

前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2015年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》(建标〔2014〕189号)的要求,标准编制组经广泛调查研究,认真总结实践经验,参考有关国际标准和国外先进标准,并在广泛征求意见的基础上,修订了原国家标准《建筑基坑工程监测技术规范》GB 50497—2009。

本标准的主要技术内容是:总则、术语、基本规定、监测项目、监测点布置、监测方法及精度要求、监测频率、监测预警、数据处理与信息反馈等。

本标准修订的主要技术内容是:1. 扩大适用范围,增加岩体基坑和土岩组合基坑监测以及膨胀土、湿陷性黄土等特殊土基坑监测;2. 调整基坑工程监测实施范围的强制性条文规定;3. 调整第三方监测单位资格的规定;4. 增加对监测范围的规定;5. 增加对自动化监测的规定;6. 调整土质基坑现场仪器监测项目表;7. 增加岩体基坑工程监测项目表;8. 增加对土岩组合基坑工程监测项目的规定;9. 增加对爆破开挖的监测要求,增加爆破振动监测方法;10. 增加特殊土基坑工程巡视检查内容;11. 调整水平位移观测、竖向位移观测的精度要求,增加设备精度要求;12. 增加光电测距三角高程法、静力水准法的技术规定;13. 调整对仪器监测项目监测频率的规定;14. 增加爆破振动监测频率的规定;15. 调整部分监测项目的预警值。

本标准中以黑体字标示的条文为强制性条文,必须严格执行。

本标准由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释,由济南大学负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议,请寄送济南大学(地址:山东省济南市南辛庄西路336号,

邮编:250022)。

本标准主编单位:济南大学

荣华建设集团有限公司

本标准参编单位:同济大学

中国科学院武汉岩土力学研究所

上海市隧道工程轨道交通设计研究院

东南大学

郑州大学

中国海洋大学

中国建筑科学研究院地基所

北京城建勘测设计研究院有限责任公司

昆山市建设工程质量检测中心

济南鼎汇土木工程技术有限公司

青岛建设集团公司

江苏省纺织工业设计研究院有限公司

上海市民防地基勘察院有限公司

上海市岩土工程检测中心

山东正元建设工程有限责任公司

江苏省地质工程勘察院

上海东亚地球物理勘查有限公司

南京市测绘勘察研究院股份有限公司

中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司

中国建筑西南勘察设计研究院有限公司

中国兵器工业北方勘察设计研究院有限公司

机械工业勘察设计研究院有限公司

江苏省建苑岩土工程勘测有限公司

本标准主要起草人员:刘俊岩 应惠清 孔令伟 陈善雄

刘 燕 张行良 张 波 王成荣
宋建学 牟建华 刘建华 刘 涛
康景文 史春乐 刘观仕 赵成福
郑全明 张建全 雷秋生 王永东
杨生贵 刘俊生 梅 辉 钟聪达
孙华明 任 锋 张永乐 原瑞红
王勇华

本标准主要审查人员：高文生 顾国荣 郑 刚 金 淮
王双龙 李耀良 杨志银 朱武卫
胡伍生 焦安亮 杨铁荣

住房城乡建设部信息中心
浏览专用

目 次

1	总 则	(1)
2	术 语	(2)
3	基本规定	(4)
4	监测项目	(8)
4.1	一般规定	(8)
4.2	仪器监测	(8)
4.3	巡视检查	(10)
5	监测点布置	(13)
5.1	一般规定	(13)
5.2	基坑及支护结构	(13)
5.3	基坑周边环境	(16)
6	监测方法及精度要求	(18)
6.1	一般规定	(18)
6.2	水平位移监测	(19)
6.3	竖向位移监测	(21)
6.4	深层水平位移监测	(23)
6.5	倾斜监测	(23)
6.6	裂缝监测	(24)
6.7	支护结构内力监测	(25)
6.8	土压力监测	(25)
6.9	孔隙水压力监测	(26)
6.10	地下水位控制监测	(27)
6.11	锚杆轴力监测	(27)
6.12	土体分层竖向位移监测	(27)

6.13 坑底隆起监测	(28)
6.14 爆破振动监测	(28)
7 监测频率	(30)
8 监测预警	(33)
9 数据处理与信息反馈	(38)
附录 A 水平位移、竖向位移监测日报表	(40)
附录 B 深层水平位移监测日报表	(41)
附录 C 围护墙内力、立柱内力及土压力、孔隙水压力监测 日报表	(42)
附录 D 支撑轴力、锚杆轴力监测日报表	(43)
附录 E 地下水位、地表竖向位移、分层竖向位移、坑底隆起 监测日报表	(44)
附录 F 裂缝监测日报表	(45)
附录 G 巡视检查日报表	(46)
本标准用词说明	(48)
引用标准名录	(49)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms	(2)
3	Basic requirements	(4)
4	Monitoring items	(8)
4.1	General requirements	(8)
4.2	Instrument monitoring	(8)
4.3	Inspection and examination	(10)
5	Arrangement of monitoring point	(13)
5.1	General requirements	(13)
5.2	Excavation and bracing and retaining structure	(13)
5.3	Surroundings around building excavation	(16)
6	Monitoring methods and precision requirements	(18)
6.1	General requirements	(18)
6.2	Monitoring of horizontal displacement	(19)
6.3	Monitoring of vertical displacement	(21)
6.4	Monitoring of subsurface horizontal displacement	(23)
6.5	Monitoring of inclination	(23)
6.6	Monitoring of crack	(24)
6.7	Monitoring of internal force in bracing and retaining structure	(25)
6.8	Monitoring of earth pressure	(25)
6.9	Monitoring of pore-water pressure	(26)
6.10	Monitoring of water table	(27)
6.11	Axial load in anchor bolt	(27)

6.12	Monitoring of vertical displacement in different stratum	(27)
6.13	Monitoring of upheaval at the bottom of excavation	(28)
6.14	Monitoring of blasting vibration	(28)
7	Frequency of monitoring	(30)
8	Forewarning on monitoring	(33)
9	Data processing and information feedback	(38)
Appendix A	Daily report on horizontal displacement and vertical displacement	(40)
Appendix B	Daily report on subsurface horizontal displacement	(41)
Appendix C	Daily report on internal forces in retaining wall and pillar, earth pressure and pore-water pressure	(42)
Appendix D	Daily report on axial loads in strut and anchor bolt	(43)
Appendix E	Daily report on water table, ground vertical displacement, vertical displacement in different stratum and heave in the bottom	(44)
Appendix F	Daily report on crack	(45)
Appendix G	Daily report on inspection and examination	(46)
	Explanation of wording in this standard	(48)
	List of quoted standards	(49)

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,提供信息化施工和优化设计的依据,做到成果可靠、技术先进、经济合理,保证建筑基坑安全和保护基坑周边环境,制定本标准。

1.0.2 本标准适用于建筑基坑及周边环境监测。对于膨胀土、湿陷性黄土、红黏土、冻土、盐渍土以及高灵敏性软土等特殊土和侵蚀性环境的基坑工程,尚应结合当地工程经验开展监测工作。

1.0.3 基坑工程监测应综合考虑基坑工程设计方案、建设场地的岩土工程条件、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 基坑工程监测除应符合本标准外,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 excavation

为进行建(构)筑物地下部分的施工,由地面向下开挖出的空间,简称基坑。

2.0.2 基坑周边环境 surroundings around excavation

在建筑基坑施工及使用阶段,基坑周围可能受基坑影响的或可能影响基坑的既有建(构)筑物、设施、管线、道路、岩土体及水系等的统称。

2.0.3 基坑工程监测 monitoring of excavation engineering

在建筑基坑施工及使用阶段,采用仪器量测、现场巡视等手段和方法对基坑及周边环境的安全状况、变化特征及其发展趋势实施的定期或连续巡查、量测、监视以及数据采集、分析、反馈活动。

