



高速铁路基础设施 综合维修管理

许玉德 于绍峰 张德权 编著



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

铁路科技图书出版基金资助出版

高速铁路基础设施综合维修管理

许玉德 于绍峰 张德权 编著

中国铁道出版社

2015年·北京

内 容 简 介

本书介绍了高速铁路的特点、基础设施的范畴以及综合维修的定义,在分析国外基础设施维修模式和回顾我国铁路维修体制发展变化的基础上,分析了传统维修管理模式中存在的问题和未来的发展趋势。按照现代管理学的规划、组织、人力资源管理、绩效管理四个管理职能,以上海高铁维修段为例,总结了“三位一体”综合维修管理模式探索、改进、成长、完善和发展的历程,介绍了以保障设备质量安全可控为目标的闭环管理机制及核心功能,并通过绩效评价指标以及线路运营安全质量,反映了该管理模式在高速铁路基础设施综合维修的应用优势。

本书可供高速铁路养护维修体制研究人员,管理、技术人员,以及高速铁路维修基层站段管理、技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

高速铁路基础设施综合维修管理/许玉德,于绍峰,
张德权编著.—北京:中国铁道出版社,2015.4
ISBN 978-7-113-20130-2

I. ①高… II. ①许…②于…③张… III. ①高速
铁路—基础设施—维修 IV. ①U238

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 055302 号

书 名:高速铁路基础设施综合维修管理
作 者:许玉德 于绍峰 张德权

策 划:时 博
责任编辑:时 博 编辑部电话:010-51873141 电子信箱:crph@163.com
封面设计:王镜夷
责任校对:胡明锋
责任印制:陆 宁

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>

印 刷:北京铭成印刷有限公司

版 次:2015年4月第1版 2015年4月第1次印刷

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16 印张:11.25 字数:238 千

书 号:ISBN 978-7-113-20130-2

定 价:58.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社读者服务部联系调换。电话:(010)51873174(发行部)

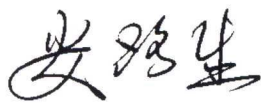
打击盗版举报电话:市电(010)51873659,路电(021)73659,传真(010)63549480

序

高速铁路是资源节约型和环境友好型的绿色交通运输方式,受到了世界各国政府的高度重视。从20世纪90年代以来,中国就开展了高速铁路项目研究和装备研制,经过多年的高速铁路建设和对既有铁路的提速改造,目前已经拥有全世界最大规模以及最高运营速度的高速铁路网。截至2014年12月,中国高速铁路运营总里程超过16000 km,运营里程约占世界高速铁路运营里程的50%,稳居世界高速铁路里程榜首。中国高速铁路的开通,带动中国铁路客运量以10%的速度持续递增,2014年底达到了23.57亿人次,同时也带来了良好的经济效益,缩短了时空距离,促进了都市圈的联系,推动了沿线城市相关产业的发展,创造了大量就业机会。

在建设世界一流高速铁路的同时,如何在传统的维修管理模式基础上建立和完善维修模式的组织管理,提供高效的基础设施维修技术,保证列车运行的高速、舒适和安全,是需要中国高铁人思考和探索的问题。该书介绍了日本、法国、德国高速铁路基础设施维修管理的概况,回顾了中国铁路管理的变化与发展,从中国既有铁路基础设施维修管理模式中吸取了丰富的经验,并结合现代管理学的理论基础,从规划、组织、人力资源管理、绩效管理这四个管理职能角度出发,以上海高铁维修段为实例,总结了工务、电务、供电“三位一体”综合维修管理模式探索、改进、成长、完善和发展的历程,提出了基于技术专业融合度、安全保障能力、职工认同度和归属感等指标的“三位一体”综合维修管理模式绩效评价方法。

通过近四年的实践,高速铁路基础设施“三位一体”综合维修管理模式的优势逐渐显现,确保了沪宁、沪杭、宁杭高速铁路开通以来的安全运营。该书的出版,凝聚了一大批铁路维修、管理工作及相关科研工作者的智慧和汗水,对高速铁路基础设施的维修管理能力的提升,将奠定坚实的基础。



