

重庆市工程建设标准

建筑边坡工程监测技术标准

Technical standard for monitoring of building slope engineering

DBJ50/T-445-2023

主编单位:重庆市建筑科学研究院有限公司

重庆建工第十一建筑工程有限责任公司

批准部门:重庆市住房和城乡建设委员会

施行日期:2023年10月01日

2023 重 庆

重庆工程建设

重庆市住房和城乡建设委员会文件

渝建标〔2023〕19号

重庆市住房和城乡建设委员会 关于发布《建筑边坡工程监测技术标准》的通知

各区县(自治县)住房城乡建委,两江新区、西部科学城重庆高新区、重庆经开区、万盛经开区、双桥经开区建设局,有关单位:

现批准《建筑边坡工程监测技术标准》为我市工程建设地方标准,编号为 DBJ50/T-445-2023,自 2023 年 10 月 1 日起施行。标准文本可在标准施行后登录重庆市住房和城乡建设技术发展中心官网免费下载。

本标准由重庆市住房和城乡建设委员会负责管理,重庆市建筑科学研究院有限公司负责具体技术内容解释。

重庆市住房和城乡建设委员会

2023 年 6 月 14 日

重庆工程建设

前 言

根据重庆市住房和城乡建设委员会《关于下达 2015 年度重庆市工程建设标准制订项目计划的通知》渝建(2015)325 号要求,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,制定本标准。

本标准的主要技术内容是:总则、术语、基本规定、监测项目、监测点布设、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。

本标准由重庆市住房和城乡建设委员会负责管理,重庆市建筑科学研究院有限公司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重庆市建筑科学研究院有限公司(地址:重庆市渝中区长江二路 220 号,邮编:400016)。

本标准的主编单位、参编单位、主要起草人和审查专家：

主编单位：重庆市建筑科学研究院有限公司
重庆建工第十一建筑工程有限责任公司

参编单位：重庆市建设工程质量检验检测中心有限公司
重庆经开区生态环境和建设管理局
中建三局集团有限公司
重庆北纬建设工程质量检测有限公司
重庆华盛检测技术有限公司
中建八局发展建设有限公司
重庆中航建设(集团)有限公司
重庆华硕建设有限公司

主要起草人：颜丙山 张京街 高峰 李改 朱海良
戴超 田彬亢 聂波 易小江 成亮
王强 董东 朱洪 桂永旺 龚毅
李新春 彭德 易运战 蒲成忠 李晓鹏
张宝龙 王丹 叶晓红 潘均 郑海伟
刘二铭 杨露 周志伟 张杰 陶小峰
梁栋 周殷弘 修德庆 赖文友 谭本杰
龚海亮

审查人员：唐秋元 雷用 廖新雪 刘宏斌 雷运波
张意 韦良文

目 次

1	总则	1
2	术语	2
3	基本规定	4
4	监测项目	7
5	监测点布设	9
5.1	一般规定	9
5.2	边坡和支护结构	9
5.3	周边环境	10
6	监测方法及精度要求	13
6.1	一般规定	13
6.2	水平位移监测	14
6.3	竖向位移监测	15
6.4	深层水平位移监测	16
6.5	坡顶建筑物倾斜监测	17
6.6	裂缝监测	18
6.7	锚杆轴力监测	18
6.8	地下水位监测	19
6.9	爆破振动监测	19
7	监测频率	21
8	监测预警	23
9	数据处理与信息反馈	26
附录 A	水平位移、竖向位移监测日报表	28
附录 B	深层水平位移监测日报表	29
附录 C	支撑轴力、锚杆轴力监测日报表	30
附录 D	裂缝监测日报表	31

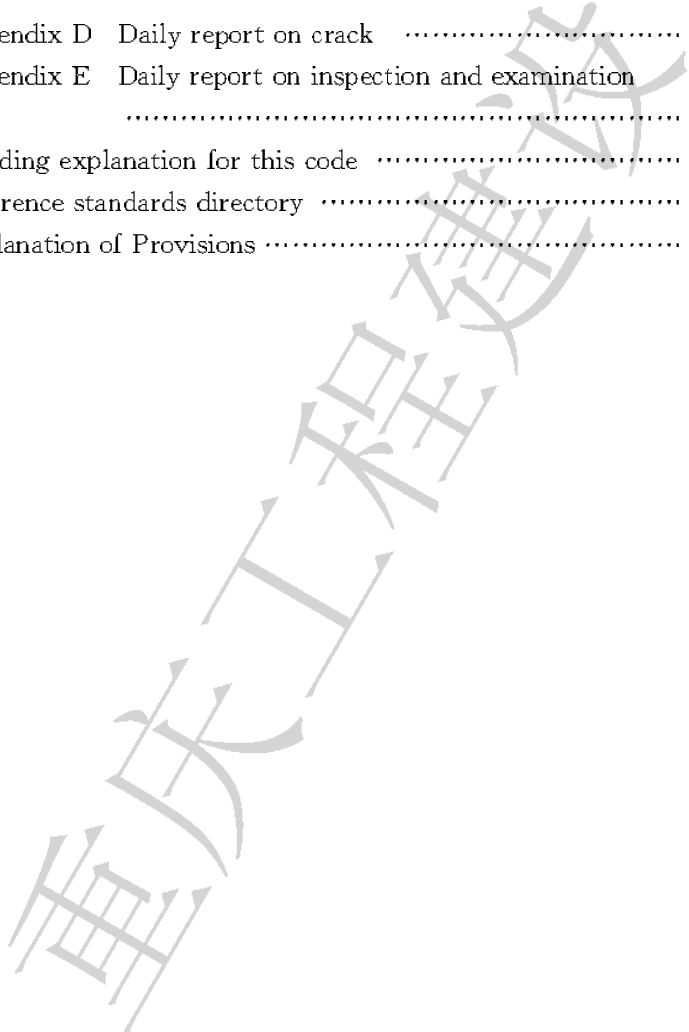
附录 E 巡视检查日报表	32
本规范用词说明	34
引用标准名录	35
条文说明	37

重庆工程建筑

Contents

1	General provisions	1
2	Terms	2
3	Basic requirements	4
4	Monitoring items	7
5	Arrangement of monitoring points	9
5.1	General requirements	9
5.2	Slope and retaining structure	9
5.3	Surroundings around building slope	10
6	Monitoring methods and precision requirements	13
6.1	General requirements	13
6.2	Monitoring of horizontal displacement	14
6.3	Monitoring of vertical displacement	15
6.4	Monitoring of subsurface horizontal displacement	16
6.5	Monitoring of inclination	17
6.6	Monitoring of crack	18
6.7	Axial load in anchor bolt	18
6.8	Monitoring of water table	19
6.9	Monitoring of blasting vibration	19
7	Frequency of monitoring	21
8	Prewarning of monitoring	23
9	Data processing and information feedback	26
Appendix A	Daily report on horizontal displacement and vertical displacement	28
Appendix B	Daily report on subsurface horizontal displacement	

.....	29
Appendix C Daily report on axial loads in strut and anchor bolt	30
Appendix D Daily report on crack	31
Appendix E Daily report on inspection and examination	32
Wording explanation for this code	34
Reference standards directory	35
Explanation of Provisions	37



1 总 则

1.0.1 为规范建筑边坡工程监测工作,保证监测质量,为优化设计、指导信息化施工提供依据,做到成果可靠、技术先进、经济合理,确保建筑边坡安全和保护边坡周边环境,制定本标准。

1.0.2 本标准适用于建筑边坡工程监测,监测对象包括边坡岩土体、边坡支护结构、边坡环境。

1.0.3 建筑边坡工程监测应综合考虑建设场地的岩土工程地质条件、设计方案、周边环境及施工条件等因素,制定合理的监测方案,精心组织和实施监测。

1.0.4 建筑边坡工程监测除应符合本标准的规定外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 建筑边坡 building slope

在建筑场地及其周边,由于建筑工程和市政工程开挖或填筑施工所形成的人工边坡和对建(构)筑物安全或稳定有不利影响的自然斜坡。

2.0.2 边坡支护 slope retaining

为边坡稳定所采取的结构性支挡、加固与防护措施。

2.0.3 边坡环境 slope environment

边坡影响范围内的岩土体、水系、建(构)筑物、道路及管网等的统称。

2.0.4 永久性边坡 permanent slope

结构设计工作年限超过 2 年的边坡。

2.0.5 临时边坡 temporary slope

结构设计工作年限不超过 2 年的边坡。

2.0.6 边坡工程监测 slope engineering monitoring

边坡工程施工及运营过程中,对边坡主体、支护结构及周边环境对象的水平位移、竖向位移、倾斜、裂缝、应力(内力)、压力、水位等项目所进行的测量、监控、反馈工作。

2.0.7 水平位移监测 horizontal displacement monitoring

测量监测对象在水平面位置随时间的变化量、变化速率,并结合相关影响因素进行变形分析的工作。

2.0.8 竖向位移监测 vertical displacement monitoring

测量监测对象在竖向方向随时间的变化量、变化速率,并结合相关影响因素进行变形分析的工作。

2.0.9 裂缝监测 crack monitoring

对监测体上裂缝的宽度、长度、走向及其变化等进行测量、记

录、分析的工作。

2.0.10 应力监测 stress monitoring

在边坡岩土体或支挡结构内埋设应力计,获取应力随时间的变化量、变化速率,并结合相关影响因素进行内力分析的工作。

2.0.11 基准点 datum point

为进行变形测量而布设的稳定的易于长期保存的测量点。根据测量类型的不同,又分为水平位移基准点和竖向位移基准点。

2.0.12 工作基点 basic work point

为便于现场变形观测作业而布设的相对稳定的测量点。根据测量类型的不同,又分为水平位移工作基点和竖向位移工作基点。

2.0.13 监测点 monitoring point

设置在边坡体、支护结构及周边环境的监测对象上能反映其力学或变形特征的观测点。

2.0.14 预警值 prewarning value

在变形允许范围内,根据监测体的变形敏感程度,以允许值的一定比例计算的或直接给定的警示值。

3 基本规定

3.0.1 边坡塌滑区有重要建(构)筑物的一级边坡工程施工时应
对坡顶水平位移、竖向位移、地表裂缝和坡顶建(构)筑物变形进行
监测。

3.0.2 建筑边坡工程的监测应由具备相应资质的单位和专业技术
人员承担,并应符合国家相关法律、法规的规定。

3.0.3 建筑边坡工程的监测应采用仪器量测与现场巡视检查相
结合的方式进行。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,且在有效的校准期内;

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。

3.0.4 建筑边坡工程监测应由设计单位提出监测项目和要求,
由建设单位委托具备资质的第三方监测单位在项目实施前编制
监测方案并组织实施。

3.0.5 建筑边坡工程的监测方案应包括下列内容:

1 工程概况;

2 场地工程地质、水文地质条件及边坡周边环境状况;

3 监测目的和监测依据、监测范围、对象及项目;

4 监测方法和精度等级;

5 基准点、工作基点、监测点的布设要求及测点布设图;

6 监测人员配备和使用的主要仪器设备;

7 监测期限和监测频率;

8 监测数据记录、处理、分析与信息反馈要求;

9 监测预警、异常及危险状况下的监测措施;

10 突发事件的应急措施预案；

11 监测成果报告的主要内容。

3.0.6 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单位及相关单位进行反馈。

3.0.7 监测期间，监测单位应做好监测设施的保护。建设单位及总包单位应协助监测单位保护监测设施。

3.0.8 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施观测的监测项目；

2 环境条件不允许或不宜用人工方式进行观测的监测项目；

3 其他监测手段难以实施的监测项目。

3.0.9 实施自动化监测的建筑边坡工程，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、数据存储管理系统和实时发布系统等；

2 自动化监测系统应根据工程的实际需要和系统运行环境，选用成熟、可靠的技术和满足国家及行业标准且易维护的产品；

3 自动化监测系统应具有数据异常情况下的自动预警或故障显示功能；

4 实施自动化监测的项目，对应的监测点布设、监测频率、监测精度及监测预警值指标应满足工程及现行其他有关标准的要求。

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

1 监测方案；

2 基准点、工作基准点、监测点布设及验收记录；

3 各阶段性监测数据、记录和监测报告；

4 监测总结报告。

3.0.11 建筑边坡工程监测期限可根据设计要求、边坡稳定性、

周边环境和施工进度等因素确定,边坡工程安全等级为一级的边坡竣工后实施的运行监测期限不应少于 2 年。

4 监测项目

4.0.1 建筑边坡工程监测项目应按监测方案进行,必要时应根据设计要求、边坡周围环境及施工进度等因素进行动态调整;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。

