

巍巍交大 百年书香  
www.jiaodapress.com.cn  
bookinfo@sjtü.edu.cn



策划编辑 高锐  
责任编辑 胡思佳  
封面设计 张瑞阳



# 铁路客运组织

TIELU KEYUN ZUZH

职业教育铁道运输系列创新教材

职业教育铁道运输系列创新教材

主编·韩莹

# 铁路客运组织

TIELU KEYUN ZUZH

铁路客运组织

主编·韩莹



上海交通大学出版社  
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

免费提供

精品教学资料包

服务热线: 400-615-1233  
www.huatengzy.com



扫描二维码  
关注上海交通大学出版社  
官方微信

ISBN 978-7-313-18186-2



9 787313 181862

定价: 49.80元



上海交通大学出版社  
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

职业教育铁道运输系列创新教材

# 铁路客运组织

主 编 韩 莹

副主编 黄聪聪 曾希熙



上海交通大学出版社  
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

## 内容提要

本书分为 13 个模块,包括铁路客运概述,铁路客运运价,铁路客运条件,行李、包裹和高铁快件运输,旅客运输计划与组织,站、车客运工作组织,旅客列车的编组结构及开行方案的优化,客运安全与运输阻碍、事故处理,客运应急预案与非正常事故处理,客运记录与电报,路内运输与军事运输,铁路国际旅客联运,客运服务与监督投诉。

本书适合作为职业教育铁道运输类专业的教材,也可作为相关工作专业人员的参考书。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

铁路客运组织/韩莹主编. —上海:上海交通大学出版社, 2017 (2024 重印)

ISBN 978-7-313-18186-2

I. ①铁… II. ①韩… III. ①铁路运输—客运组织—高等职业教育—教材 IV. ①U293.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 240966 号

## 铁路客运组织

TIELU KEYUN ZUZH

主 编: 韩 莹

出版发行: 上海交通大学出版社

地 址: 上海市番禺路 951 号

邮政编码: 200030

电 话: 021-64071208

印 制: 三河市骏杰印刷有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张: 18

字 数: 424 千字

版 次: 2017 年 10 月第 1 版

印 次: 2024 年 7 月第 6 次印刷

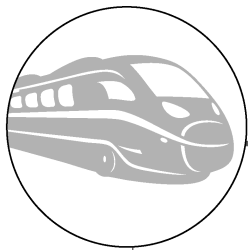
书 号: ISBN 978-7-313-18186-2

定 价: 49.80 元

版权所有 侵权必究

告读者: 如您发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系

联系电话: 0316-3662258



# 前言

近年来,随着国民经济的迅速发展,交通运输业,尤其是铁路客运业发展迅猛,每年的“春运”客流规模震惊世界。在时代的背景下,铁路客运的安全、组织、管理等方方面面需要格外重视,铁路客运组织统筹铁路客运全程。

铁路客运组织是职业教育铁道运输类专业的主干专业课,在培养铁路客运专业技术人才方面起着重要的作用。为满足旅客对运输产品的需求,适应竞争激烈的客运市场,使学生更好掌握铁路客运组织这门课程,我们组织编写了本书,学时分配如下:

序号	内 容	学 时
模块 1	铁路客运概述	4
模块 2	铁路客运运价	6
模块 3	铁路客运条件	6
模块 4	行李、包裹和高铁快件运输	6
模块 5	旅客运输计划与组织	6
模块 6	站、车客运工作组织	6
模块 7	旅客列车的编组结构及开行方案的优化	4
模块 8	客运安全与运输阻碍、事故处理	6
模块 9	客运应急预案与非正常事故处理	4
模块 10	客运记录与电报	2
模块 11	路内运输与军事运输	4
模块 12	铁路国际旅客联运	4
模块 13	客运服务与监督投诉	2
总计		60

本书具有以下特色:

(1)权威性。本书参考《铁路旅客运输规程》《铁路客运运价规则》《实名制管理规定》《铁路旅客运输服务质量规范》等众多规范性文件编写而成,内容可靠、权威。



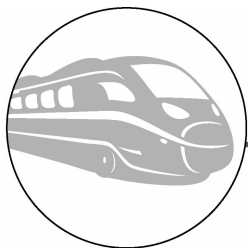
(2)全面性。本书知识点全面,所讲内容涵盖铁路客运组织课程的所有内容,并额外加入众多补充知识,以符合当前铁路客运组织现状,如动车组相关知识、实名制相关知识、网络订票、导盲犬携带等。

(3)时效性。铁路相关法规、规章更新速度较快,尤其是在 2015 和 2016 年,本书编写过程中引用了铁路总公司的最新规定,并参考 12306 网站的公告,所引用数据选取最新。具体内容方面,大到强制保险的取消(2013 年)、票价算法的修正,复兴号动车组,小到列车打火机携带数量的更改(2016 年)等,均参考最新标准予以更新。

本书由韩莹任主编,黄聪聪和曾希熙任副主编。

鉴于编者水平,以及相关法规、规章的更新速度,书中存在的不足与错误之处望读者批评指正,以便修正。

编者



# 目 录

<b>模块 1</b>	<b>铁路客运概述</b>	<b>1</b>
<b>1.1</b>	<b>铁路旅客运输的基本概念</b>	<b>1</b>
1.1.1	客运交通系统的含义和铁路旅客运输的特点	1
1.1.2	铁路各级客运部门的主要任务	2
<b>1.2</b>	<b>我国铁路旅客运输发展</b>	<b>3</b>
1.2.1	我国铁路旅客运输发展现状	3
1.2.2	我国铁路旅客运输发展趋势	5
<b>1.3</b>	<b>我国动车组的沿革</b>	<b>6</b>
1.3.1	技术积累期(2004 年以前)	7
1.3.2	技术引进期(2004—2008 年)	9
1.3.3	自主创新期(2009 年至今)	13
	<b>思考与练习</b>	<b>16</b>
<b>模块 2</b>	<b>铁路客运运价</b>	<b>17</b>
<b>2.1</b>	<b>运价结构</b>	<b>17</b>
2.1.1	按距离的差别运价结构	17
2.1.2	按客运类型的差别运价结构	17
<b>2.2</b>	<b>铁路旅客票价</b>	<b>18</b>
2.2.1	普速旅客列车票价的种类和构成	19
2.2.2	普速旅客列车票价的理论计算	20
2.2.3	动车组列车票价	22
2.2.4	旅客票价表的运用	23
<b>2.3</b>	<b>行李、包裹运价</b>	<b>24</b>
2.3.1	行李、包裹运价的规定	24
2.3.2	行李、包裹运价的计算	27
2.3.3	高铁快件运价计算	28
<b>2.4</b>	<b>特定运价</b>	<b>28</b>
2.4.1	包车	29
2.4.2	租车及租用、自备车辆的挂运和行驶	31
2.4.3	旅游列车	32
<b>2.5</b>	<b>客运杂费</b>	<b>34</b>
2.5.1	客运杂费的种类	34
2.5.2	一般客运杂费核收的标准	35
2.5.3	其他客运杂费核收的标准	36

思考与练习	37
<b>模块 3 铁路客运条件</b>	<b>38</b>
<b>3.1 旅客运输合同</b>	<b>38</b>
3.1.1 旅客运输合同相关法律法规	38
3.1.2 旅客运输合同的含义和凭证	39
3.1.3 基本权利和义务	40
<b>3.2 车票及其发售规定</b>	<b>41</b>
3.2.1 车票的作用和分类	41
3.2.2 车票的发售规定	41
3.2.3 车票实名制管理规定	47
3.2.4 互联网售票	49
<b>3.3 旅客乘车条件</b>	<b>52</b>
3.3.1 旅客乘车基本条件和车票签证	52
3.3.2 车票的有效期间	53
3.3.3 旅客乘车中发生特殊情况的处理	54
3.3.4 车票的查验和违章乘车的处理	56
<b>3.4 退票和旅行变更</b>	<b>58</b>
3.4.1 退票	58
3.4.2 旅行变更	60
3.4.3 电子客票改签和退票	62
<b>3.5 旅客携带物品及导盲犬</b>	<b>63</b>
3.5.1 旅客携带物品	63
3.5.2 旅客携带导盲犬	64
思考与练习	65
<b>模块 4 行李、包裹和高铁快件运输</b>	<b>66</b>
<b>4.1 行李、包裹运输合同</b>	<b>66</b>
4.1.1 合同的含义、凭证和有效期	66
4.1.2 合同当事人的基本权利和义务	67
<b>4.2 行李、包裹的运输规定</b>	<b>68</b>
<b>4.3 行李、包裹的托运与承运</b>	<b>71</b>
4.3.1 行李、包裹的托运	71
4.3.2 行李、包裹的验收	72
4.3.3 行李、包裹的承运	72
4.3.4 包裹的押运	74
<b>4.4 行李、包裹的运送和运输变更</b>	<b>74</b>
4.4.1 行李、包裹的运送	74
4.4.2 行李、包裹的运输变更	77
<b>4.5 行李、包裹的交付和无法交付物品的处理</b>	<b>79</b>
4.5.1 行李、包裹的交付	79

