

团 体 标 准

T/CSGPC XXX-2025

城市轨道交通工程第三方监测技术规程

Technical code of practice for third-party monitoring of
urban rail transit

(征求意见稿)

(本稿完成时间：2026年9月28日)

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

中国测绘学会 发布

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 基本规定	2
4.1 基本要求	2
4.2 影响分区和监测范围	2
4.3 监测内容	2
4.4 监测等级和精度	3
4.5 监测周期和频率	4
4.6 安全与保密	6
5 工作流程	6
6 技术准备	7
6.1 资料收集及踏勘	7
6.2 监测方案编制	8
6.3 方案交底	8
7 监测实施	8
7.1 基准网检查和校核	8
7.2 监测点检查和验收	8
7.3 初始值采集	9
7.4 仪器监测	10
7.5 现场巡查	10
7.6 质量检查	11
8 监测分析及预警	12
8.1 监测成果分析	12
8.2 控制值确定	12
8.3 预警分级	12
8.4 预警发布及响应	13
8.5 预警消警	13
9 监测成果整理及提交	14
9.1 监测成果整理	14
9.2 监测成果提交	14
10 监测监督管理	15
10.1 监测技术交底	15
10.2 施工监测方案审查	15
10.3 日常监督管理	16
11 工后稳定性监测	16
12 证实方法	16
附录 A（资料性）方案编制内容要素表	18
附录 B（资料性）测点埋设验收记录表	21
附录 C（资料性）第三方监测成果质量检查记录表	22

附录 D（资料性）第三方监测巡查预警参考表	23
附录 E（资料性）施工监测监督检查要素表	32
参考文献	34

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国测绘学会提出并归口。

本文件起草单位：XXXXX。

本文件主要起草人：XXX。

引 言

随着我国城市化进程的加速，城市轨道交通已成为支撑都市高效运转的核心基础设施。轨道交通工程往往穿越人口密集区、复杂地质构造带及密集市政管线网络，施工可能引发支护结构变形、周边建筑沉降、管线破损等风险。在此背景下，第三方监测作为独立于施工、监理的专业技术手段，凭借其客观性、公正性与专业性，成为防控工程风险、保障建设质量的关键环节，其核心价值在于通过科学的监测体系与精准的数据反馈，实现对工程施工安全的动态管控。

当前，轨道交通第三方监测在实践中存在监测范围不明确、技术方法不统一、监测监督管理内容不完善等问题，需规范工作流程与技术要求。本规程基于现行国家及行业标准，总结多年工程实践经验，明确第三方监测的工作流程、监测内容、技术方法、质量控制、预警管理、成果反馈及施工监测管理等规范性要求，确保第三方监测工作的精准实施，为城市轨道交通工程的安全建设与运营提供技术保障，助力轨道交通事业高质量发展。

城市轨道交通工程第三方监测技术规程

1 范围

本文件确立了城市轨道交通工程第三方监测工作程序和总体要求，规定了技术准备、监测实施、预警分级与管理、监测成果分析与提交、施工监测管理、结构监测等内容，描述了对应的证实方法。

本文件适用于城市轨道交通新建、改建、扩建工程的第三方监测工作。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 6722 爆破安全规程

GB 50911 城市轨道交通工程监测技术规范

CH 1016-2008 测绘作业人员安全规范

CH/T 6007 城市轨道交通结构形变监测技术规范

T/CSGPC 84 城市轨道交通工程变形自动化监测系统技术规范

3 术语和定义

GB 50911 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

第三方监测 **third-party monitoring**

由建设单位委托独立于施工和监理单位之外的专业机构，对施工影响范围内的工程支护结构、周围岩土体和周边环境开展量测、巡查、预警等技术工作。

3.2

工程自身风险 **engineering risk**

因工程结构自身特点、地质条件复杂性或工程施工等可能导致工程安全受到影响的风险。

3.3

工程环境风险 **surroundings risk**

因工程施工可能导致周边环境安全性受到影响或发生破坏的风险。

3.4

监测频率 **frequency of monitoring**

一定时间内对监测点实施观测的次数。

3.5

仪器监测 **instrument monitoring**

布设专用仪器传感器，定量采集工程结构、岩土体物理量，分析其安全状态的监测方法。

3.6

现场巡查 site inspection

通过现场目视检查，定性核查工程结构、岩土体及周边环境表观病害与安全状况的监测方式。

3.7

综合预警 comprehensive early warning

结合仪器监测数据与现场巡查信息，综合研判工程风险等级并发布预警的工作。

3.8

工后稳定性监测 post-construction stability monitoring

土建结构施工完成后，至初期运营前，持续量测结构及岩土体变形变化，评估长期稳定状态的监测工作。

4 基本规定

4.1 基本要求

4.1.1 城市轨道交通工程建设中，建设单位应委托具备相应资质和能力的第三方单位在工程建设期间进行第三方监测工作。

4.1.2 第三方监测应基于合同，按批准后的方案与施工监测独立实施监测。

4.1.3 第三方监测工作量不宜少于施工监测工作量的 30%。监测工作应包括仪器监测与现场巡查、监测数据分析、预警和成果提交等方面。

4.1.4 第三方监测单位应对施工单位开展的施工监测相关工作实施监督管理。

4.1.5 工程出现应急情况，第三方监测应开展应急监测。

4.2 影响分区和监测范围

4.2.1 工程影响分区判定应参照 GB 50911 规定执行。根据工程特点、地质条件和工程施工对周围岩土体扰动和周边环境影响的程度及范围划分，可分为主要、次要和可能三个工程影响分区。

4.2.2 第三方监测范围应根据工程影响分区，结合基坑设计深度、隧道埋深和断面尺寸、桥梁体系、施工工法、支护结构形式、地质条件、周边环境条件和工程实际条件等综合确定。采用爆破施工的地下工程，应根据工程实际和周边环境情况通过爆破试验确定爆破振动的监测范围。

4.2.3 第三方监测对象应包括主要影响区的支护结构、周围岩土体和周边环境，次要影响区的周边环境。工程影响区内存在既有轨道交通设施、铁路、重要建（构）筑物、重要管线、重要桥梁与隧道、地表水体等风险等级较高的环境对象时，宜适当扩大监测范围，并应满足相应安全保护区管理要求。

4.3 监测内容

4.3.1 第三方监测内容应满足工程支护结构安全和周边环境保护要求，根据工程特点、施工方法和周边环境情况，选择合适的监测项目。

4.3.2 明挖法和盖挖法基坑工程第三方监测项目宜包括：支护桩（墙）和边坡顶部水平位移、支护桩（墙）和边坡顶部竖向位移、深层水平位移、立柱结构竖向位移、锚杆（索）拉力、竖井井壁支护结构净空收敛、地表沉降、地下水位。

4.3.3 盾构法和顶管法隧道工程第三方监测项目宜包括：管片或管节结构竖向位移、管片或管节结构净空收敛、地表沉降。

4.3.4 矿山法隧道工程监测第三方项目宜包括：初期支护结构拱顶沉降、初期支护结构底

板竖向位移、初期支护结构净空收敛、中柱结构竖向位移、地表沉降、地下水位。

4.3.5 冻结法联络通道工程监测项目宜包括：初期支护结构拱顶沉降、初期支护结构底板竖向位移、初期支护结构净空收敛、中柱结构竖向位移、地表沉降、隧道结构竖向位移、隧道结构净空收敛。

4.3.6 支架现浇法、悬臂施工法和预制安装法桥梁工程第三方监测项目宜包括：墩台竖向位移、墩台差异沉降、墩柱倾斜、梁体挠度、地表沉降。

4.3.7 周边环境第三方监测项目应根据影响分区选择，有特殊监测要求的周边环境对象，应由建设单位、产权（管养）单位及有关管理部门或单位共同确定。

a) 周边环境位于工程主要影响区时监测项目宜包括：建（构）筑物的竖向位移、倾斜（高层、高耸的）、裂缝，地下管线的竖向位移，城市道路、高速公路的路面及路基竖向位移、路面及路基裂缝、挡墙竖向位移、挡墙倾斜，桥梁的墩台竖向位移、墩台差异沉降、墩柱倾斜、裂缝，既有城市轨道交通地下结构的竖向位移、水平位移、净空收敛，既有铁路的竖向位移、水平位移、净空收敛、倾斜、裂缝，地表水体周边堤坝及水利设施的竖向位移、裂缝；

b) 周边环境位于工程次要影响区时监测项目宜包括：建（构）筑物的竖向位移，地下管线的竖向位移，桥梁的墩台竖向位移、墩台差异沉降、墩柱倾斜，既有城市轨道交通地下结构的竖向位移、水平位移、净空收敛，既有铁路的竖向位移、水平位移，地表水体周边堤坝及水利设施的竖向位移；

c) 采用爆破施工时，应对爆破振动影响范围内的高风险周边环境进行爆破振动监测。

4.4 监测等级和精度

4.4.1 工程监测等级判定应参照 GB 50911 规定执行。等级划分应分区域、分区段进行确定，宜根据工程的自身风险等级、周边环境风险等级、地质复杂程度等综合确定。