2.0.4 岩体基坑 rock mass excavation

岩石出露地面或岩体上覆盖少量土的基坑。

2.0.5 土岩组合基坑 soil-rock combinational excavation

开挖深度范围内上部为土体,下部为岩体,需要考虑土体对支护结构稳定影响的基坑。

2.0.6 基坑设计安全等级 design safety grade of excavation

由基坑工程设计文件确定的基坑安全等级。

2.0.7 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,对基坑侧壁进行支挡、加固的一种结构体系,包括围护墙和支撑(或拉锚)体系。

2.0.8 围护墙 retaining wall

基坑周边承受坑侧土压力、水压力及一定范围内地面荷载的

竖向结构。

2.0.9 支撑 bracing

在基坑内用以承受围护墙传来荷载的构件或结构体系。

2.0.10 监测点 monitoring point

直接或间接设置在监测对象上并能反映其变化特征的观测点。

2.0.11 监测频率 frequency of monitoring

一定时间内对监测点实施观测的次数。

2.0.12 监测预警值 forewarning value on monitoring

针对基坑及周边环境的保护要求,对监测项目所设定的警戒值。

住房和城乡建设部信息公开
浏览专用

3 基本规定

3.0.1 下列基坑应实施基坑工程监测：

- 1 基坑设计安全等级为一、二级的基坑。
- 2 开挖深度大于或等于 5m 的下列基坑：
 - 1) 土质基坑；
 - 2) 极软岩基坑、破碎的软岩基坑、极破碎的岩体基坑；
 - 3) 上部为土体，下部为极软岩、破碎的软岩、极破碎的岩体构成的土岩组合基坑。
- 3 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。

3.0.2 基坑工程设计文件应对监测范围、监测项目及测点布置、监测频率和监测预警值等做出规定。

3.0.3 基坑工程施工前，应由建设方委托具备相应能力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，监测方案应经建设方、设计方等认可，必要时还应与基坑周边环境涉及的有关管理单位协商一致后方可实施。

3.0.4 监测工作步骤宜符合下列规定：

- 1 现场踏勘，收集资料；
- 2 制定监测方案；
- 3 基准点、工作基点、监测点布设与验收，仪器设备校验和元器件标定；
- 4 实施现场监测；
- 5 监测数据的处理、分析及信息反馈；
- 6 提交阶段性监测结果和报告；
- 7 现场监测工作结束后，提交完整的监测资料。

3.0.5 监测方案编制前,委托方应提供下列资料:

- 1 岩土工程勘察报告;
- 2 基坑支护设计文件;
- 3 基坑工程施工方案或施工组织设计;
- 4 周边环境各监测对象的相关资料;
- 5 其他所需资料。

3.0.6 监测单位在现场踏勘、资料收集阶段应包括下列主要工作:

- 1 了解建设方和相关单位对监测的要求;
- 2 收集并分析岩土工程勘察、水文气象、周边环境、设计、施工等资料;
- 3 了解相邻工程的设计和施工情况;
- 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。

3.0.7 监测方案应包括下列内容:

- 1 工程概况;
- 2 场地工程地质、水文地质条件及基坑周边环境状况;
- 3 监测目的;
- 4 编制依据;
- 5 监测范围、对象及项目;
- 6 基准点、工作基点、监测点的布设要求及测点布置图;
- 7 监测方法和精度等级;
- 8 监测人员配备和使用的主要仪器设备;
- 9 监测期和监测频率;
- 10 监测数据处理、分析与信息反馈;
- 11 监测预警、异常及危险情况下的监测措施;
- 12 质量管理、监测作业安全及其他管理制度。

3.0.8 基坑工程监测范围应根据基坑设计深度、地质条件、周边环境情况以及支护结构类型、施工工法等综合确定;采用施工降水

时,尚应考虑降水及地面沉降的影响范围;采用爆破开挖时,爆破振动的监测范围应根据现行国家标准《爆破安全规程》GB 6722 的相关规定并结合工程实际情况,通过爆破试验确定。

3.0.9 现场监测的对象宜包括:

- 1 支护结构;
- 2 基坑及周围岩土体;
- 3 地下水;
- 4 周边环境中的被保护对象,包括周边建筑、管线、轨道交通、铁路及重要的道路等;
- 5 其他应监测的对象。

3.0.10 下列基坑工程的监测方案应进行专项论证:

- 1 邻近重要建筑、设施、管线等破坏后果很严重的基坑工程;
- 2 工程地质、水文地质条件复杂的基坑工程;
- 3 已发生严重事故,重新组织施工的基坑工程;
- 4 采用新技术、新工艺、新材料、新设备的一、二级基坑工程;
- 5 其他需要论证的基坑工程。

3.0.11 监测单位应按监测方案实施监测。当基坑工程设计或施工有重大变更时,监测单位应与建设方及相关单位研究并及时调整监测方案。

3.0.12 监测单位应及时处理、分析监测数据,并将监测结果和评价及时向建设方及相关单位进行反馈。

3.0.13 监测期间,监测方应做好监测设施的保护。建设方及总包方应协助监测单位保护监测设施。

3.0.14 当符合下列规定时,宜实施自动化监测:

- 1 需要进行高频次或连续实时观测的监测项目;
- 2 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。

3.0.15 实施自动化监测的基坑工程,尚应符合下列规定:

- 1 自动化监测系统应包括监测仪器设备、数据自动采集系

统、数据传输系统、数据存储管理系统及实时发布系统等；

2 自动监测仪器设备精度和量程应满足工程要求；

3 自动化监测系统应能进行数据异常情况下的自动预警或故障显示。

3.0.16 监测结束阶段，监测单位应向建设方提供监测总结报告，并将下列资料组卷归档：

1 监测方案；

2 基准点、监测点布设及验收记录；

3 阶段性监测报告；

4 监测总结报告。

住房和城乡建设部信息公开
浏览专用

4 监测项目

4.1 一般规定

4.1.1 监测项目应与基坑工程设计、施工方案相匹配；应针对监测对象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 基坑工程现场监测应采用仪器监测与现场巡视检查相结合的方法。

4.2 仪器监测

4.2.1 土质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 土质基坑工程仪器监测项目表

监测项目	基坑工程安全等级		
	一级	二级	三级
围护墙(边坡)顶部水平位移	应测	应测	应测
围护墙(边坡)顶部竖向位移	应测	应测	应测
深层水平位移	应测	应测	宜测
立柱竖向位移	应测	应测	宜测
围护墙内力	宜测	可测	可测
支撑轴力	应测	应测	宜测
立柱内力	可测	可测	可测
锚杆轴力	应测	宜测	可测
坑底隆起	可测	可测	可测
围护墙侧向土压力	可测	可测	可测
孔隙水压力	可测	可测	可测
地下水位	应测	应测	应测
土体分层竖向位移	可测	可测	可测
周边地表竖向位移	应测	应测	宜测

续表 4.2.1

监测项目		基坑设计安全等级		
		一级	二级	三级
周边建筑	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
周边建筑裂缝、地表裂缝		应测	应测	应测
周边管线	竖向位移	应测	应测	应测
	水平位移	可测	可测	可测
周边道路竖向位移		应测	宜测	可测

4.2.2 岩体基坑工程仪器监测项目应根据表 4.2.2 进行选择。

表 4.2.2 岩体基坑工程仪器监测项目表

监测项目		基坑设计安全等级		
		一级	二级	三级
坑顶水平位移		应测	应测	应测
坑顶竖向位移		应测	宜测	可测
锚杆轴力		应测	宜测	可测
地下水、渗水与降雨关系		宜测	可测	可测
周边地表竖向位移		应测	宜测	可测
周边建筑	竖向位移	应测	宜测	可测
	倾斜	宜测	可测	可测
	水平位移	宜测	可测	可测
周边建筑裂缝、地表裂缝		应测	宜测	可测
周边管线	竖向位移	应测	宜测	可测
	水平位移	宜测	可测	可测
周边道路竖向位移		应测	宜测	可测

