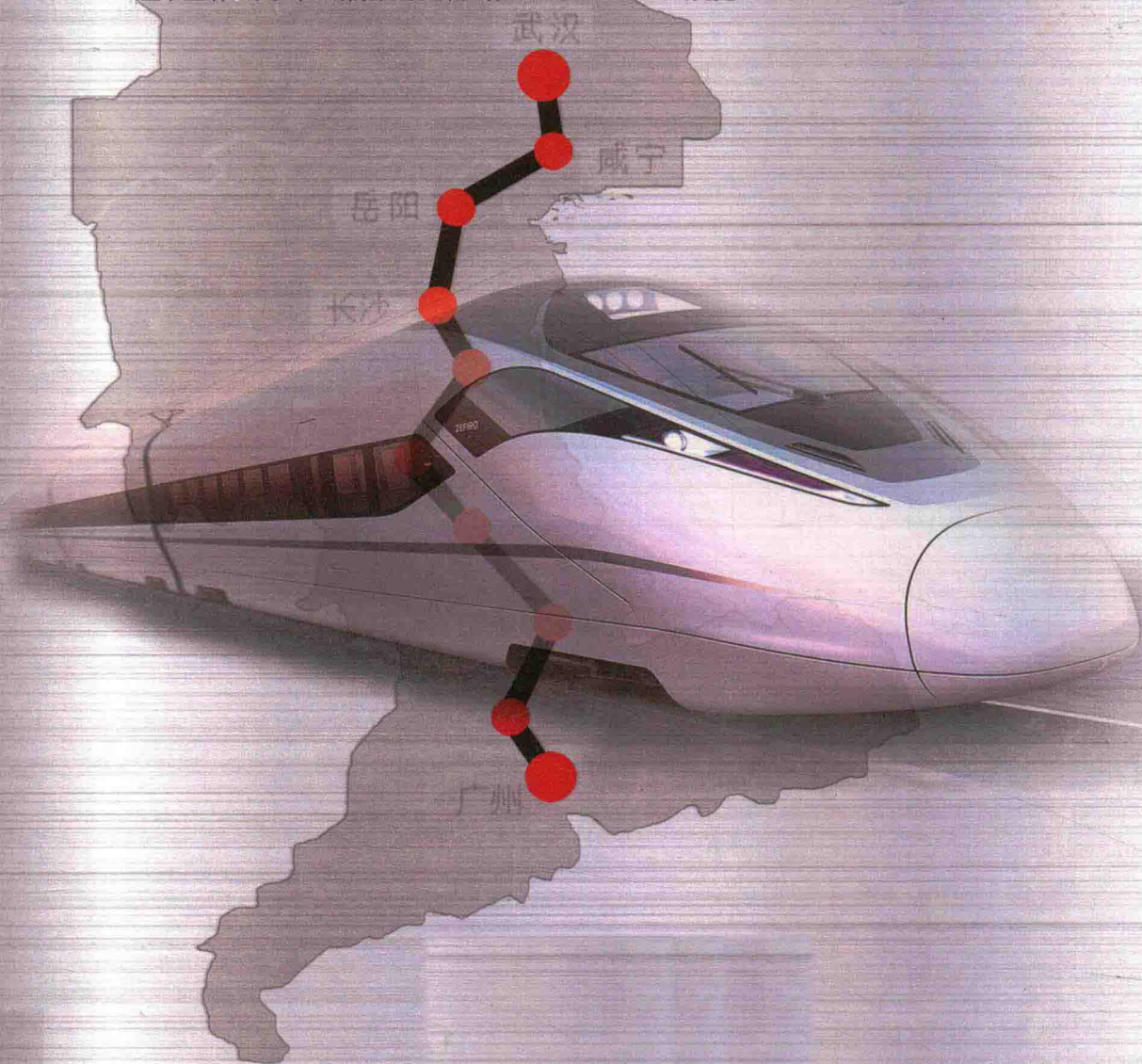


十二五国家重点出版物出版规划项目
湖北省学术著作出版专项资金资助项目

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



轨道工程

王玉泽◎主编

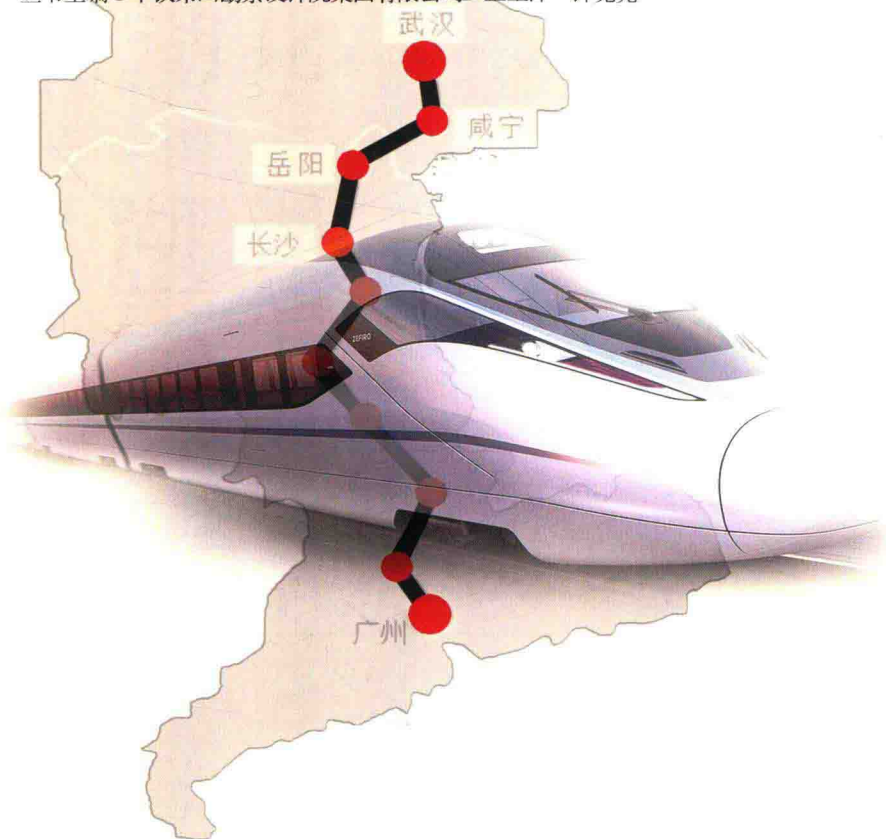
ZHONGGUO DIYITIAO CHANGDA GAOSU TIELU GANXIAN
(WUGUANG GAOTIE) JISHU CHUANGXIN GONGCHENG CONGSHU
GUIDAO GONGCHENG



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



轨道工程

ZHONGGUO DIYITIAO CHANGDA GAOSU TIELU GANXIAN
(WUGUANG GAOTIE) JISHU CHUANGXIN GONGCHENG CONGSHU
GUIDAO GONGCHENG

王玉泽◎主编



图书在版编目 (C I P) 数据

轨道工程 / 王玉泽主编. -- 武汉 : 湖北科学技术出版社, 2014.12

(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 978-7-5352-8184-5

I. ①轨… II. ①王… III. ①高速铁路—轨道(铁路)—铁路施工 IV. ①U238

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 178920 号

策 划: 何 龙 刘 玲

责任校对: 蒋静

责任编辑: 宋志阳

封面设计: 戴旻

出版发行: 湖北科学技术出版社

电话: 027-87679468

地 址: 武汉市雄楚大街 268 号

邮编: 430070

(湖北出版文化城 B 座 12-13 层)

网 址: <http://www.hbstp.com.cn>

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

17.75 印张 4 插页 430 千字

2015 年 12 月第 1 版

2015 年 12 月第 1 次印刷

定价: 98.00 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：王玉泽

副主编：孙 立

编 者：王森荣 张珍珍 李志红 崔国庆

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

武广高速铁路于2005年6月23日开工建设,2009年12月26日正式运营通车,至今已经安全运营逾5年。在这5年中,中国高速铁路经历了从无到有、从学习到追赶、再到领跑的过程。如今,中国已经是世界上高速铁路运营里程最长的国家,中国高速铁路俨然已经成为中国改革开放取得成功的名片!在这5年中,中国高铁的轨道技术获得了长足的发展,尤其在无砟轨道技术方面,不仅铺设无砟轨道的环境条件、地质条件、线下结构物特别是大跨度桥梁的应用范围不断拓展,而且这项成功至今还在继续!

更加难能可贵的是,武广高速铁路相对于其他高铁项目铺设无砟轨道的运营状况,其运营至今,除了个别路基地段纵连道床板二端因为道床与支承层之间黏结力不足发生局部上拱以外,基本上没有因为无砟轨道结构本身存在缺陷而对动车的正常运营产生影响,完全达到了当时对无砟轨道设计的高安全性、高可靠性、高平顺性、少维修性的要求。可以说,武广高速铁路是中国已通车运营高速铁路轨道结构状态最好的线路之一。

作为世界上第一条一次建成线路长度达1000km、列车运营速度达到350km/h的高速铁路,相对于常规铁路,武广高速铁路在轨道专业技术方面扮演着“拓荒者”的角色。武广高速铁路在轨道工程技术方面采用了大量的新技术、新工艺、新装备、新材料,创造了多项中国高速铁路轨道建筑技术的“第一次”,甚至世界高速铁路轨道建筑技术的“第一次”:国内第一次将叠合梁理论应用于无砟轨道结构设计,第一次进行了系统的无砟轨道相关设计参数测试及研究,第一条在高速铁路上大规模铺设CRTSⅠ型双块式无砟轨道,第一次在高速铁路上铺设减振型板式无砟轨道……;世界上第一条在桥上铺设板

式道岔的高速铁路,第一条铺设无砟钢轨伸缩调节器的高速铁路,第一条在钢箱拱上铺设无砟轨道的高速铁路,第一条在大梁缝地段铺设无砟轨道的高速铁路,第一次在高速铁路建设中采用工具轨法进行 CRTS I 型双块式无砟轨道施工……

作为中国高速铁路的第一个无砟轨道综合试验段,武汉无砟轨道综合试验段首次铺设了国产时速 350km 的轨枕埋入式 18 号无砟道岔,首次铺设了再创新 CRTS II 型板式无砟轨道,首次研发了 CRTS I 型双块式无砟轨道系统施工工艺及设备,首次在路基上铺设了单元不连续的 CRTS I 型双块式无砟轨道,首次编制了 CRTS I 型双块式轨枕制造图及相关技术条件,首次编写了水硬性支承层暂行技术条件……

武广高速铁路的建成通车,标志着我国真正进入了高速铁路时代,他将彻底改变中国人的出行理念,培育中国人的高速铁路经济概念,也将彻底改变外国人对中国铁路人的认识,对中国科技人的认识、甚至对中国人的认识!武广高速铁路是中国铁路的丰碑,也是世界铁路的丰碑!作为武广高速铁路设计单位总工程师,我为自己能够参与武广高速铁路这项历史工程而感到自豪!更为自己能够赶上这个时代、能够亲身参与缔造我国高速铁路的辉煌时代而感到自豪!

作为对于武广高速铁路轨道技术,尤其是无砟轨道结构设计技术的总结,本书主要对武广高速铁路铺设的主要无砟轨道结构设计做了较为详细的说明,对于一些主要的设计参数均做了较为系统的分析;同时为了力求直观,本书主要采用设计图样表示的方式,而较少采用长篇大论的叙述,对于那些纯粹的设计理论的东西也是尽可能力求简单。同时,由于很多轨道结构形式及轨道结构技术在武广高速铁路是第一次应用,对于一些后期根据武广高速铁路等项目的建设及运营经验进行了优化的设计参数,本书仍然忠于了原设计,这样难免会产生一些时空错位的问题。

本书的出版得到了中铁第四勘察设计院集团有限公司和湖北科学技术出版社的大力支持。在本书完成过程中,铁四院轨道所所长孙立教授及高级工程师付出了诸多心血审阅了全稿,得到了铁四院朱丹总工程师、许国平院副总工程师、许克亮院副总工程师、宋建恩教授级高级工程师、江凤林教授级高级

工程师、刘一平处总工程师的悉心指导,他们对本书提出了许多宝贵的意见。西南交通大学王其昌教授和中南大学陈秀方教授是本人进入轨道专业的老师,我在工作上,尤其是轨道专业技术上取得的点滴进步都是他们辛勤培育的结果。在开展高速铁路无砟轨道技术的研究过程中,始终得到中国铁路总公司赵国堂副总工程师,铁道科学研究院江成研究员、王继军研究员、范佳研究员、谢永江研究员,西南交通大学刘学毅教授、王平教授,北京交通大学高亮教授,铁一院魏周春教授级高级工程师,铁二院颜华教授级高级工程师、姚力教授级高级工程师,铁三院闫红亮教授级高级工程师、郭俪教授级高级工程师,中铁八局的钱振地教授级高级工程师的关心和支持。铁四院线路站场设计研究处李秋义教授级高级工程师、崔国庆教授级高级工程师、王森荣高级工程师、郜永杰高级工程师、张珍珍工程师、陈潇工程师为本书的编写提供了大量的资料;在此,对他们表示衷心的感谢!本书还参考了最近颁布的相关规范及国内外相关文献,对其编者或作者一并表示感谢!

由于个人水平和经验有限,书中不妥、疏漏之处在所难免,恳请批评指正!

最后,作者向长期以来关心、支持我的各位领导、专家和同事、朋友表示最衷心的感谢!

王玉泽

2015年4月26日于武汉

目 录

第一篇 铺设轨道类型方案研究

第 1 章 武广高速铁路概况 3

1.1 线路及轨道工程概况 3

1.1.1 线路工程概况 3

1.1.2 轨道工程概况 5

1.2 主要技术标准 6

1.2.1 线路主要技术标准 6

1.2.2 轨道工程主要结构标准 8

第 2 章 武广高速铁路无砟轨道研究与应用 13

2.1 轨道选型 13

2.1.1 高速铁路轨道技术特点 13

2.1.2 有砟轨道与无砟轨道的选择 13

2.1.3 无砟轨道结构形式的确定 14

2.2 铺设应用 15

2.2.1 不同类型无砟轨道铺设原则 15

2.2.2 不同无砟轨道铺设地段表 15

2.3 主要技术创新 22

第二篇 区间无砟轨道设计

第 3 章 CRTS I 型双块式无砟轨道结构计算及设计 27

3.1 CRTS I 型双块式无砟轨道结构组成 27

3.1.1	钢轨	27
3.1.2	扣件	31
3.1.3	双块式轨枕	36
3.1.4	道床板	36
3.2	CRTS I 型双块式无砟轨道结构计算	37
3.2.1	主要设计参数	37
3.2.2	列车活载作用下轨道结构计算	40
3.2.3	整体温度荷载作用下受力计算	42
3.2.4	温度梯度荷载作用下受力计算	43
3.2.5	线下基础变形作用下受力计算	44
3.2.6	混凝土收缩因素	46
3.2.7	荷载组合与结构配筋计算	46
3.3	武广高速铁路 CRTS I 型双块式无砟轨道双块式轨枕设计	52
3.3.1	双块式轨枕设计及制造原则	53
3.3.2	双块式轨枕结构设计	56
3.3.3	双块式轨枕制造要求	61
3.4	路基地段 CRTS I 型双块式无砟轨道设计	64
3.4.1	路基地段 CRTS I 型双块式无砟轨道结构组成	64
3.4.2	道床板结构设计	65
3.4.3	支承层设计	71
3.4.4	端梁结构设计	73
3.4.5	道床板施工缝结构设计	74
3.4.6	路基地段单元双块式无砟轨道结构设计	77
3.5	桥梁地段 CRTS I 型双块式无砟轨道设计	80
3.5.1	结构设计组成	80
3.5.2	道床板结构设计	84
3.5.3	抗剪凸台结构及其周围弹性垫板设计	87
3.5.4	桥梁保护层结构设计	95
3.6	隧道地段 CRTS I 型双块式无砟轨道设计	98
3.6.1	结构设计组成	98
3.6.2	道床板结构设计	101
3.7	钢轨伸缩调节器区轨枕埋入式无砟轨道结构设计	105
3.7.1	钢轨伸缩调节器无砟轨道总体结构设计	106
3.7.2	钢轨伸缩调节器无砟轨道受力计算分析	108
3.7.3	钢轨伸缩调节器区段无砟轨道结构配筋设计	111
3.8	特殊桥梁结构铺设 CRTS I 型双块式无砟轨道结构设计与应用	113
3.8.1	胡家湾特大桥 112m 提篮拱设置无砟轨道过渡板设计	113
3.8.2	汀泗河特大桥无砟轨道	118

第 4 章 CRTS I 型板式无砟轨道结构计算及设计	121
4.1 CRTS I 型板式无砟轨道结构组成	122
4.1.1 钢轨	122
4.1.2 扣件	122
4.1.3 轨道板	125
4.1.4 CA 砂浆调整层	125
4.1.5 板下减振橡胶垫层	125
4.1.6 凸型挡台	125
4.1.7 底座	127
4.2 CRTS I 型板式无砟轨道结构计算	127
4.2.1 主要计算参数	127
4.2.2 列车荷载作用下的受力计算	128
4.2.3 温度梯度荷载作用下的受力计算	129
4.2.4 整体温度荷载作用下的受力计算	129
4.2.5 混凝土收缩的影响计算	130
4.2.6 线下基础变形的影响计算	130
4.2.7 荷载组合	132
4.2.8 轨道板制造、运输和施工时受力计算	134
4.2.9 结构配筋设计与裂缝宽度检算	134
4.2.10 轨道板结构设计	135
4.2.11 凸型挡台受力计算与结构设计	140
4.3 路基地段 CRTS I 型板式无砟轨道设计	146
4.3.1 设计概况	146
4.3.2 结构组成及设计	146
4.3.3 配筋设计	149
4.4 桥梁地段 CRTS I 型板式无砟轨道设计	153
4.4.1 设计概况	153
4.4.2 结构组成及设计	153
4.4.3 结构设计	155
4.5 隧道地段 CRTS I 型板式无砟轨道设计	158
4.5.1 设计要求	158
4.5.2 设计图	159
4.6 特殊桥梁结构铺设 CRTS I 型板式无砟轨道设计	160
4.6.1 西华海特大桥无砟轨道设计	160
4.6.2 瓦屋特大桥铺设 CRTS I 型减振板式无砟轨道设计	163

第 5 章 武广高速铁路到发线无砟轨道	172
5.1 到发线轨道铺设概况	172
5.2 到发线双块式无砟轨道结构设计	173
5.2.1 钢轨	174
5.2.2 扣件	174
5.2.3 轨枕	175
5.2.4 道床板	175
5.2.5 支承层	175
5.2.6 保护层	176
5.2.7 综合接地	176
5.2.8 排水	176
5.3 道岔区轨枕埋入式无砟轨道	176
5.3.1 钢轨	176
5.3.2 扣件	176
5.3.3 道床板	177
5.3.4 混凝土底座	177
5.3.5 转辙机平台	177
5.3.6 综合接地	177
5.3.7 排水设计	177

第三篇 道岔区无砟轨道设计

第 6 章 武广高速铁路道岔区无砟轨道选型研究	181
6.1 高速铁路道岔区无砟轨道应用现状分析	181
6.1.1 国外高速铁路道岔区铺设无砟轨道概况	181
6.1.2 国内高速铁路道岔区铺设无砟轨道概况	182
6.2 武广高速铁路道岔区无砟轨道选型研究	183
6.2.1 岔区轨枕埋入式无砟轨道和板式无砟轨道结构特点分析	183
6.2.2 武广高速铁路道岔区无砟轨道铺设类型的衍化过程	184
6.2.3 武广高速铁路道岔区铺设无砟轨道情况	184

第 7 章 轨枕埋入式无砟轨道结构设计与应用	185
7.1 路基地段轨枕埋入式无砟轨道设计	185
7.1.1 设计概况	185

7.1.2 结构组成	185
7.1.3 道床板配筋设计	186
7.1.4 转辙机处结构设计图	189
7.2 桥梁地段轨枕埋入式无砟轨道设计	190
7.2.1 设计概况	190
7.2.2 结构组成	190
7.2.3 道床板配筋设计	199
7.2.4 纵横向限位挡台设计	200
7.2.5 桥面保护层结构设计	201
7.3 隧道地段道岔区轨枕埋入式无砟轨道设计	202
7.3.1 设计概况	202
7.3.2 结构组成	202
7.3.3 道床板设计	203

第 8 章 道岔区板式无砟轨道结构设计及应用 204

8.1 武广高速铁路道岔区板式无砟轨道工程概况及结构组成	204
8.1.1 武广高速铁路道岔区板式无砟轨道工程概况	204
8.1.2 武广高速铁路道岔区板式无砟轨道结构设计	205
8.2 路基地段道岔区板式无砟轨道设计	208
8.2.1 设计概况	208
8.2.2 结构组成	208
8.2.3 底座板设计	209
8.2.4 转辙机处设计	209
8.3 雷大桥特大桥道岔区纵连底座板式无砟轨道结构设计	210
8.3.1 工程概况	210
8.3.2 桥上道岔区板式无砟轨道结构设计	210

第四篇 无砟轨道接口及排水设计

第 9 章 武广高速铁路铺设无砟轨道对相关工程的设计要求 217

9.1 铺设无砟轨道对于路基专业技术要求	217
9.1.1 路基工后沉降要求	217
9.1.2 路基过渡段结构工程要求	218
9.1.3 路基基床表层材料渗透性要求	219
9.2 铺设无砟轨道对桥梁的专业技术要求	219
9.2.1 桥梁结构变形控制	219

9.2.2	轨道与桥梁的连接	221
9.2.3	梁端转角及梁端悬出长度	221
9.2.4	桥面排水	222
9.2.5	对桥梁线性及跨度的特殊要求	222
9.3	铺设无砟轨道对隧道的专业技术要求	222
第 10 章	武广高速铁路无砟轨道绝缘设计	223
10.1	轨道电路对无砟轨道绝缘的设计要求	223
10.1.1	轨道电路对无砟轨道钢筋的绝缘要求	223
10.1.2	绝缘卡的相关技术要求	223
10.1.3	涂层钢筋的相关技术要求	224
10.1.4	不同绝缘方式优缺点的比较	225
10.2	CRTS I 型双块式无砟轨道绝缘设计	226
10.2.1	连续浇筑式道床板	226
10.2.2	单元不连续式道床板	226
10.3	CRTS I 型板式无砟轨道绝缘设计	227
第 11 章	武广高速铁路综合接地设计	228
11.1	综合接地设计依据与原则	228
11.2	双块式无砟轨道综合接地设计	229
11.2.1	双块式无砟轨道连续道床板综合接地设计	229
11.2.2	双块式无砟轨道单元道床板综合接地设计	231
11.3	武广高速铁路 CRTS I 型板式无砟轨道综合接地设计	232
11.4	武广高速铁路道岔区轨枕埋入式无砟轨道综合接地设计	232
11.4.1	路基地段道岔区轨枕埋入式无砟轨道综合接地设计	232
11.4.2	桥梁地段道岔区轨枕埋入式无砟轨道综合接地设计	233
第 12 章	武广高速铁路无砟轨道排水设计	234
12.1	双块式无砟轨道排水设计	234
12.1.1	路基地段双块式无砟轨道排水设计	234
12.1.2	桥梁地段双块式无砟轨道排水设计	236
12.1.3	隧道地段双块式无砟轨道排水设计	236
12.2	CRTS I 型板式无砟轨道排水设计	236
12.2.1	路基地段 CRTS I 型无砟轨道排水设计	236
12.2.2	桥梁地段 CRTS I 型无砟轨道排水设计	237

12.2.3 隧道地段 CRTS I 型无砟轨道排水设计	238
------------------------------------	-----

第五篇 过渡段无砟轨道设计

第 13 章 有砟轨道与无砟轨道过渡段轨道设计	241
-------------------------------	-----

13.1 武广高速铁路正线有砟轨道与无砟轨道过渡段轨道设计	241
13.1.1 武广高速铁路有砟轨道与无砟轨道结构设计	241
13.1.2 道砟胶技术要求	242
13.2 武广高速铁路道岔区无砟轨道岔后过渡段轨道设计	246

第 14 章 CRTS I 型双块式无砟轨道与 CRTS I 型板式无砟轨道 过渡段结构设计	248
---	-----

第 15 章 道岔区与区间无砟轨道过渡段设计	251
------------------------------	-----

15.1 道岔区轨枕埋入式无砟轨道与区间 CRTS I 型双块式无砟轨道过渡	251
15.2 道岔区轨板式无砟轨道与区间 CRTS I 型双块式无砟轨道过渡	253

第 16 章 不同线下结构物过渡段无砟轨道设计过渡	256
---------------------------------	-----

16.1 路基与桥梁过渡段双块式无砟轨道结构设计	256
16.2 路基与隧道过渡段双块式无砟轨道结构设计	258
16.3 桥梁与隧道过渡段双块式无砟轨道结构设计	259
16.3.1 桥隧之间夹短路基(长度大于 10m)过渡段无砟轨道设计	260
16.3.2 桥隧之间夹短路基(长度小于 10m)过渡段无砟轨道设计	262
16.3.3 桥梁和隧道相连过渡段无砟轨道设计	263
16.3.4 桥梁和明洞相连过渡段无砟轨道设计	264

参考文献	265
------------	-----