4.0.2 建筑边坡工程可根据安全等级、地质环境、边坡类型、支护结构类型和变形控制要求,按表 4.0.2 选择监测项目。

表 4.0.2 边坡工程监测项目表

监测项目	测点布设位置	边坡工程安全等级		
		一级	二级	三级
坡顶水平位移和竖向位移	支护结构顶部或预估支护结构变形最大处	应测	应测	应测
地表裂缝	坡顶背后 0.8H~1.0H(岩质)或 1.0H~1.5H(土质)范围内	应测	应测	应测
坡顶建(构)筑物变形	边坡坡顶建(构)筑物基础、墙面和整体倾斜	应测	应测	选测
锚杆(索)拉力	外锚头或锚杆主筋	应测	选测	可不测
支护结构变形	主要受力构件	应测	选测	可不测
支护结构应力	应力最大处	选测	选测	可不测
土体深层水平位移	边坡或支护结构中部、阳角处及代表性部位	选测	选测	可不测
地下水位	出水点	选测	选测	可不测

注:1 在边坡塌滑区内有重要建(构)筑物,破坏后果严重时,应加强对支护结构的应力监测;

2 H 边坡高度(m)。

4.0.3 建筑边坡工程监测期内,应定期由专人进行巡视检查并完善其记录。

4.0.4 巡视检查宜包括支护结构各构件有无新增裂缝出现;坡面有无新增裂缝出现、坡面风化情况;坡脚风化情况、坡底有无坠石情况;坡肩、坡顶表面有无新增裂缝出现;排水设施是否通畅、完整,坡面、坡脚是否存在渗水;坡顶建筑有无新增裂缝出现;周边环境土体有无沉陷、裂缝及滑移现象;各监测元件是否完好以及保护情况等。

4.0.5 巡视检查宜以目测为主,可辅以锤、钎、量尺、放大镜等器具以及摄像、摄影等设备进行。

4.0.6 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,发现异常情况时应及时通知相关单位。

5 监测点布设

5.1 一般规定

5.1.1 监测点的布设应能反映监测对象的实际状态及其变化趋势,监测点应布设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 边坡岩土体及周边环境各监测项目的监测点,应在边坡工程施工前布设,但应考虑边坡工程施工可能对其造成的影响,并做好防护措施;支护结构各监测项目的监测点,宜随施工进度实时布设。

5.1.3 不同监测项目的监测点宜布设在同一监测断面上。

5.1.4 监测标志应稳固可靠、标示清晰,并采取可靠的防护措施。

5.2 边坡和支护结构

5.2.1 建筑边坡工程的位移和应力监测应符合以下规定:

1 一级边坡位移监测点的水平间距不宜大于 20m,二级边坡位移监测点的水平间距不宜大于 30m,三级边坡位移监测点的水平间距不宜大于 40m。每段边坡监测点数目不宜少于 3 个。边坡凸角处应设置位移监测点,不同的边坡处理形式段均应设置监测点。

2 水平和竖向位移监测点宜为共用点,监测点宜设置在坡面中上部和坡肩上。应力监测点布设位置、间距应根据设计要求、支护结构受力特征、地质条件和边坡工程安全等级综合确定,且应力监测点与位移监测点宜布设在同一断面。

5.2.2 建筑边坡工程的深层水平位移测点应符合下列规定：

1 监测桩身深层水平位移时，单位工程监测点数量不宜少于 3 个，测斜管宜埋设在桩身混凝土内，管底应与桩端齐平，管长不应小于桩长；

2 监测岩土体深层水平位移时，同一分析断面上测点数量不宜少于 3 个，且宜布设在位移监测断面上，测斜管可布设在坡顶后缘 $H/5$ 范围内，管底应嵌入到稳定岩土层或坡脚标高以下不少于 5m 的土体中；

3 深层水平位移监测点埋设时，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。

5.2.3 锚杆(索)轴力监测应选择在设计计算受力较大且有代表性的位置。边坡每段中部、阳角处和地质条件复杂的区段内宜布设监测点。每层锚杆(索)的内力监测点数量应为锚杆(索)总数的 1%~3%，且每段边坡不应少于 3 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代表性的位置。

5.2.4 边坡地表及支护结构裂缝监测点应布设在有代表性的部位，当原有裂缝增大或出现新裂缝时，应视开裂情况及时增设监测点。裂缝监测点宜设置在裂缝的最宽处及裂缝末端，监测内容包括裂缝的长度、宽度和分布形态。

5.3 周边环境

5.3.1 当边坡邻近轨道交通、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，监测点的布设尚应满足相关管理部门的技术要求。

5.3.2 周边建(构)筑竖向位移监测点的布设应符合下列规定：

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

- 2 不同地基或基础分界处；
- 3 变形缝、抗震缝或严重开裂处的两侧；
- 4 新、旧建筑或高低建筑交接处的两侧；
- 5 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。

5.3.3 周边建(构)筑物水平位移监测点的布设应符合下列规定：

- 1 靠近边坡一侧的外墙墙角、外墙中间部位；
- 2 靠近边坡一侧的伸缩缝、沉降缝、严重开裂处的两侧；
- 3 其他部位监测点布设可视工程实际情况按《建筑变形测量规范》JGJ8 的要求确定。

5.3.4 周边建(构)筑物倾斜监测点的布设应符合下列规定：

- 1 监测点宜布设在建筑角点、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、下监测点应布设在同一竖直线上。

5.3.5 周边建(构)筑物裂缝、地表裂缝监测点应选择有代表性的裂缝进行布设，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。

5.3.6 周边管线监测点的布设应符合下列规定：

- 1 应根据管线的修建年份、类型、材质、尺寸、接口形式及现状等情况，综合确定监测点布设和埋设方法，应对重要的、距离坡肩近的、抗变形能力差的管线进行重点监测；

- 2 监测点宜布设在管线的节点、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，且每节管线不应少于2点；

- 3 供水、煤气、供热等压力管线宜设置直接监测点，也可利用窰井、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。

5.3.7 边坡开挖过程中的爆破振动监测点布设应符合下列规定：

1 监测点应主要布设在距爆破中心较近的支护结构、建(构)筑物及管线上；

2 支护结构监测点宜布设在其底部及顶部，监测点数量不宜少于2个；

3 建(构)筑物监测点宜布设在基础上，每栋建(构)筑物监测点数量不宜少于3个；

4 管线监测点宜直接布设在管线结构上，监测点数量不宜少于2个。

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工程地质、地形条件、支护结构类型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 建筑边坡工程监测网的基准点、工作基点布设应符合下列规定:

1 监测网宜按基准点、工作基点以及变形监测点三级布设;对于通视条件较好的中小型工程,可按两级布设;每个工程的基准点数量不应少于3个;

2 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。水平位移基准点应采用带有强制对中装置的观测墩,对中误差不宜大于0.1mm;竖向位移基准点宜采用双金属标或钢管标;

3 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,宜直接将基准点作为工作基点。工作基点应与基准点进行组网和联测;

4 基准点的埋设方法应符合《工程测量标准》GB50026的相关要求。基准点埋设后,应进行不少于三次的独立观测,经解算表明稳定后方可进行监测。

6.1.3 建筑边坡工程监测基准网的布设应符合下列规定:

1 水平位移和竖向位移监测基准网宜采用独立平面和高程系统,必要时,可与国家平面和高程系统或所在地方的平面和高程系统联测;

2 基准网的精度不应低于变形监测网的精度,精度估算可

按《工程测量标准》GB50026 的相关规定执行；

3 竖向位移监测基准网应布设成环形网并采用水准测量的方法观测；

4 监测基准网应每隔 3~6 个月复测一次，复测成果应进行基准网稳定性分析。

6.1.4 对同一监测项目，每次监测时应处于基本相同的环境和条件下，并宜固定人员采用同一监测仪器和设备、同样的观测方法和观测路线。

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 3 次稳定测量值的平均值。

6.1.6 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 支护结构及坡面水平位移监测可采用极坐标法、交会法、小角法、视准线法等方法。为提高监测效率，有条件时也可采用测量机器人自动观测法、GNSS 法、近景摄影测量法、激光扫描法等。

6.2.2 当测定建(构)筑物特定方向的水平位移时，可采用视准线、测边角等方法；当测定建(构)筑物任意方向的水平位移时，可视观测点的分布情况，采用前方交会或极坐标等方法。单个建筑亦可采用直接量测位移分量的方向线法。

6.2.3 采用交会法进行水平位移监测时宜采用测角、测边、边角前方交会法，并应符合下列规定：

1 在交会实施前应根据交会图形和交会方法进行精度估算；

2 交会角宜保持在 60° 至 120° ；

3 测角交会时，工作基点到监测点的距离不宜大于 300m；

侧边交会时,交会边长宜相等且不宜大于 600m;

4 三点或三边交会法测量时,应根据两次测量结果进行监测点位精度评定。

6.2.3 支护结构及坡面、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 6.2.3 确定。

表 6.2.3 水平位移监测精度要求

水平位移 预警值	累计值 $D(\text{mm})$	$D \leq 40$		$40 < D \leq 60$	$D > 60$
	变化速率 $V_D(\text{mm}/\text{d})$	$V_D \leq 2$	$2 < V_D \leq 4$	$4 < V_D \leq 6$	$V_D > 6$
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。

6.3 竖向位移监测

6.3.1 竖向位移监测包括支护结构及坡面、周边地表、建(构)筑物、管线、道路等的竖向位移观测。竖向位移监测宜采用几何水准测量、电磁波测距三角高程测量,也可采用静力水准测量、GNSS 测量等方法。

6.3.2 建(构)筑物竖向位移观测可采用几何水准、电磁波测距三角高程、静力水准测量等方法。

6.3.3 竖向位移监测的精度应根据竖向位移预警值按表 6.3.3 确定。

表 6.3.3 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 $v_S(\text{mm}/\text{d})$	$v_S \leq 2$	$2 < v_S \leq 4$	$4 < v_S \leq 6$	$v_S > 6$
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。

6.3.4 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,宜采用联通管式静力水准;

2 当采用多组串联方式构成观测路线时,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。

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抗滑桩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 测斜管应在边坡施工前埋设,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 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 测斜仪探头放入测斜管底,恒温一段时间后自下而上沿导槽每隔 0.5m 或 1.0m 逐段量测。每监测点均应进行正、反两次量测,并取其平均值作为最终值。

6.4.5 深层水平位移计算时,应确定位移起算点。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 坡顶建筑物倾斜监测

6.5.1 建(构)筑物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(构)筑物倾斜监测精度应符合国家现行标准《工程测量标准》GB50026 及《建筑变形测量规范》JGJ 8 的有关规定。

6.5.3 对建(构)筑物进行倾斜观测时,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;

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斜方向。

6.5.4 倾斜观测作业应避免风荷载影响大的时间段。对于高层和超高层建筑的倾斜观测,尚应避免日照强烈时间段。

6.6 裂缝监测

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

6.6.2 边坡工程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设置标志,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、直接凿出法等。

6.6.4 裂缝宽度量测精度不宜低于 0.1mm,裂缝长度测量精度不宜低于 1mm。

6.7 锚杆轴力监测

6.7.1 锚杆轴力监测宜采用专用测力计、钢筋应力计等元器件进行量测。

6.7.2 锚杆专用测力计、钢筋应力计等元器件的量程宜为轴向拉力设计值的 1.5 倍,量测精度不宜低于 $0.5\%F \cdot S$,分辨率不宜低于 $0.2\%F \cdot S$ 。

6.7.3 测力元器件埋设后应立即对其性能进行检查测试,并取边坡岩土体开挖前获得的三次以上稳定测试值的平均值作为初始值。

6.8 地下水位监测

6.8.1 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。

6.8.2 地下水位量测精度不宜低于 10mm。

6.8.3 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。

6.8.4 水位监测管的安装应符合下列规定:

- 1 水位监测管的导管段应顺直,内壁应光滑无阻,接头应采用外箍接头;
- 2 观测孔孔底应设置沉淀管;
- 3 观测孔内水位应与地层水位保持一致,且连通性良好。

6.9 爆破振动监测

6.9.1 建筑边坡工程施工采用爆破技术时,应对周边建(构)筑物进行爆破振动监测。

6.9.2 爆破振动监测应对爆破过程中爆破质点振动的速度、加速度及分布规律进行监测,并分析确定爆破振动对边坡工程的振动影响。

6.9.3 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,地面测点传感器不应置于松软地面以及不平整、不密实的构件表面;

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,监测期内整个监测系统应处于良好工作状态。

6.9.4 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》GB6722 的有关规定。

7 监测频率

7.0.1 监测频率的确定应符合设计和委托的要求,并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 边坡工程安全等级为一级的边坡,施工期间的现场巡视检查宜每天进行一次;边坡工程安全等级为二级的边坡工程,现场巡视检查宜每1~2天进行一次;运行期间巡视检查频率视工程实际情况确定。