4.2.3 土岩组合基坑工程应根据基坑设计安全等级、岩体质量、土岩分布、土岩结合面及地下水状况、支护形式、周边环境变形控制要求,按照本标准第 4.2.1 条、第 4.2.2 条选择监测项目,围护桩嵌岩处岩体的水平向位移宜进行监测。

4.2.4 岩体基坑、土岩组合基坑采用爆破开挖时,应对爆破振动

影响范围内的建(构)筑物、桥梁、道路、管线等保护对象进行质点振动速度或加速度监测。

4.2.5 湿陷性黄土和膨胀土基坑,当坑壁土体浸水可能性较大时,宜对土体含水量进行监测。

4.2.6 当基坑周边有地铁、隧道或其他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,每天均应由专人进行巡视检查。

4.3.2 基坑工程巡视检查宜包括以下内容:

1 支护结构:

- 1) 支护结构成型质量;
- 2) 冠梁、支撑、围檩或腰梁是否有裂缝;
- 3) 冠梁、围檩或腰梁的连续性,有无过大变形;
- 4) 围檩或腰梁与围护桩的密贴性,围檩与支撑的防坠落措施;
- 5) 锚杆垫板有无松动、变形;
- 6) 立柱有无倾斜、沉陷或隆起;
- 7) 止水帷幕有无开裂、渗漏水;
- 8) 基坑有无涌土、流砂、管涌;
- 9) 面层有无开裂、脱落。

2 施工状况:

- 1) 开挖后暴露的岩土体情况与岩土勘察报告有无差异;
- 2) 开挖分段长度、分层厚度及支撑(锚杆)设置是否与设计要求一致;
- 3) 基坑侧壁开挖暴露面是否及时封闭;
- 4) 支撑、锚杆是否施工及时;
- 5) 边坡、侧壁及周边地表的截水、排水措施是否到位,坑边

或坑底有无积水；

6) 基坑降水、回灌设施运转是否正常；

7) 基坑周边地面有无超载。

3 周边环境：

1) 周边管线有无破损、泄漏情况；

2) 围护墙后土体有无沉陷、裂缝及滑坡现象；

3) 周边建筑有无新增裂缝出现；

4) 周边道路(地面)有无裂缝、沉陷；

5) 邻近基坑施工(堆载、开挖、降水或回灌、打桩等)变化情况；

6) 存在水力联系的邻近水体(湖泊、河流、水库等)的水位变化情况。

4 监测设施：

1) 基准点、监测点完好状况；

2) 监测元件的完好及保护情况；

3) 有无影响观测工作的障碍物。

5 根据设计要求或当地经验确定的其他巡视检查内容。

4.3.3 特殊土基坑工程巡视检查应符合本标准第 4.3.2 条的规定外,尚应符合下列规定：

1 对膨胀土、湿陷性黄土、红黏土、盐渍土,应重点巡视场地内防水、排水等防护设施是否完好,开挖暴露面有无被雨水及各种水源浸湿的现象,是否及时覆盖封闭；

2 膨胀土基坑开挖时有无较大的原生裂隙面,在干湿循环剧烈季节坡面有无保湿措施；

3 对多年冻土、季节性冻土等温度敏感性土,当基坑施工及使用阶段经受冻融循环时,应重点巡视开挖暴露面保温、隔热措施是否到位,坡顶、坡脚排水系统设施是否完好；

4 对高灵敏性软土,应重点巡视施工扰动情况,支撑施作是否及时,侧壁有无软土挤出,开挖暴露面是否及时封闭等。

4.3.4 岩体基坑、土岩组合基坑工程巡视检查除应符合本标准第4.3.2条的规定外,尚应符合下列规定:

- 1 岩体结构面产状、结构面含水情况;
- 2 采用吊脚桩支护形式时,岩肩处岩体有无开裂、掉块;
- 3 爆破后岩体是否出现松动。

4.3.5 巡视检查宜以目测为主,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。

4.3.6 对自然条件、支护结构、施工工况、周边环境、监测设施等的巡视检查情况应做好记录,及时整理,并与仪器监测数据进行综合分析,如发现异常情况时,应及时通知建设方及其他相关单位。

5 监测点布置

5.1 一般规定

- 5.1.1 监测点的布置应能反映监测对象的实际状态及其变化趋势,监测点应布置在监测对象受力及变形关键点和特征点上,并应满足对监测对象的监控要求。
- 5.1.2 监测点的布置不应妨碍监测对象的正常工作,并且便于监测、易于保护。
- 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 监测标志应稳固可靠、标示清晰。

5.2 基坑及支护结构

- 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,基坑各侧边中部、阳角处、邻近被保护对象的部位应布置监测点。监测点水平间距不宜大于 20m,每边监测点数目不宜少于 3 个。水平和竖向位移监测点宜为共用点,监测点宜设置在围护墙顶或基坑坡顶上。
- 5.2.2 围护墙或土体深层水平位移监测点宜布置在基坑周边的中部、阳角处及有代表性的部位。监测点水平间距宜为 20m~60m,每侧边监测点数目不应少于 1 个。用测斜仪观测深层水平位移时,测斜管埋设深度应符合下列规定:
 - 1 埋设在围护墙体内的测斜管,布置深度宜与围护墙入土深度相同;
 - 2 埋设在土体中的测斜管,长度不宜小于基坑深度的 1.5 倍,并应大于围护墙的深度,以测斜管底为固定起算点时,管底应嵌入到稳定的土体或岩体中。

5.2.3 围护墙内力监测断面的平面位置应布置在设计计算受力、变形较大且有代表性的部位。监测点数量和水平间距应视具体情况而定。竖直方向监测点间距宜为 2m~4m 且在设计计算弯矩极值处应布置监测点,每一监测点沿垂直于围护墙方向对称放置的应力计不应少于 1 对。

5.2.4 支撑轴力监测点的布置应符合下列规定:

1 监测断面的平面位置宜设置在支撑设计计算内力较大、基坑阳角处或在整个支撑系统中起控制作用的杆件上;

2 每层支撑的轴力监测点不应少于 3 个,各层支撑的监测点位置宜在竖向保持一致;

3 钢支撑的监测断面宜选择在支撑的端头或两支点间 1/3 部位,混凝土支撑的监测断面宜选择在两支点间 1/3 部位,并避开节点位置;

4 每个监测点传感器的设置数量及布置应满足不同传感器的测试要求。

5.2.5 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、地质条件复杂处的立柱上;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。立柱的内力监测点宜布置在设计计算受力较大的立柱上,位置宜设在坑底以上各层立柱下部的 1/3 部位,每个截面传感器埋设不应少于 4 个。

5.2.6 锚杆轴力监测断面的平面位置应选择在设计计算受力较大且有代表性的位置,基坑每侧边中部、阳角处和地质条件复杂的区段内宜布置监测点。每层锚杆的内力监测点数量应为该层锚杆总数的 1%~3%,且基坑每边不应少于 1 根。各层监测点位置在竖向上宜保持一致。每根杆体上的测试点宜设置在锚头附近和受力有代表性的位置。

5.2.7 坑底隆起监测点的布置应符合下列规定:

1 监测点宜按纵向或横向断面布置,断面宜选择在基坑的中

央以及其他能反映变形特征的位置,断面数量不宜少于 2 个;

2 同一断面上监测点横向间距宜为 10m~30m,数量不宜少于 3 个;

3 监测标志宜埋入坑底以下 20cm~30cm。

5.2.8 围护墙侧向土压力监测点的布置应符合下列规定:

1 监测断面的平面位置应布置在受力、土质条件变化较大或其他有代表性的部位;

