

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



策划编辑 高 锐
责任编辑 胡思佳
封面设计 张瑞阳



高速铁路概论

GAOSU TIELU GAILUN

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



定价: 43.00元

职业教育铁道运输系列创新教材

高速铁路概论
主编 • 傅凌芳 王 辉



上海交通大学出版社

职业教育铁道运输系列创新教材

主编 • 傅凌芳 王 辉

高速铁路概论

GAOSU TIELU GAILUN



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

高速铁路概论

主 编 傅凌芳 王 辉
副主编 张树峰 尚红霞



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

内容提要

本书分9个项目,内容包括高速铁路基础知识、高速铁路线路、高速铁路车站、高速铁路动车组列车、高速铁路牵引动力与供电系统、高速铁路信号系统、高速铁路通信系统、高速铁路运输组织和高速铁路环境保护等。

本书可作为职业院校铁道运输类专业的教材,也可作为铁路相关专业职工的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

高速铁路概论/傅凌芳,王辉主编. —上海:上海交通大学出版社,2017(2025 重印)

ISBN 978-7-313-17138-2

I. ①高… II. ①傅… ②王… III. ①高速铁路—概论 IV. ①U238

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 111516 号

高速铁路概论

GAOSU TIELU GAILUN

主 编:傅凌芳 王 辉

出版发行:上海交通大学出版社

邮政编码:200030

印 制:三河市龙大印装有限公司

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16

字 数:267 千字

版 次:2017 年 6 月第 1 版

书 号:ISBN 978-7-313-17138-2

定 价:43.00 元

地 址:上海市番禺路 951 号

电 话:021-64071208

经 销:全国新华书店

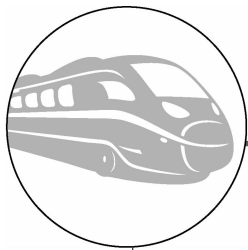
印 张:14.75

印 次:2025 年 9 月第 8 次印刷

版权所有 侵权必究

告读者:如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:0316-3655788



前言

近年来,我国高速铁路飞速发展,中国高速铁路的发展掀起了世界高速铁路发展的新浪潮,同时也对高铁产业人才提出了新的要求。为适应高铁产业对技术技能人才的需求,我们组织编写了本书。

高速铁路系统是一个庞大复杂的现代化系统,它由工务工程、牵引供电、高速列车、通信与信号、运营调度、客运服务等多个子系统组成。高速铁路技术由各子系统技术及子系统之间的耦合技术共同构成,因此,综合性强或者说系统性强是高速铁路技术的一个显著特点。

本书主要介绍了高速铁路基础知识、高速铁路线路、高速铁路车站、高速铁路动车组列车、高速铁路牵引动力与供电系统、高速铁路信号系统、高速铁路通信系统、高速铁路运输组织和高速铁路环境保护等内容,力争全面反映高速铁路的主要技术特征,客观反映我国高速铁路的技术现状。

本书推荐学时如下表所示:

项 目	内 容	学 时
1	高速铁路基础知识	4
2	高速铁路线路	6
3	高速铁路车站	4
4	高速铁路动车组列车	10
5	高速铁路牵引动力与供电系统	6
6	高速铁路信号系统	6
7	高速铁路通信系统	4
8	高速铁路运输组织	4
9	高速铁路环境保护	2
总计		46

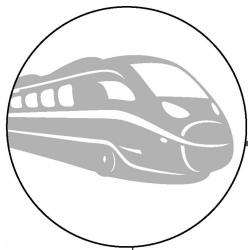
本书由傅凌芳和王辉任主编,张树峰和尚红霞任副主编,徐道亮、张硕和鲜敏参与了编写工作,具体编写分工如下:项目1和项目9由尚红霞编



写,项目2和项目3由徐道亮编写,项目4由张树峰编写,项目5由张硕编写,项目6和项目7由鲜敏编写,项目8由傅凌芳和王辉共同编写。

由于高速铁路技术涉及面广,加之我们的学识有限,书中存在的错误与遗漏之处,恳请读者批评指正。

编 者



目 录

项目 1 高速铁路基础知识	1
学习目标	1
1.1 国外高速铁路发展概况	1
1.1.1 日本新干线	1
1.1.2 德国高速铁路	6
1.1.3 法国高速铁路	10
1.1.4 其他国家高速铁路运营概况	12
1.1.5 世界高速铁路建设的发展历程及影响	13
1.2 高速铁路的技术经济优势	15
1.3 我国高速铁路的建设与规划	19
1.3.1 我国高速铁路建设概况	19
1.3.2 我国中长期高速铁路网规划	20
1.4 高速铁路系统的构成	23
思考与练习	25
项目 2 高速铁路线路	26
学习目标	26
2.1 高速铁路线路概述	26
2.1.1 高速铁路线路的定义	26
2.1.2 高速铁路线路的特征	27
2.2 高速铁路平、纵断面	27
2.2.1 高速铁路平、纵断面概述	27
2.2.2 高速铁路线路平面标准	28
2.2.3 高速铁路线路纵断面标准	33
2.3 高速铁路路基	35
2.3.1 高速铁路路基概述	35
2.3.2 高速铁路路基的结构	36
2.3.3 路基工后沉降的控制	38
2.3.4 高速铁路路基过渡段	38



2.3.5	高速铁路路基的附属设施	39
2.4	高速铁路桥梁与隧道	40
2.4.1	高速铁路桥梁的特点	40
2.4.2	高速铁路桥梁的种类	42
2.4.3	高速铁路桥梁的技术要求	44
2.4.4	高速铁路隧道的特点	45
2.4.5	高速铁路隧道的主要技术标准	47
2.4.6	高速铁路隧道的结构	48
2.5	高速铁路轨道	50
2.5.1	高速铁路轨道的类型及特点	50
2.5.2	钢轨	53
2.5.3	轨枕	54
2.5.4	碎石道床	55
2.5.5	无砟轨道	55
2.5.6	扣件	60
2.6	高速铁路轨道的检测及养护维修	61
2.6.1	高速铁路轨道的检测	61
2.6.2	钢轨无损探伤	63
2.6.3	高速铁路轨道的养护维修	64
	思考与练习	65
项目 3	高速铁路车站	66
	学习目标	66
3.1	高速铁路车站的特点及类型	66
3.1.1	高速铁路车站的特点	68
3.1.2	高速铁路运输组织模式	68
3.1.3	高速铁路车站的基本类型	69
3.2	高速铁路车站布局	73
3.2.1	离开既有站新建的高速站	73
3.2.2	与既有站紧靠并列设置的高速站	74
3.2.3	高架建于既有站之上的车站	75
3.2.4	利用既有站的车站	76
3.3	高速铁路车站技术设备	78
3.3.1	车站线路设备	78
3.3.2	客运服务设施	78
3.4	高速铁路枢纽	82
3.4.1	高速铁路枢纽内的设备及布局	82
3.4.2	高速铁路引入既有枢纽	85

3.4.3 综合交通枢纽	87
思考与练习	89
项目 4 高速铁路动车组列车	90
学习目标	90
4.1 动车组列车的结构及关键技术	90
4.1.1 动车组列车的结构	91
4.1.2 动车组列车的关键技术	92
4.2 我国铁路动车组的型号及特点	98
4.2.1 我国铁路动车组的发展历程	98
4.2.2 CRH 系列动车组概述	100
4.2.3 CRH1 型动车组	102
4.2.4 CRH2 型动车组	109
4.2.5 CRH3 型动车组	115
4.2.6 CRH5 型动车组	121
4.3 动车组的运用及检修	127
4.3.1 检修制度	127
4.3.2 检修方式	128
4.3.3 国外动车组的检修原则及检修方式	128
4.3.4 我国铁路动车组的运用维修	130
思考与练习	132
项目 5 高速铁路牵引动力与供电系统	133
学习目标	133
5.1 高速铁路牵引供电系统基础知识	133
5.2 牵引变电所	134
5.2.1 牵引变电所的设备和电气接线	134
5.2.2 牵引变电所的类型	135
5.2.3 牵引变电所的一次侧供电方式	136
5.2.4 牵引供电方式	136
5.2.5 牵引变电所继电保护及综合自动化系统	138
5.2.6 牵引变电所接地装置与维护	139
5.3 接触网	141
5.3.1 接触网的组成	141
5.3.2 接触网的主要设备	144
5.3.3 接触网的结构	148
5.3.4 接触网接地	152
5.4 受电弓	152
5.4.1 受电弓的结构与特性	152

5.4.2	弓网关系	155
5.4.3	弓网受流质量指标	156
思考与练习		157
项目 6 高速铁路信号系统		158
学习目标		158
6.1	高速铁路信号系统基础知识	158
6.1.1	铁路信号系统的结构	158
6.1.2	各种信号系统和设备的关系	161
6.2	计算机联锁系统	162
6.2.1	计算机联锁系统的结构和功能	162
6.2.2	计算机联锁系统软件	164
6.2.3	计算机联锁系统的可靠性和安全性	165
6.3	列车运行控制系统	167
6.3.1	机车信号	167
6.3.2	列车运行监控装置	168
6.3.3	CTCS 2 级列车运行控制系统	169
6.3.4	CTCS 3 级列车运行控制系统	171
6.4	分散自律调度集中系统	173
6.4.1	分散自律调度集中系统概述	173
6.4.2	分散自律调度集中系统的控制模式	173
6.4.3	分散自律调度集中系统的结构及功能	174
思考与练习		177
项目 7 高速铁路通信系统		178
学习目标		178
7.1	高速铁路通信系统基础知识	178
7.1.1	高速铁路通信业务的分类	178
7.1.2	高速铁路通信系统的类型	179
7.2	高速铁路调度通信系统的设备与组网	182
7.2.1	高速铁路调度通信系统的设备组成	182
7.2.2	高速铁路调度通信系统的网络结构	184
7.3	高速铁路数字移动通信系统	185
7.3.1	GSM-R 网络结构及功能	186
7.3.2	GSM-R 的主要业务	188
思考与练习		191
项目 8 高速铁路运输组织		192
学习目标		192

