

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 51214 – 2017

煤炭工业露天矿边坡工程监测规范

Code for monitoring of slope engineering
of open pit mine of coal industry

2017 – 01 – 21 发布

2017 – 07 – 01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

中华人民共和国国家标准

煤炭工业露天矿边坡工程监测规范

Code for monitoring of slope engineering
of open pit mine of coal industry

GB 51214-2017

主编部门:中 国 煤 炭 建 设 协 会

批准部门:中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期:2 0 1 7 年 7 月 1 日

中华人民共和国住房和城乡建设部公告

第 1439 号

住房和城乡建设部关于发布国家标准 《煤炭工业露天矿边坡工程 监测规范》的公告

现批准《煤炭工业露天矿边坡工程监测规范》为国家标准，编号为 GB 51214—2017，自 2017 年 7 月 1 日起实施。其中，第 1.0.3、12.3.4 条为强制性条文，必须严格执行。

本规范由我部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2017 年 1 月 21 日

前 言

本规范是根据住房城乡建设部《关于印发〈2013 年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》(建标〔2013〕6 号)的要求,由中煤科工集团沈阳设计研究院有限公司会同有关单位共同编制完成的。

本规范在编制过程中,编制组广泛搜集资料,认真总结了我国露天煤矿边坡工程监测方面的经验,参考了国内外有关标准规范的内容,广泛征求了有关勘察设计、研究、大学和生产等单位意见,经反复讨论、修改,最后经审查定稿。

本规范共分 14 章和 12 个附录。主要内容包括:总则,术语和符号,基本规定,露天矿采场边坡工程监测,排土场边坡工程监测,监测方案,变形监测,应力监测,地下水监测,其他监测,自动化监测,信息反馈与预警预报,监测资料的整理与分析,监测报告编制等。

本规范中以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

本规范由住房城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释,由中国煤炭建设协会负责日常管理,由中煤科工集团沈阳设计研究院有限公司负责具体技术内容的解释。本规范在执行过程中,请各单位结合工程实践,认真总结经验,并将意见和有关资料寄交中煤科工集团沈阳设计研究院有限公司国家标准《煤炭工业露天矿边坡工程监测规范》管理组(地址:辽宁省沈阳市沈河区先农坛路 12 号,邮政编码:110015,传真:024-24810245),以供今后修订时参考。

本规范主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人:

主 编 单 位:中煤科工集团沈阳设计研究院有限公司

参编单位:中煤科工集团武汉设计研究院有限公司

中煤西安设计工程有限责任公司

煤炭工业太原设计研究院

大地工程开发(集团)有限公司

中国煤炭科工集团沈阳研究院

辽宁工程技术大学

蒙东能源控股有限责任公司

内蒙古大唐国际锡林浩特矿业有限公司

中煤科工集团北京华宇工程有限公司

中煤科工集团南京设计研究院有限公司

昆明煤炭设计研究院

煤炭工业合肥设计研究院

天地科技股份有限公司开采设计事业部

主要起草人:韩洪德 王利群 王亚伟 王 勇 刘树杰

葛忠和 师 凯 李俊山 董转运 赵伦东

余春林 高顺峰 郭小鹏 宋景辉 曹兰柱

李如仁 谭永强 纪玉石 薛应东 秦文清

张区旺 杨永玉

主要审查人:范世凯 孟建华 王步云 郑友毅 刘 光

徐杨青 曹国献 刘明河

目 次

1	总 则	(1)
2	术语和符号	(2)
2.1	术语	(2)
2.2	符号	(5)
3	基本规定	(6)
3.1	一般要求	(6)
3.2	监测工作等级划分	(6)
3.3	监测项目的选择	(8)
4	露天矿采场边坡工程监测	(11)
4.1	一般规定	(11)
4.2	露天矿采场边坡工程监测	(11)
5	排土场边坡工程监测	(14)
5.1	一般规定	(14)
5.2	排土场边坡工程监测	(14)
6	监测方案	(17)
6.1	一般规定	(17)
6.2	监测方案	(18)
7	变形监测	(20)
7.1	一般规定	(20)
7.2	地表变形监测	(23)
7.3	地下变形监测	(34)
8	应力监测	(36)
8.1	一般规定	(36)
8.2	土压力监测	(36)

8.3	地应力监测	(37)
8.4	结构内力监测	(37)
8.5	锚杆(索)监测	(38)
9	地下水监测	(39)
9.1	一般规定	(39)
9.2	地下水位监测	(40)
9.3	地下水量监测	(42)
9.4	地下水温监测	(43)
9.5	地下水水质监测	(43)
9.6	地下水压监测	(44)
9.7	边坡渗水监测	(45)
10	其他监测	(47)
10.1	一般规定	(47)
10.2	边坡巡视监测	(47)
10.3	降水量监测	(48)
10.4	气温监测	(49)
10.5	爆破振动监测	(49)
11	自动化监测	(51)
11.1	一般规定	(51)
11.2	系统设计	(51)
11.3	系统供配电、防雷及接地	(54)
12	信息反馈与预警预报	(55)
12.1	一般规定	(55)
12.2	信息反馈	(55)
12.3	预警预报	(55)
13	监测资料的整理与分析	(57)
13.1	一般规定	(57)
13.2	资料整理	(57)
13.3	资料分析	(59)

14 监测报告编制	(61)
14.1 一般规定	(61)
14.2 监测报告的编制内容	(61)
附录 A 露天煤矿边坡地质条件复杂程度划分	(64)
附录 B 露天煤矿边坡工程监测点布置示意图	(66)
附录 C 露天煤矿边坡工程监测范围示意图	(67)
附录 D 滑坡、泥石流分类	(68)
附录 E 监测墩(标石)类型结构图	(71)
附录 F 边坡地下位移监测	(73)
附录 G 边坡渗水监测	(77)
附录 H 雨量器安装方法	(83)
附录 J 边坡预警预报	(86)
附录 K 泥石流活动预测方法	(89)
附录 L 边坡稳定性野外评价指标	(91)
附录 M 滑坡发育阶段划分	(94)
本规范用词说明	(96)
引用标准名录	(97)
附:条文说明	(99)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms and symbols	(2)
2.1	Terms	(2)
2.2	Symbols	(5)
3	Basic requirements	(6)
3.1	General requirements	(6)
3.2	Level classification of monitoring works	(6)
3.3	Selection of monitoring item	(8)
4	Monitoring of slope engineering for open – pit stopes	(11)
4.1	General requirements	(11)
4.2	Monitoring of slope engineering for open – pit stopes	(11)
5	Monitoring of slope engineering for dumping site	(14)
5.1	General requirements	(14)
5.2	Monitoring of slope engineering for dumping site	(14)
6	Monitoring scheme	(17)
6.1	General requirements	(17)
6.2	Monitoring scheme	(18)
7	Deformation monitoring	(20)
7.1	General requirements	(20)
7.2	Surface deformation monitoring	(23)
7.3	Underground deformation monitoring	(34)
8	Stress monitoring	(36)
8.1	General requirements	(36)
8.2	Soil pressure monitoring	(36)

8.3	Geostress monitoring	(37)
8.4	Structural stress monitoring	(37)
8.5	Achor stress monitoring	(38)
9	Groundwater monitoring	(39)
9.1	General requirements	(39)
9.2	Groundwater level monitoring	(40)
9.3	Groundwater amount monitoring	(42)
9.4	Groundwater temperature monitoring	(43)
9.5	Groundwater quality monitoring	(43)
9.6	Groundwater pressure monitoring	(44)
9.7	Slope seepage amount monitoring	(45)
10	Other monitoring of slope engineering	(47)
10.1	General Requirements	(47)
10.2	Slope inspection	(47)
10.3	Precipitation monitoring	(48)
10.4	Air temperature monitoring	(49)
10.5	Exploding quake monitoring	(49)
11	Automation monitoring of slope engineering	(51)
11.1	General Requirements	(51)
11.2	System design	(51)
11.3	System power supply, lighting protection and ground	(54)
12	Information feedback and prewarning	(55)
12.1	General requirements	(55)
12.2	Information feedback	(55)
12.3	Prewarning	(55)
13	Analysis and processing of monitoring data	(57)
13.1	General requirements	(57)
13.2	Data processing	(57)
13.3	Data analysis	(59)

14	Compilation of monitoring report	(61)
14.1	General requirements	(61)
14.2	Compilation contents of monitoring report	(61)
Appendix A	Complexity classification of geological condition for open - pit mine slope	(64)
Appendix B	Monitoring points layout of slope engineering for open - pit mine	(66)
Appendix C	Monitoring range chart of slope engineering for open - pit mine	(67)
Appendix D	Landslide,mudslide classification	(68)
Appendix E	Structure chart of monitoring pier(mark stone)	(71)
Appendix F	Slope underground displacement monitoring	(73)
Appendix G	Slope seepage monitoring	(77)
Appendix H	Installation method of rain gauge	(83)
Appendix J	Slope prewarning	(86)
Appendix K	Forecasting method of mudslide	(89)
Appendix L	Field evaluation index of slope stability	(91)
Appendix M	Landslide development stage division	(94)
	Explanation of wording in this code	(96)
	List of quoted standards	(97)
	Addition:Explanation of provisions	(99)

1 总 则

1.0.1 为在露天煤矿边坡工程监测中执行国家的技术经济政策,做到技术先进、安全生产、预防灾害,规范露天煤矿边坡监测工作,制定本规范。

1.0.2 本规范适用于新建、扩建、改建和生产的露天煤矿采场边坡以及内、外排土场边坡工程的监测。

1.0.3 露天煤矿在建设与开采阶段,必须按本规范规定对露天矿采场边坡、排土场边坡进行工程监测。

1.0.4 露天煤矿边坡工程监测,应按阶段并遵循一定的程序进行,根据露天煤矿的具体特点,选择运用适宜的监测手段。在监测工作中应积极采用新理论、新技术和新方法。

1.0.5 露天煤矿边坡工程监测,除应符合本规范要求外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

- 2.1.1 露天煤矿** open-pit mine
从事露天开采的煤矿。
- 2.1.2 露天开采** open-pit mining
直接从地表揭露出矿物并将其采出的作业。
- 2.1.3 露天采场** open-pit workings
进行露天开采的场所。
- 2.1.4 排土场** dumping site
堆放剥离物的场所。
- 2.1.5 边坡(帮)** pit slope
露天采场内由台阶平盘和台阶坡面组成的总体。
- 2.1.6 边坡(帮)角** slope angle
边坡(帮)坡面与水平面的夹角。
- 2.1.7 工作帮** working slope
由正在开采的台阶组成的边帮。
- 2.1.8 非工作帮** non-working slope
由已结束开采的台阶部分组成的边帮。
- 2.1.9 排土** dumping
向排土场排卸剥离物的作业。
- 2.1.10 剥离物** opencast
露天采场内剥离的表土、岩层和不进行回收的矿物。
- 2.1.11 变形监测** deformation monitoring
对地表和地下一定深度范围内的边坡岩土体与其上建(构)筑物的位移、沉降、隆起、倾斜、挠度、裂缝等微观、宏观现象,在

一定时期内进行周期性的或实时的监测,并进行变形分析的过程。

2.1.12 滑坡监测 landslide monitoring

对滑动的岩土体的位移大小、位移方向、滑坡体周界等按周期进行的测量及变形分析工作。

2.1.13 边坡稳定性监测 slope stability monitoring

为测定露天煤矿采场与排土场边坡稳定性进行的变形监测。

2.1.14 水平位移监测 horizontal displacement monitoring

测量边坡体平面位置随时间的变化量,并结合相关影响因素进行变形分析的工作。

2.1.15 垂直位移监测 vertical displacement monitoring

测量边坡体在垂直方向随时间的变化量,并结合相关影响因素进行变形分析的工作。

2.1.16 裂缝监测 crack monitoring

对边坡体及影响范围内出现裂缝的宽度、长度、走向及其变化等进行的测量。

2.1.17 应力测量 stress measurement

在边坡体内埋设应力计,获取其应力变化的测量工作。

2.1.18 土体测斜 soil body inclination check

使用测斜仪测量边坡土体不同深度水平位移大小和方向的测量工作。

2.1.19 地下水位观测 ground water level observation

为查明地下水表面水位高程的变化而进行的观测工作。

2.1.20 基准点 datum point

在变形测量中,作为测量工作基点及变形观测点起算依据的稳定可靠的控制点。

2.1.21 变形监测基准网 deformation monitoring reference network

由基准点、校核基准点和工作基点组成的定期复测的测量控制网。

2.1.22 变形监测网 deformation monitoring network

由基准点、工作基点、变形观测点组成的按一定周期对边坡体进行重复观测而建立的观测网。

2.1.23 监测周期 monitoring period

对边坡进行监测时,相邻两次监测时间的间隔。

2.1.24 检测周期 observation period

对变形监测基准网复测时,相邻两次测量的时间间隔。

2.1.25 变形速率 deformation velocity

在单位时间内观测点水平或垂直位移变化的大小。

2.1.26 预警值 prewarning value

在变形允许值范围内,根据边坡的变形敏感程度,以允许值一定比例计算的或直接给定的警示值。

2.1.27 卫星定位法测量 GNSS survey

利用卫星定位接收机并结合相关软件系统用快速获取边坡体的变形数据的测量的方法。

2.1.28 三维激光扫描法测量 three-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。

2.1.29 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。

2.1.30 位移量曲线图 chart of displacement value and time

根据变形观测结果绘制的以纵、横坐标表示位移量与时间关系的曲线图。

2.2 符 号

H ——边坡高度；

L ——测量边长；

D ——测量斜距。

3 基本规定

3.1 一般要求

3.1.1 露天煤矿边坡工程监测工作应坚持“综合监测、科学分析、预测预报、保障安全”的基本原则。并应遵循“定人、定时、定设备”的三固定方针。

3.1.2 露天煤矿进行剥采前,应编制边坡工程监测方案。

3.2 监测工作等级划分

3.2.1 露天煤矿边坡工程监测工作等级,应根据边坡工程安全等级、边坡工程监测阶段等综合划分。

3.2.2 露天煤矿采场边坡工程安全等级应根据边坡高度、地质条件复杂程度和露天煤矿生产规模,按表 3.2.2-1 划分;排土场边坡工程安全等级应根据边坡高度、排土场基底地质条件复杂程度,按表 3.2.2-2 划分。

表 3.2.2-1 采场边坡工程安全等级划分

采场边坡 工程安全等级	边坡高度 $H(\text{m})$	采场边坡地质 条件复杂程度	露天煤矿 生产规模
一级	>300	简单~复杂	大型
	$300 \geq H > 100$	复杂	
二级	$300 \geq H > 100$	中等复杂	中型
	≤ 100	复杂	
三级	$300 \geq H > 100$	简单	小型
	≤ 100	简单~中等复杂	

注:1 边坡高度按现行国家标准《露天煤矿岩土工程勘察规范》GB 50778 有关规定划分。

2 地质条件复杂程度按本规范附录 A 第 A.0.1 条的规定确定。

3 露天煤矿生产规模按现行国家标准《煤炭工业露天矿设计规范》GB 50197 有关规定划分。

表 3.2.2-2 排土场边坡工程安全等级划分

排土场边坡工程安全等级	排土场边坡高度 $H(\text{m})$	排土场基底地质条件复杂程度
一级	>100	简单~复杂
	$100 \geq H > 50$	复杂
二级	$100 \geq H > 50$	中等复杂
	≤ 50	复杂
三级	$100 \geq H > 50$	简单
	≤ 50	简单~中等复杂

注:排土场基底地质条件复杂程度按本规范附录 A 第 A.0.2 条规定确定。

3.2.3 露天煤矿边坡工程监测阶段可根据边坡工程监测时间节点,按表 3.2.3 划分。

表 3.2.3 边坡工程监测阶段划分

边坡工程监测阶段	边坡工程监测阶段时间节点划分
I	是指从露天煤矿开始采剥初期至发现边坡失稳之前所进行的监测工作
II	是指在 I 级监测阶段或用其他勘察手段圈定出不稳定边坡分区之后所进行的监测工作
III	是指在一些开采年限很久,并已形成高陡边坡的露天煤矿,当已存在的不稳定边坡对安全生产构成威胁时,或者是设计选取了最优边坡角需进行强化开采时,为保证连续生产提供条件所进行的监测工作

注:边坡工程监测阶段,根据现行国家标准《露天煤矿岩土工程勘察规范》GB 50778 有关规定划分。

3.2.4 露天煤矿边坡工程监测工作等级,应根据边坡工程安全等级和边坡工程监测阶段,按表 3.2.4 划分。

表 3.2.4 露天煤矿边坡工程监测工作等级划分

边坡工程监测工作等级	边坡工程安全等级	边坡工程监测阶段
一级	一级	I、II、III
	二级	II、III
二级	二级	I
	三级	II、III
三级	三级	I

3.3 监测项目的选择

3.3.1 露天煤矿边坡工程监测项目应根据边坡工程监测工作等级,并综合考虑边坡工程实际监测需求,分别进行边坡巡视监测、变形监测、应力监测、地下水监测、爆破振动监测与其他监测等。

3.3.2 露天煤矿采场边坡工程监测项目按表 3.3.2-1 选择,露天煤矿排土场边坡工程监测项目按表 3.3.2-2 选择。

表 3.3.2-1 采场边坡工程监测项目选择表

监测项目	监测内容	测点布置	边坡工程监测工作等级		
			一级	二级	三级
边坡巡视监测			应测	应测	应测
变形监测	地表变形(水平和垂直位移)	边坡表面、裂缝、隆起、 边坡地下	应测	应测	应测
	地表裂缝		应测	应测	应测
	地表隆起		应测	应测	应测
	地下变形		宜测	宜测	可不测

续表 3.3.2-1

监测项目	监测内容	测点布置	边坡工程监测工作等级		
			一级	二级	三级
应力监测	土压力监测	土质边坡部分	应测	宜测	可不测
	地应力监测	岩石边坡内部	宜测	宜测	可不测
	支护结构应力	结构应力最大处	应测	宜测	可不测
	锚杆(索)监测		应测	宜测	可不测
地下水监测	地下水位监测	矿区范围	应测	应测	应测
	地下水量监测		应测	应测	应测
	地下水温监测		宜测	宜测	可不测
	地下水质监测		宜测	宜测	可不测
	地下水压监测		应测	应测	应测
	边坡渗水监测	边坡渗出点	应测	应测	宜测
爆破振动监测	爆破振动监测	爆破振动 影响区	应测	应测	宜测
降雨量监测	降雨量监测		应测	宜测	宜测

表 3.3.2-2 排土场边坡工程监测项目选择表

监测项目	监测内容	测点布置	边坡工程监测工作等级		
			一级	二级	三级
边坡巡视监测			应测	应测	应测
变形监测	地表变形 (水平和垂直位移)	边坡表面、 裂缝、隆起和 边坡地下	应测	应测	应测
	地表裂缝		应测	应测	应测
	地表隆起		应测	应测	应测
	地下变形		宜测	宜测	可不测
地下水监测	地下水位监测	矿区范围	应测	应测	应测
	地下水压监测		应测	应测	应测

4 露天矿采场边坡工程监测

4.1 一般规定

4.1.1 露天煤矿采场边坡工程监测应根据边坡工程地质复杂程度、水文地质条件、边坡工程监测等级、变形特点和控制要求等选择边坡工程监测内容与方法。

4.1.2 露天煤矿采场边坡工程监测,宜包括下列内容:

- 1 巡查巡视;
- 2 变形监测;
- 3 应力监测;
- 4 地下水监测;
- 5 其他监测。

4.1.3 当露天煤矿采场边坡之下存在采空区等空洞时,应监测已有采空区对露天煤矿采场边坡的影响;当露天煤矿由露天开采转入井工开采时,应监测井工开采对露天煤矿采场已有边坡的影响。

4.2 露天矿采场边坡工程监测

4.2.1 在露天煤矿采场边坡逐渐形成过程中,应在边坡巡视监测的同时,实时进行地质调查与资料收集工作,宜包括下列内容:

- 1 组成边坡土层部分的土类、分布状态、含水情况、物理力学性质等;
- 2 组成边坡岩层(岩体)部分的岩石特征、软弱结构层(面)的赋存状态、分布规律、接触关系、接触面的特征及产状等;
- 3 与边坡稳定有关的各类地质构造,包括断层、褶曲、节理和裂隙等的性质、产状、发育方向及程度、裂隙带宽度与分布密度及充填物等;

4 松散层及风化岩石的岩性、次生矿物、岩石破碎程度、与坚硬岩石的接触关系及接触面特征等；

5 构成边坡体的煤层、煤层顶板及底板的产状、位置、厚度、结构以及强度；

6 对已有滑坡，应描述滑坡体的位置、分布范围及滑落时间、滑动方向、滑落面产状及边坡渗水情况等；

7 边坡顶面是否存在已有地面裂缝或出现新的地面裂缝；若发现地面裂缝，应描述地面裂缝的形态、产状及发育情况等；

8 边坡底脚是否出现底鼓隆起变形现象，若出现，应描述底鼓隆起的分布形态及发育情况等。

4.2.2 露天煤矿采场边坡应进行变形监测，监测点布置宜符合本规范附录 B 第 B.0.1 条规定，监测方法应按本规范第 7 章有关规定执行，并应符合下列规定：

1 在露天煤矿地表最终境界线以外 200m 内，应建立地表变形和地下变形的永久监测网，其监测线、点布置数量，应根据露天煤矿边坡走向长度、边坡区段的重要性和可实现情况确定。但监测线不应少于 3 条，每条监测线上不应少于 3 个监测点。每个监测分区不应少于 5 个监测点。地下变形监测孔深应达到预想滑动面(层)以下 5m~10m，孔径宜为 108mm~200mm；

2 在采掘场到界边坡上，应建立永久监测网。监测线应根据边坡长度、现场实际条件布设，其间距宜为 200m~400m，但不宜少于 3 条线；监测线上的监测点间距宜为 30m~50m；监测周期应根据地表变形和地下变形的情况确定。在降雨期间或当变形速度加剧时，应增加监测频率，并应及时提交监测报告；

3 对出现地表和地下变形或地质构造复杂、稳定性较差的重要边坡，应建立地表和地下变形的监测系统。地表和地下监测线的数量，应根据地表和地下变形区的范围确定，但不应少于 3 条，每条线上不应少于 3 个监测点。

4.2.3 露天煤矿采场边坡工程应力监测项目，应根据边坡工程监

测工作等级及边坡工程实际情况进行选择。应力监测方法应符合本规范第 8 章有关规定。

4.2.4 露天煤矿应进行降雨量、地表水和地下水监测,并应符合下列规定:

1 在边坡工程设计阶段,降雨量、地表水和地下水监测资料可收集利用已有水文地质资料;

2 在露天煤矿建设阶段,露天矿采场边坡与地下水疏干系统会逐步形成,地下水监测网应逐步建立;

3 在露天煤矿开采生产阶段,露天矿边坡端帮与地下水疏干系统会进一步形成并完善,地下水监测工作应进入常态化管理;

4 露天煤矿采场边坡的地下水监测项目,可根据露天煤矿的已有资料、工程地质条件、水文地质条件等综合分析进一步选择。地下水监测方法应按本规范第 9 章有关规定执行;

5 降水量监测方法应按本规范第 10.3 节规定执行。

4.2.5 露天煤矿采场边坡宜进行爆破震动监测,其监测方法应符合本规范第 10.5 节的有关规定。

4.2.6 当气温对露天煤矿采场边坡稳定性构成影响时,宜监测影响区域内的气温,监测方法应按本规范第 10.4 节的规定执行。

4.2.7 当露天煤矿采场边坡工程监测进入Ⅱ监测阶段后期时,可采用遥测装置进行自动化监测。自动化监测应符合本规范第 11 章有关规定。

4.2.8 距离露天煤矿采场边坡较近的重要建(构)筑物以及运输道路等应进行建筑物变形观测,具体要求应按现行行业标准《建筑变形测量规范》JGJ 8 有关规定执行。

4.2.9 露天煤矿采场边坡工程监测范围,应包括采场边坡体与采掘场地表境界线以外的影响区,应按本规范附录 C 第 C.0.1 条确定。影响区宽度 L 的确定,应符合下列规定:

1 开采深度小于 200m 时,其宽度不宜小于最大开采深度;

2 开采深度大于或等于 200m 时,其宽度不宜小于 200m。

5 排土场边坡工程监测

5.1 一般规定

5.1.1 露天煤矿排土场边坡工程监测工作应根据排土场基底工程地质复杂程度、水文地质条件、排弃方式、剥离物构成、安全等级、监测阶段、变形特点和控制要求等选择边坡监测内容与方法。

5.1.2 露天煤矿排土场边坡工程监测,宜包括下列内容:

