


左珅 徐林荣 黄金梅 李晋◎著



# 复杂施工环境下运营路基 服役性能 评估与安全对策



中国水利水电出版社  
www.waterpub.com.cn

## 内 容 提 要

本书针对复杂施工环境下运营路基服役性能评估与安全对策问题,阐述了复杂施工环境下运营铁路路基状态影响分析、运营路基状态现场试验、运营路基变形理论分析与稳定性计算、运营路基服役状态数值分析、工程措施对运营铁路路基服役状态的影响、复杂地质条件下运营铁路路基顶管施工技术、运营铁路路基服役状态评估、运营路基邻近施工组织与管理、京沪高铁与沪宁城际并行段项目施工管理等内容。

本书可作为土木工程及相关领域的科研、设计和施工人员的技术参考书。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

复杂施工环境下运营路基服役性能评估与安全对策 / 左珅等著. —北京: 中国水利水电出版社, 2019. 9

ISBN 978-7-5170-8090-9

I. ①复… II. ①左… III. ①公路路基—工程施工②铁路路基—铁路施工③公路路基—公路养护④铁路路基—铁路养护 IV. ①U416.1②U213.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 228292 号

书 名	复杂施工环境下运营路基服役性能评估与安全对策 FUZA SHIGONG HUANJING XIA YUNYING LUJI FUYI XINGNENG PINGGU YU ANQUAN DUICE
作 者	左 珅 徐林荣 黄金梅 李 晋 著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京智博尚书文化传媒有限公司
印 刷	三河市元兴印务有限公司
规 格	185mm×260mm 16开本 15.75印张 377千字
版 次	2020年1月第1版 2020年1月第1次印刷
印 数	0001—2000册
定 价	78.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

# 前 言

近十年来,我国交通基础设施建设飞速发展,公路、铁路网覆盖面愈来愈大,大规模的公路、铁路建设促进了路基工程的发展,同时也带来了一系列新的技术问题。其中,伴随路网的加密,邻近施工对运营公路、铁路路基服役状态的影响最为显著,对路基设计与施工技术提出了更高的要求。如何确保复杂施工环境下路基的运营安全,是公路、铁路建设者与管理者面临的重要课题。

本书针对复杂施工环境下运营路基服役性能评估与安全对策问题,以沪宁城际铁路建设项目为工程实例背景,围绕临近施工影响下路基变形与安全监控、运营线路组织管理等开展专题论述,研究通过静动力现场测试、理论分析、有限元计算与轨检车资料分析等手段,主要取得了以下成果:提出一套静、动力相结合的运营路基安全监控方法;考虑路基基坑开挖与地基沉桩,建立了计算邻近运营路基径向应力与位移的解析公式;采用有限元模型获取获取运营路基振动位移、振动加速度及侧向位移的阈值,为测试与计算数据提供安全控制标准;提出并在工程现场成功实施了地基处理设计变更和边坡防护措施,重点研究复杂地质条件下临近路基顶管施工技术;基于灰色理论与神经网络原理,建立运营路基状态评估模型,进行指标归一化处理,BP神经网络减小分配权重过程误差,实现多指标影响下运营路基状态评价;详细论述复杂施工环境下铁路路基施工组织与管理方法。

复杂施工环境下运营路基安全保障问题,给研究人员、工程技术人员与管理部门既带来了挑战,也带来了机遇。本书由来自高校、设计院、科研单位与工程一线的技术人员,结合多年设计理论研究与工程实践的经验合作编写而成,其目的是为广大公、铁路设计、建设与管理提供一本实用的参考书。

全书由山东交通学院左坤、李晋,中南大学徐林荣,中交一公局黄金梅、彭楠楠、颜晶、孙国鸿、尹胜龙等合作完成。

本书在编写过程中参考了国内外许多专家学者的研究成果和文献,同时本书的编辑、出版和发行得到了中国水利水电出版社的大力支持,在此一并致以衷心的感谢。

本书的出版得到了山东省自然科学基金(ZR201702180333)、山东省重点研发计划“基于动力特性的运营铁路路基失稳预报预警与服役性能评价研究”(项目编号:2019GSF111008)、国家自然科学基金面上项目“高铁软土路基工后沉降控制效果‘变形-状态’机理分析”(项目编号:51778634)、山东省高等学校科研计划(J17KA209)、山东交通学院博士科研启动基金的资助。

由于公路工程技术发展迅速,路基设计方法与建设技术不断更新,加之编者水平所限,书中难免存在不妥之处,诚望得到读者批评、指正。

作 者

2019年4月

# 目 录

前言

第1章 绪论 .....	1
1.1 背景与意义 .....	1
1.2 国内外研究现状 .....	2
1.2.1 铁路路基外部扰动 .....	2
1.2.2 铁路路基使用性能 .....	4
1.2.3 铁路路基检测评价 .....	11
1.2.4 存在的问题 .....	13
第2章 复杂施工环境下运营铁路路基状态影响分析 .....	14
2.1 铁路路基状态影响因素概述 .....	14
2.1.1 内部影响因素 .....	14
2.1.2 一般外部影响因素 .....	14
2.1.3 邻近施工扰动因素 .....	15
2.2 施工邻近程度界定 .....	16
2.3 邻近施工扰动过程分析 .....	19
2.4 小结 .....	21
第3章 复杂施工环境下运营路基状态现场试验 .....	22
3.1 试验现场场地概况 .....	22
3.2 运营路基动力测试 .....	23
3.2.1 测试方案 .....	24
3.2.2 测试结果分析 .....	31
3.3 运营路基静力测试 .....	37
3.3.1 测试方案 .....	38
3.3.2 元件埋设 .....	39
3.3.3 测试结果分析 .....	41
3.4 小结 .....	45
第4章 复杂施工环境下运营路基变形理论分析与稳定性计算 .....	46
4.1 列车动荷载影响效应分析 .....	46
4.1.1 火车振波传递规律 .....	46
4.1.2 火车振波估算 .....	48
4.2 路基本坑开挖扰动效应力学分析 .....	49
4.2.1 路基本坑开挖力学性状分析 .....	49

4.2.2	路基基坑开挖周边区域解析解 .....	50
4.2.3	工程实例计算 .....	53
4.3	沉桩施工扰动效应力学分析 .....	55
4.3.1	沉桩过程挤土作用 .....	55
4.3.2	沉桩挤土圆孔扩张理论分析 .....	55
4.3.3	工程实例计算分析 .....	61
4.4	路基稳定性分析 .....	65
4.4.1	路基边坡稳定性计算 .....	65
4.4.2	路基动力稳定性评价 .....	70
4.5	小结 .....	73
第5章	复杂施工环境下运营路基服役状态数值分析 .....	74
5.1	路基数值计算模型 .....	74
5.1.1	模型建立 .....	74
5.1.2	列车荷载 .....	76
5.1.3	模型验证 .....	78
5.2	运营路基服役状态分析 .....	79
5.2.1	施工扰动下运营路基最危险阶段 .....	79
5.2.2	施工扰动下列车运行控制 .....	81
5.2.3	最不利条件下运营路基状态 .....	83
5.3	运营路基稳定阈值 .....	89
5.4	小结 .....	90
第6章	工程措施对运营铁路路基服役状态的影响 .....	92
6.1	地基处理方式变更 .....	92
6.2	运营路基开挖边坡防护措施 .....	95
6.3	紧邻既有线静压预应力管桩施工技术 .....	96
6.3.1	紧邻既有线管桩施工工法特点 .....	97
6.3.2	紧邻既有线管桩施工技术 .....	97
6.3.3	施工安全措施 .....	99
6.3.4	应用效果 .....	100
6.4	紧邻既有线成桩控制技术效果分析 .....	101
6.4.1	有限元分析模型 .....	101
6.4.2	静压管桩施工应力释放孔作用分析 .....	103
6.4.3	静压施工效果分析 .....	104
6.4.4	管桩施工顺序影响分析 .....	105
6.5	小结 .....	109
第7章	复杂地质条件下运营铁路路基顶管施工技术研究 .....	110
7.1	顶管施工技术研究现状 .....	110
7.1.1	施工扰动对土壤结构的破坏 .....	110

7.1.2	施工扰动对轨道变形的影响	112
7.1.3	施工开挖面稳定性研究	113
7.2	复杂地质条件下顶管施工技术	115
7.2.1	富水砂层地质条件下顶管施工技术	115
7.2.2	岩层顶管机施工技术	120
7.3	有限元数值模拟及分析	124
7.3.1	土体本构模型的建立及参数假定	125
7.3.2	模型变形分析	126
7.3.3	顶进参数分析	126
7.4	运营铁路路基顶管施工控制及效益分析	127
7.4.1	质量控制	127
7.4.2	安全控制	129
7.4.3	经济效益	130
7.4.4	社会效益	131
7.5	小结	131
<b>第8章</b>	<b>运营铁路路基服役状态评估</b>	<b>132</b>
8.1	路基状态评估存在的问题	132
8.2	评价基本原理	133
8.2.1	评价思路	133
8.2.2	灰色聚类模型	134
8.2.3	人工神经网络	135
8.3	模型指标的建立	140
8.4	运营路基状态评估	141
8.4.1	灰色评估	141
8.4.2	BP神经网络评价	144
8.5	运营路基轨检资料分析验证	151
8.6	小结	155
<b>第9章</b>	<b>复杂施工环境下运营路基邻近施工组织与管理</b>	<b>156</b>
9.1	铁路施工项目集成管理	156
9.1.1	基本概念	156
9.1.2	施工项目集成管理与传统管理的区别	158
9.1.3	铁路施工项目集成管理构架	158
9.2	沪宁城际铁路施工项目集成管理	160
9.2.1	工程概况	160
9.2.2	沪宁铁路施工项目集成管理计划的制订	161
9.2.3	施工集成管理计划的编制步骤	161
9.3	沪宁城际铁路施工项目集成管理的关键控制工程	162
9.4	沪宁铁路路基工程集成管理控制	164

9.4.1	三大控制目标 .....	164
9.4.2	集成管理计划实施的偏差分析及控制 .....	171
9.4.3	高速铁路路基施工安全与风险控制 .....	173
9.5	施工集成管理计划的实施、控制和预测 .....	175
9.6	小结 .....	177
<b>第10章</b>	<b>京沪高铁与沪宁城际并行段项目施工管理研究 .....</b>	<b>178</b>
10.1	并行段工程项目概况 .....	178
10.2	并行段项目施工管理的内容及任务 .....	179
10.3	并行段项目质量安全管理与控制 .....	180
10.3.1	并行段项目质量安全目标 .....	180
10.3.2	质量安全保证体系及措施 .....	181
10.3.3	加强质量安全管埋, 深化过程控制 .....	186
10.3.4	紧邻既有线施工安全风险应急分析 .....	187
10.4	并行段项目进度管理与控制 .....	189
10.4.1	项目总体施工进度 .....	189
10.4.2	进度影响因素及保证措施 .....	190
10.4.3	施工组织方案的综合控制与动态调整 .....	194
10.5	并行段项目施工协调管理分析 .....	198
10.5.1	施工现场的协调 .....	199
10.5.2	施工单位与各相关单位的协调 .....	201
10.5.3	与既有公路、铁路等部门的协调配合 .....	202
10.6	路基施工组织与既有线运输组织的相互影响分析 .....	203
10.6.1	新线施工组织对既有线运输组织的干扰 .....	203
10.6.2	运输组织对施工组织的制约 .....	205
10.7	路基施工组织与既有线运输组织的协调管理分析 .....	205
10.7.1	施工天窗的合理开设与科学利用 .....	205
10.7.2	施工运输组织实施流程管理 .....	210
10.7.3	施工运输组织安全风险综合协调与控制 .....	214
10.8	小结 .....	232
<b>参考文献</b>	.....	<b>233</b>