2 在平面布置上,基坑每边的监测断面不宜少于 2 个,竖向布置上监测点间距宜为 2m~5m,下部宜加密;

3 当按土层分布情况布设时,每层土布设的测点不应少于 1 个,且宜布置在各层土的中部。

5.2.9 孔隙水压力监测断面宜布置在基坑受力、变形较大或有代表性的部位。竖向布置上监测点宜在水压力变化影响深度范围内按土层分布情况布设,竖向间距宜为 2m~5m,数量不宜少于 3 个。

5.2.10 地下水位监测点的布置应符合下列规定:

1 当采用深井降水时,基坑内地下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 基坑外地下水位监测点应沿基坑、被保护对象的周边或在基坑与被保护对象之间布置,监测点间距宜为 20m~50m,相邻建筑、重要的管线或管线密集处应布置水位监测点,当有止水帷幕时,宜布置在截水帷幕的外侧约 2m 处;

3 水位观测管的管底埋置深度应在最低设计水位或最低允许地下水位之下 3m~5m,承压水水位监测管的滤管应埋置在所测的承压含水层中;

4 在降水深度内存在 2 个以上(含 2 个)含水层时,宜分层布设地下水位观测孔;

- 5 岩体基坑地下水监测点宜布置在出水点和可能滑面部位；
- 6 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 基坑周边环境

5.3.1 基坑边缘以外 1 倍~3 倍的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 当基坑邻近轨道交通、高架道路、隧道、原水引水、合流污水、重要管线、重要文物和设施、近现代优秀建筑等重要保护对象时,监测点的布置尚应满足相关管理部门的技术要求。

5.3.3 周边建筑竖向位移监测点的布置应符合下列规定:

- 1 建筑四角、沿外墙每 10m~15m 处或每隔 2 根~3 根柱的柱基或柱子上,且每侧外墙不应少于 3 个监测点;

- 2 不同地基或基础的分界处;

- 3 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、旧建筑或高、低建筑交接处的两侧;

- 6 高耸构筑物基础轴线的对称部位,每一构筑物不应少于 4 点。

5.3.4 周边建筑水平位移监测点应布置在建筑的外墙墙角、外墙中间部位的墙上或柱上、裂缝两侧以及其他有代表性的部位,监测点间距视具体情况而定,一侧墙体的监测点不宜少于 3 点。

5.3.5 周边建筑倾斜监测点的布置应符合下列规定:

- 1 监测点宜布置在建筑角点、变形缝两侧的承重柱或墙上;

- 2 监测点应沿主体顶部、底部上下对应布设,上、下监测点应布置在同一竖直线上;

- 3 当由基础的差异沉降推算建筑倾斜时,监测点的布置应符合本标准第 5.3.3 条的规定。

5.3.6 周边建筑裂缝、地表裂缝监测点应选择有代表性的裂缝进行布置,当原有裂缝增大或出现新裂缝时,应及时增设监测点。对

需要观测的裂缝,每条裂缝的监测点应至少设 2 个,且宜设置在裂缝的最宽处及裂缝末端。

5.3.7 周边管线监测点的布置应符合下列规定:

1 应根据管线修建年份、类型、材质、尺寸、接口形式及现状等情况,综合确定监测点布置和埋设方法,应对重要的、距离基坑近的、抗变形能力差的管线进行重点监测;

2 监测点宜布置在管线的节点、转折点、变坡点、变径点等特征点和变形曲率较大的部位,监测点水平间距宜为 15m~25m,并宜向基坑边缘以外延伸 1 倍~3 倍的基坑开挖深度;

3 供水、煤气、供热等压力管线宜设置直接监测点,也可利用窨井、阀门、抽气口以及检查井等管线设备作为监测点,在无法埋设直接监测点的部位,可设置间接监测点。

5.3.8 周边地表竖向位移监测断面宜设在坑边中部或其他有代表性的部位。监测断面应与坑边垂直,数量视具体情况确定。每个监测断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。在竖向布置上测点宜设置在各层土的界面上,也可等间距设置。测点深度、测点数量应视具体情况确定。

5.3.10 周边环境爆破振动监测点应根据保护对象的重要性、结构特征、距离爆源的远近等布置。对于同一类型的保护对象,监测点宜选择在距离爆源最近、结构性状最弱的保护对象上。当因地质、地形等情况,爆破对较远处保护对象可能产生更大危害时,应增加监测点。监测点宜布置在保护对象的基础以及其他具有代表性的位置。

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监测对象的监控要求、现场条件、当地经验和方法适用性等因素综合确定,监测方法应合理易行。仪器监测可采用现场人工监测或自动化实时监测。

6.1.2 变形监测网的基准点、工作基点的设置应符合下列规定:

1 基准点应选择在施工影响范围以外不受扰动的位置,基准点应稳定可靠;

2 工作基点应选在相对稳定和方便使用的位置,在通视条件良好、距离较近的情况下,可直接将基准点作为工作基点;

3 工作基点应与基准点进行组网和联测。

6.1.3 监测仪器、设备和元件应符合下列规定:

1 满足观测精度和量程的要求,且应具有良好的稳定性和可靠性;

2 应经过校准或标定,且校核记录和标定资料齐全,并应在规定的校准有效期内使用;

3 监测过程中应定期进行监测仪器、设备的维护保养、检测以及监测元件的检查。

6.1.4 对同一监测项目,监测时宜符合下列规定:

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 固定观测人员;

4 在基本相同的环境和条件下工作。

6.1.5 监测项目初始值应在相关施工工序之前测定,并取至少连续观测 3 次的稳定值的平均值。

6.1.6 基坑周边环境中的地铁、隧道等被保护对象的监测方法和监测精度尚应符合相关标准的规定以及主管部门的要求。

6.1.7 除使用本标准规定的监测方法外,亦可采用能达到本标准规定精度要求的其他方法。

6.2 水平位移监测

6.2.1 水平位移监测包括围护墙(边坡)顶部、周边建筑、周边管线的水平位移观测。测定特定方向上的水平位移时,可采用视准线活动觇牌法、视准线测小角法、激光准直法等;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,采用极坐标法、交会法、自由设站法等。

6.2.2 水平位移监测网宜进行一次布网,并宜采用假定坐标系或建筑坐标系。水平位移监测网可采用基准线、单导线、导线网、边角网等形式。

6.2.3 水平位移监测基准点、工作基点的布设和测量应符合下列规定:

1 水平位移基准点的数量不应少于3个,基准点标志的型式和埋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;

2 采用视准线活动觇牌法和视准线小角法进行位移观测,当不便设置基准点时,可选择设置在稳定位置的方向标志作为方向基准,采用基准线控制时,每条基准线应在稳定区域设置检核基准点;

3 工作基点宜设置为具有强制对中装置的观测墩,当采用光学对中装置时,对中误差不宜大于0.5mm;

4 水平位移基准点的测量宜采用全站仪边角测量,水平位移工作基点的测量可采用全站仪边角测量、边角后方交会等方法;

5 每次水平位移观测前应对相邻控制点(基准点或工作基点)进行稳定性检查。

6.2.4 基坑围护墙(边坡)顶部、周边建筑、周边管线的水平位移

监测精度应根据其水平位移预警值按表 6.2.4 确定。

表 6.2.4 水平位移监测精度要求

水平位移 预警值	累计值 D (mm)	$D \leq 40$		$40 < D \leq 60$	$D > 60$
	变化速率 v_D (mm/d)	$v_D \leq 2$	$2 < v_D \leq 4$	$4 < v_D \leq 6$	$v_D > 6$
监测点坐标中误差(mm)		≤ 1.0	≤ 1.5	≤ 2.0	≤ 3.0

注:1 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,监测点相对于基准线的偏差中误差为点位中误差的 $1\sqrt{2}$ 。