4.5.2 无法交付物品的处理	80
<b>4.6 行李、包裹的违章运输与运输事故</b>	<b>81</b>
4.6.1 行李、包裹的违章运输	81
4.6.2 行李、包裹的运输事故	82
<b>4.7 高铁快件运输</b>	<b>85</b>
<b>思考与练习</b>	<b>87</b>
<b>模块 5 旅客运输计划与组织</b>	<b>89</b>
<b>5.1 旅客运输计划与组织概述</b>	<b>89</b>
<b>5.2 旅客运输客流计划</b>	<b>90</b>
5.2.1 客流的意义及特点	90
5.2.2 客流调查与预测	91
5.2.3 客流计划的编制	94
5.2.4 旅客运输计划指标	97
<b>5.3 旅客运输技术计划</b>	<b>99</b>
5.3.1 旅客运输技术计划概述	99
5.3.2 旅客列车运行方案图	101
5.3.3 周末线和高峰线	105
<b>5.4 旅客运输日常计划</b>	<b>106</b>
5.4.1 票额分配	106
5.4.2 旅客输送日计划	108
5.4.3 站、车客流信息传报工作	111
<b>5.5 客运调度工作</b>	<b>116</b>
5.5.1 客运调度的基本任务、职责和权限	116
5.5.2 客运调度员的日常工作	117
<b>思考与练习</b>	<b>119</b>
<b>模块 6 站、车客运工作组织</b>	<b>120</b>
<b>6.1 客运站设备设施</b>	<b>120</b>
6.1.1 客运站的分类	120
6.1.2 旅客站房的布置要求	123
6.1.3 客运站各种旅客用房的设置	123
6.1.4 站场	127
6.1.5 车站广场	129
<b>6.2 普速客车设备设施</b>	<b>130</b>
6.2.1 普速客车的类型和标记	130
6.2.2 普速客车的车内设施	131
<b>6.3 售票工作组织</b>	<b>134</b>
6.3.1 售票处的种类	134
6.3.2 售票作业管理	135
<b>6.4 行包运送工作组织</b>	<b>136</b>
6.4.1 行包的发送作业	136



6.4.2	行包的到达作业	138
6.4.3	行包的中转作业和其他服务	139
<b>6.5</b>	<b>客运服务工作组织</b>	<b>140</b>
<b>6.6</b>	<b>列车乘务工作组织</b>	<b>143</b>
6.6.1	旅客列车乘务组的组成及其分工	143
6.6.2	乘务组的乘务形式和工作制度	145
6.6.3	乘务组工作组织的内容	146
<b>6.7</b>	<b>动车组旅客运输工作组织</b>	<b>147</b>
6.7.1	车站动车组列车客运工作组织	147
6.7.2	动车组列车乘务工作组织	151
6.7.3	动车组列车餐饮工作组织	153
6.7.4	动车组列车保洁工作组织	155
<b>6.8</b>	<b>春运、暑运运输工作组织</b>	<b>156</b>
6.8.1	春节旅客运输工作组织	156
6.8.2	暑期旅客运输工作组织	157
	<b>思考与练习</b>	158
<b>模块7 旅客列车的编组结构及开行方案的优化</b>		<b>159</b>
<b>7.1</b>	<b>优化旅客列车的编组结构</b>	<b>159</b>
7.1.1	调整列车编组内容	159
7.1.2	优化车底使用	160
<b>7.2</b>	<b>优化旅客列车开行方案</b>	<b>163</b>
7.2.1	提高列车速度,开行高速动车组	163
7.2.2	在客运专线上组织旅客列车运行	164
7.2.3	采用特殊类型运行图	166
7.2.4	开行特殊列车	167
	<b>思考与练习</b>	169
<b>模块8 客运安全与运输阻碍、事故处理</b>		<b>170</b>
<b>8.1</b>	<b>客运安全管理与风险控制</b>	<b>170</b>
8.1.1	客运安全管理	170
8.1.2	安全风险控制	172
<b>8.2</b>	<b>客运防护作业</b>	<b>173</b>
8.2.1	客运防护的范围和要求	173
8.2.2	客运防护的具体内容	174
<b>8.3</b>	<b>消防安全</b>	<b>176</b>
8.3.1	铁路客运消防概述	176
8.3.2	铁路客运消防安全管理	178
8.3.3	火灾的预防和应急处理	181
<b>8.4</b>	<b>安全检查</b>	<b>185</b>
8.4.1	安全检查的规定	185
8.4.2	安全检查的重点物品	185

8.4.3	危险物品的处理	187
8.4.4	安检设备的使用	188
8.4.5	铁路安检的有关要求	190
<b>8.5</b>	<b>《铁路安全管理条例》中的客运安全</b>	<b>191</b>
8.5.1	设备和线路安全规定	191
8.5.2	铁路运营安全规定	195
8.5.3	监督检查规定	197
8.5.4	法律责任	198
<b>8.6</b>	<b>旅客运输阻碍的处理</b>	<b>200</b>
8.6.1	运输阻碍的原因及应急处理	200
8.6.2	线路中断时的处理	201
<b>8.7</b>	<b>旅客运输事故的处理</b>	<b>202</b>
8.7.1	旅客运输事故处理的法律依据	202
8.7.2	旅客发生急病、死亡的处理	204
8.7.3	旅客人身伤害事故的处理	205
<b>8.8</b>	<b>行李、包裹运输事故的处理</b>	<b>210</b>
8.8.1	行李、包裹安全运输概述	210
8.8.2	行李、包裹运输事故概述	210
8.8.3	行李、包裹运输事故的立案和调查	211
8.8.4	行李、包裹运输事故的责任划分	212
8.8.5	行李、包裹运输事故赔偿	213
<b>思考与练习</b>		215
<b>模块 9 客运应急预案与非正常事故处理</b>		<b>216</b>
<b>9.1</b>	<b>铁路客运应急处置预案</b>	<b>216</b>
9.1.1	客运站突发大客流时的应急处置	216
9.1.2	列车发生大面积晚点时的应急处置	220
9.1.3	汛期发生水害断道时的客运应急处置	222
<b>9.2</b>	<b>站车非正常情况事故处理方法</b>	<b>225</b>
9.2.1	空调故障的处理方法	225
9.2.2	特殊地段疏散的处理方法	226
9.2.3	其他非正常情况的处理方法	228
<b>思考与练习</b>		231
<b>模块 10 客运记录与电报</b>		<b>232</b>
<b>10.1</b>	<b>铁路客运记录</b>	<b>232</b>
10.1.1	铁路客运记录的填写规定	232
10.1.2	铁路客运记录的编写范围	232
<b>10.2</b>	<b>铁路电报</b>	<b>234</b>
10.2.1	铁路电报的拍发规定	234
10.2.2	铁路电报的拍发范围	235

<b>10.3 铁路客运记录编写及电报拍发实例</b>	<b>236</b>
10.3.1 铁路客运记录的编写实例	236
10.3.2 铁路电报的编写实例	238
<b>思考与练习</b>	239
<b>模块 11 路内运输与军事运输</b>	<b>240</b>
<b>11.1 路内运输</b>	<b>240</b>
11.1.1 铁路乘车证	240
11.1.2 铁路公文运送	244
11.1.3 路用品的携带与免费运送	246
<b>11.2 军事运输</b>	<b>246</b>
11.2.1 铁路军事运输概述	246
11.2.2 铁路军事旅客运输计费、付费	248
11.2.3 新老兵运输工作组织	251
<b>思考与练习</b>	253
<b>模块 12 铁路国际旅客联运</b>	<b>254</b>
<b>12.1 国际旅客联运概述</b>	<b>254</b>
<b>12.2 国际旅客运送</b>	<b>256</b>
12.2.1 国际旅客联运乘车票据	256
12.2.2 国际旅客联运乘车条件	258
12.2.3 客票的查验和携带品规定	260
<b>12.3 国际联运中的行李、包裹运输</b>	<b>261</b>
12.3.1 国际联运中行李、包裹的规定	261
12.3.2 国际联运中行李、包裹的运送条件	263
<b>12.4 国际联运运送费用</b>	<b>265</b>
12.4.1 国际联运旅客票价的计算	266
12.4.2 国际联运行李、包裹运费	267
12.4.3 国际联运杂费	267
<b>思考与练习</b>	268
<b>模块 13 客运服务与监督投诉</b>	<b>269</b>
<b>13.1 客运服务</b>	<b>269</b>
13.1.1 客运服务概述	269
13.1.2 重点旅客服务	271
<b>13.2 客运服务质量监督监察</b>	<b>273</b>
13.2.1 客运服务质量问题分类与定性	273
13.2.2 客运服务质量监督监察机制	274
13.2.3 对客运服务质量问题的处罚	276
<b>13.3 旅客投诉与处理</b>	<b>276</b>
<b>思考与练习</b>	277
<b>参考文献</b>	<b>278</b>

