

备案号：J 16107—2022

浙江省工程建设标准

DB

DB33/T 1266—2021

城市地下工程施工与运行监测技术规程

Technical specification for monitoring of urban underground engineering during construction and operation

2021-12-28 发布

2022-05-01 施行

浙江省住房和城乡建设厅 发布

浙江省住房和城乡建设厅

公 告

2021 年 第 62 号

关于发布浙江省工程建设标准《城市地下工程施工与运行监测技术规程》的公告

现批准《城市地下工程施工与运行监测技术规程》为浙江省工程建设标准，编号为 DB33/T 1266 - 2021，自 2022 年 5 月 1 日起施行。

本标准由浙江省住房和城乡建设厅负责管理，浙江大学负责具体技术内容的解释，并在浙江省住房和城乡建设厅网站公开。

浙江省住房和城乡建设厅
2021 年 12 月 28 日

前　　言

根据浙江省住房和城乡建设厅关于印发《2012 年度浙江省建筑节能及相关工程建设地方标准制修订计划》的通知（建设发〔2012〕192 号）的要求，浙江大学、浙江省建筑设计研究院会同省内有关科研、设计、施工、勘察、监测等单位，共同编制了《城市地下工程施工与运行监测技术规程》。编制组广泛调研和分析了省内外主要地下工程的监测技术要求，总结了近 20 多年来有关地下工程监测经验，参考了国内外最新监测技术成果，同时借鉴了交通、电力、水利水电等其他相关行业有关工程监测的先进理念和最新研究成果，经多方面征求意见、专家咨询和反复讨论修改，最后经审查定稿。规程针对浙江省软弱土地质特点，将城市主要的地下工程统一列为监测对象，同时考虑施工期和运行期的监测，为城市地下工程安全施工与运行提供保障。

本规程共分 11 章和 2 个附录，主要技术内容包括：总则、术语和符号、基本规定、监测方法及技术要求、基坑工程施工监测、盾构法隧道施工监测、矿山法隧道施工监测、桩基施工影响监测、周边环境监测、运行隧道监测、监测成果等。

本规程由浙江省住房和城乡建设厅负责管理，浙江大学负责具体技术内容的解释。在执行过程中如有意见或建议，请将意见或有关资料寄送浙江大学岩土工程研究所（地址：杭州市西湖区余杭塘路 866 号，浙江大学紫金港校区安中大楼；邮编 310058；邮箱：chenyunmin@zju.edu.cn），以供修订时参考。

本规程主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人：

主 编 单 位：浙江大学

浙江省建筑设计研究院

参编单位: 中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司
浙江大学建筑设计研究院有限公司
浙江省建设工程质量检验站有限公司
宁波市轨道交通集团有限公司
杭州西南检测技术股份有限公司
浙江省工程勘察设计院集团有限公司
浙江有色地球物理技术应用研究院有限公司

主要起草人: 陈云敏 杨学林 陈文华 王奎华 陈仁朋
陈 赞 林伟岸 应志杰 姬美秀 叶俊能
叶肖伟 楼国长 赵竹占 李卓峰 陈延博
吴 勇 王烨晟 曹国强

主要审查人: 陈湘生 樊良本 沈林冲 李宏伟 楼新涛
郭 丽 倪士坎

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	城市地下工程监测等级	(6)
3.3	城市地下工程施工影响分区与监测范围	(10)
4	监测方法及技术要求	(14)
4.1	一般规定	(14)
4.2	岩土体变形与压力监测	(16)
4.3	结构变形与内力监测	(17)
4.4	地下水位与孔隙水压力监测	(19)
4.5	爆破与桩基施工振动监测	(19)
4.6	自动化实时监测	(20)
4.7	现场巡查与远程视频监控	(23)
5	基坑工程施工监测	(24)
5.1	一般规定	(24)
5.2	监测内容	(24)
5.3	测点布置	(27)
5.4	监测频次	(31)

5.5	监测报警	(33)
6	盾构法隧道施工监测	(35)
6.1	一般规定	(35)
6.2	监测内容	(35)
6.3	测点布置	(36)
6.4	监测频次	(38)
6.5	监测报警	(38)
7	矿山法隧道施工监测	(40)
7.1	一般规定	(40)
7.2	监测内容	(40)
7.3	测点布置	(42)
7.4	监测频次	(45)
7.5	监测报警	(46)
8	桩基施工影响监测	(49)
8.1	一般规定	(49)
8.2	监测内容	(49)
8.3	测点布置	(50)
8.4	监测频次	(51)
8.5	监测报警	(52)
9	周边环境监测	(54)
9.1	一般规定	(54)
9.2	监测内容	(54)
9.3	测点布置	(56)
9.4	监测频次	(60)
9.5	监测报警	(62)
10	运行隧道监测	(66)

10.1	一般规定	(66)
10.2	监测内容	(66)
10.3	测点布置	(70)
10.4	监测频次	(72)
10.5	监测报警	(72)
11	监测成果	(76)
附录 A	监测日报表	(78)
附录 B	巡查日报表	(89)
	本规程用词说明	(95)
	引用标准名录	(96)
	附：条文说明	(97)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms and symbols	(2)
2. 1	Terms	(2)
2. 2	Symbols	(3)
3	Basic requirements	(4)
3. 1	General requirements	(4)
3. 2	Monitoring grade of urban underground engineering	(6)
3. 3	Influence zone due to construction and monitoring range of urban underground engineering	(10)
4	Monitoring methods and technical requirements	(14)
4. 1	General requirements	(14)
4. 2	Monitoring of displacement and pressure of surrounding rock and soil	(16)
4. 3	Monitoring of structural deformation and internal force	(17)
4. 4	Monitoring of water table and pore water pressure	(19)
4. 5	Monitoring of vibration due to blasting and pile foundation construction	(19)
4. 6	Automatic real - time monitoring	(20)
4. 7	On - site inspection and remote video surveillance	(23)
5	Monitoring of excavation engineering during construction ...	(24)
5. 1	General requirements	(24)

5.2	Monitoring contents	(24)
5.3	Arrangement of monitoring points	(27)
5.4	Monitoring frequency	(31)
5.5	Monitoring alarming	(33)
6	Monitoring of shield method tunnel during construction	(35)
6.1	General requirements	(35)
6.2	Monitoring contents	(35)
6.3	Arrangement of monitoring points	(36)
6.4	Monitoring frequency	(38)
6.5	Monitoring alarming	(38)
7	Monitoring of mining method tunnel during construction	(40)
7.1	General requirements	(40)
7.2	Monitoring contents	(40)
7.3	Arrangement of monitoring points	(42)
7.4	Monitoring frequency	(45)
7.5	Monitoring alarming	(46)
8	Monitoring of influence by pile foundation construction	(49)
8.1	General requirements	(49)
8.2	Monitoring contents	(49)
8.3	Arrangement of monitoring points	(50)
8.4	Monitoring frequency	(51)
8.5	Monitoring alarming	(52)
9	Monitoring of around environment	(54)
9.1	General requirements	(54)
9.2	Monitoring contents	(54)
9.3	Arrangement of monitoring points	(56)
10		

9.4	Monitoring frequency	(60)
9.5	Monitoring alarming	(62)
10	Monitoring of tunnel during operation	(66)
10.1	General requirements	(66)
10.2	Monitoring contents	(66)
10.3	Arrangement of monitoring points	(70)
10.4	Monitoring frequency	(72)
10.5	Monitoring alarming	(72)
11	Monitoring achievements	(76)
Appendix A	Daily monitoring report	(78)
Appendix B	Daily on – site inspection report	(89)
	Explanation of wording in this code	(95)
	List of quoted standards	(96)
	Addition: Explanation of provisions	(97)

1 总 则

1.0.1 为规范浙江省城市地下工程施工阶段与运行阶段的监测工作，做到技术先进、经济合理、成果可靠，保证监测质量，保障城市地下工程结构和周边环境的安全，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于浙江省城市地下工程施工阶段与运行阶段的监测。

1.0.3 城市地下工程施工阶段与运行阶段的监测除应符合本规程外，尚应符合国家和浙江省现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 城市地下工程 urban underground engineering

建设于城市范围内地表以下的建（构）筑物。

2.1.2 监测 measurement and monitoring

采用仪器监测、现场巡查或远程监控等手段和方法，长期连续地采集和收集反映城市地下工程和周边环境安全状态的信息并进行分析和反馈的活动。

2.1.3 周边环境 around environment

城市地下工程施工影响区内的建（构）筑物、轨道交通设施、道路、桥梁、隧道、管线等保护对象的统称。

2.1.4 周围岩土体 surrounding rock and soil

城市地下工程施工影响范围内的岩体、土体和地下水等工程地质和水文地质的统称。

2.1.5 施工影响分区 influence zone due to construction

根据周围岩土体受城市地下工程施工影响程度的大小划分得到的区域。

2.1.6 监测等级 monitoring grade

根据城市地下工程自身和周边环境的风险大小，对城市地下工程施工阶段与运行阶段的监测进行划分的等级。

2.1.7 城市地下工程自身风险等级 risk level of urban underground engineering

根据城市地下工程自身发生变形或破坏、周围岩土体失稳等可能性和破坏后果的严重程度进行综合评估而确定的等级。

2.1.8 周边环境风险等级 risk level of around environment

根据周边环境重要性类别、服役年限、安全状况以及所处的周边地下工程施工影响分区等因素进行综合评估而确定的等级。

2.1.9 监测报警值 alarming value of monitoring

为确保城市地下工程在施工阶段与运行阶段工程自身和周边环境的安全，对监测对象可能出现异常和危险所设定的监测变量警戒值。

2.2 符号

B ——矿山法隧道开挖宽度 (m) 或盾构法隧道开挖直径 (m)；

D_z ——桩径或桩边长 (m)；

H ——基坑开挖深度 (m)；

H_0 ——隧顶埋深，即隧道顶部至自然地面的垂直距离 (m)；

h ——垂直均布压力下的等效埋深 (m)；

L_g ——管节长度 (m)；

L_n ——沿隧道轴向两监测点间距 (m)；

L_{z1} ——单桩桩长 (m)；

L_{z2} ——群桩平均桩长 (m)；

S ——监测点或监测断面至开挖面距离 (m)；

s ——围岩等级；

d ——监测时间 (天)；

i ——隧道地表沉降曲线 Peck 计算公式中的沉降槽宽度 (m)；

v_s ——测点位移变化速率 (mm/d)；

φ ——岩土体的内摩擦角标准值 (°)；

ω ——隧道直径影响系数。

3 基本规定

3.1 一般规定

3.1.1 城市地下工程施工监测与运行监测应综合考虑城市地下工程的设计文件、建设场地的岩土体特征、周边环境条件和施工方案等因素，制订合理监测方案，并精心组织实施，为动态设计、信息化施工及安全运行提供监测成果。

3.1.2 城市地下工程应按照下列规定进行监测：

1 下列城市地下工程施工阶段中，应对自身及周围岩土体进行监测：

- 1) 基坑工程；
- 2) 盾构法隧道；
- 3) 矿山法隧道；
- 4) 桩基工程。

2 城市地下工程施工阶段中，应对下列周边环境进行监测：

- 1) 运行隧道；
- 2) 建（构）筑物；
- 3) 轨道交通设施；
- 4) 桥梁；
- 5) 道路；
- 6) 管线。

3 下列城市地下工程在运行阶段中应进行监测：

- 1) 盾构法隧道；
- 2) 矿山法隧道。

3.1.3 监测工作应按下列步骤进行：

- 1 接受委托；

- 2** 现场踏勘，收集资料；
- 3** 编制监测方案，并报委托方及相关单位认可；
- 4** 展开前期准备工作，设置监测点、校验仪器设备；
- 5** 设备、仪器、元件和监测点验收；
- 6** 现场监测；
- 7** 监测数据的计算、整理、分析及信息反馈；
- 8** 提交阶段性监测成果和报告；
- 9** 现场监测工作结束后，提交完整的监测资料。

3.1.4 城市地下工程监测方案应根据城市地下工程施工监测等级或运行隧道监测等级制订，具体应包括下列内容：

- 1** 工程概况；
- 2** 建设场地水文和地质条件、周边环境状况；
- 3** 监测目的和监测依据；
- 4** 城市地下工程施工或运行隧道监测等级；
- 5** 监测范围、监测项目和测点布置；
- 6** 监测方法及其监测仪器设备、元器件及检定要求；
- 7** 监测期和监测频次；
- 8** 监测报警及异常情况下的监测措施；
- 9** 监测数据采集、处理与信息反馈；
- 10** 监测人员配备；
- 11** 监测质量、安全及其他管理制度。

3.1.5 下列城市地下工程的监测方案应进行专门论证：

- 1** 监测等级为特级的城市地下工程；
- 2** 已发生严重事故，重新组织实施的城市地下工程；
- 3** 主要结构和重要结构采用新技术、新工艺、新材料的城市地下工程；
- 4** 与相邻地下工程交叉施工且存在相互影响的城市地下工程；
- 5** 其他需要论证的城市地下工程。

3.1.6 监测工作应符合下列规定：

- 1 监测报警值除应满足本规程规定外，尚应满足结构设计和周边环境保护的特殊规定；**
- 2 当监测数据达到监测报警值时，应立即通报委托方及相关单位；**
- 3 当城市地下工程设计及施工有重大变更时，应及时调整监测方案。**

3.2 城市地下工程监测等级

3.2.1 城市地下工程施工监测等级应综合考虑工程自身破坏后果的严重程度、周边环境和地质条件等因素进行划分，也可根据城市地下工程施工的自身风险等级和周边环境风险等级按表 3.2.1 确定。

表 3.2.1 城市地下工程施工监测等级

地下工程施工自身风险等级	周边环境风险等级			
	特级	一级	二级	三级
一级	特级	一级	一级	一级
二级	特级	一级	二级	二级
三级	特级	一级	二级	三级

注：1 城市地下工程施工的自身风险等级应按本规程第 3.2.3 条和 3.2.4 条的规定确定；

2 周边环境风险等级应根据本规程第 3.2.5 条和 3.2.6 条的规定确定。

3.2.2 运行隧道监测等级应根据自身结构安全状况和施工影响程度按表 3.2.2 确定。

表 3.2.2 运行隧道监测等级

地下工程施工影响分区		结构安全状况类别			
		I类	II类	III类	IV类
受外部工程 施工影响期间	主要影响区	特级	特级	特级	特级
	次要影响区	特级	特级	一级	二级
	轻微影响区	特级	一级	二级	二级
无外部工程施工影响期间		特级	一级	二级	三级

注：1 运行隧道结构安全状况类别应按本规程第 3.2.7 条的规定确定；

2 城市地下工程施工影响区的划分应按本规程第 3.3 节的规定确定。

3.2.3 基坑工程施工的自身风险等级应根据基坑支护结构发生变形或破坏、周围岩土体失稳等可能性和破坏后果的严重程度进行综合评估和确定，也可根据基坑开挖深度和地质条件按表 3.2.3 进行划分。

表 3.2.3 基坑工程施工的自身风险等级

基坑工程施工的自身风险等级	等级划分参考标准
一级	地质条件复杂, $H \geq 10m$; 地质条件中等, $H \geq 15m$; 地质条件简单, $H \geq 20m$
二级	地质条件复杂, $5m \leq H < 10m$; 地质条件中等, $10m \leq H < 15m$; 地质条件简单, $10m \leq H < 20m$
三级	地质条件复杂, $H \leq 5m$; 地质条件中等或简单, $H \leq 10m$

注：1 H 为基坑开挖深度；

2 地质条件复杂程度应按本规程第 3.2.8 条的规定确定。

3.2.4 隧道工程施工的自身风险等级应根据隧道结构发生变形或破坏、周围岩土体失稳等可能性和破坏后果的严重程度进行综合评估和确定，也可根据隧道埋深、断面尺寸和地质条件按表

3.2.4 进行划分。

表 3.2.4 隧道工程施工的自身风险等级

隧道工程施工的自身风险等级	等级划分参考标准
一级	超浅埋隧道； 超大断面隧道； 地质条件复杂时的近距离并行或交叠的隧道； 地质条件复杂时的盾构始发与接收区段
二级	浅埋隧道； 大断面隧道； 地质条件中等或简单时的近距离并行或交叠的隧道； 地质条件中等或简单时的盾构始发与接收区段； 地质条件复杂时的一般断面隧道
三级	深埋隧道； 一般断面隧道

注：1 超大断面隧道是指开挖面积大于 $100m^2$ 的隧道；大断面隧道是指开挖面积在 $50m^2$ 至 $100m^2$ 的隧道；一般断面隧道是指开挖面积在 $50m^2$ 以下的隧道；

