

高速铁路干部培训教材

高速铁路工务

GAOSU TIELU GONGWU

■ 郑州铁路局 编



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

高速铁路干部培训教材

高速铁路工务

郑州铁路局 编

中国铁道出版社

2012年·北京

内 容 简 介

为了做好高速铁路管理干部及技术人员业务培训工作,郑州铁路局工务处组织专业技术人员编写了本教材。全书共分十四章,内容包括:高速铁路概述、主要技术标准、钢轨、轨道结构类型、道岔、控制网及轨道测量技术、桥涵、隧道、路基及防灾、安全防护设施、大型养路机械、基本规章制度、线路检查及主要作业项目、桥隧主要检查及作业项目等。

图书在版编目(CIP)数据

高速铁路工务/郑州铁路局编. —北京:中国铁道出版社,2012.3
高速铁路干部培训教材
ISBN 978-7-113-14240-7

I. ①高… II. ①郑… III. ①高速铁路—铁路工程—干部培
训—教材 IV. ①U238

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 027247 号

书 名:高速铁路工务
作 者:郑州铁路局 编

责任编辑:程东海 编辑部电话:(010)51873135
封面设计:崔 欣
责任校对:孙 玫
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:中国铁道出版社印刷厂
版 次:2012年4月第1版 2012年4月第1次印刷
开 本:787 mm×1 092 mm 1/16 印张:15.5 字数:383 千
书 号:ISBN 978-7-113-14240-7
定 价:45.00 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)51873170(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)63549504,路电(021)73187

编委会名单

主 编:杨修昌 李保成
副主编:王留强 张军政
编 委:张军政 赵胜英 马光涛 刘选斌
张智伟 毋小卫 李金彪 刘小卫
王春燕 程 建 李 磊 任 坤
张平安 黄远宏 张长顺 袁 晶
韩国强 黄永超 李传玉 王海洋
路 阳
编 审:王贻有 李传玉 温强伟

前 言

为更好地落实“十二五”铁路人才发展规划,强化人才培养和实践锻炼,加快建设一支数量充足、结构合理、素质过硬的高铁专业技术人才队伍,尽快满足确保高铁安全运营对专业技术人才的需要,郑州铁路局结合管内郑西、石武高铁运营和建设实际,本着立足当前、着眼长远、瞄准前沿、务求实用的原则,编写了本套教材。

本套教材针对高铁专业技术干部岗位需要,以应知应会、实作技能为重点,涵盖了高铁行车组织、调度指挥、客运、机务运用、供电、工务、通信、信号、动车组等专业系统知识。教材内容通俗易懂、信息量大、专业性强,侧重高铁运营管理中的新技术、新设备,既立足应用实际,又有适度超前,部分章节在全局各类教材中属于首次涉及,可用于高铁在岗专业技术人员和即将上岗人员的强化培训教材,也可作为各级领导干部和综合管理干部日常学习业务知识的参考资料。

本套教材由郑州铁路局人事处(党委组织部)组织筹划,集中了运输处、客运处、机务处、供电处、工务处、电务处、车辆处、调度所、高铁办等专业处室的骨干技术力量共同编写,总工程师室对教材内容进行了审核。对他们的辛苦努力和大力支持,在此表示衷心感谢!

由于时间仓促,加之编者水平有限,书中难免存在疏漏和不足之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

二〇一二年三月

目 录

第一章 高速铁路概述	1
第一节 高速铁路的概念及发展.....	1
第二节 郑西、石武高速铁路简介	5
第二章 高速铁路主要技术标准	6
第一节 曲 线.....	6
第二节 坡度及竖曲线.....	8
第三节 线路间距及站台限界.....	8
第四节 350 km/h 铁路的验收、维修标准.....	9
第三章 高速铁路钢轨	12
第一节 钢轨技术特点及外形尺寸	12
第二节 无缝线路	16
第三节 钢轨焊接及铺设	19
第四节 主要钢轨伤损形式及处理	28
第五节 钢轨探伤及打磨	29
第四章 高速铁路轨道结构类型	32
第一节 有砟轨道结构形式	32
第二节 无砟轨道结构形式	35
第三节 无砟轨道结构分类	37
第四节 无砟轨道扣件系统	47
第五节 郑西、石武高速铁路的轨道结构.....	58
第五章 高速铁路道岔	59
第一节 高速道岔的技术特点	59
第二节 客专系列高速道岔的结构特点	62
第三节 CZ 系列高速道岔结构特点.....	80
第四节 高速道岔铺设	90
第五节 高速道岔养护维修.....	102
第六节 高速道岔调整.....	115
第六章 桥 涵	125
第一节 基本技术要求.....	125

第二节	桥 面	130
第三节	梁跨结构	133
第四节	支座和防落梁挡块	135
第五节	桥梁墩台及基础	138
第六节	涵 洞	140
第七节	防护、安全检查设备及疏散通道	141
第七章	隧 道	143
第一节	空气动力学效应	143
第二节	隧道断面尺寸	146
第三节	隧道衬砌	147
第四节	隧道防排水	147
第五节	洞 门	149
第六节	洞内附属构筑物	150
第八章	路基及防灾	153
第一节	路 基	153
第二节	防 洪	155
第三节	常见地质灾害	160
第四节	高速铁路防灾监控系统	163
第九章	高速铁路控制网及轨道测量技术	167
第一节	概 述	167
第二节	平面控制测量	167
第三节	GPS 测量技术	168
第四节	全站仪测量技术	170
第五节	无砟轨道平面控制测量的基本规定	175
第六节	高程控制测量	179
第七节	轨道测量	189
第八节	构筑物的变形测量	190
第九节	无砟轨道变形测量规定	195
第十章	安全防护设施	198
第一节	主要类型和功能	198
第二节	主要技术管理标准	200
第十一章	大型养路机械	202
第一节	双枕连续式捣固车	202
第二节	道岔捣固车	203
第三节	线路打磨车	204

第四节	道岔打磨车·····	206
第五节	钢轨探伤车·····	208
第十二章	基本规章制度·····	212
第一节	作业安全标准及故障处理·····	212
第二节	作业分级审批制度·····	217
第十三章	线路检查及主要作业项目·····	218
第一节	动态检查·····	218
第二节	静态检查·····	219
第三节	线路主要作业项目·····	220
第十四章	桥隧主要检查及作业项目·····	229
第一节	桥隧主要检查项目·····	229
第二节	桥隧主要作业项目·····	232

第一章 高速铁路概述

第一节 高速铁路的概念及发展

1. 高速铁路概念

高速铁路是指新建线路允许速度达到 250 km/h 及以上的铁路,或通过既有线改造,线路允许速度达到 200 km/h 及以上的铁路。

2. 世界高速铁路的发展及优越性

日本、法国、中国及美国的高速铁路发展都是首先连接人口密集的大城市:日本的东京至京都;法国的巴黎至里昂;中国的北京至上海,北京至天津,武汉至广州,上海至杭州,南昌至上海,郑州至西安;美国的波士顿至纽约、华盛顿。这样可以提前发挥社会效益,需要时亦可以将原有的线路改良后使用。

服务对象:高速铁路的顾客对象多数以商务旅客为主。旅游游客是第二主要客户。以法国高速铁路为例,它连接了海岸的度假区,并且在长程路线上减价以跟飞机竞争。因为高速铁路的出现,不少以离巴黎现在低于 1 h 车程的地区开始成为通勤的住宅区。不少本来是偏远的地区亦得到较快的发展。西班牙及荷兰的高速铁路亦是希望得到这种效果。

(1) 世界高速铁路回顾

铁路是人类发明的首项公共交通工具,在 19 世纪初期便在英国出现。直至 20 世纪初发明汽车,铁路一向是陆上运输的主力。二次大战以后,汽车技术得到改进,高速公路亦大量建成,加上民航的普及,使铁路运输慢慢走向下坡。特别在美国,政府的投资主要放在公路的建设上,不少城市内的公共交通曾一度被遗弃。