2015年1月

前 言

铁路作为国民经济大动脉、国家重要基础设施和大众化交通工具,是综合交通运输体系的骨干,具有节能、环保、安全、高效等特点,在中国经济社会发展中具有重要地位。纵观世界各国铁路,高速铁路的发展已成为主流,自世界上第一条高速铁路——日本东海道新干线之后,各国都陆续建设了数量可观的高速铁路。日本高速铁路运营里程达2600多千米,包括东海道新干线、山阳新干线、东北新干线、上越新干线、北陆新干线、九州新干线、秋田新干线、山行新干线;法国有6条高铁线,包括TGV东南线、大西洋线、北线、罗纳—阿尔卑斯线、地中海线、东线;德国也有多条高速铁路和城际快线。中国经过高速铁路建设和对既有铁路的提速改造,目前已经拥有全世界最大规模以及最高运营速度的高速铁路网。截至2014年12月,中国高速铁路运营总里程超过16000 km,运营里程约占世界高速铁路运营里程的50%,稳居世界高速铁路里程榜首。高速铁路具有高运量、高密度、高安全以及高舒适性等特点,有效缓解了中国铁路运输的紧张状况,提高了铁路运输能力和服务质量,这些都有利于促进资源节约和环境保护,充分发挥节约土地、能源以及安全性等比较优势,从而降低全社会的运输成本,并可促进沿线经济社会协调发展。

高速铁路的基础设施是行车关键设备,其养护维修是实现列车高速、高密度、安全、平稳运行的重要保障。良好的养修管理模式对于有效配置养修资源、提高养修效益至关重要。从建国之初效仿前苏联铁路管理建立了高度集中管理体制,演变到目前的“中国铁路总公司—铁路局—基层站段”三级管理体制,其中基层站段管理内容和模式基本没有变化,而基层站段的管理模式与基础设施的养修工作最为密切相关,因此需要开展基层站段层面维修管理组织模式的研究。

本书总结了国外高速铁路基础设施的养修管理体制,分析了中国铁路基础设施养修管理模式的现状和问题,基于现代管理学理论,结合高速铁路养修实际,介绍了上海高铁维修段“工务、电务、供电”三位一体的基层站段管理模式的发展过程和核心功能,经过沪杭、沪宁、宁杭高速铁路养护维修管理的实践,表明了“工务、电务、供电”三位一体的综合养修管理模式具有一定的优势。

本书共分为7章,第1章介绍高速铁路的特点、基础设施的范畴以及综合维修的定义;第2章介绍国外基础设施维修模式的情况和中国铁路维修体制的变化和现状,总结了当前问题和发展趋势;第3章结合现代管理学的铁路基础设施维

修维修管理要求,从现代管理学的规划、组织、人力资源管理、绩效管理这四个“管理职能”(POLC)出发,介绍铁路维修管理对应的内容;第4章介绍中国高速铁路基础设施综合维修模式的探索,总结了“三位一体”综合维修管理模式的特点,介绍上海高铁维修段的组建发展历程以及检查、计划、作业、验收“四个流程”的闭环管理机制;第5章介绍高速铁路基础设施综合维修模式的主要保障体系;第6章通过绩效评价,体现高速铁路基础设施综合维修模式的应用优势;第7章为基础设施维修案例。

本书主要编著人员为许玉德、于绍峰、张德权、张志远、陈睿颖,参加编著的还有刘兵、金立荣、王有能、张家海、夏齐林、段伟、张雨、肖剑虹、仲春艳、陶佳元等。其中,许玉德、陈睿颖、仲春艳负责第1章、第2章内容编写,于绍峰、陈睿颖负责第3章内容编写,张志远、陈睿颖、刘兵、金立荣负责第4章内容编写,王有能、张家海、夏齐林、张雨负责第5章内容编写,张德权负责第6章内容编写,许玉德、仲春艳、陶佳元、段伟、肖剑虹负责第7章内容编写。

