



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定
全国铁道职业教育教学指导委员会规划教材

动车组总体与转向架

DONGCHEZU ZONGTI YU ZHUANXIANGJIA

侯梅英 董黎生 主编



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE



“十二五”职业教育国家规划教材

经全国职业教育教材审定委员会审定

全国铁道职业教育教学指导委员会规划教材

动车组总体与转向架

侯梅英 董黎生 主 编
曾照平 黄 超 副主编
郭亚斌 何洲红 主 审

中国铁道出版社

2015年·北京

内 容 简 介

本书为“十二五”职业教育国家规划教材、全国铁道职业教育教学指导委员会规划教材。全书共分五章:绪论、高速动车组车体和设备布置、动车组转向架、动车组车体连接装置、动车组检修维护。本书在教学内容的编排上注重理论联系实际,突出基本概念、基本原理、基本技能,由简单到复杂,图文并茂。

本书可作为高职、中专院校动车组相关专业方向的教学参考书,也可用于动车组运用、检修人员的培训用书以及相关专业技术人员参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

动车组总体与转向架 / 侯梅英,董黎生主编. —北京:中国铁道出版社,2015.8

“十二五”职业教育国家规划教材 全国铁道职业教育教学指导委员会规划教材

ISBN 978-7-113-20036-7

I. ①动… II. ①侯… ②董… III. ①动车—车体结构—高等职业教育—教材②动车—转向架—高等职业教育—教材 IV. ①U266

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 041733 号

书 名:动车组总体与转向架

作 者:侯梅英 董黎生 主编

策 划:阚济存

责任编辑:阚济存 编辑部电话:010-51873133 电子信箱:td51873133@163.com

封面设计:王镜夷

责任校对:马 丽

责任印制:李 佳

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)

网 址:<http://www.tdpress.com>

刷:北京尚品荣华印刷有限公司

版 次:2015年8月第1版 2015年8月第1次印刷

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16 印张:13.25 字数:480 千

印 数:1~3 000 册

书 号:ISBN 978-7-113-20036-7

定 价:29.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社读者服务部联系调换。电话:(010)51873170(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)63549504,路电(021)73187

前言

我国铁路自2007年4月18日进行第六次大提速,并在国内首次开行了时速200 km动车组,经过不到十年的时间,已建成投入使用的高速铁路运营里程达到1.6万 km以上,约占世界高速铁路运营里程的60%,居世界各国高速铁路里程榜首。运营速度由原来的每小时200 km,发展到现在的每小时350 km,并创造了每小时487.3 km的世界铁路运营试验最高速度。自我国动车组首次投入运营至今,我国铁路动车组累计发送旅客突破15亿人次,发送总量约占全国总量的27%。随着新线的不断投入运营,动车组检修周期的相继来临,对高速动车组制造、运营、检修和管理等方面人才及其质量提出了迫切的需求。

为满足高速铁路动车组运营、检修和管理等方面,对高技能、高层次复合型人才的需求,由全国铁道职业教育教学指导委员会牵头,在分析讨论确定该课程课程标准的基础上,校企合作、校校合作的团队共同编写了本书。本书为“十二五”职业教育国家规划教材,经全国职业教育教材审定委员会审定。本书为动车组检修技术专业的核心课程教材。

本书在教学内容的编排上注重理论联系实际,突出基本概念、基本原理、基本技能,由简单到复杂,图文并茂地介绍了动车组的相关知识,编写逻辑和学生的认知规律相一致,以期达到系统性、准确性和实用性。本教材适用于高职或者中职动车组专业方向的教学用书,也适用于动车组运用、检修人员的培训用书,以及相关专业技术管理人员的参考用书。

本书由武汉铁路职业技术学院侯梅英、郑州铁路职业技术学院董黎生任主编,武汉动车段郭亚斌、武汉铁路职业技术学院何洲红任主审。武汉铁路职业技术学院曾照平、黄超任副主编,武汉铁路职业技术学院张明思、张文伟参编。

本书共分五章,第一章由张明思编写,第二章由张文伟编写,第三章由侯梅英编写,第四章由黄超编写,第五章由曾照平编写,全书由侯梅英、董黎生、何洲红策划和统稿。

本书编写过程中得到了武汉、广州、北京、上海铁路局动车段有关专家、技术人员的大力支持和帮助,提出了不少指导性意见,在编写的过程中参考、借鉴和吸收相关文献及资料,在此一并表示衷心的感谢。

由于编写水平有限,且编写时间仓促,书中难免存在疏漏,不妥之处,恳请各院校师生及读者批评指正。

编者

2015年2月

目 录

第一章 绪 论	1
第一节 高速铁路的发展概况	1
第二节 高速动车组的发展概述	9
第三节 高速动车组的基本概念及技术特点	21
第四节 动车组的编号、行车标志及编组形式	26
本章小结	30
思考与练习题	30
第二章 高速动车组车体和设备布置	31
第一节 动车组车体技术	31
第二节 动车组车体轻量化	34
第三节 CRH2 型动车组车体技术特点	41
第四节 CRH2 型动车组车体结构组成	46
第五节 CRH5 型动车组车体技术特点	55
第六节 CRH5 型动车组车体结构组成	58
第七节 CRH2 型动车组车内外设备布置	72
第八节 CRH5 型动车组车内外设备布置	84
第九节 CRH380A 型动车组车体结构及车内外设备布置	89
本章小结	99
思考与练习题	99
第三章 动车组转向架	101
第一节 动车组转向架的基本知识	101
第二节 CRH2 型动车组转向架	103
第三节 CRH5 型动车组转向架	121
本章小结	141
思考与练习题	141
第四章 动车组车体连接装置	143
第一节 概 述	143
第二节 CRH2 型动车组连接机构	150
第三节 CHR5 型动车组车体连接装置	158
本章小结	170

