

广西壮族自治区地方标准

DBXX/XX - 2016

广西建筑基坑工程监测技术规程

Technical code for monitoring of building

foundation excavation engineering in Guangxi

征求意见稿

前 言

本规程是根据广西壮族自治区城乡建设委员会的要求，由南宁市勘察测绘地理信息院会同广西大学、广西华蓝岩土工程有限公司、广西瑞宇建筑科技有限公司等成立《广西建筑基坑工程监测技术规程》编制组（以下简称编制组）共同编制完成。

本规程是广西壮族自治区首次编制的建筑基坑工程监测技术规程。编制过程中，编制组进行了广泛的调查分析，总结了近年来广西地区建筑基坑工程监测经验，吸纳了国内外相关科技成果，并参照了现有基坑工程监测技术及相关规范、标准和规程，开展了多项专题研究。本规程的初稿和征求意见稿通过各种形式在广西广泛征求了意见，并经编制组多次讨论修改后，形成送审稿并通过了审查。

本规程共分为 10 章 14 个附录。其主要技术内容包括总则、术语、基本规定、监测项目及要求、监测点的布设、监测方法及精度要求、监测周期与频率、监测报警、数据处理与信息反馈、信息化监测系统。

本规程中以黑体字标志的条文为强制性条文，必须严格执行。

本规程由广西壮族自治区住房和城乡建设厅归口管理，授权由南宁市勘察测绘地理信息院负责具体技术内容的解释。本规程在实施过程中，请各有关单位注意总结经验，积累资料，如发现不完善之处，请随时将有关意见和建议反馈至南宁市勘察测绘地理信息院（地址：南宁市金花茶路 31-1 号，邮编：530022），以便今后修订时参考。

主编单位：南宁市勘察测绘地理信息院
南宁市城乡建设委员会

参编单位：广西大学
广西华蓝岩土工程有限公司
广西瑞宇建筑科技有限公司
广西建工集团基础建设有限公司
广西有色勘察设计研究院
柳州市勘察测绘研究院

主要起草人：黄炳强 杨涟 钱伟文 许英姿 江杰 卢玉南 欧孝夺 曾祥新 冷春生
庞敬林 韦家春 张文峰 徐初来 陈斌 陈大林 王长海

主要审查人员：

目 次

1 总 则.....	5
2 术 语.....	6
3 基本规定.....	8
4 监测项目及要求.....	13
4.1 一般规定.....	13
4.2 仪器监测.....	13
4.3 巡视检查.....	14
5 监测点的布设.....	16
5.1 一般规定.....	16
5.2 基坑及支护结构监测点布置.....	18
5.3 基坑周边环境监测点布置.....	21
6 监测方法及精度要求.....	23
6.1 一般规定.....	23
6.2 水平位移监测网.....	24
6.3 竖向位移监测网.....	25
6.4 深层水平位移监测.....	27
6.5 支护结构内力监测.....	28
6.6 坑底隆起（回弹）监测.....	28
6.7 土压力监测.....	29
6.8 孔隙水压力监测.....	30
6.9 地下水位监测.....	30
6.10 土体分层竖向位移监测.....	31
6.11 倾斜监测.....	31
6.12 裂缝监测.....	32
7 监测周期与频率.....	33
8 监测报警.....	35
9 数据处理与信息反馈.....	39
9.1 一般规定.....	39
9.2 初始状态监测报告.....	39
9.3 监测日报和阶段性报告.....	39
9.3 总结报告.....	40
10 信息化监测系统.....	42
10.1 一般规定.....	42
10.2 智能监测管理控制系统.....	42
10.3 智能元件可视化.....	43

10.4 图形分析与文件输出.....	43
附录 A 水平位移基准点标志及埋设.....	44
附录 B 竖向位移基准点标志及埋设.....	49
附录 C 监测点元器件标志规格及埋设示意图.....	52
附录 D 基坑监测日报结果汇总表.....	58
附录 E 水平位移和竖向位移监测日报表.....	59
附录 F 深层水平位移监测日报表.....	61
附录 G 内力、土压力、孔隙水压力监测日报表.....	62
附录 H 支撑、锚杆（索）与土钉内力监测日报表.....	64
附录 I 地下水位、分层竖向位移、隆起（回弹）监测日报表.....	65
附录 J 土体分层竖向位移监测日报表.....	66
附录 K 倾斜监测日报表.....	67
附录 M 巡视监测日报表.....	71
附录 N 规程用词说明.....	73
附录 O 引用标准名录.....	74
条文说明	

1. 总则

1.0.1 为规范广西地区建筑基坑工程监测工作，保证建筑基坑安全和有效保护基坑周边环境，使基坑监测工作方案科学、成果可靠、技术先进、经济合理，为信息化施工提供依据，特制定本规程。

1.0.2 本规程适用于广西地区内各类工业与民用建（构）筑基坑及其周边环境的监测。地铁、隧道等基坑工程监测可参照本规程。

1.0.3 建筑基坑工程监测应综合考虑基坑工程设计文件、建设场地的工程地质与水文地质条件、周边环境条件、施工方案、计划工期及天气条件等因素，制定合理的监测方案，精心组织实施监测。

1.0.4 建筑基坑工程监测除应遵循本规程外，尚应符合国家现行有关标准、规范和规程的规定。

2. 术语

2.0.1 建筑基坑 building foundation excavation

为进行建（构）筑物基础和地下建（构）筑物的施工而开挖形成的地面以下空间。

2.0.2 基坑周边环境 surroundings around foundationexcavation

基坑开挖影响范围以内可能受基坑影响或可能影响基坑安全的既有建（构）筑物、道路、地下设施、地下管线、岩土体及地下水系等的统称。

2.0.3 建筑基坑工程监测 monitoring of building foundation excavation engineering

在基坑施工及使用阶段，对支护结构的内力及变形、基坑自身及周边环境变化（位移、沉降、倾斜、地下水位、土压力及孔隙水压力等）实施的检查、量测和监视工作。

2.0.4 膨胀岩土 expansive rock and soil

富含亲水性矿物并具有明显的吸水膨胀与失水收缩特性的高塑性软岩和黏土。

2.0.5 岩溶 karst

可溶性岩石（碳酸盐岩、硫酸岩、卤化物岩等）在水的溶蚀作用下，产生的各种地质作用、形态和现象的总称。

2.0.6 支护结构 bracing and retaining structure

为保证基坑开挖和地下结构的施工安全以及保护基坑周边环境，对基坑侧壁进行临时支挡、加固和保护使基坑侧壁岩土体基本稳定的一种结构体系。支护结构包括围护结构（包含截水帷幕）和支撑（或拉锚、土钉）体系。

2.0.7 支撑 bracing

基坑内用以承受围护结构传来荷载的受力构件或结构体系，由围檩、支撑（或锚杆（索）、土钉）、立柱（桩）等结构组成。

2.0.8 锚杆 anchor rod

一端与围护结构联结，另一端锚固在土层或岩层中的承受围护结构侧面水、土压力的受拉杆件。

2.0.9 冠梁 top beam

设置在围护结构顶部并与围护结构连接的用于传力或增加围护结构整体刚度的梁式构件。

2.0.10 监测网 monitoring network

为变形监测而建立的由基准点、工作基点组成的专用测量控制网。

2.0.11 基准点 benchmark

在变形监测中，作为测定工作基点和监测点依据的、需长期保存和稳定可靠的测量控制点。

2.0.12 监测点 monitoring point

直接或间接设置在被监测对象上能反映其位移和内力变化特征的观测点。

2.0.13 监测频率 frequency of monitoring

单位时间内的监测次数。

2.0.14 监测报警值 alarming value on monitoring

在基坑工程施工过程中，为确保基坑工程及其周边环境的安全，对监测对象的位移和内力变化所设定的警戒值。

2.0.15 信息化监测 informative monitoring

在计算机网络与远程通信技术支持下，利用精密电子仪器与数字传感器，通过相关软件实现建筑基坑工程监测信息的快速获取、网络传输、即时处理、智能分析、在线管理的监测方法。

3. 基本规定

3.1 基坑监测基本原则

3.1.1 开挖深度大于等于 5m、或开挖深度小于 5m 但现场地质情况和周围环境较复杂的基坑工程以及其他需要实施监测的基坑工程均应实施基坑工程监测。

3.1.2 根据工程现场与基坑工程设计的具体情况，应由基坑工程设计单位提出基坑工程监测的技术要求，主要包括监测项目、监测范围、监测点位置、监测频率、监测报警值、基坑周边荷载限值、地下水和地表水控制要求等。

3.1.3 基坑工程施工前，应由建设方委托同时具备岩土工程勘察设计资质与工程测量资质的第三方对基坑工程实施现场监测。负责实施监测项目的主要技术人员必须分别具有注册土木工程师（岩土）和注册测绘师执业资格并经注册有效，其他监测人员必须持相应专业岗位证书。

3.1.4 监测单位在基坑开挖前组织编制监测方案和实施初始状态监测。监测方案和初始状态监测报告应经建设、设计、监理等单位认可，必要时还需与基坑周边环境涉及的有关管理单位协商一致，报建设行政主管部门备案，取得备案证明后方可实施。

3.1.5 基坑监测应达到下列要求：

- 1 对基坑支护体系及周边环境安全进行有效监护；
- 2 监测信息化；
- 3 验证有关设计参数。

3.2 基坑工程监测等级

3.2.1 基坑工程监测等级应根据基坑工程安全等级、周边环境等级和地基复杂程度等因素进行综合划分。

3.2.2 基坑工程安全等级应根据基坑开挖深度和其它特殊要求按表 3.1 分为三级。

表 3.1：基坑工程安全等级划分

等级	分类标准
一级	开挖深度大于或等于 10m； 降水深度大于 6m 或降水对周边环境有较大影响； 重要工程或支护结构做主体结构的一部分； 设计使用年限超过 2 年的基坑工程； 需要进行爆破施工的基坑工程； 采用逆作法上下同步施工的基坑工程； 软土地区的二层及二层以上地下室的基坑 支护结构失效、土体过大变形对基坑周边环境或主体结构施工安全的影响很严重。
二级	开挖深度介于 7m~10m； 支护结构失效、土体过大变形对基坑周边环境或主体结构施工安全的影响严重。
三级	开挖深度小于 7m； 支护结构失效、土体过大变形对基坑周边环境或主体结构施工安全的影响不严重。

3.2.3 周边环境等级应根据周边环境条件按表 3.2 划分为三级。

表 3.2: 周边环境等级划分

等级	周边环境条件
一级	离基坑 ($0.7H$ 或 $H \cdot \tan(45^\circ - \phi/2)$) 范围内有地铁、共同沟、大直径煤气(天然气)管道、大型压力总水管、高压铁塔、历史文物、近代优秀保护建(构)筑物及设施、十层及十层以上建筑物、低于十层的重要建筑物、重要的桥梁与隧道、重要的烟囱与水塔、有较大的交通荷载或大于 35kPa 短期作用荷载等。
二级	离基坑 ($0.7H$ 或 $H \cdot \tan(45^\circ - \phi/2)$) 范围内有一般桥梁或隧道、一般建(构)筑物、一般地下管线等。 ($0.7H$ 或 $H \cdot \tan(45^\circ - \phi/2)$) $\sim 2H$ 范围内有地铁、共同沟、大直径煤气(天然气)管道、大型压力总水管、高压铁塔、历史文物、近代优秀保护建(构)筑物及设施、十层及十层以上建筑物、低于十层的重要建筑物、重要的桥梁与隧道、重要的烟囱与水塔、有较大的交通荷载或大于 35kPa 短期作用荷载等。
三级	离基坑 $2H$ 范围以内设有需要保护管线或建(构)筑物及设施等。

- 注: 1. H 为基坑开挖深度, 单位为(m), (以下同); ϕ 为岩土体内摩擦角 ($^\circ$);
 2. 工程对周边环境影响程度分区范围划分界线值取 $0.7H$ 或 $H \cdot \tan(45^\circ - \phi/2)$ 中的较大值;
 3. 高压铁塔、历史文物、近代优秀建筑的划分应符合相关管理部门的规定;
 4. 一般建(构)物为两层及两层以上、十层以下的建筑;
 5. 必要时应扩大监测范围至 4 倍基坑开挖深度范围。

3.2.4 地基复杂程度应根据场地地基土土性、软弱程度和水文条件按表 3.3 划分。

表 3.3: 地基复杂程度划分

地基复杂程度	地基土土性、软弱程度和水文地质条件
复杂	$2H$ 深度范围内地形地貌很复杂; 地基与边坡的岩土性质较差, 存在松填土、软土、膨胀土、岩溶等特殊岩土且需要专门治理; 坑底存在厚度较大的粉土或砂土且隔水帷幕无法隔断; 存在大面积厚层松散填土、暗塘或者暗沟分布(需要量化一下); 不良地质现象强烈发育, 存在有可能导致大规模塌方的软弱淤泥质的薄弱层(土性指标: 含水量 $> 55\%$, 静探比贯入阻力 $< 0.4\text{MPa}$) 或其它不良地质条件, 对基坑安全与周围环境的影响很严重; 地表水(含大量降雨)、地下水对基坑的影响较大需要进行专门治理; 邻近江、河边(约 $2.0H$ 水平距离以内)并有水力联系; 有渗透性较大的含水层并存在微承压水或承压水(基坑影响深度范围以内)。
中等	$2H$ 深度范围内地形地貌较复杂; 地基与边坡的岩土性质一般, 特殊性岩土且不需要专门治理; 不良地质现象一般发育, 对基坑安全与周围环境的影响小; 存在软~可塑状粘性土或厚度不大(厚度小于 2.0m) 的软土与膨胀土, 对基坑安全与周围环境有一定影响。地表水(含大量降雨)、地下水对基坑的影响较小, 不需要进行专门治理; 离江、河边有一定距离, 并无水力联系。
简单	$2H$ 深度范围内地形地貌简单; 不良地质现象不发育; 地基与边坡的岩土性质较好; 无暗塘或者暗沟分布; 地表水(含大量降雨)、地下水对基坑无影响。

注: 从复杂程度开始, 有二项(含二项)以上, 最先符合该等级标准者, 即可定为该等级。

3.2.5 综合基坑工程安全等级、周边环境等级和地基复杂程度等三个方面, 基坑监测等级按表

3.4 可划分为三级。

表 3.4：基坑工程监测等级

基坑工程 监测等级	基坑工程 安全等级	周边环境等级	地基复杂程度
一级	一级~二级	一级	复杂~中等
二级	二级~三级	一级~二级	中等~简单
三级	三级	三级	简单

注：1 有二项(含二项)以上，最先符合该等级标准者，即可定为该等级；

2 当符合两个监测等级时，宜按周边环境高一等级考虑。

3.3 监测工作的内容与要求

3.3.1 编写基坑工程监测方案前，建设方应向监测单位提供以下资料：

- 1 基坑工程支护结构设计施工图；
- 2 设计方提出的监测技术要求；
- 3 岩土工程勘察报告；
- 4 建筑基坑施工方案；
- 5 基坑工程影响范围内的道路、地下管网、地下设施及地形图等有关资料；
- 6 周边建(构)筑物的建造年代、结构形式及基础形式等有关资料。

3.3.2 编写监测方案前，监测单位在现场踏勘、资料收集阶段的主要工作应包括：

- 1 了解建设方、设计方及有关单位的具体要求；
- 2 收集和熟悉岩土工程勘察资料、水文与气象资料、地下工程和基坑工程的设计资料及施工组织设计（或者项目管理规划）资料等；

3 收集基坑工程影响范围内的道路、地下管网、地下设施及周边建筑物的原始状况和使用现状等有关资料。必要时可采用拍照、录像等方法保存有关资料或进行必要的现场测试取得有关资料，作为施工前的档案资料。调查范围以基坑边线以外 3 倍基坑深度为限。

4 通过现场踏勘，复核相关资料与现场状况的关系，确定拟监测项目现场实施的可行性。

5 了解相邻工程的设计与施工情况。

3.3.3 监测方案应根据委托方和相关单位的要求，结合基坑工程的实际情况，分析研究工程风险及影响工程安全的关键部位和关键工序，有针对性地进行编制。监测方案宜包括以下内容：

- 1 建筑基坑工程基本情况。包括：工程概况、周边环境概况、地质概况及基坑工程监测平面布置图等；
- 2 监测目的与依据；
- 3 监测范围和基坑监测等级；
- 4 基准点与工作基点的布设；
- 5 监测内容与精度要求。包括：监测项目、监测周期、监测点数量及布设、监测方法及精度、监测频率、报警值、巡视检查内容等；
- 6 监测工作组织实施。包括：仪器设备、仪器设备检定、监测人员配备、进度计划、作业安全、管理制度等；
- 7 异常情况下的监测措施；
- 8 信息反馈与处理措施。包括：监测信息的采集、分析和处理要求、工序管理及信息反馈制度等。

3.3.4 下列基坑工程的监测方案，建设单位应组织专家进行专项论证，建设、设计、施工、监理及监测单位的项目负责人应参加论证。

- 1 安全等级为一级的基坑；
- 2 距基坑边 1.5 倍基坑开挖深度范围内有重点工程、重要建筑、历史文物等重要建（构）筑物，或燃气、给排水、军用光缆等重要管线；
- 3 基坑外边缘距离周边建（构）筑物小于 3m；
- 4 距基坑边 50m（开挖深度超过 10m 时，5 倍开挖深度）范围内有地铁、隧道、人防等重要工程设施；
- 5 在开挖影响范围内有厚度超过 10m 的淤泥及淤泥质土、地下承压水、砂土层等土体容易导致流砂、管涌、突涌等现象的地质环境条件；
- 6 开挖面积大于 20000m²；
- 7 围护、支撑、止水及降水等体系中采用新技术、新工艺和新材料的一、二级基坑工程；
- 8 发生险情、事故后重新组织施工的基坑工程；
- 9 其他需要论证的基坑工程。

3.3.5 监测工作宜按照下列步骤进行：

- 1 接受委托；
- 2 现场踏勘，收集资料；
- 3 制定监测方案，并报建设方、设计方及相关单位认可；
- 4 监测点设置与验收，设备、仪器和元器件校验与验收；
- 5 初始状态监测；
- 6 现场监测；
- 7 监测数据的处理、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。

3.3.6 监测范围宜达到基坑边线外 2 倍以上的开挖深度，并符合工程保护范围的规定，或按工程设计要求确定。

3.3.7 监测单位应及时开展周边环境巡查，应对周边建（构）筑物和有关设施现状和裂缝开展情况等初始状态监测，并详细记录或拍照、摄像。前期巡查范围宜达到基坑边线以外 3 倍开挖深度，在基坑施工之前提交经建设单位以及基坑周边相邻设施的管理单位和业主认可的初始状态监测报告。

3.3.8 监测单位的资质材料、人员资格材料、监测仪器设备检定资料等应经监理单位审核。各类仪器设备在埋设前均应进行标定，且应定期由法定计量单位进行检验、校正。

3.3.9 监测单位应该严格实施监测方案，及时处理监测数据，并将监测结果与评价及时反馈给建设方及相关单位，当监测数据达到监测报警值时必须立即通报建设方及相关单位，并按异常情况下的监测措施进行加密或连续观测。

3.3.10 监测数据宜自动连续采集，便于信息处理、分析和预测。

3.3.11 基坑设计发生重大变更时，应及时调整监测方案。

3.3.12 基坑工程监测期间，建设方和施工方应协助监测单位保护现场安装的监测设施和设备，一经破坏，由监测单位负责恢复破坏部位的监测。

3.3.13 基坑工程监测不应影响被监测对象的结构安全及妨碍其正常使用。

3.3.14 监测结束阶段，监测单位应向建设方的要求提供以下资料：

- 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。

4. 监测项目及要求

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、巡视检查、远程视频等多种手段相结合的综合方法。

4.1.2 基坑工程的监测对象应包括：

- 1 支护结构；
- 2 地下水状况；
- 3 施工工况；
- 4 基坑底部及周边土体；
- 5 周边建（构）筑物；
- 6 周边管网及地下设施；
- 7 周边重要的道路；
- 8 其他应监测的对象。

4.1.3 基坑开挖前应对周边建（构）筑物、重要道路和有关地下管网及设施的现状进行施工前的调查，并作详细记录，必要时可拍照、录像，对纳入基坑监测网的各周边环境监测点进行初始状态监测获取初始值，监测单位根据巡查资料与初始监测成果编制《初始状态监测报告》，作为施工前的档案资料和办理安全监督手续的申请资料，调查范围应达到由基坑工程监测等级确定的基坑周边环境监测范围的 1.5 倍。

4.1.4 基坑工程的监测项目应与基坑工程设计及施工方案相结合，且抓住关键部位，做到重点观测、项目配套，形成有效、完整的监测系统。

4.2 仪器监测

4.2.1 基坑工程仪器监测 应根据表 4.1 进行选择。

表 4.1：建筑基坑工程仪器监测项目表

序号	监测项目监测等级	一级	二级	三级
1	围护结构（边坡）顶部水平位移	应测	应测	应测
2	围护结构（边坡）顶部竖向位移	应测	应测	应测
3	围护结构深层水平位移	应测	应测	宜测
4	土体深层水平位移	应测	应测	宜测
5	围护结构内力	应测	宜测	可测
6	支撑内力	应测	宜测	可测
7	立柱竖向位移	应测	宜测	宜测
8	立柱内力	宜测	可测	可测
9	锚杆内力	应测	应测	宜测

10	土钉内力		宜测	可测	可测
11	坑底隆起（回弹）		宜测	宜测	可测
12	围护结构侧向土压力		宜测	可测	可测
13	孔隙水压力		宜测	可测	可测
14	地下水位	基坑外	应测	应测	应测
15		基坑内	宜测	宜测	可测
16	土体分层竖向位移		宜测	可测	可测
17	周边地表变形（竖直与水平位移）		应测	应测	宜测
18	周边建（构） 筑物	竖向位移	应测	应测	应测
19		倾斜	应测	宜测	可测
20		水平位移	应测	宜测	可测
21	周边建筑、地表裂缝		应测	应测	应测
22	周边地下管网变形		应测	应测	应测

注：1、周边环境等级为一级时，周边环境监测项目按基坑工程监测等级为一级的要求进行监测。

2、有特殊要求的工程项目，尚应根据建设方及相关单位的特殊要求增加相应的监测项目。

3、监测等级的划分按照本规程的条款 3.2.5 及本规程的表 3.4 执行。

4、周边地表竖向位移、周边建（构）筑物、周边地下管网变形应在基坑开挖前获得初始值，以便与后期监测数据对比。

4.2.2 膨胀土、岩溶地区的基坑监测项目应提高一级执行。

4.2.3 当基坑周边有地铁、隧道或其它对位移有特殊要求的建筑及设施时，监测项目应与有关管理部门或单位协商确定。

4.3 巡视检查

4.3.1 基坑工程施工和使用期内，均应由专人进行巡视检查。

4.3.2 基坑工程巡视检查的主要内容为：

表 4.2：建筑基坑工程巡视检查内容

基坑工程监测等级 巡视检查内容		一级		二级		三级	
		开挖前	开挖后	开挖前	开挖后	开挖前	开挖后
护 结 构	支护结构成型质量						
	冠梁、围檩、支撑裂缝						
	支撑、立柱变形		应 检 查		应 检 查		应 检 查
	止水帷幕开裂、渗漏						
	墙后土体裂隙、沉陷、滑移						
	基坑涌土、流沙、管涌						
工	开挖后暴露的实际土质情况与勘察报告的有无差异		应 检		应 检		应 检