本书在编写过程中得到了有关领导和专家的支持,特别是原上海铁路局副局长、现兰州铁路局局长王峰,原上海铁路局副局长、现沿海铁路公司总经理陈勋,在“三位一体”的实践工作中,亲临现场,了解情况,解决问题,在本书编写过程中提出了许多建设性的意见,对他们的指导和支持致以由衷的感谢。感谢原上海铁路局局长、现上海市闸北区区长安路生在百忙之中为本书作序。本书的完成与出版还要感谢上海铁路局工务、电务、供电三个业务处相关领导的关心和帮助。

限于作者水平,加之时间仓促,本书错误与不当之处在所难免,欢迎各位专家及广大读者批评指正。

作 者

2015年1月于上海

目 录

1 绪 论	1
1.1 高速铁路的定义和特点	2
1.2 高速铁路基础设施概况	6
1.3 高速铁路基础设施综合维修	12
2 国内外铁路基础设施维修管理模式	14
2.1 日本维修管理模式	14
2.2 法国维修管理模式	23
2.3 德国维修管理模式	30
2.4 中国维修管理模式	34
3 现代铁路基础设施维修管理	41
3.1 管理导论	41
3.2 规 划	45
3.3 组 织	47
3.4 人力资源管理	53
3.5 绩效管理	58
4 综合维修模式的探索	64
4.1 “三位一体”综合维修模式的特点	64
4.2 上海高铁维修段的发展过程	65
4.3 综合维修闭环管理机制	70
5 综合维修模式的保障体系	86
5.1 安全管理体系	86
5.2 调度指挥体系	91
5.3 应急管理体系	94
5.4 标准化体系	103
5.5 信息化保障体系	107

6	综合维修模式的绩效评价	118
6.1	生产资源利用	118
6.2	劳动生产效率	119
6.3	专业融合程度	120
6.4	安全保障	120
6.5	职工认同感	123
6.6	维修成本	123
7	基础设施养护维修案例	126
7.1	道岔区平纵断面调整	126
7.2	转体式拱形梁纵断面调整	133
7.3	路基沉降平纵断面调整	138
7.4	桥梁抬梁	149
7.5	轨道板镀锌钢防护	153
7.6	路基翻浆病害整治	156
7.7	变输电线路工程施工	160
7.8	接触网锚段换线	162
	参考文献	167
	后 记	169

Contents

1	Introduction	1
1.1	The definition and characteristics of high-speed railway	2
1.2	Overview of high-speed railway infrastructures	6
1.3	Comprehensive maintenance of high-speed railway intrastructures	12
2	Introduction of maintenance management	14
2.1	Japan	14
2.2	France	23
2.3	Germany	30
2.4	Chinese Mainland	34
3	Modern management of railway maintenance	41
3.1	Introduction	41
3.2	Planning	45
3.3	Organization	47
3.4	Leadership	53
3.5	Performance management	58
4	The exploration and practice of comprehensive maintenance management	64
4.1	The content and characteristics of comprehensive maintenance management	64
4.2	The development process of Shanghai High-speed Railway Maintenance Depot	65
4.3	Closed-loop management mechanism	70
5	Main sub-systems of comprehensive maintenance management	86
5.1	Safety management system	86
5.2	Unified dispatch system	91
5.3	Emergency management system	94
5.4	Standardization system	103
5.5	Information system	107

6 The evaluation of comprehensive maintenance management	118
6.1 Resource utilization	118
6.2 Working efficiency	119
6.3 Professional integration	120
6.4 Safety ensurance	120
6.5 The belonging and identity of the employees	123
6.6 Maintenance cost	123
7 Cases of railway infrastructure maintenance	126
7.1 The plane and vertical adjustment technology in turnout section	126
7.2 The vertical adjustment technology of swivel-beam bridge	133
7.3 The plane and vertical adjustment technology of subgrade settlement	138
7.4 Control technology of lifting bridge beam	149
7.5 Track geomotry contral technology for large-quantity adjustment fastening	153
7.6 Galvanized steel protection technology of track slab	156
7.7 Rectification technology of subgrade mud pumping	160
7.8 Transmission line construction technology	162
References	167
Afterword	169

1 绪 论

铁路是国民经济的大动脉、国家重要基础设施和大众化交通工具,是综合交通运输体系骨干、重要的民生工程和资源节约型、环境友好型运输方式。中国高速铁路的建设始于1999年兴建的秦沈客运专线,经过多年的高速铁路新线建设和对既有铁路的提速改造,中国目前已经建成了世界上最大规模以及最高运营速度的高速铁路网。截至2014年12月,中国高速铁路运营总里程超过16000 km,运营里程约占世界高速铁路运营里程的50%,稳居世界高速铁路里程榜首。根据中长期铁路网规划方案,中国大陆的高速铁路至少包括四种类型的线路:“四纵四横”客运专线、城际客运系统、经提速改造后的既有线、完善路网布局和西部开发性新线。至2015年年底,中国将会建成42条高速铁路客运专线,基本上建成以“四纵四横”为骨架的全国快速客运网,总里程将超过20000 km;到2020年高速铁路里程将会超过30000 km。图1-1为国家快速铁路网规划示意图。



图 1-1 国家快速铁路网规划示意图

(1)“四纵四横”客运专线:根据《中长期铁路网规划(2008年调整)》,“四纵四横”客运专线是指连接直辖市、省会城市及大中城市间的四条纵贯南北和四条横贯东西的长途高速铁路,除青太客运专线以外,线路的长度均在1000 km以上,有些线路的长度甚至超过2000 km。中国中长期铁路规划中,到2020年中国的四纵四横客运专线网络全长将达到12000 km。仅行驶旅客列车的客运专线速度可以达到300 km/h以上,而旅客列车和货物列车混行的客运专线的速度则为200~250 km/h。客货列车混行的客运专线主要建设于原先没有铁路的地区,远期若建设了平行的货运铁路,则此类客运专线的速度会被提升至300 km/h。

(2)城际客运系统:是指建设于各都市圈内部,尤其是人口稠密地区(如环渤海、珠江三角洲、长江三角洲等地区)的短途高速铁路,线路长度一般在500 km以下。一部分线路的速度可以达到200~250 km/h,例如成灌城际铁路,另外一部分线路的速度可以达到300 km/h以上,例如京津城际铁路。

(3)提速改造后的既有线:经提速改造后的既有线是指通过加强技术改造和铁路枢纽建设,对现有铁路干线进行复线化、电气化以及其他一系列改造后的高速铁路,如京沪线、京广线、浙赣线等。截至2007年,已有超过6000 km的既有线经提速改造后成为速度超过200 km/h的高速铁路,速度超过250 km/h的既有线总长846 km,此类铁路均为客货混行铁路。在2008年通过的《中长期铁路网规划》调整方案中,将对19000 km的既有线铁路增建二线,对25000 km的既有线铁路进行电气化改造。

(4)完善路网布局和西部开发性新线:完善路网布局和西部开发性新线是以完善中国东中部铁路网和扩大中国西部铁路网为主,以适应区域经济发展而规划建设的约41000 km的铁路,其中部分线路为速度200 km/h以上且未包含于“四纵四横”客运专线网和城际客运系统的高速铁路,主要规划在四川、重庆、广西、甘肃、陕西、新疆等西部省市和部分东中部省市。

高速铁路的迅速发展,对其基础设施的养护维修带来了巨大的挑战,本章介绍高速铁路的定义和特点,并说明高速铁路基础设施的范畴和高速铁路基础设施综合养护维修的内涵及其要求。

1.1 高速铁路的定义和特点

1.1.1 高速铁路的定义

对于“高速铁路”一词,目前世界上并没有统一的定义,不同的组织或国家均对“高速铁路”有各自的定义,但近年来均趋于接近。目前,世界上最为广泛接受的“高速铁路”定义为:最高(日常/商业)运营速度达到200 km/h的铁路。不过,由于许多国家的传统铁路也进行高速化,一旦速度提升达到200 km/h的范围,会使高速铁路的定义趋于模糊。狭义上的高速铁路,是指传统的轮轨式高速铁路,这也是最普遍的一种理解;而广义上的高速铁路则包含使用磁悬浮技术的高速轨道运输系统。以下为各主要国家或组织对“高速

铁路”的定义。

1.1.1.1 欧盟(EU)

为了组织建立泛欧高速铁路网(Trans-European High-speed Rail Network, 简称TEN-R)体系,欧盟在1996年对“高速铁路”提出新的定义,并发布了“96/48/EC号指令”(DIRECTIVE 96/48/EC),给出“高速铁路”和“高速铁路机车车辆”两方面的标准。此标准现在普遍适用于欧盟各成员国。

(1)高速铁路

经既有线升级改造的高速铁路,其容许速度达到200 km/h。新建高速铁路的容许速度达到250 km/h或以上。

(2)高速铁路机车车辆

在既有铁路上,运行速度达到200 km/h。在新建高速铁路上,运行速度最少达到250 km/h。

1.1.1.2 国际铁路联盟(UIC)

国际铁路联盟也对“高速铁路”和“高速铁路机车车辆”两方面的标准提出了建议。

(1)高速铁路

经升级改造(直线化、轨距标准化)的高速铁路,其设计速度达到200 km/h,甚至达到220 km/h。新建高速铁路的设计速度达到250 km/h以上。

(2)高速铁路机车车辆

商业营运速度最少达到250 km/h的高速动车组列车。商业营运速度较低(200 km/h),但服务质量较高的列车,例如摆式列车。商业营运速度达到200 km/h的传统机辆模式(铁路机车牵引铁路车辆)铁路列车。

但UIC仅提出建议,对“高速铁路”并无固定的定义。UIC认为,各国可以根据自身情况确定本国“高速铁路”的概念,例如在既有线上提速改造而最高速度达到200 km/h以上;或者在一些铁路运输比较落后的国家,即使列车最高营运速度仅达到160 km/h,但同时提供了优质的服务,也可称为“高速铁路”。

1.1.1.3 日 本

日本政府在1970年发布第71号法令,考虑制订全国新干线铁路发展的相关法规,对高速铁路的定义是:凡一条铁路的主要区段,列车的最高运行速度达到200 km/h或以上者,可以称为高速铁路。

1.1.1.4 美 国

美国联邦铁路管理局对“高速铁路”的官方定义为最高营运速度高于145 km/h的铁路。但从社会大众的角度,“高速铁路”一词在美国通常会被用来指营运速度高于160 km/h的铁路。

1.1.1.5 中 国

中国2014年1月1日起实施的《铁路安全管理条例》第一百零七条规定:高速铁路是指设计开行时速250 km以上(含预留),并且初期运营时速200 km以上的客运列车专线铁路。

1.1.2 高速铁路的特点

1.1.2.1 速度快

速度是高速铁路技术水平最主要的标志。各国都在不断提高列车的运行速度。法国、日本、德国、西班牙和意大利高速列车最高运行速度分别达到 300 km/h、300 km/h、280 km/h、270 km/h 和 250 km/h。如果进一步改善,运行速度可达 350~400 km/h。相比于最高运行速度,旅客更关心的是旅行时间,而旅行时间是由旅行速度决定的。以北京至上海为例,在正常天气情况下,乘飞机的旅行全程时间(含市区至机场、候检等全部时间)为 5 h 左右,如果乘高速铁路的直达列车,全程旅行时间则为 5~6 h,与飞机相当;如果乘既有线铁路列车,则需要 15~16 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,汽车平均速度 83 km/h,行车时间为 3.3 h,加上进出沪、宁两市区一般需 1.7 h,旅行全程时间为 5 h,而乘高速列车,则仅需 1.15 h。

1.1.2.2 安全性好

高速铁路由于在相对封闭的环境中自动化运行,又有一系列完善的安全保障系统,所以其安全程度是相当高的。高速铁路问世 35 年以来,日、德、法三国共运送了 50 亿人次旅客,其事故率及人员伤亡率也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。与此相比,据统计,全世界由于公路交通伤亡事故每年约死亡 25 万~30 万人;民用航空交通(1994 年数据)全球范围有 47 架飞机坠毁,1 385 人丧生,死亡人数比前一年增加 25%,比过去 10 年的平均数高出 20%。