思考与练习题·····	170
第五章 动车组检修维护·····	171
第一节 动车组检修及维护的基本知识·····	171
第二节 国外动车组维修概述·····	174
第三节 我国动车组维修体系·····	179
第四节 动车组检修设备简介·····	181
第五节 动车组转向架检修·····	185
本章小结·····	203
思考与练习题·····	203
参考文献·····	204

第一章 绪论

本章要点

本章介绍了国内外高速铁路的发展历史及特征;高速动车组的基本概念、分类;分析了动车组未来发展重点或趋势。重点介绍了我国动车组发展、编号和基本组成;CRH2、CRH5、CRH380A型动车组的编组形式。

第一节 高速铁路的发展概况

一、世界高速铁路的发展

自1825年英国人修建了世界上第一条铁路后,因当时火车的运行速度大大高于轮船和马车,并有运量大、可靠性高、全天候等优点,从而使铁路这一新型交通工具,自19世纪后半叶到20世纪初,得以在世界各国迅速发展,很快成为世界各国交通运输的骨干,对当时社会经济文化的发展与繁荣起到了极大的推动作用。

从20世纪50年代开始,世界交通运输工具进入了现代化、多样化、大众化时期。高速公路汽车及民航的出现并快速发展,以其快速、灵活、便利、舒适的特点进入交通运输市场,使铁路这一传统运输方式逐步处于市场竞争的劣势。受到这些长、短途运输工具快速发展的两面夹击。铁路面临了前所未有的严峻挑战,铁路在西方发达国家首先陷入“夕阳产业”的被动局面,一度处于停顿或撤除的状态。它迫使铁路运输企业不得不思考如何通过提高列车运行速度来夺回失去的市场。

提高列车运行速度是铁路赖以生存、适应社会、经济、文化、环境发展的唯一出路。为此,从20世纪初至20世纪50年代,德国、法国、日本、瑞典等国进行了大量的有关高速列车的理论研究和试验工作。1903年10月27日,德国人用电动车首创了试验速度达210 km/h的历史纪录;1955年3月28日,法国人用两台电力机车牵引三辆客车,使试验速度达到了331 km/h。但直到20世纪60年代,高速铁路技术才在日本首次投入商业运营。

日本从20世纪50年代末开始,为迎接第18届奥运会在东京召开,加快了研究和建设高速铁路的步伐。1964年10月1日,世界上第一条高速铁路——日本东海道新干线(Shinkansen),在10月10日奥运会开幕前正式投入运营,列车最高运行速度达到210 km/h,突破了保持多年的铁路运营速度的世界纪录,使东京至大阪的旅行速度较此前提高了一倍。

20世纪80年代,随着世界性的能源危机、环境污染、交通拥堵等问题愈演愈烈,使各国政府重新认识到铁路运输的优势。世界各发达国家根据本国经济发展、科技实力、国土幅员、工商业布局、人口分布等具体国情,从国民经济发展的需要出发,先后研发或采用了高速铁路这一现代客运交通工具。与此同时,随着与高速铁路有关的一系列新技术、新工艺、新设备、新产品的研究取得突破和发展,以及各国铁路运输管理体制改革的深入、到位,世界铁路进入了高

速铁路大发展的新时期。

目前世界上运行时速在 200 km 及以上的新建高速铁路营业里程已超过 15 000 km。这些线路虽仅占世界各国铁路总营业里程的 1.5%，但却担负着各拥有国铁路客运量较大的一部分，且经济效益显著。如日本现有 4 条新干线约占日本铁路(JR)总营业里程的 9%，却承担了铁路旅客周转量的 1/3；法国现有三条高速新线和 TGV 列车通行网络分别占法国铁路网总营业里程的 4%和 18%，却承担了一半以上的旅客周转量；德国正在运营的高速铁路及时速达 200 km 的 ICE 列车通达里程只占德国铁路总营业里程的 1%和 10%，却担负着 50%的旅客周转量。

随着高速铁路技术的不断发展，高速列车的运行速度不断提高，从 20 世纪 60 年代时速 210 km，80 年代时速 250~300 km，到 90 年代末、本世纪初时速已达 350 km 左右。部分既有线经改造后运行时速达到了 200 km，个别线路时速甚至达到 220~225 km。旅行时间的节约，旅行条件的改善，旅行费用的降低，再加上国际社会对人们赖以生存的地球的环保节能意识的增强，使得高速铁路在世界范围内呈现出蓬勃发展的强劲势头。欧洲、美洲、亚洲的各国和地区，正在计划进一步加快高速铁路的建设。有专家预测，21 世纪的铁路运输将会出现高速铁路全面发展，全球性高速铁路网大建设的新时期。

纵观世界高速铁路建设和发展历程，大约可划分为三个阶段：

(一)20 世纪 60 年代至 80 年代末期——高速铁路建设的第一次高潮

1964~1990 年，建设并投入运营的高速铁路有：日本的上越、东北、山阳和东海道新干线；法国的大西洋 TGV 线，东南 TGV 线；德国的汉诺威—维尔茨堡高速新线；意大利的罗马—佛罗伦萨线。高速铁路总里程达 3 198 km。此间，日本建成了遍布全国的新干线网主体结构。除北美外，世界上经济技术发达的日本、法国、德国、意大利等，共同推动了高速铁路的快速发展，带来了高速铁路建设的第一次高潮。

(二)20 世纪 80 年代末至 90 年代中期——高速铁路网建设的第二次高潮

高速铁路建设在日本、德国和法国取得的成就，影响了其他很多国家。20 世纪 80 年代末，世界各国对高速铁路的高度关注和研究重视，酝酿了高速铁路的第二次建设高潮。第二次建设高峰形成于 20 世纪 90 年代的欧洲，涉及的国家主要有：英国、瑞典、荷兰、比利时、西班牙、意大利、德国、法国等。20 世纪 1991 年，瑞典开通了 X2000 型摆式列车；1992 年，西班牙引进德国、法国的技术，建成了 471 km 的马德里—塞维利亚高速铁路线；1994 年，英国和法国，通过吉利海峡隧道连接在一起，这是第一条高速铁路国际连接线；1997 年，从巴黎开出的“欧洲之星”，又将德国、荷兰、比利时、法国连接在一起。在这一时期，意大利、德国、法国以及日本，对高速铁路的发展，进行了全面规划，推动了高速铁路建设的第二次高潮。