工 况	基坑开挖分段长度、分层厚度、锚杆设置是否与设计一致		查		查		查
	地表水、地下水状态						
	基坑降水、回灌设施运转情况						
	基坑周边堆载情况						
边 环 境	周边管道破损、泄露情况						
	周边建（构）筑物裂缝						
	周边道路（地面）裂缝、沉陷	应检查	应检查	应检查	应检查	应检查	应检查
	邻近基坑及建（构）筑物施工情况						
测 设 施	基准点完好状况						
	监测元件完好及保护情况	应检查	应检查	应检查	应检查	应检查	应检查
	观测工作障碍物						

4.3.3 巡视检查可借助锤、钎、量尺、放大镜等工具以及摄像和摄影等设备进行，并应详细记录自然条件、支护结构、施工工况、周边环境、监测设施等的巡视检查情况。巡视检查记录应及时整理，并与仪器监测数据进行综合分析。如发现异常，及时通知建设方及相关单位。

5. 监测点的布设

5.1 一般规定

5.1.1 基准点、工作基点和监测点标志、标识牌、布设方法应按照统一标准，参照附录 A~C。

5.1.2 基准点应预先布设，确定其稳定后方可开始观测。稳定期应根据观测要求与地质条件确定，不宜少于 2 周。

5.1.3 基准点应定期检核，频率不低于 1 次/月。当发现基准点被扰动或破坏时，应使用相邻基准点代替被破坏基准点，并重新布设，且应及时上报建设及相关单位。

5.1.4 监测点的布设应充分考虑基坑岩土情况、支护结构的安全等级、以及施工进度、期限等因素，布置在内力及变形关键特征点上并满足监控要求，最大程度地反映监测对象的实际状态及其变化趋势。

5.1.5 监测点标志应稳固、明显、结构合理，监测点位置宜避开障碍物，便于观测，不应影响和妨碍监测对象的正常受力和使用，并减小对施工作业的不利影响。

5.1.6 监测点应设置保护装置与警示标识，并加强对监测点的保护。

5.1.7 内力监测传感器埋设前应进行标定与编号，埋设后传感器导线应引至适宜监测操作处，导线应连接牢固，对引出的导线接头进行防水、防潮及绝缘处理，并做好导线端部的编号与防护措施。

5.1.8 监测点布设阶段，对于被破坏后难以恢复的监测点，应按设计数量 1.2 倍进行布设。

5.1.9 在施工监测过程中，各监测项目有效监测点数量不应少于设计数量的 80%，重要部位如基坑四边中部及阳角的位移点、支护结构的主要受力处和变形较大处的监测点、周边建（构）筑物的大角处的位移点等不得缺失，如有缺失，应立即补设，且监测报告应反映前期监测结果。

5.1.10 各项目监测点宜布设在垂直基坑边方向的同一剖面上。

5.1.11 监测点原则上不得变更，确实需要变更时，应有建设、设计、施工、监理、监测等单位确认的变更手续。涉及监测项目或数量变更的应重新办理监测方案备案手续。

5.1.12 基坑围护墙侧边中部、阳角处、围护结构受力和变形较大处宜布置监测点，周边有重点监护对象处应加密观测点。当基坑的设计与施工对监测点布置有特殊要求时，应按设计与施工要求确定。

5.1.13 历史文物、近代优秀建筑、重要管线、地铁、隧道等重要保护对象的监测点布设，尚应满足有关部门的技术要求。

5.1.14 各项目监测点应采用统一编号，编号应由监测项目代码与监测点序号组成。监测项目代码如表 5.1 所示：

表 5.1：监测项目代码

监测项目	代 码	备 注
围护桩（墙）、边坡顶部水平位移	QD	水平位移监测点和竖向位移监测点为相同点时，可用 QT
围护桩（墙）、边坡顶部竖向位移	QH	
深层水平位移	CX	—
围护桩（墙）内力	QL	—

支撑内力		ZC	—
立柱内力		LZ	—
锚杆（索）内力		MG	—
土钉内力		TD	—
坑底隆起（回弹）		HT	—
土压力		TY	—
孔隙水压力		SY	—
地下水位		SW	—
土体分层竖向位移		FC	—
立柱	竖向位移	LH	—
	倾斜	LQ	
周边地表	竖向位移	DB	—
	裂缝	DF	
周边建（构） 筑物	竖向位移	JH	水平位移监测点和竖向位移监测点为同一点时，可用 JZ
	水平位移	JD	
	倾斜	JQ	—
	裂缝	JF	—
周边管线变形	给水管线	JS	周边管线变形监测点未作详细分类时，可用 GX
	雨水管线	YS	
	污水管线	WS	
	电力管线	DL	
	燃气管线	RQ	
	通讯管线	TX	
	工业管线	GY	
	石油管线	YG	
	不明管线	BG	

5.1.15 监测点布置完成后，应由建设、设计、施工、监理、监测等单位联合进行检查验收，

验收内容如下：

- 1 监测项目、监测点数量和布设方法是否严格按照监测方案的要求进行；
- 2 监测点及元器件是否采用成品件；
- 3 埋设的监测点是否已做好标识并采取有效保护措施。

5.2 基坑及支护结构监测点布置

5.2.1 支护结构或基坑边坡顶部水平和竖向位移监测点布置应符合下列要求：

- 1 监测点应沿基坑边中部、阳角部位及周边荷载较大部位布置，宜设置在围护结构的冠梁或边坡顶上；
- 2 围护结构顶部水平和竖向位移监测点宜为共用点，监测点间距不宜大于20m，每边监测点不少于3个，且关键部位宜适当加密。
- 3 宜布置在两根支撑中间部位。
- 4 宜布置在围护墙侧向变形（测斜）监测点处。

5.2.2 围护结构或土体深层水平位移监测点的布置应符合下列要求：

- 1 监测点宜布置在围护结构墙体的中部、阳角处及有代表性的部位，布置间距宜为 20~50m，每边监测点至少应设 1 个，关键部位应适当加密；
- 2 测斜管宜采用 PVC 工程塑料管或铝合金管。管内应有两组相互垂直的纵向导槽；
- 3 用测斜仪观测深层水平位移时，当测斜管埋设于围护结构体内，测斜管布置深度不应小于围护结构的入土深度；当测斜管埋设于土体中，测斜管布置深度不应小于基坑开挖深度的 1.5 倍，并应大于围护结构的深度，若以测斜管底为固定起算点时，管底应嵌入到稳定的土层 2~3m；
- 4 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，测斜管中的一对槽口应自上而下始终垂直于基坑边缘，各段接头及管底应保证密封；
- 5 当采用钻孔法埋设时，测斜管与钻孔之间的孔隙应填充密实；
- 6 应对测斜管的接口位置精确计算，避免接口位置设在探头滑轮停留处。

5.2.3 围护墙内力监测点的布置应符合下列要求：

- 1 围护墙内力监测点应布置在受力较复杂、弯矩较大且有代表性的部位；
- 2 监测点平面间距宜为 20m~50m，且每侧边监测点至少 1 个；
- 3 竖直方向监测点宜布置在支撑点、锚拉位置、弯矩较大处，竖向间距宜为 2m~4m。

5.2.4 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控制作用的杆件上。
- 2 每层支撑的内力监测点不应少于 3 个，各层支撑的监测点位置在竖向上宜保持一致。
- 3 钢支撑采用测力计监测时，监测截面宜选择在支撑的端头；采用应力计或应变计监测时，监测截面宜选择在支撑中部或两支点间 1/3 部位；混凝土支撑的监测截面宜选择在两支点间 1/3 部位，并避开节点位置。

4 每个监测截面内传感器埋设数量不应少于 4 个，具体数量及布设应满足不同传感器监测要求。

5.2.5 立柱竖向位移监测点的布置应符合下列要求：

- 1 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、施工栈桥下及地质条件复杂处的立柱上。
- 2 监测点不应少于立柱总根数的 5%，逆作法施工的基坑不应少于 10%，且均不应少于 3 根。
- 3 立柱的内力监测点宜布置在受力较大的立柱上，位置宜设在坑底以上各层立柱下部的 1/3 部位。

4 每个监测截面内传感器埋设数量不应少于 4 个且沿最大受力方向分布。

5.2.6 锚杆（索）内力监测点的布置应符合下列要求：

1 监测点应选择在受力较大且有代表性的位置，宜布置在基坑每边中部、阳角处和地质条件复杂的区域；

2 每层监测点应按锚杆总数的1%~3%布置，且不应少于3 个；

3 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和受力有代表性的位置。

5.2.7 土钉内力监测点布置应符合下列要求：

1 监测点应沿基坑周边布置，宜布置在基坑各边中部、阳角处和地质条件复杂的区段；

2 各层监测点位置在竖向上宜保持一致；

3 监测点水平间距不宜大于30m，每层监测点数量不应小于3个；

4 每根杆件上的测试点应设置在锚头附近或受力有代表性的位置；

5 专用测力计、应力计或应变计的安装应符合安装技术要求，宜采用螺纹或对焊连接传感器与杆体。需要对焊的传感器，应在冷却状态下进行对焊。

5.2.8 坑底隆起（回弹）监测点的布置应符合下列要求：

1 监测点宜按纵剖面或横剖面布置，剖面应选择在基坑中部以及其他能反映变形特征的位置；

2 监测剖面间距宜为20m~50m，剖面数量不应少于2个；

3 同一剖面上监测点横向间距宜为10m~30m，数量不宜少于3个；

4 回弹点测标应在基坑开挖前预先埋设到基坑底面的设计标高下20~30cm处，回弹点的测标要埋设稳定、牢固且便于观测。

5.2.9 围护结构侧向土压力监测点的布置应符合下列要求：

1 监测点应布置在围护结构外侧受力、土质条件变化较大或其他有代表性的部位；

2 平面布置上基坑每边监测点不宜少于2个，间距宜为20m~50m；

3 竖向布置上监测点间距宜为2m~5m，中下部宜加密；

4 当按土层分类情况布设时，每层应至少布设1个测点，且宜布置在各土层的中部；

5 土压力计埋设可采用埋入式或边界式，埋设时受力面与所监测的压力方向垂直并紧贴被监测对象，埋设过程中应有土压力膜保护措施；

6 采用钻孔法埋设时，回填应均匀密实，且回填材料宜与周围土性一致。

5.2.10 孔隙水压力监测点布置应符合下列要求：

1 监测点宜布置在水压力变化影响深度范围内基坑受力显著、变形较大或有代表性的部位；

2 按土层分布情况布设，竖向间距宜为2m~5m，涉及多层承压水层时应适当加密，监测点数量不宜少于3个；

3 孔隙水压力计埋设应在基坑施工前2~3周埋设，埋设方法可采用钻孔法、压入法、填埋法等。当在同一监测孔内埋设多个孔隙水压力计时，宜采用钻孔法；当在软弱土层中埋设单个孔隙水压力计时，宜采用压入法；在填方工程中，宜采用填埋法；

4 孔隙水压力计应浸泡饱和，排除透水石中的气泡，保证探头周围填砂渗水通畅和透水石不堵塞，阻止上下水层贯通。孔隙水压力计周边应回填透水填料；

5 监测孔应采用隔水填料填实封严，封孔填料宜采用直径 10mm~20mm 的干燥膨润土球；

6 采用钻孔法埋设时，钻孔直径宜为 110mm~130mm，不宜使用泥浆护壁成孔，钻孔完成后用清水洗孔，钻孔应圆直、干净；

7 当同一监测孔内埋设多个孔隙水压力计时，其间隔不应小于 1m，并采取措施确保上下水层的

封闭隔离。

5.2.11 基坑外地下水位监测点的布置应符合下列要求：

- 1 监测点应沿基坑、被保护对象的周边或在两者之间布置，宜布置在邻近搅拌桩施工搭接处、转角处、相邻建（构）筑物处、地下管线相对密集处。当有止水帷幕时，宜布设在止水帷幕外侧约2m处；
- 2 监测点间距宜为20m~50m，水文地质条件复杂处应适当加密；
- 3 水位观测管埋置深度应控制在地下水位以下 3m~5m，并满足设计要求，对需要降低微承压水或承压水水位的基坑工程，监测点宜布设在相邻降压井中间部位，间距宜为 30m~60m，每边监测点不应少于 1 个。承压水水位监测管的滤管应埋设在所测的承压含水层中，深度应能反映承压水水位变化。滤管段以上应采用不透水材料密封至孔口；
- 4 回灌井点观测井应设置在回灌井点与被保护对象之间。

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，监测点数量应视具体情况确定；
- 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3m~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；
- 3 潜水水位管埋设时，钻孔孔径不应小于 110mm，水位管直径宜为 50~70mm，水位管滤管段以上应用膨润土球封至孔口，滤管长度应满足量测要求；
- 4 对需要降低微承压水或承压水水位的基坑工程，监测点宜布设在相邻降压井中间部位，间距宜为 30m~60m，每边监测点不应少于 1 个。承压水水位监测管的滤管应埋设在所测的承压含水层中，深度应能反映承压水水位变化。滤管段以上应采用不透水材料密封至孔口；
- 5 水位管宜在工程开始降水前至少 1 周埋设。

5.2.13 钢筋应力计安装布设应符合下列要求：

- 1 钢筋应力计应尽量焊接在同一直径的受力钢筋上，并保持在同一轴线上；
- 2 钢筋应力计的焊接可采用对焊、坡口焊、熔槽焊。当钢筋直径大于 28mm 时，不宜采用对焊焊接；
- 3 焊接过程中，钢筋应力计部位的温度应低于 60℃。

5.2.14 应变计安装布设应符合下列要求：

- 1 粘贴应变计部位应使用丙酮等有机溶剂清除试件表面油污；表面粗糙不平时，宜用细砂轮或砂纸磨平，再用丙酮等有机溶剂清除表面残留磨屑；
- 2 宜在试件上划制两根光滑、清楚且互相垂直交叉的定位线，应使应变计基底上的轴线标记与其对准后粘贴。

5.2.15 轴力计安装布设应符合下列要求：

- 1 应采用专用轴力安装架固定轴力计，将安装架圆形钢筒上设有开槽的端面与支撑固定端的钢板焊接牢固；
- 2 焊接时应将钢结构中心轴线与安装中心点对齐，保证各接触面平整，支护结构受力状态通过轴力计正常传递；
- 3 焊接冷却后，应将轴力计推入安装架圆形钢筒内，并用螺丝将轴力计固定在安装架上；
- 4 钢结构吊装前，应将轴力计的电缆绑在安装架两翅膀内侧，防止吊装过程中的损伤。

5.2.16 光纤传感器安装布设应符合下列要求：

- 1 应先将光纤传感器埋入与工程材料一致的小型预制件中，再埋入工程结构中；
- 2 钢筋混凝土结构中，宜将光纤传感器黏结到钢筋上，以钢筋受力、变形反映结构内部应力、

应变状态；

- 3 应先用小导管保护光纤传感器，在黏结剂固化前将导管拔出。

5.3 基坑周边环境监测点布置

5.3.1 从基坑边缘以外 1~3 倍基坑开挖深度范围内需要保护的周边环境应作为监测对象，必要时尚应扩大监测范围。

5.3.2 建（构）筑物监测点的布置应能够反应建（构）筑物的变形特征，并满足相关规范要求。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）筑物竖向与水平位移监测点的布置应符合下列要求：

- 1 监测点应布置在建（构）筑物四角、沿外墙每隔 10m~15m 处或每隔 2~3 根柱基上，且每边不少于 3 个；
- 2 不同地基或基础的分界处应设置监测点；
- 3 不同结构形式的分界处应设置监测点；
- 4 变形缝或严重开裂处的两侧应设置监测点；
- 5 新、旧建（构）筑物或高低建（构）筑物交接处的两侧应设置监测点；
- 6 烟囱、水塔、大型储仓罐和高层建（构）筑等高耸构筑物基础轴线的对称部位应设置监测点，且每一建（构）筑物不得少于 4 个；
- 7 独立基础的建（构）筑物监测点宜布置在受力柱上；
- 8 文物古建筑、近代优秀建筑、城市标志性建筑等风险等级较高的建（构）物应适当增加监测点数量；

9 监测点宜布设于通视良好，不易破坏的地方。

5.3.4 建（构）筑物倾斜监测点的布置应符合下列要求：

- 1 监测点宜布置在建（构）筑物角点、变形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，必要时中部加密；
- 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，下部监测点为测站时，上部必须安置接收靶；
- 4 当采用经纬仪或全站仪观测时，仪器设置位置与监测点的距离宜为上、下点高差的 1.5~2 倍；
- 5 每栋建（构）筑物倾斜监测点不宜少于 2 组，每组 2 个监测点；
- 6 当采用精密水准观测时，由基础的差异沉降推算建筑倾斜，可按 5.3.2 有关规定成对布置。

5.3.5 周边建（构）筑物与地表裂缝监测点布设应符合下列要求：

1 基坑开挖前对基坑开挖影响范围内的建（构）筑物裂缝进行现场目测调查并记录，必要时可采用仪器量测，对典型裂缝应布置监测点并量测其初始值。

2 应选择有代表性的裂缝布设监测点；每条裂缝监测点应不少于 2 个，每个监测点宜采用一组监测标志，每组监测标志应使用 2 个对应的标志分别设在裂缝两侧，且连线垂直于裂缝。

3 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；

5.3.6 周边地表水平、竖向位移监测点的布置应符合下列要求：

- 1 监测点布设范围不应小于 3 倍基坑开挖深度；
- 2 监测点宜按监测剖面设置在坑边中部或其他有代表性的部位，并与基坑边线垂直，必要时可增加纵向剖面，剖面间距宜为 30m~50m，监测剖面数量视具体情况确定，每侧边剖面数至少 1 个；
- 2 每个监测剖面上的监测点数量不宜少于 5 个，其间距不宜大于 4m，由内向外先密后疏布设。

5.3.7 周边地表裂缝监测点布置应符合下列要求：

1 基坑施工前应对基坑影响范围内的地表、道路出现的裂缝现场状况进行巡视调查、记录，必要时可进行拍照记录；

2 有代表性的裂缝要布设监测点并用仪器量测其初始值；

3 基坑施工过程中出现的新裂缝应进行现场记录并增设监测点；

5.3.8 周边管线监测点布置应符合下列要求：

1 地下管网的监测应根据各管线年代、类型、材质、尺寸、接口形式、埋设方式及现状等情况，综合确定监测点的布置位置与方法；

2 监测点宜布置在管网的节点、转角点、接口处及变形曲率较大部位的内、外侧，监测点平面间距宜为15m~25m，并宜延伸至基坑边缘以外1~3倍基坑开挖深度范围内的管线；

3 供水管道、煤气等压力管网宜设置直接监测点，直接监测点宜设置在管道、阀门开关、抽气孔和检查井上，具体布置宜采用抱箍法和套管法。

4 在无法设置直接监测点的部位，可采用埋设套管法或模拟式测点法设置间接监测点。

5 管线监测点布置方案应征求有关管理部门的意见。

5.3.9 土体分层竖向位移监测点布置应符合下列要求：

1 监测孔应布置在靠近被保护对象且有代表性的部位，数量应视具体情况确定；

2 监测点在竖向上宜布置在各土层分界面上，也可以等间距设置，在厚度较大土层中部应适当加密；

3 监测点布置深度宜大于2.5 倍基坑开挖深度，且不应小于基坑围护结构以下5m~10m。

4 一孔多标时宜采用磁环式分层沉降标，一孔一标时宜采用深层沉降标。

5 磁环式分层沉降标或深层沉降标应在基坑开挖前至少 1 周埋设。沉降磁环应通过钻孔和分层沉降管进行定位埋设，应保证沉降管安置到位后与土层密贴牢固。

6. 监测方法及精度要求

6.1 一般规定

6.1.1 监测单位应综合考虑岩土条件、支护结构的安全等级、现场环境、设计要求、本地经验、方法适用性等因素，确定合理可靠的监测方法。

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

- 1 基准点应埋设在基坑影响范围外，每个基坑工程应不少于 3 个稳固、可靠的点作为基准点。
- 2 工作基点应选在相对稳定和方便使用的位置。在通视良好、距离较近或观测项目较少的情况下，基准点可直接当作工作基点使用。

- 3 水平位移监测基准点和一级基坑的工作基点宜设置具有强制对中的观测墩，基准点的埋设要求应符合《建筑变形测量规范》JGJ8 的规定。

- 4 监测期间，应定期检查基准点和工作基点的稳定性，并采取有效措施，确保其正常使用。

6.1.3 监测单位应严格按照监测方案进行监测，实际监测人员和使用的监测仪器及元器件应与监测方案一致。监测仪器及元器件应符合下列要求：

- 1 监测仪器及元器件应满足监测精度和量程的要求且具有良好的稳定性和可靠性；
- 2 监测仪器应在计量检定有效期内，元器件应在使用前进行标定，校核记录和标定资料齐全；
- 3 监测过程中应加强对监测仪器及元器件的维护保养、定期检校。

6.1.4 监测传感器除应满足观测精度和量程要求外，还应满足下列要求：

- 1 与量测的介质特性相匹配，具有良好的稳定性和可靠性；
- 2 灵敏度高、线性好、重复性好；
- 3 性能稳定可靠、漂移滞后误差小；
- 4 防水性好，抗干扰能力强，成活率高。

6.1.5 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 使用固定的基准点、工作基点及监测点；
- 3 使用同一监测仪器和设备；
- 4 固定监测人员；
- 5 在基本相同的时段和环境条件下工作。

6.1.6 监测数据的采集应符合下列要求：

- 1 当采用手写记录时，应使用标准的监测记录表，对监测记录表中规定的内容，均应做详细记录，不得涂改和转抄原始记录；

- 2 当采用信息化监测时，原始数据应备份保存，数据处理结果应及时远程传输至相关单位，并定期上报纸质监测成果。

6.1.7 监测数据宜在现场进行简易处理，当发现数据异常时，监测人员应及时分析原因，必要时应进行复测。

6.1.8 当监测成果出现异常，或测区受到洪水、地震、爆破等外界因素影响时，应及时进行基准点检核。

6.1.9 围护桩（墙）顶部位移、边坡顶部位移、深层水平位移、立柱竖向位移、坑底隆起（回

弹)、土体分层竖向位移、围护桩(墙)内力、土压力、孔隙水压力、地下水位、周边地表位移、周边建筑及管线变形等监测项目的初始观测应在基坑开挖前进行,并取至少3次连续稳定观测值的平均值作为初始值;支撑内力、立柱内力、立柱倾斜、锚杆(索)及土钉内力等监测项目的监测点需随施工进度而布设,初始观测应在监测点布设后进行,并取至少3次连续稳定观测值的平均值作为初始值。

6.1.10 监测新技术、新方法应用前,应与传统方法进行验证,且监测精度应符合本规程的规定。

6.2 水平位移监测网

6.2.1 水平位移监测前应布设由基准点与工作基点构成的独立平面控制网,有条件的宜与城市平面坐标系系统联测。平面控制网宜采用GPS网、边角网、测边网、测角网或导线网等形式;