2 超浅埋隧道是指隧道埋深 $H_0 < h$ 的隧道；浅埋隧道是指隧道埋深 $2.5h > H_0 \geq h$ 的隧道；深埋隧道是指隧道埋深 $H_0 \geq 2.5h$ 的隧道；

h —— 垂直均匀压力下的等效埋深， $h = 0.45 \times 2^{s-1} \omega$ ；

s —— 围岩等级；

ω —— 隧道直径影响系数， $\omega = 1 + 0.1 \times (B - 5)$ ；

B —— 隧道直径或开挖宽度（m）；

H_0 —— 隧道埋深，隧道开挖断面的顶部至自然地面的垂直距离。

3 地质条件复杂程度应按本规程第 3.2.8 条的规定确定。

3.2.5 周边环境风险等级应按施工影响范围内各类保护对象的风险等级中的最高等级确定。

3.2.6 周边环境监测中各类保护对象的风险等级，应根据所处的施工影响分区、重要性类别、服役年限和安全状况等因素综合确定，也可按表 3.2.6 进行划分。

表 3.2.6 周边环境风险等级

风险等级	等级划分参考标准
特级	主要影响区内的运行隧道、次要影响区和轻微影响区内的结构安全状况为 I 类的运行隧道； 历史保护建筑和变形较大的天然地基上的敏感建（构）筑物； 大直径（>0.7m）燃气管道或大型压力总水管等管线设施
一级	次要影响区内结构安全状况为 II ~ IV 类的运行隧道、轻微影响区内结构安全状况为 II 类的运行隧道； 主要影响区内地基基础状况一般的建（构）筑物、既有轨道交通高架线和地面线、重要桥梁、重要城市道路、重要管线等设施； 次要影响区内的历史保护建筑和变形较大的天然地基建（构）筑物、安全状况一般的地下隧道区间、大直径燃气管道或大型压力总水管等管线设施
二级	轻微影响区内结构安全状况为 III 类的运行隧道； 主要影响区内地基基础状况较好（如桩基础）的建（构）筑物、一般的桥梁、一般的城市道路、一般的管线等设施； 次要影响区内地基基础状况一般的建（构）筑物、安全状况较好的地下隧道区间、既有轨道交通高架线和地面线、重要桥梁、重要城市道路、重要管线等设施； 轻微影响区内的历史保护建筑和变形较大的天然地基建（构）筑物、安全状况一般的地下隧道区间、大直径燃气管道或大型压力总水管等管线设施
三级	轻微影响区内结构安全状况为 IV 类的运行隧道； 次要影响区内地基基础状况较好（如桩基础）的建（构）筑物、一般的桥梁、一般的城市道路、一般的管线等设施； 轻微影响区内安全状况较好的地下隧道区间、既有轨道交通高架线和地面线、重要桥梁、重要城市道路、重要管线等设施

注：1 城市地下工程施工影响分区的划分应按本规程第 3.3 节的规定确定；

2 运行隧道结构安全状况类别应按表 3.2.7 确定。

3.2.7 运行隧道结构安全状况类别应根据其变形和结构损伤情况进行划分，并应符合表 3.2.7 的规定。

表 3.2.7 运行隧道结构安全状况分类

运行隧道结构安全状况类别	运行隧道结构变形或结构损伤情况
I类	变形大或结构损伤严重
II类	变形较大或结构损伤较为严重
III类	除I类、II类、IV类以外的情况
IV类	变形较小且结构性能良好

3.2.8 地质条件复杂程度可根据场地地形地貌、工程地质和水文地质条件按表 3.2.8 进行划分。

表 3.2.8 地质条件复杂程度

地质条件复杂程度	等级划分标准
复杂	地形地貌复杂，不良地质作用强烈发育； 存在深厚软弱土层，且厚度超过基坑开挖深度或隧道埋深与隧道直径（宽度）之和； 地下水对工程的影响较大且需要进行专门研究和治理
中等	地形地貌较复杂，不良地质作用一般发育； 周围岩土体性质一般； 地下水对工程的影响较小
简单	地形地貌简单，不良地质作用不发育； 周围岩土体性质较好； 地下水对工程无影响

3.3 城市地下工程施工影响分区与监测范围

3.3.1 城市地下工程施工影响分区应根据基坑、隧道、桩基等工程施工对周围岩土体影响程度及范围划分，可分为主要影响区、次要影响区和轻微影响区。

3.3.2 基坑工程施工影响分区宜按表 3.3.2 的规定进行划分。

表 3.3.2 基坑工程施工影响分区

影响分区	地质情况	
	基坑周边无软弱土层时	基坑周围岩土体以软弱土层为主时
主要影响区	基坑周边 $0.7H$ 或 $H \cdot \tan(45^\circ - \varphi/2)$ 范围内	基坑周边 $1.0H$ 范围内
次要影响区	基坑周边 $0.7H$ 或 $H \cdot \tan(45^\circ - \varphi/2)$ ~ $2.0H$ 范围内	基坑周边 $1.0 \sim 3.0H$ 范围内
轻微影响区	基坑周边 $2.0H$ 范围外	基坑周边 $3.0H$ 范围外

- 注：1 H 为基坑开挖深度， φ 为岩土体的内摩擦角标准值（ $^\circ$ ），可采用三轴固结不排水抗剪指标或直剪固结快剪指标；
2 基坑开挖范围内存在较完整的基岩时， H 可为覆盖土层厚度和基岩强风化层厚度之和；
3 表中分区界限 $0.7H$ 或 $H \cdot \tan(45^\circ - \varphi/2)$ ，取两者的较大值。

3.3.3 土质隧道工程施工影响分区宜按表 3.3.3-1 的规定进行划分。岩质隧道施工影响分区应根据覆盖岩土层特征、岩石坚硬程度、风化程度及岩体结构与构造等地质条件综合确定，也可按表 3.3.3-2 的规定进行划分。

表 3.3.3-1 土质隧道工程施工影响分区

土质隧道工程施工影响分区	区域范围
主要影响区	隧道正上方及沉降曲线反弯点范围内
次要影响区	隧道沉降曲线反弯点至沉降曲线边缘 $2.5i$ 处
轻微影响区	隧道沉降曲线边缘 $2.5i$ 外

注： i 为隧道地表沉降曲线 Peck 计算公式中的沉降槽宽度（m）。

表 3.3.3-2 岩质隧道工程施工影响分区

岩质隧道工程施工影响分区	区域范围
主要影响区	1.5 倍隧道最大尺寸范围内
次要影响区	1.5 ~ 3.0 倍隧道最大尺寸范围内
轻微影响区	3.0 倍隧道最大尺寸范围外

3.3.4 桩基工程施工影响分区应根据桩型、桩长、布桩密度、打桩设备和方式、土质条件等因素确定，也可按表 3.3.4 的规定进行划分。

表 3.3.4 桩基工程施工影响分区

桩基工程施工影响分区	区域范围
主要影响区	挤土桩为入土深度 1.0 倍范围内，部分挤土桩为入土深度 0.5 倍范围内
次要影响区	挤土桩为入土深度 1.0 ~ 1.5 倍，部分挤土桩为入土深度 0.5 ~ 1.0 倍范围内
轻微影响区	挤土桩为入土深度 1.5 ~ 2.0 倍范围，部分挤土桩为入土深度 1.0 ~ 1.5 倍范围内

- 注：1 当场地内打桩深度范围内土质以饱和软黏土为主时，各影响区的范围应适当增大；
2 当打桩场地周围有应力释放孔或应力释放沟时，各影响区的范围可适当减小。

3.3.5 监测范围应根据基坑设计深度、隧道埋深和断面尺寸、施工工法、支护结构形式、工程地质和水文地质、周边环境条件等因素综合确定，并应包括主要影响区和次要影响区。

3.3.6 当遇到下列情况时，应调整施工影响分区界限：

1 隧道穿越或基坑处于断裂破碎带、岩溶、土洞、强风化岩、全风化岩或残积土等不良地质体或特殊性岩土发育区域，应根据其分布和对工程的危害程度调整施工影响分区界线；

2 采用锚杆支护、注浆加固、高压旋喷等工程措施时，应根据其对周围岩土体的扰动程度和影响范围调整施工影响分区界线；

3 采用施工降水措施时，应根据降水影响范围和预计的地面沉降大小调整施工影响分区界线；

4 施工期间发现严重的涌砂、涌土或管涌以及较严重渗漏

水、支护结构过大变形、周边建（构）筑物或地下管线严重变形等异常情况时，应根据工程实际情况增大主要影响区范围。

3.3.7 采用爆破开挖岩土体的城市地下工程，爆破振动的监测范围应根据工程实际情况通过爆破试验确定。

4 监测方法及技术要求

4.1 一般规定

4.1.1 监测方法应根据监测对象的性质及类别、监测等级、现场条件、测试方法的适用性、监测精度要求和地区工程经验等因素综合确定，监测方法应合理易行。

4.1.2 监测应采用仪器量测、现场巡查、远程视频监控等多种手段相结合的综合监测方法，对安全风险较大的关键部位宜进行自动化监测。

4.1.3 变形监测的基准点和工作基点布设应符合下列规定：

1 基准点应布设在施工影响范围以外的稳定区域，且每个监测工程的竖向位移监测基准点和水平位移监测基准点均不应少于3个；

2 当基准点距离监测工程较远而影响监测作业时，应设置工作基点；当使用工作基点时，应与基准点进行联测；

3 基准点和工作基点应在工程施工前埋设，并应埋设于相对稳定的岩土层，经观测确定稳定后方可使用；

4 监测期间，应对基准点进行定期复测；

5 基准点布设尚应满足现行行业标准《建筑变形测量规范》JGJ 8 的有关规定。

4.1.4 监测仪器、设备和元件应符合下列规定：

1 应满足观测精度和量程的要求，且具有良好的稳定性和可靠性；

2 应通过检定或校准，且检定或校准证书齐全，并应在规定的检定或校准有效期内使用；

3 监测过程中应定期对监测仪器和设备进行维护保养和检

测，对监测元件进行检查。

4.1.5 同一工程的监测项目，监测时应符合下列规定：

- 1** 应采用相同的监测方法和监测路线；
- 2** 宜使用同一监测仪器和设备；
- 3** 宜固定监测人员；
- 4** 宜在基本相同的环境条件下工作。

4.1.6 监测点布设位置和数量应根据监测等级、施工影响分区、施工方法、结构状况及监测方法等综合确定，并应符合下列规定：

- 1** 应满足反映监测对象变化规律和分析工程安全状态的要求；
- 2** 应布设在监测对象位移较大、内力较大或影响工程安全的关键部位；
- 3** 不同监测项目的监测点宜布置在同一断面；
- 4** 不应影响和妨碍结构的正常受力和使用，应减少对施工作业的不利影响，同时便于观测和保护。

4.1.7 隧道监测断面的选择应主要考虑岩土体代表性、施工方法的变化，并应符合下列规定：

- 1** 在岩土体的不同分级区域，应至少布置一个监测断面；
- 2** 地质条件复杂区段，应布置监测断面；
- 3** 当施工方案出现变更时，变更区段应布置监测断面；
- 4** 出现大变形、塌方、突水突泥等重大事故，应在事故区域增设监测断面。

4.1.8 监测频次与周期应根据施工方法与施工进度等情况，结合监测对象和监测项目的特点、工程地质和水文地质条件、自身结构与周边环境变化等综合确定，并应满足监测信息及时、准确、系统地反映施工工况，以及关键过程对监测对象的影响、监测对象随时间变化的规律、各监测项目或对象之间的内在联系的要求。

4.1.9 监测项目初始值应在相关施工工序之前测定，并取至少连续观测3次稳定值的平均值。

4.1.10 监测精度应根据监测项目、报警值大小、工程要求、国家现行有关标准等综合确定，并应满足对监测对象的受力或变形特征分析的要求。

4.1.11 监测过程中，应做好监测点和传感器的保护工作。

4.1.12 除使用本规程的监测方法外，亦可采用能满足本规程精度要求的其他监测方法。

4.1.13 施工期间，现场巡查宜每天1次，在关键工况、特殊天气等情况下，应适当加密巡查。

4.1.14 施工期间，当遇到下列情况时，应适当提高仪器监测和现场巡查的频次：

- 1 监测数据达到报警值；
- 2 监测数据异常或变化速率较大；
- 3 存在未发现的不良地质条件，并影响工程安全；
- 4 工程出现异常或工程事故后重新组织施工。

4.2 岩土体变形与压力监测

4.2.1 测定监测点特定方向的水平位移时，可采用投点法、小角度法、激光准直法、方向线偏移法或视准线法；测定监测点任意方向的水平位移时，可视监测点的分布情况，采用前方交会法、自由设站法、导线测量法和极坐标法。水平位移监测基准点宜设置具有强制对中的观测墩，或采用精密的光学对中装置，对中误差不宜大于0.5mm。

4.2.2 测点竖向位移监测可采用几何水准测量、电子测距三角高程测量或静力水准测量方法；基坑坑底隆起（回弹）宜采用磁环式回弹测试法或回弹监测标法进行监测，采用回弹监测标法时，传递高程的金属杆或钢尺应进行温度、尺长和拉力等修正。

4.2.3 水平位移和竖向位移的监测精度应根据监测等级和被监

测对象的报警值确定，并应符合现行国家标准《工程测量标准》GB 50026、《建筑基坑工程监测技术标准》GB 50497、《城市轨道交通工程监测技术规范》GB 50911 和现行行业标准《建筑变形测量规范》JGJ 8 等的相关规定。

4.2.4 深层水平位移宜通过在支护桩（墙）体或岩土体内预埋测斜管，并采用测斜仪量测各深度处水平位移的方法进行监测。

4.2.5 岩土体深层竖向位移监测可采用分层沉降仪法、多点位移计法或沉降标法进行监测。场地及地基内部各分层岩土的沉降量和沉降速率可采用分层沉降仪法或多点位移计法进行监测；特定深度处地基岩土的竖向位移可采用沉降标法进行监测。

4.2.6 分层沉降仪法或多点位移计法观测管顶高程时宜采用二等沉降观测精度，每次测量应重复 2 次并取其平均值作为测量结果，2 次读数差不应大于 1.5mm，分层沉降仪或多点位移计的系统精度不宜低于 1.5mm；采用沉降标法结合水准测量时，水准监测精度应符合现行行业标准《建筑变形测量规范》JGJ 8 的规定。

4.2.7 土压力宜采用土压力计进行监测，土压力计的制式选取、量程精度、使用前检验、埋设方式、保护、稳定初始值的获取等均应满足现行国家标准《建筑基坑工程监测技术标准》GB 50497 和《城市轨道交通工程监测技术规范》GB 50911 等的相关规定。

4.3 结构变形与内力监测

4.3.1 结构倾斜监测应根据现场观测条件和要求，宜选用投点法、前方交会法、激光铅直仪法、垂吊法、倾斜仪法或差异沉降法。倾斜观测精度应符合现行国家标准《工程测量标准》GB 50026 和行业标准《建筑变形测量规范》JGJ 8 的有关规定。倾斜监测应符合下列规定：

1 投点法应采用全站仪或经纬仪瞄准上部观测点，在底部

观测点安置水平读数尺直接读取偏移量，正、倒镜各观测一次取平均值，并根据上、下观测点高度计算倾斜度；

2 垂吊法应在下部测点安装光学垂准仪、激光垂准仪或经纬仪、全站仪加弯管目镜法，在顶部测点安置接收靶，在靶上读取或量取水平位移量与位移方向；

3 倾斜仪法可采用水管式、水平摆、气泡或电子倾斜仪进行观测，倾斜仪应具备连续读数、自动记录和数字传输功能；

4 差异沉降法应采用水准方法测量沉降差，经换算求得倾斜度和倾斜方向；

5 当采用全站仪或经纬仪进行外部观测时，仪器设置位置与监测点的距离宜为上、下点高差的 1.5~2.0 倍。

4.3.2 结构裂缝监测应包括裂缝位置、走向、长度和宽度等内容，必要时可监测裂缝深度；深度观测宜选在裂缝最宽的位置。结构裂缝监测应符合下列规定：

1 工程施工前应记录监测对象已有裂缝的分布位置和数量，并对监测裂缝进行统一编号，记录各裂缝的位置、走向、长度、宽度、深度以及初测日期等，必要时宜拍照留证；

2 裂缝宽度监测宜采用裂缝观测仪进行测读，也可在裂缝两侧贴、埋标志，采用千分尺或游标卡尺直接量测，或采用裂缝计、粘贴安装千分表及摄影量测等方法监测裂缝宽度变化；

3 裂缝长度监测宜采用直接量测法；

4 裂缝深度监测宜采用超声波法或凿出法；

5 裂缝宽度量测精度不宜低于 0.1mm，裂缝长度和深度量测精度不宜低于 1.0mm；

6 当采用测缝传感器自动测量时，应与人工监测数据比对，且数据的观测、传输、保存应可靠。

4.3.3 盾构法隧道管片、矿山法隧道初期支护和衬砌结构的收敛变形可采用收敛计、全站仪、红外激光测距仪或激光断面扫描仪进行监测。收敛变形监测方法选用应符合下列规定：