(三)20 世纪 90 年代中期至今——高速铁路建设的第三次高潮

20 世纪 90 年代中期至今，形成了高速铁路建设、研究的第三次高潮。这次高潮波及大洋洲、北美、亚洲以及整个欧洲，形成了一场世界性的铁路运输复兴运动。自 1992 年以来，荷兰、英国、澳大利亚、韩国、俄罗斯和我国台湾省等国家和地区，均先后开始建设高速铁路新干线。据不完全统计，为配合欧洲高速铁路网建设，欧洲的东部和中部罗马尼亚、希腊、捷克、奥地利、波兰以及匈牙利等国家，正在全面改造干线铁路，此间，修建高速铁路新线的国家和地区已经达到 12 个，修建新线里程达 3 509 km。

国际上根据铁路线路允许运行的最高时速对铁路列车作如下划分。

普速列车：最高运行速度为 100~160 km/h；

快速列车:最高运行速度为 160~200 km/h;

高速列车:最高运行速度大于 200 km/h(既有线改造),或大于 250 km/h(新建线)。

这样,高速铁路一般就是指最高运行速度在 200 km 及以上的铁路。世界第一条高速铁路是 1964 年日本建成的东海道高速铁路新干线,俗称日本新干线,最高运营速度 210 km/h。这条高速铁路线的建成解决了当时包括东京在内的经济最发达地区的陆上运输问题,带来了举世瞩目的经济和社会效益。随后法、德、日等国又在高速铁路技术上取得了新突破。

高速铁路事实上已经历了百余年的发展,1903 年德国研制的高速列车采用电力机车牵引,试验速度达到 203 km/h;1955 年法国研制的高速列车采用电力机车牵引,试验速度达到 330 km/h;1962 年日本采用电力机车作为牵引动力,试验速度达到 256 km/h;1972 年法国采用内燃机车作为牵引动力,试验速度达到 318 km/h;1983 年,法国 TGV 投入使用,最高运营速度 270 km/h;1988 年德国 ICE 试验速度达到 406 km/h;1990 年法国 TGV 列车最高试验速度达到 515.3 km/h,创下了当时的世界最高纪录;1991 年德国 ICE 投入使用,最高运营速度 270 km/h;2007 年 4 月 3 日,法国阿尔斯通公司制造的 V150 列车,创造了 574.7 km/h 的新纪录,从而意味着列车在铁路轨道上可以以超过普通货物运输飞机的速度(500~550 km/h)运行。

目前世界上已经有中国、西班牙、日本、德国、法国、瑞典、英国、意大利、俄罗斯、土耳其、韩国、比利时、荷兰、瑞士等 16 个国家和地区建成并运营高速铁路。据国际铁路联盟统计,截至 2013 年 11 月 1 日,世界各国高速铁路总营业里程 11 605 km,在建高铁规模 4 883 km,规划建设高铁 12 570 km。

二、我国高速铁路的发展

高速铁路代表了当代世界铁路发展的大趋势,是 20 世纪交通运输发展的重大成就,是人类智慧的结晶和共同财富。我国作为一个地域宽广、人口众多、能源相对匮乏、环境保护任务繁重的发展中国家,大力发展高速铁路,对于推动国民经济又好又快发展,解决长期困扰我们的铁路速度不快、运能不足、舒适度不高、难以满足人们出行需要等问题来说,可谓是一个明智的选择。

我国高速铁路较世界发达国家起步晚,但自 21 世纪以来得到了迅速发展。20 世纪 90 年代初,我国开始了高速铁路的研究工作,当时京沪高速铁路正处于构想阶段。1990 年,原铁道部完成了《京沪高速铁路线路方案构想报告》并提交全国人大会议讨论,这是我国首次正式提出兴建高速铁路。在第八个五年计划期间,也开始着手进行高速铁路的前期研究,但实质性进展不大。

1998 年 5 月,广深铁路电气化提速改造完成,设计最高时速为 200 km。为了研究通过摆式列车在中国铁路既有线实现提速至高速铁路的可行性,同年 8 月广深铁路率先使用由瑞典租赁的 X2000 摆式高速动车组。由于全线采用了众多达到 90 年代国际先进水平的技术和设备,因此,当时广深铁路被视为中国由既有线改造踏入高速铁路的开端。1998 年 6 月,SS₈ 型电力机车在京广线区段试验中跑出了 240 km 的时速,创下了当时的“中国铁路第一速”,它是中国第一款高速铁路机车。

自 20 世纪的 1997 年开始,我国铁路先后进行了 6 次客、货列车大提速,并为发展高速铁路进行了各项技术准备。图 1-1 所示是我国第 6 次大提速的线路分布。1999 年我国开始兴建秦皇岛至沈阳的秦沈客运专线,这是我国第一条高速铁路线,设计时速为 250 km。同时,它也

是我国高速铁路的前期实验段。



图 1-1 我国第 6 次大提速线路分布

2004 年，我国开始着手引进国外高速铁路的相关技术。在对国外高速铁路引进、吸收、消化、改造、创新的基础上，仅用短短五年多的时间就走完了国外长达 30 年甚至半个世纪的发展历程。经过不断学习、研发、创新，到目前为止，我国已经系统掌握了时速 200~350 km 动车组、线路设备、自动控制系统的生产研发等成套技术，从而，使我国不仅全面掌握了高速铁路的最新技术，且高速铁路的建设和运用技术也达到国际领先水平。

