

高速铁路建设典型工程案例

GAOSU TIELU JIANSHE DIANXING GONGCHENG ANLI

路基工程

卢春房 主编



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

高速铁路建设典型工程案例

路基工程

卢春房 主编

中国铁道出版社

2015年·北京

图书在版编目(CIP)数据

路基工程/卢春房主编. —北京:中国铁道出版社,2015.4

(高速铁路建设典型工程案例)

ISBN 978-7-113-20109-8

I. ①路… II. ①卢… III. ①路基工程—工程施工—案例—中国
IV. ①U416.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 055157 号

高速铁路建设典型工程案例

书 名: 路 基 工 程

作 者:卢春房 主编

策 划:田京芬

责任编辑:江新锡 程东海 徐 艳 张 瑜

编辑部电话:010-51873193

封面设计:崔 欣

责任校对:胡明锋

责任印制:郭向伟

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: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:30 字数:763 千

书 号:ISBN 978-7-113-20109-8

定 价:85.00 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

2004年,国务院批准《中长期铁路网规划》,我国铁路进入以高速铁路建设为重点的加速发展期。自2005年京津城际、武广客专等高速铁路项目开工建设,到2014年底沪昆(杭怀段)、兰新、贵广、南广、成绵乐等高速铁路项目相继开通,十年建成高速铁路1.6万公里,超过世界其他国家高速铁路运营里程总和,基本形成了以京沪高速铁路为代表的“四纵四横”高速铁路主骨架网。已开通高速铁路项目的工程质量经受了运营检验,运行品质得到了各界肯定,塑造了中国高速铁路“技术先进,安全可靠,性价比高”的国际品牌。按照“十二五”铁路建设目标的要求,到2015年底,铁路总营业里程将达到12万公里,其中高速铁路将达到1.9万公里,必将为进一步提升运输服务水平,推动中国高速铁路“走出去”,开创铁路改革发展新局面,促进我国社会经济全面发展做出新的贡献。

我国幅员辽阔,地形、地貌、地质复杂多样,但高速铁路的建设标准和技术标准却不能因此降低。在近十年的高速铁路建设过程中,广大铁路建设者克服了施工环境艰苦、地质条件复杂、自然灾害多发,以及其他客观条件造成的种种困难,在设计和施工中不断进取创新,解决了一大批高速铁路建设中的复杂、疑难问题,为保证高速铁路质量及运营安全奠定了坚实基础。身为铁路建设者的一员,我有幸亲历了这一过程,深知其间的艰辛和不易。如武广高速铁路汀泗河大桥为当时我国首座高速铁路主跨140米钢箱系杆拱桥,开创了大跨度钢桥铺设无砟轨道的先河,施工中研发了高速铁路大跨度钢桥无砟轨道线形确定、超距离测量精确控制等技术,成功解决了大跨度钢桥无砟轨道施工难题,填补了国内外空白;哈大高速铁路则是我国也是世界上第一条严寒地区无砟轨道高速铁路,为克服路基冻胀等世界级难题,通过采取表面封堵、深层渗排、优化填料、强化本体等一系列综合防治措施,使冻胀现象得到了明显抑制,冬季轨道状态保持良好,运营安全平稳。类似案例,不胜枚举。在这些工程实践中,铁路建设者们视困难为挑战,不断探索和总结,创造性地开发了一系列工艺、工法和施工装备,为提高我国的高速铁路建设技术水平作出了卓越贡献。

为总结高速铁路建设技术疑难问题处理的经验,为今后高速铁路建设提供借鉴,我提议编撰了《高速铁路建设典型工程案例》系列丛书。本丛书全套共有路基工程、桥梁工程、隧道工程、轨道工程、站场工程、站房工程、四电工程七个分册,分别就高速铁路建设中各专业成功处理的典型复杂案例进行了分析和总结,希望能够为铁路建设、设计、施工、监理等单位的同志们提供帮助。社会各界的业内人士

也可以通过本丛书了解铁路建设工程技术的发展现状,或作为相关工程技术研究的参考。

一年多的编撰过程中,来自中国铁路总公司工程管理中心、各铁路建设单位及中国中铁、中国铁建等单位的编写者们付出了诸多心血,李志义、邹振华进行了编撰组织工作,施德良、朱振升、蔡申夫、鞠家星、赵国堂、周孝文、吴克非、张梅、王志坚、何志军、盛黎明、赵勇、徐尚奎、陈璞、辛维克等同志提出了宝贵意见,朱旭、上官涛、黎庶、潘洪海、尤昌龙、刘增杰、游旭、李吉林、黄文勇、苏杭、梁生武、刘永红、路晓彤、武汝涵等同志承担了丛书的资料收集、整理及校对工作,在此一并表示感谢!

最后,也藉本书向长期战斗在铁路建设一线的同志们致敬!

李志义

2015年3月于北京

前 言

自 2005 年京津城际铁路开工以来,我国铁路建设进入了高速铁路时代,相继建成了京沪、京广、哈大等一系列长大干线高速铁路,至 2014 年底,我国高速铁路总里程已达到 16 000 公里。总结近十年的高速铁路建设经验,控制路基变形是十分关键和重要的技术环节。我国幅员辽阔,地质情况复杂,从海相、湖相、河相的淤泥质软土到山前冲淤积软土、松软土、冲洪积土,从湿陷性黄土、膨胀土、盐渍土、戈壁土、冻土等特殊岩土到城乡经济发开展采地下水、油、矿藏等活动干扰,地质条件千差万别,决定了高速铁路路基工程技术的多样性和复杂性。

地处严寒地区的哈大、沈丹、盘营等客专,克服了路基冻胀问题的困扰;东部及沿海地区修建的京津、沪杭、杭甬等城际铁路,经受了深厚软基沉降变形的考验;地处中南部石灰岩地区的武广、沪昆高速铁路,克服了岩溶地基引发的局部路基变形;穿越西北沙漠地区的兰新二线,处理了含有膨胀性矿物引起的戈壁土地基隆起;途径湿陷性黄土地区的郑西、西宝客专,研究措施控制了路基的湿陷性沉降;京广高速铁路在途经华北经济带中,破解了区域性沉降导致线路变形的难题等。建设者们经过不懈努力和探索实践,成功解决了困扰、影响路基沉降变形稳定的诸多问题。但随着高速铁路建设规模的不断扩张,随之而来的各类新课题仍有待继续探索、研究、解决。

本书为《高速铁路建设典型工程案例》中的《路基工程》分册,收录了 5 个专题共 12 篇文章,分别介绍了东南沿海和沪杭高铁的深厚淤泥质软土路基,西北地区郑西、西宝客专的湿陷性黄土路基,东北严寒地区哈大、沈丹、哈齐客专的冻土路基,武广、京沪、沪昆客专的岩溶路基,以及京广高铁在河北、河南段的区域性地面沉降路基等典型案例。虽然没有完全涵盖高速铁路建设中的全部路基难题,但其中对问题的分析、研究、解决方法和经验值得大家借鉴和学习,我们深望此书对您能有所启迪。

本书由中国铁路总公司工程管理中心牵头编撰组织,参与本书编写的主要单位有:上海铁路局、京沪高速铁路股份有限公司、郑西铁路客运专线有限责任公司、哈大铁路客运专线有限责任公司、京广铁路客运专线河南有限责任公司、武广铁路客运专线有限责任公司、京沈铁路客运专线辽宁有限责任公司、京石铁路客运专线有限责任公司、西成铁路客运专线陕西有限责任公司、沪昆铁路客运专线

湖南有限公司、哈齐铁路客运专线有限公司等。中国铁路总公司工程管理中心刘彬、吴蕾、顾秋来、尤昌龙、张先军、陈福、刘好正等负责组织本书的资料整理、审核和校对工作。

由于参与编写人员的水平有限,加之编写时间仓促,不当之处在所难免,敬请读者不吝赐教,以利改正。

2015年3月

目 录

第一篇 东南沿海铁路深厚软土地基处理技术

1 软土路基概述	3
1.1 沿海软基主要特征	3
1.2 主要技术标准和工程措施	3
1.3 软基加固处理总体效果与评价	4
2 CFG 桩软基加固案例	5
2.1 案例 1:DK XX+673.82~DK XX+810	5
2.2 案例 2:DK XX+405~DK XX+775	18
2.3 案例 3:DK XX+860.27~DK XX+034	25
2.4 CFG 桩加固处理小结	35
3 碎石注浆桩加固案例	35
3.1 案例 1:A 车站框架桥两侧碎石注浆桩加固案例	36
3.2 案例 2:B 车站碎石注浆桩加固案例	45
3.3 碎石注浆桩处理小结	52
4 总结和建议	52
4.1 总 结	52
4.2 建 议	53

