

高速铁路干部培训教材

高速铁路供电

GAOSU TIELU GONGDIAN

■ 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

高速铁路供电

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,郑州铁路局供电处组织专业技术人员编写了本教材。全书共分为七章,内容包括:高速铁路供电系统的特点和技术要求、高速铁路牵引供变电系统、高速铁路接触网系统、高速铁路电力系统、高速铁路配电系统、高速铁路综合调度及 SCADA 系统和高速铁路供电系统结合部管理。

本书可作为高速铁路管理干部及技术人员业务培训使用教程。

图书在版编目(CIP)数据

高速铁路供电/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 978-7-113-14238-4

I. ①高… II. ①郑… III. ①高速铁路—供电—干部培训—教材 IV. ①U238

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 023143 号

书 名:高速铁路供电

作 者:郑州铁路局 编

责任编辑:朱敏洁 编辑部电话:010-51873134 电子信箱:zhuminjie_0@163.com

助理编辑:李慧君

封面设计:崔欣

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:北京新魏印刷厂

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:13.25 字数:328 千

书 号:ISBN 978-7-113-14238-4

定 价:42.00 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 王汉兵
副主编:王留强 孟志强
编 委:张 韬 尹永新 夏小舫 王中举
刘方中 陈海波 卢光华 王春革
徐玉成 詹 勇 李西岐 张渝立
乔文利 何福云 程 林 郭新喜
张松斌 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 高速铁路供电系统的特点和技术要求	1
第一节 高速铁路系统概述.....	1
第二节 高速铁路牵引供电系统特点和技术要求.....	8
第三节 高速铁路电力供电系统特点和技术要求.....	9
第四节 郑州局高速铁路牵引供电、电力设备概况.....	11
第二章 高速铁路牵引供变电系统	17
第一节 铁路牵引供变电系统概述	17
第二节 高速铁路牵引供变电系统设计	21
第三节 高速铁路供电方式	24
第四节 高速铁路牵引供变电系统外部电源	26
第五节 高速铁路牵引变电系统主接线	30
第六节 高速铁路牵引变电系统高压电气设备	41
第七节 高速铁路牵引变电系统的保护与控制	51
第八节 高速铁路牵引变电系统安全管理	64
第九节 高速铁路牵引变电系统应急预案	65
第三章 高速铁路接触网系统	69
第一节 铁路接触网系统概述	69
第二节 高速铁路接触网系统介绍	72
第三节 高速铁路接触网系统设计规范	76
第四节 高速铁路关节式分相	80
第五节 高速铁路无交叉线岔	85
第六节 高速铁路棘轮补偿装置	92
第七节 高速铁路电动(负荷)隔离开关.....	102
第八节 高速铁路 27.5 kV 高压电缆	105
第九节 高速铁路接触网零部件.....	108
第十节 高速铁路接触网系统运行管理.....	122
第十一节 高速铁路接触网系统安全管理.....	128
第十二节 高速铁路接触网系统应急处置.....	130
第四章 高速铁路电力供电系统	143
第一节 高速铁路电力供电系统介绍.....	143
第二节 高速铁路电力供电系统设计规范.....	148

第三节	高速铁路电力远动箱变	150
第四节	高速铁路电力电缆	152
第五节	高速铁路电力(配电)系统安全管理	157
第六节	高速铁路电力(配电)系统应急预案	161
第五章	高速铁路配电系统	165
第一节	铁路配电系统概述	165
第二节	高速铁路配电系统介绍	168
第三节	高速铁路配电系统设计规范	170
第四节	高速铁路配电供电方式	171
第五节	高速铁路配电系统高压电气设备	173
第六节	高速铁路配电所保护与控制	178
第六章	高速铁路综合调度及 SCADA 系统	182
第一节	铁路 SCADA 系统概述	182
第二节	高速铁路 SCADA 系统介绍	182
第三节	高速铁路 SCADA 系统运营维护	194
第四节	高速铁路 SCADA 系统常见故障及处理	196
第七章	高速铁路供电系统结合部管理	198
第一节	高速铁路供电系统接口设计	198
第二节	高速铁路各专业间分工分界	199
第三节	高速铁路综合接地系统	200
参考文献		203

第一章 高速铁路供电系统的特点和技术要求

第一节 高速铁路系统概述

高速铁路是一种营运速度较普通铁路更快的铁路运输方式。“高速铁路”至今在世界上仍然未有一致的定义,例如国际铁路联盟的建议是指通过改造原有线路使其设计速度达到 200 km/h,或新建线路的设计速度达到 250 km/h 以上。高速铁路是一个高科技的集成系统,除了需要列车营运速度达到一定标准外,铁路车辆、轨道、信号系统等方面均需要技术配合。高速是铁路现代化的重要标志,建设高速铁路是复杂的系统工程。

