

备案号：J 15453-2021

浙江省工程建设标准

DB

DB33/T 1224—2020

城市轨道交通结构监测技术规程

Technical specification for monitoring of rail transit structures

2020-12-14 发布

2021-06-01 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

2020 年 第 60 号

关于发布浙江省工程建设标准 《城市轨道交通结构监测技术规程》的公告

现批准《城市轨道交通结构监测技术规程》为浙江省工程建设标准，编号为 DB 33/T 1224 - 2020，自 2021 年 6 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，杭州市勘测设计研究院有限公司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
2020 年 12 月 14 日

前 言

根据浙江省住房和城乡建设厅《关于印发〈2017年度浙江省建筑节能与绿色建筑及相关工程建设标准制修订计划〉的通知》（建设发〔2018〕3号）的要求，规程编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考国内外有关标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程共分9章和7个附录，主要技术内容有：总则、术语和符号、基本规定、调查、监测控制网、运营前监测、运营期监测、外部作业影响监测、成果与信息反馈等。

本规程由浙江省住房和城乡建设厅管理，由杭州市勘测设计研究院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请将意见和有关资料寄送至杭州市勘测设计研究院有限公司（地址：浙江省杭州市西湖区莫干山路武林门新村13号；邮编：310012），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：杭州市勘测设计研究院有限公司

杭州市地铁集团有限责任公司

北京城建勘测设计研究院有限责任公司

参编单位：宁波市轨道交通集团有限公司

杭州市轨道运行和公用事业保障中心

浙江省工程勘察设计院集团有限公司

浙江省工程物探勘察设计院有限公司

浙大城市学院

上海勘察设计院（集团）有限公司

中铁第六勘察设计院集团有限公司

杭州鲁尔物联科技有限公司

主要起草人：沈华骏 姜叶翔 任 干 周慈奉 赵少鹏
黄先锋 羊逸君 苏凤阳 张建全 赵 勇
赵宁宁 吴 伟 范 华 朱 焯 魏新江
丁 智 蔡伟忠 赵志元 史平扬 马 健
胡雷鸣 胡景元 钟 明 陈 燚 胡 辉
包元锋 顾晓卫
主要审查人：蒋建良 刘兴旺 赵宇宏 游劲秋 俞济涛
陈远新 杜海军

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	调 查	(9)
5	监测控制网	(13)
5.1	平面控制网	(13)
5.2	高程控制网	(14)
5.3	基准点的复核	(17)
6	运营前监测	(20)
7	运营期监测	(22)
7.1	一般规定	(22)
7.2	竖向位移监测	(22)
7.3	收敛监测	(24)
7.4	监测变形控制值	(25)
8	外部作业影响监测	(27)
8.1	一般规定	(27)
8.2	竖向位移监测	(28)
8.3	水平位移监测	(30)
8.4	收敛监测	(31)

8.5	倾斜监测	(32)
8.6	裂缝与接缝监测	(33)
8.7	振动监测	(34)
8.8	监测控制值	(35)
9	成果与信息反馈	(37)
附录 A	轨道交通控制保护区和安全保护等级	(40)
附录 B	外部作业影响等级和监测等级	(41)
附录 C	调查与监测频率	(43)
附录 D	调查内容、标志符号和记录要求	(47)
附录 E	监测报表	(49)
附录 F	全断面扫描	(59)
附录 G	三维激光扫描	(62)
	本规程用词说明	(64)
	引用标准名录	(65)
附：	条文说明	(67)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms and symbols	(2)
2.1	Terms	(2)
2.2	Symbols	(3)
3	Basic requirements	(5)
4	Investigation of structures	(9)
5	Monitoring control network	(13)
5.1	Horizontal control network	(13)
5.2	Vertical control network	(14)
5.3	Check benchmarks	(17)
6	Monitoring before operation	(20)
7	Monitoring of operation period	(22)
7.1	General requirements	(22)
7.2	Vertical displacement	(22)
7.3	Section convergence	(24)
7.4	Controlled value of monitoring	(25)
8	Monitoring for influence of adjacent construction	(27)
8.1	General requirements	(27)
8.2	Vertical displacement	(28)
8.3	Horizontal displacement	(30)
8.4	Section convergence	(31)

8.5	Inclination	(32)
8.6	Crack and joint	(33)
8.7	Vibration	(34)
8.8	Controlled value of monitoring	(35)
9	Achievement and feedback of information	(37)
Appendix A	Control and protection area of rail transit	(40)
Appendix B	Influence grade and monitoring measurement grade of adjacent construction	(41)
Appendix C	Frequency of investigation and monitoring	(43)
Appendix D	Investigation items and contents	(47)
Appendix E	Monitoring report	(49)
Appendix F	Full section scanning	(59)
Appendix G	Three – dimensional laser scanning	(62)
	Explanation of wording in this specification	(64)
	List of quoted standards	(65)
	Addition; Explanation of provisions	(67)

1 总 则

1.0.1 为规范城市轨道交通结构的监测工作，保证监测成果质量，做到成果可靠、技术先进、经济合理，保证城市轨道交通结构安全，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于浙江省已建成城市轨道交通结构的监测。

1.0.3 城市轨道交通结构监测工作应综合考虑轨道交通结构现状、外部作业特点、场地工程地质与水文地质条件、周边环境条件和地方经验等因素，制定安全可靠的监测方案，精心组织和实施。

1.0.4 城市轨道交通结构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 城市轨道交通控制保护区 control and protection area of rail transit

为保证城市轨道交通结构安全和正常使用，在其结构及周边的特定范围内设置的控制和保护区域。

2.1.2 结构监测 monitoring measurement of structures

采用仪器量测、现场巡查等手段和方法，采集和收集反映城市轨道交通结构的现状、变化特征及其发展趋势的信息，并进行分析、反馈的活动。

2.1.3 运营前监测 monitoring before operation

轨道交通结构已完成土建结构施工，但尚未投入运营期间的监测。

2.1.4 运营期监测 monitoring of operation period

轨道交通结构已投入运营过程中的长期监测。

2.1.5 外部作业 adjacent construction

在城市轨道交通结构周边进行的可能对其产生影响的作业。

2.1.6 外部作业影响监测 monitoring for influence of adjacent construction

在城市轨道交通控制保护区内有影响轨道交通结构安全的外部作业时进行的监测。

2.1.7 中误差 mean square error

表示精度的一种数值指标，指在相同观测条件下对同一未知量进行 n 次观测，所得各个真误差平方和的平均值的平方根。

2.1.8 结构安全控制指标 control value for structural safety of rail

transit

根据轨道交通结构安全状况及其保护要求，针对结构的响应特征，为结构安全而选用的控制指标。

2.1.9 预警值 prewarning value of monitoring

在轨道交通结构变形允许范围内，根据结构变形的敏感程度，以结构变形允许值的一定比例计算的或直接给定的预警告警值。

2.1.10 独立测量 independent measurement

前一次测量的结果不会影响到后一次结果的测量，所得到的测量值是相互独立的。

2.1.11 影响等级 influence grade

外部作业对城市轨道交通结构安全影响程度的分级。

2.1.12 监测等级 monitoring measurement grade

根据轨道交通结构安全状况和外部作业影响等级，对轨道交通结构监测进行的等级划分。

2.1.13 基准点 benchmark, reference point

为进行变形测量而布设的稳定的、长期保存的测量点。根据变形测量的类型，可分为竖向位移基准点和水平位移基准点。

2.1.14 工作基点 working reference point

为便于现场变形观测作业而布设的相对稳定的测量点。根据变形测量的类型，可分为竖向位移工作基点和水平位移工作基点。

2.1.15 监测点 monitoring point

布设在建筑场地、地基、基础、结构或周边环境的敏感位置上能反映其变形特征的观测点。

2.2 符 号

2*C*——全站仪或经纬仪两倍视准轴误差；

D——测距边长 (m)；

- D_0 ——测站至观测点的距离 (m)；
- D_s ——视线长度 (m)；
- D_b ——盾构法或顶管法隧道外径，圆形顶管结构的外径或矩形顶管结构的长边宽度；
- i ——水准仪视准轴与水准管轴的夹角；
- L ——水准路线长度 (km)；
- L_b ——相邻柱基的中心距离 (mm)；
- m_β ——测角中误差 (")；
- m_p ——坐标分量中误差；
- n ——测站数；
- ρ ——常数 ($\rho = 206265$)。

3 基本规定

3.0.1 城市轨道交通结构建成后进行的监测可分为运营前监测和运营期监测，当轨道交通控制保护区内进行外部作业时，应进行外部作业影响监测。

3.0.2 城市轨道交通结构监测对象应包括地下车站和区间、高架车站和区间、地面车站和区间以及附属建（构）筑物的结构。

3.0.3 轨道交通结构监测应以中误差作为衡量精度的指标，并以二倍中误差作为极限误差；主要监测项目的精度应符合表 3.0.3 的规定。

表 3.0.3 主要监测项目精度要求

项目		精度			
		地下车站 和区间	高架车站 和区间	地面车站 和区间	附属建 (构) 筑物
水平位移	坐标中误差 (mm)	±2.0	±2.0	±2.0	±2.0
竖向位移	测站高差中误差 (mm)	±0.3	±0.3	±0.3	±0.3
收敛	测线长度中误差 (mm)	±2.0	—	—	—
裂缝和接缝	宽度中误差 (mm)	0.1	0.1	0.1	0.1
倾斜	倾斜率 (‰)	—	±0.4	—	—

注：1 竖向位移测站高差中误差：对水准测量其为测站高差中误差；对静力水准测量和三角高程测量，为相邻竖向位移监测点间等价的高差中误差。

2 坐标中误差：指监测点相对于基准点或工作基点的坐标中误差、监测点相对于基准线的偏差中误差等；坐标中误差为其点位中误差的 $1/\sqrt{2}$ 倍。

3.0.4 监测单位应在资料收集和现场调查的基础上编制监测方案，方案宜包括下列内容：

- 1 工程概况；
- 2 轨道交通运营情况、工程地质与水文地质条件、周边环境条件及风险特点；
- 3 监测目的和依据；
- 4 监测范围和监测等级；
- 5 监测对象和项目；
- 6 监测点的布设、保护与修复要求，监测点布置图；
- 7 基准点及复核；
- 8 监测方法和精度；
- 9 监测数据采集、处理和信息反馈；
- 10 监测周期、频率和停测要求；
- 11 监测预警值、报警值和控制值；
- 12 监测人员、仪器设备及元器件的配备；
- 13 质量管理、安全管理和应急预案；
- 14 其他需要明确的内容。

