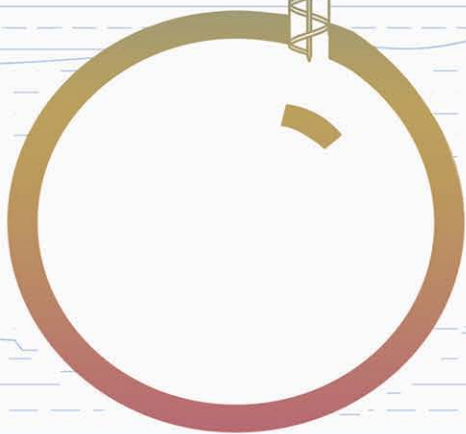


地铁隧道 安全保护与对策

刘学增 王占生 袁聚亮 刘建国 编著



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

地铁隧道安全保护与对策

刘学增 王占生 袁聚亮 刘建国 编著

内 容 提 要

随着地铁运营线路的不断增长,地铁周边工程活动逐渐增多,如推卸载、基坑开挖与降水、桩基施工、上下穿越工程施工等均会影响地铁结构安全。本书基于城市轨道交通安全保护管理的思想,结合大量工程案例,系统地分析了地铁隧道周边工程施工对地铁隧道结构的影响,详细介绍了地铁监护监测的要求与方法以及地铁保护管理系统的应用,提出了针对地铁隧道的调查评估结果应采取的常用对策。

本书可为地下建筑与隧道工程及相关专业的学生、技术人员提供参考。

图书在版编目(CIP)数据

地铁隧道安全保护与对策 / 刘学增等编著.

—上海:同济大学出版社,2018.10

ISBN 978-7-5608-8139-3

I. ①地… II. ①刘… III. ①地铁隧道—隧道
维护 IV. ①U231.3 ②U459.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 208290 号

地铁隧道安全保护与对策

刘学增 王占生 袁聚亮 刘建国 编著

责任编辑 高晓辉 助理编辑 宋立 责任校对 徐春莲 封面设计 陈益平

出版发行 同济大学出版社 www.tongjipress.com.cn
(上海市四平路 1239 号 邮编 200092 电话 021-65985622)

经 销 全国各地新华书店
排 版 南京新翰博图文制作有限公司
印 刷 常熟市大宏印刷有限公司
开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 20.75
字 数 518 000
版 次 2018 年 10 月第 1 版 2018 年 10 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5608-8139-3

定 价 88.00 元

本书若有印装质量问题,请向本社发行部调换 版权所有 侵权必究

本书编委会

编写委员会：刘学增 王占生 袁聚亮 刘建国 刘永辉
毕景佩 衡瑜 许敏娟 方新涛 韩结
丁俊峰 师刚 叶康 何喆卿 李建政
牛冰艳 吴建勋

参编单位：同济大学

苏州市轨道交通集团有限公司

郑州市轨道交通有限公司

无锡地铁集团有限公司

天津轨道交通集团有限公司

昆明地铁运营有限公司

南京地铁运营有限责任公司

上海同岩土木工程科技股份有限公司

前 言

截至 2017 年年底,我国大陆有 34 个城市拥有城市轨道交通运营线路,总长 5 021.7 km,运营线路 162 条,2017 年新增石家庄、珠海、贵阳、厦门 4 个城市轨道交通运营城市,新增 33 条运营线路 868.9 km,与 2016 年新增线路 534.8 km 相比,增幅达 62.5%。全国建成投运城轨线路中地铁线路 3 881.8 km,占线路总长的 77.3%。随着地铁运营线路以及城市开发工程活动的不断增加,保护区内工程活动逐渐增多,由于地铁隧道与地面信息的不关联以及工程活动安全控制的精细化不足等因素,地铁周边的工程活动,如堆载或卸载、基坑开挖与降水、桩基施工、上下穿越工程施工、工程勘察钻探等都可能造成地铁隧道不同程度的损伤,因此,地铁隧道安全保护也成为地铁安全管理的关键。

国内地铁隧道安全事件时有发生,分析原因主要有建设项目未按规定报批擅自施工、部分施工单位对地铁控制保护区情况认识不足、地铁保护监督管理不足、洞内外信息无法关联等。本书作者在借鉴国内外相关行业标准的基础上,基于城市轨道交通安全保护管理的思想,结合大量工程案例和实践经验,深入研究了地铁隧道周边工程施工对地铁隧道结构的影响,详细介绍了地铁监护监测的要求与方法以及地铁保护管理系统的应用,提出了针对地铁隧道的调查评估结果应采取的常用对策。本书具体章节如下。