# 模块

# 1

# 铁路客运概述

截至 2016 年,全国铁路营业里程达  $12.4 \times 10^4$  km,高速铁路营业里程达  $2.2 \times 10^4$  km。2016 年国家铁路发送旅客 27.7 亿人,同比增长 11.2%,其中动车组发送旅客 14.43 亿人,占比超过 52%。这一组组惊人的数字在告诉我们,当前铁路旅客运输是我国旅客运输的重要支柱力量。

## 1.1 铁路旅客运输的基本概念

### 1.1.1 客运交通系统的含义和铁路旅客运输的特点

#### 1. 客运交通系统的含义

社会系统可以看作劳动、文化和居住组织的实体,这些实体在地域上是分散的。它们之间的相互联系通过交通运输系统来实现。根据运输对象的不同,交通运输系统可以分为两个子系统:客运系统和货运系统。就交通运输业的总体而言,现代交通运输业由铁路、水运、公路、航空和管道五种基本运输方式构成。我国的客运交通系统主要由铁路、水运、公路和民航四种现代化运输方式组成,客运交通系统的具体构成如图 1-1 所示。

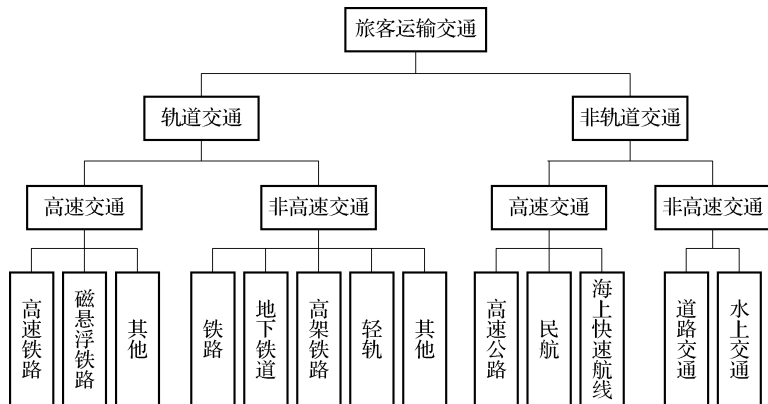


图 1-1 客运交通系统构成图

图中轨道交通中的高速交通包括高速铁路、磁悬浮铁路等。高速铁路是指列车时速在 300 km 以上的铁路运输线。磁悬浮铁路时速一般在 500 km 左右,它是介于时速 300 km 的高速铁路运输和时速 1 000 km 的航空运输之间的一种高速、安全、舒适、绿色环保的地面交通方式。其原理是利用电磁力使列车悬浮于地面钢轨之上,由直线电机直接驱动前进(由车上和地面的导线线圈的相互感应作用推动列车前进)。

轨道交通中的非高速交通包括(普通)铁路、地下铁道、高架铁路、轻轨等。轻轨交通是指中运量快速轨道运输,它由现代电车发展起来,采用铁轮走行、钢轨导向,可以运行在地下,也可建成高架轨道运行,在性能上它具有乘坐舒适、功率大、噪声小且能耗低等特点。

各种客运交通方式均有各自的优势和适用范围,但在不同的具体环境条件下,其长处和短处的相对关系会发生变化。因此,在不同地区、不同条件下,无法形成统一的客运交通模式;根据具体情况,只有选择不同的运输方式进行组合,才能组成最优化的客运交通网。

## 2. 铁路旅客运输的特点

铁路具有运能大、能耗小、成本低、占地少、全天候、安全性好、环境效益高、有广泛的适应性等技术经济优势。大力发展铁路旅客运输完全符合我国的基本国情,也完全符合国民经济可持续发展战略的要求。在我国,铁路的地位和作用是不可替代的。

铁路旅客运输的特点主要有:

(1)旅客运输的主要服务对象是旅客,其次是行李、包裹和邮件。售票工作可把旅客组织起来并最大限度地满足他们在旅行中的物质文化生活需求,集人、车、路、站于一体,以主要提供劳务的形式为旅客服务。

(2)旅客运输生产向社会提供的是无形产品,其核心产品是旅客的空间位移。它被旅客本身所消耗,其使用价值具有不确定性,其创造的社会效益远大于自身的经济效益。

(3)铁路客运产品具有易逝性。旅客位移的生产和消费过程同时进行,产品不能存储、调拨。

(4)旅客运输在时间上有较大的波动性。季、月、周、日和一日内各小时之间常会出现急剧的起伏变化。为此,客运技术设备、客运能力、车辆等均须留有一定的后备,便于在不同的客运量峰值期采用不同的客运组织方式。

(5)铁路客运车辆实行配属制,以便于运用、管理和维修。

(6)客运站舍的位置宜设在客流易于集散处,使旅客便于换乘。

(7)客运服务质量的控制在于过程控制。客运服务质量不同于工业产品质量(最终产品或生产过程),客运服务必须对售票、候车、乘降工作、列车服务等全过程进行控制。

世界各国的发展经验证明,发达的旅客运输可促进国民经济和社会的发展,且旅客运输必须超前发展,它在社会和经济发展中处于先行的地位。铁路旅客运输作为整个铁路运输的重要组成部分,它的基本任务是:最大限度地满足广大人民在旅行上的需要;安全、迅速、准确、便利地运送旅客、行李、包裹和邮件;为旅客创造舒适、愉快的旅途环境和文化生活上的优质服务。

### 1.1.2 铁路各级客运部门的主要任务

铁路旅客运输管理工作实行统一领导,分级管理的制度,各级客运部门的主要任务

如下:

### 1. 铁路总公司客运营销处

(1)依据国家政策、法令,制定、修改有关规章、运价、标准等;审批、公布新线(含跨局临管线)营业里程,开办或封闭营业站。

(2)收集国际铁路及国内其他交通工具运送旅客的有关信息,制定铁路旅客运输经营、管理及采用新技术的中、远期发展规划。

(3)编制和调整直通旅客列车运行图、票额分配方案,临时直通旅客列车的加开、停运;编制跨三局以上列车的行包运输方案;掌握直通旅客列车的运行、客车加挂。

(4)审批路用车的跨局使用,特等站、一等站的修建方案,以及大型客运设备的更新改造、新技术的引进方案。

(5)组织完成国家下达的旅客运输计划,检查旅客运输中各项工作质量,仲裁跨局旅客及行包责任事故。

### 2. 铁路局(集团公司)客运处

(1)贯彻执行铁路总公司命令、指示、规章制度,制定有关补充规定或细则。

(2)审批公布管内临管线营业里程、旅客乘降所开办和封闭。

(3)编制和调整管内旅客列车运行图、票额分配,跨两局直通列车和管内列车的行包运输方案;掌握管内临时客车的加开、停运;掌握管内旅客列车运行,客车加挂;掌握管内客车配属。

(4)审批客运站的修建方案及较大客运设备的更新改造、新技术引进方案。

(5)组织完成旅客运输生产任务,检查管内旅客运输各项工作质量;编写广播资料,并审批旅客及行包事故的赔偿。

### 3. 客运站、段(车间)

贯彻执行上级规章、命令、指示;制定客运工作的管理细则、作业过程和实施措施;培训、考核客运职工;管理、使用客运设备;处理旅客及行包事故,确保质量良好地完成旅客和行包运输任务。

## 1.2 我国铁路旅客运输发展

### 1.2.1 我国铁路旅客运输发展现状

目前我国铁路旅客运输发展迅猛,以2016年的数据为例,做以下说明:

#### 1. 高铁超过 $2.2 \times 10^4$ km

2016年,全国铁路行业固定资产投资完成8 015亿元,其中国家铁路完成7 676亿元;投产新线3 281 km、复线3 612 km、电气化铁路5 899 km;新开工项目46个,其中,15个项目以地方政府或社会资本投资为主。

到2016年年底,全国铁路营业里程达  $12.4 \times 10^4$  km,其中,高速铁路  $2.2 \times 10^4$  km 以



上。沪昆高铁全线运营,云桂铁路、渝万高铁等重大项目相继投产;中西部铁路营业里程扩充至  $9.5 \times 10^4$  km,占比达到 76.6%;12 个铁路扶贫干线工程开工建设,完成投资 234 亿元。

## 2. 年发送旅客 28.14 亿人次

2016 年,铁路客运保持强劲增长。全国铁路旅客发送量完成 28.14 亿人(见图 1-2),比上年增长 2.79 亿人,增长 11.0%,其中国家铁路旅客发送量完成 27.73 亿人,比上年增长 11.1%;全国铁路旅客周转量完成 12 579.29 亿人千米(见图 1-3),比上年增长 618.69 亿人千米,增长 5.2%,其中国家铁路旅客周转量完成 12 527.88 亿人千米,比上年增长 5.2%。互联网售票占比超过 60%,其中手机购票占总量比例超过 40%。