3.0.5 监测所使用的监测仪器、设备和元件应符合下列要求：

- 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 应通过计量检定或校准，且校核记录和标定资料齐全，并应在规定的有效期内使用；
- 3 监测过程中应定期进行监测仪器、设备的维护保养、检测以及监测元件的检查。

3.0.6 各监测项目的初始值应在监测点稳定后采集，独立采集次数不应少于三次，且当相互间的限差符合规定要求时，方可取其平均值作为初始值。

3.0.7 同一对象的监测宜满足下列要求：

- 1 采用相同的观测方法和观测路线；
- 2 采用相同的监测仪器和设备；
- 3 固定监测人员；

4 在基本相同的环境和条件下工作；

5 每次观测前，检验基准点的稳定性，并以稳定的基准点作为起算点。

3.0.8 下列特殊区段内的轨道交通结构应增加调查与监测的频率：

1 岩溶、断裂带、地裂缝、采空区等不良地质作用对结构的安全有影响的区段；

2 软土、液化土、冻融土、膨胀性土等特殊岩土对结构的安全有影响的区段；

3 轨道交通结构发生较大不均匀沉降或出现明显裂缝的区段；

4 堆载、卸载、振动、爆破、地震等外力作用对结构产生较大影响的区段；

5 轨道交通结构保护区范围内有工程建设的区段；

6 穿越河流、湖泊等地表水体的轨道交通结构；

7 隧道加固修复后的区段；

8 与其他轨道交通结构距离较近的区段；

9 采用新的施工技术或设计方法的轨道交通结构等；

10 其他可能影响轨道交通结构安全的情况。

3.0.9 在调查与监测中出现下列情况之一时，应及时报警并提交警情快报，增加调查与监测频率，加密布设监测点，并加强复核。

1 累计变形量达到或超过报警值；

2 变形速率达到或超过报警值；

3 发现结构有异常情况时；

4 外部作业发生可能危及轨道交通结构和运营安全的险情。

3.0.10 监测项目正负号约定应符合下列规定：

1 轨道交通结构水平位移以向外部作业方向为正，反之为负；

- 2 竖向位移以向上为正，反之为负；
- 3 轨道交通结构收敛以增大为正，反之为负；
- 4 裂缝以增大为正，减小为负；
- 5 其他监测项目可根据实际需要规定变化量的正负号。

3.0.11 轨道交通控制保护区和安全保护等级的划分应符合本规程附录 A 的规定；外部作业影响等级的划分、轨道交通结构安全状况的划分和监测等级的划分应符合本规程附录 B 的规定；运营前监测、运营期监测和外部作业影响监测的监测频率应符合本规程附录 C 的规定。

4 调 查

4.0.1 结构调查内容应结合不同结构形式和施工工法开展，主要包括：明（盖）挖法结构、矿山法结构、盾构法结构、沉管法结构和高架结构。

4.0.2 调查的对象应包括地下车站和区间、高架车站和区间、地面车站和区间、附属建（构）筑物的结构和轨道交通控制保护区。

4.0.3 调查前应收集结构设计资料和已有缺陷状况。

4.0.4 调查工作应使用相应的检测工具及设备，对存在的缺陷进行测量，并做好相关记录。

4.0.5 运营前区间隧道结构现状调查宜采用三维激光扫描、近景摄影测量等方法；采用三维激光扫描或近景摄影测量等方法进行表观影像调查时，对识别出的新的缺陷应进行现场确认。

4.0.6 运营期调查和外部作业影响调查宜结合卫星定位、摄影测量、合成孔径雷达干涉技术（INSAR）、三维激光扫描等手段进行。

4.0.7 结构调查内容、标志符号和记录要求宜符合本规程附录D的规定。

4.0.8 明（盖）挖法结构的调查宜包括下列内容：

- 1 破损的类型、长度、宽度、走向、位置；
- 2 材料劣化的位置、范围；
- 3 剥落剥离的位置、范围及深度；
- 4 渗漏水的位置、范围、状态、水量、浑浊和冻结；
- 5 钢筋锈蚀的位置、范围；
- 6 结构变形情况；

- 7 结构的修复、加固情况；
 - 8 错台的位置、范围和错台量。
- 4.0.9 矿山法结构洞口的调查宜包括下列内容：**
- 1 山体滑坡、危石崩塌；
 - 2 边坡、碎落台、护坡道的缺口、冲沟、潜流涌水、沉陷、塌落等；
 - 3 护坡、挡土墙的裂缝、断缝、倾斜、鼓肚、滑动、下沉的位置、范围；
 - 4 有无表面风化、泄水孔堵塞、墙后积水、地基错台、空隙等。
- 4.0.10 矿山法结构洞门的调查宜包括下列内容：**
- 1 墙身裂缝的位置、宽度、长度、范围；
 - 2 结构倾斜、沉陷、断裂的范围、变位量；
 - 3 洞门与洞身连接处环向裂缝；
 - 4 混凝土起层、剥落的范围和深度，钢筋有无外露、锈蚀；
 - 5 墙背填料流失范围。
- 4.0.11 矿山法结构衬砌的调查宜包括下列内容：**
- 1 破损的类型、长度、宽度、走向、位置；
 - 2 材料劣化的位置、范围；
 - 3 剥落剥离的位置、范围和深度；
 - 4 渗漏水的位置、范围、状态、水量、浑浊和冻结；
 - 5 钢筋外露、锈蚀的位置和范围；
 - 6 结构变形情况。
- 4.0.12 矿山法结构变形缝的调查宜包括下列内容：**
- 1 压溃的位置、范围；
 - 2 错台的位置、范围和错台量；
 - 3 渗漏水的位置、范围、状态、水量、浑浊和冻结。
- 4.0.13 盾构法结构管片的调查宜包括下列内容：**
- 1 破损的类型、长度、宽度、走向、位置；

- 2 材料劣化的位置、范围；
 - 3 剥落剥离的位置、范围及深度；
 - 4 渗漏水的位置、范围、状态、水量、浑浊和冻结；
 - 5 钢筋外露、锈蚀的位置、范围；
 - 6 结构变形情况；
 - 7 结构的修复、加固情况。
- 4.0.14** 盾构法结构螺栓孔、注浆孔的调查宜包括下列内容：
- 1 填塞物脱落位置、范围；
 - 2 渗漏水的位置、范围、状态、水量、浑浊和冻结；
 - 3 螺栓及螺帽的缺失情况。
- 4.0.15** 盾构法结构接缝、变形缝的调查宜包括下列内容：
- 1 错台的位置、范围和错台量；
 - 2 压溃的位置、范围和程度；
 - 3 渗漏水的位置、范围、状态、水量、浑浊和冻结。
- 4.0.16** 沉管法结构的调查宜包括下列内容：
- 1 破损的类型、长度、宽度、走向、位置；
 - 2 材料劣化的位置、范围；
 - 3 剥落剥离的位置、范围及深度；
 - 4 渗漏水的位置、范围、状态、水量、浑浊和冻结；
 - 5 钢筋外露的位置、范围；
 - 6 结构变形情况；
 - 7 结构的修复、加固情况；
 - 8 剪力键变形、破损的位置、范围；
 - 9 止水带破损的位置、范围。
- 4.0.17** 高架段调查宜包括下列内容：
- 1 破损的类型、长度、宽度、走向、位置；
 - 2 材料劣化的位置、范围；
 - 3 剥落剥离的位置、范围及深度；
 - 4 钢筋外露、锈蚀的位置、范围；

- 5 钢梁油漆脱落、锈蚀的位置；
 - 6 结构变形情况；
 - 7 结构的修复、加固情况；
 - 8 伸缩缝、声屏障破损的位置、范围；
 - 9 其他构件的裂缝、锈蚀、受力松弛等情况。
- 4.0.18** 附属建（构）筑物的调查宜包括下列内容：
- 1 风井送风口堵塞，混凝土缺损或缺失情况；
 - 2 排水设施破损，管道接口漏水，集水池和管道的淤泥、堵塞状况；
 - 3 排水泵房的脱落、起壳、缺损，泵房水池的淤泥、堵塞状况；
 - 4 人防门的锈蚀、磨损、损坏情况；
 - 5 疏散平台螺栓松动、掉角开裂情况。
- 4.0.19** 道床应调查裂缝、脱空、下沉、隆起、翻浆冒泥的位置和范围。
- 4.0.20** 轨道交通控制保护区内的调查宜包括下列内容：
- 1 建造或者拆除建（构）筑物；
 - 2 桩基施工、拔桩施工、基坑施工、冻结施工、挖掘、地下顶进、爆破、架设、降水、钻探、河道疏浚、地基加固等施工作业；
 - 3 其他增加或者减少地面载荷、对周围岩（土）体造成明显扰动的活动。
- 4.0.21** 轨道交通控制保护区内有外部作业时，应测定下列内容：
- 1 轨道交通结构边线、中心线及保护区边界；
 - 2 外部作业的范围与轨道交通结构的空间位置关系；
 - 3 地下结构正上方及保护区范围内的地面高程。

5 监测控制网

5.1 平面控制网

5.1.1 城市轨道交通水平位移监测可采用独立坐标系统，也可与当地坐标系统联测，并以稳定的基准点作为起算点。

5.1.2 监测区段通视条件良好时，水平位移测量可采用视准线法、小角度法或自由设站法等方法实施。范围较大或通视条件不佳时，可采用导线网、边角网等形式布设水平位移控制网。水平位移控制测量主要技术要求应符合表 5.1.2 的规定。

表 5.1.2 水平位移控制测量技术要求

相邻点边长 (m)	相邻点点位中误差 (mm)	坐标分量中误差 (mm)	测角中误差 (")	最弱边相对 中误差
≤150	≤±1.5	≤±1.0	≤±1	≤1/120000

5.1.3 水平位移控制网的水平角观测宜采用方向观测法，当方向数多于 3 个时应归零；导线测量中，当导线点上只有两个方向时，应按左、右角观测；导线测量测回数 and 观测限差要求应符合表 5.1.3 的规定。

表 5.1.3 水平角观测测回数和限差要求

仪器类型	测回数	半测回归零差	一测回内 2C 互差	同一方向值各测回互差
DJ05	4	3"	5"	3"
DJ1	6	6"	9"	6"

注：控制网中，视距小于 50m 的短边观测时，限差可放宽为本表的 2 倍。

5.1.4 边角网的三角形最大闭合差不应大于 $2\sqrt{3}m_{\beta}$ ；导线测量每测站左、右角闭合差不应大于 $2\sqrt{2}m_{\beta}$ ；导线的方位角闭合

差不应大于 $2\sqrt{nm_\beta}$ (n 为测站数, 测角中误差 $m_\beta = 1''$)。

5.1.5 水平位移控制网的电磁波测距应往返观测, 电磁波测距技术要求应符合表 5.1.5 的规定。

表 5.1.5 电磁波测距技术要求

仪器精度等级	每边测回数		一测回读数 间较差限值 (mm)	单程测回 间较差限 值 (mm)	气象数据测定 的最小读数	
	往	返			温度(℃)	气压(mmHg)
$\leq \pm (1\text{mm} + 1 \times 10^{-6} \times D)$	4	4	3	4	0.2	0.5

注: 测距边归算到水平距离时, 应在观测的斜距中加入气象改正和加常数、乘常数改正。

5.1.6 水平位移控制网的测量应采用测角标称精度不低于 $\pm 1''$ 、测距标称精度不低于 $\pm (1\text{mm} + 1 \times 10^{-6} \times D)$ 的全站仪观测。

5.1.7 水平位移控制网基准点和工作基点的布设应符合下列规定:

1 基准点应设置在影响区域外、位置稳定、易于长期保存的地方, 基准点和工作基点宜采用固定仪器台或固定棱镜的方式布设;

2 采用视准线法、小角度法实施时, 应设置设站点、定向点、检查点等 3 个以上基准点;

3 采用自由设站基准线法实施时, 应在变形区域外的两端各设置 3 个以上基准点, 在观测范围的中部设置工作基点;

4 采用其他方式布设水平位移基准网时, 监测范围两侧的基准点均不应少于 2 点;

5 应采取有效措施, 确保基准点和工作基点的正常使用。

5.2 高程控制网

5.2.1 城市轨道交通结构监测应建立长期、稳定的高程控制网。高程控制网应由基岩标、深埋水准点等基准点组成, 测量时选用

稳定的基准点作为起算基准。

5.2.2 控制网的精度等级可划分为一等、二等。一等高程控制网宜沿城市轨道交通建设线路布设；二等高程控制网按施测条件分为道床水准路线、高架墩柱水准路线和高程联系测量水准路线；控制网的水准路线宜闭合成环或构成附合水准路线。

5.2.3 高程控制网基准点和工作基点的布设应符合下列规定：

1 高程控制网的基准点不应少于 3 个，基准点可埋设在变形区外稳定的岩石上、密实的砂卵石层中、中风化基岩中、也可埋设在稳固建筑的墙上；

2 基准点应埋设标石或标志，且应在埋设达到稳定后方可进行测量；

3 宜在每座车站附近设置一个深埋水准点作为工作基点。

5.2.4 一等、二等高程控制网的精度要求不应低于表 5.2.4 的规定。

表 5.2.4 高程控制网的精度要求

控制网等级	水准测量内容	误差类型	精度 (mm)
一等	一等水准路线	每千米水准测量的偶然中误差	0.45
		每千米水准测量的全中误差	1.0
二等	道床水准路线 高架墩柱水准路线	每千米水准测量的偶然中误差	1.0
		每千米水准测量的全中误差	2.0
	高程联系测量 水准路线	水准点间高差中误差	± 1.0
		测站高差中误差	± 0.3

5.2.5 高程控制网宜采用水准测量，水准测量时主要技术要求应符合表 5.2.5 的规定。

表 5.2.5 水准测量主要技术要求

控制网等级	水准测量内容	限差类型	限差指标 (mm)
一等	一等水准路线	往返较差、附和或环线闭合差	$\pm 0.15 \sqrt{n}$
		检测已测高差之较差	$\pm 0.2 \sqrt{n}$
二等	道床水准路线	往返较差、附和或环线闭合差	$\pm 0.3 \sqrt{n}$
	高架墩柱水准路线 高程联系测量水准路线	检测已测高差之较差	$\pm 0.4 \sqrt{n}$

注：n 为测站数。

5.2.6 一等高程控制网测量的测站设置技术要求应符合表 5.2.6-1 的规定，测站观测限差应符合表 5.2.6-2 的规定，其他技术要求应符合现行国家标准《国家一、二等水准测量规范》GB/T 12897 的一等水准测量相关技术规定。

表 5.2.6-1 测站设置技术要求

控制网等级	仪器类型	视距 (m)	前后视距差 (m)	任一测站上前后视距累积差 (m)	视线高度 (m)
一等	光学水准仪	≤ 30	≤ 0.5	≤ 1.5	下丝读数 ≥ 0.5
	数字水准仪	≥ 4 且 ≤ 30	≤ 1.0	≤ 3.0	≥ 0.65 且 ≤ 1.8

注：视线高度要求是对常用的 2m 长度的水准尺，当采用其他水准尺时，其视线高度应能确保三丝读数。

表 5.2.6-2 测站观测限差

控制网等级	两次读数差 (mm)	两次读数所测高差的差 (mm)	检测间歇点高差的差 (mm)
一等	0.3	0.4	0.7

注：对光学水准仪观测时两次读数差系指基、辅分划读数差。

5.2.7 道床水准路线、高架墩柱水准路线和高程联系测量水准路线的测量应符合下列规定：

1 测站设置技术要求应满足表 5.2.7-1 的规定；

表 5.2.7-1 测站设置技术要求

仪器类型	视距 (m)	前后视距差 (m)	任一测站上前后视距累积差 (m)
光学水准仪	≤50	≤1.0	≤3.0
数字水准仪	≥3 且 ≤50	≤1.5	≤6.0

2 测站观测限差应满足表 5.2.7-2 的规定；

表 5.2.7-2 测站观测限差

等级	两次读数差 (mm)	两次读数所测高差的差 (mm)	检测间歇点高差的差 (mm)
二等	0.4	0.6	1.0

3 观测时，不同视线长度的视线高度应符合表 5.2.7-3 的要求；

表 5.2.7-3 视线高度要求

视线长度 (m)	光学水准仪的视线高度 (m)	数字水准仪的视线高度 (m)
$D_s \leq 15$	三丝均位于尺面上	三丝均位于尺面上
$15 < D_s \leq 30$	≥0.2	≥0.2 且 ≤1.8
$30 < D_s \leq 50$	≥0.3	≥0.55 且 ≤1.8

注：视线高度要求是对应常用的 2m 长度的水准尺，当采用其他长度的水准尺时，视线高度应确保三丝读数。

4 其他技术要求宜符合现行国家标准《国家一、二等水准测量规范》GB/T 12897 的二等水准测量相关技术规定。

5.2.8 高程控制网的测量应选用 DS05 级及以上的水准仪及与其配套的因瓦水准尺。水准仪在使用期间应定期检测 i 角，水准仪的 i 角不应大于 $\pm 15''$ ；数字水准仪每次测量前应进行 i 角测定， i 角稳定的光学水准仪可每 15 天检测一次。

5.3 基准点的复核

5.3.1 基准点应定期复测，并应符合下列规定：

1 基准点复测周期应视其所在位置的稳定情况确定，宜每月复测一次；

2 当某期检测发现基准点有可能变动时，应立即进行复测；

3 当某期变形测量中多数监测点观测成果出现异常，或当测区受到地震、洪水、爆破等外界因素影响时，应立即进行复测。

5.3.2 基准点复测应符合下列规定：

1 采用的起算点和控制网观测方案宜与原测量一致；

2 采用的仪器设备、观测方法、观测精度、数据处理和成果精度宜与原测量一致；

3 应根据复测结果对基准点的稳定性进行分析。

5.3.3 高程控制网基准点的稳定性检验和分析应符合下列规定：

1 基准点网复测后，对所有基准点应分别按两两组合，计算本期平差后的高差数据与上期平差后高差数据之间的差值；

2 当计算的所有高差差值均不大于按下式计算的限差时，认为所有基准点稳定：

$$\delta = 2 \sqrt{2n\mu} \quad (5.3.3)$$

式中： δ ——高差差值限差（mm）；

μ ——对应精度等级的测站高差中误差（mm）；

n ——两个基准点之间的观测测站数。

3 当有差值超过限差时，应先检查数据，分析相关原因；当无法查找到原因时，应及时重测，当确定基准点不稳定时，应及时剔除。

5.3.4 水平位移控制网基准点的稳定性检验和分析应符合下列规定：

1 视准线法、小角度法每次观测前应检查设站点、定向点、检查点的相互关系，水平角、距离应观测两测回。与在用值比较，水平角较差小于 $3.6''$ 、距离较差小于 4mm 时，认为基准点稳定；

