

UDC



中华人民共和国国家标准

P

GB 50497-2009

建筑基坑工程监测技术规范 Technical Code for Monitoring of Building Foundation Pit Engineering

2009—03—31 发布

2009—09—01 实施

中 华 人 民 共 和 国 建 设 部 发布

目 次

1	总 则	
2	术 语	
3	基本规定	
4	监测项目	
	一般规定	
	仪器监测	
	巡视检查	
5	测点布置	
	5.1 一般规定	
	5.2 基坑及支护结构	
	5.3 周围环境	
6	监测方法及精度要求	
	6.1 一般规定	
	6.2 监测方法及精度要求	
7	监测频度	
8	监控报警	
9	数据处理与信息反馈	
	9.1 一般规定	
	9.2 当日报表	
	9.3 阶段性监测报告	
	9.4 总结报告	
	附录 A 墙（坡）顶水平位移和竖向位移监测日报表样表	
	附录 B 支护结构深层水平位移监测日报表样表	
	附录 C 桩、墙体内力及土压力、孔隙水压力检测日报表样表	
	附录 D 支撑轴力、拉锚拉力监测日报表样表	
	附录 E 地下水水位、墙后地表沉降、坑底隆起监测日报表样表	
	附录 F 巡视监测日报表样表	

1 总 则

1.0.1 为规范建筑基坑工程监测工作，保证监测质量，为优化设计、指导施工提供可靠依据，确保基坑安全和保护基坑周边环境，做到安全适用、技术先进、经济合理，特制定本规范。

1.0.2 本规范适用于建（构）筑物的基坑及周边环境监测。对于冻土、膨胀土、湿陷性黄土、老粘土等其他特殊岩土和侵蚀性环境的基坑及周边环境监测，尚应结合当地工程经验应用。

1.0.3 建筑基坑工程监测应综合考虑基坑工程设计方案、建设场地的工程地质和水文地质条件、周边环境条件、施工方案等因素，制定合理的监测方案，精心组织和实施监测。

1.0.4 建筑基坑工程监测除应符合本规范外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2. 术 语

2.0.1 建筑基坑 building foundation pit

为进行建（构）筑物基础、地下建（构）筑物的施工所开挖的地面以下空间。

2.0.2 基坑周边环境 surroundings around foundation pit

基坑开挖影响范围内既有建（构）筑物、道路、地下设施、地下管线、岩土体及地下水体等的统称。

2.0.3 建筑基坑工程监测 Monitoring of Building Foundation Pit Engineering

在建筑基坑施工及使用期限内，对建筑基坑及周边环境实施的检查、监控工作。

2.0.4 围护墙 retaining structure

承受坑侧水、土压力及一定范围内地面荷载的壁状结构。

2.0.5 支撑 bracing

由钢、钢筋混凝土等材料组成，用以承受围护墙所传递的荷载而设置的基坑内支承构件。

2.0.6 锚杆 anchor bar

一端与挡土墙联结，另一端锚固在土层或岩层中的承受挡土墙水、土压力的受拉杆件。

2.0.7 冠梁 top beam

设置在围护墙顶部的连梁。

2.0.8 监测点 monitoring point

直接或间接设置在被监测对象上能反映其变化特征的观测点。

2.0.9 监测频率 frequency of monitoring

单位时间内的监测次数。

2.0.10 监测报警值 alarming value on monitoring

为确保基坑工程安全，对监测对象变化所设定的监控值。用以判断监测对象变化是否超出允许的范围、施工是否出现异常。

3 基本规定

3.0.1 开挖深度超过 5m、或开挖深度未超过 5m 但现场地质情况和周围环境较复杂的基坑工程均应实施基坑工程监测。

3.0.2 建筑基坑工程设计阶段应由设计方根据工程现场及基坑设计的具体情况，提出基坑工程监测的技术要求，主要包括监测项目、测点位置、监测频率和监测报警值等。

3.0.3 基坑工程施工前，应由建设方委托具备相应资质的第三方对基坑工程实施现场监测。监测单位应编制监测方案。监测方案应经建设、设计、监理等单位认可，必要时还需与市政道路、地下管线、人防等有关部门协商一致后方可实施。

3.0.4 编写监测方案前，委托方应向监测单位提供下列资料：

- 1 岩土工程勘察成果文件；
- 2 基坑工程设计说明书及图纸；
- 3 基坑工程影响范围内的道路、地下管线、地下设施及周边建筑物的有关资料。

3.0.5 监测单位编写监测方案前，应了解委托方和相关单位对监测工作的要求，并进行现场踏勘，搜集、分析和利用已有资料，在基坑工程施工前制定合理的监测方案。

监测方案应包括工程概况、监测依据、监测目的、监测项目、测点布置、监测方法及精度、监测人员及主要仪器设备、监测频率、监测报警值、异常情况下的监测措施、监测数据的记录制度和处理方法、工序管理及信息反馈制度等。

3.0.6 监测单位在现场踏勘、资料收集阶段的工作应包括以下内容：

1. 进一步了解委托方和相关单位的具体要求；
 2. 收集工程的岩土工程勘察及气象资料、地下结构和基坑工程的设计资料，了解施工组织设计（或项目管理规划）和相关施工情况；
 3. 收集周围建筑物、道路及地下设施、地下管线的原始和使用现状等资料。
- 必要时应采用拍照或录像等方法保存有关资料；

4. 通过现场踏勘，了解相关资料与现场状况的对应关系，确定拟监测项目现场实施的可行性。

3.0.7 下列基坑工程的监测方案应进行专门论证：

1. 地质和环境条件很复杂的基坑工程；
2. 邻近重要建（构）筑物和管线，以及历史文物、近代优秀建筑、地铁、隧道等破坏后果很严重的基坑工程；
3. 已发生严重事故，重新组织实施的基坑工程；
4. 采用新技术、新工艺、新材料的一、二级基坑工程；
5. 其他必须论证的基坑工程。

3.0.8 监测单位应严格实施监测方案，及时分析、处理监测数据，并将监测结果和评价及时向委托方及相关单位作信息反馈。当监测数据达到监测报警值时必须立即通报委托方及相关单位。

3.0.9 当基坑工程设计或施工有重大变更时，监测单位应及时调整监测方案。

3.0.10 基坑工程监测不应影响监测对象的结构安全、妨碍其正常使用。

3.0.11 监测结束阶段，监测单位应向委托方提供以下资料，并按档案管理规定，组卷归档。

1. 基坑工程监测方案；
2. 测点布设、验收记录；
3. 阶段性监测报告；
4. 监测总结报告。

3.0.12 监测工作的程序，应按下列步骤进行：

1. 接受委托；
2. 现场踏勘，收集资料；
3. 制定监测方案，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、校验设备、仪器；
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. 提交阶段性监测结果和报告；

9. 现场监测工作结束后，提交完整的监测资料。

4 监测项目

4.1 一般规定

4.1.1 基坑工程的现场监测应采用仪器监测与巡视检查相结合的方法。

4.1.2 基坑工程现场监测的对象包括：

- 1 支护结构；
- 2 相关的自然环境；
- 3 施工工况；
- 4 地下水状况；
- 5 基坑底部及周围土体；
- 6 周围建（构）筑物；
- 7 周围地下管线及地下设施；
- 8 周围重要的道路；
- 9 其他应监测的对象。

4.1.3 基坑工程的监测项目应抓住关键部位，做到重点观测、项目配套，形成有效的、完整的监测系统。监测项目尚应与基坑工程设计方案、施工工况相配套。

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 建筑基坑工程仪器监测项目表

基坑类别 监测项目	一级	二级	三级
（坡）顶水平位移	应测	应测	应测
墙（坡）顶竖向位移	应测	应测	应测
围护墙深层水平位移	应测	应测	宜测
土体深层水平位移	应测	应测	宜测

墙（桩）体内力		宜测	可测	可测
支撑内力		应测	宜测	可测
立柱竖向位移		应测	宜测	可测
锚杆、土钉拉力		应测	宜测	可测
坑底隆起	软土地区	宜测	可测	可测
	其他地区	可测	可测	可测
土压力		宜测	可测	可测
孔隙水压力		宜测	可测	可测
地下水位		应测	应测	宜测
土层分层竖向位移		宜测	可测	可测
墙后地表竖向位移		应测	应测	宜测
周围建（构）筑物 变形	竖向位移	应测	应测	应测
	倾斜	应测	宜测	可测
	水平位移	宜测	可测	可测
	裂缝	应测	应测	应测
周围地下管线变形		应测	应测	应测

注：基坑类别的划分按照国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB50202-2002 执行。

4.2.2 当基坑周围有地铁、隧道或其它对位移（沉降）有特殊要求的建（构）筑物及设施时，具体监测项目应与有关部门或单位协商确定。

4.3 巡 视 检 查

4.3.1 基坑工程整个施工期内，每天均应有专人进行巡视检查。

4.3.2 基坑工程巡视检查应包括以下内容：

1 支护结构

- （1）支护结构成型质量；
- （2）冠梁、支撑、围檩有无裂缝出现；
- （3）支撑、立柱有无较大变形；
- （4）止水帷幕有无开裂、渗漏；
- （5）墙后土体有无沉陷、裂缝及滑移；
- （6）基坑有无涌土、流砂、管涌。

2 施工工况

- (1) 开挖后暴露的土质情况与岩土勘察报告有无差异;
- (2) 基坑开挖分段长度及分层厚度是否与设计要求一致, 有无超长、超深开挖;
- (3) 场地地表水、地下水排放状况是否正常, 基坑降水、回灌设施是否运转正常;
- (4) 基坑周围地面堆载情况, 有无超堆荷载。

3 基坑周边环境

- (1) 地下管道有无破损、泄露情况;
- (2) 周边建(构)筑物有无裂缝出现;
- (3) 周边道路(地面)有无裂缝、沉陷;
- (4) 邻近基坑及建(构)筑物的施工情况。

4 监测设施

- (1) 基准点、测点完好状况;
- (2) 有无影响观测工作的障碍物;
- (3) 监测元件的完好及保护情况。

5 根据设计要求或当地经验确定的其他巡视检查内容。

4.3.4 巡视检查的检查方法以目测为主, 可辅以锤、钎、量尺、放大镜等工器具以及摄像、摄影等设备进行。

4.3.5 巡视检查应对自然条件、支护结构、施工工况、周边环境、监测设施等的检查情况进行详细记录。如发现异常, 应及时通知委托方及相关单位。

4.3.6 巡视检查记录应及时整理, 并与仪器监测数据综合分析。

5 监测点布置

5.1 一般规定

5.1.1 基坑工程监测点的布置应最大程度地反映监测对象的实际状态及其变化趋势，并应满足监控要求。

5.1.2 基坑工程监测点的布置应不妨碍监测对象的正常工作，并尽量减少对施工作业的不利影响。

5.1.3 监测标志应稳固、明显、结构合理，监测点的位置应避开障碍物，便于观测。

5.1.4 在监测对象内力和变形变化大的代表性部位及周边重点监护部位，监测点应适当加密。

5.1.5 应加强对监测点的保护，必要时应设置监测点的保护装置或保护设施。

5.2 基坑及支护结构

5.2.1 基坑边坡顶部的水平位移和竖向位移监测点应沿基坑周边布置，基坑周边中部、阳角处应布置监测点。监测点间距不宜大于 20m，每边监测点数目不应少于 3 个。监测点宜设置在基坑边坡坡顶上。

5.2.2 围护墙顶部的水平位移和竖向位移监测点应沿围护墙的周边布置，围护墙周边中部、阳角处应布置监测点。监测点间距不宜大于 20m，每边监测点数目不应少于 3 个。监测点宜设置在冠梁上。

5.2.3 深层水平位移监测孔宜布置在基坑边坡、围护墙周边的中心处及代表性的部位，数量和间距视具体情况而定，但每边至少应设 1 个监测孔。

当用测斜仪观测深层水平位移时，设置在围护墙内的测斜管深度不宜小于围护墙的入土深度；设置在土体内的测斜管应保证有足够的入土深度，保证管端嵌

入到稳定的土体中。

5.2.4 围护墙内力监测点应布置在受力、变形较大且有代表性的部位，监测点数量和横向间距视具体情况而定，但每边至少应设 1 处监测点。竖直方向监测点应布置在弯矩较大处，监测点间距宜为 3~5m。

5.2.5 支撑内力监测点的布置应符合下列要求：

1 监测点宜设置在支撑内力较大或在整个支撑系统中起关键作用的杆件上；

2 每道支撑的内力监测点不应少于 3 个，各道支撑的监测点位置宜在竖向保持一致；

3 钢支撑的监测截面根据测试仪器宜布置在支撑长度的 1/3 部位或支撑的端头。钢筋混凝土支撑的监测截面宜布置在支撑长度的 1/3 部位；

4 每个监测点截面内传感器的设置数量及布置应满足不同传感器测试要求。

5.2.6 立柱的竖向位移监测点宜布置在基坑中部、多根支撑交汇处、施工栈桥下、地质条件复杂处的立柱上，监测点不宜少于立柱总根数的 10%，逆作法施工的基坑不宜少于 20%，且不应少于 5 根。

5.2.7 锚杆的拉力监测点应选择在受力较大且有代表性的位置，基坑每边跨中部位和地质条件复杂的区域宜布置监测点。每层锚杆的拉力监测点数量应为该层锚杆总数的 1~3%，并不应少于 3 根。每层监测点在竖向上的位置宜保持一致。每根杆体上的测试点应设置在锚头附近位置。

5.2.8 土钉的拉力监测点应沿基坑周边布置，基坑周边中部、阳角处宜布置监测点。监测点水平间距不宜大于 30m，每层监测点数目不应少于 3 个。各层监测点在竖向上的位置宜保持一致。每根杆体上的测试点应设置在受力、变形有代表性的位置。

5.2.9 基坑底部隆起监测点应符合下列要求：

1 监测点宜按纵向或横向剖面布置，剖面应选择在基坑的中央、距坑底边约 1/4 坑底宽度处以及其他能反映变形特征的位置。数量不应少于 2 个。纵向或横向有多个监测剖面时，其间距宜为 20~50m，

2 同一剖面上监测点横向间距宜为 10~20m，数量不宜少于 3 个。

5.2.10 围护墙侧向土压力监测点的布置应符合下列要求：

- 1 监测点应布置在受力、土质条件变化较大或有代表性的部位；
- 2 平面布置上基坑每边不宜少于 2 个测点。在竖向布置上，测点间距宜为 2~5m，测点下部宜密；
- 3 当按土层分布情况布设时，每层应至少布设 1 个测点，且布置在各层土的中部；
- 4 土压力盒应紧贴围护墙布置，宜预设于围护墙的迎土面一侧。

5.2.11 孔隙水压力监测点宜布置在基坑受力、变形较大或有代表性的部位。监测点竖向布置宜在水压力变化影响深度范围内按土层分布情况布设，监测点竖向间距一般为 2~5m，并不宜少于 3 个。

5.2.12 基坑内地下水位监测点的布置应符合下列要求：

1 当采用深井降水时，水位监测点宜布置在基坑中央和两相邻降水井的中间部位；当采用轻型井点、喷射井点降水时，水位监测点宜布置在基坑中央和周边拐角处，监测点数量视具体情况确定；

2 水位监测管的埋置深度（管底标高）应在最低设计水位之下 3~5m。对于需要降低承压水水位的基坑工程，水位监测管埋置深度应满足降水设计要求。

5.2.13 基坑外地下水位监测点的布置应符合下列要求：

1 水位监测点应沿基坑周边、被保护对象（如建筑物、地下管线等）周边或在两者之间布置，监测点间距宜为 20~50m。相邻建（构）筑物、重要的地下管线或管线密集处应布置水位监测点；如有止水帷幕，宜布置在止水帷幕的外侧约 2m 处。

2 水位监测管的埋置深度（管底标高）应在控制地下水位之下 3~5m。对于需要降低承压水水位的基坑工程，水位监测管埋置深度应满足设计要求；

3 回灌井点观测井应设置在回灌井点与被保护对象之间。

5.3 周边环境

5.3.1 从基坑边缘以外 1~3 倍开挖深度范围内需要保护的建（构）筑物、地下管

线等均应作为监控对象。必要时，尚应扩大监控范围。

5.3.2 位于重要保护对象（如地铁、上游引水、合流污水等）安全保护区范围内的监测点的布置，尚应满足相关部门的技术要求。

5.3.3 建（构）筑物的竖向位移监测点布置应符合下列要求：

- 1 建（构）筑物四角、沿外墙每 10~15m 处或每隔 2~3 根柱基上，且每边不少于 3 个监测点；
- 2 不同地基或基础的分界处；
- 3 建（构）筑物不同结构的分界处；
- 4 变形缝、抗震缝或严重开裂处的两侧；
- 5 新、旧建筑物或高、低建筑物交接处的两侧；
- 6 烟囱、水塔和大型储仓罐等高耸构筑物基础轴线的对称部位，每一构筑物不得少于 4 点。

5.3.4 建（构）筑物的水平位移监测点应布置在建筑物的墙角、柱基及裂缝的两端，每侧墙体的监测点不应少于 3 处。

5.3.5 建（构）筑物倾斜监测点应符合下列要求：

- 1 监测点宜布置在建（构）筑物角点、变形缝或抗震缝两侧的承重柱或墙上；
 - 2 监测点应沿主体顶部、底部对应布设，上、下监测点应布置在同一竖直线
- 上；
- 3 当采用铅锤观测法、激光铅直仪观测法时，应保证上、下测点之间具有一定的通视条件。

5.3.6 建（构）筑物的裂缝监测点应选择有代表性的裂缝进行布置，在基坑施工期间当发现新裂缝或原有裂缝有增大趋势时，应及时增设监测点。每一条裂缝的测点至少设 2 组，裂缝的最宽处及裂缝末端宜设置测点。

5.3.7 地下管线监测点的布置应符合下列要求：

- 1 应根据管线年份、类型、材料、尺寸及现状等情况，确定监测点设置；
- 2 监测点宜布置在管线的节点、转角点和变形曲率较大的部位，监测点平面间距宜为 15~25m，并宜延伸至基坑以外 20m；
- 3 上水、煤气、暖气等压力管线宜设置直接监测点。直接监测点应设置在管线上，也可以利用阀门开关、抽气孔以及检查井等管线设备作为监测点；

4 在无法埋设直接监测点的部位，可利用埋设套管法设置监测点，也可采用模拟式测点将监测点设置在靠近管线埋深部位的土体中。

5.3.8 基坑周边地表竖向沉降监测点的布置范围宜为基坑深度的 1~3 倍，监测剖面宜设在坑边中部或其他有代表性的部位，并与坑边垂直，监测剖面数量视具体情况确定。每个监测剖面上的监测点数量不宜少于 5 个。

5.3.9 土体分层竖向位移监测孔应布置在有代表性的部位，数量视具体情况确定，并形成监测剖面。同一监测孔的测点宜沿竖向布置在各层土内，数量与深度应根据具体情况确定，在厚度较大的土层中应适当加密。

6 监测方法及精度要求

6.1 一般规定

6.1.1 监测方法的选择应根据基坑等级、精度要求、设计要求、场地条件、地区经验和方法适用性等因素综合确定，监测方法应合理易行。

6.1.2 变形测量点分为基准点、工作基点和变形监测点。其布设应符合下列要求：

- 1 每个基坑工程至少应有 3 个稳固可靠的点作为基准点；
- 2 工作基点应选在稳定的位置。在通视条件良好或观测项目较少的情况下，可不设工作基点，在基准点上直接测定变形监测点；
- 3 施工期间，应采用有效措施，确保基准点和工作基点的正常使用；
- 4 监测期间，应定期检查工作基点的稳定性。

6.1.3 监测仪器、设备和监测元件应符合下列要求：

- 1 满足观测精度和量程的要求；
- 2 具有良好的稳定性和可靠性；
- 3 经过校准或标定，且校核记录和标定资料齐全，并在规定的校准有效期内；

6.1.4 对同一监测项目，监测时宜符合下列要求：

- 1 采用相同的观测路线和观测方法；
- 2 使用同一监测仪器和设备；
- 3 固定观测人员；
- 4 在基本相同的环境和条件下工作。

6.1.5 监测过程中应加强对监测仪器设备的维护保养、定期检测以及监测元件的检查；应加强对监测仪标的保护，防止损坏。

6.1.6 监测项目初始值应为事前至少连续观测 3 次的稳定值的平均值。

6.1.7 除使用本规范规定的各种基坑工程监测方法外，亦可采用能达到本规范规定精度要求的其他方法。

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、小角度法、投点法等；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、极坐标法等；当基准点距基坑较远时，可采用 GPS 测量法或三角、三边、边角测量与基准线法相结合的综合测量方法。

6.2.2 水平位移监测基准点应埋设在基坑开挖深度 3 倍范围以外不受施工影响的稳定区域，或利用已有稳定的施工控制点，不应埋设在低洼积水、湿陷、冻胀、胀缩等影响范围内；基准点的埋设应按有关测量规范、规程执行。宜设置有强制对中的观测墩；采用精密的光学对中装置，对中误差不宜大于 0.5mm。

6.2.3 基坑围护墙（坡）顶水平位移监测精度应根据围护墙（坡）顶水平位移报警值按表 6.2.3 确定。

表 6.2.3 基坑围护墙（坡）顶水平位移监测精度要求(mm)

设计控制值(mm)	≤30	30~60	>60
监测点坐标中误差	≤1.5	≤3.0	≤6.0

注：监测点坐标中误差，系指监测点相对测站点（如工作基点等）的坐标中误差，为点位中误差的 $1/\sqrt{2}$ 。

6.2.4 地下管线的水平位移监测精度宜不低于 1.5mm。

6.2.5 其他基坑周边环境（如地下设施、道路等）的水平位移监测精度应符合相关规范、规程等的规定。

6.3 竖向位移监测

6.3.1 竖向位移监测可采用几何水准或液体静力水准等方法。

6.3.2 坑底隆起（回弹）宜通过设置回弹监测标，采用几何水准并配合传递高

程的辅助设备进行检测，传递高程的金属杆或钢尺等应进行温度、尺长和拉力等项修正。

6.3.3 基坑围护墙（坡）顶、墙后地表与立柱的竖向位移监测精度应根据竖向位移报警值按表 6.3.3 确定。

表 6.3.3 基坑围护墙（坡）顶、墙后地表及立柱的竖向位移监测精度(mm)

竖向位移报警值	≤20（35）	20~40（35~60）	≥40（60）
监测点测站高差中误差	≤0.3	≤0.5	≤1.5

注：1. 监测点测站高差中误差系指相应精度与视距的几何水准测量单程一测站的高差中误差；

2. 括号内数值对应于墙后地表及立柱的竖向位移报警值。

6.3.4 地下管线的竖向位移监测精度宜不低于 0.5mm。

6.3.5 其他基坑周边环境（如地下设施、道路等）的竖向位移监测精度应符合相关规范、规程的规定。

6.3.6 坑底隆起（回弹）监测精度不宜低于 1mm。

6.3.7 各等级几何水准法观测时的技术要求应符合表 6.3.7 的要求。

表 6.3.7 几何水准观测的技术要求

基坑类别	使用仪器、观测方法及要求
一级基坑	DS ₀₅ 级别水准仪，因瓦合金标尺，按光学测微法观测，宜按国家二等水准测量的技术要求施测
二级基坑	DS ₁ 级别及以上水准仪，因瓦合金标尺，按光学测微法观测，宜按国家二等水准测量的技术要求施测
三级基坑	DS ₃ 或更高级别及以上的水准仪，宜按国家二等水准测量的技术要求施测

6.3.8 水准基准点宜均匀埋设，数量不应少于 3 点，埋设位置和方法要求与 6.2.2 相同。

6.3.9 各监测点与水准基准点或工作基点应组成闭合环路或附合水准路线。

6.4 深层水平位移监测

6.4.1 围护墙体或坑周土体的深层水平位移的监测宜采用在墙体或土体中预埋测斜管、通过测斜仪观测各深度处水平位移的方法。

6.4.2 测斜仪的精度要求不宜小于表 6.4.2 的规定。

表 6.4.1 测斜仪精度

基坑类别	一级	二级和三级
系统精度 mm/m	0.10	0.25
分辨率 mm/500mm	0.02	0.02

6.4.3 测斜管宜采用 PVC 工程塑料管或铝合金管，直径宜为 45~90mm，管内应有两组相互垂直的纵向导槽。

6.4.4 测斜管应在基坑开挖 1 周前埋设，埋设时应符合下列要求：

- 1 埋设前应检查测斜管质量，测斜管连接时应保证上、下管段的导槽相互对准顺畅，接头处应密封处理，并注意保证管口的封盖；
- 2 测斜管长度应与围护墙深度一致或不小于所监测土层的深度；当以下部管端作为位移基准点时，应保证测斜管进入稳定土层 2~3m；测斜管与钻孔之间孔隙应填充密实；
- 3 埋设时测斜管应保持竖直无扭转，其中一组导槽方向应与所需测量的方向一致。

6.4.5 测斜仪应下入测斜管底 5~10min，待探头接近管内温度后再量测，每个监测方向均应进行正、反两次量测。

6.4.6 当以上部管口作为深层水平位移相对基准点时，每次监测均应测定孔口坐标的变化。

6.5 倾斜监测

6.5.1 建筑物倾斜监测应测定监测对象顶部相对于底部的水平位移与高差，分别

记录并计算监测对象的倾斜度、倾斜方向和倾斜速率。

6.5.2 应根据不同的现场观测条件和要求，选用投点法、水平角法、前方交会法、正垂线法、差异沉降法等。

6.5.3 建筑物倾斜监测精度应符合《工程测量规范》（GB50026）及《建筑变形测量规程》（JGJ/T8）的有关规定。

6.6 裂缝监测

6.6.1 裂缝监测应包括裂缝的位置、走向、长度、宽度及变化程度，需要时还包括深度。裂缝监测数量根据需要确定，主要或变化较大的裂缝应进行监测。

6.6.2 裂缝监测可采用以下方法：

1 对裂缝宽度监测，可在裂缝两侧贴石膏饼、划平行线或贴埋金属标志等，采用千分尺或游标卡尺等直接量测的方法；也可采用裂缝计、粘贴安装千分表法、摄影量测等方法。

2 对裂缝深度量测，当裂缝深度较小时宜采用凿出法和单面接触超声波法监测；深度较大裂缝宜采用超声波法监测。

6.6.3 应在基坑开挖前记录监测对象已有裂缝的分布位置和数量，测定其走向、长度、宽度和深度等情况，标志应具有可供量测的明晰端面或中心。

6.6.4 裂缝宽度监测精度不宜低于 0.1mm，长度和深度监测精度不宜低于 1mm。

6.7 支护结构内力监测

6.7.1 基坑开挖过程中支护结构内力变化可通过在结构内部或表面安装应变计或应力计进行量测。

6.7.2 对于钢筋混凝土支撑，宜采用钢筋应力计（钢筋计）或混凝土应变计进行量测；对于钢结构支撑，宜采用轴力计进行量测。

6.7.3 围护墙、桩及围檩等内力宜在围护墙、桩钢筋制作时，在主筋上焊接钢筋

应力计的预埋方法进行量测。

6.7.4 支护结构内力监测值应考虑温度变化的影响，对钢筋混凝土支撑尚应考虑混凝土收缩、徐变以及裂缝开展的影响。

6.7.5 应力计或应变计的量程宜为最大设计值的 1.2 倍，分辨率不宜低于 0.2%F·S，精度不宜低于 0.5%F·S。

6.7.6 围护墙、桩及围檩等的内力监测元件宜在相应工序施工时埋设并在开挖前取得稳定初始值。

6.8 土压力监测

6.8.1 土压力宜采用土压力计量测。

6.8.2 土压力计的量程应满足被测压力的要求，其上限可取最大设计压力的 1.2 倍，精度不宜低于 0.5%F·S，分辨率不宜低于 0.2%F·S。

6.8.3 土压力计埋设可采用埋入式或边界式（接触式）。埋设时应符合下列要求：

- 1 受力面与所需监测的压力方向垂直并紧贴被监测对象；
- 2 埋设过程中应有土压力膜保护措施；
- 3 采用钻孔法埋设时，回填应均匀密实，且回填材料宜与周围岩土体一致。
- 4 做好完整的埋设记录。

6.8.4 土压力计埋设以后应立即进行检查测试，基坑开挖前至少经过 1 周时间的监测并取得稳定初始值。

6.9 孔隙水压力监测

6.9.1 孔隙水压力宜通过埋设钢弦式、应变式等孔隙水压力计，采用频率计或应变计量测。

6.9.2 孔隙水压力计应满足以下要求：量程应满足被测压力范围的要求，可取静水压力与超孔隙水压力之和的 1.2 倍；精度不宜低于 0.5%F·S，分辨率不宜低于

0.2%F·S。

6.9.3 孔隙水压力计埋设可采用压入法、钻孔法等。

6.9.4 孔隙水压力计应在事前 2~3 周埋设，埋设前应符合下列要求：

- 1 孔隙水压力计应浸泡饱和，排除透水石中的气泡；
- 2 检查率定资料，记录探头编号，测读初始读数。

6.9.5 采用钻孔法埋设孔隙水压力计时，钻孔直径宜为 110~130mm，不宜使用泥浆护壁成孔，钻孔应圆直、干净；封口材料宜采用直径 10~20mm 的干燥膨润土球

6.9.6 孔隙水压力计埋设后应测量初始值，且宜逐日量测 1 周以上并取得稳定初始值。

6.9.7 应在孔隙水压力监测的同时测量孔隙水压力计埋设位置附近的地下水位。

6.10 地下水位监测

6.10.1 地下水位监测宜采通过孔内设置水位管，采用水位计等方法进行测量。

6.10.2 地下水位监测精度不宜低于 10mm。

6.10.3 检验降水效果的水位观测井宜布置在降水区内，采用轻型井点管降水时可布置在总管的两侧，采用深井降水时应布置在两孔深井之间，水位孔深度宜在最低设计水位下 2~3m。

6.10.4 潜水水位管应在基坑施工前埋设，滤管长度应满足测量要求；承压水位监测时被测含水层与其他含水层之间应采取有效的隔水措施。

6.10.5 水位管埋设后，应逐日连续观测水位并取得稳定初始值。

6.11 锚杆拉力监测

6.11.1 锚杆拉力量测宜采用专用的锚杆测力计，钢筋锚杆可采用钢筋应力计或应变计，当使用钢筋束时应分别监测每根钢筋的受力。

6.11.2 锚杆轴力计、钢筋应力计和应变计的量程宜为设计最大拉力值的 1.2 倍，量测精度不宜低于 $0.5\%F \cdot S$ ，分辨率不宜低于 $0.2\%F \cdot S$ 。

6.11.3 应力计或应变计应在锚杆锁定前获得稳定初始值。

6.12 坑外土体分层竖向位移监测

6.12.1 坑外土体分层竖向位移可通过埋设分层沉降磁环或深层沉降标，采用分层沉降仪结合水准测量方法进行量测。

6.12.2 分层竖向位移标应在事前埋设。沉降磁环可通过钻孔和分层沉降管进行定位埋设。

6.12.3 土体分层竖向位移的初始值应在分层竖向位移标埋设稳定后进行，稳定时间不应少于 1 周并获得稳定的初始值；监测精度不宜低于 1mm。

6.12.4 每次测量应重复进行 2 次，2 次误差值不大于 1mm。

6.12.5 采用分层沉降仪法监测时，每次监测应测定管口高程，根据管口高程换算出测管内各监测点的高程。

7 监 测 频 率

7.0.1 基坑工程监测频率应以能系统反映监测对象所测项目的重要变化过程，而又不遗漏其变化时刻为原则。

7.0.2 基坑工程监测工作应贯穿于基坑工程和地下工程施工全过程。监测工作一般应从基坑工程施工前开始，直至地下工程完成为止。对有特殊要求的周边环境的监测应根据需要延续至变形趋于稳定后才能结束。

7.0.3 监测项目的监测频率应考虑基坑工程等级、基坑及地下工程的不同施工阶段以及周边环境、自然条件的变化。当监测值相对稳定时，可适当降低监测频率。对于应测项目，在无数据异常和事故征兆的情况下，开挖后仪器监测频率的确定可参照表 7.0.3。

表 7.0.3 现场仪器监测的监测频率

基坑类别	施工进度		基坑设计开挖深度			
			≤5m	5~10m	10~15m	>15m
一级	开挖深度 (m)	≤5	1 次/1d	1 次/2d	1 次/2d	1 次/2d
		5~10		1 次/1d	1 次/1d	1 次/1d
		>10			2 次/1d	2 次/1d
	底板浇筑 后时间 (d)	≤7	1 次/1d	1 次/1d	2 次/1d	2 次/1d
		7~14	1 次/3d	1 次/2d	1 次/1d	1 次/1d
		14~28	1 次/5d	1 次/3d	1 次/2d	1 次/1d
		>28	1 次/7d	1 次/5d	1 次/3d	1 次/3d
二级	开挖深度 (m)	≤5	1 次/2d	1 次/2d		
		5~10		1 次/1d		
	底板浇筑 后时间 (d)	≤7	1 次/2d	1 次/2d		
		7~14	1 次/3d	1 次/3d		
		14~28	1 次/7d	1 次/5d		
		>28	1 次/10d	1 次/10d		

注：1. 当基坑工程等级为三级时，监测频率可视具体情况要求适当降低；

2. 基坑工程施工至开挖前的监测频率视具体情况确定；

3. 宜测、可测项目的仪器监测频率可视具体情况要求适当降低；

4. 有支撑的支护结构各道支撑开始拆除到拆除完成后 3d 内监测频率应为 1 次/1d。

7.0.4 当出现下列情况之一时，应加强监测，提高监测频率，并及时向委托方及相关单位报告监测结果：

1. 监测数据达到报警值；
2. 监测数据变化量较大或者速率加快；
3. 存在勘察中未发现的不良地质条件；
4. 超深、超长开挖或未及时加撑等未按设计施工；
5. 基坑及周边大量积水、长时间连续降雨、市政管道出现泄漏；
6. 基坑附近地面荷载突然增大或超过设计限值；
7. 支护结构出现开裂；
8. 周边地面出现突然较大沉降或严重开裂；
9. 邻近的建（构）筑物出现突然较大沉降、不均匀沉降或严重开裂；
10. 基坑底部、坡体或支护结构出现管涌、渗漏或流砂等现象；
11. 基坑工程发生事故后重新组织施工；
12. 出现其他影响基坑及周边环境安全的异常情况。

7.0.5 当有危险事故征兆时，应实时跟踪监测。

8 监 测 报 警

8.0.1 基坑工程监测报警值应符合基坑工程设计的限值、地下主体结构设计要求以及监测对象的控制要求。基坑工程监测报警值由基坑工程设计方确定。

8.0.2 基坑工程监测报警值应以监测项目的累计变化量和变化速率值两个值控制。

8.0.3 因围护墙施工、基坑开挖以及降水引起的基坑内外地层位移应按下列条件控制：

- 1 不得导致基坑的失稳；
- 2 不得影响地下结构的尺寸、形状和地下工程的正常施工；
- 3 对周边已有建（构）筑物引起的变形不得超过相关技术规范的要求；
- 4 不得影响周边道路、地下管线等正常使用；
- 5 满足特殊环境的技术要求。

8.0.4 基坑及支护结构监测报警值应根据监测项目、支护结构的特点和基坑等级确定，可参考表 8.0.4。

表 8.0.4 基坑及支护结构监测报警值

序号	监测项目	支护结构类型	基坑类别								
			一级			二级			三级		
			累计值		变化 速率 /mm·d ⁻¹	累计值/mm		变化 速率 /mm·d ⁻¹	累计值/mm		变化 速率 /mm·d ⁻¹
			绝对值 /mm	相对基坑深度 (<i>h</i>)控制值		绝对值 /mm	相对基坑深度 (<i>h</i>)控制值		绝对值 /mm	相对基坑深度 (<i>h</i>)控制值	
1	墙（坡） 顶水平 位移	放坡、土钉墙、喷锚支护、 水泥土墙	30~35	0.3%~0.4%	5~10	50~60	0.6%~0.8%	10~15	70~80	0.8%~1.0%	15~20
		钢板桩、灌注桩、 型钢水泥土墙、地下连续墙	25~30	0.2%~0.3%	2~3	40~50	0.5%~0.7%	4~6	60~70	0.6%~0.8%	8~10
2	墙（坡） 顶竖向 位移	放坡、土钉墙、喷锚支护、 水泥土墙	20~40	0.3%~0.4%	3~5	50~60	0.6%~0.8%	5~8	70~80	0.8%~1.0%	8~10
		钢板桩、灌注桩、 型钢水泥土墙、地下连续墙	10~20	0.1%~0.2%	2~3	25~30	0.3%~0.5%	3~4	35~40	0.5%~0.6%	4~5
3	围护墙 深层水 平位移	水泥土墙	30~35	0.3%~0.4%	5~10	50~60	0.6%~0.8%	10~15	70~80	0.8%~1.0%	15~20
		钢板桩	50~60	0.6%~0.7%	2~3	80~85	0.7%~0.8%	4~6	90~100	0.9%~1.0%	8~10
		灌注桩、型钢水泥土墙	45~55	0.5%~0.6%		75~80	0.7%~0.8%		80~90	0.9%~1.0%	
		地下连续墙	40~50	0.4%~0.5%		70~75	0.7%~0.8%		80~90	0.9%~1.0%	
4	立柱竖向位移	25~35		2~3	35~45		4~6	55~65		8~10	
5	基坑周边地表竖向位移	25~35		2~3	50~60		4~6	60~80		8~10	
6	坑底回弹	25~35		2~3	50~60		4~6	60~80		8~10	
7	支撑内力	60%~70% <i>f</i>				70%~80% <i>f</i>			80%~90% <i>f</i>		
8	墙体内力										
9	锚杆拉力										
10	土压力										
11	孔隙水压力										

注：1. h — 基坑设计开挖深度； f — 设计极限值。

2. 累计值取绝对值和相对基坑深度(h)控制值两者的小值。

3. 当监测项目的变化速率连续 3 天超过报警值的 50%，应报警。

8.0.5 周边环境监测报警值的限值应根据主管部门的要求确定，如无具体规定，可参考表 8.0.5 确定。

表 8.0.5 建筑基坑工程周边环境监测报警值

项 目 监测对象				累计值		变化速率/ $\text{mm} \cdot \text{d}^{-1}$	备注
				绝对值/ mm	倾斜		
1	地下水位变化			1000	-	500	-
2	管线 位移	刚性 管道	压力	10~30	-	1~3	直接观察 点数据
			非压力	10~40	-	3~5	
		柔性管线		10~40	-	3~5	-
3	邻近建（构） 筑物		最大沉降	10~60	-	-	-
			差异沉降	-	2/1000	0.1H/1000	-

注：1. H — 为建（构）筑物承重结构高度。
2. 第 3 项累计值取最大沉降和差异沉降两者的小值。

8.0.6 周边建（构）筑物报警值应结合建（构）筑物裂缝观测确定，并应考虑建（构）筑物原有变形与基坑开挖造成的附加变形的叠加。

8.0.7 当出现下列情况之一时，必须立即报警；若情况比较严重，应立即停止施工，并对基坑支护结构和周边的保护对象采取应急措施。

- 1 当监测数据达到报警值；
- 2 基坑支护结构或周边土体的位移出现异常情况或基坑出现渗漏、流砂、管涌、隆起或陷落等；
- 3 基坑支护结构的支撑或锚杆体系出现过大变形、压屈、断裂、松弛或拔出的迹象；
- 4 周边建（构）筑物的结构部分、周边地面出现可能发展的变形裂缝或较严重的突发裂缝；
- 5 根据当地工程经验判断，出现其他必须报警的情况。

9 数据处理与信息反馈

9.1 一般规定

9.1.1 监测分析人员应具有岩土工程与结构工程的综合知识，具有设计、施工、测量等工程实践经验，具有较高的综合分析能力，做到正确判断、准确表达，及时提供高质量的综合分析报告。

9.1.2 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、监测当日报表、阶段性报告和监测总结报告提供的数据、图表应客观、真实、准确、及时。

9.1.3 外业观测值和记事项目，必须在现场直接记录于观测记录表中。任何原始记录不得涂改、伪造和转抄，并有测试、记录人员签字。

9.1.4 现场的监测资料应符合下列要求：

- 1 使用正式的监测记录表格；
- 2 监测记录应有相应的工况描述；
- 3 监测数据应及时整理；
- 4 对监测数据的变化及发展情况应及时分析和评述。

9.1.5 观测数据出现异常，应及时分析原因，必要时进行重测。

9.1.6 进行监测项目数据分析时，应结合其他相关项目的监测数据和自然环境、施工工况等情况以及以往数据，考量其发展趋势，并做出预报。

9.1.7 监测成果应包括当日报表、阶段性报告、总结报告。报表应按时报送。报表中监测成果宜用表格和变化曲线或图形反映。

9.2 当日报表

9.2.1 当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 仪器监测项目各监测点的本次测试值、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 巡视检查的记录；
 - 4 对监测项目应有正常或异常的判断性结论；
 - 5 对达到或超过监测报警值的监测点应有报警标示，并有原因分析及建议；
 - 6 对巡视检查发现的异常情况应有详细描述，危险情况应有报警标示，并有原因分析及建议；
 - 7 其他相关说明。
- 9.2.2 当日报表应标明工程名称、监测单位、监测项目、测试日期与时间、报表编号等。并应有监测单位监测专用章及测试人、计算人和项目负责人签字。

9.3 阶段 性 监 测 报 告

9.3.1 阶段性监测报告应包括下列内容：

- 1 该监测期相应的工程、气象及周边环境概况；
- 2 该监测期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。

9.3.2 阶段性监测报告应标明工程名称、监测单位、该阶段的起止日期、报告编号，并应有监测单位章及项目负责人、审核人、审批人签字。

总结报告

9.4.1 基坑工程监测总结报告的内容应包括：

- 1 工程概况；

- 2 监测依据；
- 3 监测项目；
- 4 测点布置；
- 5 监测设备和监测方法；
- 6 监测频率；
- 7 监测报警值；
- 8 各监测项目全过程的发展变化分析及整体评述；
- 9 监测工作结论与建议。

9.4.2 总结报告应标明工程名称、监测单位、整个监测工作的起止日期，并应有监测单位章及项目负责人、单位技术负责人、企业行政负责人签字。

附录 A 墙（坡）顶水平位移和竖向位移监测日报表样表

（ ）监测日报表

第 页 共 页

第 次

工程名称：

报表编号：

天气：

观测者：

计算者：

测试日期：

年 月 日

点号	水平位移量/mm				备注	竖向位移量/mm				备注
	本次测试值	单次变化	累计变化量	变化速率		本次测试值	单次变化	累计变化量	变化速率	
说明	1. 所填写数据正负号的物理意义; 2. 测点损坏的状况 (如被压、被毁); 3. 备注中注明该测点数据正常或超限状况。				测点布置示意图					
工况										

项目负责人：

监测单位：

注：应视工程及测点变形情况，定期绘制测点的数据变化曲线图。

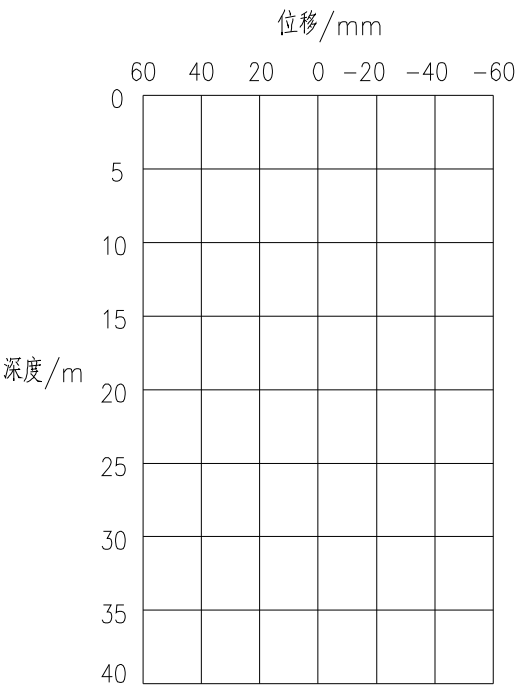
附录 B 支护结构深层水平位移监测日报表样表

() 监测日报表 第 页 共 页
第 次

工程名称： 报表编号： 天气：
观测者： 计算者： 测试日期： 年 月 日

孔号：

深度 本次位移 单次变化 累计位移 变化速率
/m /mm /mm /mm /mm·d⁻¹



测点布置示意图

备注 说明： 1. 所填写数据正负号的物理意义；
2. 测点损坏的状况（如被压、被毁）；

3. 注明该测点数据正常或超限状况。

累计位移最大值: mm, 深度位于 m

本次位移最大值: mm, 深度位于 m

施工工况：开挖深度

项目负责人:

监测单位:

附录 C 桩、墙体内力及土压力、孔隙水压力检测日报表样表
() 监测日报表
第 次

第 页 共 页

工程名称:

观测者:

组号

点号

深度 /m

本次应力 /kPa

上次应力 /kPa

本次变化 /kPa

累计变化 /kPa

备注

报表编号:

计算者:

组号

点号

深度 /m

本次应力 /kPa

上次应力 /kPa

本次变化 /kPa

累计变化 /kPa

备注

天气:

测试日期:

年

月

日

说明:

说明

1. 测点埋设位置、朝向等要素; 所填写数据正负号的物理意义;

2. 测点损坏的状况 (如被压、被毁);

3. 备注中注明该测点数据正常或超限状况。

测点布置示意图

工况

项目负责人：

监测单位：

注：应视工程及测点变形情况，定期绘制测点的数据变化曲线图。

() 监测日报表
第 次

天气:

测试日期: 年 月 日

计算者:

说明：

1. 所填写数据正负号的物理意义；
2. 测点损坏的状况（如被压、被毁）；
3. 备注中注明该测点正常或超限状况。

监测单位:

35

附录 E 地下水水位、墙后地表沉降、坑底隆起监测日报表样表

() 监测日报表

第 页 共 页

第 次

工程名称:

报表编号:

天气:

测试者:

计算者:

测试日期: 年 月 日

组号	点 号	初始高程/m	本次高程/m	上次高程	本次变化量/mm	累计变化量/mm	变化速率/mm·d ⁻¹	备 注
说 明	说明： 1. 所填写数据正负号的物理意义； 2. 测点损坏的状况（如被压、被毁）； 备注中注明该测点正常或超限状况。			测点布置示意图				
工 况								

项目负责人:

监测单位:

注: 应视工程及测点变形情况, 定期绘制测点的数据变化曲线图。

附录 F 巡视监测日报表样表

() 监测日报表

第 页 共 页

第 次

工程名称:

报表编号:

观测者:

观测日期: 年 月 日 时

分类	巡视检查内容	巡视检查结果	备注
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		
	墙后土体沉陷、裂缝及滑移		
	基坑涌土、流砂、管涌		
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		
周边环境	地下管道破损、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	基准点、测点完好状况		
	观测工作条件		
	监测元件完好情况		
观测部位			

项目负责人:

监测单位: