

 广东省标准

DBJ /T 21-XX-202X

备案号 J XXXXX-202X

**建筑边坡工程监测技术标准**

**（征求意见稿）**

Technical standard for monitoring of building slope engineering

20XX-XX-XX发布 20XX-XX-XX实施

广东省住房和城乡建设厅 发布

本标准不涉及专利

|  |
| --- |
| 本标准不涉及专利 |

广东省标准

建筑边坡工程监测技术标准

Technical standard for monitoring of building slope engineering

DBJ 20-XX-2024

住房和城乡建设部备案号：

批准部门：广东省住房和城乡建设厅

施行日期：2024年xx月 xx日

广东省住房和城乡建设厅关于发布广东省标准

《建筑边坡工程监测技术标准》的公告

粤建公告〔20xx〕xx号

经组织专家委员会审查，现批准《建筑边坡工程监测技术标准》为广东省工程建设地方标准，编号为DBJ/T xx-xx-20xx。本标准自20xx年xx月xx日起实施。

本标准由广东省住房和城乡建设厅负责管理，由主编单位负责具体技术内容的解释，并于出版后在广东省住房和城乡建设厅门户网站(http://zfcxjst.gd.gov.cn)公开标准全文。

广东省住房和城乡建设厅

20xx年xx月xx日

前言

根据《广东省市场监督管理局关于批准下达住房城乡建设类地方标准修订计划项目的通知》（粤市监标准〔2022〕27号）的要求，广东省建筑科学研究院集团股份有限公司会同参编单位开展了《建筑边坡工程监测技术标准》的编制工作。

在编制过程中，编制组调查总结了近年来我省及省外相关单位的建筑边坡工程监测及其它领域的监测实施经验，借鉴了国内外相关科技成果，开展了多项专题研究并将专题研究报告成果引用到本标准中。本标准的初稿、征求意见稿通过各种方式在全省范围内广泛征求了意见并经多次编制工作会议讨论反复进行了修改。

本标准共分9章。含总则、术语、基本规定、监测项目、监测点布置、监测方法及精度要求、监测期限及频率、监测预警值、数据处理及信息反馈。

本标准由广东省住房和城乡建设厅负责管理，由广东省建筑科学研究院集团股份有限公司负责具体技术内容解释，本标准未涉及专利。

为继续完善本标准，在执行过程中，请各单位结合工程实践总结经验，将意见和建议寄送广东省建筑科学研究院集团股份有限公司《建筑边坡工程监测技术标准》编制组（地址：广州市先烈东路121号，邮编：510500），以便今后修订参考。

本标准主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人：

主编单位：广东省建筑科学研究院集团股份有限公司

 广东省建设工程质量安全检测总站有限公司

参编单位：广东省建筑设计研究院有限公司

广州市设计院集团有限公司

中国铁路广州局集团有限公司

广州地铁集团有限公司

广州市城投发展控股有限公司

广州广检建设工程检测中心有限公司

广东工贸职业技术学院

广州市白云建设工程质量检测有限公司

佛山市三水区建筑工程质量检测站

清远市建设工程质量检测站有限公司

珠海市金湾区建设工程质量监督检测站

信宜市建设工程质量检测站

华思（广州）测控科技有限公司

主要起草人：（排名待调整）邓 浩 何 钦 黄俊光 孔宪文 张记峰

郭典塔 赵 骕 何祖钧 文选跃 乔有梁 赖 锋 胡国保

叶建新 杜向锋 梁敬豪 戴远俊 凌志平 张星伟 张冬至

孙世永 林治平 贺海建 谢志远 樊永涛 孙青平 李广斌

苏瑞明 速云中 方 辉 黄严华 任宗朋 王 涛 贺晓燕

缪 丹 曾颖涛 陈深德 金洪调 吴福成 潘振雄 陈大江

主要审查人：

**目次**

1 总则 1

2 术语 3

3 基本规定 7

4 监测项目 14

4.1 一般规定 14

4.2 仪器监测 15

4.3 巡视检查 16

5 监测点布置 20

5.1 一般规定 20

5.2 支护结构 21

5.3 周边环境 24

5.4 边坡岩土体、水体 26

5.5 其他需要监测的对象 27

6 监测方法及精度要求 31

6.1 一般规定 31

6.2 人工监测 35

6.3 自动化监测 46

7 监测期限及频率 60

7.1 一般规定 60

7.2 监测期限 60

7.3 监测频率 60

8 监测预警值 62

9 数据处理及信息反馈 66

附录A 竖向位移监测日报表 68

附录B 水平位移监测日报表 69

附录C 深层水平位移（测斜）监测日报表 70

附录D 倾斜监测日报表 71

附录E 裂缝监测日报表 73

附录F 地下水位监测日报表 74

附录G 支护结构内力监测日报表 75

附录H 锚杆（索）内力监测日报表 76

附录I 监测项目代号和图例 77

附录J 巡视检查预警表 79

本标准用词说明 81

引用标准名录 82

Contents

1 General Provisions 1

2 Terms 3

3 Basic Requirement 7

4 Monitoring Items 14

4.1 General Requirements 14

4.2 Instrument Monitoring 15

4.3 Inspection and Examination 16

5 Layout of Measuring Points 20

5.1 General Requirements 20

5.2 Supporting structure 21

5.3 Surrounding environment 24

5.4 Slope rock and soil mass, water body 26

5.5 Other objects that need to be monitored 27

6 Monitoring Implementation and Precision Requirements 31

6.1 General Requirements 31

6.2 Manual monitoring 35

6.3 Automatic monitoring 46

7 Monitoring period and frequency 60

7.1 General Requirements 60

7.2 Monitoring period 60

7.3 Monitoring frequency 60

8 Monitoring and warning values 62

9 Data Processing and Information Feedback 66

Appendix A Daily Report on Vertical Displacement Monitoring 68

Appendix B Daily Report on Horizontal Displacement Monitoring 69

Appendix C Daily Report on Deep Horizontal Displacement Monitoring 70

Appendix D Daily Report on Tilt Monitoring 71

Appendix E Daily Report on CrackMonitoring 73

Appendix F Daily Report on Water LevelMonitoring 74

Appendix G Daily Report on Internal Force Monitoring of Supporting Structures 75

Appendix H Daily Report on Internal Force Monitoring of Anchor Rod(Cable) 76

Explanation of Working in This Code Standards 81

List of Quoted Standards 82

# **1 总则**

**1. 0. 1** 为规范建筑边坡工程监测工作，做到成果可靠、技术先进、经济合理、安全实用，提供信息化施工和优化设计的依据，保障边坡及其周边环境的安全，制定本标准。

**条文说明：**

目前，建筑边坡尚无专项监测技术标准，在国标《建筑边坡工程技术规范》GB 50330、《工程测量标准》 GB 50026及《建筑变形测量规范》 JGJ 8中，建筑边坡监测基本采用一小节进行描述，简单规定部分内容，对于各类型的建筑边坡并未对现场监测参数、监测方法、监测预警值等方面作出具体规定。因此，本标准拟结合广东省建筑边坡工程特点及多雨、台风的特殊自然气候条件，对建筑边坡监测的风险分级、监测项目、测点布设、监测频率及监测方法等方面的内容进行编制。另外，《建筑边坡工程技术规范》 GB50330规定：一级永久性边坡工程竣工后的监测时间不宜少于2年。现实情况中，因设备维护困难、经济因素等原因，边坡运营期间采用简单的监测措施，在规范约定的2年时限后，边坡处于“三不管”状态，在广东多雨、台风等特殊气候条件下，容易引发类似“光明滑坡”事件。因此，为了规范广东省建筑边坡工程的监测，统一工作流程，明确监测内容和方法，合理布设监测网络，准确采集监测数据，科学评估边坡稳定状态，预测其危害及发展趋势，做到技术先进、经济合理，使边坡满足坡体稳定、运营安全的原则，制定本标准。

建筑边坡工程监测涉及建设单位、设计单位、施工单位和监理单位等，本标准不只是规范监测单位的监测行为，其他相关各方也应遵守和执行本标准的规定。

**1. 0. 2** 本标准适用于广东省内建筑边坡及周边环境监测，其他领域边坡工程可参考执行。

**1. 0. 3**  建筑边坡工程监测除应符合本标准的规定外，尚应符合国家和广东省现行有关标准的规定。

**条文说明：**

建筑边坡工程需要遵守的标准很多，本标准只是其中之一，国家现行标准中对边坡工程监测也有一些相关规定，因此本条规定除遵守本标准外，边坡工程监测尚应符合国家现行有关标准的规定。与本标准有关的国家现行标准主要有：

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 《建筑边坡工程鉴定与加固技术规范》 GB 50843。

# 2 术语

**2. 0. 1** 建筑边坡 building slope

指在建（构）筑物场地及其周边，由于建（构）筑物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。在本标准中简称边坡。

**2. 0. 2** 边坡支护 slope support

为保证边坡稳定及其环境的安全，对边坡采取的支挡、加固与防护措施。

**2. 0. 3** 边坡监测 slope monitoring

在建筑边坡施工和运营期采用仪器量测、现场巡视等手段和方法对边坡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、反馈的活动。

**2. 0. 4** 自动化监测 real-time monitoring

应用现代电子、信息、通信及计算机技术，实现数据实时采集、传输、分析、管理的监测技术。

**2. 0. 5** 非接触式位移监测 non contact displacement monitoring

无需与监测对象接触或在监测对象上安装测量设备的变形量测方法。

**条文说明：**

如机器视觉测量法、三维激光扫描法等。

**2. 0. 6** 三维激光扫描法测量 measurement using three-dimensional laser scanning method

利用三维激光扫描仪按期限对边坡进行扫描，结合相关软件系统获取边坡变形信息的测量方法。

**2. 0. 7** 机器视觉测量 machine vision measurement

一种利用机器视觉技术进行的测量方法，模拟人眼的视觉功能，用机器代替人眼来进行测量。

**2. 0. 8** 边坡自动化监测系统 slope real-time monitoring system

本标准中简称监测系统，包括仪器设备、数据平台及现场作业APP等，实现数据采集、数据传输、数据存储、数据分析及信息发布等功能，达到数据协同、自动预警和防危解危的目的。

1. **0. 9** 建筑边坡监测期限 monitoring period for building slopes

建筑边坡监测期限包含施工期和运营期监测。

**条文说明：**

参考《建筑变形测量规范》 JGJ 8-2016，7.1.5相关条款将监测期限分为施工期和运营期。

**2. 0. 10** 建筑边坡施工期 construction period of building slope

自建筑边坡开始施工至竣工。

**条文说明：**

建筑边坡施工期是从开始到竣工截止，期间监测项目、监测频率等应按照本标准相关要求执行。

**2. 0. 11** 建筑边坡运营期 service life of building slope

自边坡竣工后至边坡使用年限为止。

**条文说明：**

在建筑边坡工程施工期结束后即开始进入运营期，直至达到边坡使用年限才停止监测。边坡的使用年限指边坡工程的支护结构能发挥正常支护功能的年限，临时边坡为2年，永久边坡按50年设计，同时建筑边坡工程的使用年限不应低于边坡支护结构保护的建筑物（坡顶塌滑区、坡下塌方区）的设计使用年限。

**2.0. 12** 边坡塌滑区 slope collapse area

计算边坡最大侧压力时潜在滑动面和控制边坡稳定的外倾结构面以外的区域。

**条文说明：**

边坡塌滑区范围可按下式估算：



*L*--边坡坡顶塌滑区外缘至底边缘的水平投影距离（m）；

*H*--边坡高度（m）；

--坡顶无荷载时边坡的破裂角（°）；对直立土质边坡可取45°+*φ*/2，*φ*为土体的内摩擦角；对斜面土质边坡，可取（*β*+*φ*）/2，*β*为坡面与水平面的夹角，*φ*为土体的内摩擦角；对于岩质边坡可根据《建筑边坡工程技术规范》 GB 50330中的3.2.3条确定。

**2. 0. 13** 典型边坡段 typical slope section

根据工程地质、周边环境、边坡走向等由设计单位确定的边坡支护段。

**条文说明：**



图2-1 典型边坡段

图ABCD、ABEF、CDHG皆为典型边坡段。

**2. 0. 14** 监测断面 monitoring section

本标准指与边坡走向相垂直的监测面。

**条文说明：**



图2-2 监测断面

图ABCDEFG组成的面就是一个断面。

**2. 0. 15** 监测仪器 monitoring instruments

单独或与一个或多个辅助设备组合，用于进行测量的装置。

**2. 0. 16** 监测设备 monitorin equipment

为实现监测过程所必需的监测仪器、软件、监测标准、标准物质、辅助设备或其组合。

**2. 0. 17** 监测传感器（监测元件） monitoring sensors (monitoring components)

用于监测的，提供与输入量有确定关系的输出量的器件或器具。

**条文说明：**

参考《通用计量术语及定义》 JJF 1001-2011。

# 3 基本规定

**3. 0. 1** 下列建筑边坡应实施边坡工程监测：

**1** 工程安全等级为一、二级；

**2** 发现安全隐患的边坡；

**3** 其他需要进行监测的边坡。

**条文说明：**

《2022年中国自然资源统计公报》显示，2022年，全国共发生地质灾害5659起，其中滑坡就有3919起。建筑边坡工程在施工和使用过程中经常发生滑塌、支护结构坍塌、周围岩土体坍塌以及建（构）筑物、地下管线等周边环境对象的过大变形或破坏等安全风险事件，因此，在建筑边坡施工过程中，开展工程监测工作对安全风险事件的预防预报和控制安全风险事件的发生具有十分重要的意义。

边坡工程安全等级的定义参考《建筑边坡工程技术规范》 GB 50330确定。而其他需要进行监测的边坡主要包括：采用新工艺、新工法施工的边坡。

**3. 0. 2** 建筑边坡工程监测的技术要求应由设计单位提出，应包括安全等级、监测项目、测点分布、监测期限、监测频率和监测预警值等。

**条文说明：**

由于建筑边坡成功设计理论还不够完善，施工场地也存在各种复杂因素的影响，建筑边坡工程设计方案能否真实地反映建筑边坡工程实际状况，只有在方案实施过程中才能得到最终的验证，其中现场监测是获得上述验证的重要和可靠手段，因此在建筑边坡工程设计阶段应由设计单位提出对建筑边坡工程进行现场监测的要求。由设计单位提出的监测要求，并非一个完整的监测方案，但有些内容或指标应由设计单位明确提出，如：边坡工程安全等级、监测项目、测点分布、监测期限、监测频率和监测预警值等。只有这样，监测单位才能依据设计单位的要求编制出合理的监测方案。

边坡运营期各项监测技术要求主要由设计单位提出，经监测单位补充完善。

**3. 0. 3** 建筑边坡工程施工前，应由建设单位委托具备相应能力的第三方监测单位对建筑边坡工程实施监测。

**条文说明：**

建筑边坡工程监测包括施工监测和第三方监测，二者之间为相互独立的关系，第三方监测并不能代替施工监测。施工监测一般由施工单位自行完成，目的是对施工过程进行监控和控制，而第三方监测则由有相应能力独立第三方监测单位专门负责，目的是确保施工质量符合相关法规和标准。

对处于运营期的边坡，特别是对周边环境安全产生影响的边坡，除建设方外，亦可由可能受影响的主体或政府部门委托具备相应能力的监测单位对边坡进行监测。

**3. 0. 4** 监测单位应编制监测方案，监测方案应经建设单位、设计单位等认可，必要时尚应与周边环境涉及的相关权属单位协商一致后实施。

**条文说明：**

监测单位拟定出监测方案后，提交工程建设单位，建设单位应遵照建设主管部门的有关规定，组织设计、监理、监测等单位讨论审定监测方案。当边坡工程影响范围内有重要的管线、道路桥梁、文物以及铁路、城市轨道交通等时，还应组织有相关主管单位参加的协调会议，监测方案经协商一致后，监测工作方能正式开始。必要时，应根据有关部门的要求，编制专项监测方案。

**3. 0. 5** 下列建筑边坡工程的监测方案应进行专项论证：

**1** 地质和环境条件复杂的建筑边坡工程；

**2** 邻近重要建筑、设施、管线等破坏后果很严重的建筑边坡工程；

**3** 已发生严重事故，重新组织施工的建筑边坡工程；

**4** 采用新技术、新工艺、新材料、新设备的一、二级建筑边坡工程；

**5** 其他需要论证的建筑边坡工程。

**条文说明：**

本条对边坡工程监测方案的专项论证作出了规定。

主要从边坡破坏后果和建筑工程技术难度来进行考虑。建筑边坡邻近重要建（构）筑物时，破坏后会产生较严重后果，需进行专项论证。对高边坡、地质和环境条件复杂的边坡、工程中出现的重大技术难题、新成果的合理推广应用以及发生严重事故后重新组织施工的边坡工程监测，采用专门技术论证的方式可达到安全适用、技术先进、经济合理的良好效果。

同时，为总结各类需进行论证的建筑边坡的特征，编制组收集了省内各地经过方案论证的边坡方案的相关信息，如表3-1：

表3-1 经方案论证的边坡信息

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 工程名称 | 边坡类型 | 边坡高度 | 支护形式 | 填方或挖方边坡 | 进行边坡监测方案论证原因 |
| 1 | 广东科贸职业学院清远校区二期工程 | 土质 | 64m | 放坡+格构梁 | 挖方 | 边坡工程安全等级为一级，边坡高度超《建筑边坡工程技术规范》 GB 50330-2013适用范围 |
| 2 | 广东工程职业技术学院清远校区二期工程 | 土质 | 60.2m | 放坡+植草防护 | 挖方 | 边坡工程安全等级为一级，边坡高度超《建筑边坡工程技术规范》 GB 50330-2013适用范围 |
| 3 | 广清产业园希普边坡修复工程 | 土质 | 9.00m～12.50m | 灌注桩+锚索，桩顶采用1:1.5人字形骨架护坡的边坡支护型式 | 挖方 | 原支挡方式为扶壁式挡墙+放坡，后因挡墙倾覆，边坡滑塌，重新设计修复 |
| 4 | 鼎基花园高边坡 | 土质 | 16m | 桩锚支护 | 挖方 | 边坡工程安全等级为一级，边坡高度超《建筑边坡工程技术规范》 GB 50330-2013适用范围 |
| 5 | 增城区增江街、永宁街、新塘镇、石滩镇、中新镇城市资源处理中心建设工程 | 土质 | 12m | "放坡+锚杆混凝土格栅梁"、"重力式挡土墙"、"悬臂式挡土墙"、"放坡+重力式挡土墙"、"自然放坡" | 挖方 | 边坡工程安全等级为一级 |
| 6 | 增城区前海医院周边市政道路（一期）建设工程 | 土质 | 9.5m～34.0m | 坡率法、锚杆结合格构梁 | 挖方 | 边坡工程安全等级为一级，边坡高度超《建筑边坡工程技术规范》 GB 50330-2013适用范围 |
| 7 | 广州飘峰地块住宅项目一期工程 | 土质 | 21m | 土质 | 挖方 | 边坡工程安全等级为一级，边坡高度超《建筑边坡工程技术规范》 GB 50330-2013适用范围 |
| 8 | 广州增城区荔城街三联地块住宅项目第四期（A区）边坡 | 土质 | 11.7m～15.0m | 放坡+扶壁式挡土墙 | 挖方做挡土墙，填方施坡 | 边坡工程安全等级为一级、永久边坡 |
| 9 | 广州市公用事业高级技工学校迁建工程边坡监测技术方案 | 土质 | 7.3m～15.6m | 挡土墙、放坡 | 挖方 | 边坡工程安全等级为一级、永久边坡 |
| 10 | 国际冷链物流项目周边道路设计施工总承包-高边坡工程监测 | 土质 | 14-m～21m | 格构梁+锚索 | 挖方 | 边坡工程安全等级为一级、永久边坡 |

**3.0.6** 在边坡工程监测中，符合以下情况之一时，应采用自动化监测：

**1** 监测频率要求较高，需持续观测；

**2** 现场人工难以实施监测；

**3** 安全等级为一级；

**4** 存在落石、塌方等明显安全隐患；

**5** 其他应采用自动化监测的情形。

**条文说明：**

监测频率超过2次/1d可认为监测频率高。监测点所在部位采用人工方式进行观测比较困难的监测项目宜采用自动化监测。

**3. 0. 7** 破坏后果很严重的边坡工程，应进行运营期监测。

**条文说明：**

“5.1梅大高速路面塌方灾害”给人民生命财产安全造成巨大损失，梅大高速是在2014年12月31日竣工进入运营期，距今已接近10年，按照目前的规范要求，建筑边坡已处于无人监管的状态，为避免该类事故再次发生，本标准提出，对于破坏后果很严重的边坡工程，在运营期应进行长期监测。除定期的巡视检查外，应优先考虑自动化监测模式。

**3. 0. 8** 监测工作宜按下列步骤进行：

**1** 接受委托；

**2** 现场踏勘，收集资料；

**3** 制定监测方案；

**4** 监测点设置与验收，设备、仪器校验和元器件标定；

**5** 现场监测；

**6** 监测数据的处理、分析及信息反馈；

**7** 提交阶段性监测结果和报告；

**8** 现场监测工作结束后，提交完整的监测资料。

**3. 0. 9** 监测单位在现场踏勘、资料收集阶段的主要工作应包括：

**1** 明确建设单位和相关单位的具体要求；

**2** 收集和熟悉岩土工程勘察资料、气象资料、地下工程和建筑边坡工程的设计资料以及施工组织设计（或项目管理规划）等；

**3** 收集建筑边坡周边环境各监测对象的原始资料和使用现状等资料。必要时可采用拍照、录像等方法保存有关资料或进行必要的现场测试取得有关资料；

**4** 复核相关资料与现场状况的关系，确定拟监测项目现场实施的可行性；

**5** 了解相邻工程的设计和施工情况。

**3. 0. 10** 监测方案应包括下列内容：

**1** 工程概况；

**2** 监测目的及依据；

**3** 监测内容及项目；

**4** 仪器设备和人员的配备；

**5** 测点的布设与保护；

**6** 监测期限和监测频率；

**7** 监测预警值；

**8** 监测方法及精度；

**9** 监测数据处理与信息反馈；

**10** 监测应急预案；

**11**  作业安全及其他管理制度。

**3. 0. 11**  监测单位应严格按照监测方案实施。当建筑边坡工程设计或施工有重大变更时，监测单位应与建设单位及相关单位研究并调整监测方案。

**条文说明：**

监测单位应严格按照审定后的监测方案对建筑边坡工程进行监测，不得任意减少监测项目、测点，降低监测频率。在实施过程中由于客观原因需要对监测方案做出调整时，应按照工程变更的程序和要求，向建设单位提出书面申请，新的监测方案经审定后方可实施。

**3. 0. 12** 建筑边坡工程监测期间委托方及施工单位应协助监测单位保护监测设施。

**条文说明：**

监测期间，监测方应做好基准点、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。但除了进行仪器监测和现场巡检工作外，监测方大多时间并不在工程现场。因此，在建筑边坡工程监测期间，委托单位、施工单位等相关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，保证测点的存活。

**3. 0. 13**  监测单位应及时处理、分析监测数据，将监测结果和评价及时向相关单位做信息反馈。若监测数据达到监测预警值，监测单位应立即通报相关单位。

**条文说明：**

监测单位应严格依据监测方案进行监测，为建筑边坡工程实施动态设计和信息化施工提供可靠依据。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、施工等有关单位。当监测数据达到监测预警值时监测单位应立即通过电话、微信、短信的方式及时通知建设单位及相关单位，以便建设单位和有关各方及时分析原因、采取措施。建设、施工等单位应认真对待监测单位的预警，以避免事故的发生。

**3. 0. 14** 监测单位应向委托方提供以下资料并及时归档。

**1** 监测方案；

**2** 测点布设、验收记录；

**3** 阶段性监测报告；

**4** 监测总结报告。

**条文说明：**

监测单位应按照合同等相关文件的要求，定期将建筑边坡工程监测方案等资料定期提供给委托方，及时将相关材料归档。

# 4 监测项目

## 4.1 一般规定

**4. 1. 1** 建筑边坡工程监测应采用仪器监测与巡视检查相结合的方式。

**条文说明：**

仪器监测和巡视检查是建筑边坡工程监测的两种方式。仪器监测可定量测量出边坡位移、地下水位、支护结构应力等项目的变化情况，可为判断建筑边坡安全提供精确数据。人工巡检是对仪器监测的有效补充，通过观察支护结构、周边建筑和地表的裂缝分布规律、判别裂缝的新旧区别等，对于分析建筑边坡工程的安全和对邻近建筑的影响程度起着重要作用。特别是对于表面植被茂盛的边坡，采用仪器监测边坡表面水平和竖向位移时难度较大，监测效果也不尽如人意，可通过加强人工巡检，及时发现建筑边坡的安全隐患。多种监测方法互为补充相互验证，可以更加及时准确地分析、判断建筑边坡及周边环境的状态。

**4. 1. 2** 建筑边坡工程现场监测的对象包括：

**1** 支护结构；

**2** 边坡岩土体、水体；

**3** 周边环境；

**4** 其他需要监测的对象。

**条文说明：**

建筑边坡工程的主要监测对象包括支护结构、边坡岩土体、周边环境、地下水位，支护结构监测对象主要为挡墙、支护桩、锚杆、土钉；边坡岩土体监测对象主要为边坡岩体、土体；周边环境监测对象主要为边坡周边的建（构）筑物，道路、地下管线及其他城市基础设施。其他需要监测的对象主要为可能会对建筑边坡工程安全造成影响的孤石、危岩等对象。

**4. 1. 3** 建筑边坡的监测项目应综合考虑边坡安全等级、支护结构特点、施工工序和运营情况合理确定，各监测项目应相互配套，并形成有效、完整的监测体系。

**条文说明：**

建筑边坡工程在设置监测项目时，需考虑到各监测项目、各监测点并非独立存在，其相互关联，相互印证。如支护结构水平位移监测可与支护结构深层水平位移监测结果相互印证；支护结构深层水平监测结果可在一定程度反映支护结构内力变形情况。在边坡监测的过程中，单一监测项目往往无法反映边坡实际安全状态，需通过分析不同项目共同佐证。因此，边坡监测需要建立一个完整、有效、合理的监测体系。

## 4.2 仪器监测

**4. 2. 1** 建筑边坡工程仪器监测项目宜按表4.2.1确定。

**表4.2.1 建筑边坡工程监测项目表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 监测对象 | 监测项目 | 边坡工程安全等级 |
| 一级 | 二级 | 三级 |
| 支护结构 | 支护结构水平位移和竖向位移 | √ | √ | √ |
| 深层水平位移 | √ | √ | ⭕ |
| 锚杆（索）拉力 | √ | √ | △ |
| 支护结构应力 | ⭕ | △ | △ |
| 支护结构裂缝 | √ | √ | ⭕ |
| 周边环境 | 建（构）筑物竖向位移、倾斜 | √ | √ | √ |
| 建筑裂缝 | √ | ⭕ | △ |
| 道路及管线竖向位移 | √ | △ | △ |
| 边坡岩土体 | 坡顶水平位移和竖向位移 | √ | √ | √ |
| 地表裂缝 | √ | √ | √ |
| 深层水平位移 | √ | ⭕ | △ |
| 水体 | 地下水与降雨的关系 | √ | △ | △ |

注：1 √代表应测，⭕代表宜测，△可测

2 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。

3 对于长期监测的工程，应对支护结构及边坡岩土体、水体进行监测，监测项目应包含位移、裂缝、地下水与降雨等。

4 运营期监测以变形监测为主，应力、应变监测做参考项目。

**条文说明：**

监测项目的选择主要考虑以下因素：

将坡顶变形与支护结构变形分为不同的监测项目，若边坡的支护形式为放坡或仅采用喷锚支护形式，可将坡面和坡体整体理解为支护结构。

边坡监测包括第三方监测和施工监测，第三方监测并不能代替施工监测，同时，为了比对第三方监测和施工监测数据，双方测点布置宜一致或相近。

## 4.3 巡视检查

**4. 3. 1** 建筑边坡施工期及运营期内，应由专人进行巡视检查。

**条文说明：**

若有暴雨、洪水、地震等异常情况下，应在异常天气来临前对边坡进行专门巡查，排查有关安全隐患。在异常天气发生时，考虑到监测人员人身安全，不宜上边坡巡查，有条件的工程可借助视频远程监控或无人机巡视检查等手段监控边坡实际情况。在暴雨、洪水等天气过去后，在保证人身安全的前提下，对边坡进行巡检，判断边坡安全状态。

**4. 3. 2** 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。检查记录应及时整理，并与仪器监测数据进行综合分析。

**条文说明：**

建筑边坡的巡视检查是仪器监测方法的有效补充，特别是处于运营期的边坡，巡视检查的重要性更高。巡查工作应由具备丰富经验的技术人员进行，并在巡查记录上签字，应结合巡查记录和仪器监测数据，整理成巡查技术报告并履行签字程序，巡查报告应提出合理建议。

现场巡查和仪器监测数据成果之间大多存在着内在的联系，可以把被监测对象从定性和定量两方面有机地结合起来，更加全面地分析建筑边坡工程围(支)护体系及周边环境的变形规律及安全状态，更好地指导施工或及时采取相应的安全措施，保证工程施工顺利进行。

**4. 3. 3** 巡视检查发现异常情况时，应立即通知委托方及其他相关单位，并开展复测复核。

**条文说明：**

当前主要的仪器监测手段难以做到分布式测量，依然是基于经济合理原则下以点带面的方式。不易发现监测点/断面之间的变形特征。因此，现场巡查到的任何异常情况必须引起足够重视，并结合出现异常区域的监测数据和施工工况进行综合分析判断，及时发现可能出现的事故隐患或征兆，以便施工单位及相关单位及时启动应急预案，采取应对措施，避免事故的发生。

**4. 3. 4** 建筑边坡工程巡视检查宜包括以下内容：

**1** 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、分层厚度及锚杆（索）设置是否与设计要求一致；

**3）**锚杆（索）是否施工及时；

**4）**坡顶坡体有无超载；

**5）**开挖后边坡是否及时封闭。

**2** 支护结构

**1**）支护结构成型质量；

**2**）支护结构是否有裂缝；

**3**）锚杆垫板有无松动、变形；

**4**）支护结构锈蚀情况；

**5**）支护结构间的渗漏情况。

**3** 周边岩土体

**1**）边坡地表裂缝、沉陷及坍塌情况；

**2**）边坡地表地下水出露点、水流量大小；

**3**）泄水排水系统的完好、畅通情况及地表径流情况。

**4** 周边环境

**1**）周边管线有无破损、泄漏情况；

**2**）周边道路（地面）有无裂缝、沉陷；

**3**）周边建（构）筑物裂缝变化情况；

**4**）邻近建筑的施工变化情况。

**5** 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。

**4. 3. 5** 巡视检查可采用锤、钎、量尺、放大镜等工具以及摄像、摄影等设备进行，并宜采用摄影测量与遥感技术等先进技术手段辅助巡查。

**条文说明：**

结合当前技术发展和建筑边坡特点，巡视检查宜采用摄影测量与遥感技术等先进技术手段辅助巡查，提高巡查效率和覆盖率。

**1** 当采用低空无人机进行巡查时应符合以下要求：

1）操作员操作不同等级航空器应满足《民用无人驾驶航空器运行安全管理规则》的相关要求；

2）巡查航片与影像资料需妥善保存或上传至云平台；

3）不同类型无人机的操控员应符合安全操控要求，并取得所操控无人机的相应等级的执照；

4）从事飞行以及有关活动的民用无人机，应当按规定进行实名登记；

5）飞行机组的组成和人数不得少于无人驾驶航空器飞行手册或者运行限制的规定，并根据运行风险因素增加成员；

（6）若建筑边坡工程在禁飞区域内，则需取得相关部门审批后才能进行无人机巡查。

**2** 采用现场安装视频监控进行巡查时应符合以下要求：

1）监控范围应覆盖主要坡面；

2）应能够连续、实时监控边坡动态特征；

3）视频监控图像质量的指标应符合《民用闭路监视电视系统工程技术规范》 GB50198的规定；

4）视频监控的功能与设计、设备选型与设置、传输方式、供电等应符合GB50395的规定；

5）视频监控应支持按摄像机编号、时间、事件等信息对监控图像进行备份、查询、回放；

6）视频监控应具有夜视功能或配备辅助照明装置。

# 5 监测点布置

## 5.1 一般规定

**5. 1. 1** 建筑边坡工程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，监测点应布置在内力及变形关键特征点上，并应满足监控要求。

**条文说明：**

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。监测点宜按照监测断面布设以便于综合分析，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断面，边坡阳角和地质条件复杂的区段。另外影响监测费用的主要方面是监测项目的多少、监测点的数量以及监测频率的大小。因此边坡工程监测点的布置首先要满足对监测对象监控的要求，这就要保证一定数量的监测点，但不是测点越多越好，测点越多工作量越大，需要投入的人员、仪器设备就越多，会大幅增加监测费用。

**5. 1. 2** 建筑边坡工程监测点的布置应不妨碍监测对象的正常工作，并应减少对施工作业的不利影响。

**条文说明：**

监测点的设置不应妨碍结构的正常受力、降低结构的变形刚度和承载能力，这一点尤其是在布设支护结构、锚杆、土钉等的应力应变观测点时应注意。在满足监控要求的前提下，应尽量减少在材料堆放、运输和作业密集区埋设的测点，以减少对施工作业产生的不利影响，同时也可以避免测点遭到破坏，提高测点的成活率。

**5. 1. 3** 监测标志应稳固、明显、结构合理，监测点的位置应避开障碍物，便于观测。

**条文说明：**

监测标志需要保证稳固可靠，现场标识清晰明显，以防止遭到施工破坏。监测点应避开障碍物，以保证测量通视条件，同时也减小转站引点导致的误差。

**5. 1. 4** 监测点布设应根据边坡安全等级、支护结构设计计算及施工计划等因素综合确定，不同监测项目的监测点宜布设在同一监测断面上，典型边坡段不宜少于1个监测断面。

**条文说明：**

边坡支护结构、周围岩土体以及周边环境被保护对象是一个系统，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布置在同一监测断面上，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. 1. 5** 基准点、工作基点的布设及基准网的稳定性分析应满足《建筑变形测量规范》 JGJ 8的要求。

**条文说明：**

基准点、工作基点的埋设及基准网的稳定性分析按现行行业标准《建筑变形测量规范》 JGJ 8执行，以保证监测基准网的可靠性。

## 5.2 支护结构

**5. 2. 1** 水平和竖向位移监测点的布置应符合下列要求：

**1** 水平和竖向位移监测点应在每一典型边坡段的支护结构顶部设置，水平和竖向位移监测点宜为共用点，分级放坡支护应在每级平台顶部按监测断面设置监测点；

**2** 安全等级为一、二级的边坡监测点水平间距不宜大于20m，安全等级为三级的边坡可适当放宽。

**条文说明：**

观测点设置在边坡支护顶部，有利于观测点的保护和提高观测精度。一般根据边坡的走向，每一个典型边坡段均应设置监测点，兼顾安全性及经济性原则，布点间距建议不大于20m。安全等级为三级的边坡，其风险性有所降低，因此布点间距可以适当调整放大，以满足现场风险把控为原则。为便于监测，水平位移观测点宜同时作为竖向位移的观测点。

若采用坡率法的支护形式，则其位移观测点布置如图5-1（a）；若采用挡墙支护形式，则其位移观测点布置如图5-1（b）。



（a） 坡率法



（b） 挡墙支护

图5-1 边坡位移观测点布设示意图

**5. 2. 2** 锚杆（索）拉力监测点的布置应符合下列要求：

**1** 每一层（级）锚杆（索）拉力监测点数量不少于该层锚杆（索）总数的5%且每层（级）不少于 1 根；非预应力锚杆（索）拉力监测点数量不应低于总数的3%；

**2** 各层监测点位置在竖向上应保持一致。

**条文说明：**

本条给出了锚杆（索）拉力监测点的数量要求。如果是非预应力锚索，总体数量可适当降低，每一层（级）锚杆（索）拉力监测点数量宜为该层锚杆（索）总数的3%。为了分析不同工况下锚杆轴力的变化情况，对监测到的锚杆轴力值进行综合分析验证，各层监测点位置在竖向上宜保持一致。

**5. 2. 3** 锚杆（索）拉力监测点垫板安装应符合下列规定

**1** 垫板材料的强度应足够，确保锚索计在工作过程中不产生明显变形；

**2** 垫板规格设计应为上下两层，中间夹焊与锚索水平夹角相同角度的垫块，确保锚索计安装后与锚索轴线方向相同；

**3**  垫板大小应方便安装锚索计；

**4**  垫板定制加工时应将锚索计内孔与垫板对准并在四周分别做上记号，焊接足够数量的支撑点，垫板中心成孔直径 应与锚索计内孔相等；

**5**  垫板应按设计要求位置固定在锚梁上。

**5. 2. 4** 深层水平位移监测点的布置应符合下列要求：

**1** 安全等级为一级的边坡监测点水平间距宜为20m~40m，安全等级为二级的边坡监测点水平间距宜为40m~60m，每一典型边坡段测点数量不宜少于1个；

**2** 同一监测断面测点布设数量应结合支护形式确定；

**3** 支护结构为挡墙、抗滑桩时，测点深度不应小于支护结构深度。

**条文说明：**

深层水平位移的监测是观测边坡变形最直接的手段，针对安全等级为一级的边坡工程，风险性较大，宜与边坡顶部水平位移、沉降等监测项目组成监测断面以便于综合分析，因此其布设间距建议为20~40m，安全等级为二级的测点间距则可以结合实际适当增大，为了有效防控风险，每一典型边坡段均建议布设监测孔。为了真实地反映边坡支护结构的挠曲状况和地层位移情况，应保证测斜管的埋设深度。因为测斜仪测出的是相对位移．若以测斜管底端为固定起算点（基准点），应保持管底端不动，否则就无法准确推算各点的水平位移，边坡抗滑桩底部需嵌入稳定地层方能起到较好支护效果，因此要求抗滑桩内部深层水平位移测点需不小于其本身结构深度。如果现场条件无法满足测斜管管底嵌入稳定地质要求时，需采用顶部累计法进行监测，以保证监测数据的可靠性。

**5. 2. 5** 抗滑桩应力监测点竖直间距宜为3m〜5m，应在抗滑桩设计计算弯矩最大处布设监测点。

**条文说明：**

抗滑桩的应力监测点的布设在竖直方向上应考虑应力计算图形，布置在支护结构出现弯矩极值的部位，间距宜为 3m〜5m。水平方向上宜选择在支护结构的跨中部位以及堆载较大的部位布设应力监测点。

## 5.3 周边环境

**5. 3. 1** 边坡监测范围宜为距离坡顶1倍～3倍的边坡高度，坡脚不少于1倍边坡高度的范围。

**条文说明：**

边坡工程周边环境的监测范围主要考虑边坡施工和运营过程中对周边土体扰动的影响范围。边坡对周边土体的扰动进而会影响各保护对象的安全使用,具体影响范围主要有坡顶和坡脚，边坡顶部的监测范围需要包括坡顶土体潜在滑移面的范围，综合工程经验,结合我国各地相关规定,本条给出了将坡顶后1倍一3倍的边坡高度范围内需要保护的周边环境作为监控对象。坡脚的监测范围仅指边坡施工可能会造成土体扰动影响的范围，不指边坡滑移坍塌的影响范围，本条给出了坡脚不少于一倍边坡高度的参考监测范围。具体范围应根据边坡地质条件、周边保护对象的重要性等确定。必要时尚应扩大监测范围。



图5-2 边坡监测范围示意图

**5. 3. 2** 建（构）筑物竖向位移监测点的布置应符合下列要求：

**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，每侧外墙不宜少于2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。

**条文说明：**

建构筑物沉降监测点位布设对获取和分析建筑的沉降特征有重要影响，因此本条对监测点的布设做了相关要求。

**5. 3. 3** 建（构）筑物倾斜监测点的布置应符合下列要求：

**1** 监测点宜布置在建筑角点、变形缝两侧的承重柱或墙上；

**2** 应沿主体结构按正交方向（组）布设，中部可增加监测点；每栋建筑物倾斜监测数量不宜少于2组；

**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5.3.2条的规定。

**条文说明：**

为了反映建构筑物变形的特征和便于分析，监测点应布置在建筑竖向位移差异大的地方。倾斜监测可根据不同的监测条件选择不同的监测方法，监测点的布置也有所不同。当建筑具有较大的结构刚度和基础刚度时，通常采用观测基础差异沉降推算建筑的倾斜，这时监测点的布置应考虑建筑的基础形式、体态特征、结构形式以及地质条件的变化等，要求同建筑的竖向位移观测基本一致。如果是采用投点法进行倾斜监测，需要进行上下部位成对设置，位于同一垂直线上。

**5. 3. 4** 周边管线监测点的布置应符合下列要求：

**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、距离边坡近的、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；

**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，在难以埋设直接监测点的部位，可设置间接监测点。

**条文说明：**

本条对周边管线监测点的布设原则做出了规定。管线监测点布设分为直接法和间接法两种，直接法观测精度高、但是通常需要开挖至管线进行测点埋设，间接法是通过观测管线周边的土体，分析管线的变形，观测精度相对直接法会有所降低，但可避免破土开挖。具体的布设方法应结合现场实际情况及受保护管线的重要程度综合确定。

**5. 3. 5** 周边地表竖向位移监测断面宜设在典型边坡段中部或其他有代表性的部位。监测断面应与边坡走向垂直，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3个。

**5. 3. 6** 若建筑边坡监测范围内存在重要保护对象，则监测点的布置尚应满足相关权属部门的技术要求。

**条文说明：**

监测单位根据勘察和设计资料，结合现场踏勘情况细化监测点的布设位置，拟定监测方案，提交工程相关参建单位讨论审定后方可实施。如果边坡工程影响范围内有重要的保护对象，如铁路、城市轨道交通等时，监测点的布设还应符合其保护技术要求，取得相关权属单位的认可，经协商一致后，方能正式开始。

**5. 3. 7** 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，宜设置在裂缝的最宽处及裂缝末端。

**条文说明：**

裂缝的产生和发展直接关系到建构筑物的结构安全，如果出现裂缝则应及时对其发展情况进行跟踪监测，本条针对裂缝监测点布设原则做出了具体规定。

## 5.4 边坡岩土体、水体

**5. 4. 1** 土体深层水平位移监测点的布置应符合下列要求：

**1** 安全等级为一级的边坡监测点水平间距宜为20m~40m，安全等级为二级的边坡监测点水平间距宜为40m~60m，每一典型边坡段测点数不宜少于1个；

**2** 安全等级为一级的边坡，每个监测断面测点布设数量不少于2个，宜布设在坡顶和坡脚，多级放坡的边坡，宜在中间坡面平台增加测点；

**3** 测点深度应超过潜在滑动面不少于3m。

**条文说明：**

土体深层水平位移的监测同支护结构深层水平位移一致，监测孔应布置在边坡平面上变形计算值最大的位置。在实际监测工作中，应尽量与支护结构深层水平位移监测点布设在同一监测断面，以便于验证分析。另外本条对测斜管埋设深度做出了具体要求，应超过潜在滑动面不少于3m，如果现场条件无法满足此要求，同样需采用顶部累计法进行监测，以保证监测数据的可靠性。

**5. 4. 2** 地下水位监测点的布置应符合下列要求：

**1** 安全等级为一级的边坡监测点水平间距宜为20m~40m，安全等级为二级的边坡监测点水平间距宜为40m~60m；

**2** 安全等级为一级的边坡，每个监测断面测点布设数量不少于2个，宜布设在坡顶和坡脚；

**3** 测点深度应超过最低设计水位或允许地下水位之下3m〜5m。

**条文说明：**

对于边坡来说，地下水位的重要性不言而喻，通过边坡地下水位测量及其他监测项目综合分析，能够有效判断边坡的稳定性，同时也能观测边坡地下水位对周边环境的影响。地下水位监测点宜布置在每一典型边坡段中央，宜与测斜点同点位布设，以便于综合验证分析。因此本条对于地下水位监测点的间距要求与测斜监测点要求一致。结合现场情况，也可选择与测斜采用同孔观测，在测点布设时需要注意严格按照水位孔和测斜孔共同的埋设要求进行，同时不能破坏测斜管导槽。

## 5.5 其他需要监测的对象

**5. 5. 1** 孤石监测点的布置应符合下列要求：

1 倾斜监测点应沿孤石迎坡面或背坡面的顶部、底部上下对应按组布设，中部可增加监测点；

2 每个孤石倾斜监测数量不宜少于 2 点。

**条文说明：**

孤石为残留在残积土、全风化岩中的中风化、微风化岩石。在边坡工程中，置于边坡面的孤石在自重的作用下有滚落的风险，特别是在台风暴雨期间，在雨水冲刷作用下，孤石周围土体会发生塑性变形或失稳，从而形成崩滑隐患或导致发生孤石滚落现象，直接威胁坡脚建筑和人员生命安全。对于没有进行直接清除的孤石，应监测其倾斜及位移，位移监测包括水平位移及沉降。倾斜监测宜采用倾角传感器进行自动化监测。



图5-3 孤石示意图

**5. 5. 2** 危岩监测点的布置应符合下列要求：

**1** 倾斜监测点应沿危岩背坡面的顶部、底部上下对应按组布设，中部可增加监测点；倾斜监测数量不宜少于2个；

**2** 裂缝监测点应选择有代表性的裂缝进行布置，当出现新裂缝时，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，宜设置在裂缝的最宽处及裂缝末端；

**3**  液位监测点应选择有代表性的部位进行布置。

**条文说明：**

危岩指正在开裂变形，并可能发生崩塌或滑坡的危险岩体或山体，如七星岩景区内就曾对危岩进行治理。危岩示意如图5-4。



图5-4 危岩示意图

1 危岩的位移点应布置背坡面，需分析危岩可能滚落的方向、途径和危害范围。应在危岩上布置2个位移监测点，分别布置在危岩中轴线上下两端，如图5-5。观测危岩和孤石的平面位置和高程变化，并根据观测结果，采用一定的比例绘制滑坡位移矢量图。若无布点条件，可选取特征点进行非接触式测量。



图5-5 孤石测点布置示意图

若2个监测点高程及平面位置皆产生一定变化且各测点变化情况相近，说明孤石或危岩产生整体滑移；若下部测点的变化量要远小于上部监测点，说明孤石或危岩主要发生倾斜变形，需重点关注后方裂缝的发展情况。

2 危岩与后方稳定岩体有裂缝分开，裂缝的持续发展情况是评价危岩安全的重要指标，可沿裂缝发展的方向设置裂缝监测点，如图5-6，可采用拉线位移计等高精自动化监测设备进行监测。



图5-6 危岩测点布置示意图

（3）危岩后若有蓄水，其后水压力将对危岩安全产生较大影响。结合现场实际环境，有条件的情况下建议对其进行监测，推荐采用自动化监测手段。

# 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边坡类别、设计要求、场地条件、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。

**条文说明：**

建筑边坡监测方法的选择应综合考虑各种因素，总体上来说，边坡支护结构类型、场地地质条件、地形条件的差异（高差、通视条件等），是测点和基准网布置以及监测方法的决定性因素。监测方法确定的总体原则是简便易行、有助于适应施工现场条件的变化和施工进度的要求。

**6. 1. 2** 仪器监测可采用现场人工监测或自动化监测，也可二者协同使用。当符合3.0.6条情况之一时，应采用自动化监测。

**条文说明：**

在满足监控精度要求和保证工程安全的前提下，应以减轻劳动强度、提高工作效率降低监测成本为基本出发点，鼓励建筑边坡现场监测的技术进步，对于性能稳定技术成熟且经过工程实践检验的新设备、新技术、新方法。积极推进自动化监测与传统仪器监测的协同作业使用。目前已有关于人工与自动化监测协同应用的研究成果可供参考，有助于从业人员选择最优监测方法。



图6-1 不同模式监测成本示例

1. 三种作业模式的成本随监测工期增长呈现阶段交替的情况有“自动监测>人工监测>协同监测（工期≤12个月时）”和“人工监测>自动监测>协同监测（工期＞12个月时）”两种，该现象主要由设备成本的变更引起。人工成本在人数确定的情况下随工期增长呈线性增加；而设备折旧则在计算中存在年度变更时计算方式变更的情况，会导致设备成本的阶段性变化；又因自动化监测成本主要为设备折旧，从而导致自动化成本的“掉涯式”下降。因此，当监测工期＞12个月时，自动化监测低于人工监测成本，工期短于12个月时则相反。

（2）当前自动化监测的主要问题是应用成本和技术研发与现场应用环境不匹配的问题；

（3）协同监测方法生产成本最低，不受工期影响。该模式避免了人工成本随工期线性过快增长的问题，同时避免设备总价高导致的折旧成本过高的问题。

上述模型计算的假定条件为该项目所有仪器、设备及元件均为一次性购置；并在目前自动化设备稳定性和耐久性不高的前提下，假定自动化设备使用年限为2年。随着自动化设备稳定性、耐久技术、造价及采购模式的优化，自动化监测将逐步取得成本优势。

采用协同监测方法时应遵从覆盖性、溯源性、可行性及差异性等原则。

**6. 1. 3** 监测仪器和设备应符合下列要求：

**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** 应经过检校或标定，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、检校以及监测元件的检查。

**条文说明：**

仪器设备的精度、量程应满足观测要求且必须经过校准或标定或执行期间定期维保、期间核查等程序，保证仪器在投入使用前的状态良好。

**6. 1. 4** 对同一监测项目，监测时宜符合下列要求：

**1** 采用相同的观测方法和观测路线；

**2** 使用同一监测仪器和设备；

**3** 固定观测人员。

**条文说明：**

工程测量活动中的误差来源主要分为系统误差和偶然性误差：

1 系统误差是观测活动的主要误差来源，主要来源于几个方面：

1）仪器误差：是由于仪器本身的缺陷或没有按规定条件使用仪器而造成的。如仪器的零点不准，仪器未调整好，外界环境（光线、温度、湿度、电磁场等）对[测量仪器](https://baike.so.com/doc/6063876-6276935.html%22%20%5Ct%20%22https%3A//baike.so.com/doc/_blank)的影响等所产生的误差。

2）理论误差（方法误差）：这是由于测量所依据的理论公式本身的近似性，或实验条件不能达到理论公式所规定的要求，或者是实验方法本身不完善所带来的误差。例如热学实验中没有考虑散热所导致的热量损失，伏安法测电阻时没有考虑电表内阻对实验结果的影响等。

3）人员误差：这是由于观测者个人感官和运动器官的反应或习惯不同而产生的误差，它因人而异，并与观测者当时的精神状态有关。

在监测工作前，周期观测时固定观测仪器、观测人员、观测路线，可在根源上消除系统误差。

2 偶然误差也是观测活动中不可忽视的误差来源，其产生的原因是分析过程中种种不稳定随机因素的影响，如室温、相对湿度和气压等环境条件的不稳定。偶然误差不可消除，但它具有如下四个特性：

1）有限性：在一定的观测条件下，偶然误差的绝对值不会超过一定的限值；

2）集中性：即绝对值较小的误差比绝对值较大的误差出现的概率大；

3）对称性：绝对值相等的正误差和负误差出现的概率相同；

4）抵偿性：当观测次数无限增多时，偶然误差的算术平均值趋近于零。

因此，观测条件相对固定时，并对某一观测量进行多次观测，可有效降低偶然误差的影响。

**6. 1. 5** 各监测项目的初始值采集应及时、方法正确，并符合下列要求：

**1** 沉降、位移监测应取连续 3次获得的稳定测试数据的平均值作为初始值；

**2** 支护结构应力监测宜取下一工序实施前连续 3d 获得的稳定测试数据的平均值作为初始值；

**3** 挖方、填方边坡测斜管应在边坡施工一周前埋设，取施工前连续 3d 获得的稳定测试数据的平均值作为初始值。填方边坡应随在施工进度加高测斜管，测管加长前后宜重新测量，按高程累加前期变化量；

**4**  地下水位监测宜在施工开始前至少1周埋设，并逐日连续观测水位取得稳定初始值；

**5**  锚杆（索）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**  裂缝监测应在施工开始前测定其分布、数量，选取有代表性裂缝设置观测标志。

**条文说明：**

边坡施工是对原状环境的较大扰动，前期的大型机械进场、表土清理工作等均会对原状土产生振动干扰，破坏原状土初始状态。因此测斜管应在边坡施工前至少1周埋设，保证取得初始值稳定可靠。

在建筑边坡监测中，可通过在土体钻孔的方式埋设测斜管，测斜管与钻孔之间的空隙应填充密实。对于填方边坡，在堆填工作中不具备埋设条件且更关注施工完成后的运营期的安全状态，故应在施工完成后埋设。

结合建筑边坡监测的概念可知，为及时掌握边坡及周边环境的安全状况、变化特征及其发展趋势实施的周期性工作。我们日常监测值与初始值的差值为其累计变化量，本次与前次测得之值的差值为其本次变化量；累计变化量和本次变化量是我们监测成果的基础数据。因此，监测项目初始值的取得是个科学、严肃的过程。

对于不同监测项目，及时采集初始值是基本要求。但取得初始值的方法各有不同，条文明确规定了各监测项目的初始值采集方案，应遵照执行。

条文说明：

监测工作是为了掌握建筑边坡施工及运营过程的各项技术参数的安全状态，而本标准给出了可供参考的监测方法，但并不是唯一，其他标准中可满足建筑边坡观测技术要求的防范，均可应用到建筑边坡监测中。

**6.1.6**  除使用本标准规定的监测方法外，亦可采用摄影测量、遥感等可达到本标准规定精度要求的其他方法。

**6.1.7** 若涉及高处作业时，应符合《建筑施工高处作业安全技术规范》 JGJ 80相关要求。

## 6.2 人工监测

Ⅰ水平位移监测

**6. 2. 1**  水平位移监测可采用交会法、自由设站法、极坐标法、小角法等。

**条文说明：**

水平位移的监测方法较多，但各种方法的适用条件不一，在方法选择和施测时均应注意。

1 采用前方交会法时交会角应在 60°～120°之间，并宜采用三点交会法等；

2 采用小角度法时，监测前应对经纬仪的垂直轴倾斜误差进行检验，当垂直角超出±3范围时，应进行垂直轴倾斜修正；

3 采用视准线法时，其测点埋设偏离基准线的距离不宜大于2cm，对活动牌的零位差应进行测定；

4 全站仪极坐标法：是水平位移监测的主要方法之一，该方法中全站仪仪器精度的选择是影响观测精度的关键。

全站仪极坐标法水平位移监测的误差分析，考虑了仪器测角与测距误差、测站对中误差、觇牌对中误差和人眼照准误差的综合影响，未考虑项目周边环境温度、气压和旁折光等因素。当水平位移监测精度要求较高时，需考虑环境因素的影响。

全站仪极坐标法观测宜设置强制对中观测墩，以减小测站对中误差的影响。测站点(工作基点)邻近观测对象，易受变形、施工作业以及观测墩体本身可能发生的不均匀沉降影响。为提高监测成果可靠性，每次观测均应对控制点稳定性进行检查，应定期联测基准点，校核测站点坐标。

为减少照准误差的影响，需要对工作基点至监测点的距离进行适当限制。按照监测点坐标中误差不大于1.0mm、1.5mm、2.0mm、3.0mm 的精度要求，考虑实际监测工作中测站点至监测点距离一般不大于300m，仪器、觇牌对中误差不大于0.5mm，不同标称精度全站仪角度与边长观测所需要的测回数要求，可参照《建筑基坑工程监测技术标准》 GB 50497中相关规定执行。

**6. 2. 2**  采用交会法时宜采用三点交会，测角交会角应为60°~120°，测边交会角应为30°~150°，基线边长不宜大于300m。

**条文说明：**

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，采取精度适当的原则，不追求过剩精度。

**6. 2. 3**  采用自由设站法时宜采用全站仪后方交会，应由三个及以上基准点进行交会。

**条文说明：**

后方交会是指仅在待定点上设站，向三个已知[控制点](https://baike.so.com/doc/6291672-6505178.html%22%20%5Ct%20%22https%3A//baike.so.com/doc/_blank)观测两个水平夹角a、b，从而计算待定点的坐标，称为后方交会。是加密控制点常用的方法，在变形监测工作中，可以用作临时设站点的坐标测定工作。它可以在数个已知控制点上设站，分别向待定点观测方向或距离，也可以在待定点上设站向数个已知控制点观测方向或距离，而后计算待定点的坐标。

条文规定了自由设站时，采用后方交会法的基本要求。

**6. 2. 4** 监测点的标石标志及其埋设应符合下列要求：

**1** 土体上的监测点可埋设预制混凝土标石。根据观测精度要求，顶部的标志可采用具有强制对中装置的活动标志或嵌入加工成半球状的钢筋标志。标石埋深不宜小于1m。标石顶部应露出地面0.2m~0.3m；

**2** 岩体上的监测点可采用砂浆现场浇筑的钢筋标志。凿孔深度不宜小于0.1m。标志埋好后，其顶部应露出岩体面0.05m；

**3** 必要的临时性或过渡性监测点以及观测期短、次数少的小型斜坡位移监测点，可埋设硬质大木桩，但顶部应安置照准标志。

**条文说明：**

参考《建筑变形测量规范》 JGJ 8的相关要求



图6-2 土质边坡位移监测标石示意图

监测标靶宜采用L型棱镜。相较于反射片，L型棱镜具有方便照准、精度高的优点，常用的L型棱镜主要有下列类型。

表6-1 棱镜类型及精度

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 规格 | 产品图 | 棱镜精度 |
| ADS104 90°L型 棱镜组 | 3英寸 | G:\a\桌面文件\产品图片1\江阴香江各类直角棱镜\新建文件夹\ADS104 90°L型棱镜组.JPG | 5″ |
| ADS104-1加长直角棱镜组 | 9英寸 | G:\a\桌面文件\产品图片1\江阴香江各类直角棱镜\新建文件夹\ADS104-1 9英寸加长直角棱镜组.jpg | 5″ |
| ADS104-1-2双棱镜组 | 3英寸 | G:\a\桌面文件\产品图片1\江阴香江各类直角棱镜\新建文件夹\ADS104-1-2 双面棱镜\双面棱镜.JPG | 5″ |

Ⅱ 竖向位移监测

**6. 2. 5** 竖向位移监测可采用几何水准或三角高程测量方法。

**条文说明：**

几何水准测量的仪器、技术成熟，测量精度易保证，目前仍是各类监测工作中竖向位移观测的主要方法。当现场条件不便于采用水准几何测量，如不具备放尺条件、不能保证测量人员自身安全等。测量精度允许时，可采用三角高程法进行竖向位移观测。

**6. 2. 6** 几何水准测量应采用闭合或附合水准路线进行量测。

**条文说明：**

常见水准测量的线路有附合水准路线、闭合水准路线、支水准路线等；支水准路线由于不能对测量成果自行检核，一般需要往返测量，不适于日常监测工作，一般不采用。

**6. 2. 7** 三角高程测量，应符合下列规定：

**1** 应在后视点、前视点上设置棱镜，在其中间设置全站仪观测视线长度不宜大于300m，视线垂直角不应超过 20°。每站的前后视线长度之差，对三等观测不宜超过30m，四等观测不宜超过50m；

**2** 视线高度及离开障碍物的间距宜大于 1.3m。

Ⅲ 深层水平位移监测

**6. 2. 8** 深层水平位移监测宜采用测斜仪，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。

**条文说明：**

测斜仪依据探头是否固定在被测物体上分为固定式和活动式两种。人工监测常用的是活动式测斜仪，即先埋设测斜管，每隔一定的时间将探头放入管内沿导槽滑动，通过量测测斜管斜度变化，推算水平位移。

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

**6. 2. 9** 测斜仪探头置入测斜管底后，应静止5分钟~15分钟待探头温度接近管内温度时再量测。

**条文说明：**

测斜仪在垂直状态下测斜仪探头的理论测值为零，但实际情况下探头会有一个接近零的数值输出，这是零点的偏移误差。在偏移误差值不变的情况下，零点的偏移误差可以通过正反方向的测值来修正。但在同一次测量过程中，如零点偏移值改变，其系统误差就无法通过正、反2次测值相减来消除，则需要另外修正。

仪器零点偏移的主要原因，一是测斜仪探头受到碰撞或冲击，造成仪器内加速度计传感器的零点值改变；二是探头温度改变导致输出值改变。

测斜孔一般深度较大，管底部通常存在地下水，地下水温度常年基本保持恒定，一般为15℃~17℃。而室外气温变化较为剧烈，南方地区气温偏高夏天气温可达35℃以上。因此测试前需将探头放置于测斜管管底，待其温度平衡后再进行观测。现场经验表明：当室外气温不高、温差不大时，需放置5min～10min；当室外气温较高温差较大时需放置10min～15min。待探头温度与测斜管内温度基本一致后再开始测量。

**6. 2. 10** 当以管口作为深层水平位移的起算点时，每次监测均应复核管口水平位移并对深层水平位移监测值进行修正。

**条文说明：**

深层水平位移监测顶部累计法，除了底部累计法的常见各类误差来源外，尚有管口坐标测定误差影响，一般情况下较少采用，条文对不便于采用底部累计法时，如测管底部堵塞较多、桩踢脚、测孔深度太大等，采用顶部累计法时的基本要求。一般情况下，随着测孔深度加大、单孔测量时间较长，相对误差越大。在深度与边坡高度比较大时，相对误差大于采用顶部累计法误差时，宜采用顶部累计法。

Ⅳ 倾斜监测

**6. 2. 11** 建筑倾斜观测应根据现场观测条件和要求，可选用投点法、前方交会法、激光铅直仪法、垂吊法、倾斜仪法和差异沉降法等方法。

**条文说明：**

根据不同的现场观测条件和要求，采用根据实际条件采用合理测量方法：

1 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；

2 当被测建筑内部有一定的竖向通视条件时，宜选用垂准法等；

3 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。

Ⅴ 裂缝监测

**6. 2. 12** 裂缝监测应监测裂缝的长度、宽度，记录其位置、走向、必要时尚应监测裂缝深度。

**6. 2. 13** 建筑边坡开挖前应记录监测对象已有裂缝的分布位置和数量，监测标志应具有可供测量的明晰端面或中心。

**条文说明：**

[裂缝](https://www.zhihu.com/search?q=%E8%A3%82%E7%BC%9D%E8%A7%82%E6%B5%8B&search_source=Entity&hybrid_search_source=Entity&hybrid_search_extra={"sourceType":"answer","sourceId":3082225819}" \t "https://www.zhihu.com/question/_blank)是建筑边坡施工前的一项重要调查内容，用于记录施工前周边环境的初始状态，以评估后期施工影响。主要目的是查明裂缝情况，掌握变化规律，分析成因和危害，以便采取对策，保证建筑边坡施工及后期使用安全。裂缝观测应按照条文6.2.12规定内容测定。观测的裂缝数量视需要而定，对主要的或变化大的裂缝应进行观测。以便根据这些资料分析其产生裂缝的原因及其对于建（构）筑物安全的影响，及时采取有效措施处理。

为准确测定规范规定的内容，特别是裂缝宽度。选取裂缝有代表性的位置，设置可供精确测量的标志是基本前提。

**6. 2. 14** 结构裂缝监测应满足下列要求：

**1** 裂缝宽度监测宜在裂缝两侧贴埋标志，用千分尺或游标卡尺等直接量测，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；

**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。

**条文说明：**

本条第1点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，如开裂，石膏饼随之开裂，测量裂缝的宽度；或用划平行线法测量裂缝的上下错位；或用金属片固定法把两块白铁片分别固定在裂缝两侧，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即为新增的裂缝宽度和错位。

本条第2点，直接测量法简单、直观、成本低、不用标定，适用于除高温及腐蚀环境的所有类型裂缝的观测。其他方法，如柔度法、电位法、探伤法等则存在测量对象局限性较大、技术实现较难、成本较高、精度较低、效率较低等，本标准不推荐在建筑边坡裂缝观测中使用。

本条第3款，裂缝深度较小时宜采用单面接触超声波法量测；深度较大时裂缝宜采用超声波法量测。

条文说明：

根据《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB 50204 附录B(受弯预制构件结构性能检验)中提及构件的承载力检验系数允许值的检验内容中提及了最大裂缝宽度的检验。第B.1.5条的规定中也提及了最大裂缝宽度的检测。表 B.1.5构件的最大缝宽度允许值 (mm)，设计要求的最大裂缝宽度限值。

表B.1.5构件的最大裂缝宽度允许值（mm）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 设计要求最大裂缝宽度限值 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 |
| 【ωmax】 | 0.07 | 0.15 | 0.20 | 0.25 |

在《危险房屋鉴定标准》 JGJ 2 中第4.5条共规定了16种现象为危险点的判定依据，其中关于裂缝的有10种，提到具体裂缝宽度限值的有6种，裂缝宽度限值有0.4mm、 0.5mm和1mm三种。大于相关限值，则判定为危险点。因此本条文规定裂缝宽度测量精度需优于0.1mm，是出于上述内容从严考虑。

根据公开文献资料对数百条结构裂缝开展裂缝演化规律研究，统计分析结果表明裂缝长度及深度与对应宽度的关系，大致呈深度与宽度为1~2个数量级，与长度基本吻合区间为3个数量级。按照从严考虑仪器精度原则，本条文确定裂缝长度和深度测量精度应优于1mm，是充分满足实际测量工作要求的。

**6. 2. 15** 地表裂缝监测应满足下列要求：

**1** 当裂缝长度小于5m或宽度小于1cm时，可采用滑尺、钢尺等简易手段进行测量，当边坡表面裂缝深度小于2m时，可用坑槽探法检查裂缝深度、宽度及状况等；

**2** 当边坡表面裂缝长度超过5m、宽度大于1cm且深度大于2m时，应采用测缝计或位移计进行监测；

**3** 对于岩质边坡，地表裂缝的观测中误差不宜低于0.5mm；对于土质边坡，地表裂缝的观测中误差不宜低于5mm。

**条文说明：**

裂缝的位置、走向、长度、宽度是裂缝监测的4个要素，裂缝深度测量由于手段较为复杂、精度较低，有可能需要对裂缝表面进行开凿，因此，只有在特殊要求时才进行监测。

Ⅶ 地下水位监测

**6. 2. 16** 地下水位监测宜采用钻孔内设置水位管的方法测试，可采用测绳、钢尺水位计、渗压计等进行量测。

**6. 2. 17** 地下水位监测精度不宜低于10mm。

**6. 2. 18** 地下水位监测应符合下列规定：

**1** 水位监测应从固定点量起并将读数换算成水位埋深及标高；

**2** 采用测绳测量水位时，应对其伸缩性进行校核并消除误差；

**3** 采用水位计时，应检查传感器的可靠性。

**条文说明：**

本条第1点明确了水位测量起算点，同时明确了最终成果要求。众所周知，地下水位是指地下[含水层](https://baike.so.com/doc/483392-511892.html%22%20%5Ct%20%22https%3A//baike.so.com/doc/_blank)中水面的高程。日常测量中，基本起算点为地下水位管口，每次测量管口至水位管内水面的空管长度，该测量结果应结合管口高程换算出管内水面高程。因此，要保证水位管管口高程测量纳入测量坐标系，建议与周边地面共用高程系统，便于比对，消除水位管所在部位整体下沉的影响；

本条第2点，明确了使用测绳方法时，应注意规避的误差来源；

本条第3点，主要检查导线和测量用导线连接是否可靠，连接处应采用绝缘胶带仔细包扎并检查电源、音响及灯显装置是否正常，测量用导线应做好长度尺寸标记等。

**6. 2. 19** 水位管的安装应符合下列规定：

**1** 水位管的导管段应顺直，内壁应光滑无阻，接头应采用外箍接头；

**2** 观测孔应分为上部不进水段、进水段、与沉淀管段；

**3** 埋设完成后应进行洗孔，观测孔内水位应与地层水位保持一致且连通性良好；

**4** 水位观测管管底埋置深度应在最低设计水位或允许地下水位之下3m〜5m。

**条文说明：**

本条第1点，规定了水管制式及安装方式，避免测量过程中探头或测绳被卡；

本条第2、3点，对于测孔埋设方式中应注意的问题，设置沉淀管是为了避免长期使用过程中泥渗入水位管，在底部沉积造成深度不足的问题。洗孔是为了冲洗钻孔余泥在水位管底部花管段淤积，阻断水位管内外水体联系，进而影响了测量结果。本条第 2、3 点，对于测孔埋设方式中应注意的问题，设置上部不进水段是为了避免地表水直接流入测管；进水段应采用花管（打孔）缠滤布；设置沉淀管。

本条第 4 点规定是明确水位管与地层水位有足够接触长度，保证水位管内外水体联系良好，能够反映水位变化情况。

Ⅷ 锚杆（索）拉力监测

**6. 2. 20** 锚杆（索）拉力宜采用锚索测力计测定，监测点应在施加预应力前布设。

**条文说明：**

锚杆（索）拉力监测的目的是掌握锚杆（索）的变化,确认其工作性能。由于钢筋束内每根钢筋的初始拉紧程度不一样，所受的拉力与初始拉紧程度关系很大，轴力计应变计应在预应力施加前安装并取得初始值。根据质量要求，锚杆（索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至少有3d的养护时间后才允许下一层土方开挖。

**6. 2. 21** 锚索测力计的量程不宜低于设计值的1.5倍。

**条文说明：**

对于边坡工程，《建筑边坡工程技术规范》 GB50330中规定，“宜进行设计预应力值1.05~1.10倍的超张拉，预应力保留值应满足设计要求，对地层及被锚固结构位移控制要求比较高的工程，预应力锚杆的锁定值宜为锚杆轴向拉力特征值；对允许地层及被锚固结构产生一定变形的工程，预应力锚杆的锁定值宜为锚杆设计预应力值的0.75~0.9倍”。

工程技术人员应熟悉各个参数之间的关系，深刻理解其内在关系，以指导施工。实际工程中，锁定值一般由设计师根据锚索长度、地层情况、支护型式等经验取值，不一定取很大值，工程往往张拉结束后张拉段钢较线先不截除，后期根据变形情况进行补张拉处理，因此数值上基本达到标准值，一般经验上张拉值取锁定值的1.3倍左右，实际工程中应向设计人员获取锚杆(索)轴向拉力标准值或设计值具体数据进行校验复核，具体工程具体对待。

因此，本条对于锚索测力计的量程选择，应在该最大张拉值为基础进行选择。本条文所给出的量程建议，是充分考虑了上述因素并留出合理剩余量程，便于测量工作的开展。

**6. 2. 22** 锚杆（索）预应力施加前应测读传感器的初始读数，精度不宜低于0.5%F・S，分辨率不宜低于0. 2%F・S。

**条文说明：**

本条规定了预应力张拉前应读取仪器的初始（空载）读数，主要目的是确保仪器状态，为后续计算确定了计算初始值。本条关于仪器精度的规定，主要考虑到能满足监测预警值的监测要求，同时考虑了国内外现有的大部分设备都能达到此精度，是立足于经济合理可行的角度。

Ⅸ 支护结构应力监测

**6. 2. 23** 宜采用应变计测定，监测点应在施加预应力前布设。

**6. 2. 24** 应变计的量程不宜低于设计值的1.5倍。

**6. 2. 25** 应在预应力施加前应测读传感器的初始读数，精度不宜低于0.5%F・S，分辨率不宜低于0. 2%F・S。

## 6.3 自动化监测

Ⅰ自动化监测系统

**6. 3. 1** 实施自动化监测的边坡，应建立适宜长期运行的自动化监测系统，监测系统应包含监测设备、数据通信设备、传输网络及软件平台。

**条文说明：**

对于边坡监测，一般设计要求为竣工后继续观测2年，甚至要求长期监测。因此，在边坡自动化监测系统设计时，应在硬件选取、测点埋设、通讯方式、供电方式、软件平台架构等充分考虑长期运行的需求，对其扩展性、维护性、可替换升级等方面做好前瞻性设计。

**6. 3. 2** 自动化监测系统应遵循实用、可靠、先进、经济和环保的设计原则，采用成熟、可靠的技术和满足国家或行业标准且易维护的设备。

**条文说明：**

建筑边坡自动化监测系统建设绝大多数是位于野外且不便于维护的部位，系统建设的初衷是为了降低人工劳动强度、提高作业效率。因此，无人值守的自动化监测系统是发展方向，这就要求自动化监测系统所采用的关键技术和设备，必须是可重复验证的、可溯源的、低故障率的，为监测系统的长期稳定运行提供前提。

**6. 3. 3** 自动化监测系统建立时，应根据监测项目的精度要求和现场作业条件明确相应的自动化监测方法。

**条文说明：**

自动化监测与传统人工监测根本区别在于数据获取手段，其基础原理是一致的。监测项目精度要求不得低于相应规范要求，而自动化监测系统对现场作业条件要求更为苛刻，系统设计时需充分考虑如温/湿度、压力、振动、电磁干扰、信号屏蔽、雷电等现场作业条件，选取适合的设备。

同时，进行自动化监测系统设计时，应充分理解并遵循系统的规律，如：单个设备精度不等同于系统输出精度。系统输出精度即为最终精度，不得低于相应规范要求。

**6. 3. 4**  实施自动化监测的边坡工程，应具备人工比对测量的条件，满足对现有数据的校验。

**条文说明：**

由于自动化监测技术还在不断发展中，新技术、新设备也在不断地更新完善，在该阶段自动化监测技术的成熟度、稳定度都还达不到一个很高的水平，因此在鼓励采用自动化监测技术的同时，为保证结果的可靠性，应创造比对测量的条件，定期进行比对测量数据校核。

**6. 3. 5**  自动化监测系统应制定完善的管理制度并定期检查、维护。现场的自动化监测设备应设置标识牌。

**条文说明：**

自动化监测系统多数为无人值守方式，结合其所处建筑边坡工程的环境情况，更易受到非专业人员有意或无意的破坏，长期运行时可能面临系统维保人员、软件开发人员的更换，自然灾害的影响等等。

因此，关于自动化监测系统的运行管理制度应更加完善、可追溯、可继承。本条文规定了自动化监测系统运行管理体系应包含的基本方面。标识牌内容应包括设备名称、编号、监测项目、应急联系人、联系方式、监测单位、设备一般性故障恢复方法等。

**6. 3. 6** 开展自动化监测时，基准网的布设、测量及检核需符合现行有关标准规定要求。

**条文说明：**

如前文述，自动化监测只是改变了监测的方式，基本原理与传统人工监测方式是一致的。其关于基准网、测量及检核的方法的要求也是一致的，这是开展自动化监测的工作前提。

Ⅱ 水平位移监测

**6. 3. 7**  水平位移自动化监测可采用智能型全站仪、位移计、GNSS、摄影测量、遥感等进行量测。

**条文说明：**

本条文立足于自动化监测方式，建议性列举可进行水平位移监测的智能型设备。此处提出相应方法的注意事项：

1 智能型全站仪：应注意设备维保、定期检定或校准；同时注意基准网点的定期校核；

2 位移计：位移计适用范围较小，仅适用于就近有锚固点（基准点）的部位。当位移计采用拉线、测杆时，尚应对拉线、拉杆的伸缩性能做影响评估；

3 卫星导航系统：《建筑变形测量规范》 JGJ 8中关于卫星导航系统的应用条件有详细规定，应注意系统精度匹配性问题。

**6. 3. 8** 采用智能型全站仪进行监测时应符合以下要求：

**1** 工作基点应设置观测墩，配备强制对中装置和防护措施；

**2** 水平位移监测基准点布设于稳定区域且不少于3点，每次监测前应校核工作基点的稳定性；

**3** 基准网稳定性复核周期及工作基点巡查不宜大于3个月；

**4** 智能型全站仪配套测量软件宜有自动剔除粗差、漏点补测、超限重测的功能。

**条文说明：**

条文规定了采用智能型全站仪进行水平位移自动化监测时候应注意的各项问题。

对于第1点，工作基点不应埋设在施工、低洼积水、湿陷、冻胀、胀缩等影响范围内，选点时应考虑施工对工作基点的扰动和对视线的阻挡。智能型全站仪架设处宜配置电子气温气压计、控制系统、通信系统及不间断供电系统等配套设备并注意防护

**6. 3. 9** 采用激光位移计进行监测时应符合以下要求：

1 水平位移监测基准点设备应设置在稳定区域并定期对其进行人工校准和修正；

2 激光光路应高于地面不少于20cm；激光装置应配备自平衡装置，确保激光光路不受结构倾斜的干扰；可采用直接测量法和累计联测法进行监测。

**条文说明：**

条文规定了采用激光位移计进行水平位移自动化监测时候应注意的各项问题。使用激光位移计进行水平位移监测时，基准点的稳定性直接关系测量的准确性，因此原则上基准点需安装在施工影响范围之外的稳固可靠位置。如果现场实施确有难度，无法满足要求，布设工作基点在基坑影响范围内时，也应选取较为可靠稳固的位置并定期进行校准修正，以保证监测数据的准确性。

**6. 3. 10**  采用GNSS进行静态测量时应符合以下要求：

**1** 监测点应设置观测墩，配备强制对中装置和防护措施；

**2** 监测点周边应视野开阔，点位附近不应有强烈干扰源或反射体；

**3** 应采用边连接或网连接的方式建立监测网；

**4** 应严格按照规定的时间计划进行观测；

**5** 观测数据处理和质量检查应符合《工程测量标准》 GB 50026的规定，同一时段观测值的数据采用率不宜小于85％；

**6** 测量配套软件应具备电池的容量、接收机的内存和可储存空间等设备状态参数反馈的功能。

**条文说明：**

条文规定了采用卫星导航系统进行水平位移自动化监测时候应注意的各项问题。

**1** 应设立永久性固定参考站作为变形监测的基准点并建立实时监控中心；

**2** 参考站应设立在变形区之外或受变形影响较少的地势较高区域，上部天空应开阔，无高度角超过10°的障碍物，周围无信号反射物（大面积水域、大型建构物），及无高压线、电视台、无线电发射站、微波站等干扰源；

**3** 流动站的接收天线，应永久设置在监测体的变形观测点上并采取保护措施。接收天线的周围应无高度角超过10°的障碍物。变形观测点的数目应根据监测项目和监测体结构布设。接收卫星数量不应少于5颗并采用固定解成果；

**4** 数据通信、参考点站和监测点应与数据处理分析系统通过通信网络进行联通并应保证数据实时传输。

**6. 3. 11** 当采用InSar进行监测时应符合以下要求：

**1** 应以固定时间为周期，覆盖监测建筑边坡及周边环境的变化情况；

**2** 应取得建筑边坡及周边环境关键特征点高程、坐标信息、列表信息，为人工巡视提供靶向依据，提高巡视效率；

**3** 应提供原始遥感数据资料。

**条文说明：**

合成孔径雷达干涉测量技术（简称：InSAR技术）是一种新型遥感观测手段，它借助卫星平台的优势和干涉测量理论，实现高分辨率的地表形变监测，具有全天候、全天时、高精度、范围广的优势，在地表监测领域显示出越来越大的应用潜力。

**6. 3. 12** 采用近景摄影测量方式进行监测时应符合以下要求：

**1** 监测距离宜小于300m；

**2** 摄影方式可采用正直摄影、交向摄影、多基线摄影等方式，应能确定崩塌的几何形态、位置及裂缝尺寸等特征；

**3** 测量精度、物方控制、数据获取、数据处理等应符合《工程摄影测量规范》 GB 50167及《近景摄影测量规范》 GB/T 12979的规定。

**6. 3. 13** 采用三维激光扫描技术监测建筑边坡的多形态变形特征，相关技术要求应符合 GB 50167和JGJ 8的规定。

**6. 3. 14** 采用机器视觉位移测量方式时应符合以下要求：

**1** 应高分辨率相机和低畸变镜头，同时监测Y轴沉降及X轴位移；

**2** 宜满足无源靶标等非接触式测量要求；

**3** 监测精度不低于1mm。

**条文说明：**

1 工业相机的挑选关键考虑到其传感器类型、像素和帧数，在其中控制器分CCD与CMOS两种，CMOS光学镜头处理速度高，各元器件、电源电路中间间距很近，影响情况严重，显像噪音高。CCD控制器照相机相对于CMOS照相机具备敏感度高、噪音低和响应时间快的特性，在稳定性层面，CCD照相机的耐冲击与振动性也较强，一般来说，CCD控制器照相机在显像品质上和稳定性层面要好于CMOS照相机。

2 稳定性对机器视觉技术的影响不容置疑，视觉识别系统终究会在电子计算机上利用计算机选用有目的性的优化算法开展图像滤波，边缘检测和边沿获取等一系列图像处理，不一样的图像处理和解析方式及其不一样的检验方式与计算方法，都是产生不一样的偏差，优化算法好坏决策精确测量精度的高低，因此，需要选择合适的机器视觉软件，这样才可以避免视觉检测设备精度变低。

Ⅲ 竖向位移监测

**6. 3. 15** 竖向位移自动化监测可采用三角高程或静力水准等方法进行量测。

**条文说明：**

本条推荐了竖向位移自动化监测可采用的方法。应同步注意其适用范围，如三角高程仅适用于三、四等精度且对全站仪精度、设站方法、最大视距等有具体要求。对于静力水准方法，应结合《建筑变形测量规范》 JGJ 8相关规定使用。

**6. 3. 16** 采用三角高程进行竖向位移监测时，宜与水平位移同步进行。

**条文说明：**

采用全站仪同步进行水平位移观测时，观测数据已经包含了三角高程方法计算高差所需要的主要原始数据，因此在观测水平位移时宜同步观测并计算竖向位移，可以提高现场的监测效率。

**6. 3. 17** 采用三角高程和静力水准进行竖向位移监测时应满足《建筑变形测量规范》 JGJ8相关规定要求。

**条文说明：**

对于三角高程测量和静力水准具体实施的技术要求，在现行行业标准《建筑变形测量规范》 JGJ8 中已有相应规定，实施时按照标准执行。

Ⅳ 裂缝宽度监测

**6. 3. 18**  裂缝宽度自动化监测可采用裂缝计或位移计等设备进行量测。

**条文说明：**

裂缝计或位移计应能准确地测量伸缩缝的开合度，必要时设置多个传感器对不同裂缝发展方向进行测量。

**6. 3. 19**  设备的最大量程不应低于设计允许值的3倍。

**条文说明：**

确定设备量程时，应对于监测对象有充分理解和认识，获得其变形允许值，建议不低于设计允许值的3倍。同时考虑到裂缝收缩的可能性，一般以半量程作为初始状态，因此选择设备量程建议应不低于允许值的6倍。

**6. 3. 20** 设备安装时应综合考虑裂缝收缩与扩张两种情况，宜以半量程作为初始状态。

**条文说明：**

因裂缝发展的不确定性，有开合位移及沿缝向的剪切位移等情况，一般以半量程作为初始状态。

**6. 3. 21**  设备安装应考虑裂缝的变化方向，安装支架应具有可旋转的装置。

**条文说明：**

裂缝计或位移计的安装支架应设计具有可旋转的装置，避免传感器受裂缝剪切变形影响而导致测量数据不准确或传感器直接损坏。

Ⅴ 建（构）筑物倾斜监测

**6. 3. 22**  倾斜自动化监测可采用倾角计、智能型全站仪、静力水准仪等设备进行量测。

**条文说明：**

本条推荐性给出了建（构）筑物倾斜监测的系列设备，但并不限于推荐列表设备，对于其他能满足本标准及其他现行规范性文件的设备，均可采用。

**6. 3. 23** 倾角计功能应满足下列要求：

**1** 精度不应低于0.01°；

**2** 宜具备双轴测量功能；

**3** 防水、防尘等级不宜低于IP65。

**6. 3. 24**  安装倾角计应明确安装方向并详细记录相关属性信息数据。

**条文说明：**

倾角仪作为建（构）筑物倾斜监测的常用设备，本条专门对其安装过程做出明确规定，确保监测数据可靠性。包括监测对象高度等有关属性特征数据。

**6. 3. 25** 倾角计竖向安装间距应按表6.3.25确定。

表6.3.25 倾角计竖向安装间距要求

|  |  |
| --- | --- |
| 建筑物高度 | 竖向安装间距要求 |
| Hg≤24 | 可仅安装一个 |
| 24˂Hg≤60 | 应在24m以下和24m以上分别安装一个 |
| 60˂Hg≤100 | 应在24m以下、24m至60m和60m以上分别安装一个 |
| Hg˃100 | 应在24m以下、24m至60m、60m至100m分别安装一个；100m以上每间隔50m安装一个 |

注：Hg指建筑物高度。

**6. 3. 26** 倾角计现场安装工艺应符合下列要求：

**1** 应贴合在结构物的表面进行安装，表面应平整；

**2** 不得安装在振动或者冲击严重的位置；

**3** 还需保持传感线与被测面轴线平行，即两轴线不能有夹角产生；

**4** 宜安装在阴凉干燥环境处；

**5** 下端宜加装防掉落托盘；

**6** 安装完成后需要记录当前的角度值，如果当前角度值不为零，需要设置相对零点，即以当前安装位置为零点，初始化应有稳定期。

**条文说明：**

现场安装如图11。



图11 现场安装示意图

Ⅵ 支护内力监测

**6. 3. 27**  锚杆（索）拉力监测、支护结构内力监测元件应符合本标准人工监测的相关要求。

**6. 3. 28** 数据采集可采用单点和集中采集方式。

**6. 3. 29** 数据采集装置应符合下列要求：

**1** 精度不应低于0.1Hz，分辨率不应低于0.01Hz；

**2** 量程应包含500Hz~6000Hz；

**3** 防水、防尘等级不宜低于IP65。

**条文说明：**

1 精度和分辨率：精度为0.1Hz，分辨率为0.01Hz，这两个参数主要保证了数据采集的准确性。精度越高，数据误差越小，分辨率越高，数据的细节捕捉越完整。这两个参数对于高精度的数据分析和处理至关重要。

2 振弦量程：500Hz-6000Hz，这个参数设定是根据振弦数据采集装置的应用场景和需求确定的。这个范围内的频率覆盖了大部分的振动频率，能够满足大部分的数据采集需求。

3 防护等级：IP65，这个参数主要保证了设备的稳定性和耐用性。IP65等级的防护可以防止尘土和水分对设备内部元件造成的损害，使得设备可以在恶劣的环境中正常工作，延长设备的使用寿命。

**6. 3. 30** 数据采集装置现场安装工艺应符合下列要求：

**1** 传感器线缆应固定后再接入数据采集装置，保证设备防护箱，太阳能板固定牢固；

**2** 太阳能面板应保证充足阳光照射；

**3** 设备防护盒应有监测点名，安装日期，紧急联系人等相关信息。

Ⅶ 深层水平位移监测

**6. 3. 31**  深层水平位移自动化监测可采用柔性测斜仪或绞盘式自动测斜仪等设备进行量测。

**条文说明：**

本条推荐性给出了深层水平位移监测的系列设备，但是并不限于推荐列表设备，对于其他能满足本标准及其他现行规范性文件的设备，亦可采用。

**6. 3. 32**  深层水平位移以上部管口作为深层水平位移的起算点时，每次监测均应测定起算位置的坐标变化并修正。

**6. 3. 33**  深层水平位移监测设备的更换、检查等工作导致测斜传感器位置发生变化的，应重新校正。

**条文说明：**

采用固定式测斜仪方式进行深层水平位移监测的，传感器安装位置都是固定不变的且经过数据初始化。因检修更换工作造成位置变化的，传感器是无法完全吻合到原定位置的。需要安装后应重新校正并结合原数据累计值进行数据分析。

**6. 3. 34** 采用柔性测斜仪进行监测时应符合下列要求：

**1** 监测间距不宜大于1m，监测数据能够反映监测深度范围内管形变化要求；

**2** 系统精度不宜低于0.25mm/m；

**3** 数据采集装置机箱防护等级不低于IP56。

**条文说明：**

数据采集装置的要求参考了《大坝安全监测数据自动采集装置》 DL/T 1134。

**6. 3. 35** 柔性测斜仪安装应符合下列要求：

**1** 测斜仪各节点应紧贴测斜管管壁；

**2** 测斜管较深时，应考虑柔性测斜仪本身的抗拉强度及防水性能，防水深度需达水下两百米以上；

**3** 安装完成后，在孔口建造合适尺寸的保护装置；

**4** 数据采集装置安装在显眼易维护位置，确保安装牢固。

**6. 3. 36** 采用绞盘式自动测斜仪监测间距不宜大于0.5m。

**6. 3. 37** 绞盘式自动测斜仪安装应符合下列要求：

**1** 安装完成后应保证主机牢固锁定到地面；

**2** 设备外部应安装保护罩。

Ⅷ 其他监测

**6. 3. 38**  孔隙水压力自动化监测宜采用孔隙水压力计结合数据采集装置进行量测。

**6. 3. 39**  地下水位监测宜采用渗压计结合数据采集装置进行量测。

**6. 3. 40**  传感器安装埋设应结合现场环境及监测对象特征，确定安装工艺，保证测量结果的可靠性。

**6. 3. 41** 降雨量监测要求。

**条文说明：**

结合监测点的基本概念，即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。传统人工监测时，由测量人员手持仪器对测点进行测量。而自动化监测方式，将测量仪器前置于现场，实时取得测量所需原始数据并上传至软件平台在线解算并实时呈现和报表输出。

因此，传感器的安装首先应满足监测的基本概念要求，才能保证监测结果的可靠性。

Ⅸ 比对测量

**6. 3. 41**  比对测量的方法、设备、精度应满足现行规范相关要求。

**条文说明：**

比对测量的方法，一般是采用成熟可靠的、满足现行规范要求的方法进行。

**6. 3. 42** 比对测量可采用设备比对、方法比对及复测等方式进行。

**条文说明：**

设备比对、方法比对及复测都是比对测量的常用方法。

设备比对是指在相同的环境、相同的方法由相同的人员采用不同的仪器设备对同一参数进行的检测。

在实验室常用的比对方法中，方法比对是常用比对方法之一，是指在环境条件相同、相同的人员采用不同的检测方法对同一参数进行的检测。

采用方法比对可以进行内部质量控制，判断检测所遵循的标准或者方法是否被严格的理解和执行，用以评价检测方法对试验检测结果准确性、稳定性和可靠性的影响。

方法比对优先适用于以下情况：

1 刚实施的新标准或者新方法；

2 引进的新技术、新方法和研制的新方法；

3 已有的具有多个检验标准或方法的项目。

复测是指在尽可能相同的环境条件下，采用相同的方法、相同的设备、由相同的人员对同一参数进行的重复测量。

自动化监测方法作为近年来新监测手段，应预留传统可验证的人工方式进行比对的条件。以评价自动化监测方法对试验检测结果准确性、稳定性和可靠性。

**6. 3. 43** 采用比对测量的各监测项目宜符合下列规定：

**1** 水平位移宜使用全站仪进行比对测量；

**2** 竖向位移宜使用水准仪进行比对测量；

**3** 倾斜宜使用全站仪或水准仪进行比对测量；

**4** 地下水位宜使用钢尺水位计进行比对测量；

**5** 裂缝宜使用游标卡尺、裂缝测宽仪进行比对测量；

**6** 深层水平位移宜使用坡面水平位移监测进行比对测量。

**条文说明：**

本条对各监测项目比对测量方法进行了建议，可根据实际需要进行采用，或者采用其他更为合理的方法。

其中因深层水平位移监测的特殊性，如果埋设多一条测斜管，则增加较大成本且实际工作中易受破坏，难以保证比对测量条件。建议以建筑边坡坡面水平位移情况进行比对测量，比较经济可行。

**6. 3. 44**  比对测量应定期实施并应符合下列规定：

**1** 比对测量周期应视建筑边坡支护结构安全等级和周边环境风险等级情况确定，在监测过程中宜 1~2月1次；

**2** 当检查发现传感器有可能变动或监测结果异常时，应立即进行；

**3** 重要施工节点或特殊施工方法实施时，宜进行比对测量。

**条文说明：**

本条第1点规定了常规条件下的比对测量的周期；

本条第2点规定了实际工作中需要立即进行比对测量的情形；

本条第3点建议类其他应进行比对测量的情形。重要施工节点一般指的是建筑边坡刷坡施工阶段等，特殊施工方法是指注浆、爆破等。

# 7 监测期限及频率

## 7.1 一般规定

**7. 1. 1** 建筑边坡监测工作应贯穿边坡工程施工（修筑阶段、停工阶段）、运营阶段（稳定前、稳定后）全过程。

**7. 1. 2** 建筑边坡监测频率应能及时、系统地反映边坡及支护结构、周边环境的动态变化过程。

**7. 1. 3** 监测频率可根据设计要求、边坡稳定性、周边环境、天气和施工进程等因素进行动态调整。

**7. 1. 4** 当最后100d的最大变形速率小于0.01mm/d~0.04mm/d或所有测点连续3期变形量都小于测量极限误差时，可认为边坡达到变形稳定状态。

**7. 1. 5** 自动化和人工监测协同应用的工程项目，在自动化监测数据连续、边坡监测数据稳定情况下，可适当降低人工监测频率。

**条文说明：**

若深层水平位移、水位、内力监测项目自动化测点数量分别达到该监测项目总测点数的30%、70%、70%以上且自动化监测数据连续、边坡监测数据稳定情况下，可将人工监测频率降低至常规监测频率的60%~80%。

## 7.2 监测期限

**7. 2. 1** 施工阶段边坡监测应贯穿施工全过程，运营阶段不应少于边坡使用年限。

## 7.3 监测频率

**7. 3. 1** 建筑边坡监测频率：

**1** 应综合考虑监测等级、施工阶段、周边环境、自然条件变化和当地经验确定；

**2** 在无数据异常和事故征兆的情况下，一级边坡应测项目监测频率可按表7.3.1确定。

表7.3.1 一级边坡监测频率

|  |  |
| --- | --- |
| 阶段 | 监测频率 |
| 施工期 | 边坡施工阶段 | 1次/1-3d |
| 施工停工阶段 | 1次/7d |
| 运营期 | 边坡变形稳定前 | 1次/1月 |
| 边坡变形稳定后 | 1次/3月 |

注：1 二、三级边坡监测频率可根据实际工程特点进行适当调整；

2 施工前的监测频率视情况而定；

3 宜测、可测项目的监测频率可视具体情况适当降低；

4 刚建成的边坡适当加密监测；

5当监测数据异常、天气异常、施工工况改变等可能导致边坡险情的情况出现时，应加强监测；

6 当监测对象相对稳定时，可适当降低监测频率；

7 对于需要监测的孤石、危岩等对象，监测频率应加强。

**7. 3. 2** 自动化监测频率不宜低于一天两次。

**7. 3. 3**  当出现下列情况之一时，应提高监测频率并立即进行连续监测，直至监测数据趋于稳定。

**1** 监测数据累计变化量或变化速率达到预警值；

**2** 监测数据变化较快或者速率加快；

**3** 存在勘察未查明的不良地质条件，可能影响工程安全；

**4** 支挡结构出现开裂；

**5** 周边地面突发较大沉降、隆起、滑移或出现严重开裂；

**6** 邻近建筑出现突发较大沉降、不均匀沉降或出现严重开裂；

**7** 边坡面出现管涌、渗漏或流沙等现象；

**8** 边坡工程发生事故后重新组织施工；

**9** 出现其他影响边坡及周边环境安全的异常情况。

**7. 3. 4** 当出现可能危及工程和周边环境安全征兆时，应实时跟踪监测。

# 8 监测预警值

**8. 0. 1** 建筑边坡工程监测必须确定监测预警值，监测预警值应满足设计以及周边环境中被保护对象的控制要求。监测预警值应由设计单位确定。

**条文说明：**

边坡监测保证边坡安全的最后一道防线，通过监测数据对预期数据的对比，可对可能出现的危险提前预警，采取相应预防措施。但设计单位并不会时刻关注监测数据的变化情况，为通过监测数据实现对边坡安全状态的初步预判，设计单位应根据设计计算结果、周边环境中被保护对象的控制要求确定监测预警值，在施工开始前提供给监测方。

**8. 0. 2** 预警值应由累计变化量和变化速率共同控制。

**条文说明：**

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。边坡工程工作状态一般分为正常、异常和危险三种情况。异常是指监测对象受力或变形呈现出不符合一般规律的状态。危险是指监测对象的受力或变形呈现出低于结构安全储备、可能发生破坏的状态。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。例如，对支护结构变形的监测数据进行分析时，应把位移的大小和位移速率结合起来分析，考察其发展趋势，如果累计变化量不大，但发展很快，说明情况异常，边坡的安全正受到严重威胁。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，监测人员应及时预警。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. 3** 预警值应根据土质特征、设计结果及当地经验等因素确定；当无当地经验时，可根据土质特征、设计结果以及表8.0.3确定。

8.0.3-1 施工期边坡岩土体及支护结构监测预警值

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 监测项目 | 支护类型 | 边坡工程安全等级 |
| 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） | 相对边坡高度控制值 | 绝对值（mm） | 相对边坡高度控制值 | 绝对值（mm） | 相对边坡高度控制值 |
| 坡率法、重力式挡墙、悬臂式挡墙、扶壁式挡墙 | 30～40 | 0.3%～0.4% | 3～5 | 40～50 | 0.5%～0.8% | 4～5 | 40～60 | 0.7%～1% | 5～6 |
| 锚拉式桩板式挡墙、板肋式或格构式锚杆挡墙、排桩式锚杆挡墙 | 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 | 竖向位移 | 坡率法 | 20~30 | 0.2%～0.4% | 2～3 | 30～40 | 0.6%～0.8% | 3～4 | 40～60 | 0.8%～1% | 4～5 |
| 重力式挡墙、悬臂式挡墙、扶壁式挡墙 | 20~30 | 0.2%～0.4% | 2~3 | 30~40 | 0.4%～0.6% | 3~4 | 35~50 | 0.6%～0.8% | 4~5 |
| 锚拉式桩板式挡墙、板肋式或格构式锚杆挡墙、排桩式锚杆挡墙 | 10~20 | 0.1%～0.2% | 2～3 | 20~30 | 0.3%～0.5% | 2～3 | 30～40 | 0.5%～0.6% | 3～4 |
| 3 | 深层水平位移 | 坡率法 | 40~60 | 0.4%～0.6% | 3～4 | 50~70 | 0.6%～0.8% | 4～5 | 60~80 | 0.7%～1% | 5～6 |
| 重力式挡墙、悬臂式挡墙、扶壁式挡墙 | 40~60 | 0.4%～0.6% | 3～4 | 50~60 | 0.6%～0.8% | 4～5 | 60~70 | 0.7%～1% | 4～5 |
| 锚拉式桩板式挡墙、板肋式或格构式锚杆挡墙、排桩式锚杆挡墙 | 30~50 | 0.3%～0.4% | 2～3 | 40~60 | 0.4%～0.6% | 3～5 | 50~70 | 0.6%～0.8% | 4～5 |
| 4 | 锚杆（索）拉力 | 最大值：（60%～80%）*f*最小值：（80%～100%）*fy* | 最大值：（70%～80%）*f*最小值：（80%～100%）*fy* | 最大值：（70%～80%）*f*最小值：（80%～100%）*fy* |
| 5 | 支护结构应力 | （60%～70%）*f* | （70%～80%）*f* | （70%～80%）*f* |

注：1 *f*--构件承载能力设计值，锚杆为极限抗拔承载力，*fy*--锚杆预应力设计值

 2 对于支护结构的水平位移、竖向位移和深层水平预警值，可采用边坡开挖高度或填埋深度代替边坡高度进行计算

8.0.3-2 施工期周边环境及地下水位监测预警值

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 监测项目 | 累计值（mm） | 变化速率（mm/d） | 备注 |
| 1 | 地下水位 | 1000~2000（常年变幅以外） | 500 | - |
| 2 | 管线竖向位移 | 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 | 建（构）筑物位移 | 小于建筑物地基变形允许值 | 2~3 | - |
| 4 | 道路竖向位移 | 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 | - |

**条文说明：**

对于风化程度较低的岩质边坡若需进行监测，其预警值应专门进行论证。

# 9 数据处理及信息反馈

**9. 0. 1** 现场监测人员应对监测数据的真实性负责，监测分析人员应对监测报告的可靠性负责，监测单位应对整个项目监测质量负责。监测记录和监测技术成果均应有责任人签字，监测技术成果应加盖成果章。

**9. 0. 2** 数据的采集、预处理由系统自动进行，数据的分析应由具有岩土工程、结构工程、工程测量综合知识、工程实践经验、较强综合分析能力的人员承担。

**9. 0. 3** 现场的监测资料应符合下列要求：

**1** 使用正式的监测记录表格；

**2** 监测记录应有相应的工况描述；

**3** 监测数据的整理应及时；

**4** 对监测数据的变化及发展情况的分析和评述应及时。

**9. 0. 4** 外业观测值和记事项目应在现场直接记录于观测记录表中。任何原始记录不得涂改、伪造和转抄。采用电子方式记录的数据，应完整储存在可靠的介质上。

**9. 0. 5** 观测数据出现异常时，应分析原因，必要时应进行重测。

**9. 0. 6** 监测项目数据分析应结合其他相关项目的监测数据和自然环境条件、施工工况等情况及以往数据进行并对其发展趋势作出预测。

**9. 0. 7** 技术成果应包括当日报表、阶段性报告和总结报告。技术成果提供的内容应真实、准确、完整，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. 8** 监测数据的处理与信息反馈宜采用专业软件，专业软件的功能和参数应符合本标准的有关规定，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. 9** 建筑边坡工程监测的观测记录、计算资料和技术成果应进行组卷、归档。

**9. 0. 10** 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、危险的判断性结论；

**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，危险情况应有预警标示并有分析和建议；

**7** 其他相关说明。

**9. 0. 11** 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. 12** 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A 竖向位移监测日报表

|  |
| --- |
| 委托单位： 监测单位： 报表编号： |
| 工程名称： 工程地点： 天气： |
| 仪器名称及编号： 观测依据： |
| **监测数据成果汇总** |
| 时间测点 | 初始相对高程（m） | 第 次 | 第 次 | 第 次 | 第 次 |
| 年-月-日 | 年-月-日 | 年-月-日 | 年-月-日 |
| 本 次（mm） | 累 计（mm） | 变化速率(mm/d) | 本 次（mm） | 累 计（mm） | 变化速率(mm/d) | 本 次（mm） | 累 计（mm） | 变化速率(mm/d) | 本 次（mm） | 累 计（mm） | 变化速率(mm/d) |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 工况简述 |  |  |  |  |
| 累计下沉最大值 | 变化量（点号） | 变化量（点号） | 变化量（点号） | 变化量（点号） |
| 累计上升最大值 | 变化量（点号） | 变化量（点号） | 变化量（点号） | 变化量（点号） |
| 最大速率(mm/d) | 变化速率（点号） | 变化速率（点号） | 变化速率（点号） | 变化速率（点号） |
| 备注:1）表中次数为进场次数；2 ）沉降量“+”表示上升，“-”表示下降。 |
| **监测数据成果曲线图** |
| 观测时间累计变化量（mm）图例： |

观测： 计算： 校核：

## 附录B 水平位移监测日报表

|  |
| --- |
| 委托单位： 监测单位： 报表编号： |
| 工程名称： 工程地点： 天气： |
| 仪器名称及编号： 观测依据： |
| **监测数据成果汇总** |
|  时间测点 | 初始结果 | 第 次 | 第 次 | 第 次 | 第 次 |
| 年-月-日 | 年-月-日 | 年-月-日　 | 年-月-日 |
| 本 次（mm） | 累 计（mm） | 变化速率(mm/d) | 本 次（mm） | 累 计（mm） | 变化速率(mm/d) | 本 次（mm） | 累 计（mm） | 变化速率(mm/d) | 本 次（mm） | 累 计（mm） | 变化速率(mm/d) |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 工况简述 |  |  |  |  |
| 累计向边坡内位移最大值 | 变化量（点号） | 变化量（点号） | 变化量（点号） | 变化量（点号） |
| 累计向边坡外位移最大值 | 变化量（点号） | 变化量（点号） | 变化量（点号） | 变化量（点号） |
| 最大速率(mm/d) | 变化速率（点号） | 变化速率（点号） | 变化速率（点号） | 变化速率（点号） |
| 备注:1）表中次数为进场次数；2 ）水平位移量“+”表示向边坡内位移，“-”表示向边坡外位移。 |
| **监测数据成果曲线图** |
| 图例：观测时间累计变化量（mm） |

观测： 计算： 校核：

## 附录C 深层水平位移（测斜）监测日报表

|  |
| --- |
| 委托单位： 监测单位： 报表编号： |
| 工程名称： 工程地点： 天气： |
| 仪器名称及编号： 观测依据： |
| **监测数据成果汇总** |
| 孔号 | 时间深度（m） | 第 次 | 第 次 | 第 次 | 监测曲线 |
| 年-月-日 | 年-月-日 | 年-月-日 |  |
| 本 次（mm） | 累 计（mm） | 变化 速率(mm/d) | 本 次（mm） | 累 计（mm） | 变化速率(mm/d) | 本 次（mm） | 累 计（mm） | 变化速率(mm/d) |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 工况简述 |  |  |  |
| 累计向边坡内位移最大值 | 变化量（深度） | 变化量（深度） | 变化量（深度） |
| 累计向边坡外位移最大值 | 变化量（深度） | 变化量（深度） | 变化量（深度） |
| 最大速率(mm/d) | 变化速率（深度） | 变化速率（深度） | 变化速率（深度） |
| 备注:1）表中次数为进场次数；2 ）水平位移量“+”表示向边坡内位移，“-”表示向边坡外位移。 |

观测： 计算： 校核：

## 附录D 倾斜监测日报表

|  |
| --- |
| 委托单位： 监测单位： 报表编号： |
| 工程名称： 工程地点： 天气： |
| 仪器名称及编号： 观测依据： |
| **监测数据成果汇总** |
| 时间测点 | 建筑物 高度（观测高度） (m) | 初始绝对倾斜率（‰） | 第 次 | 第 次 | 第 次 | 第 次 |
| 年-月-日 | 年-月-日 | 年-月-日 | 年-月-日 |
| 本 次（mm） | 累 计（mm） | 相对倾斜率 | 本 次（mm） | 累 计（mm） | 相对倾斜率 | 本 次（mm） | 累 计（mm） | 相对倾斜率 | 本 次（mm） | 累 计（mm） | 相对倾斜率 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 工况简述 |  |  |  |  |
| 累计增大最大值 | 变化量（点号） | 变化量（点号） | 变化量（点号） | 变化量（点号） |
| 累计减小最大值 | 变化量（点号） | 变化量（点号） | 变化量（点号） | 变化量（点号） |
| 最大速率(mm/d) | 变化速率（点号） | 变化速率（点号） | 变化速率（点号） | 变化速率（点号） |
| 备注:1）表中次数为进场次数；2 ） 本次和累计均表示顶部相对于底部位移，“+”表示位移增加，“-”表示位移减小。 |
| **监测数据成果曲线图** |
| 图例：观测时间累计变化量（mm） |

观测： 计算： 校核：

## 附录E 裂缝监测日报表

|  |
| --- |
| 委托单位： 监测单位： 报表编号： |
| 工程名称： 工程地点： 天气： |
| 仪器名称及编号： 观测依据： |
| **监测数据成果汇总** |
| 时间测点 | 初始结果 | 第1次 | 第2次 |
| 年-月-日 | 年-月-日 |
| 长度(mm) | 宽度(mm) | 长度 | 宽度 | 长度 | 宽度 |
| 本 次变 化（mm） | 累 计变 化（mm） | 变化速率(mm/d) | 本 次变 化（mm） | 累 计变 化（mm） | 变化速率(mm/d) | 本 次变 化（mm） | 累 计变 化（mm） | 变化速率(mm/d) | 本 次 变 化（mm） | 累 计变 化（mm） | 变化速率(mm/d) |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 工况简述 |  |  |  |  |
| 累计变化最大值 | 累计变化量（点号） | 累计变化量（点号） | 累计变化量（点号） | 累计变化量（点号） |
| 最大速率(mm/d) | 变化速率（点号） | 变化速率（点号） | 变化速率（点号） | 变化速率（点号） |
| 备注:1）表中次数为进场次数；2 ）裂缝变化量“+”表示变化量增加，“-”表示变化量减少。 |
| **监测数据成果曲线图** |
| 图例：观测时间宽度累计量（mm）观测时间长度累计量（mm） |

观测： 计算： 校核：

## 附录F 地下水位监测日报表

|  |
| --- |
| 委托单位： 监测单位： 报表编号： |
| 工程名称： 工程地点： 天气： |
| 仪器名称及编号： 观测依据： |
| **监测数据成果汇总** |
| 时间测点 | 初始水位高程 | 第 次 | 第 次 | 第 次 | 第 次 |
| 年-月-日 | 年-月-日 | 年-月-日 | 年-月-日 |
| 本 次变 化（m） | 累 计变 化（m） | 变化速率(m/d) | 本 次变 化（m） | 累 计变 化（m） | 变化速率(m/d) | 本 次变 化（m） | 累 计变 化（m） | 变化速率(m/d) | 本 次变 化（m） | 累 计变 化（m） | 变化速率(m/d) |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 工况简述 |  |  |  |  |
| 累计变化最大值 | 累计变化量（点号） | 累计变化量（点号） | 累计变化量（点号） | 累计变化量（点号） |
| 最大速率(mm/d) | 变化速率（点号） | 变化速率（点号） | 变化速率（点号） | 变化速率（点号） |
| 备注:1）表中次数为进场次数；2 ）地下水位变化量“+”表示水位上升，“-”表示水位下降。 |
| **监测数据成果曲线图** |
| 图例：观测时间累计变化量（mm） |

观测： 计算： 校核：

## 附录G 支护结构内力监测日报表

|  |
| --- |
| 委托单位： 监测单位： 报表编号： |
| 工程名称： 工程地点： 天气： |
| 仪器名称及编号： 观测依据： |
| **监测数据成果汇总** |
| 时间测点 | 初始内力 | 第 次 | 第 次 | 第 次 | 第 次 |
| 年-月-日 | 年-月-日 | 年-月-日 | 年-月-日 |
| 本 次变 化（kN） | 累 计变 化（kN） | 变化速率(kN /d) | 本 次变 化（kN） | 累 计变 化（kN） | 变化速率(kN /d) | 本 次变 化（kN） | 累 计变 化（kN） | 变化速率(kN /d) | 本 次变 化（kN） | 累 计变 化（kN） | 变化速率(kN /d) |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 工况简述 |  |  |  |  |
| 构件拉力最大值 | 累计变化量（点号） | 累计变化量（点号） | 累计变化量（点号） | 累计变化量（点号） |
| 构件压力最大值 | 累计变化量（点号） | 累计变化量（点号） | 累计变化量（点号） | 累计变化量（点号） |
| 最大速率(mm/d) | 变化速率（点号） | 变化速率（点号） | 变化速率（点号） | 变化速率（点号） |
| 备注:1）表中次数为进场次数；2 ）支护结构内力变化量“+”表示构件受压或内力增大，“-”表示构件受拉或内力减小。 |
| **监测数据成果曲线图** |
| 图例：观测时间累计变化量（kN） |

观测： 计算： 校核：

## 附录H 锚杆（索）内力监测日报表

|  |
| --- |
| 委托单位： 监测单位： 报表编号： |
| 工程名称： 工程地点： 天气： |
| 仪器名称及编号： 观测依据： |
| **监测数据成果汇总** |
| 时间测点 | 初始拉力 | 第 次 | 第 次 | 第 次 | 第 次 |
| 年-月-日 | 年-月-日 | 年-月-日 | 年-月-日 |
| 本 次变 化（kN） | 拉 力值（kN） | 变化速率(kN /d) | 本 次变 化（kN） | 拉 力值（kN） | 变化速率(kN /d) | 本 次变 化（kN） | 拉 力值（kN） | 变化速率(kN /d) | 本 次变 化（kN） | 拉 力值（kN） | 变化速率(kN /d) |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 工况简述 |  |  |  |  |
| 累计变化最大值 | 变化量（点号） | 变化量（点号） | 变化量（点号） | 变化量（点号） |
| 最大速率(mm/d) | 变化速率（点号） | 变化速率（点号） | 变化速率（点号） | 变化速率（点号） |
| 备注:1）表中次数为进场次数；2 ）锚杆（索）或土钉拉力变化量“+”表示拉力增加，“-”表示拉力减少。 |
| **监测数据成果曲线图** |
| 图例：观测时间累计变化量（kN） |

观测： 计算： 校核：

**附录I 监测项目代号和图例**

**A.0.1** 监测项目代号和图例应具有唯一性。

**A.0.2** 工程监测断面、监测点编号应结合监测项目及其图例，按工点统一编制。监测点编号宜符合下列规定：

**1** 监测点编号组成格式宜由监测项目代号与监测点序列号共同组成；

**2** 监测项目代号宜采用大写英文字母的形式表示；

**3** 监测点序列号宜采用阿拉伯数字并按一定的顺序或方向进行编号。

支护结构监测项目代号和图例宜符合表A.0.1，周边环境及岩土体监测项目代号和图例宜符合表A.0.2。

**表I.0.1 支护结构监测项目代号和图例**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 监测项目 | 项目代号 | 图例 |
| 支护结构水平位移 | ZQS |  |
| 支护结构竖向位移 | ZQC |  |
| 支护结构深层水平位移 | ZQT |  |
| 锚杆（索）拉力 | MGL |  |
| 支护结构应力 | ZQL |  |

**表I.0.2 周边环境及岩土体监测项目代号和图例**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 监测项目 | 项目代号 | 图例 |
| 周边建（构）筑物竖向位移 | ZJC |  |
| 周边建（构）筑物倾斜 | ZQT |  |
| 建筑裂缝 | ZJL |  |
| 道路及管线竖向位移 | GXC |  |
| 坡顶水平位移 | PDS |  |
| 坡顶竖向位移 | PDS |  |
| 地表裂缝 | DBL |  |
| 土体深层水平位移 | TTT |  |
| 地下水位 | DSW |  |

**附录J 巡视检查预警表**

**J.0.1** 巡视检查预警表宜符合表J.0.1的规定。

**表J.0.1 巡视检查预警（异常）表**

| 巡查内容 | 巡查状况描述 | 巡查结果 | 详细描述 |
| --- | --- | --- | --- |
| 是 | 否 |
| 开挖面土层性质及稳定性状况 | 工作面未按设计要求临时封闭 |  | ✔ |  |
| 工作面掉块、开裂；支护结构漏砂 | ✔ |  | 在xxxx段有石块掉落，影响到了xxxx。 |
| 坍塌 |  |  |  |
| 渗漏水情况 | 坡面大股涌水，含砂 |  |  |  |
| 土方开挖 | 施工台阶坡度 | 垂直 |  |  |  |
| 反坡（或开挖时反坡开挖） |  |  |  |
| 超挖 | 未按规定回填处理 |  |  |  |
| 支护结构 | 变形 | 出现裂缝 |  |  |  |
| 剥离掉块 |  |  |  |
| 支护结构出现扭曲变形 |  |  |  |
| 喷射混凝土 | 厚度未满足设计和施工方案要求 |  |  |  |
| 存在漏喷、离鼓现象 |  |  |  |
| 初支格栅或钢筋网外露 |  |  |  |

续表J.0.1

| 巡查内容 | 巡查状况描述 | 巡查结果 | 详细描述 |
| --- | --- | --- | --- |
| 是 | 否 |
| 建（构）筑物 | 建构筑物开裂、剥落 | 建构筑物承重墙体、柱或梁出现开裂、剥落 |  |  |  |
| 地下室渗水 | 墙面或顶板渗水、滴水 |  |  |  |
| 墙面或顶板涌水 |  |  |  |
| 道路、地表、地面 | 主、次要地面开裂，裂缝宽度、深度或数量有发展 |  |  |  |
| 地表土体塌方 |  |  |  |
| 地面明显沉陷或隆起，影响交通 |  |  |  |
| 地下管线 | 管体 | 地下管线持续漏水（气） |  |  |  |
| 地下通讯电缆被切断 |  |  |  |
| 地下输变电管线破坏 |  |  |  |
| 地下燃气管线破坏 |  |  |  |
| 管井 | 主、次要影响范围内管井等附属设施出现开裂或进水 |  |  |  |
| 邻近施工 | 扰动工程周边地质，支护结构受力变化较大，对支护体系产生不利影响 |  |  |  |
| 严重扰动工程周边地质，支护结构受力变化大，对支护体系产生不利影响 |  |  |  |

# 本标准用词说明

**1** 为便于在执行本标准条文时区别对待，对于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** 本标准中指明应按其他有关标准、规范执行的写法为“应符合……要求或规定”或“应按……执行”。

# 引用标准名录

《工程测量标准》 GB 50026

《工程摄影测量规范》 GB 50167

《民用闭路监视电视系统工程技术规范》 GB50198

《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB 50204

《建筑边坡工程技术规范》GB 50330

《建筑基坑工程监测技术标准》 GB 50497

《建筑边坡工程鉴定与加固技术规范》 GB 50843

《近景摄影测量规范》 GB/T 12979

《危险房屋鉴定标准》 JGJ 2

《建筑变形测量规范》 JGJ 8

《建筑施工高处作业安全技术规范》 JGJ 80

广东省标准

建筑边坡工程监测技术标准

**DBJ/T 15- XXX-XX**

条文说明

## 制订说明

《建筑边坡工程监测技术标准》DBJ/T 15-XXX-XXXX，经广东省住房和城乡建设厅202X年XX月XX日以粤建公告〔XXXX〕XX号批准发布。

本规范编制过程中，编制组对广东省建筑边坡监测现状进行了广泛的调查研究，总结了广东省建筑边坡监测的实践经验，同时参考了国内外的先进技术、方法标准，通过调研、征求意见，对编制内容进行反复讨论、分析、论证，开展专题研究和工程实例验证等工作，为本规范制订提供了依据。

为便于广大监测、设计、施工、监理、科研、学校等单位有关人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定，《建筑边坡工程监测技术标准》编制组按章、节、条顺序编制了本规范的条文说明，对条文说明规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

**目 次**

1 总则 1

2 术语 3

3 基本规定 7

4 监测项目 13

4.1 一般规定 13

4.2 仪器监测 14

4.3 巡视检查 15

5 监测点布置 19

5.1 一般规定 19

5.2 支护结构 20

5.3 周边环境 23

5.4 边坡岩土体、水体 25

5.5 其他需要监测的对象 26

6 监测方法及精度要求 30

6.1 一般规定 30

6.2 人工监测 34

6.3 自动化监测 45

7 监测期限及频率 59

7.1 一般规定 59

7.2 监测期限 59

7.3 监测频率 59

8 监测预警值 61

9 数据处理及信息反馈 65

附录A 竖向位移监测日报表 67

附录B 水平位移监测日报表 68

附录C 深层水平位移（测斜）监测日报表 69

附录D 倾斜监测日报表 70

附录E 裂缝监测日报表 72

附录F 地下水位监测日报表 73

附录G 支护结构内力监测日报表 74

附录H 锚杆（索）内力监测日报表 75

附录I 监测项目代号和图例 76

附录J 巡视检查预警表 78

本标准用词说明 80

引用标准名录 81

条文说明 82

制订说明 83