自 1964 年日本东海道新干线开通以来,目前开行时速 200 km 以上高速列车的国家有中国、日本、法国、德国、意大利、西班牙、韩国、比利时、荷兰、瑞典、英国、美国、俄罗斯,正在积极建设或规划建设的还有瑞士、奥地利、丹麦、加拿大、澳大利亚、印度等国。

经过 40 多年的发展,高速铁路技术逐渐形成以日、法、德等技术原创国为代表,适合各自国情和发展状况的技术格局,成为各自独立、各具特点的技术体系。

由于中国铁路运输组织、路网结构、轨下基础、谐振式无绝缘轨道电路制式等方面与国外高速铁路的差异性,不可能完全照搬任何一国的高速铁路技术体系。近几年,我国在学习、消化、吸收世界高速铁路先进成熟技术的基础上,系统总结了多年来中国客运专线工程技术、科研试验成果,针对高速铁路建设的关键技术问题,进一步开展了研究、试验、验证、预设计、工程设计咨询的自主创新和各系统集成研究攻关。

我国高速铁路系统主要由工务工程、牵引供电、通信信号、高速动车组、信息系统和运用维修六个子系统组成,如图 1-1 所示。

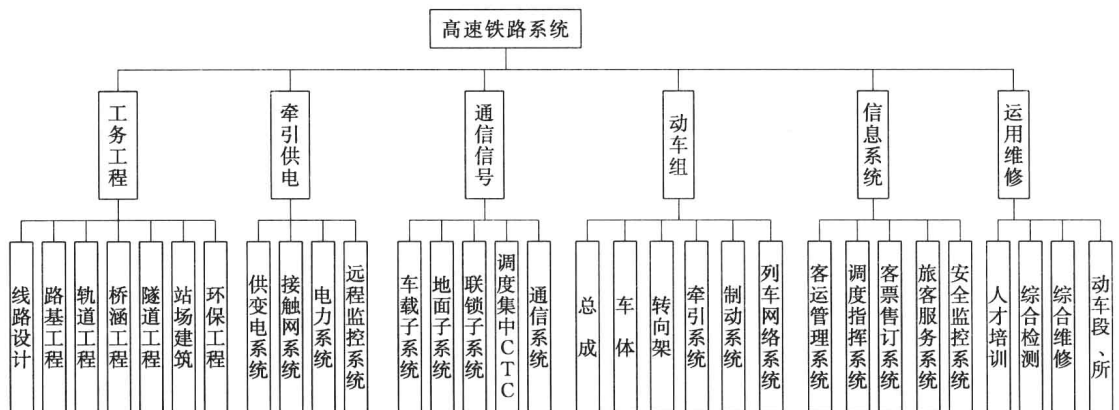


图 1-1 中国高速铁路系统组成

高速铁路各子系统间既自成体系又相互关联,既有硬件接口又有软件联系,对整体性和系统性的要求高。为确保技术体系的完整性和各子系统之间紧密衔接,必须按系统工程规划、设计、集成,统一协调监管高速铁路建设。

一、工务工程

随着高速铁路的发展,线路技术日臻完善成熟。在线路技术方面,采用基床和路基强化技术、无砟轨道、无缝道岔、跨区间超长无缝线路等,提高了轨道平顺性、刚度均匀性,大大减少了维修工作量,保证了行车安全,满足了旅客舒适度的要求。同时,为了解决与既有公路、道路立体交叉,节约宝贵土地资源,减少拆迁工程数量,控制无砟轨道铺设完成工后沉降,视地形、地貌、地质情况,采用高架线,以桥代路。

经过多年的技术攻关和试验研究,中国铁路依靠自己的力量,借鉴国外先进技术和成熟经验,制定了时速 300~350 km 铁路的设计规范;完成了大量的选线选址、地质勘探、工程试验和工程设计;进行了软土地段路基及桥梁沉降控制、特大桥和长大隧道等关键技术的科研试验;对国内外先进的无砟轨道、扣件和高速道岔技术进行系统集成、创新、国产化;建立我国高速铁路工务工程的技术体系。

(一) 线路设计

线路平面:

- ①因地制宜,合理选用,最小曲线半径 7 000 m。
- ②缓和曲线采用三次抛物线形。
- ③夹直线和圆曲线长度一般条件 $\geq 0.8V_{\text{设}}$ 。