“十一五”期间，在世界金融危机的形势下，我国加大了对发展高速铁路等基础设施建设的投入，不仅使我国宏观经济保持了稳步增长，而且使我国高速铁路无论是技术发展还是开工建设、投入运营的里程，都处于世界领先地位。尤其是 2010 年 10 月 26 日，在沪杭高速铁路运营线上，取得了时速达到 486.1 km 的试验速度，再次刷新了世界铁路运营线上的最高运行时速的纪录，目前中国高速铁路的营业里程已经达到 1.6 万 km 以上，跃居世界第一。已成为世界上高速铁路发展最快、系统技术最全、集成能力最强、运营里程最长、运营速度最高、在建规模最大的国家。

与发达国家相比，中国高速铁路发展起步虽晚，但发展最快。2008 年，京津城际高速铁路开通运营，北京、天津两大直辖市之间由原来的 2 h 左右运行时间缩短至 30 min 左右。2011 年 6 月 30 日，世界上一次建成里程最长的京沪高速铁路建成通车，全长 1 318 km，设计时速 350 km，初期运营时速 300 km。2012 年 12 月 1 日，哈大高速铁路正式通车运营，成为世界上第一条新建高寒、高速铁路。2012 年 12 月 26 日，京广高速铁路全线贯通运营，全长 2 298 km，成为世界上干线最长的高速铁路。

至 2020 年，我国铁路快速客运专线将实现“四纵四横”，规划如图 1-2 所示。

(一)“四纵”客运专线

北京—上海客运专线，贯通京津至长江三角洲东部沿海经济发达地区。

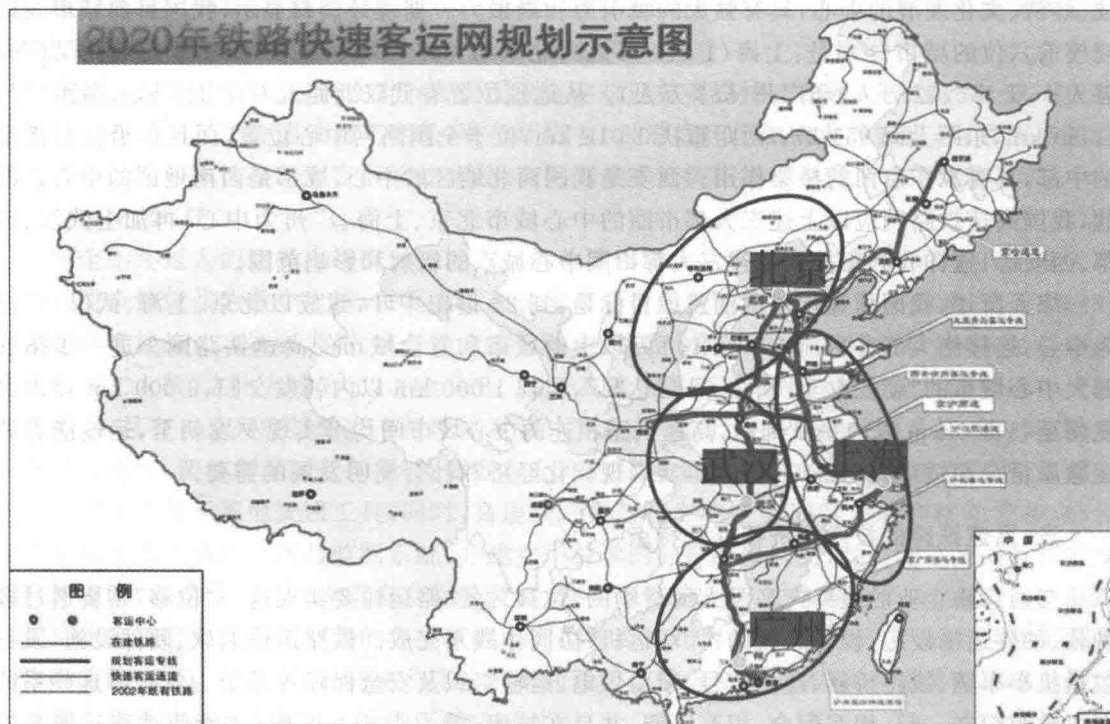


图 1-2 我国高速铁路中长期发展规划图

北京—武汉—广州—深圳客运专线,连接华北和华南地区。

北京—沈阳—哈尔滨(大连)客运专线,连接东北和关内地区。

上海—杭州—宁波—福州—深圳客运专线,连接长江、珠江三角洲和东南沿海地区。

(二)“四横”客运专线

徐州—郑州—兰州客运专线,连接西北和华东地区。

杭州—南昌—长沙—贵阳—昆明客运专线,连接西南、华中和华东地区。

青岛—石家庄—太原客运专线,连接华北和华东地区。

南京—武汉—重庆—成都客运专线,连接西南和华东地区。

(三)三个城际客运系统

三个城际客运系统包括环渤海地区、长江三角洲地区、珠江三角洲地区城际客运系统,覆盖区域内主要城镇。

届时,我国铁路运营里程将达到 12 万 km 以上。将建成“四纵四横”高速铁路网,它将遍布全国各主要经济区域和大中城市,其运营里程将超过目前世界各国高速铁路运营里程的总和。其中“四纵”共 18 条子线路,分别连接环渤海和长江三角洲、华北和华南地区、东北和关内地区、长江、珠江三角洲和东南沿海地区。“四横”共 15 条子线路,分别连接西北和华东地区、西南、华中和华东地区、华北和华东地区、西南和华东地区。

目前,京津唐地区、长江三角洲地区、珠江三角洲地区已经成为主导中国科技、经济和文化发展,参与国际竞争的三大都市圈。随着我国城镇化建设速度的加快,未来中国的科技、经济和文化发展的前沿将会越来越向各个大都市圈集聚。三大都市圈将在不久的将来成为具有巨大影响力的科技、经济和文化区域。

大都市圈在国家和区域科技经济文化发展中具有非常重要的地位,是一个国家或地区科

技、经济、文化发展的中心,具有强大的吸引力和凝聚力。据统计资料显示,我国目前城市人口规模前六位的城市分别是:上海(1 270 万人)、北京(1 067 万人)、重庆(999 万人)、武汉(768 万人)、天津(752 万人)和广州(583 万人)。从地理位置看武汉北距北京 1 225 km,南距广州 1 069 km,东距上海 951 km,西距重庆 1 016 km,位于全国路网中心位置,而且在沿江经济带的中部,具有承东启西的桥梁作用。西安是我国西北地区的中心,成都是西南地区的中心。因此,我国高速铁路网应以上述三大都市圈的中心城市北京、上海、广州为中心,再加上武汉、成都、西安等,这样有利于扩大上述三大都市圈中心城市的辐射和影响范围。

综上所述,我国高速铁路网的发展目标是:到 21 世纪中叶,建成以北京、上海、武汉、广州为中心,连接绝大部分目前人口在 100 万以上的城市和省会城市的高速铁路网。进一步拓展四大中心城市的“朝发夕至”和“一日到达圈”,实现 1 000 km 以内朝发夕归,3 000 km 以内夕发朝至,5 000 km 以内一日到达,高速铁路相连的中心城市间均可实现夕发朝至,运输能力和运输质量全面适应我国 2050 年基本实现现代化经济和社会文明发展的需要。

三、高速铁路的技术经济特征及特点

交通运输企业的最终产品是人或货物的“位移”。铁路运输要实现这一“位移”则要通过多种软、硬件运输设施、设备组成的“大联运机”协同作战来完成。铁路运输的软、硬件设施、设备包括机车车辆、线路桥隧、通信信号、牵引供电、运输组织及安全保障等系统。只有将这些系统有机地组织在一起,相互配合,相互协调,并且在技术、能力上相互匹配,才能使铁路运输得以顺利进行并发挥较大效率。而高速铁路正是在这样一个传统的轮轨交通工具的基础之上,广泛运用现代高新技术、设备、材料和管理手段而发展起来的一种新型现代化交通运输工具。

高速铁路的诞生是 20 世纪继航天业之后,世界上最庞大、最复杂、最先进的现代系统工程。它涉及的学科之多、专业之广、门类之宽,已充分反映了其系统的综合性、复杂性和先进性。作为现代科学技术标志的计算机及其应用,微电子技术、电力、电子元器件的实用化、微型化与遥控、自控技术的不断成熟,新材料、复合材料等三大高新技术的推广运用,为高速铁路的蓬勃发展奠定了基础。

高速铁路技术除了具备传统铁路的基本特征外,还体现在其广泛吸收应用当今机械、化工、材料、工艺、电子、信息、控制、节能、卫星通信、空气动力学、环境保护等领域高新技术,是一项多学科、多专业、多门类的综合技术。集中体现了铁路的运输组织、桥梁隧道、机车车辆、牵引供电、工务工程、通信信号等专业技术的巨大进步和发展。综合利用桥梁、盾构、电子计算机、信息传输、自动控制、机械制造、电力电子元器件等多种新设备、新工艺、新技术、新材料、新产品等。它全面突破了普速铁路的理论、概念、技术以及控制手段和方式。如:突破了前人关于轮轨极限速度理论的设想;通过交-直-交电传动方式的技术突破,解决了大功率牵引电机在有限空间和重量下实现的技术难题;通过采用新设计、新结构和新材料,实现了流线型的高速车体外形、动力性能优良的高速转向架的制造和有效减轻列车重量;航天航空技术的移植,机电一体化向更程度的发展,列车高速运行轮轨黏着、弓网规律探索研究的提升,为研制牵引和制动功率大、运行阻力小、环境噪声低的高速动车组提供了条件;融现代计算机、通信技术、信号技术和遥感技术于一体的列车运行自动控制系统和行车调度指挥系统的变革,以及轨道线路、桥隧工程技术和监测、养护技术的发展和进步,现代新型材料和成型技术的运用,使客室设施、设备、装饰技术大幅提升,旅客乘车条件大大改善等,为高速列车的安全、准时、舒适、快捷的运营创造了条件;高速铁路靠外部供电作为动力,可广泛利用各种新型能源,减少了对沿

线环境的污染;它们与高效的运输组织与运营管理体系等综合集成,形成一种能与既有铁路路网兼容的新型快速交通运输系统。

高速铁路的出现,之所以在世界各国受到普遍欢迎并得以快速发展,决非偶然。这不仅是由于高速铁路克服了普速铁路速度低、乘车环境差、对沿线环境影响大等缺点,与目前高速公路的汽车运输和中长途的航空运输相比较,在下列技术经济指标中具有一定的优势。

(一)安全好

安全始终是人们选择出行交通运输方式的首要因素。从事交通运输产业的现代企业无不把提高安全性能作为重中之重,以提高其在运输市场中的竞争地位。但即便如此,交通事故时有发生仍难杜绝。有资料表明,在各国交通运输中,铁路、公路、民航运输的事故率(每百万人公里的伤亡人数)之比大致为 1:24:0.8。由于高速铁路普遍采用线路的全封闭和运行控制的自动化,且有一系列完善的安全保障体系,如:先进的 ACT 列车速度控制系统,能自动控制列车运行速度、调整列车运行间隔,按照列车允许的行车速度,使列车自动减速或停车,故其安全可靠大大高于其他交通工具;同时,高速铁路中与行车有关的固定设施和移动设备,都装有信息化程度很高的诊断与监测系统,并建立了科学的养护维修制度;对可能危及的行车安全的自然灾害,在铁路沿线设立了自动报警装置,这一系统措施有效地防止了人为过失、设备故障及自然灾害等突发事件引起的各类事故。高速铁路在国外曾有连续 45 年安全运营无人身伤亡事故的纪录。因此,相比高速公路的汽车和民航运输等交通工具,高速铁路可称得上是当今世界上最为安全的现代高速交通运输方式之一。

