

福建省工程建设地方标准

DB

工程建设地方标准编号：DBJ/T 13-527-2026

住房和城乡建设部备案号：J 18547-2026

# 城市轨道交通结构安全保护 技术标准

Technical standard for protection of urban rail transit  
structures

2026-01-29 发布

2026-05-01 实施

福建省住房和城乡建设厅

发布

福建省工程建设地方标准

# 城市轨道交通结构安全保护 技术标准

Technical standard for protection of  
urban rail transit structures

工程建设地方标准编号：DBJ/T 13-527-2026

住房和城乡建设部备案号：J18547-2026

主编单位：福州地铁集团有限公司  
福建省建筑科学研究院有限责任公司

批准部门：福建省住房和城乡建设厅  
实施日期：2026年5月1日

2026年 福州

## 前 言

根据《福建省住房和城乡建设厅关于公布 2024 年第二批立项的工程建设地方标准的通知》（闽建科〔2024〕106 号）的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国内外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本标准的主要技术内容是：1. 总则；2. 术语和符号；3. 基本规定；4. 安全控制和安全评估；5. 外部作业控制；6. 安全监测；7. 应急管理；附录。

本标准由福建省住房和城乡建设厅负责管理，由福州地铁集团有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见和建议，请寄送福建省住房和城乡建设厅科技与设计处（地址：福州市北大路 242 号，邮编：350001）和福州地铁集团有限公司（地址：福州市台江区达道路 156 号地铁大厦，邮编：350009），以供今后修订时参考。

本标准主编单位：福州地铁集团有限公司  
福建省建筑科学研究院有限责任公司

本标准参编单位：厦门轨道建设发展集团有限公司  
福建南平武夷有轨电车有限公司  
福州大学  
福州轨道交通设计院有限公司  
广州地铁设计研究院股份有限公司  
中建海峡建设发展有限公司  
中交第二公路勘察设计研究院有限公司

本标准主要起草人：杨建国 施 峰 季国富 张 琳

	刘春贺	邓 涛	蔡亚文	叶跃鸿
	王 耀	张良友	赵令滨	许国平
	梁 曦	许 斌	李云雷	赵红岗
本标准主要审查人：	郑金伙	刘兴旺	闫静雅	林 震
	王 刚	梁万金	杨松华	

福建省住房和城乡建设厅  
信息公开浏览专用

# 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 .....	5
4	安全控制和安全评估 .....	7
4.1	一般规定 .....	7
4.2	安全控制标准 .....	7
4.3	外部作业影响等级 .....	11
4.4	保护要求 .....	14
4.5	安全评估 .....	15
5	外部作业控制 .....	16
5.1	一般规定 .....	16
5.2	基坑工程 .....	16
5.3	基础工程 .....	21
5.4	隧道工程 .....	22
5.5	道路工程 .....	23
5.6	桥梁工程 .....	24
5.7	管线工程 .....	24
5.8	其他工程 .....	26
6	安全监测 .....	28
6.1	一般规定 .....	28
6.2	轨道交通结构安全监测 .....	28

6.3 轨道交通结构巡查 .....	31
6.4 数据分析与处理 .....	31
6.5 信息化管理 .....	31
7 应急管理 .....	33
附录 A 接近程度和外部作业工程影响分区 .....	34
附录 B 监测频率要求 .....	40
附录 C 巡查频率要求 .....	41
本标准用词说明 .....	42
引用标准名录 .....	44
附：条文说明 .....	45

## Contents

1	General Provisions .....	1
2	Terms and Symbols .....	2
2.1	Terms .....	2
2.2	Symbols .....	3
3	Basic Requirements .....	5
4	Safety Control and Safety Assessment .....	7
4.1	General Requirements .....	7
4.2	Safety Control Standards .....	7
4.3	Impact Class of Exterior Action .....	11
4.4	Protection Requirements .....	14
4.5	Safety Assessment .....	15
5	Control of Exterior Action .....	16
5.1	General Requirements .....	16
5.2	Excavation Engineering .....	16
5.3	Foundation Engineering .....	21
5.4	Tunnel Engineering .....	22
5.5	Road Engineering .....	23
5.6	Bridge Engineering .....	24
5.7	Pipeline Engineering .....	24
5.8	Other Engineering .....	26
6	Safety Monitoring .....	28
6.1	General Requirements .....	28
6.2	Safety Monitoring of Rail Transit Structures .....	28
6.3	Inspection of Rail Transit Structures .....	31

6.4 Data Analysis and Processing .....	31
6.5 Information-based Management .....	31
7 Emergency Management .....	33
Appendix A Proximity and Impact Zoning of Exterior Action .....	34
Appendix B Requirements for Monitoring Frequency .....	40
Appendix C Requirements for Inspection Frequency .....	41
Explanation of Wording in This Standard .....	42
List of Quoted Standards .....	44
Additon: Explanation of Provisions .....	44



# 1 总 则

**1.0.1** 为规范福建省城市轨道交通周边的外部作业，保障轨道交通结构和运营安全，结合我省实际情况，制定本标准。

**1.0.2** 本标准适用于福建省运营和在建线路的城市和市域轨道交通结构的安全保护。

**1.0.3** 福建省城市轨道交通结构安全保护除应符合本标准外，尚应符合国家、行业和福建省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，包括城市和市域轨道交通系统。

#### 2.1.2 轨道交通结构 urban rail transit structure

保障城市轨道交通列车安全运营和结构体系稳定的建（构）筑物及设施，包括地面和高架结构、地下结构、相关附属结构及设施。

#### 2.1.3 安全保护区 protection area

为确保轨道交通的结构和运营安全，在其周边特定范围内设置监控和保护区域。

#### 2.1.4 外部作业 exterior action

在轨道交通结构周边进行可能对其产生影响的各类作业，主要包括基坑、基础、隧道、道路、桥梁、管线及其他工程等作业。

#### 2.1.5 安全控制指标 safety control indicators

根据轨道交通结构的安全现状及其使用要求，针对外部作业及其长期使用过程中可能产生的影响，为保证轨道交通结构和运营安全而制定的各类控制指标。

#### 2.1.6 影响等级 influence class

外部作业对轨道交通结构安全影响程度的分级。

#### 2.1.7 安全评估 structural safety assessment

基于外部作业设计资料、轨道交通结构状态调查等，采用理论分析、模型试验等手段定性、定量地评估外部作业对轨道交通

结构安全影响的工作。

### 2.1.8 结构状态调查 structural condition survey

针对轨道交通结构状态开展的调查工作，如结构病害、变形等调查。

### 2.1.9 净距控制值 control value of clear distance

根据外部作业和轨道交通结构的特点，为保护结构安全，规定外部作业与轨道交通结构外边线之间的最小净距离。

### 2.1.10 接口改造 interface transformation

当外部工程需与轨道交通结构相衔接时，采用改造轨道交通结构的方式，实现外部结构与轨道交通设施相连接。

## 2.2 符 号

$b$ ——盾构、顶（拉）管外部作业的外径（m）；

$b_1$ ——深埋矿山法和盾构法外部作业隧道的毛洞跨度（m）；

$b_2$ ——浅埋矿山法和盾构法外部作业隧道的毛洞跨度（m）；

$D$ ——轨道交通盾构法隧道的外径或顶管法地下结构的外径或宽度的较大值（m）；

$\Delta D$ ——隧道径向收敛（cm）；

$d$ ——非挤土桩外部作业成孔直径（m）；

$d_h$ ——与轨道交通基础结构外边线水平向最小净距（m）；

$F$ ——外部作业地面标高加高高度（m）；

$H$ ——明挖、盖挖法城市轨道交通结构的基坑开挖深度（m）；

$h_1$ ——明挖、盖挖法外部作业结构底板的埋深（m）；

$h_2$ ——矿山法和盾构法外部作业隧道底板的埋深（m）；

$L$ ——沿轨道交通横向断面的加载宽度（m）；

$l$ ——沿隧道纵向两相同位置位移监测点间距（mm）；

$R$ ——轨道交通结构沉降曲线的曲率半径（m）；

$S$ —— 裂缝深度（mm）；

$W$ —— 矿山法城市轨道交通结构的隧道毛洞跨度（m）；

$w$ —— 裂缝宽度（mm）。

福建省住房和城乡建设厅  
信息公开浏览专用

### 3 基本规定

#### 3.0.1 需要保护的轨道交通结构应包括以下内容：

- 1 地下车站、隧道结构；
- 2 地面、高架车站和区间结构；
- 3 出入口、通风亭、变电站（所）、控制中心、停车场、车辆段、通风机房、泵房、冷却塔、无障碍电梯、电缆通道等建（构）筑物及设施。

3.0.2 城市轨道交通结构安全保护应综合考虑城市轨道交通结构状态、外部作业特点、工程地质、水文地质条件及周边环境等因素，进行全过程的安全控制。

#### 3.0.3 轨道交通安全保护区的范围设置应符合下列规定：

- 1 地下车站与隧道外边线外侧 50m 内；
- 2 地面、高架车站以及线路轨道外边线外侧 30m 内；
- 3 出入口、通风亭、变电站（所）、控制中心、停车场、车辆段、通风机房、泵房、冷却塔、无障碍电梯、电缆通道等建（构）筑物及设施外边线外侧 10m 内；
- 4 过江（河、湖）段的隧道结构外边线外侧 100m 内，过海段的隧道结构外边线外侧 200m 内；
- 5 过江（河、湖、海）段的桥梁结构外边线外侧 100m 内。

3.0.4 当城市轨道交通安全保护区遇特殊的地质条件或特殊的外部作业时，应适当扩大安全保护区范围。

3.0.5 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，后建工程对既有结构的安全保护应按本标准的相关规定执行。

**3.0.6** 结构安全控制指标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保护要求合理选用，结构安全控制指标确定应符合本标准第 4.2 节的规定。

**3.0.7** 外部作业应考虑对轨道交通结构及运营安全的影响。外部作业实施前，应结合城市轨道交通结构的安全保护要求，确定外部作业影响等级，外部作业的影响等级确定应符合本标准第 4.3 节的规定。

**3.0.8** 在轨道交通安全保护区内进行基坑、基础、隧道、道路、桥梁、管线及其他工程作业时，应制定安全可靠的作业方案和保护措施。

**3.0.9** 安全保护区范围内荷载的要求应符合下列规定：

1 由外部作业引起并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；

2 当轨道交通隧道结构洞身及底部影响范围内累计存在 2m 及以上厚度的软弱地层时，邻近区域不宜有长期附加地面堆载；

3 轨道交通地下结构正上方区域不宜有长期附加地面堆载。

**3.0.10** 对城市轨道交通结构及运营安全可能造成影响的外部作业应进行安全监测。

**3.0.11** 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 执行。

**3.0.12** 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《汽车加油加气加氢站技术标准》GB 50156 执行。

## 4 安全控制和安全评估

### 4.1 一般规定

**4.1.1** 外部作业施工前，应调查轨道交通结构状况，评估轨道交通结构安全状态。

**4.1.2** 外部作业影响判定为特级、一级、二级的，应进行安全评估；判定为三级的，可进行安全评估。

**4.1.3** 安全评估贯穿于外部作业的设计施工全过程，其内容分为轨道交通结构现状评估、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。

### 4.2 安全控制标准

**4.2.1** 轨道交通隧道结构安全状况应根据其变形和结构损伤情况综合确定，其安全状态由高到低可分为Ⅰ级、Ⅱ级、Ⅲ级和Ⅳ级四个级别，见表 4.2.1-1~4.2.1-3。

表 4.2.1-1 盾构隧道安全状态分级标准

结构安全状态 判断指标		Ⅰ级	Ⅱ级	Ⅲ级	Ⅳ级
径向收敛 $\Delta D$ (cm)	直径 6.2m 单圆错缝	$0 \leq \Delta D < 2.5$	$2.5 \leq \Delta D < 4$	$4 \leq \Delta D < 7$	$\Delta D \geq 7$
	直径 8.3m 单圆错缝	$0 \leq \Delta D < 3$	$3 \leq \Delta D < 5$	$5 \leq \Delta D < 9$	$\Delta D \geq 9$

续表 4.2.1-1

结构安全状态 判断指标	I 级	II级	III级	IV级
曲率半径 $R(m)$	$R>15000$	$5000<R\leq 15000$	$1000<R\leq 5000$	$R\leq 1000$
结构裂缝	受力裂缝宽度: $w<0.2mm$ ; 裂缝深度: $S$ 接近 0	受力裂缝宽度: $0.2mm\leq w<0.5$ $mm$ ; 裂缝深度: $\leq$ 管片厚度的 30%; 或裂缝深度: $S\leq 220mm$	受力裂缝宽度: $0.5mm\leq w<2.0mm$ ; 裂缝深度: 不超过管片厚度的 50%; 或裂缝深度: $220mm<S\leq 350$ $mm$	受力裂缝宽度: $w\geq 2.0mm$ ; 裂缝深度: 超过管片厚度的 50%; 或裂缝深度: $S>350mm$
压溃、剥落剥离	无	压溃范围小于 $1m^2$ , 剥落块体厚度小于 $3cm$ , 剥落剥离区域直径小于 $75mm$	压溃范围为 $1\sim 3m^2$ , 剥落剥离区域直径 $75\sim 150mm$ , 或有可能掉块	压溃范围大于 $3m^2$ 或衬砌掉块最大厚度大于衬砌厚度的 $1/4$ , 剥落剥离区域直径大于 $150mm$ , 危及行车安全
渗漏水状态	无	渗漏水使道床状态恶化、钢轨腐蚀、养护周期缩短; 隧道湿迹、渗水及排水不良等引起隧道内局部道床积水	隧底涌流、拱部滴漏、隧道两侧渗水、渗泥沙, 影响正常运行	水(砂)突然涌入隧道, 淹没钢轨, 危及行车安全; 拱部线漏, 涌流或直接传至接触网

注: 由不同指标所得安全状态不一致时取最低值。



表 4.2.1-2 明挖法、矿山法隧道安全状态分级标准

结构安全状态 判断指标	I 级	II级	III级	IV级
相对变曲	相对变曲 $\leq 1/2500$	$1/2500 <$ 相对变曲 $\leq 1/1700$	$1/1700 <$ 相对变曲 $\leq 1/650$	相对变曲 $> 1/650$
结构裂缝	结构表面存在轻微开裂,以干缩、温缩裂缝为主,或有少量轻微的环向裂缝;受力裂缝宽度: $w < 0.3\text{mm}$	结构裂缝以环向裂缝为主; 出现少量纵向裂缝或斜裂缝; 受力裂缝宽度: $0.3\text{mm} \leq w < 1.0\text{mm}$	裂缝发育较为密集,拱部以少量环向裂缝为主; 局部出现多处纵向裂缝或斜裂缝,因裂缝或压溃混凝土存在掉块的可能性; 受力裂缝宽度: $1.0\text{mm} \leq w < 2.0\text{mm}$	裂缝发育密集,且拱部部位出现交叉裂缝,因裂缝发育或压溃已出现掉块; 受力裂缝宽度: $w \geq 2.0\text{mm}$
渗漏水状态	无	渗漏水使得道床状态恶化,钢轨腐蚀,养护周期缩短;结构湿迹、渗水及排水不良等引起结构内局部道床积水	底板涌流、顶部滴漏,结构两侧渗水、渗泥沙,道床下沉,不能保持轨道几何尺寸,影响正常运行	水(砂)突然涌入结构内,淹没钢轨,危及行车安全;顶部线漏、涌流或直接传至接触网

表 4.2.1-3 渗漏水状态判定标准

渗漏水状态	判定标准
湿迹	呈现明显色泽变化,干手触摸有潮湿感,无水分浸润感觉,用吸墨纸或报纸贴附时纸不变色
渗水	明显观察到水分浸湿和流挂水膜范围,干手触摸有水分浸润,手沾有水分或可观察到移动的水膜,用吸墨纸或报纸贴附时纸浸润变色
滴漏	水量达到一定程度时,水珠滴落
线漏	滴漏速度大于 300 滴/min 时,水珠连成一条线成股流出
涌水	渗漏水量较大,处于喷水、涌水状态
渗泥砂	渗水通道扩大或防水失效,渗水量增加,同时夹带泥砂

4.2.2 由外部作业引起轨道交通结构变形的控制指标值应满足表 4.2.2-1～4.2.2-4 的要求。

表 4.2.2-1 盾构隧道结构变形控制标准

结构变形控制指标	轨道交通结构安全状态			
	I 级	II 级	III级	IV级
收敛变形（mm）	≤20	10～20	≤10	预干预
水平位移（mm）	≤20			
竖向位移（mm）	≤20			
附加沉降曲线的曲率半径（m）	≥15000			
相对变曲	≤1/2500			
振动速度（cm/s）	≤2.5			

注：1 对于处于同一安全状态的轨道交通结构，亦应根据收敛累计变形选取过程控制值。

变形较大时，过程控制值应取低值。

- 2 铺轨前隧道的水平、竖向位移变形控制值可适当放宽；控制指标中的隧道水平位移、竖向位移和收敛变形等数值均为外部作业实施前后的累积变化值；附加沉降曲线曲率半径、相对变曲、振动速度等数值均为绝对值。

表 4.2.2-2 轨道结构变形控制标准

控制指标	控制标准
轨道横向高差（mm）	<4
轨向高差（矢度值）（mm/10m）	<4
轨间距（mm）	>4, <6
道床脱空量（mm）	≤5
三角坑高低差（mm/18m）	<4

注：控制指标中的轨道横向高差、轨向高差、轨间距、道床脱空量和三角坑高低差等数值均为绝对值。

表 4.2.2-3 简支梁桥梁变形控制指标值

轨道类型	有砟桥面			无砟桥面		
结构变形控制指标	相邻墩台差异沉降	墩顶水平位移	立柱倾斜	相邻墩台差异沉降	墩顶水平位移	立柱倾斜
控制值	≤20mm	≤10mm	≤1‰	≤10mm	≤10mm	≤1‰

注：1 无砟轨道路基工后沉降应满足扣件调整能力和线路竖曲线圆顺的要求。

- 2 连续梁桥梁变形控制要求，宜根据内力计算确定。

表 4.2.2-4 地面线、地下车站、明挖及矿山法区间段等变形控制指标值

结构变形控制指标	轨道交通结构变形控制指标
竖向位移（mm）	≤20
水平位移（mm）	≤20
变形缝差异沉降（mm）	≤10
墙体倾斜	≤1‰

注：1 无砟轨道路基与桥梁、隧道或横向结构物交界处的差异沉降不应大于 10mm，不均匀沉降造成的折角不应大于 1/1000。

2 其余无轨道地面建构筑物应按《建筑地基基础设计规范》GB 50007 执行。

**4.2.3 轨道交通结构的监测预警等级**，应根据结构监测值的大小和变化趋势，以及相应的变形控制指标进行划分。监测预警等级划分及应对管理措施应符合表 4.2.3 的规定。

表 4.2.3 监测预警等级及应对管理措施

预警等级	监测比值 $G$	应对管理措施
无	$G < 0.6$	可正常外部作业
黄色	$0.6 \leq G < 0.8$ 或 连续 2 天的每天同向变化速率超过 2mm	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城市轨道交通结构监测
橙色	$0.8 \leq G < 1.0$ 或 连续 3 天的每天同向变化速率超过 2mm	暂停外部作业，进行过程安全评估工作，各方共同制定相应安全保护措施，并经组织审查后，开展后续工作
红色	$G \geq 1.0$	启动安全应急预案

注：监测比值  $G$ =监测项目实测变形值/变形控制指标值。

**4.2.4 项目监测水平、竖向位移预警时**，应采取对应措施，且变形连续 30d 变化速率小于 0.04mm/d 方可消警。

### 4.3 外部作业影响等级

**4.3.1 外部作业涉轨道交通地下结构影响等级**应按表 4.3.1 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标准附录

A 确定。

表 4.3.1 外部作业影响等级的划分（地下）

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
较小影响区（D）	二级	三级	四级	—

注：1 本表适用于围岩级别Ⅳ～Ⅵ的情况；围岩级别为Ⅰ～Ⅲ的地区，表中影响等级宜降低一级；围岩级别为Ⅵ的软土地区，影响等级宜提高一级，特级时不再提高。

2 围岩级别应符合现行行业标准《铁路隧道设计规范》TB 10003 中的有关规定。

4.3.2 外部作业涉轨道交通地下结构影响，按下列规定进行等级调整：

1 外部作业采用大面积开放式降水、振冲、挤土、爆破等施工工艺时，影响等级不应低于三级；

2 软土地区且轨道交通结构位于中软土地层中，面状基坑沿轨道交通方向边长超过100m或开挖面积超过10000m<sup>2</sup>的基坑工程，影响等级应提高一级；

3 软土地区且轨道交通结构位于中软土地层中，安全保护区内加载面积超过100m<sup>2</sup>时，影响等级应提高一级；

4 涉及轨道交通车站、明挖段区间隧道的外部作业，若其规模小、周期短、影响小，影响等级可定为四级；

5 上穿轨道交通区间隧道的非开挖管线，若管道外径小于1m，影响等级可降低一级；

6 当城市轨道交通结构处于复杂的工程地质和水文地质条件或存在地质灾害，外部作业影响等级应结合工程经验综合确定，不宜低于一级；

7 当轨道交通结构施工期发生严重工程病害的情况时，外部作业影响等级应提高一级；

8 当外部作业影响范围内的城市轨道交通结构安全状态为Ⅲ级时，外部作业影响等级应提高一级；结构安全状态为Ⅳ级时，外部作业影响等级应提高二级。

**4.3.3** 外部作业涉轨道交通高架结构影响等级应按表 4.3.3 进行划分。

表 4.3.3 外部作业影响等级的划分（高架及地面）

影响等级	类型			
	基坑外部作业	盾构、顶（拉）管外部作业	加载外部作业（河道、绿化、道路回填等）	桩基工程（非挤土桩）
特级	$d_h \leq 0.7h_1$	$d_h \leq 0.5b$	$d_h \leq 10m$ 且地面标高变化 $\geq 4m$	—
一级	$0.7h_1 < d_h \leq 1.0h_1$	$0.5b < d_h \leq 1.0b$	$d_h \leq 10m$ 且地面标高变化[3m,4m)	$d_h \leq 3d$
二级	$1.0h_1 < d_h \leq 2.0h_1$	$1.0b < d_h \leq 2.0b$	$d_h \leq 10m$ 且地面标高变化[2m,3m)	$3d < d_h \leq 6d$
三级	$2.0h_1 < d_h \leq 3.0h_1$	$2.0b < d_h \leq 3.0b$	$d_h \leq 10m$ 且地面标高变化[1m,2m)	$6d < d_h \leq 9d$
四级	$d_h > 3.0h_1$	$d_h > 3.0b$	1) 简单铣削加罩、人行道铺砖、植树等； 2) 其他短时间的临时加载作业	$9d < d_h$

注：地面标高变化为区域内加载外部作业的平均加高； $10m < d_h \leq 20m$  的加载外部作业按照表内降低一级使用， $d_h > 20m$  的加载外部作业按照表内降低两级使用，非填土类加载外部作业可按照等效土重换算标高变化。

**4.3.4** 外部作业涉及轨道交通高架及地面结构影响的，按照下列

规定进行等级调整：

1 外部作业采用大面积开放式降水、振冲、挤土、爆破工艺，影响等级不应低于三级；

2 盾构、顶（拉）管外部作业底标高高于高架承台底标高，影响等级可降低一级；

3 软土地区且轨道交通结构位于中软土地层中，安全保护区内加载面积超过 100m<sup>2</sup>，影响等级应提高一级。

4.3.5 外部作业对轨道交通电缆的影响等级，应依据电缆敷设方式确定：对于管廊内敷设的电缆，影响等级按照轨道交通地下结构判定；对于采用管沟、排管、拉管、架空等方式敷设的电缆，影响等级可定为四级。

#### 4.4 净距要求

4.4.1 外部作业净距控制管理值宜符合表 4.4.1 的规定。

表 4.4.1 外部作业净距控制管理值（m）

城市轨道交通结构类型 外部作业	地下结构	地面结构	高架结构
工程桩*	≥3.0	≥3.0	≥3.0
围护桩、地下连续墙*	≥5.0	≥5.0	≥5.0
钻探孔*	≥5.0	≥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
存放易燃物料	—	≥6.0	≥6.0
冲孔、振冲、挤土*	≥20.0	≥6.0	≥6.0
浅孔爆破*	≥15.0	≥15.0	≥15.0
深孔爆破*	≥50.0	≥50.0	≥50.0
上方基坑	≥2.0	—	—
外部隧道	≥0.5D	≥0.5D	≥0.5D