第 1 章绪论,探讨了地铁隧道安全保护的必要性、意义以及国内外地铁隧道安全保护区管理、对策的研究现状。第 2 章地铁隧道安全保护管理,阐述了地铁保护管理模式,结合轨道交通结构安全保护标准,提出了轨道交通保护区建设项目安全管理分级、设计要求与施工要求。第 3 章保护区基坑施工对地铁隧道的影响及案例分析,通过不同工程案例与实测数据分析对比隧道单侧基坑、双侧基坑以及上覆基坑施工对地铁隧道的影响规律。第 4 章地面堆卸载对地铁隧道的影响及案例分析,结合地表堆卸载相关工程案例采用数值模拟方法研究了地面堆卸载对地铁隧道的影响机制。第 5 章隧道穿越施工对既有隧道的影响及案例分析,结合工程案例通过有限元数值模拟,研究不同外径的隧道(管线)以不同净距上穿、下穿既有轨道交通隧道的影响规律,总结了既有地铁隧道变形控制措施。第 6 章保护区静压桩施工对地铁隧道的影响分析,分析了静压桩施工对地铁隧道的影响规律。第 7 章地铁隧道监护监测,结合工程实例详细介绍了地铁监护监测的要求以及监测方法。第 8 章地铁保护管理系统,详细介绍了地铁保护区线路巡查、建设项目管理、风险分析以及洞内外的数据互联互通等地铁保护的信息化手段和方法。第 9 章地铁隧道调查评估与处治对策,在保护区工程项目施工前须对地铁隧道的现状进行调查,施工中加强巡

查和监测,施工后开展定期检查或专项检查,并制定处治对策。

本书在编写过程中得到了同济大学、苏州市轨道交通集团有限公司、郑州市轨道交通集团有限公司、无锡地铁集团有限公司、天津轨道交通集团有限公司、昆明地铁运营有限公司、南京地铁运营有限责任公司、上海同岩土木工程科技股份有限公司等单位的大力支持和热情帮助,同时,本书引用了上海、广州等地区的相关工程案例进行分析,作者在此表示由衷感谢!

地铁隧道安全保护是一个管理、信息与工程技术等多学科交叉的研究领域,加之本人水平和时间有限,书中难免存有疏漏与不足之处,恳请同行与广大读者见谅并批评指正,以臻完善。

刘学增

2018年5月

目 录

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 地铁隧道安全保护的必要性及意义	1
1.1.1 地铁隧道安全保护存在的问题	3
1.1.2 地铁隧道安全保护的意义	5
1.2 国内外地铁隧道安全保护区管理现状	6
1.2.1 地铁隧道安全保护区管理现状	6
1.2.2 周边工程活动对隧道的影响及对策	8
第 2 章 地铁隧道安全保护管理	23
2.1 地铁保护管理模式	23
2.1.1 地铁保护管理依据	23
2.1.2 地铁保护的一般原则	23
2.1.3 主要业务与工作流程	24
2.1.4 国内主要城市地铁保护管理内容	28
2.1.5 新技术应用	31
2.2 轨道交通结构安全保护标准	34
2.2.1 保护区的设置	34
2.2.2 地铁隧道安全控制指标	36
2.3 轨道交通保护区建设项目安全管理分级	37
2.3.1 安全管理	37
2.3.2 等级划分	38
2.4 地铁隧道结构健康度评定标准	45
2.4.1 基于调查结果的健康度评定	45

2.4.2	基于量化指标的健康度评定	46
2.5	保护区建设项目的设计要求	47
2.5.1	一般要求	47
2.5.2	规划线路	47
2.5.3	基坑工程	48
2.5.4	桩基工程	49
2.5.5	隧道上、下穿工程	49
2.5.6	地下水作业	49
2.5.7	爆破作业	49
2.6	保护区建设项目的施工要求	50
2.6.1	一般要求	50
2.6.2	基坑施工	50
2.6.3	桩基施工	50
2.6.4	隧道上、下穿施工	51
2.6.5	地下水施工	51
2.6.6	爆破施工	51
第3章	保护区基坑施工对地铁隧道的影响及案例分析	52
3.1	单侧基坑施工对隧道的影响及案例分析	52
3.1.1	工程概况	52
3.1.2	单侧基坑施工对隧道的影响分析	53
3.1.3	单侧基坑施工对地铁隧道影响的案例分析	72
3.2	双侧基坑施工对地铁隧道的影响及案例分析	85
3.2.1	双侧基坑施工对地铁隧道的影响分析	85
3.2.2	双侧基坑施工对地铁隧道影响的案例分析	88
3.3	上覆基坑施工对地铁隧道的影响及案例分析	101
3.3.1	上覆基坑施工对地铁隧道的影响分析	101
3.3.2	上覆基坑施工对地铁隧道影响的案例分析	107
第4章	地面堆载对地铁隧道的影响及案例分析	128
4.1	地面堆载对地铁隧道的影响分析	128
4.1.1	地面堆载作用下对隧道结构的影响分析	128
4.1.2	地面附加荷载对地铁隧道的影响分析	145
4.2	地面堆载对地铁隧道影响的案例分析	148

4.2.1	地面堆土对天津某地铁区间隧道的影响	148
4.2.2	昆明某地铁线路车站上方堆土对地铁隧道的影响	175
4.2.3	上海地铁某区间隧道上方大面积加载对地铁隧道的影响	178
第 5 章	隧道穿越施工对既有隧道的影响及案例分析	180
5.1	隧道上穿施工对既有隧道的影响	180
5.1.1	不同收敛模式下隧道上穿施工对既有隧道的影响	181
5.1.2	均匀收敛模式下隧道上穿施工对既有隧道的影响	183
5.2	隧道下穿施工对既有隧道的影响	188
5.2.1	不同收敛模式下隧道下穿施工对比分析	188
5.2.2	均匀收敛模式下隧道下穿施工对既有隧道的影响	190
5.3	隧道穿越施工数值模拟结果与工程实测结果对比分析	195
5.3.1	隧道上穿施工数值模拟与工程实测对比	195
5.3.2	隧道下穿施工数值模拟与工程实测对比	197
5.4	隧道穿越施工对既有隧道影响的案例分析	199
5.4.1	昆明某地铁区间施工隧道侧穿施工对运营地铁隧道的影响	199
5.4.2	西藏路电力顶管隧道上穿施工对 2 号线地铁隧道的影响	202
5.4.3	上海市地铁 2 号线下穿施工对 1 号线地铁隧道的影响	205
5.4.4	上海市地铁 7 号线盾构隧道下穿施工对既有原水管的影响	207
第 6 章	保护区静压桩施工对地铁隧道的影响分析	211
6.1	静压桩施工对地铁隧道的影响	211
6.1.1	静压桩施工挤土效应对隧道结构的影响	213
6.1.2	静压桩施工超孔隙水压力对隧道结构的影响	223
6.1.3	静压桩施工过程中对隧道的整体影响分析	231
6.2	静压桩施工顺序对地铁隧道的影响规律分析	236
6.2.1	静压桩平行于隧道轴线方向施工时的影响规律	236
6.2.2	静压桩垂直于隧道轴线方向施工时的影响规律	241
6.3	静压桩施工地铁隧道保护工程建议	247
第 7 章	地铁隧道监护监测	248
7.1	监护监测项目及要求	248
7.1.1	监测流程和内容	248
7.1.2	监测方法和适用范围	252

7.2	人工监测	254
7.2.1	变形监测	254
7.2.2	沉降监测	254
7.2.3	裂缝监测	254
7.3	自动化监测	255
7.3.1	自动化监测系统技术标准	256
7.3.2	自动化监测的组成	257
7.3.3	自动化监测系统工作流程	258
7.3.4	全站仪自动化监测	258
7.3.5	静力水准仪系统	260
7.4	地铁监护监测案例	262
7.4.1	项目概况	262
7.4.2	人工监测	265
7.4.3	三维自动化监测	271
第8章	地铁保护管理系统	279
8.1	综合信息管理	281
8.1.1	中心视图	281
8.1.2	线网基础信息管理	283
8.1.3	工程资料管理	284
8.1.4	工作监督与统计	285
8.1.5	月度简报	286
8.2	建设项目管理	287
8.2.1	监护档案卡	287
8.2.2	监测管理	288
8.2.3	视频监控	288
8.3	巡检管理	289
8.3.1	巡检任务发布与执行	289
8.3.2	巡检任务跟踪	290
8.3.3	巡检成果	291
8.4	隧道内外信息互联互通	293
8.4.1	信息互联	293
8.4.2	隧道监测管理	294
8.5	预警管理	297
8.5.1	预警配置	297