线路纵断面:

- ①最大坡度:一般地段 12‰,困难条件下不超过 20‰。
- ②最小坡段长度一般 ≥ 900 m。
- ③线路坡度差 $\Delta i \geq 1‰$ 时,设竖曲线, $R_{\text{竖}} \geq 25\ 000$ m。
- ④站坪坡困难条件 $\leq 1‰$ 。
- ⑤全立交、全封闭。

(二) 路基工程

有砟(无砟)路基宽 13.8 m(13.6 m),线间距 5 m,路肩宽度 1.4 m,线路中心至接触网支柱净距 3.1 m(3.0 m 无挡肩板式)。接触网支柱基础、电缆沟槽、声屏障基础与路基同步设计、同步施工,如图 1-2 所示。

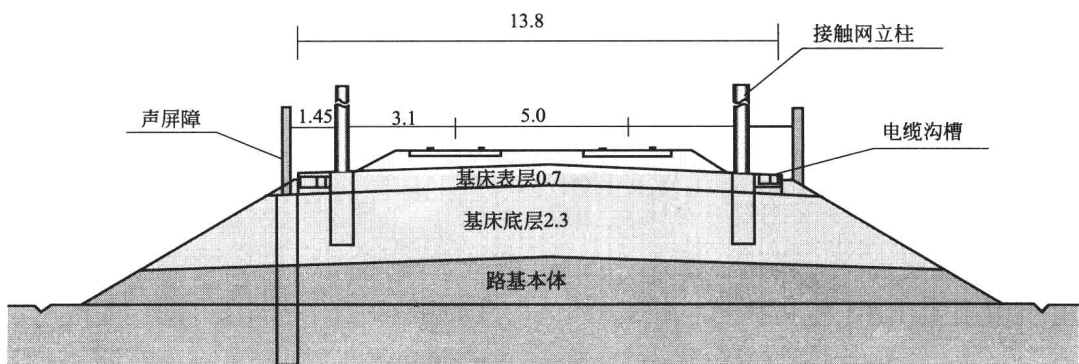


图 1-2 高速铁路路基示意图(单位:m)

严格控制路基工后沉降变形量,确保线路满足安全、高速、舒适性要求。

1. 无砟轨道路基

工后沉降变形量一般不大于 15 mm;长度大于 20 m 的区段,其工后沉降变形量不大于 30 mm,且轨道铺设后满足轨道竖曲线半径要求;过渡段交界处的差异沉降量小于 5 mm,弯折角不大于 1‰。

2. 有砟轨道路基

工后沉降变形量不大于 5 cm,路桥等过渡段工后沉降变形量不大于 3 cm,初年沉降速率小于 2 cm/year。

(三)轨道工程

①正线轨道按一次铺设跨区间无缝线路设计,主要采用无砟轨道。

②有砟轨道采用 2.6 m 长Ⅲ型混凝土枕、特级碎石道砟。

③钢轨采用 60 kg/m、定尺长度 100 m。

④轨道具有可靠的稳定性和高平顺性。

(四)桥梁工程

①桥梁主要承重结构满足 100 年使用寿命的要求。

②桥梁上部结构优先采用预应力混凝土结构。

③在适宜的条件下,优先采用连续结构。

(五)隧道工程

①隧道使用年限 100 年。

②双线隧道断面有效面积为 100 m²。

③单线隧道断面有效面积为 70 m²。

④隧道内道床采用无砟轨道。

⑤洞门形式为斜切式,需要时设置洞口缓冲结构。

⑥曲墙式隧道结构采用复合式衬砌,圆形隧道结构采用管片单层衬砌。

⑦隧道防水标准为一级。

⑧隧道内设置贯通的救援通道。

二、牵引供电

(一)高速铁路牵引供电的特点

①满足高速运行的弓网关系。

②满足可靠稳定的供电要求。

③满足免维护、少检修、抵御自然环境侵害的要求。

④动车组自动过分相。

⑤供电能力适应高速度、高密度行车要求。

⑥具有综合一体化远程监控能力。

1. 供电系统

①牵引变电所优先采用电力系统两回独立可靠的 220 kV(或 330 kV)电源,互为热备用。

②高速正线采用 2×25 kV(AT)供电方式。

③牵引变压器和自耦变压器均采用固定备用方式,牵引变电所按远期布点,按近期选择容量。

2. 变电系统

①主变压器为 4 台单相牵引变压器,按三相 V/X 接线设计。

②高压侧开关采用 SF₆ 断路器或组合电器(GIS)。

③ 2×25 kV 侧采用户内 GIS、AIS 或户外分散布置断路器。

④变电所实行无人值班。

3. 接触网系统

①采用弹性链形悬挂或简单链形悬挂, H 型钢柱, 绝缘爬距不小于 1 400 mm。

②正线采用 150 mm^2 铜合金接触导线, 郑西高铁张力为 28.5 kN, 石武高铁张力为 30 kN。侧线采用 120 mm^2 铜合金接触导线, 郑西、石武高铁张力均为 15 kN。