1 当测量特定位置的净空对向相对变形时，应采用固定测线法；

2 当测量净空断面的综合变形时，可采用全断面扫描法；

3 当测量连续范围的收敛变形时，可采用激光扫描法。

4.3.4 矿山法隧道开挖或盾构法隧道拼装完成后，应及时设置收敛监测点，并进行初始值测量。

4.3.5 地下工程钢筋混凝土构件内力可采用钢筋应力计、混凝土应变计或表面应变计进行量测，钢构件内力可采用轴力计或表面应变计进行量测；锚杆和土钉内力可采用专用测力计、钢筋应力计或应变计进行监测，当使用钢筋束时，宜监测每根钢筋的内力。

4.3.6 地下工程结构内力监测传感器的量程、测试精度和分辨率应符合现行国家标准《建筑基坑工程监测技术标准》GB 50497 和《城市轨道交通工程监测技术规范》GB 50911 等的相关规定。

4.4 地下水位与孔隙水压力监测

4.4.1 地下水位宜通过电测水位计进行监测，水位管理设、水位测读、数据分析等均应满足现行国家标准《建筑基坑工程监测技术标准》GB 50497 的相关规定。

4.4.2 孔隙水监测宜采用电测式孔隙水压力传感器进行监测，孔压计的埋设、保护、测读、数据分析等均应满足现行国家标准《建筑基坑工程监测技术标准》GB 50497 等相关规定。

4.5 爆破与桩基施工振动监测

4.5.1 爆破振动和桩基施工振动可采用由速度传感器或加速度传感器、数据采集仪及数据分析软件组成的振动测试系统进行监测。传感器的选择、安装、数据采集和测试数据分析应符合现行国家标准《建筑工程容许振动标准》GB 50868 和《爆破安全规

程》GB 6722 的有关规定。

4.5.2 桩基施工振动评价指标宜取建（构）筑物基础、顶层楼面的竖向和两个水平向振动速度峰值的最大值及相应的振动频率。

4.6 自动化实时监测

4.6.1 特级监测等级工程的全部或部分关键区域应采用自动化监测技术。城市地下工程结构变形和位移的监测宜采用全站仪、静力水准仪、激光测距仪、固定式测斜仪、光纤传感器、计算机视觉系统等自动化监测仪器设备实施自动化监测，必要时，可采用高精度三维激光扫描仪进行外观巡测和收敛变形监测。

4.6.2 水位、结构内力及岩土体水、土压力等监测，宜采用相应传感器通过数据自动采集设备接入自动化监测系统实施自动化监测。

4.6.3 采用全站仪实现变形自动化监测应符合下列规定：

1 全站仪应具有马达驱动、自动照准功能，且宜配置自动整平基座，架设稳固；

2 全站仪测站应使用强制对中观测墩，测站宜具有保护仪器设备的设施；

3 基准点应位于变形区域外，不应少于4个，宜均匀分布于变形区周边；

4 基准点、监测点宜使用单棱镜，棱镜宜设置保护措施；

5 监测点应避免同一方向上设置多个或过于集中；

6 全站仪测站与基准点、监测点间应具有较好的通视条件；

7 采用多测站全站仪联合组网观测时，相邻测站间不应少于2个共同传递基准的基准点，并应有2个以上的重叠监测点；

8 全站仪运行期间，应定期对测站、基准点的稳定性进行检查和人工复核。

4.6.4 采用静力水准仪实现沉降自动化监测时，静力水准监测

点连线宜组成环线或复合水准线路，且应采用几何水准方法定期复核。

4.6.5 采用计算机视觉方法实现结构变形自动化监测应符合下列规定：

- 1 相机视野应覆盖监测目标及其变形范围；
- 2 应根据被测结构变形范围进行结构变形值与图像像素尺寸的比例标定；
- 3 采用多个相机监测结构变形时，应确保各个相机同步采集图像；
- 4 长期监测时，宜在相机视野内覆盖位置固定的参考点，修正环境因素引起的监测误差；
- 5 相机应布置在地下施工影响分区外，相机固定装置及连接件应确保连接稳固；
- 6 监测过程中相机及镜头应放置于防风、防尘的保护套内；
- 7 图像数据采集设备宜采用防尘、散热好的工控机；
- 8 工控机的中央处理器、内存、接口等硬件性能和数量应满足图像数据采集需求；
- 9 数据传输线缆的带宽应满足相机采集的图像实时、保真地传输至工控机的要求。

4.6.6 自动化监测系统应具有良好的稳定性、耐久性、抗干扰性、兼容性和可扩展性，并应符合下列规定：

- 1 传感器和监测装置的安装方式方法及工艺等应符合使用要求；安装完毕后，应及时现场标识与保护，并绘制监测设备布置图。
- 2 数据采集设备应满足下列规定：
 - 1) 采集设备的功能与对应传感器性能匹配，并满足被测物理量要求；
 - 2) 遵循标准协议和标准接口；
 - 3) 具备实时采集、自动存储的功能，数据存储时间

不少于7天。

3 数据采集软件应满足下列规定：

- 1) 具备自动、触发启动、人工干预采集和参数调整的功能；**
- 2) 具备对传感器及设备运行、异常监测信息的自诊断功能；**
- 3) 对配置专用测控软件的采集设备，应具备软件运行平台及相应的通信协议与接口。**

4 数据传输系统应满足下列规定：

- 1) 数据传输系统具有可靠性、安全性、高效性，并保证传输数据不失真；**
- 2) 根据需要，可采用基于信号或基于时间的同步技术以及有线或无线传输方式；**
- 3) 必要时，宜进行数据的加密和压缩传输。**

5 数据处理分析系统应满足下列规定：

- 1) 具备信号降噪处理功能；**
- 2) 具备识别并剔除由监测设备引起的异常数据的功能；**
- 3) 具备数据分类功能；**
- 4) 能够分析监测参数的特征值，包括均值、极值等；**
- 5) 具备预警报警等功能。**

6 数据存储与管理应满足下列规定：

- 1) 数据存储与管理应采用数据库形式；**
- 2) 数据库宜包括监测设备数据库、监测信息数据库、结构模型信息数据库、评价分析数据库和用户数据库等，可存入设计、施工及验收信息、日常管养信息、系统软硬件信息、监测信息、分析结果信息和养护建议信息等；**
- 3) 数据库设计应具备数据库数据和分析评价结果的**

保存、导入、导出、查询等功能；

- 4) 存储与管理系统应具备数据备份功能和特殊情况下的恢复功能。

4.6.7 应定期进行自动化监测与人工监测的相互校核。

4.7 现场巡查与远程视频监控

4.7.1 现场巡查可采用人工目测、量尺、照相、摄像等方式，对支护结构、施工工况、周边环境和监测设施等进行巡视检查，并应及时记录观测信息。

4.7.2 现场巡查信息应与仪器监测数据进行对比分析，及时发现异常或险情。

4.7.3 监测等级特级和一级的工程，应建立远程视频监控系统，远程视频监控系统应包括前端采集、数据传输、显示三个部分，并应满足下列规定：

1 远程视频监控系统应具有监视、录像、回放、报警、备份等功能；

2 实况图像宜采用具有遥控变焦和扫视功能的摄像头进行采集，摄像头、拾音器等应安装在便于取景和录音的安全部位，并应采取防撞、防尘、防水等保护措施；

3 视频信号和音频信号可采用无线发送设备或通过有线网络传输至监控中心，并应采用硬盘机或其他大容量媒介设备记录图像和声音；

4 远程实时监控现场应具有合适的照明条件，或采用红外设备进行监控。

5 基坑工程施工监测

5.1 一般规定

5.1.1 基坑工程施工监测除应符合本章规定外，对于建筑基坑工程监测尚应符合现行国家标准《建筑基坑工程监测技术标准》GB 50497 的有关规定；对于地铁车站、明挖隧道等基坑工程监测尚应符合现行国家标准《城市轨道交通工程监测技术规范》GB 50911 的有关规定。基坑工程施工监测对象应包括下列内容：

- 1 支护结构；
- 2 基坑底部及周围岩土体；
- 3 地下水状况；
- 4 基坑周边环境；
- 5 其他应监测的对象。

5.1.2 当基坑工程施工监测等级为特级时，宜采用人工监测与自动化实时监测、远程视频监测相结合的方法进行监测。

5.1.3 基坑工程施工周边环境的监测应符合本规程第9章的有关规定。

5.2 监测内容

5.2.1 基坑工程施工的仪器监测项目应根据基坑工程施工监测等级、支护结构特点、地下水处理方法、施工工艺和变形控制要求等因素按表5.2.1进行选择。

表 5.2.1 基坑工程施工仪器监测项目

监测项目	监测等级		
	一级	二级	三级
围护桩（墙）或边坡顶部水平位移	√	√	√
围护桩（墙）或边坡顶部竖向位移（沉降）	√	√	√
深层水平位移	√	√	△
周边地表竖向位移	√	√	√
坑底隆起和回弹	△	○	○
围护桩（墙）内力	△	○	○
支撑内力	√	√	√
冠梁或围檩内力	△	△	○
锚杆拉力	√	√	△
土钉内力	√	△	○
土压力	△	○	○
支撑立柱竖向位移	√	√	△
支撑立柱内力	△	○	○
围护结构裂缝	√	△	○
地下水位	√	√	√
孔隙水压力	△	○	○
岩土体深层竖向位移	△	○	○

注：1 表中符号√表示应测，△表示宜测，○表示可测；

2 特级监测等级时，除应按一级监测等级确定监测项目外，尚应根据委托方及相关单位的特殊要求，增加相应的监测项目，并对监测方案进行专门论证；

3 岩体基坑或土岩组合基坑工程应根据监测等级、岩体质量、土岩分布、土岩结合面和地下水状况、支护结构形式等，选择相应的监测项目。

5.2.2 基坑监测等级为特级时，基坑开挖前周边围护桩（墙）施工阶段，应进行基坑周边深层土体水平位移监测；基坑监测等级为特级且坑底为深厚淤泥或淤泥质软弱土层时，土方开挖和地下结构施工阶段，尚应进行坑底隆起和回弹量的监测。

5.2.3 逆作基坑除应满足一级基坑监测规定外，尚应增加坑底隆起回弹量、立柱内力、立柱沉降（上抬）的监测，并宜进行坑内有毒气体浓度的监测。

5.2.4 基坑工程施工期间，应由专人对围护体系进行巡查，当发现异常和危险情况时，应及时通知建设方及其他相关单位。现场巡查应包括下列内容：

1 支护结构巡查应包括下列内容：

- 1) 支护结构成型质量；**
- 2) 压顶梁、围檩梁、支撑梁有无裂缝产生；**
- 3) 压顶梁、围檩梁、支撑梁有无过大变形；立柱有无倾斜、沉陷或隆起；锚杆垫板有无松动、变形；**
- 4) 围檩梁与围护桩之间的密贴性，围檩梁与支撑梁的防坠落措施；**
- 5) 止水帷幕有无开裂、渗漏现象；**
- 6) 有无涌土、流沙、管涌迹象；**
- 7) 当因坑外不允许降水或采取控制性降水造成坑内外水头差较大时，应采取 24 小时不间断巡查。**

2 施工工况巡查应包括下列内容：

- 1) 开挖后暴露的土质性状与岩土工程勘察报告有无较大差异；**
- 2) 基坑开挖分段长度、分层厚度及支撑（锚杆）设置是否与设计要求一致；**
- 3) 基坑侧壁开挖暴露面是否及时封闭；**
- 4) 支撑、锚杆是否施工及时；**
- 5) 边坡、侧壁及周边地表的截水、排水措施是否到位，坑边或坑底有无积水；基坑降水、回灌设施运转是否正常；**
- 6) 基坑周边地面有无超载情况。**

3 监测设施巡查应包括下列内容：

- 1) 基准点、监测点完好状况；
 - 2) 监测元件的完好状况及保护情况；
 - 3) 是否存在影响监测的障碍物。
- 4 根据设计要求或地区工程经验确定的其他巡查内容。

5.2.5 基坑工程施工结束后，因结构抗浮稳定要求须在坑内继续实施降水作业时，应对地下结构的变形、沉降（上抬）、变形缝两侧差异沉降、坑内外地下水位变化等进行监测，直至降水作业停止、坑内外地下水位和结构变形趋于稳定。

5.2.6 建造于坡地的城市地下工程，当其四周地面高差较大时，在基坑周边肥槽土方回填和城市地下工程运行期间，宜对地下结构及其基础的水平位移进行监测，直至位移趋于稳定。

5.2.7 大型地下商业、地铁车站等重要的城市地下工程，运行阶段宜对基础沉降（上抬）、结构变形和裂缝开展情况等进行定期监测。

5.3 测点布置

5.3.1 基坑每边的中部、阳角处、围护结构受力和变形较大处应布置监测点；基坑周边存在重要的建（构）筑物、地下管线或设置塔吊基础等需重点监护对象的坑边部位，应加密监测点布设。

5.3.2 围护桩（墙）或边坡顶部的水平位移和垂直位移监测点布置应符合下列规定：

1 围护桩（墙）或边坡顶部的水平位移监测点和垂直位移监测点宜为共用点，一级监测等级时，监测点间距不宜大于15m；二级、三级监测等级时，不宜大于20m，且每侧边监测点宜不少于3个，关键部位监测点应适当加密；

2 监测点宜布置在深层水平位移监测点处。

5.3.3 监测等级为一级或特级时，宜同时在围护桩（墙）和周围岩土体内布置测斜管，监测基坑开挖过程中围护桩（墙）及

周围岩土体的深层水平位移与变化规律。

5.3.4 围护桩（墙）或周围岩土体的深层水平位移监测点间距宜为 20~50m，监测等级为特级时不应大于 25m，且每边监测点数量不应少于 1 个。

5.3.5 围护桩（墙）侧向土压力监测点布置应符合下列规定：

1 监测点宜选择布置在受力、土质变化较大或其他有代表性的部位；

2 监测点平面间距宜为 20~50m，且每边监测点数量不宜少于 1 个；

3 监测点垂直间距宜为 3~5m，下部宜加密，当按土层分布情况布设时，每层至少布设一个测点，宜布置在各层土的中部。

5.3.6 围护桩（墙）内力监测点布置应符合下列规定：

1 监测点宜布置在弯矩较大、阳角等受力较复杂部位的围护桩（墙）内；

2 监测点平面间距宜为 20~50m，且每边监测点数量不应少于 1 个；

3 监测点沿竖向宜布置在支撑（或拉锚）设置点及弯矩较大处，竖向间距宜为 2~4m。

5.3.7 冠梁或围檩梁内力监测点布置应符合下列规定：

1 监测点宜布置在每侧边的中间部位、弯矩较大、支撑间距较大、受力较复杂处；沿竖向监测点的位置宜保持一致；

2 监测点平面间距宜为 20~50m，且每侧边至少布置 1 个监测点；

3 每个监测点内力传感器埋设不应少于 2 个，且应在冠梁或围檩梁两侧对称布置。

5.3.8 支撑内力监测点布置应符合下列规定：

1 监测点宜布置在支撑内力较大、受力较复杂的杆件上；

2 每层支撑内力监测点不应少于 3 个，并且每层支撑内力

监测点位置沿竖向宜保持一致；

3 逆作基坑界面层兼作栈桥和行车通道部位、大开口、楼面高差和错层等部位的梁板内力监测点布设应适当加密；

4 钢筋混凝土支撑每个截面内埋设的传感器不宜少于 4 个，钢支撑每个截面内布置的传感器不应少于 2 个；

5 钢筋混凝土支撑和 H 型钢支撑内力监测点宜布置在支撑长度的 1/3 部位。钢管支撑采用反力计测试时，监测点应布置在支撑端头；采用表面应变计测试时，宜布置在支撑长度的 1/3 部位。

5.3.9 立柱竖向位移监测点布置应符合下列规定：

1 监测点宜布置在基坑中部、多根支撑交汇处、施工栈桥下、地质条件复杂等位置的立柱上，不同结构类型的立柱宜分别布点；

2 监测点不宜少于立柱总数的 10%，逆作法施工的基坑不宜少于立柱总数的 20%，且不应少于 5 根立柱。

5.3.10 立柱内力监测点布置应符合下列规定：

1 监测点宜布置在受力复杂、内力较大的立柱上；

2 每个截面内埋设传感器不应少于 4 个；

3 监测点宜布置在坑底以上立柱长度的 1/3 部位；多道支撑时，宜布置在相邻两道支撑中部。

5.3.11 锚杆或土钉拉力监测点布置应符合下列规定：

1 监测点应布置在基坑每侧边中部、锚杆或土钉受力较大、地质或平面形状复杂处；

2 每层监测点应按锚杆或土钉总数的 1% ~ 3% 布置，且不应少于 3 个；每层监测点在竖向上的位置宜保持一致；

3 每根杆体上的测试点宜设置在有代表性的受力位置。

5.3.12 坑内地下水水位监测点布置应符合下列规定：

1 潜水水位监测点宜布置在相邻降水井之间近中间部位；

2 潜水水位观测管埋置深度不宜小于基坑开挖深度以

下 5m；

3 需要降低承压水水位的基坑工程，其监测点宜布置在基坑中部及相邻减压井之间近中间部位，滤管应埋置在所测的承压含水层中。

5.3.13 坑外地下水水位监测点布置应符合下列规定：

1 监测点宜布置在止水帷幕薄弱处（搅拌桩施工搭接处、平面转角处等）、相邻建（构）筑物处、地下管线相对密集处等；当有止水帷幕时，宜布置在止水帷幕外侧约 2m 处；

2 潜水水位监测点间距宜为 20~50m，水文地质条件复杂处应适当加密；

3 潜水水位观测管理置深度应在最低设计水位或最低允许地下水位以下 2~3m；

4 深层承压水水位监测点间距宜根据现场抽水试验确定，观测孔埋设深度应保证能反映承压水水位的变化。

5.3.14 孔隙水压力监测点布置应符合下列规定：

1 监测点宜根据施工监测对象、测试目的和场地条件等布置，数量不宜少于 3 个；

2 监测点宜在水压力变化影响深度范围内按土层布置，竖向间距宜为 2~5m。

5.3.15 深层竖向位移监测点布置应符合下列规定：

1 监测点应布置在紧邻保护对象处；

2 监测点在竖向上宜布置在各土层分界面上，在厚度较大土层中部应适当加密；

3 监测点布置深度宜大于 1.5 倍基坑开挖深度，或达到性质稳定的土层。

5.3.16 坑底隆起（回弹）监测点布置应符合下列规定：

1 监测点宜按剖面布置在基坑中部及其他能反映变形特征的位置；

2 监测剖面间距宜为 20~50m，数量不应少于 2 条；

3 剖面上监测点间距宜为 10~30m，数量不宜少于 3 个。

5.3.17 围护体系裂缝监测应包括裂缝形态、长度、宽度、深度等内容，监测点布置应符合下列规定：

- 1 当围护体系出现肉眼可见裂缝时，宜及时布置监测点；
- 2 宜在裂缝中部和两端各布置裂缝宽度监测点。

5.3.18 大型地下商业、地铁车站等重要的城市地下工程，在运行阶段的沉降（上抬）、结构变形等监测点，宜布置在地下结构外墙的角部和四边的中部、变形缝的两侧、上部建筑层数高度或荷载分布差异较大的部位。

5.4 监测频次

5.4.1 基坑工程施工监测应贯穿基坑开挖和地下结构施工全过程，监测期应从基坑工程施工前开始，直至地下结构施工完成、周围岩土体变形趋于稳定为止。

5.4.2 基坑工程施工仪器监测项目的监测频次应根据基坑工程施工监测等级、施工工况和周边环境条件等情况综合确定，也可按表 5.4.2 确定。

表 5.4.2 基坑工程施工仪器项目的监测频次

基坑 监测 等级	监测项目 分类	施工工况		
		关键工况	重要工况	普通工况
		最后一层土方 开始开挖至基础 垫层浇筑完成	①从土方开始开挖至最后 一层土方开始开挖之前； ②垫层浇筑完成至底板浇 筑完成后一周内； ③各道支撑拆除过程中及 拆除完成后 3d 内	结构底板浇筑完成 一周后至地下结构 施工至 ±0.00 标高 (各道内支撑 拆除阶段除外)
特级	应测项目	2 次/d	1 次/d	1 次/(1~2) d
	可测项目	1 次/d	1 次/2d	1 次/(3~5) d

续表 5.4.2

基坑 监测 等级	监测项目 分类	施工工况		
		关键工况	重要工况	普通工况
		最后一层土方 开始开挖至基础 垫层浇筑完成	①从土方开始开挖至最后 一层土方开始开挖之前； ②垫层浇筑完成至底板浇 筑完成后一周内； ③各道支撑拆除过程中及 拆除完成后 3d 内	结构底板浇筑完成 一周后至地下结构 施工至 ±0.00 标高 (各道内支撑 拆除阶段除外)
一级	应测项目	(1~2) 次/d	1 次/d	1 次/ (1~2) d
	可测项目	1 次/2d	1 次/3d	1 次/7d
二级、 三级	应测项目	1 次/d	1 次/d	1 次/ (3~5) d
	可测项目	1 次/ (2~3) d	1 次/ (3~5) d	1 次/7d

- 注：1 基坑围护体施工土方开挖前的监测频次应视具体情况确定；
 2 宜测项目的监测频次可视具体情况较应测项目监测频次适当降低，但不应低于可测项目的监测频次；
 3 当监测数值相对稳定时，可根据实际情况适当降低监测频次。

5.4.3 分区或分期开挖的基坑工程，不同部位的监测频次可按不同的施工工况进行相应调整。

5.4.4 当出现本规程第 4.1.14 条所列情况或下列情况之一时，应适当提高仪器监测和现场巡查的频次：

- 1 基坑附近地面荷载突然增大或超过设计限值；
- 2 长时间连续降雨、基坑及周边大量积水或市政管道出现泄漏现象；
- 3 施工存在超挖、未及时加设支撑等违反设计工况的情况；
- 4 支护结构出现开裂；
- 5 周边地面突发较大沉降或出现严重开裂；
- 6 周边临近建筑突发较大沉降或出现倾斜、开裂等现象；
- 7 基坑底部、侧壁出现管涌、渗漏或流沙等现象；
- 8 高灵敏性软土基坑受施工扰动严重、支撑施作不及时、

有软土从侧壁挤出、开挖暴露面未及时封闭等异常情况；

9 出现其他影响基坑及周边环境安全的异常情况。

5.4.5 大型地下商业、地铁车站等重要的城市地下工程，在运行阶段的监测频次应根据实际情况分析确定。运行开始后半年内，监测频次不应少于1次/月；运行开始半年后，不应少于1次/6个月，直至监测数据趋于稳定。在临近外部工程施工影响期间，监测频次可按本规程第9.4节的规定执行。

5.4.6 当出现危险事故征兆时，应进行实时跟踪监测。

5.5 监测报警

5.5.1 基坑工程施工监测必须确定监测报警值，监测报警值应满足基坑工程和地下结构设计以及周边环境中被保护对象的控制要求。

5.5.2 基坑工程施工监测报警值应包括监测项目的累计变化量和变化速率值。

5.5.3 基坑及支护结构的施工监测报警值应根据监测等级、设计计算结果和地区工程经验等因素确定；当无地区工程经验时，可按表5.5.3确定，并根据基坑支护结构类型、水文地质和周边环境等因素进行调整。

表5.5.3 基坑工程施工监测报警值

监测项目	基坑监测等级							
	特级		一级		二级		三级	
	变化速率 (mm/d)	累计值 (mm)	变化速率 (mm/d)	累计值 (mm)	变化速率 (mm/d)	累计值 (mm)	变化速率 (mm/d)	累计值 (mm)
围护桩(墙) 顶部水平位移	2	20~25	2~3	25~35	3~5	35~60	5~7	60~80
围护桩(墙) 顶部竖向位移	2	10~20	2~3	10~20	3~4	20~30	4~5	30~40

续表 5.5.3

监测项目	基坑监测等级							
	特级		一级		二级		三级	
	变化速率 (mm/d)	累计值 (mm)	变化速率 (mm/d)	累计值 (mm)	变化速率 (mm/d)	累计值 (mm)	变化速率 (mm/d)	累计值 (mm)
深层水平位移	2	20~50	2~3	40~60	3~5	50~70	5~7	60~90
周边地表沉降	2	20~30	2~3	25~35	3~5	50~60	5~7	60~80
立柱竖向位移	2	15~25	2~3	25~35	3~5	35~45	3~5	45~55
基底隆起	2	20~30	2~3	30~50	3~5	50~60	5~7	60~80
孔隙水压力	累计值达到荷载设计值的 60% ~ 70%		累计值达到荷载设计值的 70% ~ 80%					
土压力			累计值达到构件承载力设计值的 70% ~ 80%					
支撑内力	累计值达到构件承载力设计值的 60% ~ 70%		累计值达到构件承载力设计值的 70% ~ 80%					
锚杆拉力 桩(墙)、立柱内力			累计值达到构件承载力设计值的 70% ~ 80%					

5.5.4 当出现下列情况之一时，必须立即报警，并应对基坑支护结构和周边环境中的保护对象采取应急措施。

- 1 某项或多项监测项目的累计变化量或变化速率达到监测报警值；
- 2 支护结构或周围岩土体的位移值突然明显增大或出现流沙、管涌、隆起、陷落或较严重的渗漏等；
- 3 支护结构的支撑或锚杆体系出现过大变形、压曲、断裂、松弛或拔出的迹象；
- 4 基坑周边建（构）筑物出现危害结构安全的变形裂缝；
- 5 周边地面出现较严重的突发裂缝或地下空洞、地面下陷；
- 6 周边管线变形突然明显增长或出现裂缝、泄漏等；
- 7 根据地区工程经验判断，出现其他必须报警的情况。

6 盾构法隧道施工监测

6.1 一般规定

6.1.1 盾构法隧道施工监测应符合本章规定，其中轨道交通工程盾构隧道监测尚应符合现行国家标准《城市轨道交通工程监测技术规范》GB 50911的有关规定。

6.1.2 盾构法隧道施工监测的对象应包括隧道结构、周围岩土体和周边环境。监测等级为特级的隧道工程可进行全生命周期监测。

6.1.3 盾构法隧道施工时，应同步收集监测断面前后5倍隧道直径范围内的盾构掘进机施工参数。

6.1.4 盾构法隧道的始发和接收井、联络通道、施工竖井、设备提升洞口等风险较大部分，宜进行远程实时监控，联络通道、周边敏感环境也宜进行实时监控。

6.1.5 盾构法隧道施工周边环境的监测应符合本规程第9章的有关规定。

6.2 监测内容

6.2.1 盾构法隧道施工的仪器监测项目应按表6.2.1确定。

表6.2.1 盾构法隧道施工的仪器监测项目

监测项目		监测等级			备注
		一级	二级	三级	
隧道结构	管片结构竖向沉降	√	√	√	
	管片结构水平位移	√	△	○	
	管片结构净空收敛	√	√	√	

续表 6.2.1

监测项目		监测等级			备注
		一级	二级	三级	
隧道结构	管片结构应力	Δ	○	○	
	管片连接螺栓应力	Δ	○	○	
	管片围岩压力	Δ	○	○	
	接缝张开量、错台量	√	Δ	○	
隧道周围 岩土体	地表沉降	√	√	√	
	深层水平位移	Δ	○	○	
	深层竖向位移	Δ	○	○	
	地下水位	√	√	√	始发接收段
	孔隙水压力	Δ	○	○	

注：1 表中符号√表示应测，Δ表示宜测，○表示可测；

2 特级监测等级时，除应按一级监测等级确定监测项目外，尚应根据委托方及相关单位的特殊要求，增加相应的监测项目。

6.2.2 盾构法隧道施工现场巡查应包括下列内容：

- 1 盾构始发端、接收端岩土体加固情况；
- 2 盾构掘进位置（环号）；
- 3 盾构停机、开仓等的时间和位置；
- 4 管片破损、开裂、错台、渗漏水情况；
- 5 联络通道开洞口情况。

6.3 测点布置

6.3.1 盾构法隧道施工管片结构竖向沉降、水平位移、净空收敛、接缝张开量与错台量及地表沉降的监测点布置宜按表 6.3.1 确定。

表 6.3.1 盾构法隧道施工监测点布置

监测项目		监测等级		
		一级	二级	三级
隧道结构	管片结构竖向沉降 (m)	3 ~ 6	6 ~ 12	12 ~ 18
	管片结构水平位移 (m)	3 ~ 6	6 ~ 12	12 ~ 18
	管片结构净空收敛 (m)	3 ~ 6	6 ~ 12	12 ~ 18
	接缝张开量、错台量 (m)	6 ~ 12	12 ~ 18	18 ~ 25
隧道周围 岩土体	地表沉降	纵向监测点 (m)	3 ~ 6	6 ~ 12
		横向监测断面 (m)	12 ~ 24	24 ~ 48
				48 ~ 60

注：1 监测等级为特级时，应按一级监测等级的较小值确定；

- 2 在盾构始发与接收段、联络通道附近、左右线交叠或邻近段、小半径曲线段等区段应布设监测断面；
- 3 在地层偏压、软硬不均、地层突变、地下水位较高等复杂、不利地层条件区段应布设监测断面；
- 4 下穿或邻近重要建（构）筑物、地下管线、河流湖泊等周边环境复杂区段应布设监测断面；
- 5 隧道结构竖向沉降监测点宜设置于拱顶和拱腰；
- 6 地表沉降纵向监测点宜设置在隧道轴线正上方；横向监测断面的监测点数量宜为 7 ~ 11 个，且主要影响区的监测点间距宜为 2 ~ 3m，次要影响区的监测点间距宜为 3 ~ 5m，轻微影响区的监测点间距宜为 5 ~ 10m。

6.3.2 隧道周围岩土体深层水平位移监测点应设置在地质条件复杂或特殊性岩土地段或邻近重要建（构）筑物、地下管线区段。

6.3.3 隧道结构内力监测点布置宜符合下列规定：

- 1 盾构管片结构应力、管片围岩压力、管片连接螺栓应力等监测项目宜布设在垂直于隧道轴线的横断面上，并应与岩土体深层水平位移监测断面、隧道位移监测断面处于同一断面；
- 2 监测断面宜布设在地层偏压、地层软硬不均、地层突变、地下水位较高等地质或环境条件复杂的地段；
- 3 每个监测断面的监测点数量不宜少于 5 个。

6.4 监测频次

6.4.1 盾构法隧道施工仪器监测项目的监测频次可根据监测点至开挖面距离和监测点位移变化速率分别按表 6.4.1-1 和表 6.4.1-2 确定，并取其高值。

表 6.4.1-1 根据监测点至开挖面距离确定的盾构隧道施工仪器监测项目的监测频次

监测部位	监测对象	监测点或监测断面至开挖面距离 S	监测频次
开挖面前方	周围岩土体	$5B < S \leq 8B$	1 次/ (3~5) d
		$3B < S \leq 5B$	1 次/ (1~2) d
		$S \leq 3B$	(1~2) 次/d
开挖面后方	管片结构和周围岩土体	$S \leq 3B$	2 次/d
		$3B < S \leq 8B$	1 次/ (1~2) d
		$S > 8B$	1 次/ (2~7) d

注：1 B 为盾构法隧道开挖直径（m）， S 为监测点或监测断面至开挖面距离（m）；
2 管片结构位移、净空收敛宜在衬砌环脱出盾尾，且能通视时进行监测；
3 监测数据趋于稳定后，监测频次宜为 1 次/ (15~30) d。

表 6.4.1-2 根据监测点位移变化速率确定的盾构隧道施工仪器监测项目的监测频次

管片、周围岩土体或周边环境监测点位移变化速率	监测频次
$v_s \geq 3 \text{ mm/d}$	2 次/d
$1 \text{ mm/d} \leq v_s < 3 \text{ mm/d}$	(1~2) 次/d
$0.5 \text{ mm/d} \leq v_s < 1 \text{ mm/d}$	1 次/ (1~2) d
$v_s < 0.5 \text{ mm/d}$	1 次/ (2~7) d

注：1 v_s 为测点位移变化速率；
2 监测数据趋于稳定后，监测频次宜为 1 次/ (15~30) d。

6.5 监测报警

6.5.1 盾构法隧道施工监测报警值应由监测项目的变化累计值

和变化速率值共同确定，其隧道结构和周围岩土体的监测报警值可分别按表 6.5.1-1、表 6.5.1-2 确定。

表 6.5.1-1 盾构法隧道施工结构变形监测报警值

监测项目		累计值 (mm)	变化速率 (mm/d)
管片结构竖向沉降	高压缩土	20 ~ 30	3
	中低压缩土	10 ~ 20	2
管片结构差异沉降		0.04% L_n	/
管片结构净空收敛		0.2% B	3

注： L_n 为沿隧道轴向两监测点间距， B 为隧道开挖直径。

表 6.5.1-2 盾构法隧道施工周围岩土体变形监测报警值

监测项目		监测等级					
		一级		二级		三级	
地表沉降	高压缩土	15 ~ 25	3	25 ~ 35	4	35 ~ 45	5
	中低压缩土	10 ~ 20	3	20 ~ 30	4	30 ~ 40	4
地表隆起		10	3	10	3	10	3

6.5.2 当出现下列警情之一时，必须立即报警，并应对隧道结构和周边环境中的保护对象采取应急保护措施：

- 1 监测数据达到报警值；
- 2 隧道结构出现明显变形、较大裂缝、断裂、较严重渗漏水、隧道底鼓等；
- 3 周围岩土体出现涌砂、涌土、管涌、突水、滑移、坍塌；
- 4 周边地表出现突然明显沉降或较严重的突发裂缝、坍塌；
- 5 周边建（构）筑物出现较严重的沉降、倾斜或裂缝等；
- 6 周边管线变形突然明显增长或出现裂缝、泄漏等；
- 7 根据地区工程经验判断，出现其他必须报警的情况。

7 矿山法隧道施工监测

7.1 一般规定

7.1.1 矿山法隧道施工监测应符合本章规定，其中轨道交通工程矿山法隧道监测尚应符合现行国家标准《城市轨道交通工程监测技术规范》GB 50911 的有关规定。

7.1.2 矿山法隧道施工监测的对象应包括隧道临时支护结构、初期支护结构和二次支护结构等结构体系、周围岩土体和周边环境等。

7.1.3 矿山法隧道的岩土体开挖面、施工竖井、设备提升区域等重点部位，宜进行远程实时监控。

7.1.4 矿山法隧道施工周边环境的监测应符合本规程第9章的有关规定。

7.2 监测内容

7.2.1 矿山法隧道施工的仪器监测项目应根据监测等级、支护结构受力特点、软弱土地基加固方法、地下水处理方法、施工工艺和变形控制要求等因素综合确定，监测项目应按表 7.2.1 确定。

表 7.2.1 矿山法隧道施工的仪器监测项目

监测项目	监测等级			备注
	一级	二级	三级	
临时支护钢架内力	○	○	○	
初期支护拱顶下沉	√	√	√	
初期支护净空收敛	√	√	√	
初期支护隧底隆起	√	√	△	

续表 7.2.1

监测项目	监测等级			备注
	一级	二级	三级	
初期支护锚杆轴力	○	○	○	隧道自身结构
初期支护喷射混凝土内力	○	○	○	
初期支护与二次支护间接触压力	○	○	○	
二次支护内力	○	○	○	
二次支护围岩压力	○	○	○	
围岩内部位移	Δ	Δ	○	/
地表沉降	√	√	√	隧道浅埋段
地表水平位移	√	√	Δ	可能发生滑移的洞口段边坡
爆破振动	√	√	○	
地下水位	√	√	○	隧道周围岩土体
深层水平位移	√	Δ	○	

注：1 表中符号√表示应测，Δ表示宜测，○表示可测；

- 2 特级监测等级时，除应按一级监测等级确定监测项目外，尚应根据委托方及相关单位的特殊要求，增加相应的监测项目；
- 3 采用冻结地层加固矿山法开挖的联络通道监测项目，除满足此表外，其温度和冻结情况也应为应测内容，并应增加冻结加固影响范围内既有建（构）筑物的融沉阶段监测。

7.2.2 矿山法隧道施工现场巡查应包括下列内容：

1 施工工况巡查应包括下列内容：

- 1) 开挖步序、步长、核心土尺寸等情况；
- 2) 开挖面岩土体的类型、特征、自稳定性，地下水渗漏及发展情况；
- 3) 开挖面岩土体的坍塌位置、规模；
- 4) 降水或止水等地下水控制效果及降水设施运转情况。

2 支护结构巡查应包括下列内容：

- 1) 超前支护施作情况及效果、钢拱架架设、挂网及喷射混凝土的及时性、连接板的连接及锁脚锚杆的打设情况；
- 2) 初期支护结构渗漏水情况；
- 3) 初期支护结构开裂、剥离、掉块情况；
- 4) 临时支撑结构的变位情况；
- 5) 二衬结构施作时临时支撑结构分段拆除情况；
- 6) 初期支护结构背后回填注浆的及时性情况。

7.3 测点布置

7.3.1 矿山法隧道施工监测断面的选择应符合下列规定：

1 隧道埋深较浅或者洞口附近的区域，宜适当增加监测断面；

2 隧道出现大变形、塌方、突水突泥等重大事故，应在事故区域增设监测断面。

7.3.2 隧道加宽带、人行横洞、车行横洞及连拱隧道正洞测线及测点的布置应根据隧道施工及其对周边环境影响情况确定。冻结地层加固矿山法开挖的联络通道施工期间，除应在联络通道自身结构布点外，尚应在冻结影响范围内两侧隧道结构范围布设相应管片结构竖向沉降、管片结构收敛的监测点。

7.3.3 隧道结构的拱顶下沉、净空收敛与隧底隆起监测点应布置在同一断面上，监测断面间距宜按表 7.3.3 确定。拱顶下沉与隧底隆起的测点布置，应分别设置在拱顶与隧底轴线附近。

表 7.3.3 矿山法隧道拱顶下沉、净空收敛和隧底隆起的监测断面间距

监测等级	监测断面间距 (m)
特级、一级	5 ~ 10
二级	10 ~ 20
三级	20 ~ 40

7.3.4 矿山法隧道施工净空收敛测线布置宜根据隧道开挖方式按图 7.3.4 确定。

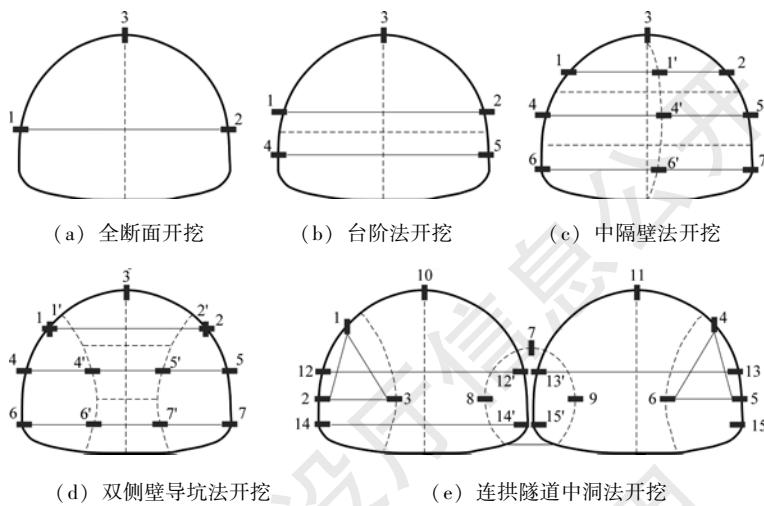


图 7.3.4 矿山法隧道施工净空收敛测线布置示意图

7.3.5 围岩内部位移、锚杆轴力、钢架内力、围岩压力、喷射混凝土内力、初期支护与二次衬砌间接触压力、二次衬砌内力等测点布置应符合下列规定：

- 1** 在具有代表性的地段选择应力变化大或地质条件复杂的部位布设 1~2 个监测断面，每个监测断面不应少于 5 个监测点，监测点宜布置在拱顶、拱腰及边墙等关键部位；
- 2** 监测断面与拱顶下沉、净空收敛及隧底隆起等变形监测断面应处于同一位置；
- 3** 锚杆轴力应根据其长度和测量布设 3~6 个监测点；
- 4** 钢架内力对于型钢拱架，应变计应在拱架内外缘成对布设；对于格栅拱架，应选择与格栅主筋直径相同的钢筋计，且使钢筋计与钢筋轴线重合。

7.3.6 爆破振动监测传感器的安装应与被测对象之间刚性黏结，并应使传感器的定位方向与所测量的振动方向一致。

7.3.7 地表沉降监测点应按图 7.3.7 沿隧道轴线上方地表布设，地表沉降监测点纵向间距宜按表 7.3.7 规定确定。地表沉降监测点横向间距宜为 2~5m，每个监测断面的测点数量不宜少于 7 个，测点应按隧道中线两侧不少于 $H_0 + B$ 范围布置，周边环境条件复杂时应适当加密监测点。

表 7.3.7 矿山法隧道地表沉降监测点纵向间距

埋深与开挖宽度	监测点纵向间距 (m)
$H_0 \leq B$	5 ~ 10
$B < H_0 \leq 2B$	10 ~ 20
$2B < H_0 \leq 2.5B$	20 ~ 50

注： H_0 为隧道埋深，即隧道的顶部至自然地面的垂直距离； B 为矿山法隧道开挖宽度。

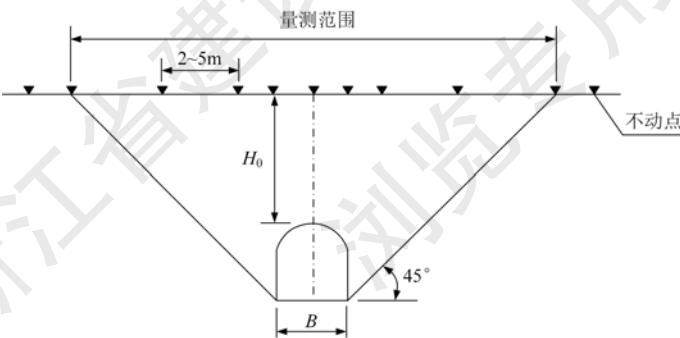


图 7.3.7 矿山法隧道地表沉降监测点横向布置示意图

7.3.8 地表水平位移监测点布置应满足下列规定：

1 对有可能发生滑移的洞口段边坡，应结合地表沉降监测布置地表水平位移监测点，对洞口段边坡稳定进行监测；

2 地表水平位移测点应与地表沉降监测点相对应。

7.3.9 隧道周围岩土体地下水位监测点布置应满足下列规定：

1 有地下水时，宜对地下水压力、渗漏量等进行量测；

2 地下水位测点应根据水文地质条件的复杂程度和周边环境保护要求，在影响范围内布置。

7.3.10 隧道周围岩土体深层水平位移监测点布置应满足下列规定：

1 地层疏松、土洞、溶洞、破碎带等地质条件复杂，或具有明显滑移面的边坡，或邻近重要建（构）筑物、地下管线等，或隧道存在严重偏压等区段，应布置监测点；

2 监测点的位置和深度应根据工程需要确定，并应避免管棚法加固等施工作业对监测点的影响。

7.4 监测频次

7.4.1 冻结法支护矿山法开挖的联络通道施工监测频次应根据开始冻结、开挖与结构施工、停冻、冻结壁融化等不同施工期间确定。

7.4.2 矿山法隧道施工监测应从隧道施工前开始，直至隧道工程交工验收，贯穿于隧道施工全过程。结束部分监测工作应满足下列条件：

1 监测对象的变形、受力达到稳定，且不受后续工序影响；

2 隧道初期支护变形稳定并进行二次衬砌施工时，围岩和初期支护的监测除运行期需要监测的项目外，其他监测项目可结束；

3 监测工作结束前，应向有关工程管理部门提交结束监测工作申请，获准后方可结束。

7.4.3 矿山法隧道施工仪器监测项目的监测频次应根据监测断面距开挖面的距离和变形速率按表 7.4.3 确定。

表 7.4.3 矿山法隧道施工仪器监测项目的监测频次

监测断面距开挖面距离 (m)	位移速率 (mm/d)	监测频次
(0 ~ 1) B	≥5	(2 ~ 3) 次/d
(1 ~ 2) B	1 ~ 5	1 次/d
(2 ~ 5) B	0.2 ~ 1.0	1 次/ (2 ~ 3) d
>5B	0.05 ~ 0.20	1 次/ (3 ~ 7) d
当拆除临时支撑时	—	(1 ~ 2) 次/d
拆除临时支撑后至隧道投入运行前	<0.05	1 次/ (15 ~ 30) d

注: B 为矿山法隧道开挖宽度。

7.4.4 矿山法隧道施工期间, 应根据所需监测的周边环境首次爆破振动的监测结果, 结合环境对象的特点确定爆破振动监测频次。重要建(构)筑物、桥梁等高风险保护对象每次爆破均应进行监测。

7.4.5 矿山法隧道施工期间, 当出现本规程第 4.1.14 条所列情况或出现隧道施工变断面部位情况时, 应适当提高监测和现场巡查的频次。

7.5 监测报警

7.5.1 矿山法土质隧道施工监测报警值可按表 7.5.1 确定。

表 7.5.1 矿山法土质隧道施工监测报警值

监测项目	变形累计变化量 (mm)	变形变化速率 (mm/d)	备注
初期支护拱顶下沉	-20 ~ 40	±4	+ 为下沉, - 为上升
初期支护隧底隆起	-30 ~ 40	±4	+ 为隆起, - 为下沉
初期支护净空收敛	-20 ~ 20	±2	+ 为隧道内径向里收缩, - 为隧道内径往外扩张
隧道轴线上方地表沉降	-20 ~ 50	±5	+ 为沉降, - 为隆起

注: 1 位移平均速率为任意 7d 的位移平均值, 位移最大速率为任意 1d 的最大位

- 移值；
- 2 表中初期支护拱顶下沉系指拱部开挖以后设置在拱顶的沉降测点所测值；
 - 3 冻结法地层加固矿山法开挖的隧道结构施工期间，冻结壁暴露面的收敛位移报警值可取 20mm，地表沉降累计报警值可取 -30 ~ 10mm，变形速率报警值可取 $\pm 3\text{mm/d}$ ；
 - 4 监测等级为特级的隧道轴线上方地表沉降累计报警值，应专门论证确定，且不应超过 -20 ~ 30mm 范围，变化速率报警值不超过 $\pm 3\text{mm/d}$ 。

7.5.2 矿山法岩石隧道施工结构变形和地表沉降监测报警值可分别按表 7.5.2-1 和表 7.5.2-2 确定。

表 7.5.2-1 矿山法岩石隧道结构变形监测报警值

监测项目	累计变化量 (mm)	变化速率 (mm/d)
初期支护拱顶下沉	10 ~ 20	3
初期支护隧底隆起	10	2
初期支护净空收敛	10	2

注：1 位移平均速率为任意 7d 的位移平均值，位移最大速率为任意 1d 的最大位移值；
 2 表中拱顶沉降系指拱部开挖以后设置在拱顶的沉降测点所测值。

表 7.5.2-2 矿山法岩石隧道地表沉降监测报警值

监测等级	累计变化量 (mm)	变化速率 (mm/d)
一级	20 ~ 30	3
二级、三级	30 ~ 40	5

7.5.3 爆破振动监测报警值应包括峰值振动速度值和主振频率值，并应符合现行国家标准《爆破安全规程》GB 6722 的有关规定。

7.5.4 当出现下列警情之一时，必须立即报警，并应对隧道结构和周边环境中的保护对象采取应急保护措施：

- 1 监测数据达到报警值；
- 2 隧道支护结构出现明显变形、较大裂缝、较严重渗漏水、

隧道底鼓等；

- 3 周围岩土体出现突水突泥、岩爆、大变形、滑移、塌方等；
- 4 周边地表出现突然明显沉降或较严重的突发裂缝、坍塌；
- 5 周边建（构）筑物出现较严重的沉降、倾斜或裂缝等；
- 6 周边管线变形突然明显增长或出现裂缝、泄漏等；
- 7 根据地区地工程经验判断，出现其他必须报警的情况。

8 桩基施工影响监测

8.1 一般规定

8.1.1 挤土桩、场地内分布有深厚饱和软弱土层时的部分挤土桩，应进行桩基工程施工影响监测；其他情况下的部分挤土桩、场地周边环境风险等级为特级的非挤土桩，宜进行桩基工程施工影响监测。

8.1.2 桩基工程施工影响监测应包括基桩自身监测、场地内部和场地周边岩土体监测、周边环境监测。

8.1.3 桩基工程施工周边环境监测应符合本规程第9章的相关规定。

8.2 监测内容

8.2.1 基桩自身仪器监测项目应根据桩型、桩长、布桩密度、场地地质条件和打桩施工时产生的挤土效应程度等因素综合确定，监测项目应按表8.2.1进行确定。

表8.2.1 基桩自身仪器监测项目

监测项目	挤土桩	部分挤土桩	非挤土桩
桩顶竖向位移（隆起量）	√	Δ(√)	—
桩顶水平位移（偏移量）	√	Δ(√)	○(Δ)
桩身上部垂直度	Δ(√)	Δ	○(Δ)

注：1 表中符号√表示应测，Δ表示宜测，○表示可测；

- 2 当场地内分布有深厚的饱和软弱土层时，应按表中括号内规定确定监测项目；
- 3 场地周边环境风险等级为特级的非挤土桩，应按表中括号内规定确定监测项目；

- 4 桩身上部垂直度，对预制桩指最上一节桩的垂直度，对其他桩型一般指监测点高度附近的桩身垂直度。

8.2.2 桩基施工场地内部和周边岩土体仪器监测项目应根据桩基类型、桩长、布桩密度和场地地质条件、周边环境风险等级、施工阶段中所采取的防护措施等因素综合确定，监测项目应按表 8.2.2 确定。

表 8.2.2 桩基施工场地内部和周边岩土体仪器监测项目

监测项目	挤土桩	部分挤土桩	非挤土桩
地表竖向位移	√	Δ (✓)	○ (Δ)
地表水平位移	√	Δ (✓)	○ (Δ)
孔隙水压力	Δ (✓)	Δ (✓)	—
深层水平位移	√	Δ (✓)	○ (Δ)

- 注：1 表中符号√表示应测，Δ 表示宜测，○表示可测；
2 当场地内分布有较深厚的饱和软弱土层时，挤土桩和部分挤土桩应按表中括号内规定确定监测项目；
3 对场地周边环境风险等级为特级的非挤土桩，应按表中括号内规定确定监测项目；
4 当打桩影响范围内无可能受到损坏和影响的周边环境对象时，表中所列项目均为可测项目。

8.3 测点布置

8.3.1 各类监测点数量应根据工程规模、重要性、打桩挤土强度、桩型特点、危险程度、场地地质条件和周边环境风险等级等因素综合确定，并应符合下列规定：

- 1 各项监测项目监测点数量不应少于 3 个；
- 2 在场地分布有较厚饱和软土时，采用锤击或静压方式大面积施打预制混凝土桩且布桩密度较大的情况下，桩顶竖向位移和水平位移监测点数量均不应少于总桩数的 10%。

8.3.2 桩顶竖向位移和水平位移监测点、桩身上部垂直度监测

点应布置在基桩密度相对较大、挤土效应较为强烈的区域。

8.3.3 施工场地内地表竖向位移和水平位移监测点宜布置在对施工影响较小的打桩施工区域外围，条件许可时，也可布置在施工区域之内。

8.3.4 孔隙水压力监测点应考虑桩的密度和分布，宜沿土中应力变化最大方向，并结合保护对象所在位置的方向布置；同一平面位置不同深度的监测点应根据地质条件确定，宜每隔3~5m深度布设一个孔隙水压力传感器，或每层土体至少布设1个孔隙水压力传感器。

8.3.5 土体深层水平位移监测点宜布置在打桩施工区域外临近保护对象的一侧。测斜管的埋深应结合桩长、环境要求及场区地质条件等因素综合确定，宜为桩端深度以下10m或达到桩端深度以下稳固的岩土层。

8.4 监测频次

8.4.1 桩基工程施工仪器监测项目的监测频次应符合表8.4.1的规定：

表8.4.1 桩基工程施工仪器监测项目的监测频次

监测项目	桩基工程前期施工阶段	桩基工程后期施工阶段
桩顶竖向位移（隆起量）	1次/d	2次/d
桩顶水平位移（偏移量）	1次/d	2次/d
桩身上部垂直度	1次/d	2次/d
地表竖向位移	1次/d	2次/d
地表水平位移	1次/d	2次/d
孔隙水压力	1次/d	2次/d
深层水平位移	1次/d	2次/d

注：1 桩基工程前期施工阶段和后期施工阶段，可按该单体建筑桩基施工数量达到其总数的50%进行判别；

- 2 桩基工程后期施工阶段的监测频次，宜在沉桩前观测一次，并在沉桩后观测一次；施工全部结束后，可视现场情况决定是否继续监测一段时间，监测频次可在表中所列频次基础上逐步递减。

8.4.2 当处于施工间隙期，各类监测值相对稳定且远小于报警值时，可视情况适当降低监测频次；当施工速度加快，监测值达到或临近报警值或监测值变化速率加快时，应适当增加监测频次。

8.5 监测报警

8.5.1 基桩自身监测报警值应根据桩型、桩身材料、桩长、桩间距等因素并结合地区工程经验确定。当无地区工程经验时，可按表 8.5.1 采用。

表 8.5.1 基桩监测报警值

监测项目	累计变化量	变化速率 (mm/d)
桩顶竖向位移（隆起量）	20~40mm	2~4
桩顶水平位移（偏移量）	小于 $0.27D_z$ 且不超过 $0.004L_{z1}$ 和 80mm	3~4
桩身上部垂直度偏差	0.4%	—

注：1 对桩顶竖向位移（隆起量）的监测报警值，端承桩取小值，摩擦桩取大值，其他桩取中间值；

2 L_{z1} 为单桩桩长 (m)， D_z 为桩的直径或边长 (m)。

8.5.2 桩基工程施工场地内部和周边岩土体的监测报警值应根据桩型、桩长、布桩密度和场地地质条件、周边环境风险等级等因素并结合地区工程经验确定。当无地区工程经验时，可按表 8.5.2 确定。

表 8.5.2 场地内部和周边岩土体监测报警值

监测项目	累计变化量	变化速率 (mm/d)
地表竖向位移	40~100mm	3~5

续表 8.5.2

监测项目	累计变化量	变化速率 (mm/d)
地表水平位移	30 ~ 90mm (或 $0.0007L_{z2} \sim 0.0018L_{z2}$)	2 ~ 4
深层水平位移	40 ~ 100mm (或 $0.0007L_{z2} \sim 0.0018L_{z2}$)	3 ~ 5
孔隙水压力	60% ~ 80% 有效上覆压力	/

- 注: 1 土体深层水平位移的报警值应为测斜管中不同深度测得的水平位移最大值;
 2 位于场地内部的监测点应取大值, 位于场地周边的监测点应取小值;
 3 场地内饱和软土厚度大时, 应取大值; 厚度小时, 应取小值;
 4 周边环境风险等级高时, 应取小值; 低时, 应取大值;
 5 表中 L_{z2} 为群桩平均桩长 (m);
 6 有效上覆压力应取测点深度以上的土层计算得到的竖向土压力, 其中地下水位以下土层按有效重度计算, 地下水位以上的土层按天然重度计算。

9 周边环境监测

9.1 一般规定

9.1.1 周边环境中的其他各类保护对象都应进行调查并收集相关工程资料。当地下无管线平面位置和埋深的资料时，监测前应对地下管线进行精细探查。

9.1.2 周边环境监测应贯穿城市地下工程施工的全过程。对有特殊要求的周边环境，监测工作应根据需要延续至变形趋于稳定后，方可结束。

9.1.3 周边环境中风险等级为特级的各类监测对象，应先进行结构安全检测和鉴定，并应做好相关数据、影像等原始资料的留档保存。

9.1.4 城市地下工程施工影响范围内的运行盾构法隧道和矿山法隧道的监测应符合本规程第10章的相关规定。

9.2 监测内容

9.2.1 周边环境仪器监测项目应根据各类保护对象的风险等级、受力特征和运行状态等因素综合确定，监测项目应按表9.2.1确定。

表9.2.1 周边环境仪器监测项目

监测项目		风险等级			
		特级	一级	二级	三级
地面及地下建(构)筑物	竖向位移(沉降)	√	√	√	√
	水平位移	√	√	△	○
	倾斜	√	√	△	○

续表 9.2.1

监测项目		风险等级			
		特级	一级	二级	三级
地面及地下 建(构)筑物	裂缝	√	√	√	√
	由桩基施工引发的振动	√	Δ	○	○
城市道路	路面路基竖向位移	√	√	Δ	Δ
	挡墙竖向位移	√	√	Δ	○
	挡墙水平位移	√	√	√	Δ
	挡墙倾斜	√	√	√	Δ
城市桥梁	桥墩竖向、水平位移	√	√	√	Δ
	桥墩差异沉降	√	√	√	Δ
	墩柱倾斜	√	√	√	Δ
	梁板应力	√	Δ	○	○
	裂缝	√	√	Δ	○
既有城市轨 道交通高架 线和地面线	高架线桥墩竖向和水平 位移、差异沉降、倾斜	√	√	√	Δ
	高架线结构应力、裂缝	√	√	Δ	○
	地面线路基竖向位移	√	√	√	√
	轨道静态几何形位 (轨 距、轨向、高低、水平)	√	√	√	√
地下管线	竖向位移	√	√	√	√
	水平位移	√	√	Δ	○
	岩土体深层水平位移	√	Δ	○	○

注：1 表中符号√表示应测，Δ表示宜测，○表示可测；

- 2 保护对象风险等级为特级时，尚应按委托方及相关单位的特殊要求，增加相应的监测项目；
- 3 地下管线分布密集的重要部位、抗变形能力差和易渗漏的管线宜增加监测项目；
- 4 隧道工程下穿供水、污水、燃气、热力、输油等地下管线且风险较高时，应增加对管线下方岩土体深层竖向位移监测。

9.2.2 城市地下工程施工期间，应由专人对周边环境进行现场巡查，当发现异常和危险情况时，应及时通知委托方及其他相关单位。现场巡查应包括下列内容：

- 1** 建（构）筑物、桥梁墩台或梁体、既有轨道交通结构等有无新增裂缝以及裂缝的位置、数量和宽度等，混凝土有无剥落以及剥落的位置、面积和数量等；
- 2** 地下构筑物有无积水或渗水情况；
- 3** 周边路面或地表的裂缝、沉陷、隆起、冒浆的位置和范围等情况；
- 4** 河道水位变化情况，水面出现漩涡、气泡及其位置、范围，河道堤坝（驳坎）裂缝宽度、深度、数量及发展趋势等；
- 5** 工程周边是否存在基坑开挖、堆载、桩基施工等可能影响周边环境安全的情况；
- 6** 地下管线是否出现破损、泄漏情况，管线周边地面有无裂缝产生或出现局部沉陷等情况；
- 7** 监测设施、基准点和监测点的完好状况及保护情况。

9.3 测点布置

9.3.1 周边环境监测点数量和布设位置应根据被监测对象的类型与特征、建造年代、受力现状、风险等级、监测方法和要求等因素综合确定，并应满足反映环境对象变化规律和分析判断其是否处于安全状态的要求。

9.3.2 位于地铁、隧道、重要管线、历史保护建筑等重要公共设施安全保护区范围内的监测点设置，尚应满足相关部门的技术规定。

9.3.3 建（构）筑物的竖向位移（沉降）监测点布置应符合下列规定：

- 1** 建（构）筑物的角点和沿外墙周边应布设测点，每侧测点数不宜少于3个。建（构）筑物风险等级为特级时，沿外墙

周边的测点间距不宜大于 10m；风险等级为一级~三级时，测点间距宜为 10~20m；

2 不同地基、基础或不同结构单元的分界处，应布设监测点；

3 高度差异较大部位或新旧建（构）筑物连接部位的两侧，应布设监测点；

4 变形缝、防震缝或严重开裂处的两侧，应布设监测点；

5 烟囱、水塔等高耸构筑物，应在其基础轴线上对称布设监测点，且每栋构筑物的测点数量不应少于 4 个。

9.3.4 建（构）筑物水平位移监测点应布设在邻近施工一侧的建（构）筑物外墙、承重柱、变形缝两侧和其他有代表性的部位，并宜与竖向位移（沉降）监测点布设在同一位置。

9.3.5 建（构）筑物倾斜监测点布设应符合下列规定：

1 监测点应布设在建（构）筑物的角点、变形缝两侧的承重柱或外墙上；

2 监测点应沿主体结构顶部、底部上下对应按组布设，上下监测点应布设在同一竖直线上。当建（构）筑物较高时，宜在中部增设监测点；

3 每栋建（构）筑物的倾斜监测数量不宜少于 2 组；

4 采用基础的差异沉降推算建（构）筑物倾斜时，监测点的布设应符合本规程第 9.3.3 条的规定。

9.3.6 建（构）筑物裂缝宽度监测点布设应符合下列规定：

1 应根据裂缝的位置、走向、长度、宽度等参数，分析裂缝的性质、产生原因及发展趋势，选取有代表性的裂缝布设监测点；

2 宜在裂缝的最宽处及裂缝首、末端按组布设监测点，每组应布设 2 个，并应分别布设在裂缝两侧，且其连线应垂直于裂缝走向；

3 当原有裂缝增大或出现新裂缝时，应及时增设监测点。

9.3.7 建(构)筑物因桩基施工引发的振动监测点布设应符合现行国家标准《建筑工程容许振动标准》GB 50868 的有关规定,且同时应符合下列规定:

- 1** 监测点应布设在建(构)筑物结构基础和顶层楼面上;
- 2** 每栋建(构)筑物的监测点数量不应少于上下对应的2组。

9.3.8 城市道路监测点布设应符合下列规定:

- 1** 路面和路基竖向位移监测点的布设应与路面下方的地下构筑物和地下管线的监测工作相结合,并应做到监测点布设合理、相互协调;
- 2** 路面竖向位移监测应根据路面实际情况布设监测点和监测断面,城市重要道路应增加监测断面数量。隧道下穿重要城市道路时,应布设路基竖向位移监测点;
- 3** 道路挡墙竖向位移监测点宜沿挡墙走向布设,挡墙位于主要影响区时,监测点间距宜为5~10m;位于次要影响区时,监测点间距宜为10~15m;
- 4** 道路挡墙倾斜监测点应根据挡墙的结构形式选择监测断面布设,每段挡墙监测断面不应少于1个,每个监测断面上、下监测点应布设在同一竖直面上;
- 5** 每个断面监测点数量不应少于3个。

9.3.9 城市桥梁监测点布设应符合下列规定:

- 1** 桥梁墩台竖向和水平位移监测点应布设在墩柱或承台上,每个墩柱和承台的监测点不应少于1个,群桩承台宜适当增加监测点;
- 2** 采用全站仪监测桥梁墩柱倾斜时,监测点应沿墩柱顶、底部上下对应按组布设,且每个墩柱的监测点不应少于1组,每组监测点不应少于2个;采用倾斜仪监测时,监测点不应少于1个;
- 3** 桥梁结构应力监测点宜布设在桥梁梁板结构中部或应力

变化较大部位，桥梁裂缝宽度监测点的布设应符合本规程第 9.3.6 条的规定。

9.3.10 既有城市轨道交通高架线、地面线的监测点布设应符合下列规定：

1 高架线桥墩竖向和水平位移、差异沉降、倾斜的监测点布设应符合本规程第 9.3.9 条的规定；

2 高架线结构裂缝的监测点布设应符合本规程第 9.3.6 条的规定；

3 地面线路基的竖向位移监测点宜按监测断面布设，每个监测断面中的每条股道下方的路基及附属设施均应布设监测点。当风险等级为特级和一级时，监测断面间距不宜大于 5m；风险等级为二、三级时，监测断面间距不宜大于 10m；

4 轨道静态几何形位监测点的布设应根据城市轨道交通的工务维修和养护等要求进行确定；

5 既有轨道交通其他附属结构监测点的布设可按建（构）筑物的相关要求执行。

9.3.11 地下管线监测点的布设应符合下列规定：

1 地下管线监测点布设应根据地下管线的重要性、修建年份、类型、材质、管径大小、接口形式、平面位置、埋深与地基条件、使用状况等因素综合确定；

2 监测点水平间距可按表 9.3.11 确定；

表 9.3.11 地下管线监测点水平间距

风险等级	特级	一级	二级	三级
间距 (m)	5 ~ 10	10 ~ 20	20 ~ 30	30 ~ 50

3 每条地下管线不应少于 3 个监测点，且不同管线的监测点宜成断面布设；

4 监测点宜布设在管线窨井、阀门、检查井等特征点位置

和受施工影响敏感的部位；

5 供水、燃气、供热、工业等压力管道宜设置直接监测点，在无法埋设直接监测点的部位，可设置间接监测点；

6 管线弯曲部位的监测点布设应反映管线弯曲特征；

7 对管线密集重要部位、抗变形能力差、容易渗漏的管线宜加密监测点；

8 监测点的布设宜通视良好、便于观测，且不影响地下管线的正常使用。

9.4 监测频次

9.4.1 城市地下工程土方开挖、降水、岩土体注浆加固等工程措施对周边环境产生影响时，应根据被监测对象的风险等级和预测的影响程度确定监测频次。

9.4.2 基坑工程施工周边环境仪器监测项目的监测频次可按表 9.4.2 确定。

表 9.4.2 基坑工程施工周边环境仪器监测项目的监测频次

被监测对象 的风险等级	基坑工程施工工况		
	关键工况	重要工况	普通工况
特级	2 次/d	(1~2) 次/d	1 次/d
一级	(1~2) 次/d	1 次/d	1 次/2d
二级	1 次/d	1 次/d	1 次/3d
三级	1 次/d	1 次/d	1 次/ (3~5) d