8.1 高速铁路运输组织基础知识	192
8.1.1 高速铁路运输组织的特点	192
8.1.2 高速铁路的行车安全	193
8.2 高速铁路运输计划	195
8.2.1 旅客列车开行方案与列车运行图	195
8.2.2 动车组运用计划	198
8.2.3 乘务员运用计划	200
8.3 高速铁路调度指挥	200
8.3.1 高速铁路调度指挥的特点	200
8.3.2 高速铁路调度指挥的组织模式	201
8.3.3 高速铁路调度指挥系统	202
8.4 高速铁路客运服务系统	205
8.4.1 自动售检票系统	205
8.4.2 旅客服务系统	207
8.4.3 呼叫中心系统	210
思考与练习	211
项目 9 高速铁路环境保护	212
学习目标	212
9.1 高速铁路噪声来源及控制技术	212
9.1.1 噪声源	212
9.1.2 高速铁路噪声危害	215
9.1.3 高速铁路噪声环境评价标准	216
9.1.4 高速铁路噪声控制技术	217
9.2 高速铁路振动特点及控制技术	218
9.2.1 高速铁路振动及控制概况	218
9.2.2 高速铁路振动环境评价标准	219
9.2.3 高速铁路振动控制技术	220
9.3 高速铁路的电磁干扰及其防护措施	221
9.3.1 电磁干扰特性	221
9.3.2 电磁干扰环境评价标准	222
9.3.3 电磁干扰防护措施	222
思考与练习	223
参考文献	225



项目 1 高速铁路基础知识



学习目标

- (1) 熟悉国外高速铁路的发展概况。
- (2) 了解我国高速铁路的发展,掌握我国高速铁路网的规划。
- (3) 掌握高速铁路系统的六个子系统。

1.1 国外高速铁路发展概况

1.1.1 日本新干线

1. 日本高速铁路线路概况

日本的铁路网初建于明治时代,由于历史局限性,其轨道宽度比国际通行的标准轨略窄。此后数十年,日本在战争的影响下,修建较宽轨道的计划一再被搁置。列车在窄轨上的运行速度严重受限,直到 20 世纪 50 年代,日本的铁路列车的运行时速仍被限制在 100 km 以下。而欧美国家普遍的列车时速已超过 120 km,其中英国伦敦—爱丁堡运行的特急列车“飞翔的苏格兰人”用蒸汽机车牵引,以 160 km/h 以上的最高速度运行;德国国铁列车以 150 km/h 以上的最高速度运行;美国铁路甚至达到了 180 km/h 的高速。第二次世界大战后,日本经济迅速恢复。特别是京滨、中京、阪神地区,成为带动整个日本经济发展的火车头。连接这些地区的东海道铁路线虽只占日本铁路总长的 3%,却承担着全国客运总量的 24%和货运总量的 23%。1957 年,日本运输省设立了由专家学者组成的日本国有铁路干线调查会(以下简称调查会),就如何增强东海道铁路线的运输能

力问题进行了探讨。1958年12月,日本内阁会议批准了修建东海道新干线的设想。调查会当时提出了三种方案:一是将已经复线化的原有窄轨铁路线再次复线化,二是铺设窄轨新线,三是修建标准轨新线。在铁路发展史中,用机车牵引客车的动力集中模式已经植根于人们的观念中。虽然各车厢单独拥有动力的电力车已经小范围试验成功,但是在那个以蒸汽机为主的年代,大规模应用电力车无异于天方夜谭。即便在日本国铁内部,倡导动力集中模式的顽固派也占了绝对上风。然而正是岛秀雄和十河信二等少数人利用手中暂时掌握的权力,做出了史无前例的创举。

在岛秀雄的领导下,日本国铁开始自行研发动力分散模式的新型电气列车。1957年,他们在尚未改造的东海道窄轨上实现了145 km/h的速度,打破了窄轨列车时速的世界纪录。1959年,他们又将这个纪录刷新到163 km/h。这充分证明了动力分散模式的优异性能,使其成为新干线车辆采用电力车的强有力的根据。除此之外,日本国铁还率先研发出在高铁上使用的交流电供电模式,与当时国际电力车常用的直流电模式相比,交流电无疑更加高效。

十河信二的主要工作是为修建标准轨新线争取支持。他在老朋友、时任财政部长的佐藤荣作的帮助下,从世界银行获得了新干线项目8 000万美元的贷款。事后证明,这8 000万美元在耗资巨大的新干线计划中只占不到15%,人们猜测十河信二此举的目的是将国家的主权信用拖入新干线融资中,迫使政府无法轻易停止铁路的修建。史料显示,为了促使日本政府和世界银行批准融资计划,十河信二刻意瞒报了大部分新干线项目预算,在实际建设过程中通过挪用其他铁路项目的资金来补齐。这种现在看来很明显的渎职行为,在当时却并不违法,因为日本国铁总裁具有自由分配资金的权力。十河信二还声称新干线的最高时速只有200 km,以此证明他不是在修建一条全新的铁路,而只是对原有线路的延伸。1963年,当新干线项目已成定局,十河信二提出对之前的隐瞒行为负全责,并宣布辞职。一年后,东海道新干线在一片赞叹声中建成通车,之前的一切争议很快烟消云散。东海道新干线通车后,日本两大城市东京和大阪之间实现了当日往返,并可在其中空出数小时的停留时间,从而极大地改变了日本人的休闲与商业习惯,并引发了修建高铁的热潮。1967年,山阳新干线开工,日本高铁开始向西延伸,1972年到达冈山,1975年到达博多。在东北方向,1971年东北新干线和上越新干线相继开工,1974年成田新干线开工。1987年,日本对国有铁路公司进行了彻底改革,将其分割为六家客运公司和一家货运公司,实行民营化管理。1998年,日本全国铁路公司宣布盈利2 200亿日元,缴纳税金约600亿日元。

日本高速铁路的发展经历了三个阶段。第一阶段(1964—1983年)在人口稠密的地区修建高速铁路,如东海道新干线和山阳新干线等。第二阶段(1983—1990年)以开发沿线地区经济为目的,在人口较少的地区修建高速铁路。高速铁路的功能从简单地缓和运



输紧张扩展到拉动地区的经济发展,如东北新干线和上越新干线。第三阶段(1990 年至今)在满足舒适、快捷、安全、节能、环保要求的同时,在均衡开发国土和可持续发展方面发挥了积极的作用。这一阶段不仅要提高既有线和新干线的速度,还要通过建设越海隧道和大桥,用铁路把四岛连接起来,形成高速铁路网。

目前,日本已建成六条新干线。在各条新干线中,山阳新干线的允许速度最高,达 300 km/h。高速铁路与其他方式间的衔接以东京站为例,四条新干线、一条既有线、四条城市轨道、一条地铁线在东京站交织在一起,形成了一个轨道交通的集合体,构成了一个理想和完善的城市轨道交通系统。每天到发 4 436 列车,其中,东京—大宫新干线列车 310 列,东海公司新干线 295 列,既有线列车 3 159 列,地铁丸之内线列车 672 列。整个站场主体布局充分利用了地下空间和高架布置,消除了平面交叉干扰,大大增强了枢纽能力。整个东京站地下有五层,地上有二层,构成了一个巨大站场。其无论是各方向接发列车能力,还是各线旅客换乘条件,都堪称最佳和方便。日本于 1964 年建成世界上第一条高速铁路——东海道新干线后,随后又建成了山阳新干线、东北新干线、上越新干线、长野新干线、东北新干线延伸段以及山形、秋田小型新干线。目前,日本新干线全部营业里程已超过 2 451.1 km。小型新干线由既有线改造而成,通过在既有线上增设第三轨,拓宽了轨距,使新干线列车能跨线运行。小型新干线的开通,为既有线的提速改造走出了一条新路。

2. 日本高速铁路运输组织的特点及模式

(1) 日本高速铁路运输组织的特点。

①密度高。根据 2011 年 3 月列车运行图,新干线行车密度最大的是 JR 东日本公司东京—大宫,每日通过列车 221 对(其中东北、山行、秋田方向 113 对,上越、长野方向 108 对),高峰小时达到 15 列。东京站向东海道、山阳新干线方向每日发出列车 199 列,列车最小间隔仅为 3 min。无论是日均开行列车总数,还是列车间隔时间,新干线列车的开行密度均是较大的,2009 年 8 月 16 日通过列车曾达到 415 对。

②速度快。为提高与高速公路和航空运输的竞争力,日本新干线高速列车不仅持续运行速度高,而且旅行速度也快。例如,东北新干线 E5 系高速列车在东京—新青森间的运行距离为 713.7 km,旅行时间仅为 190 min,旅行速度为 225.4 km/h;东海道、山阳新干线的 N700 系高速列车在东京—博多的运行距离为 1 174.9 km,旅行时间仅为 295 min,旅行速度为 240 km/h。

③距离近。到目前为止,日本新干线最长距离的旅客列车为东京—博多。新干线基本上是以东京站为界,采用分段运输的组织方式,所有跨越东京站的旅客都要在东京站换乘,其主要原因是客流结构和旅客出行选择的结果。据调查,客流主要以两大都市圈之间的客流交换为主,在东北和东海道新干线间只有 10% 的旅客需要在东京站换乘;而

且旅行距离超过 1 000 km 的旅客一般更愿意选择飞机。另外,日本国有铁路改革后各公司管辖范围的划分也促进了分段运输组织方式的使用。

④运量大。运量大体现在运送旅客数量和列车定员两个方面。2008 年,新干线客运量达 3.1 亿人次,日均为 85 万人,而 JR 东日本公司日均客运量高达 26 万人,高速列车(除山形、秋田等小型新干线外)的定员均在 800 人以上。

⑤衔接紧、换乘好。各铁路公司在编制和修改运行图时,充分考虑了旅客换乘接续的需要,在时刻表中详细注明新干线间及与既有线间列车的换乘时间、车站和站台。这种换乘运输方式是以新干线高正点率和高密度的运输组织特点为前提的。

(2)日本高速铁路运输组织的模式。日本新干线全部是新建的高速铁路,是仅开行高速旅客列车的客运专线,与既有线走向分开(既有线为窄轨铁路,其客货列车不能上线运行),采用全高速或全高速-换乘模式,跨线旅客需要换乘;白天行车、夜间维修。由于新干线只运行高速列车,因此运输组织工作简便。

新干线列车运行速度不断提高,如从 1964 年刚建成时的 210 km/h,到 1975 年山阳新干线通车营业时的 270 km/h;从 1985 年东北新干线通车营业时的 240 km/h,到 1997 年长野新干线通车营业时的 260 km/h。列车追踪间隔时间最小可达 3 min,因而通过能力大,平行运行图通过能力可达 400~600 列/天。