③正线采用 120 mm^2 铜合金承力索, 郑西高铁张力为 23 kN, 石武高铁张力为 21 kN。侧线采用 95 mm^2 铜合金承力索, 郑西、石武高铁张力均为 15 kN。

④最高运行速度不大于 70% 的接触悬挂波动传播速度。

(二) 郑西客专主要接触网标准

①接触线悬挂点高度 5 300 mm。

②接触网支柱采用 H 型钢柱, 法兰盘连接基础设计。

③跨距长度一般为 50 m。

④与正线相交的道岔采用无交叉方式, 非正线交叉的道岔采用交叉线岔方式。41 号、42 号道岔采用带辅助悬挂的无交叉方式。

⑤绝缘锚段关节采用五跨关节。

⑥接触网采用带空气间隙的关节式分相。

⑦全线设置贯通地线(BEC)方式, 沿线铁路设施利用等电位原则可靠连接, 实现等效低电阻接地的人员及设备防护。

(三) 电力系统

①电力供电网络: 由沿线设置的变配电所及全线铺设的两回 10 kV 电力贯通线(单芯电缆)构成。

②变配电所: 按照免维护、无人值班设计, 依靠 SCADA 系统远动操作、监视。

③电力贯通线: 单芯电缆沿电缆槽敷设或直埋敷设。

(四) 远程监控系统(SCADA)

①远程监控系统集通信、信号、电力、牵引供电远程监控一体化设计。

②系统结构: 采用分层分布式系统结构。控制中心采用独立的监控网络及设备, 通过网络安全隔离措施与其他系统进行接口。

③系统监控范围: 220 V~220 kV 的通信、信号、牵引供电、电力供电设备在线实时监控。

三、通信信号

(一) 我国高速铁路列控系统

列控系统技术平台的确立必须有利于路网的统一性, 有利于调度集中统一管理。

我国 300~350 km/h 铁路确定 CTCS-3 列控系统作为全路统一技术平台, 并兼容 CTCS-2 列控系统实现动车组上下线运行。通过在时速 300 km 和 200 km 跨线列车上装备 CTCS-2 和 CTCS-3 车载系统, 实现高速列车的跨线运行。

CTCS-3 系统采用 GSM-R 无线通信传输列控信息, 主要由车载 ATP、无线闭塞中心 RBC、微机联锁、调度集中 CTC、应答器、ZPW-2000 轨道电路构成。

CTCS-2 列控系统主要用于 200~250 km/h 客货共线铁路(含既有有线提速 200 km/h 线路), 主要设备包括: 车载 ATP、列控中心、微机联锁、调度集中 CTC、应答器、ZPW-2000 轨道

电路。CTCS-2 列控系统采用轨道电路加点式应答器作为信息传输手段,实现列车运行的安全控制。

(二)通信系统

高速铁路通信系统以传输及接入、电话交换、数据网、GSM-R 专用移动通信等设备为基础,建立调度、会议电视、救援指挥、动力环境监控和同步时钟分配等通信系统,将有线和无线通信有机结合,实现话音、数据、图像、列控的多种功能,如图 1-3 所示。