注：1 关键工况、重要工况、普通工况的划分应符合本规程第 5.4.2 条确定；

2 宜测项目、可测项目的监测频次可视具体情况适当降低；

3 当监测数据相对稳定时，可适当降低监测频次；

4 表中被监测对象不包括处于施工影响范围内的运行隧道。

9.4.3 盾构法隧道和矿山法隧道施工周边环境的仪器监测项目的监测频次可分别按表 9.4.3-1 和表 9.4.3-2 确定。

表 9.4.3-1 盾构法隧道施工周边环境仪器监测项目的监测频次

被监测对象所处位置		被监测对象的风险等级		
		特级	一级	二、三级
开挖面前方	$S \leq 2B$	2 次/d	(1~2) 次/d	1 次/2d
	$2B < S \leq 5B$	1 次/d	1 次/d	1 次/(2~3) d
开挖面后方	$S \leq 2B$	2 次/d	(1~2) 次/d	1 次/d
	$2B < S \leq 5B$	(1~2) 次/d	1 次/d	1 次/(2~3) d
	$S > 5B$	1 次/d	1 次/(2~3) d	1 次/(3~7) d

注：1 B 为盾构法隧道开挖直径（m）， S 为开挖面至监测点沿隧道轴线方向的水平距离（m）；

2 宜测项目、可测项目的监测频次可视具体情况适当降低；

3 当监测数据相对稳定时，可适当降低监测频次；

4 表中被监测对象不包括处于施工影响范围内的运行隧道。

表 9.4.3-2 矿山法隧道施工周边环境仪器监测项目的监测频次

被监测对象所处位置		被监测对象的风险等级		
		特级	一级	二、三级
开挖面前方	$S \leq 2B$	2 次/d	(1~2) 次/d	1 次/2d
	$2B < S \leq 5B$	1 次/d	1 次/d	1 次/(3~7) d
开挖面后方	$S \leq 2B$	2 次/d	(1~2) 次/d	1 次/d
	$2B < S \leq 5B$	(1~2) 次/d	1 次/d	1 次/3d
	$S > 5B$	1 次/d	1 次/(2~3) d	1 次/(3~7) d

注：1 B 为矿山法隧道开挖宽度（m）， S 为开挖面至监测点沿隧道轴线方向的水平距离（m）；

2 矿山法隧道拆除临时支撑时，应增大支撑拆除部位前后方范围内周边环境的监测频次；

3 宜测项目、可测项目的监测频次可视具体情况适当降低；

4 当监测数据相对稳定时，可适当降低监测频次；

5 表中被监测对象不包括处于施工影响范围内的运行隧道。

9.4.4 桩基工程施工周边环境的仪器监测项目的监测频次可按

表 9.4.4 确定。

表 9.4.4 桩基工程施工周边环境仪器监测项目的监测频次

施工状况	被监测对象的风险等级		
	特级	一级	二级、三级
桩基工程施工前	≥3 次	≥3 次	≥3 次
桩基工程施工期间	2 次/d	1 次/d	1 次/(1~2) d
桩基工程施工结束后	1 次/(1~2) d	1 次/2d	1 次/(3~7) d

注：1 宜测项目、可测项目的监测频次可视具体情况适当降低；

2 当监测数据相对稳定时，可适当降低监测频次；

3 桩基施工结束两周后且监测数据趋于稳定时，可停止监测；

4 表中被监测对象不包括处于施工影响范围内的运行隧道。

9.4.5 当出现本规程第 4.1.14 条所列情况或周边环境中被监测对象出现下列情况之一时，应提高仪器监测和现场巡查频次：

- 1 建（构）筑物、桥梁、轨道交通高架线等突发较大沉降或出现倾斜、开裂等现象；
- 2 城市道路和地下管线设施出现变形（沉降）过大、地下管道出现泄漏等现象；
- 3 出现其他影响周边环境安全的异常情况。

9.5 监测报警

9.5.1 建（构）筑物监测报警值的确定应符合下列规定：

1 建（构）筑物监测的报警值应根据其使用功能、建造年份、结构形式、基础类型、地质条件，并综合考虑其已有变形（沉降）、倾斜和地区工程经验等因素进行确定，且应符合现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 的有关规定；

2 建（构）筑物风险等级为特级或一级时，其变形、差异沉降和倾斜率的监测报警值宜通过结构检测、计算分析和安全性评估等方法确定；

3 无地区工程经验时，建（构）筑物现状较好且无特殊要求的，其监测报警值可按表 9.5.1-1 确定。

表 9.5.1-1 建（构）筑物监测报警值

监测项目		累计值	变化速率
建（构）筑物竖向位移（沉降）		10 ~ 50mm	1 ~ 3mm/d
建（构）筑物整体倾斜率		2/1000	倾斜率连续 3 天大于 0.0001/d
裂缝宽度	建（构）筑物裂缝宽度	0.3 ~ 1.0mm	持续发展
邻近地表裂缝宽度		10 ~ 15mm	持续发展

4 桩基施工对建（构）筑物结构影响的振动报警值宜按表 9.5.1-2 确定。

表 9.5.1-2 建（构）筑物振动监测报警值

建（构）筑物类型	顶层楼面处振动速度峰值（mm/s）	基础处振动速度峰值（mm/s）		
		1 ~ 100Hz	1 ~ 10Hz	50Hz
工业与公共建筑	12.0	6.0	12.0	15.0
居住建筑	6.0	3.0	6.0	8.0
其他对振动敏感、具有保护价值的的建（构）筑物	3.0	1.5	3.0	4.0

注：表中振动报警值按频率线性插值确定。

9.5.2 城市桥梁监测报警值的确定应符合下列规定：

1 城市桥梁监测报警值应在分析桥梁规模、结构形式、基础类型、养护情况等基础上，结合已有变形、差异沉降、倾斜和当地工程经验等因素确定，并应符合现行行业标准《公路桥涵地基与基础设计规范》JTG 3363 和《城市桥梁养护技术标准》CJJ 99 的有关规定；

2 城市桥梁风险等级为特级和一级时，其沉降、差异沉降和倾斜监测报警值宜通过结构检测、计算分析和安全性评估等方

法确定。

9.5.3 城市道路监测报警值的确定应符合下列规定：

1 城市道路监测报警值应在调查分析道路等级、路基路面材料、道路现状情况和养护周期等基础上，结合已有沉降和地区工程经验等因素确定，并应符合现行行业标准《城市道路路基设计规范》CJJ 194、《公路沥青路面养护技术规范》JTG 5142 和《公路水泥混凝土路面养护技术规范》JTJ 073.1 的有关规定；

2 城市道路风险等级为特级和一级或有特殊要求时，其沉降监测报警值应通过现场检测和安全性评估等方法确定；

3 无地区工程经验时，城市道路现状情况较好且无特殊要求时，其路基沉降报警值可按表 9.5.3 确定。

表 9.5.3 城市道路路基沉降监测报警值

监测项目		累计值 (mm)	变化速率 (mm/d)
路基沉降	城市主干道	10 ~ 30	1 ~ 2
	一般城市道路	20 ~ 40	3

9.5.4 既有城市轨道交通高架线和地面线的监测报警值，应在调查分析线路结构形式、轨道结构形式、线路现状情况等基础上，结合已有变形和地区工程经验，经必要的结构检测、计算分析和安全性评估后，综合确定，并应符合现行国家标准《地铁设计规范》GB 50157 的有关规定。

9.5.5 地下管线监测报警值的确定应符合下列规定：

1 对有特殊要求或风险等级为特级和一级的地下管线的监测报警值，应在现状调查与检测的基础上，通过计算分析或专门评估进行确定；

2 无地区工程经验和具体报警值时，地下管线风险等级较低且无特殊要求的，其监测报警值可按表 9.5.5 确定。

表 9.5.5 地下管线监测报警值

监测项目		累计值 (mm)	日变化速率 (mm/d)	差异沉降 (mm)	备注
竖向位移	燃气管道	10 ~ 20	2	0.30% L_g	隧道工程施工的周边地下管线监测
	供水管道	10 ~ 20	2	0.25% L_g	
	雨污水管道	10 ~ 20	2	0.25% L_g	
竖向和水平位移	刚性压力管道	10 ~ 20	2	—	基坑工程施工的周边地下管线监测
	刚性非压力管道	10 ~ 30	2	—	
	柔性管线	10 ~ 40	3 ~ 5	—	

注：1 燃气管道的位移报警值适用于管径 100 ~ 400mm 的刚性压力管道；

2 差异沉降为两节管线的接头处的沉降差值；

3 L_g 为管节长度。

9.5.6 当出现下列情况之一时，必须立即报警，并应对周边环境中的保护对象采取应急措施：

- 1 监测数据达到报警值；
- 2 建（构）筑物、桥梁、既有城市轨道交通高架线等周边环境出现危害结构安全的过大沉降、倾斜和裂缝；
- 3 地下管线变形明显增大或出现泄漏等异常情况；
- 4 监测对象周边地面突然出现沉降或较严重的突发裂缝、坍塌；
- 5 根据地区工程经验判断，出现其他必须报警的情况。

10 运行隧道监测

10.1 一般规定

10.1.1 城市轨道交通工程和市政交通工程中的运行隧道监测除应符合本章规定外，尚应符合现行国家标准《城市轨道交通工程监测技术规范》GB 50911 和行业标准《公路隧道设计规范第一册 土建工程》JTG 3370.1 的有关规定。

10.1.2 运行隧道的监测对象应主要包括隧道结构和外部工程施工影响分区内的周围岩土体等。监测等级为特级的隧道工程可进行全生命周期监测。

10.1.3 当运行隧道监测等级为特级或一级时，监测方案应进行专门论证。

10.1.4 当运行隧道监测等级为特级时，应实施自动化监测；当运行隧道监测等级为一级时，宜实施自动化监测。

10.2 监测内容

10.2.1 无外部工程施工影响时，盾构法隧道运行阶段的仪器监测项目应按表 10.2.1 确定。

表 10.2.1 无外部工程施工影响时盾构法隧道运行阶段的仪器监测项目

监测项目	监测等级			备注
	一级	二级	三级	
隧道 结构	管片结构竖向沉降	√	√	√
	管片结构水平位移	△	△	△
	管片结构净空收敛	√	√	√
	管片结构应力	○	○	○

续表 10.2.1

监测项目	监测等级			备注
	一级	二级	三级	
隧道 结构	接缝张开量、错台量	○	○	○
	管片结构裂缝	√	√	√
	隧道变形曲率半径	√	√	√
	隧道变形相对曲率	√	√	√
	轨道结构（道床）竖向位移	√	√	√
	轨道静态几何形位（轨道横向高差、轨向高差、轨间距）	√	△	△
	轨道结构裂缝	√	√	√

注：1 表中符号√表示应测，△表示宜测，○表示可测；

2 特级监测等级时，除应按一级监测等级确定监测项目外，尚应按委托方及相关单位的特殊要求，增加相应的监测项目。

10.2.2 受外部工程施工影响时，盾构法隧道运行阶段的仪器监测项目应按表 10.2.2 确定。

表 10.2.2 受外部工程施工影响时盾构法隧道运行阶段的仪器监测项目

监测项目	监测等级			备注
	一级	二级	三级	
隧道 结构	管片结构竖向沉降	√	√	√
	管片结构净空收敛	√	√	√
	管片结构水平位移	√	√	√
	管片结构应力	△	△	○
	接缝张开量、错台量	√	△	○
	管片结构裂缝	√	√	√
	隧道变形曲率半径	√	√	√
	隧道变形相对曲率	√	√	√
	轨道结构（道床）竖向位移	√	√	○

续表 10.2.2

监测项目	监测等级			备注	
	一级	二级	三级		
隧道结构	轨道静态几何形位（轨道横向高差、轨向高差、轨间距）	√	√	○	城市轨道交通隧道
	轨道结构裂缝	√	√	○	
	爆破振动	√	√	△	
	打桩振动	√	√	△	
周围岩土体	地表沉降	√	√	√	
	岩土体深层水平位移	√	△	○	
	岩土体深层竖向位移	△	△	○	
	地下水位	√	√	△	
	孔隙水压力	○	○	○	

注：1 表中符号√表示应测，△表示宜测，○表示可测；

- 2 特级监测等级时，除应按一级监测等级确定监测项目外，尚应按委托方及相关单位的特殊要求，增加相应的监测项目；
- 3 当外部施工为桩基施工或施工采用爆破方式时，应监测隧道结构的振动响应。

10.2.3 无外部工程施工影响时，矿山法隧道运行阶段的仪器监测项目宜按表 10.2.3 确定。

表 10.2.3 无外部工程施工影响时矿山法隧道运行阶段的仪器监测项目

监测项目	监测等级			备注
	一级	二级	三级	
隧顶下沉	√	√	√	
隧底隆起	√	√	○	
净空收敛	√	√	√	
衬砌裂缝	√	△	○	
地表沉降	√	△	○	隧道浅埋段

续表 10.2.3

监测项目	监测等级			备注
	一级	二级	三级	
地表水平位移	√	√	Δ	可能发生滑移的洞口段边坡

注：1 表中符号√表示应测，Δ表示宜测，○表示可测；

- 2 特级监测等级时，除应按一级监测等级确定监测项目外，尚应按委托方及相关单位的特殊要求，增加相应的监测项目。

10.2.4 受外部工程施工影响时，矿山法隧道运行阶段的仪器监测项目宜按表 10.2.4 确定。

表 10.2.4 受外部工程施工影响时矿山法隧道运行阶段的仪器监测项目

监测项目	监测等级			备注
	一级	二级	三级	
隧顶下沉	√	√	√	
净空收敛	√	√	√	
隧道水平位移	√	√	√	
隧底隆起	√	√	√	
衬砌裂缝	√	√	√	
爆破振动	√	√	Δ	
打桩振动	√	√	Δ	
地表沉降	√	√	√	隧道浅埋段
地表水平位移	√	√	Δ	可能发生滑移的洞口段边坡
地下水位	√	√	○	隧道周围岩土体
深层水平位移	√	○	○	

注：1 表中符号√表示应测，Δ表示宜测，○表示可测；

- 2 特级监测等级时，除应按一级监测等级确定监测项目外，尚应按委托方及相关单位的特殊要求，增加相应的监测项目；
- 3 当外部施工为桩基施工或施工采用爆破方式时，应监测隧道结构的振动响应。

10.2.5 运行隧道现场巡查应包括结构损伤和渗漏等情况，并应满足下列规定：

1 记录结构损伤出现的位置、程度及发展趋势，包括变形缝开合及错台、结构裂缝、管片错台及接缝张开、连接螺栓松动与锈蚀、道床离缝等；

2 应记录渗漏出现的位置、程度及发展趋势，包括渗漏范围、渗漏量、析出物等；

3 对发现的病害应进行摄影，并附文字描述。

10.3 测点布置

10.3.1 无外部工程施工影响时，盾构法隧道结构变形监测点宜根据监测等级在隧道运行前布设，监测点间距应按表 10.3.1 确定。

表 10.3.1 无外部工程施工影响时盾构法隧道结构变形监测点间距

监测项目	监测等级		
	特级、一级	二级、三级	
隧道结构	管片结构竖向沉降 (m)	6 ~ 12	12 ~ 18
	管片结构水平位移 (m)	6 ~ 12	12 ~ 18
	管片结构净空收敛 (m)	6 ~ 12	12 ~ 18
	接缝张开量、错台量 (m)	12 ~ 18	18 ~ 25

注：监测等级为特级或二级时，间距可按较小值确定。

10.3.2 受外部工程施工影响时，除应符合本规程第 10.3.1 条相关规定外，盾构法隧道周围岩土体监测点间距宜按表 10.3.2 确定。

表 10.3.2 受外部工程施工影响时盾构法隧道周围岩土体监测点间距

监测项目	监测等级		
	特级、一级	二级、三级	
地表沉降	纵向监测点间距 (m)	10~20	20~30
岩土体深层水平位移			
岩土体深层竖向位移		3~5	5~8
地下水位			
地表沉降	横向监测点间距 (m)	3~5	5~8

注：1 监测等级高时，取较小值；监测等级低时，取较大值；

2 岩土体深层水平位移、岩土体深层竖向位移和地下水位监测点不宜少于 2 个。

10.3.3 矿山法隧道运行阶段的监测点应根据监测等级确定，隧道结构变形和地表沉降监测点布置除应符合本规程第 7.3.4 条和第 7.3.7 条相关规定外，尚应符合下列规定：

1 应选择有代表性的部位布设监测断面，每个监测断面不宜少于 3 个监测点；

2 监测断面与拱顶下沉、净空收敛和隧底隆起等变形监测断面应处于同一位置；

3 隧道净空收敛测线宜按本规程图 7.3.4 (a) 规定进行布设；

4 宜根据情况布设地下水、深层水平位移和深层竖向位移等监测点。

10.3.4 当隧道受外部工程爆破施工时，应在结构薄弱、靠近爆破位置处布设爆破振动监测点。

10.3.5 城市轨道交通运行隧道的监测点布置除应符合本规程第 10.3.1 条～第 10.3.4 条规定外，尚宜布置轨道横向高差、纵向高差、轨间距、道床脱空量等监测点，其间距与收敛变形监测对应。

