

城市轨道交通结构安全保护技术

安徽省地方标准

DB

J16827-2023

DB34 / T 4389-2023

城市轨道交通结构安全保护技术规程

Technical specifications for protection of urban
rail transit structures

2023-03-01 发布

2023-09-01 实施

安徽省市场监督管理局 发布

安徽省地方标准

城市轨道交通结构安全保护技术规程

Technical specifications for protection of urban
rail transit structures

DB34/T 4389—2023

主编部门：安徽省住房和城乡建设厅

批准部门：安徽省市场监督管理局

施行日期：2023年09月01日

2023 合 肥

安徽省市场监督管理局 公 告

第 2 号

安徽省市场监督管理局关于批准发布 “可交互空中成像技术规范”等 103 项地方标准的公告

安徽省市场监督管理局依法批准“可交互空中成像技术规范”等 103 项安徽省地方标准,现予以公布。

安徽省市场监督管理局

2023 年 3 月 1 日

安徽省地方标准清单

序号	地方标准 编 号	标准名称	代 替 标准号	批准日期	实施日期
1	DB34/T 1800-2023	地源热泵系统工程技 术规程	DB34/ 1800-2012	2023-03-01	2023-09-01
2	DB34/T 5006-2023	太阳能光伏与建筑一 体化技术规程	DB34/ 5006-2014	2023-03-01	2023-09-01
3	DB34/T 4385-2023	城市地下工程周边环 境风险评估规范		2023-03-01	2023-09-01
4	DB34/T 4386-2023	园区及建筑智慧运维 技术标准		2023-03-01	2023-09-01
5	DB34/T 4387-2023	装配式建筑工程项目 管理规程		2023-03-01	2023-09-01
6	DB34/T 4388-2023	花境营造技术导则		2023-03-01	2023-09-01
7	DB34/T 4389-2023	城市轨道交通结构安 全保护技术规程		2023-03-01	2023-09-01
8	DB34/T 4390-2023	物业管理区域安全管 理规范		2023-03-01	2023-09-01
9	DB34/T 4391-2023	中小学校园智慧化设 计标准		2023-03-01	2023-09-01

前 言

为保护安徽省城市轨道交通结构,避免或降低外部作业对其造成不利影响,确保城市轨道交通结构安全和正常使用,根据安徽省市场监督管理局《关于下达 2020 年第二批安徽省地方标准制修订计划的通知》(皖市监函〔2020〕341 号)的要求,结合安徽省具体情况,经广泛调查研究,参考了现行国家、行业及其他地方标准,在认真总结实践经验的基础上,经多次讨论,广泛征求意见,制定本规程。

本规程共分 9 章,主要内容包括:1. 总则;2. 术语和符号;3. 基本规定;4. 外部基坑工程;5. 外部隧道工程;6. 外部基础工程;7. 外部其他工程;8. 安全评估;9. 监测与巡查。

本规程由安徽省住房和城乡建设厅负责归口管理,由合肥市轨道交通集团有限公司、北京城建设计发展集团股份有限公司负责具体技术内容的解释。请各有关单位在执行本规程过程中,注意总结经验和收集资料,并将需要修改、补充的意见或建议反馈给合肥市轨道交通集团有限公司(安徽省合肥市庐阳区阜阳路 17 号,邮编 230001,邮箱:466291844@qq.com),以供今后修订时参考。

主 编 单 位:合肥市轨道交通集团有限公司

北京城建设计发展集团股份有限公司

参 编 单 位:安徽省综合交通研究院股份有限公司

安徽省城建设计研究总院股份有限公司

芜湖市运达轨道交通建设运营有限公司

中铁二院工程集团有限责任公司

中铁第六勘察设计院集团有限公司

中交铁道设计研究总院有限公司

合肥工业大学
合肥工业大学设计院(集团)有限公司
机械工业勘察设计研究院有限公司
中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司
华设设计集团股份有限公司
中铁四局集团有限公司
中国工程院战略咨询中心
安徽省路港工程有限责任公司

主要编写人员:何轶鸥 郑 群 耿宁宁 李慧明 张汝捷
马晶晶 项 阳 荣 冰 胡海迪 胡玉超
朱 斌 王 斌 潘靖军 蔡 敏 章 华
王玉林 朱刘飞 杨志炜 李 兵 刘 钧
姚毅超 高雷永 石 鸣 程小虎 陈宏灿
杨善武 沈银斌 朱圣元 周德春 李寒冰
王 盼 汪亦显 李 娴 吴兆福 罗 彬
李勇海 高金金 钱叶琳 马迪迪 王金山
陈 燃

主要审查人员:陈修和 汤书明 雷 崇 黄 腾 胡泓一
张兴其 李 强

目 次

1	总 则	1
2	术语和符号	2
2.1	术 语	2
2.2	符 号	3
3	基本规定	4
3.1	一般规定	4
3.2	安全控制	5
3.3	控制保护要求	7
4	外部基坑工程	10
4.1	一般规定	10
4.2	旁侧基坑	11
4.3	上方基坑	12
5	外部隧道工程	13
5.1	一般规定	13
5.2	交叉隧道	14
5.3	并行隧道	14
6	外部基础工程	15
6.1	一般规定	15
6.2	浅基础工程	15
6.3	桩基础工程	16
7	外部其他工程	18
7.1	一般规定	18
7.2	道路工程	18
7.3	地下管线	19
7.4	地下水作业	20
7.5	桥梁工程	21
7.6	爆破作业	21
7.7	其他作业	22

8 安全评估	24
8.1 一般规定	24
8.2 评估内容	24
9 监测与巡查	26
9.1 一般规定	26
9.2 城市轨道交通监测	27
9.3 外部作业监测	29
9.4 巡视检查	30
附录 A 外部作业影响等级划分图表	32
附录 B 城市轨道交通结构安全控制指标值	36
附录 C 城市轨道交通结构监测项目	39
附录 D 外部作业监测项目	41
附录 E 监测点布置及监测仪器要求	42
附录 F 外部作业监测频率要求	45
本规程用词说明	47
引用标准名录	48
条文说明	50

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms and Symbols	2
2.1	Terms	2
2.1	Symbols	3
3	Basis Requirements	4
3.1	Basis Requirements	4
3.2	Safety Control	5
3.3	Control and Protection Requirements	7
4	External Excavations Engineering	10
4.1	Basis Requirements	10
4.2	Side of Excavations Engineering	11
4.3	Above of Excavations Engineering	12
5	External Tunnel Engineering	13
5.1	Basis Requirements	13
5.2	Crossover Tunnel	14
5.3	Parallel Tunnel	14
6	External Foundation Engineering	15
6.1	Basis Requirements	15
6.2	Shallow Foundation Engineering	15
6.3	Pile Foundation Engineering	16
7	Other External Engineering	18
7.1	Basis Requirements	18
7.2	Road Engineering	18
7.3	Underground Pipelines	19
7.4	Groundwater Operation	20
7.5	Bridge Engineering	21
7.6	Blasting Operation	21
7.7	Other Operations	22

8	Safety Assessment	24
8.1	Basis Requirements	24
8.2	Content of Assessment	24
9	Monitoring and Patrol	26
9.1	Basis Requirements	26
9.2	Urban Rail Transit Monitoring	27
9.3	External Operation Monitoring	29
9.4	Patrol Investigation	30
Appendix A	Classification Chart of External Operation Impact	32
Appendix B	Control Value for Structural Safety of Urban Rail Transit	36
Appendix C	Urban Rail Transit Structure Monitoring Item	39
Appendix D	External Action Monitoring Item	41
Appendix E	Monitoring Point Layout and Monitoring Instrument Requirements	42
Appendix F	External Action Monitoring Requirements	45
	Explanation of Working in this Code	47
	List of Quoted Standards	48
	Explanation of Provisions	50

1 总 则

1.0.1 为保护安徽省城市轨道交通结构,避免或降低外部作业对其造成不利影响,确保城市轨道交通结构安全和正常使用,制定本规程。

1.0.2 本规程适用于安徽省已建成和正在修建的城市轨道交通结构的安全保护。

1.0.3 在城市轨道交通安全保护区内进行外部作业时,应综合考虑工程与水文地质条件、城市轨道交通结构安全状况、外部作业特点、周边环境条件和地方经验等因素,制定安全可靠的作业方案和防护措施,严格过程控制和监测。

1.0.4 城市轨道交通结构的安全保护除应符合本规程外,尚应符合国家、行业及地方现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 城市轨道交通 urban rail transit

采用专用轨道导向运行的城市公共客运交通系统,包括地铁、轻轨、单轨、有轨电车、磁浮、自动导向轨道、市域快速轨道系统。

2.1.2 城市轨道交通安全保护区 safety protection area of urban rail transit

为保护城市轨道交通结构的正常使用和安全,在其结构及周边的特定范围内设置的控制和保护区域。安全保护区分为影响保护区和严格保护区。

2.1.3 外部作业 external operation

在城市轨道交通周边进行的可能对其产生影响的作业。

2.1.4 影响等级 influence class

外部作业对城市轨道交通结构安全影响程度的分级。

2.1.5 结构安全控制指标 control index for structural safety

根据城市轨道交通结构安全现状及其保护要求,针对外部作业时结构的响应特征,为安全而保护结构选用的控制指标。

2.1.6 净距控制管理值 management value for net distance control

根据外部作业和城市轨道交通结构的特点,为安全保护结构,规定外部作业与城市轨道交通结构外边线之间的最小净距。

2.1.7 外部基坑工程 external excavations engineering

在城市轨道交通安全保护区内实施的基坑工程,分为旁侧基坑和上方基坑。

2.1.8 外部隧道工程 external tunnel engineering

在城市轨道交通安全保护区内实施的隧道工程(包括盾构法、顶管法和矿山法隧道等)。

2.1.9 地下水作业 operation of groundwater

直接或间接诱发城市轨道交通结构周边水位或水质变化的外部作业,包括地表水的抽排、引导及地下工程中的排水、降水、截水或回灌水作业等。

2.1.10 实时监测 real-time monitoring

对监测对象实施连续测量并即时反馈测量成果。

2.1.11 监测预警等级 alarming class on monitoring

根据监测值与其相应的结构安全控制指标值的比值,对城市轨道交通结构实行监测预警管理的分级。

2.2 符 号

- H ——既有城市轨道交通明挖、盖挖法施工的基坑开挖深度(m);
- W ——既有城市轨道交通矿山法隧道毛洞跨度(m);
- D ——盾构法、顶管法、矿山法隧道外径或跨度较大值(m);
- D_m ——外部隧道与既有盾构法、顶管法、矿山法隧道外径或跨度较大值(m);
- G ——监测项目实测值与结构安全控制指标值的比值;
- h_1 ——外部作业的明挖、盖挖法结构的基坑开挖深度(m);
- h_2 ——外部作业的浅埋矿山法和盾构法、顶管法结构的底板深度(m);
- h_3 ——外部作业的深埋矿山法和盾构法结构的底板深度(m);
- $\triangle h$ ——并行隧道与既有盾构法或顶管法地下结构的竖向净距(m);
- B ——外部作业的矿山法隧道开挖宽度(m);
- L ——外部作业的开挖面至监测点或监测断面的水平距离(m);
- $\triangle L$ ——外部作业与城市轨道交通结构外边线之间的水平投影净距(m);
- L_s ——沿隧道轴向两监测点间距(m)。