(二)运能大

高速铁路保留了普速铁路大众运输工具的基本特征。有专家分析计算:高速铁路动车组的最小行车间隔可达 4 min,列车密度可达 20 列/h,若每列车载客人数按 800 人计算,扣除线路维修时间(4 h/d),则每天可开行高速列车 400 列,输送旅客 32 万人,年均单向输送将达到 1.17 亿人。而 4 车道高速公路,单向每小时可通过汽车 1 250 辆,每天也按 20 h 计算,可通过 25 000 辆,如大轿车占 20%,每车平均乘坐 40 人,小轿车占 80%,每车乘坐 2 人,年均单向输送能力为 8 700 万人。航空运输主要受机场容量限制,如一条专用跑道的年起降能力为 12 万架次,采用大型客机的年单向输送能力只能达到 1 500~1 800 万人。可见,高速铁路的运能远远大于航空运输,且也大于高速公路,是名副其实的大众交通运输工具。

(三)速度快

速度快是高速铁路技术的核心,也是其主要技术经济优势所在。迄今,高速铁路是陆上运行距离最长、运行速度最高的交通运输方式之一。目前,我国武广高铁动车组的运行时速已达 300 km,超过高速公路小汽车运行速度的三倍,达到喷气客机的 1/3 和短途飞机的 1/2,因而使高速铁路在运距 100~1 000 km 范围内均能显示其节约总旅行时间(总旅行时间是指旅客出门到到达旅行目的地所耗费全部时间的总和,它包括途中旅行、到离车站或机场、托运和领取行李、上下车或飞机的全过程,以及小汽车驶入和驶出高速公路的总时间消费)的效果,而在 1 500~2 000 km 运距内也能发挥其利用列车夜间睡眠时间运行的有利条件。

(四)能耗低

我国是一个能源消费大国,又是一个能源相对短缺的国家之一。能源不足是困扰我国经济发展的重大问题之一。因此,节能降耗是我国经济发展当前和长远国策之一。能耗高低也是评价交通运输方式优劣的重要经济技术指标之一。据统计资料显示,各种交通运输工具平均每人公里的能耗:飞机是 2 998.8 J,小轿车是 3 309.6 J,高速公路大客车是 583.8 J,普速铁

路是 403.2 J, 高速铁路是 571.2 J。如果以普速铁路每人公里的能耗为 1.0, 则高速铁路为 1.42, 大客车为 1.45, 小轿车为 8.2, 飞机为 7.44。汽车、飞机均使用的是不可再生的一次能源——汽油或柴油(现代新型节能汽车尚未批量投入运用), 而高速铁路使用的是二次能源——电力。随着水电、太阳能、风能和核电等新型能源的推广和发展, 高速铁路在能源消耗方面的优势还将更加突出。这也是在当今石油能源紧张的情况下, 世界各国选择发展高速铁路的重要原因之一。

(五) 污染轻

环境保护是当今关系人类生存发展的全球性紧迫问题。交通运输与生态环境密切相关。当前, 交通运输对环境的污染主要是废气和噪声。据统计, 在旅客运输中, 各种交通运输工具一氧化碳等有害物质的换算排放量, 公路为 0.902 kg/人, 铁路为 0.109 kg/人, 客机为 635 kg/人, 有些有害物质在大气中要停留长达 2 年以上, 是当今造成大面积酸雨, 使植被生态遭到破坏和建筑物遭受侵蚀的主要原因。由于高速铁路实现了电气化以及集便器等设施、设备的使用, 基本消除了粉尘、油烟和其他废气(物)对环境的污染。另外, 在噪声污染方面, 日本曾以航空运输每千人公里产生的噪声为 1, 则大轿车为 0.2, 高速铁路仅为 0.1。从以上数据看, 在现代交通运输中, 航空和汽车运输造成的环境污染越来越大。而长期生活在噪声环境中, 会使人的听觉器官受到损害, 甚至耳聋。因此, 德、意、法、日等国都在高速铁路两侧修建隔声墙来降低噪声。人们愈来愈认识到, 为防止地球上臭氧层被破坏而造成的气候异常现象, 应大力发展清洁能源的交通工具, 减少飞机和汽车的排放废气, 加大高速铁路和城市轨道交通发展的力度。

(六) 占地少

我国是一个人口大国, 人均耕地低于世界各国平均水平, 因此, 保护耕地和节约使用土地是我国走可持续发展道路的重要国策之一。交通运输尤其是陆上交通运输, 由于要修建道路和停车场, 需占用大量土地, 而且大部分是耕地。一般情况, 双线高速铁路路基面宽 3.6~14 m, 而 4 车道的高速公路路基面宽达 26 m。双线铁路连同两侧排水沟用地在内, 用地约 70 亩/km, 而采用高架、隧道等工程, 占用土地将还要大幅度减少; 4 车道的高速公路用地则要 105 亩/km。目前, 我国高速铁路大多采取高架或隧道等形式(如武广客运专线的桥隧占全线线路将近 70%), 法国 TGV 500 km 的高速铁路仅占用相当于一个大型机场的用地, 故可以大大减少对耕地的占用和对环境的负面影响。一个大型飞机场, 包括跑道、滑行道、停机坪、候机大楼及其设施, 面积大, 又多为市郊良田。

(七) 造价低

工程造价的高低在一定程度上是制约某种交通运输方式能否得到迅速发展的重要因素之一。高速铁路的工程造价虽然大大高于普速铁路, 但并不比修建一条高速公路或民航机场的建设费用高。据法国资料, 法国高速铁路基础设施造价要比 4 车道的高速公路节约 17%。TGV 高速列车平均每坐席的造价仅相当于短途飞机每坐席造价的 1/10。

(八) 舒适度高

随着人们物质生活水平的不断提高, 出行舒适状况已成为人们选择出行交通方式的重要依据之一。高速铁路线路平顺、稳定、曲线半径大, 列车运行平稳, 振动和摆动幅度都很小, 速度快。由于采用新型材料, 车内宽敞明亮, 设施先进, 装备齐全, 乘坐舒适, 活动半径大等, 旅客在途中占有的活动空间大大高于汽车和飞机, 这些都是飞机和汽车无法比拟的。