6.2.2 水平位移监测宜选用全站仪,全站仪的测角精度与测距精度应符合最弱监测点的水平位移精度要求,基坑围护墙(边坡)顶部、基坑周边管线、邻近建筑水平位移监测精度应根据其水平位移报警值按表6.1确定;

表 6.1: 水平位移监测精度要求 (mm)

基坑工程监测等级	一级	二级	三级
强制对中装置对中误差	±0.1	±0.2	±0.5
监测点坐标中误差	±1.0	±1.5	±3.0

注: 1 本规范以中误差作为衡量精度的标准;
2 监测点坐标中误差指监测点相对工作基点的坐标中误差,且为点位中误差的 $1/\sqrt{2}$;
3 当监测项目要求的竖向位移报警值<20mm或竖向位移变化速率<2m时,监测点坐标中误差≤0.3mm,为特殊的一级基坑。

6.2.3 水平位移宜采用小角法、极坐标法、交会法等方法进行监测,水平位移监测方法适用于围护桩(墙)、边坡顶部、周边建筑、周边管线等水平位移监测项目。各监测方法技术要求应符合表6.2的规定。

表 6.2: 水平位移监测方法技术要求

方 法	技术要求
小角法	1) 基准方向与工作基点到监测点方向的夹角不宜大于5°; 2) 应选择稳固点作为基准定向点,如建筑物棱边、避雷针等; 3) 测站至监测点的距离S不宜大于50m,后视方向点应在不小于2S的范围内选取; 4) 角度观测不宜少于2个测回,具体测回数应根据距离S、仪器精度等因素确定; 5) 适用于测定特定方向水平位移。
极坐标法	1) 当采用绝对坐标系时,应选择已知控制点作为后视点;当采用相对坐标系时,应选择稳定方向作为零方向; 2) 宜选用全站仪直接测出监测点坐标; 3) 适用于测定任意方向水平位移。

交会法	1) 不宜少于 3 个已知控制点; 2) 采用前方交会法时, 交会角宜在 $60^{\circ} \sim 120^{\circ}$ 之间; 3) 不宜单独使用, 可作为备用手段或配合其他方法使用。
-----	---

6.2.4 采用小角法进行水平位移监测时, 水平位移变化量按式 (6.2.4) 计算:

$$\Delta d = \frac{\Delta \beta}{\rho} S \quad (6.2.4)$$

式中, Δd —监测点水平位移变化量 (mm);

$\Delta \beta$ —观测角度变化量 (");

ρ —换算常数, $\rho = 206265''$;

S —测站至监测点的距离 (mm)。

6.2.5 当监测条件不满足 6.2.4 监测方法要求时, 水平位移监测应设置监测网, 宜采用独立坐标系, 并进行一次布网; 水平位移监测管网宜采用测角网、测边网、边角网和视准轴线等形式。当采用基准线控制时, 轴线上必须设置校核点。

6.2.6 水平位移监测网观测主要技术要求应符合表 6.3 的规定。

表 6.3: 水平位移监测网观测主要技术要求

基坑工程监测等级	平均边长 (m)	角度中误差 (")	测距中误差 (mm)	最弱边边长相对中误差
一级	200	± 1.0	± 1.0	1:200000
二级	230	± 1.2	± 1.5	1:155000
三级	300	± 1.5	± 3.0	1:100000

注: 有下列情况之一时, 应另行设计:

- 1 最弱边边长中误差不同于表列规定时;
- 2 实际平均边长与表列数据相差大时;
- 3 采用边角组合网时。

6.2.7 当选用测角网、测边网、边角网时, 监测网宜布设为近似等边三角形网, 其三角形内角不宜小于 30° ; 当受地形或其他条件限制时, 个别角可放宽, 但不应小于 25° 。宜优先使用边角网, 其具有测角和测边互补特性, 测量中应以测边为主, 加测部分角度, 并合理配置测角和测边的精度。

6.2.8 对有特殊要求的水平位移监测网应进行专门的论证。

6.3 竖向位移监测网

6.3.1 竖向位移监测宜选用电子水准仪, 采用几何水准测量方法。竖向位移监测方法适用于围护桩 (墙) 顶部、边坡顶部、立柱、周边地表、周边建筑、周边管线等竖向位移监测项目。

6.3.2 竖向位移监测应采用闭合或附合水准路线, 不应采用支水准路线。

6.3.3 竖向位移监测应在标尺分划成像清晰且稳定时进行, 下列情况不宜进行观测:

- 1 日出后与日落前 30min;
- 2 太阳中天前后, 光照强烈时间段内, 间歇时间视具体情况而定, 一般取 2 小时左右;
- 3 风力过大使标尺与仪器不能稳定时;
- 4 雨雾天气及天气骤变时。

6.3.4 竖向位移监测精度要求应符合表 6.4 的规定。

表 6.4：竖向位移监测精度要求（mm）

基坑工程监测等级	一级	二级	三级
监测点测站高差中误差	± 0.3	± 0.5	± 1.5

注：1 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 当监测项目要求的竖向位移报警值 $<20\text{mm}$ 或竖向位移变化速率 $<2\text{m}$ 时，监测点测站高差中误差 $\leq 0.15\text{mm}$ ，为特殊的一级基坑。

6.3.5 竖向位移监测网应采用水准测量方法一次布设成闭合环形水准网形式，竖向位移监测网分为三级，主要技术要求应符合表 6.5 的规定。

表 6.5：竖向位移监测网观测主要技术要求（mm）

基坑工程监测等级	基辅分划读数之差（mm）	基辅分划高差之差（mm）	往返较差及附合差或闭合差	单程双测站所测高差较差	检测已测测段高差之差
一级	0.3	0.5	$0.3\sqrt{n}$	$0.2\sqrt{n}$	$0.45\sqrt{n}$
二级	0.5	0.7	$1.0\sqrt{n}$	$0.7\sqrt{n}$	$1.5\sqrt{n}$
三级	2.0	3.0	$3.0\sqrt{n}$	$2.0\sqrt{n}$	$4.5\sqrt{n}$

注：n为测站数。

6.3.6 各等级几何水准法观测时的技术要求应符合表6.6的要求。

表 6.6-1：几何水准观测的技术要求

基坑工程监测等级	使用仪器型号和标尺类型	水准测量观测方式					
		高程控制测量、工作基点联测及首次沉降观测			其他各次沉降观测		
		DS05、DSZ05型	DS1、DSZ1型	DS3、DSZ3型	DS05、DSZ05型	DS1、DSZ1型	DS3、DSZ3型
一级	DS05、DSZ05 级别水准仪+铟合金标尺、条码尺	往返测	—	—	往返测或单程双测站	—	—
二级	DS1、DSZ1 级别水准仪+铟合金标尺、条码尺	往返测或单程双测站	往返测或单程双测站	—	单程观测	单程双测站	—
三级	DS3、DSZ3 级别水准仪+铟	单程双测站	单程双测站	往返测或单程	单程观测	单程观测	单程双测站

	合金标尺、条码尺、区格式木制标尺			双测站			
--	------------------	--	--	-----	--	--	--

注：按光学测微法观测，按国家二等水准测量的技术要求施测

表 6.6-2：几何水准观测的技术要求

基坑工程监测等级	仪器类别	视线长度 (m)		前后视距差 (m)		前后视累计距差 (m)		视线高度 (m)	
		光学	数字	光学	数字	光学	数字	光学	数字
一级	DSZ05 DS05	30	4~30	0.5	1.0	1.5	3.0	0.5	0.65~2.80
二级	DSZ 1DS1	50	3~50	1.0	1.5	3.0	6.0	0.3	0.55~2.80
三级	DS3	75		2.0		5.0		三丝不能读数	

注：水准仪 i 角不应大于 $10''$ （监测等级一级）、 $15''$ （监测等级二级）、 $20''$ （监测等级三级）。

6.4 深层水平位移监测

6.4.1 支护结构或基坑周边土体的深层水平位移的监测宜采用在围护结构内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6.7的要求。

表 6.7：测斜仪的精度要求

基坑工程监测等级	一级	二级、三级
系统精度 mm/m	± 0.10	± 0.25
分辨率 mm/500mm	≥ 0.02	

6.4.3 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，各段接头和底管应密封处理，并保护好管口的封盖；
- 2 测斜管长度应不小于围护墙或所监测土层的深度，保证测斜管进入稳定土层 2m~3m，测斜管与钻孔之间孔隙应填充密实；
- 3 测斜管埋设时应保持竖直并无扭转，其中一组导槽方向应与所需测量的方向保持一致；
- 4 测斜管埋设后，宜在基坑开挖 3 天前进行初始观测，并获得初始值。

6.4.4 深层水平位移监测方法：

- 1 测斜仪探头放入测斜管底稳定 10min 左右，待探头与管内温度基本一致、读数稳定后方可开始观测，各监测点均应进行正、反两次读数，两次读数较差不大于 1.0mm；
- 2 自下而上宜以 0.5m 和 1m 为间隔距离进行测试，
- 3 每个监测点均应进行正、反两次测量，每次测试方法应相同。
- 4 深层水平位移计算应确定固定起算点，起算点宜为测斜管底部。当以上部管口作为深层水平位移起算点时，每次观测应测定管口水平位移进行修正，各测段水平位移值可按式 (6.4.4) 计算：

$$\Delta d_n = d_0 + L \sum_{i=1}^n (\sin \theta_i - \sin \theta_{i0}) \quad (6.4.4)$$

式中, Δd_n —第 n 个测段处水平位移值 (mm);

L —测段长度 (mm);

θ_i —第 i 个测段处本次测试倾斜角 ($^{\circ}$);

θ_{i0} —第 i 个测段处初始测试倾斜角 ($^{\circ}$);

d_0 —实测管口水平位移 (mm)。

6.5 支护结构内力监测

6.5.1 支护结构内力可通过支护结构内部或表面安装的应变计或应力计进行量测。

6.5.2 钢筋混凝土构件内力宜采用钢筋应力计、混凝土应变计、光纤传感器等进行量测, 钢结构构件内力宜采用轴力计或应变计量测。

6.5.3 围护墙、立柱及围檩等内力宜在钢筋笼制作时, 在主筋上焊接钢筋应力计进行量测。围檩内力也可在围檩内埋设混凝土应变计进行量测。

6.5.4 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、徐变以及裂缝发展的影响。

6.5.5 专用测力计、应力计和应变计的分辨率不宜低于 $0.2\%F \cdot S$, 精度不宜低于 $0.5\%F \cdot S$, 量程宜为承载能力最大设计值的 2 倍。

6.5.6 内力监测传感器宜在基坑开挖前至少 1 周埋设, 并取开挖前连续 2 天以上量测的稳定值的平均值作为初始值。

6.5.7 内力监测传感器埋设前应进行性能检验和编号。

6.5.8 锚杆(索)内力监测应采用专用的锚杆应力计, 钢筋锚杆可采用钢筋应力计或应变计, 当使用钢筋束作为锚杆时, 应分别监测每根钢筋的受力, 锚杆(索)总拉力为各钢筋拉力总和。

6.5.9 锚杆张拉设备仪表应与锚杆测力计仪表相互标定。

6.5.10 锚杆(索)施工完成后应对专用测力计、应变计或钢筋应力计进行检查测试, 锚杆内力计初始值应在钢筋预应力施加前测定, 取下一层土方开挖前连续 2 天获得的稳定测试数据的平均值作为其初始值。

6.5.11 土钉施工完成后应对专用测力计、应变计和钢筋应力计进行检查测试, 土钉内力计初始值应在钢筋预应力施加前测定, 取下一层土方开挖前连续 2 天获得的稳定测试数据的平均值作为其初始值。

6.6 坑底隆起(回弹)监测

6.6.1 坑底隆起(回弹)监测宜通过埋设回弹监测标, 采用几何水准配合钢尺或标杆进行监测, 钢尺或标杆应进行温度、尺长和拉力等项修正; 有条件的可采用基坑内开挖面以下的分层沉降标或沉降仪的高程变化测定;

6.6.2 监测点宜在基坑开挖前一周埋设, 埋设完成并稳定后, 坑底隆起(回弹)监测应按照下

列要求进行：

- 1 基坑开挖前、开挖完成后及基础浇灌前，均应至少观测 1 次；
- 2 基坑开挖前的回弹观测，宜采用水准测量配以铅垂钢尺读数的钢尺法；较浅基坑的监测，宜采用水准测量配以辅助杆垫高水准尺读数的辅助杆法。观测结束后，应在孔底填充厚度约为 1mm 的白灰；
- 3 每一测站的观测可按先后视水准点上标尺再前视孔内标尺的顺序进行，每组读数 3 次，反复进行两组作为一测回。每站不应少于两测回，并应同时测记孔内温度。观测结果应加入尺长和温度改正；
- 4 基坑开挖后的回弹观测，应利用传递到坑底的临时工作点，按所需观测精度，用水准测量方法及时测出每一监测点的标高。当全部点挖见后，应再统一观测一次；
- 5 测前与测后应对钢尺和辅助杆的长度进行检定。长度检定中误差不应大于回弹观测站高差中误差的 1 / 2。

6.6.3 坑底隆起（回弹）监测的精度应符合表6.8的要求

表6.8：坑底隆起(回弹)监测的精度要求 (mm)

坑底回弹(隆起)报警值	≤40	40~60	60~80
监测点测站高差中误差	≤1.0	2.0	≤3.0

6.7 土压力监测

6.7.1 土压力宜采用土压力计量测。

6.7.2 土压力计应符合下列要求：

- 1 量程应满足被测压力的要求，其上限可取最大设计压力值的 2 倍；
- 2 精度不宜低于 0.5% F · S，分辨率不宜低于 0.2% F · S，匹配误差较小。

6.7.3 土压力计的埋设可采用埋入式和边界式。埋设时应符合下列要求：

- 1 受力面应与监测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，填充料回填应均匀密实，且介质宜与周围岩土体保持一致；
- 4 做好完整的埋设记录。

6.7.4 土压力计埋设后应立即进行检验性测试，经一周时间观测，读数基本稳定后，取 3 次以上测定的稳定值的平均值作为压力计的初始值。

6.7.5 当采用振弦式土压力计时，土压力值可按式 (6.7.5) 计算：

$$P = K(F_i^2 - F_0^2) + b\Delta t \quad (6.7.5)$$

式中， P —土压力值 (kPa)；

K —土压力计标定系数 (kPa/Hz²)；

F_0 —土压力计零压时频率值 (Hz)；

F_i —土压力计量测时频率值 (Hz)；

b —温度修正系数 (kPa/℃)；

Δt —相对基准测点的温度改变量 (℃)，温度升高为正，下降为负。

6.8 孔隙水压力监测

6.8.1 孔隙水压力宜通过埋设孔隙水压力计进行监测。孔隙水压力计类型有振弦式、电阻式、差动变压式、液压式、应变式、气压式等，应根据监测目的、监测周期、土层渗透性等条件进行选择。

6.8.2 孔隙水压力计应满足下列要求：

- 1 量程应满足被测压力范围的要求，其上限可取静水压力与超孔隙水压力之和的2倍；
- 2 精度不宜低于0.5% F·S，分辨率不宜低于0.2% F·S。
- 3 稳定性强、坚固耐用、防水性能好，并具有抗震和抗冲击性能。

6.8.3 孔隙水压力计应在基坑降水前至少1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 检查标定数据，记录探头编号，测读初始读数。

6.8.4 孔隙水压力计的埋设可采用压入法、钻孔法等。

6.8.5 采用钻孔法埋设孔隙水压力计时，埋设应符合下列要求：

- 1 钻孔孔径宜为110mm~130mm，不宜采用泥浆护壁成孔，钻孔应圆直、干净；
- 2 封口材料宜采用直径10mm~20mm的干燥膨润土球或注浆材料，观测段内应回填透水填料；
- 3 当一孔内埋设多个孔隙水压力计时，间距不应小于1m，并采取措施确保各元件间的封闭隔离。

6.8.6 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3次以上测试稳定值的平均值作为初始值。

6.8.7 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。

6.8.8 当采用振弦式孔隙水压力计时，孔隙水压力值可按式(6.8.8)计算：

$$P_u = K(F_i^2 - F_o^2) \quad (6.8.8)$$

式中， P_u —孔隙水压力值(kPa)；

K —孔隙水压力计标定系数(kPa/Hz²)；

F_o —孔隙水压力计零压时频率值(Hz)；

F_i —孔隙水压力计量测时频率值(Hz)。

6.9 地下水位监测

6.9.1 地下水位监测宜通过埋设水位管，采用钢尺水位计或电子水位计进行监测。

6.9.2 地下水位监测精度不宜低于10mm，每次量测应至少进行两次读数。

6.9.3 潜水水位管的设置应符合下列要求：

- 1 应在基坑降水之前设置，钻孔孔径应不小于110mm，水位管直径宜为50mm~70mm；
- 2 水位管滤管段以上部位应用膨润土封至孔口，水位管管口应加盖保护。

6.9.4 承压水位管的设置应符合下列要求：

- 1 水位管直径宜为50mm~70mm，滤管段长度应满足监测要求；
- 2 被测含水层与其他含水层间应采取有效的隔水措施，含水层以上部位应用膨润土球或注浆封口，水位管管口应加盖保护。

6.9.5 水位管理设后，应逐日连续观测水位，取至少 3 天稳定水位值作为水位初始值。

6.9.6 对于地下室有覆土要求的基坑，地下水位监测应延长到覆土至设计标高为止，停止监测应经建设单位书面确认

6.10 土体分层竖向位移监测

6.10.1 土体分层竖向位移宜通过埋设磁环式分层沉降标，采用分层沉降仪进行监测。也可通过埋设深层沉降标，采用水准测量方法进行量测。

6.10.2 采用分层沉降仪观测时，分层竖向位移读数分辨率不大于 0.5mm，监测精度不宜低于 ±1mm，每次观测应重复 2 次，2 次读数较差不大于 1.5mm，取其平均值作为本次观测结果。

6.10.3 采用分层沉降仪监测时，应在磁性分层沉降标埋设后连续观测一周，至磁环位置稳定后测定孔口和各磁环的高程，取其平均值作为初始值；每次观测均应测定孔口高程的变化，然后换算出沉降管内各分层沉降标监测点高程。

6.10.4 采用深层沉降标观测时，应在其埋设后连续观测，数据稳定后，测读标头的初始高程。

6.11 倾斜监测

6.11.1 建（构）筑物倾斜监测宜采用全站仪、激光铅直仪、倾斜仪等测定建（构）筑物顶部监测点相对于底部固定点或上层相对于下层监测点的倾斜度、倾斜方向及倾斜速率。刚性建（构）筑物的整体倾斜，可采用水准仪测量顶面或基础的差异沉降来间接确定。

6.11.2 当从建（构）筑物的外部观测主体倾斜时，宜采用投点法、坐标法或前方交会法；当利用建（构）筑物顶部与底部之间的竖向通视条件进行主体倾斜观测时，宜采用垂准法或激光铅直仪法；当利用相对沉降量间接确定建（构）筑物主体倾斜时，宜采用倾斜仪法或差异沉降法。

6.11.3 倾斜监测应符合下列规定：

- 1 应避开强日照和风荷载影响大的时间段，钢结构建（构）筑物宜在阴天进行观测；
- 2 采用激光铅直仪法观测时，仪器应严格置平、对中，且应旋转 180° 观测两次取中数；
- 3 对超高层建筑，当仪器设在内部时，应考虑大气湍流的影响。

6.11.4 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方向、倾斜度和倾斜速率。

6.11.5 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》（JGJ8）的有关规定。

6.11.6 建（构）筑物主体倾斜度可按式 (6.11.6) 计算：

$$i = \tan \alpha = \frac{\Delta D}{H} \quad (6.11.6)$$

式中， i —主体倾斜度；

ΔD —建（构）筑物顶部监测点相对于底部监测点的偏移值(m)；

H —建（构）筑物高度(m)；

α —倾斜角(°)。

6.11.7 当采用差异沉降法时，主体倾斜度可按式 (6.11.7) 计算：

$$i = \frac{\Delta h}{L} \quad (6.11.7)$$

式中， i —主体倾斜度；

Δh —两基础监测点的沉降差(m)；

L —两基础监测点间距离(m)。

6.12 裂缝监测

6.12.1 裂缝监测应先对裂缝进行编号，然后分别监测裂缝的位置、走向、长度、宽度，必要时尚应监测裂缝深度。裂缝长度宜采用直接量测法；裂缝宽度监测宜采用直接量测法、摄影量测法、裂缝监测仪法等方法；裂缝深度监测宜采用超声波法、凿开法等方法。

6.12.2 基坑施工前应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，并附必要的照片资料。

6.12.3 裂缝监测应符合下列规定：

1 监测周期较短或要求不高时，可采用油漆平行标志或建筑胶粘贴的金属片标志；监测周期较长时，可采用嵌入或埋入墙面的金属标志、金属杆标志或楔形板标志；要求较高、需要测出裂缝纵向变化值时，可采用坐标方格网板标志；

2 数量不多、易于量测的裂缝，根据标志类型的不同，用比例尺、小钢尺或游标卡尺等工具，监测标志应具有可供量测的明晰端面或中心。定期测量标志间的距离求得裂缝变化值，或用方格网板定期读取“坐标差”计算裂缝变化值。

3 面积较大且不利于人工量测的裂缝，宜采用摄影量测法。每次观测应绘出裂缝的位置、形状和尺寸，注明日期，并附必要的照片资料。

4 裂缝深度较小时，宜采用凿出法和单面接触超声法监测，裂缝深度较大时，宜采用超声波法量测；

5 当采用测缝传感器自动测记时，应确保数据观测、传导、储存的可靠性。

6.12.4 建（构）筑物上裂缝宽度监测，宜采用裂缝监测仪监测，仪器的系统精度不宜低于0.02mm。

6.12.5 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1.0mm。

7. 监测周期与频率

7.0.1 基坑工程监测频率应满足系统地反映监测项目的重要变化过程，而又不遗漏其变化时刻的要求。

7.0.2 监测工作应从基坑工程施工前开始，直至覆土回填至设计标高为止。对于地下室有抗浮措施的基坑，主体施工阶段应进行坑内地下水位的监测，直至顶板覆土完毕，停止监测应由建设单位书面确认。对有特殊要求的基坑周边环境的监测应根据需要延续至变形趋于稳定后结束。

7.0.3 监测项目的监测频率应考虑综合基坑工程监测等级、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按表 7.1 确定。

表 7.1：监测频率

基坑 工程监测 等级	施工进程		基坑设计深度（m）			
			≤5	5~10	10~15	>15
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 分层开挖时，在一层土方开挖结束，连续三次监测数据稳定后，至下一层土方开始开挖期间，监测频率可适当降低；

2 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；

3 基坑工程监测等级为三级时，监测频率可视具体情况要求在基坑工程监测等级二级基础上适当降低；

4 基坑工程施工至开挖前的监测频率视具体情况定，但在实际开挖前 1~2 天应测一次作为初始数据；

5 宜测、可测项目监测频率可视具体情况要求适当降低。

6 施工工况无变化时，若监测值相对稳定，可适当降低监测频率；

7 对于分区、分期施工的基坑，可根据施工进度及影响程度，分区或分期调整相应的监测频率。

7.0.4 当出现下列情况之一时，应提高监测频率：

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违反设计工况施工；
- 5 基坑及周边大量积水、特大暴雨、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 周边地面出现突发较大沉降或严重开裂；
- 9 邻近的建（构）筑物出现突发较大沉降、不均匀沉降或严重开裂；
- 10 基坑底部、侧壁出现管涌、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。
- 13 当出现 8.0.8 条规定的一般报警情况时。