早在 20 世纪初前期,当时火车“最高速率”超过时速 200 km 者寥寥无几。直到 1964 年日本的新干线系统开通,是史上第一个实现“营运速率”高于时速 200 km 的高速铁路系统。

世界上首条出现的高速铁路是日本的新干线,于 1964 年正式营运。日系新干线列车由川崎重工建造,行驶在东京—名古屋—京都—大阪的东海道新干线,营运速度 271 km/h,营运最高时速 300 km。

① 第一次浪潮(1964 年~1990 年)

1959 年 4 月 5 日,世界上第一条真正意义的高速铁路东海道新干线在日本破土动工,经过 5 年建设,于 1964 年 3 月全线完成铺轨,同年 7 月竣工,1964 年 10 月 1 日正式通车。东海道新干线从东京起始,途经名古屋,京都等地终至(新)大阪,全长 515.4 km,运营速度高达 210 km/h,它的建成通车标志着世界高速铁路新纪元的到来。随后法国、意大利、德国纷纷修建高速铁路。1972 年继东海道新干线之后,日本又修建了山阳、东北和上越新干线;法国修建了东南 TGV 线、大西洋 TGV 线;意大利修建了罗马至佛罗伦萨线。以日本为首的第一代高速铁路的建成,大力推动了沿线地区经济的均衡发展,促进了房地产、工业机械、钢铁等相关产业的发展,降低了交通运输对环境的影响程度,铁路市场份额大幅度回升,企业经济效益明显好转。

② 第二次浪潮(1990年~20世纪90年代中期)

高速铁路建设在日本和法国所取得的成就影响了很多国家。20世纪80年代末,世界各国对高速铁路的关注和研究酝酿了第二次建设的高潮。第二次建设高峰于90年代在欧洲形成,所波及到的国家主要有法国、德国、意大利、西班牙、比利时、荷兰、瑞典和英国等。1991年瑞典开通了X2000摆式列车,1992年西班牙引进法、德两国的技术建成了471 km长的马德里—塞维利亚高速铁路。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。在这个期间,日本、法国、德国以及意大利对发展高速铁路进行了全面规划。根据1987年的计划,日本将再修建东北新干线(盛冈—青森)、北陆新干线(高崎—敦贺)、九州新干线(福冈—鹿儿岛)、九州新干线(福冈—长崎)、北海道新干线(青森—札幌)等5条新干线,总长达到1 440 km。1986年,意大利政府批准了交通运输发展规划纲要,准备修建横连东西(都灵—米兰—威尼斯)、纵贯南北(米兰—佛罗伦萨—罗马—那不勒斯),长达1 230 km的“T”形高速铁路网。法国于1992年由政府公布了建设全国高速铁路网的规划,根据规划,未来20年内高速铁路网将由4 700 km新线(其中1 282 km已于1997年开通投入运营)构成,新线建造费用预计达1 800亿法郎(以1989年价格计)。1991年4月,德国联邦政府批准了联邦铁路公司改建、新建高速铁路2 000 km的计划。第二次建设高潮时期,高速铁路所表现出的特征体现在:已建成高速铁路的国家进入了高速路网规划和建设的年代;高速铁路的建设已经不仅仅是铁路部门的需要,修建高速铁路网成为地区之间相互联系的政治需求;能源和环境的要求呼吁发展无污染的高速铁路;出现了全国的和跨越国境的高速铁路网。

法国、德国、意大利、西班牙、比利时、荷兰、瑞典、英国等欧洲大部分发达国家,大规模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 第三次浪潮(从20世纪90年代中期至今)

在亚洲(韩国、中国)、北美洲(美国)、澳洲(澳大利亚)世界范围内掀起了建设高速铁路的热潮。主要体现在:一是修建高速铁路得到了各国政府的大力支持,一般都有了全国性的整体修建规划,并按照规划逐步实施;二是修建高速铁路的企业经济效益和社会效益,得到了更广层面的共识,特别是修建高速铁路能够节约能源、减少土地使用面积、减少环境污染、交通安全等方面的社会效益显著,以及能够促进沿线地区经济发展、加快产业结构的调整等等。

适合高速铁路的生存环境其实只有两条基本原则:第一是人口稠密和城市密集,而且生活水准较高,能够承受高速轮轨比较昂贵的票价和多点停靠,第二是较高的社会经济和科技基础,能够保证高速轮轨的施工、运行与维修需要。就这两点而言,以巴黎和柏林为核心的欧洲大陆和日本密集的城市带是最适合不过的。因此世界最先进的高速轮轨技术诞生在德、法、日这3个国家就非常合乎逻辑。日本的高速铁路“新干线”诞生于1964年。当时的东京至新大阪“东海道”新干线仅用8年时间就收回全部投资。近40年来,新干线技术不断进步,已经构成了日本国内铁路网的主干部分。虽然新干线的速度优势不久之后就被法国的TGV超过,但是日本新干线拥有目前最为成熟的高速铁路商业运行经验——近40年没有出过任何事故。而且新干线修建之后对于日本经济的拉动也是引起世界高速铁路建设狂潮原因之一。TGV可能是目前唯一没有任何盈利色彩而享誉世界的法国产品。所谓TGV是Train à Grande Vitesse(法语“高速铁路”)的简称。第一条TGV是1981年的开通的巴黎至里昂线。此后不过几个月,TGV就打败法国航空拥有了这条线路的最大客源。1972年的试验运行中,TGV

创造了当时的 318 km 的高速轮轨时速。从此 TGV 一直牢牢占据高速轮轨的速度桂冠,目前的纪录是 2007 年创下的 574.8 km/h。另外法国境内的加来至马赛 TGV 的平均时速超过 300 km,表现也非常稳定。法国 TGV 的最大优势在于传统轮轨领域的技术领先。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。因此 TGV 技术被出口至韩国、西班牙和澳大利亚等国,是被运用最广泛的高速轮轨技术。德国的 ICE 则是目前高速铁路中起步最晚的项目。ICE(Intercity-Express 的简称)的研究开始于 1979 年,其内部制造原理和制式与法国 TGV 有很大相似之处,目前的最高时速是 1988 年创下的 409 km。因此现在德国与法国政府正在设计进行铁路对接,用各自的技术完成欧洲大陆上最大的两个国家铁路网的贯通。ICE 起步较晚和进展比较落后的一个重要原因是德国人在高速轮轨和磁悬浮的两线作战。由于磁悬浮在设计理念上的先天优势(没有固态摩擦),德国的常导高速磁悬浮一直是其铁路方面科研的重点。磁悬浮的设计理念与传统意义上的轮轨完全不同,因此当法国的 TGV 顺利投入运行,而且速度不亚于当时的磁悬浮时,德国人才开始在高速轮轨方面奋起直追,但是至今仍与法国 TGV 技术有不小的差距。

在认识建造高速铁路的优势后,美国奋起直追,不仅保留了原计划拆除的东北走廊电气化设施,而且在引进 TGV 技术的基础上,研制了具有美国特色的高速列车 Acela,该列车连接了波士顿、纽约、费城、华盛顿,是美国唯一一条高速铁路。

1971 年最早的 TR1 型磁悬浮面世之后,至今已经有 8 个型号。上海磁悬浮采用的就是最新的 TR8 型。

日本磁悬浮研究成功是在新干线正式运行 10 年之后的 1972 年,而且研究方向是与德国完全不同的超导方式。目前日本磁悬浮已经在试验中得到 552 km/h 的最高速度。

高速轮轨和磁悬浮虽然在设计方法上有天壤之别,却还有一点是共通的,那就是关注于改变列车和轨道的接触状况以提高速度。到目前为止,磁悬浮能够达到的设计运行最高时速为 450 km(德国),试验最高时速 552 km(日本)。与目前最高时速的高速轮轨 TGV 相比,磁悬浮的纯速度领先还并不明显,但它有明显的速度潜力和能耗比、噪声等。与此大相径庭的是近年兴起的,关注于改进机车牵引系统的摆式列车,很有可能是此后地面交通工具提高速度的另一个有益尝试。

德国、意大利和瑞典是最早进行摆式列车试验的国家,1997 年以来摆式列车因为价格便宜和制造工艺相对简单,尤其是能够充分利用现有线路,不必铺设全新的铁路网络的优势,而逐渐能够在高速列车的竞争上与高速轮轨和磁悬浮分庭抗礼。

从国际趋势来看,摆式列车很有可能是一种在大规模成熟铁路网基础上完成提速,而且性价比较高的高速铁路技术。

最新资料表明,日本磁悬浮型高铁 JR-Maglev 已经超过法国,最高时速 581 km,成为实验时速世界最快的高铁。

(2) 主要优势

载客量高: 高速铁路的优点是载客量非常高。无论是高速公路或机场都会发生挤塞。倘若旅程非以大城市中心为出发及目的地,使用高速铁路加上转乘的时间可能只跟驾驶汽车相仿,但高速铁路毋须自行驾车,较为舒适。另外,虽然高速铁路的速度比不上飞机,但在距离稍短的旅程(650 km 以下),高速铁路因为无需到通常较远的机场登机,也不需要值机、行李托运和安检,故仍较省时。由于高速铁路的班次安排可较为频密,其总载客量亦远高于民航。

输送能力大: 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。4 车道高速公路客运专线,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,采用大型客机的单向输送能力只能达到 1 500 万~1 800 万人。

速度快:速度是高速铁路技术水平的最主要标志,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的最高运行时速分别达到了 300、300、280、270 和 250 km。如果作进一步改善,运行时速可以达到 350~400 km。除最高运行速度外,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 274 km,汽车平均时速 83 km,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。

安全性好:高速铁路由于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无法比拟的。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。除德国 1998 年 6 月 3 日的 ICE884 高速列车行驶在改建线上发生事故外,各国高速铁路都未发生过重大行车事故,也没有因事故而引起人员伤亡。这是各种现代交通运输方式所罕见的。几个主要高速铁路国家,一天要发出上千对的高速列车,即使计入德国发生的事故,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。与此成对比的是,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;1994 年全球民用航空交通中有 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%。每 10 亿人公里的平均死亡数高达 140 人。

正点率高:高速铁路全部采用自动化控制,可以全天候运营,除非发生地震。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,高速列车也只要减速行驶,比如风速达到 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较高的运输组织水平,可以做到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。

舒适方便:高速铁路一般每 4 min 发出一列车,日本在旅客高峰时每 3.5 min 发出一列客车,旅客基本上可以做到随到随走,不需要候车。为方便旅客乘车,高速列车运行规律化,站台按车次固定化等。这是其他任何一种交通工具无法比拟的。高速铁路列车车内布置非常豪华,工作、生活设施齐全,座席宽敞舒适,走行性能好,运行非常平稳。减震、隔音,车内很安静。乘坐高速列车旅行几乎无不便之感,无异于愉快的享受。

能源消耗低:如果以“人/km”单位能耗来进行比较的话。高速铁路为 1,则小轿车为 5,大客车为 2,飞机为 7。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。

环境影响轻:当今,发达国家对新一代交通工具选择的着眼点是对环境影响小。高速铁路符合这种要求,明显优于汽车和飞机。

经济效益好:高速铁路投入运行以来,倍受旅客青睐,其经济效益也十分可观。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,每年纯利润达2000亿日元。

(3)与普通铁路的区别

一是高速铁路非常平顺,以保证行车安全和舒适性,高速铁路都是跨区间无缝线路,300 km以上的高速铁路均采用无砟轨道;二是高速铁路的曲线少,曲线半径大,道岔都是可动心高速道岔;三是大量采用高架桥梁和隧道,来保证平顺性和缩短距离;四是高速铁路的接触网,悬挂方式也与普通铁路不同,以保证高速动车组的接触稳定和耐久性;五是高速铁路的信号控制系统比普通铁路先进。

第二节 郑西、石武高速铁路简介

郑西高铁是我国中长期铁路规划中10条客运专线中徐兰客运专线(徐州—郑州—西安—宝鸡—兰州)最先建成的一段。郑西高铁为双线,线路穿越豫西山地和渭河冲积平原,南倚秦岭,北临黄河,沿线80%区段为黄土覆盖,湿陷性黄土区施工技术是最大的技术难题。郑西高铁东起郑州国家综合交通枢纽的新郑州东站,向西经过洛阳市、三门峡市、渭南市,西至西安枢纽的西安北站(新建),分别连接石武高铁、京广铁路大通道(包括京广深客运专线、京广线)、大湛通道、包柳通道。正线长456.639 km,另由西安北站向西延伸至陇海线咸阳西站,线路长27.879 km。沿线新建荥阳南站、巩义南站、洛阳龙门站、澠池南站、三门峡南站、灵宝西站、华山北站、渭南北站、临潼东站、西安北站共10个车站。最小曲线半径7000 m,最大坡度20‰,轨道结构为旭普林无砟轨道。

2010年1月28日郑西高速铁路成功试运行。

2010年2月6日郑西高速铁路正式投入商业运营。

石武铁路客运专线北起石家庄,南至武汉,是北京—广州—深圳—香港客运专线的组成部分,设计运营时速350 km,沿线共设高邑西站、邢台东站、邯郸东站、安阳东站、鹤壁东站、新乡东站、郑州东站、许昌东站、漯河西站、驻马店西站、明港东站、信阳东站、孝感北站和横店东站等14个车站,并预留新郑东站。其中,河北省境内203 km,河南段507 km,湖北段130 km。正线全长840.7 km,设计速度目标值350 km/h,石武高速铁路基础轨道工程除少部分路段采用有砟轨道外,其余均采用无砟轨道;牵引供电、通信信号、调度集中和安全检测等系统均采用国产化设备,能满足高速列车的高平顺性要求,保证列车安全正点运行。全线以高架线路为主,桥隧比达81%,与既有铁路线相比,大幅减少了土地使用量。在沿线敏感地段大量采取吸、隔声屏障降噪措施或减振措施,减少了列车运行对环境的影响。

石武铁路客运专线北接京石、石太客运专线,中连郑西高铁和规划中的郑徐高铁,南接武广高铁和沪汉蓉快速通道,构成完整的中国南北高速铁路交通大通道,中国及世界上线路最长的高速铁路线路,在我国铁路网中具有重要地位。

第二章 高速铁路主要技术标准

第一节 曲线

1. 曲线及夹直线

曲线:曲线一般由圆曲线和缓和曲线组成,曲线要素为缓和曲线长度、曲线半径、超高、圆曲线长度、超高顺坡率等。

我国高速铁路的运输组织模式为高速与低速列车共线运行,其匹配关系一般客运专线为(350/250)km/h、(300/200)km/h、(250/160)km/h,客货共线为(200/80)km/h。考虑到我国路网尚未完整,部分客运专线初期需兼顾货运,且由于大部分货车限制速度仅为80 km/h,故初期兼顾货运的客运专线也可暂时采用(250/80)km/h的匹配关系。

最小曲线半径是线路设计主要技术标准之一,它与铁路运输模式、速度目标值、旅客乘坐舒适度和列车运行平稳度等有关。

圆曲线范围内,旅客乘坐舒适度的主要控制因素为未被平衡超高,分为欠超高和过超高。根据实验,未被平衡超高与舒适度的评判关系为:40 mm为优秀,60 mm为良好,90 mm为一般。

圆曲线未被平衡超高计算公式为

$$h = \frac{11.8 \times V^2}{R} - H$$

式中 h ——未被平衡超高(mm),正值为欠超高,负值为过超高;

R ——曲线半径(m);

V ——列车速度(km/h);

H ——曲线实设超高(mm)。

高速铁路设计时,一般在速度目标值确定后,按舒适度条件“优秀”确定未被平衡超高值,可确定最小曲线半径。

目前,我国高速铁路关于最小曲线半径的规定见表 2-1。

最大曲线半径通常是在小偏角情况下为保证圆曲线长度而采用的半径。最大曲线半径主要受线路的铺设、养护能达到的精度控制。当曲线半径达到一定程度后,管理波长范围内矢距值将很小,现有的检测精度难以保证其准确性,可能反而成为轨道不平顺的因素。综合以上因素,我国高速铁路规定的最大曲线半径一般为 12 000 m。