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，D 为外部隧道与既有隧道外径或跨度的较大值。

2 当围岩级别为Ⅰ～Ⅲ时，表中的净距控制管理值宜结合当地的工程经验进行适当调整。

3 对于打入桩、强夯地基处理等振动施工外部作业，轨道交通结构振动速度宜按表 4.2.2-1 进行控制。

**4.4.2** 过江段（含河、湖、海）的城市轨道交通地下结构，净距控制管理值应根据实际情况进行确定，且不宜小于本标准表 4.4.1 中相应数值的 3 倍。

**4.4.3** 打井取水、地下采水、强夯地基处理等外部作业净距控制管理值可通过专项评估研究结合现场试验综合确定。

## **4.5 安全评估**

**4.5.1** 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及持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。

**4.5.2** 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，评估外部作业方案的可行性。

**4.5.3** 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和施工前评估的预测值，及时评估结构当前的安全控制指标。

**4.5.4** 外部作业影响后评估应在外部作业完成后，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的结构安全控制指标。

## 5 外部作业控制

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 在城市轨道交通周边进行外部作业前,应根据作业场地环境、工程地质和水文地质条件、轨道交通结构现状,确定既有结构的安全控制标准和外部作业工程的实施方案。

**5.1.2** 外部作业工程实施方案包括外部作业设计方案和施工方案、安全评估、轨道交通结构专项保护方案和应急预案等。同一场地存在多项外部作业时,应综合考虑各项作业对城市轨道交通结构产生的叠加影响。

**5.1.3** 邻近城市轨道交通线路建设对振动、噪声等作用敏感的建筑(构)筑物时,应充分考虑轨道交通运营对其产生的环境影响,并做好相关控制措施。

**5.1.4** 外部作业引起城市轨道交通结构损伤时,应及时采取加固措施。

### 5.2 基坑工程

**5.2.1** 基坑工程的设计及施工宜遵循近浅远深、近小远大、先远后近,并综合考虑基坑施工全过程及上部建筑施工对城市轨道交通结构的不利影响。

**5.2.2** 对于沿轨道交通结构方向较长或面积较大的基坑工程,应结合工程地质、水文地质及影响等级等,采取分区措施,并综合考虑分区施工的叠加影响。

**5.2.3** 基坑工程位于轨道交通隧道结构侧方时,基坑开挖深度不宜超过隧道底部埋深。



#### 5.2.4 基坑围护结构应符合下列规定：

1 基坑围护采用地下连续墙时，宜在地下连续墙两侧采取槽壁加固措施，槽壁加固及地下连续墙施工前宜在远离轨道交通设施的位置进行试验；

2 当拔桩影响范围侵入盾构隧道结构外边线外扩  $0.5D$  范围内时（图 5.2.4），围护结构所采用的钢板桩不宜拔除回收。

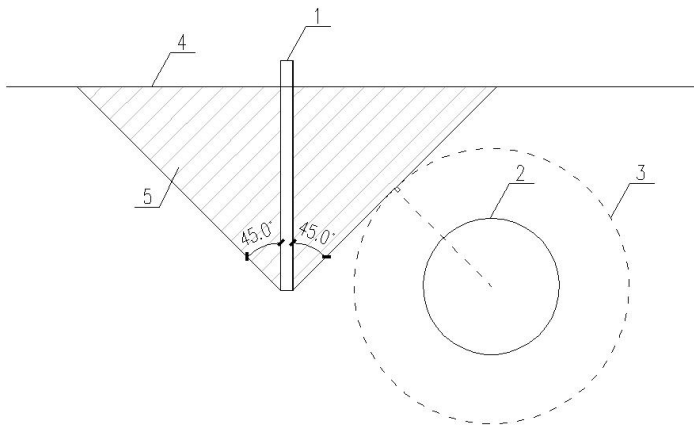


图 5.2.4 围护型钢/钢板桩拔桩影响范围

1—围护型钢/钢板桩；2—盾构隧道；3—隧道  $D/2$  外扩轮廓线；4—地面；  
5—拔桩影响范围包络线

#### 5.2.5 地下水控制设计应符合下列规定：

1 对涉及降水的基坑，应进行降水专项设计。宜采用封闭的隔水帷幕隔断基坑内外地下水；对于无法隔断的，应加长止水帷幕深度以延长渗流路径，评估并控制抽降地下水对轨道交通结构的安全影响；

2 当有承压水突涌风险时，应根据基坑开挖工况制定按需降水方案；

3 降水方案应分析基坑降水对轨道交通结构的影响，应满足轨道交通的变形控制指标，宜增加坑内备用降水井数量；

4 宜增加坑内备用降水井数量,坑外轨道交通结构侧可采取地下水回灌作为主动保护措施。

**5.2.6** 轨道交通结构正上方开挖原则上应平衡挖、填荷载并符合以下规定:

1 根据轨道交通结构状态分级,应控制其上方的加载和卸载扰动,包括控制基坑开挖深度和范围,控制永久阶段上盖荷载等;

2 基坑支护结构、地基加固、桩基等应与轨道交通结构保持安全距离,并采取措施减少对轨道交通结构的扰动影响;

3 轨道交通隧道正上方开挖的基坑应依据时空效应原理,采用分层、分块、对称、平衡、限时的土方开挖和结构回筑的施工方式。

**5.2.7** 板式支护体系围护墙施工应符合下列规定:

1 基坑围护体、止水帷幕及地基加固等施工应选择对环境影响小的设备、工艺及施工控制参数,并应通过现场试验确定;

2 紧邻轨道交通结构侧的施工道路布置、材料堆放、车辆行走路线等,应符合设计荷载控制的要求;

3 施工前应选择对环境影响小的施工设备,并应在远离轨道交通结构的位置进行工艺性试验,确定相关技术参数;

4 地下连续墙导墙开槽施工时应考虑对轨道交通结构的影响;

5 灌注桩排桩成孔时宜在孔位埋设护筒,护筒高度应满足孔内泥浆面高度要求,护筒埋设应进入稳定土层;

6 水泥土搅拌桩施工参数应结合成桩试验确定,搅拌时应保持均匀慢速下沉或提升;

7 临近轨道交通结构的工法桩及拉森钢板桩静力拔除型钢后,应在24小时内对拔除后的缝隙注浆填充密实。

**5.2.8** 土体加固施工应符合下列规定:

1 对盾构法或顶管法地下结构,当采取土体加固措施时,不宜扰动地下结构周边原状土体,保持其结构性及强度,加固体与

地下结构的水平及竖向净距均不宜小于2m；

2 土体加固施工前应在远离轨道交通设施的位置进行成桩试验；

3 土体加固应先施工邻近轨道交通结构侧，后施工远离轨道交通结构侧，沿基坑边应采用跳仓施工，并宜按照信息化施工及时调整和采取措施；

4 采用搅拌桩进行土体加固的宜选择挤土量小的搅拌机头，并应通过试成桩及监测结果调整施工参数；

5 采用高压旋喷桩进行土体加固时，高压旋喷桩正式施工前应结合工程地质条件进行试桩，确定桩径与桩身质量，明确工艺参数，并评价其对周边环境的影响。

#### 5.2.9 内支撑施工应符合下列规定：

1 分区施工的支撑体系之间应合理布置分隔结构及传力措施，并应考虑拆除支撑及分隔结构时水平支撑内力的传递及变形影响问题，各分区施工阶段基坑及轨道交通结构的变形应满足变形控制要求；

2 钢筋混凝土支撑应分区分段施工，低温天气宜采用早强剂或提高混凝土强度等级等措施减少混凝土支撑养护时间；

3 应考虑拆撑顺序对轨道交通结构的影响，支撑拆除应在换撑结构强度达到设计要求后进行，混凝土支撑拆除宜采用静力切割工艺；

4 大基坑主体梁板结构应形成整体传力体系，后浇带等部位应采取有效传力措施。

#### 5.2.10 土方施工应符合下列规定：

1 土方开挖应遵循时空效应原理，严格按照“分段、分层、分块、先远后近、限时”的原则组织施工；

2 大基坑宜采用盆式开挖，盆中土方开挖范围应根据支撑形式、围护墙变形控制要求、坑边土体加固等因素确定。盆边土方应在盆中支撑完成后开挖，盆边土各级边坡和总边坡应满足稳定

性要求。各层土方应按照支撑布置形式进行分块施工；

**3** 窄条坑应采用分层分段连续开挖的方式，分段应根据地下连续墙幅宽、支撑平面体系确定；

**4** 基坑开挖至基底标高应及时浇筑混凝土垫层。土方开挖应控制局部加深区域对基坑变形的影响；

**5** 钢筋混凝土支撑强度符合设计要求后方可进行下层土方的开挖，钢支撑应在质量验收合格并完成预应力施加、锁定后进行下层土方开挖；

**6** 基坑肥槽回填不得采用杂填土、建筑垃圾等性质较差或不稳定的材料。当基坑外部作业影响等级为特级、一级，基坑肥槽宜采用素混凝土回填密实。

#### **5.2.11** 地下水控制施工应符合下列规定：

**1** 当基坑存在承压水突涌风险时，前期勘探孔和桩底注浆孔应有效封堵，且基坑内的监测孔（包括坑底回弹监测孔、土压力孔等）不宜进入承压含水层；

**2** 基坑大面积降水前，应进行预降水试验，检验隔水帷幕的有效性；

**3** 对可能引起坑外水位降低的降水工程，应在轨道交通结构附近设置回灌井；

**4** 基坑降水运行应遵循“按需降水，控制沉降，保护环境”，严禁超降；基坑开挖前制定详细的降水运行方案，确定在不同开挖深度下对应开启的井群数量和井号、运行时间、降深，同时应判定隔水帷幕止水效果；

**5** 降水运行必须双电源接入，应预备应急发电设备或其他意外停电时仍有效的降水措施，防止降水中断影响基坑施工。降水过程中应注意基坑本体及邻近工程施工对降水产生的影响，发现问题应及时进行协调；

**6** 基坑降水宜进行信息化施工，动态监测基坑内、外的水位变化情况，坑内水位应满足降水设计要求，并应及时判断隔水帷

幕的止水效果。

### 5.3 基础工程

**5.3.1** 多层建（构）筑物浅基础设计变形控制值应符合现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007的规定，并遵循以下原则：

1 应加强条形基础刚度或采用十字交叉条形基础，宜采用筏板基础；

2 上部建筑宜采用轻质建筑材料；

3 宜设置地下室、半地下室或架空层；

4 应验算地基变形及其对轨道交通结构的影响。

**5.3.2** 桩基础设计应考虑下列因素对轨道交通结构安全的不利影响：

1 施工阶段及正常使用阶段承台侧面及底部附加应力、桩顶水平荷载、桩侧摩阻力和桩端阻力等引起的轨道交通结构受力状态变化；

2 桩基础施工及正常使用阶段的地基变形引起的轨道交通结构附加应力及变形。

**5.3.3** 地基处理（路基处理）应采用扰动小的施工工艺，不宜采用预压、高压旋喷桩、强夯、挤（振、冲）密地基处理等扰动大的工艺。

**5.3.4** 灌注桩的施工应符合下列规定：

1 正式施工前应进行试成桩，优化施工参数；

2 基坑中靠近轨道交通一侧的工程桩宜在基坑围护完成之后施工；

3 成桩施工顺序应遵循“先近后远、循序渐进”的原则，间隔跳孔施工，不宜大范围同步施工；

4 宜采取钢套筒护壁、增加泥浆比重、地基预加固、间隔跳

孔施工等措施。桩基距离盾构区间隧道结构小于 6m 时，宜控制单桩施工时间、避开轨道交通运营时间。

**5.3.5** 钢管桩应采用低扰动沉桩工艺，严格控制沉桩速度，应慢速、均匀静压。

**5.3.6** 预制混凝土桩宜采用非挤土、低扰动沉桩工艺，若需用挤土工艺沉桩时，应采用预钻孔、设置防挤沟、应力释放孔、隔离墙等措施。

**5.3.7** 当采用搅拌桩、旋喷桩等地基加固工艺时，应在正式施工前选择典型区域进行试验段施工，确定对轨道交通结构影响安全可控的施工工艺和施工参数。

**5.3.8** 桩基承载力检测不宜采用高应变法；当采用静载试验检测时，选桩位置宜远离轨道交通结构。

## **5.4 隧道工程**

**5.4.1** 在轨道交通安全保护区范围内实施的外部隧道工程应收集相关资料，采用理论分析、试验研究、工程类比或数值模拟等方法评估施工引起的既有隧道结构位移、拱顶沉降和周边收敛等关键指标。

**5.4.2** 外部隧道工程的设计施工方案应综合考虑既有轨道交通结构安全状态、场地周边环境、工程地质条件等因素。

**5.4.3** 外部隧道工程的设计应考虑施工阶段及正常使用阶段附加应力及变形。

**5.4.4** 外部隧道工程与既有隧道之间的净距应综合工程地质条件、埋深、盾构类型等因素确定。并行隧道或穿越隧道，当先施工下方隧道时，隧道间的净距不宜小于后施工隧道外径的 50%；当先施工上方隧道时，隧道间的净距不宜小于后施工隧道外径。

**5.4.5** 并行隧道设计时，线路应避免与既有轨道交通处于投影面重叠、近接平行状态。

**5.4.6** 穿越隧道线路设计应符合下列规定：

- 1 宜采用直线或大曲率半径曲线；
- 2 不宜采用平曲线、竖曲线叠加的线型；
- 3 宜采用正交或接近正交的角度穿越轨道交通结构；
- 4 外部隧道工程有条件时，宜从既有城市轨道交通结构上部