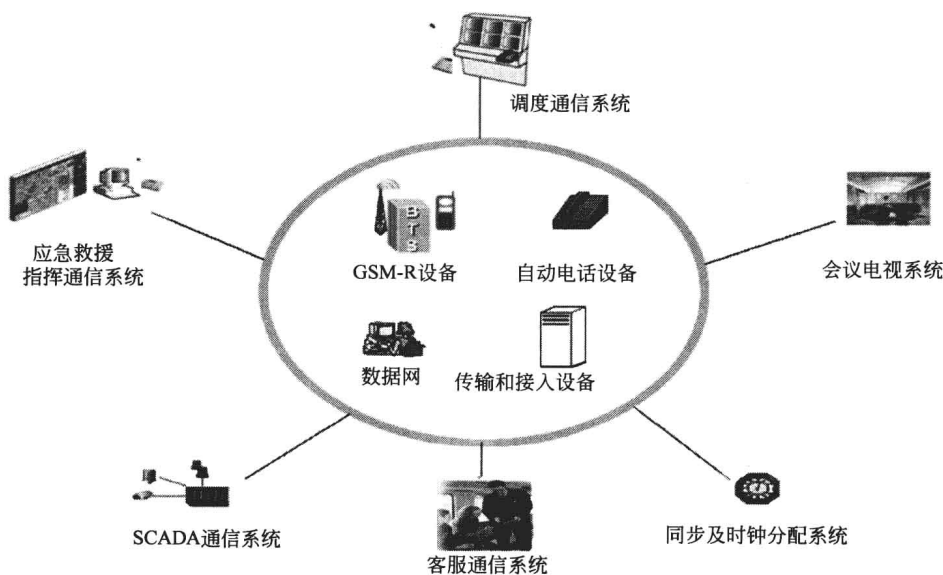


图 1-3 高速铁路通信系统组成

四、高速动车组

(一)高速动车组发展趋势

国外先进的高速动车组已普遍采用了轻量化铝合金车体、高可靠性无摇枕转向架、大功率交一直一交牵引传动、微机控制的电空联合制动、基于计算机和网络技术的列车控制和旅客信息系统等。

由于动力分散相对于动力集中牵引方式在高速运用条件下有明显的优点,原采用动力集中技术的国家在开发时速 300 km 及以上高速动车组时,也选择了动力分散的技术。动力分散是高速动车组的发展趋势。

动力分散动车组优点:

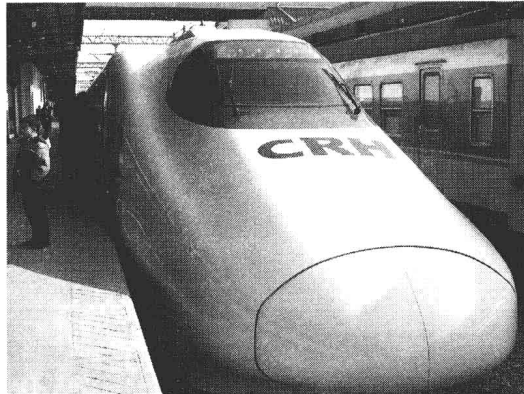
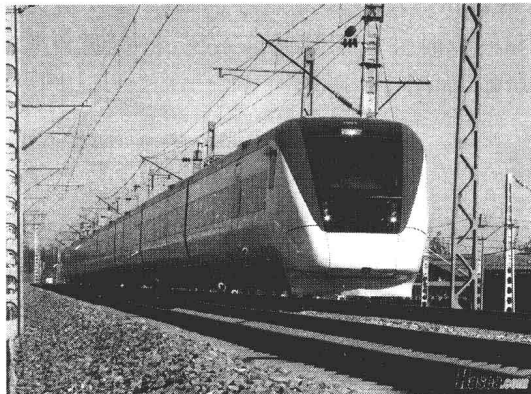
- ①牵引功率大,载客人数多。
- ②轴重小,黏着力合理。
- ③启动快,加速性能好。
- ④运用可靠,不需换向。
- ⑤利用率高,适合公文化客运。
- ⑥编组灵活,经济效益高。

(二)CRH 系列动车组

按照国务院提出的“引进先进技术,联合设计生产,打造中国品牌”的要求,积极采用“先

进、成熟、经济、适用、可靠”的技术和标准,引进了世界一流动车组技术,国产化工作进展顺利。CRH 系列动车组每列 8 辆编组,并可实现两列车联挂运行。

CRH 系列动车组如图 1-4 所示。



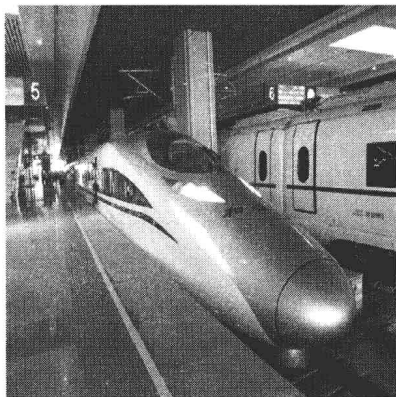
CRH₁ 型:庞巴迪-四方-鲍尔(BSP)生产,原型是庞巴迪为瑞典 AB 提供的 Regina。200 km 级别(营运速度 200 km/h,最高速度 250 km/h)。