8.5.2	风险控制	298
8.5.3	风险响应	299
8.6	手持巡检终端	300
8.6.1	巡检计划	300
8.6.2	巡检记录	300
8.6.3	人员定位	301
8.7	系统管理	302
8.7.1	组织机构配置	302
8.7.2	用户信息配置	302
8.7.3	权限管理	302
8.7.4	基础信息维护	303
8.7.5	工作流平台管理	303
第 9 章	地铁隧道调查评估与处治对策	304
9.1	地铁隧道调查与评估	304
9.1.1	周边工程施工前和施工中地铁隧道现场调查	304
9.1.2	周边工程施工后地铁隧道健康度评定和维修对策	306
9.2	保护区建设项目常用对策	306
9.3	地铁隧道病害常用处治对策	307
9.3.1	隧道外双液微扰动注浆	308
9.3.2	裂缝—芳纶布补强	309
9.3.3	渗漏水—环氧树脂注浆	309
9.3.4	缺角缺损—修补砂浆	311
9.3.5	道床脱空—回填注浆	311
9.3.6	粘钢结构加固	311
参考文献		313

第 1 章 绪 论

1.1 地铁隧道安全保护的必要性及意义

我国城市轨道交通在经历了早期建设、高速发展、建设调整等曲折过程后,已步入稳步、持续、有序的蓬勃发展阶段,形成了地铁、轻轨和独轨、城市间铁路(高铁)及新交通系统等多种类、多体系、复杂性的城市轨道交通系统,其中以地铁为主。截至 2017 年年底,我国大陆有 34 个城市拥有城市轨道交通运营线路,总长 5 021.7 km,运营线路 162 条,2017 年新增石家庄、珠海、贵阳、厦门 4 个城市轨道交通运营城市,新增 33 条运营线路共计 868.9 km,与 2016 年新增线路 534.8 km 相比,增幅达 62.5%。全国建成投运城轨线路中地铁线路 3 881.8 km,占线路总长的 77.3%;轻轨线路 233.4 km,占线路总长的 4.6%;单轨线路 98.5 km,占线路总长的 2.0%;市域快轨 501.8 km,占线路总长的 10.0%;现代有轨电车 243.4 km,占线路总长的 4.8%;磁浮交通 58.8 km,占线路总长的 1.2%;APM 线路 4.0 km,占线路总长的 0.1%。随着地铁运营线路以及城市开发工程活动的不断增加,保护区内的工程活动也逐渐增多。由于城市工程活动建设条件的限制,周边工程活动会对地铁造成不同程度的影响,此外,由于地铁线路无法做到 24 h 全范围监控,保护区内的违规作业活动也时有发生,例如上海、天津均发生过因地表堆土造成地铁隧道严重开裂的事故,深圳地铁因违法打桩击穿管片影响列车运营等。因此,地铁保护工作变得日益重要,因地铁区间隧道相对车站结构刚度较小,周边工程活动容易引起隧道变形,遂成为地铁隧道安全保护的关键。

在地铁隧道安全保护方面,地铁结构变形主要表现为隧道结构沉降或隆起、横向水平位移、管径收敛变形。如果隧道结构变形超过结构保护标准,轻则引起隧道管片张开,隧道结构环缝或通缝渗漏水;重则引起管片开裂继而出现锈蚀钢筋、道床与管片脱开等现象,危及地铁列车运行安全。因地铁保护不力造成的管片裂缝、接缝张开、断面过大变形等结构病害问题日益增多^[1-6]。如上海地铁 11 号线投运后于 2010 年、2011 年相继出现了较为普遍的裂损、渗水病害^[7],如图 1-1 所示;天津地铁某区间隧道因上方堆土导致结构横向变形超限,管片裂缝、接缝张开及道床脱空明显,严重威胁到运营安全^[8];2017 年 12 月深圳地铁 11 号线红树湾南至后海下行区间盾构隧道遭打桩机打穿,施工单位未按

规定履行规划、施工等报批手续,擅自在地铁安全保护区范围内进行违法打桩作业,致使地铁线路中的地铁列车严重受损,地铁线路停运近 13 h。地铁隧道因保护区施工造成的病害如图 1-2 所示。

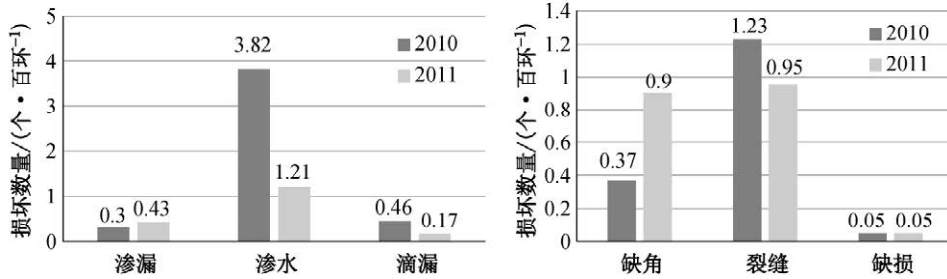


图 1-1 上海地铁 11 号线百环渗漏水 and 结构损坏统计图

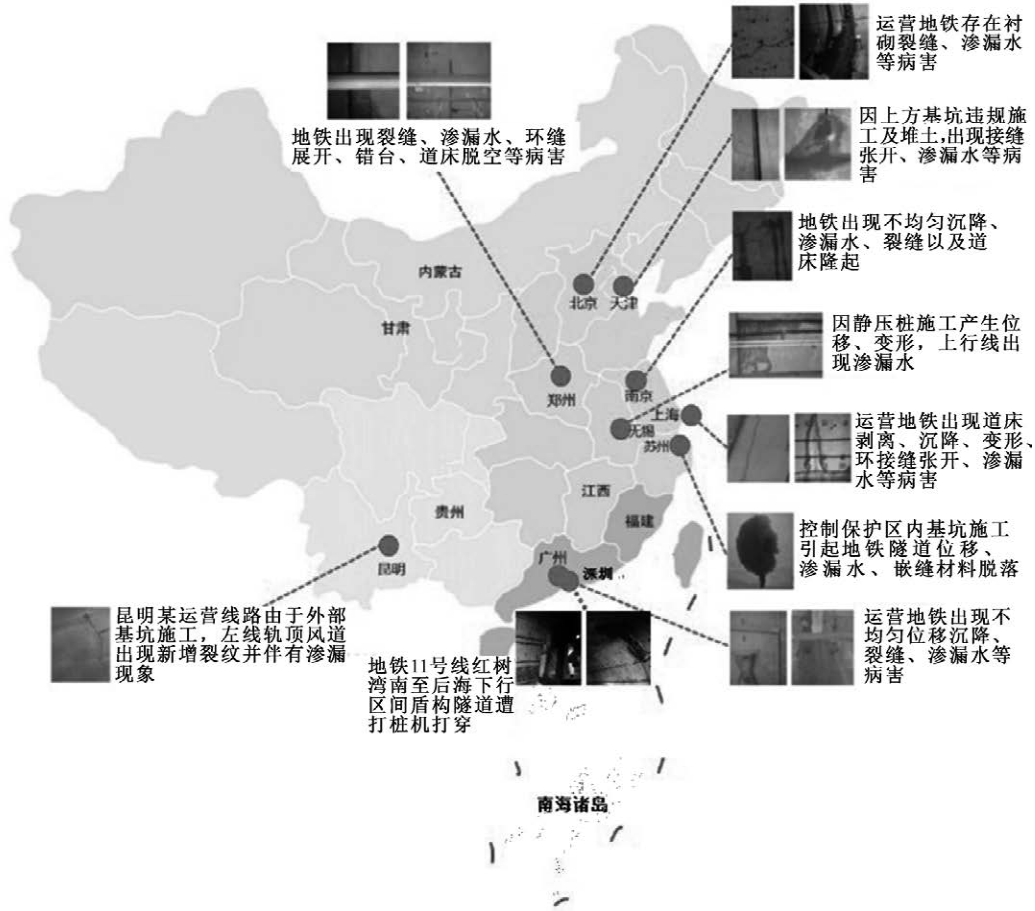


图 1-2 地铁隧道因保护区施工造成的病害

地铁工程周边环境复杂,周边的工程活动与邻近地铁相互影响、相互制约,堆载或卸载、基坑开挖与排水、管线的上下穿越等都会引起地铁隧道不同程度的隆起和沉降。为保

护地铁隧道结构本身及运营安全,必须对保护区内的施工进行统一规范管理。地铁隧道安全保护区范围为:地下车站与隧道周边外侧 50 m 内;地面和高架车站以及线路轨道交通外边线外侧 30 m 内;出入口、通风亭、变电站等建筑物及构筑物外边线外侧 10 m 内;过江隧道结构外边线 100 m 内。控制保护区内设置特别保护区,特别保护区范围为:地下工程(车站、隧道等)结构外边线外侧 5 m 内;高架车站及高架线路工程结构水平投影外侧 3 m 内;地面车站及地面线路路堤或路堑外边线外侧 3 m 内;车辆段用地范围外侧 3 m 内;高压电缆沟水平投影外侧 3 m 内。根据城市轨道交通结构安全保护的特点,保护对象主要包括城市轨道交通的隧道、高架桥、车站、车辆段及控制中心、出入口及通风亭等。