10.4 监测频次

10.4.1 在隧道运行前或外部工程施工前，应记录所有监测项目的初始值。

10.4.2 运行隧道仪器监测项目的监测频次可按表 10.4.2 确定。

表 10.4.2 运行隧道仪器监测项目的监测频次

状态	监测等级	运行时间（年）	监测频次
无外部工程 施工影响时	特级	—	1 次/d
	一级	—	1 次/7d
	二级、三级	第 1 年	4 次/年
		第 2 年	2 次/年
		第 3 年及以后	1 次/年
受外部工程 施工影响时	特级	外部工程施工开始至 结束后不少于 3 个月	2 次/d
	一级		2 次/d
	二级		1 次/d
	三级		2 次/7d

10.4.3 运行隧道现场巡查频次应符合下列规定：

1 无外部工程施工影响且监测等级为一级 ~ 三级时，现场巡查频次宜为 1 次/7d ~ 1 次/30d；

2 受外部工程施工影响或监测等级为特级时，现场巡查频次宜为 1 次/d ~ 1 次/7d；

3 监测数据接近或达到监测预警等级时，应提高现场巡查频次。

10.4.4 城市轨道交通隧道轨道静态几何形位监测频次应按城市轨道交通或铁路工务维修、养护要求等确定。

10.5 监测报警

10.5.1 无外部工程施工影响时，盾构法隧道运行阶段结构变形

的监测报警值应根据监测等级确定，结构变形变化量监测报警值应符合表 10.5.1-1 的规定，结构变形累计量监测报警值应符合表 10.5.1-2 的规定。

**表 10.5.1-1 无外部工程施工影响时盾构法隧道运行阶段
结构变形变化量监测报警值**

监测项目	监测等级				备注
	特级	一级	二级	三级	
管片结构竖向沉降年变化量 (mm)	4	6	10	15	大于此值报警
管片结构水平位移年变化量 (mm)	4	6	10	15	大于此值报警
管片结构净空收敛年变化量 (mm)	4	6	10	15	大于此值报警
隧道变形曲率半径	15000	15000	15000	15000	小于此值报警
隧道变形相对曲率	1/2500	1/2500	1/2500	1/2500	大于此值报警

**表 10.5.1-2 无外部工程施工影响时盾构法隧道运行阶段
结构变形累计量监测报警值**

监测项目	监测等级			
	特级	一级	二级	三级
管片结构净空收敛 (mm)	30			
管片错台量 (mm)	12			
管片接缝张开量 (mm)	1	1	2	2
管片结构裂缝宽度 (mm)	0.1	0.1	0.2	0.2

10.5.2 受外部工程施工影响时，盾构法隧道结构变形监测报警值除应符合本规程第 10.5.1 条的规定外，尚宜通过数值分析和工程类比等方法综合确定，且监测报警值不应超过设计控制值。盾构法隧道结构变形变化速率监测报警值可按表 10.5.2 确定。

**表 10.5.2 受外部工程施工影响时盾构法隧道运行阶段
变形变化速率监测报警值**

监测项目	监测等级			
	特级	一级	二级	三级
管片结构竖向沉降变化速率 (mm/d)	0.3	0.5	0.8	1.0
管片结构水平位移变化速率 (mm/d)	0.3	0.5	0.8	1.0
管片结构净空收敛变化速率 (mm/d)	0.5	1.0	2.0	3.0

注：报警值是指连续 3 天变化速率均超过该值。

**10.5.3 矿山法隧道结构变形监测报警值宜根据监测等级确定，
并应符合表 10.5.3-1、表 10.5.3-2 的规定。**

表 10.5.3-1 矿山法土质隧道结构变形监测报警值

监测项目	监测等级		
	特级、一级、二级		三级
	累计变化量 (mm)	变化速率 (mm/d)	每年累计值 (mm)
隧顶下沉	20	5	±10
净空收敛	10	2	±3
隧底隆起	20	5	±10

表 10.5.3-2 矿山法岩质隧道结构变形监测报警值

监测项目	监测等级		
	特级、一级、二级		三级
	累计变化量 (mm)	变化速率 (mm/d)	每年累计值 (mm)
隧顶下沉	10	2	±5
净空收敛	10	2	±3
隧底隆起	10	2	±3

**10.5.4 城市轨道交通隧道变形监测报警值除应满足本规程第
10.5.1 条 ~ 第 10.5.3 条的规定外，尚应符合表 10.5.4 的规定。**

表 10.5.4 城市轨道交通隧道变形监测报警值

监测项目	累计值
轨道横向高差	2mm
轨向高差(矢量值)	2mm
轨间距	-2mm 或 +3mm
道床脱空量	3mm

10.5.5 爆破振动监测报警值应包括峰值振动速度值和主振频率值，并应符合现行国家标准《爆破安全规程》GB 6722 的有关规定。

10.5.6 打桩振动监测报警值应按本规程第 9.5.1 条的规定确定。

10.5.7 当出现本规程第 6.5.2 条和第 7.5.4 条的警情之一时，必须立即报警，并应对隧道结构采取应急保护措施。

11 监测成果

11.0.1 现场测试人员应对监测数据的真实性负责，监测分析人员应对监测报告的可靠性负责，监测单位应对整个项目监测质量负责。监测记录和监测技术成果均应有责任人签字，监测技术成果应加盖技术专用章或报告专用章。

11.0.2 现场监测资料和整理应符合下列规定：

- 1 使用规范的监测记录表格；
- 2 监测记录应有相应的工况描述，相关信息记录应完整；
- 3 监测数据整理应及时；
- 4 对监测数据的变化和发展情况评价应及时。

11.0.3 外业观测值和记事项目应在现场直接记录于观测记录表中，任何原始记录不得涂改、伪造、转抄。

11.0.4 观测数据出现异常时，应及时分析原因，必要时应进行重测。

11.0.5 监测数据应结合其他相关项目的监测数据、自然环境条件、施工工况及历史数据进行分析。

11.0.6 监测成果应符合下列规定：

- 1 应包括监测日报表、阶段性监测报告和监测总结报告；
- 2 应采用文字阐述与绘制变化曲线或图形相结合的形式表达；
- 3 应按时报送。

11.0.7 工程监测的观测记录、计算资料和技术成果宜进行数字化组卷和归档，原始监测数据电子文档应正确命名，并有数据表格说明文件。

11.0.8 当日监测日报表应包括下列内容：

- 1** 当日的天气情况和施工现场的工况；
- 2** 监测项目各监测点的本次监测值、单次变化值、变化速率以及累计值等，必要时绘制有关曲线图；
- 3** 巡查的记录；
- 4** 对监测项目应有正常、异常、危险等判断性结论；
- 5** 对达到或超过监测报警值的监测点应有报警标示，并有分析和建议；
- 6** 对巡查发现的异常情况应有详细描述，危险情况应报警标示、分析和建议。

11.0.11 监测日报表宜按本规程附录 A 的样式，巡查日报表宜按本规程附录 B 的样式。

11.0.12 阶段性监测报告应包括下列内容：

- 1** 该监测阶段相应的工程、气象及周边环境概况；
- 2** 该监测阶段的监测项目及测点的布置图；
- 3** 各项监测数据的整理、统计及监测成果的过程曲线；
- 4** 各监测项目监测值的变化分析、评价及发展预测；
- 5** 相关的设计和施工建议。

11.0.13 监测总结报告应包括下列内容：

- 1** 工程概况；
- 2** 监测依据；
- 3** 监测项目及监测工作量；
- 4** 监测点布置；
- 5** 监测设备、监测方法和原理；
- 6** 监测报警值；
- 7** 各监测项目全过程的发展变化分析及整体评述；
- 8** 监测工作结论与建议。

附录 A 监测日报表

A.0.1 水平位移监测日报可按表 A.0.1 记录。

表 A.0.1 水平位移监测日报表

工程名称:		报表编号:		第 次
观测者:		计算者:		复核者:
报警值:		测试时间: 年 月 日 时		天气:
点号	水平位移			
	本次测试值 (mm)	单次变化 (mm)	累计变化量 (mm)	变化速率 (mm/d)
工况	当日监测的简要分析及判断性结论:			
工程负责人:		监测单位:		
第 页 共 页				

A. 0.2 竖向位移监测日报可按表 A. 0.2 记录。

表 A.0.2 坚向位移监测日报表

A. 0.3 深层水平位移监测日报可按表 A. 0.3 记录。

表 A. 0.3 深层水平位移监测日报表

工程名称:		报表编号:		第 次	
观测者:		计算者:		复核者:	
报警值:		测试时间: 年 月 日 时		天气:	
孔号	深度 (m)	本次位移增量 (mm)	累计位移 (mm)	变化速率 (mm/d)	位移量 (mm) ↓
工况:					
当日监测的简要分析及判断性结论:					
工程负责人:		监测单位:			
第 页 共 页					

A. 0.4 深层竖向位移监测日报可按表 A. 0.4 记录。

表 A. 0.4 深层竖向位移监测日报表

工程名称:		报表编号:		第 次	
观测者:		计算者:		复核者:	
报警值:		测试时间: 年 月 日 时		天气:	
孔号	深度 (m)	本次位移增量 (mm)	累计位移 (mm)	变化速率 (mm/d)	位移量 (mm) ↓
工况:					
当日监测的简要分析及判断性结论:					
工程负责人:		监测单位:			
第 页 共 页					

A. 0.5 结构倾斜监测日报可按表 A. 0.5 记录。

表 A.0.5 结构倾斜监测日报表

A. 0.6 裂缝移监测日报可按表 A. 0.6 记录。

表 A.0.6 裂缝监测日报表

A. 0.7 结构内力监测日报可按表 A. 0.7 记录。

表 A.0.7 结构内力监测日报表

A.0.8 隧道结构收敛变形监测日报可按表 A.0.8 记录。

表 A.0.8 隧道结构收敛变形监测日报表

A. 0.9 土压力监测日报可按表 A. 0.9 记录。

表 A.0.9 土压力监测日报表

A. 0. 10 孔隙水压力监测日报可按表 A. 0. 10 记录。

表 A.0.10 孔隙水压力监测日报表

A. 0. 11 地下水位监测日报可按表 A. 0. 11 记录。

表 A.0.11 地下水位监测日报表

附录 B 巡查日报表

B. 0.1 基坑工程施工巡查日报可按表 B. 0.1 记录。

表 B. 0.1 基坑工程施工巡查日报表

工程名称:	报表编号:	第 次	
观测者:	复核者:		
观测时间: 年 月 日 时	天气:		
分类	巡查内容	巡查结果	处置建议及整改情况
自然条件	气温		
	雨量		
	风级		
	水位		
支护结构	支护结构成型质量		
	冠梁、支撑、围檩裂缝		
	支撑、立柱变形		
	止水帷幕开裂、渗漏		
	墙后岩土体沉陷、裂缝及滑移		
	基坑涌土、流沙、管涌		
	其他		
施工工况	土质情况		
	基坑开挖分段长度及分层厚度		
	地表水、地下水状况		
	基坑降水、回灌设施运转情况		
	基坑周边地面堆载情况		
	其他		

续表 B.0.1

分类	巡查内容	巡查结果	处置建议及整改情况
周边环境	管道破损、泄漏情况		
	周边建(构)筑物裂缝		
	周边道路(地面)裂缝、沉陷		
	邻近施工情况		
	其他		
监测设施	基准点、测点完好状况		
	监测元件完好情况		
	观测工作条件		
工况:		当日监测的简要分析及判断性结论:	
工程负责人:	监测单位:	第 页 共 页	

B.0.2 盾构法隧道施工巡查日报可按表 B.0.2 记录。

表 B.0.2 盾构法隧道施工巡查日报表

工程名称:	报表编号:	第 次	
观测者:	复核者:		
观测时间: 年 月 日 时	天气:		
分类	巡查内容	巡查结果	处置建议及整改情况
自然条件	气温		
	雨量		
	风级		
	水位		

续表 B.0.2

分类	巡查内容	巡查结果	处置建议及整改情况
管片	破损		
	开裂		
	错台		
	渗漏水		
施工工况	始发、接收加固		
	掘进环号		
	渣土改性情况		
	螺旋输送机出土情况		
	盾构机尾刷密封情况		
	盾构机停机情况		
	盾构机开仓换刀情况		
	联络通道开洞口情况		
	盾构机姿态情况		
周边环境	管道破损、泄漏情况		
	周边建(构)筑物裂缝		
	周边道路(地面)裂缝、沉陷		
	邻近施工情况		
	其他		
监测设施	基准点、测点完好状况		
	监测元件完好情况		
	观测工作条件		
工况:	当日监测的简要分析及判断性结论:		
工程负责人:	监测单位:		
	第 页 共 页		

B. 0.3 矿山法隧道施工巡查日报可按表 B. 0. 3 记录。

表 B. 0.3 矿山法隧道施工巡查日报表

工程名称:		报表编号:	第 次
观测者:		复核者:	
观测时间: 年 月 日 时		天气:	
分类	巡查内容	巡查结果	处置建议及整改情况
自然 条件	气温		
	雨量		
	风级		
	水位		
施工 工况	开挖步序、步长、核心土尺寸等情况		
	开挖面岩土体的类型、特征、自稳定性，地下水渗漏及发展情况		
	开挖面岩土体有无坍塌及坍塌位置、规模		
	降水或止水等地下水控制效果及降水设施运转情况		
	其他		
支护 结构	超前支护施作情况及效果、钢拱架架设、挂网及喷射混凝土的及时性、连接板的连接及锁脚锚杆的打设情况		
	初期支护结构渗漏水情况		
	初期支护结构开裂、剥离、掉块情况		
	临时支撑结构有无明显变位		
	二衬结构施作时临时支撑结构分段拆除情况		
	初期支护结构背后回填注浆的及时性		
	其他		

续表 B.0.3

分类	巡查内容	巡查结果	处置建议及整改情况
周边环境	建(构)筑物、桥梁墩台或梁体、既有轨道交通结构等的裂缝位置、数量和宽度,混凝土剥落位置、面积和数量,设施能否正常使用		
	地下构筑物积水及渗水情况,地下管线的漏水、漏气情况		
	周边路面或地表的裂缝、沉陷、隆起、冒浆的位置、范围等情况		
	河流湖泊的水位变化情况,水面有无出现漩涡、气泡及其位置、范围,堤坡裂缝宽度、深度、发展趋势等		
	工程周边开挖、堆载、打桩等可能影响工程安全的其他生产活动,施工围挡设置是否符合安全要求		
	其他		
监测设施	基准点、监测点的完好状况、保护情况		
工况:		当日监测的简要分析及判断性结论:	
工程负责人:	监测单位:	第 页 共 页	

B. 0.4 周边环境巡查日报可按表 B. 0.4 记录。

表 B. 0.4 周边环境巡查日报表

工程名称:	报表编号:	第 次
观测者:	复核者:	
观测时间: 年 月 日 时		天气:
分类	巡查内容	巡查结果
自然 条件	气温	
	雨量	
	风级	
	水位	
	其他	
主体 施工 工况	土质情况	
	基坑开挖分段长度及分层厚度,	
	隧道等推进、掘进状况	
	地表水、地下水状况	
	基坑降水、回灌设施运转情况	
	基坑周边地面堆载情况	
	桩基施工状况	
周边 环境	其他	
	管道破损、泄漏情况	
	周边建(构)筑物裂缝	
	周边道路(地面)裂缝、沉陷	
	邻近施工情况	
监测 设施	其他	
	基准点、测点完好状况	
	监测元件完好情况	
观测工作条件		
工况:	当日监测的简要分析及判断性结论:	
工程负责人:	监测单位:	
	第 页 共 页	

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：

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

- 《建筑地基基础设计规范》 GB 50007
- 《工程测量标准》 GB 50026
- 《地铁设计规范》 GB 50157
- 《建筑基坑工程监测技术标准》 GB 50497
- 《城市轨道交通工程监测技术规范》 GB 50911
- 《建筑工程容许振动标准》 GB 50868
- 《爆破安全规程》 GB 6722
- 《建筑变形测量规范》 JGJ 8
- 《公路隧道设计规范 第一册 土建工程》 JTG 3370.1
- 《公路桥涵地基与基础设计规范》 JTG 3363
- 《公路沥青路面养护技术规范》 JTG 5142
- 《公路水泥混凝土路面养护技术规范》 JTJ 073.1
- 《城市桥梁养护技术标准》 CJJ 99
- 《城市道路路基设计规范》 CJJ 194