1.1.2.3 舒适度高

高速铁路列车走行性能好,运行平稳,减振、隔音效果好,车内布置整洁干净,工作、生活设施齐全,座位宽敞舒适。乘坐高速列车旅行几乎无不便之感,无异于愉快的享受。

1.1.2.4 客运量大

目前,各国高速铁路几乎都能满足最小行车间隔时间 4 min 及其以下(日本可达 3 min)的要求,扣除维修时间 4 h,则每天可开行的旅客列车约为 280 对;如每列车平均乘坐 800 人,年均单向输送能力将达到 82 000 万人;如果采用双联列车或改用双层客车,载客高达 1.65 亿人。四车道高速公路,单向每小时可通过小轿车 1 250 辆,全天工作 20 h,可通过 25 000 辆。如大轿车占 20%,每平均乘坐 40 人;小轿车占 80%,每车乘坐 2 人,年均单向输送能力为 8 760 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 万~1 800 万人。

1.1.2.5 正点率高

高速铁路采用自动化控制,可以全天候运营,除非发生地震等其他自然灾害。根据日本新干线风速限制的规范,若装设挡风墙,即使在大风情况下,高速列车也只需要减速行驶,例如风速达到 25~30 m/s,列车限速在 160 km/h;风速达到 30~35 m/s(类似 11、12 级大风),列车限速在 70 km/h,而无须停运。飞机机场和高速公路等,在浓雾、暴雨和冰雪等恶劣天气情况下,则必须关闭停运。

正点率高也是高速铁路深受旅客欢迎的原因之一。由于高速铁路系统设备的可靠性

和运输组织水平的高效性,可以保证旅客列车极高的正点率。西班牙规定高速列车晚点超过 5 min 就要退还旅客的全额车票费;日本规定到发超过 1 min 就算晚点,晚点超过 2 h 就要退还旅客的加快费,1997 年东海道新干线列车平均晚点只有 0.3 min。高速列车极高的准时性深得旅客信赖。

1.1.2.6 能耗低

研究表明:若以普通铁路每人公里消耗能源为 1 单位,则公共汽车为 1.5,小汽车为 8.8,飞机为 9.8,而高速铁路仅为 1.3。高速列车利用电力牵引,不消耗宝贵的石油等液体燃料,可利用多种形式的能源,是全球可持续发展下的一种重要的交通方式,对人口众多、能源紧缺的我国来说,意义更加重大。

1.1.2.7 污染轻

高速铁路没有粉尘、煤烟和其他废气污染,噪声比公路要小 5~10 dB。

1.1.2.8 占地少

与四车道的高速公路相比,高速铁路的用地只有高速公路的一半。

1.1.2.9 效益高

高速铁路投入运行以来,倍受旅客青睐,如果强化管理,其经济效益也将十分可观。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,每年纯利润约 2000 亿日元。德国 ICE 城市间高速列车每年纯利润约 5.4 亿欧元。法国 TGV 年纯利润约 2.9 亿欧元。

我国正处在工业化和城镇化加快发展时期,高速铁路给沿线城市带来的高速交通优势,将使城市资源重新得到评估、定位和布局,实现周边城市在高铁圈中心城市的辐射带动下同步发展。

由于高速铁路通车,运力资源得到有效整合,既有铁路运力得以释放,缓解了长期以来运能紧张的矛盾,加快了人流、物流、资金流、信息流等生产要素的流通。因此,高速铁路沿线城市重新受到国内外投资商的青睐,纷纷前来考察项目,投资办厂。一些“资源枯竭型”城市的开发价值,也被再次评估,重新焕发出发展活力。

例如,武广高速铁路开通后,长沙成为长株潭“一小时经济圈”的中心城市。利用高速铁路带来的人流、物流、信息流,湖南省已承接多项产业转移项目,并为此推行涉及税收、工商、财政、人力等方面的优惠新政。

郑州高速铁路客运站附近的区位优势,吸引企业竞相进驻。国内 500 强企业、央企、跨国公司等战略投资者,在这里大力培育核心骨干企业,促进支柱主导产业的形成。

京沪高速铁路于 2011 年 7 月开通运营,经过近三年的运营,已 2014 年首次实现盈利。

大量数据表明,高速铁路沿线已经成为中国经济发展最活跃和最具潜力的地区。可以预见,高速铁路在支撑区域协调发展、优化资源配置和产业布局、构建高效综合运输体系、降低社会物流成本、促进城镇一体化进程和经济可持续发展等方面,将发挥巨大的作用。