第二篇 沪杭高速铁路深厚软土路基处理技术

1 软土路基概述	57
1.1 铁路软土路基处理技术发展历程	57
1.2 沪杭高铁无砟轨道软土路基面临的主要疑难问题	57
2 软土路堤跨越地下结构物的设计与施工技术	58
2.1 工程概况	59
2.2 难点问题分析	61
2.3 对策措施	62

2.4 实施效果	76
2.5 小 结	78
3 运营条件下软土路基平面变形控制技术	79
3.1 工程概况	79
3.2 难点问题分析	81
3.3 对策措施	83
3.4 实施效果	96
3.5 小 结	97
4 运营条件下软土路基沉降变形处理技术	97
4.1 工程概况	98
4.2 难点问题分析	100
4.3 对策措施	101
4.4 实施效果	112
4.5 小 结	116
5 邻近既有线的软基处理变形控制技术	116
5.1 工程概况	117
5.2 难点问题分析	117
5.3 对策措施	118
5.4 实施效果	123
5.5 小 结	124
6 总 结	124

第三篇 郑西高速铁路湿陷性黄土路基处理技术

1 概 述	129
1.1 郑西高速铁路路基工程概况	129
1.2 沿线湿陷性黄土特征	130
2 湿陷性黄土路基修建中疑难问题分析	130
3 湿陷性黄土路基工程相关试验研究	132
3.1 试验目的、内容	132
3.2 试验主要结论	133
4 路基黄土填料改良与填筑	134
4.1 路基黄土填料改良试验	134

4.2 黄土路基填料改良及施工的实施	137
4.3 实施效果	138
5 湿陷性黄土地基处理	138
5.1 铁路路基湿陷性黄土地基处理总体思路	138
5.2 湿陷性黄土地基挤密桩处理技术疑难问题及解决途径	139
5.3 湿陷性黄土地基处理桩板结构技术	140
5.4 长短桩地基处理技术	144
6 湿陷性黄土路基防排水	147
6.1 一般地段黄土路基防排水设计原则	147
6.2 黄土路基防排水设计	147
7 典型案例	149
7.1 湿陷性黄土地基处理案例	149
7.2 路基防排水案例	152
8 结语与展望	155
8.1 结 语	155
8.2 展 望	156

第四篇 西宝客专湿陷性黄土地基处理技术

1 概 述	159
1.1 工程概况	159
1.2 工程地质及水文地质	159
1.3 湿陷性黄土地基处理存在的疑难点	164
2 湿陷性黄土地基处理概况	164
2.1 湿陷性黄土地基处理原则	164
2.2 本线湿陷性黄土地基处理类型	165
3 典型案例	165
3.1 高填方地段组合桩地基处理技术	165
3.2 不同条件下埋入式连续桩板结构地基处理技术	172
3.3 黄土深坑地段复合地基+筏板地基处理技术	182
4 湿陷性黄土地基处理效果	186
4.1 质量检测	186

4.2 沉降观测与评估	186
4.3 动态检测	186
4.4 运营情况	187
5 结论及建议	188
5.1 不同桩体材料挤密桩技术	188
5.2 埋入式连续桩板结构技术	188
5.3 黄土取土坑处理技术	188

第五篇 哈大高铁路基冻胀防治技术

1 概 述	191
1.1 路基冻胀的概念及冻土分区	191
1.2 我国东北季节性冻土地区路基冻胀情况	192
1.3 高速铁路无砟轨道路基冻胀防治技术难点	192
2 哈大高铁路基冻胀情况	193
2.1 工程概况	193
2.2 路基防冻胀设计原则及过程优化	193
2.3 施工过程质量控制	203
2.4 路基冻胀情况	203
3 路基冻胀原因分析	205
4 冻胀整治措施	207
4.1 冻胀整治原则	207
4.2 整治措施	208
4.3 小 结	213
5 冻胀观测及整治效果	213
5.1 冻胀观测	213
5.2 整治效果	217
6 案例分析	218
6.1 DK130+195~DK130+980	218
6.2 DK179+478~DK180+408	220
7 结论和建议	223
7.1 严寒地区高速铁路路基冻胀不可避免但可采取工程措施控制	224

7.2 严寒地区高铁路基冻胀存在一定规律可循	224
7.3 严寒地区高速铁路路基冻胀通过科学整治可有效控制	224
7.4 严寒地区高速铁路运营安全能够得到保证	225
7.5 建 议	225