4.4.2 第三方监测应与施工监测单位进行同精度或高精度监测，主要监测精度要求应符合表 1 规定。

表 1 主要监测项目的精度要求

监测项目	精度类别	精度要求
水平位移监测	坐标中误差	±1.5mm
竖向位移监测	高程中误差	±0.5mm
收敛监测	测线长度中误差	±2.0mm
倾斜监测	倾斜率	±0.4‰
深层水平位移监测	仪器系统精度	±0.25mm/m
地下水位监测	量测精度	±10mm
裂缝监测	宽度量测精度	±0.1mm
应力监测	应力、应变计分辨率	0.2%满量程
水压力监测	水压力计分辨率	0.2%满量程
爆破振动	振速分辨率	0.01mm/s
注 1：本表的精度是结合当前主要实施方法确定的； 注 2：沉降监测点高程中误差：指的是监测点相对于邻近基准点或工作基点的高程中误差； 注 3：当采用全站仪自动化监测采集三维坐标时，竖向位移监测精度可参考水平位移监测精度执行； 注 4：坐标中误差及点位中误差：指的是监测点相对于邻近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 $\sqrt{2}/2$ 倍。		

4.5 监测周期和频率

4.5.1 第三方监测应根据合同内容及要求对工程支护结构的关键部位及重要周边环境等进行监测，应遵循关键工序、关键过程、关键节点、关键部位的原则开展监测工作，监测周期应从支护结构施工前开始，至工程主体结构完成后。

4.5.2 第三方监测频率应满足工程需要并能够反映监测对象变化过程的要求，宜采用测点全覆盖、施工监测频率 30%的原则进行监测。

4.5.3 第三方监测现场巡查频率不应低于仪器监测的频率，在关键工况、特殊天气等情况时应增加巡查次数，并应做好巡查记录。

4.5.4 当遇到下列情况时，应提高监测频率：

- a) 监测数据异常或变化速率较大且持续发展；
- b) 发现影响工程安全的异常，如勘察未发现的不良地质条件、支护结构异常等；
- c) 周边环境对象发生较大沉降、不均匀沉降；
- d) 工程出现异常；
- e) 工程险情或事故后重新组织施工；
- f) 邻近工程施工、超载、震动等周边环境条件发生较大改变；
- g) 出现其他影响工程自身结构及周边环境安全的异常情况。

4.5.5 当周边环境对象的产权、管养单位对监测频率有特殊要求时，应按照相关要求执行。

4.5.6 监测工作应根据施工进度和数据情况，分阶段、分项目停止监测：

- a) 基坑工程地下结构施工完成且肥槽回填完成后，可停止支护结构的监测工作；
- b) 盾构法工程完成贯通后，可停止管片结构监测；顶管法工程顶后处理完成后，可停止管节结构监测；
- c) 矿山法工程二次衬砌施工后，可停止初期支护结构的监测工作；
- b) 支护结构监测结束后，周边环境变形趋于稳定时，可结束周边环境监测；
- e) 满足设计要求结束监测工作的条件。

4.5.7 建（构）筑物沉降达到稳定状态可由沉降量与时间关系曲线判定。当最后 100d 的最大沉降速率小于 0.01mm/d~0.04mm/d 时，可认为已达到稳定状态。对具体沉降观测项目，最大沉降速率的取值宜结合当地地基土的压缩性能来确定。道路、地下管线等其他周边环境的变形稳定标准宜根据地方经验或评估结果确定。

4.5.8 明挖法和盖挖法基坑工程施工中支护结构、周围岩土体和周边环境的第三方监测频率宜按表 2 确定。

表 2 明挖法和盖挖法基坑工程第三方监测频率

施工工况		基坑设计深度（m）		
		≤10	10~20	>20
基坑开挖深度（m）	≤5	1 次/7d	1 次/7d	1 次/7d
	5~10	2 次/7d	2 次/7d	2 次/7d
	10~20	—	（2 次~3 次）/7d	（2 次~3 次）/7d
	>20	—	—	3 次/7d
底板浇筑后时	≤7	2 次/7d	2 次/7d	2 次/7d
	7~28	1 次/7d	1 次/7d	1 次/7d

间 (d)	>28	1 次/ (15d~30d)	1 次/ (15d~30d)	1 次/ (15d~30d)
注 1: 基坑工程开挖前的监测频率应根据工程实际和周边环境保护需要确定; 注 2: 底板浇筑后可根据监测数据变化情况调整监测频率; 注 3: 竖井井壁净空收敛监测第三方监测频率, 在竖井及井壁支护结构施工期间至竖井井壁支护结构整体完成后 7d 后宜为 (2 次~3 次) /7d, 经数据分析确认井壁净空收敛达到稳定后可 1 次/30d; 注 4: 坑底隆起 (回弹) 监测次数不应少于 3 次, 并应在基坑开挖之前、基坑开挖完成后, 浇筑基础混凝土之前各进行 1 次监测。				

4.5.9 盾构法隧道工程施工中隧道管片结构、周围岩土体和周边环境的第三方监测频率宜按表 3 确定。

表 3 盾构法隧道工程第三方监测频率

监测部位	监测对象	开挖面至监测点或监测断面的距离	监测频率
开挖面前方	周围岩土体和周边环境	$L \leq 8D$	(2 次~3 次) /7d
开挖面后方	周围岩土体和周边环境	$L \leq 8D$	(2 次~3 次) /7d
		$L > 8D$	1 次/ (1 月~3 月)
	管片结构	$L \leq 8D$	1 次/7d
		$L > 8D$	1 次/ (1 月~3 月)

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

注 2: 管片结构监测点宜在衬砌环脱出盾尾且能通视时进行监测;

注 3: 监测数据趋于稳定后, 监测频率宜为 1 次/3 月。

4.5.10 顶管法隧道工程施工中管节结构、周围岩土体和周边环境的第三方监测频率宜按表 4 确定。

表 4 顶管法隧道工程第三方监测频率

监测部位	监测对象	开挖面至监测点或监测断面的距离	监测频率
开挖面前方	周围岩土体和周边环境	$L \leq 10D$	(2 次~3 次) /7d
开挖面后方	管节结构、周围岩土体和周边环境	$L \leq 10D$	(2 次~3 次) /7d
		$L > 10D$	1 次/ (7d~15d)
注 1: D—顶管法工程开挖直径 (m), L—开挖面至监测点或监测断面的水平距离 (m);			
注 2: 监测数据趋于稳定后, 监测频率宜为 1 次/ (1 月~3 月)。			

4.5.11 矿山法隧道工程施工中隧道初期支护结构、周围岩土体和周边环境的第三方监测频率宜按表 5 确定。

表 5 矿山法隧道工程第三方监测频率

监测部位	监测对象	开挖面至监测点或监测断面的距离	监测频率
------	------	-----------------	------

开挖面前方	周围岩土体和周边环境	$L \leq 5B$	(2次~3次)/7d
开挖面后方	初期支护结构、周围岩土体和周边环境	$L \leq 5B$	(2次~3次)/7d
		$L > 5B$	1次/(1月~3月)
注1: B—矿山法隧道或导洞开挖宽度 (m), L—开挖面至监测点或监测断面的水平距离 (m);			
注2: 监测数据趋于稳定后, 监测频率宜为 1 次/3 月。			

4.5.12 冻结法联络通道工程施工期间的第三方监测频率宜按表6确定。

表6 冻结法联络通道工程第三方监测频率

施工阶段		监测对象	监测频率
钻孔期间		周围岩土体、周边环境（含成型隧道）	（1次～2次）/7d
积极冻结期间			1次/7d
开挖期间		周围岩土体、周边环境（含成型隧道）、 联络通道初期支护结构	2次/7d
融沉注浆期间	前1～3个月	周围岩土体、周边环境（含成型隧道）、 联络通道结构	1次/7d
	第4～5个月		1次/15d
	第6个月		1次/30d
注：融沉注浆期间，监测数据趋于稳定后，监测频率宜为1次（1月～3月）。			

4.5.13 支架现浇法、悬臂施工法和预制安装法桥梁工程施工中第三方监测频率宜按表7确定。

表7 支架现浇法、悬臂施工法和预制安装法桥梁工程第三方监测频率

监测对象	监测频率
下部结构	1 宜在基础完工后开始观测; 2 墩台、塔节段施工前后宜各监测1次; 3 上部荷载增加前后各监测1次。
上部结构	1 宜在梁体浇筑或安装完成后开始观测; 2 预应力张拉前后应各监测1次; 3 桥面铺装前后各监测1次; 4 轨道铺设前后各监测1次; 5 上部设备安装完成后应监测1次。
注: 工后阶段监测频率宜为1次(1月~3月), 监测数据趋于稳定后可适当调整监测频率。	