(九) 效益好

交通堵塞、事故频发、环境污染等是当今城市公路发展中的共同难题, 给各国国民经济带

来巨大损失,也严重影响了社会和谐、稳定。欧共体国家每年用于处理高速公路堵塞和公路交通事故的费用分别占国民生产总值的 2.9% 和 2.5%。而修建高速铁路的直接经济效益却是非常明显。据统计,日本东海道新干线 1964 年投入运营,1966 年就开始盈利,1971 年就收回了全部投资。法国 TGV 东南线 1983 年全线通车,1984 年开始盈利,运营 10 年投资全部收回。这些都改变了传统铁路普遍存在的投资大,回收周期长,运营效益低的共性问题。我国高速铁路的建设主要集中在目前运能十分紧张、人口密度大、经济发展快的大中城市间,因此,其投资回收周期可望更短。

第二节 高速动车组的发展概述

一、国外高速动车组的发展

(一) 日本高速列车

日本是世界上第一个正式运营高速铁路的国家。20 世纪,1964 年 10 月 1 日东海道新干线正式开通营业,高速列车运行速度达到 210 km/h,从东京至大阪间旅行时间由 6 h 30 min 缩短到 3 h。这是一条专门用于客运的电气化双线铁路、采用标准轨距,代表了当时世界第一流的高速铁路技术水平,标志着世界高速铁路由试验阶段跨入了商业运营阶段。东海道新干线以其安全、快速、准时、舒适、运输能力大、环境污染轻、节省能源和土地资源等优越性博得了政府和公众的支持和欢迎。东海道新干线投入运营后,高速列车的客运市场占有份额迅速上升,每天平均运送旅客 36 万人次,年运输量达 1.2 亿人次。从而使包括东京、横滨、名古屋、大阪等大城市在内的东海道地区,原本旅客运输十分紧张的状况一下得到了缓和,也取得了预期的经济效益。使一度被贬为“夕阳产业”的铁路,显示出强大生命力,预示着“铁路第二个大时代”的来临。1971 年日本国会审议并通过了《全国铁道新干线建设法》,掀起了高速铁路建设的浪潮。1975 年山阳新干线通车营业,列车最高时速 270 km;1985 年东北新干线通车营业,列车最高时速 240 km;1982 年上越新干线通车营业,列车最高时速 240 km;1997 年北陆新干线通车营业,列车最高时速 260 km。具体线路分布图如图 1-3 所示。

日本铁路的旅客运输大多采用电动车组,也有极少数是机车牵引客车的形式。新干线高速列车则全部采用电动车组的形式。日本的高速列车从 0 系高速列车开始,相继研制开发了第一代 100 系、100N 系、200 系、E1(Max)系、400 系、第二代 300 系、500 系、E2 系和 700 系等高速列车。日本高速列车的发展及主要分布如图 1-4 所示。

日本高速铁路的发展有以下几个特点:高速列车采用动力分散型,轴重小,这样的设计使列车的安全性增强;线路中桥隧比重大,线路的标准不断提高;列车运行密度大,定员多,旅客输送量大;安全性能好,旅客死亡事故少。

(二) 德国高速列车

德国高速铁路称为 ICE(Inter City Express),20 世纪,1979 年试制成第一辆 ICE 列车。德国高速铁路技术先进,1988 年试验速度创下了 406.9 km/h 的新纪录,但是德国的实用性高速铁路直到 1982 年才开始实施。原因是德国客运量最集中的地区城市密布,高速公路发达完善,再修建高速铁路显然达不到吸引客流的目的。因此,虽然高速铁路的优越性无论从东方的日本还是从近邻的法国已经被证明,他们对发展高速铁路的争论还是持续了十几年。德国的高速铁路,一条是 1991 年建成通车的曼海姆至斯图加特线;一条是 1992 年建成的汉诺威至维尔茨堡线。1992 年德国铁路以 29 亿马克购买了 60 列 ICE 列车,其中 41 列运行于第六号高

