃物的回收和再利用。所以,企业物流又可以分为企业供应物流、企业生产物流、企业销售物流、企业回收物流和企业废弃物物流 5 类具体物流活动。生产物流在企业物流中处于中心地位,它是和生产同步进行的,是企业内部所能控制的,实现合理化的条件最成熟。而供应物流和销售物流是生产物流的外延部分,它受企业外部环境影响较大,如政策与市场环境、仓储与运输环境和一些间接环境等。对于外界制约条件,虽然企业不一定能控制,但是应该加以研究,制定合理对策,以求得企业的顺利发展。



JIT 物流与零库存

及时生产制(JIT),也称及时管理方式,是由日本丰田汽车公司在 20 世纪 60 年代实行的一种生产方式。JIT 是指将必要的零件以必要的数量在必要的时间送到生产线,并且只将所需要的零件、只以所需要的数量、只在正好需要的时间送到生产线。这是为适应 20 世纪 60 年代消费需求变得多样化、个性化而建立的生产体系,以及为此生产体系服务的物流体系。1973 年以后,这种方式对丰田公司渡过第一次能源危机起了很大的作用,后来引起其他国家生产企业的重视,并逐渐在欧洲和美国的日资企业及当地企业中推行开来。现在这一方式与源自日本的其他生产、流通方式一起被西方企业称为“日本化模式”。近年来,JIT 不仅作为一种生产方式,也作为一种物流模式在欧美物流界得到推行。JIT 应用于物流领域,也称 JIT 物流,是指将正确的商品以正确的数量、在正确的时间、送到正确的地点。这是一种高度化的物流服务需求,对物流系统的要求较高。

及时管理方式的基本信念是库存就是浪费,消除库存就是消除浪费。及时管理方式就是系统中的活动只有在需要它发生的时候才能发生,具体来说,就是系统的上一道工序的加工品种、数量和时间由下一道工序的需求确定,零部件供应商的交货品种、数量和交货时间由生产组装线的进度需求来确定,从而做到在生产过程的每一个阶段或工序、制品的移动,以及供应商的交货,均能符合时间和数量要求,即需要的时间及时供应所需求的数量。从理论上说,在需要的时间及时供应所需要的数量,就意味着在生产过程的每一个阶段或工序上不会出现闲置的零部件(处于等待或库存状态的材料),从而也就不会产生库存,所以,及时管理方式往往被称为零库存管理方式。实际上,在实践中绝对的零库存往往是不可能的,但是及时管理方式所采用的拉动概念具有重大的意义,它强调及时服务、过硬品质,通过消除浪费,使库存减少到尽可能低的水平。

既然库存是浪费,就必须减少库存,随着库存水平的逐渐下降,原来被掩盖的问题将浮现出来,企业管理者就必须面对和解决



这些问题。因此,及时管理方式的运作程序是逐渐减少库存,以发现问题,在问题解决之后,进一步减少库存,以发现新的问题,并设法加以解决的过程,如此不断循环往复。

备受瞩目的供应链物流

随着经济全球化和知识经济时代的到来,无国界化企业经营的趋势愈来愈明显,加剧了市场竞争的激烈程度。专家预言,21世纪企业的竞争将会演变为不同供应链之间的竞争。现在人们认识到,任何一个企业都不可能在所有业务上成为世界上最杰出的企业,只有优势互补,才能共同增强竞争实力。因此,国际上一些先驱企业摒弃了过去那种从设计、制造直到销售都自己负责的经营模式,转而在全球范围内与供应商和销售商建立最佳合作伙伴关系,与他们形成一种长期的战略联盟,结成利益共同体,这个群体网络上的节点(企业)都是一种供应与需求的关系,因而称之为供应链。供应链是指涉及将产品或服务提供给最终消费者的过程和活动的上游及下游企业组织所构成的网络。互联网技术为供应链管理取得成功提供了有力的支持。物流和资金流、信息流一起是供应链的组成部分,但在供应链整合中,物流部分经常起着主导作用。人们进一步认识到,物流的作用在新经济环境中,还应该继续发展扩大,要把物流与供应链联系在一起。

物流系统的覆盖面不仅贯穿一个企业的供应、生产和销售全过程,而且要覆盖供应链的上、下游企业之间。为了反映物流内涵的新变化,1998和2001年,美国物流管理协会两次修改了Logistics定义,1998年对Logistics的定义为:“物流是供应链过程的一部分,是为了满足客户需求而对商品、服务及相关信息从原产地到消费地的高效率、高效益的正向和反向流动及储存进行的计划、实施与控制过程。”2001年的最新定义是:“物流是供应链运作中,以满足客户要求为目的,对货物、服务和相关信息在产出地和销售地之间实现高效率 and 低成本的正向和反向流动和储存所进行的计划、执行和控制的过程。”这种对物流概念的理解已经上升到了供应链的高度。

进入2004年,供应链管理成为取代物流管理的新的概念。美



国物流管理协会(CLM)在2005年3月更名为供应链管理专业协会(CSCMP)标志着全球物流进入供应链时代。供应链管理是对物流概念的深化和提升,从广度上扩大了物流范畴,从深度上强化了管理的能力。按照美国供应链管理专业协会的权威定义,供应链管理是联系企业内部和企业之间主要功能和基本商业过程,将其转化成为有机的、高效的商业模式的管理集成。它包括了上述过程中的所有物流活动,也包括了生产运作,它驱动企业内部和企业之间的营销、销售、产品设计、财务和信息技术等过程和活动的协调一致。国外物流职业的专业人员所包括的范围越来越大,在企业中扮演的角色越来越关键。物流专业人员所从事的更多的是跨组织的供应链活动,物流专业人员角色更多的是供应链管理角色。因此,物流已进入供应链时代,可以称之为供应链物流。

物流活动在经济发展中扮演的角色

物流活动在经济发展中扮演着非常重要的角色。如果没有物流,整个经济运行将会处于停滞状态,这不是危言耸听。物流在经济发展中的重要性体现在以下几个方面:

(1) 物流是国民经济的基础之一:在经济发展过程中,经常提到的交通运输基础作用、先行作用和瓶颈问题,就是指的物流或者指的物流的主要部分。物流是国民经济的基础是从物流对国民经济的枢纽作用这一点而言的。物流通过不断输送各种物质产品,使生产者不断获得原材料和燃料,以保证生产过程的正常进行,又不断将产品运送给不同的需要者,以使这些需要者生产、生活得以正常进行,这些互相依赖的活动是依靠物流来维系的,国民经济因此才得以成为一个有内在联系的整体。