7.0.3 施工期间各监测项目的监测频率可根据边坡安全等级及施工进度,按表7.0.3-1、表7.0.3-2要求确定。

表 7.0.3-1 土质边坡施工监测项目的监测频率

边坡工程安全等级	边坡高度或施工开挖高度 H(m)		
	$H \leq 5$	$5 < H \leq 10$	$H > 10$
一级	1次/(8d~13d)	1次/(5d~8d)	1次/(3d~5d)
二级	1次/(11d~16d)	1次/(8d~11d)	1次/(6d~8d)
三级	1次/(18d~23d)	1次/(15d~18d)	1次/(13d~15d)

表 7.0.3-2 岩质边坡施工监测项目的监测频率

边坡工程安全等级	边坡高度或施工开挖高度 H(m)		
	$H \leq 15$	$15 < H \leq 25$	$H > 25$
一级	1次/(10d~15d)	1次/(7d~10d)	1次/(5d~7d)
二级	1次/(13d~18d)	1次/(10d~13d)	1次/(8d~10d)
三级	1次/(20d~25d)	1次/(17d~20d)	1次/(15d~17d)

7.0.4 边坡竣工后开始实施的使用期监测,监测频率可根据边坡类型及边坡竣工后运行时间按表7.0.4确定。

表 7.0.4 边坡使用期监测项目的监测频率

边坡岩土体 类型	边坡竣工后运行时间			
	6个月以内	6个月~12个月	12个月~18个月	18个月~24个月
岩质边坡	1次/30d	1次/60d	1次/90d	1次/90d
土质边坡	1次/30d	1次/30d	1次/60d	1次/90d

7.0.5 当监测过程中出现下列情况之一时,应加强监测,加大监测频率,必要时应实时跟踪监测:

1 施工过程中发现勘察未查明的不良地质条件,并可能影响工程安全;

2 边坡岩土体出现严重渗漏或流砂等现象;

3 坡顶地表出现严重开裂现象;

4 支护结构内力、位移监测值达到预警值;

5 边坡土体或支护结构位移变化速率异常;

6 支护结构出现明显变形、开裂现象;

7 坡顶建(构)筑物、道路产生较大不均匀竖向位移或出现影响结构安全的裂缝;

8 坡顶地下管线出现明显变形、开裂及泄露现象;

9 出现其他影响边坡及周边环境安全的异常情况。

8 监测预警

8.0.1 变形监测预警值应包括监测项目的累计变化预警值 and 变化速率预警值。

8.0.2 应力监测项目预警值应根据荷载设计值或构件承载力设计值控制。

8.0.3 边坡监测预警项目及预警值应由边坡工程设计方确定，当无具体要求时，可按表 8.0.3 确定。

表 8.0.3 边坡监测项目预警值

监测类型	预警项目		监测等级					
			一级		二级		三级	
			累计值 (mm)	变化速率 (mm/d)	累计值 (mm)	变化速率 (mm/d)	累计值 (mm)	变化速率 (mm/d)
变形监测	无 支 撑	地表水平位移	30~40	2~3	40~60	3~4	50~70	4~6
		地表竖向位移	20~40	2~3	30~50	3~4	40~60	4~6
		深层水平位移	35~55	2~3	50~70	3~4	60~80	4~6
		地表裂缝宽度	10~30	2~3	10~30	3~4	10~30	3~4
	有 支 撑	墙(桩)顶水平位移	15~25	2~3	20~30	3~4	25~40	4~5
		墙(桩)顶竖向位移	15~25	2~3	20~30	3~4	25~35	4~5
		墙(桩)顶深层 水平位移	15~25	2~3	20~30	3~4	25~40	4~5
内力监测	支撑结构内力	(60%~70%)I	-	(70%~80%)I	-	(70%~80%)I	-	
地下水监测	地下水水位变化	1000 (常年变幅以外)	300	1000 (常年变幅以外)	300	1000 (常年变幅以外)	300	

注:1 [为构件承载力设计值;

2 岩质边坡取较小值,土质边坡取较大值;

3 当监控预警项目的变化速率达到表中规定值或连续 3d 超过该值的 70%时,应预警;

4 无支护的岩质边坡水平位移大于 5mm 时应预警;

5 嵌岩桩或墙位移预警值宜按表中 50%取用。

8.0.4 边坡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 8.0.4 确定。

表 8.0.4 边坡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
地下水水位变化			1000~2000 (常年变幅以外)	500	
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	
临近建筑位移			小于建筑物地基 变形允许值	2~3	
邻近道路路基 竖向位移	高速公路、主干道路		10~30	3	
	一般城市道路		20~40	3	
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》GB50007 的有关规定取值。

8.0.5 监测数据达到预警值时,应立即预警,通知有关各方及时

分析原因并采取相应措施。

8.0.6 边坡工程发生下列情况之一时,应立即预警,同时增加监测频率并调整监测方案:

- 1 变形量或变形速率出现异常变化;
- 2 变形量达到或超出预警值;
- 3 边坡影响范围内出现崩塌、滑坡迹象;
- 4 坡顶邻近建筑出现新裂缝、原有裂缝有新发展;
- 5 边坡底部或周围岩土体已出现可能导致边坡剪切破坏的迹象或其他可能影响安全的征兆;
- 6 边坡影响范围或周边建(构)筑物及地表出现异常;
- 7 根据当地工程经验判断已出现其他应预警的情况。

9 数据处理与信息反馈

9.0.1 边坡工程监测过程中应及时反馈监测信息,以达到边坡工程维护与管理的动态化与信息化。

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到观测记录表中;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现场条件或边坡开挖工况描述;

3 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,并应具备数据采集、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。

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 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志,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志,并有分析和建议;

7 其他相关说明。

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设图;

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 监测点布设;

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及整体评述;

9 监测工作结论与建议。

附录 A 水平位移、竖向位移监测日报表

表 A 水平位移、竖向位移监测日报表

第()次

工程名称: 报表编号: 天气:

仪器型号: 仪器编号:

本次监测时间: 上次监测时间:

点号	累计位移量(mm)	本次变化量(mm)	变化速率(mm/d)	备注
工程描述:				
简要分析及判断性结论:				
监测单位:				

批准:

审核:

编制:

第 页 共 页

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

孔号()第()次

工程名称: 报表编号: 天气:

仪器型号: 仪器编号:

本次监测时间: 上次监测时间:

深度 (mm)	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:			
监测单位:			

批准:

审核:

编制:

第 页 共 页

附录 C 支撑轴力、锚杆轴力监测日报表

表 C 支撑轴力、锚杆轴力监测日报表
第()次

工程名称： 报表编号： 天气：
 仪器型号： 仪器编号：
 本次监测时间： 上次监测时间：

组号	点号	深度 (mm)	上次测值 (kN)	本次测值 (kN)	本次变化 (kN)	累计变化 (kN)	备注
工况描述：							
简要分析及判断性结论：							
监测单位：							

批准： 审核： 编制：

附录 E 巡视检查日报表

表 E 巡视检查日报表

第()次

工程名称:

报表编号:

天气:

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		
	支护结构构件开裂、变形		
	锚杆锚头松动、锚具夹片滑动		
	挡墙墙体开裂、变形		
	抗滑桩(排桩)或肋柱柱体变形、破损、钢筋外露、保护层开裂		
	排水孔堵塞、变形		
	其他		
边坡岩土体	坡面有无开裂、脱落		
	坡面、坡脚土体鼓胀、滑移、渗水		
	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		
	边坡开挖分度长度及分层厚度		
	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		
	坡顶地面堆载情况		
	爆破后岩体是否出现松动		
其他			

分类	巡视检查内容	巡视检查结果	备注
周边环境	管道破损、泄露情况		
	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		
工况描述：			
简要分析及判断性结论：			
监测单位：			

批准：

审核：

编制：

本规范用词说明

1 为了便于在执行本规范条文时区别对待,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 规范中指明应按其他有关标准执行时,写法为:“应符合……的规定(或要求)”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《建筑边坡工程技术规范》GB 50330
- 2 《工程测量标准》GB 50026
- 3 《建筑变形测量规范》JGJ 8
- 4 《建筑基坑工程监测技术标准》GB 50497
- 5 《工程测量基本术语标准》GB/T 50228
- 6 《煤炭工业露天矿边坡工程检测规范》GB 51214
- 7 《工程测量通用规范》GB 55018
- 8 《建筑地基基础设计规范》GB 50007

重庆工程建设

重庆市工程建设标准

建筑边坡工程监测技术标准

DBJ50/T-445-2023

条文说明

2023 重 庆

重庆工程建设

目 次

1	总则	41
3	基本规定	43
4	监测项目	45
5	监测点布设	46
5.1	一般规定	46
5.2	边坡和支护结构	46
5.3	周边环境	46
6	监测方法及精度要求	48
6.1	一般规定	48
6.2	水平位移监测	49
6.3	竖向位移监测	49
6.4	深层水平位移监测	49
6.5	坡顶建筑物倾斜监测	50
6.6	裂缝监测	50
6.7	锚杆轴力监测	50
6.9	爆破振动监测	51
7	监测频率	52
8	监测预警	53
9	数据处理与信息反馈	54

重庆工程建设

1 总 则

1.0.1 边坡包括人工边坡和自然边坡,人工边坡是指由于工程建设而开挖与填筑的斜坡,自然边坡是指危及工程安全而需治理的天然斜坡。边坡是人类工程活动中最基本的地质环境之一,也是工程建设中最常见的工程形式。边坡失稳破坏严重危及到公共财产和人们的生命安全。随着我国基础设施建设的大力发展,在建筑、市政等行业都涉及到大量的边坡工程问题。增强边坡安全意识,科学合理有效地进行设计、施工、监测,防止出现边坡失稳事故,确保工程具有足够的安全性,是工程技术人员应高度重视的问题。

对建筑边坡工程进行监测,通过相应手段获取边坡坡体力学场变化的定量数据,来评价边坡的稳定性和边坡岩土体的变形趋势,并设定相应的具有一定安全度的监测预警值,把边坡失稳破坏发现于未发生或仅处于萌芽状态,以便及早预防与整治,达到事半功倍的良好效果。对于建筑工程边坡监测,目前国家及重庆市地方均没有专门的规范可以遵循,主要参考其他规范中的章节,如《建筑基坑支护技术规程》JGJ120-2012,《工程测量标准》GB50026-2020,《建筑边坡工程技术规范》GB50330-2013,《工程测量通用规范》GB55018-2021等,但针对性不强。因此有必要规范边坡工程的监测工作,以便根据边坡工程监测反馈资料,对边坡工程的工作状况进行实时分析与判断,以尽量消除或减小边坡工程的安全隐患。为了保证监测质量,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,确保建筑边坡和周边环境的安全、稳定,制定本标准。

1.0.2 本标准适用于建筑工程和市政工程开挖或填筑施工所形成的人工边坡和对构筑物安全或稳定有不利影响的自然边坡的

监测,以及边坡影响范围内或影响边坡安全的岩土体、水系、建(构)筑物等的监测。

1.0.3 边坡的工程地质条件、设计方案、施工条件等的不同,决定着边坡的破坏模式、受力特点的不同,边坡工程影响范围内的建(构)筑物、管线等周边环境对边坡工程的设计施工具有很大的影响,因此边坡监测前,应充分掌握相关资料,结合边坡的结构类型及受力特点,将监测点设置在能充分反映边坡工作状态的特征点上,同时也需要在周边建构(筑)物、管线地面上设置相应的监测点。

1.0.4 建筑边坡工程监测要遵守的标准很多,除了本标准外,尚应遵守现行《建筑边坡工程技术规范》GB50330、《工程测量标准》GB50026、《建筑变形测量规范》JGJ8、《建筑基坑支护技术规程》JGJ120、《工程测量通用规范》GB55018等。

3 基本规定

3.0.1 坡顶有重要建(构)筑物的一级边坡工程风险较高,破坏后果严重,因此规定坡顶有重要建(构)筑物的一级边坡工程施工时应进行监测,并明确了必须的监测项目,其他监测项目应根据建筑边坡工程施工的技术特点、难点和周边环境,由设计单位确定。

3.0.2 对建筑边坡进行监测是技术性比较强的一项工作,技术人员除了解测试仪器的性能、熟练操作仪器外,还应对整个监测项目的变形特性、监测点的位移特征以及规范的运用熟练掌握,才能做到规范操作、确保质量,因此操作人员应参加专业的培训并取得资质。

3.0.3 为了保证监测数据的客观、准确,对于发现的变形,应做到各个监测点的互相验证和现场巡视检查结果的验证。多个边坡垮塌事故证明,边坡垮塌发生前滑坡体周边往往会出现裂缝、塌陷等异常变形,这方面变形完全可以通过巡视检查及时发现。现场巡视检查直观、快速,且能发现整体性的一些变形因素,因此在工作中应重视现场巡视检查。仪器设备和元件的精度、量程应满足观测要求,且应经过校准或标定,处于良好状态。

3.0.4 本条给出了边坡工程监测工作的组织方法,监测项目和要求应由边坡设计单位提出。为确保边坡工程监测工作顺利、有效和可靠地进行,应编制边坡工程监测方案。

3.0.5 监测方案是监测单位实施监测的重要依据和文件,本条根据《建筑边坡工程技术规范》GB50330 中对监测方案的要求,结合工程的实际需要,提出了监测方案中应包括的内容。

3.0.6 实施动态设计和信息化施工的关键是监测成果的准确、及时反馈,监测单位应建立有效的信息处理和信息反馈系统,将

监测成果准确、及时地反馈到建设、监理、施工、设计等单位。尤其是当监测值到达预警值时应立即通报建设单位及相关单位,以便建设单位及有关各方及时分析原因、采取措施。

3.0.7 监测期间,监测单位应做好基准点、工作基点、监测点、传感器及导线等监测设施和元器件的保护。在整个监测过程中,相关参建单位应协助监测单位做好保护工作,施工作业中不得破坏监测设施,保证监测设施的完好、有效。

3.0.9 随着现代科学技术的发展,各类测试仪器的数字化、自动化以及物联网技术的应用,使得监测数据自动采集并远程传输成为可能。自动化监测是行业发展的大势所趋,同时采用自动化监测也实现了人工监测无法达到的高频率监测。由于自动化监测与常规监测手段的技术方法和要求以及侧重点差别较大,它单独属于一个门类。监测点布设、监测频率、监测预警等常规监测手段的技术要求用于自动化监测上面显然是不太合理的,具体应参考对应的现行自动化监测标准。因此本标准中技术要求部分对于自动化监测这一方面并没有进行展开,本条仅对自动化监测做了基本要求并予以推荐。

4 监测项目

4.0.1 建筑边坡工程监测是一个系统,系统内的各项目监测有着必然的、内在的联系。某一单项的监测结果往往不能反映边坡的整体情况,需形成一个完整的互为验证的测试系统,才能反映边坡的实际情况,通过各监测项目之间的内在联系做出准确判断。

4.0.2 边坡工程监测项目的确定可根据其地质环境、安全等级、边坡类型、支护结构类型和变形控制等条件,经综合分析后确定,当无相关地区经验时可按表 4.0.2 确定监测项目。

4.0.4 裂缝检查是巡视检查中非常重要的一项内容。发现裂缝后,要及时准确的做好记录,主要内容有裂缝的位置、范围、走向、长度、缝口宽度和发现时间等,必要时可绘制裂缝图。

4.0.5 巡视检查主要以目测为主,配以简单常见的工具,方法快速、周期短,可以及时弥补仪器监测的不足。

4.0.6 各巡视检查项目之间大多存在着内在的联系,记录好各个项目的巡视检查结果是监测分析工作提供完整资料。通过和仪器监测数据对比,可以把定性、定量结合起来,更加全面地分析边坡的工作状态,做出正确的判断。

5 监测点布设

5.1 一般规定

5.1.1 测点的位置应尽可能地反映监测对象的实际受力、变形状态,以保证对监测对象的状况作出准确的判断。在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,以便更加准确地反映监测对象的受力和变形特征。

5.1.3 边坡及周边环境是一个系统,相互之间有着内在的必然联系,把同一监控区域的不同监测项目尽可能地设在同一监测断面上,有利于监测数据的相互印证以及对变化趋势的准确分析、判断。

5.2 边坡和支护结构

5.2.3 为了分析不同工况下锚杆(索)轴力的变化情况,对监测到的锚杆(索)轴力值与设计计算值进行比较,各层监测点位置在竖向上宜保持一致。锚头附近位置锚杆拉力大,当用锚杆测力计时,测试点宜设置在锚头附近。

5.3 周边环境

5.3.2 为了反映建筑沉降的特征和便于分析,监测点应布设在四角、拐角等特征点上,还应注意竖向位移差异较大的地方,如沉降缝、不同结构交接处等的两侧。

5.3.5 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。裂缝宽度观测可采用电阻式裂缝计、游标卡尺量测、已知目标尺寸的高清图像像素推算等方法。

5.3.6 管线的监测分为直接法和间接法。所谓直接法就是采用抱箍、套管等辅助装置与管线刚性连接,易于观测的抱箍、套管等辅助装置的变位即是管线的变位;所谓间接法就是不直接观测管线本身,而是通过观测管线周边的岩土体,分析管线的变形。

6 监测方法及精度要求

6.1 一般规定

6.1.1 支护结构类型及地质、地形条件的差异是选择监测方法和布设测点的决定性因素,选择监测方法时还应考虑周边的环境如轨道交通、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进行综合确定。

6.1.2 变形监测网的网点宜分为基准点、工作基点和变形监测点。基准点不应受边坡施工以及周边环境变化的影响,应设置在位移和变形影响范围以外、位置稳定、易于保存的地方,并应定期复测,以保证基准点的可靠性。每期变形观测时均应将工作基点与基准点进行联测。

6.1.3 边坡变形监测的主要对象是支护结构、岩土体及周边建筑物,采用独立坐标系即可满足要求。一般情况下不需要与国家平面和高程系统进行联测。为了减轻监测工作的负担,基准网点位精度与监测点点位精度相等即可。在监测期间,基准网的稳定性直接影响监测成果的可靠性,因此要定期对基准网进行复测,并结合现场巡视结果以及支护结构内力监测结果,分析评定监测结果是否存在异常。基准网稳定性分析可按《工程测量标准》GB50026 的相关要求执行。

6.1.4 设备误差、人员误差是观测误差的重要部分,通过设备、人员、观测方法统一等手段可有效降低因设备、人员等引起的误差,将系统误差减到最小。

6.2 水平位移监测

6.2.1 在进行水平位移监测时,应根据现场的条件,结合不同观测方法的特点选用合适的方法。在条件允许时,优先采用精度较高的小角法和视准线法。极坐标法和交会法的精度较低,但对于通视条件要求较低。当现场监测点距离基准点较远或通视条件较差时,可采用 GNSS 法、近景摄影测量法等精度较低的方法。该类方法采用前,应评估测试精度是否满足测试要求的精度。

6.2.3 确定水平位移的监测精度时,考虑了以下几方面因素:一是预警值的控制要求;二是与现有测量标准规定的测量精度相协调;三是在控制监测成本的前提下适当提高精度要求。

对于水平位移累计值,依据现行行业标准《建筑变形测量规范》JGJ 8,以允许变形量的 $1/10 \sim 1/20$ 为测量精度。但这样的精度远不能满足边坡变形的观测要求。本标准以 2 倍中误差作为极限误差,同时考虑不同边坡安全等级的变形速率预警值分布特征,制定本条监测精度,与现行行业标准《建筑变形测量规范》JGJ 8 的观测精度等级一等、二等基本上相匹配。

6.3 竖向位移监测

6.3.3 竖向位移监测精度确定方法与水平位移监测精度基本相同,并与现行行业标准《建筑变形测量规范》JGJ 8 的观测精度等级一、二、三等相匹配。

6.4 深层水平位移监测

6.4.2 本条规定能满足本标准深层水平位移监测预警值的监测要求,同时考虑了国内外现有的大部分测斜仪都能达到此精度。

在此基础上再提高精度,目前成本过高。

6.4.4 进行正、反两次量测的目的是为了消除仪器误差,也是仪器测试原理的要求。

6.5 坡顶建筑物倾斜监测

6.5.1 根据不同的现场观测条件和要求,当被测建筑具有明显的外部特征点和宽敞的观测场地时,宜选用投点法、水平角观测法、前方交会法等;当被测建筑内部有一定的竖向通视条件时,宜选用垂准线法;当被测建筑具有较大的结构刚度和基础刚度时,可选用倾斜仪法或差异沉降法。

6.6 裂缝监测

6.6.3 贴埋标志方法主要针对精度要求不高的部位。可用石膏饼法在测量部位粘贴石膏饼,裂缝宽度发展时,由于石膏不易变形的特性会随之开裂;或用粘贴玻璃片的方法,玻璃片宽度约10mm,长度约15cm,跨过裂缝粘贴,玻璃片中部位置刻一划痕,裂缝发展时,玻璃片首先在中部断裂;或用金属片固定法把两块白铁皮分别固定在裂缝两侧,并相互紧贴,再在铁片表面涂上油漆,裂缝发展时,两块铁片逐渐拉开,露出的未油漆部分铁片宽度即为新增的裂缝宽度。

6.7 锚杆轴力监测

6.7.3 锚杆专用测力计、应力计或应变计应在锚杆受力前安装并取得初始值。根据质量要求,锚杆或土钉锚固体未达到足够强度不得进行下一层土方的开挖,因此一般应保证锚固体有一定的养护时间后才允许下一层土方开挖。

6.9 爆破振动监测

6.9.1 随着爆破技术在基础建设领域的广泛应用,爆破点周边的建(构)筑物、边坡常常出现开裂、垮塌等问题,为预测和控制工程爆破所产生的振害问题,应对爆破点周边建(构)筑物、边坡等实施爆破振动监测。

6.9.3 当被测对象是岩石或混凝土介质时,应保证传感器与被测物之间的刚性粘接,使传感器与被测物体连成一个整体。

7 监测频率

7.0.3 监测周期应能满足准确、及时地反应不同施工工况下监测对象随时间的变化规律的要求,同时也要兼顾监测成本,合理布设监测工作量。考虑到土质边坡与岩质边坡的破坏模式存在较大差异,本条针对土质边坡、岩质边坡分别提出了监测频率。两种类型边坡的监测频率是基于以下原则并结合经验提出的:

1 监测等级高,监测频率相应要提高;

2 边坡开挖深度较小时,频率较低,随着开挖深度加大监测频率相应提高;

3 岩质边坡总体上比土质边坡监测频率低,自稳能力高,岩质边坡应比稳定性差的边坡监测频率低。

7.0.5 边坡岩土体、支护结构构件、周边环境三部分列出的这些现象,经实践证明往往是边坡破坏的前兆,应立即加大监测频率,同时进行危险警示,并及时通知参建各方采取处理措施。岩质边坡破坏前的征兆往往并不明显,在较小的变形条件、较短的时间内可能出现突然破坏,因此提出了更严格的预警要求,即锚杆等内力监测值出现骤然增大时,应立即报警,以便查明原因,及时提出处理措施。

8 监测预警

8.0.1 边坡工程监测预警不但要控制监测项目的累计变化量，还要注意控制其变化速率。累计变化量反映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故的先兆。因此在确定监测预警值时应同时给出变化速率和累计变化量，当监测数据超过其中之一时，应及时预警。有关各方应及时分析原因，判断监测对象的工作状态，并采取相应措施。

8.0.4 表 8.0.4 是根据调研结果并参考相关标准及有关地方经验确定的。

9 数据处理与信息反馈

9.0.4 监测系统内的各个监测项目之间有着必然的、内在的联系。某一单项的监测结果往往不能揭示和反映整体情况,要结合相关项目的监测数据和自然环境、施工工况、地质条件等及以往数据进行综合分析,才能把握边坡及周边环境的真实工作状态。

9.0.5 随着物联网应用的普及,使得信息管理系统的网络化成为可能。为了及时反馈监测信息,使相关各方能及时掌握,本标准推荐采用信息化管理系统,做到监测成果的共享。

9.0.6 对大量的测试数据进行综合整理后,应将结果制成表格。为了便于直观表达变化趋势,尚应采用绘制变化曲线的方法,让工程技术人员能够一目了然,以便于通过分析对比及时发现问题。

9.0.7 当日报表是信息化施工的重要依据。每次测试完成后,监测人员应及时进行数据处理和分析,形成当日报表,提供给委托单位和有关方面。当日报表强调及时性和准确性,对监测项目应有正常、异常和危险的判断性结论。

9.0.8 阶段性报告是经过一段时间的监测后,监测单位通过对以往数据的比对,总结出的变化规律和发展趋势,用于总结经验并指导下一步的施工。报告的形式是文字叙述和图形曲线相结合,对于监测项目的变化过程和发展趋势应以曲线表达。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依据。

9.0.9 总结报告是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与教训,为以后类似工程的设计、施工和监测提供参考。