根据目前国内地铁保护技术的规定,地铁工程(外边线)两侧的临近 3 m 范围内一般规定不能进行任何工程活动,地铁结构保护的标准为:①地铁结构设施绝对沉降量累计水平位移量 ≤ 20 mm(包括各种加载和卸载的最终位移量);②隧道变形曲线的曲率半径 $R \geq 15\ 000$ m;③相对变曲 $\leq 1/2\ 500$;④由于建筑无垂直荷载(包括基础地下室)及降水、注浆等施工因素而引起的地铁外壁附加荷载 ≤ 20 kPa;⑤由于打桩振动、爆炸产生的振动隧道引起的峰值速度 ≤ 2.5 cm/s。

1.1.1 地铁隧道安全保护存在的问题

近年来,影响城市轨道交通安全的事件时有发生,分析国内典型地铁保护事故原因,既有内在因素也有外在因素,既有市政规划的因素也有属地监管的因素,归纳起来主要有以下几点。

(1) 建设项目未按规定报批,擅自施工

在地铁控制保护区内,未经建设方同意或方案未通过论证先行搭建、勘探、堆土/卸载、钻探、抽排地下水,引起结构变形。一旦既有结构发生沉降、收敛或水平位移等变形,便会进一步引起结构病害、影响行车安全等。国内多个城市的运营轨道交通都发生了因控制保护区内违规施工导致地铁结构受损、变形、影响运营安全的严重事件。图 1-3 为外部施工对轨道交通结构变形的影响。

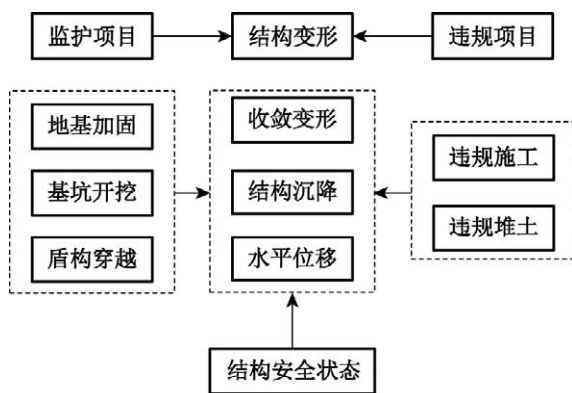


图 1-3 外部施工对轨道交通结构变形的影响

(2) 部分施工单位对地铁控制保护区不了解,对施工产生的后果认识不足

地铁控制保护区内地基加固、基坑开挖以及盾构隧道施工时会对既有线路的设施结构产生影响。如,项目和城市地铁的车站(含出入口、通道、风亭)、隧道、地面轨道、高架桥梁、车辆段建(构)筑物、变电站建(构)筑物等相对位置关系了解不清;基坑支护结构和支撑体系选择不当;大面积加卸载作业等。

(3) 周边环境复杂,运营期设施结构变形

轨道交通设施结构的变形除了人为施工因素,还包括地质不均匀、自然水土流失、施工后固结沉降、运营期列车振动以及结构渗漏水等因素。在自然环境和运营环境双重作用下,会出现不同程度的衬砌裂缝、变形以及渗漏水等病害。侵蚀性地下水渗漏进入产生裂缝的隧道结构中会导致隧道衬砌钢筋锈蚀、结构混凝土腐蚀等,影响隧道结构的耐久性,从而影响隧道的安全使用性能。结构渗漏水的原因主要有密封条失效、施工质量问题或结构发生变形,三者相互作用形成恶性循环,进而加剧结构变形。图 1-4 为轨道交通结构变形内外成因分析。

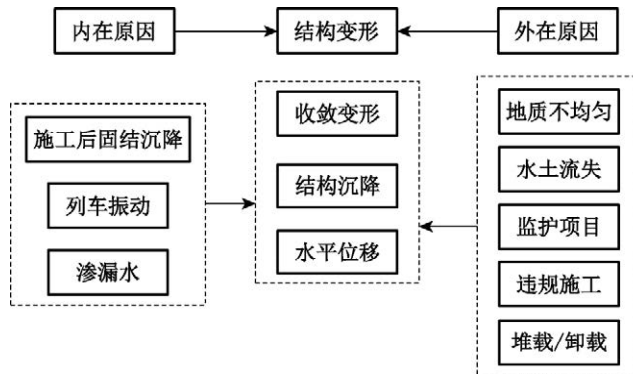


图 1-4 轨道交通结构变形内外成因分析

(4) 地铁保护监督管理不到位,缺乏长期巡查监控,内外部信息无法关联

保护区内设施结构在洞内结构检查过程中可以获悉结构病害、养修及空间位置信息;保护区洞外巡查可以获悉其监护项目、违规项目及空间位置信息。然而实际日常生产过程中时常遇到险情发生时,无法把洞内外信息与危险源的地质、监测、标图等环境信息快速有效地结合,不能有效对洞内外信息进行关联,导致错过最佳抢险时机。图 1-5 为轨道交通设施结构洞内外信息分析。

(5) 政府执法部门的监管力度不足,立法管理不完善

从目前全国各城市的轨道交通管理情况来看,虽有些地方政府也制定并下发了地方性的轨道交通管理办法(条例),如上海、广州、南京等地都有针对地铁保护的专门规定,但总体上,监督管理力度不够,对地铁设施设备和结构的保护仍存在一定的盲点,主要表现为线路巡查机制、保护区项目的分级管理等制度缺失以及对地铁保护工作的重视程度不足,很多城市均是在发生了地铁保护事故后才引起重视,事前控制不足。

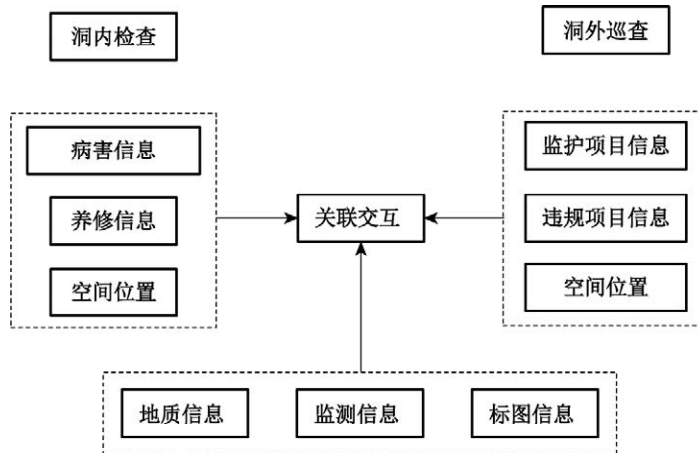


图 1-5 轨道交通设施结构洞内外信息分析

1.1.2 地铁隧道安全保护的意义

地铁保护区内的工程建设活动多具有即发性、不易发现等特点,给地铁隧道安全保护管理带来难度。为最大限度减少对隧道的影响,保护区内工程活动应根据对地铁的影响程度制定地铁保护方案,其设计、施工和监测方案应当征得轨道交通运营方同意,施工期间应当服从轨道交通运营方的监督与管理。

1. 推动地铁保护区施工管理标准化、规范化、制度化

对于位于或部分位于安全保护区内的项目,政府相关部门在办理《建设用地规划许可证》及《建设工程规划许可证》时,须要求报建单位征求地铁公司或相关管理部门的书面意见;对于在地铁控制保护区实施的项目,在勘察、设计和施工前必须按地铁公司或相关管理部门的要求提出申请,经地铁公司或相关管理部门批准后方可进行勘察、设计及施工作业。技术方案的审查需要审查人员具备综合的专业知识,从专业角度排除施工对地铁运营的安全隐患。如设计方案经初步审查不能达到地铁安全防护的要求,则必须要求申报单位修改方案,直至通过为止。建立现场巡查机制及完善的施工监管机制,定期进行地铁保护区巡查,有效地参与保护区内的施工建设,并对可能造成隧道安全的施工过程进行事先干预,有效地预防和控制沿线周边工程活动给城市轨道交通结构安全带来的影响,确保运营安全。

2. 实现轨道交通安全保护区实时监控,构建事故案例和应对措施库

地铁安全保护区内的工程建设会对地铁安全带来一定影响,对地铁结构变形实施全过程监控是保障地铁安全的重要一关,应当接受轨道交通建设或运营单位组织的安全监测。此外,对地铁影响较大的建筑或构筑物在其施工完毕后,还须进行对地铁结构长期影响的监测。轨道交通运营路网生成后,后期对轨道交通结构设施日常的养护工作也须逐步展开,且工作量随路网拓展而海量倍增,常规的人工监测已难以应付实际需求,该方法

观测任务重、监测频率高、效率低,且受地铁运营时间限制,无法实现监测工作的多指标全天候、实时化,对于规模大而深的基坑段地铁保护区内监测周期长、频率高、工作量大的项目来说,应用自动化远程监测系统监测可以极大地提高工作效率和监测成果的及时性,掌握隧道结构安全、运营安全及变形规律,及时发现异常情况,为隧道管理及维护提供科学依据,对隧道结构的安全性及后期维护具有重要现实意义。

3. 实现城市轨道交通安全保护区安全状况闭环管理,构建各相关部门信息化管理

随着城市地铁线网的不断加密,利用先进数字化手段实现对监测数据的有效管理成为必然趋势,为有效管理庞大的地铁网络,及时掌控线网地铁设施的安全状态,有必要加强信息化管理。地铁保护区存在一定的安全管理难度,需要各级政府主管部门及地铁经营单位参与,加强发挥政府执法部门在地铁施工过程中的把控作用,统筹规划城市建设,安全施工。

1.2 国内外地铁隧道安全保护区管理现状

1.2.1 地铁隧道安全保护区管理现状

我国城市轨道交通起步较晚,大部分城市轨道交通运营时间较短,城市轨道交通结构安全保护管理处于起步时期,在法律法规、技术标准和管理措施等方面需要加以规范。目前,我国城市轨道交通结构安全保护的法律法规主要是建设部在 2005 年颁布的《城市轨道交通运营管理办法》(中华人民共和国建设部令第 140 号)以及 2013 年颁布的《城市轨道交通结构安全保护技术规范》(CJJ/T 202—2013)^[9]。《城市轨道交通结构安全保护技术规范》中给出了近接工程近接程度判定标准,同时给出了城市轨道交通安全控制指标值,隧道水平位移和竖向位移控制值为 20 mm,预警值为 10 mm。我国地铁和铁路的轨距均采用 1 435 mm 的标准轨距,《中华人民共和国铁道部铁路线路修理规则》^[10]规定了线路轨道静态几何尺寸容许偏差管理值(表 1-1),对于 1 435 mm 标准轨距的线路,行车速度 ≤ 120 km/h 时,线路作业验收值为:两轨道横向高差 < 4 mm,轨距(+6 mm, -2 mm),水平及水平三角坑高低差 < 4 mm/10 m。但由于现场施工的复杂性、监测误差以及其他因素,一般取以上指标的 50%作为现场监护时的控制指标。

表 1-1 线路轨道静态几何尺寸容许偏差管理值

项目	最大行车速度 V_{\max} / (km · h ⁻¹)	轨距 /mm	水平 /mm	高低 /mm	轨向(直线) /mm	三角坑(扭曲)	
						缓和曲线 /mm	直线和圆曲线 /mm
作业验收	>160 正线	+2 -2	3	3	3	3	3
	(120, 160] 正线	+4 -2	4	4	4	4	4