日本东海道新干线运营初期确保 2 对/小时、全天运营时间内开行 30 对的密度。目前,大部分新干线列车密度都已高达平均 6~7 min 发出一列,扩大了旅客一日行动圈的活动范围,极大地方便了旅客的出行。目前,分别开行了回声号、光号、希望号三种时速不等的列车,不同列车沿途停站数不等。东北新干线开行了山谷回声号、那须野号两类列车,分别采用 200 系、E1 系、E4 系不同列车。

秋田小型新干线的小町号列车(E3 系)在至盛冈前,与山谷回声号合并运行,从盛冈开始(一部分从仙台开始)单独驶入秋田。山形小型新干线的翼号列车(400 系)在开始一段与山谷回声号合并运行,从福岛(一部分从上野)开始单独驶入山形。日本东北新干线列车开行方案如图 1-1 所示。

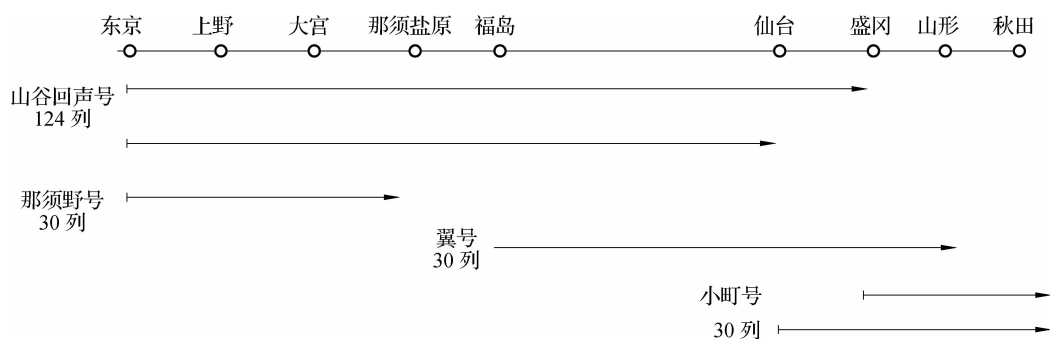


图 1-1 日本东北新干线列车开行方案



3. 新干线的特点

(1)安全。除了高质量的线路基础、先进的动车装备、完善的控制技术外,新干线在自然灾害的预防方面也成效显著。尤其是根据本国的实际情况,在铁路沿线和海岸线上设置了风速和地震测试仪,一旦有台风或地震灾情发生,可以及时发出减灾警报,迅速切断新干线的电网供电,迫使列车停止运行。

(2)准时。在新干线的发展过程中,不仅没有发生过一起旅客重大伤亡事故,而且列车正点率高、平均晚点时间小,2003年的列车误点达到了平均6 s的高水平,表明平时基本实现按图行车。

(3)营销措施多样。发行上班族、学生用的月票,推销那须野号、小町号、翼号的“买10送1”的优惠次数票——回数券,那须野号往返优惠票,北陆与上越新干线(东京特快)换乘回数券,新干线对号入座特快回数券(软席、普通),等等。

(4)方便的换乘条件。新干线的车站设置最大可能地考虑了方便旅客集结、疏散和换乘。一般中间站均与既有线车站共站而设,使旅客在两线之间方便换乘,并且利用既有城市交通网,如地铁、有轨交通、市郊列车等共站。

(5)尽量减少换乘。尽管旅客换乘条件很好,但仍致力于创造更多的直达条件。日本国铁民营化后划片管理,新干线和既有线归同一公司经营,通过改造既有线使部分高速列车延伸到既有线运行(下线运行)。通过改变既有线轨距,修建了山形、秋田小型新干线,拓宽了东北新干线的运营范围,减少了旅客换乘次数。

4. 新干线运行图的内容及特点

(1)新干线运行图的内容。

①新干线旅客列车的开行,主要以东京为支点,向其他城市辐射。例如,东京—博多、东京—新大阪、东京—广岛、东京—仙台、东京—新青森,以及其他城市间的短途区段列车等。

②新干线旅客列车原则上安排在6:00~23:00运行,其余为夜间施工维修时间。

③新干线列车因各公司的车辆种类不同分为不同的等级。例如,东海道公司有希望号(大城市停车)、光号(较大车站停车)、回声号(各站停车)三种;东日本公司有时速300 km的隼号、时速275 km的疾风、小町、浅间号,以及时速240 km的山彦、朱鹮号。既有线快速及以下等级的列车普遍采用地铁通道式车辆。

④新干线高速列车以小编组为主,一般为6辆、8辆;同时考虑适应职工上下班和学生上学、放学高峰期运输的需要,可重联为12辆、16辆编组。例如,JR东日本公司在通勤高峰时间组织E4型动车重联16辆编组开行,定员高达1 634席。

(2)新干线运行图的特点。新干线列车运行图均由总公司进行编制,并根据市场变化和需要进行修订,每日交给调度执行。新干线运行图具有以下特点:

①运行图中采用的列车运行标尺等级较少,且等级之间的速差较小。例如,在JR 东日本公司的东北、秋田、上越和长野新干线上运行有 6 种车型、14 种编组的列车,但是速度等级只有 240 km/h、260 km/h 和 275 km/h 三种,列车之间的速差不大,标尺接近。列车运行线基本上是以平行运行线的方式铺画的。

②采用格式化小时制循环铺画方式编制基本运行图。以东海道新干线东京—新大阪为例,每小时铺画希望号 4 列、光号 2 列、回声号 3 列,如此重复即组成基本运行图。每日实施时,根据实际客流等各方面情况选定实际运行线,富余运行线作为备用,用于运行调整或节假日开行临时列车。这种铺画方式使沿线各站的列车时刻每小时基本相同,极大地方便了旅客乘车。

③设置较短的停站和在站折返时间。不同等级列车的停站时间的取值相对单一,停站时间根据客流量设置为 1 min 或 2 min。东日本公司新干线旅客列车在东京站折返时间标准为 12 min,其中 2 min 用于旅客下车,7 min 用于保洁作业,3 min 用于旅客上车。

④充分发挥新干线的能力。东日本公司的东北新干线分别与秋田、山形等小型新干线间实行直通运输:秋田、山形新干线的动车组分别在盛冈、福岛站与东北新干线的动车组合并,然后开行到东京;返回时,分别在盛冈、福岛站分解,开往秋田、山形新干线。

⑤时刻表变化不大。日本全国旅客列车时刻表每个月发布一次,除了大范围调图外,一般并无太大的变化。时刻表中还专页按时间顺序公布新干线相互间、新干线与既有线间的换乘车站、时间和站台。

1.1.2 德国高速铁路

1. 德国高速铁路概况

德国高速铁路即城际高速铁路(inter city express, ICE),它是连接城市,解决人员、货物运输的交通工具,它将德国国内 130 多个大小城市连为一体,对促进人员和信息的往来与交流,以及经济建设发挥了极其重要的作用。

目前,高速铁路采用的技术有磁悬浮技术和传统的轮轨技术。以前德国政府一直比较重视相对先进的磁悬浮技术,但由于磁悬浮铁路造价昂贵,并与现有铁路无法接轨,因此德国政府一直没把依靠磁悬浮技术的高铁投入到商业运营中。而使用传统轮轨技术的 ICE-V 列车也一直处于试验阶段,直到 1981 年,法国的 TGV 列车用事实证明了高速列车在商业上的成功,德国才开始准备把这种列车投入到高速列车的研究和运营中。

1991 年,德国首列 ICE 列车正式运营,开通了从下萨克森州的首府汉诺威直达巴伐利亚州的重镇维尔茨堡的铁路线,全长 327 km;还有一条是从曼海姆至斯图加特的铁路线,全长 99 km。此后,德国高速铁路迅速发展,分别在 1998 年、2002 年、2006 年和 2007 年开通了四条高速铁路线。



虽然德国在全面掌握高速铁路技术方面比日、法两国要晚,但是其独特的技术已经能与日、法两国相媲美。德国作为一向注重节能环保的国家,其高速铁路也承继了这一理念。在德国,虽然高速公路和民用航空已经高度发达,但政府还是斥巨资兴建高速铁路。这样做的目的主要是从整个国家的能源战略高度考虑。因为德国第三代高速列车比汽车和飞机更节能。据德国联邦铁路公司计算,ICE3 系列后的列车在载客率为 50% 的情况下,每人每百千米消耗的能源不到 2 L。以汉堡—柏林为例,乘火车需要 1.5 h,比汽车快 1 倍。火车在半满员的情况下,每位旅客整个旅程消耗的能源平均不到 8 L 汽油,而汽车平均需要 27 L 以上。德国高速铁路网由改造的旧线(最高速度为 200 km/h)和新建高速线(最高速度为 250~300 km/h)混合组成。1991 年 6 月,德国新线区段汉诺威—维尔茨堡、曼海姆—斯图加特段开行的第一列时速为 250 km 的高速城际特快列车的试运营,拉开了德国高速铁路建设与发展的历史序幕。ICE 列车的高速运行将德国平均 350 km 城际运行距离的旅行时间减少了 1~2 h。2002 年 9 月,科隆—法兰克福另一条满足 ICE3 型列车以 300 km/h 运行的高速铁路新线的开通和运营,再次刷新了德国铁路 250 km/h 高速运行的纪录。根据德国运输部的总体规划设计和德国铁路公司规划的铁路基础设施建设方案,德国铁路路网的旧线改造和新线建设还将继续开展,这项铁路规划被命名为德国铁路 Netz21 工程(21 世纪德国铁路路网建设规划)。

2. 德国高速铁路的建设历史

(1)德国高速铁路系统建设的起初酝酿及研究阶段(1984—1991 年)。在德国高速铁路正式开通、运营之前,对一系列有关该系统工程的设计及高速铁路相关技术进行了研究,因为这一复杂系统工程的建设不仅包含新型高速列车的设计、新建路网基础设施、信号设备及具备高速列车接发能力车站的建设,而且还涉及相当数量 ICE 高速列车的维修基地配置与建设问题。另外,合理制定一套旅客青睐的票价体系也是铁路建设计划需要考虑和解决的问题。

德国高速铁路客运产品的设计除了要具备原先城际(inter city, IC)列车的基本运行要求外,还要具备以下特点,即高速列车能够满足以小时为间隔的开行安排,高速线路需要连接到每一个铁路枢纽站,乘坐高速列车的旅客在每小时内可以在同一站台上的另一侧有机会换乘下趟去往其他方向的高速列车,列车编组是由不同座位布局的列车单元组合而成的。