2 自由设站法每次观测前应联测所有基准点的相互关系，检测时水平角、距离应观测 2 测回。平差计算后基准点坐标分量与在用值较差小于 4mm 认为稳定；

3 导线网、边角网等其他形式布设的水平位移控制网宜每月检测 1 次。每次测量时应进行设站点的相邻关系检测。

5.3.5 发现基准点不稳定或被破坏时，应及时修复，并分析有关各期的监测成果，并应在剔除不稳定或被破坏基准点的影响后，重新进行数据处理。

浙江省建设厅信息公示
浏览专用

6 运营前监测

6.0.1 城市轨道交通结构运营前监测宜与前期各阶段的监测相衔接。

6.0.2 运营前车站和区间应开展竖向位移监测，地下区间段尚应进行水平收敛监测。

6.0.3 竖向位移测点布置应符合下列规定：

1 地下车站宜沿线路方向在轨行区的 1/4、1/2 和 3/4 处各布设一个监测点；

2 地下区间宜在底部或道床的中心位置按照每 6m ~ 12m 间距布设一个监测点，洞口、竖井、联络通道对应位置应适当加密布设监测点；矿山法可适当增大间距；

3 高架车站和区间每个墩柱应布设 1 个 ~ 2 个监测点，监测点宜布设于离地面 0.5m 左右高度的柱身上，上方应有立尺空间；

4 高架车站和区间每跨简支梁宜沿上、下行线在两端部、跨中各设置一个监测点，连续梁宜在 1/4 跨、3/4 跨处各增设一个监测点；

5 地面车站和区间宜沿线路方向在道床轨枕的中间位置按照 20m ~ 50m 间距布设一个监测点；

6 对结构存在明显缺陷或进行过修复、加固的地段应加密布设监测点。

6.0.4 水平收敛测点布置应符合下列规定：

1 地下区间监测点宜按每 6m ~ 12m 间距布设，洞口、竖井、联络通道两侧均应布设收敛测线；

2 对结构存在明显缺陷或进行过修复、加固的地段宜加密

布设监测点；

3 收敛测线应与竖向位移监测点位于同一断面。

6.0.5 除监测点布设外运营前监测的其他技术要求应符合本规程第7章的相关规定。

浙江省建设厅信息公开
浏览专用

7 运营期监测

7.1 一般规定

7.1.1 城市轨道交通运营期监测宜与运营前监测相衔接。

7.1.2 运营期应进行竖向位移与水平收敛监测。

7.2 竖向位移监测

7.2.1 监测点宜采用不锈钢或铜质材料制作，测点上方应有立尺空间，并具有良好的通视条件。

7.2.2 道床竖向位移监测点应沿整体道床的中心布设，并避开道床伸缩缝、隧道结构变形缝、管片接缝等，宜在道床监测点对应的管片（衬砌）上布设竖向位移监测点。

7.2.3 地下车站竖向位移监测点的布设应符合下列规定：

1 对于长度 200m 以内的车站，宜沿线路方向在轨行区的 1/4、1/2 和 3/4 处各布设一个监测断面；

2 对于长度大于 200m 的车站，监测点布设间距不宜大于 50m；

3 对于采取高等减振措施、特殊减振措施等结构区段，除在道床上布设监测点外，应在同一横断面的结构上对应布设一个监测点；

4 地下车站与区间结构的交接缝两侧应布设监测点，监测点距交接缝 0.9m ~ 1.0m。

7.2.4 地下区间结构竖向位移监测点的布设应符合下列规定：

1 盾构法隧道宜按每 6m 左右间距布设一个监测点；

2 矿山法隧道、明挖矩形隧道与明挖 U 型槽结构宜按每 10m ~ 30m 间距布设一个监测点；

3 盾构法隧道的联络通道应在结构底板邻近两侧隧道处各布设一个监测点；

4 采取高等减振措施、特殊减振措施的地段，除在道床上布设监测点外，应在同一横断面的行车方向右侧区间结构上布设监测点；

5 区间隧道与明挖结构、联络通道等结构差异处，应加密布设监测点。

7.2.5 高架车站和区间竖向位移监测点布设应符合下列规定：

1 每个墩柱应布设不少于 1 个监测点，宜布设于离地面 0.5m 左右高度的柱身上，监测点上方有立尺空间；

2 简支梁每跨宜沿线路方向在两端部、跨中的道床上各设置一个监测点，连续梁宜在 1/4 跨、3/4 跨处各增设一个监测点，首尾必须布点，且上、下行线应布设在同一横断面上；

3 采取高等减振措施、特殊减振措施的地段，除在道床上布设监测点外，应在同一横断面的箱梁中心线处结构上部增设监测点。

7.2.6 地面车站和区间应沿线路方向在道床轨枕中间按照 20m ~ 50m 间距布设一个竖向位移监测点。

7.2.7 附属建（构）筑物的竖向位移监测点的布设应符合下列规定：

1 区间竖井宜沿线路方向在中部及两端处各布设一个监测断面；

2 其他附属建（构）筑物可视现场条件布设监测点。

7.2.8 竖向位移测量宜采用 DS05 级及以上的水准仪，采用其他方法时，其测量精度应满足本规程表 3.0.3 的要求。水准仪 i 角的日常检测应符合下列规定：

1 使用期间应定期检测水准仪 i 角，水准仪的 i 角应不大于 $\pm 15''$ ；

2 数字水准仪每次测量前应进行 i 角测定， i 角稳定的光学

水准仪可每 15 天检测 1 次；

3 新购的及修理后的水准仪前 7 天应每天检测 i 角。

7.2.9 运营期竖向位移监测应包括高程联系测量与区间水准测量两部分。宜在车站站台层两端设置工作基点，与基准点进行高程联系测量。区间水准测量宜以两站一区间为单位，自工作基点沿轨行区上、下行线或高架墩柱布设闭合或附合的水准路线。

7.2.10 竖向位移监测点应统一编号、并具备唯一性，应确定观测点里程、所在环号。

7.2.11 竖向位移监测应符合下列规定：

1 监测前宜编制监测点点位分布图；

2 水准观测线路宜沿上、下行线布设，水准路线宜闭合成环或构成附合水准路线；

3 水准路线观测技术要求应符合现行国家标准《国家一、二等水准测量规范》GB/T 12897 的相关技术规定；

4 隧道内水准观测时，水准仪视场内的尺面应光照均匀。

7.2.12 竖向位移监测外业结束后，应及时进行外业数据检查，对超过限差要求的测段及时重测。

7.3 收敛监测

7.3.1 运营期收敛监测可采用固定测线法、收敛仪法、全断面扫描法、三维激光扫描法等监测方法。

7.3.2 固定测线法收敛监测点布设应符合下列规定：

1 盾构法隧道宜按每 6m ~ 12m 布设一组收敛测线，矿山法隧道宜按 20m ~ 30m 间距布设一组收敛测线；

2 收敛测线应与竖向位移监测点位于同一断面，在区间隧道的两端、联络通道的两侧应布设收敛测线；

3 收敛测线宜沿直径水平向设置固定测线，应避免管片的拼装缝、伸缩缝、结构缝等影响；

4 固定测线法收敛监测点布设前，先确定一条水平的测线，

将测距仪靠在隧道结构一侧，再利用其激光指引在对应隧道结构的另一侧上设置固定标志或反射贴片。

7.3.3 固定测线法收敛监测每条测线应独立进行不少于3次读数，互差不大于 $\pm 2.0\text{mm}$ 时取平均值作为本次观测成果。

7.3.4 固定测线法收敛监测使用手持激光测距仪时，应符合下列规定：

1 手持激光测距仪的标称精度应不低于 $\pm 1.0\text{mm}$ ；

2 应在收敛测线两端设置对中与瞄准标志，隧道侧壁粗糙时，瞄准标志宜采用反射片；对中与瞄准标志设置后，应进行实测精度符合性检查。

7.3.5 采用收敛仪监测时应符合下列规定：

1 应在测线两端布设监测点，监测点应安装牢固，监测点应与收敛仪的挂钩相匹配；

2 安装后应进行监测点与收敛仪接触点的符合性检查，符合性检查应进行3次独立观测，且3次独立观测较差应小于标称精度的2倍；

3 观测时应对收敛仪施加标定时的拉力，尺面应平直，不得扭曲；

4 工作现场温度变化较大时，应进行温度改正。

7.3.6 采用全断面扫描法开展收敛监测时应符合本规程附录F的规定；采用三维激光扫描法开展收敛监测时应符合本规程附录G的规定。

7.4 监测变形控制值

7.4.1 监测项目的变形控制值宜根据轨道交通的结构型式、地质条件、施工工法、变形特征、已有变形情况、设计使用年限及国家现行有关标准的规定，结合其结构的重要性、易损性及设计单位的要求，进行结构检测、计算分析和安全评估后确定，并应同时符合现行国家标准《地铁设计规范》GB 50157等的相关

规定。

7.4.2 变形控制值的取值应确保轨道交通结构的运营安全。

浙江省建设厅信息公开
浏览专用

8 外部作业影响监测

8.1 一般规定

8.1.1 轨道交通控制保护区内有外部作业时应对地下车站和区间、高架车站和区间、地面车站和区间、附属建（构）筑物和轨道交通控制保护区进行外部作业影响监测。

8.1.2 外部作业影响监测项目应根据表 8.1.2 进行选择。

表 8.1.2 外部作业影响监测项目

监测对象	监测项目	轨道交通结构监测等级			
		一级	二级	三级	四级
地下车站和区间、高架车站和区间、地面车站和区间、附属建（构）筑物	竖向位移	应测	应测	宜测	宜测
	水平位移	应测	应测	宜测	可测
	收敛	应测	应测	宜测	宜测
	变形缝张开量、裂缝	应测	宜测	宜测	可测
	隧道断面尺寸	应测	宜测	宜测	可测
	倾斜监测	应测	宜测	宜测	可测
	差异沉降	应测	宜测	宜测	可测
轨道交通控制保护区	地下水位	应测	应测	宜测	可测
	支护结构顶部水平位移	应测	应测	宜测	可测
	支护结构顶部竖向位移	应测	应测	宜测	可测
	岩、土体深层水平位移	应测	应测	宜测	可测
	支护结构应力	应测	应测	宜测	可测
	支护结构深层水平位移	应测	应测	宜测	可测
	地表竖向位移	应测	应测	宜测	可测
	巡视检查	应测	宜测	宜测	宜测

注：1 收敛适用于盾构法和矿山法隧道的区段，明挖法区段可视需要选测；

2 隧道断面尺寸监测应符合本规程附录 F 和附录 G 的规定。

8.1.3 采用多台仪器联合作业时，相邻仪器应能通视，监测项目的测量精度应满足本规程 3.0.3 的要求，控制网主要技术指标应符合本规程第 5 章的相关规定。

8.1.4 轨道交通控制保护区内的外部作业监测项目，其监测技术标准和精度要求应符合现行国家标准《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、《建筑变形测量规范》JGJ 8 的有关规定。

8.2 竖向位移监测

8.2.1 竖向位移监测宜采用精密水准测量，也可采用三角高程测量、静力水准测量、电子水平尺测量等方法。

8.2.2 地下车站竖向位移监测点的布设应符合下列规定：

1 地下车站主体监测点宜沿道床线路中线、结构侧墙、立柱布设，点间距 10m ~ 30m；

2 对于采取高等减振措施、特殊减振措施等结构区段，除在道床上布设监测点外，应在同一横断面对应的结构上布设一个监测点；

3 地下车站与区间结构的交接缝两侧应布设监测点，监测点距交接缝 0.9m ~ 1.0m；

4 沉降缝两侧、基础埋深相差悬殊处两侧应加密布设。

8.2.3 地下区间竖向位移监测点的布设应符合下列规定：

1 盾构法隧道宜在道床或管片上按每 6m ~ 12m 间距布设一个监测点，特殊情况下应加密布设；

2 矿山法隧道、明挖矩形隧道与明挖 U 型槽结构宜按每 10m ~ 30m 间距布设一个监测点；

3 采取高等减振措施、特殊减振措施的地段，除在道床上布设监测点外，应在同一横断面的行车方向右侧区间结构上布设监测点；

4 区间隧道与明挖结构、联络通道等结构差异处，应增设

竖向位移监测点。

8.2.4 高架车站和区间的竖向位移监测点布设应符合下列规定：

1 车站宜按沿线路方向道床上 30m ~ 50m 间距布设一个监测断面；

2 每个墩柱应布设不少于 1 个竖向位移监测点，宜布设于离地面 0.5m 左右高度的柱身上，上方有立尺空间；

3 每跨简支梁宜沿线路方向在两端部、跨中的道床上各设置一个竖向位移监测点，连续梁宜在 1/4 跨、3/4 跨处各增设一个竖向位移监测点；

4 采取高等减振措施、特殊减振措施的地段，除在道床上布设监测点外，应在同一横断面的箱梁中心线处结构上部增设竖向位移监测点。

8.2.5 地面车站和区间应沿线路方向在道床轨枕中间按照 10m ~ 30m 间距布设一个竖向位移监测点。

8.2.6 附属建（构）筑物的竖向位移监测点的布设应符合下列规定：

1 出入口监测点宜沿通道外墙两侧按间距 10m ~ 30m 布设，应在出入口与地下车站主体交接处两侧分别布设竖向位移监测点，监测点距交接处 0.9m ~ 1.0m；

2 区间竖井宜沿线路方向在中部及两端处各布设一个监测断面；

3 盾构法隧道的联络通道应在结构底板临近两侧隧道处各布设一个监测点；

4 风亭宜在四个角各布设一个监测点；

5 电梯井宜在井道壁外侧每边各布设一个监测点；

6 其他附属建（构）筑物可视现场条件布设监测点。

8.2.7 当采用水准测量时，各项技术要求应符合本规程 5.2 节的相关规定。

8.2.8 当采用三角高程测量时，应符合下列规定：

1 用测角标称精度不低于 $\pm 1''$ 、测距标称精度不低于 $\pm (1\text{mm} + 1 \times 10^{-6} \times D)$ 的全站仪观测；

2 观测目标需采用棱镜；

3 观测测回数至少一个测回。

8.2.9 采用静力水准测量时应符合下列规定：

1 静力水准测量的精度不宜低于 $\pm 0.2\text{mm}$ ；

2 静力水准线路一般由起算点、观测点、转接点组成，宜布设成附合水准线路，起算点应采用水准测量法定期联测；

3 施工作业投影区段范围内，盾构法隧道宜按 6m （5 环）间距、其他轨道交通结构宜按 $5\text{m} \sim 10\text{m}$ 间距布设观测点，投影区段范围外可适当放宽；

4 连通管式静力水准设备，同组中所有传感器安装标高差异的影响，不得消耗其量程的 20% ；连通管管路应平顺，管路内不应有气泡，每一监测点都应低于蓄液罐底部，且不超过 0.5m ；

5 静力水准测量系统应与水准测量进行互校，使用期间应定期维护，发现性能异常时应及时修复或更换。

8.2.10 采用电子水平尺测量时应符合下列规定：

1 电子水平尺传感器量程宜不小于 $\pm 40'$ ，分辨率宜不低于 $\pm 1''$ ，重复测量精度宜不低于 $\pm 3''$ ，可单支使用或多支串联使用；

2 多支电子水平尺串联安装构成“尺链”进行竖向位移测量时，应采用水准测量法定期联测“尺链”的起点与终点，根据水准测量成果修正各监测点变形测量成果；盾构法隧道内电子水平尺的长度宜与环宽匹配。

8.3 水平位移监测

8.3.1 水平位移监测点的布设应符合下列规定：

1 监测点宜与竖向位移监测点布设在同一断面上；

2 地下车站主体监测点宜沿线路中线布设，间距 10m ~ 30m；

3 地下区间盾构法隧道监测点宜按每 6m ~ 12m 间距布设；

4 矿山法隧道、明挖矩形隧道与明挖 U 型槽结构监测点宜按每 10m ~ 30m 间距布设；

5 高架车站和区间每个墩柱应布设 1 个监测点，宜布设于离地面 0.5m 左右高度的柱身上，监测点上方有足够的空间；

6 地面车站和区间监测点应沿线路方向在道床轨枕中间按照 10m ~ 30m 间距布设；

7 附属建（构）筑物的监测点宜在结构的中部或角点处；

8 特殊情况下应加密布设监测点。

8.3.2 观测点的测回数应根据观测精度要求、仪器的精度等级、测站至观测点的距离等因素综合确定。

8.3.3 水平位移测量可采用独立坐标系。

8.3.4 外业观测结束后，应检查闭合差、各测回边长较差等外业限差，对超限数据应及时重测。

8.3.5 水平位移测量的内业计算和成果应符合下列规定：

1 视准线法、小角度法、自由设站基准线法通过比较历次观测点与基准线的垂距计算水平位移量；

2 其他方法通过比较历次观测点的坐标计算水平位移量。

8.4 收敛监测

8.4.1 地下区间收敛监测宜采用固定测线法、收敛仪法、全断面扫描法、三维激光扫描法等方法。

8.4.2 监测断面宜按 6m ~ 12m 间距布设，并宜与其他测项设在同一断面上；外部作业项目位于隧道结构正上方或正下方时，宜加密布设。

8.4.3 当采用全站仪观测时，应符合下列规定：

1 固定测线两端宜采用固定棱镜或反射片等观测标志；

2 全站仪的测距标称精度不应低于 $\pm (1\text{mm} + 1 \times 10^{-6} \times D)$;

3 每次应正、倒镜观测一测回。

8.4.4 当采用手持测距仪观测时，应符合下列规定：

1 固定测线两端应分别设置对中线、瞄准点；

2 手持测距仪尾部应有对中装置，对中精度应优于 $\pm 2.0\text{mm}$ ；

3 观测时，每条测线应独立进行 3 次读数，互差不大于 $\pm 2\text{mm}$ 时取平均值作为本次观测成果。

8.4.5 采用全断面扫描法开展收敛监测时应符合本规程附录 F 的规定；采用三维激光扫描法开展收敛监测时应符合本规程附录 G 的规定。

8.5 倾斜监测

8.5.1 对高架墩柱、明挖区间或车站的侧墙等轨道交通结构宜开展倾斜监测；倾斜监测宜采用投点法、全站仪坐标法、差异沉降法等方法。

8.5.2 投点法可用于每个测站观测一个倾斜方向的偏移量。投点法观测应符合下列规定：

1 在结构的上、下部竖向对应设置观测标志；

2 测站点设置在倾斜方向的垂直方向线上，与观测点的距离宜为上、下部观测点高差的 1.5~2.0 倍；

3 采用经纬仪或全站仪观测，观测时在下部观测点安置水平尺，瞄准上部观测点后投影到水平尺上直接读取倾斜偏移量；观测时应正、倒镜各观测一次取平均值；

4 历次倾斜偏移量的变化值与上、下点高差的比值即为倾斜率变化值。当上、下观测标志的连线与结构的竖向轴线平行时，倾斜偏移量与高差的比值即为结构的倾斜率。

8.5.3 全站仪坐标法能在同一测站对监测对象在两个正交方向的倾斜偏移量进行观测。全站仪坐标法应符合下列规定：

1 在结构的上、下部竖向对应设置观测标志，观测标志宜为小棱镜或反射片，采用基于无合作目标测距技术时可为平整的其他标志；

2 测站点应设置在结构边线的延长线或结构边线的垂线上，与观测点的水平距离宜为上、下部观测点高差的 1.5~2.0 倍；

3 以测站点为原点、测站点至下部观测点连线为 X 轴正方向、Y 轴垂直于 X 轴、竖直方向为 Z 轴建立独立坐标系，X、Y 两个坐标分量的变化值分别为两个方向的倾斜偏移量；

4 历次观测应正、倒镜各观测一次取平均值；历次两正交方向的倾斜偏移量的变化值与上、下点高差的比值即分别为相应两个正交方向的倾斜变化率。当上、下点的连线与结构的竖向轴线平行时，倾斜偏移量与高差的比值即为结构的倾斜率。

8.5.4 当采用差异沉降法进行倾斜监测时，应在需要监测的倾斜方向上对应设置竖向位移监测点。竖向位移监测应符合本规程 8.2 节的相关规定，对应竖向位移监测点间距的丈量应取位至 0.01m，差异沉降量与距离的比值视为该连线方向的倾斜变化率。

8.5.5 倾斜监测成果应描述测量位置、倾斜方向、偏移量、倾斜率、倾斜率变化速率。

8.6 裂缝与接缝监测

8.6.1 裂缝监测应符合下列规定：

1 裂缝监测应确定裂缝分布的位置、走向、长度、宽度，也可测量裂缝深度；

2 应对需要观测的裂缝进行统一编号；

3 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等直接量测，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；

4 裂缝长度监测宜采用直接量测法；

- 5 裂缝深度监测宜采用超声波法、凿出法等；
 - 6 宜采用拍照的方法记录裂缝的形态；
 - 7 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；
 - 8 观测成果宜以展开图的方式描述裂缝的位置、走向、长度、宽度，注明裂缝编号及观测日期等；
- 8.6.2** 接缝测量应符合下列规定：
- 1 接缝测量应测定接缝宽度和错台变化情况；
 - 2 应对需要观测的接缝进行统一编号；
 - 3 可采用拍照的方法记录接缝宽度或错台形态；
 - 4 接缝宽度的观测精度应不低于 $\pm 0.5\text{mm}$ ；
 - 5 当要测定相邻结构的错台量时，应在错台最大处两侧布设对应的观测标志，观测精度不低于 $\pm 2.5\text{mm}$ ；
 - 6 观测成果应描述接缝的位置、宽度、错台量及其变化情况，注明接缝编号和观测日期等。
- 8.6.3** 当采用传感器自动监测时，应与人工监测数据比对，且数据的观测、传输、保存应可靠。

8.7 振动监测

- 8.7.1** 城市轨道交通控制保护区内对轨道交通结构有振动影响的活动时，宜开展振动监测。对城市轨道交通结构的振速不应超过 2.5cm/s ，对安装有精密设备的结构应满足精密设备的安全允许振速。
- 8.7.2** 振动监测系统应由传感器、数据采集仪及数据分析软件组成，传感器可采用垂直、水平单向传感器或三矢量一体传感器。
- 8.7.3** 振动监测传感器的安装应符合下列规定：
- 1 应使传感器的定位方向与所测量的振动方向一致；
 - 2 被测对象为混凝土或坚硬岩石时，宜采用环氧砂浆、环

氧树脂胶或其他高强度粘合剂将传感器固定，也可预埋固定螺栓，将传感器底面与预埋螺栓紧固相连；

3 被测对象为土体时，可将传感器直接埋入夯实土体中，并使传感器与土体紧密接触；

4 传感器安装好后应进行监测系统的测试。

8.8 监测控制值

8.8.1 盾构法或顶管法地下结构安全控制指标应符合表 8.8.1 的规定。

表 8.8.1 盾构法或顶管法地下结构安全控制指标

结构安全控制指标控制值	轨道交通结构安全状况			
	I类	II类	III类	IV类
水平位移 (mm)	<5	<8	<14	<20
竖向位移 (mm)	<5	<10	<15	<20
相对收敛 (mm)	<5	<8	<14	<20
车站与区间交接处差异沉降 (mm)	<5	<8	<12	<16
裂缝宽度 (mm)	≤0.1	≤0.1	≤0.2	≤0.2

注：沉管法结构地下结构安全控制指标可参照本表执行。

8.8.2 明挖法或暗挖法地下结构安全控制指标应符合表 8.8.2 的规定。

表 8.8.2 明挖法或暗挖法地下结构安全控制指标

结构安全控制指标控制值		轨道交通结构安全状况			
		I类	II类	III类	IV类
水平位移 (mm)		<5	<10	<15	<20
竖向位移 (mm)		<5	<10	<15	<20
相对收敛 (mm)		<5	<8	<14	<20
车站与附属结构交接处差异沉降 (mm)		<5	<8	<12	<16
裂缝宽度 (mm)	迎水面	≤0.1	≤0.1	≤0.2	≤0.2
	背水面	≤0.2	≤0.2	≤0.3	≤0.3

注：矿山法结构地下结构安全控制指标可参照本表执行。

8.8.3 高架及地面结构安全控制指标应符合表 8.8.3 的规定。

表 8.8.3 高架及地面结构安全控制指标

结构安全控制指标控制值		轨道交通结构安全状况			
		I类	II类	III类	IV类
水平位移 (mm)		<5	<10	<15	<20
竖向位移 (mm)	高架	<5	<10	<15	<20
	地面结构	<10	<15	<20	
车站与附属结构交接处差异沉降(mm)		<5	<8	<12	<16
相邻柱基沉降差 (mm)		$<0.0003L_b$	$<0.0005L_b$	$<0.001L_b$	$<0.0015L_b$
裂缝宽度 (mm)		≤0.2	≤0.2	≤0.3	≤0.3

注： L_b 为相邻柱基的中心距离 (mm)。

9 成果与信息反馈

9.0.1 现场调查与监测资料应符合下列规定：

- 1 外业记录和记事项目应真实完整；
- 2 任何原始记录都不得涂改、伪造、转抄；
- 3 采用电子方式记录的数据应完整储存在可靠的介质上；
- 4 记录中相关责任人的签字要齐全。

9.0.2 应及时对现场资料进行整理、分析，出现异常时，应分析原因，必要时进行复测。

9.0.3 监测项目的数据分析应结合施工工况、地质条件和环境条件以及相关监测数据的变化进行，预测其发展趋势，提出监测结论和建议。

9.0.4 成果应包括调查报告与监测报告。监测报告包括日报、阶段性报告、总结报告和警情快报。

9.0.5 成果资料应数据真实、内容完整、结论明确、签名齐全，加盖成果章，并及时向相关单位报送。

9.0.6 成果的信息反馈可利用工程监测信息化管理系统软件，实现数据收集、分析、查询和管理一体化及监测成果的可视化。

9.0.7 调查报告应包含下列内容：

- 1 项目概况：包括工程概况、项目来源、区间、里程、环号等信息；
- 2 调查人员和日期：包括参与调查的人员和起止日期；
- 3 调查技术依据和方法：采用的技术依据、仪器设备、技术要求、调查过程描述；
- 4 调查结果统计：列表简要统计各项调查成果；
- 5 各项目详细调查情况：区间、环号、位置、标记符号、

结果描述、测量数据、现场影像；

6 与历史资料的对比结果，列举缺陷的变化情况；

7 总结：汇总调查情况，对调查成果的说明。

9.0.8 监测日报应包括下列内容：

1 监测布点图，当日施工工况说明和影像；

2 现场巡查影像和相关记录等；

3 监测日期、天气情况、监测相关责任人员、仪器型号及编号；

4 各监测项目监测点的日变化量、累计变化量、变化速率、控制指标等，必要时绘制相关曲线；

5 对监测数据、现场巡视和巡查信息的分析与说明；

6 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；

7 监测结论与变形趋势分析及施工建议；

8 其他相关说明。

9.0.9 警情快报应包括下列内容：

1 警情发生的时间、地点、发生部位情况描述、严重程度；

2 监测布点图及施工工况；

3 现场处理与应急监测实施情况；

4 现场巡视信息，发生险情部位影像，文字描述记录等；

5 监测数据报表：各监测项目的累计变化量、平均变化速率值；

6 警情原因初步分析；

7 警情处理措施建议，后续跟踪监测。

9.0.10 阶段性监测报告（周报、月报）应包括下列内容：

1 监测布点图，本阶段施工工况说明和相关影像；

2 本阶段现场巡查影像和相关记录等；

3 本阶段监测起止日期、天气情况、监测相关责任人员、仪器型号及编号；

4 本阶段各监测项目累计变化量、变化速率、控制指标等，必要时绘制相关曲线；

5 对本阶段监测数据、现场巡视和巡查信息的分析与说明；

6 对本阶段达到或超过监测报警值的监测点应有报警标示；

7 本阶段监测结论与变形趋势分析及施工建议；

8 其他相关说明。

9.0.11 总结性监测报告应包括下列内容：

1 工程概况；

2 监测目的、监测项目和监测依据；

3 监测基准网的布设及检测；

4 监测点布设及初始状态采集；

5 监测数据采集仪器设备、技术方法及数据分析处理；

6 各监测项目控制值、报警值，监测频率；

7 现场巡查信息：巡查影像、记录等；

8 监测数据图表：监测值、累计变化值、时程曲线、必要的断面曲线、监测平面布点图等；

9 监测数据、巡视信息汇总分析与说明；

10 监测结论与建议。

附录 A 轨道交通控制保护区和安全保护等级

A.0.1 轨道交通控制保护区范围的划分应综合考虑工程地质和水文地质条件、轨道交通结构安全状况、外部作业影响程度等因素，并应符合表 A.0.1 的规定。

表 A.0.1 轨道交通控制保护区范围的划分

控制保护区计算基线	控制保护区范围
地下车站、隧道结构外边线外侧，每侧宽度	50m
高架车站和区间桥梁结构外侧（垂直投影线），地面车站及路基结构外侧，每侧宽度	30m
车辆段、出入口、通风亭、变电站等建筑物、构筑物结构外边线的外侧，每侧宽度	20m
过江、过河隧道结构外边线外侧，每侧宽度	100m

注：在特殊地质条件下或特殊的外部作业时，虽然外部作业所在地超过本表中轨道交通保护区范围，但事实上仍会对轨道交通结构产生影响的，保护区范围应扩大至该项目所在处。

A.0.2 外部作业的结构安全保护等级划分应符合表 A.0.2 的规定。

表 A.0.2 外部作业的结构安全保护等级划分

外部作业的轨道交通结构安全保护要求	安全保护等级
高	A
较高	B
一般	C

附录 B 外部作业影响等级和监测等级

B.0.1 外部作业影响等级的划分应符合表 B.0.1 的规定。

表 B.0.1 外部作业影响等级的划分

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

- 注：1 本表适用于围岩级别为Ⅳ、Ⅴ的情况；围岩级别为Ⅰ～Ⅲ的情况，表中的影响等级可降低一级；围岩级别为Ⅵ的软土地区，表中的影响等级应提高一级，特级时不再提高；
- 2 围岩级别应按现行国家标准《城市轨道交通岩土工程勘察规范》GB 50307中的有关规定确定；
- 3 当城市轨道交通既有结构所处地层为复杂的特殊工程地质条件或存在地质灾害的情况时，外部作业影响等级应结合类似工程经验综合确定，且不宜低于一级；
- 4 当城市轨道交通既有结构现状不佳时，还应结合结构现状调查成果综合确定。

B.0.2 轨道交通结构安全状况划分应符合表 B.0.2 的规定。

表 B.0.2 轨道交通结构安全状况划分

轨道交通结构安全状况	轨道交通结构变形或者结构损伤情况
I类	变形大或结构损伤严重
II类	变形较大或结构损伤较严重
III类	除I类、II类、IV类以外的情况
IV类	未铺轨运营、变形较小且结构性能良好

B.0.3 轨道交通结构监测等级划分为一级、二级、三级和四级，并应符合表 B.0.3 的规定。

表 B.0.3 轨道交通结构监测等级划分

外部作业影响等级 轨道交通结构安全状况	特级	一级	二级	三级	四级
I类	一级	一级	一级	一级	二级
II类	一级	一级	二级	二级	三级
III类	一级	一级	二级	三级	四级
IV类	一级	二级	三级	四级	四级

附录 C 调查与监测频率

C.1 运营前调查与监测频率

C.1.1 运营前调查与监测宜每 1 个月 ~ 3 个月 1 次，当线路结构变形较大或地基承受的荷载发生较大变化时，应增加频率。

C.1.2 结构存在缺陷或处在软土地基的区段可根据实际情况提高监测频率。

C.2 运营期调查与监测频率

C.2.1 运营期调查与监测频率不宜低于表 C.2.1 的规定。

表 C.2.1 运营期调查与监测频率

阶段	频率
试运行期间	1 次 / (1~2) 月
运营第 1 年内	1 次 / (3~4) 月
运营 1 年后	1 次 / (6~12) 月

C.2.2 盾构法与矿山法隧道宜每 2 年 ~ 3 年对全断面情况进行一次调查。

C.2.3 当轨道交通结构安全状况为 I 类、II 类时，应适当提高调查与监测频率。

C.2.4 当出现下列情形时，应提高现场调查与监测频率：

- 1 地铁保护区内新增施工作业或地面标高明显变化时；
- 2 监测数据异常或变化速率过大时；
- 3 对轨道交通结构进行注浆处理、钢环加固等整治时；
- 4 其他应提高调查与监测频率的情况。

C.3 外部作业影响调查与监测频率

C.3.1 在外部工程行为开展前，应对影响区内轨道交通结构进行开工前的初始调查；外部工程行为结束，监测数据已达到相应的停测标准后，应进行最终调查；若在外部工程实施期间，出现异常情况时，还应加密调查。

C.3.2 外部作业影响监测宜根据外部作业施工方法、施工进度、监测对象的现状、监测等级、水文和地质条件等情况和特点，并结合当地工程经验确定监测频率。

C.3.3 基坑工程施工期间外部作业影响监测频率应按表 C.3.3 的规定执行。

表 C.3.3 基坑工程施工期间外部作业影响监测频率表

监测等级 施工 阶段 监测项目	一级			二级			三级		
	围护施工阶段	土方开挖阶段	地下结构施工阶段	围护施工阶段	土方开挖阶段	地下结构施工阶段	围护施工阶段	土方开挖阶段	地下结构施工阶段
竖向位移	1次/天	(3~6) 次/天	(1~3) 次/天	1次/ (1~3) 天	(1~3) 次/天	1次/ (2~3) 天	1次/周	1次/ (3~7) 天	1次/周
水平位移									
收敛									
差异沉降									
外部监测项目复核	(1~2) 次/月	(2~3) 次/月	(1~2) 次/月	—	(1~2)次/月	—	—	1次/(1~2)月	
基准点联测	(1~2)次/月			1次/(2~3)月					

注：1 表中外部监测项目为本规程表 8.1.2 中所列轨道交通控制保护区监测项目；

2 基坑工程施工至 ± 0.00 以后，监测频率可视情况予以放宽。

C.3.4 邻近轨道交通结构的隧道及管道工程施工期间，工况划分宜按表 C.3.4-1 的规定确定；轨道交通结构监测的监测频率宜结合工程实际情况按表 C.3.4-2 的要求确定。

表 C.3.4-1 邻近轨道交通结构的隧道及管道工程施工期间工况划分表

工况	穿越前	穿越中	穿越后
相对净距	$>3D_b$	$\leq 3D_b$	$>3D_b$

注：1 相对净距指外部作业的结构外边线与城市轨道交通结构外边线的最小净距离；

2 D_b 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。

表 C.3.4-2 邻近轨道交通结构的隧道及管道工程施工期间外部作业影响监测频率表

监测等级	工况		
	穿越前	穿越中	穿越后
一级	(1~2) 次/天	实时	(1~2) 次/天
二级	1 次/ (1~2) 周	1 次/ (1~3) 天	(1~2) 次/1 周
三级	1 次/ (2~3) 周	1 次/ (1~2) 周	1 次/ (1~2) 周

C.3.5 上述 C.3.3、C.3.4 两条中未列及的外部作业，如注浆加固、道路施工、非地下连续墙的桩基施工等应根据施工风险确定监测频率。

C.3.6 当外部作业监测等级为四级时，各监测项目的监测频率可视情况在三级的基础上适当降低。

C.3.7 变形缝张开量、裂缝和隧道断面尺寸应在外部工程行为开展前，进行初始值采集；外部工程行为结束，监测数据已达到相应的停测标准后，应再次进行观测；若在外工程实施期间，出现异常情况时，还应加密观测。

C.3.8 当出现下列情形时，应及时分析原因，必要时提高现场巡查与监测频率：

1 监测数据达到报警值；

- 2 监测数据异常；
- 3 外部作业现场出现影响安全的突发事件；
- 4 巡查时发现结构（构件）存在异常情况时；
- 5 其他可能影响轨道交通结构安全的情况。

浙江省建设厅信息公开
浏览专用

附录 D 调查内容、标志符号和记录要求

D.0.1 调查内容、标志符号和记录要求宜符合表 D.0.1 的规定。

表 D.0.1 调查内容、标志符号和记录要求

内容	标志符号	表观描述	记录要求	
渗漏水	湿迹		水分蒸发速度快于渗水量，有潮湿感，但不明显浸湿纸张	曲线边界以实际湿迹分布范围确定，边界内以斜虚线填充
	渗水		表面沾有水分，能浸湿纸张	曲线边界以实际渗水分布范围确定，边界内以斜实线填充
	滴漏		持续滴水，较大时形成线流	数字为每分钟水滴次数；小于 1 滴/分钟时，记为“<1”；大于 60 滴/分钟时，记为“∞”
	渗泥砂		渗水同时夹带有泥砂	曲线边界以实际渗漏范围确定，边界内以点及小三角形填充
结构损伤	裂缝		表层混凝土开裂	以裂缝实际线型标记，宽度可测量时，在对应位置标记宽度数值
	缺角		结构端部混凝土缺失	用三角形将结构实际缺角位置包围
	缺损		结构纵缝两侧混凝土片状缺失	用交叉线标记于结构发生缺损的区域

续表 D.0.1

内容		标志符号	表观描述	记录要求
其他结构	管片错台	6	管片间在环面或纵向接触面内发生相对错动	直线与错台处接缝垂直并交叉，数字表示错台量，标记于错台处
	接缝张开	∧	封顶块纵缝两侧管片未密封，局部应力集中，出现倒 V 型孔隙	倒“V”形，标记于对应接缝张开处
	道床与结构脱开		道床与结构脱开，幅度较大，可插入硬卡片	标志记录于道床与结构的连接处
	螺栓与螺帽缺失		螺栓及螺帽有缺失	标记于实际缺失位置，螺栓缺失圆内填充，螺帽缺失圆外与六角内填充，二者均缺失则六角内全部填充

附录 E 监测报表

E.0.1 单圆通缝盾构隧道结构调查记录表可按表 E.0.1 执行。

表 E.0.1 单圆通缝盾构隧道结构调查记录表

线路	区间			上/下行	调查日期			
环号	___ D	B	L	F	L	B	D ___	备注
								井接头

调查人员： 校核人员： 监测单位： 第 ___ 页共 ___ 页

E. 0.2 单圆错缝盾构隧道结构调查记录表可按表 E. 0.2 执行。

表 E. 0.2 单圆错缝盾构隧道结构调查记录表

线路	区间				上/下行	调查日期		
环号	___ B	B	L	F	L		B ___	备注
								井接头

调查人员：

校核人员：

监测单位：

第 页共 页

E.0.3 运营期竖向位移监测成果表可按表 E.0.3 执行。

表 E.0.3 运营期竖向位移监测成果表

线路		区间					
初测日期	本次监测起止日期		XXXX 年 XX 月 XX 日 ~ XXXX 年 XX 月 XX 日				
仪器型号	仪器编号		检定/校准日期				
点号	里程	初始高程 (m)	上次高程 (m)	本次高程 (m)	本次变化值 (mm)	累计值 (mm)	备注

监测人员：

校核人员：

监测单位：

第 页共 页

E.0.4 运营期收敛监测成果表可按表 E.0.4 执行。

表 E.0.4 运营期收敛监测成果表

线路		区间					
初测日期		本次监测起止日期		XXXX 年 XX 月 XX 日 ~ XXXX 年 XX 月 XX 日			
仪器型号		仪器编号		检定/ 校准日期			
里程	环号	初始值 (m)	上次值 (m)	本次值 (m)	本次变化值 (mm)	累计值 (mm)	备注

监测人员： 校核人员： 监测单位： 第 页 共 页

E.0.5 外部作业影响监测成果分析评价表可按表 E.0.5 执行。

表 E.0.5 外部作业影响监测成果分析评价表

建设单位				监理单位				
线路及区间								
监测范围		上行里程：		下行里程：				
初次监测日期		本次监测日期				天气		
工况简述								
工况照片								
监测成果分析								
监测对象	监测项目	本次最大变化值/mm		累计最大变化值/mm		报警值		备注
		监测点号	变化值	监测点号	变化值	速率	累计值	
巡查情况								
评价及建议								

监测人员：

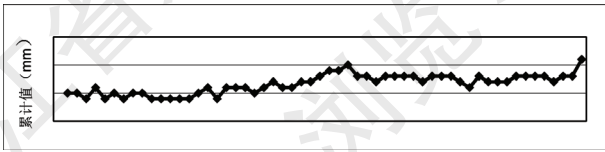
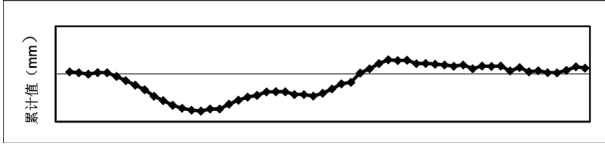
校核人员：

监测单位：

第 页共 页

E. 0.6 外部作业影响竖向位移监测日报表可按表 E. 0. 6 执行。

表 E. 0. 6 外部作业影响竖向位移监测日报表

建设单位					监理单位						
线路及区间											
监测范围				上行里程:				下行里程:			
仪器型号/编号			检定/校准日期			是否报警					
本次监测时间			上次监测时间			首次监测时间					
上行线						下行线					
监测点号	上次变化值/mm	本次变化值/mm	累计值/mm	里程	环号	监测点号	上次变化值/mm	本次变化值/mm	累计值/mm	里程	环号
上行线竖向位移累计值曲线图											
											
下行线竖向位移累计值曲线图											
											
备注:											

监测人员: 校核人员: 监测单位: 第 页共 页

E.0.7 外部作业影响道床差异沉降监测日报表可按表 E.0.7 执行。

表 E.0.7 外部作业影响道床差异沉降监测日报表

建设单位						监理单位					
线路及区间											
监测范围			上行里程：			下行里程：					
仪器型号/编号			检定/校准日期			是否报警					
本次监测时间			上次监测时间			首次监测时间					
上行线						下行线					
监测点号	上次变化值 /mm	本次变化值 /mm	累计值 /mm	里程	环号	监测点号	上次变化值 /mm	本次变化值 /mm	累计值 /mm	里程	环号
上行线道床差异沉降曲线图											
下行线道床差异沉降曲线图											
备注：											

监测人员：

校核人员：

监测单位：

第 页共 页

E.0.8 外部作业影响水平位移监测日报表可按表 E.0.8 执行。

表 E.0.8 外部作业影响水平位移监测日报表

建设单位								监理单位									
线路及区间																	
监测范围						上行里程:						下行里程:					
仪器型号/编号				检定/校准日期				是否报警									
本次监测时间				上次监测时间				首次监测时间									
上行线						下行线											
监测点号	上次变化值/mm	本次变化值/mm	累计值/mm	里程	环号	监测点号	上次变化值/mm	本次变化值/mm	累计值/mm	里程	环号						
上行线水平位移累计值曲线图																	
下行线水平位移累计值曲线图																	
备注:																	

监测人员: 校核人员: 监测单位: 第 页 共 页

E. 0.9 外部作业影响收敛监测日报表可按表 E. 0. 9 执行。

表 E. 0. 9 外部作业影响收敛监测日报表

建设单位					监理单位						
线路及区间											
监测范围					上行里程: 下行里程:						
仪器型号/编号			检定/校准日期			是否报警					
本次监测时间			上次监测时间			首次监测时间					
上行线					下行线						
监测点号	上次变化值 /mm	本次变化值 /mm	累计值 /mm	里程	环号	监测点号	上次变化值 /mm	本次变化值 /mm	累计值 /mm	里程	环号
上行线收敛曲线图											
下行线收敛曲线图											
备注:											

监测人员: 校核人员: 监测单位: 第 页共 页

E. 0. 10 外部作业影响阶段性监测报表可按表 E. 0. 10 执行。

表 E. 0. 10 外部作业影响阶段性监测报表

建设单位					监理单位				
线路及区间					监测时间 XXXX 年 XX 月 XX 日 ~ XXXX 年 XX 月 XX 日				
监测范围					上行里程： 下行里程：				
仪器型号/编号			检定/校准日期		是否报警				
上行线					下行线				
监测点号	上次累计值 /mm	本次累计值 /mm	上次变化值 /mm	本次变化值 (mm)	监测点号	上次累计值 /mm	本次累计值 /mm	上次变化值 /mm	本次变化值 (mm)
上行线累计值曲线图									
下行线累计值曲线图									
监测结论及建议：									

监测人员： 校核人员： 监测单位： 第 页共 页

附录 F 全断面扫描

- F.0.1** 全断面扫描适用于盾构隧道的全断面测量。
- F.0.2** 全断面扫描可观测地铁盾构管片的几何尺寸，为地铁安全评估及健康检测提供数据；也可检核由其他方法测量的隧道断面尺寸的正确性。
- F.0.3** 全断面扫描可采用具有无合作目标激光测距功能、马达驱动型全站仪，测角标称精度不应低于 $\pm 1''$ ，测距标称精度不应低于 $\pm (1\text{mm} + 1 \times 10^{-6} \times D)$ 。
- F.0.4** 观测断面应垂直于隧道中线，且位于每一环管片的中间部位，应避开设备箱、螺栓孔、管线支架等遮挡物以及管片类型编码等薄片类设备。
- F.0.5** 初次测量时应标识测站位置，宜在管片上标识对中线、定向点和检核点位置，三点水平投影应在同一直线上。测站点布设宜采用测钉，也可借用道床竖向位移监测点，标识与定向点相同。断面扫描关键点位置布设可参照图 F.0.5 所示。

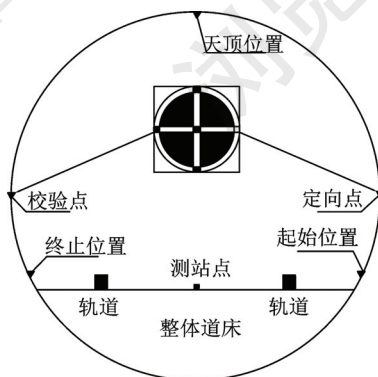


图 F.0.5 断面扫描关键点位置布设示意图

F.0.6 应先确定一个与隧道垂直的测量基准面，其方法宜符合下列要求：

1 量取两轨中心，宜在道床上做好标识，做为设站点，架设全站仪，对中整平；

2 激光点对准当前环管片，使垂直角处于 90° ，固定垂直度盘，采用连续测距功能微调水平度盘，找出仪器到管片的最短距离，将水平角置零；

3 在激光点处喷涂标识，视为定向点，然后固定水平度盘，旋转全站仪目镜至管片另一侧对称位置处，做好标识视为校验点。

F.0.7 全站仪全断面扫描现场测量宜符合下列要求：

1 依次照准断面测量的起始位置和终止位置，天顶位置可由仪器自动确定，如仪器照准的天顶位置刚好在接触网上，应手动调整全站仪垂直角，使其避开接触网，该三点确定了坐标系所在的面；

2 全站仪仪器参数设置宜符合下列要求：

1) 断面里程和环号；

2) 断面测量步距设置为 $150\text{mm} \sim 200\text{mm}$ ，如遮挡物较多，应在测量结束时进行加密测量，以获取更多的有效点；

3) 椭圆半径限差值宜设置为 1m ；

4) 坡度较大的区段应设置坡度值，使全断面与隧道轴线垂直。

3 宜采用全站仪软件自动采集数据，断面上每段线型的有效观测点数不应少于 5 点。

F.0.8 应结合隧道结构特点选用合适的数学处理模型，数据处理前应剔除异常点。

F.0.9 全断面扫描成果宜包括水平直径值在内的全断面变形数据和不同期数据的比较分析。

F.0.10 对其他测量方法检核时，两种方法所测隧道水平直径

差异量不宜大于 3mm，超过 3mm 时应核实。

F.0.11 全断面复测时，全站仪应架设在已布设的测站点上，用原有标识定向、检核，测量步长宜与初次测量保持一致。

F.0.12 成果报告宜采用表格和展开图的形式表达。

浙江省建设厅信息公开
浏览专用

附录 G 三维激光扫描

G.0.1 采用三维激光扫描法进行结构调查时，应符合下列规定：

- 1 点云分辨率应优于 5mm；
- 2 灰度影像的分辨率不宜低于 5mm，色差应满足缺陷识别的要求；
- 3 采用固定设站法时，应根据隧道的内径、激光扫描仪的性能，计算测站间距；
- 4 采用移动扫描法时，扫描螺旋线应垂直于结构中line，宜根据分辨率要求配置行进速度和扫描参数；
- 5 根据断面的几何特性宜选用合适的数学模型进行内业解算，影像宜采用投影展开图的形式；
- 6 影像图的里程定位精度应优于 50mm，盾构法隧道的影像图还应与拼装环关联。

G.0.2 采用三维激光扫描法进行收敛监测时，应符合下列规定：

- 1 应有精确的里程解算方法；
- 2 激光扫描仪在 25m 测程内的距离测量精度不应低于 2mm，采集速度不宜低于 100 万点/s；
- 3 外业采集的激光点云密度不宜低于 10mm；
- 4 数据处理时宜结合结构特点选用合适的数学处理模型，剔除激光点云中的异常点。数据处理成果宜包括水平直径值在内的全断面变形数据和数据的比较分析。盾构隧道的三维激光扫描宜根据结构特性，解算盾构隧道逐环椭圆度参数，计算拼装环错台情况；

5 采用固定测站扫描法时，宜根据隧道的内径、激光扫描仪的性能，计算测站间距；点云密度不宜低于 10mm；切片计算收敛测量时，切片应垂直于隧道轴线，里程定位精度不应低于 50mm；

6 采用移动扫描法时，扫描螺旋线应垂直于结构中线；宜根据分辨率要求配置行进速度和扫描参数，里程的定位精度不应低于 50mm，可采用里程计、惯导、里程标靶、RFID 标靶、匀速控制装置等方法提高里程方向的计算精度；

7 三维激光扫描作业期间宜采用常规方法监测收敛测量值的正确性，周期不宜大于 15 天。激光扫描测量值与常规方法测量值的较差的中误差不宜大于 4mm。三维激光扫描测量结果存在常数差时，可采用运营期监测的结果对其进行校正。

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 条文中指定应按其他有关标准、规范执行时，写法为“应按……执行”或“应符合……要求或规定”。非必须按所指定的标准、规范或其他规定执行时，写法为“可参照……”。

引用标准名录

- 《工程测量规范》 GB 50026
《地铁设计规范》 GB 50157
《城市轨道交通工程测量规范》 GB/T 50308
《建筑边坡工程技术规范》 GB 50330
《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
《国家一、二等水准测量规范》 GB/T 12897
《建筑变形测量规范》 JGJ 8
《建筑基坑支护技术规程》 JGJ 120
《城市轨道交通结构安全保护技术规范》 CJJ/T 202
《城市轨道交通结构安全保护技术规程》 DB33/T 1139