2 当根据累计值和变化速率选择的精度要求不一致时,水平位移监测精度优先按变化速率预警值的要求确定。

3 以中误差作为衡量精度的标准。

6.2.5 采用全站仪极坐标法进行水平位移监测时,应符合下列规定:

1 全站仪标称精度应符合表 6.2.5 的规定。

表 6.2.5 全站仪标称精度要求

监测点坐标中误差(mm)	一测回水平方向标准差(″)	测距中误差
1.0	≤ 0.5	$\leq (1\text{mm} + 1\text{ppm})$
1.5	≤ 1.0	$\leq (1\text{mm} + 1\text{ppm})$
2.0	≤ 1.0	$\leq (1\text{mm} + 2\text{ppm})$
3.0	≤ 2.0	$\leq (2\text{mm} + 2\text{ppm})$

2 测站至监测点的距离不宜大于 300m。

3 监测点的测回数应根据观测精度要求、全站仪标称精度、测站至监测点的距离等因素综合确定。

6.2.6 当采用视准线活动觇牌法和视准线小角法进行水平位移监测时,应符合下列规定:

1 全站仪标称精度应符合本标准表 6.2.5 的规定;

2 应垂直于所测位移方向布设视准线,视准线小角法以工作基点作为测站点;

3 测站点与监测点之间的距离不宜大于 300m;

4 采用视准线小角法时,小角角度不应超过 $30'$,观测不应少于 1 个测回。

6.3 竖向位移监测

6.3.1 竖向位移监测包括围护墙(边坡)顶部、立柱、周边地表、建筑、管线、道路的竖向位移观测。竖向位移监测宜采用几何水准测量,也可采用三角高程测量或静力水准测量等方法。

6.3.2 竖向位移监测网宜采用国家高程基准或工程所在城市使用的高程基准,也可采用独立的高程基准。监测网应布设成闭合环或附合线路,且宜一次布设。

6.3.3 竖向位移基准点、工作基点的布设和测量应符合下列规定:

1 基准点的数量不应少于 3 个,基准点之间应形成闭合环;基准点标志的型式和埋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;在冻土地区,基准点标石应埋设在当地冻土线以下 0.5m,在基岩壁或稳固的建筑上可埋设墙上水准标志。

2 密集建筑区内,基准点与待测建筑的距离应大于该建筑基础最大深度的 2 倍。基准点可选择在沉降影响区以外稳定的建(构)筑物结构上。

3 可根据作业需要设置工作基点,工作基点与基准点之间应便于联测。

6.3.4 围护墙(边坡)顶部、立柱、基坑周边地表、管线和邻近建筑、道路的竖向位移监测精度应根据其竖向位移预警值按表 6.3.4 确定。

表 6.3.4 竖向位移监测精度要求

竖向位移 预警值	累计值 $S(\text{mm})$	$S \leq 20$	$20 < S \leq 40$	$40 < S \leq 60$	$S > 60$
	变化速率 v_s (mm/d)	$v_s \leq 2$	$2 < v_s \leq 4$	$4 < v_s \leq 6$	$v_s > 6$
监测点测站高差中误差(mm)		≤ 0.15	≤ 0.5	≤ 1.0	≤ 1.5

注: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。

6.3.5 采用几何水准测量进行竖向位移监测时,应符合下列规定:

1 所用仪器精度与观测限差应符合表 6.3.5 的规定。

表 6.3.5 水准仪精度和观测限差要求

监测点测站高差中误差(mm)	≤ 0.15	≤ 0.5	≤ 1.0	≤ 1.5
水准仪精度要求(mm/km)	± 0.3	± 0.5	± 1.0	± 1.0
往返较差及附合或环线闭合差限差(mm)	$0.3\sqrt{n}$	$1.0\sqrt{n}$	$2.0\sqrt{n}$	$3.0\sqrt{n}$
检测已测测段高差之差限差(mm)	$0.45\sqrt{n}$	$1.5\sqrt{n}$	$3.0\sqrt{n}$	$4.5\sqrt{n}$

注:表中 n 为测站数。

2 水准测量作业方式、观测要求应符合现行行业标准《建筑变形测量规范》JGJ 8 的有关规定。

6.3.6 采用光电测距三角高程测量进行竖向位移监测时,应符合下列规定:

1 所用全站仪的测角标称精度不应大于 $1''$, 观测精度应满足对监测对象竖向位移预警监控的要求;

2 应采用中间设站的观测方式,后视点、前视点均应设置棱镜或特制觇牌;

3 作业方式、较差、观测要求等均应符合现行行业标准《建筑变形测量规范》JGJ 8 的有关规定。

6.3.7 采用静力水准测量进行竖向位移监测时,应符合下列规定:

1 应根据位移预警监控要求及观测精度选取相应精度和量程的静力水准传感器,宜采用连通管式静力水准;

2 当采用多组串联方式构成观测线路时,相邻测线交接处应在同一结构的上下设置 2 个传感器作为转接点;

3 工作基点应采用水准测量方法定期与基准点联测;

4 观测技术要求应符合现行行业标准《建筑变形测量规范》JGJ 8 的有关规定。

6.4 深层水平位移监测

6.4.1 深层水平位移监测宜采用在围护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 测斜管应在基坑开挖和预降水至少 1 周前埋设,当基坑周边变形要求严格时,应在支护结构施工前埋设,测斜管埋设应符合下列规定:

1 测斜管的埋设可采用绑扎法、钻孔法以及抱箍法等;

2 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,各段接头及管底应保证密封,测斜管管口、管底应采取保护措施;

3 测斜管埋设时应保持竖直,防止发生上浮、断裂、扭转,测斜管一对导槽的方向应与所需测量的位移方向保持一致;

4 当采用钻孔法埋设时,测斜管与钻孔之间的空隙应填充密实;

5 正式测量前宜使用探头模型检查测斜管导槽顺畅状态。

6.4.4 测斜仪探头置入测斜管底后,应待探头接近管内温度后,自下而上以不大于 0.5m 间隔逐段测量,每个监测方向均应进行正、反两次量测。

6.4.5 深层水平位移计算时,应确定起算点。当测斜管嵌固在稳定岩土体中时,宜以测斜管底部为位移起算点;当测斜管底部未嵌固在稳定岩土体时,应以测斜管上部管口为起算点,且每次监测均应测定管口位移,并对深层水平位移值进行修正。

6.5 倾斜监测

6.5.1 建筑倾斜监测方法应根据现场监测条件和要求,选用投点法、水平角观测法、前方交会法、垂准法、倾斜仪法和差异沉降法等

方法。

6.5.2 建筑倾斜监测精度应符合国家现行标准《工程测量规范》GB 50026 及《建筑变形测量规范》JGJ 8 的有关规定。

6.5.3 建筑倾斜监测应符合下列规定：

1 当从建筑外部进行倾斜观测时，建筑顶部的监测点标志宜采用固定的觇牌和棱镜，墙体上的监测点标志可采用埋入式照准标志。当不便安装埋设标志时，可粘贴反射片标志，也可利用满足照准要求的建筑特征点。

2 当建筑外场地允许，宜采用全站仪或经纬仪投点法。测站点宜选择在与建筑倾斜方向成正交的方向线上，测站点距离照准目标不宜小于 1.5 倍的目标高度。底部观测点宜安置水平读数尺，全站仪或经纬仪应瞄准上部观测点标志，将上部观测点投影到底部，通过水平读数尺直接读取偏移量，正、倒镜各观测一次取平均值，并根据上、下观测点高度差计算倾斜度。

3 当采用水平角观测法时，应设置定向点，测站点和定向点应采用具有强制对中装置的观测墩。

4 当建筑内部具有竖向通视条件时，可采用垂准法。应在下部观测点上安置激光垂准仪或光学垂准仪，在顶部观测点上安置接收靶，由接收靶直接读取或量取顶部水平位移量和位移方向，计算倾斜量。观测时应进行下部点对中，并按 180° 和 90° 的对称位置，分别读取 2 次或 4 次位移数据。

5 当利用相对沉降量间接确定建筑倾斜时，可采用水准测量或静力水准测量等方法通过测定差异沉降计算倾斜值和倾向方向。

6.6 裂缝监测

6.6.1 裂缝监测应监测裂缝的位置、走向、长度、宽度，必要时尚应监测裂缝深度。

6.6.2 基坑开挖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，监测标志应具有可供量测的明晰端面或中心。

6.6.3 裂缝监测宜采用下列方法：

1 裂缝宽度监测宜在裂缝两侧贴埋标志，用千分尺、游标卡尺、数字裂缝宽度测量仪等直接量测，也可用裂缝计、粘贴安装千分表量测或摄影量测等；

2 裂缝长度监测宜采用直接量测法；

3 裂缝深度监测宜采用超声波法、凿出法等。

6.6.4 裂缝宽度量测精度不宜低于 0.1mm，裂缝长度和深度量测精度不宜低于 1mm。

6.7 支护结构内力监测

6.7.1 支护结构内力监测适用于围护墙内力、支撑轴力、立柱内力、围檩或腰梁内力监测等，宜采用安装在结构内部或表面的应力、应变传感器进行量测。

6.7.2 应根据监测对象的结构形式、施工方法选择相应类型的传感器。混凝土支撑、围护桩(墙)宜在钢筋笼制作的同时，在主筋上安装钢筋应力计；钢支撑宜采用轴力计或表面应力计；钢立柱、钢围檩(腰梁)宜采用表面应变计。

6.7.3 应力计或应变计的量程不宜小于设计值的 1.5 倍，精度不宜低于 $0.5\%F \cdot S$ ，分辨率不宜低于 $0.2\%F \cdot S$ 。

6.7.4 内力监测传感器埋设前应进行标定和编号，导线应做好标记，并设置导线防护措施。

6.7.5 内力监测宜取土方开挖前连续 3d 获得的稳定测试数据的平均值作为初始值。

6.7.6 内力监测值宜考虑温度变化等因素的影响。

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预估被测压力的要求,其上限可取设计压力的 2 倍,精度不宜低于 $0.5\%F \cdot S$,分辨率不宜低于 $0.2\%F \cdot S$ 。

6.8.3 土压力计埋设可采用埋入式或边界式。埋设前应对土压力计进行稳定性、密封性检验和压力、温度标定。埋设时应符合下列规定:

- 1 受力面与所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 土压力计导线中间不宜有接头,导线应按一定线路捆扎,接头应集中引入导线箱中;
- 5 做好完整的埋设记录。

6.8.4 土压力计埋设后应立即进行检查测试,基坑开挖前应至少经过 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或应变式等孔隙水压力计测试。

6.9.2 孔隙水压力计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 2 倍,精度不宜低于 $0.5\%F \cdot S$,分辨率不宜低于 $0.2\%F \cdot S$ 。

6.9.3 孔隙水压力计埋设可采用压入法、钻孔法等。

6.9.4 孔隙水压力计应事前埋设,埋设前应符合下列规定:

- 1 孔隙水压力计应浸泡饱和,排除透水石中的气泡;
- 2 核查标定数据,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 110mm~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 10mm~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 地下水位控制监测

6.10.1 地下水位监测宜采用钻孔内设置水位管或设置观测井,通过水位计进行量测。

6.10.2 地下水位量测精度不宜低于 10mm。

6.10.3 潜水水位管直径不宜小于 50mm,饱和软土等渗透性小的土层水位管直径不宜小于 70mm,滤管长度应满足量测要求;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。

6.10.4 水位管宜在基坑预降水前至少 1 周埋设,并逐日连续观测水位取得稳定初始值。

6.11 锚杆轴力监测

6.11.1 锚杆轴力监测宜采用轴力计、钢筋应力计或应变计,当使用钢筋束时宜监测每根钢筋的受力。

6.11.2 轴力计、钢筋应力计和应变计的量程宜为锚杆极限抗拔承载力的 1.5 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 轴力计仪表应与锚杆张拉设备仪表相互标定。锚杆施工完成后应对轴力计、应力计或应变计进行检查测试,并取下一层土方开挖前连续 2d 获得的稳定测试数据的平均值作为其初始值。

6.12 土体分层竖向位移监测

6.12.1 土体分层竖向位移可通过埋设磁环式分层沉降标,采用分层沉降仪进行量测,或者通过埋设深层沉降标,采用水准测量方

法进行量测,也可采用埋设多点位移计进行量测。

6.12.2 沉降标或多点位移计应在基坑开挖前至少 1 周埋设。采用磁环式分层沉降标时,应保证沉降管安置到位后与土层紧贴牢固。

6.12.3 土体分层竖向位移的初始值应在沉降标或多点位移计埋设后 1 周量测,并获得稳定的初始值。

6.12.4 埋设磁环式分层沉降标,采用分层沉降仪量测时,每次测量应重复 2 次并取其平均值作为测量结果,2 次读数较差不应大于 1.5mm,沉降仪的系统精度不宜低于 1.5mm,采用深层沉降标结合水准测量时,水准监测精度宜按本标准表 6.3.4 确定。

6.12.5 采用磁环式分层沉降标监测时,每次监测均应测定沉降管口高程的变化,然后换算出沉降管内各监测点的高程。

6.13 坑底隆起监测

6.13.1 坑底隆起采用钻孔等方法埋设深层沉降标时,孔口高程宜用水准测量方法测量,沉降标至孔口垂直距离可采用钢尺量测。

6.13.2 坑底隆起监测的精度应符合表 6.13.2 的规定。

表 6.13.2 坑底隆起监测的精度要求(mm)

坑底隆起预警值(累计值)	≤40	40~60	>60
监测点测站高差中误差	≤1.0	≤2.0	≤3.0

6.14 爆破振动监测

6.14.1 测振传感器可采用垂直、水平单向传感器或三矢量一体传感器。传感器频带范围应覆盖被测物理量的频率,记录设备的采样频率应大于 12 倍被测物理量的上限主振频率,传感器和记录设备的测量幅值范围应满足被测物理量的预估幅值,测试导线宜选用屏蔽电缆。

6.14.2 测振传感器的安装应符合下列规定:

- 1 应保证测振传感器与被测对象连接牢固且紧密,不应置于

松软地面以及不平整、不坚实的构件表面；

2 安装过程中应控制每一测点不同方向的测振传感器安装角度,角度误差不得大于 5° ；

3 仪器安装和连接后应进行监测系统的测试。

6.14.3 现场监测应符合下列规定：

1 应收集基坑开挖爆破规模、爆破方式、孔网、起爆网路、药量等爆破参数；

2 合理选择自触发设定值,设置的量程、记录时间及采样频率应满足对被测物理量的监控要求；

3 测量过程应避免影响环境振动测量值的非振动源干扰；

4 测量过程中应保证仪器电压稳定。

6.14.4 爆破振动监测仪器量程精度的选择应符合现行国家标准《爆破安全规程》GB 6722 的有关规定。

7 监测频率

7.0.1 监测频率的确定应满足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的要求。

7.0.2 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 仪器监测频率应符合下列规定:

1 应综合考虑基坑支护、基坑及地下工程的不同施工阶段以及周边环境、自然条件的变化和当地经验确定。

2 对于应测项目,在无异常和无事故征兆的情况下,开挖后监测频率可按表 7.0.3 确定。

表 7.0.3 现场仪器监测的监测频率

基坑设计安全等级	施工进程		监测频率
一级	开挖深度 h	$\leq H/3$	1 次/(2~3)d
		$H/3 \sim 2H/3$	1 次/(1~2)d
		$2H/3 \sim H$	(1~2)次/d
	底板浇筑后时间 (d)	≤ 7	1 次/d
		7~14	1 次/3d
		14~28	1 次/5d
		> 28	1 次/7d
二级	开挖深度 h	$\leq H/3$	1 次/3d
		$H/3 \sim 2H/3$	1 次/2d
		$2H/3 \sim H$	1 次/d