穿越，不宜采用顶管法下穿轨道交通盾构法或顶管法结构。

**5.4.7** 新建上、下穿隧道时，隧道交叉段宜预留注浆孔，隧道衬砌结构宜采取加强措施。

**5.4.8** 隧道工程应连续低速穿越轨道交通结构。穿越前，应进行试验段施工，确定施工参数。穿越时应加强地表和既有轨道交通结构变形监测，优化调整施工参数。

**5.4.9** 对于已建成但未投入运营的既有隧道结构，可采取环形预加内支撑、增设纵向拉紧联系条等加强措施。

**5.4.10** 外部隧道工程采用盾构法施工时，应采用微扰动掘进。

**5.4.11** 外部隧道工程采用顶管法施工时，应合理布置顶管工作井的位置，使其尽量远离既有隧道结构，且宜在不设置中继间的条件下一次穿越通过。进行顶管补偿注浆时，应遵循“多点、少量、多次、均匀”。

**5.4.12** 外部隧道工程采用管幕法施工时，施工方案应综合考虑工程地质条件、周边管线、建（构）筑物、地下障碍物及既有轨道交通结构情况，合理设定管幕施工顺序。宜先施工靠近既有轨道交通一侧管幕，形成隔离，控制施工影响。

## **5.5 道路工程**

**5.5.1** 当道路工程下穿城市轨道交通高架段时，道路应设置限高（警示）标志。桥下通过机动车辆且净空不足 5m 时，应设置限高防护架。当道路工程临近桥梁桥墩或地面轨道时，应设置防撞设施。

**5.5.2** 道路路基换填宜分区分段施工,路基及路面结构层碾压不宜采用重型振动碾压设备。

**5.5.3** 施工便道在轨道交通高架段下方穿行时,应充分考虑施工车辆、机械通行的条件,预留安全净距不宜小于 1m,设置限高(警示)标志。

## **5.6 桥梁工程**

**5.6.1** 新建桥梁上跨轨道交通高架或地面线应满足轨道交通限界要求,竖向净空应充分考虑桥梁沉降量、竖向挠度。当轨道交通为有砟轨道时,竖向净空尚应适当预留轨道交通抬道余量;上跨桥梁工程底面至接触网带电部分的绝缘距离:当供电电压为 25kV 时不小于 500mm;当供电电压为 1500V 时不小于 150mm。当上跨桥梁采用钢结构时,应按照现行行业标准《铁路电力牵引供电设计规范》TB 10009 的要求进行接地。

**5.6.2** 新建桥梁跨越轨道交通桥梁地段时,其桩基中心距轨道交通结构既有桩基宜不小于 6 倍新建桩基直径。

**5.6.3** 新建桥梁上跨轨道交通的公路及城市道路桥梁跨线孔(相邻孔)的梁部结构宜采用整体性好的桥梁结构,采用其他结构形式时应采取措施加强结构的整体性。桥梁宜选用免维护的结构形式。

**5.6.4** 新建桥梁上跨轨道交通地面结构和高架结构的外部作业,应设置防抛及防撞设施,并采用集中排水方式。新建桥梁墩柱不得影响轨道交通行车瞭望。

**5.6.5** 新建桥梁在区间隧道、地下车站及附属等结构安全保护区内不宜采用重型、振动大的机械设备。

## **5.7 管线工程**

**5.7.1** 管线工程设计应符合下列规定:



1 管线埋深超过 5m 时宜采用非开挖工艺,工作井宜避开轨道交通结构正上方;

2 轨道交通地下结构正上方开槽埋管段沟槽应分段开挖并及时支撑,单段长度不宜大于 20m;

3 管线外径大于 4m 时,不宜采用顶管法下穿轨道交通地下结构;

4 管线采用定向钻法上穿轨道交通地下结构或下穿路基结构时,导向孔实际曲线与轨道交通结构安全净距不宜小于 1m;

5 管线临近轨道交通电缆或交叉时,应探明轨道交通电缆准确位置。在考虑轨道交通电缆探测精度、外包轮廓及外部管线施工偏差的基础上,预留安全净距不宜小于 1m;

6 中低压燃气管道外壁与轨道交通高架线路墩柱、地面线路出入口、通风口、变电站地面建筑外边线的水平净距不宜小于 5m;次高压燃气管道外壁与轨道交通高架线路墩柱、地面线路出入口、通风口、变电站地面建筑外边线的水平净距不宜小于 15m;

7 管线应采用可靠接头连接;气体、液体管线宜在轨道交通安全保护区两端设置安全阀门。

**5.7.2** 管线采用顶管法施工时,应符合下列规定:

1 顶管始发井及接收井宜远离轨道交通结构,当位于轨道交通安全保护区内时应采取可靠的进出洞加固措施;

2 应考虑顶管始发井后背墙的支撑力对轨道交通结构的不利影响。

**5.7.3** 管线采用定向钻法施工时,应符合下列规定:

1 为保证导向精度,宜使用有线测量导向控制系统实施导向孔钻进;

2 应选择适于管道外径的刀头,减小管道和拉管扩孔的空隙;施工结束后,管线与回扩孔之间空隙应注浆充填密实。

## 5.8 其他工程

### 5.8.1 钻探作业应符合下列规定：

- 1 勘察结束后，对于勘探孔应进行有效封孔；
- 2 轨道交通隧道结构 5m 范围内的钻探作业，宜在停运后进行。

### 5.8.2 接口改造应符合下列规定：

1 接口改造作业前应根据场地环境、结构状况、消防安全等内容进行评定，并对轨道交通连接处结构的破除、改造、防水、基坑支护制定专项实施方案；

2 接口改造作业应采取有效措施保证新增结构与原结构连接及防水可靠，并满足抗震性能要求；

3 接口改造应考虑施工及使用时的防洪防涝措施，设防标准不低于相连轨道交通的设防标准。

### 5.8.3 爆破工程应符合下列规定：

- 1 应对爆破工程影响范围内的轨道交通结构进行安全评估；
- 2 应进行试爆破作业，根据监测数据优化爆破方案；
- 3 宜在停运期间施工，并采取防护措施。

### 5.8.4 地下水作业应符合下列规定：

- 1 作业前需探明地下水的分布及相关参数；
- 2 应控制轨道交通结构周边地层水位变化幅度；
- 3 未采用封闭截水系统的地下水作业，应评估地下水作业对轨道交通结构安全的影响；

4 轨道交通结构周边为深厚砂层、软土及岩溶土洞等特殊性地层时，应严格控制地下水位的下跌幅度。

### 5.8.5 绿化工程应符合下列规定：

- 1 轨道交通车站结构正上方区域新增绿化种植设计宜以灌木和草本植物为主；若需种植乔木，应做好阻根等结构保护措施；
- 2 临近轨道交通地面和高架线路的乔木种植，不应影响轨道

交通行车安全。

**5.8.6 河道工程应符合下列规定：**

1 新建及改扩建河道、河道填埋、水下管涵、船只抛锚拖锚等类型工程应专项论证项目建设及使用对轨道交通的影响；

2 轨道交通安全保护区内不宜新建水闸、泵站、船闸、码头等建（构）筑物，否则应专项论证，必要时需布设水文长期观测孔（点）；

3 河道清淤宜采用水下清淤方式，清淤时不宜降低河道水位，清淤厚度不宜大于 1m，且不宜侵入轨道交通结构 6m 范围内。

**5.8.7 清障工程应避免大范围扰动，清障后孔洞应回填密实。**

**5.8.8 高空作业应考虑坠落物冲击对轨道交通结构及运营安全的影响，并设置防护措施。**

**5.8.9 上盖工程应符合下列规定：**

1 上盖工程建设及使用对轨道交通安全影响应专项评估；

2 上盖工程应考虑火灾、噪声、振动等对轨道交通运营的影响，在轨道交通结构间应设置隔离措施，隔离措施应符合相关消防、环保等标准要求。

## 6 安全监测

### 6.1 一般规定

- 6.1.1 外部作业实施期间应根据规定开展轨道交通既有结构状态调查和安全监测。
- 6.1.2 结构状态调查应包括现状调查、过程巡查及工后检查。
- 6.1.3 城市轨道交通运营期工程影响结构保护性监测宜采用自动化监测手段。
- 6.1.4 安全监测实施前应编制监测方案,外部作业方案重大调整时,监测方案应相应调整。
- 6.1.5 安全监测的技术标准、测量精度等应符合现行国家标准的规定。

### 6.2 轨道交通结构安全监测

- 6.2.1 安全监测应根据外部作业影响等级、轨道交通现场作业条件、监测频率及精度要求,按表6.2.1选择监测项目。

表 6.2.1 监测项目

序号	监测对象	监测项目	外部作业影响等级			
			特级	一级	二级	三级
1	地下车站结构	竖向位移	应测	应测	应测	应测
2		水平位移	应测	应测	应测	宜测
3		变形缝张开量、裂缝	应测	应测	宜测	可测
4		道床与轨道变位	应测	宜测	可测	可测
5	隧道结构	竖向位移	应测	应测	应测	应测
6		水平位移	应测	应测	应测	宜测
7		相对收敛	应测	应测	应测	应测
8		变形缝张开量、裂缝	应测	应测	宜测	可测
9		隧道断面尺寸	应测	宜测	可测	可测
10		道床与轨道变位	应测	宜测	可测	可测

续表 6.2.1

序号	监测对象	监测项目	外部作业影响等级			
			特级	一级	二级	三级
11	地面及高架结构	墩柱竖向位移	应测	应测	应测	应测
12		墩柱水平位移	应测	应测	应测	宜测
13		墩柱倾斜	应测	应测	应测	宜测
14		裂缝	应测	应测	宜测	可测
15		道床与轨道变位	应测	宜测	可测	可测

注：1 隧道区间为非盾构法和矿山法施工，监测项目同车站。

2 当外部作业需进行爆破或锤击震动作业时，应监测城市轨道交通结构的振动速度。

### 6.2.2 安全监测的实施程序应符合下列规定：

1 监测项目初始值应在外部作业实施前采集，应连续进行三次独立测量。当相应三次观测数据的较差不大于极限误差时，取其算术平均值作为初始值；

2 外部作业施工期间，应按监测方案规定的精度、频率实施监测，监测信息应及时进行处理、分析和反馈；

3 外部作业施工结束后，连续跟踪监测时限长度和频率应符合本标准附录 B、附录 C 的跟踪期监测要求。

6.2.3 监测范围应依据外部作业对轨道交通结构的影响程度确定。

6.2.4 采用新技术、新方法代替传统方法时，应进行新技术、新方法与传统方法的比对验证，其观测精度应满足本标准相应的要求。

6.2.5 监测点的布置应符合表 6.2.5 的规定。

表 6.2.5 监测点布置要求

序号	监测项目	测点布置位置	监测断面间距（m）	
			特级、一级	二级、三级
1	竖向位移	地下结构底板、道床、拱顶、侧墙； 地面及高架结构底层柱、桥面、桥墩	5~10	10~20

续表 6.2.5

序号	监测项目	测点布置位置	监测断面间距 (m)	
			特级、一级	二级、三级
2	水平位移	地下结构道床、拱顶、侧墙；地面及高架结构底层柱、桥面、桥墩	5~10	10~20
3	相对收敛	地下结构每监测断面不少于两条测线	5~10	10~20
4	变形缝、裂缝	结构裂缝位置、结构变形缝两侧	缝的两侧均匀布置	
5	隧道断面尺寸	隧道结构	按监测断面或在重点位置布置	
6	道床与轨道变位	道床的纵、横断面上，两条轨道上	≤10	≤20
7	地下水位	外部作业空间与城市轨道交通结构之间	15~25	
8	围护结构顶部水平位移	外部作业的围护结构	按基坑监测要求布置	
9	围护结构顶部竖向位移	外部作业的围护结构	按基坑监测要求布置	
10	岩、土体深层水平位移	在临近地下结构的岩、土体位置	按变形监测断面或在重点位置布置	