在最初的计划阶段,德国第一系列高速城际特快列车(ICE1 型)被设计成由 12 辆具有动力车辆组成的全动车组编组列车,其编组长度达到 358 m,这样配置的列车也正好与由 10 辆编组的 IC 列车的机车牵引功率相匹配。在德国高速铁路系统运营的第一阶段,共有 60 列以小时为发车间隔单位的 ICE1 列车运行在汉堡—巴塞尔、汉堡—慕尼黑的铁路线上。

(2)高速铁路网的成功组建与新一代高速列车产品的投入运营(1991—2004 年)。ICE 新产品的出现成为德国铁路向前发展的巨大驱动力。1993 年,也就是东、西两德合并后的第三年,随着柏林—汉诺威 254 km 的高速铁路新线的开通与运营,高速列车的整个旅行时间比原先的时间缩短了一半(只需 95 min)。在这条线路上共运行了 44 列 205 m 长的第二系列高速列车 ICE2,它由 1 辆动车车辆和 7 辆非动车车辆组成(牵引功率为 4 800 kW)。2000 年,ICE2 列车又改为由长为 200 m 的电动复合单元(electrical multiple unit,EMU)车辆组成。2002 年,在科隆—法兰克福新线上运行的高速列车为第三系列城际特快列车 ICE3 型(牵引功率达 8 000 kW),它是一个 200 m 长的由 8 辆 EMU 车辆组成的列车。此外,高速铁路列车产品还有满足多曲线地段运行的摆式特快列车 ICET(有 7 辆和 5 辆两种编组形式,其长度分别为 185 m 和 133 m,最高时速可达 230 km),以及满足非电化线路高速运行的内燃摆式特快列车 ICETD(4 辆编组形式,长度为 107 m,最高时速达 200 km)。

由此也巩固了 ICE 高速列车在长途运输领域中的重要位置。据 2000 年的数据统计,乘坐 ICE 列车的旅客运送量占整个德国铁路长途旅客运输总量的 42%。随着 ICE 高速新线的逐步建成与通车,德国高速铁路的旅客运量也在不断攀升。在最初修建高速铁路时,德国铁路部门预测的结果是 ICE 城际特快列车只能被当作旅客上下班的交通工具。但是随后的实际运营数据表明,更多的先前乘坐飞机的旅客也愿意选择这种快捷的 ICE 运输方式;而且更多的人愿意先从一个城市搭乘 ICE 列车前往另一城市,然后再乘坐飞机前往更远的地方,这是因为 ICE 高速铁路线已经连接到了许多城市的机场附近,也就是说,在德国境内已经初步形成了四通八达的高速铁路网。

(3)科隆—法兰克福/美茵高速铁路线的开通与运营。2002 年 9 月,连接科隆与法兰克福的第二条高速铁路线正式开通并运营,这条线北起科隆、向南延伸至威斯巴登/美茵茨及法兰克福机场。从科隆中心车站至法兰克福中心车站的距离为 180 km,现在的旅行时间为 75 min,这比过去经莱茵河畔的 ICE 列车的运行时间(135 min)减少了 1 h(此线路长度为 222 km)。

该新线将穿过稠密的居民区和茂密的山林风景区,为了最大限度地保护自然资源和生态环境,新线建设尽量平行靠近原先的高速线,因而新线建设就不得不面对较大的线路坡度地段。为了建造这样一个具有新标准、满足时速 300 km 列车运营要求的新线(双线),该线路上的双线间的中心距离设置为 4.5 m,同时将旅客与全速运行列车的安全距离设置为 3 m。

新线还设计了较优的隧道限界尺寸,另外在时速达到 300 km 的区间轨道铺设中,运用了不同种类的非道砟的混凝土板道床,铺设这样性能的新型线路完全考虑了轨道的几何特性。尽管线路还存在一些小半径曲线区间,但 ICE3 列车的运行还是较好地保证了



旅客乘坐列车的舒适度。计算结果表明,当列车以 300 km/h 的速度通过曲线的区段时,左侧向的加速度仅为 1.0 km/s^2 。

该新线的施工是根据联邦政府运输部与德国铁路公司签订的协约进行建设的,项目的造价在 1995 年是 77.5 亿马克(相当于 40 亿欧元),但项目在 2002 年完工时的总投资额已经攀升到了 120 亿马克(相当于 60 亿欧元)。另外,联邦政府及北莱茵—威斯特法伦州还共同支付了修建科隆/波恩机场连接线的额外建设费用 5 亿欧元(连接线的长度约为 15 km)。

3. 德国铁路网的组成

德国整个铁路网由以下三部分组成:

(1)高优先级铁路网络(10 000 km)。高优先级铁路网络连接主要中等城市地区。其中,等级最高的高速线(P 线)达到了 3 500 km,提速列车运行的次优先级线路(G 线)达到了 4 500 km。另外,用于为大城市周边的城镇提供运输快捷服务的线路达到了 2 000 km。

(2)高性能铁路网络(10 000 km)。高性能铁路网络为客、货列车提供常规的客货共线混跑运行。

(3)区域间的铁路网络(16 500 km)。

4. 德国高速铁路运输组织模式

德国高速铁路运输组织模式可以归纳为新旧线联运、下线运行、客货混运和模式化运行。

(1)新旧线联运。新建高速线与部分既有线混合运行,其优点是线路的工程投资省,缺点是既有线客货列车速差造成客车扣除系数大,对通过能力影响大,列车运行组织复杂,客车最高速度受到限制,只能达到 160~200 km/h,延长了旅客的旅行时间。

(2)下线运行。在高速铁路的客流组织上,尽管旅客换乘条件很好,但仍致力于创造更多的直达条件,采用了大量 ICE 列车和 IC 列车下高速线的办法。

(3)客货混运。高速线上既要运行 ICE 列车,也要运行货物列车,还要开行地区和短途旅客列车。无论是新建还是改建的高速铁路,目前仍是白天运行旅客列车,夜间运行货物列车。其中,快运货物列车的最高时速为 160 km,一般货物列车的最高时速为 120 km。上高速线的货物列车一般不超过 2 500 t,研究认为轴重为 22.5 t 货物列车对线路的破坏作用不明显。

(4)模式化运行。德国的 ICE 动车组也实行节拍运输,即按固定相等的运行间隔运行。

德国的 ICE 列车在 6:00~24:00 实行节拍运输,自 1971 年起,在 50 个城市间每小时开行最高时速可达 200 km 的 IC 列车 1 列。自 1991 年开始,根据运量需要,有的区段出现了 30 min 的节拍运输;在中部地区有 2 条新线区段为共线运营,该部分线路的列车间隔为 10 min,最短时为 6 min。

1.1.3 法国高速铁路

1. 法国高速铁路的发展过程及其业绩

法国高速铁路(Train à Grande Vitesse, TGV, 也指高速列车),是由阿尔斯通公司和法国国家铁路公司设计建造并由后者负责运营的高速铁路系统。作为当今世界上高速铁路技术发展水平最高的国家之一,法国频繁刷新高速铁路运行速度的最高纪录。

1981年, TGV在巴黎—里昂开通,当时的商业运营时速为270 km,此后不到几个月, TGV就打败了法国航空,拥有了巴黎—里昂的最大客源。TGV的成功促进了铁路网络的扩张,随后多条新线路在法国南部、西部和东北部建成。如今法国已形成以巴黎为中心、辐射法国各城市及周边国家的铁路网络。TGV普通列车的商业运行时速达到320 km,经过特殊改造的列车在测试中的时速更是高达574.8 km。

法国TGV为提高速度特别设计了法国高速铁路线LGV,该铁路线没有急转弯,使用高功率电动机和铰接车架,轮轴高度较低且机车信号内置。运行在LGV上的TGV可以获得与磁悬浮列车相同的速度,这使得性价比比较高的TGV彻底挤掉了造价高昂的磁悬浮列车。享有“全球第一速”美誉的TGV,对法国人的生活和出行习惯产生了巨大影响。坐上法国TGV既能免去堵车的烦恼,又能享受省时带来的轻松。同乘坐飞机相比,旅客更愿意乘坐TGV,因为TGV站点都设在市区,节省了去郊外坐飞机和办理手续的时间。TGV因运行阻力小、稳定性高、噪声低、舒适度高而闻名。

由于法国TGV在传统轮轨领域的技术领先于欧盟各国,因此1996年欧盟各国的国有铁路公司经联合协商后确定采用法国技术作为全欧高速火车的技术标准。随后TGV技术被出口至韩国、西班牙和澳大利亚等国,成为运用最广泛的高速轮轨技术。

阿尔斯通公司在2008年推出的最新一代超高速列车AGV,其运营时速达到350 km,与同类主要高速列车相比,AGV的能耗节省了15%。据法国《论坛报》报道,国际高速列车市场潜力巨大。法国将利用AGV进军巴西、印度等新兴经济体。此外,法国计划在2020年将高速铁路的总长度提高1倍,达到2 500 mile(1 mile $\approx$ 1.609 km)。1971年,法国政府批准修建巴黎里昂TGV东南线(全长417 km),其中新建高速铁路线390 km,1976年10月正式开工,1983年9月全线建成通车。TGV高速列车最高运行时速为270 km,巴黎—里昂旅行时间由原来的230 min缩短到120 min,客运量迅速增长,经济效益良好。TGV东南线的成功运营,证明了高速铁路是一种具有竞争力的现代交通工具。1989年和1990年,法国又建成巴黎—敦克尔克、图尔的大西洋线,列车最高时速达到300 km。1993年,法国第三条高速铁路TGV北方线开通运营。北方线也称为北欧线,由巴黎经里尔,穿过英吉利海峡隧道通往伦敦(1994年运营,成为第一条高速铁路国际线),并与欧洲北部比利时的布鲁塞尔、德国的科隆、荷兰的阿姆斯特丹相连,是一条重要的国际通道,1997年运行于该通道上的“欧洲之星”开始运营。

2. 法国高速铁路运输组织模式及其特点

法国高速铁路运输组织模式有以下几种:



(1)纯高速方案。新建客运专线,在新建的高速铁路上只运行TGV,最高速度从东南线的270 km/h发展到大西洋线的300 km/h,又发展到东部线的350 km/h。

(2)下线模式。新线与既有线兼容,TGV在高速线上行驶一段后驶入既有线,高速列车下线运行是其运输组织模式的主要特点,在普通铁路上以160~220 km/h的速度继续运行。例如,巴黎东南线长417 km,而TGV运行里程达2 640 km,通达法国南部各主要城市,运行距离延长近5倍。采用下线运行模式,延长了TGV的运行距离,拓展了其通达范围,从而减少了旅客换乘次数,扩大了客流吸引范围。这样的组织方式,既可以发挥新线的通过能力,也能充分利用既有线的基础设施。