2. 圆曲线及夹直线长度

圆曲线及夹直线最小长度的计算采用的是车辆震动不叠加理论。

圆曲线长度及曲线间夹直线长度:

一般条件下, $L \geq 0.8V$

困难条件下, $L \geq 0.6V$

缓和曲线与道岔间夹直线长度:

一般条件下, $L \geq 0.6V$

困难条件下, $L \geq 0.5V$

表 2-1 最小曲线半径规定

设计行车速度(km/h)		最小曲线半径(m)		
有货物列车运行时的线路	200	新建	一般	3 500
			特殊困难	2 800
		既有线保留地段	特殊困难	2 500
	250	新建		4 500
			一般	3 500
		既有线保留地段	特殊困难	2 800
仅运行旅客列车的线路	200		一般	2 500
			特殊困难	2 200
	250/160 有砟、无砟轨道		一般	4 000
			特殊困难	3 500
	250/200	有砟轨道	一般	3 500
			特殊困难	3 000
		无砟轨道	一般	3 200
			特殊困难	2 800
	300	有砟轨道	一般	5 000
			特殊困难	4 500
		无砟轨道	一般	5 000
			特殊困难	4 000
	350	有砟轨道	一般	7 000
			特殊困难	6 000
无砟轨道		一般	7 000	
		特殊困难	5 500	

3. 超高

线路实设超高最大值主要取决于列车在曲线上停车时的安全、稳定和旅客舒适度要求。根据实验结果和国外经验,我国设计规范规定有砟轨道最大超高设计值为 170 mm,无砟轨道最大超高设计值为 175 mm。考虑到有砟轨道横向稳定性相对薄弱,我国双线铁路有砟轨道实设最大超高一般不大于 150 mm。高速铁路曲线超高设置应优先满足本线直通列车的旅客舒适度要求,并兼顾低于本线运行速度的跨线列车和中间站进出站列车的旅客舒适度要求。线路起终点车站或以进出站旅客列车为主的车站两端曲线,应满足未被平衡超高的一般要求。目前超高设置一般规则如下:

(1) 欠超高一般不大于 40 mm,困难条件下不大于 60 mm,过超高应不大于 70 mm。

(2) 进出站旅客列车欠超高按表 2-2 要求设置。

在使用困难条件时,原则上先用足进出站列车的困难条件,再使用通过列车的困难条件。当进出站列车使用过超高困难条件限值后,通过站列车欠超高仍超出困难条件限值时,应适当降低通过站列车的线路允许速度,直至欠超高符合要求。

表 2-2 进出站旅客列车欠超高要求设置

列车速度(km/h)	一般条件(mm)	困难条件(mm)
$V \leq 160$	90	110
$160 < V \leq 200$	70	90
$200 < V \leq 250$	60	80
$250 < V \leq 300$	60	70

第二节 坡度及竖曲线

坡度:高速铁路线路最大坡度正线一般不大于 20%,特殊困难条件下不大于 30%。从列车平稳性的角度考虑,最小坡段长度除应满足两竖曲线不重叠外,还应满足车辆震动不叠加要求,两竖曲线间应有一定的夹坡段长度,确保列车在前一个竖曲线上产生的振动在夹坡段长度范围内完成衰减,不与下一个竖曲线上产生的振动造成叠加。

新建高速铁路正线最小坡段长度规定见表 2-3。一般条件的最小坡度长度不宜连续采用。困难条件下的最小坡段长度不得连续采用。

表 2-3 新建高速铁路正线最小坡段长度

设计行车速度(km/h)	350	300	250
一般条件(m)	2 000	1 200	1 200
困难条件(m)	900	900	900

竖曲线:正线相邻坡段的坡度差大于或等于 1‰时,应采用圆曲线形竖曲线连接,最小竖曲线半径应根据所处区段设计行车速度按表 2-4 选用,最大竖曲线半径不应大于 30 000 m。最小竖曲线长度不得小于 25 m。

表 2-4 最小竖曲线半径

设计行车速度(km/h)	350	300	250
最小竖曲线半径(m)	25 000	25 000	20 000

竖曲线(或变坡点)与缓和曲线、道岔及钢轨伸缩调节器均不得重叠设置。竖曲线与平面圆曲线不宜设置重叠,困难条件下,应符合表 2-5 的规定。

表 2-5 竖曲线与平面圆曲线重叠设置的最小曲线半径

设计行车速度(km/h)		350	300	250
最小圆曲线半径(m)	有砟轨道	7 000	5 000	3 500
	无砟轨道	6 000	4 500	3 000
最小竖曲线半径(m)		25 000	25 000	20 000

动车组走行线相邻坡段坡度差大于 3‰时设置圆曲线形竖曲线,竖曲线半径一般 5 000 m,困难条件 3 000 m。

第三节 线路间距及站台限界

线路间距:高速铁路区间线间距标准,主要受列车交会运行时的气动力作用控制。根据科研成果,高速铁路区间正线线间距规定见表 2-6。

表 2-6 高速铁路区间正线间距

设计行车速度(km/h)	350	300	250
正线线间距(m)	5.0	4.8	4.6

采用表 2-6 线间距时,可不考虑曲线线间距加宽。

位于车站两端加减速正线及联络线,可采用与设计行车速度相适应的较小线间距。

正线与联络线、动车走行线及既有铁路并行地段的线间距,设计的因素较多,应根据相邻一侧线路的行车速度及技术要求 and 相邻铁路路基高程关系,考虑电气化接触网杆位,路基排水及桥涵等土建工程、通信及信号设备、电缆沟槽,必要的噪声防护设备等几何尺寸技术要求,对路肩人行道和中间走道还要考虑保障技术作业人员的安全要求等。

站台限界:为满足旅客乘降舒适性和安全性的要求,我国高速铁路采用高度为 1 250 mm 的高站台,且一般位于到发线一侧,站台边缘至线路中心线的距离为 1 750 mm。在正常风速下(环境风速不大于 15 m/s),动车组列车通过站台的速度不大于 80 km/h,此速度和正线与到发线间连接通常采用的 18 号道岔的侧向通过速度是匹配的。个别站场由于站坪用地等因素的限制,站台临靠正线,此时站台边缘至线路中心线的距离通常采用 1 800 mm。

第四节 350 km/h 铁路的验收、维修标准

1. 静态几何尺寸容许偏差管理值:

(1)线路轨道静态几何尺寸容许偏差管理值见表 2-7。

表 2-7 线路轨道静态几何尺寸容许偏差管理值

项 目	作业验收	计划维修	临时补修	限速 200 km/h
轨距(mm)	+1, -1	+4, -2	+5, -3	+6, -4
高低(mm)	2	4	7	8
轨向(mm)	2	3	5	6
水平(mm)	1	4	6	7
扭曲[mm/(6.25 m)]	2	4	5	6

注:1. 高低偏差为 10 m 弦测量的最大矢度值;

2. 轨向偏差,直线为 10 m 弦测量的最大矢度值。

(2)曲线正矢允许偏差见表 2-8。

表 2-8 曲线正矢允许偏差(20 m 弦)

项目	实测正矢与计算正矢差(mm)		圆曲线正矢连续差 (mm)	圆曲线最大最小正矢差 (mm)
	缓和曲线	圆曲线		
作业验收	2	3	3	5
计划维修	2	4	5	6
临时补修	4	5	6	8

(3)正线道岔静态几何尺寸允许偏差管理值见表 2-9。

表 2-9 正线道岔静态几何尺寸允许偏差管理值

项目		作业验收	计划维修	临时补修	限速 200 km/h
轨距(mm)	岔区	+1, -1	+4, -2	+5, -2	+6, -4
	尖轨尖	+1, -1	+2, -2	+3, -2	