3 基本规定

3.1 一般规定

3.1.1 在城市轨道交通结构周边进行外部作业时,应制定安全可靠的作业方案和防护措施、应急预案,外部作业不得影响城市轨道交通结构的正常使用功能、承载能力、耐久性和其他特殊功能。

3.1.2 需要保护的城市轨道交通结构应包括下列内容:

- 1 地下车站和区间结构;
- 2 高架车站和区间结构;
- 3 地面车站和区间结构;
- 4 车站附属结构,包括出入口、风亭、冷却塔等;
- 5 其他结构,包括联络通道、区间风井、出入段线(场)、车辆段(停车场)、控制中心、主变电所、外线高压电缆管沟等。

3.1.3 城市轨道交通应设立安全保护区,安全保护区分为影响保护区和严格保护区,其范围包括地下、地表和地上。当城市轨道交通安全保护区遇特殊的工程地质或特殊的外部作业时,应适当扩大安全保护区范围。

3.1.4 当城市轨道交通线网中相交、平行、邻近的城市轨道交通工程不同期建设时,先期建设工程应充分考虑后建工程的影响,后建工程对既有轨道交通结构的安全防护应按本规程的相关规定执行。

3.1.5 外部作业实施前,应结合城市轨道交通结构的安全防护要求,确定外部作业影响等级。

3.1.6 外部作业勘察、设计、施工及安全评估前应收集下列资料:

- 1 城市轨道交通结构相关设计文件;
- 2 周边相邻建(构)筑物及地下管线资料;

3 城市轨道交通结构运营期相关监测资料。

3.1.7 外部作业设计、安全评估、施工文件内容除应满足国家和地方现行有关标准外,还应明确以下内容:

- 1 城市轨道交通影响保护区和严格保护区范围;
- 2 外部作业与城市轨道交通结构的空間位置关系;
- 3 城市轨道交通结构类型及现状;
- 4 外部作业及城市轨道交通结构变形监测要求;
- 5 针对城市轨道交通结构的影响分析、风险管控措施及应急预案。

3.2 安全控制

3.2.1 安全控制应包括:外部作业影响等级、外部作业净距控制管理指标、结构安全控制指标。

3.2.2 外部作业影响等级应按表 3.2.2 进行划分,其中接近程度和外部作业的工程影响分区宜按本规程附录 A 确定。

表 3.2.2 外部作业影响等级的划分

接近程度 外部作业 的工程影响分区	非常接近	接 近	较接近	不接近
强烈影响区(A)	特级	特级	一级	二级
显著影响区(B)	特级	一级	二级	三级
一般影响区(C)	一级	二级	三级	四级

注: 1 本表适用于围岩级别为Ⅳ~Ⅵ的情况;围岩级别为Ⅰ~Ⅲ的情况,表中的影响等级可降低一级;围岩级别为Ⅵ的软土地区,表中的影响等级应提高一级,特级时不再提高;

2 围岩级别应按现行行业标准《铁路隧道设计规范》TB 10003 中的有关规定确定。

3.2.3 存在下列情况之一的,外部作业影响等级应提高一级,特级时不再提高:

1 城市轨道交通结构或外部作业位于复杂的工程地质条件或存在工程地质灾害的情况；

2 外部作业为旁侧基坑工程时,基坑开挖深度超过轨道交通结构埋深且与轨道交通结构平行方向的基坑边长超过 2H。

3.2.4 当城市轨道交通结构位于外部作业一般影响区(C)以外且外部作业位于城市轨道交通结构安全保护区以内时,外部作业影响等级可按一般影响区(C)判定的影响等级降低一级,四级时不再降低。

3.2.5 外部作业净距控制管理值宜符合表 3.2.5 的规定。

表 3.2.5 外部作业净距控制管理值(m)

外部作业 \ 轨道交通结构类型		地下结构	地面结构	高架结构
工程桩*	非挤土桩	≥ 3.0	≥ 3.0	≥ 3.0
	挤土桩	≥ 20.0	≥ 15.0	≥ 10.0
围护桩、地下连续墙*		≥ 5.0	≥ 5.0	≥ 5.0
钻探孔、监测孔*		≥ 3.0	≥ 3.0	≥ 3.0
锚杆、锚索、土钉(末端)		≥ 6.0	≥ 6.0	≥ 6.0
起重、吊装设备		—	≥ 6.0	≥ 6.0
搭建棚架及宣传标志		—	≥ 6.0	≥ 6.0
存放易燃物料		—	≥ 6.0	≥ 6.0
浅孔爆破*		≥ 15.0	≥ 15.0	≥ 15.0
深孔爆破*		≥ 50.0	≥ 50.0	≥ 50.0

注：1 *指外部作业与城市轨道交通结构外边线之间的水平投影净距；

2 当灌注桩采用冲孔、振动工艺时,按挤土桩考虑。

3.2.6 石油、天然气等易燃易爆物的净距控制管理值应按现行国家标准《石油天然气工程设计防火规范》GB 50183 的要求确定。汽车加油加气站与既有城市轨道交通结构间的净距控制值应按现行国家标准《汽车加油加气站设计与施工规范》GB

50156 的要求确定。

3.2.7 过河、湖的城市轨道交通工程地下结构,净距控制管理值应根据实际情况进行确定,且不宜小于本规程表 3.2.5 中相应数值的 3 倍。

3.2.8 结构安全控制指标值应结合外部作业对城市轨道交通结构的主要响应特征及其安全防护要求合理选用。

3.2.9 当外部作业为基坑工程、矿山法工程、顶管工程或盾构工程时,应根据外部作业影响等级和结构安全控制指标确定城市轨道交通结构的安全控制标准。

3.2.10 结构安全控制指标应包括:位移、变形、差异沉降、结构裂缝、相对收敛、变形曲率半径、管片接缝错台和张开量、渗漏、附加荷载、振动速度、轨道横向高差、轨向高差、轨间距、道床脱空量等。结构安全控制指标值宜符合本规程附录 B 的规定。

3.3 控制保护要求

3.3.1 当外部作业影响等级为特级、一级时,应对城市轨道交通结构进行安全评估,并根据城市轨道交通结构的安全评估成果制定相应安全防护方案及应急预案;当外部作业影响等级为二级时,宜进行安全评估。

3.3.2 外部工程勘察、设计及施工对城市轨道交通产生影响时,其外部作业应满足城市轨道交通结构的安全控制标准。

3.3.3 地下水作业、爆破作业不得影响城市轨道交通结构的安全和正常使用,爆破作业不得危及人员安全。

3.3.4 城市轨道交通结构的监测应能准确及时反映结构的实际状态及外部作业对结构安全的动态影响。

3.3.5 外部作业应保障作业安全,避免发生险情。当出现险情时,应优先确保城市轨道交通结构的安全。

3.3.6 在城市轨道交通地下结构安全保护区内进行加载或卸载作业时,应验算对结构的安全影响,并应满足相应的结构安全控制指标值。

3.3.7 船只的抛锚、拖锚作业净距控制管理值应大于 100m,航道的清淤疏设作业应保证城市轨道交通结构上方覆土不小于设计厚度。

3.3.8 城市轨道交通结构严格保护区范围内的外部作业应采用冲击、振动较小的作业方案,严禁锤击成桩或挤土成桩;影响保护区范围内的外部作业宜采用冲击、振动较小的作业方案,尽量避免锤击成桩或挤土成桩。

3.3.9 外部作业的主要出入口、临时堆场、施工道路宜远离城市轨道交通结构布置。严格保护区范围内地面临时超载作用于城市轨道交通地下结构外壁上的附加荷载不应大于 20kPa。

3.3.10 对注浆、旋喷等有压力的外部作业,实施前应制定安全可靠的作业方案,作用于城市轨道交通地下结构外壁上的附加荷载不应大于 20kPa。

3.3.11 城市轨道交通结构严格保护区内的围护桩(墙)、截水帷幕、地基加固、顶管、隧道等施工,宜选择在类似地层中设置试成桩(墙)或试验段以确定施工设备、施工工艺及施工参数。

3.3.12 当外部作业采用钻孔、抓孔、冲孔和人工挖孔等工法时,应采取措施避免发生土体坍塌事故。

3.3.13 外部作业应防止火灾、积水、车辆或其他物体坠入、碰撞事件危及城市轨道交通结构安全。

3.3.14 下穿城市轨道交通地面结构的外部作业,实施前应充分考虑其对地面结构的安全影响,实施过程中应进行实时监测。

3.3.15 上跨城市轨道交通地面结构和高架结构的外部作业部位,与城市轨道的净空必须满足城市轨道交通行车安全的要求,并应设置安全防护措施。

3.3.16 当外部作业紧邻城市轨道交通高架结构基础时,实施前应充分考虑其对高架结构基础的安全影响。

3.3.17 外部作业应保证影响范围内的城市轨道交通结构的高边坡、高挡墙及其基础的安全。

3.3.18 城市轨道交通结构上方进行跨线架空作业应满足本规程第 3.2.5 条和现行国家标准《66kV 及以下架空电力线路设计规范》GB 50061、《110kV~750kV 架空输电线路设计规范》GB 50545 的有关规定。