(2) 物流是企业运行的前提保证:从企业这一微观角度来看,一个企业的正常运转,一方面要保证按企业生产计划和生产节奏提供和运达原材料、燃料、零部件;另一方面,要将产品和制成品不断运离企业,这个最基本的外部环境正是要依靠物流及有关的其他活动创造和提供保证的。企业内部生产过程本身是与物流活动结合在一起的,物流的支持保证作用是不可或缺的。

(3) 物流是国民经济的支柱:物流对国民经济起支柱作用,或



者物流与其他生产活动一起起支柱作用。很多国家处于特定的地理位置或特定的产业结构条件下,物流在地区经济中能够发挥带动和支持整个国民经济的作用,能够成为国家或地区财政收入的主要来源,能够形成主要就业领域,能够成为科技进步的主要发源地和现代科技的应用领域。例如欧洲的荷兰、亚洲的新加坡和我国香港特别行政区等都具有特定的物流资源,特别是日本,以流通立国,物流的支柱作用显而易见。

(4) 物流现代化可以改善经济运行质量:我国经济虽然取得了持续的进步和发展,但是经济运行质量不高,“粗放式”经营问题还很严重,尤其作为支撑国民经济运行的“物流平台”问题更为突出。各种物流经营方式分立,物流基础设施不足,物流技术落后等等,如果能够得到全面的、系统的改善,就可以使我国国民经济的运行水平得到很大程度的提高。

(5) 物流降低成本的作用:物流合理化有大幅度降低企业经营成本的作用,物流的发展促进经济运行环境的改善,使企业外部交易成本降低,从而进一步降低企业的运营成本。企业生产过程的物流合理化,又能够降低生产成本,这对于企业的市场竞争无疑是非常有利的。

(6) 物流的服务价值:物流可以提供良好的服务,这种服务有利于参与市场竞争,有利于树立企业品牌,有利于和服务对象结成长期的、稳定的、战略合作伙伴,这对企业长远的、战略性的发展有非常重要的意义。物流的服务价值实际上就是促进企业战略发展的价值。

现代物流的明天

在社会需求多样化、经济市场化、市场一体化、竞争国际化的社会背景下,现代物流正朝着标准化、信息化、网络化、一体化、柔性化和绿色化的方向发展。

(1) 标准化:在物流的整个过程中,如果没有标准化措施,物流系统各环节就不能得到有效的衔接和协调,也不可能达到现代物流系统高效运作的目的。物流标准化内容包括物流技术设施、物流设备、工具材料等的标准化,物流术语、服务功能、作业流程及



管理方法的标准化,物流标识系统、物流数据采集系统、物流信息交换系统等方面的标准化。目前我国已形成了相应的各种系列的物流行业标准和国家标准,但与国外相比仍有很大差距。

(2) 信息化 物流信息化主要表现为物流信息收集的数据化和代码化、物流信息处理的电子化和计算机化、物流信息传递的标准化和实时化、物流信息存储的数字化、物流信息的商品化、物流信息管理的高技术化等。物流信息化对物流效率和效益的提高具有决定性作用,是实现物流网络化、虚拟化和国际化的重要基础。

(3) 网络化 网络化物流在组织资源的速度、规模、效率和资源的合理配置方面具有传统物流所不可比拟的优势。物流网络化包括两个方面的含义:一是物流信息的网络化,指通过计算机网络将供应商、制造商、物流活动中的各个环节及用户联结起来,进行业务联系及结算管理;二是物流活动组织的网络化,即物理网络或实体网络。这种实体网络与信息网络的“无缝连接”,可以使网络上点与点之间的物流活动保持系统性和一致性,保证整个物流网络的最优化。

(4) 一体化 物流一体化是指不同企业之间或企业不同职能部门之间,通过合作达到提高物流效率、降低物流成本的效果。物流一体化的形式包括垂直一体化和水平一体化。物流垂直一体化又称为物流集成化,是指物流系统各子系统协调运作,系统化发展。物流水平一体化又称为物流共同化,是指在供应链管理的基础上,多个企业结成战略联盟,形成多方位、纵横交叉、互相渗透的协作有机体,通过在物流方面的合作,获得规模经济效益和物流效率。

(5) 柔性化 柔性化本来是为实现“以顾客为中心”的理念而在生产领域提出的。但要真正做到柔性化,即根据消费者需求的变化来灵活调节生产工艺,没有配套的柔性化的物流系统是不可能实现的。柔性化物流即弹性物流,已发展成为一种新型物流模式。

(6) 绿色化 绿色物流是指在物流过程中抑制物流对环境造成危害的同时,实现对物流环境的净化,使物流资源得到最充分的



利用。

“黑暗大陆”说

1962年,美国著名的管理学家德鲁克在《经济的黑暗大陆》一文中指出:“流通是经济领域里的黑暗大陆。”提出物流是降低成本的最后领域,强调应高度重视物流管理。1973年席卷全球的石油危机以后,全世界范围内的石油价格扶摇而上。石油消费量占20%~30%的运输业处于十分困难的境地,运输费和包装费分别上升了20%和30%。由此还导致了其他原材料价格的猛涨和人工费用支出的不断增加。西方国家的企业靠廉价原材料、燃料、动力而获取高额利润的传统方式面临挑战,因而在物流方面采取强有力的管理措施,大幅度地降低流通费用,在一定程度上弥补了由于原材料、燃料、人工费用上涨而失去的利润。

“黑暗大陆”学说在实业界和产业界曾经引起极大的震动。除此之外,还有与“黑暗大陆”相似的物流学说,如“企业未开垦的黑土地”等。

“物流冰山”说

“物流冰山”说是日本早稻田大学西泽修教授提出来的。他在研究物流成本时发现,现行的财务会计制度和会计核算方法都不可能掌握物流费用的真实情况。一般情况下,企业会计科目中,只把支付给外部运输企业、仓储企业的费用列入物流成本,实际这些费用在整个物流费用中只是很小的一部分。企业的物流活动除了上述委托企业外部的物流企业完成的业务活动以外,还有企业自己从事的物流业务活动,比如利用企业自有运输工具运货,设置自有仓库和属于本企业的职工进行包装、装卸作业等等,以及配备的物流管理人员和进行大量的物流信息处理业务。如果不掌握企业内部物流活动的全部费用支出情况,就不能把握物流成本的整个面貌。由企业的财务会计报表或盈亏计算表中所反映出来的物流成本,只不过是“冰山一角”,而大多数的物流成本都潜藏在“海面”以下,并混入其他费用科目,比如自有货运汽车司机的人工费与销售部门等其他部门工作人员的人工费混在一起,统列于人工