(3)模式化运行。采用基于客运量的运输模式,根据客流量的大小配备相应的列车对数,制订合理的开行方案。在一天合理时段内(如东南线上巴黎始发列车的开行范围为6:00~22:00),列车运行间隔疏密有别,如东南线6:30~8:30的高峰时段,每15 min发出一列车,甚至采用两组列车重联的方式,以提高运输能力。

法国铁路在修建高速新线时,首先要考察建设新线的必要性,确认该线建成后有足够的运量,并能缓解既有线运能饱和的矛盾;其次要实现高速安全运行,尽量缩短旅行时间,以提高与航空和公路运输的竞争力;最后设计出一套开行密度高、灵活多变的开行方案,以便最大限度地吸引客流,并与既有线路兼容,与全国路网连接,以减少中转,获得最佳的社会经济效益。

3. 法国高速铁路运营模式

法国负责铁路监管的主要有交通运输部、公共铁路安全局和交通事故调查署三个机构。它们相互独立,各司其职,相互配合制约,确保对铁路安全的最有效监督。公共铁路安全局隶属于法国交通运输部,但其人事任命等管理体系不受交通运输部限制,拥有自主权,这保证了其执法的独立性,有利于对铁路安全的监管。公共铁路安全局通过发放牌照和安全认证对运营企业进行监管。

认证包括对铁路员工能力、应急预案等运营企业安全管理体系的整体认证,以及对特定路段建设经营、设计维护能力的认证。交通事故调查署是针对道路交通事故的独立调查机构,对任何重大事故做详细事故分析报告,其调查与司法部门的调查互不干涉;此外也负责事前监督企业,排除可预见的安全隐患。法国通过纵向分割,实行路网基础设施同运输业务纵向分离,将有效竞争引入运输市场。法国运输线路由法国路网公司统一管理。自2006年3月31日起法国铁路货运放松管制,铁路管理委员会负责向所有铁路运营商开放准入。法国对线路部分实行垄断经营,在运营部分降低进入门槛,鼓励新竞争者进入。对新竞争者通过采取平等的线路收费和进入服务政策,使之获得和既有经营者一样的技术及相近的经营成本。运营企业按照市场规律行事,在经营、管理和会计上拥有独立性,自行设计其投资和融资等商业计划,在定价、人员任命、采购、扩展市场及发展新技术方面都享有自主权。

4. 法国高速铁路其他运营组织措施

(1)推行代理制。法国铁路各局的车票发售普遍推行代理制,其中自售占80%,代售

占 20%。此外,还推行旅客家中购票服务项目,1997 年仅此一项每天就售出 1 700 张车票。

(2)采用新的票价结构。为使铁路客运更方便、更便宜,法国铁路于 1997 年 6 月开始推行新的票价结构,倡导乘车者使用绿色车票,经常乘车者使用纸卡票;对 12~15 岁年龄组青年,对 2 人共同旅行或带 1 名 4 岁以下旅客提供减价票。

(3)枢纽内不同车站合理分工。法国高速铁路网的特点是以巴黎为中心,向东南西北各个方向辐射,在巴黎和里昂地区设有联络线,北方线列车可通过巴黎联络线绕道转至东南线。在巴黎市内设有巴黎里昂、蒙帕纳斯、巴黎北站和巴黎东站 4 个车站,分别负责东南线、大西洋线、北方线和东部线高速列车的始发与终到,4 个车站之间通过极为发达的城市地铁相连接。

(4)开展多式联运。法国铁路提出“视同行为合作伙伴”的经营思想,与航空、地铁、汽运合作开展多式联运,如与法国国家铁路公司在各地设立的多家公司签订协议,为旅客提供各类服务;在南特,用铁路线路把电车轨道与铁路路网连接起来,贯穿整个城市,以建立快速发达的城市运输系统;在图卢兹市区开辟环城线路,在两个小镇之间每天开行 14 个往返车次,形成“市区列车+地铁”的运输系统。

1.1.4 其他国家高速铁路运营概况

1. 意大利高速铁路运营概况

意大利高速铁路按客货混运模式进行设计、施工和运营,在高速铁路上运行的列车有中长途高速列车、常速列车及快速货物列车。高速列车中的部分列车只在高速线上运行,剩余列车要下线运行,延伸到既有线上,非高速旅客列车(城际 IC 列车、欧洲城际 EC)和部分运送鲜活、易腐货物的快速货物列车也可以在高速线上运行,形成上线运行模式。

意大利的 IC 列车的行车间隔时间为 0.5 h,有些区段为 15 min。高速线上的高速列车主要是 ETR500 型高速动车组,此类列车只在白天行驶,行车间隔为 0.5 h;在早晚高峰时段,还要加开 ETR450 型摆式车体列车。

2. 西班牙高速铁路运营概况

西班牙既有铁路网主要采用宽轨(1.668 m)标准,少数采用窄轨(米轨)。1992 年,西班牙引进法、德两国的技术建成了长度为 471 km 的马德里—塞维利亚高速铁路。2009 年,西班牙首都马德里至该国第二大城市巴塞罗那的高速铁路正式投入商业运营,从而使西班牙的高速铁路总里程达到 1 579 km。

1992 年,马德里—塞维利亚高速铁路在运营之初每天只开行 6 对直达列车,随后列车的开行数量逐渐增加,到 2002 年每天往返开行的高速列车已达 74 列。其中,38 列 AVE 型高速列车以 300 km/h 的速度在马德里—塞维利亚全线运营,18 列 AVE 型高速列车在马德里—雷阿尔城—布拉萨托尔塔斯做区间运输,另有 18 列 Talgo 快速列车以

200 km/h 的速度从马德里运行到塞维利亚,然后进入宽轨线到马拉加、加的斯、韦尔瓦等城市。

2009 年开通的马德里—巴塞罗那高速铁路的最高时速可达 350 km。直达列车运行时间被缩短到 158 min。在这条线路上,每天共安排运营列车 17 对。

西班牙铁路部门规划了庞大的高速铁路网建设,以期通过铁路带动西班牙经济的快速发展,主要是以马德里为中心放射性地修建 5 条主要高速干线,总规模达到 7 200 多千米。其中,第一条是从马德里向东北方向修建马德里—巴塞罗那—蒙特佩罗准轨高速铁路,从法国、西班牙边境延伸至法国东南部的佩比尼昂,与将要形成的欧洲高速铁路网接轨;第二条是从马德里向东南方向修建马德里—瓦伦西亚—阿利坎特宽轨高速铁路;第三条是从马德里向西南方向修建的马德里—塞维利亚准轨高速铁路,并延伸至加的斯、马拉加;第四条是从马德里向西修建高速线到葡萄牙;第五条是从马德里向北、西北方向修建高速线到瓦拉多利特。

3. 瑞典、英国等国高速铁路运营概况

瑞典、英国等国的运输组织模式为不建新线、小改旧线、采用摆式列车、客货共线,即采用改造既有线、不建新线的方法,通过开行摆式列车来提高列车运行速度,其前提是既有线的线路状态比较好。

综上所述,由于各国国情、路情的不同,其运输组织方式也不尽相同。日本、法国、西班牙为纯高速型的客运专线,而德国、意大利则为客货混运型的高速铁路,如表 1-1 所示。

表 1-1 主要国家高速线的修建模式及其运输组织模式分类

运输组织模式	全部新建	新建与改造结合	不新建、改旧线
客运专线	日本、西班牙	法国	
客货混运	意大利	德国	瑞典、英国

1.1.5 世界高速铁路建设的发展历程及影响

1. 世界高速铁路建设的发展历程

世界高速铁路建设的发展先后经过了三次浪潮。

(1)第一次浪潮(1964—1990 年)。世界上第一条真正意义上的高速铁路是日本东海道新干线。该线路从东京起始,途经名古屋、京都等地,终至(新)大阪,全长 515.4 km,营运速度高达 210 km/h。1964 年 10 月新干线的正式通车,标志着世界高速铁路新纪元的到来。东海道新干线在技术、商业、财政及社会效益方面都获得了极大的成功,高速铁路建设成就极其显著。由于其运行效益好,日本又于 1972 年修建了山阳、东北和上越新干线。日本新干线的成功给欧洲国家以巨大冲击,各国纷纷开始修建高速铁路。1981 年,法国高速铁路 TGV 在巴黎与里昂之间开通,如今已形成以巴黎为中心、辐射法国各城市及周边国家的铁路网络,法国 TGV 东南线也在其运营 10 年的期限里完全收回了投资。

此后,德国开发了高速铁路系统,意大利修建了罗马—佛罗伦萨线。除北美外,世界上经济和技术最发达的日本、法国、意大利与德国共同推动了高速铁路的第一次建设高潮。

(2)第二次浪潮(1990年至20世纪90年代中期)。这一时期高速铁路表现出新的特征。

①已建成高速铁路的国家进入高速铁路网规划建设阶段。这一时期,日、法、德等国对高速铁路网进行了全面规划。日本于1971年通过了新干线建设法,并对全国的高速铁路网做出规划,日本高速路网的建设开始向全国普及发展。法国于1992年公布了全国高速铁路网的规划,20年内新建高速铁路总里程4700 km。德国于1991年4月批准了联邦铁路公司改建、新建铁路计划,该计划包括13个项目,其中新建高速铁路4项。1986年,意大利政府批准了交通运输发展规划纲要,修建了横连东西、纵贯南北、长达1230 km的T形高速铁路网。

②跨越国境的高速铁路建设成为趋势。1991年,欧洲议会批准了泛欧高速铁路网规划中提出的在各国边境地区实施15个关键项目,这大大有助于各个国家独立高速线之间的联网。1994年,英吉利海峡隧道把法国与英国连接在一起,开创了第一条高速铁路国际连接线。1997年,从巴黎开出的“欧洲之星”又将法国、比利时、荷兰和德国连接在一起。欧洲国家大规模地修建本国或跨国界高速铁路,逐步形成了欧洲高速铁路网络。这次高速铁路的建设高潮,不仅仅是铁路提高内部企业效益的需要,更多的是国家能源、环境、交通政策的需要。