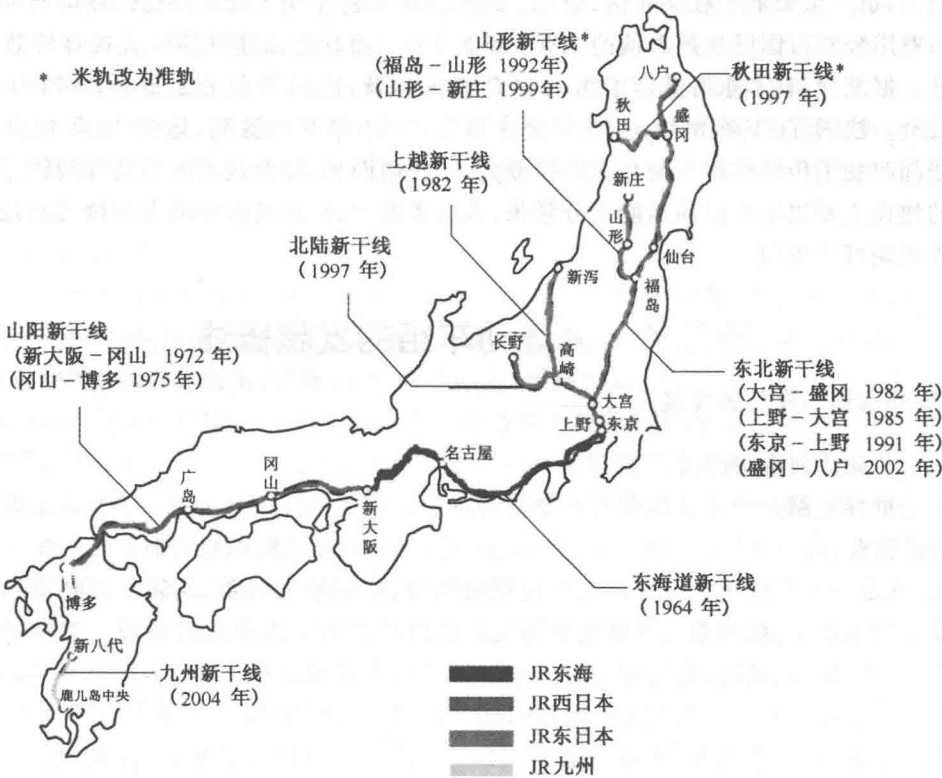


图 1-3 日本高速列车线路分布

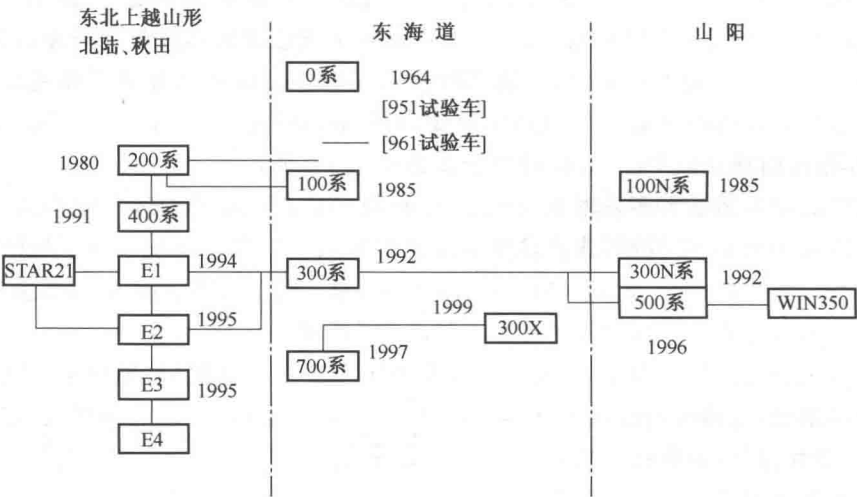


图 1-4 日本高速列车的发展及主要分布

速铁路，分别连接汉堡、法兰克福、斯图加特，运行时速 200 km。截止到 2000 年德国已建成 11 条高速铁路。1993 年以来，ICE 高速列车进入柏林，把德国首都纳入了 ICE 高速运输系统。ICE 也穿过德国与瑞士的边界，实现了苏黎世至法兰克福等线路的国际直通运输。ICE 城际高速列车经历了 ICE1、ICE2、ICE3、ICT(高速摆式动车组)的发展，目前，德国正在修建柏林至汉诺威、科隆至法兰克福两条高速铁路。目前德国高速铁路以其客货混运、新旧线混用、技术优势等特点，成为世界高速铁路的开创者。德国高速列车线路分布如图 1-5 所示。

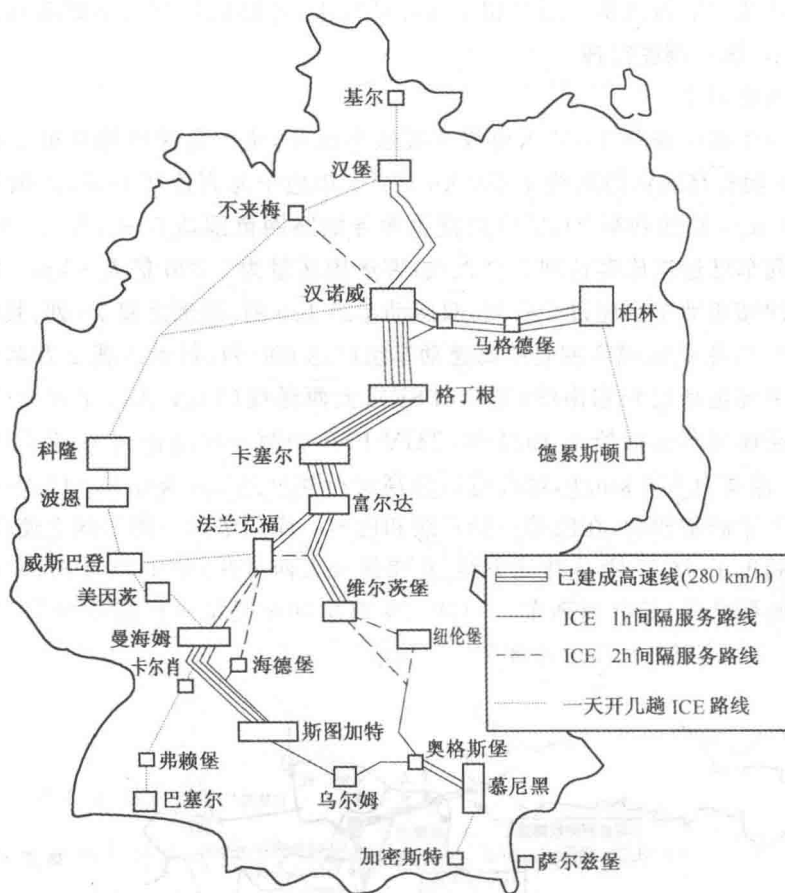


图 1-5 德国高速列车线路分布

德国部分高速动车组技术特征见表 1-1。

表 1-1 德国铁路高速动车组技术特征

型 号	ICE 1	ICE 2	ICE T	ICE 3	ICE TD
投入运营时间	1991 年	1997 年	2000 年	2001 年	2001 年
投入总量	59 列	44 列	32 列	37 列	21 列
牵引方式	动力集中,头车和尾车为动车	动力集中,头车为动车,尾车为控制车	电力,动力分散,两动一拖	动力分散,两动两拖	内燃,动力分散,全动车
编组	2 动+11 拖	1 动+7 拖	每单元 3 节车,每编组两个单元,中间加一餐车	4 动+4 拖	每单元 4 节车,每编组一个单元
列车全长	305~410 m	205 m	184 m	200 m	106.7 m
总牵引功率	9.6 MW	4.8 MW	4.0 MW	8.0 MW	1 660 kW
最高运行速度	280 km/h	280 km/h	230 km/h	330 km/h	200 km/h
座位数	669	388+23 (控制车)	374+24 (餐车)	398+24 (餐车)	195