续表 7.0.3

基坑设计安全等级	施 工 进 程		监 测 频 率
二级	底板浇筑后时间 (d)	≤ 7	1次/2d
		7~14	1次/3d
		14~28	1次/7d
		> 28	1次/10d

注:1 h ——基坑开挖深度; H ——基坑设计深度。

2 支撑结构开始拆除到拆除完成后3d内监测频率加密为1次/d。

3 基坑工程施工至开挖前的监测频率视具体情况确定。

4 当基坑设计安全等级为三级时,监测频率可视具体情况适当降低。

5 宜测、可测项目的仪器监测频率可视具体情况适当降低。

3 当基坑支护结构监测值相对稳定,开挖工况无明显变化时,可适当降低对支护结构的监测频率。

4 当基坑支护结构、地下水位监测值相对稳定时,可适当降低对周边环境的监测频率。

7.0.4 当出现下列情况之一时,应提高监测频率:

1 监测值达到预警值;

2 监测值变化较大或者速率加快;

3 存在勘察未发现的不良地质状况;

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、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 周边地面突发较大沉降或出现严重开裂;

9 邻近建筑突发较大沉降、不均匀沉降或出现严重开裂;

10 基坑底部、侧壁出现管涌、渗漏或流砂等现象;

11 膨胀土、湿陷性黄土等水敏性特殊土基坑出现防水、排水等防护设施损坏,开挖暴露面有被水浸湿的现象;

12 多年冻土、季节性冻土等温度敏感性土基坑经历冻、融

季节；

13 高灵敏性软土基坑受施工扰动严重、支撑施作不及时、有软土侧壁挤出、开挖暴露面未及时封闭等异常情况；

14 出现其他影响基坑及周边环境安全的异常情况。

7.0.5 爆破振动监测频率应根据爆破规模及被保护对象的重要性确定。首次爆破时,对所需监测的周边环境对象均应进行爆破振动监测,以后应根据第一次爆破监测结果并结合环境监测对象特点确定监测频率。对于重要的爆破或重点保护对象每次爆破均应进行跟踪监测。

7.0.6 当出现可能危及工程及周边环境安全的事故征兆时,应实时跟踪监测。

8 监测预警

8.0.1 监测预警值应满足基坑支护结构、周边环境的变形和安全控制要求。监测预警值应由基坑工程设计方确定。

8.0.2 基坑支护结构、周边环境的变形和安全控制应符合下列规定：

- 1 保证基坑的稳定；
- 2 保证地下结构的正常施工；
- 3 对周边已有建筑引起的变形不得超过相关技术标准的要求或影响其正常使用；
- 4 保证周边道路、管线、设施等正常使用；
- 5 满足特殊环境的技术要求。

8.0.3 变形监测预警值应包括监测项目的累计变化预警值和变化速率预警值。

8.0.4 基坑及支护结构监测预警值应根据基坑设计安全等级、工程地质条件、设计计算结果及当地工程经验等因素确定；当无当地工程经验时，土质基坑可按表 8.0.4 确定。

8.0.5 基坑工程周边环境监测预警值应根据监测对象主管部门的要求或建筑检测报告的结论确定，当无具体控制值时，可按表 8.0.5 确定。

8.0.6 确定基坑周边建筑、管线、道路预警值时，应保证其原有沉降或变形值与基坑开挖、降水造成的附加沉降或变形值叠加后不应超过其允许的最大沉降或变形值。

8.0.7 爆破振动监测项目预警值应综合考虑保护对象的重要性以及工程质量、结构性状、地基及围岩条件、自振频率等因素确定，且监测对象质点振动速度预警值应小于现行国家标准《爆破安全规程》GB 6722 规定的相应爆破振动安全允许标准。

表 8.0.4 土质基坑及支护结构监测预警值

		基坑设计安全等级									
序号	监测项目	支护类型	一级			二级			三级		
			累计值		变化速率 (mm/d)	累计值		变化速率 (mm/d)	累计值		变化速率 (mm/d)
			绝对值 (mm)	相对基坑设计深度 H 控制值	绝对值 (mm)	相对基坑设计深度 H 控制值	绝对值 (mm)	相对基坑设计深度 H 控制值	绝对值 (mm)	相对基坑设计深度 H 控制值	变化速率 (mm/d)
1	围护墙(边坡)顶部水平位移	土钉墙、复合土钉墙、锚喷支护、水泥土墙	30~40	0.3%~0.4%	3~5	40~50	0.5%~0.8%	4~5	50~60	0.7%~1.0%	5~6
			20~30	0.2%~0.3%	2~3	30~40	0.3%~0.5%	2~4	40~60	0.6%~0.8%	3~5
2	围护墙(边坡)顶部竖向位移	土钉墙、复合土钉墙、喷锚支护 水泥土墙、型钢水泥土墙	20~30	0.2%~0.4%	2~3	30~40	0.4%~0.6%	3~4	40~60	0.6%~0.8%	4~5
			—	—	—	30~40	0.6%~0.8%	3~4	40~60	0.8%~1.0%	4~5
3	深层水平位移	灌注桩、地下连续墙、钢板桩 复合土钉墙 型钢水泥土墙	10~20	0.1%~0.2%	2~3	20~30	0.3%~0.5%	2~3	30~40	0.5%~0.6%	3~4
			40~60	0.4%~0.6%	3~4	50~70	0.6%~0.8%	4~5	60~80	0.7%~1.0%	5~6
			—	—	—	50~60	0.6%~0.8%	4~5	60~70	0.7%~1.0%	5~6

续表 8.0.4

		基坑设计安全等级									
序号	监测项目	支护类型	一级			二级			三级		
			累计值		变化速率 (mm/d)	累计值		变化速率 (mm/d)	累计值		变化速率 (mm/d)
			绝对值 (mm)	相对基坑设计深度 H 控制值		绝对值 (mm)	相对基坑设计深度 H 控制值		绝对值 (mm)	相对基坑设计深度 H 控制值	
3	深层水平位移	钢板桩	50~60	0.6%~0.7%	2~3	60~80	0.7%~0.8%	3~5	70~90	0.8%~1.0%	4~5
			30~50	0.3%~0.4%		40~60	0.4%~0.6%		50~70	0.6%~0.8%	
4	立柱竖向位移		20~30	—	2~3	20~30	—	2~3	20~40	—	2~4
5	地表竖向位移		25~35	—	2~3	35~45	—	3~4	45~55	—	4~5
6	坑底隆起(回弹)		累计值 (30~60)mm, 变化速率 (4~10)mm/d								
7	支撑轴力		最大值: (60%~80%) f_2			最大值: (70%~80%) f_2			最大值: (70%~80%) f_2		
8	锚杆轴力		最小值: (80%~100%) f_3			最小值: (80%~100%) f_3			最小值: (80%~100%) f_3		
9	土压力		(60%~70%) f_1			(70%~80%) f_1			(70%~80%) f_1		
10	孔隙水压力		(60%~70%) f_2			(70%~80%) f_2			(70%~80%) f_2		
11	围护墙内力		(60%~70%) f_2			(70%~80%) f_2			(70%~80%) f_2		
12	立柱内力		(60%~70%) f_2			(70%~80%) f_2			(70%~80%) f_2		