3.3.19 与城市轨道交通高架结构、地面结构交叉的市政道路、桥梁及其他外部作业应设置限高标志,并采取防护、防撞、防抛物措施。

4 外部基坑工程

4.1 一般规定

4.1.1 外部基坑工程设计、安全评估、施工应考虑下列因素对城市轨道交通结构的不利影响：

- 1 基坑侧壁位移及坑底隆起；
- 2 基坑土方开挖卸载；
- 3 土体加固；
- 4 降排水；
- 5 永久结构的附加荷载；
- 6 支护结构选型、结构体系、施工及拆换撑；
- 7 临时堆土等地面超载；
- 8 其他不利影响。

4.1.2 基坑工程的外部作业影响等级为二级及以上时，其对应范围的支护结构安全等级宜提高一级，当支护结构安全等级为一级时不再提高。

4.1.3 外部基坑工程设计和安全评估选取的地层物理力学指标、土层分布及地下水情况应与城市轨道交通勘察资料进行复核比对，当存在不一致时，应按不利原则选取，必要时应进行补充勘察。

4.1.4 对于在建城市轨道交通工程，外部基坑工程设计和安全评估时应明确基坑工程与城市轨道交通结构施工的时空关系，并考虑前后不利工况叠加效应的影响。

4.1.5 外部基坑工程中同时存在旁侧基坑和上方基坑时，宜将旁侧基坑与上方基坑分期实施，并综合考虑二者叠加效应的影响。

4.1.6 外部基坑及地下结构设计与施工应考虑时空效应对城

市轨道交通结构安全的影响,外部作业影响等级为特级或一级时,应综合考虑地质条件、与城市轨道交通结构空间关系、城市轨道交通结构及设施对变形的敏感程度等采取合理的分坑或分块实施方案。

4.1.7 基坑支护设计、施工方案和安评报告中应明确基坑支护施工工况和工序,采用竖向斜撑时应明确支撑下方临时土台尺寸并对土台稳定性进行分析,必要时采取土体加固等措施。

4.1.8 围护结构施工时应采取可靠措施减少成桩施工对城市轨道交通结构的影响,围护桩施工应符合第 6.3.6、6.3.7 条相关规定。

4.1.9 基坑开挖应遵循“分段、分层、对称、限时、先撑后挖”的原则。土方开挖的分层厚度应根据土质条件和城市轨道交通结构变形控制要求综合确定,软土地层不宜大于 1.5m,一般地层不宜大于 3m。

4.1.10 基坑支护设计时应明确拆撑、换撑方案,施工时应编制专项施工方案。

4.1.11 基坑工程实施过程应采取措施保护城市轨道交通结构周边地下管线及监测点。

4.1.12 基坑围护结构与地下室结构侧墙之间的空隙,宜采用素混凝土回填密实,不得采用杂填土、建筑垃圾等性质较差或不稳定的材料。进入严格保护区的基坑工程,基坑围护结构与地下室结构外墙间不宜留肥槽。

4.2 旁侧基坑

4.2.1 城市轨道交通结构旁侧基坑的外部作业影响等级为特级或一级时外部作业基坑支护设计应符合以下规定:

- 1 应采取整体刚度较大的支护结构体系,混凝土支撑宜采用早强混凝土浇筑,采用钢支撑时,宜优先采用轴力伺服系统;
- 2 有地下水分布时宜采取封闭止水措施;
- 3 外部作业基坑底低于城市轨道交通主体结构底标高且

平行侧范围较大时,设计应采取分坑措施,并规定单体基坑的施工时间及顺序。城市轨道交通结构底部位于完整中风化岩层时可酌情取消分坑。

4.2.2 旁侧基坑紧邻城市轨道交通结构外墙开挖时,应考虑既有城市轨道交通结构墙侧压力改变对其结构体系内力和变形的影响,除存在接驳的外部作业工程外,一般应避免既有城市轨道交通结构外墙直接暴露。临近高架结构基坑应分析土方开挖对高架基础(桩)及上部结构的影响。

4.2.3 外部基坑工程不宜与城市轨道交通基坑同期施工,当存在同期施工情况,设计及安全评估应考虑两侧支护结构的协同受力,并将两侧基坑建立三维整体模型进行计算分析。

4.3 上方基坑

4.3.1 外部基坑工程位于城市轨道交通结构上方时,应分别考虑施工阶段及使用阶段城市轨道交通结构的内力和变形。

4.3.2 外部建设项目设计时应尽量加大基坑底与城市轨道交通结构的距离。对于盾构法、顶管法或矿山法城市轨道交通结构,其净距不应小于 $0.5D_m$ 。

4.3.3 城市轨道交通结构上方基坑支护宜采取支挡式结构,并减少土方的开挖量。明挖法施工的管道上跨城市轨道交通区间隧道时,宜采取垂直穿越方式。

4.3.4 对于拟建城市轨道交通结构,其上方的外部建设项目宜在城市轨道交通结构施工前完成地面以下结构施工,并预留城市轨道交通结构下穿条件。

4.3.5 上方基坑用于支护和土体变形控制的桩(墙)应按表 3.2.5 进行外部作业净距控制。当平面位置无法避开城市轨道交通结构时,桩(墙)底距离城市轨道交通结构顶板净距不应小于 3m。

4.3.6 区间隧道上方基坑平行隧道侧范围较大时,应采取“跳仓法”施工,在已完成的混凝土垫层或底板上宜设置临时压重。

5 外部隧道工程

5.1 一般规定

5.1.1 外部隧道工程包括盾构法、矿山法、大直径顶管法隧道及市政通道、矿山法地铁车站、开挖面积大于或等于 3m^2 的管线隧道、综合管廊等。

5.1.2 外部隧道工程设计与施工应综合考虑施工过程土体应力状态变化、地层损失、工后变形等不利因素对城市轨道交通结构的影响。

5.1.3 外部隧道工程上跨或下穿既有城市轨道交通结构的外部作业影响等级不应低于二级。

5.1.4 外部隧道采用盾构法或顶管法施工时,工作井宜设置在城市轨道交通严格保护区之外;受条件制约必须设置在严格保护区内时,应采取可靠的进出洞加固措施;明挖法工作井应满足本规程第 4.1 节、第 4.2 节的相关要求,沉井法工作井施工完成后应回填密实。

5.1.5 外部隧道工程位于一级阶地、河漫滩或古河道且外部作业影响等级为二级及以上时,不宜采用矿山法施工。

5.1.6 外部隧道工程穿越既有城市轨道交通结构时,应采取针对性措施控制隆起、沉降。

5.1.7 矿山法隧道应结合功能需求,合理设置断面规模及形式,优化开挖步序,控制开挖引起的地层变形。

5.1.8 盾构法或顶管法外部隧道施工期间,应合理选择注浆工艺、浆液配比,控制注浆压力、注浆量,并可根据需要适度提高浆液早期强度。衬砌环壁背后应及时二次注浆,浆液初凝时间可根据需要合理缩短。

5.1.9 外部隧道工程采用盾构法施工,应遵循微扰动掘进的

原则。

5.1.10 外部隧道工程采用顶管法施工,宜采用大刀盘顶管掘进机,并应根据实际情况采取必要的减阻措施。

5.1.11 外部隧道工程采用矿山法施工,应遵循“管超前、严注浆、短开挖、强支护、快封闭、勤量测”的施工原则。

5.2 交叉隧道

5.2.1 外部隧道工程有条件时,宜优先从既有城市轨道交通结构上部穿越。

5.2.2 外部隧道工程宜采用正交穿越既有城市轨道交通结构,且不宜采用小半径曲线。

5.2.3 外部隧道工程上穿或下穿既有城市轨道交通地下结构时,相对净距不宜小于 $0.5D_m$ 。

5.2.4 外部隧道工程穿越既有城市轨道交通高架结构时,埋深除满足现行《地铁设计规范》外,与高架结构桩基净距不宜小于 $0.5D$ 。

5.2.5 矿山法外部隧道与既有城市轨道交通地下结构交叉时,不宜采用冻结法加固地层。

5.2.6 上跨隧道施工时,外部隧道工程内宜预留配重材料堆放条件。

5.2.7 新建城市轨道交通区间的联络通道、泵房、风井等附属设施,其平面位置宜避开既有城市轨道交通结构。

5.3 并行隧道

5.3.1 并行隧道埋深不宜大于既有城市轨道交通结构,当并行隧道埋深非常接近既有城市轨道交通结构时,水平投影距离净距不宜小于 D_m 。

5.3.2 一级阶地或古河道、河漫滩中,并行隧道埋深大于既有城市轨道交通隧道,且位于外部作业强烈影响区时,宜考虑采用隔离桩、地层预加固等措施,减小并行隧道施工对既有城市轨道交通结构的不利影响。

6 外部基础工程

6.1 一般规定

6.1.1 外部基础的选型应结合对既有城市轨道交通的影响综合确定。

6.1.2 由河漫滩形成的软弱地基,可采用地基处理措施减少其地基变形,浅基础的外部作业影响等级为特级或一级时,地基处理设计与施工不应采用预压、强夯、挤(振、冲)密等对周边环境影响较大的地基处理工艺。

6.1.3 城市轨道交通安全保护区范围内的建(构)筑物,应考虑施工过程堆载、卸载和施工荷载等加载过程,以及长期使用期间引起的既有城市轨道交通结构的附加应力及变形。

6.2 浅基础工程

6.2.1 浅基础设计与施工应综合考虑下列因素对城市轨道交通结构安全的不利影响:

1 基底压力、基础侧向压力等引起的城市轨道交通结构受力状态变化;

2 施工及长期使用期间的地基变形引起的城市轨道交通结构附加应力及变形。

6.2.2 浅基础的外部作业影响等级可根据其基础类型、基底压力大小、与城市轨道交通结构的距离、城市轨道交通结构安全状况等因素综合确定。

6.2.3 浅基础外部作业的设计与施工应符合下列规定:

1 城市轨道交通结构安全保护区范围内的浅基础外部作业应考虑地基变形对城市轨道交通结构的不利影响,采取必要的沉降控制措施;

2 浅基础宜位于城市轨道交通严格保护区范围外,当浅基础位于城市轨道交通严格保护区范围时,应根据城市轨道交通结构承受的荷载和附加应力,验算其内力及变形,满足相关规范要求。

6.3 桩基础工程

6.3.1 桩基础设计与施工应考虑以下因素对城市轨道交通既有结构的不利影响:

- 1 成桩施工引起的城市轨道交通结构附加应力及变形;
- 2 承台侧面及底部土体压力、桩顶水平力、桩侧摩阻力、负摩阻力和桩端阻力等引起的城市轨道交通结构受力状态变化;
- 3 桩基础施工及长期使用期间的地基变形引起的城市轨道交通结构附加应力及变形。

6.3.2 桩基础对城市轨道交通结构的影响等级可根据其上部结构载荷、桩型、布桩密度、与城市轨道交通结构的距离、城市轨道交通结构安全状况等因素综合确定。

6.3.3 桩基础的外部作业影响等级为特级时,桩基础设计应符合下列规定:

- 1 桩基应选择中、低压缩性土层作为桩端持力层;对非嵌岩桩,桩端应超过轨道交通结构底部不小于 1D;
- 2 城市轨道交通结构严格保护区内的桩基最终竖向变形量最大值不宜大于 15mm。

6.3.4 桩基础的外部作业影响等级为一级时,桩基础设计应符合下列规定:

- 1 桩基宜选择中、低压缩性土层作为桩端持力层;对非嵌岩桩,桩端应超过轨道交通设施底部不小于 0.5D;
- 2 城市轨道交通结构严格保护区内的桩基最终竖向变形量最大值不宜大于 25mm。

6.3.5 桩基础施工应符合下列规定:

- 1 正式施工前应进行试成桩,检验桩数不得少于同条件

下总桩数的 1%,且不得少于 3 根;

2 成桩施工顺序应遵循先深后浅、先中间后周边、先密集区域后稀疏区域、先近城市轨道交通结构后远城市轨道交通结构(必要时与城市轨道交通结构间设置减振沟)的原则。

6.3.6 灌注桩距离城市轨道交通结构较近时,可采取减小桩径、钢套管护壁、增加泥浆比重、地基预加固、跳桩施工等措施减少成桩施工影响。

6.3.7 外部作业采用挤土或半挤土桩时,应合理安排成桩施工顺序,并采用引孔法、植桩工法、设置防挤沟等措施,减少挤土效应。

6.3.8 地下室底面标高高于既有城市轨道交通结构顶面标高时,宜采用桩基础,桩长宜插入既有城市轨道交通结构底板底以下 3m。

7 外部其他工程

7.1 一般规定

7.1.1 改变城市轨道交通结构构件或其用途的外部作业均应进行安全评估。

7.1.2 外部穿越工程的结构安全性、适用性、耐久性、可靠性等不宜低于被穿越的既有城市轨道交通结构标准。穿越工程运营阶段应建立长效监护机制,确保其在设计工作年限范围之内安全可靠。

7.1.3 外部作业穿越城市轨道交通结构时,宜在城市轨道交通停运期间连续、匀速穿越通过,不应间断施工;当在城市轨道交通运营期实施穿越工程时,城市轨道交通宜根据穿越工程的影响程度大小考虑采取限速运营措施。

7.1.4 外部穿越工程施工前应检测地下空洞并调查地下管线渗漏情况,施工过程中应对周边带水、带压、易燃、易爆管线进行严格监测。

7.1.5 穿越城市轨道交通结构的地下结构(含管线)在达到设计工作年限废弃后,应采取可靠的回填措施。

7.2 道路工程

7.2.1 城市轨道交通结构安全保护区内,道路开挖施工应符合本规程第4章外部基坑工程的规定,道路填筑施工作用于城市轨道交通地下结构外壁上的附加荷载不应大于20kPa。

7.2.2 道路工程作业应综合考虑下列因素对城市轨道交通结构安全的不利影响:

1 施工过程堆载、卸载和施工荷载等引起的城市轨道交通结构附加应力及变形;

2 道路长期使用期间的地基变形引起的城市轨道交通结构附加应力及变形。

7.2.3 对软弱地基,道路施工时宜采用地基处理措施减少地基变形,地基处理设计与施工应符合下列规定:

1 不宜采用预压、强夯、挤(振、冲)密等对周边环境影响较大的地基处理工艺;

2 正式施工前应选择典型部位进行试验性施工,评估地基处理效果及环境影响,确定施工工艺和施工参数;

3 对注浆、旋喷等有压力的外部作业,实施前应制定安全可靠的作业方案,对压力的控制宜在相似地层试验的基础上进行。

7.3 地下管线

7.3.1 采用明挖法施工地下管线的基坑应符合本规程第4章的规定,明挖法施工的管线周边应回填密实。非开挖大直径地下管线应符合本规程第5章的规定,非开挖小直径地下管线应符合本节的规定。

7.3.2 地下管线与城市轨道交通结构最小净距不宜小于 $0.5D_m$,且不小于2m。

7.3.3 地下管线宜优先考虑从既有城市轨道交通结构上方穿越。

7.3.4 城市轨道交通安全保护区内的管道、箱涵工程,应采用耐久性高、整体性强的材质和可靠的连接形式。

7.3.5 城市轨道交通安全保护区内的地下管线采用顶管法施工时,应符合下列规定:

1 应采取可靠的进出洞加固措施及止水措施;

2 应充分考虑顶管工作井后背墙的支承力对城市轨道交通结构可能产生的不利影响;

3 应严格控制掌子面土压力及稳定性,并采取壁后注浆措施,形成完整泥浆环套;

4 顶进施工过程中应保证管节接头密封；

5 地下管线顶管施工采用套管工艺时，套管与内衬管之间空隙应注浆充填饱满；

6 顶管工作井设置应符合本规程第 5.1.4 条的规定。

7.3.6 顶管工作面在填土层或一级阶地中时，不得采用开敞式挖掘顶管，应采用具有平衡开挖面功能的顶管机，并通过试顶确定顶进参数，必要时采取措施对地层进行加固。

7.3.7 顶管施工期间，应减少减阻泥浆套的厚度，顶管结束后应采用水泥砂浆置换减阻泥浆。

7.3.8 顶管施工不宜采用大角度纠偏。

7.3.9 地下管线采用拖拉管施工工艺时，应严格控制导向钻孔轴线；施工结束后，产品管与回扩孔之间空隙应注浆充填饱满。

7.3.10 雨(污)水管、自来水管、燃气管等管线邻近城市轨道交通结构时，应采取相应的防渗、防爆、防电气腐蚀措施。

7.4 地下水作业

7.4.1 人工挖孔桩、地基处理、基坑开挖等工程进行降水作业时，在城市轨道交通严格保护区以内降水深度超过 1m，或在城市轨道交通严格保护区以外降水深度超过 3m，宜进行安全评估。

7.4.2 地下水作业应综合考虑下列因素对城市轨道交通结构安全的不利影响：

1 地下水位变化引起的城市轨道交通结构附加应力、变形及稳定性；

2 地下水位变化导致的不均匀沉降引起城市轨道交通结构附加应力及变形。

7.4.3 地下水作业应采用合适的排水、降水、截水或回灌等地下水控制技术。

7.4.4 城市轨道交通安全保护区内的地下水作业，应采取措

施避免城市轨道交通结构周边地层发生流砂、管涌等渗流破坏,并监测城市轨道交通结构周边地层的水位变化。

7.4.5 城市轨道交通结构周边存在深厚砂层、软土、岩溶及土洞等特殊性地层时,应严格控制地下水位下降高度及变化速率。

7.4.6 地下水作业前应进行降水井的抽水试验,确定降水施工参数和止水帷幕的有效性,验证降水方案的可靠性。

7.4.7 外部作业基坑开挖过程中应严格按需降水,不可一次降到坑底,须和开挖同步,保持坑内水位在开挖面以下 1m 左右。

7.5 桥梁工程

7.5.1 桥梁工程作业时,其桩基应符合本规程第 6.3 节的规定,承台基坑应符合本规程第 4 章的规定。

7.5.2 桥梁工程作业应综合考虑下列因素对城市轨道交通结构安全的不利影响:

1 施工荷载及使用荷载等引起的城市轨道交通结构附加应力及变形;

2 在长期使用期间桩基周边地层变形引起的城市轨道交通结构附加应力及变形。

7.5.3 桥梁工程与城市轨道交通交叉部位应采取防落梁措施,防止桥梁倾覆。

7.6 爆破作业

7.6.1 城市轨道交通安全保护区内的爆破作业(含拆除爆破作业)应满足本规程第 3.2.5 条和现行国家标准《爆破安全规程》GB 6722 的规定。

7.6.2 应对爆破作业影响范围内的城市轨道交通工程进行安全评估。

7.6.3 城市轨道交通安全保护区内的爆破作业,实施前应制定技术方案、安全措施、安全应急预案和爆破安全监控方案。

7.6.4 城市轨道交通结构的安全允许振速应为 2.5cm/s ,对安装有精密设备的结构应满足精密设备的安全允许振速。

7.6.5 城市轨道交通安全保护区的爆破作业应做好包括爆破作业点、爆破规模、爆破参数、爆破效果及爆破有害效应等内容的作业记录。

7.6.6 城市轨道交通安全保护区内的爆破作业前,应进行试爆作业和爆破振动监测,并应根据试爆效果及监测信息优化爆破作业。

7.6.7 城市轨道交通安全保护区内的爆破作业不应在运营高峰期进行,实施前应进行试爆作业并采取安全防护措施。

7.7 其他作业

7.7.1 城市轨道交通结构安全保护区内的冻结法作业,应采取措施降低地层冻胀、融沉对城市轨道交通结构产生的不利影响。

7.7.2 对城市轨道交通结构周边土体采取注浆加固措施时,宜采用微扰动注浆工艺;在注浆过程中应对城市轨道交通结构进行实时监测,根据监测情况,合理调整注浆压力,优化浆液配比,并判定注浆的终止与否。应合理提高浆液的早期强度,保证加固的综合效果,并进行取芯验证。