7.0.5 当有危险事故征兆时，应在原有监测工作的基础上有针对性地加密监测点、提高监测频率或增加监测项目，宜建立信息化监测系统实时跟踪监测；当险情解除后，且监测值相对稳定时，可适当降低监测频率。

8. 监测报警

8.0.1 基坑工程监测必须确定监测报警值，监测报警值应满足基坑工程设计、地下结构设计以及周边环境中被保护对象的控制要求。监测报警值应由基坑工程设计方确定，基坑工程设计文件应明确监测项目的报警值（控制值）。

8.0.2 基坑工程的变形控制应符合下列要求：

- 1 不得导致基坑的失稳；
- 2 不得影响地下结构的尺寸、形状及地下工程的正常使用；
- 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、管线、设施等正常使用；
- 5 满足特殊环境的技术要求。

8.0.3 基坑工程监测报警值（控制值）应按监测项目的性质分为变形监测报警值与力学监测报警值。其中变形监测报警值应该由监测项目的累计变化量和变化速率共同控制；力学监测报警值宜包括内力监测数据的最大值和最小值。

8.0.4 基坑及围护结构监测报警值应根据周围土质特征、设计结果、周边环境保护要求、施工方法及本地经验等因素确定，当无本地经验时，可根据表 8.1 确定。

表 8.1：基坑及支护结构监测报警值

监测项目	基坑工程监测等级					
	一级		二级		三级	
	累计值	变化速率	累计值	变化速率	累计值	变化速率
围护结构顶部水平位移	设计控制值的 70%~85%		设计控制值的 85%~90%		设计控制值的 90%~95%	
围护结构顶部竖向位移						
围护结构深层水平位移						
土体深层水平位移						
立柱竖向位移						
坑底隆起（回弹）						
围护结构侧向土压力	$(60\%\sim 70\%) f_1$	/	$(70\%\sim 80\%) f_1$	/	$(70\%\sim 80\%) f_1$	/
孔隙水压力						
支撑内力	$(60\%\sim 70\%) f_2$	/	$(70\%\sim 80\%) f_2$	/	$(70\%\sim 80\%) f_2$	/
围护结构内力						
锚杆内力						
土钉内力						
立柱内力						

注：1 位移累计值单位为 mm，各位移及坑底回弹变化速率单位为 mm/d；

2 f_1 为荷载设计值， f_2 为构件承载能力设计值；

3 当监测项目的变化速率连续 3d 超过报警值的 70%时，应报警；

4. 区间取值范围包括下限值但不包括上限值；

5“/”表示仅以累计值作为报警值指标，变化速率不作为报警值指标。

8.0.5 基坑周边环境监测报警值应根据管理部门的要求确定,如无具体规定,可按表 8.2 确定。

表 8.2: 基坑周边环境监测报警值

项目 监测对象			累计值 (mm)	变化速率 (mm/d)	备注
地下水位变化			1000	500	/
线 管 网	刚性管	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	/
基 坑 周 边 地 表	水平位移		H/250	2~3	根据地表的重要程度确定
	竖向位移		10~60	2~8	
	裂缝宽度		10~15	持续发展	
主 干 道	路基竖向位移		10~30	3	
一般道路	竖向位移		20~40	3	
邻近建 (构)筑物		差异沉降	2/1000	0.1H/1000	根据建(构)筑物对变形的适应能力确定
		竖向沉降	10~60	1~3	
		裂缝宽度	1.5~3	持续发展	

注: 1 邻近建(构)筑物差异沉降(整体倾斜度)累计值达到 2/1000 或倾斜速度连续 3 天大于 0.0001H/d (H 为建(构)筑物承重结构高度)时, 应报警。

2 基坑周边地表竖向位移监测报警值在实施监测工作时, 可按照周边环境等级进行划分, 其中周边环境等级一级时累计值应为 20mm~30mm, 变化速率应为 2~3mm/d; 二级时累计值应为 40mm~50mm, 变化速率应为 4~5mm/d; 三级时累计值应为 60mm~70mm, 变化速率应为 7~8mm/d。

3 基坑周边地表水平位移监测报警值在实施基坑工程监测工作时, 若水平位移变化速率达到 2~3mm/d 或已连续三天变化速率超过 2mm/d 时, 应及时报警。

4 周边建筑物裂缝的累计值 and 变化速率应符合相关规范和标准的规定;

5 邻近建(构)筑物混凝土结构框架梁、柱、剪力墙, 砌体结构承重墙等受力构件上出现裂缝应报警。

8.0.6 膨胀土及岩溶地区基坑及支护结构监测报警值和基坑周边环境监测报警值宜在本规范表 8.1 和表 8.2 的基础上适当降低。

8.0.7 基坑周边建(构)筑物、管线的报警值应考虑基坑开挖、施工造成的变形外, 还应考虑其原有变形造成的影响。

8.0.8 出现下列情况之一时, 应进行一般报警:

- 1 监测结果达到报警值;
- 2 监测结果突然出现较大变化或速率加快;
- 3 出现超深开挖、超长开挖、未及时支撑等不按设计工况施工的情况;

- 4 支护结构出现裂缝；
- 5 基坑出现管涌、突涌、渗漏或流砂等现象；
- 6 周边建（构）筑物突然出现较大沉降、不均匀沉降或较大裂缝；
- 7 周边地面荷载超过设计限值，突然出现较大沉降或裂缝；
- 8 周边管线突然出现较大变形；
- 9 岩溶地区基坑抽降水过程中发现地形地物异常或抽出泥浆；
- 10 根据工程经验判断，出现其它必须进行一般报警的情况。

8.0.9 当出现下列情况之一时，必须立即报警，并应采取应急措施对基坑支护结构和周边环境中的保护对象进行保护，情况严重时应立即停止施工。

- 1 监测数据达到监测报警值的累计值；
- 2 基坑支护结构或周边土体的位移值突然明显增大或基坑出现流沙、管涌、陷落、渗漏或坑底隆起等；
- 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、周边地面出现较严重的突发裂缝或危害结构的变形裂缝；
- 5 周边管线变形突然明显增大或出现裂缝、泄露等；
- 6 根据当地工程经验判断，出现其他必须进行危险报警的情况。

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、结构工程、工程测量的综合知识和工程设计、施工、测量的实践经验，具有较强的综合分析能力，并能做到准确、及时提供可靠的综合分析报告。

9.1.2 现场监测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、监测日报表应由现场监测人员、校核人员及项目负责人签字，报警分析报告、阶段性报告和监测总结报告应由项目负责人、监测分析人员、现场监测人员签字，单位技术负责人审核签字，监测技术成果应加盖监测单位监测资质专用章和技术人员的执业印章。

9.1.3 现场监测资料应符合下列要求：

- 1 应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。

9.1.4 外业观测值和记录项目应在现场直接记录于观测记录表中。任何原始记录不得涂改、伪造和转抄，并有现场负责人签字。

9.1.5 当观测数据出现异常时，应分析原因，必要时应进行重测。

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，对其发展趋势情况进行预报。

9.1.7 监测报告应包括监测日报表、报警分析报告、阶段性报告和总结报告。监测报告应采用文字、表格、图形、照片等形式，表达直观、明确。

9.2 初始状态监测报告

9.2.1 初始状态监测报告应在基坑开挖前提交。初始状态监测报告应包括以下内容：

- 1 工程概况；
- 2 监测依据；
- 3 监测项目；
- 4 监测点布置；
- 5 监测设备和监测方法；
- 6 监测技术要求；
- 7 初始状态的巡查情况及监测初始值；
- 8 初始状态监测成果评述；
- 9 基坑及周边环境相关单位或业主的意见与建议；
- 10 初始值监测数据的附表及附图。

9.3 监测日报和阶段性报告

9.3.1 监测日报表（快报）应在监测后次日上午提交。监测日报表应包括下列内容：

- 1 监测时间、天气情况、工程名称、工程编号、监测项目和施工工况；

- 2 项目负责人、观测者、分析者及校核者；
- 3 基坑支护结构和周边环境各监测项目的实测日变化量值、累计变化量值和变化速率等，必要时绘制有关曲线图；
- 4 巡视检查的记录；
- 5 对监测项目应有正常或异常、危险的判断性结论；
- 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 对巡视检查发现的异常情况应有详细描述，危险情况应报警标示；
- 8 应对出现的异常进行简要分析，提出相关建议，记录对前期出现异常的处理措施及效果；
- 9 其他相关说明。

监测日报宜采用本规范附录 D~附录 M 的样式。

9.2.2 当出现报警情况时，应及时向当地质量监督机构及相关单位上报报警分析报告。当监测数据出现一般报警时，应每日报告监测成果；当监测结果出现危险报警时，应随测随报。

9.2.3 报警分析报告应包括下列内容：

- 1 报警发生的时间、地点、点号；
- 2 报警情况及施工工况描述；
- 3 监测信息及巡视检查信息；
- 4 报警原因初步分析；
- 5 报警情况处理措施建议；
- 6 其它相关说明。

9.2.4 监测结果应及时整理，并对变形和内力的发展趋势作出评价，根据设计和监测方案要求提交阶段性监测报告，阶段性报告应包括下列内容：

- 1 应标明工程名称、监测单位、阶段性起止日期；
- 2 监测阶段相应的工程、气象及周边环境概况；
- 3 监测期的监测项目及监测点布置图；
- 4 各项监测数据的整理、统计及监测成果的图表；
- 5 各监测项目监测值的变化分析、评价及发展趋势预测；
- 6 监测报警情况及处理措施；
- 7 相关的设计和施工建议。

9.3 总结报告

9.3.1 监测总结报告应包括下列内容：

- 1 工程概况；
- 2 监测依据；
- 3 监测项目；
- 4 监测点布置；
- 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；
- 10 各监测数据的附表及附图。

11 项目负责人和单位技术负责人签字并加盖监测单位监测资质专用章与个人执业印章。

9.3.2 当出现下列行为之一时，监测总结报告不得作为基坑工程验收的依据。

- 1 监测前未到当地安全监督机构办理监测方案备案手续；
- 2 实际监测人员、仪器设备、监测项目、监测方法、监测频率、报警值等与已备案的监测方案不相符；
- 3 监测点数量、埋设方法等未通过检查验收；
- 4 当现场监测数据采用手写记录时，监测人员违反操作规程，随意涂改原始数据致数据、结论等资料严重失真；
- 5 当现场监测数据采用电子仪器数据采集时，监测人员违反操作规程，原始数据未备份。

10. 信息化监测系统

10.1 一般规定

10.1.1 特殊性土（膨胀土、软土、淤泥质土等）、周边环境风险较大、有危险征兆或正在抢险的深基坑监测应按信息化施工法要求建立信息化监测系统，采用远程自动化实时监测。

10.1.2 信息化监测系统应以建筑基坑工程安全监测为目的，本着“实用、可靠、先进、经济”的原则进行监测系统设计，并应满足基坑工程信息化施工管理的规定。

10.1.3 信息化监测系统的监测点或监测站，有条件的应配备独立于自动测量监测仪器的人工测量设备，以备监测自动化设备故障时能保持有连续测值，必要时也可作为检验监测自动化设备的参照设备。

10.1.4 信息化监测系统应根据基坑工程监测需求进行总体设计，按下列原则选择实施自动化智能监测的项目和内容：

- 1、为监视基坑支护工程安全运行而设置的监测项目。
- 2、需要进行高精度高频次监测而用人工观测难以胜任的监测项目。
- 3、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。
- 4、拟纳入信息化监测系统的项目已有成熟的可供选用的监测仪器设备。

10.1.5 测点选择及监测仪器设备选用的原则

- 1、测点应反映监测对象的工作性态，目的明确。
- 2、测点选择宜相互呼应，重点部位的监测值宜能相互校核，必要时可进行冗余设置。
- 3、自动测量监测仪器设备在满足准确度要求的前提下，应力求结构简单、稳定可靠、维护方便。
- 4、监测系统应选用稳定可靠的监测仪器，其品种、规格有条件时宜尽量统一，以降低系统维护的复杂性。

10.1.6 为确保信息化监测系统可靠运行，应设置防雷措施。

10.2 智能监测管理控制系统

10.2.1 信息化监测管理控制系统由监测仪器、数据采集装置、通信装置、监测计算机及外部设备、数据采集软件、信号及控制线路、通信及电源线路等组成。通过合理的设计，为智能监测系统建立一个良好的工作环境，使之能持续、稳定地正常运行。

10.2.2 接入信息化监测系统的监测仪器，其技术指标应符合国家计量法的规定。

- 1、监测仪器应定期进行检查和校验。
- 2、监测仪器应能够连续、准确、可靠地工作，在使用寿命期应能适应工作环境，主要性能应满足技术规范要求。

10.2.3 数据采集装置、通信装置应具备下列基本要求：

- 1、具有电源管理、电池供电和漏电保护功能。
- 2、能自动地对测量结果进行限差判别，对超限的监测点可以选择继续或重测，要具有选测、按设定时间自动巡测和暂存数据功能。
- 3、具有与采集计算机进行通信的功能。
- 4、可接收采集计算机的命令设定、修改时钟和测控参数。
- 5、通道数：标准配置宜为 8~32 个通道

6、采样对象：可为电阻式、电容式、电感式、压阻式、振弦式、光电式、步进电机测量装置、电位器式以及输出为电流、电压等带有变送器的监测仪器和其他测量装置。

7、测量方式：定时、单检、巡检、选测或任设测点群。

8、定时间隔：大于 10min，可设置。

9、采样时间：小于等于 30 秒/点(带驱动控制的测点除外)。

10、适应工作环境：温度-10℃至+50℃；湿度不大于 95%。

11、数据存储容量：不小于 50 测次。

12、远程网络通信接口：宜采用 RS-485 或其他通信方式，提供软件接口（如控件、函数库、动态链接库等）或开放通用通信规约。

13、无线传输模块可使用 CDMA 或 GPRS 无线网络，在有 CDMA 或 GPRS 无线网络的地方，通过该模块进行采集控制和数据传输。

14、具有人工测量接口，以方便人工比测或采集装置发生故障时人工测读数据。

10.2.4 采集计算机及外部设备、数据采集软件等控制系统应具备下列基本要求：

1、应具备适合应用环境，有较高和较大的存储容量，宜配置便携式计算机作为移动工作站。

2、应具有可视化用户界面，能方便地修改系统设置、设备参数及运行方式；能根据实测数据反映的状态进行修改、选择监测频率和监测对象。

3、具有对采集数据库进行管理的功能。

4、具有画面、报表编辑功能。

5、能完成监测数据的管理及日常工程安全管理工作。

10.3 智能元件可视化

10.3.1 自动化监测系统监测元件可视化

1、能通过采集计算机对现场采集数据进行采集和控制。

2、可使用便携式计算机或读数仪实施现场测量，可用采集计算机、便携式计算机从数据采集装置中获取其暂存的测量数据或是读数仪直接在元件上采集数据。

3、具有一定的自检、自诊断功能，能自动检查各部位运行状态，将故障信息传输到管理计算机，以使用户维修。

4、可在指定的时间内自动进行测量，并能将结果保存于传感器内作为备用。

10.4 图形分析与文件输出

10.4.1 图形分析和文件输出的监测管理软件具备的主要功能宜包括如下：

1、在线监测。

2、离线分析。

3、图表制作。

4、测值预报。

5、具有自动报警功能。

6、具有运行日志、故障日志记录功能。

附录 A
水平位移基准点标志及埋设

A. 1 水平位移基准点标志

A. 1. 1 水平位移基准点标志宜采用金属材料制作，宜用字模在标志顶面压印“基准点”和监测单位名称。其制作规格如图 A. 1 所示。

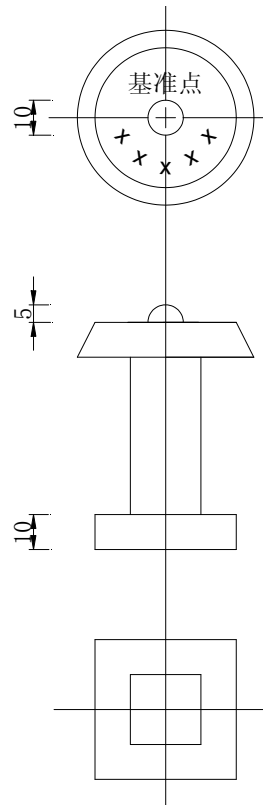


图 A. 1 水平位移基准点标志图 (mm)

A. 2 水平位移基准点埋设

- A. 2. 1 水平位移基准点标石制作规格与埋设，如图 A. 2 所示。
- A. 2. 2 图 A. 2-1 中柱石与盘石间应放 1cm~2cm 厚粗砂，两层标石中心的最大偏差不应超过 3mm。
- A. 2. 3 图 A. 2-2 中钢筋深度根据现场土质情况而定，钢筋顶部应有明显对中标志。

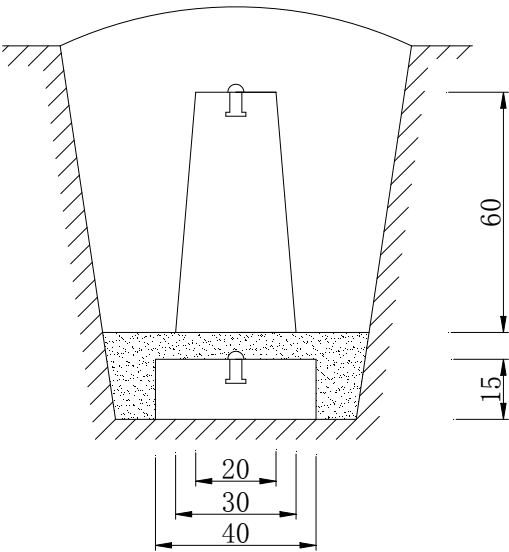


图 A. 2-1 水平位移基准点标石埋设图 (cm)

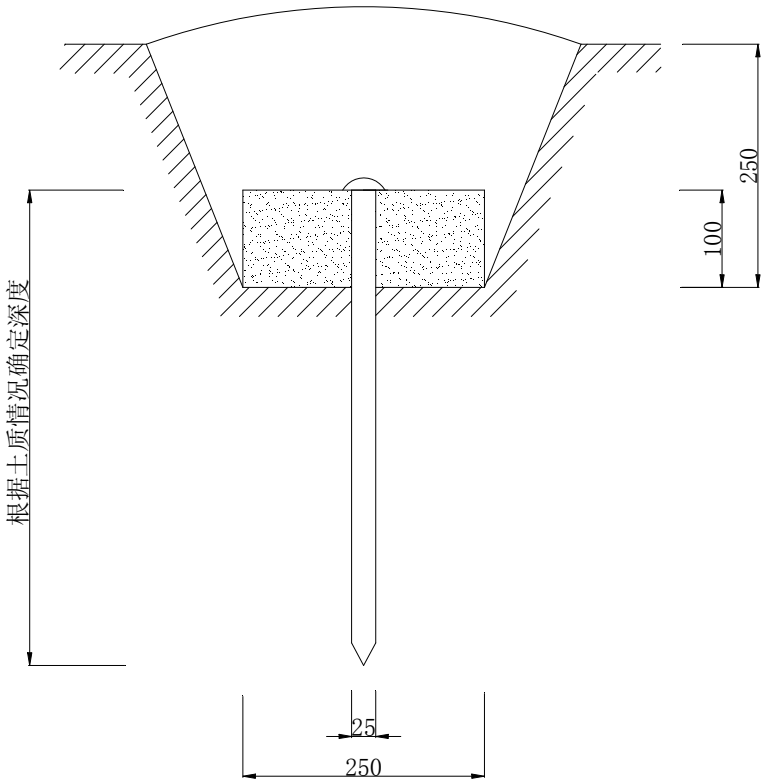


图 A. 2-2 水平位移基准点标石埋设图 (mm)

A.3 水平位移工作基点埋设

A.3.1 工作基点观测墩制作规格，如图 A.3 所示。

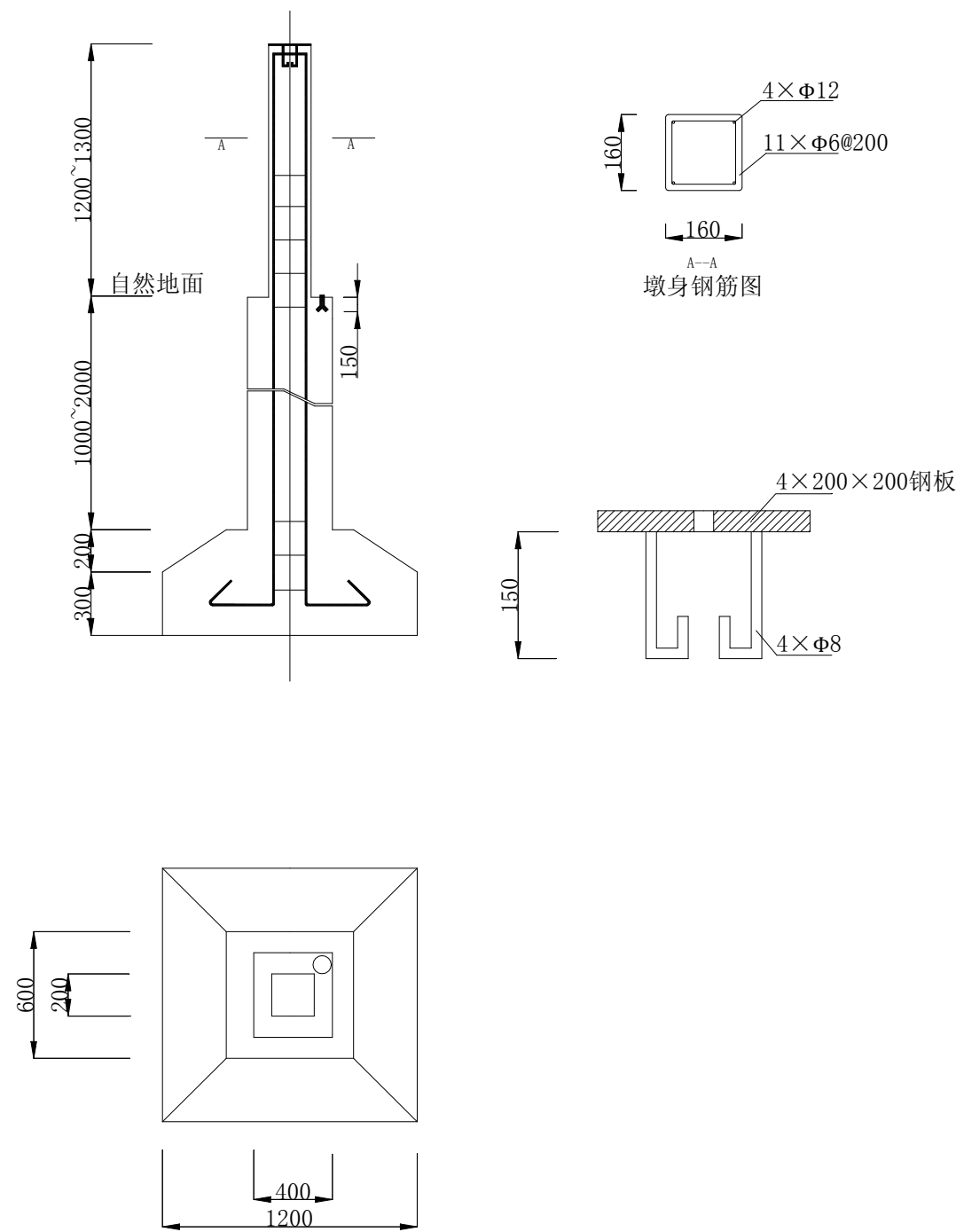


图 A.3 观测墩示意图 (mm)

A.3.2 墩面尺寸可根据强制归心装置尺寸确定。

A.3.3 工作基点观测墩埋设应符合图 A.4 的要求。

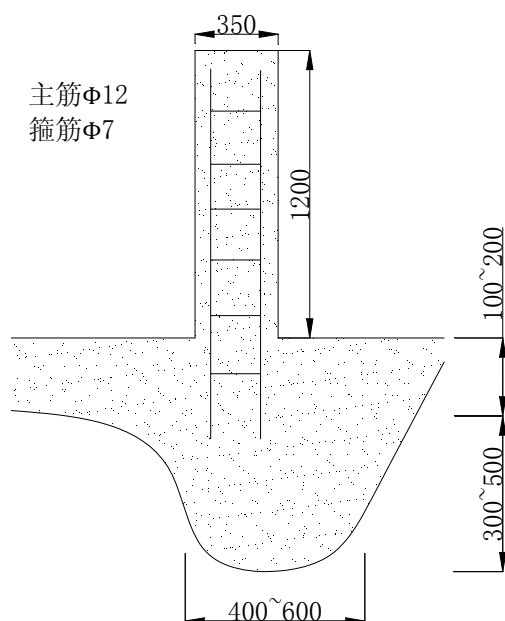


图 A. 4-1 岩层点观测墩埋设示意图 (mm)

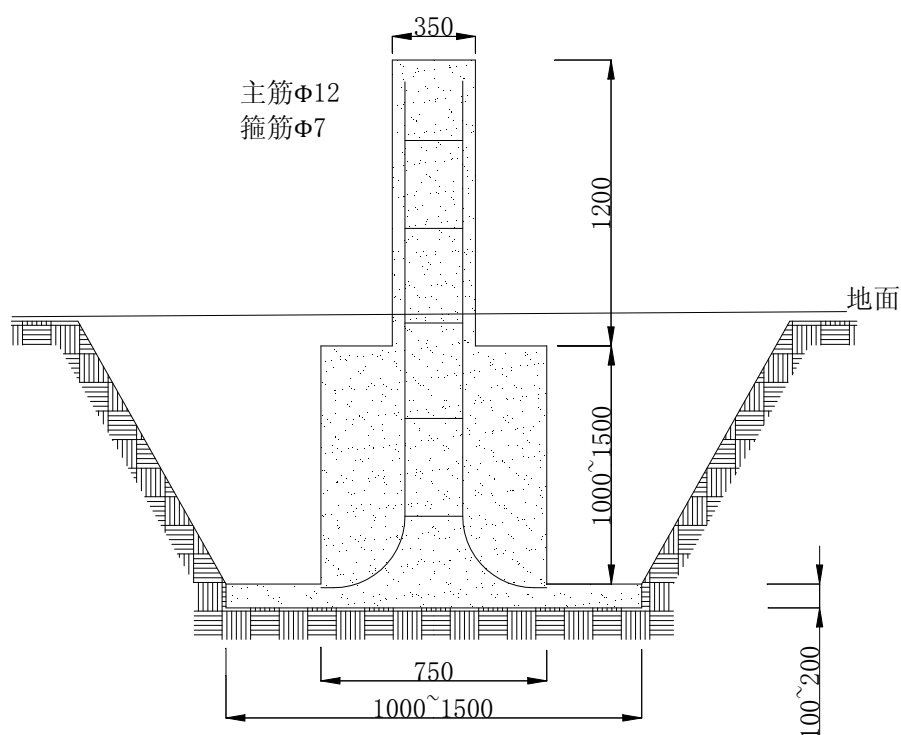


图 A. 4-2 土层点观测墩埋设示意图 (mm)

A. 3. 4 根据现场条件工作基点埋设也可参照图 A. 5。

A. 3. 5 钢筋深度根据现场土质情况而定，钢筋顶部应有明显对中标志。

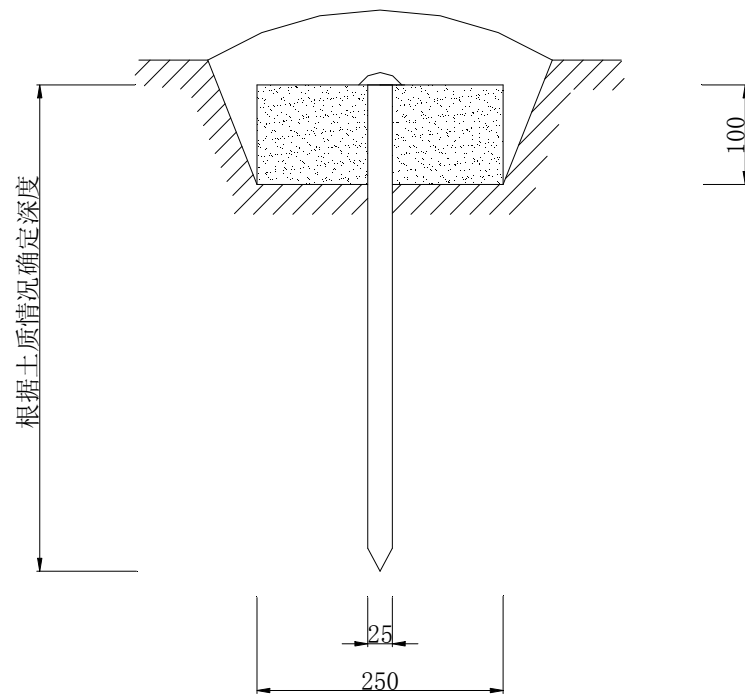


图 A. 5 工作基点埋设示意图 (mm)

附录 B
竖向位移基准点标志及埋设

B.1 竖向位移基准点标志

B.1.1 竖向位移基准点标志宜采用金属材料制作，宜用字模在标志顶面压印“水准点”和监测单位名称。其制作规格如图 B.1 所示。

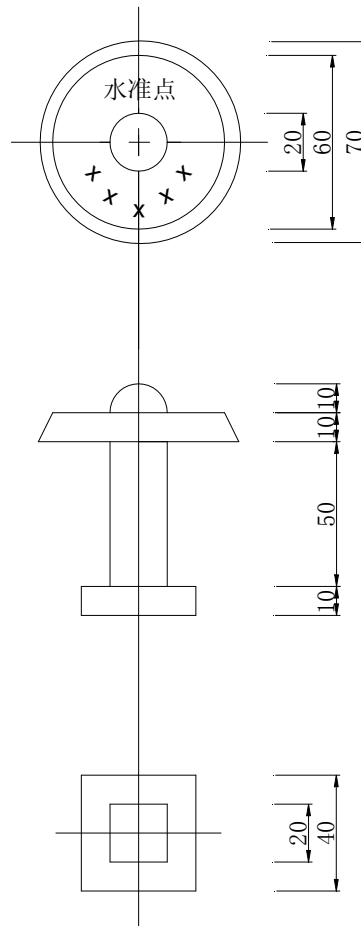


图 B.1 竖向位移基准点标志图 (mm)

B.2 竖向位移基准点埋设

B.2.1 竖向位移基准点标石制作规格与埋设，如图 B.2 所示。

B.2.2 图 B.2 中钢筋深度根据现场土质情况而定。

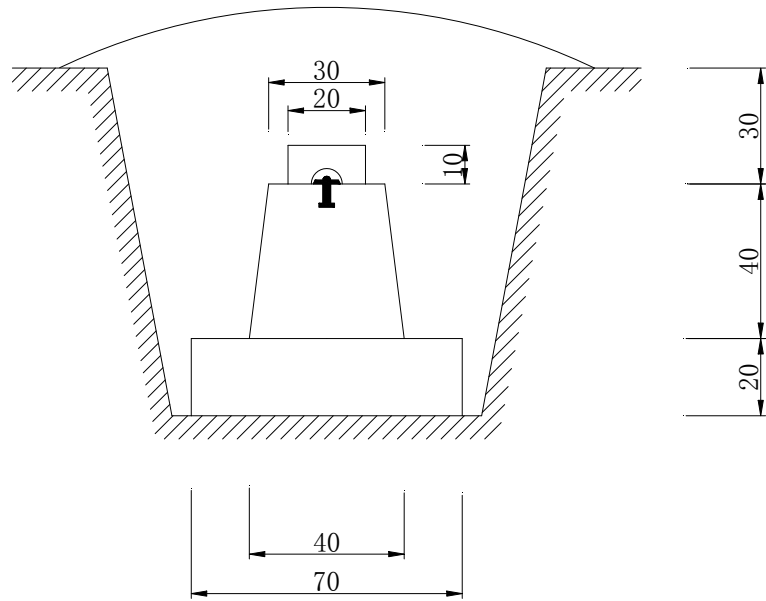


图 B.2-1 竖向位移基准点标石埋设图 (cm)

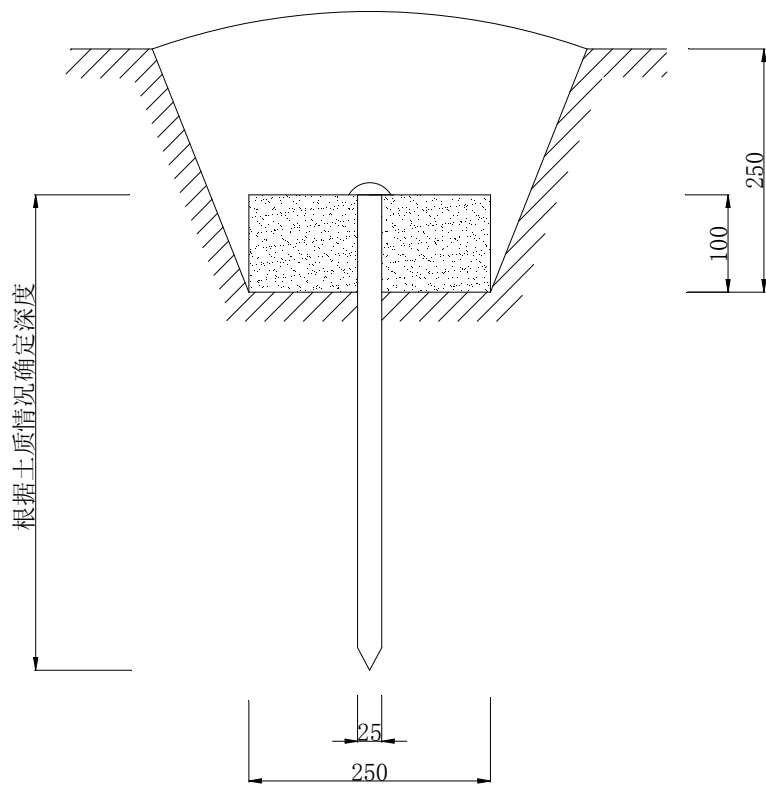


图 B.2-2 竖向位移基准点标石埋设图 (mm)

B. 2. 3 墙角水准标志宜采用金属材料制作，应用字模在标志顶面压印“水准点”和监测单位名称。其制作规格与埋设，如图 B. 3 所示。

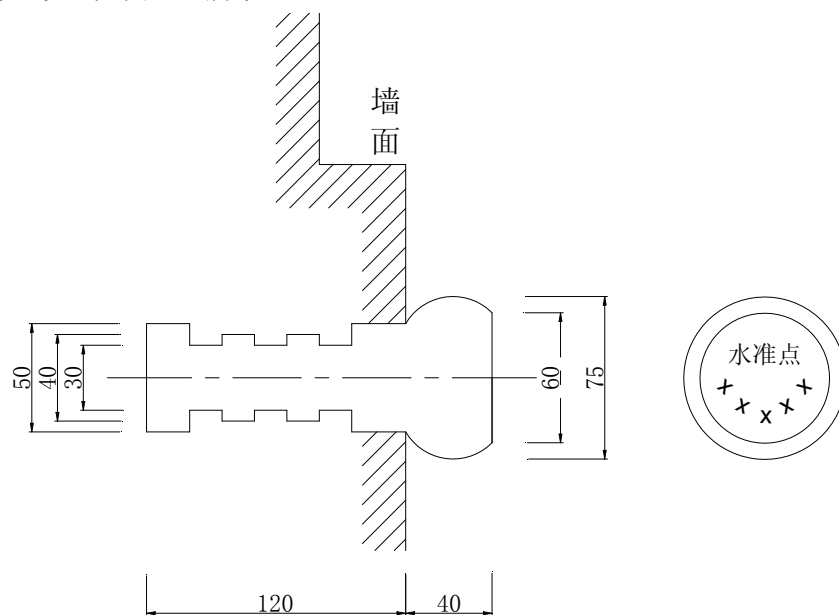


图 B. 3 墙角水准点标志制作规格与埋设图 (mm)

B. 2. 4 标志应埋在坚固的的砖、石、混凝土建（构）筑物墙壁或石崖壁上，距地面宜为 0. 4m～0. 6m。

B. 2. 5 埋设时应在墙壁选定的位置挖凿孔洞，用 1:2 的水泥砂浆灌满，放入标志，使圆鼓里面与墙面齐平。

附录 C
监测点元器件标志规格及埋设示意图

C.1 围护桩（墙）、边坡顶部水平与竖向位移监测点标志

C.1.1 围护桩（墙）、边坡顶部水平与竖向位移监测点标志宜采用金属材料制作，头径宜为 10~12mm，杆径宜为 12~14mm，杆长宜为 120~140mm。

C.1.2 围护桩（墙）、边坡顶部水平与竖向位移监测点标志制作规格可参考图 C.1，具体尺寸根据选用仪器型号确定。

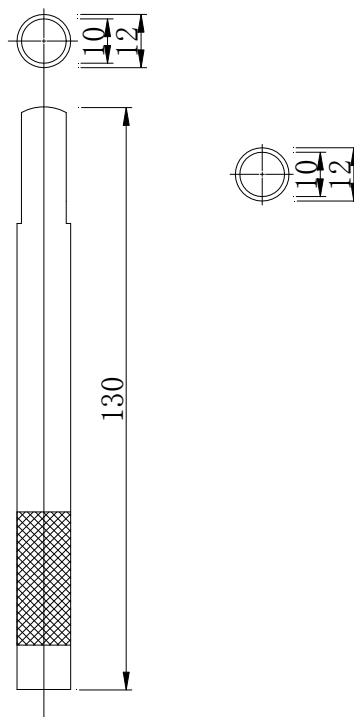


图 C.1 围护桩（墙）、边坡顶部水平与竖向位移监测点标志示意图 (mm)

C.2 测斜管规格及埋设示意图

C.2.1 测斜管宜采用 PVC 塑料、铝合金等材料制作。外径宜为 $\phi 50\sim\phi 90\text{mm}$ ，内径宜为 $\phi 40\sim 80\text{mm}$ ，导槽宽宜为 4.5mm，深宜为 2.2mm，管长宜为 2~4m。

C.2.2 测斜管底部与顶部要用盖子封住，防止砂浆、泥浆及杂物入孔内。测斜管的埋设如图 C.2 所示。

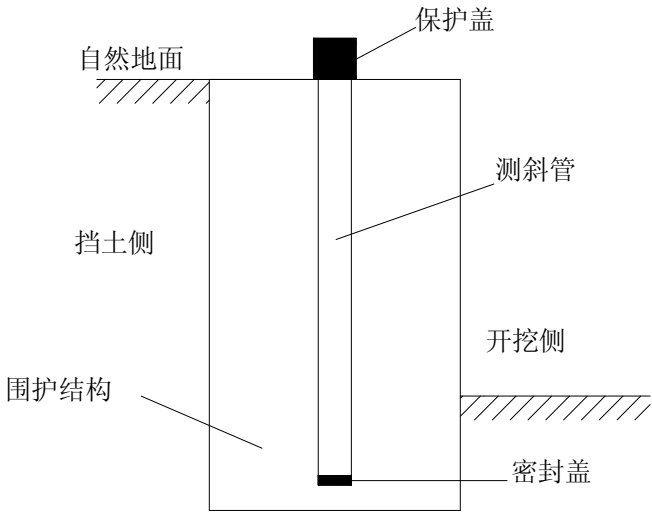


图 C.2-1 测斜管埋设示意图

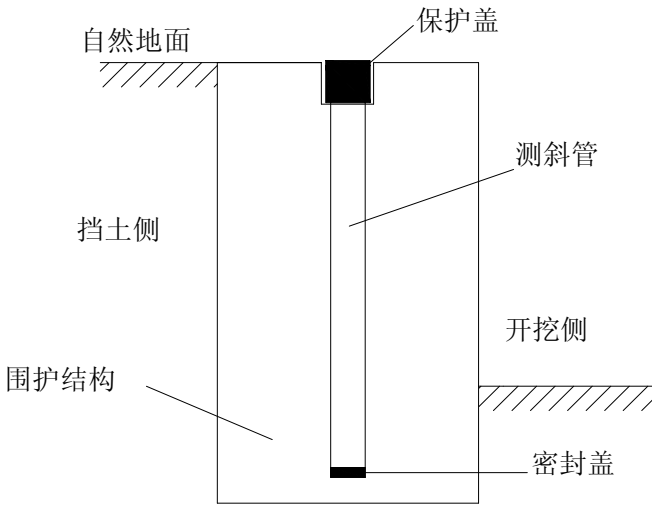


图 C.2-2 测斜管埋设示意图

C.3 周边地表沉降监测点标志

C.3.1 周边地表沉降监测点标志宜采用金属材料制作，头径宜为 14~20mm，杆径宜为 8~12mm，杆长宜为 50~80mm。

C.3.2 周边地表沉降监测点标志制作规格可参考图 C.3。

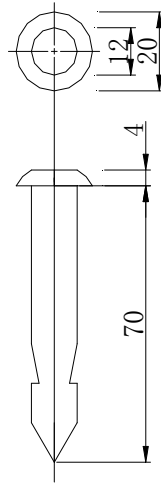


图 C.3 道路沉降监测点标志示意图 (mm)

C. 4 建筑物沉降监测点标志

C. 4. 1 建筑物沉降监测点标志宜采用金属材料制作，孔径宜为 12mm，外六边形内切圆半径宜为 16~22mm，长度宜为 60~150mm。

C. 4. 2 建筑物沉降监测点标志制作规格可参考图 C. 4。

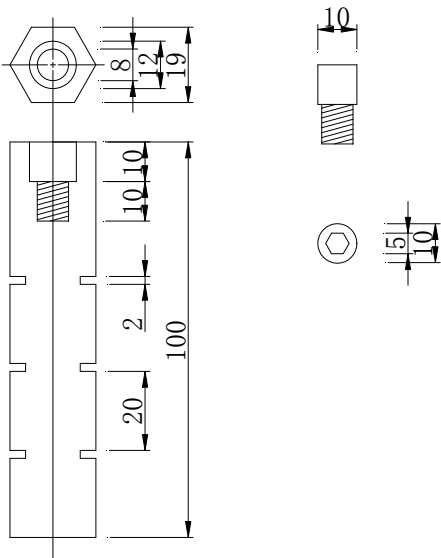


图 C. 4-1 六边形沉降点标志示意图 (mm)

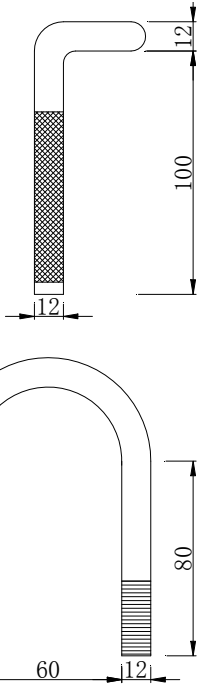


图 C. 4-2 L 型沉降点标志示意图 (mm)

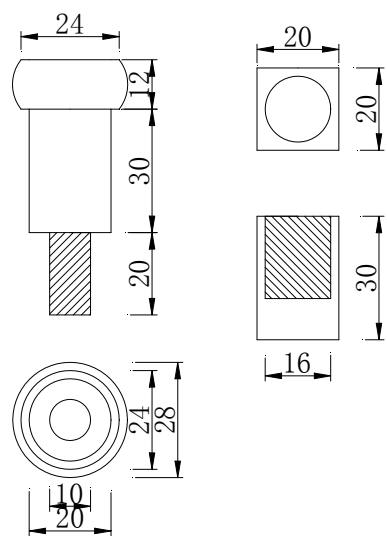


图 C. 4-3 钢结构沉降点标志示意图 (mm)

C.5 裂缝监测标志及埋设示意图

- C.5.1 对于房屋裂缝监测可采用薄铁片标志法，铁片厚度宜为 0.5mm，如图 C.5 所示。
- C.5.2 对于重要的裂缝，可在有代表性的位置于裂缝两侧各埋设一个标点，如图 C.6 所示。

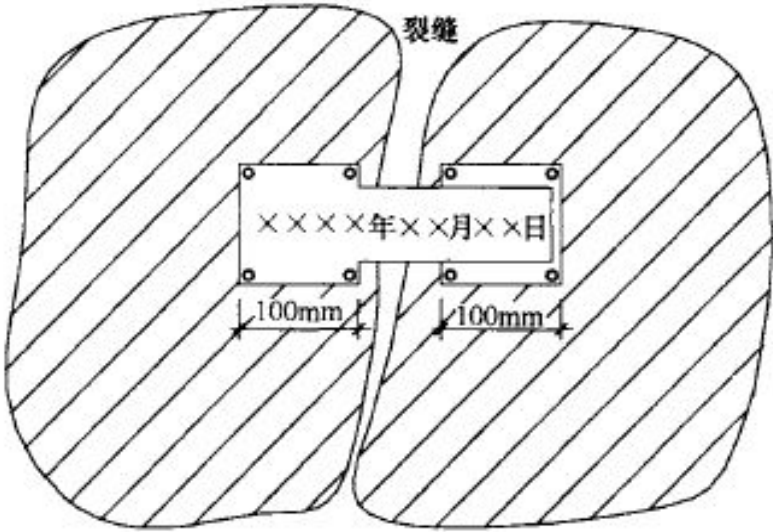


图 C.5 薄铁片标志法裂缝监测示意图 (mm)