第六篇 沈丹客运专线路基冻胀防治技术

1 概 述	229
1.1 地理位置及气候条件	229
1.2 工程地质及水文地质	230
1.3 沈丹客专路基工程概况	230
2 沈丹客专路基冻胀技术难点	230
2.1 填料差异大	231
2.2 过渡频繁	231
2.3 山区富水	231
2.4 地层风化不均	231
2.5 防冻标准不完善	231
2.6 缺少高寒区高铁建设经验	231
3 路基防冻胀设计	232
3.1 沈丹客专路基防冻胀设计原则	232
3.2 沈丹客专路基防冻胀措施	232
4 冻胀观测验证及优化设计	232
4.1 2012~2013 年冻胀观测变形结果分析	232
4.2 优化设计	234
5 路基防冻胀施工控制要点	237
5.1 路基填筑	237
5.2 渗水盲沟	237
6 路基防冻胀技术措施效果及评估	237
6.1 混凝土基床措施	237
6.2 基床表层 A、B 组土路基	238
6.3 渗水盲沟措施	239
6.4 防冻胀措施效果	240
7 案例分析	240
7.1 DK34+170~DK34+247 盲沟工点	240

7.2 DK36+932.00~DK37+294.14 盲沟工点	241
8 结论与建议	243
8.1 结 论	243
8.2 建 议	244

第七篇 哈齐客运专线路基冻胀防治技术

1 概 述	247
1.1 哈齐客专地理位置及气候特点	247
1.2 工程地质概况	248
1.3 路基工程概况	249
2 哈齐客专路基防冻胀技术难点	249
2.1 无砟轨道路基变形要求严格	249
2.2 气候条件恶劣	249
2.3 地下水丰富且线间排水不畅	249
2.4 高速铁路路基防冻标准尚不完善	250
2.5 缺少高寒区高速铁路建设经验	250
3 路基防冻胀设计	250
3.1 基床设计	250
3.2 路基面防排水设计	251
4 冻胀监测验证及优化设计	253
4.1 路基冻胀变形监测	253
4.2 2012~2013 年冻胀监测结果分析	256
4.3 防冻措施补强设计	257
5 路基防冻胀施工控制要点	260
5.1 路基填筑施工	261
5.2 混凝土基床施工	262
5.3 保温护道施工	263
5.4 渗水盲沟施工	263
5.5 排水通道搭板施工	264
5.6 路基表面封水层及排水坡施工	264
6 路基防冻胀技术措施效果及评估	265
6.1 混凝土基床	265

6.2 渗水盲沟	267
6.3 A、B组土路基	269
6.4 防冻胀措施效果	270
7 案例分析	270
7.1 填料路堤设置盲沟	270
7.2 混凝土基床	272
8 结论和建议	273
8.1 结 论	273
8.2 建 议	274

第八篇 武广客运专线岩溶路基处理技术

1 概 述	277
1.1 岩溶路基处理技术发展现状	277
1.2 高速铁路岩溶路基处理的技术难点	278
2 武广客运专线岩溶路基分布与解决方案	278
2.1 武广客运专线岩溶路基分布	278
2.2 武广客运专线岩溶路基处理技术难题及处理策略	281
3 武广客运专线局部裸露型岩溶区路基处理	282
3.1 工点概况及勘察	282
3.2 工点设计应对措施	283
3.3 工点施工应对措施	283
3.4 工点检测及验收应对措施	288
3.5 工点运营效果评价	289
3.6 工点小结	290
4 武广客运专线串珠状空洞岩溶区路基处理	291
4.1 工点概况及勘察	291
4.2 工点设计应对措施	292
4.3 工点施工应对措施	294
4.4 工点检测及验收应对措施	297
4.5 工点运营效果评价	300
4.6 工点小结	300
5 武广客运专线承压水岩溶发育区路基处治	301
5.1 工点概况及勘察	301

5.2 工点设计应对措施	303
5.3 工点施工应对措施	306
5.4 工点检测及验收应对措施	309
5.5 工点运营效果评价	310
5.6 工点小结	311
6 武广客运专线岩溶路基处理技术总结及建议	312
6.1 武广客运专线岩溶路基处理技术总结	312
6.2 对高速铁路岩溶路基处理有关规范的若干修订建议	313
6.3 对高速铁路岩溶路基标准化建设的若干建议	314
6.4 高速铁路岩溶路基段运输安全保护有关规范的建议	314
6.5 对高速铁路岩溶路基信息化监控的建议	315
6.6 高速铁路岩溶路基的进一步研究内容	315