注：1 桥墩监测应根据桥墩的具体位置，每个墩台不少于 1 个监测点，若为群桩基础宜增加监测点。

2 监测点和监测断面的布置，应根据外部作业影响等级和城市轨道交通结构的特征综合确定，且监测断面不少于 5 个。

3 地下结构曲线段监测断面间距应取低值。

**6.2.6** 监测频率根据外部项目影响等级及施工阶段合理确定，并符合下列规定：

- 1 大断面隧道穿越时，应实时在线监测；
- 2 监测实施过程中，根据变形速率合理调整观测频率；
- 3 当启动应急抢险时，应根据应急处置的要求加密监测。

**6.2.7** 当实际变形达到本标准表 4.2.3 的监测预警等级时，应及

时预警，并提高监测频率。

**6.2.8** 当轨道交通结构出现异常情况或外部作业出现危险事故征兆时，应采用不间断实时自动化监测。

### **6.3 轨道交通结构巡查**

**6.3.1** 结构巡查应查明结构渗漏水、结构损伤及结构形变等结构病害，并符合下列要求：

1 渗漏水病害应明确渗漏水病害类型，巡查应查明渗漏位置、范围及特征。滴漏、线漏应确定滴漏频率或渗漏量；

2 结构损伤病害应明确损伤类型（如：裂缝、缺角、缺损）、位置和程度等信息；

3 结构形变病害应明确结构错台、道床与管片脱开以及接缝张开的位置和程度等信息；

4 结构巡查频率应符合本标准附录 B、附录 C 的要求。

### **6.4 数据分析与处理**

**6.4.1** 监测成果包括日报表、阶段成果、警情快报和监测总结报告。

**6.4.2** 轨道交通结构监测变形量的正负号约定应在监测方案中明确，并应符合下列规定：

1 竖向位移监测的变化量以向上隆起为正，向下沉降为负；

2 水平位移以向外部作业侧位移为正，背向为负；

3 收敛监测的变化量以向外伸张为正，向内压缩为负；

4 基坑水平位移以向坑内位移为正，向外为负；

5 其他观测项目可根据实际需要定义变形量的正负号。

### **6.5 信息化管理**

**6.5.1** 监测信息包括外部作业实施全过程的监测信息。

**6.5.2** 信息管理平台应录入监测工程信息、监测方案、监测数据、监测报告等，并保证监测数据的及时性。

**6.5.3** 信息管理平台应具备监测实时预警功能，并将预警信息反馈到管理人员。

福建省住房和城乡建设厅  
信息公开浏览专用



## 7 应急管理

**7.0.1** 外部作业开工前，应根据项目风险编制应急预案。应急预案内容应包含应急管理小组人员、设备、物资准备等。

**7.0.2** 应急管理小组成员应包括但不仅限于轨道交通管理单位，外部作业建设、设计、勘察、施工、监理单位，监测和检测单位，专业抢险单位等。

**7.0.3** 当监测达到橙色、红色预警或出现险情时，应及时启动应急预案，并按应急预案进行处置。

**7.0.4** 应急抢险完成后应在现场恢复正常施工之前进行结构安全影响评估。

# 附录 A 接近程度和外部作业工程影响分区

**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
	$0.5H \sim 1.0H$	接近
	$1.0H \sim 2.0H$	较接近
	$>2.0H$	不接近
矿山法	$<1.0W$	非常接近
	$1.0W \sim 1.5W$	接近
	$1.5W \sim 2.5W$	较接近
	$>2.5W$	不接近
盾构法或顶管法	$<1.0D$	非常接近
	$1.0D \sim 2.0D$	接近
	$2.0D \sim 3.0D$	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连线与城市轨道交通结构外连线的最小净距离。
- 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
较小影响区（D）	结构外侧 $2.0h_1$ 范围外

注：  $h_1$  为明挖、盖挖法外部作业结构底板的埋深。

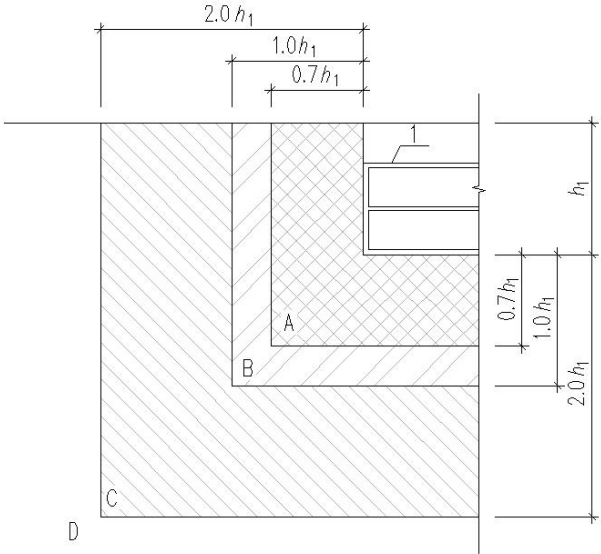


图 A.0.2-1 明挖、盖挖法外部作业的工程影响分区

1—明挖法外部作业

2 浅埋矿山法和盾构法外部作业的工程影响分区（图 A.0.2-2）宜按表 A0.2-2 确定。

表 A.0.2-2 浅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 $0.7h_2$ 范围内
显著影响区（B）	隧道外侧 $0.7h_2 \sim 1.0h_2$ 范围
一般影响区（C）	隧道外侧 $1.0h_2 \sim 2.0h_2$ 范围
较小影响区（D）	隧道外侧 $2.0h_2$ 范围外

注：  $b_2$  为矿山法和盾构法外部作业隧道的毛洞跨度，  $h_2$  为矿山法和盾构法外部作业隧道底板的埋深。

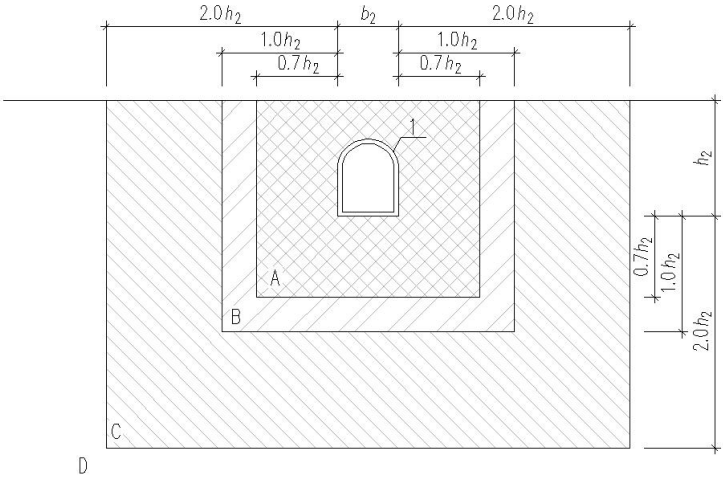


图 A.0.2-2 浅埋矿山法和盾构法外部作业的工程影响分区

1—浅埋矿山法和盾构法外部作业

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 $1.0b_1$ 范围内
显著影响区（B）	隧道外侧 $1.0b_1 \sim 2.0b_1$ 范围
一般影响区（C）	隧道外侧 $2.0b_1 \sim 3.0b_1$ 范围
较小影响区（D）	隧道外侧 $3.0b_1$ 范围外

注： $b_1$  为矿山法和盾构法外部作业隧道的毛洞跨度。

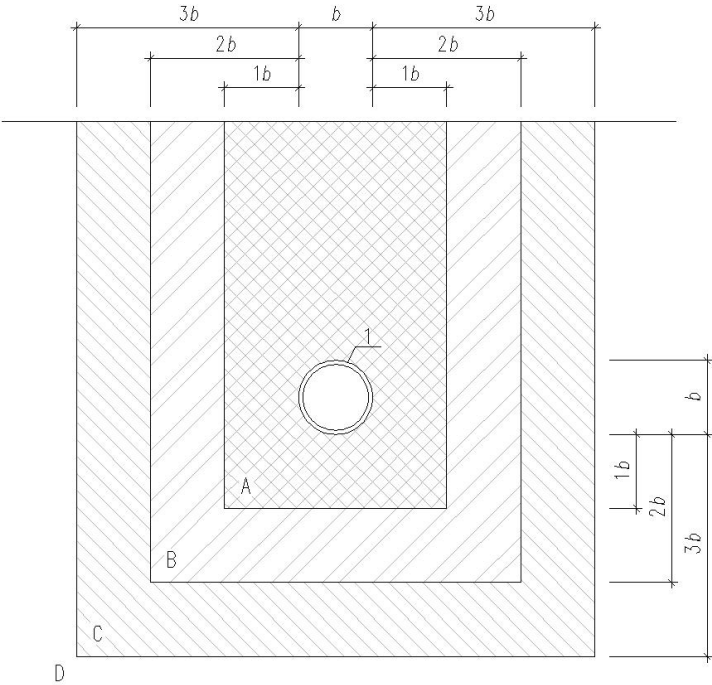


图 A.0.2-3 深埋矿山法和盾构法外部作业的工程影响分区

1—深埋矿山法后盾构法外部作业

4 非挤土桩成孔外部作业的工程影响分区（图 A.0.2-4）宜按表 A.0.2-4 确定。

表 A.0.2-4 非挤土桩成孔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）	桩基周围 $1.5d$ 范围及底部 $1d$ 范围内
显著影响区（B）	桩基周围 $1.5d\sim3d$ 范围及底部 $1d\sim2d$ 范围
一般影响区（C）	桩基周围 $3d\sim4.5d$ 范围及底部 $2d\sim3d$ 范围
较小影响区（D）	桩基周围 $4.5d$ 范围之外及底部 $3d$ 范围之外

注：d 为非挤土桩外部作业成孔直径。

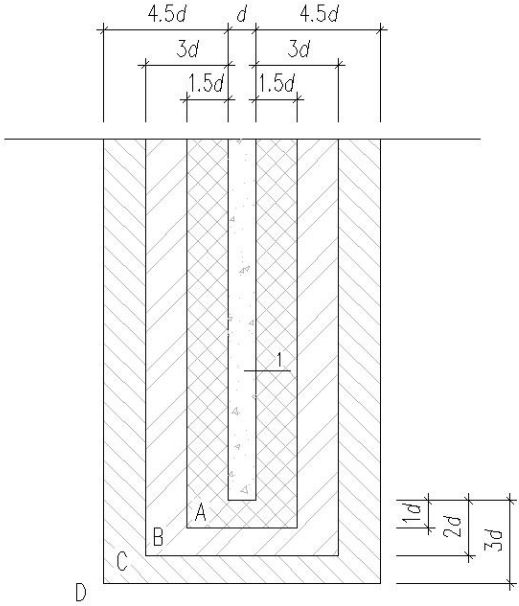


图 A.0.2-4 非挤土桩成孔外部作业的工程影响分区

1—钻孔桩外部作业

5 加载外部作业的工程影响分区（图 A.0.2-5）宜按表 A.0.2-5 确定。

表 A.0.2-5 加载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）	加载正下方 $5F$ 范围
显著影响区（B）	加载侧下方 $5F$ 的 $22.5^\circ$ 扩散范围 加载正下方 $5F \sim 10F$ 范围
一般影响区（C）	加载侧下方 $5F$ 的 $22.5^\circ \sim 45^\circ$ 扩散范围 加载侧下方 $5F \sim 10F$ 的 $22.5^\circ$ 扩散范围 加载正下方 $10F \sim 15F$ 范围
较小影响区（D）	其余范围

注：F 为外部作业地面标高加高高度，非填土类加载外部作业可按照等效土重换算标高变化。

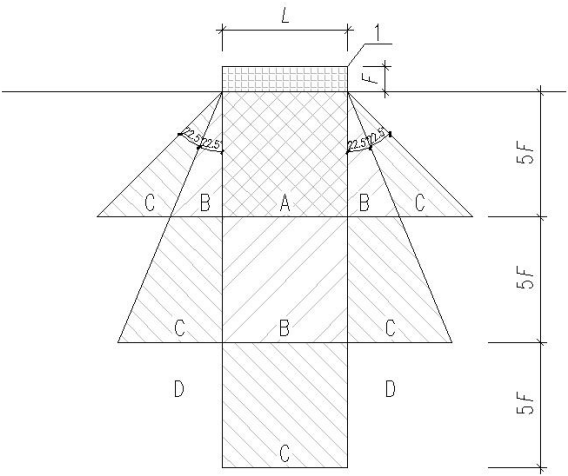


图 A.0.2-5 加载外部作业的工程影响分区

1—加载外部作业

## 附录 B 监测频率要求

**B. 0.1** 不同影响等级外部作业项目作业期间城市轨道交通结构监测频率宜符合表B.0.1的规定。

表 B.0.1 工程影响结构保护性监测频率表

外部作业类型	施工作业工况	监测频率	
		特级、Ⅰ级 影响等级	Ⅱ级、Ⅲ级 影响等级
明（盖）挖法 施工作业	支护结构施工	1次/（2d~3d）	1次/（3d~4d）
	土方开挖	1次/（1d~3d）	1次/（1d~4d）
	地下结构施工	1次/（2d~3d）	1次/（3d~4d）
	支撑拆除	1次/（2d~3d）	1次/（3d~4d）
	钢板桩拔除	1次/（1d~3d）	1次/（1d~4d）
	地下结构完成并回填后	1次/（7d~15d）	1次/（7d~15d）
盾构法（或顶管法） 施工作业	试验段	1次/（2d~3d）	1次/（3d~4d）
	穿越中	（2次~3次）/d	（1次~2次）/d
	穿越后	1次/（7d~15d）	1次/（7d~15d）
桩基工程	—	1次/（1d~2d）	1次/（2d~3d）
围护桩、地下连续墙	—	1次/（2d~3d）	1次/（3d~4d）
钻探施工	—	1次/（2d~3d）	1次/（3d~4d）
道路施工	路面施工	1次/（3d~7d）	1次/（7d~10d）
	桥墩施工	1次/（2d~3d）	1次/（3d~4d）
	桥梁结构施工	1次/（3d~7d）	1次/（7d~10d）

注：1 到达预警值或出现险情等情况时的应急加密监测频率。

2 项目工后监测过程中如连续监测近 100d，平均竖向位移小于 0.04mm/d，则终止测量。

3 人工复核频率不低于 1 次/30d，预警期间应加密。



## 附录 C 过程巡查频率要求

**C. 0.1** 不同影响等级外部作业项目作业期间城市轨道交通结构巡查频率宜符合表 C.0.1-1～表 C.0.1-3 的规定。

表 C.0.1-1 基坑工程轨道交通结构巡查频率

影响等级	分项				
	支护结构施工	开挖支撑			结构回筑
		隧道顶或 车站结构站 台顶板以上	隧道顶或 车站结构站 台顶板以下	底板	
特级	1 次/1~2 周	1 次/2 周	1 次/周	1 次/周	1 次/月
一级	1 次/2~4 周	1 次/2 周	1 次/2 周	1 次/2 周	1 次/月
二级、三级	开挖前后各 1 次				

注：针对Ⅲ、Ⅳ级结构可适当加大巡查频率。

表 C.0.1-2 隧道工程及非开挖管线工程轨道交通结构巡查频率

影响等级	分项		
	穿越施工		
	试验段	穿越中	穿越后
特级	1 次/2 周	1 次/周	1 次/2 周
一级	1 次/2 周	1 次/周	1 次/2 周
二级、三级	穿越前后各 1 次		

表 C.0.1-3 其他工程轨道交通结构巡查频率

影响等级	分项			
	加卸载	管线工程（明挖）	桩基工程	其他
特级	1 次/1 周			
一级	1 次/2 周			
二级、三级	1 次/2~4 周			

## 本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待,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:

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:

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:

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,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

## 引用标准名录

- 1 《建筑地基基础设计规范》GB 50007
- 2 《汽车加油加气加氢站技术标准》GB 50156
- 3 《石油天然气工程设计防火规范》GB 50183
- 4 《输气管道工程设计规范》GB 50251
- 5 《城市轨道交通岩土工程勘察规范》GB 50307
- 6 《城市轨道交通工程测量规范》GB 50308
- 7 《建筑基坑工程监测技术规范》GB 50497
- 8 《城市轨道交通桥梁设计规范》GB/T 51234
- 9 《爆破安全规程》GB 6722
- 10 《城市轨道交通结构安全保护技术规范》CJJ/T 202
- 11 《城市轨道交通隧道结构养护技术标准》CJJ/T 289
- 12 《建筑变形测量规范》JGJ 8
- 13 《建筑桩基技术规范》JGJ 94
- 14 《建筑与市政工程地下水控制技术规范》JGJ 111
- 15 《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120
- 16 《铁路电力牵引供电设计规范》TB 1000

福建省工程建设地方标准  
城市轨道交通结构安全保护技术标准

DBJ /T13-527-2026

条文说明

## 编制说明

《城市轨道交通结构安全保护技术标准》DBJ/T 13-527-2026, 经福建省住房和城乡建设厅 2026 年 1 月 29 日以闽建科〔2026〕2 号文批准发布, 并经住房和城乡建设部备案, 备案号为 J 18547-2026。

本标准制订过程中, 编制组进行了广泛的调查研究, 总结了我国工程建设城市轨道交通结构安全保护的实践经验, 同时参考了国内外先进技术法规、技术标准, 通过调研、征求意见, 对标准内容进行反复讨论、分析、论证, 开展专题研究和工程实例验证等工作, 为本次标准编制提供了依据。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定, 《城市轨道交通结构安全保护技术标准》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明, 对条文规定的目的、依据以及执行中需要注意的有关事项进行了说明。但是, 本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力, 仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

## 目 次

1 总 则 .....	48
3 基本规定 .....	50
4 安全控制和安全评估 .....	52
4.1 一般规定 .....	52
4.2 安全控制标准 .....	52
4.3 外部作业影响等级 .....	53
4.4 净距要求 .....	54
4.5 安全评估 .....	54
5 外部作业控制 .....	56
5.1 一般规定 .....	56
5.2 基坑工程 .....	56
5.3 基础工程 .....	61
5.4 隧道工程 .....	62
5.5 道路工程 .....	62
5.6 桥梁工程 .....	63
5.7 管线工程 .....	63
5.8 其他工程 .....	64
6 安全监测 .....	66
6.1 一般规定 .....	66
6.2 轨道交通结构安全监测 .....	66
6.4 数据分析与处理 .....	66
7 应急管理 .....	68
附录 A 接近程度和外部作业工程影响分区 .....	69

# 1 总 则

**1.0.1** 自 2016 年起，福建省轨道交通建设步入快速发展阶段，逐步构建起覆盖重点城市与区域的轨道交通网络。截至 2024 年 12 月，福州市运营线路 5 条，运营里程约 139 公里，日均客流约 90 万左右；厦门市运营线路 3 条，运营里程约 98 公里，日均客流约 76 万；武夷新区运营线路 1 条，运营里程约 26 公里。轨道交通已成为福建省现代公共交通体系的重要组成部分，其运营安全直接关系到广大乘客的生命财产安全和社会的和谐稳定。

为保障轨道交通结构的安全和正常使用，规范轨道交通安全保护区内的外部作业，主管部门颁布了国家标准《城市轨道交通工程项目规范》GB 55033 和行业标准《城市轨道交通结构安全保护技术规范》CJJ/T 202，上海、江苏、浙江、广东、安徽等省市基于国家相关标准已制定地方标准。为弥补福建省轨道交通保护规范的空白，现编制本标准。

本标准“城市轨道交通周边”通常指安全保护区范围，但保护区外对城市轨道交通有较大影响的外部作业（如：软土地层大规模堆载、软土地层大范围挤土桩、大面积开放式降水作业、爆破作业等）也应按照本标准的规定执行。

**1.0.2** 本标准涵盖了城市轨道交通（如地铁、轻轨等）和市域轨道交通（连接城市与周边城镇的轨道交通），城际铁路可参照执行。

**1.0.3** 本标准与其他相关标准的关系是：对于福建省轨道交通结构的安全保护，凡本标准有规定的，应按本标准执行；本标准未



作规定的，应符合国家现行相关标准的规定，或参照其他相关现行标准的规定执行。

福建省住房和城乡建设厅  
信息公开浏览专用

### 3 基本规定

#### 3.0.3 国内城市轨道交通相关的一些管理规定的保护区要求：

《城市轨道交通运营管理办法》中要求：“地下车站与隧道周边外侧50m内。地面和高架车站以及线路轨道外边线外侧30m内。出入口、通风亭、变电站等建筑物、构筑物外边线外侧10m内。”

《上海市轨道交通运营安全管理办法》中要求：“地下车站与隧道外边线外侧 50m 内。地面车站和高架车站以及线路轨道外边线外侧 30m 内。出入口、通风亭、变电站等建筑物、构筑物外边线外侧 10m 内。”

《北京市城市轨道交通运营安全管理办法》中要求：“地下车站与隧道周边外侧 50m 以内。地面和高架车站以及线路轨道外边线外侧 30m 以内。出入口、通风亭、变电站等建筑物、构筑物外边线外侧 10m 以内。”

《广州市城市轨道交通管理条例》中要求：“地下车站与隧道结构外边线外侧 50m 内。地面和高架车站以及线路轨道结构外边线外侧 30m 内。出入口、通风亭、车辆段、控制中心、变电站、集中供冷站等建（构）筑物结构外边线外侧 10m 内。城市轨道交通通过江（大面积水域）隧道两侧各 100m 范围内。”

考虑过海段隧道结构不确定性增加，参考《厦门轨道交通安全保护技术标准》，过海段轨道交通安全保护区范围为隧道结构外边线外侧 200m 内。

在轨道交通安全保护区内设立轨道交通特别保护区，特别保护区的范围如下：

- 1 地下车站和隧道结构外边线外侧 5 米内；

- 2 高架车站及高架线路工程结构水平投影外侧 3 米内；
- 3 地面车站及地面线路路堤或路堑边线外侧 3 米内；
- 4 出入口、风亭、冷却塔、变电站（所）、控制中心等建（构）筑物结构外边线以及车辆段（停车场）用地范围外侧 5 米内；
- 5 过江河、湖泊等水域的隧道、桥梁结构外边线外侧 50 米内；
- 6 高压电缆沟水平投影外侧 3 米内。

因地质条件或者其他特殊情况，市城乡规划行政主管部门可以对轨道交通安全保护区和特别保护区范围进行调整。

**3.0.4** 对于特殊工程地质条件下的外部作业和特殊的外部作业，对结构造成较大影响的，应适当扩大城市轨道交通控制保护区。如强透水砂层地区、欠固结地域、岩溶土洞发育地区等特殊的工程地质条件，以上控制保护区外的地下水作业等也可能对结构造成较大的影响，因此，应根据监测结果和当地的工程经验适当扩大城市轨道交通控制保护区。

**3.0.9 1** 降水、旋喷、注浆等施工因素引起的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。

**2** “邻近区域”系指下述范围：轨道交通隧道结构为正上方及其两侧各外扩 1 倍结构底埋深区域；面、高架投影线以及地下车站、附属等结构外边线两侧各外扩 10m 区域。“底部影响范围”为荷载影响深度，计算方式参照国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007-2011 地基基础变形计算深度。

## 4 安全控制和安全评估

### 4.1 一般规定

**4.1.2** 根据《城市轨道交通结构安全保护技术规范》CJJ/T 202-2013 条文说明 3.3.1：“除有特殊要求的三级、四级的外部作业之外，其他三级、四级的外部作业无须进行安全评估”。本条文明确等级为三级的外部作业，可结合工程经验进行安全评估。

**4.1.3** 当外部作业对轨道交通结构影响等级达到二级及以上时，应进行外部作业影响预评估；当外部作业实施过程中对轨道交通结构影响达到橙色预警时，应进行外部作业施工过程评估；当判定外部作业对结构造成的安全影响较大，且外部作业结束后轨道交通结构的变化尚未稳定，应进行外部作业影响后评估。

### 4.2 安全控制标准

**4.2.1** 本规范安全状态分级参照上海市工程建设规范《城市轨道交通结构安全保护技术标准》DG/TJ 08-2434-2023、行业标准《城市轨道交通隧道结构养护技术标准》CJJ/T 289-2018、《既有轨道交通盾构隧道结构安全保护技术规程》T/CCES36-2022 进行安全分级。

**4.2.2** 轨道交通结构未铺轨之前其变形控制值主要取决于结构安全，在不影响隧道铺轨施工、结构安全及耐久性的基础上可适当放宽变形控制指标，变形控制指标放宽不宜超过 50%。

**4.2.3** 当轨道交通结构监测值达到橙色预警时，常规工况下需暂停外部作业。若外部作业施工处于关键工序如：基坑开挖见底、盾构正下穿等情况，暂停外部作业对轨道交通结构影响及风险更

大，经各方研判在确保轨道交通结构及运营安全的前提下，应采取安全保护措施并完成关键工序施工。

### 4.3 外部作业影响等级

**4.3.1** 按照行业标准《城市轨道交通结构安全保护技术规范》CJJ/T 202-2013 影响等级判定，会存在轨道交通结构位于外部作业一般影响区（C）之外的情况，无法直接判定等级。本条文在行业标准《城市轨道交通结构安全保护技术规范》CJJ/T 202-2013 表 3.2.2 外部作业影响等级划分表的基础上增加较小影响区（D），以适应实际应用时该区域的影响等级判定。未有规定影响区的外部作业可按较小影响区（D）来考虑，未有规定接近程度的轨道交通结构可按不接近来考虑。