7.7.3 穿河、湖段城市轨道交通结构安全保护区内不应进行采砂、抛锚或拖锚等水下作业,河道的清淤疏浚、取石、挖沙作业应分层进行,并保证城市轨道交通结构上方覆土不小于设计厚度。

7.7.4 塔式起重机等外部高空作业吊重时,严禁经过城市轨道交通地面结构和高架结构的正上方,并应保持安全距离。

7.7.5 城市轨道交通结构安全保护区内既有房屋改造、加固施工应采取安全可靠的作业方案。

7.7.6 改扩建工程中改变既有城市轨道交通主体结构构件时,应进行现状鉴定和安全评估,必要时对既有结构进行加固

处理。改造过程中应采取可靠措施保证既有结构的安全和运营安全。

7.7.7 外部作业与既有城市轨道交通结构间增设连通口时,城市轨道交通结构开设洞口部位应采取可靠的洞口加固措施。

7.7.8 城市轨道交通结构正上方区域不应作为材料堆场,不宜设置基坑出土口或运输车道。

7.7.9 在城市轨道交通结构影响保护区内进行加载或卸载作业,应验算其对既有结构的影响,并应满足本规程第 3.2.10 条相应结构安全控制指标要求。

7.7.10 城市轨道交通设施上方外部作业(含改扩建工程、拆除工程、地基注浆加固等)作用于城市轨道交通地下结构外壁上的附加荷载不宜大于 20kPa。对于附加荷载较大的工程,应采取桩基等形式将荷载转移或分散,或采取隔离桩等保护措施。

7.7.11 城市轨道交通严格保护区内的钻探施工作业,钻探孔位不应偏移,且在实施前应城市轨道交通建设或运营单位进行坐标点位复核,无误后方可实施。

7.7.12 城市轨道交通影响保护区内的钻探孔施工作业,钻探完毕后,应对钻孔有效封闭。

7.7.13 城市轨道交通结构安全保护区内的土方堆载、卸载应分层逐级施工,高度不得大于设计要求。

7.7.14 城市轨道交通结构邻近高边坡、高挡墙时,外部作业应保证高边坡、高挡墙及其基础的安全。

8 安全评估

8.1 一般规定

8.1.1 安全评估宜贯穿于外部作业的勘察、设计、实施多个阶段全过程,应包括:城市轨道交通结构的现状评估、外部作业影响预评估、外部作业施工过程评估和外部作业影响后评估。

8.1.2 城市轨道交通结构的现状评估和外部作业影响预评估前,应取得城市轨道交通结构的相关监测、检测资料;外部作业施工过程评估和外部作业影响后评估前,应取得外部作业及城市轨道交通结构的相关监测、检测资料,以及施工日志、巡查记录等过程资料。

8.1.3 城市轨道交通结构安全保护区内时空相近的多项外部作业,应综合考虑其对城市轨道交通结构产生的叠加效应。

8.2 评估内容

8.2.1 城市轨道交通结构的现状评估应在外部作业实施前,通过现状调查、检测、测量和计算分析等手段,评估当前城市轨道交通结构的安全状态、继续抗变形能力和承载能力,并应确定相应的结构安全控制指标值。

8.2.2 外部作业影响预评估应在外部作业实施前,采用理论分析、模型试验、数值模拟等方法,预测外部作业对城市轨道交通结构的不利影响,并结合城市轨道交通结构现状评估确定的结构安全控制指标值,评估外部作业方案和城市轨道交通保护方案的可行性,并对外部作业提出建议及要求。

8.2.3 外部作业影响预评估应包括以下内容:

- 1 外部作业工程和城市轨道交通工程概况;
- 2 外部作业与城市轨道交通工程相对位置关系;

- 3 工程地质及水文地质情况；
 - 4 城市轨道交通工程现状调查,必要时进行结构检测；
 - 5 评估依据、评估标准、评估思路及技术路线；
 - 6 外部作业设计方案及其自身变形分析计算；
 - 7 外部作业施工方案及其对城市轨道交通结构的影响分析；
 - 8 工程类比；
 - 9 监测要求及应急预案；
 - 10 评估结论与建议。
- 8.2.4** 城市轨道交通结构的计算分析宜采用荷载—结构模型、地层—结构模型进行,并应根据现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 进行承载力、变形及裂缝等验算。
- 8.2.5** 外部作业施工过程评估应在外部作业实施过程中,结合城市轨道交通结构的监测数据、外部作业实施状况以及施工前预评估结果,及时确定城市轨道交通结构当前的结构安全状况,评估后续外部作业方案的可行性。
- 8.2.6** 外部作业影响后评估应在外部作业完成且结构(地基)变形稳定后,根据对城市轨道交通结构造成的影响程度,再次评估城市轨道交通结构的结构安全状况。

9 监测与巡查

9.1 一般规定

9.1.1 外部作业影响等级为特级、一级、二级时,应对受其影响的城市轨道交通结构进行监测;根据监测数据,结合结构安全控制指标值,应对外部作业实行过程监控。

9.1.2 城市轨道交通结构监测宜采用与结构长期运营监测一致的地方坐标系统和地方高程基准。

9.1.3 城市轨道交通结构及外部作业的监测,应采用仪器监测与巡视相结合的方法。

9.1.4 监测点布设应符合下列要求:

- 1 不得妨碍城市轨道交通的运行与运营安全;
- 2 位置能够反映监测对象变形和内力的关键特征;
- 3 标志稳固、明显、结构合理,易于保护,便于观测;
- 4 编号统一、规范,便于数据管理;

5 联络通道、结构过渡段等结构特殊区段,结构存在缺陷、使用状况恶化区段,以及地质条件复杂区段,宜结合现场特点布设监测点。

9.1.5 仪器、设备应在检定或校准周期内,并满足相关规定的要求。

9.1.6 应定期检查与复测监测控制网,监测基准点应符合下列规定:

1 应位于外部作业影响范围以外,并在外部作业实施前埋设;

2 稳定可靠的高程基准点不应少于3个,平面基准点不应少于4个。

9.1.7 历次监测,应采用相同的监测网形、监测路线、监测方法和数据处理方法,并固定监测人员、仪器和设备。

9.1.8 监测项目的初始值应在外部作业实施前及监测点埋设稳定后及时采集,应将连续测量不少于 3 次的稳定观测数据的平均值作为初始值。

9.1.9 采用新技术、新方法代替传统方法时,应与传统方法的试验性对比验证,其精度不应低于传统方法的精度要求。

9.1.10 监测项目正负号的约定应符合下列规定:

1 基坑水平位移向坑内位移为正,反之为负;

2 城市轨道交通结构水平位移向外部作业侧位移为正,反之为负;

3 竖向位移隆起为正,反之为负;

4 城市轨道交通结构收敛以所测直径增大为正,反之为负。

9.1.11 应根据外部作业特点,确定施工全过程分阶段的监测控制指标;施工过程加强监测,及时分析各阶段的监测数据,实行信息化动态施工。

9.1.12 已运营城市轨道交通结构的轨行区宜采用自动化监测。

9.1.13 应定期对城市轨道交通结构安全保护区内的结构及外部施工现场进行巡视检查。

9.1.14 隧道病害整治期间宜进行监测,必要时进行自动化实时监测。

9.2 城市轨道交通监测

9.2.1 城市轨道交通监测项目应能及时反映外部作业对城市轨道交通结构安全影响的重要变化,并应根据不同的城市轨道交通结构类型按本规程附录 C 进行选择。

9.2.2 外部作业需要爆破时,应对爆破振动影响范围内的城市轨道交通结构及重要设施进行振动速度和加速度监测。

9.2.3 城市轨道交通结构的监测频率,应能系统反映监测对象所测项目的重要变化过程及其变化时刻,应综合既有城市轨道交通结构自身特征及外部作业施工影响的特点确定。

1 施工期自动化监测频率与人工监测频率参照表 9.2.3

执行,跟踪期监测频率不宜低于 1 次/10d。当城市轨道交通结构重要性高、抵抗外部影响能力弱或外部施工影响大时,监测频率宜适当提高;

表 9.2.3 施工期监测频率

监测方法 安全等级	自动化监测	人工监测
特级	≥ 4 次/ d	≥ 1 次/(1~2)d
一级	≥ 2 次/ d	≥ 1 次/(1~3)d
二级	≥ 1 次/ d	≥ 1 次/(2~4)d
三级	≥ 1 次/ d	≥ 1 次/(2~5)d

- 注: 1 各次监测间的时间间隔宜相等;
2 当仅有 人工测项、无自动化测项时,监测频率宜适当提高;
3 当采用自动化监测时,必须辅以人工测量进行验证。

2 当监测数据异常或接近城市轨道交通结构安全控制指标的预警值时,应提高监测频率。

9.2.4 城市轨道交通结构的监测周期,应从测定监测项目初始值开始,至外部作业完成且监测数据趋于稳定后结束。

9.2.5 监测预警等级划分及应对管理措施应符合表 9.2.5 的规定。

表 9.2.5 监测预警等级划分

监测预警等级	监测比值 G	应对管理措施
A	$G < 0.6$	可正常进行外部作业
B	$0.6 \leq G < 0.8$	监测报警,并采取加密监测点或提高监测频率等措施加强对轨道交通结构的监测
C	$0.8 \leq G < 1.0$	宜暂停外部作业,进行过程安全评估工作,并根据安全评估结果,改进外部作业方案,制定轨道交通结构安全保护措施,开展后续工作
D	$1.0 \leq G$	启动应急预案

注: 监测比值 G 为监测项目实测值与结构安全控制指标值的比值。

1 在给定监测数据变化速率控制值前提下,当变化速率超过速率控制值且 $G < 0.6$ 时,监测预警等级应评定为 B 级;当变化速率连续两天超过速率控制值且 $0.6 \leq G < 0.8$ 时,监测预警等级应评定为 C 级;当变化速率连续两天超过速率控制值且 $0.8 \leq G < 1.0$ 时,监测预警等级应评定为 D 级;

2 在未给定监测数据变化速率控制值前提下,连续 3 天变化速率超过 1mm/d 时,预警等级应评定为 C 级;

3 当监测数据达到 B 级预警时,应提高监测频率。

9.3 外部作业监测

9.3.1 外部作业实施前,应根据外部作业相关规范的要求、城市轨道交通结构类型及其外部作业影响等级、安全评估成果、周边环境等编制外部作业监测方案。

9.3.2 外部作业监测项目应根据本规程附录 D 选择。

9.3.3 外部作业涉及城市轨道交通的监测范围应符合下列规定:

- 1 地下车站与隧道外边线外侧 50m 内;
- 2 地面和高架车站以及线路轨道结构外边线外侧 30m 内;
- 3 出入口、通风亭、变电站等附属建(构)筑物外边线外侧 10m 内。

9.3.4 外部作业监测点布设位置应在监测对象变形和内力的关键特征点上,监测点布置要求及监测仪器的要求应符合本规程附录 E 的规定。

9.3.5 外部作业监测频率应根据本规程附录 F 确定。

9.3.6 外部作业实施过程,应由专人进行巡视检查。

9.3.7 遇到连续降雨等不利天气状况时,应加强外部作业监测,并应同时采取措施确保监测作业人员安全。

9.3.8 监测周期应从外部作业实施前不少于 1 周开始,至外部作业完成、对城市轨道交通结构的影响停止且监测数据趋于稳定后结束。

9.3.9 当遇到下列情况时,应对以下外部作业重点进行监测:

1 外部作业项目实施降水作业,应对城市轨道交通结构附近的地下水位进行监测;

2 软土地区,城市轨道交通结构对外部作业敏感时,宜进行土体分层竖向位移或深层水平位移监测。

9.4 巡视检查

9.4.1 城市轨道交通结构的检查应包括城市轨道交通结构渗漏、结构损伤和结构变形状态等内容,主要巡视对象为城市轨道交通的结构、轨道等,检查应符合下列要求:

1 渗漏检查应记录渗漏出现的位置、范围、程度及发展趋势,滴漏应确定滴漏频率;

2 结构损伤检查应记录结构损伤出现的位置、走向、宽度等,包括变形缝开合及错台、结构裂缝、管片错台及接缝张开、道床离缝等;

3 结构变形状态检查应结合城市轨道交通结构变形监测,收集地下结构已有的竖向和水平位移、相对收敛、隧道断面形状及尺寸变化,分析各数据的变化趋势;

4 对发现的病害应进行拍照、摄影、测量并附文字描述。

9.4.2 对外部基坑工程,检查应符合下列规定:

1 应检查施工现场平面和竖向布置,包括出土坡道及出土口位置、堆场位置及堆载大小、重车行驶区域、大型施工机械停靠点、塔吊位置及垂直度等内容;

2 围护结构施工阶段,应对桩墙定位、施工机械、施工工艺、施工参数等进行检查;

3 土方开挖前,应复核设计条件和施工方案,对已经施工的围护结构质量进行检查;城市轨道交通结构安全保护等级为一级及以上且基坑设置封闭的截水帷幕时,开挖前应通过坑内预降水措施检查帷幕截水效果;

4 基坑土方开挖及地下结构施工过程中,每个工序施工结束后,均应对该工序的施工情况进行检查,包括各工况的基

坑开挖深度、支撑安拆及施工质量、时空顺序等内容；

5 应检查降排水系统的工作状况,包括截水帷幕渗漏水情况、地面及坑内排水系统、坑内外降水系统等内容。

9.4.3 对外部隧道工程,检查应包括下列内容:

1 掘进前检查盾构始发端、接收端土体加固情况以及联络通道冻结壁发展情况,盾构施工的环号;

2 掘进过程中检查掘进设备姿态、掘进面土的类型、特征及含水量情况;

3 盾构停机检修、开仓换刀的时间和位置,联络通道开洞口情况;

4 对洞内结构主要检查隧道管片变形、开裂、错台、拼装缝、掉块情况管片渗漏水情况管片注浆情况;

5 对于采用矿山法施工的隧道,应检查马头门加固措施和加固效果、隧道施工方法等。

9.4.4 对外部其他工程,检查应包括下列内容:

1 地基处理施工工艺、施工参数;

2 桩基施工工艺、施工速度和次序;

3 道路施工时堆载、卸载情况;

4 顶管、拖拉管施工时定位放样、施工精度、施工参数。

9.4.5 城市轨道交通结构沿线的周边环境检查,应包括下列内容:

1 周边路面或地表的裂缝、沉陷、隆起、冒浆的位置、范围等情况;

2 周边地下管线的沉陷、漏水或喷水、漏气等情况;

3 河流、湖泊的水位变化情况,水面出现漩涡、气泡及其位置、范围,堤坡裂缝宽度、深度、数量及发展趋势;

4 特殊情况下暴雨或持续降雨后的周边环境巡查情况。

附录 A 外部作业影响等级划分图表

A.0.1 接近程度应根据城市轨道交通结构的施工方法及其与外部作业的空间位置关系确定,接近程度的判定标准宜按表 A.0.1 确定。

表 A.0.1 接近程度的判定标准

城市轨道交通结构的施工方法	相对净距	接近程度
明挖、盖挖法	$<0.5H$	非常接近
	$0.5H\sim1.0H$	接近
	$1.0H\sim2.0H$	较接近
	$>2.0H$	不接近
矿山法	$<1.0W$	非常接近
	$1.0W\sim1.5W$	接近
	$1.5W\sim2.5W$	较接近
	$>2.5W$	不接近
盾构法或顶管法	$<1.0D$	非常接近
	$1.0D\sim2.0D$	接近
	$2.0D\sim3.0D$	较接近
	$>3.0D$	不接近

注: 1 H 为明挖、盖挖法城市轨道交通结构的基坑开挖深度; W 为矿山法城市轨道交通结构的隧道毛洞跨度; D 为盾构法或顶管法城市轨道交通结构的隧道外径, 圆形顶管结构的外径或矩形顶管结构的长边宽度;

2 相对净距指外部作业的结构外边线与城市轨道交通结构外边线的最小净距离:

- 1) 如外部作业为基坑工程, 相对净距为外部作业围护结构外边线与城市轨道交通结构外边线的最小净距离;
- 2) 外部作业为顶管法施工的小直径地下管线时, 最小净距离为竖向净距, 其余均为水平净距。小直径地下管线指断面

面积小于 3m^2 的管线。

3 外部作业采用爆破法实施时,应根据相关工程经验和爆破专项安全评估成果进行适当调整。

A.0.2 外部作业的工程影响分区宜根据外部作业的施作方法确定,并应符合下列规定:

1 明挖、盖挖法外部作业的工程影响分区(图 A.0.2-1)宜按表 A.0.2-1 确定;

表 A.0.2-1 明挖、盖挖法外部作业的工程影响分区

工程影响分区	区域范围
强烈影响区(A)	结构正上方及外侧 $0.7h_1$ 范围内
显著影响区(B)	结构外侧 $0.7h_1 \sim 1.0h_1$ 范围
一般影响区(C)	结构外侧 $1.0h_1 \sim 2.0h_1$ 范围

注: h_1 为明挖、盖挖法外部作业结构底板的埋深;

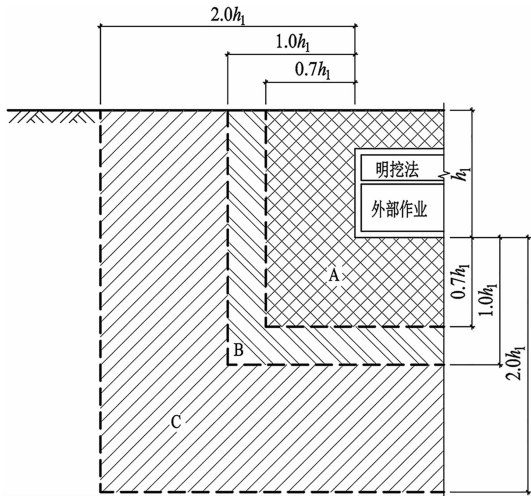


图 A.0.2-1 明挖、盖挖法外部作业的工程影响分区
 h_1 —明挖、盖挖法外部作业结构底板的埋深

2 浅埋矿山法和盾构法、顶管法外部作业的工程影响分区(图 A.0.2-2)宜按表 A.0.2-2 确定;

表 A.0.2-2 浅埋矿山法和盾构法、顶管法
外部作业的工程影响分区

工程影响分区	区域范围
强烈影响区(A)	隧道正上方及外侧 $0.7h_2$ 范围内
显著影响区(B)	结构外侧 $0.7h_2 \sim 1.0h_2$ 范围
一般影响区(C)	结构外侧 $1.0h_2 \sim 2.0h_2$ 范围

注： h_2 为矿山法和盾构法外部作业隧道底板的埋深。

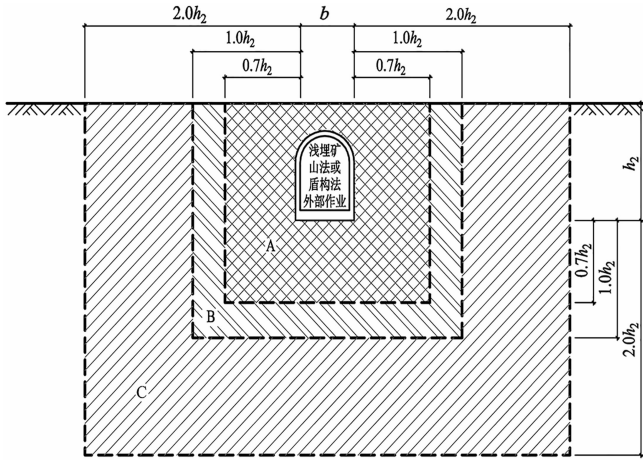


图 A.0.2-2 浅埋矿山法和盾构法、顶管法外部作业的工程影响分区
 h_2 —矿山法和盾构法外部作业隧道底板的埋深

3 深埋矿山法和盾构法外部作业的工程影响分区
(图 A.0.2-3)宜按表 A.0.2-3 确定；

表 A.0.2-3 深埋矿山法和盾构法外部作业的工程影响分区

工程影响分区	区域范围
强烈影响区(A)	隧道正上方及外侧 $1.0b$ 范围内
显著影响区(B)	结构外侧 $1.0b \sim 2.0b$ 范围
一般影响区(C)	结构外侧 $2.0b \sim 3.0b$ 范围