③高速铁路技术创新实现新突破。高速铁路建设在日本等国所取得的成就影响了很多国家,促进了各国对高速铁路的关注和研究。1991年,瑞典开通了X2000摆式列车。为赶超日本,法国和德国先后着手进行过高速铁路试验。1981年,法国TGV最高试验速度达到380 km/h;1990年,法国的TGV又创造了515.3 km/h的世界纪录,目前高速轮轨铁路的速度纪录保持者是法国的TGV-V150(2007年4月3日,574.8 km/h)。欧洲国家高速铁路技术的进展反过来又刺激了日本,使之加强了技术研究和新型车辆的开发工作,山阳新干线、东海道新干线的运行速度分别提高到现在的275 km/h和300 km/h。

(3)第三次浪潮(20世纪90年代中期至今)。1998年10月,在德国柏林召开的第三次世界高速铁路大会上,将当前高速铁路的发展定为世界高速铁路发展的第三次高潮。参与第三次高速铁路建设的各个国家与前两次高速铁路建设不同,其特征主要表现为以下几点:

①多数国家在高速铁路新线建设初期制定了修建高速铁路的全国规划。

②虽然建设高速铁路所需资金较多,但从社会效益、节约能源、治理环境污染等诸多方面分析,修建高速铁路对整个社会具有较好的效益,这已成为各国政府的共识。

③高速铁路促进了地区之间的交往和平衡发展。欧洲国家已经将建设高速铁路列为一项政治任务,各国呼吁在建设中携手打破边界的束缚。

④高速铁路将筹集建设资金的方式从国家公益投资转向了多种融资,建设高速铁路



出现了多种形式融资的局面。

⑤高速铁路的技术创新正在向相关领域辐射和发展。这次高潮波及亚洲、北美及整个欧洲,形成了交通领域中铁路的一场复兴运动。自1992年以来,俄罗斯、韩国、中国台湾、澳大利亚、英国、荷兰等国家和地区先后开始了高速铁路新线的建设。据不完全统计,为了配合欧洲高速铁路网的建设,东部和中部欧洲的捷克、匈牙利、波兰、奥地利、希腊及罗马尼亚等国家正对干线铁路进行改造,以全面提速。

2. 世界高速铁路建设的影响

修建高速铁路对整个经济社会的发展具有很大的推动作用。

(1)能源和环境问题的日益严峻,推动各国大力发展低能耗、低污染的高速铁路。

(2)高速铁路的建设正由单一线路向线网方向发展,逐步形成国内和跨越国界两个层面的线网。

(3)修建高速铁路已经不仅仅是铁路部门的需要,而是成为地区之间相互联系的手段。

(4)各国在修建高速铁路的同时,实施既有线的提速改造,形成适合各自国家需要的多种运输组织模式。

1.2 高速铁路的技术经济优势

高速铁路是一种新型的交通运输工具,与民航、公路、水运、普速铁路相比,其在速度、运能和便利性等方面,都有着自己的错位优势,正好满足了市场上不同群体的不同需求,填补了既有交通运输方式之间的空缺。与既有交通运输方式相比,高速铁路具有以下明显的技术经济优势:

1. 营运速度高

高速铁路的营运速度都在200 km/h以上,5 h内可以到达1 000 km范围内的目的地,而且高速铁路的营运速度还有发展的空间,目前许多高速铁路线路的营运速度都达到了300 km/h。法国、日本、德国、西班牙和意大利高速列车的最高营运时速分别达到了350 km、300 km、330 km、270 km和300 km。如果做进一步改进,营运时速可以达到350~400 km。旅客除了关心最高营运速度外,更关心的是旅行时间,而旅行时间是由旅行速度决定的,高速列车可以大大缩短全程旅行时间。据有关统计数据显示,在1 200 km的范围内乘坐高速铁路所花费的总体时间与乘坐飞机的整体时间花费一样。以京沪高速铁路为例,在正常的飞行状态下,乘飞机从北京至上海的整体时间花费为5 h左右(包括从市区到机场的时间和候机时间),乘坐高速铁路列车的时间也为5 h左右;如果乘既有铁路列车,则最快需要10 h;若与高速公路比较,以上海到南京为例,沪宁高速公路长274 km,汽车平均时速为83 km,行车时间为3.3 h,加上进出沪、宁两市区一般需要花费

1.7 h,旅行全程时间为 5 h,而乘高速列车只需要 2 h 左右。

分析表明,营运速度为 250~300 km/h 的高速铁路的旅行时间,与公路(100 km/h)、航空(700 km/h)的旅行时间相比,在运距为 250~600 km 和 200~800 km 时最具优势。如果考虑到高速列车安全、方便、舒适等优点,其优势运距还可延长。

2. 安全性好

由于高速铁路在全封闭环境中自动化运行,又有一系列完善的安全保障系统,所以其安全程度是任何交通工具所无法比拟的。几个主要高速铁路国家,一天要发出上千对的高速列车,其事故率及人员伤亡率远远低于其他现代交通运输方式。因此,高速铁路被认为是最安全的现代交通运输方式。与此相比,全世界因公路交通伤亡事故每年的死亡人数为 25 万~30 万。例如,2006 年全世界民用航空最大起飞质量超过 2 250 kg(通常为 7 个座位或以上)的航空器,共发生了 26 起涉及旅客死亡的航空器事故(不包括非法干扰行为造成的航空器事故),共造成 836 名旅客死亡。

3. 列车运行准点率高

旅客选择交通工具的重要依据就是时间,期望能够准时到达目的地,以便与其他行程安排协调一致。高速铁路拥有强大的技术保障体系、高标准的列车组织运营水平,能够充分保证列车的高准点率。从国外实际运营情况看,在高速线上运行的列车普遍具有很高的正点率,终到误差时间小于 5 min 的概率都在 90%以上,如表 1-2 所示。

表 1-2 各国高速铁路正点率比较

晚点时间/min		≤1	≤3	≤4	≤10
正 点 率	日本高速铁路	92.5%	98.1%	98.5%	99.1%
	法国高速铁路		90%		
	德国高速铁路			90%	

据有关数据显示,西班牙高速铁路的正点率达到 99.6%,法国高速铁路目前达到的平均晚点时间为 30 s,特别是行车密度很高的日本仍能达到 98.5%的正点率,平均晚点时间不超过 1 min。2003 年,日本东海道新干线列车平均晚点时间只有 0.4 min。同时,高速铁路按照列车运行图行驶在固定的轨道上,避免了交通拥堵。

西班牙 AVE 高速列车承诺晚点 5 min 退赔全部票款。西班牙国有铁路公司自从宣布这一庄严的许诺后,高速铁路的正点率大大提高。

4. 输送能力大

输送能力大是高速铁路的主要技术优势之一。目前各国高速铁路几乎都能满足最小行车间隔 4 min 的要求。日本东海道新干线高峰期的发车间隔为 3.5 min,平均 1 h 发车达 11 列,在东京—新大阪的 2.5 h 的运行路程中开行希望号 1 列、只停大站的光号 7 列及一站都停的回声号 3 列,每列车可载客 1 200~1 300 人,年均输送旅客达 1.2 亿人次,品川站建成后,东京站的发车密度为 15 列/小时。东海道新干线目前每天旅客发送

人数是开通之初的 6 倍多,最高可达到 37 万人/天。相比较而言,四车道高速公路年均单向输送能力仅为 8 760 万人;目前最大的飞机可乘坐 300~400 人/架,两地飞行按单向每天 20 架计算,则每天单向输送旅客仅 6 000~8 000 人。

5. 全天候运行

高速铁路线路采用全封闭的结构,具有自动控制系统和自动驾驶系统,取消了地面信号,一般情况下不受天气变化的影响,可以做到安全运行,按图行车;在较为严重的自然灾害条件下,可以采用减速运行的方式维持行车,不会像公路运输和航空运输那样对大雾、暴雨、大雪、雷电、大风天气敏感。高速铁路的安全保障系统不但保证了高速列车的运行安全,而且使铁路运输全天候的优势得到了更充分的发挥,保证高速铁路能够准时、准点地运行。以日本新干线为例,只有风速达到 35 m/s 时才停运。而民航运输经常受到大雾、雷雨等恶劣天气的影响,特别是夏季,雷雨气候多,航班起降会受到很大的制约。公路运输和水路运输也经常受气候因素的影响,停运停航的情况时有发生。

6. 环境污染少

当今,发达国家选择新一代交通工具的着眼点是对环境影响小,根据表 1-3 所示的各种运输方式对环境的污染水平,可知高速铁路符合要求。

表 1-3 各种运输方式对环境的污染水平 单位:g/(人·km)

污染物质	运输方式	
	小 汽 车	高速铁路
CO	9.3	0.06
NO _x	1.7	0.43
HC	1.1	0.03

高速电气化铁路基本上消除了粉尘、油烟和其他废气污染,噪声比高速公路低 5~10 dB。一架喷气式客机平均每小时排放 46.8 kg 的二氧化碳、635 kg 的一氧化碳、15 kg 的三氧化硫,这些物质在大气中要停留两年以上,这是造成大面积酸雨,使植被生态遭到破坏和建筑物遭到侵蚀的主要原因。发达国家普遍认为,发展交通运输应注意生态环境问题。现在的交通运输,特别是汽车运输造成的环境污染日益严重,汽车排出的废气及噪声对生态环境和人们的健康影响越来越大。有识之士建议,为防止地球上的臭氧层被破坏而造成的气候异常现象,除应力争使汽车排放的废气减少 25%和控制高速公路的发展外,还应力争以高速铁路网逐步替代国内和国际大城市间适当距离内的航空运输。

7. 能耗低

根据日本近年来的统计,各种交通运输工具平均每人千米的能耗,高速铁路为 571.2 J,普通铁路为 403.2 J,高速公路公共汽车为 583.8 J,小汽车为 3 309.6 J,飞机为 2 998.8 J。如以普通铁路每人千米的能耗为 1.0 J,则高速铁路为 1.42 J,公共汽车为 1.45 J,小汽车为 8.2 J,飞机为 7.44 J,这也是在当今石油能源紧张的情况下,选择发展高速铁路的原因

之一。

8. 经济效益好

高速铁路自投入运行以来备受旅客青睐,其经济效益也十分可观。例如,日本东海道新干线开通后仅 7 年就收回了全部建设资金,自 1985 年以后,每年纯利润达 2 000 亿日元。东海道新干线营业里程虽然仅为 JR 整个营业里程的 1/4,但其收入却占到 85%。

9. 舒适性好

高速铁路车厢宽敞、整洁,座位空间大,各类服务设施齐全。列车运行平稳,噪声小,旅行途中安全稳定。在高速铁路列车的设计中很好地融入了大量的高科技成果,全自动呼叫服务器、LED 光源等设备的应用,大大提升了列车的科技化程度。高速铁路还根据不同人群的出行需要设置了不同等级的座位和铺位,为旅客提供个性化的服务,更好地满足旅客对舒适度的要求。高速铁路可以做到每 3 min 发一趟列车,日本在旅客高峰时每 3.5 min 就发出一列车,旅客基本上可以做到随到随走,不需要候车。西欧、日本等地的高速列车还采取周期化运行、站台按车次固定等措施,进一步方便了旅客乘车。高速铁路列车不仅设施先进,运行平稳,而且火车上有飞机和汽车上无法比拟的个人活动空间,甚至可以提供会议、娱乐、观光等条件。

10. 占用土地面积小

高速铁路的路基比高速公路的路基窄,一条双向四车道的高速公路的路基宽度为 28 m,高速铁路的路基宽度为 14 m,高速铁路的路基占地是高速公路的 1/2。双线铁路用地宽度为 13.7 m,六车道高速公路的用地宽度为 37.5 m,要完成一条高速铁路相同的运量,高速公路需要八车道。如果采用路桥的建设方式,能够节约更多的土地,京津城际高速铁路采用路桥的建设方式累计节约用地 4 900 余亩(1 亩 $\approx$ 667 m²)。

11. 外部运输成本低

任何一种现代交通运输方式的负面影响都包括至少以下几个方面:对不可再生资源(如金属、石油和煤等)的大量消耗,对环境的严重污染,对生态环境的破坏,交通事故的增加。国际铁路联盟对 1991 年欧洲 17 个国家用于交通对环境影响所花费的费用统计资料表明,航空、汽车、铁路等不同形式的运输工具,除本身的能源、材料消耗外,为环境保护和交通事故所花费的额外的社会运输成本为 2 724 亿欧元(European currency unit, ECU),相当于这些国家当年国内生产总值的 4.6%。

高速铁路的技术经济优势使其在一定距离范围内成为一种更为经济、有效的运输方式。法国 TGV 东南线(巴黎—里昂),西班牙高速铁路(马德里—塞维利亚)和日本东海道新干线(东京—新大阪)的运营统计资料表明,以旅客周转量计算,铁路和航空相比,巴黎—里昂为 90 : 10,马德里—塞维利亚为 82 : 18,东京—新大阪为 85 : 15。



1.3 我国高速铁路的建设与规划

1.3.1 我国高速铁路建设概况

1. 客运专线铁路的大规模建设

客运专线铁路(高速铁路)的大规模建设是我国铁路高速时代到来的标志之一,它对工程设计、施工、机车车辆、通信信号、列车控制、调度指挥、旅客服务等重点领域的技术创新提出了新的、更高的要求。建设客运专线铁路不仅要考虑经济成本,还要考虑中国铁路的路情、国情和易于掌握的技术路径等因素,特别是社会、文化、经济、科学技术的发展,服从并服务于我国的经济社会建设的大局。

我国客运专线铁路的建设按照引进与消化吸收、自主创新与自主开发、再创新的思路进行,即通过技术创新、技术引进、消化吸收、再创新,形成具有世界先进水平的中国客运专线铁路技术标准体系和成套工程技术。实施中,遵循引进先进技术、科技攻关、试验验证、工程试验、再创新和推广应用的科学规律。以无砟轨道技术引进和转让为例,在客运专线铁路的建设初期,对国外经过运营考验的高速铁路无砟轨道的设计、制造、施工、检测和养护维修等成套技术采用引进及转让的形式。其中,京津城际轨道交通工程引进德国博格板式无砟轨道系统,武广客运专线铁路引进德国雷达 2000 双块式无砟轨道系统和日本板式无砟轨道系统,郑西客运专线铁路引进德国旭普林双块式无砟轨道系统。2004 年 9 月,在遂渝铁路上自主创新研发了无砟轨道成套系统技术,建设了我国首条无砟轨道试验段。

2. 秦沈客运专线的建设

秦沈客运专线的建成和京沈客运道路的拉通,使我国有了第一条实质上的高速铁路。从线、桥、网、信号、通信及运载工具的配置来看,可以认为秦沈客运专线是我国高速铁路的雏形。“中华之星”和先锋号高速电动车组即将在京沈线上承担高速客运任务,将为我国铁路高速运营积累经验。秦皇岛至沈阳新建的客运专线全长 404 km,位于辽西走廊西端,与京山、京秦、大秦线相通,东端与哈大、沈吉、沈丹、苏抚线相通,是东北地区一条进出关的铁路大动脉,是关内连接关外铁路运输的主要通道。秦沈客运专线是跨世纪的国家重点建设项目,是我国铁路建设技术水平的标志性工程。双线电气化铁路的限制坡度为 12‰,最小曲线半径为 3 500 m,牵引定数为 860 t,到发线有效长为 650 m,采用自动闭塞,一次开通时速为 200 km,并留有提速储备。

3. 京沪高速铁路的建设

京沪高速铁路是国务院批准的《中长期铁路网规划》中投资规模最大、技术含量最高的工程,也是国家“十一五”期间规模最大的基础设施建设项目,举世瞩目,是具有重大战

略意义的高速铁路。

京沪高速列车是京沪高速铁路的核心技术装备。为全面支撑中国高速列车技术自主创新的国家重大战略需求,科技部与铁道部于 2008 年 2 月 26 日共同签署了《中国高速列车自主创新联合行动计划》。一场围绕高速列车的基础研究、关键技术研究、样机研制和产业化生产,由国内著名高校、科研院所和铁路工厂参加的京沪高速列车自主创新联合行动至此启动。由京沪高速铁路运营的新一代中国高速列车具备如下的特点和先进性:

(1)速度最快。京沪高速列车的平均速度达到 320 km/h,持续营运速度达到 350 km/h,设计速度达到 380 km/h,最高试验速度达到 400 km/h。这一速度指标远远超过当今世界高速列车营运速度的平均速度(240 km/h 左右)和最高运行速度(320 km/h)的国外最高水平。

(2)密度最高。在京津城际铁路成功实现空地结合的 CTCS-3D 的基础上,京沪高速铁路采用了更加先进的、我国高速铁路独有的 CTCS 3 高速列车运行控制和网络化运营组织技术,实现了高速列车以最小 3 min 的间隔追踪连发。

(3)运量最大。京沪高速列车因具有宽车体、长编组、多定员、良好的起动和制动性能,而使其在高速度、高密度和网络化运营组织条件下的客运周转量达到世界第一。

(4)环境友好。京沪高速列车每小时人均牵引功率消耗不大于 18 kW,在运营过程中实现了污染物零排放,车内外噪声的控制水平不低于国际先进标准;在风、雪、雨、雾、雷等恶劣气候条件下,仍能保证安全运行。

(5)良好的旅客舒适度。京沪高速列车的低噪声、低振动、适宜的车内空气量、宽敞的车内乘坐空间、完备的车内服务设施、数字化的旅客服务系统,保证了其具有良好的旅客舒适度。

(6)高可靠性与安全性。京沪高速列车的安全相关设备具有足够的冗余度,能对影响行车安全的关键部件及所有电气系统实施动态监控。京沪高速列车的防灾能力也不低于国际先进水平。

作为我国第一条达到世界先进水平的高速铁路,京沪高速铁路的建设全面贯彻了自主创新的原则,形成了具有我国自主知识产权的高速铁路技术体系。京沪高速铁路坚持以我为主、自主创新,立足高起点、高标准,瞄准世界先进水平,开启了中国铁路高速新时代。京沪高速铁路的建设不仅对快速扩充我国铁路的运输能力、快速提升技术装备水平、实现铁路又好又快发展具有重大的现实意义,而且对坚持科学发展观,构建社会主义和谐社会,形成便捷、通畅、高效、安全的综合运输体系,促进工业结构优化升级,振兴装备制造业,保证国民经济又好又快的发展具有极其深远的历史意义。

1.3.2 我国中长期高速铁路网规划

自 2004 年国务院批准实施《中长期铁路网规划》以来,我国铁路实现了快速发展。为加快构建布局合理、覆盖广泛、高效便捷、安全经济的现代铁路网络,更好地发挥铁路



骨干优势作用,推进综合交通运输体系建设,支撑引领我国经济社会发展,在深入总结原规划实施情况的基础上,结合发展新形势、新要求,修编了《中长期铁路网规划》。本规划是我国铁路基础设施的中长期空间布局规划,是推进铁路建设的基本依据,是指导我国铁路发展的纲领性文件。规划期为2016—2025年,远期展望到2030年。

《中长期铁路网规划》明确提出,为满足快速增长的客运需求,优化拓展区域发展空间,在“四纵四横”高速铁路的基础上,增加客流支撑、标准适宜、发展需要的高速铁路,部分利用时速200 km铁路,形成以“八纵八横”主通道为骨架、区域连接线衔接、城际铁路补充的高速铁路网,实现省会城市高速铁路通达、区际之间高效便捷相连。

因地制宜、科学确定高速铁路建设标准。高速铁路主通道规划新增项目原则采用时速250 km及以上标准(地形地质及气候条件复杂困难地区可以适当降低),其中沿线人口城镇稠密、经济比较发达、贯通特大城市的铁路可采用时速350 km标准。区域铁路连接线原则采用时速250 km及以下标准。城际铁路原则采用时速200 km及以下标准。

1. 构筑“八纵八横”高速铁路主通道

(1) “八纵”通道。

①沿海通道。大连(丹东)—秦皇岛—天津—东营—潍坊—青岛(烟台)—连云港—盐城—南通—上海—宁波—福州—厦门—深圳—湛江—北海(防城港)高速铁路(其中青岛至盐城段利用青连、连盐铁路,南通至上海段利用沪通铁路),连接东部沿海地区,贯通京津冀、辽中南、山东半岛、东陇海、长三角、海峡西岸、珠三角、北部湾等城市群。

②京沪通道。北京—天津—济南—南京—上海(杭州)高速铁路,包括南京—杭州、蚌埠—合肥—杭州高速铁路,同时通过北京—天津—东营—潍坊—临沂—淮安—扬州—南通—上海高速铁路,连接华北、华东地区,贯通京津冀、长三角等城市群。

③京港(台)通道。一支线路为北京—衡水—菏泽—商丘—阜阳—合肥(黄冈)—九江—南昌—赣州—深圳—香港(九龙)高速铁路;另一支线为合肥—福州—台北高速铁路,包括南昌—福州(莆田)铁路。连接华北、华中、华东、华南地区,贯通京津冀、长江中游、海峡西岸、珠三角等城市群。

