

十二五国家重点出版物出版规划项目
湖北省学术著作出版专项资金资助项目

中国第一条长大高速铁路干线(武广高铁)技术创新工程丛书

丛书主编◎中铁第四勘察设计院集团有限公司 王玉泽 许克亮



信号、通信及信息系统工程

石先明◎主编

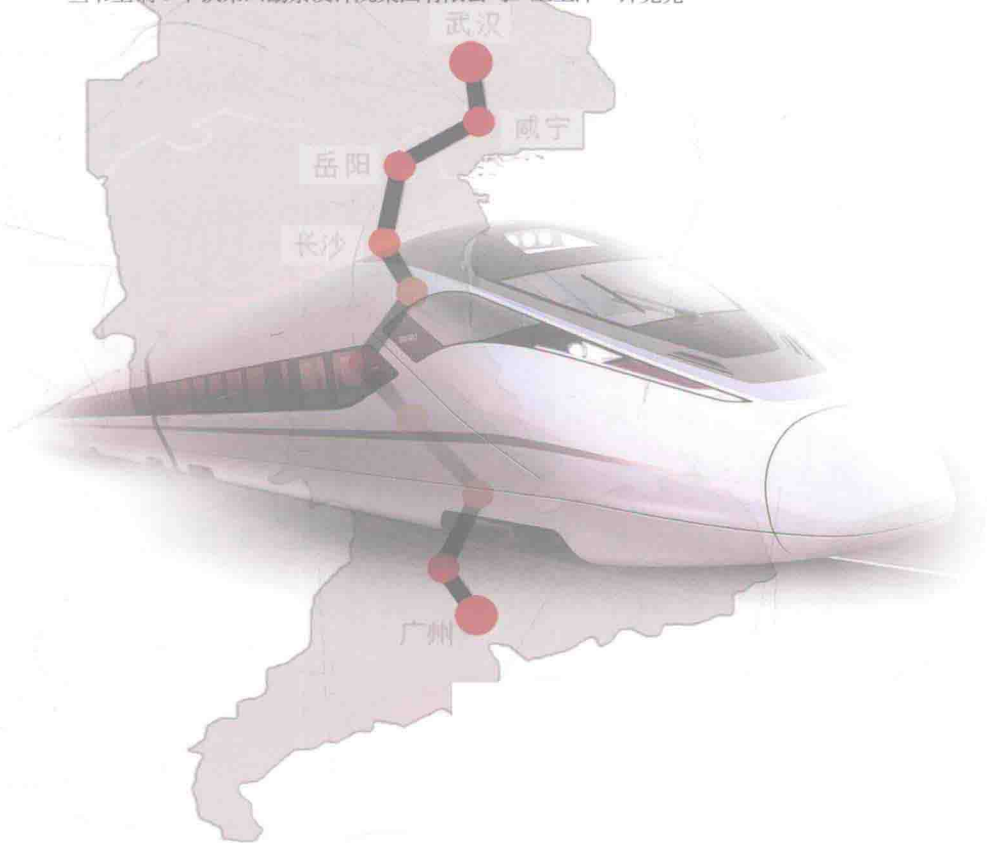
ZHONGGUO DIYITIAO CHANGDA GAOSU TIELU GANXIAN
(WUGUANG GAOTIE) JISHU CHUANGXIN GONGCHENG CONGSHU
XINHAO TONGXIN JI XINXI XITONG GONGCHENG



十二五国家重点出版物出版规划项目
湖北省学术著作出版专项资金资助项目

中国第一条长大高速铁路干线(武广高铁)技术创新工程丛书

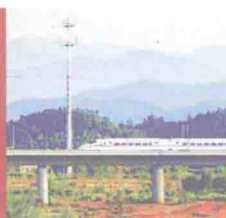
丛书主编◎中铁第四勘察设计院集团有限公司 王玉泽 许克亮



信号、通信及信息系统工程

石先明◎主编

ZHONGGUO DIYITIAO CHANGDA GAOSU TIELU GANXIAN
(WUGUANG GAOTIE) JISHU CHUANGXIN GONGCHENG CONGSHU
XINHAO TONGXIN JI XINXI XITONG GONGCHENG