费项目中,货运汽车的折旧、修理和燃料费也和人工费一样,与其他设施和设备的折旧、修理费一起列入折旧费、修理费的开支项目中。因此,西泽修先生说:“物流费用犹如一座海里的冰山,露出水面的仅是冰山的一角。”

解决上述问题的根本方法就是进行物流成本计算,将混入其他费用科目的物流成本全部抽出来,使人们清晰地看到潜藏在海平面以下的物流成本的巨大部分,挖掘出降低成本的宝库。

“第三利润源泉”说

“第三利润源泉”说也是日本早稻田大学西泽修教授提出来的。人类历史上曾经有过两个大量提供利润的领域,被称为“第一利润源泉”与“第二利润源泉”。“第一利润源泉”指的是资源领域。起初是通过廉价的原材料、燃料获得高额利润,后来则是依靠科技进步,通过节能降耗、回收利用或者人工合成资源获取高额利润。“第二利润源泉”指的是人力领域。最初是通过廉价劳动力,其后则是依靠科技进步提高劳动生产率,降低人力消耗,从而降低成本,增加利润。而“第三利润源泉”指的是现代物流。在前两个利润源潜力越来越小、利润开拓越来越困难的情况下,物流领域的潜力被人所重视,并按时间序列称为“第三利润源泉”。

根据发达国家的经验,随着市场竞争的加剧,当原材料、设备和劳动力成本压缩的空间趋于饱和后,对成本的控制将转为物流领域。在我国,2002年物流费用支出占GDP的比重为21.5%,2003年为21.4%,而发达国家仅为10%左右。2000年我国实现GDP为89 404亿元,按物流费用占GDP的比重约为20%的比例计算,2000年全社会物流费用支出高达1.78万亿多元。如果我国能达到发达国家的物流水平,可节约近9 000亿元的物流费用,即我国物流领域每年约有9 000亿元的价值和利润空间。如果全社会流通过费用降低1%,就可以节约资金179亿元。

“效益背反”说

“效益背反”指的是物流系统的若干功能要素之间存在着交替损益的矛盾,即某一个功能要素的优化和利益发生的同时,往往会



存在另一个或另几个功能要素的利益损失。这一种此起彼落、此盈彼亏的现象,在许多领域都存在,但在物流领域中更为常见和普遍,是这一领域中内部矛盾的反映和表现。例如包装问题,包装上每少花一分钱,这一分钱就必然转到收益上来,包装越省,利润则越高。但是一旦商品进入流通之后,如果过于简化的包装降低了产品的防护效果,就会造成储存、装卸、运输功能要素的工作劣化和效益大减。除此之外,物流系统中的运输与仓储之间、物流服务水平与物流成本之间等方面都存在着“效益背反”。

解决物流活动中各种成本之间“效益背反”的关键,就是实现整个物流系统的合理化。物流合理化的一个基本思想就是“均衡”的思想,从物流总成本的角度权衡得失,不求极限,但求均衡,均衡造就合理。例如对物流费用的分析,均衡的观点是从总物流费用入手,即使某一物流环节要求高成本的支出,但如果其他环节能够降低成本或获得利益,并从总体上得到了物流成本的降低,就认为是均衡的,即是合理可取的。

二、形形色色的物流

社会经济生活中的物流无处不在,对于各个领域的物流,虽然其基本要素都是相同的,但是由于物流的对象、物流的目的、物流的范围和范畴不同,形成了不同的物流类型。下面我们按照物流系统涉及的领域、物流的作用、物流活动覆盖的范围和物流系统的性质来分类。

宏观物流与微观物流

(1) 宏观物流 宏观物流是指社会再生产总体的物流活动,是从社会再生产总体角度认识 and 研究的物流活动。这种物流活动的参与者是构成社会总体的大产业、大领域。因此,宏观物流既是研究社会再生产的总体物流,也是研究产业或领域的物流活动和物流行为。

宏观物流还可以从空间范畴来理解,在很大空间范畴的物流活动往往带有宏观性,在很小空间范畴的物流活动则往往带有微



观性。宏观物流也指物流全体,是从总体看物流,而不是从物流的某一个环节来看物流。因此,在物流活动中,社会物流、国民经济物流、国际物流应属于宏观物流。宏观物流研究的主要特点是综合性和全局性。宏观物流主要研究的内容是物流总体构成、物流与社会的关系、物流在社会中的地位、物流与经济发展的关系、社会物流系统和国际物流系统的建立和运作等。

(2) 微观物流:消费者、生产企业所从事的实际的、具体的物流活动属于微观物流。在整个物流活动中的一个局部、一个环节的具体物流活动也属于微观物流,在一个小地域空间发生的具体的物流活动也属于微观物流,针对某一种具体产品所进行的物流活动也是微观物流,企业物流、生产物流、供应物流、销售物流、回收物流、废弃物物流等均属于微观物流。微观物流研究的特点是具体性和局部性。由此可见,微观物流是更贴近具体企业的物流,其研究领域十分广阔。

社会物流与行业物流

(1) 社会物流:企业外部的物流活动总称为社会物流。社会物流一般指流通领域所发生的物流,是全社会物流的整体,所以有人称之为大物流或宏观物流。社会物流的一个标志是:它是伴随商业活动(贸易)发生的,也就是说物流过程和所有权的更迭是相关的。

社会物流是指超越一家一户的、以一个社会为范畴、面向社会为目的的物流。这种社会性很强的物流往往是由专门的物流承担人承担的,社会物流的范畴是社会经济大领域。社会物流研究再生产过程中随之发生的物流活动,研究国民经济中的物流活动,研究如何形成服务于社会、面向社会、又在社会环境中运行的物流,研究社会中物流体系的结构和运行,因此带有宏观性和广泛性。

就物流的科学整体而言,可以认为主要研究对象是社会物流。社会物流网络是国民经济的命脉,流通网络分布的合理性、渠道是否畅通至关重要。必须进行科学管理和有效控制,采用先进的技术手段,保证高效率、低成本运行,这样才能带来巨大的经济效益和社会效益。物流科学对宏观国民经济的重大影响是物流科学受



到高度重视的主要原因。

(2) 行业物流:行业物流是指同一行业中的物流。行业物流属于中观物流,同一行业中的企业是市场上的竞争对手,但是在物流领域中常常互相协作,共同促进行业物流系统的合理化,如家电行业物流、烟草行业物流、汽车行业物流、冷冻产品行业物流、医药行业物流、建材行业物流等都属于行业物流。在日本建设机械行业,提出行业物流系统化的具体内容有:各种运输手段的有效利用;建设共同的零部件仓库,实行共同集配送;建立新旧车设备及零部件的共同流通中心;建立技术中心,共同培训操作人员和维修人员;统一建设机械的规格等。如在大量消费品方面,采用统一商品规格,统一法规政策,统一托盘规格、陈列柜和包装模数化等。行业物流系统化的结果使参与的各个企业都得到相应的利益。

国内物流与国际物流

(1) 国内物流:国内物流是一国之内的物流。我国物流系统的发展必须从全局着眼,对于部门分割、地区分割所造成的物流障碍应该清除。在物流系统的建设投资方面,要从全局考虑,使一些大型物流项目能尽早建成,为社会经济服务。

国家整体物流系统的推进必须发挥政府的行政作用,具体来说,政府在国内物流上起着以下几个方面的作用:物流基础设施的建设,如公路、高速公路、港口、机场、铁道的建设,以及大型物流基地的配置等。制定各种交通政策法规,例如铁路运输、公路运输、海运、空运的价格规定,以及税收标准等。与物流活动有关的各种设施、装置、机械的标准化,物流信息的标准化和物流术语的标准化等,物流标准化是提高全国物流系统运行效率的前提。物流新技术的开发、引进和物流技术专业人才的培养。

(2) 国际物流:国际物流是不同国家(地区)之间的物流。它是随着世界各国之间进行国际贸易而发生的商品实体从一个国家流转到另一个国家而发生的物流活动。国际物流是现代物流系统发展很快、规模很大的一个物流领域。由于近十几年国际贸易的急剧扩大,国际分工日益深化,东西方之间冷战的结束,以及诸如欧洲等地一体化速度的加快,国际物流成了现代物流研究的热点



问题。

随着国际贸易、全球化作业的发展,更长的供应链和更多的物流单证使物流需求不断增长。物流经营者面临着“4D”壁垒,即距离、需求、多样性和单证4个方面的壁垒。国际物流的目的就在于让企业在获取全球营销和全球化作业的同时,保证服务与成本的有效性。

国际物流与国内物流相比,具有国际性、复杂性和风险性等特点:①国际性是指国际物流系统涉及多个国家,地理范围大。这一特点又称为国际物流系统的地理特征。国际物流跨越不同国家和地区,跨越海洋和大陆,运输距离长,运输方式多样,这就需要合理选择运输路线和运输方式,尽量缩短运输距离,缩短货物在途时间,加速货物的周转,降低物流成本。②复杂性主要包括国际物流通信系统设置的复杂性、法规环境的差异性和商业现状的差异性等。在国际间的经济活动中,生产、流通、消费3个环节之间存在着密切的联系,由于各国的社会制度、自然环境、经营管理方法、生产习惯不同,一些因素变动较大,因而在国际间组织好货物从生产到消费的流通是一项复杂的工作。③风险性主要包括政治风险、经济风险和自然风险。政治风险主要指由于所涉及国家的政局动荡,如罢工、战争等原因造成货物可能受到损失;经济风险又可以分为汇率风险和利率风险,主要指从事国际物流必须要发生的资金流动,而产生汇率风险和利率风险;自然风险指在流通过程中,因自然因素如海风、地震、暴雨等引起的风险。

供应物流

供应物流是生产企业、流通企业或消费者购入原材料、零部件或商品的物流过程,也就是物资生产者、持有者至使用者之间的物流。对于生产企业而言,供应物流需将原材料配送给工厂,它的主要客户是工厂,它处理的对象主要是生产商品所需的原材料和零部件。由于原材料与零部件的数量之间有固定的比例关系,因此,供应物流的功能就是强调原材料的配套储存、分拣、及时配送、加工和预处理等。对于流通领域而言,供应物流是指在为商品配置而进行的交易活动中,从买方角度出发的交易行为中所发生的物



流。由于供应物流占用大量的企业流动资金,因此,对其严格管理,使其合理化,对于降低企业成本至关重要。供应物流不仅要保证供应的目标,而且还要以最低成本、最少消耗来组织供应物流活动,满足限定的条件,因此,这就带来很大的难度。现代物流学就是基于非短缺商品市场这样一个宏观环境来研究物流活动的,在这种市场环境下,供应数量的保证是容易做到的,而企业竞争的关键则在于如何降低物流过程的成本。为此,企业供应物流就必须解决有效的供应网络、供应方式和零库存等问题。

供应物流受企业外部环境影响较大,如政策与市场环境、仓储与运输环境等。简单地说,原材料供应如不及时将影响生产,而原材料的采购、运输都受外界制约。对于外界的制约条件,虽然企业不一定能控制,但是应该加以研究,并制定合理对策,运用先进的物流技术,如有效客户反应技术(ECR)、快速反应技术(QR)等对供应物流加以控制,以求得企业的顺利发展。在准确地预测销售需求的前提下,使总库存成本最低是供应物流的目的。

生产物流

生产过程中,原材料、在制品、半成品、产成品等在企业内部的实体流动称为生产物流。生产物流是从原材料购进开始、直到产成品发送为止的全过程物流活动。生产物流是制造企业所特有的,它需要与生产流程同步。原材料以及半成品等按照工艺流程在各个加工点之间不停地移动、流转,形成了生产物流。因此,生产物流的合理化对工厂的生产秩序和生产成本有很大的影响。合理组织生产物流有以下要求:① 连续性:是指企业生产的每一道工序都是以正常物流按部就班进行,一个环节扣一个环节,若某一个环节出了问题,造成停工,形成内部物流阻塞,将会影响生产的正常进行。② 节奏性:是指产品在生产过程中,从投料到入库都能保证生产各环节在相同时间间隔内生产相同数量的相同产品,有节奏地、均衡地完成生产。③ 比例性:是指组成产品的各物流流量不同,就会形成产品物流过程的比例性。④ 适应性:是指当企业产品换代或改进时,要求生产过程具有较强的应变能力,即在短时间内调整生产,生产出另一种产品,而物流过程也应具备这一应