④京哈—京港澳通道。哈尔滨—长春—沈阳—北京—石家庄—郑州—武汉—长沙—广州—深圳—香港高速铁路,包括广州—珠海—澳门高速铁路。连接东北、华北、华中、华南、港澳地区,贯通哈长、辽中南、京津冀、中原、长江中游、珠三角等城市群。

⑤呼南通道。呼和浩特—大同—太原—郑州—襄阳—常德—益阳—邵阳—永州—桂林—南宁高速铁路。连接华北、中原、华中、华南地区,贯通呼包鄂榆、山西中部、中原、长江中游、北部湾等城市群。

⑥京昆通道。北京—石家庄—太原—西安—成都(重庆)—昆明高速铁路,包括北京—张家口—大同—太原高速铁路。连接华北、西北、西南地区,贯通京津冀、太原、关中平原、成渝、滇中等城市群。

⑦包(银)海通道。包头—延安—西安—重庆—贵阳—南宁—湛江—海口(三亚)高速铁路,包括银川—西安以及海南环岛高速铁路。连接西北、西南、华南地区,贯通呼包

鄂、宁夏沿黄、关中平原、成渝、黔中、北部湾等城市群。

⑧兰(西)广通道。兰州(西宁)—成都(重庆)—贵阳—广州高速铁路。连接西北、西南、华南地区,贯通兰西、成渝、黔中、珠三角等城市群。

(2)“八横”通道。

①绥满通道。绥芬河—牡丹江—哈尔滨—齐齐哈尔—海拉尔—满洲里高速铁路。连接黑龙江及蒙东地区。

②京兰通道。北京—呼和浩特—银川—兰州高速铁路。连接华北、西北地区,贯通京津冀、呼包鄂、宁夏沿黄、兰西等城市群。

③青银通道。青岛—济南—石家庄—太原—银川高速铁路(其中绥德至银川段利用太中银铁路)。连接华东、华北、西北地区,贯通山东半岛、京津冀、太原、宁夏沿黄等城市群。

④陆桥通道。连云港—徐州—郑州—西安—兰州—西宁—乌鲁木齐高速铁路。连接华东、华中、西北地区,贯通东陇海、中原、关中平原、兰西、天山北坡等城市群。

⑤沿江通道。上海—南京—合肥—武汉—重庆—成都高速铁路,包括南京—安庆—九江—武汉—宜昌—重庆、万州—达州—遂宁—成都高速铁路(其中成都至遂宁段利用达成铁路),连接华东、华中、西南地区,贯通长三角、长江中游、成渝等10个城市群。

⑥沪昆通道。上海—杭州—南昌—长沙—贵阳—昆明高速铁路。连接华东、华中、西南地区,贯通长三角、长江中游、黔中、滇中等城市群。

⑦厦渝通道。厦门—龙岩—赣州—长沙—常德—张家界—黔江—重庆高速铁路(其中厦门至赣州段利用龙厦铁路、赣龙铁路,常德至黔江段利用黔张常铁路)。连接海峡西岸、中南、西南地区,贯通海峡西岸、长江中游、成渝等城市群。

⑧广昆通道。广州—南宁—昆明高速铁路。连接华南、西南地区,贯通珠三角、北部湾、滇中等城市群。

2. 拓展区域铁路连接线

在“八纵八横”主通道的基础上,规划建设高速铁路区域连接线,进一步完善路网、扩大覆盖。

(1)东部地区。北京—唐山、天津—承德、日照—临沂—菏泽—兰考、上海—湖州、南通—苏州—嘉兴、杭州—温州、合肥—新沂、龙岩—梅州—龙川、梅州—汕头、广州—汕尾等铁路。

(2)东北地区。齐齐哈尔—乌兰浩特—白城—通辽、佳木斯—牡丹江—敦化—通化—沈阳、赤峰和通辽至京沈高铁连接线、朝阳—盘锦等铁路。

(3)中部地区。郑州—阜阳、郑州—濮阳—聊城—济南、黄冈—安庆—黄山、巴东—宜昌、宣城—绩溪、南昌—景德镇—黄山、石门—张家界—吉首—怀化等铁路。

(4)西部地区。玉屏—铜仁—吉首、绵阳—遂宁—内江—自贡、昭通—六盘水、兰州—张掖、贵港—玉林等铁路。

3. 发展城际客运铁路

在优先利用高速铁路、普速铁路开行城际列车服务城际功能的同时,规划建设支撑和引领新型城镇化发展,有效连接大中城市与中心城镇,服务通勤功能的城市群城际客运铁路。

京津冀、长三角、珠三角、长江中游、成渝、中原、山东半岛等城市群,建成城际铁路网;海峡西岸、哈长、辽中南、关中、北部湾等城市群,建成城际铁路骨架网;滇中、黔中、天山北坡、宁夏沿黄、呼包鄂榆等城市群,建成城际铁路骨干通道。

1.4 高速铁路系统的构成

高速铁路是信息技术、自动控制技术和新材料、新工艺等多种技术门类、多专业综合的高新技术集成,代表了当今世界铁路技术的最新成就。

高速铁路分为基础设施系统、高速列车系统、列车运行控制系统、牵引供电系统、运营调度系统和客运服务系统,如图 1-2 所示。

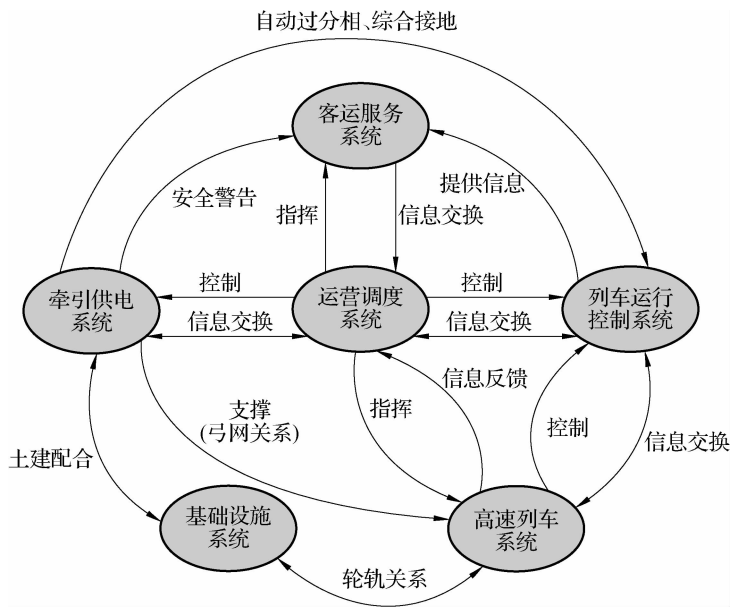


图 1-2 高速铁路系统的构成

1. 基础设施系统

基础设施系统是一个庞大的系统,涉及路基、桥涵、隧道和轨道等专业工程,还涉及路基与桥梁的过渡、路基与隧道的过渡、桥梁与隧道的过渡及路基和隧道灯线下基础与轨道结构的衔接等。与普速铁路相比,基础设施系统采用了很多新技术和新工艺,其设计和施工控制标准高。

为了达到高速铁路线路的运营要求,高速铁路基础设施系统既要为高速运行的列车提供高平顺性与高稳定性的轨面条件,又要保证线路各个组成部分具有一定的坚固性与耐久性,使其在运营条件下保持良好的状态;同时,要求建立严格的线路转台检测和保障轨道持久高平顺的科学管理系统。

为满足列车的高速平稳运行,基础设施系统应具有的主要特点是:高平顺、高精度、小残变、少维修的轨道结构;轨下基础的高稳定性;宽大、独行的线路空间;高标准的环境保护;列车以设计速度开通运营;科学的轨道管理及严格的安全监控。

2. 高速列车系统

高速列车是高速铁路的核心技术装备和实现载体,是当代高新技术的集成,其涵盖了信息通信、电子电力、材料化工、机械制造、自动控制等多学科、多专业,是世界各国科学技术和制造产业创新能力、综合国力及国家现代化程度的集中体现与重要标志之一。高速列车不仅包含传统轨道列车车辆的车体、转向架和制造技术,还具有复杂的牵引传动与控制、计算机网络控制、车载运行控制等关键技术。

3. 列车运行控制系统

列车运行控制系统是集先进的计算机、通信及自动化控制技术为一体的综合控制与管理系统,以电子器件或微电子器件作为控制单元,并采用集中管理、分散控制的集散式控制方式。列车运行控制系统是保证列车运行安全和提高行车效率的关键系统。

4. 牵引供电系统

牵引供电系统是高速铁路系统的能力保障系统,其主要功能是为高速铁路列车运行控制系统提供稳定、高质量的电能。牵引供电系统一般由供电系统、变电系统、接触网系统、SCADA 系统和电力系统等构成。总体来说,高速铁路电力牵引所需牵引功率更大、公网作用关系更加复杂。与普通电气化铁路相比,客运专线牵引供电系统具备如下特点:功率需求大,负荷电流大;交-直-交动车组功率因数高,谐波含量低。

5. 运营调度系统

运营调度系统是集计算机、通信、网络等现代化技术为一体的现代化综合系统。铁路管理部门运用运营调度系统对运力资源进行动态调配优化,完成列车的计划、运行、设备维修等一系列任务。运营调度系统是完成高速铁路运输组织,特别是高速铁路系统日常运营的根本保证。运营调度系统涵盖运输计划管理、列车运行管理、动车管理、综合维修管理、车站作业管理、安全监控及系统维护等工作。调度指挥工作就是围绕运输计划对资源进行动态调配,其反映了运输组织的具体执行过程,是铁路系统运转的中枢部位。调度模式的选取与运输组织特点、工作量大小和技术装备水平都有着密切的关系。

6. 客运服务系统

客运服务系统的主要功能是处理与旅客运输服务相关的事件,主要包括发售车票、信息采集、信息发布、日常投诉处理、紧急救助、旅客疏散、旅客赔付和客户关系管理等工



作,此外还提供系统分析功能,为管理层提供决策参考。客运服务系统由订/售票铁路票务系统、自动检票系统、旅客信息服务系统、市场营销策划决策支持系统等构成。

客运服务系统是直接面向旅客的系统,一流的运营管理要求客运服务必须达到较高的水平,因此除了要有良好的管理制度和高素质的运营服务人员外,还要具备票务管理技术、旅客服务技术、市场营销策划技术和客运组织等技术。

思考与练习

- (1)高速铁路的技术经济优势有哪些?
- (2)“八纵八横”高速铁路主通道有哪些?
- (3)简述高速铁路系统的构成。