1.2 高速铁路基础设施概况

铁路基础设施是指构成铁路路网的固定设施,是行车的基础和保障,它由线路、桥涵、隧道、站场、电力、通信信号等组成,此外还包括雨量监测、风速风向监测、异物侵限报警、地震监测在内的高速铁路防灾安全系统。铁路基础设施资产规模很大,达到全路运输业固定资产的 70%~80%。

1.2.1 路 基

路基是轨道的基础,也叫线路下部结构。高速铁路的出现对传统铁路路基的施工和养护提出了新挑战。与普速铁路路基相比,高速铁路路基主要表现为以下三个特点:

(1)高速铁路路基为多层结构系统。与传统的轨道、道床、土路基结构形式相比,高速铁路路基结构既能用于有砟轨道,也能用于无砟轨道。对于有砟轨道,在道床和土路基之间,已抛弃了将道砟层直接放在土路基上的结构形式,构成了多层结构系统。

(2)控制变形是路基设计的关键。采用各种不同路基结构形式的首要目的是为了给高速线路提供一个高平顺、均匀和稳定的轨下基础。由散体材料组成的路基是整个线路结构中最薄弱、最不稳定的环节,是轨道变形的主要来源。日本东海道新干线的设计速度为 220 km/h,由于其在设计中仅采用了轨道的加强措施,而忽略了路基的强化,以至于从 1965 年起,因为路基的严重下沉,线路变形严重超标,不得不对线路大举整修,列车运行平均速度降到 100~110 km/h。

(3)路基质量的重要性更加突出。路基沉降变形问题相当复杂,是一个世界性的难题。日本及欧洲等国虽然实现了高速,但都是通过采用高标准的强化线路结构和高质量的养护维修技术来弥补这方面的不足。

图 1-2 是高速铁路某区段路基照片。



图 1-2 高速铁路路基

1.2.2 桥 梁

高速铁路桥梁有以下三个特点:

(1)桥梁结构的比例明显增多。高速铁路中桥梁的比例大、高架桥和长桥多,同时也是保证建设周期和安全运营的关键。其原因是在软土地区及其他地质条件较差的地区,修建桥梁作为轨道下部基础,可以利用桥梁刚度大、变形小的特点,来保证轨道的平顺性,以满足高速行车的需要。例如沪宁高速铁路南京至上海段正线共有特大桥 57 座,总长 186.047 km,占线路总长 50%以上。

(2)桥梁变形控制更加严格。桥上线路与路基上、隧道中的线路不同,除了基础沉降外,桥梁结构在列车活载通过时产生的变形和振动,风力、温度变化、日照、制动、混凝土徐变等因素作用下产生各种变形,会干扰线路平顺性。

(3)重视线桥相互作用。高速铁路修建时需一次铺设跨区间无缝线路,以保证轨道的平顺和稳定,而桥梁在列车荷载、制动和温度变化时要产生位移,当梁、轨体系产生相对位移时,桥上钢轨会产生附加应力。因此,高速铁路桥梁必须考虑梁轨共同作用,尽量减小桥梁的位移与变形,以限制桥上钢轨的附加应力,保证桥上无缝线路的稳定和行车安全。

图 1-3、图 1-4 是高速铁路某区段的桥梁实景,图 1-5、图 1-6 是高速铁路桥梁与城市轨道交通高架、道路高架交叉实景。



图 1-3 高速铁路桥梁

1.2.3 隧 道

高速铁路隧道与一般铁路隧道相比有诸多不同,主要体现在空气动力学特性方面。当列车高速进入隧道时,由于隧道边壁限制了隧道内空气侧向和向上流动,使列车前方空气受压,气压升高,随着列车通过,气压随之降低,即隧道内某一点的空气会经历先压缩后膨胀的瞬变过程;另外车辆进入隧道口时会产生压力脉冲,使旅客的耳朵产生不适;微气压波也会产生空气动力学噪声,对附近建筑物产生影响。因此,对隧道的洞口段、横断面、