变能力。

目前,制造型企业的物流系统有两种:一种是为制造活动提供支持的物流,它的功能要求与供应物流相同;另一种则是为制造商的产品分销提供支持的物流。国内外的应用实例表明,制造商自己直接建立分销网络的情况越来越普遍,其市场覆盖面要广,分销能力要强,市场信息的收集与传递要及时,因此,要求在区域市场上运输和配送商品的能力要很强,需求预测及订单处理功能要完善。生产物流发展共经历了人工物流、机械化物流、自动化物流、集成化物流和智能化物流 5 个阶段。

销售物流

销售物流是指生产企业、流通企业出售商品时,物品在供方与需方之间的实体流动。在现代社会中,市场环境是一个完全的买方市场,由于市场竞争的日益激烈,传统制造领域的技术和产品的特征优势日渐缩小,人们越来越认识到销售物流服务已经成为企业销售系统、甚至整个企业成功运作的关键。完善的物流系统能够提高产品价值,增大顾客满意度,既得到新顾客的青睐,又留住了老顾客,从而达到降低营销成本和提高销售收入的目的。因此,销售物流活动便带有极强的服务性,以满足买方的要求,最终实现销售。企业销售物流的特点就是通过包装、送货和配送等一系列物流实现销售,这就需要研究送货方式、包装水平以及运输路线,并采取各种诸如少批量、多批次、定时、定量配送等特殊的物流方式达到目的,因而其研究领域也是很宽泛的。

销售物流的目标是以最低的成本和最佳的服务将产品在适当的时间送达适当的地点。事实上,销售物流的低成本与最佳的服务效果是存在矛盾的,因为为了提供最好服务,需要较多的库存量、快捷的运输、网点密度增加,结果必然大量增加物流成本。另一方面,为了降低成本,势必要采取缓慢而价廉的运输,降低存货量,减少仓库及网点。因此,真正的销售物流效率是建立在物流成本与服务的平衡上,即从系统的角度对销售物流的各要素进行协调、平衡,取得合理成本下的时空效用。具体优化方法采取以下步骤:确定合理的客户服务水平,寻找达到这一水平的最小成本,确



定进行改进的成本,确定改进成本后增加的销售及收益。

回收物流与废弃物物流

(1) 回收物流:回收物流是对不合格物品的返修、退货,以及周转用的包装容器从需方返回到供方所形成的物品实体流动。从回收物流的定义可以看出,回收物流的主要对象是返品。随着市场竞争日益激烈,企业返品的数量和频率越来越高,成为企业管理的重点课题。所谓返品,是指由于产品出厂经储存、运输过程中损坏及消费需要变化等原因而退回企业的产品。

引起返品的原因主要有商品存在瑕疵和品质问题,商品接近或超过保质期,其他理由引起的消费者退货,零售商手中出现的积压、滞销、过季的商品,断码商品或不配套商品,厂家或零售商在配送过程中产生的损伤商品,生产厂家主动“召回”的批量产品等等。

近年来,由于激烈的商业竞争以及消费者权益保护法规的日益完善,促使商家和厂家竞相推出各种优惠的退货条件。在这种浓厚的“买方市场”商业氛围下,“商家先行赔付”、“无理由退货”、“异地退货”,甚至于“无凭证退货”等各种退货措施不断出现。这些优惠措施在便利消费者购物的同时,也造成了大量返品的产生。

(2) 废弃物物流:废弃物物流是将经济活动中失去原有价值的物品,根据实际需要进行收集、分类、加工、包装、搬运、储存,并分送到专门处理场所形成的物品实体流动。废弃物物流的对象可分为两大部分:一部分是虽然失去原有使用价值,但可以通过再加工后复用的废弃物;一部分是企业产生的完全丧失使用价值,无法再重新利用的最终废弃物。

三、物流信息技术

何谓物流信息

物流信息是物流系统的重要组织部分,它在物流系统中的作用就像人体中神经系统的作用一样,如果没有了物流信息,整个物流系统就会基本处于瘫痪状态。物流信息对于整个物流系统起着相互衔接的作用,对物流活动起着支持作用。物流系统内各子系



统的相互衔接是通过信息予以沟通的,而且系统内基本资源的调度也是通过信息的传递来实现的。通过物流信息的指导,才能保证物流各项活动的运转。物流系统也不再是各个独立活动的组合,而是有机的联系和密切的组合。

那么什么是物流信息呢?所谓物流信息就是反映物流活动内容知识、资料、图像、数据、文件的总称。物流信息可分为两大类,即物流系统的内部信息和外部信息。物流系统的内部信息是指伴随着各种物流活动而发生的信息,如库存信息、运输信息、装卸搬运信息、车辆数、作业层人员数量和素质、计划数等信息;物流系统的外部信息是指在物流活动以外发生的提供给物流活动使用的信息,如物流市场的信息、同行中竞争者的信息、物流有关政策信息、产业结构及变化信息。

物流信息具有三大特点:一是信息量大。物流信息随着物流活动以及商品交易活动的展开而大量发生。多品种、少批量生产和多频度、小数量配送使库存、运输等物流活动的信息大量增加。零售商广泛使用销售时点系统(POS)读取销售时点的商品品种、价格、数量等即时销售信息,并对这些销售信息加工整理,通过电子数据交换(EDI)向相关企业传递。同时为了使库存补货作业合理化,许多企业采用电子自动订货系统(EOS)。随着企业间合作倾向的增强和信息技术的发展,物流信息的信息量在今后将会越来越大。二是更新快,即物流信息的更新速度快。多品种、少批量生产和多频度、小数量配送与利用POS系统的即时销售,使得各种作业活动频繁发生,从而要求物流信息不断更新,而且更新的速度越来越快。这就要求对物流信息的处理要迅速,要及时掌握和利用物流信息,否则过期作废。因此,一些高新技术在物流领域中的应用主要就是应用在对物流信息的处理上,如GPS(全球定位系统)、GIS(地理信息系统)、RF(射频技术)、条码技术等。三是来源多样化。物流信息不仅包括企业内部的物流信息,而且包括企业间的物流信息和与物流活动有关的基础设施的信息等。企业竞争优势的获得需要供应链各参与企业之间相互协调合作。协调合作的手段之一就是信息的即时交换和共享。许多企业将物流信息标



准化和格式化,利用电子数据交换(EDI)在相关企业间进行传送,实现信息分享。另外,物流活动往往利用道路、港湾、机场等基础设施。因此,为了高效率地完成物流活动,必须掌握与基础设施有关的信息,如在国际物流过程中,必须掌握报关所需信息、港湾作业信息等。

电子数据交换

电子数据交换(EDI)俗称“无纸贸易”,是指按照统一规定的一套通用标准格式,将标准的经济信息通过通信网络传输,在贸易伙伴的电子计算机系统之间进行数据交换和自动处理。由于使用EDI能有效地减少直到最终消除贸易过程中的纸质单证,因而EDI也被称为“无纸贸易”。以往世界每年花费在制作文件的费用约合人民币2.4万亿元,采用EDI以后,贸易伙伴直接传递的是电子文件,节省了大量的制作纸质文件的费用,所以“无纸贸易”被誉为—场“结构性的商业革命”。

电子数据交换技术最初由美国于20世纪60年代后期提出,当时是为了解决运输业中大量货物运输数据的电子传输问题,以缩短交货、付款的周期,首先在美国工业交通同盟和美国运输协会内实现电子数据传输,并于1984年推出了美国EDI国家标准。自美国以后,英国、法国、日本、德国、澳大利亚、比利时、荷兰、新加坡、韩国等国家都相继建立了自动通关的EDI系统,甚至有些国家对不使用EDI的行业和企业采取了一定的限制和制裁措施,如美国和澳大利亚等国家相继规定必须使用EDI方式报关,船舶方能靠港装卸,否则将推迟受理和另增费用。

一个部门或企业若要实现EDI,首先必须有一套计算机数据处理系统。其次,为使本企业内部数据比较容易转换为EDI标准格式,必须采用EDI标准。另外,通信环境的优劣也是关系到EDI成败的重要因素之一。构成EDI系统的基本要素有3个,即EDI软件和硬件、通信网络以及EDI标准。实现EDI需要相应的硬件和软件,EDI软件将用户数据库系统中的信息翻译成EDI的标准格式,以供传输和交换。通信网络是实现传输和交换的必要条件,同时EDI需要标准的数据格式。这3个要素中,EDI标准是整个

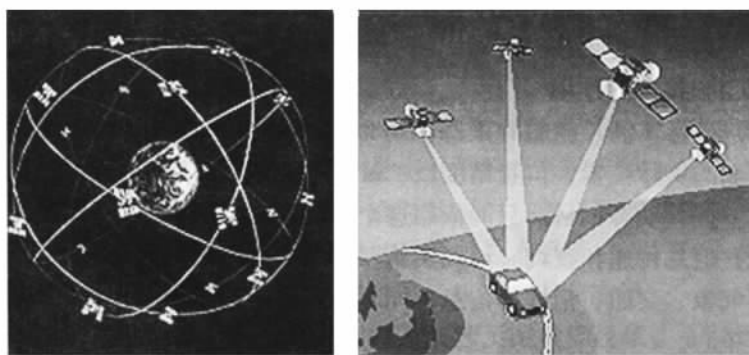


EDI 最关键的部分,由于 EDI 是以事先商定的报文格式进行数据传输和信息交换,因此,制定统一的 EDI 标准至关重要。世界各国开发 EDI 得出一条重要经验,就是必须把 EDI 标准放在首要位置。EDI 标准主要分为以下几个方面:基础标准、代码标准、报文标准、单证标准、管理标准、应用标准、通信标准、安全保密标准。在这些标准中,最首要的是实现单证标准化,包括单证格式的标准化、所记载信息的标准化以及信息描述的标准化。单证格式的标准化是指按照国际贸易基本单证格式设计各种商务往来的单证样式。在单证上利用代码表示信息时,应采用标准化代码。目前,我国已制定的单证标准有中华人民共和国进出口许可证、原产地证书、装箱单、装运声明等。

全球卫星定位技术

美国的全球卫星定位系统全名为“全球定位系统”(GPS)。美国在成功地完成了阿波罗登月飞船计划、航天飞机计划后,于 1973 年开始由美国国防部花费 20 多年时间、耗费巨资建立了为服务于美国的全球空间战略的军民两用全球卫星系统,该系统以保护美国的军事利益为首要目标。在 1991 年的海湾战争中,GPS 的卫星星座在还没有达到全部工作能力的情况下,就为美国及其盟国军队立下了汗马功劳。在以后的美国对伊拉克的战争、美军在前南地区的维和行动中,GPS 更成了制胜的秘密武器。到 1996 年,GPS 已是美军及其盟军的必要装备,美军以 GPS 装备为基本手段建立了有效管理军事物资、装备先进的军事物流系统。

GPS 由空间部分和地面部分组成,空间部分由分布在 6 个等间隔轨道上的 24 颗卫星组成,卫星距地球 2 万多千米,这种分布可以保证在任何时刻全球的任何地区都被 4 颗卫星覆盖,GPS 的卫星星座可以全天候、连续地向无限多用户提供任何覆盖区域内目标的高精度的三维速度、位置和时间信息。GPS 的地面部分由 1 个主控站、5 个全球监控站和 3 个地面天线站组成。GPS 的用户必须配备 GPS 接收机才能使用 GPS 系统,GPS 接收机的主要功能是接收卫星发射的信号,以获得必要的导航定位信息,并据此进行导航和定位。



GPS 工作原理

20 世纪 90 年代以来,全球定位系统在物流领域得到越来越广泛的应用。可用于汽车自定位、跟踪调度、陆地救援;用于内河及远洋船队最佳航程和安全航线的航向的实时调度、监测及水上救援。在我国,GPS 最先用于远洋运输的船舶导航,跨世纪的三峡工程也已规划用 GPS 来改善航运条件,提高航运能力;用于空中交通管理、精密进场着陆、航路导航监视;用于铁路运输管理,我国铁路开发的基于 GPS 的计算机管理信息系统,可以通过 GPS 和计算机网络,实时收集全路列车、机车、车辆、集装箱及所运货物的动态信息,可实现列车、货物追踪管理,只要知道货车的车种、车型、车号,就可以立即从近 10 万千米的铁路网上流动着的几十万辆货车中找到该货车,还能得知这辆货车现在何处运行或停在何处,以及所有的车载货物发货信息。铁路部门运用这项技术可以大大提高其路网及其运营的透明度,为货主提供更高质量的服务。

条码技术

条码已走入我们的生活,现在绝大多数商品的包装上都印有条码。条码是由一组规则排列的条、空及字符组成的,用以表示一定的信息。条码隐含着数字信息、字母信息、标志信息、符号信息,主要用以表示商品的名称、产地、价格、种类等,是全世界通用的商品代码的表示方法。例如,商品条码 6902952880041 中,690 代表中国,2952 代表贵州茅台酒厂,88004 代表 53% (V/V)、106PROOF、500 毫升的白酒。



条码技术是现代物流系统中非常重要的大量、快速信息采集技术,是能适应物流大量化和高速化的要求,大幅度提高物流效率的技术。条码技术包括条码的编码技术、条形符号设计技术、快速识别技术和计算机管理技术,是实现计算机管理和电子数据交换不可缺少的开端技术。

那么,如何对条码进行识别呢?这就要借助条码识别装置了。条码识别装置就是我们通常所称的扫描仪,有各种类型。由于条码的条纹由若干个黑色的“条”和白色的“空”的单元所组成,当用扫描仪对条码进行扫描时,其中的黑色条对光的反射率低,白色的空对光的反射率高,再加上条与空的宽度不同,就能使扫描光线产生不同的反射接收效果,在光电转换设备上转换成不同的电脉冲,形成了可以传输的电子信息。各种扫描设备都和后续的电光转换、信息信号放大及与计算机联机形成完整的扫描阅读系统,完成了电子信息的采集。由于光的运动速度极快,所以,可以准确无误地对运动中的条码予以识别。

目前国际上通用的和公认的物流条码码制有3种,即ITF-14条码、UCC/EAN-128条码及EAN-13条码。选用条码时,要根据货物的不同和商品包装的不同,采用不同的条码码制。单个大件商品,如电视机、电冰箱、洗衣机等商品的包装箱往往采用EAN-13条码。储运包装箱常常采用ITF-14条码或UCC/EAN-128应用标识条码,包装箱内可以是单一商品,也可以是不同的商品或小包装的多件同一商品。其中,EAN条码是国际上通用的通用商品代码,我国通用商品条码标准也采用EAN条码结构。

条码技术在物流管理中发挥着巨大的作用,方便了物流过程中涉及到的各方。对托运人来说,它能改进订货准备和处理,排除运输差错,减少劳动时间,改进记录保存,减少实际存货时间;对承运人来说,它能保持运费账单信息完整,顾客能存取实时信息,改进顾客装运活动的记录保存,可以跟踪装运活动,简化集装箱处理,监督车辆内的不相容产品,减少信息传输时间;对仓储管理来说,它能改进订货准备、处理,提供精确的存货控制,顾客能存取实时信息,减少劳动成本,入库数精确;对批发商和零售商来说,它能



保证单位存货精确,销售点价格精确,减少实际存货时间,增加系统灵活性。

射频技术

射频技术对于大多数人来说非常陌生,它是一种基于电磁理论的通信技术。在物流领域中,主要适用于物料跟踪、运载工具和货架识别等要求非接触数据采集和交换的场所。

一般的 POS 条码系统需要进行接触识别,这种识别方式对于物流系统而言常常不大适用。这是由于在物流过程中,不可能进行全部、全面的接触识别,所以 POS 条码系统的应用有一定的局限性。

射频技术是一种重要的标识技术,它的主要功能是对运动的或静止的标签进行不接触的识别,这种识别技术就是射频技术。通过在物流对象上贴置的标签,用射频技术进行电磁波射频扫描,就可以把物流对象的相关信息从标签上识别并进行直接读写,或者通过计算机网络将信息传输。射频技术的主要组成是射频系统和射频标签。射频系统通常由读写器、计算机网络两部分组成,射频系统的读写器由读写模块、射频模块、天线 3 个主要组成部分,读写器在一个区域范围内发射电磁波,对标签进行数据采集,通过计算机网络进行数据转换、数据处理和数据传输。射频标签通常由射频模块、存储器、控制器和天线 4 个部分组成。标签的主要作用是存储物流对象的数据编码,对物流对象进行标识。通过天线将编码后的信息发射给读写器,或者接受读写器的电磁波反射给标签。射频标签的基本功能是具有有一定的存储容量,用以存储被识别对象的信息,标签的数据能被读入或写入,而且可以编程,一旦编程后,就成为不可更改的永久信息,使用、维护都很简单,在使用期限内无需维护。

射频技术的优点是不局限于视线,识别距离比光学系统远,远程标签可以识别 100 厘米的距离。射频识别卡具有读写功能,可以携带大量数据,难以伪造。由于射频技术标签具有可读写能力,对于需要频繁改变数据内容的场合尤为适用。



美国和北大西洋公约组织(NATO)在波斯尼亚的联合作战行动中,不仅建成了战争史上投入战场最复杂的通信网,还完善了识别跟踪军用物资的新型物流系统,这是吸取了“沙漠风暴”军事行动中大量物资无法跟踪造成重复运输的教训。无论物资是在订购之中、运输途中,还是在某个仓库存储着,通过该系统,各级指挥人员都可以实时掌握所有的信息。该系统途中运输部分的功能就是靠贴在集装箱和装备上的射频识别标签实现的。

射频技术(RF)接收转发装置通常安装在运输线的一些检查点上(如门柱上、桥墩旁等),以及仓库、车站、码头、机场等关键地点。接收装置收到RF标签信息后,连接收地的位置信息,传至通信卫星,再由卫星传送给运输调度中心,送入中心数据库中。

我国RF的应用也已经开始,一些高速公路的收费站口使用RF可以不停车收费,我国铁路系统使用RF记录货车车厢编号的试点已运行了一段时间,一些物流公司也正在准备将RF用于物流管理中。

电子订货系统

电子订货系统(EOS)是指将批发商、零售商所发生的订货数据输入到计算机,即刻通过计算机通信网络连接的方式将资料传送至总公司、批发商、商品供货商或制造商处。在寸土寸金的情况下,零售业已没有许多空间用于存放货物,在要求供货商及时补足售出商品的数量且不能缺货的前提下,更应采用EOS系统。EDI/EOS包含了许多先进的管理手段,因此在国际上使用非常广泛,并且越来越受到商业界的青睐。EOS系统有企业内的(如连锁经营企业各连锁分店与总部之间建立的EOS系统)和零售商与批发商之间的EOS系统,以及零售商、批发商和生产商之间的EOS系统。

EOS系统并非单个的零售店与单个的批发商组成的系统,而是许多零售店和许多批发商组成的整体动作的大系统。EOS系统基本上是在零售店的终端利用条码阅读器获取准备采购的商品条码,并在终端上输入订货材料,利用增值网络中心(VAN)或实时网络系统传到批发商或配送中心的计算机中,批发商或配送中心开



出提货发票,并根据传票,同时开出拣货单实施拣货,然后依据送货传票进行商品发货,送货传票上的资料将成为零售商的应付账款资料及批发商或配送中心的应收账款资料,并接到应收账款的系统中去,零售商对送到的货物进行检验后,便可以陈列与销售了。

电子订货系统相对于传统的订货方式,如上门订货、邮寄订货、电话订货、传真订货等有很多优点:一是EOS系统可以缩短从接单到订单到发货的时间,缩短订货商品的交货期,减少商品订单的出错率,节省人工时间;二是有利于减少企业的库存,提高企业的库存管理效率,防止商品缺货现象的出现;三是对于生产厂家和批发商来说,通过分析零售商的商品订货信息,能够准确判断畅销商品和滞销商品,有利于企业调整商品生产和销售计划;四是有利于提高企业物流信息系统的效率,使各个业务信息子系统之间的数据交换更加便利和迅速,丰富企业的经营信息。

销售时点系统

销售时点系统(POS)最早应用于零售业,以后逐渐扩展至其他服务性行业,利用POS系统的范围也从企业内部扩展到整个供应链。那么,什么是销售时点系统呢?销售时点系统是指通过自动读取设备(如收银机)在销售商品时直接读取商品销售信息(如商品名称、单价、销售数量、销售时间、销售店铺、购买顾客等),并通过通讯网络和计算机系统传送至有关部门进行分析加工,以提高经营效率的系统。

对于贴上条码的商品,POS系统能快速、准确地利用计算机对商品进行销售和配送管理,其过程为:对销售商品进行结算时,通过光电扫描读取,并将信息输入计算机,然后输进收款机,收款后开出收据。同时,通过计算机处理,掌握进、销、存的数据。

销售时点系统是信息的基础采集系统,是整个商品交易活动或物流活动的信息传输最基本的环节,通过销售时点系统,基础信息可以不遗漏地全部收集,并且有不失真的特点。

一般情况下,POS系统的运行由5个步骤组成:①商品都贴有



表示该商品信息的条码或 OCR 标签。② 在购买商品结账时,收银员使用扫描读数仪自动读取商品条码标签或 OCR 标签上的信息,通过计算机确认商品单价,计算客户购买总金额等,同时返回给收银机,打印出客户购买清单和付款总金额。③ 各个店铺的销售时点信息通过 VAN 以在线连接方式及时传送给总部或物流中心。④ 物流中心和店铺利用销售时点信息进行库存调整、配送管理、商品订货等作业。通过对销售时点信息进行加工分析,掌握消费者购买动向,找出畅销商品和滞销商品,以此为基础,进行商品品种配置、商品陈列、价格设置等方面的操作。⑤ 在零售商与供应链的上游企业(批发商、生产厂家、物流企业等)结成协作伙伴关系(也称为战略联盟)的条件下,零售商利用 VAN 以在线连接的方式把销售时点信息及时传送给上游企业。这样上游企业可以利用销售现场最及时准确的销售信息制定经营计划和进行科学决策。例如,生产厂家利用销售时点信息进行销售预测,掌握消费者购买动向,找出畅销商品和滞销商品,把销售时点信息(POS 信息)和订货信息(EOS 信息)进行比较分析,把握零售商的库存水平,以此为基础制定生产计划和零售商库存连续补充计划。



参考文献

- 王午生,许玉德,等.2003.铁道与城市轨道交通工程.上海:同济大学出版社
- 邓明权.2004.现代桩工机械.北京:人民交通出版社
- 邓爱民.2000.商品混凝土机械.北京:人民交通出版社
- 乔英忍,曹国炳,等.2001.世界铁路纵览.北京:中国铁道出版社
- 孙学琴,梁军.2004.物流中心运作管理.北京:机械工业出版社
- 朱道立,龚国华,等.2001.物流和供应链管理.上海:复旦大学出版社
- 李世华.1999.现代施工机械实用手册.广州:华南理工大学出版社
- 沈志云.2001.交通运输工程学.北京:人民交通出版社
- 沈志云,邓学钧.2003.交通运输工程学.北京:人民交通出版社
- 陈京.2004.汽车运输组织管理.北京:机械工业出版社
- 李京文.1989.中国交通运输要览.北京:经济科学出版社
- 何挺继.1999.现代公路施工机械.北京:人民交通出版社
- 何挺继.2003.公路机械化施工手册.北京:人民交通出版社
- 张铁.2000.工程建设机械管理.东营:石油大学出版社
- 张铁.2001.工程建设机械机电液一体化.东营:石油大学出版社
- 金士宣,徐文述.2000.中国铁路发展史.北京:中国铁道出版社
- 郑训.2001.路基与路面机械.北京:机械工业出版社
- 邵振一,董千里.1998.道路运输组织学.北京:人民交通出版社
- 孟祥茹.2005.物流管理.北京:机械工业出版社
- 段书国.2004.现代桥隧机械.北京:人民交通出版社
- 胡列格,刘中等.2003.交通枢纽与港站.北京:人民交通出版社
- 费建国.2001.公路工程机械化施工.北京:人民交通出版社
- 高家驹.1993.综合运输概论.北京:中国铁道出版社
- 铁道部档案史中心.1999.新中国铁路50年.北京:中国铁道出版社
- 崔介何.2005.现代物流管理教程.北京:华文出版社
- 彭进,宋君德.2002.铁路客运组织与管理.北京:中国铁道出版社
- 韩学松.1999.中国工程建设机械50年.北京:当代世界出版社