**4.3.2** 外部作业影响等级的判定还应考虑外部作业的类型、规模、工期、结构情况调整影响等级，影响等级调整可进行叠加考虑。

1 开放式降水、振冲、挤土、爆破工艺外部作业对周边环境影响范围较广，大面积施工叠加之下其影响无法忽视，影响等级不宜小于三级。

2 软土地层大型基坑施工工期较长，且软土地层具有蠕变性，对周边环境影响往往大于影响区，影响等级应提高一级。

3 考虑软土地层大面积加载叠加效应，影响等级应提高一级。

4 轨道交通车站、明挖段区间为现浇结构，结构刚度较大，对于工期短、体量小（如：开挖面积小或深度浅、非开挖拉管、非挤土桩、加载荷载小等）的外部作业，对轨道交通结构影响较小，影响等级可定为四级。

5 顶（拉）管施工管道外径小于 1m 的上穿工程，对轨道交通结构影响较小，影响等级可降低一级。

6 城市轨道交通结构处于复杂的工程地质条件或存在工程地质灾害情况等，如结构周边存在深厚砂层、欠固结地域、顺向

发育的软弱结构面、软弱下卧层、遇水易软化崩解地层、岩溶土洞等，则应结合工程经验综合考虑，适当提高外部作业影响等级。

7 若轨道交通在施工期发生严重工程病害，后期由于外部作业影响可能诱导原病害发展，应适当提高外部作业影响等级。

**4.3.3** 本条参考行业标准《城市轨道交通结构安全保护技术标准》DGTJ 08-2434-2023 表 4.3.1-2 中涉轨道交通高架及地面结构影响等级判定内容，并考虑外部作业的尺寸特性。

**4.3.4** 外部作业影响等级的判定还应考虑外部作业的类型、规模、工期、结构情况调整影响等级，影响等级调整可进行叠加考虑。

1 开放式降水、振冲、挤土、爆破工艺外部作业对周边环境影响范围较广，大面积施工叠加之下其影响无法忽视，影响等级不应低于三级。

2 桥梁承台区域刚度较大，当顶（拉）管外部作业位于该区域时，影响等级可降低一级。

3 考虑软土地层大面积加载叠加效应，影响等级应提高一级。

#### **4.4 净距要求**

**4.4.2** 参考行业标准《城市轨道交通结构安全保护技术规范》CJJ/T 202-2013 第 3.2.6 条：穿越江河的城市轨道交通地下结构，净距控制管理值应根据实际情况进行确定，且不宜小于本规范表 3.2.4 中相应数值的 3 倍。

#### **4.5 安全评估**

**4.5.2** 外部作业影响预评估是在外部作业实施前，根据城市轨道交通结构的特点和所处的工程地质条件等，结合理论分析、模型试验、数值模拟等方法，预测外部作业对结构的安全影响，提出相应的结构安全控制指标的预测值，同时应结合结构的现状评估成果，评估外部作业方案的可行性，并提出保障结构安全的相应

措施。当外部作业的预测值超过相应的结构安全控制值时，预评估的结论应为外部作业方案不可行，应调整外部作业方案，制定安全可靠的保护措施，并重新进行预评估，直至预评估的结论为外部作业方案可行。

**4.5.3** 外部作业施工过程评估的主要工作应以结构的监测数据为基础和依据。通过综合分析外部作业实施过程中结构的监测数据，结合工前评估的预测值，及时评估结构的当前安全状态，并判断外部作业继续实施过程结构的安全性。必要时，通过反演计算分析，修正预评估的预测结果，并预测评估外部作业实施过程结构的安全状态。

**4.5.4** 外部作业影响后评估是在外部作业完成后，评估对城市轨道交通结构造成的安全影响。当判定外部作业对结构造成的安全影响较大但结构的变化尚未稳定时，如实测数据已超过相应的结构安全控制值，应及时通过现状调查、检测，结合监测数据并通过结构验算等手段，评估结构的当前安全状态。根据已有工况，分析实测数据与原安全评估存在差异的可能原因，并提出相应的处理意见和建议。待结构的变化稳定后，应再次进行外部作业影响后评估，并提出相应的处理意见和建议。

## 5 外部作业控制

### 5.1 一般规定

**5.1.2** 针对城市轨道交通安全保护区内可能出现的距离相近、实施时间相近或交叉影响的多项外部作业，应综合多项外部作业的时空特点，充分考虑多项外部作业所产生的叠加影响，确保出现最危险工况也应能保证结构的安全和正常运营。

**5.1.3** 对轨道交通线路建设在先，敏感点建筑物建设在后或使用功能改变在后，由敏感点建筑物建设单位或改变其功能的经营单位负责自行采取噪声防治、振动防治措施，并不得影响轨道交通线路运营。

**5.1.4** 若外部作业致使轨道交通结构受损，外部作业的建设单位应承担相应治理责任，治理后的轨道交通结构应满足正常运营要求。

### 5.2 基坑工程

**5.2.3** 轨道交通隧道结构位于基坑工程 2 倍基坑开挖深度范围时，基坑开挖深度超过隧道底部埋深，建设阶段基坑支护最大变形临近基坑底部，对侧边隧道结构变形影响显著增加；后期使用阶段对侧边隧道结构及运营安全风险较大。若基坑工程需突破此限制，需通过加固隧道周边土体（如隔离桩、注浆加固等）或调整基坑支护方案（如增设内支撑、逆作法施工）等措施，确保隧道变形控制在安全范围内。

**5.2.4** 关于钢板桩拔除对周边土体的影响范围，目前国内已有部分现场及室内研究。赵占军于连云港地区开展了钢板桩拔桩试验，



试验场地主要分布滨海相淤泥质黏土与淤泥质土，通过记录周边测点的水平位移与竖向位移推算拔桩的影响范围，试验结果表明，拔桩影响范围约为 1 倍钢板桩深度，而造成的附加沉降随与桩位的距离增加而指数型衰减。许琼鹤等基于南京长江漫滩地区的某管廊基坑项目，对拔桩的影响进行了数值分析计算，计算结果表明，钢板桩拔除引起的坑外土体破坏类似挡土墙的破楼体理论，滑动面与钢板桩夹角趋近于  $45^\circ - \varphi/2$  ( $\varphi$  为桩长范围内土体综合内摩擦角)。为确保拔桩的扰动不对隧道结构周边的土体造成扰动，且考虑实际保护措施的应用可行性，故以  $45^\circ$  作为拔桩影响范围的包络线夹角，规定此影响范围不得进入隧道结构外边线  $D/2$  范围内。当外部作业临近对变形较敏感的附属结构时，相关要求可参照执行。

**5.2.5** 当需抽降地下水时，隔水帷幕宜进入不透水层，以隔断坑内外地下水水力联系。当隔水帷幕无法完全隔断地下水时应计算分析基坑降水对轨道交通结构的影响，根据轨道交通结构的保护要求，确定隔水帷幕的埋深，隔水帷幕底埋深应大于降水井滤管底埋深。

**5.2.6** 本条对轨道交通结构正上方基坑设计提出规定：

**2** 轨道交通盾构隧道上方开挖施工的风险和难度高，宜对隧道上方及旁侧土体进行加固以限制隧道的隆沉和收敛变形，加固形式多采用门式。加固体距离隧道结构净距不宜小于 1m。工程桩采用灌注桩形式，距离隧道结构净距不宜小于 3m，工程桩与门式加固结合共同限制隧道的位移和变形。

**3** 轨道交通隧道正上方基坑开挖，应划分小块分块快速施工，每一分块的土方开挖和结构底板施工宜控制在轨道交通停运期间，前一分块底板完成后再进行下一分块的施工。

**5.2.7** 本条对板式支护体系围护墙施工进行了规定：

**2** 施工中应重视安全问题，行车通道及重型机械作业区与轨道交通设施的平面距离不宜小于 10m。

3 高架区间附近的施工区域应设置可靠的防护网,且施工时应由专门安全人员现场值守,严格限制机械设备的运行范围,施工单位应就塔吊长臂设置警示,禁止起吊设备侵占线路上空,防止设备倾覆。

4 地下连续墙导墙开槽施工时,导墙单次沟槽开挖长度不宜大于20m。

5 灌注桩排桩在砂层成孔过程中应采用人工造浆,泥浆制备应选用优质膨润土,泥浆应根据施工机械、工艺及穿越土层情况进行配合比设计。稳定土层是指具有一定承载力、不易坍塌、不易冲刷、能在钻孔过程中保持孔壁稳定的土层。护筒埋设应进入该层不少于1.0m(黏性土)或1.5m(砂土),在复杂地质条件下应穿透软弱层或冲刷影响层。

6 水泥土搅拌桩搅拌时保持均匀慢速下沉或提升,减小因孔内产生负压造成的周边土体的过大扰动,搅拌次数或搅拌时间应能保证水泥土搅拌桩的成桩质量。等厚度水泥土搅拌墙切割、搅拌土体时未进行固化的最大成槽长度不应超过6m。

7 临近轨道交通结构的工法桩及拉森钢板桩静力拔除型钢后。

**5.2.8** 本条对土体加固施工进行了规定:

1 盾构法或顶管法施工的地下结构对周边土体的稳定性要求较高。采取土体加固措施时,若扰动了地下结构周边的原状土体,可能会破坏土体原有的结构和强度,从而对地下结构的稳定性产生不利影响。

2 规定加固体与地下结构的水平及竖向净距均不宜小于2m,是为了确保地下结构在施工过程中有足够的安全空间,避免因加固施工导致的土体变形或应力变化对地下结构造成损害。

3 先施工邻近轨道交通结构侧的土体加固,是为了尽快形成对轨道交通结构的保护屏障,减少后续施工过程中对结构的扰动影响。采用跳仓施工沿基坑边进行土体加固,可以避免大面积连

续施工对基坑周边土体造成的集中扰动，减少土体变形的累积效应。

4 在正式施工前进行试桩，可以准确确定适合该地层条件的桩径和桩身质量标准，明确合理的工艺参数，从而保证高压旋喷桩的施工质量。同时，对试桩过程及结果进行分析，能够提前评估高压旋喷桩施工对周边环境（包括轨道交通结构）的影响程度，以便采取相应的措施进行控制和预防，确保施工过程的安全性和可靠性。

5.2.9 传力措施的设计应考虑水平支撑内力的传递路径和变形影响，避免因内力传递不畅导致基坑或轨道交通结构的变形超出控制范围。在拆除支撑及分隔结构时，需特别注意施工顺序和方法，以防止因拆除操作不当引发的结构变形或破坏。

5.2.10 土方开挖应根据工程特点和轨道交通结构的保护要求将基坑划分小块，分段限时完成开挖至底板混凝土浇筑的全部工作，减少基坑的暴露时间。对侧方基坑和上方基坑施工提出规定：

侧方基坑施工宜根据表 1 的要求实施时空效应控制，宜符合下列规定：

表 1 基坑及地下结构施工技术要求

安全影响等级	特级	一级	二级	三级
沿围护墙一次性开挖长度（m）	<15	<20	<25	<30
挖土至标高后钢支撑施工完成时间（h）	<8	<14	<24	<36
挖土至标高后混凝土支撑施工完成时间（h）	<48	<60	<72	<84
挖土至标高后垫层和基础底板施工完成时间（h,d）	<8,<7	<12,<10	<24,<15	<36,<20
沿围护墙分段拆撑控制长度（m）	<30	<40	<50	<60

注：土质条件较差时，纵横向一次性开挖长度及施工时间应进一步从严控制。

1)在沿围护墙一次性开挖长度范围内的基础垫层或支撑施

工完成、具备设计要求的承载性能且变形基本稳定后，方可进行邻段的土方开挖；可采取分段跳开施工的技术措施；

2) 严格控制施工分段交接处的土体高差和坡度，保持其稳定性，必要时对交接处的土体采取加固措施；

3) 在沿围护墙一次性拆撑范围内的楼板结构及换撑施工完成、具备设计要求的承载性能且变形基本稳定后，方可进行邻段的支撑拆除；可采取分段跳开拆撑的技术措施。

上方基坑施工宜根据表 2 的要求实施时空效应控制，应符合下列规定：

表 2 正上方基坑及地下结构施工技术要求

安全影响等级	特级	一级	二级	三级
纵横向一次性开挖长度 (m)	<5	<8	<12	<20
竖向分层厚度 (m)	<1.0	<1.2	<1.5	<2
挖土至标高后钢支撑施工完成时间 (h)	<6	<10	<15	<24
挖土至标高后混凝土支撑施工完成时间 (h)	<36	<48	<60	<72
挖土至标高后垫层和基础底板施工完成时间 (h,d)	<6,<3	<10,<6	<15,<10	<24,<15

