原水引水管渠监测技术规程

1 总则

1.0.1 为规范本市原水引水管渠（以下简称管渠）监测工作，保证监测成果准确可靠、技术先进、经济合理，指导信息化施工，为优化设计提供依据，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于管渠保护范围及控制范围内进行生产建设及其他有关活动的管渠专项监测。

1.0.3 管渠监测除应符合本规程外，尚应符合国家、行业和本市现行有关标准的规定。

2 术语

2.0.1 原水引水管渠 raw water intake pipe

从水源输送原水至净水厂的管或渠，包括渠道、管道和附属设施设备。

2.0.2 附加变形 additional deformation

在管渠保护范围和控制范围内进行生产建设及其他有关活动引起的管渠地基变形。

2.0.3 附属设施 auxiliary facilities

除钢筋混凝土矩形渠道及圆形管道结构外其他功能性设施的统称，包括分支井、溢流井、顶管井、阀门井、排水井、透气阀井、流量仪井、检查井等。

2.0.4 周围岩土体 surrounding rock and soil

工程施工影响范围内的岩体、土体、水体的统称。

2.0.5 监测等级 monitoring grade

根据工程自身安全等级及原水引水管渠保护等级对原水引水管渠监测进行的等级划分。

2.0.6 监测频率 monitoring frequency

在某时间段内对监测点实施的监测次数。

2.0.7 监测报警值 alarming value for monitoring

针对管渠及周围岩土体的保护要求，对监测项目所设定的警戒值。

2.0.8 监测自动化 monitoring automation

在监测过程中，采用监测自动化系统，完全不需要或仅需要很少人工干预，自动进行并完成监测工作。

2.0.9 监测自动化系统 system of monitoring automation

监测自动化系统由监测仪器设备、采集与传输系统、管理与发布系统组成，可实现数据的自动采集、传输、处理、浏览和报警等功能。

3 基本规定

3.1 一般规定

3.1.1 在管渠保护和控制范围内实施的基坑工程、隧道工程、顶管工程、桩基工程、道路工程等，应实施管渠专项监测。

3.1.2 管渠监测应综合考虑保护范围及控制范围内的工程设计方案、建设场地的地质条件、施工方案、管渠特征等因素，制定监测方案。当工程设计或施工有重大变更时，监测单位应重新调整方案并经评审后实施后续监测工作。

3.1.3 监测方案编制前，应收集下列资料：

1 设计文件；

2 岩土工程勘察成果文件；

3 管渠相关资料；

4 工程施工方案及组织设计；

5 其他相关资料。

3.1.4 工程施工前，监测单位应对管渠附属设施的结构整体现状、裂缝情况等进行前期巡查，并详细记录，或采用拍照、摄像等方式，作为施工前档案资料。前期调查范围不宜小于管渠控制范围。

3.1.5 监测方案包括下列内容：

1 工程概况（包括工程性质、工程设计、施工方案概况、管渠基本情况等）；

2 场地工程地质条件、水文地质条件；

3 监测目的和依据；

4 监测等级；

5 工程施工对管渠潜在的风险分析与对应的监测措施；

6 监测项目；

7 基准点、监测点的布设与保护，监测点布置图；

8 监测方法及精度；

9 监测周期和监测频率；

10 监测报警值及异常情况下的监测措施；

11 监测信息处理、分析及反馈制度；

12 监测人员组成和主要仪器设备；

13 质量管理、安全管理及其他管理制度。

3.1.6 监测点应能直接反映管渠结构的变化特性，且稳定可靠，标识清晰。

3.1.7 监测过程中应由建设单位及施工单位协助监测单位保护监测设施。

3.1.8 传感器应确认合格后埋设，测量仪器精度应满足要求，且应定期进行检验、校准。

3.1.9 应对现场监测的结果整理、分析、复核，及时提交监测日报表。

3.1.10 监测工作实施过程中，应密切关注周边其他工程活动，并分析其对监测成果的影响。

3.1.11 当出现下列情形时，宜实施监测自动化：

1 需要进行高频次监测而人工观测难以胜任的监测项目；

2 监测点所在部位的环境条件不允许或不可能用人工方式进行观测的监测项目；

3 基坑开挖深度≥12m，且管渠与基坑距离≤10m 的基坑工程；

4 位于管渠下方的顶管或隧道工程。

3.1.12 监测单位应将监测成果数据共享至管渠监测管理系统，宜采用监测信息化平台实现与管渠监测管理系统的数据共享和发布。

3.2 监测等级

3.2.1 管渠监测等级应根据工程安全等级及管渠保护等级进行划分。

3.2.2 基坑工程安全等级按照现行上海市标准《基坑工程施工监测规程》DG/TJ08-2001 执行。

3.2.3 隧道工程安全等级按照现行上海市标准《城市轨道交通工程施工监测技术规范》DG/TJ08-2224 执行。

3.2.4 顶管工程安全等级参照隧道工程划分。

3.2.5 桩基工程、道路工程安全等级按三级考虑。

3.2.6 管渠保护等级按工程类别及其所处区域划分为三个等级。

表 3.2.6 管渠保护等级划分

保护等级	管渠所处区域
一级	管渠位于基坑边线外侧 1 倍挖深范围内；隧道或顶管位于管渠保护范围内；管渠位于道路工程正投影范围内。
二级	管渠位于基坑边线外侧 1~2 倍挖深范围内；隧道或顶管位于管渠保护范围边线～1 倍中心埋深范围内；道路工程位于管渠保护范围内。
三级	管渠位于基坑边线外侧 2 倍挖深范围至管渠控制范围内；管渠位于隧道或顶管正投影区域边线外 1 倍中心埋深范围至水管渠控制范围内；桩基工程位于管渠控制范围内；道路工程位于管渠控制范围内。

3.2.7 管渠监测等级应按表 3.2.7 的规定分为一级、二级与三级。同一监测项目的不同施工区域可分为不同的监测等级。

表 3.2.7 监测等级

管渠保护等级 监测等级 工程安全等级	一级	二级	三级
一级	一级	一级	一级
二级	一级	二级	二级
三级	一级	二级	三级

4 监测项目

4.1 一般规定

4.1.1 监测项目应与工程设计、施工方案相协调；应针对管渠及岩土体的关键部位进行重点观测；各监测项目的选择应利于形成互为补充、验证的监测体系。

4.1.2 工程现场监测应采用仪器监测与现场巡检相结合的方法。

4.2 仪器监测

4.2.1 基坑工程仪器监测项目应根据表 4.2.1 进行选择。

表 4.2.1 基坑工程仪器监测项目表

监测项目	监测等级		
	一级	二级	三级
管渠竖向位移	√	√	√
管渠水平位移	√	√	√
附属设施倾斜	√	√	√
土体深层水平位移	√	√	○
土体分层竖向位移	√	√	○
孔隙水压力	○	○	○
土压力	○	○	○
地下水水位	√	○	○

注：“√”为应测项目；“○”为选测项目。

4.2.2 隧道工程、顶管工程仪器监测项目应根据表 4.2.2 进行选择。

表 4.2.2 隧道工程、顶管工程仪器监测项目表

监测项目	监测等级		
	一级	二级	三级
管渠竖向位移	√	√	√
管渠水平位移	√	√	√
附属设施倾斜	√	√	√
土体深层水平位移	√	√	○
土体分层竖向位移	√	√	○
孔隙水压力	○	○	○
土压力	○	○	○
地下水水位	√	○	○

注：“√”为应测项目；“○”为选测项目。

4.2.3 桩基工程仪器监测项目应根据表 4.2.3 进行选择。

表 4.2.3 桩基工程仪器监测项目表

监测项目	监测等级
	三级
管渠竖向位移	√
管渠水平位移	√
附属设施倾斜	√
土体深层水平位移	○
土体分层竖向位移	○
孔隙水压力	○
土压力	○
地下水水位	○

注：“√”为应测项目；“○”为选测项目。

4.2.4 道路工程仪器监测项目应根据表 4.2.4 进行选择。

表 4.2.4 道路工程仪器监测项目表

监测项目	监测等级		
	一级	二级	三级
管渠竖向位移	√	√	√
管渠水平位移	√	√	√
附属设施倾斜	√	√	√
土体深层水平位移	√	√	○
土体分层竖向位移	√	√	○
孔隙水压力	○	○	○
土压力	○	○	○
地下水水位	√	○	○

注：“√”为应测项目；“○”为选测项目。

4.3 现场巡检

4.3.1 现场巡检应包括以下内容：

1 施工工况；

2 管渠及周边环境情况；

3 监测设施情况；

4 其他情况。

4.3.2 现场巡检宜以目视为主，可使用直尺、读数显微镜、裂缝宽度测试仪等工具进行量测，巡检过程中可采用拍照或摄像方式采集影像资料，做好相关记录。

5 监测点布置

5.1 一般规定

5.1.1 管渠及周围岩土体监测点的布置应充分考虑工程监测等级及施工工艺、管渠类型、材质、接口形式等情况。

5.1.2 监测点应布置在变形及受力关键点与特征点上，对抗变形能力相对弱的管渠结构部位应加密监测点，监测点应反映管渠、周围岩土体的实际状态及其变化趋势。

5.1.3 不同监测项目的监测点宜布置在同一监测断面上。

5.1.4 监测点布置不得影响管渠自身安全，且便于监测、易于保护。

5.2 管渠监测点布置

5.2.1 监测点布置应能充分反映管渠变形情况，可采用套管法布置直接监测点。当无法布置直接监测点时，可布置深层监测点作为间接监测点。

5.2.2 钢筋混凝土渠道变形监测点应布设在结构伸缩缝两侧，伸缩缝两侧至少各布设 2 个监测点。

5.2.3 钢管及其他新型材质管道变形监测点宜布置在管道的节点、转折点、变坡点和曲率较大的部位，监测点平面间距不宜大于 15m。

5.2.4 球墨铸铁管、预应力钢筒混凝土管及承插式钢管变形监测点宜布设于管节接口处。

5.2.5 附属井室每侧边均应布置竖向位移监测点，方井不应少于 4 点，圆井不应少于 3 点；对透气井及重要地下井室结构应设置倾斜监测点。

5.3 岩土体监测点布置

5.3.1 土体深层水平位移监测点应布置在需要重点监护的管渠周围岩土体中，与管渠水平向距离不宜大于 2m，埋设深度应超过管渠底埋深 5m～10m，监测点水平向间距不宜大于 30m，关键部位应加密布设。

5.3.2 土体分层竖向位移监测点应与土体深层水平位移监测点成对布设，钻孔深度应超过管渠底埋深 5m～10m，沿竖向对应地表下 3m、管渠顶标高上方 3m、管渠底标高、管渠底标高下方 5m 等深度布设沉降磁环。布设间距可根据管渠实际深度进行相应调整，其余深度可根据土层适当加密布设。

5.3.3 孔隙水压力、土压力监测点与管渠水平向距离不宜大于 2m，竖向布设参照 5.3.2 要求执行，监测孔水平向布设参照 5.3.1 要求执行。

5.3.4 工程施工时宜在管渠周围岩土体中设置地下水水位监测孔，测孔与管渠水平向距离不宜大于 2m，潜水水位观测管埋置深度宜为 6m～10m；承压水位观测管的埋深宜进入该含水层 4m 以上，层厚不足 4m 时，取该含水层层底作为水位观测管的埋深。监测孔水平向间距不宜大于 30m，关键部位应加密布设。

6 监测方法与技术要求

6.1 一般规定

6.1.1 监测方法的选择应根据工程监测等级、现场条件、上海地区已有经验和量测方法的适用性等因素综合确定。

6.1.2 基准点、工作基点的设置应符合下列要求：

1 基准点应在工程影响范围外稳定区域设置，且竖向位移观测、水平位移观测的基准点不宜少于 3 个；

2 当基准点距管渠较远或由于通视条件不良，致使监测作业不方便时，宜设置工作基点；

3 基准点和工作基点应在工程施工前埋设，并经观测确认其稳定后，方可投入使用；

4 监测周期内基准点和工作基点应定期联测，以检验基准点的稳定性，并根据检验成果修正变形成果。

6.1.3 对同一监测项目，监测时宜符合下列要求：

1 采用相同的观测方法和观测路线；

2 使用同一监测仪器和设备；

3 固定监测人员；

4 在基本相同的时段和环境条件下监测；

5 采用相同的数据处理方法。

6.1.4 监测项目初始值应在相关施工工序之前测定，应至少连续独立进行 3 次观测，并取其稳定值的平均值作为初始值。

6.1.5 应力类监测项目应考虑岩土体测点埋设对土体的扰动影响，埋设后应至少连续量测一周，并取其稳定值的平均值作为初始值。

6.1.6 监测周期内应做好变形监测网点和传感器的保护工作；对被破坏的测点或传感器应及时恢复。

6.2 水平位移监测

6.2.1 测定特定方向上的水平位移时，可采用视准线法、小角法、投点法等，并应符合下列规定：

1 采用投点法和小角法时，应对经纬仪或全站仪的垂直轴倾斜误差进行检验，当垂直角超出±3°范围时，应进行垂直轴倾斜改正；

2 采用方向线偏移法时，对主要监测点，可以该点为测站测出对应基准线端点的边长与角度，求得偏差值；对其他监测点，可选适宜的主要监测点为测站，测出对应其他监测点的距离。

6.2.2 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，采用极坐标法、交会法、自由设站法等。

1 采用前方交会法时，交会角应在 60°~120°之间，并宜采用三点交会。

2 采用自由设站法时，宜采用全站仪后方交会法，由三个及以上固定点测角、测边求定测站坐标。

6.2.3 水平位移监测网可采用假定坐标系统，并进行一次布网，每次监测前，应对水平位移基准点进行稳定性检核，并以稳定的基准点作为起算点。

6.2.4 水平位移监测基准点、工作基点及监测点的布设应符合现行行业标准《建筑变形测量规范》JGJ 8 的有关规定。

6.2.5 监测点的测回数应根据监测等级、仪器的精度、监测方法等因素综合确定。测回数及限差值应符合现行行业标准《建筑变形测量规范》JGJ8 的有关规定。

6.2.6 水平位移监测控制网的技术要求应符合现行行业标准《建筑变形测量规范》JGJ8 中相应等级的要求。

6.2.7 监测仪器和监测方法应满足水平位移监测点坐标中误差不得大于 1.0mm 的精度要求。

6.3 竖向位移监测

6.3.1 竖向位移监测网按照现行行业标准《城市轨道交通工程施工监测技术规范》DG/TJ08-2224 竖向位移监测网等级一级执行，主要技术指标应符合表 6.3.1 的规定。

表 6.3.1 竖向位移监测网水准测量技术指标

测站高差中误差 (mm)	往返较差、闭合差 (mm)	检测已测测段高差之差 (mm)
±0.3	$0.6\sqrt{n}$	$0.8\sqrt{n}$

注：表中 n 为测站数。

6.3.2 竖向位移监测网宜进行一次布网，并宜采用上海吴淞高程基准，监测网应布设成闭合线路，每次应联测不少于 3 个基准点。

6.3.3 竖向位移监测基准点、工作基点的布设应符合现行行业标准《建筑变形测量规范》JGJ 8 的有关规定。

6.3.4 竖向位移监测网观测应符合表 6.3.4 的规定。

表 6.3.4 竖向位移监测网观测主要技术要求

水准仪型号	视线长度(m)	前后视距差（m)	前后视距差累积(m)	视线离地面高度(m)	基辅分划（或二次）读数差(mm)	基辅分划（或二次）高差之差(mm)
DS_{05}	30	0.7	1.0	0.3	0.3	0.5

6.3.5 竖向位移监测宜采用几何水准测量方法进行。在特殊环境条件及有特殊技术要求时也可以采用三角高程测量、静力水准测量等方法。竖向位移监测精度应满足监测点测站高差中误差不大于±0.3mm。

6.3.6 竖向位移监测应符合下列规定：

1 竖向位移监测期间宜每半个月检校一次水准仪 i 角， i 角不应大于 15"，i 角检校应符合现行国家标准《国家一、二等水准测量规范》GB/T 12897 的有关规定；

2 采用三角高程进行竖向位移监测时，应符合现行行业标准《建筑变形测量规范》JGJ8 的有关规定。

6.4 土体深层水平位移监测

6.4.1 深层水平位移宜采用测斜仪监测，采用在土体中预埋测斜管，通过测斜仪观测各深度处水平位移的方法进行。

6.4.2 测斜仪的系统精度不宜低于 0.25mm/m，分辨率不宜低于 0.02mm/500mm。

6.4.3 测斜管宜采用 PVC、ABS 工程塑料制成，直径宜为 45mm～90mm，管内应有两组互相垂直的纵向导槽。

6.4.4 测斜管应在工程施工前埋设，埋设完成后做好测斜管的标识、标记及埋设记录。安装埋设时应符合下列要求：

1 测斜管应保持竖直，其中一组导槽的方向应与需量测的方向保持一致。

2　土体中测斜管与钻孔之间的孔隙应用粗砂充填密实或用一定比例的水泥土浆固定测斜管。

3　连接时，每节测斜管应紧密对接，管内槽口对齐、导槽应顺直不扭曲、接缝和管底应密封，下放时管内宜注水。

4 测斜管埋设完成后宜用模拟探头检查导槽是否通畅。应采取措施以保证其通畅，管口应有保护措施。

6.4.5 监测前宜用清水将测斜管内冲刷干净。监测时应将测斜仪探头放入测斜管底，静置一段时间待探头接近管内温度后，自下而上以 0.5m 间隔逐段量测。每段均应进行正、反两次量测。

6.4.6 测斜管埋设后应进行稳定性测试，测试周期不宜少于 1 周。取 3 次稳定值的平均值作为初始值。

6.4.7 深层水平位移计算时，宜以测斜管管口为起算点，且每次监测均应测量管口位移，并对深层水平位移值进行修正。

6.5 土体分层竖向位移监测

6.5.1 土体分层竖向位移宜通过埋设磁性沉降环，采用分层沉降仪进行量测。

6.5.2 分层沉降仪读数分辨率应不低于 1.0mm，监测值精度不宜低于 2mm。

6.5.3 分层沉降管宜采用 PVC 管，直径宜为 45mm～90mm。

6.5.4 磁性沉降环可通过钻孔在预定位置埋设。安装磁环时，应先在沉降管上套上磁环与定位环，再沿钻孔逐节放入分层沉降管。沉降管安置到位后，应使磁环与土层粘结固定。

6.5.5 土体分层竖向位移的初始值应在磁环埋设后测量，应连续观测不少于 1 周且获得稳定的测值。每次监测均应采用几何水准测量的方式测定沉降管口高程，精度应满足 6.3 要求。

6.5.6 采用分层沉降仪量测时应进行进程与回程测量，取其平均值作为测量结果。

6.6 孔隙水压力监测

6.6.1 孔隙水压力宜通过埋设振弦式孔隙水压力计测试。

6.6.2 孔隙水压力计选型应符合下列要求：

1 孔隙水压力计量程应满足预估被测压力的范围要求，其上限可取静水压力和超静孔隙水压力之和的 1.5 倍。

2 分辨率不宜低于 0.2%F·S，精度不宜低于 0.5%F·S。

3 长期稳定性好、耐水压性能强、响应快、灵敏度高。

6.6.3 孔隙水压力计埋设前应检查其外观的完好性及读数是否正常。

6.6.4 孔隙水压力计的埋设可采用钻孔埋设法、压入埋设法。

6.6.5 孔隙水压力计应在施工前埋设，并应符合下列规定：

1 埋设前，孔隙水压力计应在清水中浸泡饱和，排除透水石中的气泡，浸泡时间不得少于 4h。

2 钻孔法埋设法适用于各类土层，同一测孔中设置多个孔隙水压力计时，孔隙水压力计上下应有不少于 0.5m 高度的中粗砂，相邻两个孔隙水压力计之间应有不少于 2.0m 高度的隔水填料。

3 压入埋设法可用于软土、淤泥中孔隙水压力计的安装，压入埋设法可采用半压入埋设法或全压入埋设法。

4 传感器的导线长度应大于设计深度，且导线中间不宜有接头。

5 孔口应有保护装置，并编制完整的安装埋设记录。

6.6.6 孔隙水压力计埋设后应逐日进行稳定性测试，测试周期不宜少于 1 周，取 3 次稳定值的平均值计算初始孔隙水压力。

6.6.7 孔隙水压力监测的同时，宜测量孔隙水压力计埋设位置附近的地下水水位。

6.7 土压力监测

6.7.1 土压力宜通过埋设振弦式土压力计测试。

6.7.2 土压力计选型应符合下列要求：

1 土压计的量程应满足待测压力范围要求，其上限宜取最大设计压力的 1.5 倍。

2 分辨率不宜低于 0.2%F·S，精度不宜低于 0.5%F·S。

3 长期稳定性好、耐水压性能强、响应快、灵敏度高。

4 土压计直径与其工作面中心挠度之比应大于 2000；土压计应具有足够的刚度，其等效模量应大于土的模量 5～10 倍。

5 采用埋入式传感器观测土压力时，应选择匹配误差较小的土压力计，其直径与厚度之比应大于 10。

6.7.3 土压力计埋设前应检查其外观的完好性及读数是否正常。

6.7.4 土体内土压力应采用埋入式土压计，埋设应符合下列要求：

1 受力面应与所监测的压力方向垂直。

2 钻孔回填料应均匀密实，且回填材料宜与孔周土体保持一致。

3 孔口应有保护装置，并编制完整的安装埋设记录。

6.7.5 土压力计埋设后应逐日进行稳定性测试，测试周期不宜少于 1 周，取 3 次稳定值的平均值计算初始土压力。

6.8 地下水水位监测

6.8.1 地下水水位监测可采用钻孔内设置水位管的方法或钻孔埋设孔隙水压力计的方法，具体方法应符合下列规定：

1 渗透系数不小于 1×10^{-5}cm/s 且渗流稳定的土体宜采用水位管或孔隙水压力计。

2 渗透系数小于 1×10^{-5}cm/s、渗流不稳定的土体及埋设水位管困难的区域宜采用孔隙水压力计。

6.8.2 孔隙水压力计应符合下列要求：

1 量程不宜大于 0.2MPa。

2 分辨率不宜低于 0.2%F·S，精度不宜低于 0.5%F·S。

3 长期稳定性好、耐水压性能强、响应快、灵敏度高。

6.8.3 地下水水位量测精度不宜低于±10mm。

6.8.4 潜水水位管钻孔孔径不应小于 110mm，水位管直径不宜大于 50mm。水位管滤管段以上应用膨润土球封至孔口，水位管管口应加盖保护。承压水位管直径宜为 50mm～70mm，滤管段长度应满足监测要求，与钻孔孔壁间应灌砂填实，被测含水层与其他含水层间应采取有效隔水措施，含水层以上部位应用膨润土球或注浆封孔，水位管管口应加盖保护。

6.8.5 水位观测孔宜在工程开始降水前 1 周埋设，连续观测稳定后的观测值作为初始值。

6.8.6 水位观测时应测定管内水位面至管口的深度，并根据管口绝对高程计算地下水水位高程，管口高程应定期检核。

6.9 倾斜监测

6.9.1 倾斜监测应根据监测对象的现场条件，宜采用经纬仪投点法、全站仪坐标法、倾角仪法等方法。

6.9.2 投点法应采用经纬仪或全站仪瞄准上部观测点，在下部观测点位置安置水平读数尺直接读取偏移量，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。倾斜观测量应正、倒镜各观测一次取平均值。当上、下点的连线与结构的竖向轴线平行时，倾斜观测量与高差的比例即为结构的倾斜率。

6.9.3 全站仪坐标法可测定上下观测点的坐标，获得相对坐标增量，进而计算倾斜观测量；观测时应先设置仪器的零方向定义坐标轴，仪器正、倒镜法各观测一次算一个测回。当上、下点的连线与结构的竖向轴线平行时，倾斜观测量与高差的比例即为结构的倾斜率。

6.9.4 倾角仪法主要采用埋设倾角计的方法测量指定方向的倾斜变化量。

6.9.5 倾斜测量成果应描述测量位置、倾斜率变化量、倾斜方向，并计算倾斜变化速率。

7 监测自动化

7.1 一般规定

7.1.1 监测自动化仪器精度和量程应满足工程需要，其类型、规格宜统一。

7.1.2 监测自动化系统应每月采用人工测量设备对自动化系统进行检核。

7.2 系统设计

7.2.1 监测自动化系统设计的主要内容宜包括：

1 实施监测自动化的项目、监测点数量、监测仪器的布设方案以及监测仪器现场保护方案；

2 监测仪器的技术指标、要求及设备选型；

3 数据采集装置的布设、通信方式及网络结构设计；

4 自动化数据采集频率及数据发布方式；

5 独立于自动化系统之外的人工比测方案；

6 监测自动化系统供电电源及其防护方案；

7 防雷设计。

7.2.2 监测自动化系统性能应满足下列规定：

1 具有长期稳定性和可扩展性。

2 数据采集精度应满足工程要求。

3 监测频次及信息反馈应满足工程安全需求。

7.3 监测方法及要求

7.3.1 水平位移

1 水平位移监测自动化可选用智能全站仪实施，相关技术指标应满足现行行业标准《建筑变形测量规范》JGJ 8 相关规定。

2 监测基准点应设置在工程影响范围以外，同时基准点不应埋设在低洼积水、湿陷等区域。

3 监测工作基点选择应满足与基准点、监测点通视的要求，工作基点宜设置成强制对中观测台或观测墩，并配备保护设施。

7.3.2 竖向位移

1 竖向位移监测自动化可采用智能型全站仪、静力水准等实施，相关技术指标应满足现行行业标准《建筑变形测量规范》JGJ 8 相关规定。

2 静力水准自动化设备宜安装在相同的环境，或采取措施减小环境影响。

7.3.3 倾斜

1 倾斜监测自动化可采用智能全站仪、倾角计、静力水准仪等实施。

2 智能全站仪监测应设置稳固可靠的测站点，测站点宜为强制对中的观测台或观测墩。

3 倾角计监测可选用单轴或双轴倾角计。

4 静力水准仪监测的技术要求应按本规程第7.3.2节相关规定执行。

7.3.4 土体深层水平位移

1 深层水平位移监测自动化可采用阵列式位移计、固定式测斜仪、自动提升式等测斜设备实施。

2 阵列式位移计、固定式测斜传感器的竖向间距不宜大于2m。自动提升式测斜设备测试步距不宜大于0.5m 。

7.3.5 土体分层竖向位移

1 土体分层竖向位移监测自动化可采用多点位移计实施。

2 应保证多点位移计底部测点锚固稳定，监测时应对多点位移计顶部高程进行测量。

7.3.6 其他

1 水、土压力等监测自动化，将相应类别传感器通过数据自动采集传输设备接入监测自动化系统后，可实施监测自动化工作。

2 传感器的安装埋设应结合现场环境、施工方案及监测对象特征确定安装工艺。

7.4 采集与传输

7.4.1 采集设备应符合下列规定：

1 采集与传输设备应支持巡测、选测、触发加密等多种测试方式。

2 采集装置应具备存储功能，存储空间应满足工程需要。

3 可远程操控，支持检测设备状态、调整参数设置。

7.4.2 传输设备应符合下列规定：

1 宜具备多种通讯接口，应建立数据采集设备至采集监控主机、监测中心的通信联络。

2 可利用本地的RS485、TCP/IP有线数据传输网络、无线数据传输网络，或利用无线公网实现数据通信，设备应能在10min内完成单次所有监测数据的传输。

7.5 管理与发布

7.5.1 应对监测自动化系统每月进行系统检查，做好正式记录存档备查。监测数据应每月进行备份。

7.5.2 监测自动化系统应具有在线采集软件和安全管理软件，宜包括数据离线分析、图表制作、数据管理、系统管理等功能。

7.5.3 系统应具备数据实时发布和定时发布的功能，并能进行数据异常情况下自动报警或故障显示。

7.5.4 数据管理与发布宜采用云服务或专用服务器，应能实现数据实时处理和共享，具有数据丢失恢复、数据防窃取和篡改、防病毒、数据溯源等功能。平台具备用户管理、加密认证机制。

7.6 安装与维护

7.6.1 系统安装应满足以下规定：

1 在安装前，对接入监测自动化系统的传感器等仪器设备应进行检查。

2 监测自动化系统安装过程中应对仪器编号等参数作好详细记录，逐项检查仪器设备的技术指标，确保与安装要求一致。

3 应采用校核手段，检查自动化仪器设备的响应变化是否可靠，可对每个监测自动化点进行快速连续测试，以检查测值的稳定性。

4 监测自动化系统运行前，应逐项检查系统功能，以满足监测要求。

7.6.2 系统维护应满足以下规定：

1 监测系统运行维护工作的内容应包括仪器设备检查、维护及故障处理。

2 应编制监测自动化系统使用维护手册，并制定管理要求及应急方案。

3 应定期对监测自动化系统运行状况进行分析评估，及时对监测自动化系统进行完善、升级，以满足监测自动化的要求。

4 应建立监测自动化系统日常运行维护日志。

8 监测频率与警情报送

8.1 一般规定

8.1.1 管渠监测应包括工程施工全过程及工后稳定性监测，应在施工开始前完成监测点的安装、埋设及初始值的采集工作，直至监测范围内的施工结束且管渠稳定后完成监测工作。

8.1.2 监测频率的确定应能及时、系统地反映管渠和其周围岩土体的动态变化，宜采用定时监测，必要时应进行跟踪监测。

8.2 监测频率

8.2.1 基坑工程监测频率

表 8.2.1 基坑工程施工监测频率

监测等级 监测频率	一级	二级	三级
桩基施工	1 次/3d	1 次/7d	1 次/7d
围护结构施工	1 次/1d	1 次/2d	1 次/3d
地基加固和降水	1 次/1d	1 次/2d	1 次/3d
土方开挖施工	1 次/1d	1 次/1d	1 次/1d
浇筑垫层～底板浇好 7d 内	1 次/1d	1 次/2d	1 次/3d
浇好底板后 7d～30d 内	1 次/2d	1 次/7d	1 次/7d
浇好底板 30d～回填完成	1 次/7d	1 次/7d	1 次/7d

注：1 本表适用于管渠的应测项目，选测项目的监测频率可视具体情况进行调整；
2 各道撑拆除时及其后 1d 范围内监测频率为 1 次/1d。

8.2.2 隧道工程、顶管工程监测频率

表 8.2.2 隧道工程、顶管工程施工监测频率

监测等级	掘进面位于管渠保护范围内	掘进面位于管渠控制范围内	掘进面脱出控制范围		
			δ＞2	0.5＜δ≤2	δ≤0.5
一级	（4～6）次/1d	（2～4）次/1d	2 次/1d	1 次/1d	2 次/7d
二级	/	2 次/1d	2 次/1d	1 次/1d	2 次/7d
三级	/	1 次/1d	2 次/1d	1 次/1d	2 次/7d

注：1 δ—变形速率（mm/d）；
2 本表适用于管渠的应测项目，选测项目的监测频率可视具体情况进行调整。

8.2.3 桩基工程监测频率

表 8.2.3 桩基工程施工监测频率

监测等级 监测频率	三级
桩基施工	1 次/（1～2）d
其他施工	1 次/（2～3）d

注：本表适用于管渠的应测项目，选测项目的监测频率可视具体情况进行调整。

8.2.4 道路工程监测频率

表 8.2.4 道路工程施工监测频率

监测等级 监测频率	一级	二级	三级
道路施工	（1～2）次/1d	1 次/1d	1 次/2d
其他施工	1 次/3d	1 次/3d	1 次/3d

注：本表适用于管渠的应测项目，选测项目的监测频率可视具体情况进行调整。

8.2.5 当监测数据或周边巡视存在异常时，应提高监测频率。

8.3 警情报送

8.3.1 当无具体监测报警值时，可参考表 8.3.1 执行。

表 8.3.1 监测报警值

监测项目	变化速率（mm/d）	累计量（mm）
钢筋混凝土渠道竖向位移	2	5
钢筋混凝土渠道水平位移	2	5
管道竖向位移	2	0.01D
管道水平位移	2	0.01D
焊接钢管变形曲线的曲率半径	3000D	
球墨铸铁管、预应力钢筒混凝土管及承插式钢管的接口附加转角	≤0.1°	
附属设施附加变形	2	20
附属设施倾斜	任一方向的倾斜增加不大于 1‰	
土体深层水平位移	3	10～40
土体分层竖向位移	3	10～40
地下水水位	300	500
孔隙水压力	根据设计要求确定	
土压力		

注：“D”指管道公称直径。

8.3.2 当监测数据达到监测报警值时，应及时发出书面警情报告。

8.3.3 在日常巡视过程中，管渠或其周边地表发现裂缝等异常情况时，应立即进行危险报警。

9 成果文件

9.1 一般规定

9.1.1 监测成果文件宜包括监测日报表、阶段性报告和监测总结报告。

9.1.2 监测成果文件中提供的数据、图表应客观、真实、准确，并均应有责任人员签字。监测成果文件应加盖印章。

9.1.3 监测单位应对监测成果文件建立档案。

9.2 数据处理

9.2.1 应及时进行监测数据的综合分析处理，包括变形速率及累计量的计算、变形历时过程曲线的绘制等。当监测数据出现异常时，应综合施工工况、施工工艺、区域地质条件、管渠历史变形等资料进行分析与复核。

9.2.2 监测数据的处理宜采用专门的数据处理与管理软件，实现监测数据采集、处理、分析、查询和管理的一体化以及监测成果的可视化。

9.3 成果文件

9.3.1 监测日报表应包括表头、内容和建议三部分。

1 报表表头应包括当日的天气情况、施工工况、报表编号、仪器信息等。

2 报表内容应包括仪器监测项目的本次测试值、本次变化值、累计变化值、报警值、特征点历时过程曲线、现场巡检成果等。

3 报表建议应结合现场巡检和施工工况对监测数据进行分析并给出意见，对达到或超过监测报警值的监测点应有明显的报警标识。

9.3.2 阶段性报告应包括文字报告和图表两部分。

1 文字报告应包括该阶段的工程概况、监测项目、监测点布置、监测成果分析等内容。

2 图表部分应包括监测点平面布置图、施工工况、各监测项目特征点历时过程曲线、各监测项目成果汇总表等内容。

9.3.3 总结报告应包括文字报告和图表两部分。

1 文字报告应包括工程概况、监测依据、监测项目、监测历程及工作量、监测点布置、监测设备和监测方法、监测频率与报警值、监测成果分析、监测工作结论与建议等内容。

2 图表部分应包括监测点平面布置图、施工工况、各监测项目特征点历时过程曲线、监测仪器及设备一览表、各监测项目成果汇总表等内容。

9.4 成果反馈

9.4.1 监测成果文件应按规定要求及时向相关单位报送。

9.4.2 监测成果宜采用信息化平台实现成果的共享和发布。

附录 A 竖向位移和水平位移监测日报表样表

（监测项目名称）监测日报表

第　次

观测者：　　计算者：　　校核者：

本次监测时间：　　上次监测时间：　　天　气：

仪器名称：			仪器编号：		校准日期：			
点号	竖向位移				点号	水平位移		备注
	初始高程（m）	本次高程（m）	本次变化量（mm）	累计变化量（mm）		本次变化量（mm）	累计变化量（mm）	
典型测点变化历时过程线								
说明	说明中应注明数据的正负号分别代表的物理意义							
工况								

监测单位：

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：https://d.book118.com/505112214221011311