图书在版编目(CIP)数据

信号、通信及信息系统工程 / 石先明主编. -- 武汉:
湖北科学技术出版社, 2015.12

(中国第一条长大高速铁路干线(武广高铁)技术创新工程丛书)

ISBN 978-7-5352-8182-1

I. ①信… II. ①石… III. ①高速铁路—铁路信号—信号系统②高速铁路—铁路通信—通信系统③高速铁路—信息系统 IV. ①U28

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 178848 号

策 划: 何 龙 刘 玲
责任编辑: 刘志敏

责任校对: 蒋静
封面设计: 戴旻

出版发行: 湖北科学技术出版社
地 址: 武汉市雄楚大街 268 号
(湖北出版文化城 B 座 12-13 层)
网 址: <http://www.hbstp.com.cn>

电话: 027-87679468
邮编: 430070

印 刷: 武汉市金港彩印有限公司

邮编: 430023

督 印: 刘春尧

787×1092 1/16
2015 年 12 月第 1 版

21.75 印张 4 插页 560 千字
2015 年 12 月第 1 次印刷
定价: 158.00 元

本书如有印装质量问题 可找本社市场部更换

丛书编委会

主 任:蒋再秋

副主任:王玉泽

主 编:王玉泽 许克亮

主 审:何华武

委 员:何 龙 罗世东 李小和 肖明清 戚广枫

石先明 孙 立 黄小钢 黄 盾 盛 晖

徐 川 刘一平 金福海 赵新益 李文胜

潘国华 彭永忠 温建明 张孟彬 刘文兵

王华成 梅志山

本书编委会

主编：石先明

参编：石先明 张敏慧 孙 峰 李国盛

胡晓红 李 伟 张孟彬 张 健

沈志凌 谢静高

序

武广高铁(也称武广客运专线)是武汉至广州的铁路客运专线,位于湖北、湖南、广东三省境内,属京广高速铁路南段,其承东启西,属路网骨干,是我国铁路“四纵四横”快速客运网的重要组成部分。其自武汉站引出,向南经湖北咸宁、湖南岳阳、长沙、株洲、衡阳、郴州、广东韶关、清远、佛山等市,终于广州南站,正线全长 968.3km。

修建武广高铁,可实现京广线南段客货分线运输,有效而彻底地解决京广线武广段运能紧张的局面,可使粤汉间铁路旅行时间由 11 小时缩短至 3.5 小时左右。同时,武广高铁也是武汉城市圈、长株潭城市群及珠江三角洲都市圈间联系的现代化、大能力的快速交通纽带,对沿线国民经济的发展具有极大的推进作用,社会影响深远。

武广高铁是一条跨越华中、华南两大区域的行经山区的高速铁路,是我国长大高速铁路干线代表作之一,因其有线路长、规模大、标准高、技术新、工程复杂,且类型齐全等综合特点,而以“长大高新、复杂齐全”著称于世,是中国高速铁路发展的里程碑。

自 2002 年开始研究,至 2009 年 12 月底全线开通,前后历时 8 年。此过程中,先后成功解决复杂路段选线设计、路桥隧结构物沉降控制、无砟轨道设计、精密控制测量、长大隧道防灾救援、综合交通枢纽规划与设计、特大型站房设计、四电系统集成、联调联试等一系列技术难题。

武广高铁集高铁技术之大成,是我国当时一次性建设里程最长、运营速度最快的高速铁路,其顺利开通运营,使我国高铁技术水平“整体达到国际一流、部分项目国际领先”的新高度。