CRH₂ 型:南车四方(联合日本川崎)生产。200 km 级别(营运速度 200 km/h,最高速度 250 km/h),CRH_{2c} 作为京津城际的专用车在 2008 年 8 月投入使用。



CRH₃ 型:北车唐山机车厂(联合西门子)生产,原型 ICE3。300 km 级别(营运速度 330 km/h,最高速度 380 km/h)。

CRH₅ 型:北车长春客车厂(联合阿尔斯通)生产,原型阿尔斯通为芬兰国铁提供的 SM3 型。200 km 级别(营运速度 200 km/h,最高速度 250 km/h)。



CRH_{380A} 型电力动车组,或称 CRH₂-380 型,是中华人民共和国铁道部为营运新建的高速城际铁路及客运专线,由南车青岛四方机车车辆股份有限公司在 CRH_{2c}(CRH₂-300)型电力动车组基础上自主研发的 CRH 系列高速动车组,也是“中国高速列车自主创新联合行动计划”的重点项目,最高营运速度 380 km/h。

图 1-4 中国生产的 CRH 系列动车组

五、信息系统

(一)运营调度

运营调度系统集成的主要内容包括:计划编制、运行管理、车辆管理、供电管理、旅客服务、综合维修等功能。

运输计划是运营调度各项工作的基础和主线。计划编制功能主要是依据计划编制规则要求,提供计算机编制列车运行图及相关计划的功能和手段,具备牵引计算、合理性检查和模拟仿真等功能。基本计划以线路数据、动车组参数、信号系统参数、车站参数等数据为依据,结合客流分析与列车开行方案进行编制。基本计划包括:基本列车运行计划、基本动车组交路计划、基本车辆分配计划、基本乘务计划等。

运行管理功能,即通常所说的 CTC 系统功能,这是运营调度系统的核心和关键,也是确保实现客运专线安全、高效的功能。运行管理功能主要是接收实施计划(包括列车运行、动车组运用、乘务安排、施工维修等实施计划),实现人工或自动生成列车运行调整计划、人工或自动进行列车进路控制、实施列车运行监视、绘制实迹列车运行图、实现列车跟踪及车次号校核等。系统能随时按业务需求的调整进行权限控制和功能切换。需要时,铁道部调度指挥中心可接管高速铁路调度所指挥权。

车辆管理、供电管理、旅客服务、综合维修等功能主要是通过与车辆维修管理系统、供电系统、客运服务系统、票务系统、综合维修作业系统、防灾安全监控系统、通信系统、信号系统、视频监控系統、乘务管理系统、综合检测系统等实现信息共享,为编制基本计划及实施计划、合理掌握列车运行速度、安排和传递与旅客服务有关的事项、安排设备维修、处置突发事件、进行查询、统计、分析等提供依据和数据。

高速铁路运营调度系统与既有铁路调度系统比较,具有以下特点:

- ①调度区段长、范围大,时空概念发生变化。
- ②以高速干线点到点调度为主,同时兼顾网络。
- ③运营调度的核心地位更显突出,综合性强、计划严格、效率高。
- ④高速铁路运营调度系统特别强调综合性。

(二)客服系统

适应铁路客运专线高速度、高密度、大客流的特点,为旅客提供便捷、高效、舒适的服务是铁路客运专线客运服务系统(PDSS)(简称客服系统)建设的重要目的。

客服系统是在现代高速铁路管理思想、服务理念和当今最新信息技术基础上,在铁道部、区域中心和车站按照统一的服务标准、统一的经营策略、统一的管理机制、统一的技术架构建立起的信息高度共享、资源高效利用、运行安全可靠的综合完整的服务系统。

客服系统由票务系统、旅客服务系统、市场营销策划系统以及客服系统综合服务平台、数据平台和安全保障平台构成。

票务系统采用集中式结构,担负全路客运专线客票销售任务;旅客服务系统总体上采用两级架构,部署在区域中心和车站,铁道部设置小型集成管理平台。市场营销策划系统由铁道部和区域中心两级构成,数据处理中心设置在铁道部。系统设置综合服务平台,为旅客提供互联网、手机、电话、短信、邮件等铁路客票销售和信息服务渠道。系统设置数据平台,实现客服系统各系统间以及客服系统与外部系统的信息交换和应用服务。系统设置安全保障平台,采用多种安全保障技术,以技术与管理相结合实现对系统的综合安全防护。设置异地灾备中心,实

现关键业务系统及数据的备份和故障恢复。

高速铁路客运服务系统的特点:

- ①客流大,旅客上下车频繁,服务档次要求高。
- ②系统交易量大,控制信息复杂,业务数据处理难度高。

我国高速铁路客运服务系统建设的基本思路是:在借鉴国外高速铁路客运服务理念、成熟经验、先进技术和系统集成方法的基础上,结合中国铁路的实际情况,依靠自主创新,自主开发,建立具有自主知识产权的、国际领先水平的客运服务系统。

客运服务系统建设的基本原则是:

- ①统一基础平台。
- ②统一应用软件。
- ③统一技术标准。
- ④统一规划管理。

六、运用维修

(一)综合维修

高速铁路的综合维修采用综合检测列车、钢轨探伤车和轨道状态确认车,实现对轨道几何状态、接触网及受流状态、通信信号设备工况、钢轨表面及内部伤损、轨道部件状态、线路限界侵入等的定期检测和临时检测,向调度指挥中心(综合维修系统)、地面维修部门发送信息,并作为制定维修计划和安排综合维修天窗的主要依据。

(二)综合检测

综合检测列车是实施定期检测、综合检测和高速检测的重要手段。实现对轨道、接触网、通信信号等基础设施的综合检测。

综合检测列车主要装备:录像装置、架线间隔测定装置、ATC 测定装置、列车无线设备测定装置及测定台;轴重横压测定轴、轴箱测定加速度计;轨道高低变位和车辆摇动测定装置、线路状态监视装置、轮重横压数据处理装置和录像装置;架线磨耗偏位高低测定装置、集电状态监视装置、受电弓观测装置;电力测定台、数据处理装置、供电回路测定装置、车次号地面设备测定装置。

第二节 高速铁路牵引供电系统特点和技术要求

高速铁路牵引供电系统是保证铁路安全、稳定、高效运营的基础设施之一,是列车运营的动力保障。

一、高速铁路对牵引供电系统的要求

1. 牵引负荷大,可靠性要求高。高速铁路列车速度高,高峰时段密度大。空气阻力随速度呈几何级数增长,列车牵引力主要克服空气阻力运行,牵引负荷很大。350 km/h 速度时,列车运行所需的功率最高超过 24 000 kW,列车需要持续从接触网取得电能,所以高速列车负载率高,受电时间长。

2. 列车要求牵引网供电电压高。为保证充分发挥列车的功率和加速能力,牵引网的供电电压不宜低于 20 kV。

3. 短时集中负荷特征明显。高速铁路具有显著的时段特征,在早、晚时段和节假日等高

峰客流期,根据客流量的需要,可能组织大编组、高密度运输,甚至在短时间内形成紧密追踪,牵引负荷集中特征明显。

4. 越区供电能力要求高。由于旅客运输能力和准点的需要,牵引供电系统应具有应对各种条件下的供电能力。在出现某一牵引变电所解列退出供电的情况下,往往采用由两相邻牵引变电所越区进行供电。为了尽量减少越区供电对运输能力和准点的影响,应避免过多的限制列车数量或降低列车速度,这样会相应增加两相邻牵引变电所的供电负荷。

二、高速铁路牵引供电系统的特点

高速铁路牵引供电系统要满足动车组“高速度、高密度、高可靠性”的运行要求,它与普通铁路在设计理念、技术方案及设备选型等方面有许多不同之处,主要体现在以下几个方面:

1. 高速铁路牵引供电系统是通过原始创新、集成创新和消化吸收再创新,实现拥有自主知识产权、先进的牵引供电系统技术,具有“先进、成熟、经济、适用、可靠”的技术特点。技术方案要满足高速度、高密度、大功率的要求,并尽可能与国际接轨。

2. 供电系统设计还应满足设计初、近、远期的最高运营速度要求,试验速度为最高设计速度的 1.1 倍。

3. 供电能力应能满足动车组在规定运行速度下,按最小追踪运行间隔 3 min, 8 辆或 16 辆编组运行的需要。

4. 牵引供电系统应满足 RAMS[RAMS 是系统可靠性(Reliability)、可用性(Availability)、维修性(Maintenance)及安全性(Security)的简称]要求。可靠性是可用性的基础,系统设计应尽量采用较高的技术标准并具有冗余措施,保证外界故障或内部疏忽引起的故障不至于导致整个系统瘫痪,如外部电源的选择、供电系统的越区供电、牵引变电所的主接线、供变电设备的可靠备用与故障诊断、接触网系统的合理分段设计、牵引供电系统的安全防护及防灾设计均要保障不间断供电。牵引变电设备宜选择免维护、免维修、抵御自然灾害能力强的产品;接触网设备宜选择免维护、少维修的产品。