注：土质条件较差时，纵横向一次性开挖长度及施工时间应进一步从严控制。

1) 土方开挖应遵循分段、分层、分块、对称、平衡、限时的原则，在沿围护墙一次性开挖长度范围内的基础垫层或支撑施工完成、具备设计要求的承载性能且变形基本稳定后，方可进行邻段的土方开挖；可采取分段跳开施工的技术措施；

2) 严格控制施工分段交接处的土体高差和坡度，保持其稳定性，必要时对交接处的土体采取加固措施；

3) 宜在已经施工完成的混凝土垫层和基础上设置临时压重

措施。

**5.2.11** 回灌井的深度、数量和井距应根据回灌试验确定，对于紧邻轨道交通结构一侧的回灌井，宜采用自然回灌的方式。回灌井间距宜控制在10m~15m，有条件的情况下宜多排布设；对于紧邻轨道交通结构侧的基坑工程，坑外回灌量宜与坑内抽水量相当。回灌后坑外的水位降深不宜大于1m。回灌井在条件允许的情况下尽量靠近环境保护对象设置。当采用加压回灌时，回灌压力等级宜控制在50kPa~100kPa。应对回灌量进行计量统计。回灌水源可为自来水或基坑内抽水井抽取的地下水；当采用基坑内抽取的地下水进行回灌时，地下水水质应符合回灌层地下水水质的要求。

### 5.3 基础工程

**5.3.1** 安全保护区内采用浅基础时，应采取一定措施，如提高基础刚度、减少上部荷载、设置“地下室空腔”实现土体自重的置换等。

**5.3.2** 应严格控制桩基础作用于轨道交通结构的附加应力，并综合考虑成桩、注浆等过程中的附加应力及地面超载、地下水变化等引起的应力变化，确保附加应力满足设计要求。

**5.3.3** 地基处理（路基处理）方法、施工工艺、与轨道交通结构的距离、场地工程地质等因素决定了其施工对轨道交通结构的影响。预压、强夯、挤（振、冲）密地基处理方法会产生较大的固结沉降，近距离作业对轨道交通结构影响较大，因此轨道交通安全保护区内不宜采用此类工法。

**5.3.4** 灌注桩成孔过程中会对土压力和孔隙水压力造成一定的释放，若这种压力释放过于迅速则极易造成坍孔、缩颈，影响临近轨道交通结构，灌注桩成孔施工可采取钢套筒护壁、增加泥浆比重、调整施工工序等控制保护措施。

**5.3.6** 盾构区间隧道安全保护区及1倍桩长（地面至桩底）范围

内采用挤土桩应采取消挤措施，消极措施有预钻孔、设置防挤沟、应力释放孔、隔离墙等措施。对于消极孔宜采用梅花形双排布设，要求其深度应穿透软弱地层且不低于盾构区间隧道底部，消极孔布设间距不宜大于3倍孔径，并采取防塌孔措施。

**5.3.8** 静载试验堆载可能引起土体沉降或侧向位移，对轨道交通结构产生附加荷载，引发结构变形，故要求试验反力装置（压重平台、锚桩）需与轨道交通结构保持一定距离。

## 5.4 隧道工程

**5.4.1** 外部隧道工程是指在城市轨道交通安全保护区内实施的断面开挖面积大于或等于 $3\text{m}^2$ 的隧道工程。

**5.4.4** 按外部隧道工程和既有轨道交通两者净距和相互空间位置关系，外部隧道工程可分为并行隧道和穿越隧道两种类型。并行隧道指城市轨道交通安全保护区内实施的外部隧道，该工程设计轴线与既有轨道交通工程轴线在水平投影面上平行或接近平行。穿越隧道指城市轨道交通安全保护区内实施的外部隧道，该工程设计轴线与既有轨道交通工程轴线在水平投影面上相互交叉、穿越，可分为上跨或下穿两种隧道。先后施工的隧道净距控制吸纳了《盾构隧道工程设计标准》GB 51438-2021条文3.2.3的部分规定。

**5.4.8** 当既有隧道结构位于外部隧道工程的强烈影响区范围内时，应采取限速运营措施。外部隧道工程的实施应安排在既有轨道交通停运期间。若外部隧道工程实施周期较长，无法在停运期间完成，视工程实施影响评估结果考虑列车降速运营；盾构、顶管施工时，掘进过程中停机会导致周边土体的扰动相比一般情况下要大，同时推进速度的较大变化会导致开挖面支护压力较大波动，为确保安全，宜保持匀速通过。

## 5.5 道路工程

**5.5.1** 根据行业标准《铁路桥涵设计规范》TB 10002-2017 第 3.2.6 条对道路下穿铁路桥梁的净空及机动车道的限高防护架作了规定：当通过机动车辆且桥下净空不足 5m 时，应设置限高防护架。如有新建道路在轨道交通高架段下方穿行时，应注意路面标高设计，充分预留施工车辆通行条件，应设置限高（警示）标志以保护轨交高架桥梁功能和安全要求。根据《城市轨道交通结构安全保护技术规范》CJJ/T 202-2013 第 4.3.7 条：与城市轨道交通结构交叉的市政道路应设置限高标志和防护、防撞设施。

**5.5.2** 重型振动碾压设备在工作时会产生较大的振动，对轨道交通影响较大，在靠近轨道交通结构的区域不宜采用重型振动碾压设备。可采用轻型或中型的压实设备，如小型振动压路机或静压压路机。路基换填应分层进行，每层的压实厚度应根据土体性质和压实设备的能力合理确定。

## **5.6 桥梁工程**

**5.6.2** 浅基础、桩基础应按本标准第 5.3 节的要求执行；承台基坑应按本标准第 5.2 节的要求执行。

**5.6.4** 依据行业标准《公路铁路交叉路段技术要求》JT/T 1311-2020 及《公路交通安全设施设计细则》JTG/T D81-2017，跨越城市轨道交通高架的桥梁，其防撞护栏等级应满足不低于 SS 级，并应根据具体情况进一步论证是否提高至 HB 或 HA 级。防抛网网孔尺寸建议不大于 50mm×100mm，防抛设施应满足后期检修、更换的可维护性要求。防撞护栏及防抛设施的后期养护应纳入桥梁整体养护计划，检查频率、修复时限、防腐维护、撞击后检测等要求应满足相关技术标准。

## **5.7 管线工程**

**5.7.1** 本条对管线工程设计进行了规定：

4 根据《油气输送管道穿越工程施工规范》GB 50424-2015 的第 6.3.1 条：导向孔实际曲线与设计穿越曲线的偏差不应大于 1%，上下偏差 $[+1\text{m}, -2\text{m}]$ 。考虑安全净距 1m，则设计轨迹与轨道交通结构净距不宜小于 3m 和  $(1\% \text{的偏差} + 1)\text{m}$ 。

5 管线临近轨道交通电缆或交叉时，需重点把控轨道交通电缆被外部管线施工击穿或损坏的风险，净距控制应考虑轨道交通电缆位置偏差、外部管线施工偏差及施工安全净距。

6 参照《天津市城镇燃气管道与地铁安全间距控制管理办法》第十一条规定。

5.7.2 顶管始发井及接收井宜远离轨道交通结构，平面距离宜控制在 5m 及以上。考虑顶管工艺特点，已完成的管片是随着后续顶进的管片持续前进的。因此，相对于顶管工作井，接收井更宜靠近轨道交通结构，其目的是顶管穿越轨道交通结构后能尽快到达接收井，减少穿越后继续顶管的扰动时间。

5.7.3 为防止导向孔钻进过程中钻头偏移而损伤轨道交通设施，应严格控制其与设计轴线的偏离度。拖拉施工结束，管道与回扩孔之间的空隙处理，不能像开槽埋管的施工方法回填密实，对于横穿轨道交通设施的管线部位，孔内泥浆固结后，可能出现周边土体下沉，所以对于空隙填充应有针对性措施。

## 5.8 其他工程

5.8.3 本条对爆破工程进行了规定：

1 爆破作业作为危险性较大的工程，在实施前需进行爆破安全评估和设计审查。位于城市轨道交通控制保护区内的爆破作业，必须按要求对轨道交通既有结构进行安全评估。

2 试爆作业及其过程监测应在公安部门人员的监督下完成，试爆效果是对爆破设计方案的检验，监测结果是调整和优化爆破技术参数的主要依据。



**5.8.4** 本条对地下水作业进行了规定：

**1** 地下水作业的方案设计时应依据场地典型地层的抽水试验、室内渗透试验和当地工程经验进行。地下水作业方案设计的关键在于获取可靠的水文地质参数，如地层的渗透系数等，因此，宜进行必要的试验，并结合当地的工程经验进行设计。

## 6 安全监测

### 6.1 一般规定

**6.1.2** 结构状态调查应清晰、准确，宜采用技术先进、信息全面的手段，并编制调查报告，保留影像数据。

### 6.2 轨道交通结构安全监测

**6.2.5** 监测的基准点应设置在变形影响区域以外，且需位置稳固可靠、易于长期保存。变形、变位监测网的基准点至少应设置 3 个。大型的监测项目，水平位移基准点应采用带有强制归心装置的观测墩，垂直位移基准点宜采用双金属标或钢管标，监测的工作基点，应选在比较稳定且方便使用的位置。

设立在大型外部作业影响区域内的水平位移监测工作基点，宜采用带有强制归心装置的观测墩，垂直位移监测工作基点可采用钢管标；监测基准点、工作基点、变形监测点的设置都不得影响城市轨道交通的正常运行。

表 6.2.5 列出的 10 项监测项目，主要考虑到现场的可操作性，并能反映外部作业过程结构的响应。结构的受力，可基于变形等监测数据进行反算，以评价结构的安全状态。道床与轨道变位的监测包括：道床的纵、横断面水平位移、差异竖向位移；轨道的水平位移，轨道的纵、横向差异竖向位移，轨道之间的相对水平位移。

### 6.4 数据分析与处理

#### 6.4.1 应符合下列要求：

1 日报表原则上应在每次外业观测后当日整理提交。日报表内容宜包括监测期数、监测日期、施工进度、工况照片、监测频率、监测项目控制指标、观测成果初步分析（包含各测项最大值统计、变形情况分析、控保建议等）、各观测项目数据表（本次变化量、累计变化量、变化速率、概略里程、报警情况）、变化量曲线图、监测点布点图及其他相关资料；

2 阶段成果应根据外部作业进程、轨道交通结构变形情况定期整理提交。阶段报告内容包括监测点布置图、外部作业工况、观测项目的阶段变化量、累计变化量、变化速率、断面曲线图及典型监测点的历时曲线图、阶段分析报告、监测结论、施工建议等；

3 警情快报应包括警情发生时间、地点和具体位置、施工监督、监测数据、超限情况和预警级别等；

4 监测总结报告应在监测工作完成后提交，工程概况、监测依据、项目工程影响等级、监测技术方案（监测内容、监测周期及监测频率、项目人员组织、仪器配备、技术设计、技术指标）、工程进度情况、监测实施情况（监测工作量、巡查情况）、监测数据报表、数据分析图表、现状调查情况及分析、监测综合分析评价、预警及处置情况、监测结论及建议。

## 7 应急管理

**7.0.1** 应急预案是轨道交通安全保护区内外部作业的重要管控措施。建立应急管理小组，对潜在风险制定处置方案，配备应急抢救物资及设备。应急预案内容应包含应急组织机构及其职责、应急预案体系事故风险描述、预警及信息报告、应急响应、保障措施、应急预案管理等。

**7.0.3** 应急预案启动后应加强现场监测及风险监控。

## 附录 A 接近程度和外部作业工程影响分区

### A.0.2 影响分区设置:

4 查询相关文献表明非挤土桩（如钻孔灌注桩、挖孔桩）成孔对周边土体的影响范围与桩径相关，一般为2~6倍桩径。影响区域随桩径增大而扩大，且软土中范围大、位移量更高。

5 加载外部作业扩散角与垂直地面方向呈 $45^\circ - \varphi/2$ （ $\varphi$ 为土体综合内摩擦角），考虑外部加载作业风险较大和实际判定可操作性，以 $45^\circ$ 作为加载外部作业扩散角作为影响范围边界，为区别划分四个影响分区取 $45^\circ$ 的一半，即 $22.5^\circ$ 作为分区界限。