武广高铁是我国铁路快速发展的最新成果,是继京津城际铁路之后我国

高速铁路发展的又一新标杆,是国家综合实力的体现,是改革开放成果的缩影。总结其成功经验,主要得益于以下几点:一是结合武广高铁需要切实开展了大量有针对性的科研、试验和攻关,取得了大量的科研成果和雄厚的技术积淀;二是借力国际资源,部分工程开展中外联合咨询;三是集中优势资源处置相关难题。

武广高铁成功建设,感受成功之余,也感悟到高铁设计应在系统性、前瞻性、包容性上再下功夫,系统提高设计跨专业整合集成能力,体会到后续高铁应秉持“高铁质量高于一切,高铁安全高于一切”的理念,全面推进系统仿真设计,实现物联智能高铁技术。

中国铁建第四勘测设计院在项目建成后,立即组织技术力量,对武广高铁勘察设计情况开展全面总结。现以此为基础,按《总体工程设计》《轨道工程》《路基工程》《桥梁工程》《隧道工程》《电气化及电力工程》《信号、通信及信息系统工程》《站房工程》《动车设备及综合维修工程》《环保工程》共十册,集成丛书出版,或许对有志于从事高铁工程设计的工程技术人员有所帮助。

苏再秋

2015年5月

前 言

高速铁路信号、通信及信息系统是实现高速铁路安全、高速、快捷的运输生产和运营管理信息化的重要技术装备,是体现高速铁路技术水平的重要标志,其中的信号列控系统更是重中之重,已被国际上公认为高速铁路最核心的技术之一。

武汉至广州高速铁路正线全长 968.3km,设计时速 350km/h,于 2009 年年底建成通车,是当时国内外一次性建设里程最长、运营速度最高的高速铁路,也是中国第一条采用基于 GSM-R 无线通信实现车—地信息双向传输的 CTCS-3 级列控系统的高速铁路。CTCS-3 级列控系统立足于中国列车运行控制系统(CTCS)技术体系,以国内先行研发成功的 CTCS-2 级列控系统为基础平台,通过引进、消化、吸收欧洲标准的 ETCS-2 级列控系统技术,并进行系统集成创新,最终形成了具有中国特色和国际领先技术水平的高速铁路列控系统。

武广高铁信号、通信及信息系统工程的建设和成功运用,为中国高速铁路技术体系的建立和完善发挥了重要作用,也为国内后续高速铁路的建设和运营提供了强有力的技术支撑和宝贵的实践经验,同时也标志着中国铁路信号、通信及信息系统的技术已跻身于国际先进行列。

中铁第四勘察设计院集团有限公司(简称“中铁四院”)作为武广高铁工程的设计单位,在历时数年的勘察设计实践中,除了全面承担该工程各设计阶段的各项工程设计工作外,还积极参与中国高铁技术标准的编制、新系统(设备)的研发和系统集成等工作,从中积累了丰富的知识和经验,为本书的编写奠定了坚实基础。

本书专业性较强,主要面向具有铁路信号、通信、信息等专业基础知识的技术人员,着重从工程建设和工程设计的角度,较为详细地介绍了高速铁路信号系统、通信系统和信息系统及其主要子系统的系统构成、技术要求、系统设

备功能和性能,以及工程技术方案等,而对于那些已广泛用于普速铁路的成熟子系统或设备,本书笔墨从简或没有赘述,读者可参阅其他相关书籍。

本书按照信号系统、通信及信息系统分篇章编写,其中上篇信号系统在简要介绍国内外高速铁路信号技术及其发展历程,以及武广高铁线路主要技术标准之后,详细地介绍了调度集中、区间自动闭塞、车站联锁、列车运行控制、信号集中监测、信号网络、信号电源等信号各子系统,以及与信号系统有关的道岔融雪系统和防灾安全监控系统,最后介绍了信号系统与其他系统(或专业)的几个主要接口。在本篇中,列控系统是核心,所以介绍的篇幅最大。下篇通信及信息系统,主要介绍了通信传输、数据通信、调度通信、铁路专用移动通信(GSM-R)、应急通信、会议电视、综合视频监控、电源及机房环境监控、时钟同步及时间同步、通信综合网管等10个通信子系统以及票务、旅客服务、动车组管理、动车追踪等4个信息子系统,由于GSM-R系统是近些年来新出现的一种无线通信制式,而且也是CTCS-3级列控系统的关键组成部分,因此,GSM-R系统也是本书介绍的重点。

本书的编写者都是中铁四院直接参与武广高铁工程建设的主要设计人员和各级主管总工程师。其中信号系统章节由张敏慧编写初稿,防灾安全监控系统章节由李伟编写初稿,沈志凌、谢静高审阅;通信系统章节由李国盛、胡晓红共同编写,张健审阅;信息系统章节由孙峰编写,张孟彬审阅。石先明负责全书大纲的拟定、书稿的修订和统稿(主编)工作,也参与了信号系统、道岔融雪系统、防灾安全监控系统等章节的编写。

本书的编写,得到了中铁四院通号处领导和广大同仁的大力支持,武广高铁信号、通信和信息工程的系统集成商和设备供货商也提供了大量的技术资料,在此一并表示衷心的感谢!

由于武广高铁采用的信号、通信和信息系统大多是新研发的成果或首次在高铁工程中应用,建设过程中有多次的改进和完善,技术资料的版本较多,书中的错漏或与实物不吻合在所难免;再加上编者水平有限,各章节编写深度不完全一致,对一些问题的认识也不尽科学合理,恳请广大读者对书中的不足提出批评指正。

编者

2015年5月

目 录

上篇 信号系统

第 1 章 概述..... 3

1.1 信号系统概述 3

1.1.1 普速铁路信号系统 3

1.1.2 高速铁路信号系统 5

1.1.3 国内外高速铁路列控系统发展 7

1.2 武广高铁信号系统概述 16

1.2.1 工程概况 16

1.2.2 信号系统总体技术要求 16

1.2.3 信号系统构成 17

第 2 章 调度集中系统..... 19

2.1 系统设置方案 19

2.1.1 调度中心子系统 19

2.1.2 车站子系统 24

2.1.3 数据通信网子系统 27

2.2 系统主要功能 28

2.2.1 列车作业管理功能 28

2.2.2 调车作业管理功能 29

2.2.3 非正常情况下的处理 29

2.2.4 记录及自我诊断功能 30

2.3 动车段调度集中系统 30

2.3.1 CCS 系统构成方案 31

2.3.2 CCS 系统功能 32

2.3.3 CCS 系统外部接口 34

第3章 区间自动闭塞系统	35
3.1 区间信号布点	35
3.1.1 信号布点的基本要求	35
3.1.2 需要考虑的其他因素	36
3.1.3 牵引计算	37
3.2 移频轨道电路与信号中继站设置	39
3.2.1 移频轨道电路	39
3.2.2 区间运行方向的控制	49
3.2.3 区间信号中继站的设置	50
3.3 区间信号机和信号标志	50
第4章 车站联锁系统	51
4.1 系统设置方案	51
4.2 系统结构	51
4.3 系统技术要求及功能	52
4.3.1 进路建立	52
4.3.2 进路锁闭	53
4.3.3 进路解锁	54
4.3.4 对灭灯信号机的控制	54
4.3.5 开灯情况下的信号机控制	55
4.3.6 道岔控制	56
4.3.7 记录、监测与报警	57
4.4 系统外部接口	57
4.4.1 与 CTC 的接口	57
4.4.2 与 TCC 的接口	57
4.4.3 与 RBC 的接口	57
4.4.4 与 CSM 的接口	57
第5章 列车运行控制系统	58
5.1 列控系统构成	58
5.2 车载设备	59
5.2.1 设备构成	59
5.2.2 主要功能	62
5.2.3 主要工作模式	65