5. 牵引供电系统设计应满足国家对节能和环保的要求。在供电系统方案设计、变压器容量确定及接线方式、牵引变电设备选用、接触网线材配置等方面积极推广节电技术;在设备选用方面还应选用少油或无油设备,选用在生产制造或运营使用中不产生或少产生污染环境、影响人体健康的设备、器材;牵引变电设计应合理确定一次设备主接线、合理选用二次设备,达到不占或少占农田、耕地的目标,实现节约用地。

第三节 高速铁路电力供电系统特点和技术要求

一、高速铁路电力供电系统特点

高速铁路电力供电系统采用了一系列新技术、新工艺、新材料。通信、信号、隧道照明供电等区间设备全部采用箱变形式,电力贯通线采用单芯电缆,贯通系统中性点采用小电阻接地系统,配电所全部实现综合自动化,全线采用电力远动系统,并纳入 SCADA 集中监控,供电可靠性大大提高。

从高速铁路电力供电系统可靠性、社会发展对环境美化的要求、维护工作量最小化、减少高压电缆过轨次数以及高速铁路整体性要求等角度综合考虑,高速铁路全线设置 10 kV 一级负荷贯通线和 10 kV 综合负荷贯通线各一回,两回 10 kV 电力贯通线路全部采用非磁铠装的

单芯铜芯电缆,分别沿铁路两侧预制电缆槽敷设,从而使高速铁路电力线路运行环境得到极大改善。

二、高速铁路电力供电系统技术要求

1. 铁路电力系统是系统集成的重要组成部分,是确保调度指挥、信号、通信、旅客服务等系统重要负荷安全、可靠、不间断运行的基础设施。铁路电力系统必须满足铁路安全、可靠供电的要求,并满足免维护、少维修、10 kV 及以上变配电所无人值守的原则要求。

2. 为保证铁路各用电设备的可靠安全用电,铁路电力系统应保证各级供配电系统的相互匹配,除发生大面积自然灾害(如地震、战争、电网崩溃等)或故意损坏外,其可靠性满足每天 24 h 的运输需要(含“维修天窗”时间),并满足以下要求:

①当供电网络中的一条外部电源线路停电时,不能导致一级负荷停电。

②当供电网络中的一条供电线路停电时,不能导致一级负荷停电。

③当供电网络中的一台供电设备停止供电时,不能导致一级负荷停电。

④当铁路电力系统的一级负荷发生两路供电电源同时停电时,系统内部恢复其供电的时间不大于 3 min。

3. 铁路电力系统的主要设备标准为模数化、标准化、免维护、少维修。

4. 铁路电力系统与铁路行车和运输安全密切相关,所有各个等级负荷的电源均自铁路电力系统接引。

5. 与行车相关的一级负荷或重要负荷至少从供电网络接取 2 路独立电源,各级负荷按下列原则供电。

一级负荷:两路相对独立电源分别供电至用电设备或低压双电源切换装置处,当两个电源中一个电源发生故障时,另一个电源不应同时受到损坏。一级负荷中特别重要的负荷,除设两路电源外,还必须设置应急电源。

二级负荷:有条件时提供两路高压电源供电,当两路电源供电确有困难时可为一路高压电源供电。

三级负荷:一般采用单回路供电,当供电系统为非正常运行方式时,允许将其切除。

6. 铁路电力系统在遵守国家法规和不损害铁路部门利益的前提条件下,最大限度地满足接入当地电力系统运营商电网的要求。

7. 铁路电力系统遵循国家强制性标准,认真贯彻执行国家能源政策,因地制宜,保护环境,节约土地,积极采取节能措施,降低电能消耗。

8. 新建配电所采用两路独立 10 kV 电源受电,均为两路专盘专线。

9. 10 kV 高压开关柜采用免维护、少维修 SF₆ 气体绝缘开关柜(GIS),断路器为真空断路器;10/0.4 kV 变压器采用新型节能干式变压器,10/10 kV 调压器采用干式。直流电源设备采用智能高频开关铅酸免维护电池直流电源柜。

10. 高压开关柜、调压器分别布置在独立的房间内,变压器及低压柜布置在一个房间内。

11. 与 10 kV 变配电所合建的 10/0.4 kV 变电所变压器由配电所母线高压馈出回路直接供电,一级负荷备用变压器由贯通馈出回路“T”接供电;低压侧采用单母分段接线并设电容补偿装置。

12. 独立设置的 10/0.4 kV 变电所 10 kV 侧设高压开关,环网接线。

13. 10/0.4 kV 箱式变电站: