

ICS 00.000.00  
CCS 000

DB65

新疆维吾尔自治区地方标准

J00000-2025

DB65/T 80000-2025

---

# 建筑边坡工程监测技术标准

Technical standard for monitoring of building slope  
engineering

（征求意见稿）

2025-00-00 发布

2025-00-00实施

---

新疆维吾尔自治区住房和城乡建设厅  
新疆维吾尔自治区市场监督管理局

发布

新疆维吾尔自治区地方标准

# 建筑边坡工程监测技术标准

**Technical standard for monitoring of building slope  
engineering**

J00000-2025

DB65/T 80000-2025

主编部门：新疆维吾尔自治区住房和城乡建设厅

批准部门：新疆维吾尔自治区住房和城乡建设厅

实施日期：2025 年 月 日

中国建材工业出版社

2025北京

## 前言

根据新疆维吾尔自治区住房和城乡建设厅、新疆维吾尔自治区市场监督管理局《关于发布2024年第二批自治区工程建设地方标准制(修)订计划的公告》(【2024】第11号)的要求,编制组经深入调查研究,认真总结实践经验,参考国内外先进标准,并在广泛征求意见的基础上,制定本标准。

本标准共有11章和5个附录,主要技术内容包括: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等。

本标准由自治区住房和城乡建设厅负责管理,由新疆大学负责具体技术内容的解释。本标准在实施、应用过程中,希望各单位注意收集资料,总结经验,并将需要修改、补充的意见和有关资料反馈给新疆大学(地址:新疆乌鲁木齐市水磨沟区华瑞街777号新疆大学博达校区北区建筑工程学院,电话:0991-8592256,邮编:830047),以便今后修订时参考。

主编单位：新疆大学

新疆维吾尔自治区建设工程质量总站

参编单位：大元建业集团股份有限公司

新疆兴禹建设工程有限公司

新疆中力勘察设计研究院（有限公司）

沙雅金城建设工程有限公司

新疆塔建三五九建工有限责任公司

中交第二公路工程局有限公司库尔勒分公司

中交二公局第五工程有限公司

中交第二公路工程局有限公司

主要起草人：雷宽久 秦拥军 谢良甫 谢元堂

刘 珊 罗 玲 梁 芮 何 鹏

付笑宇 刘 烨 吴 越 毛玉春

李燕勇 雍书阁 刘永近 蒲海洋

王 滢 张雨晗 齐志豪 将博达

葛 强 马 兵 张小建 金永飞

吴易来

主要审查人：闫新陆 刘学军 蔡松清 张 忠

詹 亮 顾安林 张 晔

# 目 次

|    |                      |    |
|----|----------------------|----|
| 1  | 总则 .....             | 1  |
| 2  | 术语 .....             | 2  |
| 3  | 基本规定 .....           | 7  |
| 4  | 监测项目 .....           | 13 |
| 5  | 监测点布设 .....          | 17 |
|    | 5.1 一般规定 .....       | 17 |
|    | 5.2 边坡和支护结构 .....    | 18 |
|    | 5.3 周边环境 .....       | 19 |
| 6  | 监测方法及精度要求 .....      | 22 |
|    | 6.1 一般规定 .....       | 22 |
|    | 6.2 水平位移监测 .....     | 24 |
|    | 6.3 竖向位移监测 .....     | 25 |
|    | 6.4 深层水平位移监测 .....   | 27 |
|    | 6.5 裂缝监测 .....       | 28 |
|    | 6.6 锚杆轴力监测 .....     | 29 |
|    | 6.7 地下水位监测 .....     | 30 |
| 7  | 监测频率 .....           | 31 |
| 8  | 智能化监测系统 .....        | 34 |
|    | 8.1 系统智能要求 .....     | 34 |
|    | 8.2 传感器 .....        | 37 |
|    | 8.3 数据采集与传输 .....    | 38 |
|    | 8.4 监测系统 .....       | 40 |
|    | 8.5 系统维护和管理要求 .....  | 41 |
|    | 8.6 远程监控系统技术要求 ..... | 42 |
| 9  | 监测预警 .....           | 47 |
| 10 | 数据处理与信息反馈 .....      | 52 |

附录A 水平位移、竖向位移监测日报表 ..... 55

附录B 深层水平位移监测日报表 ..... 56

附录C 裂缝监测日报表 ..... 57

附录D 锚杆轴力监测日报表 ..... 58

附录E 边坡工程远程监控系统检查测试记录表 ... 59

本标准用词说明 ..... 60

引用标准名录 ..... 61

附：条文说明 ..... 64

# 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、指导信息化施工及运营期提供依据，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** 本标准适用新疆维吾尔自治区房屋建筑与市政工程(不包括基坑)的工程监测。

**1.0.3** 监测对象包括边坡岩土体、边坡支护结构、边坡环境及地下水监测。

**1.0.4** 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、施工条件、周边环境及后期的维护使用等因素，制定合理的监测方案，精心组织和实施监测。

**1.0.5** 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、新疆维吾尔自治区现行有关标准的规定。

## 2 术语

### 2.0.1 建筑边坡 building slope

在建筑场地及其临近区域内，由于建筑工程和市政工程建设需要而开挖或填筑形成的人工边坡，以及对建(构)物的安全或稳定性可能产生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

边坡影响范围内或影响边坡安全的岩土体、水系、建(构)筑物、道路及管网等的统称。

### 2.0.4 边坡设计安全等级 slope design safety grade

参照《建筑与市政地基基础通用规范》要求中的安全分级及其他要求。

### 2.0.5 边坡工程监测 slope engineering monitoring

边坡工程施工及使用过程中，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、反馈等工作。

#### **2.0.6 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。

#### **2.0.7 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。

#### **2.0.8 裂缝监测 crack monitoring**

对监测体上裂缝的宽度、长度、深度、走向及其变化等进行测量记录、分析的工作。

#### **2.0.9 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。

#### **2.0.10 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。

#### **2.0.11 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。

#### **2.0.12 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。

#### **2.0.13 监测频率 monitoring frequency**

单位时间内的监测次数。

#### **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。

#### **2.0.15 智能化监测系统 intelligent monitoring system**

综合计算机技术、通信技术及物联感知技术等构建的监测系统，实现监测数据的智能采集、传输、处理、预警、发布和反馈。

#### **2.0.16 全球导航卫星系统 global navigation satellite system**

是空基无线电导航定位系统，能在地球表面或近地空间的任何地点，为用户提供全天候的三维坐标和速度以及时间信息。

#### **2.0.17 冻融循环 freezing and thawing cycle**

结构件表面和内部所含水分的冻结和融化的交替出现，称为冻融循环。

#### **2.0.18 偶然荷载 occasional load**

指在基准期内不一定出现，而一旦出现其量值很大且持续时间短的荷载，如地震、风、暴雪、洪水等。

#### **2.0.19 冻土 frozen soil**

指零摄氏度以下，并含有各种岩石和土壤。一般可分为短时冻土、季节以及多年冻土。

#### **2.0.20 盐渍土 salty soil**

岩土和碱土以及各种盐化、碱化土壤的总称。

#### **2.0.21 膨胀土 expansive soil**

浸水后体积剧烈膨胀，失水后体积显著收缩的黏性土。

#### **2.0.22 三维激光扫描法测量 three station-dimensional laser scanning survey**

利用三维激光扫描仪按周期对边坡体进行扫描，结合相关软件系统获取边坡体的变形信息的测量方法。

#### **2.0.23 全站仪监测系统 total station monitoring system**

采用具有智能识别功能的全站仪和专用软件，对边坡体实现无人值守自动连续的数据采集、处理、分析、报警和图表输出等的技术系统。

### 3 基本规定

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

**3.0.2** 监测工作应使用符合要求的监测设备，并制定科学、合理的监测方案。监测数据应及时处理和分析，以确保边坡工程的安全性和稳定性。

**3.0.3** 边坡工程设计提出的监测技术要求包括监测项目、监测频率、监测预警值等。

**3.0.4** 建筑边坡工程监测工作应由设计单位提出监测项目和要求，由建设单位委托具备相应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。监测工作实施前，监测单位应编制监测方案，并经相关行业专家评审后方可实施。

**3.0.5** 监测单位应严格实施监测方案。当边坡在工程设计、施工或监测过程中有重大变更时，监测单位应与建设单位及相关单位研究并及时调整监测方案。

**3.0.6** 监测工作宜按下列步骤进行：

- 1 接受建设方或产权方的委托；

- 2 现场踏勘，收集相关资料；
- 3 制定监测方案并评审；
- 4 监测点的设置与仪器设备及元器件的校验、标定；
- 5 现场监测或数据的采集；
- 6 监测数据的处理、分析及信息反馈；
- 7 按委托方要求提交监测结果和报告。

**3.0.7 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 监测作业安全及其他管理制度；

**12 质量管理、监测作业安全及其他管理制度。**

**3.0.8** 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。

**3.0.9** 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。

**3.0.10** 遇冻融循环、特殊岩土或偶然荷载条件下的边坡，应加大监测频次。

**3.0.11** 使用期间的变形监测应符合下列规定：

**1** 监测内容、监测频率应根据监测对象的实际变形特征、结构特点和场地地质条件等确定；

**2** 对自施工期间延续的沉降监测、垂直度及倾斜监测、水平位移监测，工程竣工使用后第一年应观测3次或4次，第二年应至少观测2次，第三年后每年应至少观测1次，直至变形达到稳定状态为止；

**3** 当发生重大自然灾害或监测对象的变形趋势加大时，应提高监测频率，并应立即预警。

**3.0.12** 宜实施自动化监测时应符合下列规定：

**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采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。

**3.0.13** 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。

**3.0.14** 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。

**3.0.15** 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。

**3.0.16** 下列边坡工程应进行专项论证：

- 1 边坡高度大于30m的岩石边坡；
- 2 边坡高度大于15m的土质边坡；
- 3 土、岩混合及地质环境条件复杂的边坡；
- 4 已有崩塌、滑坡的边坡；
- 5 周边已有永久性建（构）筑物与市政工程需要保护的边坡；
- 6 外倾结构面并有软弱夹层的边坡；
- 7 盐渍土边坡、冻土边坡、膨胀土边坡；
- 8 采用新结构、新技术的边坡。

**3.0.17** 边坡工程安全等级应根据边坡高度、地质条件复杂程度，应符合表3.0.17边坡工程安全等级划分的规定。

**表3.0.17 边坡工程安全等级划分**

| 边坡工程安全等级 | 边坡高度H(m)           | 边坡地质条件复杂程度 |
|----------|--------------------|------------|
| 一级       | >300               | 简单~复杂      |
|          | $300 \geq H > 100$ | 复杂         |

续表 3.0.17

| 边坡工程安全等级 | 边坡高度H(m)           | 边坡地质条件复杂程度 |
|----------|--------------------|------------|
| 二级       | $300 \geq H > 100$ | 中等复杂       |
|          | $\leq 100$         | 复杂         |
| 三级       | $300 \geq H > 100$ | 简单         |
|          | $\leq 100$         | 简单~中等复杂    |

## 4 监测项目

**4.0.1** 建筑边坡工程监测项目应与边坡工程设计、施工方案相匹配，并体现在监测方案中，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** 建筑边坡监测项目根据边坡安全等级的不同，则应采用下列监测方法：

1 当建筑边坡安全等级为三级时，可采取人工监测；

2 当建筑边坡安全等级为二级时，宜采用人工或智能采集的元器元件；

3 当建筑边坡安全等级为一级时，除应符合3.0.11条的相关规定外，还应增加人工巡视检查；

4 当遇坡地建筑边坡时，除应满足上述3条外，还应增加监测频次和人工巡视检查。

**4.0.3** 建筑边坡工程监测项目应按照设计图纸、监测方案进行，必要时应根据设计要求、边坡周围环境及施

工进程等因素进行动态调整，并形成有效、完整的监测体系。

#### 4.0.4 监测的对象应包括下列内容：

- 1 支（围）护结构系统；
- 2 边坡顶部建筑（构）物；
- 3 边坡顶部的重要管线及道路；
- 4 边坡坡面的渗（漏）水；
- 5 边坡顶需要监测的其它项目或对象。

4.0.5 建筑边坡工程监测项目应根据建筑边坡工程的安全等级、地质环境、边坡类型、支护结构类型和变形的控制要求，应符合表4.0.5边坡工程监测项目表的规定。

表4.0.5 边坡工程监测项目表

| 监测项目        | 测点布置位置                                               | 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 $0.8H \sim 1.0H$ (岩质)或 $1.0H \sim 1.5H$ (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 | 可测 |

续表 4.0.5

| 监测项目                                                                        | 测点布置位置             | 边坡工程安全等级 |    |    |
|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------|----|----|
|                                                                             |                    | 一级       | 二级 | 三级 |
| 支护结构变形                                                                      | 主要受力构件             | 应测       | 选测 | 可测 |
| 土压力监测                                                                       | 土质边坡部分             | 应测       | 宜测 | 可测 |
| 地应力监测                                                                       | 岩石边坡内部             | 宜测       | 宜测 | 可测 |
| 支护结构应力                                                                      | 应力最大处              | 选测       | 选测 | 可测 |
| 土体深层水平位移                                                                    | 边坡或支护结构中、阳角处及代表性部位 | 选测       | 选测 | 可测 |
| 地下水位                                                                        | 出水点                | 宜测       | 宜测 | 可测 |
| 边坡渗水监测                                                                      | 边坡渗出点              | 应测       | 应测 | 宜测 |
| 注：1 在边坡安全等级为二级（含二级）以上时，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。<br>2 H为边坡高度(m)。 |                    |          |    |    |

**4.0.6** 建筑边坡工程监测期间，包括竣工后实施的运营监测期内，应定期由专人进行巡视检查并完善其记录。

**4.0.7** 巡视检查应包括以下内容：

- 1 支护结构体系各主要受力构件、破（地）面、坡顶建（构）筑有无新增裂缝出现；
- 2 顶部及坡顶排水系统是否完整、通畅；
- 3 坡面是否有新增或渗漏水的情况发生；
- 4 周边环境土体有无沉陷、及转移现象；
- 5 各监测点元器元件是否完好及保护情况等；

**6** 对湿陷性土、盐渍土边坡，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；对多年冻土、季节性冻土等温度敏感性土边坡当边坡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。

**4.0.8** 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。

**4.0.9** 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，发现重大异常情况时应及时提出预警，并通知相关单位进行处理。

## **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，且不应妨碍监测对象的正常工作，便于监测、易于保护。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。边坡阳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%至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** 当边坡邻近的轨道交通、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至15m或每隔2根至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》JGJ 8-2016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至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，也可利用窖井、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。

## 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》GB 50026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** 建筑边坡工程监测中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，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》GB 50026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至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** 当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 $60^{\circ}$ 至 $120^{\circ}$ ；

3 在测角交会时，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。

6.2.4 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，并按表6.2.4水平位移监测精度要求的规定的数值。

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≤40 |        | 40<D≤60 | D>60 |
|------------------------------------------------------------------------|--------------|------|--------|---------|------|
|                                                                        | 变化速率Vp(mm/d) | Vp≤2 | 2<Vp<4 | 4<Vp<6  | Vp>6 |
| 监测点坐标中误差(mm)                                                           |              | ≤1.0 | ≤1.5   | ≤2.0    | ≤3.0 |
| 注：1 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。<br>2 以中误差作为衡量精度的标准。 |              |      |        |         |      |

6.2.5 水平位移监测记录可按附录A中表A的规定。

### 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 竖向位移监测精度要求规定的数值。

**表6.3.3 竖向位移监测精度要求**

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

**6.3.5** 竖向位移监测记录可按附录A中表A的规定。

## **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** 测斜管在连接时应保证上、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** 测斜管在埋设时应保持竖直，防止发生上浮、断裂、扭转，测斜管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。

**6.4.6** 深层水平位移的监测记录可按附录B中表B的规定。

## **6.5 裂缝监测**

**6.5.1** 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。

**6.5.2** 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。

### **6.5.3 裂缝监测宜采用下列方法：**

1 裂缝宽度的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。

**6.5.4** 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。

**6.5.5** 裂缝监测记录可按附录C中表C的规定。

## **6.6 锚杆轴力监测**

**6.6.1** 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。

**6.6.2** 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 $0.2\%F \cdot S$ 。

**6.6.3** 当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始值。

**6.6.4** 锚杆轴力监测记录可按附录D中表D的规定。

## **6.7 地下水位监测**

**6.7.1** 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。

**6.7.2** 地下水位量测精度不宜低于10mm。

**6.7.3** 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。

**6.7.4** 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。

## 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至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，应符合表7.0.3-1土质边坡施工监测项目的监测频率、表7.0.3-2岩质边坡施工监测项目的监测频率的规定。

**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≤5             | 5<H≤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) |
| 注：若遇冻融循环、特殊岩土（湿陷性土、冻土、膨胀土等）或偶然荷载（风、暴雪、地震等）条件下的边坡，应加大 |                 |              |              |

监测频次。

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≤15            | 15<H≤25      | H>25         |
| 一级                                                        | 1次/(8d～13d)     | 1次/(5d～8d)   | 1次/(3d～5d)   |
| 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) |
| 注：若遇冻融循环、特殊岩土（湿陷性土、冻土、膨胀土等）或偶然荷载（风、暴雪、地震等）条件下的边坡，应加大监测频次。 |                 |              |              |

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边坡使用期监测项目的监测频率确定。

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    |
| 注：若遇冻融循环、特殊岩土（湿陷性土、冻土、膨胀土等）或偶然荷载（风、暴雪、地震等）条件下的边坡，应加大监测频次。 |           |          |           |           |

7.0.5 当监测过程中出现下列情况之一时，应当加强监测，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；
- 10 湿陷性土等水敏性特殊土边坡出现防水、排水等防护设施损坏，开挖暴露面有被水浸湿的现象；
- 11 多年冻土、季节性冻土等温度敏感性边坡经历冻、融循环作用。
- 12 遇到偶然荷载（地震等）、洪灾、大雨及以上降水等、边坡出现大量漏水、桩间土流水大于孔径增加频率。

## 8 智能化监测系统

### 8.1 系统智能要求

**8.1.1** 工程智能化检测系统应符合下列规定：

1 智能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、数据存储管理系统级实时发布系统；

2 智能化监测仪器设备精度和量程应满足工程要求；

3 智能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。

**8.1.2** 智能化监测系统的关键技术和设备，应根据工程的实际需要和系统运行环境，采用成熟、可靠的技术和满足国家或行业标准且易维护的产品。

**8.1.3** 监测过程中应定期进行监测仪器、设备的维护保养、检测，以及监测传感器和元件的检查。具体可见《建筑基坑工程智能化监测技术标准》DB65/T 8012-2024。

**8.1.4** 系统电源、系统防雷设计应满足工程需要。数据自动采集装置、网络通信、系统电源等宜独立设置防雷装置，并可靠接地。智能化监测的传感器元件埋设方法应符合本规范要求。

**8.1.5** 系统管理和维护功能，应符合下列规定：

- 1 系统有精确的权限分级管理，具备可增减用户、更改口令和变更权限等功能；
- 2 可进行监测模块参数扩充和删减，可调整相应计算公式；
- 3 可对传感器进行设置和调整；
- 4 可对监测项目进行增、删、改、查操作；
- 5 可增、删测点，更改测点属性，包括监测点初始化、监测频次及报警值等；
- 6 可增、删监测项目测点布置示意图；
- 7 可对系统通信设备进行增、删、改、查操作；
- 8 可对系统硬件进行维修和规定。

**8.1.6** 信息交换功能，应符合下列规定：

- 1 可按智能化监测方案确定的信息反馈要求，反馈监测信息；
- 2 可与其他系统进行信息交换或在系统中预留相应的接口。

### **8.1.7 数据使用及维护功能，应符合下列规定：**

**1** 能对监测数据进行整理，对录入的人工监测数据进行有效性验证，自动计算相应的监测物理量，并计入日志；

**2** 查询数据、查询结果，可用图表显示和导出；

**3** 可根据用户需要，生成各类监测报表，并输出相应监测成果曲线图，曲线图能清楚分辨监测点变化量；

**4** 应具备数据定期自动备份和手动备份的功能；

### **8.1.8 电源管理保护功能，应符合下列规定：**

**1** 系统电源可采用普通电源、不间断电源等供电电源；

**2** 电源能自动切换，具备断电保护功能，并具有自动提醒功能。在外部电源突然中断时，后备电源供电时间不宜小于24h；

**3** 使用太阳能供电时，应配备电源控制设备，蓄电池的容量应满足连续72h阴雨天气情况下的监测设备正常运行；

**4** 系统应设置过载保护；

**5** 设计供电系统操作时，作业人员应持有相应专业资格证，满足国家、行业现行有关标准规定要求。

**8.1.9** 系统数据安全保护功能，应符合下列规定：

- 1 可自建专用服务器或采用云服务；
- 2 有云上容灾保护与本地恢复功能，确保数据安全性、连续性；
- 3 具有SSL证书，防治数据遭窃取和篡改；
- 4 能解析数据库通信流量，细粒度审计数据库访问行为，精准识别、记录数据安全威胁；
- 5 敏感数据保护，可发现分类和保护敏感数据；
- 6 具有防勒索、防病毒、防篡改、合规检查等安全能力，实现威胁检测、响应、溯源的智能安全运营闭环。

**8.1.10** 智能化监测系统的数据接口应满足不同类型设备和传感器的使用及数据传输。

**8.1.11** 自动化检测系统应包含可供选择的监测方案。

## **8.2 传感器**

**8.2.1** 智能化监测的传感器元件埋设方法应规范，埋设完成后应测试初始成活率。对于不成活或数据明显异常的传感器，应及时更换或重新埋设。

**8.2.2** 传感器连接的导线或电缆宜通长。当采用拼接或加长时，应保证拼接处完全防水；当埋入混凝土、埋

设的构件需浸入水中承受较大水压力时，应使用环氧拼接装置。

#### **8.2.3 监测传感器应满足下列要求：**

**1** 观测精度和量程等技术指标应满足相应的国家或行业标准的要求；

**2** 应是经过长期运行考研的成熟产品，结构简单、容易维护、可靠性高、稳定性好，并能在工程施工过程中正常工作；

**3** 对于特殊使用场合，无法选择到合适传感器时，可自行设计制造传感器，自制传感器的性能应满足相应的国家或行业标准的要求；

**4** 应经过校准活标定，且校核记录和标定资料齐全，并应在规定的饿校准有效期内使用。

**8.2.4** 传感器安装埋设应结合现场环境及监测对象特征，并应符合现行国家标准的校准有效期内使用。

**8.2.5** 监测过程中应定期进行监测仪器、设备的维护保养、检测以及监测传感器和元件的检查。

### **8.3 数据采集与传输**

**8.3.1** 数据采集装置应满足下列要求：

1 技术指标应满足监测项目相应的国家或行业标准的要求；

2 应具有支持人工测量的功能及装置，实现在不影响智能化监测系统稳定运行条件下进行人工采集，尽量避免中断采集、通信及供电等系统的物理连接。

### **8.3.2 数据采集及处理功能应满足下列要求：**

1 应具有自动巡视和人工选测的功能；

2 能够在数据采集装置与系统平台之间进行双向数据通信；

3 能兼容并处理各种监测仪器及传感器所采集的信号，可将其转换为监测结果物理量；

4 具有人工监测数据录入的功能及装置，实现在不影响智能化监测系统稳定运行条件下进行人工采集，尽量避免中断采集、通信及供电等系统的物理连接。

### **8.3.3 数据传输应满足下列要求：**

1 通信介质的选择应和系统网络结构相适应；

2 现场网络介质根据工程实际需要选定有线或无线形式，必要时应具备能够支持多种有线、无线通信组网方式和主备信道自动切换的功能；

3 无网络通信速率宜综合考虑构建现场网络的通信方式、现场的网络环境状况等因素，以通信稳定可靠为原则选定。

## 8.4 监测系统

**8.4.1** 监测系统运行转台判别及报警功能应变满足以下要求：

1 具有对设备、电源、通信等硬件的工作状态进行自动监控和诊断，对异常状态自动报警的功能；

2 具有自动检验监测结果是否超过报警值，并进行报警的功能。

**8.4.2** 监测系统性能设计应满足以下要求：

1 具有较好的长期稳定性、可靠性、可扩展性；

2 具有良好的防雷、防潮、防锈和防侵入等性能，具有抗振、抗电磁干扰等性能；

3 硬件设施维护便捷，接入到数据数据采集装置上的数据线等接口应方便现场检修或更换，软件运行稳定，更新及时，软件你开发和用户界面规范，软件使用便捷；

4 采集的数据能反映监测对象的变化规律，具有良好的连续性、周期性，无系统性偏移；

5 与对应时间的对比测量数据结果比较，变化规律基本一致，变化幅度相近；

6 数据采集反馈响应时间应满足工程安全需求；

7 在被测物理量基本不变的条件下，智能化监测系统采集数据中的误差应与设备标称精度相符。

## **8.5 系统维护和管理要求**

**8.5.1** 应编制智能化监测系统使用维护手册，并制定相关的管理规定，以及系统发生故障时保证不间断监测的应急预案。

**8.5.2** 应加强智能化监测系统的维护和管理，定期对系统的设备设施进行巡查校验，并备有备品、备件。巡检频次不少于每月1次，雨雪、大风、沙尘等天气后宜进行1次全面检查、维护。

**8.5.3** 智能化监测系统安装调试完成后应进行试运行，稳定运行72h后正式投入使用。调试时，智能化监测数据应对比测量数据进行同时段比测。

**8.5.4** 系统调试应包括下列内容：

1 监测设备的参数标定；

2 监测项目的初始值确定；

3 数据采集、传输、处理等软硬件设备的功能测试;

4 监测项目、监测频率及报警值的设定。

**8.5.5** 所有原始数据必须全部存档，每周备份不少于1次。

**8.5.6** 应有智能化监测系统日常运行维护日志。

**8.5.7** 边坡工程远程监控系统检查测试记录可按附录E中表E的规定。

## **8.6 远程监控系统技术要求**

**8.6.1** 建筑边坡工程远程监控系统的基本功能应符合下列规定:

1 应能对采集信息的仪器或模块进行遥控、顺控和点控;

2 应能实现对所有下属终端及设备的管控;

3 应能对设备进行自测;

4 应能进行监控参数设置和调整;

5 应能接收监控设施运行状态信息;

6 应能为信息采集系统提供反馈信息以及执行指令;

- 7 监控数据应能进行实时更新；
  - 8 应具有防止修改现场监测设备采集信息、设备运行状态信息和安全管理信息等原始数据的功能；
  - 9 对监控对象的状态、参数及监控设施的运行状态等数据，应能进行实时采集、传输及处理，应通过监控画面在监控管理平台以图形、图像方式显示；
  - 10 应能同时支持数据的自动上传及人工导入；
  - 11 系统时钟应能与标准时间同步，时间设置应采用公历，最低精度为秒；
  - 12 系统储存数据的单位应采用国际单位制。
- 8.6.2 智能监测技术相关参数可参考表8.6.2边坡工程智能监测技术变形监测精度与分辨率的规定。**

**表8.6.2 边坡工程智能监测技术变形监测精度与分辨率**

| 序号 | 监测技术 | 变形监测精度  | 时间分辨率      | 空间分辨率            |
|----|------|---------|------------|------------------|
| 1  | GNSS | mm级至cm级 | 一般为分钟/小时/周 | 较高，取决于测点数量和基准站数量 |

续表 8.6.2

| 序号 | 监测技术          | 变形监测精度            | 时间分辨率            | 空间分辨率        |
|----|---------------|-------------------|------------------|--------------|
| 2  | 无人机或倾斜摄影      | dm级               | 一般为月/年，应急阶段可实时动态 | 高            |
| 3  | 卫星或航天遥感       | dm级               | 一般为月/年           | 高            |
| 4  | 合成孔径雷达（InSAR） | mm级               | 一般为月/年           | 大范围、长周期监测    |
| 5  | 三维激光扫描        | mm                | 频次较低，应急阶段可实时动态   | 测量范围和距离受功率影响 |
| 6  | 倾斜仪           | 量程的0.02%~1%,量程<60 | 高，持续采集数据         | 低，获取安装点附近的信息 |

续表 8.6.2

| 序号                      | 监测技术      | 变形监测精度             | 时间分辨率    | 空间分辨率          |
|-------------------------|-----------|--------------------|----------|----------------|
| 7                       | 自动伸缩仪     | 0.5mm～1mm          | 高，实时连续监测 | 低，获取局部相对位移     |
| 8                       | 分布式光纤传感系统 | 0.01%变化（每10km变化1m） | 高，实时连续监测 | 对沿光缆方向的变形分辨率较高 |
| 注：其他相关智能监测设备按有关规定及方案执行。 |           |                    |          |                |

**8.6.2** 建筑边坡工程远程监控系统的工程应用应通过监控管理平台实现，监控管理平台应根据监控要求完成对传感器数据采集、传输、分控、数据换算、可视化、实时显示及在线告警。

**8.6.3** 建筑边坡工程远程监控系统安装、调试及验收应该按工程设计文件进行，过程中应对设计变更、调试及验收等进行记录。

**8.6.4** 系统运行前应制定运行管理制度，系统运行时应制定并填写运行过程记录。

**8.6.5** 监控管理平台应定期进行检查和测试，系统维护应符合下列规定：

- 1 每日应进行1次系统通信测试;
- 2 每周应进行系统运行日志整理;
- 3 每月应检查数据库使用情况, 并应对硬盘进行扩充;
- 4 每半年应对系统功能进行检查、检验;
- 5 每日应向现场终端发送命令采集监测信息;
- 6 系统管理员应该具备维护系统正常运行、能够判断采集数据是否有效以及对异常数据进行处理的能力。

# 9 监测预警

9.0.1 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。

9.0.2 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。

9.0.3 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，应符合表9.0.3边坡监测项目预警值的规定。

表9.0.3 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<br>(mm) | 变化速率<br>(mm/d) | 累计值<br>(mm) | 变化速率<br>(mm/d) | 累计值<br>(mm) | 变化速率<br>(mm/d) |
| 变形监测 | 无遮挡  | 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            |

续表 9.0.3

|                                                                                                                                          |  |             |                  |     |                  |     |                  |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------|------------------|-----|------------------|-----|------------------|-----|
|                                                                                                                                          |  | 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 |
|                                                                                                                                          |  | 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                                                                                                                                     |  | 支挡结构内力      | (60%~70%)构件承载力   |     | (70%~80%)构件承载力   |     | (70%~80%)构件承载力   |     |
| 地下水监测                                                                                                                                    |  | 地下水位变化      | 1000<br>(常年变幅以外) | 300 | 1000<br>(常年变幅以外) | 300 | 1000<br>(常年变幅以外) | 300 |
| 注：1 为构件承载力设计值。<br>2 岩质边坡取较小值，土质边坡取较大值。<br>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。<br>4 无支挡的岩质边坡水平位移大于5mm时应预警。<br>5 嵌岩桩或墙位移预警值宜按表中50%取用。 |  |             |                  |     |                  |     |                  |     |

**9.0.4** 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，应符合表9.0.4边坡工程周边环境监测预警值的规定。

**表9.0.4 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<br>(mm/d) | 备注              |
| 地下水位变化             |               |     | 1000~2000<br>(常年变幅以外)            | 500            |                 |
| 管线位移               | 刚性<br>管道      | 压力  | 10~20                            | 2              | 直接<br>观察<br>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<br>变形允许值                 | 2~3            |                 |
| 邻近道路<br>路基竖向<br>位移 | 高速公路、主<br>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<br>缝   |     | 1.5~3(既有裂<br>缝)0.2~0.25(新<br>增裂缝 | 持续发展           |                 |

续表 9.0.4

|                                                                                                                                 |      |                      |      |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------------------|------|--|
|                                                                                                                                 | 地表裂缝 | 10~15(既有裂缝)1~3(新增裂缝) | 持续发展 |  |
| <p>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。</p> <p>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 50007-2011的有关规定取值。</p> |      |                      |      |  |

**9.0.5** 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。

**9.0.6** 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。

**8** 由于地震、暴雨、冻融等自然灾害引起的其他变形异常情况。

## **10 数据处理与信息反馈**

**10.0.1** 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。

**10.0.2** 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。

**10.0.3** 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。

**10.0.4** 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。

**10.0.5** 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。

**10.0.6** 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。

**10.0.7** 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。

**10.0.8** 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。

**10.0.9 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:

冻融作用: 是( ) 否( ) 冻融循环期:

特殊岩土条件: 冻土( ) 盐渍土( ) 膨胀土( ) 其他( ) 无( ) 偶然荷载

| 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:

冻融作用: 是( ) 否( ) 冻融循环期:

特殊岩土条件: 冻土( ) 盐渍土( ) 膨胀土( ) 其他( ) 无( ) 偶然荷载( )

| 深度<br>(mm)  | 累计位移<br>(mm) | 本次变化量<br>(mm) | 变化速率<br>(mm/d) |  |
|-------------|--------------|---------------|----------------|--|
|             |              |               |                |  |
|             |              |               |                |  |
|             |              |               |                |  |
|             |              |               |                |  |
|             |              |               |                |  |
|             |              |               |                |  |
|             |              |               |                |  |
|             |              |               |                |  |
|             |              |               |                |  |
|             |              |               |                |  |
| 工况描述:       |              |               |                |  |
| 简要分析及判断性结论: |              |               |                |  |
| 监测单位:       |              |               |                |  |

批注: 审核: 编制:

第 页 共 页

附录C 裂缝监测日报表

表 C 裂缝监测日报表

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:

冻融作用: 是( ) 否( ) 冻融循环期:

特殊岩土条件: 冻土( ) 盐渍土( ) 膨胀土( ) 其他( ) 无( ) 偶然荷载( )

| 点号         | 长度            |              |               |              | 宽度            |              |               |              | 形态 |
|------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|----|
|            | 本次测试值<br>(mm) | 单次变化<br>(mm) | 累计变化量<br>(mm) | 变化速率<br>(mm) | 本次测试值<br>(mm) | 单次变化<br>(mm) | 累计变化量<br>(mm) | 变化速率<br>(mm) |    |
|            |               |              |               |              |               |              |               |              |    |
|            |               |              |               |              |               |              |               |              |    |
|            |               |              |               |              |               |              |               |              |    |
|            |               |              |               |              |               |              |               |              |    |
|            |               |              |               |              |               |              |               |              |    |
|            |               |              |               |              |               |              |               |              |    |
|            |               |              |               |              |               |              |               |              |    |
| 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D 锚杆轴力监测日报表

表 D 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:  
冻融作用: 是( ) 否( ) 冻融循环期:  
特殊岩土条件: 冻土( ) 盐渍土( ) 膨胀土( ) 其他( ) 无( ) 偶然荷载

| 组号          | 点号 | 深度<br>(mm) | 上次测值<br>(kN) | 本次测值<br>(kN) | 本次变化<br>(kN) | 累计变化<br>(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:  
第 页 共 页

附录E 边坡工程远程监控系统检查测试记录表

表 F 边坡工程远程监控系统检查测试记录表

| 日期 | 检查类别<br>(日检、月检、年检) | 检查测试内容 | 结论 | 操作人员 |
|----|--------------------|--------|----|------|
|    |                    |        |    |      |
|    |                    |        |    |      |
|    |                    |        |    |      |
|    |                    |        |    |      |
|    |                    |        |    |      |
|    |                    |        |    |      |
|    |                    |        |    |      |
|    |                    |        |    |      |
|    |                    |        |    |      |
|    |                    |        |    |      |
|    |                    |        |    |      |
|    |                    |        |    |      |
|    |                    |        |    |      |

## 本标准用词说明

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：

正面词采用“可”；反面词采用“不可”。

## 引用标准名录

本标准引用下列标准。其中，注日期的，仅对该日期对应的版本适用本标准；不注日期的，其最新版本适用于本标准。

《建筑变形测量规范》 JGJ 8-2016

《建筑基坑工程智能化监测技术标准》 DB65/T  
8012-2024

《建筑地基基础设计规范》 GB 50007-2011

《工程测量标准》 GB 50026-2020

新疆维吾尔自治区工程建设标准

## 建筑边坡工程监测技术标准

Technical specification for in-site testing of  
strengthening  
building structures

J00000-2025  
DB65/T 80000-2025

条文说明

# 目 次

|     |                  |    |
|-----|------------------|----|
| 1   | 总 则 .....        | 64 |
| 3   | 基本规定 .....       | 67 |
| 4   | 监测项目 .....       | 71 |
| 5   | 监测点布设 .....      | 73 |
| 5.1 | 一般规定 .....       | 73 |
| 5.2 | 边坡和支护结构 .....    | 73 |
| 5.3 | 周边环境 .....       | 74 |
| 6   | 监测方法及精度要求 .....  | 75 |
| 6.1 | 一般规定 .....       | 75 |
| 6.2 | 水平位移监测 .....     | 76 |
| 6.3 | 竖向位移监测 .....     | 77 |
| 6.4 | 深层水平位移监测 .....   | 77 |
| 6.5 | 坡顶建筑物倾斜监测 .....  | 78 |
| 6.6 | 裂缝监测 .....       | 78 |
| 6.7 | 锚杆轴力监测 .....     | 79 |
| 7   | 监测频率 .....       | 80 |
| 8   | 智能化监测系统 .....    | 82 |
| 8.1 | 系统功能要求 .....     | 82 |
| 8.2 | 传感器 .....        | 83 |
| 8.3 | 数据采集与传输 .....    | 84 |
| 8.4 | 监测系统 .....       | 85 |
| 8.5 | 系统维护和管理要求 .....  | 85 |
| 8.6 | 远程监控系统技术要求 ..... | 86 |
| 9   | 监测预警 .....       | 90 |
| 10  | 数据处理与信息反馈 .....  | 91 |

# 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，目前国家及新疆地区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《建筑边坡工程技术规范》GB

50330-2013,《工程测量标准》GB 50026-2020,《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120-2012,《工程测量通用规范》GB 55018-2021 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。

**1.0.4** 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,同时需要在周边建构(筑)物、管线地面上设置相应的监测点。

**1.0.5** 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》GB 50330-2013、《工程测量标准》GB 50026-2020、《建筑变形测量规范》JGJ 8-2016、《建筑基坑支护技术规程》JGJ 120-2012、《工程测量通用规范》GB 55018-2021等。

## 3 基本规定

**3.0.1** 坡顶有重要建(构)筑物的边坡工程风险较高，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** 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悉掌握，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。

**3.0.7** 监测方案的内容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》GB 50330-2013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。

**3.0.8** 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。

**3.0.9** 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。

**3.0.10** 经调研乌鲁木齐市工程项目中的高边坡，由监测报告中边坡顶部水平位移及竖向位移、深层水平位移、裂缝等数据发现，累计变形量未见明显收敛趋势，同时经过11至12月、2至3月的冻融循环作用之后，边坡位移明显较大，表明典型的冻融环境对边坡的影响不容忽视。除了冻融循环外，湿陷性土、冻土、膨胀土等特殊土壤类型，也可能对边坡的稳定性造成影响。湿陷性土在潮湿或荷载作用下易发生体积收缩，冻土和膨胀土则可能由于温度变化或水分吸附变化导致体积膨胀或收缩，进而引发边坡的变形。同时，偶然荷载如极端天气、交通荷载或其他突发事件也可能对边坡产生不可忽视的影响。因此，在边坡工程中，必须全面考虑这些因素，以确保边坡的安全与稳定。

**3.0.13** 随着现代科学技术发展，各类测试仪器数字化、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。

**4.0.5** 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。

**4.0.7** 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。

**4.0.8** 巡视检查主要以目测为主，且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。

**4.0.9** 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做出准确的判断。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》GB 50026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，可用GNSS法、近景摄影测量法等精度较低的方法。该方法采用前，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 8-2016,以允许

变形量的1/10至1/20为测量精度。但是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，制定出本条监测精度，与现行行业标准《建筑变形测量规范》JGJ 8-2016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 8-2016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** 在进行正、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。

## 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 安全等级高，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 智能化监测系统

### 8.1 系统功能要求

**8.1.1** 本条指定智能化监测系统应符合的规定。

**8.1.2** 监测单位应对所用的设备进行校验，根据工程实际，采用可靠、成熟并经过检验的仪器、设备、传感器进行监测工作。

**8.1.4** 系统电源作为整个监测系统的支撑，必须进行可靠的设计；根据实施经验，雷击对监测系统破坏威胁性较大，因此系统的防雷设计也十分重要。同时应规范埋设传感器，并测试其初始成活率。

**8.1.5** 监测系统应有清晰的权限分级分层管理机制，能对使用人员、监测参数、传感器、监测项目等进行有效管理。能满足新的监测技术及监测手段的调整要求，实现技术更替。

**8.1.6** 能实现在既定规则情况下的信息智能反馈，能实现平台间的数据共享。

**8.1.7** 工程现场对监测数据的影响较大，监测系统应设立数据筛选策略，对数据的有效性进行校验，防止误报警发生。根据工程项目需要，生成各时间段的报表，

曲线图的曲线数量不宜过多，能清晰反映监测测点变化情况。数据备份应及时进行。

**8.1.8** 供电系统作为整个系统运作的保障，应有专门的保护方案。恶劣天气雷击以及传感器短路会对监测系统造成严重破坏。

**8.1.9** 监测系统有可能设计区域安全性的敏感资料，应设有数据保护措施，目前云端服务器对数据保护力量较弱，有条件的监测机构应设立专用的监测数据服务器，对监测数据进行保护。

## **8.2 传感器**

本条文对传感器的硬件等进行了规范，以避免因市场上传感器制造不规范、硬件不达标、软件不成熟等因素造成的智能化监测结果失真和未有效预警。

传感器的成活率问题普遍存在，一方面是硬件质量不过硬(劣质价廉的传感器大量使用)，另一方面现场安装不规范等问题也普遍存在，需要对不成活的传感器或不规范的安装方式进行规范，并要求及时更换或重新埋设异常的传感器，才能有效建立智能化监测的健康使用环境。

## 8.3 数据采集与传输

**8.3.1** 本条对采集装置的选择原则做出基本要求。采集装置应满足对比测量数据采集和自动化采集同时进行的要求。

**8.3.2** “自动巡测”指的是系统按照预先设定的监测频率、监测范围进行自动监测，采集各个传感器的数据，该采集行为具有周期性的特点；“人工选测”指的是系统按照人工发布的监测指令按照人工选择的范围和要求进行指定性的监测行为，该采集行为具有临时性的特点。

为满足各个系统平台之间的数据传输，不人为造成数据孤岛，系统平台应具备数据对接接口。

对监测仪器及传感器的信号采集和处理，主要针对传感器的振弦信号、电压信号等原始信号的采集，并应能将采集到的信号转换为模数、频率或角度、力等直接形式的物理量。某些监测参数无法实现自动化监测时，应有人工监测输入录入功能，保证数据分析的完整性。

**8.3.3** 本条对通信介质的选择原则做出基本要求。要求通信质应根据工程现场需要，采用适合的通信介质合理布置，满足现场监测工作要求。

## **8.4 监测系统**

**8.4.1** 监测系统应具备对自身系统状态的判断以及对超过报警值监测结果进行报警提示的功能。

**8.4.2** 在系统基本功能基础上本条着重对现场系统硬件的布设、系统平台、监测精度等提出性能方面的要求。在系统防护、硬件维护、数据准确性、稳定性响应时间等方面做详细说明。

## **8.5 系统维护和管理要求**

**8.5.1** 本条提出应编写系统使用手册及故障时应有应急措施。

**8.5.2** 本条对智能化监测系统检查频率提出具体要求。

**8.5.3** 本条规定智能化监测系统的维护和管理工作应由监测单位派专人负责，保障监测系统的运行稳定。

**8.5.4** 本条提出监测系统试运行应不少于72h（3天），并应进行对比测量以保证数据有效性和准确性。

**8.5.5** 考虑到系统采集存贮及处理生成的数据绝大多数为电子数据，综合考虑存储的风险及备份操作的便捷性，本条规定数据备份一周不少于1次。

**8.5.6** 及时的维护是系统运行稳定的保障，对过程的详尽记录可以实现后续问题的倒查，准确及时地找到原因，因此本条规定智能化监测系统的日常维护应具备相应的日志记录。建议采用系统电子记录的方式，详尽记录各项操作过程。

**8.5.7** 本条侧重从系统的软件平台考虑，软件平台最初设计时对接入平台的数据量必定有一定的上限，相关指标参数可能会有所遗漏。当数据量达到设计上限要求时，系统运行稳定性和流畅性就会受到影响。因此应根据实际平台的使用情况，及时予以完善和升级。

## **8.6 远程监控系统技术要求**

**8.6.1** 建筑与市政工程远程监控系统作为建筑与市政工程建设期信息化施工与管理 and 运营期质量及安全管理的重要平台，要充分反映建筑与市政基坑工程的施工、运营状态及现场的管理状况，为建筑与市政工程的顺利进行和安全运营提供保障。

**8.6.2** 建筑与市政工程远程监控系统的兼容性是针对用户开放系统总线标准、系统数据采集单元的程控命令和数据格式，及接入的任何种类标准信号传感器。

由于信息化技术和电子技术的发展及建筑与市政工程可能的生产和管理变化，建筑与市政工程远程监控系统需要为升级改造留有一定的条件，具备可扩展性，但对于建筑与市政远程监控系统的整体框架而言应该保持整体框架的稳定性。

**8.6.3** 为了更好地发挥建筑与市政工程远程监控系统各部分功能和性能，将建筑与市政工程远程监控系统划分为若干模块化的子系统，分别对各系统的功能和性能进行规定。本标准将建筑与市政工程远程监控系统划分为信息采集系统、信息传输系统、监控管理平台。

**8.6.4** 本条对建筑与市政工程远程监控系统的基本功能出规定：

**1** 本款是建筑与市政工程远程监控系统对各级采集系统控制的要求。为保证方便对各联网用户进行集中管理，同也便于对故障用户进行排查，建筑与市政工程远程监控系统应具备遥控、顺控和点控的功能；

**2** 本款规定建筑与市政工程远程监控系统应能够对下属终端系统及设备进行管控。管控主要内容应包括对所有下属终端设备状态信息的实时显示与控制，实现实时管理。不同区间的不同监测断面在不同工况

下可能对各个监测项目的频率要求会有所区别，对于需要加强监测频率的设备可以通过系统终端控制采集频率。对下属终端系统以及设备进行管控有利于建筑与市政工程远程监控系统对不同监测频率的多元化需求；

**3** 本款是对设备自我诊断功能的要求。即对仪器自身的工作状态进行检查，对发生故障的仪器应自动报警。设备的自测诊断有利于建筑与市政工程远程监控系统优化与智能化的实现；

**11** 本款规定了建筑与市政基坑工程远程监控系统对于权限管理功能设置的要求，为实现建筑与市政工程远程监控系统对监控信息的分级管理，保证数据的可靠性，需对建筑与市政基坑工程远程监控系统的权限管理功能设置要求；

**12** 建筑与市政工程远程监控系统需要具有自校准功能，否则需要根据监测要求定期送检。

**8.6.7** 建筑与市政工程远程监控系统运行的技术文档是系统运行的第一手资料。为保证建筑与市政工程远程监控系统运行历史有记录可查，同时也为建筑与市政工程安全管理责任的认定和划分提供原始数据。

**8.6.8** 本条规定了系统维护的主要内容和要求。为保证建筑与市政工程远程监控系统的顺利运行，需进行建筑与市政工程远程监控系统的系统维护，对于系统故障应及时排除，保证现场数据的顺利采集，检查系统各项功能是否完整，性能是否到达要求等。

## 9 监测预警

**9.0.1** 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件的先兆。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。

**9.0.4** 表9.0.4是根据调研结果并参考相关标准及有关地方经验确定的。

## 10 数据处理与信息反馈

**10.0.4** 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。

**10.0.5** 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。

**10.0.6** 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。

**10.0.7** 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。

**10.0.8** 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。

**10.0.9** 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。