注： b 为矿山法和盾构法外部作业隧道的毛洞跨度。

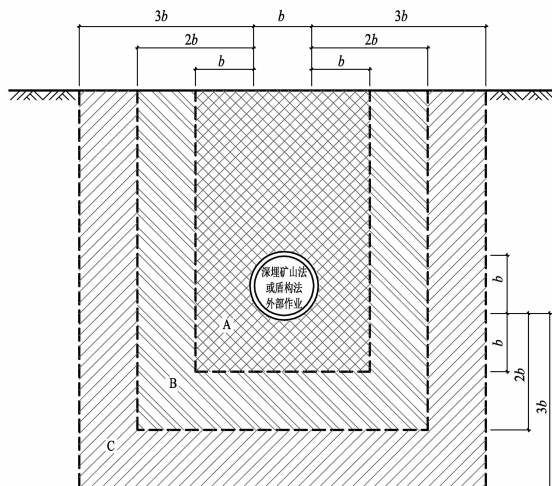


图 A.0.2-3 深埋矿山法和盾构法外部作业的工程影响分区
b—矿山法和盾构法外部作业隧道的毛洞跨度。

4 桩基工程外部作业的工程影响分区宜按表 A.0.2-4 确定。

表 A.0.2-4 桩基工程外部作业的工程影响分区

工程影响分区	区域范围
强烈影响区(A)	桩基外侧 6m 范围内
显著影响区(B)	桩基外侧 6m~10m 范围
一般影响区(C)	桩基外侧 10m 范围以外

附录 B 城市轨道交通结构安全 控制指标值

B.0.1 城市轨道交通结构安全控制指标值应根据城市轨道交通的结构安全保护技术的要求、现行国家标准《地铁设计规范》GB 50157 及城市轨道交通结构现状评估结果确定。

B.0.2 城市轨道交通结构安全控制指标值应符合表 B.0.2—1～B.0.2—4 的要求。

表 B.0.2—1 盾构法或顶管法隧道安全控制指标值

安全控制指标		预警值	控制值
水平位移(mm)	轨通前	<5mm	<10mm
	轨通后	<3mm	<5mm
竖向位移(mm)	轨通前	<5mm	<10mm
	轨通后	<3mm	<5mm
径向收敛(mm)	轨通前	<5mm	<10mm
	轨通后	<3mm	<5mm
变形曲率半径(m)		—	>15000m
变形相对曲率		—	<1/2500
管片接缝张开量(mm)		<1mm	<2mm
外壁附加荷载(kPa)		—	≤20 kPa
变形缝处差异变形(mm)		<2mm	<4mm
区间隧道渗漏水		—	不允许漏水,结构表面可有少量湿渍
裂缝宽度(mm)		<0.1mm	<0.2mm

注：1 隧道差异沉降、变形缝差异沉降可执行《城市轨道交通工程监测技术规范》(GB 50911—2013)表 9.3.5 要求；

2 管片接缝错台量可执行《盾构法隧道施工及验收规范》(GB 50446—2017)表 9.3.5、表 16.0.5 要求；

- 3 水平位移、竖向位移、径向收敛安全控制指标累计值不宜超过 20mm；
- 4 当工程地质和水文地质条件较好，结构抗变形能力好时，经专家评审后，安全控制指标值可适当提高。

表 B.0.2-2 地下车站结构安全控制指标值

安全控制指标		预警值	控制值
水平位移(mm)	铺轨前	<10mm	<20mm
	铺轨后	<5mm	<10mm
竖向位移(mm)	铺轨前	<10mm	<20mm
	铺轨后	<5mm	<10mm
径向收敛(mm)	铺轨前	<10mm	<20mm
	铺轨后	<5mm	<10mm
车站主体结构垂直度		2/1000	4/1000
车站与附属结构交接处差异变形(mm)		<5mm	<10mm
裂缝宽度(mm)	迎水面	<0.1mm	<0.2mm
	背水面	<0.15mm	<0.3mm

注：位移、差异变形、裂缝可执行《城市轨道交通工程监测技术规范》(GB 50911—2013)要求。

表 B.0.2-3 高架及地面城市轨道交通结构安全控制指标值

安全控制指标	预警值	控制值
水平位移(mm)	<5mm	<10mm
竖向位移(mm)	<5mm	<10mm
车站与附属结构交接处差异沉降(mm)	<8mm	<16mm
相邻柱基沉降差(mm)	<0.0008L	<0.0015L
裂缝宽度(mm)	<0.15mm	<0.3mm

注：位移、差异沉降、裂缝可执行《城市轨道交通工程监测技术规范》(GB 50911—2013)要求。

表 B.0.2-4 轨道安全控制指标值

安全控制指标	预警值	控制值
轨道横向高差(mm)	$<2\text{mm}$	$<4\text{mm}$
轨向高差(矢度值)(mm)	$<2\text{mm}$	$<4\text{mm}$
轨间距(mm)	$>-2\text{mm}$ $<+3\text{mm}$	$>-4\text{mm}$ $<+6\text{mm}$
道床脱空量(mm)	$<3\text{mm}$	$<5\text{mm}$
振动速度(cm/s)	—	$<2.5\text{ cm/s}$

注：表 B.0.2-4 中轨道安全控制指标值不包括测量、施工误差。

附录 C 城市轨道交通结构监测项目

C.0.1 地下线路监测项目应根据表 C.0.1 选择。

表 C.0.1 地下车站和隧道监测项目

监测对象	监测项目	外部作业影响等级			
		特级	一级	二级	三级
地下车站	车站结构、道床结构竖向位移	√	√	√	○
	车站结构、道床结构水平位移	√	√	√	○
盾构隧道	隧道结构、道床结构竖向位移	√	√	√	○
	隧道结构、道床结构水平位移	√	√	√	○
	相对收敛	√	○	○	○
	变形缝张开量、裂缝	√	√	○	○
	道床与轨道变位	√	○	○	○
	隧道断面尺寸	√	○	○	○
矿山法隧道	隧道结构、道床结构竖向位移	√	√	√	○
	隧道结构、道床结构水平位移	√	√	√	○
	相对收敛	√	○	○	○
明挖法隧道	隧道结构、道床结构竖向位移	√	√	√	○
	隧道结构、道床结构水平位移	√	√	√	○
	框架墙竖向位移	√	√	○	○

注：√——应测项目，○——选测项目。

C.0.2 地面线路监测项目应根据表 C.0.2 选择。

表 C.0.2 地面车站和地面线路监测项目

监测对象	监测项目	外部作业影响等级			
		特级	一级	二级	三级
地面车站	结构竖向位移	√	√	√	○
	结构水平位移	√	√	○	○

续表 C.0.2

监测对象	监测项目	外部作业影响等级			
		特级	一级	二级	三级
地面车站	框架立柱竖向位移	√	√	○	○
地面区间及出入线	路基竖向位移	√	√	√	○
	接触网立柱倾斜	√	√	○	○

注：√——应测项目，○——选测项目。

C.0.3 高架线路监测项目应根据表 C.0.3 选择。

表 C.0.3 高架车站和高架线路监测项目

监测对象	监测项目	外部作业影响等级			
		特级	一级	二级	三级
高架车站及 高架线路	墩台竖向位移、差异沉降	√	√	√	○
	道床结构竖向位移	√	√	√	○

注：√——应测项目，○——选测项目。

C.0.4 其他安全监测对象监测项目应根据表 C.0.4 选择。

表 C.0.4 其他安全监测对象监测项目

监测对象	监测项目	外部作业影响等级			
		特级	一级	二级	三级
出入口、通风亭、冷却塔、残疾人直升电梯等	结构竖向位移	√	√	√	○
主变电站	结构竖向位移	√	√	√	○
	地面竖向位移	√	√	○	○
	倾 斜	√	○	○	○
车辆基地库房	结构竖向位移	√	√	√	○
	地面竖向位移	√	○	○	○

注：√——应测项目，○——选测项目。

附录 D 外部作业监测项目

D.0.1 外部作业监测项目应根据表 D.0.1 选择。

表 D.0.1 外部作业监测项目

序号	外部作业类型	监测项目	监测等级		
			一级	二级	三级
1	基坑工程	桩(坡)顶水平位移	√	√	√
2		桩(坡)顶竖向位移	√	√	√
3		围护桩(土体)深层水平位移	√	√	○
4		地下水位	√	√	√
5		支撑内力	√	○	○
6		立柱竖向位移	√	○	○
7	盾构法隧道	管片结构水平位移	√	○	○
8		管片结构竖向位移	√	√	√
9		管片结构净空收敛	√	√	√
10		地表沉降	√	√	√
11	矿山法隧道	初期支护结构拱顶沉降	√	√	√
12		初期支护结构底板竖向位移	√	○	○
13		初期支护结构净空收敛	√	√	√
14		中柱结构竖向位移	√	√	○
15		地表沉降	√	√	√
16	顶管工程	地表沉降	√	√	√
17	地下水作业	地下水位	√	√	√
18	爆破作业	震动速度爆破	√	√	√

注：√——应测项目，○——选测项目。

附录 E 监测点布置及监测仪器要求

E.0.1 城市轨道交通监测点布置及监测仪器应符合表 E.0.1 的要求。

表 E.0.1 城市轨道交通监测点布置及监测仪器要求

序号	监测项目	监测点布置位置	监测点布置间距			监测仪器	仪器精度
			特级	一级	二级		
1	竖向位移	地下结构底板、拱顶、侧墙；地面及高架结构底层柱、桥面、桥墩	按 3m~9m 一个断面	按 6m~15m 一个断面	按 10m~20m 一个断面	水准仪、静力水准仪、全站仪	水准仪： ± 0.3 mm/km；全站仪： $\pm 0.5''$ ， $\pm (1\text{mm}+1\text{ppm})$
2	水平位移	地下结构底板、拱顶、侧墙；地面及高架结构桥面、结构顶部、桥墩	按 3m~9m 一个断面	按 6m~15m 一个断面	按 10m~20m 一个断面	全站仪	$\pm 0.5''$ ， $\pm (1\text{mm}+1\text{ppm})$
3	相对收敛	每监测断面布置不少于两条测线	按 3m~9m 一个断面	按 6m~15m 一个断面	按 10m~20m 一个断面	全站仪、收敛计	全站仪： $\pm 0.5''$ ， $\pm (1\text{mm}+1\text{ppm})$ 收敛计： $\pm 0.1\text{mm}$
4	变形缝张开量、裂缝	结构裂缝位置、结构变形缝两侧	缝的两侧均匀布置			裂缝计、游标卡尺	裂缝计、游标卡尺： $\pm 0.1\text{mm}$ ；全站仪： $\pm 0.5''$ ， $\pm (1\text{mm}+1\text{ppm})$
5	道床与轨道变位	道床的纵、横断面上，两条轨道上	按 3m~9m 一个断面	按 6m~15m 一个断面	按 10m~20m 一个断面	水准仪、静力水准仪、全站仪、道尺	水准仪： ± 0.3 mm/km；全站仪： $\pm$ ；道尺： $< \pm 0.3\text{mm}$

续表 E.0.1

序号	监测项目	监测点布置位置	监测点布置间距			监测仪器	仪器精度
			特级	一级	二级		
6	结构倾斜	高架墩柱、明挖区间或车站侧墙等城市轨道交通结构	按 3m~9m 一个断面	按 6m~15m 一个断面	按 10m~20m 一个断面	电子水平尺、全站仪	电子水平尺:不低于 $\pm 3''$;全站仪: $\pm 0.5''$, $\pm (1\text{mm} + 1\text{ppm})$;
7	爆破震动速度	结构薄弱部位、靠近爆破位置	结构薄弱部位,或结构与爆破点之间			速度传感器	$\pm 1.0\%F.S$

注: 1 表中特级、一级、二级为外部作业影响等级;

2 监测点及监测断面的布置,应根据外部作业的影响特征综合确定。

E.0.2 城市轨道交通监测点的布置应覆盖受外部作业影响的全部城市轨道交通结构,监测点应位于监测对象变形和内力的关键特征点位置,对地下结构曲线段适当加密布置。

E.0.3 外部作业监测点布置及监测仪器应符合表 E.0.3 的要求。

表 E.0.3 外部作业监测点布置及监测仪器要求

序号	监测项目	监测点布置位置	监测点布置间距	监测仪器
1	桩(坡)顶水平位移	沿基坑周边布置,周边中部、阳角处应布设监测点	不宜大于 20m	全站仪
2	桩(坡)顶竖向位移	沿基坑周边布置,周边中部、阳角处应布设监测点	不宜大于 20m	水准仪
3	围护桩(土体)深层水平位移	基坑周边中部、阳角处及有代表性部位	间距 20m~50m	测斜仪
4	地下水位	外部作业空间与城市轨道交通结构之间	间距 15m~25m	水位计

续表 E.0.3

序号	监测项目	监测点布置位置	监测点布置间距	监测仪器
5	支撑内力	支撑内力较大或整个支撑系统中起控制作用的支撑上	每层支撑不应少于 3 个	应力计、频率读数仪
6	立柱竖向位移	基坑中部、多根支撑交汇处、地质条件复杂处	不应少于立柱总根数 5% 且不应少于 3 根	水准仪
7	管片结构水平位移	隧道结构顶部、底部、拱腰	间距 5m~10m	全站仪
8	管片结构竖向位移	隧道结构顶部、底部、拱腰	间距 5m~10m	水准仪
9	管片结构净空收敛	每监测断面布置不少于两条测线	间距 5m~10m	全站仪、收敛计
10	初期支护结构拱顶沉降	初期支护结构拱顶	间距 5m~10m	水准仪
11	初期支护结构底板竖向位移	初期支护结构底板的中部或两侧	间距 5m~10m	水准仪
12	初期支护结构净空收敛	初期支护结构拱腰	间距 5m~10m	全站仪、收敛计
13	中柱结构竖向位移	有代表性中柱	不应少于中柱总根数 10% 且不应少于 3 根	水准仪
14	地表沉降	隧道、顶管上方地表	间距 5m~10m	水准仪

附录 F 外部作业监测频率要求

F.0.1 基坑工程监测项目的监测频率应考虑基坑工程等级、基坑及地下工程的不同施工阶段。当监测值相对稳定时,可适当降低监测频率。对于应测项目,在无数据异常和事故征兆的情况下,开挖后现场监测频率可按表 F.0.1 确定。

表 F.0.1 基坑工程监测频率

基坑类别	施工进度		基坑设计开挖深度			
			≤5m	5m~10m	10m~15m	>15m
一级	开挖深度(m)	≤5	1次/1d	1次/2d	1次/2d	1次/2d
		5~10	—	1次/1d	1次/1d	1次/1d
		>10	—	—	2次/1d	2次/1d
	底板浇筑后时间(d)	≤7	1次/1d	1次/1d	2次/1d	2次/1d
		7~14	1次/3d	1次/2d	1次/1d	1次/1d
		14~28	1次/5d	1次/3d	1次/2d	1次/1d
		>28	1次/7d	1次/5d	1次/3d	1次/3d
二级	开挖深度(m)	≤5	1次/2d	1次/2d	—	—
		5~10	—	1次/1d	—	—
	底板浇筑后时间(d)	≤7	1次/2d	1次/2d	—	—
		7~14	1次/3d	1次/3d	—	—
		14~28	1次/7d	1次/5d	—	—
		>28	1次/10d	1次/10d	—	—

- 注：1 有支撑的支护结构各道支撑开始拆除到拆除完成后 3d 内监测频率应为 1 次/1d；
- 2 基坑工程施工至开挖前的监测频率视具体情况确定；
- 3 当基坑工程等级为三级时,监测频率可视具体情况适当降低；
- 4 宜测项目的仪器监测频率可视具体情况要求适当降低。

F.0.2 盾构法隧道工程施工中隧道管片结构、周围岩土体监测频率可按表 F.0.2 确定。

表 F.0.2 盾构法隧道工程监测频率

监测部位	监测对象	开挖面至监测点或监测断面的距离	监测频率
开挖面前方	地 表	$5D < L \leq 8D$	1 次/(3d~5d)
		$3D < L \leq 5D$	1 次/2d
		$L \leq 3D$	1 次/1d
开挖面后方	管片结构、地表	$L \leq 3D$	(1 次~2 次)/1d
		$3D < L \leq 5D$	1 次/(1d~2d)
		$L > 8D$	1 次/(3d~7d)

注：1 D—盾构法隧道开挖直径(m)，L—开挖面至监测点或监测断面的水平距离(m)；

2 监测数据趋于稳定后，监测频率宜为 1 次/(15d~30d)。

F.0.3 矿山法隧道工程施工中隧道初期支护结构、周围岩土体监测频率可按表 F.0.3 确定。

表 F.0.3 矿山法隧道工程监测频率

监测部位	监测对象	开挖面至监测点或监测断面的距离	监测频率
开挖面前方	地 表	$2B < L \leq 5B$	1 次/2d
		$L \leq 2B$	1 次/1d
开挖面后方	初期支护结构、地表	$L \leq B$	(1 次~2 次)/1d
		$B < L \leq 2B$	1 次/1d
		$2B < L \leq 5B$	1 次/2d
		$L > 5B$	1 次/(3d~7d)

注：1 B—矿山法隧道或导洞开挖宽度(m)，L—开挖面至监测点或监测断面的水平距离(m)；

2 当拆除临时支撑时应增大监测频率；

3 监测数据趋于稳定后，监测频率宜为 1 次/(15d~30d)；

4 顶管法施工监测频率参照盾构法隧道工程施工监测频率。

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词,说明如下:

- 1) 表示很严格,非这样做不可的用词:
正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;
- 2) 表示严格,在正常情况下均应这样做的用词:
正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;
- 3) 表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的用词:
正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;
- 4) 表示有选择,在一定条件下可以这样做的用词,采用“可”。

2 条文中指定应按其他有关标准规程执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《混凝土结构设计规范》GB 50010
- 2 《工程测量标准》GB 50026
- 3 《66KV 及以下架空电力线路设计规范》GB 50061
- 4 《汽车加油加气站设计与施工规范》GB 50156
- 5 《地铁设计规范》GB 50157
- 6 《输气管道工程设计规范》GB 50251
- 7 《城市轨道交通岩土工程勘察规范》GB 50307
- 8 《城市轨道交通工程测量规范》GB 50308
- 9 《建筑基坑工程监测技术规范》GB 50497
- 10 《110KV~750KV 架空输电线路设计规范》
GB 50545
- 11 《城市轨道交通工程监测技术规范》GB 50911
- 12 《城市轨道交通运营管理规定》(中华人民共和国交通运输部令 2018 年第 8 号)
- 13 《地铁运营安全评价标准》GB/T 50438
- 14 《跨座式单轨交通设计标准》GB/T 50458
- 15 《跨座式单轨交通工程测量标准》GB/T 51361
- 16 《建筑变形测量规范》JGJ 8
- 17 《建筑桩基技术规范》JGJ 94
- 18 《城市轨道交通结构安全保护技术规范》CJJ/T 202
- 19 《合肥市城市轨道交通条例》(2020 年 2 月 1 日实施)
- 20 《城市轨道交通设施养护维修技术规范》DB11/T 718
北京市地方标准
- 21 《城市轨道交通工程建设安全风险技术管理规范》
DB11/T 1316 北京市地方标准
- 22 《城市轨道交通结构安全保护技术规程》DB33/T 1139

浙江省工程建设标准

- 23 《城市轨道交通既有结构保护技术规范》DBJ/T 15—120
广东省地方标准
- 24 《天津市城市轨道交通结构安全保护技术规程》
DB/T 29—279 天津市工程建设标准
- 25 《城市轨道交通结构安全防护技术规程》DBJ/T 45—072
广西壮族自治区工程建设地方标准