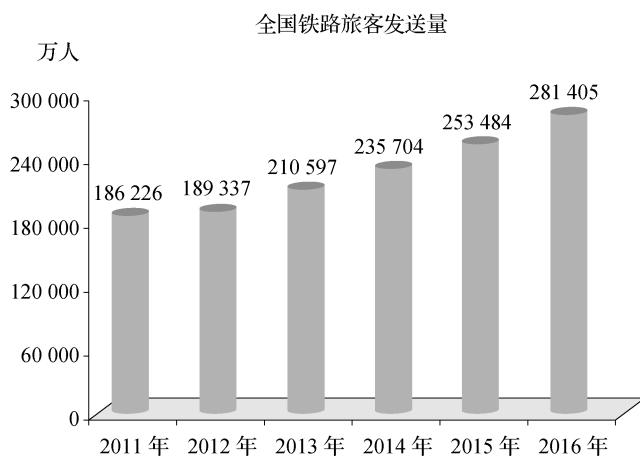


图 1-2 全国铁路旅客发送量

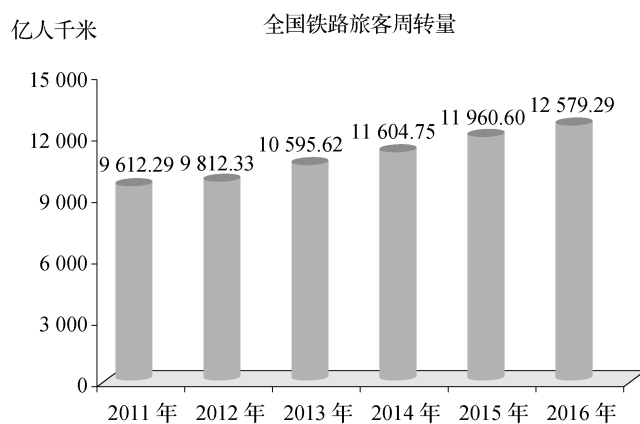


图 1-3 全国铁路旅客周转量

## 3. 参与制定 43 项国际标准

2016 年,中铁总组织相关企业成功研制具有完全自主知识产权的时速 350 km 中国标准动车组,在机车货车、列控系统等方面取得一批自主创新成果。2016 年,铁路部门加快技术标准体系建设,推进中国铁路标准国际化,参与 43 项国际标准的制定与修订工作。

此外,中铁总开展设备质量状态评估技术攻关,动车组检修周期和主要技术装备使用寿命

命进一步延长,同时进一步完善客运服务平台运营管理体系,开发新一代客票系统技术,深化大宗货物运输市场监测、货运电商平台等技术研究;推动重大工程技术创新,复杂结构桥梁、特殊地质隧道、大跨度地下车站等设计与施工技术取得新突破。

#### 4. 年中欧班列开行 1 702 列

2016年,开行中欧班列 1 702 列,同比增长 109%,其中返程班列开行 572 列,同比增长 116%。大力发展国际联运和口岸运输,铁路口岸运量完成 4 200 万吨,同比增长 12%。

铁路总公司充分发挥企业牵头协调优势,加大境外铁路项目组织实施力度,印度尼西亚雅万高铁、中老铁路、巴基斯坦拉合尔橙线轻轨工程进展顺利,匈塞铁路、中泰铁路等合作项目取得新进展。积极配合高层互访和国际峰会,主动参与国际铁路组织工作,参加重要双边、多边交流 68 次,扩大了中国铁路话语权。

### 1.2.2 我国铁路旅客运输发展趋势

铁路旅客运输在我国社会主义事业建设中发挥着重要的作用,其发展趋势主要体现在以下四个方面:

#### 1. 环保呼声越来越大

近年来,随着我国经济的快速发展,各种交通运输快速发展起来,比如汽车工业、民航运输等,给人们的出行带来极大的便利。与此同时,也造成了很大的污染问题,如废气排放造成的空气污染、交通拥堵问题等,在一定程度上影响了人们的生产和生活,人们对环保的呼声越来越大。人们日常生活和生产经营与交通运输息息相关。铁路运输跟其他的运输方式比,污染比较小,而且运输量非常大,越来越受到人们的认可。因此,铁路运输的发展拥有良好的社会认可,其发展前景非常好。

#### 2. 运输需求越来越大

一方面,随着我国经济的快速发展,各行各业快速发展起来,特别是娱乐行业、旅游行业等,再加上人民的生活水平普遍提高,人们越来越趋向于外出旅游,从而大大提高了铁路运输的需求。每年到了重要节假日,铁路运输都会迎来高峰,特别是春节的时候,铁路运输的需求量非常大。另一方面,随着我国综合国力的不断提升,不仅是国内各个地区的联系加强了,我国与国外的联系也越来越密切。各种资源、能源的运输都需要从一个地方转移到另外一个地方,这些资源和能源的量比较大,如果采用空运或者汽运,不仅成本高,而且危险度也比较高。而铁路运输在货物运输上具有非常大的优势,如安全、快捷、价格低廉等多方面的优势。所以目前在货运运输方面,铁路运输的需求量也在迅猛增长。由此可见,我国的铁路运输不论是在客运运输上还是在货物运输方面,其需求量都在迅猛增长。

#### 3. 网络技术应用越来越广泛

随着科学技术的不断进步,新技术的应用范围越来越广泛,提高了人们的技术化水平。铁路运输运用网络技术之后,大大提高了其运输水平,比如物联网的运用,在我国铁路运输中具有良好的作用,具体体现在以下三个方面:

(1)有效识别客票。物联网中运用了 RFID 电子标签技术,它由电子标签和阅读器两部分组成,可以有效识别客票的真伪。在铁路客票应用 RFID 电子客票之后,因为这种客票里



面的电子芯片中包含的内部数据通过高级的加密处理,所以它只有通过一些特有的读写器才可以对其进行读取。列车上的检票人员通过识读器,对乘客手中的车票进行读取,就可以直接识别车票的真伪,这样可以有效打击不法分子伪造客票的行为。

(2)实现站车信息共享。就目前我国铁路运输的站车信息共享情况来看,这方面的工作还不是很成熟,在一定程度上造成了列车资源的浪费,造成了经济损失。铁路运输在运用RFID技术后,可以有效实现网络信息的共享。一方面,可以将车站的预留车票、发售情况等信息反馈给车上。另一方面,还可以将列车上的补票情况迅速反馈给车站。这样就可以将站车的信息及时告诉人们,为乘客提供更全面的服务。

(3)仓库管理。在铁路运输中,还会涉及货运仓库管理方面的工作。传统的仓库管理大多是依靠人工检查,需要打开箱子来检查,工作效率非常低。运用RFID技术之后,工作人员可以有效利用电子标签唯一性和穿透性两个方面的特点,不必打开箱子就能知道里面的物品情况。此外,将RFID技术运用在铁路运输的仓库管理中,还可以有效避免货物的受损和被盗危险,极大提高了仓库管理的工作效率。

#### 4. 不断提升服务水平

树立以人为本、客户至上的服务理念,创新服务方式,完善服务标准,提高服务水平。实施便民利民举措,加快客货营销由传统方式向电子商务转变,实现铁路与客户远程直接服务,积极推广电话订票、互联网售票、电子客票、银行卡购票、自动售检票等方式,最大限度方便旅客和货主。深化货运组织改革,创新货运业务流程,加快推进集中受理、优化装车等服务方式,提高运输效率和效益。加快建设铁路客户服务中心,实行“一站式”办理、“一条龙”服务,拓展服务功能,提升服务水平。加强公共信息服务工作。进一步改善站车服务设施,强化站车乘降、供水、供暖、卫生、餐饮、信息等基本服务,全面提高站车服务质量和水平。

### 1.3 我国动车组的沿革

很多人认为中国高速铁路起源于2004年的技术引进,却不知道中国第一条高速铁路是1999年开工、2003年建成的秦沈客专;动车组的研制则更早,“蓝箭”“中原之星”“中华之星(见图1-4)”都是大名鼎鼎。毫无疑问,自2004年以来的引进技术,让中国高铁汇聚百家,站在巨人肩膀上练就盖世奇功。但是技术可以引进,能力却引进不来,没有此前几十年的技术积累,即便引进了技术,也只能邯郸学步,难有大的作为。这正是中国高铁成功的关键,也就是所谓的“中国高铁模式”:第一,是世界的,立足全球化,利用先进成果、引进技术而非闭门造车;第二,又是中国的,立足自主化,汇聚几十年功力底蕴,最终消化了引进的



图1-4 “中华之星”动车组

技术并能够创新;第三,是体制优势,中国铁路总公司的统筹让中国铁路捏成一个拳头,既拿到了技术又保住了市场,避免重蹈汽车行业丢了市场又没有拿到技术的覆辙。

“中国高铁模式”的深刻含义至少包括如下几个方面:第一,品牌是自主的;第二,市场是自己的,国内在手里,国外去开拓;第三,产业链是完整的,不但高铁产品突破,还带动产业链的发展与技术的变革,如工业变流、IGBT 半导体技术、高效能电机技术、机械传动技术、铝合金加工技术等;第四,形成中国的标准,不但在国内形成标准还要对外输出,目前国内标准已形成,对外输出工作正在进行中;第五,改变大家生活,高铁让中国变成一个大城市。