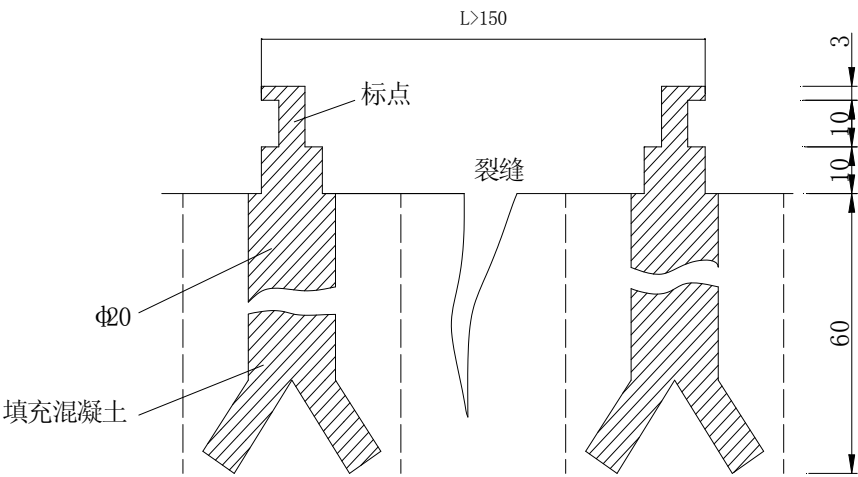


图 C.6 重要裂缝监测示意图 (m)

附录 D
基坑监测日报结果汇总表

基坑监测日报结果汇总表（第 期）

工程名称								
项目负责人								
基坑概况								
施工进度								
观测日期					天气			
观测仪器								
监测项目	☐ 围护墙顶部竖向位移				☐ 围护墙顶部水平位移			
	☐ 周边建筑竖向位移				☐ 地下水位			
	☐ 深层水平位移				☐ 支撑轴力			
	☐				☐			
监测项目 (单位)	本期 最大变化 点	本期 变化最大 值	本 期速率 最大值 (mm/d)	速率 报警值 (mm/d)	本 期累计 变化最 大点	本 期累计 最大变 化值	累 计报警 值	是 否超报 警
围护墙顶部 竖向 位移(mm)								
周边建筑物 竖向 位移(mm)								
围护墙顶部 水平 位移(mm)								
地下水位 (mm)								
深层水平位 移(mm)								
支撑轴力 (kN)								
.....								
巡视结果								

结论及建议	
说 明	

附录 E

水平位移和竖向位移监测日报表

E.1 竖向位移监测日报表

(监测项目名称) 监测日报表 (第 期)

工程名称:

报表编号:

监测单位:

负 责 人:

监测点号:

初始高程:

间隔天数:

监测仪器:

仪器编号

天 气:

监 测 时 间	时 间间隔 (d)	本 期高程 (m)	上 期 高程(m)	本 期 位移 (mm)	累 计 位移(mm)	变 化 速 率(mm/d)	备 注
图 示							

观测者:

计算者:

校核者:

E.2 水平位移监测日报表

(监测项目名称) 监测日报表 (第 期)

工程名称:

监测单位:

监测点号:

监测仪器:

初始位移:

仪器编号

报表编号:

负 责 人:

间隔天数:

天 气:

监测点号	本期位移 (mm)	上期累计 位移 (mm)	本期累计 位移 (mm)	变化速率 (mm/d)	备 注
图 示					

观测者:

计算者:

校核者:

附录 F

深层水平位移监测日报表

深层水平位移监测日报表 (第 期)

工程名称:

报表编号:

监测单位:

负责人:

监测时间:

间隔天数:

测孔号:

仪器编号:

天气:

[illegible]

累计位移最大值: mm, 深度为 m;

本次位移最大值: mm, 深度为 m; 施工工况: 开挖深度: m;

观测者：

计算者:

项目负责人:

附录 G

内力、土压力、孔隙水压力监测日报表

内力、土压力、孔隙水压力监测日报表（第 期）

工程名称：

报表编号：

监测单位：

负责人：

监

测时间：

天 气：

气 温：

仪器编号：

间隔天数：

号	点 号	深 度 (m)	本期 内力 (kPa)	上期 内力 (kPa)	本期 变化 (kPa)	累计 变化 (kPa)	报警 值 (kPa)	备 注
说明	应注明测点埋设置、朝向等要素,数据的单位及正负号分别代表的物理意义;如果该测点超报警值应在备注中注明,测点的状况如被压、被毁也应在备注中说明							
工 况								

观测者：

计算者：

项目负责人：

注：1 本日报表使用于围护墙内力、土压力、孔隙水压力项目的监测
2 应视工程及测点变形情况，定期附典型测点的数据变化曲线图

附录 H

支撑、锚杆（索）与土钉内力监测日报表

(监测项目名称) 监测日报表 (第 期)

工程名称:

报表编号:

监测单位:

负责人:

监测时间:

天气:

气温:

仪器编号:

间隔天数:

[illegible]

观测者：

计算者:

校核者：

注：1 本日报表使用于构件内力、拉力项目的监测

2 应视工程及测点变形情况, 定期附典型测点的数据变化曲线图

附录 I

地下水位、分层竖向位移、隆起（回弹）监测日报表

地下水位、分层竖向位移、隆起（回弹）监测日报表（第 期）

工程名称:

报表编号:

监测单位:

负责人:

监测时间:

天 气:

气温:

仪器编号:

间隔天数:

点号	初始 高程(m)	本期 高程(m)	上期 高程(m)	本期 位移 (mm)	累计 位移(mm)	变化速 率(mm/d)	备 注

图 示

观测者:

计算者:

校核者：

附录 J

土体分层竖向位移监测日报表

土体分层竖向位移监测日报表（第 期）

工程名称：

报表编号：

监测单位：

负 责 人：

监测时间：

天 气：

气 温：

仪器编号：

间隔天数：

点 号	序 号	本期高程 (m)	上期高 程(m)	本期位移 (mm)	累计位移 (mm)	变化速 率(mm/d)	备 注

图
示

观测者：

计算者：

校核者：

附录 K
倾斜监测日报表

倾斜监测日报表(第 期)

工程名称:

报表编号:

监测单位:

负 责 人:

监测时间:

天气:

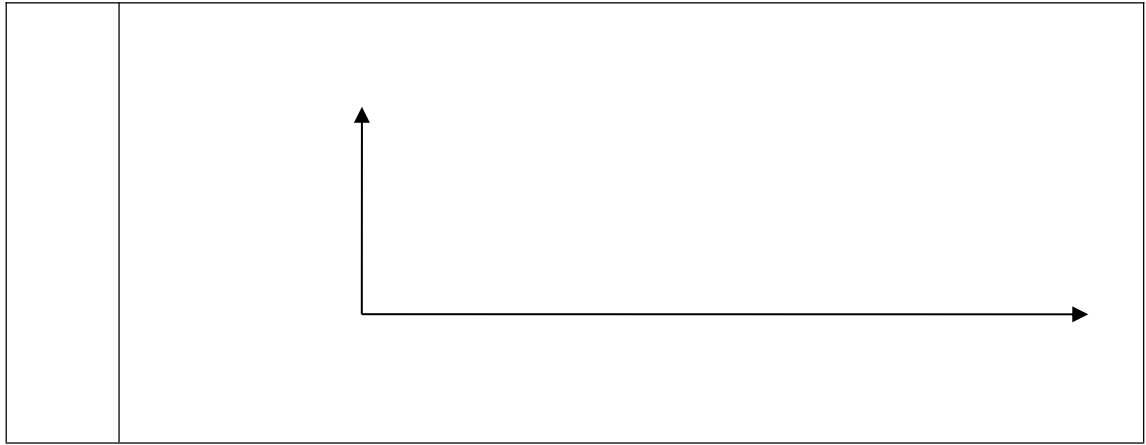
气 温:

监测仪器:

仪器编号

间隔天数:

点 号	倾斜 方向	倾斜 量(mm)	高度 (m)	倾斜速率 (mm/d)	倾斜 度(%)	备 注
图 示						



观测者：

计算者：

校核者：

附录 L
裂缝监测日报表

裂缝监测日报表（第 期）

工程名称：

报表编号：

监测单位：

负 责 人：

监测期数：

监测时间：

间隔天数：

监测仪器：

仪器编号：

天 气：

点 号	长度				宽度				备 注
	本 期观测 值(mm)	本 期 变化(mm)	累 计 变化(mm)	变 化 速率 (mm/d)	本 期观测 值(mm)	本 期变化 (mm)	累 计 变化(mm)	变 化 速率 (mm/d)	
图 示									



观测者：

计算者：

校核者：

- 注：1. 表格后应附各裂缝监测点图片
2. 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 M

巡视监测日报表

巡视监测日报表（第 期）

工程名称：

报表编号：

监测单位：

负 责 人：

巡视时间：

天 气：

检查内容		检查结果	备 注
支护结构	支护结构成型质量	☐ 很好 ☐ 较好 ☐ 一般 ☐ 不好 ☐ 很差	
	围护桩（墙）、冠梁、支撑、围檩裂缝	☐ 无 ☐ 有 _____	
	支撑、立柱变形	☐ 无 ☐ 有 _____	
	止水帷幕开裂、渗漏	☐ 无 ☐ 有 _____	
	墙后土体沉陷、裂缝及滑移	☐ 无 ☐ 有 _____	
	基坑涌土、流砂、管涌	☐ 无 ☐ 有 _____	
施工情况	土质情况	☐ 软土 ☐ 砂土 ☐ 粉土（粉质粘土） ☐ 其它 _____	
	基坑开挖分段长度及分层厚度	☐ 一致 ☐ 不一致 _____	
	地表水、地下水状况、坑边与基底有无积水	☐ 正常 ☐ 不正常 _____	
	基坑降水、回灌设施运转情况	☐ 正常 ☐ 不正常 _____	
	围护结构后土体开裂、沉陷情况	☐ 正常 ☐ 不正常 _____	
	基坑侧壁或基底的涌土、流沙管涌情况	☐ 正常 ☐ 不正常 _____	
	基坑周边地面堆载情况	☐ 无超载 ☐ 超载 _____	
周边环境	管道破损、泄露情况	☐ 无 ☐ 有 _____	
	周边建筑开裂、裂缝发展情况	☐ 无 ☐ 有 _____	
	周边道路（地表）开	☐ 无 ☐ 有 _____	

	裂、沉陷	_____	
监测设施	基准点、测点完好状况	☐ 完好 ☐ 被破坏 _____	
	监测元器件完好情况	☐ 完好 ☐ 损坏 _____	
	监测工作条件	☐ 很好 ☐ 较好 ☐ 一般 ☐ 不好 ☐ 很差	
相邻工程施工情况			
基坑施工情况			

巡视人：

附录 N

规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对于要求严格程度不同的用词，说明如下：

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”。

表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：正面词采用“应”，反面词采用“不应”。

表示允许稍有选择，在田间许可是首先应这样做的用词：正面词采用“宜”或“可”，反面词采用“不宜”。

2 条文中制定应按其他有关标准、规范执行时，写法为“应符合……的规定”。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……”。

附录 0

引用标准名录

- 1 《建筑基坑工程监测技术规范》 GB50497;
- 2 《建筑地基基础设计规范》 GB50007;
- 3 《建筑地基基础工程施工质量验收规范》 GB50202;
- 4 《建筑边坡工程技术规范》 GB50330;
- 5 《民用建筑可靠性鉴定标准》 GB50292;
- 6 《工程测量规范》 GB50026;
- 7 《建筑变形测量规范》 JGJ8;
- 8 《建筑基坑支护技术规程》 JGJ120;
- 9 《广西岩土工程勘察规范》 DBJ/T45-002
- 10 《广西膨胀土地区建筑勘察设计与施工技术规范》 DB45/T396
- 11 《膨胀土地区建筑技术规范》 GBJ 112

广西壮族自治区地方标准

DBXX/XX - 2016

广西建筑基坑工程监测技术规程

**Technical code for monitoring of building
foundation excavation engineering in Guangxi**

征求意见稿

条文说明

1. 总则

1.0.1 本条款明确了制定本规程的目的和指导思想。由于广西部份地区为膨胀岩土及岩溶分布区，地质条件较为特殊，尽管国家标准《建筑基坑工程监测技术规范》（GB 50497）是目前最权威的基坑工程监测标准，较好地规范了基坑监测工作中的不当行为，但由于其不适用于岩石建筑基坑工程以及冻土、膨胀土、湿陷性黄土等特殊土才侵蚀性环境的建筑基坑工程监测，加之基坑工程的特殊性（土层指标、计算方法及计算模型等的不确定性），基坑工程的实际工作状况与设计状况往往存在一定的差异，设计值不能全面准确地反映工程的变化，因此需通过基坑工程监测来实际量化基坑施工过程中支护结构及周边环境的变化，与设计值进行对比分析，以弥补基坑工程施工过程中遇到设计未考虑或设计值小于实际荷载值的不良因素带来的缺陷，为基坑周边环境中的建筑、各种设施的保护提供依据，判断基坑工程是否符合预期设计，为优化基坑工程设计奠定基础，同时为信息化施工提供依据。

基坑工程监测涉及建设单位、设计单位、施工单位和监测单位等，本规程不只是规范监测单位的监测行为，其他相关的各参与方也应遵守和执行本规范的规定。

1.0.2 本条款是对本规程适用范围的界定。本规程主要总结了广西地区基坑工程监测经验，适用于广西地区各类工业和民用建筑工程的基坑、市政工程中排水管道、沟槽、地铁、隧道支护等。

1.0.3 影响基坑工程监测的因素很多，主要有：

1. 基坑工程设计与施工方案；
2. 建设场地的工程地质与水文地质条件；
3. 邻近建（构）筑物、设施、管线、道路等的现状及使用状态；
4. 基坑工程施工工期；
5. 作业条件。

建筑基坑工程监测应综合考虑以上因素的影响，制定合理的监测方案，监测方案应经监测单位技术负责人签字加盖项目负责人注册岩土工程师执业印章后报基坑工程设计单位审查，获认可后，并报有关部门审批，通过审批后，由监测单位组织和实施监测。

1.0.4 建筑基坑工程需要遵守的规范、规程和标准很多，本规程只是其中之一。本规程与相关的规范、规程和标准进行了合理的分工和衔接，执行时尚应符合相关规范、规程和标准的规定。

3. 基本规定

3.1.1 本条款是对建筑基坑工程监测实施范围的界定。基坑支护结构以及周边环境的变形和稳定与基坑的开挖深度有关，相同条件下基坑开挖深度越深，支护结构变形以及对周边环境的影响越大，与此对应，周边环境对基坑安全的影响也就越大；基坑工程的安全性还与场地的岩土工程条件以及周边环境的复杂性密切相关。建设部《建筑工程预防坍塌事故若干规定》（建质[2003]82号）中规定：深基坑是指开挖深度超过5m的基坑或未达到5m但地质条件和周边环境较复杂的基坑。北京、上海、山东、深圳以及南京等国内诸多省市关于深基坑工程的有关规定对深基坑都做了相似的定义，并且规定深基坑工程应实施基坑工程监测。对周边环境复杂的深基坑工程实施监测是确保基坑安全、支护结构安全及周边环境安全的重要措施。

结合广西地区地质条件复杂、深基坑工程事故高发态势及2013年6月南宁市城乡建设委员会发布的《关于加强建筑边坡和深基坑工程建设管理的通知》相关规定，明确、严格的量化指标对于深基坑工程的监测是非常必要的。

基坑工程特别是深基坑工程施工涉及到居住小区、工农业设施、市政、公用、供电、通讯、人防及文物等管理单位，各地方相关管理单位会对基坑工程的实施提出一些具体的要求，因此本条还规定“其他需要实施监测的基坑工程应实施基坑工程监测”以保证基坑工程施工不会影响其他各相关单位建筑、设施和设备等的正常使用。

3.1.2 本条款明确了基坑监测技术要求的提出责任方为基坑工程设计单位。基坑工程设计单位对基坑自身复杂情况和周边环境情况进行了详细的分析判断，对基坑工程支护结构的承载能力、允许变形量进行了设计计算，故由其提出监测项目、监测范围、监测点位置（影响基坑工程设计安全或需验证设计参数的关键部位，其它部位的监测点布置由监测单位依据本规程第五章的规定进行确定，如设计单位无要求，全部监测点的布置与监测精度要求均由监测单位依据本规定进行确定）、监测频率和监测报警值等指标才能达到基坑监测的真正目的。

3.1.3 本条款明确了建设方的责任。基坑工程监测不但要保证基坑的安全，同时也要保证基坑周边环境的居民小区、市政、公用、人防和文物等的安全和正常使用，涉及到建设、施工、设计、监理、周边各单位及居民等的利益，建设单位是建设项目的第一责任主体，故应该由建设单位委托具备相应资质的监测单位进行基坑工程监测。

实施第三方监测有利于实现监测结果的公正性和客观性，监测单位的监测结果作为处理纠纷与责任判定的重要依据。因此本条款规定基坑工程监测需要由第三方进行监测，监测单位不得与建设单位、施工单位、监理单位、周边单位（个人）有隶属关系或者其他利害关系。

第三方监测并不能取代施工单位所需开展的必要监测，施工单位在施工过程中仍需要实施基坑工程的必要监测。

建筑基坑监测实行资质等级和资格管理制度。对从事基坑监测的单位与人员分别实行资质等级和资格管理，其中，监测单位必须符合同时具备工程勘察专业类岩土工程资质和工程测量资质的条件。

凡按本规程规定确定的基坑工程监测等级为一级、二级的基坑，建设单位必须将深基坑监测委托给同时具有工程勘察综合类或工程勘察专业类岩土工程甲级资质和工程测量甲级资质的单位进行；

凡按本规程规定确定的基坑监测等级为三级的基坑，建设单位必须将深基坑监测委托给同时具有工程勘察综合类或工程勘察专业类岩土工程和工程测量乙级及其以上资质的单位进行。

负责实施监测的主要技术人员应分别具有注册土木工程师（岩土）、注册测绘师执业资格，监测方案与监测报告署名栏上应有主要技术人员的签名并加盖注册土木工程师（岩土）与注册测绘师执业印章。

3.1.4 本条款根据南宁市城乡建设委员会发布的《关于加强建筑边坡和深基坑工程建设管理的通知》相关规定，监测单位编制的监测方案应经建设、设计、监理等单位认可，必要时还需和基坑周边环境涉及到的单位协商一致后方可实施。此处规定监测单位要在基坑开挖前实施并完成初始状态监测，是针对周边环境等级为一级或二级的基坑提出的要求，因为初始状态监测报告是反映周边环境原始状态，划清各方责任界线的原始技术文件，可以有效地避免不必要的争议和纠纷，从而提高工程管理效率，监测方案和初始状态监测报告经各方签字盖章确认后，由建设单位报当地建设行政主管部门备案。

3.2.1 本条款明确了监测等级确定时应考虑的因素。基坑支护结构安全等级、基坑工程安全等级分别是根据基坑失稳的破坏后果和开挖深度两方面来进行安全等级的说明，确定基坑监测等级时应同时考虑。基坑周边环境复杂程度对基坑监测进行分级意义重大。地基复杂程度则是从地基土土性、岩土软弱程度和水文地质条件进行了说明。确定基坑工程监测等级时应该综合考虑上述四个因素，缺一不可。

3.2.2 本条款明确了基坑工程安全等级的划分依据。根据《建筑地基基础工程施工质量验收规范》（GB 50202）和《建筑基坑支护技术规程》（JGJ120）3.1.3条的规定，基坑工程安全等级的划分应综合考虑基坑开挖深度、施工方案、周边环境和地质条件的复杂程度等因素，当基坑工程影响区内有历史文物、近代优秀保护建筑、重要管线等需要保护或有其他特殊要求，对支护结构的位移限制很严时，不论基坑深浅，安全等级均应列入一级。

3.2.3 本条款明确了周边环境等级的划分依据。《城市轨道交通工程监测技术规范》GB50911-2013中3.2将基坑工程对周围土体及周边环境的影响程度分为主要影响区、次要影响区和可能影响区。主要影响区（I）位于基坑周边 $0.7H$ 或 $H \cdot \tan(45^\circ - \phi/2)$ 范围内，次要影响区（II）位于基坑周边 $0.7H \sim (2 \sim 3)H$ 或 $H \cdot \tan(45^\circ - \phi/2) \sim (2 \sim 3)H$ 范围内，可能影响区（III）位于 $(2.0 \sim 3.0)H$ 以外范围。当基坑周边土质以淤泥、淤泥质土、膨胀土或其它高压缩性土为主、采用施工降水措施、施工期间出现严重异常情况时，宜根据基坑工程的实际情况增大主要影响区与次要影响区的范围。本规程采用 $2H$ 作为次要影响区与可能影响区的划分界线。古典挡土墙理论认为，由于挡土墙向前位移引起墙后地面下沉的范围相当于挡墙的全高，刚性挡土墙在主动土压力作用下发生位移后，墙后地面下沉范围大致在 $1.5H$ 左右。与刚性挡土墙工作性能相似的水泥挡土墙体系，其插入深度相当于开挖深度，墙后地面下沉范围大约在 $2H$ ，板式支护结构围护墙的插入深度与开挖深度之比也为 $1:1$ 左右，其影响范围大致也为 $2H$ ，较多工程资料表明，放坡开挖的影响范围可达 $(3 \sim 4)H$ 。

综合考虑现在的研究成果表明 2 倍基坑开挖深度范围为主影响区域，2~4 倍开挖深度范围内为次影响区域，即地表沉降在次影响区由较小值衰减到可以忽略不计的程度，故从基坑边缘以外 2 倍基坑开挖深度范围内宜作为基坑工程周边环境的监测对象，必要时应扩大监测范围至 4 倍基坑开挖深度范围内。

综合上述情况，本规程设计的有支护开挖的基坑，影响区大致自坑边起，向外延伸两倍深度的水平距离，因此在确定周边环境等级划分时，距离定为 $2H$ 。

应当指出，上述影响区的概念是指基坑开挖阶段由于围护结构向坑内位移所产生的坑外地面下

沉的范围。如果坑外降水或围护结构发生渗漏，则影响范围会更大。

3.2.4 本条款明确了地基复杂程度的划分依据。表 3.3 是经过大量广西从事基坑工程勘察、设计、研究的专家的意见并结合广西地质条件研究总结而来。综合考虑现在的研究成果，表明 2 倍基坑开挖深度范围为地基影响区域，特定基坑地基复杂程度按 2 倍基坑深度进行确认，广西地区涉及的复杂地基条件主要是软土层、膨胀土及岩溶的特性进行了说明。

3.2.5 本条款明确了基坑工程监测等级的划分依据。基坑工程监测等级划分按本条款规定进行确定，当基坑工程影响区内有历史文物、近代优秀保护建筑、重要管线等需要保护或有其他特殊要求，对围护结构的位移限制严格时，不论基坑深浅，安全等级均应列入一级。

3.3.1 本条款明确了建设方应该提供的资料内容。基坑工程施工过程中会对其影响范围内的建(构)筑物造成一定的影响，同时基坑工程施工也被其影响范围内的建(构)筑物影响，监测单位需要根据基坑工程周边环境、监测要求及该工程的特点等编制相应的基坑工程监测方案，监测方案的合理性直接影响建设方、施工单位、监测单位和周边单位或居民的利益，建设单位是建设项目的第一责任主体，故建设单位应该提供基坑工程及周边建筑构筑物的相应资料。若有需要，建设方尚应向监测方提供当地一定时间段内的气象资料，具体时间由监测方、建设方根据监测要求进行协商解决。

3.3.2 本条款明确了监测方在编制监测方案前应该完成的工作内容。监测单位通过了解建设单位和设计方对监测工作的技术要求，进一步明确监测目的，并以此做好监测方案的编制。现场踏勘、搜集已有的资料是准备工作中重要的一项内容，在这个过程中监测单位应当积极争取有关各方的配合，认真完成这些准备工作。

为正确地对基坑工程进行监测和评价，提高基坑监测工作的有效性，应该尽可能详细的了解和搜集有关技术资料。当建设方提出的要求比较笼统并且是非技术性要求时，也需要通过调查进一步明确建设方的具体要求和要求的可行性。

监测单位应搜集基坑工程周边环境原始资料和使用阶段的资料，包括：影响范围内的道路、地下管网、地下设施及周边建筑物的原始和使用现状等有关资料。了解监测对象的工作性状非常重要，由于时间久、保管不善导致资料丢失，或者使用过程中对其进行改造，甚至超负荷使用等现象。监测单位不能有效的掌握这些资料会影响监测的精度，或者会在出现纠纷时无法区分责任。如果在资料的搜集过程中出现某些异常现象或突发现象，应采用拍照和录像等可行的方法保存有关资料或者进行相应的现场测试取得有关资料。

监测单位对其监测的基坑工程必须认真负责，需要通过现场踏勘掌握相关资料及现场状况的真实性，发现与资料不符的情况时应做详细记录并及时向建设单位、监理单位进行反馈，监测方案中的监测内容、布点位置应与实际条件相符，应根据现场踏勘结果编制监测方案或对监测方案进行修改完善，并及时与设计单位进行沟通。

监测单位还需要了解相邻工程的设计及施工情况，以避免相互干扰和影响。

3.3.3 本条款明确了监测方案应包含的内容。监测方案体现了监测单位的能力水平，也是实施监测工作的重要技术性依据，为了规范方案内容、保证监测工作质量并明确监测单位的责任和义务，本条概括出了监测方案宜包含的 8 个内容。

3.3.5 条款明确了监测工作开展的基本流程，监测单位可依此为指导。

3.3.7 条款要求监测单位在基坑开挖之前必须对基坑工程自身的监测点及周边环境（道路、管线、建（构）物及其它设施）的安全现状进行详细调查和初始状态监测，一般应至少进行三次监测并取其平均数作为监测初始值，监测单位应根据周边环境巡视调查资料和初始状态监测数据编制并提交基坑开挖前的初始状态监测报告，初始状态监测报告经建设单位与周边环境相关的管理单位或业主确认后即为有效文件。其目的，一是获取监测初始值，二是明确初始状态监测报告是周边环境初始状态的原始凭证，

避免不必要的争议与纠纷。向委托方（建设单位）提交的基坑工程初始状态监测报告应为有效文件。

3.3.9 监测单位应严格按照监测方案开展工作，不得随意减少测点和监测频率，相反，监测单位应根据监测分析情况的需要加大现场监测频率。监测数据应及时反馈，监测单位应科学组织、合理安排工作流程并建立高效的信息处理和信息反馈系统，及时准确地将信息反馈至施工和监理等有关单位。监测数据达到监测报警值必须立即通报建设方及相关单位，以便各方及时采取措施。建设、施工及监理各方应该认真对待监测单位的报警数据，以避免事故的发生。

3.3.11 由于基坑工程存在诸多不确定性影响因素，结合现场实际进行的设计或施工变更不可避免，当基坑工程设计或施工有重大变更时，监测单位应及时与建设方及相关单位研究并调整监测方案。对监测方案进行调整时应按照工程变更的程序和要求，向建设方提出书面申请，新的监测方案经审定同意后方可实施。

3.3.12 本条款明确了基坑工程监测时建设方和施工方的责任。基坑施工周期较长，现场往往多部门、多工种同时穿插施工，监测点位、监测设施和设备等的保护至关重要，项目参建各方主体均有责任采取必要手段对监测点、监测设备和设施进行有效保护，必要时应设置保护装置或保护措施。

3.3.13 基坑工程监测是以基坑的安全及其正常使用为目的，因此监测单位在监测实施过程中，应不影响监测对象的结构安全并不能妨碍其正常使用，即不能为了监测而监测。万不得已时必须努力减少妨碍其正常使用的持续时间，但一定不能影响监测对象的结构安全。

监测点的布置不应妨碍结构的正常受力、降低结构的刚度和承载能力，在布置围护墙、立柱、支撑、锚杆、土钉等的应力应变观测点时应注意。

管网的监测点布置不能影响管网的正常使用和安全。

满足监控要求的前提下，应尽量减少在材料运输、堆放和作业密集区埋设观测点，以减少对施工作业产生的不利影响。

3.3.14 本条款明确了监测单位需要提交资料的内容。建设工程资料归档工作一般由项目建设单位完成，监测单位需按照建设方的要求提交完整资料。监测单位签署的建筑基坑监测总结报告是建筑基坑工程验收内容之一，监测单位对提供的监测数据真实性负责。建设单位应在深基坑工程验收合格后，将质量验收合格的相关证明材料报建设工程施工安全监督机构存档备查。

4. 监测项目及要求

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，两种相互补充、验证。巡视检查可以起到定性和补充仪器监测结果的作用，仪器监测可以起到监测数据定量的作用，避免片面的处理问题，两者缺一不可。例如裂缝监测时，巡视检查可区分新旧裂缝，仪器监测则可起到量测裂缝的变化情况的作用。如需进行远程自动化实时监测，则应建立信息化监测系统，采用远程视频手段采集监测信息。

4.1.2 本条款明确了基坑工程的监测对象内容。支护结构包括围护墙、边坡、支撑、锚杆、土钉、立柱、冠梁和围檩等；地下水状况包括基坑内外原有水位、基坑施工过程中的水位；施工工况包括基坑内土质情况、开挖程度、地表水、基坑降水、基坑周边地面堆载等；基坑底部及周边土体包括基坑开挖影响范围内的坑内和坑外土体；周边建（构）筑物包括基坑开挖影响范围内的建筑（构）物；周边管网及地下设施包括基坑开挖影响范围内的地下管网、地下设施等；周边重要的道路是指基坑开挖影响范围内的城市主干道、桥梁、国道、高速公路等；其他应监测的对象主要根据基坑工程的具体情况，确定其他需要进行监测的对象，如膨胀土地区基坑附近降雨情况等。

4.1.3 基坑开挖前对基坑周边环境的调查是必不可少的，监测单位应根据调查资料和初始状态监测数据初始值编写《初始状态监测报告》。对需要实施基坑监测的建设工程，建设单位申请办理建筑工程（深基坑）施工许可手续前，应到当地建设工程施工安全监督站办理安全监督手续，办理安全监督手续时，应提交经监测单位签署、建设单位以及基坑周边相邻设施的管理单位或业主认可的《开工前初始状态监测报告》。增加这个监测项目，目的在于明确周边环境变形现状，合理划分周边环境与建筑基坑工程之间的责任起点，同时也是为了获取科学合理的监测初始值。根据广西基坑工程监测的经验，基坑工程的影响范围一般小于由基坑工程监测等级确定的范围，作为前期监测工作，应在此范围的基础上扩大 0.5 倍。基坑工程监测等级确定的监测范围，应根据基坑工程监测等级对应的周边环境等级的具体要求确定，此做法出于安全考虑，例如基坑周边环境等级为二级时而确定的基坑工程监测等级为一级，则应依照基坑工程监测等级一级对应的周边环境等级确定周边环境监测的范围。

4.1.4 基坑工程监测各个项目之间有着必然的联系，各监测项目组成一个整体，才能全面反应出基坑工程的整体情况，必须形成有效的、完整的、与基坑工程设计及施工相适应的监测系统，通过监测项目数据分析判断，为优化设计及正确指导施工提供可靠的依据。

4.2.1 基坑工程监测项目的选择与基坑工程监测等级有关。基坑工程监测等级对应的基坑工程监测项目分为基坑工程开挖前和开挖后两部分，开挖后的起始时间应从基坑工程正式开始施工时算起。基坑工程监测项目主要依据国家标准《建筑基坑工程监测技术规范》GB50497 和《建筑基坑支护技术规程》JGJ120，本次进行了全区调研，经过大量工程调研和征询专家意见，鉴于国家标准《建筑基坑工程监测技术规范》GB50497 针对广西有所变化的内容主要包括以下方面：围护墙侧向土压力改为围护结构侧向土压力；地下水按类别分为基坑外地下水和基坑内地下水两部分，即对地下水的监测进行了细化；周边地表竖向位移、裂缝改为周边地表变形，包括裂缝、水平位移和竖向位移三部分，增加了水平位移，主要是经过多方调研，显示重要基坑周边地表进行水平位移监测是很有必要的，能更充分反映出基坑工程对周边地表的影响及能够为信息化施工提供可靠的依据；周边管线变形改为周边地下管网变形，周边管线的变形主要是对地下管网的监测，其他管线可通过巡视检查结合相关仪器进行。依据国家标准《建筑基坑工程监测技术规范》GB50497 监测项目分为“应测”、“宜测”和“可测”。

4.3.1 本条强调在基坑工程施工和使用期内，应由有经验的监测人员对基坑工程进行巡视检查，基坑工程施工期间的各种变化具有很强的时效性和突发性，加强巡视检查是预防基坑工程事故简单而有效的方法。

4.3.2 本条款主要依据国家标准《建筑基坑工程监测技术规范》GB50497，巡视检查的项目按照基坑工程监测等级划分为三级，且分为开挖前的巡视检查和开挖后的巡视检查两部分，开挖前的巡视检查可作为基坑监测初始数据的记录成果，对后期基坑工程监测提供有效的依据和对比分析的原始资料。

4.3.3 本条款主要说明了巡视检查的各种方法，不建议采用目测的方法，目视只是起到定性的作用，但未能发现细微的变化情况，在巡视过程中发现变化情况应采用相应的仪器进行量测，并记录巡视检查情况，若发现异常，必须引起足够的重视，任何异常都可能是事故发生的预兆，应及时通知建设方和相关单位进行处理，避免事故严重化。

5. 监测点的布设

5.1.4 测点的位置应尽可能的反映监测对象的实际受力和变形状态，并能反映受力及变形状态的发展趋势，以保证对监测对象的状况做出准确的判断。监测对象内力和变形变化大的代表性部位及周边环境重点监测部位，监测点应适当加密，以便更加准确的反应监测对象的受力和变形特征。

监测点的布置首先要满足对监测对象监控的要求，但不是监测点越多越好，基坑工程监测工作量一般比较大，又受人员、光线及仪器数量的限制，监测点过多、当天的工作量过大会影响监测的质量，同时也会增加监测费用，因此，监测点的设置以能满足监控要求即可。

5.1.15 基坑监测自基坑工程开工前的原始状态测量开始，至基坑工程完工结束，期间，所有的基坑监测分析与预测均应基于原始测量数据，需要保持监测点的一贯性，故而对监测点保护的要求很高。

5.2.1 围护墙或基坑边坡顶部的水平和竖向位移监测点应沿基坑周边布置，监测点水平间距不宜大于20m。一般基坑每边的中部、阳角处变形较大，所以中部、阳角处应设置监测点。为方便监测，水平位移观测点宜同时作为垂直位移的观测点。为了测量观测点与基线的距离变化，基坑每边的测点不宜少于3个。观测点设置在基坑边坡混凝土护顶或围护墙顶(冠梁)上，有利于观测点的保护。

5.2.2 围护结构深层水平位移监测是观测基坑支护结构变形最直接的手段，土体深层水平位移监测是观测基坑外围土体变形最直接的手段，监测孔应布置在基坑平面挠曲最大位置处。一般情况下基坑每侧中部阳角处的变形最大，故此处宜设置监测孔；边长大于50m的基坑，每边可适当增设监测孔；基坑开挖次序及局部挖深会使支护结构最大变形位置发生变化，布置监测孔时应考虑。

5.2.3 围护墙内力监测点应考虑支护结构内力计算图形，布置在支护结构出现弯矩较大的部位，监测点数量和水平间距需视具体情况而定。平面上宜选择在支护结构相邻两支撑的跨中部位、开挖深度较大以及地面堆载较大的部位；竖直方向（监测断面）上的监测点宜布置在支撑处和相邻两层支撑的中间部位，间距宜为2m~4m。

5.2.4 支撑内力的监测多根据支撑杆件采用的不同材料选择不同的监测方法和检测传感器。对于混凝土支撑杆件，目前主要采用钢筋应力计；对于钢支撑杆件，多采用轴力计或表面应变计。

支撑内力监测点的位置应根据围护结构计算书确定，监测截面应选择在轴力较大杆件上受剪力影响

小的部位，因此本条第3款要求当采用应力计和应变计测试时，监测截面宜选择在两相邻立柱支点间支撑杆件的1/3部位；钢管支撑采用轴力计测试时，轴力计宜设置在支撑端头。

5.2.5 立柱的竖向位移(沉降或隆起)对支撑轴力影响很大，有工程实践表明，立柱沉降20mm~30mm，支撑轴力会增大约1倍，因此对支撑体系应加强立柱的位移监测。

监测点应布置在立柱受力、变形较大和容易发生差异沉降的部位，逆作法施工时，承担上部结构的立柱应加强监测。

立柱内力监测点的位置应根据支护结构计算书、计算图形确定，监测截面应选择在轴力较大、杆件上受剪力影响较小的部位，当采用应力计和应变计测试时，监测截面宜选择在坑底以上各层立柱下部1/3的部位。

5.2.6 锚杆内力监测点位置在竖向上宜保持一致，锚头附近位置的锚杆拉力大，测试点宜设置在锚头附近。

5.2.7 土钉内力监测点位置在竖向上宜保持一致，监测点的位置应考虑设计计算情况，选择在受力有代表性的位置。

5.2.8 基坑隆起(回弹)监测点的埋设和施工过程中的保护比较困难，监测点不宜设置过多，以能够测出必要的基坑隆起(回弹)数据为原则。

5.2.9 围护结构侧向土压力监测点的布置应选择在受力、土质条件变化较大的部位，在平面上宜与深层水平位移观测点、支护结构内力监测点的位置等相匹配，方便数据间进行相互验证及监测项目的综合分析。

竖直方向上的监测点应考虑土压力计算图形、土层分布及与围护墙内力监测点位置的匹配。

5.2.10 孔隙水压力的变化是地层位移的前兆，对控制打桩、沉井、基坑开挖等引起的地层位移起到十分重要的作用。孔隙水压力监测点宜靠近这些基坑受力、变形较大或有代表性的部位布置。

5.2.11~5.2.12 地下水位测量主要是通过水位观测孔(地下水位监测点)进行。地下水位监测点的作用一是检验降水井的降水效果，二是观测降水对周边环境的影响。

5.2.13 钢筋应力计焊接时应使其处于不受力状态，不应使其处于受弯状态。焊接过程中，为防止应力计温度过高，可采用停停焊焊的方法，也可在钢筋应力计部位包上湿棉纱浇水冷却，但不得在焊缝处浇水，以免焊层变脆硬。

5.2.14 应变计安装粘贴时应在准备好的应变计基底上均匀地涂一层粘结剂，粘结剂用量应保证粘结胶层厚度均匀且不影响元器件的工作性能。用镊子夹住引线，将应变计放到粘贴位置，在粘贴处覆盖一块聚四氟乙烯薄膜，且用手指顺应应变计轴向，向引线方向轻轻滚压应变计。挤出多余胶液和粘结剂层中的气泡，用力加压保证粘结剂凝固。

5.2.15 基坑钢支撑吊装到位后，应将安装架的另一端与围护墙体上的钢板对上，中间应加一块 250mm×250mm×25mm 的加强钢垫板，以扩大轴力计受力面积，防止轴力计受力后陷入钢板影响测试结果。

5.3.3 基坑工程施工会对周边建(构)筑物造成一定的影响，特别是建(构)筑物的不均匀沉降，在基坑施工过程中需要对周边建(构)筑物进行监测，时刻注意基坑工程施工对周边建(构)筑物造成的影响。

为能反映及便于分析建筑竖向位移的特征，监测点应布置在建筑竖向位移差异大的地方。对于同一建(构)筑物采用不同基础形式时，应在基础类型分界处的柱基上分别设置竖向位移监测点。烟囱、水塔、大型储仓罐等高耸构筑物应在基础轴线对称部位设置监测点，且所选基础轴线宜垂直于基坑边线。

5.3.4 建筑整体倾斜监测可根据不同的监测条件选择不同的监测方法，监测点的布置也有所不同。

建筑具有较大的结构刚度和基础刚度时，通常采用观测基础差异沉降推算建筑的倾斜，监测点布置应考虑建筑的基础形式、体态特征、结构形式及地质条件变化等，要求同建筑的竖向位移观测基本一致。

5.3.5 建(构)筑物的裂缝监测应选择有代表性的裂缝进行观测。每条需要观测的裂缝应至少设2个监测点，每个监测点设置一组观测标志，每组观测标志可使用两个对应的标志分别设在裂缝的两侧，且应设置在裂缝最宽处。对需要观测的裂缝及观测点应统一进行编号。

5.3.6 周边地表水平、竖向位移监测点应设置在坑边中部或其他有代表性的部位，根据基坑的具体情况确定监测点数量，但每侧边剖面数至少1个，监测点剖面线宜垂直于基坑边线，当地表变形较大或基坑工程有特殊要求时，可增加纵向剖面。监测点应做好保护工作以保证监测数据的准确性。

5.3.7 周边地表裂缝监测点应选择有代表性的裂缝进行量测。监测点布设方法同5.3.5条规定。对需要观测的裂缝及监测点应统一进行编号。

5.3.8 周边地下管网主要有排水管道、煤气管道、供水管道和通信电力管线等主要管网系统，在基坑工程施工过程中应注意由于基坑施工对这些管网系统造成的影响，需要对这些管网系统实施监测。

周边地下管网的监测分为直接法和间接法。

采用直接法时常用的测点设置方法有抱箍法和套管法等。

间接法就是不直接观测管网本身，而是通过监测管网周边的土体来分析管网的变形，间接法观测精度较低。间接法常用的测点设置方法有底面观测法和顶面观测法，其中底面观测法是将监测点设置在管线底面的土体中，通过观测底面的土体位移来分析管道纵向弯曲受力状态，而顶面观测法是将监测点设置在管线轴线对应的地表或管线的窰井盖上观测，虽然可以避免破土开挖，但观测精度较差，只有在设防标准较低的场合采用，一般情况下不宜采用。

5.3.9 土体分层竖向位移监测点的布置为监控特定埋藏深度的地下构筑物处土体的位移情况，监测孔应布设在靠近被保护对象且有代表性的部位，数量应视具体情况确定。在竖直方向上监测孔宜布设在各土层界面上，也可等间距布设。土体分层竖向位移监测是为了量测不同深度处土的沉降与隆起。当采用磁环式分层沉降标监测时为一孔多标，采用磁锤式和测杆式分层标监测时为一孔一标。沉降标(测点)的埋设深度和数量应考虑基坑开挖、降水对土体垂直方向位移的影响范围以及土层的分布。

沉降磁环(有的磁环套在波纹管上)埋入后，应经过一段时间，当回填材料逐渐密实和钻孔缩孔后磁环才能与周围土体紧密接触，变形协调一致。沉降管埋设时应先钻孔，再放入沉降管，沉降磁环无波纹管连接时，沉降管和孔壁之间宜采用粘土水泥浆而不宜用砂进行回填，以免细砂卡入磁环与沉降管间隙，阻碍磁环随土体的自由下沉或隆起。

6. 监测方法及精度要求

6.1.1 监测方法的选择应综合考虑各种因素且应简单易行，确保监测工作的顺利进行。

6.1.2 基准点、工作基点和变形监测点是基坑工程监测中必不可少的，它们的稳定性是监测数据真实性、基坑工程安全性的重要保障，故必须采取有效的措施对它们进行保护。《建筑变形测量规范》JGJ8 中关于基准点的埋设做了相关说明。

6.1.4 监测仪器、设备和监测元件是基坑工程监测顺利进行的保障，根据仪器、设备和监测元件等适应的环境条件和自身的特点等要求，在一定周期内进行维护、校准、检查，确保正常使用。

6.1.5 对同一监测项目，为了使监测工程中的误差最小化，固定监测人员、采用相同的观测路线和方法、在相同环境条件下进行监测都是必要的。

6.1.6-6.1.7 基准点是进行基坑工程监测的基本依据。当数据出现异常时，可能是基坑安全出现异常，也可能是基准点发生位移，故要对基准点进行检校。洪水、地震、爆破等外界因素均会影响基准点的稳定性，当测区出现以上情况时应应对基准点进行检校。

6.1.9 工程实践经验总结，实际监测工作中取连续观测 3 次以上的稳定值的平均值作为监测项目初始值是可行的，若出现所观测的数据存在的误差较大时，应分析误差产生的原因并进行措施处理再进行观测。

6.1.10 GPS、全站仪自由设站、测量机器人、地面三维激光扫描仪、静力水准、微波干涉测量等新技术具有实施安全、高精度、高效率等优点，可以弥补常规技术的不足，促进监测工作的顺利开展。监测单位采用这些新技术、新方法进行基坑监测的同时，应辅以常规监测方法进行验证，有足够的可靠性时方可单独应用。

6.2.2 本条款对水平位移监测的精度要求根据基坑工程监测等级进行划分，分为强制对中装置对中误差和监测点坐标中误差两部分。强制对中装置对中误差依据现行国家标准《建筑变形测量规范》JGJ8 中关于设置强制对中观测墩的相关规定进行取值。监测点坐标中误差依据现行国家标准《工

程测量规范》GB50026,以允许变形量的 1/20 作为测量精度要求。对于要求特别严格的基坑工程监测点坐标中误差取 0.3mm。

6.2.5 监测网采用独立坐标系进行一次布网可减少测量误差、提高监测数据的准确性,在采用基准线控制时,设置轴线上的校核点是减少测量误差的必要手段。

6.2.6 本条款对水平位移监测网观测主要技术要求按照基坑工程监测等级进行划分。依据现行国家标准《建筑变形测量规范》JGJ8,根据规定取用平面控制网中的一、二级对应基坑工程监测等级的一、三级,基坑工程监测等级的二级的平均边长的取值是采用插值法计算而来,计算值为 233m,取值为 230m,角度中误差和最弱边边长相对中误差的取值是根据《建筑变形测量规范》JGJ8 条文说明中的公式计算而来。

6.2.7 监测网采用测角网、测边网、边角网时,监测方法依据现行国家标准《建筑变形测量规范》JGJ8 的内容确定。

6.3.4 竖向位移测量精度要求依据现行国家规范《建筑变形测量规范》JGJ8,基坑工程监测等级的三级对应的监测点测站高差中误差的取值为《建筑变形测量规范》JGJ8 水准观测的限差中三级光学测微法的要求。对于要求特别严格的基坑工程监测点测站高差中误差取 0.15mm。

6.3.5 一次布设成闭合环形的水准网构成了竖向位移监测网,竖向位移监测网观测主要技术要求依据《建筑变形测量规范》JGJ8 的相关内容,确定方法与水平位移监测网观测主要技术要求相同。

6.3.6 几何水准法观测时的技术要求按照基坑工程监测等级划分为三级,结合《国家一、二等水准测量规范》GB/T12897 和《国家三、四等水准测量规范》GB/T12898 的相关规定,制定了基坑工程监测等级对应的使用仪器、观测方法及相关要求。

6.4.1 围护结构深层水平位移的监测分为围护结构内部和基坑周边土体的深层水平位移监测两种,通过测斜仪测量围护结构或基坑周边土体中埋设的测斜管的位移变化来测定深层土体位移的变化情况。测斜仪按传感元件的性质可分为滑动电阻式、电阻应变片式、振弦式和伺服加速度计式等。宜采用伺服加速度式测斜仪,其灵敏度和精度较高。

6.4.2 测斜仪的精度要求主要结合大部分仪器的系统精度都达到 $\pm 0.25\text{mm}$ 、分辨率 ≥ 0.02 的精度要求,且该系统精度满足国家标准《建筑基坑工程监测技术规范》GB50497 的要求,目前测斜仪的系统精度已达到 $\pm 0.10\text{mm}$,特确定系统精度在 $\pm 0.10\text{mm}$ 之内的测斜仪用于基坑工程监测等级为一级的基坑工程监测。

6.4.3~6.4.4 为了保证深层水平位移监测数据的准确性,特对测斜管的埋设要求和监测方法进行了规定。

6.5.1 支护结构内力监测仪器的选择及安装方法主要根据支护结构的自身的特点进行选择,原则是方便有利的进行监测。

6.5.2~6.5.3 本条款主要是对常用的几种支护结构内力进行监测的方法进行说明。

6.5.4 温度的变化对支护结构内力监测数据的有一定的影响,应考虑温度影响因素。

6.5.5 根据目前应力计和应变计精度的适用性和国家标准《建筑基坑工程监测技术规范》GB50497 的要求对系统分辨率、精度和量测进行确定。

6.5.8 锚杆内力监测的目的是掌握锚杆内力的变化,确认其工作性能。钢筋束由多根钢筋绑扎而成,每根钢筋的初始拉紧程度不同,需监测每根钢筋的受力情况。

6.5.10 一般锚固体养护 3 天以上才可以进行下一层土方的开挖,本规定取下一层土方开挖连

续 2 天获得的稳定测试数据的平均值作为其初始值。

6.5.11 土钉内力监测方法及精度要求的确定方法与 6.5.5 锚杆（索）内力监测相同。

6.6.1~6.6.2 由于地面的大量卸载，土体平衡被打破，基坑的回弹量较大，故会发生基坑地面的“爆底”或“鼓底”现象。坑底隆起（回弹）监测即测定大型深埋基础在地基土卸载后相对于开挖前基坑内外影响范围内的回弹量，宜采用几何水准并配合钢尺法或标杆法进行监测，为保证监测数据的精度，标杆或钢尺应进行温度、尺长和拉力等项的修正。采用基坑内开挖面以下的分层沉降标或沉降仪的高程变化进行观测时，分层沉降标或沉降仪需满足本规程 6.1.2 的相关条款。在基坑开挖前观测 2 次初读数，用水准仪测定管口标高，进而换算到每个监测点的标高。

6.7.1 本方法主要用于量测支护结构内外侧土压力。

6.7.2 土压力计使用前应经过标定，量程应满足被测压力的要求，其上限可取最大设计压力的 2 倍，下限应满足测试精度和分辨率的要求，为避免土拱效应影响测试精度，应选用匹配误差较小的土压力计。

6.7.3 土压力计的埋设方式分为埋入式和边界式，用于量测围护结构与土体间的接触压力。要保持土压力计的承压面垂直于土的应力方向，埋设过程中应有保护措施，应采用土压力膜进行保护。钻孔法属于埋入式，填充料应均匀密实。应记录土压力计的整个埋设过程。

6.7.4 土压力计埋设后应立即进行检验性测试，确保土压力计能正常工作。工程经验总结，取 3 次以上测定的稳定值的平均值作为土压力计的初始读数。

6.8.1 钢弦式孔隙水压力计的优点是读数方便、维护简易、灵敏度高、能实现较远距离的自动化监测等。缺点是偶有零点漂移和停振、对气压敏感；应变式孔隙水压力计具有响应快、灵敏度高、可长距离传输、易实现自动化监测等优点。缺点是对温度敏感，有零点漂移危险，长期监测稳定性不够；气压式孔隙水压力计通过低气压或高气压过滤，使得它们非常可靠，可用于短期和长期的监测项目；振弦式孔隙水压力计具有二次密封性能，适用于填筑法施工安装，可用于长期的监测项目，并可同步测量监测点的温度。

6.8.2 孔隙水压力计的量测上限可取静水压力与超孔隙水压力之和的 2 倍，下限应满足测试所需达到的分辨率和精度的要求。

6.8.3 孔隙水压力计应在基坑降水前 1 周以上埋设，埋设前应确保压力计能够正常工作。

6.8.4~6.8.5 孔隙水压力计埋设的关键是保证探头周围填沙渗水通畅和透水石不堵塞及防止上下层压力的贯通。埋设多个孔隙水压力计时，当在无硬壳层的软弱层中埋设单个孔隙水压力计时，可采用压入法进行埋设。

6.9.1 地下水位监测一般采用钻孔内设置水位管的方法进行观测；若基坑周边设有降水井，可利用降水井直接进行地下水位监测，观测时需保证较长时间井内无抽灌地下水的情况。

6.9.3~6.9.4 地下水分为潜水和承压水两种，根据两种地下水的深度的不同，水位管的埋设要求也有所不同。地下水监测时，应防止水位管阻塞，保证被测水位与其他含水层的连通。

6.10.1 钻孔完毕后方可放入沉降管，孔壁与沉降管之间宜用粘土水泥浆进行回填，回填速度不宜过快，以免造成填料无法下沉而导致孔内有空隙的出现。

6.10.2 本条款是根据现沉降仪的参数结合报警值综合而来，采用水准测量精度要求也满足要求。

6.10.3 磁性分层沉降仪设置的磁环密度越高，得到的分层沉降规律就越连贯和清晰。

6.11.2 根据现场条件和要求的不同，倾斜监测的方法也有所不同，如建筑物的外观、周边环境的条件等，对于具有明显外部特征的建筑物和宽敞监测条件时，宜采用投点法和前方交会法进行监测。

6.11.4~6.11.5 国家标准《工程测量规范》(GB50026)和《建筑变形测量规程》(JGJ8)对倾斜监测的方法和精度有具体的要求，监测精度和方法除应按照本规程外，还应符合相关国家标准的要求。

6.12.1 本条款规定了裂缝监测的内容，包括裂缝的长度、形态、宽度、深度等。

6.12.2 基坑开挖前进行裂缝监测可作为裂缝监测的初始数据，便于后期监测工作的进行和数据对比分析。发现基坑开挖前有明显开裂情况时，应设置裂缝监测点。

6.12.3 裂缝两侧贴埋石膏饼、金属标志测定裂缝的宽度，即量测石膏饼裂缝和金属标志变化来判断裂缝的变化情况，裂缝宽度测试时，仪器方向应垂直于裂缝；裂缝深度量测可采用超声法和超声波法。

6.12.5 为了保证裂缝监测数据的准确性，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 1.0mm。

7. 监测周期与频率

7.0.1 本条款是确定基坑监测频率的总原则。基坑工程监测应能及时反映监测项目的重要发展状况，以便对设计和施工进行动态控制，纠正设计与施工中的偏差，保证基坑及周边环境的安全。基坑工程的监测频率还与投入的监测工作量及监测费用直接相关，既不能遗漏重要的变化时刻，也应控制监测费用。

7.0.2 本条款规定了基坑监测持续的时间。基坑开挖到达设计深度以后，土体变形与应力、支护结构变形与应力并非保持不变，而将继续发展，因此监测工作应该贯穿于基坑开挖和地下工程施工的全过程。

总的来说，基坑工程监测是从基坑开挖前的准备工作开始直至地下工程完成为止。地下工程完成一般是指地下室结构完成、基坑回填完毕，对逆作法则是指地下结构完成。也有个别监测项目是在基坑开挖过程中开始监测的，例如支撑轴力、支撑及立柱变形、锚杆及土钉内力等。

一般情况下，地下工程完成就可以结束监测工作。对于一些临近基坑的重要建筑及管线的监测，由于基坑回填或地下水停止抽水，建筑及管线会进一步调整，建筑及管线变形会继续发展，监测工作还需要延续至变形趋于稳定后才能结束。

7.0.3 本条款是对基坑监测频率的规定。基坑工程监测频率应该考虑基坑类别、基坑及地下工程的不同施工阶段以及周边环境、自然条件的变化等因素综合确定。

基坑工程的监测频率不是一成不变，应根据基坑开挖及地下工程的施工进度、施工工况以及其他外部环境影响因素的变化及时做出调整。一般在基坑开挖期间，地基土处于卸荷阶段，支护体系处于逐渐加荷状态，应适当加密监测；开挖完一段时间后监测值相对稳定时，可适当降低监测频率。出现异常现象和数据或临近报警状态时，应提高监测频率甚至连续监测。

7.0.4 本条所描述的情况均属于施工违规操作、外部环境变化趋向恶劣、基坑工程临近或超过报警标准、有可能导致或出现基坑工程安全事故的征兆或现象，应引起各方的足够重视，必须加强监测，提高监测频率。

7.0.5 当监测累计值达到报警值或设计值后，通过采取相应措施后，险情已解除，但监测累计值无法复原，会造成继续危险报警假象。本条规定了危险报警可以解除，但明确了条件和解除程序。

8. 监测报警

8.0.1 监测报警是建筑基坑工程实施监测的目的之一，是预防基坑工程事故发生、确保基坑及周边环境安全的重要措施。监测报警值是监测工作的实施前提，是监测期间对基坑工程正常、异常和危险三种状态进行判断的重要依据，因此基坑监测必须确定监测报警值。

监测报警值应该由基坑工程设计方根据基坑工程的设计计算结果、岩土特征、周边环境中被保护对象的控制要求等确定，因此本条明确规定了监测报警值应由基坑工程设计方确定。

对于监测等级为一级且施工条件复杂的基坑，宜针对不同的工况条件确定监测项目的控制值，以分阶段的控制值动态控制监测对象的状态。

8.0.2 本条提出基坑变形控制的一般性原则，确定变形控制的报警值时必须满足这些基本要求。

8.0.3 基坑工程工作状态一般分为正常、异常和危险三种情况。异常是指监测对象的受力或变形呈现出符合一般规律的状态。危险是指监测对象的受力或变形呈现出超出结构安全储备、可能发生破坏的状态。累计变化量反应的是监测对象即时状态与危险状态的关系，而变化速率反映的是监测对象发展变化的快慢。过大的变化速率往往是突发事件的先兆。因此在确定监测报警值时应同时给出变化速率和累计变化量，两者中任何一项达到或超过报警值时，监测人员必须及时报警。

8.0.4 基坑工程设计方应根据土质特性和周边环境保护要求对支护结构变形和内力进行必要的计算和分析，并结合当地的工程经验确定合适的监测报警值。

确定基坑工程监测项目的监测报警值是一个十分严肃复杂的问题，建立一个量化的报警指标体系对于基坑工程的安全监控意义重大。但是由于设计理论的不尽完善以及基坑工程的地质、环境

的差异性及复杂性，在确定监测报警值时还需要综合考虑各种影响因素。

表 8.1 围护结构侧向土压力、孔隙水压力、支撑内力、支护结构内力、锚杆内力、土钉内力、立柱内力报警值的确定依据国家标准《建筑基坑工程监测技术规范》GB50497，经过大量工程实践表明，国标中设置的报警值适用于广西地区；围护结构顶部水平位移、围护结构顶部竖向位移、围护结构深层水平位移、立柱竖向位移、坑底隆起（回弹）的报警值按照设计控制值的百分比进行确定，这是经过广西多位从事基坑工程研究、设计、勘察、监测、施工工作多年的专家意见，并结合基坑工程监测等级、相关规范提出的报警值，基坑工程设计单位提出的设计控制值是综合基坑项目的规模、深度、周边环境、岩土特征、本地天气及采用的支护结构等具体情况提出的，具有很强的针对性，其指标一般比国家标准《建筑基坑工程监测技术规范》GB50497 报警值要求要严格，基坑工程监测等级为一级时，报警值为设计控制值的 70%~85%，基坑工程监测等级为二级时，报警值为设计控制值的 85%~90%，基坑工程监测等级为三级时，报警值为设计控制值的 90%~95%，故在设计控制值要求的基础上结广西特点严格控制报警值是可行的。

8.0.5 本条款给出了基坑周边环境监测报警值的建议值，实际取用时尚应获得主管部门的认可，表 8.2 主要内容是依据国家标准《建筑基坑工程监测技术规范》GB50497 得来，基坑周边地表水平位移依据《民用建筑可靠性鉴定标准》GB50292 得来，部分增加项目报警值则是根据相关规范及地方经验确定。对于基坑周边重要的道路及设施必须进行水平位移监测。

8.0.6 近年来，广西膨胀土、岩溶地区的基坑事故频繁出现，究其原因在于对膨胀土的特性、岩溶地基的病害认识不够全面，为了减少事故，提高基坑的安全度，本规程规定膨胀土地区基坑及支护结构监测报警和基坑周边环境监测报警的标准适当提高。

8.0.7 周边建筑的安全性与其沉降或变形总量有关，其中基坑开挖造成的沉降仅为其中一部分。应保证周边建筑原有的沉降或变形与基坑开挖造成的附加沉降或变形叠加后，不能超过允许的最大沉降或变形值，故在监测前应收集周边建筑使用阶段监测的原有沉降与变形资料，结合建筑裂缝观测确定周边建筑的报警值。

8.0.8 基坑工程工作状态分为正常、异常、危险三种情况。正常是指监测对象受力或变形呈现正常变化的状态；异常是指监测对象受力或变形呈现出不符合一般规律的状态；危险是指监测对象的受力或变形呈现出低于结构安全储备、可能发生破坏的状态。当出现异常情况时，应进行一般报警。当出现危险情况时，应进行危险报警。当出现一般报警时，应加强监测、提高监测频率，及时向建设方及相关单位通报，提供最新监测数据。

8.0.9 本条所列的都是工程实践中总结出来的基坑及周边环境出现的危险情况，一旦出现这些情况，将可能严重威胁基坑以及周边环境中被保护对象的安全，必须立即发出危险报警，通知建设、设计、施工、监理及其他相关单位，施工单位应立即停止报警处的施工工作并及时采取措施，监测人员应驻场监测，监测单位技术负责人应在现场督促监测，保证基坑及周边环境的安全。

工程实践中由于疏忽大意未能及时报警或报警后未引起各方足够重视，贻误排险或抢险时机而造成工程事故的例子很多，应吸取这些深刻教训，故本条应该切实执行。

9. 数据处理与信息反馈

9.1.1 基坑工程监测分析工作事关基坑及周边环境的安全，是一项技术性非常强的工作，只有保证监测分析人员的素质，才能及时提供高质量的综合分析报告，为信息化施工和优化设计提供可靠依据，避免事故的发生。监测分析人员要熟悉基坑工程的设计和施工，能对房屋结构状态进行分析，因此不但要求具备工程测量的知识，还要具备岩土工程、结构工程的综合知识和工程实践经验。

9.1.2 本条款分别强调了基坑工程监测人员及单位的责任。监测数据必须可靠真实，数据的可靠性由测试元件安装或埋设的可靠性、监测仪器的精度、可靠性以及监测人员的素质来保证。监测数据真实性要求所有数据必须以原始记录为依据，原始记录任何人不得更改、删除。为了明确责任，保证监测记录和监测成果的可追溯性，本条还规定有关责任人应签字，技术成果应加盖技术成果章。

9.1.3 监测数据必须及时整理、计算及分析，监测数据需在现场及时计算处理，计算有问题可及时复测，尽量做到当天报表当天出。因为基坑开挖是一个动态的施工过程，只有保证及时监测，才能有利于及时发现隐患，采取措施。

9.1.6 基坑工程监测是一个系统，系统内部的各项监测有着必然的、内在的联系。某一单项监测结果往往不能揭示和反映整体情况，应结合相关项目的监测数据和自然环境、施工工况等情况及以往的数据进行分析，才能通过相互印证、去伪存真，正确的把握基坑及周边环境的真实状态，提供出高质量的综合分析报告。

9.1.7 对大量的测试数据进行综合整理后，应将结果制成表格。通常情况下，还要绘制各类变化

曲线或图形，让工程技术人员能够一目了然，以便及时发现问题和分析问题，技术成果提供的内容应真实、准确、完整。

9.2.1 监测日报(快报)是信息化施工的依据。每次测试完成后，监测人员需要对当日监测成果以文字或图表甚至是文字加图表的方式整理出来，并及时提交给检测工程的委托单位和有关方面，监测日报需要及时准确，对检测项目出现的异常情况进行简要分析，并提出相关建议。

监测日报同时应该记录发出监测报警后的施工措施，并要求工程负责人、记录人、计算人及校核人签字。

监测日报宜采用规范附录 D~附录 M 的表格样式，具体实施时监测人员认为监测日报需要添加而附录表格中未涉及的内容时，可对表格样式进行补充。

9.2.4 监测阶段性报告是经过一段时间监测后，监测单位通过对以往监测数据和相关资料、工况的综合分析，总结出的各监测项目以及整个监测系统的变化规律、发展趋势及其评价，用于总结经验、优化设计和指导下一步的施工。

阶段性报告应对相应阶段基坑支护结构和周边环境的变化趋势进行分析、评价，并提出相关建议。

阶段性报告可以是周报、旬报、月报或根据工程的需要不定期的提交。报告形式是文字叙述和图形曲线相结合的方式，对于监测项目监测值的变化过程和发展趋势采用过程曲线表达最好。

阶段性监测报告强调分析和预测的科学性、准确性，报告的结论要有充分的依据。阶段性报告需要项目负责人、监测人员、报告编制人及审核人签字并加盖监测单位技术专用章与项目技术负责人的执业印章。

9.3.1 总结报告是基坑工程监测工作全部完成后监测单位提交给委托单位的竣工报告。总结报告一是要提供完整的监测资料；二是要总结工程的经验和教训，为以后的基坑工程设计、施工和监理提供参考。

工程概况中应给出工程地点、工程名称、建设单位、设计单位、施工单位、监理单位、监测单位名称及监测起止日期等信息，对监测使用的主要设备仪器以及完成的工作量进行必要的交代。

监测依据需要提供执行的主要技术规范、规程和标准。

监测项目主要是基坑支护结构和基坑周边环境监测项目。

监测点的布置需要包括基坑支护结构各监测项目监测点的平面、垂直向布置和基坑周边环境监测项目监测点布置。

监测设备和监测方法主要是基坑支护结构和基坑周边环境各监测项目、主要监测方法和设备及监测值精度。

监测附表及附图主要包涵施工工况进程表、监测点设置示意图、各监测项目特征变化曲线图、观测仪器设备一览表、监测控制网、监测汇总表和各监测项目监测成果汇总表。

监测总结报告作为最终监测成果，需要有项目负责人和单位技术负责人签字并加盖监测单位监测资质专用章与个人的执业印章。

监测等级为一级的基坑应采用电子仪器和软件现场采集、记录、处理和传输数据，不宜手工记录和转抄主要监测数据。对于特殊性土（膨胀土、软土、淤泥质土等）、周边环境风险较大、有危险征兆或正在抢险的一级基坑，应采用自动连续监测。

10. 信息化监测系统

10.1.2-10.1.3 信息化监测系统原则本着实用、可靠、先进、经济的设计原则，在确保智能监测系统实用、可靠的基础上对基坑工程安全管理现代化的需求给予积极的支持。在进行信息化监测系统设计时应结合近期和未来发展的需求全面规划逐步实施。

10.1.4-10.1.6 监测布置原则及仪器选型原则，工程智能监测有别于工程中的特定对象监测，它必须考虑对工程进行全面的安全监测，并对重点部位予以加强，无论是针对面上或点上的监测布置，都应该能取得预期的实效，即其监测成果能为评估工程结构物的安全提供可靠的、有用的信息。

10.2.1-10.2.4 针对智能监测系统的特点，对智能监测系统设计作出了明确的规定，包括智能监测系统的功能、性能和验收标准，实施智能监测的项目和仪器选择，数据采集系统的设置，数据通信方式及网络结构，监测管理设备，供电系统及安全防护，以及自动化系统运行方式设计等。

纳入监测系统的监测仪器设备，长期以来用于基坑工程安全监测的仪器设备多数均为非标准输出的专用设备，有些自动化测量装置甚至是专为基坑工程安全监测而制定。相应的采集设备也多是针对这些仪器设备而研制的。如电阻式、电感式、电容式、振弦式等传感器，步进电机式坐标仪、真空激光装置等。基于工程安全监测的这种现实特点本标准在仪器设备选用原则中，对接入智能监

测系统的仪器设备的输出信号未作规定。

通过合理的设计，为自动化智能系统建立一个良好的工作环境，使之能持续、稳定地正常运行。如供电系统、监测管理设备及安全防护等。例如工作电源要求，信息化监测系统对电源要求统一管理，最好是专线供电。对于线路很长的工程，通常采用就地取电。需要有应急备用电源，以维持系统继续正常工作一段时间，通常配置为数小时以内。再如现场网路目前国内自动化智能化监测系统大多都采用 RS-485 构建，根据现场实际情况可采用多种方式构建。

采集计算机及外部设备是监测控制管理的主要设备，由于监测现场工作环境相对较差，最好是现场设置监测站或是办公室放置主要的设备进行保护。

10.3.1 信息化监测系统可以根据现场实际情况采用多种监测方式构建。通过监测系统得出多项数据，能通过采集计算机对现场采集数据进行采集和控制采集，也可通过读数仪直接在元件上采集单项数据。同时数据采集元件具有一定的自检、自诊断功能，能自动检查各部位运行状态，将故障信息传输到管理计算机，以使用户维修。监测元件可在指定的时间内自动进行测量，并能将结果保存于传感器内作为备用。

随着测量技术和传感器及自动控制技术的发展，监测技术亦不断向自动化和高精度方向发展。在测量监测领域，如果是在开阔的地区且测点密度不是很大，静态 GPS 已经可以满足毫米级的变形监测要求。而深基坑施工监测时监测点一般较多，使用 GPS 不太现实，瑞士 Leica 公司过去推出的 TCA2003 测量机器人或是最近上市的 TM30 精密监测机器人就大有用武之地，作为新一代高精度智能全站仪，它可以对多个测点（但需安装专用小棱镜）进行自动定时监测，可以得到测点的实时三维变形数据。在测试领域，传感器制造技术也在不断发展，新一代的传感器将更坚固、可靠、稳定和高精度。围护墙的深部位移可以使用固定倾斜传感器，安装于测斜管内，进行墙体深部的水平位移自动监测；而支撑轴力、土压力、孔隙水压力测试通常采用的振弦式测力传感器已经是较为成熟的产品，关键是通过电缆线将这些传感器接入控制模块。在国外，支撑轴力的测力传感器甚至直接和加力设备合二为一，在主控机上可以直接看到支撑实时的受力情况并可以随时调整其受力情况。同时，地下水位和土体分层沉降测试等监测项目也可以采用带相应传感器探头的自动测控仪器。

10.4.1 后台数据处理软件通过对有效采集数据的综合处理和分析，自动生成各种曲线图，数据以表格形式储存。全站仪测量数据实时显示并保存，可同时通过数据电缆、电台、移动电话以及因特网进行数据传输；并由后台数据分析计算软件，对现场实测数据进行处理、分析，从而进行预警。