5.2.4 车载设备主要技术指标	73
5.3 无线闭塞中心	75
5.3.1 RBC 设备构成	76
5.3.2 RBC 主要功能	77
5.3.3 RBC 设备的接口	78
5.3.4 RBC 主要技术参数	80
5.3.5 武广高铁 RBC 设备配置	82
5.4 临时限速服务器	86
5.4.1 TSRS 设备构成	86
5.4.2 武广高铁 TSRS 设备配置	87
5.4.3 TSRS 主要功能	87
5.4.4 TSRS 外部接口	88
5.4.5 TSRS 主要技术参数	89
5.4.6 武广高铁临时限速的设置方案	89
5.5 列控中心	96
5.5.1 TCC 设备构成	96
5.5.2 TCC 主要功能	97
5.5.3 TCC 外部接口	98
5.5.4 TCC 工作原理	99
5.5.5 TCC 主要技术参数	112
5.6 电子编码单元	113
5.6.1 设备构成	113
5.6.2 LEU 主要功能	114
5.6.3 LEU 接口	115
5.6.4 LEU 工作原理	116
5.6.5 LEU 设置原则	117
5.6.6 室外 LEU 的控制	117
5.7 应答器	118
5.7.1 概述	118
5.7.2 应答器结构及其工作原理	119
5.7.3 应答器主要技术指标	121
5.7.4 应答器接口	122
5.7.5 应答器设置	123
5.7.6 应答器报文	130
5.7.7 应答器安装	131
5.8 ZPW-2000 轨道电路	135
5.8.1 对机车信号信息的要求	135
5.8.2 机车信号信息连续化的实现方案	136

5.9 列控系统主要运营场景	138
5.9.1 等级转换	138
5.9.2 RBC 切换	143
第 6 章 信号集中监测系统	147
6.1 系统设置方案	147
6.1.1 系统结构及设备配置	147
6.1.2 站机设备	147
6.1.3 主机设备	148
6.1.4 终端设备	148
6.1.5 集中监测数据通信以太网	150
6.2 系统功能	150
6.2.1 系统基本功能	151
6.2.2 主机系统的服务器功能	152
6.2.3 主机系统的维护工作站功能	152
6.3 系统外部接口	152
6.3.1 与 RBC 的接口	153
6.3.2 与 TSRS 的接口	153
6.3.3 与 CBI 的接口	153
6.3.4 与 CTC 的接口	153
6.3.5 与 TCC 的接口	154
6.3.6 与电源屏的接口	154
6.3.7 与灯丝报警系统的接口	154
6.3.8 与环境监控系统的接口	154
第 7 章 信号网络系统	155
7.1 调度集中数据通信网	155
7.2 信号集中监测数据通信以太网	155
7.3 信号安全数据网	156
7.3.1 信号安全数据网的构成	156
7.3.2 信号安全数据网络的优化	158
第 8 章 信号电源系统	164
8.1 信号电源系统设置方案	164
8.2 电源系统的要求	164

8.3 电源系统的结构及接口	165
8.3.1 系统构成	165
8.3.2 车站信号电源系统结构	165
8.3.3 中继站信号电源系统结构	166
8.3.4 CTC 中心及 RBC 使用的电源结构	166
8.3.5 外部接口	166
第 9 章 信号相关系统	168
9.1 道岔融雪系统	168
9.1.1 道岔融雪方式的选择	168
9.1.2 电加热融雪装置结构及设备配置	169
9.1.3 道岔融雪的控制方式	170
9.2 防灾安全监控系统	170
9.2.1 概述	170
9.2.2 国内外防灾安全监控系统简介	176
9.2.3 武广高铁防灾安全监控系统	182
第 10 章 信号系统外部接口	188
10.1 列控系统对车站股道有效长及站台设计的要求	188
10.1.1 站台长度的取值	188
10.1.2 股道有效长的取值	189
10.2 动车段(所)内股道长度的要求	189
10.3 与防灾安全监控系统的接口	190
10.3.1 接口技术要求	190
10.3.2 异物侵限灾害防护基本单元	192
10.3.3 防止异物侵限报警恢复时联锁错误解锁的方案分析	193
10.4 与接触网电分相区的接口	194
10.4.1 列控模式对分相区设置的影响	194
10.4.2 闭塞分区与分相区的接口	194

下篇 通信及信息系统

第 11 章 通信系统	197
11.1 概述	197

11.1.1 铁路通信系统的作用	197
11.1.2 武广高铁的通信系统	197
11.2 传输系统	199
11.2.1 概述	199
11.2.2 系统功能及业务需求	199
11.2.3 系统方案及构成	201
11.2.4 系统技术参数	204
11.3 数据通信系统	205
11.3.1 概述	205
11.3.2 系统功能及业务需求	205
11.3.3 系统方案及构成	206
11.3.4 系统技术参数	207
11.4 调度通信系统	209
11.4.1 概述	209
11.4.2 调度系统的主要功能	209
11.4.3 系统方案及构成	210
11.4.4 系统技术参数	211
11.5 铁路专用移动通信系统	212
11.5.1 GSM-R 系统构成	212
11.5.2 GSM-R 系统功能及应用	213
11.5.3 武广高铁 GSM-R 系统方案	215
11.5.4 系统技术参数	235
11.6 综合视频监控系统	236
11.6.1 概述	236
11.6.2 系统功能	237
11.6.3 系统方案及构成	237
11.6.4 系统技术参数	240
11.7 会议电视系统	241
11.7.1 概述	241
11.7.2 系统功能	242
11.7.3 系统方案及构成	243
11.7.4 系统技术参数	244
11.8 应急通信系统	245
11.8.1 概述	245
11.8.2 应急通信系统	245
11.8.3 隧道事故报警电话	247
11.9 时钟同步及时间同步系统	248
11.9.1 概述	248

11.9.2	系统功能	248
11.9.3	系统方案及构成	248
11.9.4	系统技术参数	250
11.10	通信综合网管系统	250
11.10.1	概述	250
11.10.2	系统功能	251
11.10.3	系统方案及构成	253
11.10.4	系统技术参数	254
11.11	电源及机房环境监控系统	255
11.11.1	概述	255
11.11.2	系统功能	255
11.11.3	系统方案及构成	256
 第 12 章 信息系统		 257
12.1	概述	257
12.1.1	国内外铁路信息系统概况	257
12.1.2	武广高铁信息系统概述	258
12.2	票务系统	259
12.2.1	票务系统的组成及配置方案	259
12.2.2	票务系统的功能	260
12.2.3	窗口售票系统	260
12.2.4	自动售票系统	262
12.2.5	自动检票系统	267
12.2.6	窗口对讲系统	273
12.2.7	窗口双屏系统	273
12.2.8	补票机	274
12.3	旅客服务信息系统	274
12.3.1	系统构成	274
12.3.2	系统功能	274
12.3.3	集成管理平台	274
12.3.4	大屏幕 DLP 显示系统	279
12.3.5	导向揭示系统	286
12.3.6	数字广播系统	294
12.3.7	模拟广播系统	298
12.3.8	视频监控系统	298
12.3.9	时钟系统	300
12.3.10	求助系统	302

12.3.11	查询系统	304
12.3.12	寄存系统	304
12.3.13	站台票发售系统	305
12.3.14	安检系统	305
12.4	客运服务信息系统网络及安全保障平台	309
12.4.1	客运服务信息系统网络	309
12.4.2	客运服务信息系统安全保障平台	311
12.5	动车组管理信息系统	313
12.5.1	概述	313
12.5.2	系统结构	314
12.5.3	总体网络结构	317
12.5.4	系统功能	318
12.5.5	系统设备配置	319
12.6	动车追踪系统	324
12.6.1	系统架构	325
12.6.2	系统功能	326
参考文献		327