### 1.3.1 技术积累期(2004 年以前)

中国高铁能取得举世瞩目的成就固然得益于 2004 年实施的技术引进,但更离不开此前的技术积累。路风对中国高铁列车技术来源的分析证明,中国高铁技术存在着引进之外的来源,即中国高铁装备工业能够消化吸收再创新的能力基础及其此前已经掌握的核心技术。如果中国高铁不具备创新能力,引进技术只会陷入“引进—落后—再引进—再落后”的怪圈。中国高铁跳出这个怪圈,在夯实技术理论基础、积累试验运营经验和探索国产高铁研制三个方面开展了扎实的奠基工作。

#### 1. 早期内燃动车组研制

动车组按动力类型可分为内燃动车组(DMU)和电力动车组(EMU)。我国动车组的研发历史可追溯到 20 世纪 50 年代。

1956 年,铁路主管部门制定了《铁路十二年科技发展规划》,提出牵引动力的改造是铁路技术改造的重点,要逐步由蒸汽机车转到电力机车和内燃机车。各大机车厂纷纷“争取生产内燃机”,同时一些大学、科研院所及企业也开始了相关理论和关键部件的研究。

中国最早进口的内燃机动车组是“NC3”动力分散型动车组。

1993—1995 年,四方机车车辆厂研制了两台“天安号”液力传动内燃公务动车组,分别配属于北京铁路局和沈阳铁路局,在 1996 年的鉴定试验中最高试验时速达到了 120 km。1995 年,铁路主管部门为落实市场经济建设精神,下发《关于扩大铁路局更新改造投资决策权的规定》(铁计[1995]173 号),将采购权和投资权下放。自 20 世纪 90 年代以来,在市场经济的推动下,各铁路局纷纷与机车车辆制造厂联合,研制了一大批新产品,掀起了一场中国动车组研发的高潮。

1998 年,唐山机车车辆厂自行开发、成功研制 NZJ“庐山”号动车组,采用两动两拖编组,设计时速为 160 km,后在实际运用中改为 120 km。同年四方机车车辆厂启动了液力传动内燃动车组的研制,将其命名为 NYJ1,采用 2 动 5 拖等多种编组形式,设计时速为 100~140 km。其在 1999 年 2 月出厂后,运营相对稳定,获得南昌局、哈尔滨局、内蒙古集通铁路公司、北京铁路局、广西的地方铁路公司和包神铁路公司的订单,并分别被命名为“九江”号、“北亚”号、“罕露”号、“晋龙”号、“北海”号、“神华”号。

为满足铁路客运提速需要,1998 年铁路主管部门下达研制“时速 180 km 级别准高速内燃动车组”的任务,并将其列为铁路主管部门重点科研攻关专案之一。1999 年 8 月,戚墅堰机车厂、浦镇客车厂和上海铁路局共同研制出 NZJ1 型内燃动车组,动车组采用 2 动 9 拖编组,中间拖车由双层软、硬座客车组成,最高运行时速为 180 km。其于 1999 年 10 月在沪宁

线进行测试,最高时速达 194 km。随后,NZJ1 型内燃动车组配属上海铁路局,被命名为“新曙光”号,投入沪宁线使用,2010 年年初停用。

2000 年 7 月,大连机车车辆厂、长春客车厂和四方机车车辆厂共同为北京铁路局研制出 NZJ2 型“神州”号双层内燃动车组,最高运营时速为 180 km。在北京—秦皇岛高速试验时,其最高时速达到 214 km。“神州”号还配备有全球卫星定位系统等其他现代化设施。

2001 年,大连机车厂联合四方机车车辆厂为兰州铁路局研制开发了“金轮”号双层内燃动车组。它采用交一直流电传动系统,最大运行时速为 180 km,为西北高原的首列内燃动车组。

2003 年,“普天”号内燃动车组研制成功,这是我国研制的唯一一款摆式动车组,由大连机车车辆厂、唐山机车车辆厂和浦镇车辆厂联合开发,其原型即 1998 年向瑞典 ADtranz 租用的 X2000。其于 2001 年在西南交通大学的滚动振动试验台上进行了动力学试验,试验临界速度达到时速 220 km 以上。由于当时我国铁路发展政策发生重大改变,“普天”号内燃动车组于 2004 年年初完成编组试验后即被封存于唐山厂内。

## 2. 早期电力动车组研制

1978 年,KDZ1 型新型交流电动车组课题立项。该动车组由长客厂、株洲所、铁科院等单位联合研制,于 1988 年试制完成,是中国最早的电力动车组。KDZ1 动车组采用两动两拖 4 节编组,构造时速为 140 km,1989 年,该动车组在北京环形试验线上进行调试,最高试验速度达到 142.5 km,各项指标达到设计任务书要求。KDZ1 动车组采用了大量新技术,虽受当时运输条件的限制未能投入正式运用,但为后来我国电力动车组的开发积累了重要经验。

1999 年,为迎接昆明世界园艺博览会,株洲电力机车厂、长客厂与昆明铁路局联合研制了一列动力分散型动车组“春城”号,担任昆明至石林的城际线路运营。动车组采用 3 动 3 拖编组,最高运营时速为 120 km,是我国自主研制的首列投入商业运营的分散动力式电动车组。2009 年,“春城”号被封存。

20 世纪 90 年代末,关于京沪高铁的“轮轨”与“磁悬浮”路线之争日趋激烈,在此背景下,上海磁悬浮试验线上马,而支持高速轮轨方案的铁路主管部门也着手进行前期研究以研发的实际成果来证明轮轨的正确性。随着铁路主管部门立项的“时速 200 km 电动列车组”正式列入“九五”国家科技攻关计划,自 1998 年起,铁路主管部门集结了大批机车车辆技术专家联合进行时速 200 km 的高速列车的研制。

1999 年 4 月,由株洲电力机车厂与株洲电力机车研究所共同研制的 DDJ1 型“大白鲨”号电力动车组问世,动车组以我国电力机车鼻祖韶山 8 型和 25Z 型准高速客车为基础,用动力集中式 1 动 6 拖编组。9 月初,“大白鲨”被派往广深铁路进行试验,最高试验速度达到时速 223 km。自 9 月 27 日起,DDJ1 型“大白鲨”号电力动车组开始在广深线投入运营,最高时速达 200 km。

同期,国家重点科技攻关项目“高速铁路试验工程前期研究”和“时速 200 km 电动旅客列车组合动力分散交流传动电动车组研究”正式启动,并先后研制出 DJJ1 型“蓝箭”号和 DJF2 型“先锋”号高速电力动车组。

DJJ1 型动力集中型电动车组“蓝箭”号于 2000 年 9 月问世,在广深线高速综合试验中,其最高试验速度达时速 236 km。2001 年 1 月,“蓝箭”号投入广深线运营,最高运行时速达

220 km。8列蓝箭与1列购自瑞典的X2000一起组成了广深铁路“新时速”列车。

2001年5月正式出厂的DJF2型“先锋”号是我国首列时速达200 km的电动车组,也是我国首列交流传动动力分散型电动车组。它由浦镇车辆有限公司研制,借鉴了日本新干线300系的一些技术。“先锋”号于2001年10月在广深铁路的线路试验中创下了时速249.6 km的当时中国第一速,2002年9月又在秦沈客专综合试验中创造了时速292.8 km的中国速度新纪录。

2001年9月,株机厂、四方厂、株洲所和郑州铁路局联合研制出动力分散型交流传动电动车DJF1型,命名为“中原之星”号,是我国首款采用IGBT逆变器的动车组型号,2001年11月投入正式使用,设计时速为200 km,最高运营时速为160 km。

至2000年年初,铁路主管部门向国家计委提交“时速270 km高速列车产业化项目报告”,报告于2000年下半年获正式批准立项,并被正式列入国家高新技术产业化发展计划项目,列车被命名为“中华之星”。2001年4月,铁路主管部门下达“时速270 km高速列车设计任务书”,我国具有完全自主知识产权的“中华之星”高速列车正式展开研发。为确保研制成功,中国列车制造行业的四大企业都参与了该项目,株机厂和大同机车厂分别负责研制一台动力车,长客厂负责研制4节拖车,四方厂负责研制5节拖车,再加上轨道技术最强的两家高校即西南交通大学和中南大学及铁路系统的四大科研院所株机所、铁科院、四方车辆研究所、戚墅堰机车车辆公益研究所,都参加了研制工作,被称为“422工程”。

“中华之星”号电力动车组由2动9拖编组而成,动力集中型交流传动,研制时速达270 km,总定员为726人。2001年通过了技术设计审查,进入试制阶段。2002年9月,在北京铁科院环形试验线中进行编组调试,11月,“中华之星”动车组在秦沈客运专线的冲刺试验中创造了最高时速321.5 km的纪录,成为当时“中国铁路第一速”。这是2004年技术引进之前,中国自主研发的顶峰,为中国高铁实现再创新奠定了技术开发基础,提供了高速铁路技术平台。2006年8月“中华之星”停运,被存放于沈阳车辆段。

在“和谐”号CRH系列动车组大规模投入使用之前,中国所研制的最后一款动车组是2005年由长客公司研发出厂的“长白山”号,动车组为动力分散型,6动3拖编组,设计时速为210 km。它于2005年5月参与了“遂渝线200 km时速提速综合试验”,最高试验时速达250 km。2006年年底配属于沈阳局,2010年4月起被封存。

### 1.3.2 技术引进期(2004—2008年)

2003年6月28日,铁路主管部门在一次研讨会上正式提出铁路跨越式发展的路线方针,并发表了纲领性文件,详细分析了走跨越式发展路线的原因、内容、目标和主要任务。跨越式发展主要包括两个方面的内容:一是实现机车车辆装备的现代化,二是建设发达的铁路网以快速扩充运输能力。

#### 1. 高速列车现代化

在机车车辆装备方面,为了快速提升技术装备水平,铁路主管部门与2003年11月审议通过了《加快机车车辆装备现代化实施纲要》。2004年4月,国务院又召开专题会议,印发《研究铁路机车车辆有关问题的会议纪要》,明确提出“引进先进技术,联合设计生产,打造中国品牌”的基本方针,确定了引进少量原装、国内散件组装和国内生产的项目运作模式,开启



了中国高速列车引进、创新、超越的发展新路。

2004年7月29日,国家发改委与铁路主管部门联合印发了《大功率交流传动电力机车技术引进与国产化实施方案》和《时速200 km动车组技术引进与国产化实施方案》。根据具体实施方案,中国铁路在引进中要坚持“先进、成熟、经济、适用、可靠”的技术标准,由铁路主管部门统一招标,发挥国内企业的主体地位,引进核心技术进行消化吸收再创新。2004—2005年,在铁路主管部门的组织下,中国南车旗下的青岛四方、中国北车旗下的长客和唐车先后从加拿大的庞巴迪、日本的川崎、法国的阿尔斯通和德国的西门子引进技术,开始联合设计、生产高速动车组。

2004年6月17日,为配合铁路第六次大提速,铁路主管部门组织进行时速200 km动车组公开招标,招标共分7个包,每个包有20列动车组,包括1列原装进口车,2列散件进口并在国内完成组装,以及17列国产化列车。按铁路主管部门的订购合同,获订单的国外公司需把若干关键技术转让给中国公司。

2004年8月正式开标,南车四方与庞巴迪联合体以Regina C2008型动车组中标,引入中国后被命名为CRH1A。CRH1A动车组于2007年2月1日正式投入广深线运营服务,最高运营时速为200 km。同属CRH1系列的还有CRH1B和CRH1E型动车组。由于CRH1车型技术完全由庞巴迪方导入,因而自主化水平低。

同时,铁路主管部门向南车四方与日本大联合的联合体订购3包60列动车组,并命名为CRH2A型动车组型动车组。CRH2A以日本东北新干线家族的“疾风”号E2-1000系为原型。作为中国首列时速200 km的国产动车组,CRH2型“和谐”号动车组列车于2006年9月28日在南车四方下线。2007年1月28日,CRH2型动车组正式投入沪杭线及沪宁线运营,4月18日第六次大提速后,最高运行时速达250 km,用于改造后的既有线运行。除CRH2A之外,四方又设计出CRH2B、CRH2C和CRH2E型动车组。

另一中标公司为长客与阿尔斯通的联合体,铁路主管部门向其订购3包60列动车组,引入中国后命名为CRH5型,是以Pendolino摆式列车和SM3型动车组的结合体为基础的高速列车。作为中国首列时速250 km国产动车组列车,CRH5型“和谐”号动车组列车于2007年4月6日在北车长客下线。12天后,即4月18日,全国铁路实施第六次大提速和新的列车运行图,开通了140对D字头旅客列车,上线的“和谐”号CRH高速动车组除了CRH5外,还包括CRH1A和CRH2A。“和谐”号动车组全面上线并投入运营。

铁路主管部门在系统掌握时速200~250 km动车组技术基础上,又于2005年6月启动了时速300~350 km动车组招标。同时,铁路主管部门大力整合铁路制造业的资源人才,组织铁科院株洲所等科研院所与四方唐车等几大主机厂,启动时速300~350 km的动车组设计和研制工作。通过轮轨动力学、气动力学、转向架等方面的技术创新,中国铁路基本形成了时速300~350 km动车组技术标准体系。

通过2005年第二轮招标,铁路主管部门向南车四方订购了60列时速300 km动车组,这是南车四方在CRH2A的基础上自主研发的时速300 km动车组,于2007年12月22日出厂,最高运营时速为350 km,被称为CRH2C型一阶段(又称CRH2C-300),这是中国首列国产化时速300 km的动车组列车,国产化率超过70%,标志着中国铁路客运装备技术达到了世界先进水平。2008年4月24日,CRH2C型编号为CRH2-061C的列车在京津城际铁路上进行高速测试,最高时速接近370 km,打破了“中华之星”时速321.5 km的速度纪录。

该纪录又于同年6月底被国产CRH3型时速394.3 km所打破。之后,南车四方又在CRH2C-300的基础上进行再创新,研制出CRH2C二阶段(又称CRH2C-350),设计时速为350 km,最高运营时速为380 km,于2010年2月投入郑西高铁运营。CRH2型堪称中国高速动车组第一代车型中自主能力最强的系列,获2007年度全国铁路科学技术奖一等奖。

同时,铁路主管部门还向唐车与西门子的联合体订购了60列时速为300~350 km的动力分散型动车组列车并命名为CRH3,其原型为德国ICE-3列车。CRH3在引进世界高速动车组成熟技术的基础上,根据中国铁路客运需求,在车体外形和材质、转向架、检测系统等方面进行了优化设计。CRH3车型包括CRH3C、CRH3A和CRH3D。其中,CRH3C型是由唐车在中国制造的国产化CRH3型电力动车组,在西门子Velaro平台技术的基础上研制而成。2008年4月11日,国产CRH3C型电力动车组在唐车正式下线,采用4动4拖编组,最高运营时速达350 km,这是铁路技术装备现代化取得的又一重大成果。2008年6月24日,国产CRH3C型动车组在京津城际铁路的试验中时速达394.3 km,创下了当时中国的最高试验速度纪录。同年8月,CRH3C型电力动车组在京津城际铁路上投入运营,运营时速达350 km,是当时世界日常运营时速最快的轮轨高速铁路。CRH3A型动车组是国内首次自主研发的城际动车组,由长客和唐车联合设计生产,于2013年6月8日在长客下线,时速为160 km、200 km和250 km不等。铁路主管部门于2009年再次向唐车与西门子联合体订购100列以CRH3C为基础的16节编组动车组,命名为CRH3D,最高运营速度为350 km。

2004年以来中国高速铁路技术的引进消化吸收再创新之路,最核心的就是引进国外的高速动车组研发制造技术。在短短3~4年的时间里,中国铁路装备制造企业在早期动车组研制基础上,通过引进国外先进技术,加强消化吸收,较快地掌握了高速动车组大部分关键技术,基本形成了中国时速200~250 km动车组技术标准体系,实现了动车组国内制造。

## 2. 路网规划与建设

有了车,还必须要有路。铁路主管部门在完成高速动车组技术引进之后,着手全面开展宏伟的中国高速铁路建设计划。在铁路主管部门的推动下,国务院于2004年1月7日审议通过了《中长期铁路网规划》,这是我国铁路历史上第一个中长期发展规划,确定2020年我国铁路营业里程达到 $10 \times 10^4$  km,建设客运专线 $1.2 \times 10^4$  km以上。主要繁忙干线实现客、货分线,复线率和电化率均达到50%。根据我国综合交通体系建设的需要,国务院又于2008年发布《中长期铁路网规划(2008年调整)》,将2020年全国铁路营业里程规划目标由 $10 \times 10^4$  km调整到 $12 \times 10^4$  km,将客运专线建设从 $1.2 \times 10^4$  km调整到 $1.6 \times 10^4$  km以上,确定中国高铁发展以“四纵四横”为代表的快速客运网络,包括时速200 km的城际轨道交通和客货混跑快速铁路,形成快速、便捷的铁路客运通道,即“四纵四横”规划。

在规划快速客运网络的同时,铁路主管部门还积极推动铁路管理体制改革,撤销铁路分局,同时建立“省部合作”的机制,充分发挥地方政府建设铁路的积极性,加快高速铁路建设。通过引进消化吸收再创新,中国铁路系统掌握了高速铁路路基、桥梁、隧道、无砟轨道、减振降噪及四电工程等相关关键技术,逐步构建起中国高速铁路技术标准体系。以无砟轨道技术为例,铁路主管部门在引进国外无砟轨道技术的同时,决定在遂渝线铺设全长13.16 km的无砟轨道试验段,系统地研究解决不同类型的无砟轨道结构和无砟轨道对信号系统的适应性等关键技术。2006年,铁路主管部门又组织20多家科研设计施工单位开展“客运专线无砟轨道技术再创新”,共设立22项科研课题,围绕核心技术进行攻关。2007年1月,遂渝

线无砟轨道综合试验段建造完成,并随后承担 CRH2 型动车组的高速测试,这为后来中国高速铁路大面积铺设无砟轨道奠定了基础。至 2009 年,我国铁路研发出具有完全自主知识产权的 CRTSⅢ型板式无砟轨道,被视为“引进—消化吸收—再创新”战略和高速铁路技术国产化的重要成果之一。

2005 年 6 月 11 日,石太铁路客运专线率先开工建设,全线总长 225 km,桥隧多,占全线的 58.7%,总投资 130 亿元,是双线电气化高速客运专线,于 2009 年 4 月 1 日通车,设计时速为 250 km,动车组主要采用 CRH5 型和 CRH380AL 型。这是《中长期铁路网规划》中第一条开工建设的高速铁路。

12 天后,6 月 23 日,武广铁路客运专线正式开工,全长为 1 068.6 km,设计时速为 350 km,总投资 1 166 亿元,于 2009 年 12 月 26 日开通运营。全线基本采用无砟轨道,一次铺设跨区间无缝线路。全线桥隧总长为 579.549 km,占线路长度的 59.9%,是世界上一次建成里程最长、工程类型最复杂的高速铁路。武广高速铁路采用的是由唐车公司研制的 CRH3C 和由四方公司研制的 CRH2C 型高速动车组。其中,CRH3C 动车组在武广线的试运行中创下时速 394.2 km 的武广高铁最高速度纪录。

2005 年 7 月 4 日,京津城际铁路正式动工,全长 120 km,总投资 133.24 亿元,设计时速达 350 km。京津城际铁路于 2008 年 8 月 1 日正式通车,列车为国产时速 350 km 的 CRH3 和 CRH2C 型动车组,其中 CRH3 型动车组在试验中创下了时速 394.3 km 的世界运营列车最高速度纪录。在工程建设方面,京津高速铁路应用无砟轨道系统,采用 500 m 无缝钢轨焊接,确保高速列车安全平稳运行;为解决地质沉降问题,采用松软土路基设计和施工技术;大量采用“以桥代路”,桥梁长度占线路总长的 87%。京津城际铁路是中国第一条具有自主知识产权、世界一流水平的高速铁路,也是世界上第一条按时速 350 km 运营的高速铁路,为中国接下来的庞大的高速铁路网建设提供了宝贵经验。

2008 年 4 月 18 日,历经 18 年研究论证的京沪高铁全线开工,全长 1 318 km,设计时速为 350 km,总投资 2 209.4 亿元,全线采用无砟轨道技术,首次铺设 CRTSⅡ型轨道板,是世界上一次建成路线最长、技术标准最高的高速铁路。2011 年 6 月 30 日,京沪高速铁路正式通车。运行列车主要为新一代国产高速列车 CRH380A 和 CRH380B。

全长 921 km 的哈大高铁是“四纵四横”中京哈高铁的重要组成部分,于 2007 年 8 月 23 日正式开工建设,2012 年 12 月 1 日投入运营,是世界上第一条投入运营的新建高寒地区长大高速铁路,开行列车为时速 350 km 的国产 CRH380B 型高寒动车组列车。

随后,2012 年 12 月 26 日,全长 2 281 km 的京广高铁全线开通运营,作为“四纵四横”的重要“一纵”,京广高铁连接华北、华中和华南地区,跨越多个气候分布区、众多水系,地质条件复杂,是中国目前建设标准最高的高速铁路之一。京广高铁是世界上运营里程最长的高速铁路,设计时速为 350 km。

2010 年 2 月 6 日,全长 505 km、时速 350 km 的郑西高铁开通运营,这是我国首条修建在湿陷性黄土地区的高速铁路。

2010 年 7 月 1 日,全长 301 km、时速 350 km 的沪宁城际高速铁路开通运营,这是当时中国开通运营的站点最密集、站间距最小、行车密度最高的高速铁路。

仅 2016 年,全国铁路固定资产投资完成 8 015 亿元,投产新线 3 281 km,其中高速铁路达 1 903 km。

### 1.3.3 自主创新期(2009 年至今)

中国高速列车技术发展大致以三代产品的成果形式呈现在世人面前。第一代产品主要是引进消化吸收,在此阶段,即 2004—2007 年,通过引进消化吸收,中国掌握了时速 200~250 km 的高速列车制造技术,代表性车型包括 CRH1 型、CRH2 型系列、CRH3 型、CRH5 型等高速列车;第二代中国高速动车组的代表车型为 CRH380 系列,主要包括 CRH380A 型、CRH380B 型、CRH380C 型和 CRH380D 型四种,是在掌握时速 200~250 km 高速列车技术的基础上,自主研发生产的时速 350 km 及其以上的高速列车,这一代高速列车是高新技术的系统集成,将融合交流传动技术、复合制动技术、高速转向架技术、减阻降噪技术等一系列最新科研成果,实现了众多技术创新与系统优化,标志着中国高速列车技术达到世界先进水平。第三代产品是指研制以自主化为标准、以标准化为前提、以需求为牵引来开展的,通过正向设计而创新研制的“中国标准”动车组(CEMU),如复兴号标准动车组。此后,中国高铁加快了走向海外的步伐。

#### 1. 高速列车全面自主创新

在全面自主创新阶段,新一代 CRH380 系列动车组的研制生产主要归功于 2008 年科技部与铁路主管部门共同实施的一次自主创新联合行动计划。这项计划在中国高速动车组技术创新史上具有重大的意义,而 CRH380 系列动车组正是这项计划中最重要的项目。

2008 年 2 月 26 日,科技部与铁路主管部门共同签署了《中国高速列车自主创新联合行动计划合作协议》,提出要在消化吸收相关技术的基础上,建立并完善具有自主知识产权、国际竞争力强的时速在 350 km 及以上的中国高速铁路技术体系。两部联合行动以“十一五”国家科技支撑计划“中国高速列车关键技术及装备研制”项目为支撑,获国家科技经费 10 亿元,参与研发的企事业单位自筹资金 20 亿元,共计投入 30 亿元,由南车、北车、铁科院、中科院等单位主持 10 项专项课题进行科技攻关。参与单位规模庞大,据统计,参与此次联合行动计划的科研人员共计 68 名院士、500 多名教授和其他工程科研人员万余人。参与科研的单位有包括清华大学、西南交通大学、中南大学在内的 25 家重点高校、11 家科研院所、51 家国家重点实验室和工程研究中心。这次行动计划有力地推动了产、学、研的结合,通过以政府为主导、企业为主体、市场为导向、项目合作为纽带的方式实现了技术创新,被称为“国家科技计划与重大工程结合的典范”。

在分析京津城际铁路等高速铁路建设积累的大量经验的基础上,铁路主管部门提出新一代动车组性能提升方向,形成一整套列车系统设计方案和各子系统优化设计方案,全面支撑中国高速列车自主创新的需求。

为满足京沪高铁时速 380 km 的运营需求,青岛四方在运营时速 350 km 的 CRH2C 第二阶段(CRH2C-350)电力动车组基础上全面提升整体性能、自主研发的动力分散式高速动车组,采用铝合金空心材车体,最高运营时速为 380 km。2010 年 9 月,铁路主管部门正式将其名称更改,其中 8 辆编组动车组被命名为 CRH380A,而 16 辆编组的动车组被命名为 CRH380AL。当月,CRH380A 配属于上海铁路局,并在沪杭客运专线进行高速试验,以往返时速 413.7 km 和 416.6 km 先后两次刷新当时的“中国铁路第一速”。自 2010 年 10 月 26 日起,CRH380A 型动车组正式投入沪杭线运营。2010 年 12 月 3 日,CRH380A 型动车



组在京沪高铁枣庄至蚌埠段联调联试和综合试验中创下时速 486.1 km 的世界铁路运营试验最高速度纪录。在 CRH380 系列车型中,CRH380A 型动车组自主化程度最高,牵引传动系统等关键技术通过了美国知识产权的评估。为确保京沪高铁安全可靠运营,青岛四方又以 CRH380A 的技术平台为基础,于 2011 年 3 月 1 日成功研制出设计时速 400 km 的 CRH400A(CIT400A)高速综合检测车,并在京沪高铁线上进行一系列检测。

CRH380B 型动车组于 2010 年 5 月 27 日在长客下线。这是由长客研发的高寒型动车组,满足 $-40^{\circ}\text{C}$ 低温下的运营需求,主要为中国东北高寒地区提供运营服务,是中国高速动车组研发的一个重大突破。

CRH380BL(见图 1-5)是在 CRH3C 型电力动车组基础上自主研发而成,由唐车和长客共同生产,共 115 列,采用 8 动 8 拖编组。2010 年 9 月,首列 CRH380BL 型动车组在唐车下线,主要用于京沪和京广高速铁路的运营服务。2011 年 8 月,CRH380BL 因为连续发生热轴报警误报、牵引丢失等故障,被召回 54 列进行整改,合格后于 2011 年 11 月陆续恢复运营。



图 1-5 CRH380BL 动车组列车

CRH380C 型动车组是长客在 CRH3C 和 CRH380BL 型动车组基础上自主研发的高速列车,是继哈大高铁专用的 CRH380B 高寒动车组后的又一款高寒动车组,也是国内首款 16 辆大编组高寒动车。

CRH380CL 系列动车组于 2013 年 3 月出厂,共 25 列,车头具有较大创新,采用了细长比更大的流线型铝合金车头,有效降低空气阻力,持续运行时速为 350 km,最高运营时速为 380 km。该车型国产化程度高,其网络控制技术已达到完全自主化水平。

CRH380CL 高速动车组自 2013 年 9 月 25 日起在京沪高铁投入运营。

CRH380D 型动车组是由四方庞巴迪合资公司生产,其技术平台为庞巴迪 zefiro380,技术由庞巴迪导入,自主化水平较低。2013 年 4 月,CRH380D 在宁杭甬高铁线进行的试验中最高时速达 420 km。2015 年,将其配属于上海铁路局。

中国动车组自主创新的重要成果还包括 CRH380AM、CRH6、CJ1 型城际动车组、CJ2 型城际动车组等,研发于第二代高速动车组 CRH380 系列之后、第三代高速动车组之前,是中国高铁技术自主化的重要体现。

CRH380AM 又称 cit500 更高速度试验列车,是继创造时速 486.1 km 世界运营试验速度纪录的 CRH380A 型动车组后,国内设计的时速最高的高速试验列车,是由南车研制的时速为 500 km 的高速动车组,其最关键的电气系统采用了具有完全自主知识产权的牵引变流器、网络控制系统等核心部件,采用大量碳纤维、镁铝合金等新型材料和风阻制动装置等前瞻性的新技术,(实验室滚动台)最高试验速度达 605 km/h。

CRH6 型城际动车组于 2012 年 11 月 30 日在青岛四方下线,是中国首列时速在 200 km 的城际动车组,也是我国城际动车组全新技术平台 Cinova 的首个车型。其特点是编组灵活、运能大、舒适节能等,CRH6 在核心技术上完全实现了自主化,是国家高速动车组总成工程技术研究中心、高速列车系统集成国家工程实验室的重要创新成果。

第三代中国高速动车组是中国标准动车组。中国标准动车组自2012年起开始研发,在中国铁路总公司主导下,国内相关企业、高校科研单位将产学研用结合来开展研制工作。这是一个以自主化为标准、以标准化为前提、以需求为牵引来开展的正向设计的创新过程。中国标准动车组于2015年6月30日正式下线,时速为350 km,具有完全自主知识产权。2015年11月18日,中国标准动车组在大西客运专线上试验时速达385 km,各项技术性能表现优异,取得重要阶段性成果。标准动车组的下线和试验,为我国高铁技术全面自主化、标准化打下坚实基础,标志着中国高速列车进入了正向研发时代。

中国标准动车组的设计研制遵循了安全可靠、简化、系列化、经济性、节能环保等原则,在环保、节能、降低全寿命周期成本等方面加大了创新力度,具有创新性、智能化、安全性、人性化、经济性等特点。中国标准动车组采用的重要标准涵盖了动车组基础通用、车体、牵引电气、制动及供风、列车网络标准、运用维修等13个重要方面,大量采用了中国国家标准、行业标准及专门为中国标准动车组制定的一批技术标准,同时为促进中国装备走出去也积极采用一些国际标准及国外先进标准。

至2016年年底,中国铁路投入运营了各种型号的动车组2 586余组(标准列),居世界首位。中国动车组已取得累计千余件相关专利授权。中国铁路已经掌握了设计、制造适应各种运行需求的不同速度等级的高速动车组列车成套技术,具备极强的系统集成、适应修改、综合解决并完成本土化的自主创新能力和最终形成自主技术标准与设计,完成从“中国制造”向“中国创造”的转身。

## 2. 高铁的新征途——走向世界

中国高铁技术已经处于世界先进前列,并开始角逐全球高铁市场。中国高铁工程大步走向海外,成为中国外交战略的一个大方向。截至2017年8月,中国正在洽谈的海外高铁项目有20多个,承建了世界高铁网络中的60%,主要涉及如下几个国家:印度尼西亚、巴基斯坦、老挝、泰国、俄罗斯、匈牙利、塞尔维亚、埃塞俄比亚和美国等。

2016年7月,中国政府出台了新版《中长期铁路网规划》,预计2025年达到 $3.8 \times 10^4$  km。在不久的将来,这一庞大的高铁网络将构建出一个现代国际轨道交通场域,从此场域出发,中国高铁的能量也将通过丝绸之路经济带将海外项目逐个点亮。在经济全球化和中国特色文化贡献的互动中,中国高铁将以怎样的方式“飞入寻常百姓家”——丝绸之路经济带中的国家,将是今后相当长的时间内中国高铁最重要的文明使命。

## 3. “复兴”号标准动车组

2017年6月25日,中国高铁有了新成员。由中国铁路总公司牵头组织研制、具有完全自主知识产权的中国标准动车组被命名为“复兴”号。

首批亮相的“复兴”号有红银搭配的“CR400AF”和黄白搭配的“CR400BF”两款车型(见图1-6),其外貌与蓝白搭配的“和谐”号有挺大差别。“CR”是中国铁路总公司英文缩写,也是指覆盖不同速度等级的中国标准动车组系列化产品平台。型号中的“400”为速度等级代码,代表该型动车组试验速度可达400 km/h及以上,持续运行速度为350 km/h;“A”和“B”为企业标识代码,代表生产厂家;“F”为技术类型代码,代表动力分散电动车组;“J”代表动力集中电动车组;“N”代表动力集中内燃动车组。“复兴”号于2017年6月26日在京沪高铁正式双向首发。



图 1-6 “复兴”号标准动车组

不仅是颜色,而且从外观到内饰,从车体到性能,与在线运行的动车组相比,“复兴”号都更胜一筹。

(1)寿命更长。中国标准动车组“复兴”号在降低全寿命周期成本、进一步提高安全冗余等方面加大了创新力度。为适应中国地域广阔、温度横跨 $\pm 40^{\circ}\text{C}$ 、长距离、高强度等运行需求,“复兴”号在多种工况下进行了 $60 \times 10^4$  km 运用考核,比欧洲标准还要严格。

最终,整车性能指标实现较大提升,“复兴”号的设计寿命达到了 30 年,而“和谐”号是 20 年。

(2)“身材”更好。标动采用全新低阻力流线型头型和车体平顺化设计,车型看起来线条更优雅,跑起来也更节能。坐过“和谐”号的朋友都会发现,动车组车顶有个“鼓包”,那其实是空调系统。“复兴”号把这个“鼓包”下沉到了车顶下,使列车不仅看起来更美观,列车阻力比既有 CRH380 系列降低 7.5%~12.3%,列车在时速 350 km 下运行,人均百千米能耗也下降约 17%。

(3)容量更大。由于列车高度从 3 700 mm 增高到了 4 050 mm,旅客登车后会感到空间更宽敞了。在断面增加、空间增大的情况下,按时速 350 km 试验运行,列车运行阻力、车内噪声明显下降,而且座位间距更宽敞。

(4)舒适度更高。“复兴”号空调系统充分考虑减小车外压力波的影响,通过隧道或交会时减小耳部不适感;列车设有多种照明控制模式,可根据旅客需求提供不同的光线环境。此外,为满足移动互联网时代的上网需要,车厢内还实现了无线网络全覆盖。

(5)“警惕性”更强。“复兴”号设置智能化感知系统,建立强大的安全监测系统,全车部署了 2 500 余项监测点,比以往监测点最多的车型还多出约 500 个,能够对走行部状态、轴承温度、冷却系统温度、制动系统状态、客室环境进行全方位的实时监测。它可以采集各种车辆状态信息 1 500 余项,为全方位、多维度故障诊断、维修提供支持。

此外,列车出现异常时可自动报警或预警,并能根据安全策略自动采取限速或停车措施。在车头部增设了由新型材料研发的碰撞吸能装置,在低速运行中出现意外碰撞时可通过吸能装置变形来吸收碰撞时的能量,提高动车组被动防护能力,保护司乘人员。

### 思考与练习

- (1)铁路旅客运输的特点有哪些?
- (2)铁路各级客运部门的主要任务是什么?
- (3)我国动车组的发展经历了哪些阶段?