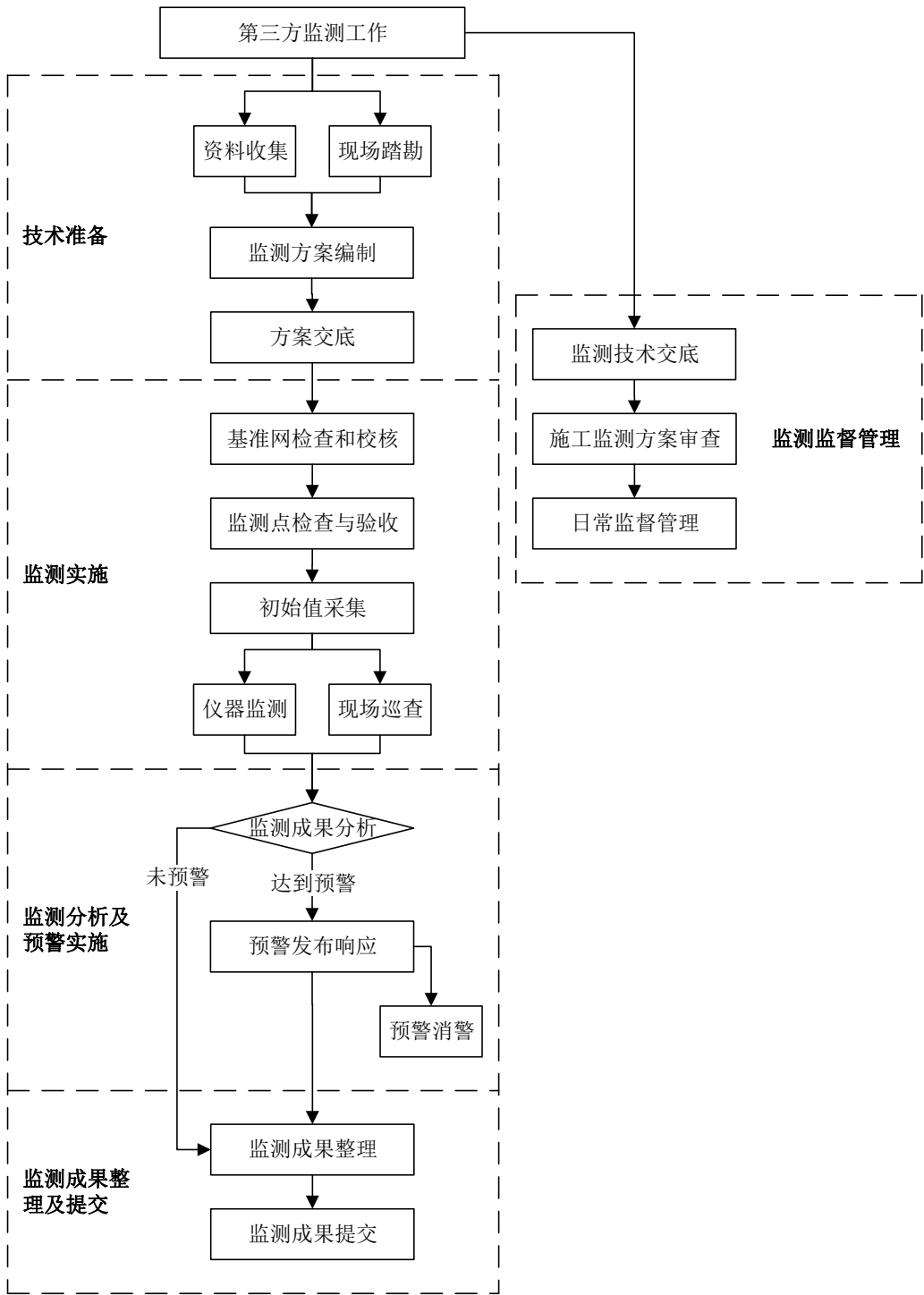
4.6 安全与保密

4.6.1 作业安全应按 CH/T 1016 规定执行。

4.6.2 数据保密应按国家相关规定执行。

5 工作流程

第三方监测工作包括技术准备、监测实施、监测分析及预警、监测成果整理及提交、监测监督管理等。



6 技术准备

6.1 资料收集及踏勘

- 6.1.1 第三方监测实施前应进行工程相关资料收集，资料包括工程勘察报告、水文气象资料、设计图纸、周边环境调查报告、安全风险评估报告、施工方案、建设单位管理办法等。
- 6.1.2 第三方监测应在监测方案编制前进行现场踏勘与调查，核实环境对象与工程位置关系及场地周边环境条件的变化情况，对象包括周边建（构）筑物、地下管线、高速公路与城市道路、既有轨道交通、水系等。

6.2 监测方案编制

- 6.2.1 第三方监测应独立于施工监测编制监测方案，宜在项目前期编制总体监测方案，实施过程应根据工程进度编制各工点的专项监测方案。
- 6.2.2 方案编制要素应包括工程概况、监测依据、监测内容及要求、监测实施、现场巡查、监测人员及仪器设备、监测信息反馈、监测预报警、监测实施保证措施、施工监测的监督与管理、第三方监测应急预案等。方案编制内容要素可参照附录 A 编制。
- 6.2.3 方案应经项目负责人、技术负责人审核，单位技术负责人审定，并报建设单位审查后，组织专项论证，按论证意见修改并报建设单位备案后实施。
- 6.2.4 当工程发生重大变更且影响监测实施时，应进行方案调整。

6.3 方案交底

- 6.3.1 第三方监测在监测现场实施前应进行监测方案交底。
- 6.3.2 方案交底应由项目负责人或技术负责人组织开展，交底对象应包括项目组所有人员。
- 6.3.3 应对主要风险源、监测内容及要求、频率及周期、控制值、预警及响应流程、应急预案等重点内容进行交底。
- 6.3.4 若方案发生调整时，应对调整的内容进行补充交底。

7 监测实施

7.1 基准网检查和校核

- 7.1.1 第三方监测基准网应与施工监测采用相同的基准网，首次测量前应对基准网埋设位置、数量、稳定性、观测条件等进行检查和校核。具体要求如下：

a) 基准网宜包括基准点和工作基点，基准点布设位置应设置在工程监测范围以外稳固、易保存的位置，工作基点应选在比较稳定且方便使用的位置，设立在施工影响区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；

b) 基准网应满足对应观测方法所具备的观测条件，基准网宜一次性成网且利于网形扩展。

- 7.1.2 基准网首期观测应在基准点埋设完成且稳定之后，对应监测项目初始值采集前完成，编制基准网建网报告。应定期检查基准点点位、网形观测条件并定期复测和分析基准网的稳定性，编制基准网复测报告。工作基点每次使用前应检核其稳定性。

- 7.1.3 水平位移监测基准网可采用三角形网、导线网、卫星定位测量控制网等形式。

- 7.1.4 垂直位移监测基准网可采用几何水准测量、电磁波测距三角高程测量、静力水准测量等方法。采用几何水准测量、电磁波测距三角高程测量时，应布设成闭合、附和或结点网。垂直位移监测基准网宜与施工测量高程控制网建立联系。

- 7.1.5 水平位移监测基准网、垂直位移监测基准网的测量技术要求应按 GB 50308 规定执行。

7.2 监测点检查和验收

- 7.2.1 第三方监测应在监测点埋设前对元器件完好性进行检查，形成检查记录。宜对隐蔽

监测点埋设过程进行旁站监督。

7.2.2 第三方监测应在监测点埋设完成且稳定后、初始值采集前对监测点进行逐点检查和验收，并形成验收记录表。验收记录宜包括验收时间、验收人员、布设方法、布设位置、点位数量、点位标识和保护措施等，测点埋设验收记录表可参考附录 B。

7.2.3 第三方监测应针对检查和验收过程中发现的不合格项提出整改意见并进行重新验收。

7.2.4 第三方监测应定期检查监测设施设备的完好情况、保护情况和观测条件。

7.3 初始值采集

7.3.1 监测项目初始值应在点位验收合格后、相关施工工序开始前测定，初始值采集时间可参考表 8。

表 8 初始值采集时间表

施工工 法	监测对象		初始值采集完成时间
明挖法 和盖挖 法基坑 工程	支护结 构	支护桩（墙）、边坡、立 柱结构	基坑开挖前
		支撑轴力	第一道支撑于基坑开挖前；后续各道支撑在支撑架设 完毕、处于受力状态且下一层土方开挖前。 ①混凝土支撑：混凝土浇筑完成，强度满足设计要求； ②钢支撑：钢支撑架设后，预加轴力施工完成。
	周围岩 土体	地表沉降	支护结构施工前
		地下水位	施工降水前
	周边环境		施工降水、岩土体注浆加固、支护结构等施工之前
盾构法 隧道工 程	管片结构		管片脱出盾尾且能通视时
	周围岩土体		掌子面前方 8D
	周边环境		掌子面前方 8D 且岩土体注浆加固等施工前；冻结施工 （含钻孔）前
顶管法 隧道工 程	管片结构		管节安装完成后且能通视时
	周围岩土体		掌子面前方 10D
	周边环境		掌子面前方 10D 且岩土体注浆加固等施工前；冻结施 工（含钻孔）前
矿山法 隧道工 程	支护结构		初期支护结构施工完成
	周围岩土体		掌子面前方 5B
	周边环境		掌子面前方 5B 且施工降水、岩土体注浆加固等施工前
冻结法 联络通 道	联络通道初期支护结构		初期支护结构施工完成
	周围岩土体		冻结施工（含钻孔）前
	周边环境（含成型隧道）		冻结施工（含钻孔）前

施工工 法	监测对象	初始值采集完成时间
注：D—盾构法隧道开挖直径（m），B—矿山法隧道或导洞开挖宽度（m）。		

7.3.2 初始值采集应至少连续独立进行 2 次观测，独立观测的高程值较差不应大于高程中误差的 $2\sqrt{2}$ 倍，独立观测的点位坐标分量较差不应大于点位中误差的 2 倍，满足精度要求后取其平均值作为初始值。

7.3.3 第三方监测与施工监测初始值应进行对比分析，并形成初始值对比记录。

7.4 仪器监测

7.4.1 第三方监测应根据监测项目和监测特点，选用合适、科学的监测方法和数据处理方式。仪器监测可采用人工监测或自动化监测，应急监测时宜选用自动化监测，自动化监测实施技术要求应按 T/CSGPC 84 规定执行。

7.4.2 第三方监测仪器设备应按国家现行有关标准进行检验校正。仪器精度指标应满足监测要求，宜定期进行自检，软件应通过测试。

7.4.3 针对同一监测项目，现场监测作业宜固定监测人员，使用同一监测仪器和设备，在基本相同的时段和环境条件下，采用相同的监测方法和监测路线开展监测作业。

7.4.4 水平位移监测可采用极坐标法、交会法、边角测量、导线测量、基准线法、投点法、卫星定位测量、位移计测量等方法。

7.4.5 竖向位移监测可采用几何水准测量、电磁波测距三角高程测量、静力水准测量等方法。

7.4.6 收敛监测可采用收敛计测量、全站仪测量、激光测距等方法。

7.4.7 倾斜监测可采用投点法、激光铅直仪法、垂线法、倾斜仪法、差异沉降法等方法。

7.4.8 深层水平位移监测宜预埋测斜管，采用测斜仪观测各深度处的水平位移。监测时，宜自下而上以 0.5m 或 1.0m 间距逐段正、反两次测量，并取其平均值作为最终测量值。深层水平位移计算时可采用测斜管的顶部或底部作为固定起算点。

7.4.9 地下水位监测宜通过钻孔埋设水位观测管，水位管孔口高程宜采用竖向位移监测方法进行测定，水位至孔口的深度采用测绳、水位计等进行量测。

7.4.10 裂缝监测包括宽度、长度、深度监测，具体方法如下：

a) 宽度监测宜采用裂缝观测仪进行测读，或采用游标卡尺直接量测法、摄影量测等方法监测；

b) 长度监测宜采用直接量测法；

c) 深度监测宜采用超声波法、凿出法等。

7.4.11 应力监测宜在结构内部或表面安装应力计或应变计进行量测，同时记录环境温度、施工工况等影响因素。混凝土支撑在浇筑过程中预埋钢筋应力计或混凝土应变计，钢支撑在支撑端部或中部安装轴力计。

7.4.12 孔隙水压力监测宜通过钻孔埋设孔隙水压力计，埋设深度应根据监测目的、岩土体分层情况及地下水分布确定。

7.4.13 各监测项目实施技术要求应按 GB50911 规定执行。爆破振速监测应按 GB672 规定执行。

7.5 现场巡查

7.5.1 现场巡查可采用人工、无人机、远程视频监控等方法。人工巡查时宜辅助以量尺、锤、放大镜、照相机、摄像机等器具。无人机巡查宜采用规划航点自动飞行、实时回传照

片的方式。远程视频监控应能实现监视、录像、回放、备份、报警及网络浏览等。

7.5.2 巡查前应做好工作安排，熟悉施工设计要求、施工现场情况。宜安排专人按规划好的巡查路线进行巡查。

7.5.3 巡查范围宜包括所有的监测对象和工程施工有关的其他对象，巡查内容宜包括正在施工工点施工工况、工程支护结构安全状况、周边环境的安全状况、周边邻近施工情况、基准点和监测点等监测设施设备的保护情况等。

7.5.4 巡查人员应将观测到的有关信息和现场工况采用填表、拍照或摄像等方式进行记录，及时整理巡查信息。

7.5.5 巡查信息应与监测数据进行对照分析，发现异常或险情时应及时反馈。

7.6 质量检查

7.6.1 第三方监测应建立质量检查制度，检查过程应填写记录，第三方监测成果质量检查记录表可参照附录 C。

7.6.2 第三方监测成果，应根据质量检查结果评定质量等级，质量等级应分为优、良、合格和不合格四级，当成果出现下列问题之一时，判定为质量不合格：

- a) 基准点的数量及标志不符合规范要求；
- b) 监测点的数量及布设不符合方案要求；
- c) 观测成果精度不符合规范要求；
- d) 伪造数据。

7.6.3 对初始值成果报告，应检查下列主要内容：

- a) 基准点、监测点的布设位置图，点位验收记录；
- b) 仪器设备的检验校正资料；
- c) 外业观测记录和内业计算资料；
- d) 基准网建立成果和监测点初始值对比记录；
- e) 与项目有关的其他资料。

7.6.4 对日常监测成果报告，应检查下列主要内容：

- a) 仪器设备的检验校正资料；
- b) 外业观测记录和内业计算资料；
- c) 基准点稳定性检核成果；
- d) 当期监测覆盖范围、监测频率、监测成果表和曲线图；
- e) 与项目有关的其他资料。

7.6.5 对阶段性报告和总结报告，应检查下列主要内容：

- a) 基准点、监测点的布设位置图；
- b) 仪器设备的检验校正资料；
- c) 外业观测记录和内业计算资料；
- d) 监测成果表和曲线图；
- e) 监测成果分析和结论；
- f) 与项目有关的其他资料。

7.6.6 总结报告完成质量检查后应编写质量检查报告。质量检查报告宜包括检查工作概况、项目成果概况、检查依据、检查内容及方法、主要质量问题及处理情况、质量统计及质量等级等内容。

7.6.7 当质量检查中发现不符合项时，应立即提出处理意见，由项目组进行纠正，纠正后的成果应重新进行质量检查，直至符合要求。

8 监测分析及预警

8.1 监测成果分析

8.1.1 取得现场监测资料后，应及时对监测资料进行整理、分析和校对，监测数据出现异常时，应分析原因，必要时应进行现场复核。

8.1.2 在外业数据采集完成后应及时提交监测成果，监测出现异常或巡查发现影响工程安全的情况，应立即反馈。

8.1.3 应及时计算监测数据的累计变化值、变化速率值，绘制时程曲线，必要时绘制断面曲线图、等值线图，并根据施工工况、地质条件和环境条件分析监测数据的变化原因和变化规律，预测其发展趋势。

8.1.4 应结合同一监测断面的不同监测项目，或对相邻监测断面的同一监测项目进行综合分析，掌握监测对象的变化情况，判断各监测项目指标是否处于安全可控范围。

8.1.5 宜采用作图分析法、统计分析法、对比分析法、建模分析法等对监测数据进行变形的几何分析和物理解释；当利用变形量与变形因子关系模型进行变形趋势预报时，应给出预报结果的误差范围及适用条件。

8.2 控制值确定

8.2.1 监测项目控制值应按监测项目的性质分为变形监测控制值和力学监测控制值，变形监测控制值应包括变形监测数据的累计变化值和变化速率值；力学监测控制值宜包括力学监测数据的最大值和最小值。

8.2.2 周边环境（周边建构筑物、管线、道路等）控制值应考虑其原有沉降或变形值。

8.2.3 监测控制值的确定应符合 GB 50911、工程设计文件及工程评估报告等有关规定。

8.3 预警分级

8.3.1 预警可以分为监测预警、巡查预警及综合预警。

8.3.2 监测预警分级标准可按表 9、表 10 确定。

表 9 变形监测项目预警分级标准

预警等级	预警标准
黄色预警	“双控”指标（累计变化量、变化速率）均达到控制指标值的 70%，或“双控”指标之一达到控制指标值的 85%。
橙色预警	“双控”指标均达到控制指标值的 85%，或“双控”指标之一达到控制指标值
红色预警	“双控”指标均达到控制指标值，或累计变化量达到两倍以上控制指标值，或变化速率连续三期同向达到控制指标值

表 10 力学监测项目预警分级标准

预警等级	预警标准
黄色预警	控制指标值的 70%
橙色预警	控制指标值的 85%

预警等级	预警标准
红色预警	控制指标值的 100%

8.3.3 巡查预警分级标准按严重程度由小到大分为三级：黄色巡查预警、橙色巡查预警和红色巡查预警，巡查预警参考表可参照附录 D。

8.3.4 综合预警判定：

a) 综合预警应根据工程对象的较高风险程度及危险征兆，并结合同一工程对象监测预警、巡查预警的等级、数量及分布范围等进行综合分析判定；

b) 工程风险状态及危险征兆可依据现场巡查、监测预警综合判定；当监测预警或巡查预警未同时满足表 11 判定条件，但现场判定工程风险不可控或出现危险征兆时，仍应发布综合预警，预警等级由预警分析会各方综合确定；

c) 当监测预警、巡查预警数量较多且分布范围较广时，预警等级可上调一级；

d) 综合预警按严重程度由小到大分为黄色、橙色、红色三级，等级判定按表 11 执行。

表 11 综合预警判定条件参考表

综合预警 等级	判定条件		
	监测预警	巡查预警	风险状态评价
黄色	橙色	黄色	通过监测数据和现场巡查综合风险分析，后续施工可能存在较大影响
橙色	橙色或红色	橙色	通过监测数据和现场巡查综合风险分析，后续施工存在较大隐患，若不及时处置可能引发安全事故
红色	橙色或红色	红色	现场已存在险情征兆，通过监测数据和现场巡查综合风险分析，后续施工存在重大隐患，若不及时处置极易引发安全事故

8.4 预警发布及响应

8.4.1 工程项目经本规程 8.3 条款判定进入预警状态后，须第一时间签发预警。预警通知单需列明预警相关内容，内容包含监测数据、预警部位、施工进度、现场情况、初步原因分析及处置建议。

8.4.2 应根据预警分析会上制定的监测频率、监测项目，对预警部位开展加密监测工作，分析变形情况，研判发展趋势并及时报送。

8.4.3 当工程出现险情时，应按照监测应急预案成立应急监测小组，针对险情本体及周边影响区开展专项监测，并按相关要求报送应急监测成果。应急监测过程中除利用常规设备以外，必要时可采用自动化监测设备进行实时、自动化的监测，及时掌握被监测对象的变形发展情况。

8.5 预警消警

8.5.1 当工程风险解除且预警满足消警条件时，可进行预警消警。

8.5.2 监测预警消警应具备以下条件：

a) 预警点监测数据趋于稳定；

b) 监测数据变化已不影响工程自身及周边环境安全，且后期无显著受力转换及监测数

据大幅变化可能：

c) 满足预警分析会议议定的消警要求。

8.5.3 巡查预警、综合预警消警应具备以下条件：

a) 导致发布预警的风险因素已妥善处置；

b) 工程自身及周边环境处于安全状态；

c) 满足预警分析会议议定的消警要求。

9 监测成果整理及提交

9.1 监测成果整理

9.1.1 现场监测资料宜包括外业观测记录、电子数据资料、现场巡查记录等。

9.1.2 现场监测资料的整理应符合下列规定：

a) 外业观测记录应真实完整，现场直接记录在观测记录表中；任何原始记录不得涂改、伪造和转抄；

b) 电子数据资料应完整存储在可靠的介质上；

c) 现场巡查记录应有相应的工况描述；

d) 现场监测资料应使用正式的监测记录表格，并经相关责任人签字。

9.1.3 观测记录、计算资料、数据分析、模型构建、预警研判等工作宜依托监测信息化管理平台开展，实现数据采集、处理、分析、检索、管控一体化及监测成果可视化展示。平台宜包含以下功能：

a) 支持各类监测原始数据、观测数据、计算成果的导入、分类存储与管理；

b) 可接入各类传感器、监测设备，接收、存储实时监测数据流；

c) 可完成各期观测数据的完整性、合理性检核与预处理；

d) 可实现监测基准网、变形监测网平差解算以及基准点稳定性分析；

e) 依托变形量-影响因子关联模型，完成监测点变化统计分析与变形趋势预判；

f) 具备数据查询、编辑、上传、下载、共享能力，可实现监测信息定向推送；

g) 自动生成各类变形成果图表，支持监测成果三维可视化展示；

h) 可根据不同风险类型、风险级别建立预警及报警处置预案；

i) 具有用户管理、数据与信息管理和系统安全管理等功能。

9.2 监测成果提交

9.2.1 现场监测完成后，应及时整理和分析监测信息，并进行信息报送。监测成果资料应完整、清晰、签字齐全，监测成果应包括现场监测资料、计算分析资料、图表、曲线、文字报告等。

9.2.2 监测报告可分为单期报告、阶段性报告和总结报告。监测报告内的所有内容应真实、准确、完整，应采用文字、表格、图形、照片等形式进行表述。监测报告宜包括下列内容：

a) 单期报告：

1) 工程施工概况及进度；

2) 现场巡查信息：巡查记录表、巡查照片等；

3) 监测项目单期报表：仪器型号、监测日期与观测时间、天气情况、监测项目的累计变化值、单次变化量、变化速率值、控制值、监测点位置、监测点平面布置图、对监测项目的正常或异常的判断性结论等；

4) 对达到或超过监测预警值的监测点应有预警标示，并有对预警情况的分析与建议；

- 5) 监测数据、现场巡查信息的分析与说明;
 - 6) 结论与建议。
 - b) 阶段性报告
 - 1) 工程概况及施工进度;
 - 2) 现场巡查信息: 巡查记录表、巡查照片等;
 - 3) 监测数据图表: 仪器型号、监测日期与观测时间、天气情况、监测项目的累计变化值、单次变化量、变化速率值、控制值、监测点位置、监测点平面布置图;
 - 4) 各项监测数据、巡查信息的分析与说明;
 - 5) 结论与建议。
 - c) 总结报告
 - 1) 工程概况;
 - 2) 监测目的、监测项目和监测依据;
 - 3) 监测点布设;
 - 4) 采用的仪器型号、规格和元器件标定资料;
 - 5) 监测数据采集和观测方法;
 - 6) 监测周期及频率;
 - 7) 监测项目的预警控制值及预警分级标准;
 - 8) 现场巡查信息: 巡查照片、记录等;
 - 9) 监测数据图表: 监测值、累计变化值、变化速率值、时程曲线、必要的断面曲线图、等值线图、监测点平面位置图等;
 - 10) 监测数据、巡查信息的分析与说明;
 - 11) 结论与建议。
- 9.2.3 监测单期报告、阶段性报告和总结报告应按规定的格式和内容, 及时向相关单位报送。

10 监测监督管理

10.1 监测技术交底

10.1.1 在工程开始前, 应对施工单位、施工监测单位进行全面监测技术交底。

10.1.2 监测技术交底内容应包括:

- a) 资质要求;
- b) 人员配置要求;
- c) 仪器设备配备及日常维护与检定要求;
- d) 施工监测方案编制要点与报审流程;
- b) 监测点布设、保护及修复要求;
- d) 过程监测与现场巡查要求;
- e) 信息反馈与预警流程;
- f) 日常监督与检查内容。

10.1.3 在国家标准、行业标准、部级文件、省市级管理规定、建设单位管理办法等监测依据文件发生重大变更并影响项目实施时, 应进行针对性技术交底。

10.1.4 针对工程关键节点、特殊施工工法、特殊工点应进行专项技术交底。

10.2 施工监测方案审查

10.2.1 在专家论证前应对施工监测方案进行审查, 并出具审查意见。

10.2.2 施工监测方案审查内容应包含：

- a) 对工程地质条件、周边环境条件的分析是否恰当，风险源的辨识是否完整；
- b) 监测依据是否完整；
- c) 监测范围、监测等级、监测对象及项目是否满足工程监测的需求；
- d) 基准点、监测点的布设方法与保护措施是否有效，监测布点图是否齐全；
- e) 监测方法、精度、周期频率是否满足工程监测的需求；
- f) 监测控制值、预警等级和标准是否明确；
- g) 监测数据采集和分析及处理的方法是否有效、信息反馈制度是否快捷有效、仪器设备和元器件及人员配备是否满足工程需求；
- h) 质量管理、安全管理及其他管理制度是否齐全有效。

10.3 日常监督管理

10.3.1 应对施工监测工作进行日常监督管理，宜按季度开展施工监测专项监督检查。

10.3.2 在日常监测工作过程中应定期对施工监测单位资质、项目负责人和技术负责人资格、监测人员和仪器配置进行审查。

10.3.3 应会同监理单位对施工监测单位基准点、监测点、监测元器件埋设进行检查和验收，验收监测点布设数量、位置、保护措施及监测点标识等，形成检查验收记录。

10.3.4 应定期巡查基准点、监测点、监测元器件的完好状况、保护情况。

10.3.5 应对施工监测的监测方法、观测线路、原始观测数据、数据处理及成果报告进行检查，审查施工监测数据的及时性与真实性。

10.3.6 应监督施工监测单位监测数据、巡查数据信息的反馈情况。

10.3.7 施工监测监督检查要素可参照附录 E。

11 工后稳定性监测

11.1 车站、区间土建结构施工完成后，至初期运营前宜持续对其结构进行监测，监测内容包括竖向位移监测和隧道净空收敛监测。

11.2 第三方监测应向施工、监理单位就监测点样式、埋设方法和监测技术要求进行技术交底，结构监测宜满足后续运营期结构变形监测的要求。

11.3 第三方监测应对结构监测点布设进行过程监督和验收。

11.4 结构监测宜满足 CH/T 6007 规定的相关要求。

11.5 结构监测频率要求如下：

- a) 宜 2~3 个月监测 1 次，当变形异常时，应加密监测频率；
- b) 线路结构存在病害或处在软土地基等区段时，宜根据实际情况适当提高监测频率；
- c) 复杂地质条件下的监测区段，监测频率应适当加密。

11.6 线路开通初期运营前，宜将工后稳定性监测成果移交至运营管理部门。

12 证实方法

12.1 第三方监测数据的证实应以形成检查记录和文档报告为主要方式，证实活动应贯穿于数据建设和管理的全过程。

12.2 技术准备以现场踏勘记录、交底单进行证实。

12.3 技术设计应通过技术设计书评审进行证实。

12.4 监测数据成果应通过形成的数据成果报告、数据字典、元数据记录等方式进行证实。

12.5 数据整理过程应形成处理日志或总结报告，记录整理时间、地点、内容、完成人员数据的备份和归档应列出清单，并履行签字。

12.6 施工监测管理应通过技术交底单、方案审查表、施工报验单、检查记录等方式进行证实。

附录 A

(资料性)

方案编制内容要素表

方案编制内容要素表见表 A.1。

表 A.1 方案编制内容要素表

要素类别	要素项目	要素内容要求
工程概况	工点概况	阐明工点位置、结构设计概况、施工工法等。
	工程地质及水文地质条件	描述工点工程地质和水文地质条件、工程结构所在地层情况、承压水分布情况等。
	工程周边环境	详细描述工程施工影响范围内涉及的所有地上和地下建筑物、构筑物（桥涵、暗渠、河堤等）和地下管线的结构特征、基础型式、埋设方式等。
	工程主要风险源	制定工程自身风险、周边环境风险清单及对应等级，并制定相应应对措施。
监测依据	依据文件	明确监测工作开展所依据的国家标准、行业标准、部级文件、省市级管理规定、建设单位管理办法、设计文件、施工方案等。
监测目的、意义及工作内容	监测目的	描述开展第三方监测目的，可分为验证施工监测数据、为建设单位风险管控提供支持、加强工程安全质量管理、验证工程设计和施工方案、积累区域性监测资料等。
	监测意义	描述开展第三方监测意义，可分为验证设计指导施工、保障建设单位和相关社会利益、建立完整的预报警体系、分析总结区域性经验等。
	工作内容	可包含从项目部组建、监测方案编制、现场踏勘、协助建设单位进行监测管理、参加工程例会、建立监测体系、开展监测工作、成果提交及信息反馈等。
监测内容及要求	监测范围	判定工程影响分区、确定工程监测范围。
	监测等级	判定工程自身风险、周边环境风险及地质条件复杂程度，确定工程监测等级。
	监测项目	结合工程设计文件、相关规范、风险源辨识情况确定监测项目。
	监测频率和周期	阐明不同施工阶段每个监测对象的监测频率、重大风险源单独制定监测频率、明确监测频率提高和恢复的条件；监测周期除了规范要求之外，须满足监测合同及工程所在地主管单位的要求。
	监测控制值	与监测项目一一对应，明确每个监测对象的监测控制值，其中支撑轴力监测点应明确每个点的控制值。
监测实施	监测基准网布设与测量	结合工程特点，明确监测基准网的布设、测量方法、精度指标、稳定性分析方法及不稳定基准点的处理方法等。
	监测项目实施	确定水平位移类、竖向位移类、深层水平位移类、支撑轴力类、净空收敛

要素类别	要素项目	要素内容要求
		类、建构筑物倾斜、地下水位等项目的点位布设要求、布设方法、监测方法及数据处理方法等。
	监测点保护与修复	明确施工单位、施工监测单位应采取的监测点保护措施及发生监测点损坏后的修复措施。
现场巡查	巡查监测的目的与意义	阐明巡查监测的重要性意义和预期达到的目的。
	巡查监测的计划	可包含巡查前的准备、巡查的范围、巡查人员安排、巡查路线的选择、巡查的时间和频次等。
	巡查监测内容	根据规范、设计文件、工程特点制定有针对性的巡查监测内容。
监测人员及仪器设备	监测人员	明确工程监测需要投入的人员数量、资质等。
	仪器设备	明确工程监测需要投入的仪器设备、精度指标等。
监测信息反馈	信息反馈流程	制定各种状态下监测信息反馈的具体流程。
	正常状态下的信息反馈	明确监测信息反馈格式及要求、反馈时限要求等。
	异常状态下的信息反馈	明确异常信息的反馈时限、对象、数据分析及建议等。
	监测成果提交	明确监测日报表、阶段性报表、总结报告等成果的提交要求。
监测预警	监测预警	可分为监测数据预警、巡查预警及监测与巡查的综合预警；详细制定预警分级标准及触发条件。
	预警流程及响应	制定相应等级的预警流程、响应流程。
	消警流程	制定相应等级的消警条件、消警流程。
监测实施保证措施	质量保证措施	明确质量管理目标，建立质量保证体系，可包含制定监测过程的质量保证措施、人员素质保证措施、仪器及元器件保证措施、环境因素的质量保证措施、质量提高的保证措施、项目管理的保证措施等。
	技术保证措施	建立监测技术保证机构及制度，可包含资料收集和现场踏勘、编制监测方案、方案的校核审批、监测方案的评审、监测点埋设验收及现场监测、数据分析及报表编制等技术保证环节。
	职业健康安全保证措施	建立职业健康安全保证制度，包含安全生产责任制和安全技术交底制度；明确职业健康安全保证措施；制定应急抢险状态下的人身安全管理措施。
	环境保证措施	建立环境保证制度，明确环境保证措施。
施工监测	技术交底	可包含工程开始前的技术交底、过程中典型问题的技术交底、工程关键节

要素类别	要素项目	要素内容要求
的监督与管理		点的技术交底等。
	资质和仪器设备审查	可包含单位资质、人员资质和数量、仪器精度和数量及检定、监测元器件的审查。
	监测方案审查	审查方案内容是否完整、监测项目是否满足要求、监测点布设是否合理、监测实施依据是否完整等，同时出具书面整改意见。
	监测点埋设的监督 and 验收	会同监理单位对施工方监测点埋设进行技术指导和检查验收。包括监测项目、监测点数量、埋设方法位置、监测点保护措施及现场标识等。
	初始值比对	审查施工监测单位多次采集的初始值较差是否符合要求；比对双方采集的初始值较差是否符合要求。
	其他	施工监测日常内外业检查和指导、数据分析和验证、信息反馈审查等。
第三方监测应急预案	应急预案启动	明确指定应急预案启动的触发条件。
	应急监测组织机构	建立应急监测组织机构，明确配备的人员和仪器设备。
	应急监测措施	明确应急监测过程中采取的监测措施、人员应急措施等。
	应急监测反馈	建立高效可行的应急监测信息反馈制度。
	应急监测终止	明确应急监测终止的触发条件。
附件	可附监测布点图、地质断面图、重大风险源专项布点图、周边环境与工程位置关系图等。	

附 录 B

（资料性）

测点埋设验收记录表

测点埋设验收记录表见表 B.1。

表 B.1 测点埋设验收记录表

工程名称			
监测点号		监测项目	
埋设部位		埋设时间	
埋设说明： 说明测点埋设方法、位置（间距）、工艺、保护措施、与方案不符的变更说明等。如：钢筋计布置在支撑长度的 1/3 部位，避开节点位置。监测截面对称布设四个钢筋应力计。			
现场图片/点位示意图：			
验收意见： 手工填写，是否合格，或其他需说明的事项			
埋设人员：	施工监测负责人：	施工单位：	
监理单位：	第三方监测单位：	日期：	

附 录 C

（资料性）

第三方监测成果质量检查记录表

第三方监测成果质量检查记录表见表 C.1。

表 C.1 第三方监测成果质量检查记录表

编号：

NO.：

项目编号：

项目名称：

项目负责：

类别：☐一级检查 ☐二级检查

外检：☐有 ☐无

类别	检查内容	问题内容	错漏类型	扣分	修改情况	复查
数据采集	仪器设备（是否检定）					
	监测基准点（是否完好、是否进行复测、有无建立使用台账）					
	监测项目（测项是否齐全、监测范围是否满足要求、监测频率是否满足要求）					
	现场巡查（范围、频率、内容是否满足要求，存在问题是否及时反馈，如：测点异常、渗漏水、裂缝、路面隆凹、冒浆等）					
数据处理与报告编制	数据整理计算（原始观测记录、计算过程）					
	成果报告编制（封面信息、工程进度描述、巡查信息、报告结论、附表数据等）					
成果提交与归档	数据归档（原始数据、成果报告、现场巡查信息、预警单）					
质量等级： ☐ 优 ☐ 良 ☐ 合格 ☐ 不合格						
检查者： 检查日期： 处理人： 处理日期：						

附 录 D

（资料性）

第三方监测巡查预警参考表

D.1 明挖法和盖挖法基坑工程预警巡查预警参考表见表 D.1。

表 D.1 明挖法和盖挖法基坑工程巡查预警参考表

巡查内容		巡查状况描述	预警标准		
			黄色 预警	橙色 预警	红色 预警
开挖面土质情况及支护结构体系	土层性质及稳定性状况	小范围土体塌落，局部影响围护体系发挥，但不影响稳定	▲		
		较大范围土体塌落，影响围护体系的稳定		▲	
		支撑或锚杆周围出现土体塌落范围大，严重影响围护体系的稳定			▲
		因土层因素导致围护结构变形，或锚杆、土钉握裹力不足，或土体自稳能力降低等，影响设计、规范要求的安全系数	▲		
		受土层因素影响，引发桩、锚杆、土钉钻进及成孔困难，对施工工艺的适应性产生不利影响，无法满足既定的设计功能要求		▲	
	支护体系开裂、变形变化情况	阳角、明暗挖结合处等安全风险突出的关键部位，支护结构与背侧土体出现分离，分离范围暂无增大特征	▲		
		其他部位支护与背后土出现分离，且分离范围具有进一步增大的特征	▲		
		施工造成冠梁、腰梁、面层等围护结构变形开裂，暂无增大特征	▲		
		阳角、明暗挖结合处等安全风险突出的关键部位，支护结构与背侧土体出现分离，分离范围具有进一步增大的特征		▲	
		施工造成冠梁、腰梁、面层等围护结构变形开裂，开裂范围具有进一步增大的特征		▲	
		支撑目视可见变形、移位		▲	
		锚头滑脱或损坏		▲	
		施工造成冠梁、腰梁、面层等围护结构变形严重开裂，且开裂范围具有进一步增大的特征			▲
		支撑明显扭曲变形			▲

巡查内容		巡查状况描述	预警标准		
			黄色 预警	橙色 预警	红色 预警
	支护体系 施工质量 缺陷	支撑安装与补强、围檩焊接或螺栓连接未满足相关规定	▲		
		土钉施工未满足设计及规范要求	▲		
		一般安全风险部位出现断桩、严重夹泥	▲		
		阳角、明暗挖结合处等安全风险突出的关键部位出现断桩、严重夹泥			▲
	支护体系 施作及时 性情况	支撑（或锚杆、土钉）施作不及时	▲		
地下水控制及渗漏水情况	地下水控制效果	地下水位降幅难以调控，影响施工安全性	▲		
		降水系统设计或运行能力不足	▲		
		抽水持续涌砂，临近地面发生明显沉降			▲
	开挖面及围护结构 渗漏水情况	局部小股涌水，开挖面、围护结构无变形迹象	▲		
		局部小股涌水，开挖面、围护结构存在变形，但情况暂时稳定		▲	
		多处小股或某处大股涌水涌砂，或因涌水涌砂导致临近地面局部塌陷			▲
		多处小股或某处大股涌水，开挖面、围护结构严重变形，影响稳定性，且有进一步发展情形			▲
施工工艺	开挖面坡度	开挖面较大范围坡面坡度偏离设计要求，超出设计坡度 10%~30%	▲		
		开挖面坡面坡度超出设计的其他情况	▲		
		开挖面不满足设计要求，出现直坡、逆坡现象，或较大范围坡面坡度偏离设计要求，超出设计坡度 30%以上		▲	
	基坑开挖面暴露时间	开挖面暴露时长过大，局部土体产生剥落及开裂现象	▲		
		开挖面暴露时长过大，支护结构发生较大变形	▲		
		开挖面暴露时长过大，局部土体产生剥落及开裂现象，支护结构发生较大变形		▲	
	施工工序	施工工序与施工组织设计要求不符	▲		
		施工工序与施工组织设计要求不符，导致土体或支护体系出现较大位移		▲	
		施工工序与施工组织设计要求不符，影响工程和周边环境的安全性		▲	

巡查内容		巡查状况描述	预警标准		
			黄色 预警	橙色 预警	红色 预警
	超挖	围护结构侧局部超挖量大于 1m，其余区域大范围超挖深度超过 1m	▲		
		围护结构侧大范围超挖深度超过 1m，支护结构与周边土体稳定受到一定程度影响		▲	
基坑周边环境	基坑影响区域内荷载情况	基坑强影响区外荷载超设计值，围护受力变化明显，支护体系受不利影响	▲		
		基坑强影响区荷载超设计值，围护受力变化明显，支护体系受不利影响		▲	
	地表积水	基坑显著影响区内存在大面积积水，地表硬化及截排水系统不完善，引发地表水下渗，降低安全系数	▲		
		基坑强烈影响区内存在大面积积水，地表硬化及截排水系统不完善，引发地表水下渗、冲刷或掏空，或引起支护结构受力变化，严重降低安全系数		▲	

D.2 矿山法隧道工程巡查预警参考表见表 D.2。

表 D.2 矿山法隧道工程巡查预警参考表

巡查内容		巡查状况描述	预警标准		
			黄色 预警	橙色 预警	红色 预警
开挖面土质情况及支护结构体系	土层性质及稳定性状况	工作面出现掉块、落岩现象，且无明显诱因产生扬尘，或拱顶少量漏砂		▲	
		局部冒顶塌方、掌子面或边墙发生土体坍塌			▲
	支护体系开裂、变形变化情况	喷射混凝土面层和土体界面分离，产生剥离破损	▲		
		临时支撑脱开		▲	
		初期支护结构出现扭曲变形			▲
		拱部支护脱落			▲
		喷射混凝土面层出现裂缝，且裂缝有扩大趋势			▲
	支护体系施工质量缺陷	临时支撑安装、螺栓连接、焊接、挂网、连接筋焊接、喷混凝土不符合规定	▲		
		临时支撑拆除时机过早，后续工序未能及时跟进实施	▲		
		钢拱架安装、喷混凝土不满足要求	▲		

巡查内容		巡查状况描述	预警标准		
			黄色 预警	橙色 预警	红色 预警
		锁脚锚管规格尺寸、施作等不满足要求	▲		
		背后注浆施作质量不满足要求	▲		
		超前支护施作不满足施工组织要求	▲		
		临时支撑一次拆除范围超过一倍洞径，且后续工序未及时进行		▲	
	支护体系 施作及时性情况	初期支护施作滞后，未能及时封闭成环	▲		
		锁脚锚管施工不及时	▲		
		拱架螺栓连接处（局部超挖）没有及时回填注浆		▲	
		临时支撑安装不及时		▲	
		联络通道施工与正洞交叉处未及时进行超前支护		▲	
		超前支护施作不及时			▲
	支护体系 拱背回填情况	拱背回填材料不满足要求	▲		
		衬砌背后未进行回填，形成空洞			▲
地下水控制及渗漏水情况	地下水控制效果	地下水位降幅难以调控，影响施工安全性	▲		
		降水系统设计或运行能力不足	▲		
		抽水持续涌砂，临近地面发生明显沉降			▲
	工作面渗漏水情况	工作面渗水，渗水量 10~25L/（min.10m）	▲		
		工作面小股涌水，渗水量 25~125L/（min.10m）		▲	
		工作面大股涌水，且含砂			▲
施工工艺	开挖进尺	开挖进尺超出施工组织设计要求，多台阶开挖工况下超挖量达 1~1.5 倍洞径	▲		
		多台阶开挖工况下各部工作面距离不满足要求	▲		
		核心土的尺寸不符合规定	▲		
	工序	施工工序不满足施工组织设计要求	▲		
		特大断面工序安排不合理，或者漏序	▲		
		特大断面施工顺序不正确，由于群洞施工影响，引起围岩变形过大		▲	
		特大断面复杂工法工序转换中，不平衡力产生过大变形			▲
	超挖	径向超挖超过规定（5cm），且未采取措施	▲		

D.3 盾构法隧道工程巡查预警参考表见表 D.3。

表 D.3 盾构法隧道工程巡查预警参考表

巡查内容	巡查状况描述	预警标准		
		黄色 预警	橙色 预警	红色 预警
较结密封 情况	渗水～滴水（包括滴水的颜色等）	▲		
	滴水（水质混沌，含沙或泥）～小股流水/流沙（泥）		▲	
	严重漏水、涌沙或涌泥			▲
管片破损 情况	一般破损（管片表面出现裂纹、裂纹较浅，仅伤及管片部分保护层，对隧道安全影响较小，今后修复即可）	▲		
	较严重破损（管片出现裂缝，裂缝有一定宽度，穿过保护层厚度；或管片大面积掉块、内部钢筋裸露等；对隧道安全影响较大，需要立即修复）		▲	
	严重破损（管片出现贯通的裂缝，对隧道安全影响严重，立刻停工组织专业人员抢修）			▲
管片错台 情况	5mm～10mm	▲		
	10mm～15mm		▲	
	>15mm			▲
管片间渗 漏水/沙/ 泥等情况	渗水～滴水（包括滴水颜色等）	▲		
	滴水（水质混沌，含沙或泥）～小股流水/流沙（泥）		▲	
	流水、涌泥或涌沙			▲
盾尾漏浆 情况	一般流浆	▲		
	浆液喷出（喷出长度<0.5m）		▲	
	浆液剧烈喷出（喷出长度>0.5m）			▲
橡胶止水 条的位移 情况	橡胶止水条错位或扭曲，位移小于其宽度的一半	▲		
	橡胶止水条错位或扭曲，位移大于其宽度的一半		▲	
	橡胶止水条错位或扭曲，且大面积损坏、完全脱离管片			▲

D.4 支架现浇法、悬臂施工法和预制安装法桥梁工程巡查预警参考表见表 D.4。

表 D.4 支架现浇法、悬臂施工法和预制安装法桥梁工程巡查预警参考表

巡查类别	巡查检查内容	预警标准		
		黄色 预警	橙色 预警	红色 预警
地面基础	立杆、移动模架的基础承载力不满足方案要求	▲		
支撑系统	立杆间距、步距等架体布设参数与方案不符	▲		
或桥墩立	支架与外架、防护架、作业平台连接	▲		
模	立模钢模板、连接螺栓型号与方案不符	▲		

	未按说明书规定组装，存在漏装杆件和锁件	▲		
移动模架 或挂篮	移动模架或挂篮安装前未对重点部位焊缝进行无损探伤检测，或对明显缺陷未采取处理措施	▲		
	未委托第三方检测机构对移动模架和挂篮进行检测，或检测不合格未采取有效处理措施	▲		
	移动模架拼装作业，支腿、主梁、横联未及时连接	▲		
	移动模架过孔前未对受力构件、油路、电路、行走系统进行专项检查	▲		
	挂篮拼装未对称进行，构件未及时稳固连为一体	▲		
	挂篮移动前未检验梁体及孔道压浆体强度，或未检查走行、吊挂、模板系统，或未对称移位	▲		
	挂篮移动到位后未及时锚固，或前吊杆、后锚杆的锚固力未调试均匀，或吊杆、锚杆变形，前端限位装置未设置牢固	▲		
施工荷载	加压和卸压未按方案进行	▲		
	模板上堆料不均匀	▲		
	桥梁混凝土现浇前未按方案要求进行预压		▲	
	模板上施工荷载超过规定		▲	
	混凝土浇筑速度超过施工方案限值		▲	
支拆模板	2米以上高处作业无可靠立足点	▲		
	移动模架拆除时未设缆风绳及临时支撑	▲		
	多层结构施工中，板、梁作为上层结构支架基础时，上层结构混凝土未达到规定强度，板、梁的支撑提前拆除		▲	
	混凝土强度未达规定值提前拆模		▲	
安全带	高处作业未系安全带	▲		
临边防护	（工作面、上下通道、基坑、沟、槽、竖井、桥梁、屋面、建筑阳台、楼板、站台等部位）临边无防护栏杆	▲		
索具	索具采用编结连接时，编结部分的长度不符合规范要求	▲		
	索具采用绳夹连接时，绳夹的规格、数量及绳夹间距不符合规范要求	▲		
	索具安全系数不符合规范要求	▲		
	吊索规格不匹配或机械性能不符合设计要求	▲		
操作控制	起重机吊运构件（设备）前未进行试吊	▲		
	转向操作不当，一侧回转未停稳时进行反向动作	▲		
	设备报警后，司机未及时采取措施	▲		
	起重机主、副钩同时作业	▲		
	行走道路不坚实平整，重物距离地面高度大于 500mm	▲		
	履带吊带物行走，载荷超过允许起重量的 50%时，设备未正位且进行	▲		

	回转锁定			
	吊运重物起升和下降速度不平稳、均匀，进行突然制动		▲	
	在满负荷或近满负荷时，降落臂杆或同时进行两个动作		▲	
多机协作	承载载荷、就位及指挥未按专项施工方案执行	▲		
	单机升降、运行幅度过大或速率过快	▲		
	多机协作中单机荷载超过额定荷载的 80%	▲		
架桥机验收	未按要求对架桥机进行周期性工作检查	▲		
	结构件安装位置关系不正确，或线形不符合设计要求，联结螺栓漏装、错装且未拧紧，焊接焊缝不符合设计要求		▲	
	动力装置安装位置不正确，或与底架联结不牢固，与工作机构的连接管路不正确		▲	
	架桥机无接地装置，或无避雷设施，电气绝缘不符合要求		▲	
	无检查、试验记录		▲	
	未按要求检查架桥机具液压系统			▲
	运载、行走、提升、支承托架等机构未经过重载试验			▲
	架桥机具未验收或未试吊检验			▲
桥梁架设	高空作业安全警示标志和防护措施不到位		▲	
	架梁作业时未设置警戒区或无专人看守		▲	
	操作司机未接受安全技术交底			▲
	梁片存放和运输不符合设计或施工方案要求			▲
	梁片架设不符合施工方案或操作规程			▲
	架桥机前移不符合施工方案要求或操作规程			▲
	未落实防高空坠落安全措施			▲
	梁片临时固定措施施作不及时			▲

D.5 周边环境巡查预警参考表见表 D.5。

表 D.5 周边环境巡查预警参考表

巡查内容		巡查状况描述	预警标准		
			黄色 预警	橙色 预警	红色 预警
建构筑物	建构筑物开裂、剥落	施工扰动致使建构筑物非承重墙体发生开裂、剥落，尚未影响正常使用	▲		
		施工扰动致使建构筑物非承重墙体发生开裂、剥落，影响正常使用		▲	
		施工扰动致使建构筑物承重墙体、柱或梁发生开裂、剥落			▲
	墙体	墙面或顶板渗水、滴水	▲		

巡查内容		巡查状况描述	预警标准		
			黄色 预警	橙色 预警	红色 预警
	渗水	墙面或顶板涌水		▲	
桥梁	墩台或	墩台、梁板或桥面裂缝 0.2mm 以下	▲		
	梁体开	墩台、梁板或桥面裂缝 0.2~0.5mm		▲	
	裂、剥落	墩台、梁板或桥面裂缝 0.5mm 以上，混凝土剥落、露筋			▲
既有线 (铁路)	结构渗 水	渗水、滴水	▲		
		涌水		▲	
	结构开 裂、剥落	结构裂缝 0.2mm 以下	▲		
		结构裂缝 0.2~0.5mm		▲	
		结构裂缝 0.5mm 以上，混凝土剥落、主筋外露			▲
	变形缝 开合及 错台	变形缝开合量偏大，缝内填充材料与结构脱开，或填充体受挤压破损		▲	
		出现明显错台			▲
道路（地 面）	地面 开裂	开挖影响区内出现局部地表裂缝，裂缝宽度小于 5mm，暂未见裂缝扩展	▲		
		开挖影响区内出现局部地表裂缝，裂缝宽度在 5-10mm，暂未见裂缝扩展		▲	
		强烈影响区内地面产生开裂，其裂缝宽度、深度或数量有增加情形			▲
	地面沉 陷、隆起	地面出现沉陷或隆起，暂不影响交通，或在建构筑物、墩台周边出现明显的相对沉陷	▲		
		地面出现明显沉陷或隆起，轻微影响交通		▲	
		在基坑边坡滑移面附近或隧道中心线上方出现沉陷或隆起，或沉陷严重影响交通			▲
	地面 冒浆/ 泡沫	盾构背面注浆/泡沫、矿山法隧道超前支护注浆等施作时引起地面冒浆	▲		
河流 湖泊	水面漩 涡、气泡	在施隧道上方河流湖泊水面出现稀疏的水泡		▲	
		在施隧道上方河流湖泊水面出现漩涡或密集的水泡			▲
	堤坡 开裂	施工影响范围内堤坡裂缝宽度在 5mm 以下	▲		
		施工影响范围内堤坡裂缝宽度在 5-10mm		▲	
地下 管线	管体或 接口破	地下管线持续漏水（气），暂无扩大趋势	▲		
		地下管线持续漏水（气），且有扩大趋势		▲	

巡查内容		巡查状况描述	预警标准		
			黄色 预警	橙色 预警	红色 预警
	损、渗漏	地下通讯电缆被切断			▲
		地下输变电管线破坏			▲
	管线检查井等附属设施的开裂及进水	施工影响范围内地下管线的检查井等附属设施出现开裂或进水	▲		
邻近施工		施工扰动改变工程周边地质条件，支护结构受力显著变化，对支护体系造成不利影响	▲		
		施工扰动严重改变工程周边地质条件，支护结构受力显著变化，对支护体系造成不利影响		▲	

附 录 E

（资料性）

施工监测监督检查要素表

施工监测监督检查要素表见表 E. 1。

表 E. 1 施工监测监督检查要素表

序号	检查项目	检查内容
1	资质与资格	监测工程业务应在单位资质许可范围内，未转包或违法分包所承揽的监测业务
		监测项目负责人、技术负责人具备相应职业资格及工作经验
		监测项目技术人员专业、数量满足工程所在地相关规定和合同要求，且履约人员与现场人员一致
		监测项目负责人变更经过建设单位同意（书面变更手续）
		监测专业技术人员、一线作业人员经相关专业技术培训并考核合格后上岗
2	仪器设备	监测仪器设备的类型及数量满足监测工程的实际需要，并建立设备台账（体现检定日期）
		监测仪器设备的类型、数量及精度符合要求，并在检定有效期内
		常用仪器设备进行日常检校并提供检校记录
4	监测方案制定及审查	应按规范和合同要求编制监测方案，并经过专家论证，方案的报审及论证流程完整、齐全。
		监测方案经单位技术负责人、项目负责人签字，并加盖单位公章
		对工程地质条件、周边环境条件的分析恰当，风险源的辨识完整
		监测方案编制依据全面、准确，监测范围、等级确定合理
		按设计文件及相关规范确定各监测项目控制指标
		基准点、监测点的布设方法完整，仪器监测及巡查方法描述具体且能满足工程要求，测点保护措施有效
		监测点埋设位置、数量、形式、方法和保护满足规范要求，风险较高部位的监测点是否能反映其真实状态、趋势
		监测点布置图齐全、规范，周边环境调查报告与实际或设计图相符
		监测信息反馈流程或监测预警标准明确
		监测工作质量管理、安全管理及其他管理制度齐全有效
5	基准点、监测点埋设及保护	基准点或工作基点埋设数量或位置符合相关要求
		监测点（孔）埋设位置、数量与（设计图纸）监测方案或工程实际情况相符，测点布置方案调整经过审批
		监测点（孔）埋设方法（形式或质量）或保护措施符合要求，编号或类型标识清晰、符合规定
		日常对监测点（孔）的完好状况、保护情况开展巡查，损坏后及时进行恢复或补救
		埋设的监测点经过验收，验收流程正确、资料齐全

6	监测实施	在工程施工影响前进行周边环境调查并形成文字或影像记录
		在工程施工影响前采集监测初始值并形成记录
		定期对监测作业人员开展工作交底
		建立监测基准网，基准点使用前进行复核联测，基准点、工作基点定期进行联测
		按监测方案开展现场监测和巡查，监测及巡查频率、周期满足方案及工程合同要求，监测停测审批手续齐全
		现场仪器监测项目或巡查内容全面，监测数据或巡查信息连续
		监测方法、观测线路真实有效，原始观测数据及数据处理真实齐全，监测报告及巡查报表完整无缺漏，能如实反映现场实际情况
		当出现警情或异常等情况时有提高监测及巡查频率
7	监测成果	监测报表中监测时间、工点名称、工况、仪器设备、气象条件等表头信息齐全，巡查报表中施工工况、支护结构、周边环境、监测设施等主要巡查信息完整
		结合现场工况条件对监测结果进行分析与评价，报表包含对应的变化曲线
		监测点布置图齐全，监测报告、监测方案中点位数量与位置与现场实际一致
		监测成果报告是否缺少其他相关内容或资料
		监测报告盖章、相关人员签字齐全有效
		未伪造监测数据，或出具虚假监测报告或监测结论
8	信息反馈及预警报告	日常监测、巡查信息反馈及时，反馈对象及流程具体并留存完整的签收记录
		仪器监测数据或巡查达到预警标准时及时进行警情报送，参加相关预警响应会议
		监测或巡查预警后开展加密监测，消警流程满足相关会议要求且齐全
9	监测资料档案管理	建立监测资料档案管理，各类资料分类存档并有对应的编号，建立相关资料台账
		原始数据文件、巡查信息、成果报告等监测资料归档齐全，管理规范
10	其他	检查人员认为监测实施必要的其他内容

参考文献

- [1] GB/T 12897-2006 《国家一、二等水准测量规范》
 - [2] GB 50026-2020 《工程测量标准》
 - [3] GB/T 50308-2017 《城市轨道交通工程测量规范》
 - [4] GB 50497-2019 《建筑基坑工程监测技术标准》
 - [5] GB 50982-2014 《建筑与桥梁结构监测技术规范》
 - [6] CH/T 6007-2018 《城市轨道交通结构形变监测技术规范》
 - [7] JGJ 8-2016 《建筑变形测量规范》
-