第九篇 京沪高速铁路岩溶路基处理技术

1 概 述	319
1.1 岩溶路基的基本概念和分类	319
1.2 岩溶路基处理技术的发展和现状	320
1.3 高速铁路岩溶路基处理的技术难点	321
2 京沪高速铁路岩溶路基处理原则	321
2.1 京沪高速铁路概况	322
2.2 京沪高速铁路岩溶路基分布及分类	326
2.3 京沪高速铁路岩溶路基稳定性评价	326
2.4 京沪高速铁路岩溶路基处理原则	328
3 京沪高速铁路岩溶路基重难点工程施工技术	328
3.1 DK687+899~DK689+860 裸露型岩溶路基	329
3.2 DK496+265~DK498+150 浅覆盖型岩溶路基	338
3.3 DK982+612~DK983+060 浅覆盖型岩溶路基	343
4 京沪高速铁路岩溶路基运营效果评价	351
4.1 岩溶路基施工期的沉降	351
4.2 运营期间的沉降	354
5 结论和建议	355

第十篇 长昆客运专线湖南段岩溶路基施工技术

1 概 述	359
1.1 岩溶路基概况	359
1.2 主要技术标准	360
1.3 长昆客专湖南段岩溶路基分布和特点	360
2 岩溶路基的技术难点	361
2.1 查清岩溶分布难	361
2.2 岩溶路基坍塌及地基沉降控制难度大	361
2.3 岩溶注浆加固范围控制难度大	361
2.4 注浆工艺选择难	362
2.5 注浆效果准确评价难度大	362
2.6 复杂岩溶桩基成桩控制难	362
3 岩溶路基难点的对策	362
3.1 多种方法分阶段查清岩溶发育情况	362
3.2 动态设计地基处理方案	363
3.3 帷幕注浆控制岩溶注浆加固范围	363
3.4 不同类型的溶洞采用针对性的施工处理措施	364
3.5 多手段应用评定注浆效果	364
3.6 复杂岩溶桩基穿越溶洞施工	364
3.7 斜岩钻孔桩纠偏施工	365
4 典型案例	365
4.1 DK335+311~DK336+248 段岩溶路基勘察设计	365
4.2 DK424+025~DK424+270 段岩溶路基工点施工过程控制	369
4.3 怀化站岩溶区钻孔桩成桩控制	375
5 结论及建议	380

第十一篇 京广高速铁路河北段路基不均匀沉降处理技术

1 概 述	383
1.1 铁路线位	383
1.2 自然特征	383
1.3 不均匀沉降区修建高速铁路的技术难题	385
2 不均匀沉降对线路的影响	386
2.1 区域沉降	386

2.2 对线路的影响	391
3 不均匀沉降原因	391
3.1 抽取浅层地下水对不均匀沉降的影响	391
3.2 堆载对局部路基不均匀沉降的影响	395
3.3 桩长差异对不均匀沉降的影响	395
4 路基沉降的趋势预测和相关对策实施	396
4.1 路基沉降的趋势预测	396
4.2 相关对策实施	398
5 案例分析	404
5.1 涿州东站 DK60+500~DK62+532(K56+742~K58+800)	404
5.2 区间 DK156+500~DK158+219(K148+501.2~K150+220.3)	409
5.3 邢台东站 DK388+779.48~DK389+177.9(K399+215~K399+613.42)	414
5.4 邯郸东站 DK442+073.42~DK442+333.15(K452+206~K452+629)	417
6 总结与建议	423
6.1 总 结	423
6.2 建 议	423

第十二篇 京广高速铁路河南段地面沉降控制技术

1 概 述	427
2 区域内地面沉降对线路工程的影响	427
3 地面沉降产生的原因分析	428
3.1 大范围地面沉降产生的原因分析	428
3.2 小范围地面沉降产生的原因分析	428
4 针对地面沉降对线路工程的影响采取的应对措施	429
4.1 控制地下水抽采	429
4.2 城市建筑及堆土等附加荷载的处理	429
4.3 线路纵断面拟合	430
4.4 长期监测	430
5 采取应对措施后的效果评价	431
5.1 沉降变化评价	431
5.2 水位变化评价	431