注: 1 H ——基坑设计深度; f_1 ——荷载设计值; f_2 ——构件承载能力设计值, 锚杆为极限抗拔承载力; f_3 ——钢支撑、锚杆预应力设计值。

2 累计值取绝对值和相对基坑设计深度 H 控制值两者的较小值。

3 当监测项目的变化速率达到表中规定值或连续 3 次超过该值的 70% 应预警。

4 底板完成后, 监测项目的位移变化速率不宜超过表中速率预警值的 70%。

表 8.0.5 基坑工程周边环境监测预警值

监测对象		项目		累计值(mm)	变化速率 (mm/d)	备注
1	地下水位变化			1000~2000 (常年变幅以外)	500	—
2	管线 位移	刚性 管道	压力	10~20	2	直接观 察点数据
			非压力	10~30	2	
		柔性管线		10~40	3~5	—
3	邻近建筑位移			小于建筑物地基 变形允许值	2~3	—
4	邻近道路 路基沉降		高速公路、 道路主干	10~30	3	—
			一般城市道路	20~40	3	—
5	裂缝宽度		建筑结构性 裂缝	1.5~3 (既有裂缝) 0.2~0.25 (新增裂缝)	持续发展	—
			地表裂缝	10~15 (既有裂缝) 1~3 (新增裂缝)	持续发展	—

注:1 建筑整体倾斜度累计值达到 2/1000 或倾斜速度连续 3d 大于 0.0001H/d (H 为建筑承重结构高度)时应预警。

2 建筑物地基变形允许值应按现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 的有关规定取值。

8.0.8 监测数据达到监测预警值时,应立即预警,通知有关各方及时分析原因并采取相应措施。

8.0.9 当出现下列情况之一时,必须立即进行危险报警,并应通知有关各方对基坑支护结构和周边环境保护对象采取应急措施。

1 基坑支护结构的位移值突然明显增大或基坑出现流砂、管涌、隆起、陷落等;

2 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；

3 基坑周边建筑的结构部分出现危害结构的变形裂缝；

4 基坑周边地面出现较严重的突发裂缝或地下空洞、地面下陷；

5 基坑周边管线变形突然明显增长或出现裂缝、泄漏等；

6 冻土基坑经受冻融循环时，基坑周边土体温度显著上升，发生明显的冻融变形；

7 出现基坑工程设计方提出的其他危险报警情况，或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。

住房城乡建设部信息中心
浏览专用

9 数据处理与信息反馈

9.0.1 监测单位应对整个项目的监测方案实施以及监测技术成果的真实性、可靠性负责,监测技术成果应有相关负责人签字,并加盖成果章。

9.0.2 现场监测资料宜包括外业观测记录、巡视检查记录、记事项目以及视频及仪器电子数据资料等。现场监测资料的整理应符合下列规定:

1 外业观测值和记事项目应真实完整,并应在现场直接记录在观测记录表中;任何原始记录不得涂改、伪造和转抄;采用电子方式记录的数据,应完整存储在可靠的介质上。

2 监测记录应有相应的工况描述。

3 使用正式的监测记录表格。

4 监测记录应有相关责任人签字。

9.0.3 取得现场监测资料后,应及时进行整理、分析。监测数据出现异常时,应分析原因,必要时应进行复测。

9.0.4 监测项目的数据分析应结合施工工况、地质条件、环境条件以及相关监测项目监测数据的变化进行,并对其发展趋势做出预测。

9.0.5 数据处理、成果图表及分析资料应完整、清晰。监测数据的处理与信息反馈宜利用监测数据处理与信息管理系统专业软件或平台,其功能和参数应符合本标准的有关规定,并宜具备数据采集、处理、分析、查询和管理一体化以及监测成果可视化的功能。

9.0.6 技术成果应包括当日报表、阶段性分析报告和总结报告。技术成果提供的内容应真实、准确、完整,并宜用文字阐述与绘制变化曲线或图形相结合的形式表达。技术成果应按时报送。

9.0.7 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 对达到或超过监测预警值的监测点应有预警标示，并有分析和建议；
- 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，并有分析和建议；
- 7 其他相关说明。

当日报表宜采用本标准附录 A~附录 G 规定的格式。

9.0.8 阶段性报告应包括下列内容：

- 1 该监测阶段相应的工程、气象及周边环境概况；
- 2 该监测阶段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。

9.0.9 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 监测预警值；
- 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。

附录 B 深层水平位移监测日报表

表 B 深层水平位移监测日报表

工程名称：	孔号()第()次	天气：
观测者：	报表编号：	计算者：
仪器型号：	仪器编号：	核定有效期：
本次监测时间：	上次监测时间：	

深度 (m)	累计位移 (mm)	本次变化量 (mm)	变化速率 (mm/d)	
				
工况描述：				
简要分析及判断性结论：				

工程负责人：

监测单位：

第 页 共 页

附录 E 地下水位、地表竖向位移、 分层竖向位移、坑底隆起监测日报表

表 E 地下水位、地表竖向位移、分层竖向位移、坑底隆起监测日报表

第()次

工程名称：

报表编号：

天气：

观测者：

计算者：

校核者：

仪器型号：

仪器编号：

检定有效期：

本次监测时间：

上次监测时间：

编号	点号	初始高程 (m)	本次高程 (m)	上次高程 (m)	本次变化 量(mm)	累计变化 量(mm)	变化速率 (mm/d)	备注
工况描述：								
简要分析及判断性结论：								

工程负责人：

监测单位：

第 页 共 页

附录 F 裂缝监测日报表

表 F 裂缝监测日报表

第()次

工程名称：

报表编号：

天气：

观测者：

计算者：

校核者：

仪器型号：

仪器编号：

检定有效期：

本次监测时间：

上次监测时间：

点号	长度				宽度				形态
	本次测试值 (mm)	单次变化 (mm)	累计变化量 (mm)	变化速率 (mm/d)	本次测试值 (mm)	单次变化 (mm)	累计变化量 (mm)	变化速率 (mm/d)	
工况描述：									
当日监测的简要分析及判断性结论：									

工程负责人：

监测单位：

附录 G 巡视检查日报表

表 G 巡视检查日报表

第()次

工程名称：

报表编号：

天气：

观测者：

巡视时间：

分类	巡视检查内容	巡视检查结果	备注
支护 结构	支护结构成型质量		
	冠梁、支撑、围檩是否有裂缝		
	冠梁、围檩(腰梁)的连续性,有无过大变形		
	围檩(腰梁)与围护桩的密贴性,围檩与支撑的防坠落措施		
	锚杆垫板有无松动、变形		
	立柱有无倾斜、沉陷或隆起		
	止水帷幕有无开裂、渗漏水		
	基坑有无涌土、流砂、管涌		
	面层有无开裂、脱落		
	其他		
施工 工况	开挖后暴露的岩土体情况与岩土勘察报告有无差异		
	基坑开挖分段长度及分层厚度		
	侧壁开挖暴露面是否及时封闭		
	支撑、锚杆是否施工及时		
	边坡、侧壁及周边地表的排水、截水措施及效果,坑边或坑底有无积水		
	基坑降水、回灌设施运转情况		
	基坑周边地面堆载情况		
	爆破后岩体是否出现松动		
	吊脚桩支护形式时,岩肩处岩体有无开裂、掉块		
	其他		

续表 G

分类	巡视检查内容	巡视检查结果	备注
周边环境	管道破损、泄漏情况		
	围护墙后土体有无沉陷、裂缝及滑移		
	周边建筑有无出现新裂缝、有无发展		
	周边道路(地面)有无出现新裂缝或沉陷,有无发展		
	邻近施工(堆载、开挖、打桩、降水)情况		
	存在水力联系的邻近水体(湖泊、河流等)的水位变化情况		
	其他		
监测设施	基准点、测点完好状况、保护情况		
	监测元件及导线的完好情况、保护情况		
	观测工作条件		

工程负责人:

监测单位:

第 页 共 页

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

《建筑地基基础设计规范》GB 50007

《工程测量规范》GB 50026

《爆破安全规程》GB 6722

《建筑变形测量规范》JGJ 8

住房和城乡建设部信息公开
浏览专用