- 1 巡查巡视;
- 2 变形监测;
- 3 地表水监测;
- 4 地下水监测;
- 5 泥石流监测;
- 6 其他监测。

5.1.3 当露天煤矿排土场边坡之下存在采空区时,应监测已有采空区对排土场边坡的影响。

5.2 排土场边坡工程监测

5.2.1 露天煤矿排土场边坡工程应结合边坡巡视进行地质调查与资料收集工作,宜包括下列内容:

- 1 构成排土场边坡基底地层的岩、土特征,地层结构及分布产状等;
- 2 构成排土场边坡的排弃物料成分,岩、土比例,粒度大小、排弃方式以及排弃速度等;
- 3 排土场边坡各台阶及边坡顶面沉陷裂缝的走向、长度、宽度、深度以及发展速率等;
- 4 对于软基底排土场,应重点调查排土场边坡底脚是否出现

底鼓隆起现象,若发现底鼓隆起现象,应描述底鼓隆起的条带分布走向、长度和宽度等。

5.2.2 露天煤矿排土场边坡变形监测点布置应符合本规范附录 B 第 B.0.2 条规定,监测方法应按本规范第 7 章有关规定执行,并应符合下列规定:

1 在距离村镇、公路、铁路、河流较近的排土场边坡段,应建立地表变形和地下变形的永久监测网;

2 监测线、孔布置数量,应根据排土场边坡的走向长度、边坡区段的重要性和可实现情况确定。但监测线不应少于 3 条,每条监测线上不应少于 3 个监测点。

5.2.3 露天煤矿排土场边坡工程应力监测,宜监测堆积排弃物土压力与排土场基底应力的变化,应力监测应符合本规范第 8 章有关规定。

5.2.4 露天矿排土场边坡的地下水监测应符合下列规定:

1 在排土场工程设计阶段,地下水监测资料可收集利用已有水文地质资料;

2 在露天矿排土场初期阶段,地下水监测网应逐步形成并完善;

3 在露天矿生产阶段,排土场边坡会逐渐堆积形成,地下水监测工作应进入常态化管理,监测方法应按本规范第 9 章有关规定执行。

5.2.5 存在泥石流隐患的露天煤矿排土场边坡,应进行泥石流监测,泥石流分类可参照本规范附录 D.2 执行;监测方法应按现行行业标准《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》DZ/T 0221 有关规定执行。

5.2.6 距离排土场边坡坡脚较近的重要建筑物应进行建筑物变形观测,具体要求应按现行行业标准《建筑变形测量规范》J TJ 8 执行。

5.2.7 露天煤矿排土场边坡工程监测范围,应包括排土场排弃物

堆积边坡、排土场边坡坡顶及坡脚影响区,应按本规范附录 C 第 C.0.2 条确定。边坡坡顶影响区宽度 L_1 不宜小于排土场边坡高度的 1.0 倍;边坡坡脚影响区宽度 L_2 不宜小于排土场边坡高度的 1.5 倍。

6 监测方案

6.1 一般规定

6.1.1 露天煤矿边坡工程监测方案的编制,应综合考虑监测边坡的工程地质和水文地质条件、工程爆破、周边环境条件、边坡轮廓、露天煤矿开采方式以及排土场排弃方法等因素进行。

6.1.2 监测方案编制前,应对监测现场进行详细踏勘,进一步收集已有资料,并根据工程现场、边坡类型、边坡滑移模式、变形阶段和危害程度等划分露天煤矿边坡工程监测工作等级,提出边坡监测技术要求。并应收集下列资料:

- 1 煤田勘探报告;
- 2 可行性研究报告,初步设计报告,露天矿剥、采、排工程平面图等设计文件;
- 3 区域气象、水文、地震的有关资料;
- 4 边坡补充勘察和稳定性评价成果文件;
- 5 边坡工程影响范围内的道路、输电线、地下管线、地下设施及周边建筑物的有关资料。

6.1.3 监测方案应按监测边坡段所处的Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ监测阶段分别进行编制。

6.1.4 露天煤矿边坡工程监测,宜对下列特殊条件边坡工程的监测方案进行专门论证:

- 1 地质和环境条件特别复杂的边坡工程;
- 2 对人员、设备安全构成严重威胁和重大经济损失的边坡工程;
- 3 形成整体滑坡的边坡工程;
- 4 重新修改设计和治理的边坡工程。

6.2 监测方案

6.2.1 监测单位应根据监测任务书编制监测方案,并应包括下列内容:

- 1 工程概况(自然条件、地质环境、边坡工程的特征等);
- 2 监测方案编制依据;
- 3 监测目的;
- 4 监测范围;
- 5 监测项目的确定;
- 6 监测方法选定(监测点网布设、监测精度要求、监测频率、监测预报预警、监测人员及仪器设备、监测措施应急预案、工序管理及信息反馈等);
- 7 监测数据记录制度;
- 8 监测数据分析方法等。

6.2.2 露天煤矿边坡稳定监测的主要内容应包括边坡岩体上不同点在空间的移动及过程,滑落面的形状、大小、倾角及其位置,滑落体的大小、形状和滑落方向,地下水、爆破和设备运输情况,边坡岩体移动对采剥工程和边坡建(构)筑物的危害程度。

6.2.3 监测方法可包括简易观测法、设站观测法、仪表观测法和远程观测法。监测仪器可包括地表大地测量(经纬仪、水准仪、测距仪、全站仪等)、摄影仪、GNSS、红外遥感、激光微小位移、边坡稳定雷达、声发射、位移计、钻孔倾斜仪、锚索测力计和水压监测仪等,应综合考虑监测方法和仪器。

6.2.4 边坡工程监测应形成控制网和监测网。首先应确定边坡体变形监测的范围,在该范围内确定边坡体的主要滑动方向,按变形范围和主要滑动方向确定监测线,选取典型断面,再按监测线选择监测点。边坡监测点应均匀地布设在滑动量较大、滑动速度较快的轴线方向和滑坡前沿区,在滑体以外较稳定的地方也应适当

布点,在滑动较快的地段,应适当加密;监测点宜呈断面形式布设在不同的高程上;裂缝监测点应选择在有一定代表性的位置,布设在裂缝的两侧。

6.2.5 深部位移孔、水位监测孔等可利用已有钻孔。

7 变 形 监 测

7.1 一 般 规 定

7.1.1 露天煤矿建设和开采阶段,应设置监测站对采掘场边坡、排土场边坡进行变形监测。变形监测网宜采用独立的平面坐标系统和高程基准,并进行一次布网。必要时可采用国家坐标系统和高程基准或当地平面坐标系统和高程基准。

7.1.2 露天煤矿边坡工程变形监测,应包括地表变形监测和地下变形监测等。地表变形监测应包括地表位移监测、地表裂缝监测和地表隆起变形监测。

7.1.3 露天煤矿边坡工程变形监测方法可包括:卫星导航定位测量、三维激光扫描测量、数字近景摄影测量、全站仪边角测量、全站仪三角高程测量、几何水准测量等。变形监测方法可根据边坡工程的变形类型、精度要求、变形速率、现场作业条件以及边坡体的安全性等,按表 7.1.3 选用。并可采用多种方法进行监测。

表 7.1.3 变形监测方法选择

类别	监 测 方 法
水平位移监测	全站仪边角同测、极坐标法、交会法、GNSS 测量、伸缩仪法、多点位移计、倾斜仪等
垂直位移监测	水准测量、电磁波测距三角高程测量等
三维位移监测	全站仪自动跟踪测量法、卫星导航定位测量、摄影测量、三维激光扫描等
地表裂缝监测	精密测(量)距、伸缩仪、测缝计、位移计、摄影测量等
地表隆起监测	比例尺、小钢尺、精密测(量)距、自动监测仪或传感器自动测记法
应力、应变监测	应力计、应变计

7.1.4 露天煤矿边坡工程变形监测,应根据边坡工程的实际情况、边坡特点、监测目的、任务要求以及测区条件等,确定变形监测的内容、精度等级、基准点与变形点布设方案、监测周期、仪器设备及检定要求、观测与数据处理方法、提交成果内容等,并编写变形监测方案。

7.1.5 露天煤矿边坡变形监测应布设监测网,监测网应包括基准网与变形监测网;监测网的网点,宜分为基准点、工作基点和变形观测点。其网点布设应符合下列规定:

1 基准点,应设置在边坡变形影响区域之外稳固可靠的位置。应至少有 3 个基准点。其水平位移基准点应采用带有强制归心装置的观测墩,垂直位移基准点宜采用双金属标或钢管标;

2 工作基点,应设置在监测区域稳定且方便使用的位置。水平位移监测工作基点宜采用带有强制归心装置的观测墩,垂直位移监测工作基点可采用钢管标。对通视条件较好的小型边坡,可不设立工作基点,在基准点上直接测定变形观测点;

3 变形观测点,应设置在能反映边坡体变形特征的位置或监测断面上,监测断面应包括:关键断面、重要断面和一般断面。需要时,还应埋设一定数量的应力、应变传感器;

4 监测墩的制作与埋设,应符合本规范附录 E 的规定。

7.1.6 监测网和监测点的初次监测,应在埋设标石 10d~15d 后进行。

7.1.7 露天煤矿边坡变形监测基准网初期宜每隔半年观测 1 次,一年后可每年观测 1 次;当对变形监测成果发生怀疑时,应随时检核监测基准网。

7.1.8 露天煤矿边坡工程变形监测阶段可划分为 I、II、III 阶段。当监测进入 II 阶段后期时,可采用遥测装置。

7.1.9 露天煤矿边坡变形监测周期,应根据边坡的变形特征、变形速率、观测精度和工程地质条件等因素综合确定。并应符合下列规定:

- 1 监测点的监测周期宜每月监测 1 次~2 次；
- 2 雨季应适当增加监测次数,暴雨前后增加观测频率；
- 3 边坡变形剧烈时,应每日观测 1 次或多次；
- 4 监测网点和监测点被破坏时,应及时恢复,并与之前监测成果校核。

7.1.10 露天煤矿边坡工程变形监测周期应根据地表变形和地下变形的具体情况确定,并应符合下列规定：

1 地表变形监测周期应根据监测阶段等综合确定。Ⅰ级监测期应每年 2 次,Ⅱ级监测期应每月 1 次或与其他观测同步进行。采掘与整治过程前后均应监测。当变形速度加剧时应增加监测次数。但每年监测不得少于 4 次。每年应提交监测分析报告；

2 当野外地质调查或地表变形监测发现局部地段有不稳定迹象时,应进行地下变形监测。监测周期可根据位移速度和季节变化确定；

7.1.11 露天煤矿边坡工程变形监测网应在露天煤矿建设和开采初期建立。

1 监测工作可用全站仪、GNSS 和水准仪进行,应定期观测和进行数据整理。

2 当边坡处于Ⅱ级监测阶段时,在关键地区应增加观测站,并应增加观测次数。

3 当边坡周边影响范围内出现裂缝或隆起等迹象时,应采用位移计、伸长计来测量滑体位移,必要时可采用遥测装置进行自动化监测。

7.1.12 露天煤矿边坡变形监测,应对监测资料定期、及时整理,并应根据边坡变形的实际情况提交成果分析资料,宜包括下列内容：

- 1 变形监测成果统计表；
- 2 监测点位置分布图；
- 3 裂缝位置及观测点分布图；

- 4 隆起位置及观测点分布图；
- 5 位移矢量图(水平位移矢量图、垂直位移矢量图、水平与垂直位移迭加分析图)；
- 6 位移(水平或垂直)速率、时间、位移量曲线图；
- 7 其他图表；
- 8 变形监测报告。

7.2 地表变形监测

I 地表位移监测

7.2.1 露天煤矿边坡工程地表位移监测包括地表水平位移与地表垂直位移监测,其检测精度,不宜低于三等。地表位移监测技术主要包括大地测量技术和位移计监测技术。

7.2.2 露天煤矿边坡地表水平位移监测基准网和监测点的精度,应符合表 7.2.2 的要求。

表 7.2.2 边坡地表水平位移监测基准网和监测点精度要求

等级	基准网	监测点	适用范围 (边坡工程 安全等级)
	相邻基准点 点位中误差(mm)	点位中误差(mm)	
三等	±3	±6	一、二
四等	±6	±12	三

7.2.3 露天煤矿边坡地表垂直位移监测基准网和监测点的精度,应符合表 7.2.3 的要求。

表 7.2.3 边坡地表垂直位移监测基准网和监测点精度要求

等级	基准网	监测点	适用范围 (边坡工程 安全等级)
	基准点高程中误差(mm)	高程中误差(mm)	
三等	±1		一、二
四等	±2	±4	一、二
五等	±4	±8	三

7.2.4 地表水平位移监测基准网,宜采用全站仪边角同测网,也可采用 GNSS 网、三角形网、导线网等。

7.2.5 采用全站仪边角同测可进行水平位移监测基准网观测及基准点与工作基点间的联测;采用全站仪小角法、极坐标法、前方交会法和自由设站法可进行监测点的水平位移观测;采用全站仪自动跟踪测量系统可进行连续观测。

7.2.6 全站仪的测角、测距标称精度宜符合表 7.2.6 的规定。

表 7.2.6 全站仪测角、测距标称精度

等级	测角中误差(″)	测距中误差(mm)
三等	≤ 2.0	$\leq (2\text{mm} + 2 \times 10^{-6} D)$
四等	≤ 2.0	$\leq (2\text{mm} + 2 \times 10^{-6} D)$

7.2.7 用全站仪边角测量进行水平位移监测基准网观测及基准点与工作基点间联测,应符合表 7.2.7 的要求。

表 7.2.7 全站仪边角测量基准网的主要技术要求

等级	相邻基准点的点位中误差(mm)	平均边长 $L(\text{m})$	测角中误差(″)	测边相对中误差	水平角观测测回数	
					全站仪测角 标称精度 1″	全站仪测角 标称精度 2″
三等	± 6	≤ 450	≤ 2.0	$\leq 1/100000$	2	4
四等	± 12	≤ 600	≤ 2.0	$\leq 1/80000$	1	2

7.2.8 监测基准网的水平角观测,宜采用方向观测法,并应符合现行国家标准《工程测量规范》GB 50026 的规定。

7.2.9 监测基准网边长,应采用电磁波测距,并应符合表 7.2.9 的要求。

表 7.2.9 电磁波测距主要技术要求

等级	仪器精度等级	每边测回数		一测回 读数较差 (mm)	单程各测 回较差 (mm)	气象数据测定 的最小读数		往返较差 (mm)
		往	返			温度($^{\circ}$)	气压(Pa)	
三等	5mm 级 仪器	2	2	5	7	0.2	50	≤ 2 ($a+b \times D$)
四等	10mm 级 仪器	4	4	8	10			

注:1 测回是指照准目标 1 次,读数 2 次~4 次的过程;

2 根据具体情况,测边可采取不同时间段代替往返观测;

3 测量斜距,应经气象改正和仪器的加、乘常数改正后才能进行水平距离计算;

4 计算测距往返较差的限差时, a 、 b 分别为相应等级所使用仪器标称的固定误差和比例误差系数, D 为测量斜距(km)。

7.2.10 全站仪交会法、极坐标法的主要技术要求,应符合下列规定:

1 当采用边角交会时,应在 2 个测站上测定各监测点的水平角和水平距离。分别按测角交会和测边交会计算监测点的平面坐标,当其较差值不超过要求精度值的 $2\sqrt{2}$ 倍时,取其中数作为该监测点的最终坐标;

2 当仅采用测角或测边交会进行水平位移监测时,宜采用三点交会法,角交会法的交会角,宜为 $60^{\circ} \sim 120^{\circ}$,边交会法的交会角,宜为 $30^{\circ} \sim 150^{\circ}$;

3 用极坐标法进行水平位移监测时,宜采用双测站极坐标法;

4 测站点应采用有强制对中装置的观测墩,变形观测点,可埋设安置反光镜或觇牌的强制对中装置或其他固定照准标志;

5 测站点与监测点之间的观测距离、边长和角度观测测回数宜符合表 7.2.10 的要求。

表 7.2.10 全站仪观测距离长度及观测测回数

全站仪 标称精度	三 等		四 等	
	边长 $L(m)$	观测测回数	边长 $L(m)$	观测测回数
0.5" ($1mm+2\times 10^{-6}D$)	≤ 1200	1	≤ 1800	1
1.0" ($2mm+2\times 10^{-6}D$)	≤ 800	1	≤ 1200	1
2.0" ($2mm+2\times 10^{-6}D$)	≤ 500	2	≤ 800	1

7.2.11 用全站仪自由设站法进行位移观测,应符合下列规定:

1 用全站仪自由设站法进行二维或三维变形测量,设站点应至少与 4 个基准点或工作基点通视,且该部分基准点或工作基点的平面分布范围应大于 90° ,至设站点的距离比不超过 1:3,同时宜符合本规范表 7.2.10 的规定;

2 用全站仪自由设站法观测的二维或三维监测点中不少于 2 点在其他测站应同期观测;

3 用全站仪自由设站法进行位移观测的水平角和距离观测测回数,应符合本规范表 7.2.10 的规定。

7.2.12 全站仪自动跟踪测量,应符合下列规定:

1 测站应设立在基准点或工作基点上,并采用有强制对中装置的观测台或观测墩;测站视野应开阔无遮挡,周围应设立安全警示标志;应同时具有防水、防尘设施;

2 监测体上的变形观测点宜采用观测棱镜,距离较短时也可采用反射片;

3 全站仪的自动照准应稳定、有效、单点单次照准时间不宜大于 10s;

4 观测方法和精度估算应根据观测精度、全站仪精度等级、监测点到仪器测站的视线长度确定。并可参照本规范第 7.2.10 条、第 7.2.11 条的规定执行,每站每次观测不应少于 1 个测回;

5 多台全站仪联合组网观测时,相邻仪器间宜设置不少于两个 360°棱镜进行联测,相邻测站应有重叠的观测目标;

6 数据通信电缆宜采用光缆或专用数据电缆,并应安全敷设,连接处应采取绝缘和防水措施;

7 作业前应将自动观测成果与人工测量成果进行对比,确保自动观测成果无误后,方能进行自动监测;

8 测站和数据终端设备应备有不间断电源;

9 数据处理软件,应具有观测数据自动检核、超限数据自动处理、不合格数据自动重测,观测目标被遮挡时,可自动延时观测处理和变形数据自动处理、分析、预报和预警等功能。

7.2.13 全站仪小角法测量,应按本规范第 7.2.10 条及现行国家标准《工程测量规范》GB 50026 有关规定执行。

7.2.14 露天煤矿边坡地表垂直位移监测基准网,应布设成环形网。宜采用几何水准测量方法观测,可采用全站仪三角高程测量。垂直位移监测基准网的主要技术要求,应符合表 7.2.14 的要求。

表 7.2.14 垂直位移监测基准网技术要求

等级	相邻基准点 高差中误差(mm)	每站高差 中误差(mm)	往返较差或环线 闭合差(mm)	检测已测高差 较差(mm)
三等	1.0	0.30	$0.60\sqrt{n}$	$0.8\sqrt{n}$
四等	2.0	0.70	$1.40\sqrt{n}$	$2.0\sqrt{n}$
五等	4.0	1.40	$2.80\sqrt{n}$	$4.0\sqrt{n}$

注:表中为 n 测站数。

7.2.15 水准观测应符合表 7.2.15 的要求。

表 7.2.15 水准观测要求

等级	水准仪型号	水准尺	视线长度(m)	前后视距较差(m)	前后视的距离较差累积(m)	视线离地面最低高度(m)	基本分划、辅助分划读数较差(mm)	基本分划、辅助分划所测高差较差(mm)
三等	DS05	钢瓦	50	2.0	3	0.3	0.5	0.7
	DS1	钢瓦	50	2.0	3	0.3	0.5	0.7
四等	DS1	钢瓦	75	5.0	8	0.2	1.0	1.5
五等	DS3	双面	85	大致相等			3.0	4.5

注:数字水准仪观测,不受基、辅分划读数较差指标的限制,但测站 2 次观测的高差较差,应满足表中相应等级基、辅分划所测高差较差的限值。

7.2.16 全站仪三角高程测量,应符合下列规定:

1 应在两个测量点上设置棱镜,在中间设置全站仪。观测视线长度不宜大于 300m,最长不应超过 500m,视线垂直角不应超过 20°。每站的前后视线长度之差,对三等观测不应超过 30m,四等观测不超过 50m;

2 视线高度和离开障碍物的距离不应小于 1.3m;

3 当使用单棱镜观测时,每站应变动 1 次仪器高进行 2 次独立观测。当 2 次独立观测计算高差的较差值符合表 7.2.16 的要求时,取其中数作为最终高差值。

表 7.2.16 两次观测高差较差限值

等级	两次观测高差较差限值(mm)
三等	$\leq \pm 10 \sqrt{D}$
四等	$\leq \pm 20 \sqrt{D}$
五等	$\leq \pm 30 \sqrt{D}$

注:D 为两点间距离,以 km 为单位。

7.2.17 全站仪三角高程测量距离和垂直角观测,应符合下列规定:

1 每次距离观测时,前、后视应各测 2 个测回。每测回应照准目标 1 次、读数 4 次。距离观测应符合表 7.2.17-1 的要求;

表 7.2.17-1 距离观测要求

全站仪测距 标称精度	一测回读数间 较差限值(mm)	测回读数间 较差限值(mm)	气象数据测定最小读数	
			温度(℃)	气压(mmHg)
$\leq (1\text{mm} + 1 \times 10^{-6} D)$	3	4.0	0.2	0.5
$\leq (1\text{mm} + 2 \times 10^{-6} D)$	4	5.5	0.2	0.5
$\leq (2\text{mm} + 2 \times 10^{-6} D)$	5	7.0	0.2	0.5

2 每次垂直角观测时,应采用中丝双照准法观测。观测测回数及限差应符合表 7.2.17-2 的要求;

表 7.2.17-2 垂直角观测要求

全站仪测角 标称精度	测回数			两次照准 目标读数差(″)	垂直角测 回差(″)	指标差较差 (″)
	三等	四等	五等			
0.5″	2	1	—	1.5	3	3
1″	4	2	—	4	5	5
2″		4		6	7	7
2″			2	8	10	10

3 观测宜在日出后 2h 至日落前 2h 的期间内目标成像清晰稳定时进行。阴天和多云天气可全天观测。

7.2.18 垂直位移监测基准(网)点测量的其他技术要求,按现行国家标准《工程测量规范》GB 50026 有关规定执行。

7.2.19 露天煤矿边坡三、四等位移监测可采用卫星导航定位测量(GNSS)法。边坡 I、II 级变形监测阶段可采用静态测量模式,

边坡Ⅲ级变形监测阶段可采用动态测量模式。

7.2.20 卫星导航定位测量(GNSS)静态测量作业,应符合下列规定:

1 点位应视野开阔,视场内障碍物的高度角不宜超过 15° ;点位附近不应有强烈干扰接收卫星信号的干扰源或强烈反射卫星信号的物体;

2 通视条件好,应便于使用全站仪等进行后续测量作业;

3 作业中应严格按照规定的时间计划进行观测;

4 观测前,应对接收机进行预热和静置,同时应检查电池的容量、接收机的内存和可储存空间是否充足;

5 天线安置的对中误差,不应大于 2mm ;天线高的量取应精确至 1mm ;

6 观测中,应避免在接收机近旁使用无线电通信工具;

7 作业时,接收机应避免阳光直接照射。雷雨天气时,应关机停测,并应卸下天线以防雷击;

8 对于三等以上的GNSS变形监测,应采用双频接收机,并采用精密星历进行数据处理。四等变形监测可选用预报星历进行数据处理。观测数据处理和质量检查应符合现行国家标准《工程测量规范》GB 50026有关规定,同一时段观测值的数据采用率不宜小于 85% 。

7.2.21 卫星导航定位测量(GNSS)动态测量作业,应符合下列规定:

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小的地势较高区域,上部天空应开阔,无高度角超过 10° 的障碍物,且周围无GNSS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连通,并应保证数据实时传输。

7.2.22 露天煤矿边坡变形监测采用摄影测量方法时,应符合下列规定:

1 应根据监测体的变形特点、监测规模和精度要求,合理选用作业方法,可采用时间基线视差法、立体摄影测量方法或实时数字摄影测量方法等;

2 监测点标志,可采用十字形或同心圆形,标志的颜色应使影像与标志背景色调有明显的反差,可采用黑、白、黄色或两色相间;

3 像控点应布设在监测体的四周;当监测体的景深较大时,应在景深范围内均匀布设。像控点的点位精度不宜低于监测体监测精度的 $1/3$ 。当采用直接线性变换法解算待定点时,一个像对的控制点宜布设 6 个~9 个;当采用时间基线视差法时,一个像对宜布设 4 个以上控制点;

4 对于规模较大、监测精度要求较高的监测项目,可采用多标志、多摄站、多相片及多量测方法;

5 摄影站,应设置在带有强制归心装置的观测墩上。对于长方形的监测体,摄影站宜布设在与物体长轴相平行的一条直线上,并使摄影主光轴垂直于被摄物体的主立面;对于圆柱形监测体,摄影站可均匀布设在与物体中轴线等距的周围;

6 多像对摄影时,应布设像对间起连接作用的标志点;

7 变形摄影测量的其他技术要求,应满足现行国家标准《工程摄影测量规范》GB 50167 有关规定。

7.2.23 露天煤矿边坡变形监测其他测量方法的技术要求,按现行国家标准《工程测量规范》GB 50026 有关规定执行。

II 地表裂缝监测

7.2.24 露天煤矿边坡工程地表裂缝监测,应测定采场边坡与排土场边坡顶部及各台阶或坡面上出现的裂缝的空间分布位置和裂缝的走向、长度、宽度、深度及其变化情况。

7.2.25 地表裂缝监测可结合边坡巡视工作进行。地表裂缝监测应统一进行编号、描述、观测、拍照、建档。

7.2.26 地表裂缝监测,可采用伸缩仪、位移计或千分卡尺等。应符合下列规定:

1 地表裂缝监测应设置观测点,每条裂缝应布设不少于2组观测点,并根据裂缝的走向和长度,分别布设在裂缝的最宽处和裂缝的末端;

2 观测点处应设置裂缝观测标志,并应跨裂缝牢固安装在裂缝两侧的稳定部位;标志安装完成后,应拍摄裂缝观测初期的影像;

3 裂缝观测标志设置应牢固,并应标注可供量测的固定点。短期观测时,可采用打入地下一定深度的木桩或钢钎;长期观测时,可采用埋入地下一定深度的素混凝土或钢筋混凝土墩,并在墩顶面设置观测中心点;

4 裂缝量测规模较小时,可采用直尺、小钢尺、游标卡尺或坐标格网板等工具进行人工量测;规模较大且不利于人工量测时,宜采用精密测(量)距方法;需要连续监测裂缝的变化时,可采用测缝计或传感器自动测记方法进行观测;

5 裂缝观测,裂缝宽度数据应量至0.1mm,裂缝错位数据应量至0.5mm,裂缝深度数据应量至1.0mm;

6 裂缝的观测周期,应根据裂缝变化速度确定。裂缝初期可每周观测1次,基本稳定后宜每月观测1次,当发现裂缝加大时应及时增加观测次数,必要时应持续观测。

7.2.27 露天煤矿边坡工程监测地表裂缝监测应提交下列资料:

1 裂缝平面位置分布图;

- 2 裂缝空间位置分布图；
- 3 裂缝观测成果表；
- 4 裂缝宽度变化时--距曲线图；
- 5 裂缝深度变化时--距曲线图；
- 6 裂缝错位变化时--距曲线图。

III 地表隆起变形监测

7.2.28 露天煤矿边坡工程地表隆起变形监测,应测定采场边坡与排土场边坡坡脚出现隆起的平面分布位置和隆起的走向、长度、宽度、高度及其变化情况。

7.2.29 地表隆起变形的监测可结合边坡巡视工作进行。地表隆起监测应统一进行编号、描述、观测、拍照和建档。

7.2.30 地表隆起变形监测,应符合下列规定:

- 1 地表隆起变形监测应设置观测点,每条隆起应根据隆起的走向和长度布设不少于 2 组观测点;

- 2 观测点处应设置隆起监测标志,并应牢固安装在跨隆起两侧的的稳定部位与隆起轴部的特征部位;标志安装完成后,应拍摄隆起观测初期的影像;

- 3 隆起监测标志设置应牢固,并应标注可供量测的固定点。短期观测时,可采用打入地下一定深度的木桩或钢钎;长期观测时,可采用埋入地下一定深度的素混凝土或钢筋混凝土墩,并在墩顶面设置观测中心点;

- 4 隆起的量测,规模较小,可采用比例尺、小钢尺、游标卡尺或坐标格网板等工具进行人工量测;规模较大且不利于人工量测的隆起宜采用精密测(量)距方法;需要连续监测隆起的变化时,可采用自动监测仪或传感器自动测记方法进行观测;

- 5 隆起观测中,隆起检测数据应量至 0.5mm,隆起高度数据应量至 1.0mm;

- 6 隆起的观测周期,应根据隆起变化速度确定。隆起初期可每 15d 观测 1 次,基本稳定后宜每 30d 观测 1 次,当发现隆起加大

时应及时增加观测次数,必要时应持续观测。

7.2.31 露天煤矿边坡工程监测地表隆起变形监测应提交下列资料:

- 1 隆起平面位置分布图;
- 2 隆起观测成果表;
- 3 隆起宽度变化时—距曲线图;
- 4 隆起高度变化时—距曲线图。

7.3 地下变形监测

7.3.1 地下变形监测应确定可能滑动的滑面位置、滑坡规模、变形特征等。地下变形监测应包括水平位移监测、垂直位移监测和大地位移监测,并应符合下列规定:

- 1 水平位移监测应采用钻孔倾斜仪、应变式传感器和伸长计等;
- 2 垂直位移监测应采用沉降仪、卧式水平孔倾斜仪等;
- 3 大地位移监测应采用固设式倾斜仪、位移计等。

7.3.2 当野外地质调查或地表位移监测发现局部地段有不稳定迹象时或地质构造复杂、稳定性较差的重要边坡,应进行地下变形监测。地下变形监测线的数量,应根据地下变形区的走向长度确定,但不宜少于3条,且每条线不宜少于3个监测点。可采用钻孔倾斜仪或位移计测量边坡内部深层水平位移。

7.3.3 当采用钻孔测斜仪测定边坡深部位移时,应符合下列规定:

- 1 测斜仪宜采用能连续进行多点测量的滑动式仪器;
- 2 监测点钻孔位置应布设在边坡滑动区关键部位,并可对边坡滑坡体上局部滑动和可能具有的多层滑动面进行观测;其测斜管埋设深度应在预计滑动层(面)以下5m~10m;

3 埋设测斜管时,应先用地质钻机成孔,将分段测斜管连接放入孔内,将测斜管吊入钻孔内时,应使十字形槽口对准观测的水

平位移方向。管底端应装底盖,测斜管连接部分及底盖处应密封处理,测斜管与钻孔壁之间空隙宜回填细砂或水泥与膨润土拌和的灰浆,其配合比应根据土层的物理力学性能和水文地质情况确定。测斜管的安装埋设方法及技术要求应符合本规范附录 F.1 的规定;

4 测斜管埋好后,应停留一段时间,使测斜管与边坡岩土体固连为整体;

5 观测时,可由管底开始向上提升测头至待测位置,或沿导槽全长每隔 500mm(轮距)测读 1 次,将测头旋转 180° 再测 1 次。2 次观测位置(深度)应一致,依此作为 1 个测回。每周期观测可测 2 个测回,每个测斜导管的初测值,应测 4 个测回,观测成果取中数。

7.3.4 地下位移的监测深度,应在预计滑动层(面)以下 5m~10m,并应及时对监测数据及岩体稳定状况进行整理和分析。

7.3.5 监测资料应定期、及时整理,并提供有关图表。图表应包括位移矢量图、钻孔位移曲线图和位移与时间曲线图等。

8 应 力 监 测

8.1 一 般 规 定

8.1.1 露天煤矿边坡工程应力监测,可包括土压力、地应力、工程结构内力与锚杆(索)应力应变监测,监测项目可根据边坡工程实际情况选择。

8.1.2 边坡工程应力监测,应包括下列工作步骤:

- 1 编制监测方案,设置应力监测点;
- 2 安装应力监测装置;
- 3 实施监测,并记录监测数据;
- 4 整理应力监测数据,提出应力监测报告。

8.1.3 应力监测成果应根据监测内容确定,宜包括下列内容:

- 1 应力监测分析报告;
- 2 土压力历时曲线图;
- 3 地应力历时曲线图;
- 4 支挡桩(墙)结构内力监测曲线图;
- 5 锚杆(索)预应力历时曲线图。

8.2 土压力监测

8.2.1 土压力监测点应根据土层性质、挡土结构特点、施工工艺、荷载大小及作用条件等设置。

8.2.2 土压力计的选用,应符合下列规定:

1 土压力计的测试满量程应大于设计最大压力值的 1.2 倍,土压力计传感器的计量精度应小于满量程值的 0.5%;

2 土压力传感器应具有足够的抗压强度、抗腐蚀性和耐久性,并具有抗震和抗冲击性能;

3 土压力传感器应灵敏反应土压力的变化,在加压和减压时保持线性良好;

4 土压力传感器设置于含水土层中时,应能保持在特定水压条件下正常使用。

8.2.3 土压力传感器埋设之前,宜对土压力计装置进行封闭性检验和标定。检验标定内容宜包括压力标定、温度标定和初始值标定。土压力传感器的埋设应符合下列规定:

1 回填土性状与周围土体宜保持一致;

2 传感器承压面与结构物表面接触紧密,并保持与应力方向垂直;

3 传感器周边应设置柔性缓冲保护层;

4 连接电缆宜按一定线路集中于观测站,并分别编号。

8.2.4 土压力传感器埋设完毕,宜进行检验性观测 5 次~10 次,其中应该有 3 次~5 次连续校差在 2kPa 以下的稳定值。

8.3 地应力监测

8.3.1 露天煤矿岩质边坡地应力监测,可在开挖前利用原有平洞或钻孔埋设地应力监测仪器,并应在边坡开挖前、开挖中以及开挖后各阶段进行监测,用于分析整个开挖全过程中的地应力变化。

8.3.2 岩质边坡地应力监测方法可采用直接测量法或间接测量法。

1 直接测量法可包括扁千斤顶法、水压致裂法以及声发射法等;

2 间接测量法可包括应力解除法、应变解除法、应用地球物理方法等。

8.4 结构内力监测

8.4.1 边坡采用桩(墙)结构支挡时,可进行结构内力监测。

8.4.2 支挡桩(墙)结构内力可采用安装在结构内部或表面的应

力应变装置量测。并应符合下列规定：

- 1 支挡桩(墙)构筑物内力监测点可沿深度设置,间距宜为1m~3m,且应在底部向上支挡结构高度的1/3处布点;
- 2 内力监测值应考虑温度变化等因素的影响;
- 3 应力计或应变计的量程宜为设计值的2倍,量测精度不宜低于 $0.5\%F \cdot S$,分辨率不宜低于 $0.2\%F \cdot S$;
- 4 内力监测传感器埋设前应进行性能检验。

8.5 锚杆(索)监测

8.5.1 边坡采用锚杆(索)支护或通过锚杆(索)应力应变反映边坡荷载变化时,应对预应力锚杆(索)进行监测。

8.5.2 边坡工程监测工作等级为一、二级的边坡,宜选择应力最大处测定锚杆(索)应力和预应力损失,并应符合下列规定:

- 1 非预应力锚杆(索)监测数量不应少于锚杆(索)总数的5%,且不得少于3根;
- 2 预应力锚杆(索)监测数量不应少于锚杆(索)总数的10%,且不得少于5根;
- 3 长期监测的锚杆(索)数量不应少于总数的5%;
- 4 应用锚杆(索)应力应变反映边坡荷载变化时,监测数量为100%。

8.5.3 锚杆(索)内力监测宜采用专用测力计、钢筋应力计或应变计,并应符合下列规定:

- 1 当使用钢筋束时宜监测每根钢筋的受力状况;
- 2 专用测力计、钢筋应力计与应变计的量程不宜小于设计值的2倍,量测精度不宜低于 $0.5\%F \cdot S$,分辨率不宜低于 $0.2\%F \cdot S$;
- 3 锚杆(索)施工完毕,应对专用测力计、钢筋应力计与应变计进行检查测试。

9 地下水监测

9.1 一般规定

9.1.1 受地下水影响范围内的露天煤矿采场边坡及排土场边坡应进行地下水动态监测。

9.1.2 露天煤矿边坡工程地下水动态监测,应结合煤田地质资源勘查、边坡工程岩土工程勘察、水文地质勘察、露天矿开采进度、地下水控制方案等工作进行。露天煤矿建设与开采阶段应进行长期监测。

9.1.3 露天煤矿边坡工程地下水动态监测内容可包括:地下水水位、水量、水温、水质、地下水压及边坡渗出量等。

9.1.4 地下水动态监测点,应利用已有的资源勘探孔、水文地质勘察(监测)孔、边坡勘察(监测)孔、疏干降水井、边坡地下水出露点和泉等。

9.1.5 地下水动态监测线、孔的布置,应控制监测边坡工程影响范围内的地下水动态。根据不同的监测目的,监测孔、线的布置应符合下列规定:

- 1 监测孔应具有一种或多种观测功能;
- 2 查明各含水层之间的水力联系时,可分层布置监测孔;
- 3 需要获得边界地下水动态资料时,监测孔宜在有代表性的边界地段布置;
- 4 需要获得用于计算地下水径流量的水位动态资料时,监测线宜垂直和平行计算断面布置;
- 5 需要获得用于计算地区降水入渗系数的水位动态资料时,监测孔宜在有代表性的不同地段布置;
- 6 需查明地下水与地表水体之间的水力联系时,监测线宜

垂直地表水体的岸边线布置；

7 需查明开采疏干降水过程中地下水下降漏斗的发展情况时,宜通过漏斗中心布置相互垂直的两条监测线；

8 为满足地下水数值法模拟计算要求,监测孔的布置应保证对计算区各分区参数的控制。

9.1.6 当需查明地表水和地下水之间的水力联系时,应在进行地下水动态监测的同时,监测有关地表水的动态。

9.2 地下水位监测

9.2.1 地下水位监测宜通过钻孔设置水位监测管,并应符合下列规定:

1 根据现场监测条件、监测精度与监测频率要求,地下水位监测可采用测绳、水位计或地下水多参数自动监测仪等；

2 水位监测应从固定点量起,并应将读数换算成从地面算起的水位埋深及标高；

3 每次测量水位时,应记录观测井近期是否进行疏干降水,以及是否受到附近疏干降水井的影响；

4 采用测绳测量水位前,应对其伸缩性进行校核,并应消除误差；

5 采用电测水位仪时,应检查传感器的导线和测量用导线连接是否牢固,连接处应采用绝缘胶带仔细包扎,并应检查电源、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；

6 安装自记水位仪的观测点,宜每个月用其他测量设备对地下水位实测 1 次,以核对自己记水位仪的记录结果;应在安装后第一个月及以后每半年,用其他测量设备实测 2 次水位,核对自动监测仪的记录结果；

7 当承压水水头高于地面时,可用压力表测量水位,当水头高出地面不多时,也可采用接长井管或测压管的方法测量水位。

9.2.2 地下水位监测应分层观测,水位观测管的滤管位置和长度

应与被测含水层的位置和厚度一致,被测含水层与其他含水层应采取有效的隔水措施。

9.2.3 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。

9.2.4 地下水位监测频率应符合下列规定:

- 1 人工观测水位宜每 10d 观测 1 次。对于承压含水层,可每月观测 1 次;

- 2 安装有自动水位监测仪的观测孔,宜每日观测 4 次,观测时间宜为 6 时、12 时、18 时和 24 时。存于存储器内的数据可每月采集 1 次,也可根据需要随时采集;

- 3 当遇有中雨以上降雨时,潜水层中的观测点应从降雨开始加密观测次数至雨后 5d;

- 4 对傍河的观测孔,洪水期每日观测 1 次,从洪峰到来起,应每日早、中、晚各观测 1 次,并应延续至洪峰过后 48h 为止;

- 5 对流量较稳定的边坡地下水出露点水位,应每 10d 观测 1 次;当边坡地下水出露点水位变化异常时,应每日观测 1 次,直至水位相对稳定为止;

- 6 露天矿的疏干排水孔初期,地下水位变化较大,应加密观测次数,每日观测 1 次~2 次,直至水位变化接近疏干降水控制水位时,可每 10d 观测 1 次;

- 7 当需测定地下水与地表水之间的水力联系时,应对地下水水位与地表水水位同步进行观测,可每 10d 观测 1 次;但汛期及水位变化较大时,应每日观测 1 次。

9.2.5 地下水水位监测精度应符合下列规定:

- 1 水位监测数值应以米为单位,并应测记至小数点后三位;

2 人工监测水位时,同一测次应量测 2 次,间隔时间不应少于 1min,并应取 2 次水位的平均值作为监测结果,两次测量允许偏差应小于 10mm;

3 自动监测水位仪精度误差不应大于 10mm;

4 每次测量结果应当场核查,出现异常时应及时补测。

9.2.6 当需对与边坡影响范围内地下水有水力联系的地表水体水位监测时,应按现行行业标准《水文普通测量规范》SL 58 执行。

9.3 地下水量监测

9.3.1 地下水量监测,可采用流量表法、流量计法、堰测法及流速仪法。

9.3.2 地下水量监测应符合下列规定:

1 水量观测应包括出水量及回渗量的观测,出水量应包括实测的泉水流量、露天矿疏干降水井的排水量等,回渗量应包括影响区内各水井、管线和渗水池的入渗量;

2 水量观测点应包括对边坡影响范围内的生产井、疏干降水井及泉水等;

3 利用疏干降水井进行流量观测时,每眼井均应安装有流量表或自动流量监测仪,并应按规定时间观测累计出水量;

4 对不同地下水类型和含水层的疏干井,应分别统计出水量;

5 观测过程中流量表数据出现异常时,应及时检查,确保观测数据的准确性。

9.3.3 地下水量观测与调查频率应符合下列规定:

1 对露天矿疏干降水井,宜在每月末观测或调查 1 次累积出水量;

2 泉水流量宜每 10d 观测 1 次,遇流量发生突变时,应每日观测 1 次,并应换算成月累积出水量。

9.3.4 地下水量观测精度应符合下列规定:

1 当使用堰测法或孔板流量计进行水量观测时,固定标尺读数应精确到 1mm,其换算单位流量值应计算至小数点后两位;

2 流量表观测精度不应低于 0.1m^3 ,对疏干降水井排水量统计值应精确至 1m^3 。

9.4 地下水温监测

9.4.1 地下水温监测根据工作要求,可选用水银温度计、缓变温度计、热敏电阻温度计、电导温度计等进行观测;条件允许时,可采用自动测温仪。

9.4.2 地下水温监测应符合下列规定:

1 当使用缓变温度计测量孔内水温时,温度计在水中停留时间不应少于 3min;

2 当测量边坡渗出地下水及泉水水温时,可将水温计放在出水水流中心处,并应全部浸入水中,不得触及他物;

3 采用自动测温仪测量井内地下水温度时,探头位置应放于最低水位以下不小于 3m 处;

4 同一观测点测量宜采用同一个温度计,当更换其他温度计时,应注明仪器的型号及使用时间;

5 观察水银温度计应采用平视或正视,不得斜视;

6 观测水温的同时应记录当时环境下的气温值。

9.4.3 水温观测频率应符合下列规定:

1 每月应观测 1 次,当出现异常时,可每日观测 1 次,并查明原因;

2 安装自动测温仪,可每日观测 2 次,观测时间可在 5 时和 17 时。存储器中的数据,可每月采集 1 次,并应及时输入计算机。

9.4.4 一般动态观测点水温观测精度应达到 0.5°C ,与水环境保护有关的观测点应达到 0.1°C 。

9.5 地下水水质监测

9.5.1 地下水水质监测,在工程设计阶段可收集利用已有资料;在

工程建设与开采阶段应进行实际监测。

9.5.2 地下水水质监测项目,常态下宜进行水质简易分析,当地下水质出现污染或需查明边坡地下水来源时,应对边坡周边环境综合分析,并应增加相应监测项目。

9.5.3 水质监测频率可根据水质变化情况确定,常态下可每 1a~2a 监测 1 次,当地下水质发生突变时,应加密监测频率,可每月监测 1 次;直至连续 3 个月监测值趋于稳定后,可恢复常态监测。

9.5.4 对水和土的腐蚀性进行评价时,应按现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB 50021 的有关规定执行。

9.6 地下水压监测

9.6.1 地下水压监测应包括下列内容:

1 测定岩土体内部地下水压力及其变化值,结合边坡渗流场的分析,用于确定边坡稳定性分析和地下水控制所需的地下水水压;

2 通过地下水压监测数据评估地下水控制效果。

9.6.2 地下水压监测应建立水压计网络。测线布置应在采掘场周围选择有代表性的剖面。水压监测孔数量及布置原则宜包括下列内容:

1 地下水对边坡稳定的重要性;

2 地质条件的复杂性;

3 勘察阶段;

4 露天采掘场规模及滑坡规模;

5 含水层的数量;

6 应贯彻一孔多用的原则。

9.6.3 采用地下水控制措施的边坡,应在工程实施时设置水压计。

9.6.4 水压计选择应符合下列规定:

1 不大于 50m 的浅孔,宜用竖管式水压计;

2 孔深大于 50m 或边坡活动已进入Ⅱ监测阶段时,宜采用电气式水压计;

3 必要时,可采用遥测式水压计。

9.6.5 地下水压监测应符合下列规定:

1 钻孔应清水钻进,并应确定含水层及滑面位置;

2 测压管安装埋设方法应按本规范附录 G 第 G.1 节执行;

3 水压计应满足测试深度和精度要求。孔隙水压力计安装埋设方法应符合本规范附录 G 第 G.2 节要求,安装过程中应进行监视;

4 水压测量频率应定期进行。水压计正常运行后宜每月 1 次,当季节变化或数据变化较大时,应加密观测频率。

9.6.6 地下水压监测仪器设备应定期进行系统标定,且在使用前应经过检验。

9.6.7 观测资料应及时整理分析,并应绘制地下水压、降水量的历时曲线,同时应结合勘探资料分析监测成果,并应提交地下水压监测报告。

9.7 边坡渗水监测

9.7.1 露天煤矿边坡渗水监测可包括边坡渗流浸润线监测与渗流量监测。

9.7.2 边坡渗流浸润线监测可采用水位计或孔隙水压计进行,并应符合下列规定:

1 监测设施安装及埋设要求与方法应符合本规范附录 G 的规定;

2 浸润线监测孔安装完成后,以周边高程控制点为起算点,用水准仪或全站仪测定浸润线监测孔孔口高程。测量方法及技术要求宜按现行国家标准《工程测量规范》GB 50026 有关规定执行;

3 浸润线监测孔孔口高程宜每 3 个月观测 1 次;

4 采用水位计监测,每次观测 2 次,其读数差不应大于

20mm,取 2 次读数值的平均值作为本次浸润线监测值;

5 采用孔隙水压力计读数仪进行 2 次读数,2 次读数较差不应大于 2 个读数单位,取 2 次读数值的平均值作为本次监测值。

9.7.3 边坡渗水量监测可根据边坡现场实际条件选用容积法或量水堰法等方法。

9.7.4 采用容积法监测边坡渗流量应符合下列规定:

1 在边坡坡脚附近设置导渗沟,导渗沟出口处设渗流集水坑;集水坑周壁应作防渗等隔断处理,切断其他水力联系。并在集水坑壁设置标尺用以测量读数;

2 容积法充水时间不得小于 10s;

3 边坡渗流量监测每次应观测 2 次,2 次的测量误差不应大于平均值的 5%,取 2 次测量值的平均值作为本次边坡渗流量的监测值。

9.7.5 采用量水堰法监测边坡渗流量应符合下列规定:

1 量水堰应设在排水沟直线段的堰槽段。该段应采用矩形断面,两侧墙应平行和铅直;槽底和侧墙应加砌护,不漏水,不受客水干扰;

2 堰板应与堰槽两侧墙和来水头流向垂直,堰口水流形态应为自由式;

3 测量堰上水头的水尺或测针应布设于堰口上游 3 倍~5 倍堰上水头处,其零点高程与堰口高程之差不应大于 1mm。水尺或测针等测读装置应保持铅直方向;

4 量水堰安装及埋设要求与方法应符合本规范附录 G 第 G.3 节的规定;

5 每次渗流量监测时,应对监测水尺读数 2 次,2 次读数差不应大于 2mm,取 2 次读数值的平均值作为本次水位监测值。

10 其他监测

10.1 一般规定

10.1.1 露天煤矿边坡工程的其他监测,可包括边坡巡视、降水量、气温与爆破震动等监测项目。

10.1.2 现场监测的记录、数据和图件,应保持真实完整,并应及时进行分析整理。

10.2 边坡巡视监测

10.2.1 边坡巡视监测应指定专人负责。采用简易的工具,人工对边(滑)坡表面及影响范围进行巡视检查。

10.2.2 边坡巡视监测人员应符合下列规定:

1 边坡巡视人员中应由一名经验丰富、熟悉本工程情况的水工环地质专业工程师负责,并应有熟悉本工程的测量与采矿专业工程师参加;

2 边坡巡视人员应相对固定、连续,不得任意抽调或更换;

3 当发生滑坡等特殊情况时,边坡巡视检查组可聘请有关专家组成,但日常边坡巡视人员应参加。

10.2.3 边坡巡视监测应包括日常巡视、年度巡视与特殊巡视。

10.2.4 边坡巡视监测工作,应包括下列内容:

1 边(滑)坡地表或排水洞有无新裂缝、坍塌发生,原有裂缝有无扩大、延伸发生,断层有无错动发生;

2 地表有无隆起或下陷;边(滑)坡后缘有无拉裂缝;前缘有无剪出口出现;局部楔体有无滑动现象;

3 地面与地下排水系统是否完好;

4 是否有新的地下水出露,原有的渗水量和水质有无变化;

5 边坡监测网各种监测设施是否损坏。

10.2.5 边坡巡视监测应形成记录,并可根据边坡巡视情况确定是否形成报告。边坡巡视监测记录应符合下列规定:

1 边坡巡视监测记录应包括:时间、地点、参加人员、巡视目的和内容以及巡视中发现的问题;

2 边坡巡视监测记录可采用文字、照相、摄像和素描等。

10.2.6 边坡巡视监测宜配备地质锤、手持定位仪、地质罗盘、皮尺、放大镜、照相机、摄像机等必要器具。

10.3 降水量监测

10.3.1 降水量监测可采用人工监测或自动化监测。

10.3.2 降水量人工监测宜选用雨量器进行,并应符合下列规定:

1 雨量器安装及埋设要求与方法应符合本规范附录 H 的规定。安装高度选定后,不得随意变动,以保持历年降水量观测高度的一致性和降水记录的可比性;

2 降雨器安装完毕后,应用水平尺复核,检查承水器口是否水平;

3 雨量监测可采用定时分段观测,少雨季节采用 1 段或 2 段次,遇暴雨时应随时增加观测段次;

4 在观测时间若有降雨,应取出储水筒内的储水器,放入备用储水器,然后到室内用量雨杯测记降水量。如降水很小或已停止,可携带量雨杯到观测现场测记降水量;

5 为减少蒸发损失,应在降水停止后及时观测降水量;

6 使用量雨杯读数时,视线与水面凹面最低处平齐,观读至量雨杯的最小刻度;

7 降水量记录至 0.1mm,不足 0.05mm 的降水不作记载,历时记至分钟。

10.3.3 降水量自动化监测可选用自记雨量器、遥测雨量器或自动预报雨量器等仪器设备,并应符合下列规定:

- 1 边坡影响范围区域内应至少设置 1 处降水量监测点；
- 2 雨量器设置位置应避开强风区,其周围应空旷、平坦,不受突变地形、树木和建筑物以及烟尘的影响,并方便检查维护；
- 3 雨量器的安装方法应符合本规范附录 H 的规定。安装完毕后,应用水平尺检查雨量器器口水平状况；
- 4 在安装雨量器的同时,应安装供电、通信控制装置和防雷击设施；
- 5 雨量器安装调试时,应使用专用雨量量筒,进行 3 次人工注水试验,每次注水 10mm,在 5min~10min 内均匀注完水量,观测仪器计数是否与所注水量一致,测试误差应在 $\pm 0.2\text{mm}/10\text{mm}$ 以内,超过误差应进行调试。实验完毕,应清除实验数据；
- 6 汛期前应对雨量器进行检查调试。

10.4 气温监测

10.4.1 露天煤矿边坡工程监测,宜对边坡工程构成影响的气温进行监测。

10.4.2 气温监测应符合下列规定：

- 1 边坡影响范围区域内至少设置 1 个气温监测点；
- 2 监测仪器应设在专用的百叶箱内,可安装直读式温度计、最高最低温度计或自记温度计、干湿球温度计等。

10.5 爆破振动监测

10.5.1 露天煤矿开采爆破对采场和排土场边坡工程的爆破振动效应,宜通过爆破振动监测或爆破试验确定。

10.5.2 露天煤矿爆破振动监测时,应编制专项监测方案,制定安全措施,并应符合国家现行标准《煤矿安全规程》与《爆破安全规程》GB 6722 的有关规定。

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

动影响。

10.5.4 爆破振动监测传感器的安装应与被监测边坡之间刚性黏结,并应使传感器的定位方向与所测量的振动方向一致。传感器固定可采用下列方法:

1 被监测边坡为坚硬岩石时,宜采用环氧砂浆、环氧树脂胶、石膏或其他高强度黏合剂将传感器固定在坚硬岩石表面;

2 被监测边坡为土体时,可先将表面松散土体夯实,再将传感器埋入夯实的土体之中,并使传感器与土体紧密接触;

3 当需在边坡体的钻孔中设置爆破监测点时,应在钻孔中预埋传感器并填充水泥砂浆,使传感器轴线垂直于边坡坡面;

4 传感器电缆应连接可靠、放置平稳,电缆接头的绝缘、屏蔽效果要保持完好。

10.5.5 仪器安装和连接后应进行监测系统的测试;监测期内整个监测系统应处于良好工作状态。

10.5.6 爆破振动监测仪器的量程精度应符合现行国家标准《爆破安全规程》GB 6722 的有关规定。

10.5.7 爆破振动监测点的布设及要求应按现行国家标准《爆破安全规程》GB 6722 的有关规定执行。当监测边坡不同高度的振动时,应在边坡坡脚至坡顶的不同高度部位依次布设监测点。

10.5.8 爆破振动监测分析成果宜包括下列内容:

1 爆破监测质点振动速度、加速度历时曲线;

2 微震监测速度、加速度历时曲线;

3 其他图表。

11 自动化监测

11.1 一般规定

11.1.1 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,监测仪器设备应力求准确、简单、稳定、便于维护、易于改造和升级。

11.1.2 边坡工程监测区域符合下列条件之一时,宜进行自动化监测:

- 1 边坡工程监测区域进入第Ⅱ监测阶段时;
- 2 人工监测难以实施或有危及人身安全的监测区域;
- 3 处于无人值守的边坡监测区域。

11.1.3 自动化监测系统应定期进行维护,并制定完善的管理制度。

11.1.4 重要区域的自动化监测宜采用一套及以上监测系统。

11.2 系统设计

11.2.1 自动化监测系统可包括远程自动化监测系统,传输系统,监测中心(数据分析、处理、显示、存储)系统组成。远程监测系统通过现场传感器、自动化监测站等采集/处理数据,并通过有线或无线的传输系统传至监测中心,经过专业人员及软件分析、处理、显示、存储。

11.2.2 监测仪器、传感器等现场监测设备,应根据监测项目、内容选择,并应符合本规范相关的规定。

11.2.3 监测传感器应适应监测区域的环境条件,并应满足边坡工程监测精度、量程等要求。

11.2.4 采用摄像机进行视频监测时,应对边坡进行宏观视频监

测,监测范围应覆盖主要坡面。视频监测设计应符合现行国家标准《视频安防监控系统工程设计规范》GB 50395 和《民用闭路监视电视系统工程技术规范》GB 50198 的有关规定。

11.2.5 自动化监测站可划分为自动化监测采集站和自动化监测管理站。自动化监测站设置应符合下列规定:

- 1 自动化监测站不应设置在具有较强电磁干扰设备附近;
- 2 自动化监测站应有防火、防盗和防电磁干扰等防护设施;
- 3 自动化监测管理站应配置监测管理软件和网络通信软件,应能对整个自动化监测系统的采集进行设置和管理。自动化监测管理站应设置在边坡稳定区域;

4 自动化监测站站房防火设计应符合现行国家标准《建筑防火设计规范》GB 50016 的有关规定。

11.2.6 自动化监测站安装时,应对监测仪器设备进行检验、试验、参数标定,并做好详细记录。在改造工程的监测传感器安装时,不宜破坏原有监测设施。自动化监测仪器设备调试时,自动采集数据应与人工监测数据同步比测。

11.2.7 自动化监测采集站基本功能,应符合下列规定:

- 1 具有自动巡测、选测、自检、自诊断功能;
- 2 具备掉电保护功能;
- 3 具有现场网络数据和远程通信功能;
- 4 具有网络安全防护功能;
- 5 具有防雷及抗干扰功能;
- 6 具有工程所要的精度、量程;
- 7 具有存储数据功能,存储格式应具有多种格式,应具有人工巡检采集数据周期的存储容量。

11.2.8 自动化监测管理站基本功能,应符合下列规定:

- 1 具备本规范第 11.2.7 条规定的基本功能;
- 2 具有处理和分析数据等功能;
- 3 具备人工测量接口,可进行补测、比测。

11.2.9 自动化监测传输系统,应符合下列规定:

1 数据传输之间采用开放的通信协议和标准数据传输方式,数据传输宜采用有线传输方式,有线传输难以实现时,可采用无线传输方式;

2 根据工程实际选用定时、随机、实时、直接等通信方式;

3 远程数据传输必须采用具有校验功能的通信协议,能够及时纠正传输错误的数据包;

4 传输系统设计除满足上述规定外,尚应符合国家现行标准的有关规定。

11.2.10 监测中心应符合下列规定:

1 监测中心宜设置在露天煤矿调度中心;

2 监测中心应配备计算机管理用的软硬件设施,满足露天煤矿安全生产、边坡工程维护与管理的需要;

3 监测中心应配置专用调度和行政电话。

11.2.11 自动化监测数据存储,应符合下列规定:

1 原始监测数据应全部储存入数据库;

2 数据存储应采用开放型的标准关系数据库,并具有足够的数据库容量和网络共享功能,良好的可扩充性和快速的检索功能;

3 存储的监测数据应便于维护、定期自动的备份和数据库应用开发,备份的数据与主数据库存放在不同服务器中;

4 监测历史数据可转换为 TXT、Excel 等多种文件格式保存,并满足监测中心数据库对数据的备份、共享和数据传递等操作。存储的数据需要时可方便提取,并可在通用的计算机中读取。

11.2.12 自动化监测计算机管理应符合下列规定:

1 自动化监测系统配置相应的专用系统软件;

2 能够对有效数据进行统计和分析,并自动生成各种报表和分析图表;

3 可人工录入监测数据及巡查报告;

4 具备安全管理功能。

11.3 系统供配电、防雷及接地

11.3.1 监测中心设备宜采用两回交流电源供电,并应配备不间断电源(UPS)。

11.3.2 自动化监测站供电应符合下列规定:

1 自动化监测站电源宜采用太阳能电源单独供电或与电网电源、风能电源、柴/汽油发电机组组合的供电方式;

2 采用电网电源或太阳能电源时,应配置免维护蓄电池组,外部电源故障时,保证重要监测设备持续工作;

3 供配电系统宜具有断电报警功能;

4 采用电网交流电源供电时,应设置电源稳压装置;

5 监测仪器设备应选用直流供电的设备,电压宜统一。

11.3.3 监测中心、自动化监测站供配电设计应符合国家现行相关标准的有关规定。

11.3.4 监测中心、自动化监测站宜采取防雷及接地措施。防雷、接地设计应符合现行国家标准《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB 50343、《建筑物防雷设计规范》GB 50057 和《通信局(站)防雷与接地工程设计规范》GB 50689 的有关规定。

12 信息反馈与预警预报

12.1 一般规定

12.1.1 露天煤矿边坡工程监测,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。

12.1.2 露天煤矿边坡工程监测,应根据各有关工程监测信息的反馈结果,及时分析、研究、总结,对采场边坡与排土场边坡的稳定性做出预警预报。

12.2 信息反馈

12.2.1 露天煤矿边坡工程监测信息,应及时反馈给设计单位,对露天煤矿采场边坡角进一步优化。

12.2.2 露天煤矿边坡工程监测信息,应及时反馈给生产单位,为露天煤矿的安全生产与边坡维护提供决策依据。

12.3 预警预报

12.3.1 露天煤矿边坡工程监测预警预报可划分为中长期预报、短期预报和临灾预报。

12.3.2 露天煤矿边坡工程监测预警预报应根据监测反馈信息分阶段提出,并应符合下列规定:

1 中长期预报,应在月报、季报、年报中提出;

2 短期和临灾预报,应做到随时出现随时提出,并以专报形式提交。

12.3.3 露天煤矿边坡安全预警预报应根据边坡体及影响范围内的地表水平位移与竖向位移、地下位移、地表裂缝和坡脚隆起的发展趋势等综合确定。安全预警预报应按照本规范附录J执行。

12.3.4 边坡工程发生下列情况之一时,必须立即预警,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 边坡影响范围或周边建(构)筑物及地表出现异常;
- 5 地震、暴雨、冻融等引起变形异常。

13 监测资料的整理和分析

13.1 一般规定

13.1.1 露天煤矿边坡工程监测资料应包括边坡巡视记录、外业观测记录、影像资料等、计算分析资料、图表、曲线与文字描述等。

13.1.2 现场监测记录应记录在正规的监测记录表格中,并应进行相应的边坡状况描述;记录应保持真实、完整、清晰、齐全,有关责任人应逐级签署。

13.1.3 边坡巡视与监测原始记录、图表、影像资料等以及资料整理、计算分析成果,应建立监测资料数据库,对监测资料进行保存与管理。

13.2 资料整理

13.2.1 露天煤矿边坡工程监测资料整理,应对现场监测记录及时地进行整理、分析、校核;发现监测数据异常,应及时分析原因、提出纠正措施,必要时进行现场复核或复测。

13.2.2 露天煤矿边坡工程监测资料整理可包括基础性资料整理、日常性资料整理与阶段性资料整理。

13.2.3 露天煤矿边坡工程监测基础性资料宜包括监测仪器设备资料、工程地质水文地质资料、各有关控制点资料,资料整理应符合下列规定:

1 仪器设备资料应包括仪器设备的型号、规格、主要附件、生产厂家、仪器使用说明书、出厂合格证、出厂日期、购置日期、检验率定数据及曲线等资料;

2 工程地质与水文地质资料应包括煤炭资源勘查、边坡工程勘察、岩土工程勘察等与边坡有关的工程地质与水文地质资料;

3 控制点资料应包括控制点的平面位置图以及平面坐标、高程、结构、设置情况、设置日期和测读起始值、基准值等文字和数据考证表等。

13.2.4 露天煤矿边坡工程监测日常性资料整理,应符合下列规定:

1 及时检查现场监测资料,判定各原始监测数据的准确性、可靠性和完整性;若存在漏测、误读、误记或其他异常,应及时进行现场复核或复测,并做好记录备查;

2 及时整理边坡巡视记录、摄像资料等,并统一按时间顺序进行整理编排;

3 原始监测数据的复核是日常性资料整理的主要工作,应包括下列内容:

- 1)作业方法是否符合有关规定;
- 2)记录是否正确、完整、清晰;
- 3)监测结果是否在限差以内;
- 4)监测数据是否存在粗差、系统误差。

4 应规范各监测物理量的计(换)算,绘制有关监测参数的图表,初步检查、判断、分析监测值的变化趋势,出现异常,应及时分析原因,提出处理措施。

13.2.5 露天煤矿边坡工程监测阶段性资料整理,应在基础性资料与日常性资料整理基础上进行,应包括下列内容:

1 及时整理各监测数据,计算各监测数据的累计变化值、变化速率值等,并绘制时—程曲线;

2 根据开采生产状况及边坡形成现状、工程地质条件、水文地质条件和周围其他环境条件等,结合对监测数据的系统分析,评价边坡稳定性状况,提出阶段性报告,并进一步预测其发展趋势;

3 阶段性资料整理与分析可包括边坡巡视、变形监测、地下水监测、应力监测等监测项目;

4 阶段性资料整理过程中,应校核、补充、修正有关控制点与

仪器设备是否变动的资料以及之前整理的有关图表,以确保监测资料的衔接、完整与连续性。

13.3 资 料 分 析

13.3.1 露天煤矿边坡工程监测资料分析,宜包括初步分析和系统分析,并应符合下列规定:

1 初步分析应在监测资料整理后,绘制变形时—距曲线,裂缝、隆起以及变形位移空间分布图,采用相关图表及监测值比较方法进行分析;

2 系统分析应在初步分析基础上,采用科学方法进行定性、定量以及综合性分析,并对边坡工程稳定性做出评价。

13.3.2 露天煤矿边坡工程监测资料分析方法可包括比较法、作图法、特征值统计法以及数值模拟计算法等,并应符合下列规定:

1 比较法可分别采用监测值与工程预警值相比较,被监测边坡与以往相似工程边坡相比较,监测成果与理论研究或试验的成果相比较等;

2 作图法宜采用各变形监测点的监测数据绘制变形时—距曲线图,边坡空间变形图表等;

3 特征值统计法应监测值历年最大值、最小值、变幅、周期、年平均值及年变化率等特征值进行统计分析;

4 数值模拟计算法应根据边坡的工程地质条件、水文地质条件、破坏机理、边界条件等建立数学模型,结合实际监测数据采用专用的计算模型进行反演及数值模拟计算。

13.3.3 露天煤矿边坡工程监测资料分析,宜包括下列内容:

1 分析边坡巡视资料,检查采场边坡与排土场边坡顶部是否存在裂缝,坡脚是否出现隆起;并进一步分析裂缝与隆起的发展变化趋势以及与边坡稳定性的关系;

2 研究边坡体内地质构造及地层产状的空间分布特征,并分析地质构造及地层产状与边坡稳定性的关系;

3 分析地下水监测资料,主要是分析地下水位与静水压力的变化规律,并分析论证地下水各参数与边坡稳定性的相关性;

4 对地表变形、裂缝、隆起以及地下位移资料进行分析研究,并据此对边坡稳定性做出判断;

5 分析边坡各监测参数的特征值和异常值,并与相同条件下的设计值、试验值、预警预报值,以及历年变化范围值相比较。当监测值超出或接近预警预报值时,应及时对边坡工程的安全性进行专门论证;

6 露天煤矿排土场边坡泥石流活动预测方法,可按照本规范附录 K 有关规定执行;

7 露天煤矿边坡稳定性野外评价指标,可按照本规范附录 L 有关规定执行;

8 滑坡评价时,滑坡发育阶段划分可按照本规范附录 M 有关规定执行。

13.3.4 露天煤矿边坡工程监测资料分析研究应分阶段进行,并分别提出阶段性报告。阶段性报告主要是根据监测资料阶段性分析成果,对边坡工程的稳定性做出阶段性评价,并据此进一步分析预测边坡工程下阶段的发展趋势,同时对采矿安全生产以及边坡的维护与管理工提出合理化建议。

14 监测报告编制

14.1 一般规定

14.1.1 露天煤矿边坡工程监测,应按不同监测阶段与监测目的分别提出监测报告。

14.1.2 露天煤矿边坡工程监测报告宜包括阶段性监测报告(可包括:月报、季报、年报等)、险情监测报告与专项监测报告等。

14.1.3 露天煤矿边坡工程监测报告,除形成纸质版报告外,还应生成通用格式电子文档。

14.2 监测报告的编制内容

14.2.1 露天煤矿边坡工程监测报告编制内容应包括文字说明、附图、附表与影像资料等。

14.2.2 露天煤矿边坡工程监测报告文字说明应内容丰富全面、章节条理清晰、结构层次合理、重点描述突出、计算分析合规、结论意见可信、文字简洁顺畅,宜包括下列内容:

- 1 工程概况;
- 2 监测依据;
- 3 监测方案编制与实施;
- 4 监测仪器设备叙述(包括仪器设备名称、性能、精度、校验等);
- 5 监测仪器设备安装埋设;
- 6 监测基准点的埋设;
- 7 工程地质条件;
- 8 水文地质条件;
- 9 边坡巡视和监测工作情况说明;

10 监测内容与监测结果；

11 综合计算与分析；

12 结论意见；

13 下阶段工作建议。

14.2.3 露天煤矿边坡工程监测报告附图、附表资料数据来源应有据可查、真实可靠；图表清晰美观、结构构架合理；统一分类编号，宜包括下列内容：

1 露天煤矿矿区总平面图；

2 露天煤矿采场边坡设计图；

3 露天煤矿排土场边坡设计图；

4 露天煤矿矿区工程地质图；

5 露天煤矿矿区水文地质图；

6 被监测边坡剖面图；

7 变形监测控制网布设图；

8 变形监测监测网布设图；

9 位移矢量图(水平位移矢量图、垂直位移矢量图、水平与垂直位移迭加分析图)；

10 位移历时曲线图；

11 位移与深度关系曲线图；

12 地下水动态与时间关系曲线图；

13 地下水水位与疏干降水关系曲线图；

14 边坡出水流量与疏干降水关系曲线图；

15 爆破监测质点振动速度、加速度历时曲线；

16 边坡巡视记录表；

17 地下水位监测记录表；

18 各变形监测记录表；

19 其他图表。

14.2.4 露天煤矿边坡工程监测报告影像资料来源应真实可靠、影像清晰、分别标明拍摄时间地点与方位等，宜包括下列内容：

- 1 露天煤矿原始地形地貌的影像资料；
- 2 排土场原始地形地貌的影像资料；
- 3 边坡影响范围内出现裂缝的影像资料；
- 4 边坡影响范围内出现隆起的影像资料；
- 5 边坡巡视影像资料；
- 6 露天煤矿建设与生产过程中,边坡形成的影像资料；
- 7 排弃物堆积过程中,排土场边坡形成的影像资料；
- 8 露天煤矿边坡发生滑坡前、后时的影像资料；
- 9 其他影像资料。

附录 A 露天煤矿边坡地质条件复杂程度划分

A.0.1 露天煤矿采场边坡地质条件复杂程度可按表 A.0.1 划分。

表 A.0.1 采场边坡工程地质条件复杂程度分类表

地质条件复杂	地质条件中等复杂	地质条件简单
1 对抗震危险的地段； 2 不良地质作用强烈发育； 3 地质环境已经或可能受到强烈破坏； 4 地形地貌复杂； 5 地质构造复杂，岩土种类多，性质变化大； 6 坚硬岩层与软岩互层，软弱结构层（面）发育； 7 地下水丰富，对工程影响大； 8 具有小窑空巷与采空区	1 对抗震不利的地段； 2 不良地质作用一般发育； 3 地质环境已经或可能受到一般破坏； 4 地形地貌较复杂； 5 地质构造较复杂，岩土种类较多，性质变化较大； 6 坚硬岩层与软岩互层，有软弱结构层（面）； 7 含水性中等，对工程具有一定影响	1 对抗震有利的地段； 2 不良地质作用不发育； 3 地质环境基本未受破坏； 4 地形地貌简单； 5 地质构造简单，岩土种类单一，性质变化不大； 6 坚硬岩层为主，岩性变化不大，岩层产状稳定，软弱结构层（面）不发育； 7 含水性差，对工程影响不大

注：对抗震有利、不利和危险地段的划分应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定执行。

A.0.2 露天煤矿排土场基底地质条件复杂程度可按表 A.0.2 划分。

表 A.0.2 排土场基底工程地质条件复杂程度分类表

地质条件复杂	地质条件中等复杂	地质条件简单
1 对抗震危险的地段； 2 不良地质作用强烈发育； 3 地质环境已经或可能受到强烈破坏； 4 基底地形坡度较陡； 5 地质构造复杂； 6 基底地层软弱，强度低； 7 地下水位埋藏浅，对基底影响大； 8 基底土层含特殊性土； 9 具有小窑空巷与采空区	1 对抗震不利的地段； 2 不良地质作用一般发育； 3 地质环境已经或可能受到一般破坏； 4 基底地形坡度中等平缓； 5 地质构造较复杂； 6 地基地层较软弱，强度较低； 7 地下水位埋藏较深，对基底影响中等	1 对抗震有利的地段； 2 不良地质作用不发育； 3 地质环境基本未受破坏； 4 基底地形坡度平缓； 5 地质构造简单； 6 地基地层强度较高； 7 地下水位埋藏深，对基底影响小

注：对抗震有利、不利和危险地段的划分应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定执行。

附录 B 露天煤矿边坡工程监测点布置示意图

B.0.1 露天煤矿采场边坡工程监测点,应分别布置在端帮、非工作帮等部位,示意图见图 B.0.1。

B.0.2 露天煤矿排土场边坡工程监测点,应选择重要坡段布置监测点,布置方法见图 B.0.1。

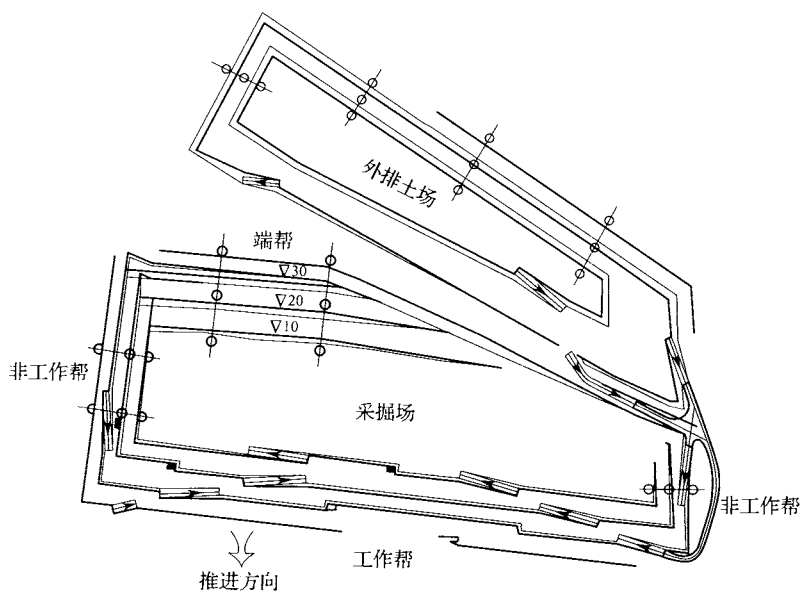


图 B.0.1 露天煤矿边坡工程监测点布置示意图

附录 C 露天煤矿边坡工程监测范围示意图

C.0.1 露天煤矿采场边坡工程监测范围,应包括采场边坡体与采掘场地表境界线以外的影响区,示意图见图 C.0.1。

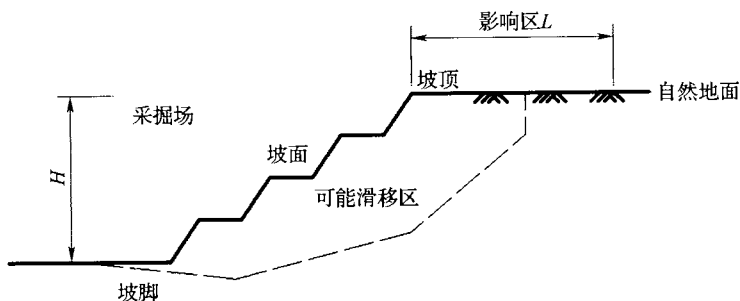


图 C.0.1 采场边坡工程监测范围示意图

C.0.2 露天煤矿排土场边坡工程监测范围,应包括排弃物堆积边坡、排土场边坡坡顶影响区 L_1 及坡脚影响区 L_2 , 示意图见图 C.0.2。

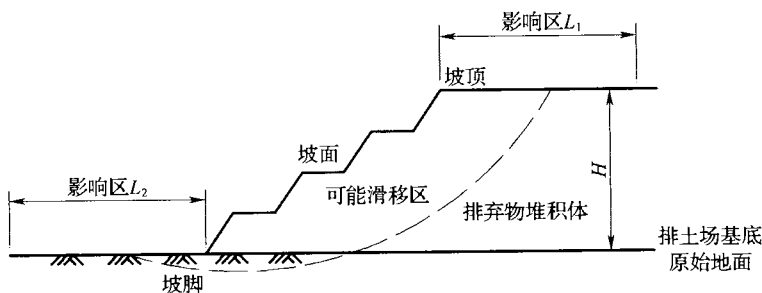


图 C.0.2 排土场边坡工程监测范围示意图

附录 D 滑坡、泥石流分类

D.1 滑坡分类

D.1.1 滑坡分类宜符合表 D.1.1 的规定,滑坡一般分类见表 D.1.1。

表 D.1.1 滑坡一般分类表

划分依据	名称类别	特征说明
物质组成	土质滑坡	发生在冲积、洪积、坡积、崩积、残积等松散层中的滑坡
	岩质滑坡	发生在基岩中的滑坡
滑面与层面关系	顺层滑坡	沿层面滑动的滑坡发生在岩层倾向与坡向一致,且倾角小于破角;残、坡积物顺着下伏基岩层面滑动的滑坡,亦属顺层滑坡
	切层滑坡	滑动面与岩层面相切,常沿倾向山外的一组软弱结构面发生,多发育在逆向坡或近水岩层的斜坡中
滑体厚度	浅层滑坡	滑坡体厚度 $\leq 10\text{m}$
	中层滑坡	滑坡体厚度 $10\text{m}\sim 25\text{m}$
	深层滑坡	滑坡体厚度 $25\text{m}\sim 50\text{m}$
	超深层滑坡	滑坡体厚度 $> 50\text{m}$
始滑部位及运移形式	推移式滑坡	始滑部位位于滑坡后缘,主要动力来自滑坡后部的自重或加载
	松脱(牵引)式滑坡	始滑部位在滑坡前缘,主要原因是坡脚受河流冲刷或人工开挖临空前缘卸荷、拉张、松脱
	混合式滑坡	始滑部位前、后缘结合,共同作用

续表 D.1.1

划分依据	名称类别	特征说明
诱发因素	工程滑坡	由施工开挖,或建筑物或人工堆积加载,或水库蓄水等,工程活动引起的滑坡
	自然滑坡	由自然地质作用形成的滑坡
形成年代	新滑坡	全新世以来,有历史记载或滑坡行迹清晰、保存完好的滑坡
	老滑坡	晚更新世以来,无历史记载或滑坡行迹不清晰的滑坡
	古滑坡	晚更新世以前形成的滑坡(距今 12.5 万年以前)
滑体体积	小型滑坡	$\leq 10 \times 10^4 \text{ m}^3$
	中型滑坡	$10 \times 10^4 \text{ m}^3 \sim 100 \times 10^4 \text{ m}^3$
	大型滑坡	$100 \times 10^4 \text{ m}^3 \sim 1000 \times 10^4 \text{ m}^3$
	特大型滑坡	$> 1000 \times 10^4 \text{ m}^3$
滑坡期次	复活型滑坡	古滑坡、老滑坡整体或局部在此活动
	新生型滑坡	初次发生的滑坡

D.2 泥石流分类

D.2.1 泥石流一般分类,可按下列内容进行:

1 依流域特征,可分为山坡型(坡面型)泥石流和河谷型(沟谷型)泥石流;

2 依地貌特征,可分为山区泥石流和准山前区泥石流;

3 依物质特征,可分为泥流、泥石流、水石流;

4 依流体的性质,可分为黏性泥石流、稀性泥石流:

1) 黏性泥石流:含大量黏性土,固体成分占 40%~60%,最高达 80%,黏性大;

2)稀性泥石流:以水为主,固体物质占10%~40%,黏性土少。

D. 2. 2 依据泥石流特征、规模和破坏程度可分以下三类:

I类:流域内水土流失和岩石风化作用均很强烈;滑坡、崩塌发育,固体物质类型多、储量大、分布广;水源补给充分,汇水条件好;沟谷下切与侧蚀强烈,沟床纵坡大,布满大漂砾和巨石;泥石流爆发频繁,且规模大,破坏力强。

II类:介于I、III类之间。

III类:流域内水土流失和风化作用轻微、个别地段有滑坡崩塌现象,固体物质类型单一,储量小;汇水条件差;沟床下切与侧蚀作用微弱,沟床纵坡接近一般山间河谷;泥石流爆发次数很少,且规模小,破坏作用微弱。

D. 2. 3 依据泥石流的发育阶段可分为:发展期、活动期、衰退期和间歇期。

D. 2. 4 依据泥石流土石体积量与洪峰量规模,可分为:

1 按一次性堆积土石体积划分。

特大型泥石流:一次堆积土石体积 $>100 \times 10^4 \text{ m}^3$;

大型泥石流:一次堆积土石体积 $=100 \times 10^4 \text{ m}^3 \sim 10 \times 10^4 \text{ m}^3$;

中型泥石流:一次堆积土石体积 $=10 \times 10^4 \text{ m}^3 \sim 1 \times 10^4 \text{ m}^3$;

小型泥石流:一次堆积土石体积 $<1 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。

2 按洪峰量划分。

特大型泥石流:洪峰量 $>200 \text{ m}^3/\text{s}$;

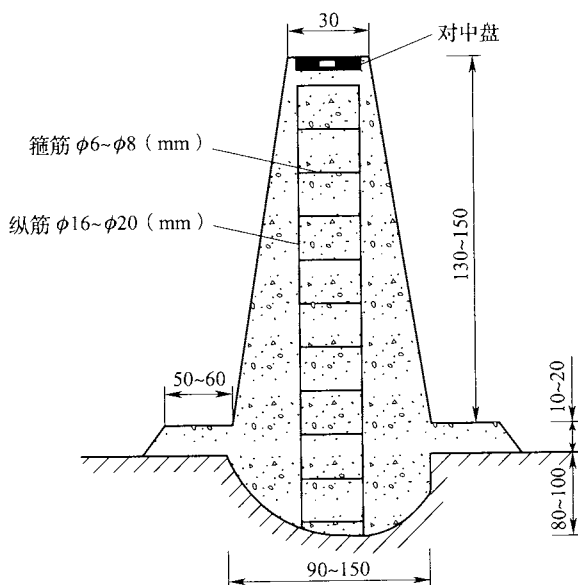
大型泥石流: 洪峰量 $=200 \text{ m}^3/\text{s} \sim 100 \text{ m}^3/\text{s}$;

中型泥石流: 洪峰量 $=100 \text{ m}^3/\text{s} \sim 50 \text{ m}^3/\text{s}$;

小型泥石流: 洪峰量 $<50 \text{ m}^3/\text{s}$ 。

附录 E 监测墩(标石)类型结构图

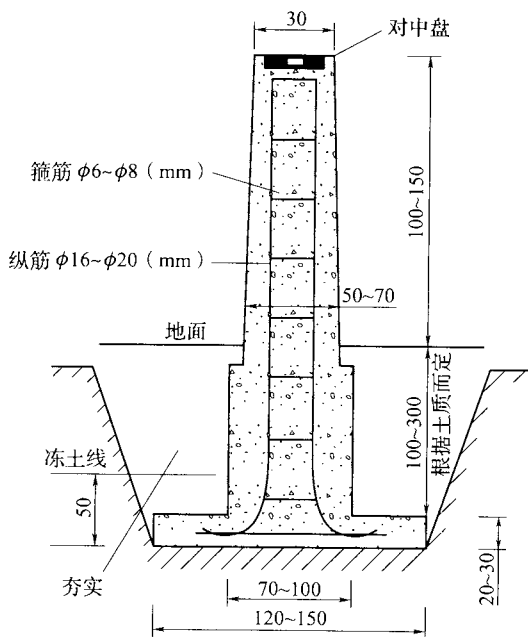
E. 0. 1 岩层地基监测墩(标石)结构图见图 E. 0. 1。



注: 未标单位数据单位为cm

图 E. 0. 1 岩层地基监测墩(标石)

E. 0. 2 土层地基监测墩(标石)结构图见图 E. 0. 2。



注：未标单位数据单位为cm

图 E.0.2 土层地基监测墩(标石)

附录 F 边坡地下位移监测

F.1 测斜管安装埋设方法及技术要求

F.1.1 成孔：

- 1 埋设测斜管时,采用钻机成孔；
- 2 测斜管钻孔直径不宜小于 110mm；
- 3 钻孔深度应深入基岩、相对稳定地层以及预计滑动面(带)以下 0.5m~2m；
- 4 钻孔时,应满足钻孔的垂直度偏差在 50m 孔深内不应大于 $\pm 3^\circ$ ；
- 5 为防止钻孔塌孔,可采用泥浆护壁或套管护壁；当采用套管护壁时,应确保套管在安装测斜管后能够拔出；
- 6 钻孔完成后,应精确测量钻孔深度,以便确定测斜管长度及测斜仪安装部位。

F.1.2 测斜管的设计加工：

- 1 测斜管可选用 ABS 工程塑料或铝合金等稳定性较好的材料；
- 2 测斜管导槽应平整、顺直；
- 3 测斜管宜按一定长度分段加工,各段相邻两端接头处应采用内、外丝扣或外箍接头相连,以保证测斜管内壁光滑。

F.1.3 测斜管安装：

- 1 测斜管埋设前,应对钻孔孔口标高、深度、孔内地下水位、有无塌孔以及测斜管加工质量、测斜管各段长度、接头、管帽等进行细致检查并做好记录、存档；
- 2 测斜管安装时,应确保测斜管其中一对导槽平行于边坡坡面的倾向方向,当监测对象为滑坡体时,应使测斜管其中一对导槽

平行于滑坡的主滑动方向;测斜管连接时,要使导槽上下对正,并应保证各段测斜管垂直度偏差不大于 1° ;

3 应将测斜管底封闭,测斜管两端接头要密封,以防泥浆或流砂渗入,堵塞测斜管;

4 测斜管底端应埋入基岩、稳定地层以及预计滑动面(带) $0.5\text{m}\sim 2\text{m}$;

5 测斜管安装完毕后,管壁周围空间宜采用粗砂进行回填;回填时应保证填充质量,可采用适量冲水加以密实。

F.1.4 管口保护:

1 测斜管安装完成后,应设置管口保护装置;

2 管口保护装置可采用管帽、混凝土预制件、现浇混凝土或砖石砌筑,以能防止人畜破坏;但结构要力求简单、牢固,并能便于锁闭与开启;

3 保护墩尺寸和形式,应根据边坡位移检测的具体情况而定;当采用自动化监测装置时,还应满足自动化监测实际要求。

F.1.5 测斜管结构见图 F.1.5。

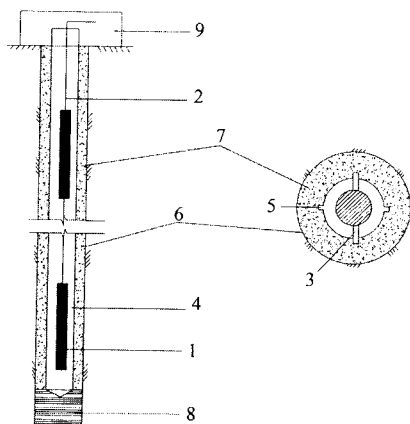


图 F.1.5 测斜管结构示意图

1—测斜仪;2—数据线/钢丝绳;3—导向轮;4—测斜管;5—导槽;

6—钻孔;7—粗砂充填;8—沉积段;9—保护墩

F.2 单点沉降计安装埋设

F.2.1 造孔：

- 1 单点沉降宜采用钻机造孔；
- 2 钻孔直径宜 $\phi 90\text{mm} \sim \phi 110\text{mm}$ 。钻孔时，宜保持钻杆处于铅垂状态；为防止塌孔，可采用泥浆护壁；
- 3 钻孔深度应至边坡底部稳定的土层（基岩） $0.5\text{m} \sim 1.0\text{m}$ ，钻孔铅垂度应小于 1° ；
- 4 钻孔完毕后，应精确测量孔深，以便精确确定测杆长度及沉降锚头安装位置。

F.2.2 单点沉降仪安装：

- 1 单点沉降仪结构见图 F.2.2；

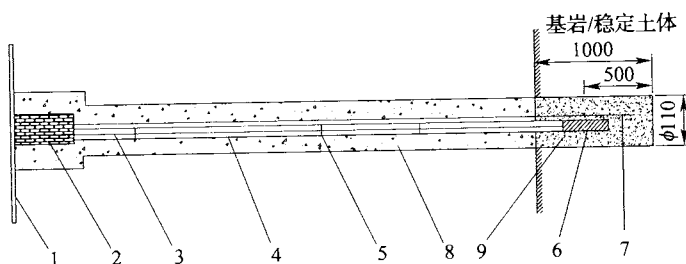


图 F.2.2 单点沉降仪安装结构示意图

- 1 - 沉降盘；2 - 传感器主体；3 - 测杆；4 - 护管；5 - 护管接头；
6 - 锚头；7 - 灌浆管；8 - 细砂；9 - 水泥砂浆

- 2 埋设前，应对钻孔深度、有无塌孔以及测杆加工质量、接头等进行全面检查并做好记录；
- 3 埋设前宜先对仪器进行预装，连接杆件宜排列整齐，连接牢固，密封可靠；
- 4 用等径接头连接好锚头与测杆，将接好锚头的测杆缓慢放入已钻好的钻孔内，应确保单点沉降计的锚头与基岩直接接触；
- 5 锚头安装至基岩后，孔底注水泥浆 $1\text{m} \sim 2\text{m}$ ，以固定锚头；
- 6 测杆顶部安装单点沉降计和沉降盘；单点沉降计安装时应

确保沉降计至满量程；

7 沉降计安装好,待水泥浆沉淀 2h 后,往孔内灌沙回填,以防止安装孔塌孔而影响测试数据；

8 在沉降计安装好后 3d~5d 内,沉降盘上部不能碾压。

F.2.3 管口保护的要求应符合本规范附录 F 第 F.1.4 条的规定。

附录 G 边坡渗水监测

G.1 测压管安装埋设方法

G.1.1 造孔：

- 1 埋设测压管时,采用人工或钻机造孔；
- 2 装单管时钻孔直径不宜小于 100mm。埋设多管时,应根据装管数量及其直径,自下向上逐级扩径,每增加一根测管孔径至少扩大一级。自上而下逐级成孔。自下而上逐管埋设；
- 3 造孔均宜采用岩芯管冲击法干钻,并对岩芯作编录描述。严禁用泥浆固壁。需要防止塌孔时,可采用套管护壁,如难以拔出,应事先在监测部位的套管壁上钻好透水孔。终孔后应测量孔斜,以便精确确定测点位置。

G.1.2 测压管制造：

- 1 测压管由透水段和导管组成。透水段可用导管理材加工制作,面积开孔率为 10%~20%(孔眼形状不限,但须排列均匀和内壁无毛刺),外部包扎足以防止土颗粒进入的无纺土工织物,管底封闭,不留沉淀管段。也可采用与导管等直径的多孔聚乙烯过滤管或透水石管作透水段。透水段顶端与导管牢固相连；
- 2 导管长度视管材和埋设方便而定。两端接头处宜用外丝扣,用外箍接头相连；
- 3 测压管结构见图 G.1.2。

G.1.3 测压管安装：

- 1 埋设前,应对钻孔深度、孔底高程、孔内水位、有无塌孔以及测压管加工质量、各管段长度、接头、管帽情况进行全面检查并做好记录；

2 下管前应先在孔底填约 10cm 厚的反滤料。下管过程中, 将测压管逐根对接下入孔内。就位后, 应在测压管与孔壁间回填反滤料, 逐层夯实, 直至设计进水段高程;

3 反滤料应既能防止细颗粒进入测压管, 又具有足够的透水性, 一般其渗透系数宜大于周围土体的 10 倍~100 倍。对黏性土或砂类土可用纯净细砂; 对砂砾石层可用细砂—粗砂的混合料。反滤料回填前需洗净, 风干, 缓慢入孔;

4 测压管安装埋设见图 G. 1. 3。

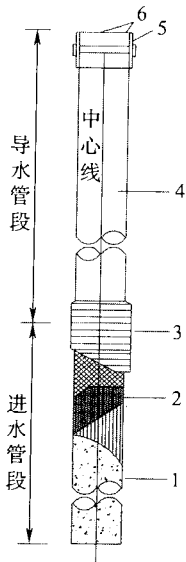


图 G. 1. 2 测压管结构示意图

- 1 进水孔; 2 土工织物过滤层;
- 3 外缠铅丝;
- 4 金属管或硬工程塑料管;
- 5 管盖; 6 电缆出线及通气孔

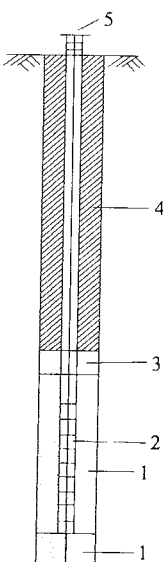


图 G. 1. 3 测压管安装埋设示意图

- 1 中粗砂反滤; 2 测压管; 3 细砂;
- 4 封孔料; 5 管盖

G. 1. 4 封孔:

1 不需要监视渗透的非反滤料孔段, 均应严密封闭, 以防降水等干扰。对一孔埋设多个分层测点者, 更需注意各测点间的隔

离止水质量,必要时需在导管外叠套橡皮圈或油毛毡圈 2 层~3 层,管周再填封孔料,以防水压力串通;

2 封孔材料,宜采用膨润土球或高崩解性黏土球。土球应由直径 5mm~10mm 的不同粒径组成,应风干,不宜日晒或烘烤。封孔时需逐粒投入孔内,必要时可掺入 10%~20% 的同质土料。并逐层捣实。切忌大批量倾倒,以防架空。管口下 1m~2m 范围内应采用黏土夯实回填;

3 封至设计高程后,向管内注水,至水面超过泥球段顶面,使泥球崩解膨胀。

G.1.5 灵敏度试验:

1 测压管安装、封孔完毕后应进行灵敏度试验,试验应在库水位稳定定期进行。试验前先测定管中水位,然后向管内注水。若进水段周围为黏性土料,注水量相当于每米测压管容积的 3 倍~5 倍;若为砂粒料,则为 5 倍~10 倍,注入后不断观测水位,直至恢复到或接近注水前的水位。对于黏性土,注水水位在 120h 内降至原水位为合格;对于砂类土,24h 内降至原水位为合格;对于砂砾土,1h~2h 降至原水位或注水后水位升高不到 3m~5m 为合格;

2 当一孔埋多根测压管时,应自上而下逐根检验,并同时观测非注水管的水位变化,以检查它们之间的封孔止水是否可靠。

G.1.6 管口保护:

灵敏度合格者,应尽快安设管口保护装置。管口保护装置可采用混凝土预制件、现浇混凝土或砖石砌筑,但均要求结构简单、牢固,能防止雨水流入和人畜破坏,并能锁闭且开启方便。尺寸和形式,应根据测压管水位的测读方法而定。当采用自记或遥测装置时,还应满足测量仪表的各种需求。

G.2 孔隙水压力计安装埋设

G.2.1 孔隙水压力计的埋设方法包括坑式埋设法与钻孔埋设法。

G.2.2 坑式埋设法。

1 坑式埋设法。在坡体内埋设时,当坡面堆筑高程超出测点埋设高程约 0.3m 时,在测点挖坑,坑深约 0.4m,采用砂包裹体的方法,将孔隙水压力计在坑内就地埋设。砂包裹体由中粗砂组成,并以水饱和。然后采用薄层铺料、专门压实的方法,按设计回填原开挖料。埋设后的孔隙水压力计,仪器以上的填方安全覆盖厚度应不小于 1m。

2 孔隙水压力计的连接电缆可沿坝面开挖沟槽敷设。当横穿防渗体敷设时,应加阻水环;当在堆石坝壳内敷设时,应加保护管;当进入监测房时,应以钢管保护。

1)连接电缆在敷设时必须留有裕度,并禁止相互交绕。敷设裕度依敷设的介质材料、位置、高程而定,一般为敷设长度的 5%~10%;

2)连接电缆、水管以上的填方安全覆盖厚度,在黏性土填方中不应小于 0.5m,在堆石填方中不应小于 1.0m。

G.2.3 钻孔埋设法。

1 钻孔孔径,依该孔中埋设的仪器数量而定,一般采用 $\phi 108\text{mm} \sim \phi 146\text{mm}$ 。成孔后,应在孔底铺设中粗砂垫层,厚约 20cm;

2 孔隙水压力计的连接电缆,必须以软管套护,并铺以铅丝与测头相连。埋设时,应自下而上依次进行,并依次以中粗砂封埋测头,以膨润土干泥球逐段封孔。封孔段长度,应符合设计规定,回填料、封孔料应分段捣实;

3 孔隙水压力计埋设与封孔过程中,应随时进行检测,严禁损坏仪器测头与连接电缆,一旦发现,必须及时处理或重新埋设。

G.3 量水堰安装埋设

G.3.1 量水堰类型可包括:

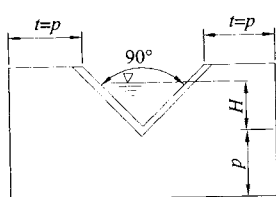
1 直角三角形堰:当流量在 $1\text{L/s} \sim 70\text{L/s}$ 之间(堰上水头为

50mm~300mm)时采用;

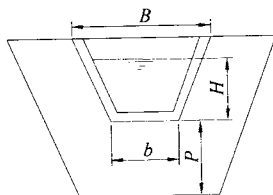
2 梯形堰:当流量在 10L/s~300L/s 时采用。一般常用 1:0.25 的边坡。底边宽度 b 应小于 3 倍堰上水头 H ,一般应在 0.25m~1.5m 范围内;

3 矩形堰:当流量大于 50L/s 时采用。堰口 b 应为 2 倍~5 倍堰上水头 H ,一般应在 0.25m~2m 范围内。无侧收缩的矩形堰,水舌两侧的堰墙上应留通气孔。

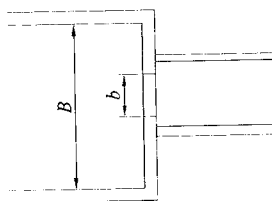
各种量水堰的堰板宜采用不锈钢板制作。堰板过流堰口倒角为 45° ,尖角宜为 R0.5~R1.0 圆角。堰口高的一面为上游侧。量水堰类型见图 G.3.1。



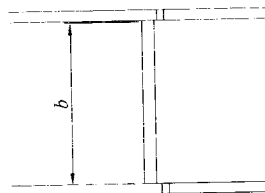
(a) 直角三角形量水堰



(b) 梯形量水堰



(c) 矩形量水堰 (有侧向收缩)



(d) 矩形量水堰 (无侧向收缩)

图 G.3.1 量水堰类型

G.3.2 量水堰结构安装见图 G.3.2,并应符合下列规定:

1 安装时应严格控制堰板顶的水平状态,两侧水平高差不大于 1mm;堰板应保持垂直,垂直度不大于 1° ;堰板应与堰槽侧墙垂直,垂直度不大于 2° ;堰板应为平面,局部不平整度不大于 3mm;

2 堰槽段总长度应大于 7 倍堰上水头,且不小于 2m;其中,

堰板上游段长度应大于 5 倍堰上水头,并不得小于 1.5m;下游段长度应大于 2 倍堰上水头,并不小于 0.5m。堰槽宽度不应小于堰口最大水面宽度的 3 倍;

3 堰槽两侧侧墙应平行,平行度不大于 1° ,侧墙垂直度不大于 1° ,侧墙前面平整度不大于 3mm,直线度不大于 5mm;

4 侧墙面与堰槽底面的垂直度不大于 2° ,槽底面沿槽纵向坡降不大于 1%。

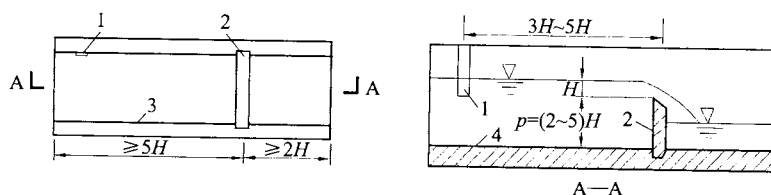


图 G. 3. 2 量水堰安装结构图

1 水尺或测针;2 堰板;3 侧墙;4 槽底

附录 H 雨量器安装方法

H.0.1 地面雨量器安装埋设应符合下列规定：

1 为防止暴雨时积水,在地面雨量器安装处,开挖一个占地面积 $2\text{m}^2 \sim 3\text{m}^2$ 、深 0.5m 以上的土坑,底部填充沙石,近地面铺土与地面齐平,并种植草皮；

2 在回填沙石场的中心,作一内径稍大于 20cm 的竖井,井底用砖或混凝土作基座,井深应满足放在基座上的仪器器口高出地面 5cm 的要求；

3 器口周围设置用硬质塑料片或防腐薄铁皮制作的防溅网格。网格面积一般为 $150\text{cm} \times 150\text{cm}$,每个小方格的长、宽、高尺寸均为 5cm 。在网格中心 $20\text{cm} \times 20\text{cm}$ 范围内不作小方格,以安置雨量器。距中心雨量器周围 15cm 范围内应作成与整体分离的活动网格；

4 网格安置在草皮上,雨量器位于网格中心,网格与器口同高,但靠器口的活动网格,其安装高度应低于器口 5cm ；

5 地面雨量器不应设在坑内,以免产生涡旋气流,使近器口降水迹线偏斜,影响仪器承接降水。

地面雨量器安装埋设见图 H.0.1。

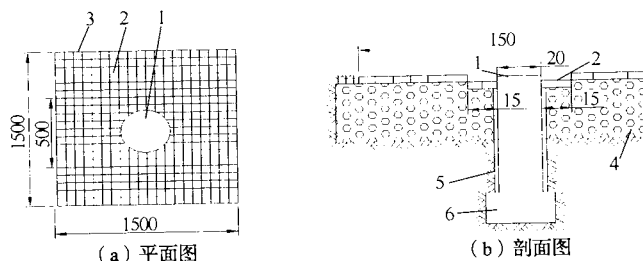


图 H.0.1 地面雨量器安装图

1—雨量器(略图);2—内网格;3—外网格;4—砂石层;5—竖井;6—砖或混凝土基座

H.0.2 F-86 型防风圈雨量器安装埋设应符合下列规定:

1 安装带防风圈雨量器的立柱,可用木柱、混凝土柱(直径 200mm)或钢管(管径可小于 200mm)制作。立柱上端固定一圆形钢板,其直径 260mm,厚 10mm。对立柱下端进行防腐处理后,牢固埋入土中 1.0m~1.5m,上端露出地面高度,应使装置在立柱上的雨量器器口高度一般为 2.0m,不应超过 3.0m。

2 放置雨量器(计)的框架,用 25mm 扁钢焊制,框架大小,能自由放入、取出和稳定仪器即可。用四个螺栓将框架固定在立柱顶端钢盘上;

3 将防风圈套在框架外部,在中部和下部衬圈处,从相互垂直的四个方向用连杆与框架连接,加螺栓固定;

4 固定在框架上的防风圈,其上部圈口须与器口同高,为了便于更换储水瓶或记录纸,可特制加高储水筒或外壳的雨量器,使储水器或记录器部分置于防风圈装置之下;

5 如在多风地区加防风圈测液态降水量,可在防风圈的叶片上半部粘贴厚 10mm 泡沫塑料片防止溅水,并每年更换 2 次。

F-86 型防风圈雨量器安装埋设见图 H.0.2。

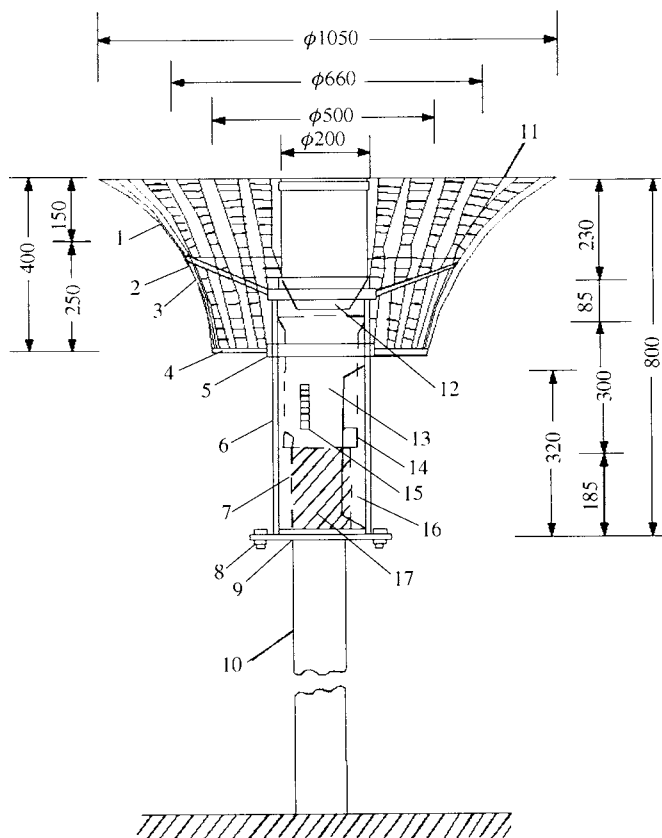
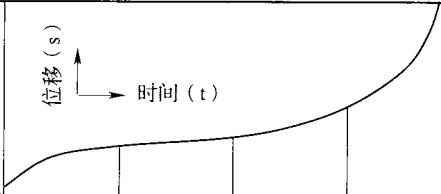


图 H. 0.2 F-86 型防风圈雨量器安装图(单位:mm)

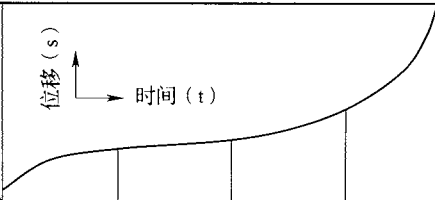
- 1 叶片;2、4、11 上、中、下衬圈;3、5 簷与连杆;6 框架;
7 改装储水桶;8 螺栓;9 圆形钢板;10 钢管立柱;12 改装漏斗;
13 储水器;14 锁;15 把手;16 观测门;17 塑料泡沫垫

附录 J 边坡预警预报

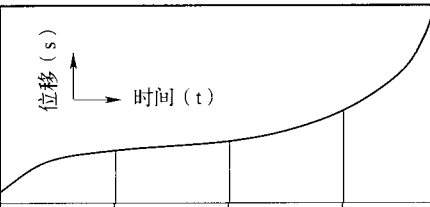
表 J 滑坡综合信息预报系统

位移—时间 曲线示意图						预报 适宜性
预报 判 据	预报方法					
变形破坏阶段		I 蠕动变形	II 等速变形	III 加速变形	IV 临滑	
1	变形速 率判据	减速变 形,切线角	等速变 形, α 角近	变形加 速, α 角	变形急剧, α 角 陡立曲线近陡直	
	监测位 移曲线跟 踪法	α 由大变 小,甚至曲 线下弯	恒定值,曲 线向上呈 微斜直线	由恒定变 陡,曲线 上弯		
2	蠕变曲 线切线角 (α)和矢 量角判据	位移矢 量角 α 渐 小至0	位移矢 量角 α 等 值增大	位移矢 量角 α 由 等值增大 到非等值 (加速)增 大	$\alpha = \tan^{-1} d_x/d_t - 70^\circ \sim 90^\circ$, 位移矢 量角突然增大或 减小	
	指数平 滑法,卡尔 曼滤波法, 多元非线性 相关分析 法等					
3	变形速 率判据				$t_0 = \frac{V_{cr} - \alpha_2}{2\alpha_3}$	
	指数平 滑法与非 线性回归 法相结合					

续表 J

位移—时间 曲线示意图						预报 适宜性
预报判 据		预报方法				
变形破坏阶段		I 蠕动变形	II 等速变形	III 加速变形	IV 临滑	
4	斋腾迪 孝法	—	—	—	$t_t - t_1 = \frac{\frac{1}{2}(t_2 - t_1)^2}{(t_2 - t_1) - \frac{1}{2}(t_3 - t_1)}$	临滑 预报、中、 短期趋 势预报
5	稳定系 数(K)判 据	—	$1.05 \geq K \geq 1.0$	$1.0 > K \geq 0.96$	$K < 0.96$	临滑 预报、长、 中、短期 趋 势 预 报
	极限分 析法					
6	0.618 比 例判据	—	T_1	$T_2 = 0.618 T_1$	—	临滑 预报、中、 短期趋 势预报
	黄金分 割数法					
7	力学图 解法	$\alpha < \omega, \alpha > \phi$; 滑移 $\alpha > \omega, \alpha < \phi$; 倾倒 $\alpha > \omega, \alpha > \phi$; 滑移、倾倒				临滑 预报
8	变形行 迹判据	后缘断 续拉张裂 缝	后缘不 连续拉张 裂缝,两 侧羽状裂 缝,后缘 微错落下 沉	后缘弧 形拉裂圈 与两侧纵 向剪张裂 缝趋于连 接,后缘错 落下沉,前 缘微鼓胀	后缘弧形拉裂 圈与两侧纵向剪 张裂缝贯通,后缘 壁和前缘鼓胀形 成,前段滑床岩层 倾角变陡,并呈现 挤压褶皱、裂缝和 压碎	临滑 预报、长、 中、短期 趋 势 预 报
	宏观地 质调查法					

续表 J

位移-时间 曲线示意图						预报 适宜性
预报判 据						
预报方法						
变形破坏阶段		I 蠕动变形	II 等速变形	III 加速变形	IV 临滑	
9	宏观先 兆判据				局部小崩小滑 日趋频繁,地下水 变化异常,地声、 地热现象,动物行 为异常,超长降雨 和地震	临 滑 预报,长、 中、短期 趋 势 预 报
	宏观调 查法					
预警预报等级		预测级(中长期预 报)		预报级 (短期预 报)	预警级(临灾预 报)	
		位移以月变量为依 据,至少每周监测 1 次		位移以 日变量为 依据,至 少每日监 测 1 次	跟踪监测曲线 进行	

注:1 预报方法和预报判据 3 中, t_0 为滑坡失稳时间; V_c 为临界破坏速率,用类比或相似模型试验确定; α_2 、 α_3 为回归系数。

2 预报方法和预报判据 4 中, t_1 为滑坡失稳时间; t_1 、 t_2 、 t_3 为滑坡加速变形阶段监测点时间—位移曲线上的时间。

3 预报方法和预报判据 7 中, α 为岩层(或软弱层)倾角; ω 为变形岩体倾倒临界角; ϕ 为变形岩体内软弱面内摩擦角。

附录 K 泥石流活动预测方法

K.0.1 泥石流活动的危险度,可以利用环境质量进行监测。一般预测的方法是:详细调查研究区内泥石流的形成条件和分布特征,在综合分析和数量统计的基础上,选取、确定泥石流危险区划的因素及权重,并对其进行归一化处理(极差变化),用各因素权重得分与归一化处理数据的乘积之和来表征泥石流活动的危险度,并据此划分出若干危险等级,编制危险区划图,作为预防的参见依据。

K.0.2 泥石流活动频率预测的一般方法和步骤是:

- 1 对区内泥石流沟进行详细的地质、地貌调查,查明泥石流沟的数量;

- 2 按泥石流沟发育阶段(发展期、活动期、衰退期、间歇期)和危害程度(严重、中等、轻微、暂无)进行分类、统计;

- 3 分析、确定灾害性泥石流活动周期;

- 4 预测不同发展阶段、不同危害程度泥石流每年可能活动的次数和全区泥石流每年可能活动的次数,作为预防的参见依据。

K.0.3 泥石流活动的流体性质,根据泥石流沟松散固体物质的机械组成进行预测,一般在泥石流重度大于 18kN/m^3 时,黏粒(小于 0.005mm)含量大于 5% 的多为黏性泥石流,黏粒含量小于 5% 的多为稀性泥石流,黏粒含量介于上述二者之间的为过渡性泥石流。在泥石流重度小于 18kN/m^3 时,黏粒含量高的多为泥流或稀性泥石流,黏粒含量少的多为水石流或稀性泥石流。一般固体物质的机械组成,在粒径大于 2mm 的含量 $55\%\sim 70\%$ 、粒径 $2\text{mm}\sim 0.05\text{mm}$ 的含量 $15\%\sim 25\%$ 、粒径 $0.05\text{mm}\sim 0.005\text{mm}$ 的含量 $5\%\sim 10\%$ 、粒径小于 0.05mm 的含量 $5\%\sim 10\%$ 的范围内,泥石流活动的流

体性质为黏性。

K. 0. 4 确定降雨能级和泥石流活动规模之间的关系,预测泥石流活动的激发雨量。该雨量与前期降雨量、前期固体物质含水量等,都有密切关系,都必须进行详细的分析研究。

激发雨量用临界雨量表达。根据平均降雨量并分析归纳为某一量级的雨量和雨强,即临界雨量。常用的方法有:

1 泥石流灾害实地调查法:对泥石流灾害做详细的实地地质、地貌、灾情调查,结合降雨监测资料,进行统计、分析、确定临界雨量;

2 泥石流与暴雨等值线关系分析法:根据监测资料编制的暴雨等值线,找出泥石流所在区内等值线均值,作为该区临界雨量初选值,再用典型泥石流实地地质、地貌调查的暴雨均值进行检验修订,确定最终临界雨量;

3 直接降雨量监测法:设置降雨量监测点网,监测泥石流活动时的降雨情况,用雨强(10min 雨量 $H_{1/6}$ 、1h 雨量 H_1 、24h 雨量 H_{24})绘制直角坐标关系图(如图 K. 0. 4 所示),根据三类点群的分布情况,确定泥石流发生的临界雨量值。

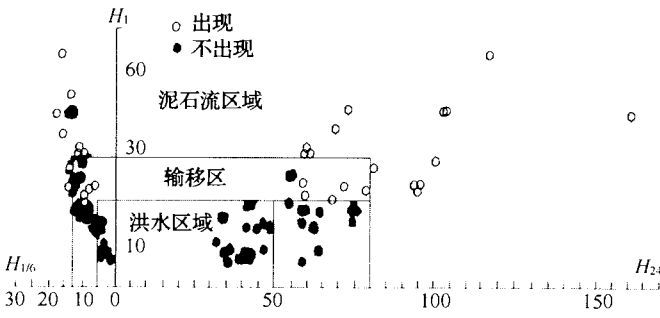


图 K. 0. 4 降雨量参数 H_{24} 、 H_1 、 $H_{1/6}$ 组合关系

附录 L 边坡稳定性野外评价指标

边坡稳定性评价是边坡工程监测的主要任务之一。在地质测绘与调查中应宏观定性评价其稳定性,为统一判别尺度,特制定下列评价指标和条件,供野外参见。

L. 0.1 评价方法

滑坡稳定性评价采用定性的地质分析法,即选择影像稳定性的主要地质环境因素,内外动力地质作用,结合宏观变形性状,建立稳定性地质判别指标,进行定性评价。

L. 0.2 主要评价内容

1 主要地质环境因素,包括斜坡类型、坡面坡度、前缘临空状况、沟谷切割程度,岩土体性质、结构和结构面特征。

2 主要动力因素,包括地下水作用,地表水(河流、水库等)作用、暴雨强度及降雨过程、后缘加载、地震、人类工程活动及其强度等。

3 滑坡的宏观变形行迹,主要包括裂缝、位错、陷落、鼓起等,是其不稳定的直接标志,应充分重视。

L. 0.3 评价标准

1 稳定的(A):

1)定义:再设计工况(荷载组合,下同)和特殊工况条件(暴雨等)下均是稳定的。

2)定性判别标准:滑坡外貌特征后期改造很大,滑坡洼地基本难以辨认,滑体地面坡度平缓($\leq 10^\circ$),前缘临空低缓(一般 $< 5\text{m}$,坡度 $< 15^\circ$),滑体内冲沟切割已至滑床;滑面起伏较大,且倾角平缓($\leq 10^\circ$),滑面饱和和阻抗比大于0.8;滑坡残体透水性良好,剪出口一带泉群分布且流量

较大;滑距较远,能量已充分释放,残体处于稳定状态;滑坡周边没有新的堆积物加载来源,滑坡前缘已形成河流侵蚀的稳定坡型或有河流堆积。经分析和实地调查,找不出可导致整体复活的主要动力因素,人为动力因素很弱或不存在。

2 基本稳定的(B):

- 1) 定义:在设计工况条件下是稳定的,在特殊工况条件下其稳定型有所降低,有可能局部产生变形,但整体仍是稳定的。
- 2) 定性判据指标:滑坡外貌特征后期改变较大,滑坡洼地能辨认但不明显或略有封闭,滑体地面平均坡度较缓($10^{\circ}\sim 20^{\circ}$),滑坡前缘临空比较低缓(高度为 $15\text{m}\sim 30\text{m}$,坡度为 $15^{\circ}\sim 20^{\circ}$),滑体内沟谷已切至滑床;滑面形态起伏,滑面平均倾角小于或等于 20° ,滑面阻抗比为 $0.6\sim 0.8$;滑坡残体透水性良好;滑距较远,能量已充分释放;滑坡周围无新的堆积物加载来源,滑坡前缘已形成河流侵蚀的稳定坡型。经分析和实地调查,在特殊工况条件下整体稳定性有所降低,但仅可能产生局部变形破坏。

3 潜在不稳定的(C):

- 1) 定义:在现状条件下是稳定的,但安全储备不高,略高于临界状态。在设计工况条件下向不稳定方向发展,在特殊工况条件下有可能失稳。
- 2) 定性判别指标:滑坡外貌特征后期改造不大,后缘滑坡洼地封闭或半封闭;滑体平均坡度中等($20^{\circ}\sim 30^{\circ}$),滑坡前缘临空较陡(高度为 $30\text{m}\sim 50\text{m}$,坡度为 $20^{\circ}\sim 30^{\circ}$),滑体内沟谷切割中等;滑面形态为靠椅状或平面状,滑面平均倾角为 $20^{\circ}\sim 30^{\circ}$,滑面阻抗比为 $0.4\sim 0.6$;滑坡残体透水性一般,滑距不太远,能量释放不充分;滑坡后缘有加载堆积或有一定数量的危岩体为加载来源,滑坡前缘受冲刷

尚未形成稳定坡型,且具有局部坍塌产生,整体尚无明显变形迹象。经实地调查和定性分析,在一般工况条件下是稳定的,但安全储备不高,在特殊工况条件下有可能整体失稳。

4 不稳定的(D):

- 1) 定义:在现状条件下即近于临界状态,且向不稳定方向发展,在设计工况条件下将部分失稳。
- 2) 定性判别指标:滑坡外貌特征明显,滑坡洼地一般封闭明显;滑体坡面平均坡度较陡(大于 30°),滑坡前缘临空较陡(高度大于 50m,坡度大于 30°),滑体内沟谷切割较浅。滑面呈靠椅状或平面状,滑面平均倾角大于 30° ,滑面阻抗比小于 0.4;滑体结构松散,透水性差;滑距短,滑坡残体保留较多,剪出口以下脱离滑床的体积较少;滑坡有加载来源,滑坡前缘受冲刷,有坍塌产生;滑体上近期有明显变形破坏迹象。变形迹象为滑坡变形配套产物:后缘弧形裂缝或塌陷,两侧羽状开裂,前缘膨胀、鼓丘等。经实地调查和分析,滑体目前接近于临界状态,且正在向不稳定方向发展,在特殊工况条件下有可能大规模失稳。

附录 M 滑坡发育阶段划分

M.0.1 蠕动变形阶段(I):

沿着潜在剪切面或软弱面(层)物质逐渐产生顺剪切方向的定向排列和相应的密实,并在局部位置产生剪切滑移面。有缘产生断续的不规则的拉裂缝,但无明显的错落、下沉;两侧、中部和前缘无明显的变形形迹。若为拉张(牵引)式滑坡,前缘可能出现不明显的横向拉张裂缝。此阶段,其剪切变形速率不稳定,并且有剪切速度随时间逐渐减小的特征,故又可以称为减速变形或缓慢变形阶段。

M.0.2 等速变形阶段(II):

沿着潜在剪切面或软弱面(层),产生不连续的剪切滑移面,并呈现出渐进式的稳定扩展的剪切滑移。有缘产生不连续的弧形拉张裂缝,各弧形拉张裂缝端部可能互相交错,开始出现错落下沉;两侧出现间断的羽状裂缝;滑体局部出现隆起、沉陷。若为拉张(牵引)式滑坡,前缘横向张拉缝加强。此阶段,其剪切变形速率表现为均匀缓慢递增的特征,故又可以称为稳定变形阶段。

M.0.3 加速变形阶段(III):

沿着潜在剪切面或软弱面(层),前阶段的不连续剪切滑移面迅速扩展,简短剪切滑移面的岩土“锁固段”,逐渐形成贯通性剪切滑移面。后缘弧形拉张裂缝趋于连接,加大加深,滑体错落下沉;两侧羽状裂缝加强,出现顺两侧壁方向的剪张裂缝,并与后缘弧形裂缝趋于连通,呈现整体滑移边界;前缘出现轻微鼓张。此阶段,表现出剪切变形速率明显增大的特征,故又可以称为不稳定变形阶段。

M.0.4 临滑阶段(IV):

沿着潜在剪切面或软弱面(层)的剪切滑移面贯通,形成统一的剪切滑移面,上覆岩土体沿着这一较低残余强度的统一剪切滑移面滑动。后缘弧形拉张裂缝贯通,形成弧形拉裂圈,并与两侧剪张裂缝连接,呈现整体滑移边界;滑体出现明显错落下沉,后缘壁明显;前缘鼓胀,并出现鼓胀裂缝或放射状裂缝;前段滑床挤压褶皱,并有挤压裂缝,或岩层倾角变陡,或挤压破碎等现象。此阶段,其剪切变形速率呈陡直线上升,故又可以称为急剧变形或不稳定破裂变形阶段。

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1)表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2)表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3)表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4)表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

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

引用标准名录

- 《建筑抗震设计规范》GB 50011
- 《建筑防火设计规范》GB 50016
- 《岩土工程勘察规范》GB 50021
- 《工程测量规范》GB 50026
- 《建筑物防雷设计规范》GB 50057
- 《工程摄影测量规范》GB 50167
- 《煤炭工业露天矿设计规范》GB 50197
- 《民用闭路监视电视系统工程技术规范》GB 50198
- 《建筑物电子信息系统防雷技术规范》GB 50343
- 《视频安防监控系统工程设计规范》GB 50395
- 《通信局(站)防雷与接地工程设计规范》GB 50689
- 《露天煤矿岩土工程勘察规范》GB 50778
- 《爆破安全规程》GB 6722
- 《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》DZ/T 0221
- 《建筑变形测量规范》JTJ 8
- 《水文普通测量规范》SL 58

中华人民共和国国家标准

煤炭工业露天矿边坡工程监测规范

GB 51214—2017

条 文 说 明

编制说明

《煤炭工业露天矿边坡工程监测规范》GB 51214—2017,经住房和城乡建设部 2017 年 1 月 21 日以第 1439 号公告批准发布。

本规范制定过程中,编制组进行了广泛深入的调查研究,总结了我国煤炭工业露天矿边坡工程监测方面的经验,同时参考了国外先进技术标准。

为了便于从事煤炭工业露天矿勘察、设计、建设和生产管理等有关人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定,《煤炭工业露天矿边坡工程监测规范》编制组按章、节、条顺序编制了本规范的条文说明,对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明,并着重对强制性条文的强制性理由做了解释。但是本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力,仅供使用者参考。

目 次

1	总 则	(107)
2	术语和符号	(111)
2.1	术语	(111)
3	基本规定	(112)
3.1	一般要求	(112)
3.2	监测工作等级划分	(112)
3.3	监测项目的选择	(114)
4	露天矿采场边坡工程监测	(115)
4.1	一般规定	(115)
4.2	露天矿采场边坡工程监测	(115)
5	排土场边坡工程监测	(117)
5.1	一般规定	(117)
5.2	排土场边坡工程监测	(117)
6	监测方案	(119)
6.1	一般规定	(119)
6.2	监测方案	(119)
7	变形监测	(120)
7.1	一般规定	(120)
7.2	地表变形监测	(121)
7.3	地下变形监测	(123)
8	应力监测	(125)
8.1	一般规定	(125)
8.2	土压力监测	(125)

8.3	地应力监测	(125)
8.4	结构内力监测	(127)
8.5	锚杆(索)监测	(127)
9	地下水监测	(128)
9.1	一般规定	(128)
9.2	地下水位监测	(129)
9.3	地下水量监测	(130)
9.4	地下水温监测	(130)
9.5	地下水水质监测	(130)
9.6	地下水压监测	(130)
9.7	边坡渗水监测	(131)
10	其他监测	(132)
10.1	一般规定	(132)
10.2	边坡巡视监测	(132)
10.3	降水量监测	(133)
10.4	气温监测	(133)
10.5	爆破振动监测	(134)
11	自动化监测	(137)
11.1	一般规定	(137)
11.2	系统设计	(137)
11.3	系统供配电、防雷及接地	(138)
12	信息反馈与预警预报	(139)
12.1	一般规定	(139)
12.2	信息反馈	(139)
12.3	预警预报	(139)
13	监测资料的整理与分析	(141)
13.1	一般规定	(141)
13.2	资料整理	(141)

13.3	资料分析	(141)
14	监测报告编制	(143)
14.1	一般规定	(143)
14.2	监测报告的编制内容	(143)

1 总 则

1.0.1 煤炭是我国的主要矿物能源,目前仍占据我国一次性能源的 65% 左右,煤炭工业是我国国民经济的基础工业。早在新中国成立前,日本人就开始了抚顺西露天煤矿的开采,大肆掠夺我国的煤炭资源。新中国成立初期至 20 世纪 70 年代,我国先后开发了阜新海州、阜新高邱、河南义马、平庄西露天、鹤岗岭北、新疆哈密三道岭、云南小龙潭等大中型露天煤矿。进入 20 世纪 80 年代,根据我国当时《煤炭工业技术政策》确定的目标:“优先开发露天煤矿,首先集中力量以尽可能快的速度把资源条件好的露天矿建设起来。”我国在 20 世纪 80 年代~90 年代,相继在中西部开发了内蒙古霍林河南露天矿、内蒙古元宝山、内蒙古伊敏河、山西平朔安太堡、内蒙古准格尔黑岱沟五大露天煤矿;进入 21 世纪以后,在此基础上,又相继开发建设了山西平朔安家岭、平朔东露天、内蒙古准格尔哈尔乌素、内蒙古准格尔魏家峁、内蒙古霍林河扎哈淖尔、内蒙古神华北电胜利一号、内蒙古大唐胜利东二号、内蒙古白音华一号、内蒙古白音华二号、内蒙古白音华三号、内蒙古白音华四号、内蒙古宝日希勒一号露天、新疆帐篷沟南露天矿、新疆托克逊黑山露天矿、新疆准东五彩湾三号露天矿、黑龙江宝清露天矿、云南先锋露天矿等特大型及大型露天煤矿。在以上露天煤矿的建设与生产过程中,随着露天煤矿生产规模的不断加大与采掘深度的不断延伸,各露天煤矿的采场边坡均不同程度地发生过边坡失稳与较大规模的滑坡,个别露天煤矿软基底排土场也发生过大规模的滑坡。

露天煤矿边坡工程监测,主要用于提供边坡坡体变化的定

量数据,可用来评价边坡与滑坡的稳定性,并可作为边坡发生灾害预警预报的主要依据。此外,对于露天煤矿边坡工程的治理我们提出“以防为主,防治结合”的原则,要做到防患于未然,则更加需要加强边坡工程监测,把边坡失稳破坏发现于未发生或仅处于萌芽状态期间,以便及早预防与整治,达到事半功倍的良好效果。

露天煤矿边坡工程监测,我国至今没有规范可以遵循,监测工作呈现混乱无序的状态。因此有必要规范露天煤矿边坡工程的监测工作,以便根据边坡工程监测反馈资料,对边坡工程的形态变化进行实时分析与判断,对露天煤矿采场边坡和排土场边坡的稳定性进行综合分析并预警预报,以尽量消除边坡工程的安全隐患、保障露天煤矿的正常安全生产。

为了进一步规范露天煤矿边坡工程的监测工作,以便做到充分利用监测数据对露天煤矿采场边坡与排土场边坡稳定性进行系统科学分析、以达到提前预警预报的目的、尽量避免和减少边坡不安全因素的发生,以保障人身生命财产的安全。为了能够更好地执行国家的技术经济政策,真正做到技术先进、安全生产、预防灾害,以规范指导露天煤矿采场边坡、排土场边坡的工程监测工作,制定本规范。

1.0.2 本条指出规范的适用范围。由于露天煤矿边坡工程独具特点,不同于其他金属露天矿,露天煤矿边坡主要是由沉积岩为主的煤系地层构成,而金属矿则主要由火成岩构成,因此露天煤矿的边坡工程有着独特的特点。

(1)露天煤矿采场边坡工程具有边坡高,走向长,揭露地(岩)层多,工程地质、水文地质条件复杂的特点。构成边坡的地层主要是松散层与沉积岩层,层理明显,软弱结构层(面)多,岩石强度偏低,边坡岩体较破碎。边坡失稳破坏的主要形式是滑坡,滑坡又以顺层滑动为主。滑坡面主要是沿岩石层面、断层、节理、裂隙等软弱结构层(面)滑动;露天煤矿边坡一般均采用坡率法分台阶开挖,

而且坡面一般不采取工程加固措施进行维护;边坡还经常会受到爆破和运输设备等振动的影响;

(2)露天煤矿排土场边坡主要是由露天煤矿采场剥离物堆积而成,构成排土场边坡的排弃物具有成分混杂、粒度不均、强度较低,且随着排土工程的推进而经常变化的特点,外排土场基底强度往往是排土场边坡稳定的决定性因素。

(3)随着露天煤矿生产开采的不断推进,延深速度的不断加快,露天煤矿采场边坡与排土场边坡的安全稳定程度将对露天煤矿的生产起着极为重要的作用。

1.0.3 “先勘察、后设计、再施工”,是我国国民经济工程建设中必须遵循的基本建设程序,也是国家一直十分强调的重要的基本建设方针政策。工程监测是工程勘察工作的重要组成部分之一,具体到露天煤矿,主要是充分利用边坡工程监测反馈的工程监测信息与数据,进一步优化边坡工程设计,以确定技术先进、安全合理、经济适用、适合于本矿的最优边坡角;并同时用于指导露天煤矿采掘生产以及边坡工程的维护与管理;做到信息化设计、信息化施工、信息化管理;达到消除边坡工程安全隐患,避免或减少边坡工程安全事故,确保露天煤矿的安全生产。但是,近几年仍有部分露天煤矿对边坡工程监测重视不够,边坡工程监测工作不配套或流于形式,致使边坡工程安全事故发生或存在安全隐患。因此,本条规定为强制性条文,必须严格执行。

1.0.4 露天煤矿边坡工程监测,主要是根据我国及国际上工程监测技术条件的发展以及各地露天煤矿的实际情况,选择合理可行、安全可靠的监测方法。随着科学技术的不断发展进步,边坡工程监测方法在传统方法的基础上,又陆续推出了一些新的理论、技术与方法,特别是新设备的更新发展使边坡工程监测工作的效率与精度又上了一个新的台阶。因此,要大力提倡科技创新,在露天煤矿边坡工程监测中积极稳妥地采用新理论、新的测试技术,新

方法与新设备。

1.0.5 本条明确露天煤矿边坡工程监测工作要在执行符合本规范的前提下,尚应符合国家现行有关标准、规范的规定。如现行国家标准《煤炭工业露天矿设计规范》GB 50197、《露天煤矿岩土工程勘察规范》GB 50778、《工程测量规范》GB 50026 等。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1~2.1.10 这几条引自现行国家标准《露天煤矿岩土工程勘察规范》GB 50778。

2.1.11 本条参考了现行国家标准《工程测量规范》GB 50026 的有关术语定义。

2.1.12、2.1.18、2.1.20~2.1.22、2.1.24~2.1.30 这几条引自现行国家标准《工程测量基本术语标准》GB/T 50228。

2.1.13~2.1.17、2.1.23 这几条参考了现行国家标准《工程测量基本术语标准》GB/T 50228 中的相关定义。

3 基本规定

3.1 一般要求

3.1.1 露天煤矿边坡工程监测是一项极为复杂的工作。露天煤矿边坡工程监测的目的是为边坡工程的安全稳定性评价提供科学依据,并为露天煤矿的安全生产以及边坡工程的维护与管理提供信息反馈;从而保证露天煤矿的正常生产,以确保露天煤矿生产中的人身财产安全。

露天煤矿边坡工程安全稳定会受到诸多方面因素的影响,主要包括:人类活动、构成边坡的工程地质条件、水文地质条件、对边坡稳定构成影响的环境条件等诸多因素,因此,要求监测工作应坚持“综合监测、科学分析、预测预报、保障安全”的原则。

露天煤矿边坡工程监测是一项非常精细的工作,对于操作人员、观测时间、仪器设备等都有着严格的要求,因此强调应做到“定人、定时、定设备”的三固定方针,以尽量减少由于人员操作、时间影响与仪器设备的差异所带来的不应有的误差。

3.1.2 露天煤矿边坡工程监测方案,应由具备相应资质的监测单位编制并实施。监测方案应根据监测任务书要求以及本规范规定编制。

监测方案中应明确地规定监测工作方法、工作内容、工作量以及提交监测成果内容等。

3.2 监测工作等级划分

3.2.1 露天煤矿边坡工程的安全稳定会受到诸多因素的制约。在诸多因素中,空间与时间是主导因素,因此,本规范规定露天煤矿边坡工程监测工作等级的确定,应主要考虑边坡工程安全等级

与工程监测阶段作为露天煤矿边坡工程监测工作等级划分的主要参考依据。

3.2.2 露天煤矿边坡工程安全等级划分,采场边坡主要考虑边坡高度、组成边坡的地质条件复杂程度与露天煤矿的生产规模大小进行划分。采场边坡高度、地质条件复杂程度的划分与现行国家标准《露天煤矿岩土工程勘察规范》GB 50778 协调一致,生产规模按现行国家标准《煤炭工业露天矿设计规范》GB 50197 有关规定划分。排土场边坡主要按边坡高度与排土场基底地质条件复杂程度进行划分。

3.2.3 露天煤矿边坡工程监测阶段划分,与现行国家标准《露天煤矿岩土工程勘察规范》GB 50778 协调一致。根据监测时间节点,将边坡工程监测阶段划分为三级。

I 级监测阶段,是指露天煤矿从采矿初期至发现不稳定边坡之前所进行的监测工作。采用光学测量仪器进行定期的地表位移监测是其主要工作内容。地下水是影响边坡稳定性的重要因素时,必须进行水压监测。

II 级监测阶段,是在 I 级监测阶段或用其他勘察手段圈定出不稳定边坡分区之后进行的监测工作。监测的重点放在不稳定边坡分区,通常采用监测地表及地下位移等多种测试技术以确定不稳边坡的滑面位置、活动范围、变形形态、掌握边坡动态。如有边坡防治工程,必须进行水压、荷载等项监测。

III 级监测阶段,是指在一些开采年限很久,并形成高陡边坡的露天煤矿,当存在的不稳定边坡对生产已构成威胁时,或者是设计选取了最优边坡角需进行强化开采时,为连续生产提供条件所进行的监测工作。此时,一般需采用全天候的遥测方式(有线或无线式)。监测内容主要是位移。如有防治工程则需进行荷载监测及水压监测等。监测资料结合滑坡模式进行边坡稳定性评价或做出滑坡预报。

3.2.4 边坡工程监测工作等级划分是监测工作必须考虑的实际

问题,因为,监测工作等级划分是确定与选择监测项目与监测方法的基础。本规范边坡工程监测工作等级的划分是充分考虑露天煤矿的实际特点确定的。其划分原则主要是以露天煤矿边坡工程安全等级为主,并结合露天煤矿边坡工程监测阶段为辅综合考虑。边坡工程监测阶段与现行国家标准《露天煤矿岩土工程勘察规范》GB 50778 协调一致。

3.3 监测项目的选择

3.3.2 露天煤矿边坡工程监测项目的选择主要考虑边坡工程监测工作等级,并结合边坡工程实际需求选取。本条款列出露天煤矿边坡工程监测项目选择表。项目选择根据不同情况划分为“应测、宜测、可不测”三个层次。“应测”是指正常情况下均应进行该项目的监测;“宜测”是指条件许可时首先应进行该项目的监测;“可不测”是指正常情况下可不进行该项目的监测。

对于由黄土等特殊土层构成的边坡,当含水量变化异常时,宜检测含水量。

4 露天矿采场边坡工程监测

4.1 一般规定

4.1.2 本条规定了露天煤矿采场边坡工程监测的主要内容。

4.1.3 当露天煤矿采场边坡之下存在井工开采采空区时,采空区的变形会给露天煤矿采场边坡的安全带来不利的影响,应监测已有采空区对露天煤矿采场边坡的影响;近几年,当露天煤矿开采达到一定深度时,露天开采成本加大,其经济性、安全性等也会显得不太合理,往往会改变采煤方法,采用沿某一露天煤矿边坡转入井工开采的方法——俗称“端帮采煤”,然而,井工开采会对露天煤矿已有边坡的安全稳定带来一系列不利的影响,应监测井工开采对露天煤矿采场边坡的影响,以保证“端帮采煤”的安全顺利进行。

4.2 露天矿采场边坡工程监测

4.2.1 露天煤矿采场边坡工程监测工作中,地质调查与资料收集是非常重要的,因此,本条款规定了收集资料的具体内容。

4.2.2 本条强调露天煤矿采场边坡应进行变形监测。监测方法应执行本规范第7章的具体规定。

1 对监测网、监测线、监测点的设置做出具体规定,并与现行国家标准《露天煤矿岩土工程勘察规范》GB 50778 协调一致;

2 一般来说,到界边坡是指露天煤矿的非工作帮或端帮,边坡的工作时间较长,因此,到界边坡的稳定性至关重要,对于到界的边坡,要求设立永久观测点。本款对露天煤矿到界边坡永久观测点的设立提出了具体的技术要求。

4.2.3 边坡工程应力监测项目的选择,对于露天煤矿采场边坡工程来说,应该主要考虑土压力与地应力的监测;结构内力监测与锚

杆(索)监测主要是用于支挡工程的边坡;在实际监测过程中要根据具体情况综合考虑进行选择。

4.2.4 对露天煤矿采场边坡工程地下水监测做出具体规定。特别强调地下水监测应分阶段进行不同的工作。

4.2.5 露天煤矿开采过程中,爆破是会频频发生的。爆破振动监测是采场边坡工程监测极为重要的工作之一,因为露天采矿爆破振动对采场边坡工程的影响较大,因此在边坡工程设计时,应充分考虑采矿爆破振动对边坡工程的不利因素影响;并可进一步优化爆破参数,以减少由于采矿爆破振动带来的不利影响,确保开采生产与边坡工程维护与管理的安全。

4.2.6 对于地处我国东北、西北以及高寒地带的露天煤矿,寒冷的气温往往会是影响露天煤矿采场边坡稳定的重要因素之一。因此,当气温对露天煤矿边坡稳定具有影响时,宜选择气温监测项目进行监测。

4.2.8 距离露天煤矿采场边坡较近的重要建(构)筑物以及运输道路,一般是界定在距离边坡顶界 200m 范围内的建(构)筑物以及运输道路,其重要程度应参照国家现行标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 和《建筑物变形观测规范》J TJ 8 确定。由于建筑物变形观测与露天煤矿边坡工程监测存在差异,因此具体要求应按现行行业标准《建筑物变形观测规范》J TJ 8 执行。

4.2.9 本条文明确了露天煤矿采场边坡工程的监测范围。

5 排土场边坡工程监测

5.1 一般规定

5.1.1 露天煤矿排土场边坡稳定性主要与构成边坡的露天煤矿剥离物构成以及排土场基底的工程地质条件复杂程度有关。

5.1.2 本条规定了露天煤矿排土场边坡工程监测内容,主要是增加了泥石流监测。

5.1.3 当露天煤矿排土场边坡之下存在井工开采采空区时,采空区的变形会给露天矿排土场边坡的安全带来不利的影响,应监测已有采空区对露天煤矿排土场边坡的影响。

5.2 排土场边坡工程监测

5.2.1 本条规定了对露天煤矿排土场进行地质调查与资料收集的特殊要求。

5.2.2 本条强调露天煤矿排土场边坡应进行变形监测。监测方法应执行本规范第7章的具体规定;对监测网、监测线、监测点的设置做出具体规定,并与现行国家标准《露天煤矿岩土工程勘察规范》GB 50778 协调一致。

5.2.3 边坡工程应力监测项目的选择,对于露天煤矿排土场边坡工程来说,应该主要考虑堆积排弃物土压力与排土场基底应力的监测。

5.2.4 对露天煤矿排土场边坡工程地下水监测做出具体规定。特别强调地下水监测应分阶段进行不同的工作。

5.2.5 本条规定了存在泥石流隐患的露天煤矿排土场工程的监测要求。

5.2.6 距离排土场边坡较近的重要建(构)筑物,一般是界定在距

离排土场边坡坡脚 1.0 倍~2.0 倍排土场边坡高度,且不小于 200m 范围内的建(构)筑物,建(构)筑物的重要程度应参照国家现行标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 和《建筑物变形观测规范》JTJ 8 确定。由于建筑物变形观测与露天煤矿边坡工程监测存在差异,因此,具体要求应按现行行业标准《建筑物变形观测规范》JTJ 8 执行。

5.2.7 本条明确了露天煤矿排土场边坡工程的监测范围。

6 监测方案

6.1 一般规定

6.1.1 露天煤矿边坡工程稳定性是受诸多因素影响的,因此,在编制露天煤矿边坡工程监测方案时应充分考虑对边坡稳定具有影响的主要因素,本条规定了监测方案编制应考虑的主要影响因素。

6.1.2 露天煤矿边坡工程监测方案编制之前,应认真收集有关资料,并实地进行踏勘,以做到方案编制考虑全面、切实可行。本条规定了监测方案编制时需要进行的相关工作以及收集有关资料的内容。

6.1.4 露天煤矿边坡工程监测,除正常情况,往往会出现一些特殊情况,本条建议对特殊条件边坡下工程监测的方案组织有关专家进行专门论证,以使得边坡工程监测工作更加完善。

6.2 监测方案

6.2.1 露天煤矿边坡工程监测方案应根据监测任务委托书要求,并依据本规范进行编制。本条对监测方案包括的主要内容做出规定。

6.2.4 露天煤矿边坡工程监测通常需要布设监测网,本条主要是规定了布设监测网、监测线、监测点的主要原则。

7 变形监测

7.1 一般规定

7.1.1 由于工程地质条件、水文地质条件、开采条件以及周边环境的复杂多变,露天煤矿边坡的稳定性是随之改变。因此,需要对边坡的稳定状况进行实时评判。边坡的变形监测结果则是判定边坡体是否稳定的最直接的评价指标。因此,对边坡进行变形监测是十分必要的。这样可以及时掌握边坡的动态,以确保人员及设备安全,为煤矿的连续安全生产创造条件。露天煤矿边坡变形监测基准网,采用何种坐标系统与高程基准,应与露天煤矿建设和开采阶段工程测量选用的坐标系统一致为宜。

7.1.5 本条与现行国家标准《工程测量规范》GB 50026 协调一致。其变形监测点的分类,是按照变形监测精度要求高的特点,以及标志的作用和要求不同确定的,将其分为三种:

1 基准点,是变形监测的基准,点位要具有更高的稳定性,且须建立在变形区以外的稳定区域。其平面控制点位,应有强制归心装置。

2 工作基点,是作为高程和坐标的传递点使用,在观测期间要求稳定不变。其平面控制点位,也宜具有强制归心装置。

3 变形观测点,直接埋设在能反映边坡体变形特征的部位或监测断面两侧。要求结构合理、设置牢固、外形美观、观测方便且不影响监测体的外观和使用。

监测断面,是根据边坡体的基础地质条件、边坡的复杂程度和对边坡体安全所起作用的重要性进行划分的。

7.1.8 露天煤矿边坡工程变形监测阶段的划分与本规范第3.2.3条协调一致。

7.1.9、7.1.10 对位移的监测周期做出了明确规定。与现行国家标准《露天煤矿岩土工程勘察规范》GB 50778—2012 第 10.3.4 条协调一致。

7.1.11 一般是在Ⅱ监测阶段进行。必要时采用遥测方式是指当工作人员较难进入滑坡地段,或者因测试工作量太大,或者是在Ⅲ监测阶段需要连续监测的场所或时期。与国家现行标准《露天煤矿岩土工程勘察规范》GB 50778—2012 第 10.3.5 条协调一致。

7.1.12 对于稳定性较差的边坡,需要及时整理地表变形与地下变形资料及关键点位移—时间曲线,以便于及时掌握边坡的变化动态,为边坡的维护与管理提供科学依据,为露天煤矿开采的安全生产提供有力保障。边坡变形的位移—时间曲线一般分为加速、匀速、减速三个阶段,根据加速曲线变陡的趋势可预测边坡破坏的发生时间。

7.2 地表变形监测

I 地表位移监测

7.2.2 露天煤矿边坡地表水平位移监测网和监测点的精度要求:

监测网相邻基准点的点位中误差,是制定相关技术指标的依据。它和表中变形监测点的点位中误差系列数值相同。但变形监测点的点位中误差,是指相对于邻近基准点而言;而监测网基准点的点位中误差,是基于相应等级相邻基准点而言。

7.2.5 全站仪测量是一种传统的测量方法,在工程变形监测中广泛使用。可利用全站仪边角测量法进行基准点(网)的施测;使用全站仪小角法、极坐标法、前方交会法和自由设站法进行监测点的水平位移观测;全站仪自动跟踪测量(也称机器人自动监测系统)近年来发展迅速,已被越来越多地用来进行边坡动态变形监测,但是往往会由于通视条件等受到制约。

7.2.7 随着全站仪的普及,传统单纯的测角网、测边网已被边角同测网取代。尽管卫星导航定位测量(GNSS)技术非常成熟,但

全站仪边角测量在边坡变形监测中仍具有一定的应用价值。

7.2.12 全站仪自动跟踪测量原理与交会法、极坐标法类似。前者使用一台全站仪,后者使用两台或多台全站仪同步测量,借助软件系统可测定监测点坐标并进行数据处理分析等。

7.2.14 露天煤矿边坡地表垂直位移监测基准网:

基准网各等级之间是独立的,没有上一级控制下一级的关系。往返测高差较差或环线闭合差的限差,按每站高差中误差的 $2\sqrt{n}$ 倍计算。检测已测高差较差的限差,按每站高差中误差的 $2\sqrt{2}\sqrt{n}$ 倍计算,其中 n 为站数。

7.2.19 卫星导航定位测量(GNSS)法作业模式可分为静态测量和动态测量两种。当边坡处于Ⅰ、Ⅱ级监测阶段,其变形发展缓慢可用静态测量模式;而当边坡处于Ⅲ级监测阶段,边坡体处于不稳定或滑动状态,可采用动态测量模式进行实时监测。

II 地表裂缝监测

7.2.24 露天煤矿边坡地表裂缝监测的主要任务是观测裂缝的相对变形,即裂缝的张合变化和上下左右的错动。

7.2.25 露天煤矿边坡地表裂缝监测过程,特别是初期监测,应该以人工监测为主,仪器监测为辅。往往当裂缝发展变化到一定程度时,方可需要实施仪器监测。因此,地表裂缝监测工作应该与边坡巡视监测工作紧密结合起来进行,并可将裂缝监测纳入到边坡巡视的一部分。

地表裂缝的出现往往会与边坡失稳有着密不可分的联系,一定要重视此项工作,认真对待。因此,对地表裂缝的监测管理提出了具体细致的要求。

7.2.26 地表裂缝监测一般在裂缝的两侧埋设标志桩,标志桩顶安装精密的测量标志,直接测量两标志间的距离(缝小时,用游标卡尺丈量,缝大时,可用钢尺或测量仪器量测)即可得出裂缝张合的变化;用水准量测两标志间的高差,可得出裂缝两侧上下错动的变化情况;用经纬仪或全站仪测量裂缝两侧标志的坐标位置,即可

得出裂缝左右的变化情况。

7.2.27 对地表裂缝监测提供的资料提出具体要求。

Ⅲ 地表隆起变形监测

7.2.28 组成露天煤矿采场边坡的煤系地层多为粉细砂岩与黏土岩,属于强度较低的软岩;露天煤矿外排土场基底也多由第四纪土层构成;因此,露天煤矿采场边坡及外排土场边坡失稳初期,其边坡坡脚往往会伴随着地表隆起的发生。地表隆起监测的主要任务是观测隆起的相对变形,即隆起的宽度变化和上下拱起的变化。

7.2.29 露天煤矿采场边坡与排土场边坡坡脚出现地表隆起的初期,往往不明显,一般是在边坡巡视工作过程中发现的,所以应结合边坡巡视对地表隆起开展监测工作。

地表隆起的出现往会是边坡失稳的前兆,一定要重视地表隆起变形的监测,特别是隆起变化的变化与发展规律。因此,对地表隆起变形的监测管理提出了具体细致的要求。

7.2.30 地表隆起变形监测一般在隆起两侧的相对稳定部位与隆起轴部的特征点部位埋设标志桩,桩顶安装精密的测量标志,用人工方法以及经纬仪或全站仪测量隆起两侧及隆起轴部埋设标志的坐标位置与高程,即可得出隆起的变化情况。

7.2.31 对地表隆起监测提供的资料提出具体要求。

7.3 地下变形监测

7.3.1 地下位移监测有水平、垂直、大地位移之分。

水平位移监测的最理想设备是移动式加速度计倾斜仪,目前国内外均有产品,采用在钢轨或无缝钢管上贴电阻应变片的方法,即应变式传感器对于浅层滑坡的边坡地下位移监测较为理想,而且还能用于防治工程的监测。

垂直位移监测是以非接触式检层的沉降仪较为理想。宜钻孔使用,采用倾斜仪和沉降仪对钻孔地层进行全方位的位移监测,但当滑体位移较大时(指沿弱层平移),上述仪器不能移动,测试将

中断。

大地位移测量可以采用钻孔伸长计、固设式倾斜仪等来进行,是Ⅱ级监测阶段后期的主要监测方法。

7.3.2 位移计等监测技术是在不稳定边坡确定之后,或边坡出现张裂缝或地鼓等迹象时才采用。采用位移计等监测技术观测滑体位移,一般是在Ⅱ级监测阶段进行。必要时采用的遥测方式是指当工作人员较难进入滑坡地段,或者因测试工作量太大,或者是在Ⅲ级监测阶段需要连续监测的场所或时期。

7.3.4 地下位移监测深度的确定,首先是对被监测边坡的滑动失稳情况进行系统分析,对可能产生滑动失稳的边坡的滑动模式、预计滑动层(面)深度等做出预判;并进一步判定组成滑床基底岩土软硬程度,滑床基底岩土强度较大时,可选择进入滑动层(面)以下不小于5m的较小值做为监测深度,滑床基底岩土强度较小时,宜选择进入滑动层(面)以下接近于10m的较大值作为监测深度。

8 应 力 监 测

8.1 一 般 规 定

8.1.1 露天煤矿边坡工程应力监测,主要包括土压力、地应力、支撑结构内力以及锚杆(索)应力应变的监测;本章规定的几项监测内容并不是要求必须监测,而是要根据边坡工程的监测工作等级以及实际需要加以选择。

8.2 土压力监测

8.2.3 由于土压力计的结构形式和埋设部位不同,埋设方法很多,例如挂布法、顶入法、弹入法、插入法、钻孔法等。特别是在需要测试土压力的挡土墙后侧埋设土压力计时,要保证土压力计的埋设质量,并保持土压力计的承压面与土的应力方向垂直。同时,本条对土压力传感器的标定要求作出规定。

8.3 地应力监测

8.3.2 地应力是地层(地壳)中,在人类活动之前就已存在的某种应力状态,也称为原始应力。岩体中地应力是由于岩体自重,温度应力,岩体中的水压力、气压力,还有重要的地质构造应力及其影响因素所致。岩质边坡地应力监测方法可采用直接测量法或间接测量法。

1 直接测量法是由测量仪器直接测量和记录岩体的各种应力,如补偿应力、恢复应力、平衡应力等;并由这些应力和原岩体应力的相互关系,通过计算获得原岩体应力值。在计算过程中并不涉及不同物理量的换算,不需要知道岩石的物理力学性质和应力应变关系。扁千斤顶法、水压致裂法以及声发射法等均属于直接

测量法,其中:水压致裂法在目前的应用最为广泛,声发射法次之。

(1)扁千斤顶法(应力恢复法)具有以下优点:

1)能直接测得岩石应力,直观性强,岩石弹性常数不参与计算,避免了由此产生的误差;

2)压力枕尺寸要比应力解除的岩芯大得多,符合岩体综合性受力条件,避免了应力应变关系受测试地点、地质条件的影响,测试也适合于裂隙发育的岩体;

3)可获得部分应力解除和应力恢复全过程的实测数据,有利于对测试资料的正确判断;

4)在已知主应力方向时,就能测定。此法能简单迅速地测定主应力大小。

(2)水压致裂法:是利用可膨胀的橡胶封隔器(总长 3.4m,钻孔承压段长 1m~2m)在已知深度处封隔一段钻孔后,通过水泵注水对封隔段钻孔施压,同时记录水压力随时间的变化,不断升高水压力(钻孔内压力),当岩石出现开裂时记录下压力值,再换算成试验段的地应力及岩石抗拉强度。

(3)声发射法:声波测试技术主要是应用声学原理,采用声电转换技术,依据弹性波理论,利用波速参数,结合波幅、波频、波形等特征,利用弹性波波速来评价岩体的完整性与稳定性。由于声波是地质岩土体的激励响应,因此,该方法被广泛采用。

2 间接测量法不是直接测量应力,而是借助于某些传感元件或某些介质,测量和记录岩体中某些与应力有关的间接物理量的变化,如岩体中的变形或应变,岩体的密度、渗透性、吸水性、电阻的变化,弹性波传播速度的变化等,然后由测得的间接物理量的变化,通过已知的理论或经验公式计算岩体中的应力值。间接测量法主要包括:

(1)应力解除法:进一步划分为全应力解除法(套孔应力解除法)、局部应力解除法(包括:切槽解除法、平行钻孔法与中心钻孔法)等。

(2)应变解除法:进一步划分为松弛应变测量法、孔径变形法、孔底应变法、孔壁应变法、空心包体应变法、实心包体应变法等。

(3)地球物理勘探法:可分为声波观测法与超声波谱法。

其中套孔应力解除法是日前国内外普遍采用的发展较为成熟的方法之一。

8.4 结构内力监测

8.4.2 露天煤矿边坡多为坡率法形成人工边坡。当由于边坡顶部或台阶之上布置生产设备或建(构)筑物因边坡稳定性较差需要进行保护时,往往会采用支挡桩(墙)等结构措施时,可以选择对支挡结构内力进行监测。

8.5 锚杆(索)监测

8.5.1 预应力锚杆(索)的应力变化将会同时受到边坡体变形和内在荷载变化的影响,因此,对边坡锚杆(索)的应力变化进行实时监测,也就是间接地反映了边坡体内应力应变的动态变化。所以,当边坡工程采用锚杆(索)进行支护或通过锚杆(索)应力应变来反映边坡荷载变化时,应对锚杆(索)进行应力应变的实时监测,以便适时掌握边坡的变形情况与稳定状况。

8.5.3 锚杆(索)内力监测,其目的是掌握锚杆(索)内力的变化,可采用特制的锚杆应力计或钢筋应力计进行监测。

9 地下水监测

9.1 一般规定

9.1.1 地下水对露天煤矿采场边坡及排土场边坡工程的稳定起着至关重要的作用,地下水往往是边坡失稳的诱发因素,也是边坡失稳滑动的润滑剂。因此,必须要对边坡影响范围内的地下水进行系列动态监测,以有利保证边坡稳定的安全运行与管理,确保露天煤矿的生产安全,避免和减少人身生命财产的损失。

9.1.2 露天煤矿建设与生产是一个连续的系统工程,从资源找矿勘探、岩土工程勘察、边坡工程勘察、水文地质勘察、工程设计到建设与开采生产,都需要对地下水进行系列动态监测。

9.1.3 目前,我国和世界各国对地下水动态监测的主要项目是水位、水量、水温和水质四项。

但对于边坡工程而言,其稳定性往往受控于软弱层,而这些软弱层又多是饱和弱透水地层,从而使得监测这些软弱层中地下水压变化成为边坡监测工作中重要且有效的手段之一。露天煤矿采场边坡坡面往往会有地下水出露点,也可以间接地反映地下水压的变化情况。因此,当地下水压是影响边坡稳定性的重要因素时,需要对地下水水压加强监测。

9.1.4 地下水动态监测,往往需要投入一定数量的工程钻孔(井)等监测点,为了节约工程与生产成本,做到一孔多用,并能使得各不同阶段的监测孔能够在时间与空间上连续且共享。本条规定可利用已有的资源勘探孔、边坡勘察(监测)孔、疏干降水井、边坡地下水出露点和泉等。

9.1.5 地下水动态监测,监测孔的布置要做到既要达到目的,又要节约投资,因此,监测孔要做到一孔多用,既可节约投入,又有利

于观测资料的统计和系统地对比分析。同一个监测孔可同时具有地下水水位监测、水量监测、水温监测、水质监测等多个功能。地下水动态监测网可根据不同的需要将其中具有相同功能的监测孔划定为同一个类型,如地下水位监测网、地下水量监测网、地下水水温监测网、地下水水质监测网、地下水压监测网等。

9.1.6 大气降水是地下水的主要补给来源,是地下水水文过程线形成的一个重要因素;蒸发作用是潜水排泄的一种方式,是引起浅埋潜水含水层水位昼夜周期变化的主要原因;而当地表水距离边坡较近时,其该地表水一般都会与边坡影响范围内地下水存在着一定的水力联系,所以,在进行地下水动态监测的同时,要求应对边坡附近的地表水一并进行动态监测,以查明二者之间是否存在水力联系。

9.2 地下水位监测

9.2.1 由于地下水对露天煤矿边坡稳定至关重要。地下水位又是直接反映地下水空间流网的真实表现,因此,在露天煤矿边坡工程监测工作中地下水位是非常重要的监测项目,并且地下水位监测相对来说方法简单、易于操作。绝大多数采用钻孔设置地下水位监测管。本条规定了地下水位的监测方法。

9.2.2 直接影响露天煤矿边坡稳定的地下水位往往不是单一的含水层,一般可分为上层滞水、潜水与岩石裂隙水等。各含水层之间的地下水性质不同,特别是岩石裂隙水往往会具有一定的承压性,所以,本条规定,对于不同性质的含水层,应分别进行观测。而各含水层之间又会存在着一定的水力联系,因此,要求按照不同含水层的性质进行有效的隔离,以避免各含水层之间的相互干扰。

9.2.5 露天煤矿边坡工程监测工作中地下水水位监测精度要求相对并不是特别严格,观测读数要求达到毫米级即可,其相对误差要求也较为宽松。

9.3 地下水量监测

9.3.1 地下水对露天煤矿采场边坡及排土场边坡工程的稳定性影响极大,往往是在某些条件具备的前提下,地下水量大小决定了露天煤矿边坡的稳定性,一般是水大大滑、水小小滑、没水不滑。因此,在露天煤矿边坡工程监测工作中,地下水量监测尤为重要。

本条规定了地下水量监测可采用的工作方法。

9.4 地下水温监测

9.4.1 地下水温是否对露天煤矿边坡稳定性构成影响,目前国内研究较少。但可以肯定的是在大多数地区,地下水温不是直接影响露天煤矿边坡稳定的主要因素。但是地下水温的变化也可以间接地反映某些影响边坡稳定的其他因素的变化,例如地质构造等,因此,本规范还是建议对地下水温进行监测。

规范本条对地下水温监测方法做出具体规定。

9.5 地下水水质监测

9.5.2 地下水水质监测项目应按照工作目的不同进行选择,可分为简易分析、全分析、特殊分析和专门分析。对于露天煤矿边坡工程的地下水水质监测,一般选取水质简易分析即可满足工程需要。水质简易分析项目可参见现行国家标准《供水水文地质勘察规范》GB 50027—2001 中第 3.2.7 条规定。

9.5.4 地下水 and 土的腐蚀性对露天煤矿边坡工程的稳定性往往不构成影响。因此,露天煤矿边坡工程监测,一般不对地下水和土的腐蚀性进行评价,但当边坡需要采取工程措施进行支护时,应对地下水和土的腐蚀性做出评价。

9.6 地下水压监测

9.6.1 地下水压监测资料为边坡地下水控制提供依据,用于边坡

稳定性评价和指导地下水控制工程的实施,评价其控制稳定性效果。

9.6.2 建立水压计网络,根据地下水在岩土体中流动所遵循的路线即流线与等势线所形成的流网,以获得岩层内部水压的分布。

9.6.3 在地下水控制工程实施之前设置水压计有利于评价其效果。

9.6.4 水压计种类繁多,如竖管式、气动式、液动式、电气式、遥测式等。选择适宜的水压计最重要的因素是整个装置的时间滞后性,同时也需考虑其坚固性和长期可靠性。竖管式、压阻传感型电器式水压计对露天煤矿较为适宜。

时间滞后是指当水压变化后,系统内的压力达到新的平衡所需的时间,它取决于地层的渗透系数和压力变化而产生的体积变化。

9.6.5 在钻孔内进行水压监测必须满足的技术要求:清水钻进,层面及滑面位置清楚,根据条件选择适宜的封孔方法,保证地下水层严格封闭,确保监测成功。

9.7 边坡渗水监测

9.7.1 由于露天煤矿水文地质条件的复杂性,导致地下水疏干排水的不彻底,从而在露天煤矿边坡之上会出现渗水出露点或形成边坡渗流浸润线。为了更好地监测边坡坡面露头地下渗水情况,有必要对露天煤矿边坡渗水进行监测监测。

9.7.2 边坡渗流浸润线监测包括多种方法,简单可行、监测成本较低的方法可采用水位计或孔隙水压计,本条对水位计、孔隙水压计的使用作出规定。

9.7.3 边坡渗水量监测是露天煤矿地下水监测的一部分,不能遗漏。边坡渗流水量往往呈点状分布,一般不连续,其监测方法可根据现场实际情况加以选择,多采用容积法或量水堰法。

10 其他监测

10.1 一般规定

10.1.1 对露天煤矿边坡工程的其他监测项目作出规定。本规范编制时,将适用于露天煤矿边坡工程监测的变形监测、应力监测、地下水监测等通用项目分门别类独立成章,而将边坡巡视、降水量、气温、爆破振动等特殊监测项目统归为本章。

10.2 边坡巡视监测

10.2.2 露天煤矿边坡工程监测,采用仪器设备进行精准监测是边坡工程监测不可缺少的重要手段,但由于仪器监测往往会受到某些因素的影响,可能会难以覆盖整个需要监测的边(滑)坡面,因此,作为边坡监测工作的重要补充,采用地表人工边坡巡视监测是非常必要的。

边坡巡视监测,主要是巡视人员采用简易的工具对边(滑)坡进行人工巡视检查,其主要方法是人工目视观察为主,简易工具测试为辅,因此,巡视人员的业务水平与现场经验是至关重要的,为此,本条特别对巡视人员的专业要求与业务素质以及人员组成等提出了具体规定。

10.2.3 边坡巡视监测包括日常巡视、年度巡视与特殊巡视。

日常巡视:在建设与开采施工期,对由人工剥离、采掘形成的露天煤矿采场边坡和排弃物料堆积形成的排土场边坡进行定期的经常性巡视,巡视频率正常情况下可每月1次~2次。

年度巡视:由于水对露天煤矿边坡的影响非常大,因此,建议边坡年度巡视重点应安排在每年汛期的中后期,每年可安排2次~3次。

特殊巡视:发生特殊情况下的边坡巡视监测,如出现可能会发生边坡失稳、滑坡、崩塌、泥石流征兆以及遇到地震、洪水等突发性事件时对边坡进行的边坡巡视;巡视频率应根据边坡失稳的发展速度、失稳规模以及危害程度等确定,但每天不得少于1次。

10.2.5 每次边坡巡视监测成果应形成记录,并将原始记录保存归档。本条对边坡巡视记录的内容要求等做出了规定;是否形成边坡巡视监测报告可根据实际情况确定,一般情况下,日常巡视可不形成报告,年度巡视与特殊巡视宜形成报告。

10.3 降水量监测

10.3.2 降水量的人工监测方法,本规范建议采用雨量器进行。雨量器监测相对简单易行,本条对雨量器人工监测做出规定。

10.3.3 降水量自动化监测可选用自记雨量器、遥测雨量器、自动预报雨量器等实现。本条对监测方法、设备以及自动化监测做出详细规定。

10.4 气温监测

10.4.1 对于露天煤矿边坡工程监测来说,气温监测是一个可根据露天煤矿所在地区实际情况进行选择的监测项目。对于地处我国东北、西北以及高寒地带的露天煤矿,寒冷的气温是影响边坡稳定的重要因素之一。因此,当气温对露天煤矿边坡稳定具有影响时,应选择气温监测项目。

10.4.2 本条对气温监测做出具体规定。

气温是指大气的温度,气温记录可以表征一个地方的冷热状况特征,是地面气象观测中所要测定的常规要素之一。

有关规定是在植有草皮的观测场中离地面1.5m高的百叶箱中的温度表上测得的。

气温分为定时气温、日最高气温、日最低气温。气温的单位用

摄氏度(℃)表示。

最高温度表:是专门用来测定一定时间间隔的最高温度的,它的构造是在球部底处置一根玻璃针,直伸到毛细管口,使毛细管口变狭。温度上升时,水银膨胀,压力增大,迫使水银挤过狭管上升。温度下降时,因无足够压力使水银挤过狭管回到球部,水银柱就在狭管处断裂,于是狭管以上这段水银柱的顶端,就保持在过去一段时间内温度表曾感受到的最高温度示度上,因而可测得最高温度。

最低温度表:是专门用来测定一定时间间隔的最低温度的,它用酒精作测温液,在毛细管内放一枚游标,温度上升时,酒精膨胀可越过游标上升,而游标本身由于顶端对管壁有足够的摩擦力,能维持在原处不动。温度下降时,酒精柱收缩到与游标顶端相接触时,由于酒精液面的表面张力比游标对管壁的摩擦力要大,使游标不致突破酒精柱顶而借液面的表面张力带动游标下滑。也就是说,游标只能降低,不能升高。所以,游标离球部较远一端的示度,就是一定时间间隔内曾经出现过的最低温度。

干湿球温度表:即普通的温度表,测温液体为水银,用普通的温度表可以测定任一时刻的气温变化。

10.5 爆破振动监测

10.5.1 《煤矿安全规程》第五百六十八条规定:“在特殊建(构)筑物附近、爆破条件复杂和爆破振动对边坡有影响的地区进行爆破时,必须进行爆破地震效应的监测或试验,以确定被保护物的安全性。”露天煤矿的开采爆破振动是影响采场边坡安全稳定的主要因素之一,故而强调爆破振动监测工作。

10.5.2 《煤矿安全规程》第五百七十条规定:“在重要建(构)筑物和设备附近实施硐室爆破、抛掷大爆破、老空区爆破等特殊爆破时,必须编制设计方案、制定安全措施,涉及本企业以外的建(构)筑物时,必须征得相关单位的同意。”

《煤矿安全规程》第五百七十三条规定:“爆破作业应在白天进

行,雾天和夜间爆破必须采取安全措施。严禁在雷雨天时进行爆破作业”。

《煤矿安全规程》第五百七十一条规定:“在老空区、煤及半煤岩等温度异常的自然发火区进行爆破作业时,必须测试孔内温度。有明火的炮孔或孔内温度在 80℃ 以上的高温炮孔必须采取灭火、降温措施。高温孔经降温处理合格后,应迅速装药起爆。高温孔应采用热敏度低的炸药,或将炸药、雷管作隔热包装。”

露天煤矿开采活动,势必会进行不同条件下的爆破;爆破安全一定要引起各方的重视,尤其是煤矿所具有的特殊性,因此,本条款进一步强调针对露天煤矿的特殊性,编制专项爆破振动监测方案,并制定工程安全措施。

10.5.3 爆破质点振动的速度与加速度是影响边坡稳定的重要因素,应进行监测;同时也可根据监测结果,分析开采爆破对边坡稳定性的影响,为露天煤矿正确实施爆破控制,调整爆破参数、优化爆破设计方案提供必要的依据。

《煤矿安全规程》第五百六十八条(二)规定爆破地震安全距离应按下式计算:

$$R=(k/v)^{1/a} \cdot Q^m$$

式中: R ——爆破地震安全距离(m);

Q ——药量(齐发爆破取总量,延期爆破取最大一段量)(kg);

v ——安全质点振动速度(cm/s);

m ——药量指数,取 $m=1/3$;

k 、 a ——与爆破地点地形、地质条件有关的系数和衰减指数,见表 10.5.3。

表 10.5.3 爆区不同岩性的 k 、 a 参考值

岩 性	k	a
坚硬岩石	50~150	1.3~1.5
中硬岩石	150~250	1.5~1.8
软岩石	250~350	1.8~2.0

10.5.4 爆破振动监测传感器的安装对监测精度的影响很大,若传感器与被监测边坡体之间连接不牢固或虚连,传感器必然不能真实地反映爆破质点振动的速度、加速度以及分布规律,会直接影响到振动波的传递效果。因此,本条重点强调了爆破振动监测传感器的安装规定。

11 自动化监测

11.1 一般规定

11.1.1 本条规定了露天煤矿边坡工程自动化监测系统的设计原则与对监测仪器设备的宏观要求。

11.1.2 考虑到自动化监测的成本相对较高,对有些露天煤矿边坡工程自动化监测可以有条件的采用。

11.1.3 自动化监测设备出现故障或因某些因素引起的测量精度等问题往往不可避免,因此需制定完善的管理制度,规范对监测系统及监测设备的日常维护,以有利于自动化监测设施的可靠运行。

11.2 系统设计

11.2.1 自动化监测系统根据现阶段的产品,可由远程自动化监测系统(因现阶段边坡监测技术多样化,本规范将现场的监测设施统一规划到远程自动化监测系统中)、传输系统、监测中心系统三大部分组成。远程自动化监测系统可包括监测传感器,摄像机,自动化监测站(可分为采集功能和采集/处理功能两类,即采集站和管理站),自动化监测站房,线缆,电源及防雷接地装置等;传输系统可包括有线或无线的收发装置,传输线缆等;监测中心系统可包括监测数据分析、处理、显示、存储的软件和硬件设施,如计算机、存储硬盘系统、显示器或大屏幕、专用软件、电源及防雷接地装置等。

11.2.4 采用视频监测会更加直观,但往往会对适用条件更加苛刻,本条规定了视频监测的设计原则。

11.2.5、11.2.6 远程自动化监测系统可包含一个或多个自动化监测站。自动化监测站可划分为户外式和户内式。户外式多为自

自动化监测采集站,包含监测数据采集仪器,电源及防雷接地系统等;户内式多为自动化监测管理站,包含站房及站房内的监测数据采集/处理仪器、计算机、电源及防雷接地系统等。一般现场应用户外式自动化监测采集站居多。

11.2.9 自动化监测系统的数据传输主要包括有线通信、无线通信、混合通信传输等方式。在条件允许的情况下,传输方式的选择应优先选用有线通信的方式,有线通信比较稳定,故障容易判断,比较好实施。对于有线通信方式条件不具备、不经济或难以实现的情况下,可考虑采用无线传输的方式。边坡监测项目一般都处于野外,现阶段采用无线传输的方式居多。无线传输系统的功率频率等应符合国家无线电管理委员会的有关规定。

11.3 系统供配电、防雷及接地

11.3.1 两回交流电源供电会更加有利提高监测中心设施供电的可靠性,配置不间断电源(UPS)使监测中心计算机管理设备的供电不致立即中断,同时保证了电源故障时设备的安全及安全停机。

11.3.2 监测仪器设备采用的电源为直流电源,电网交流供电和太阳能供电时,免维护蓄电池组的设置必不可少,同时设置蓄电池组也能够保证外部电源断电时,会保证重要监测设备持续工作。蓄电池容量应根据当地气候特点,监测点的重要性、外部电源重新送电的时间等综合考虑。

一般采用太阳能电源单独负责一个远程监测站供电已有很多实例,太阳能电源与其他电源的配合,能够提高供电容量及可靠性,并可适当降低蓄电池的容量。太阳能电源系统设计可按照现行国家标准《通信用太阳能电源系统》GB/T 26264--2010 等相关标准的有关规定执行。

露天煤矿电源电压波动较大,采用电源稳压装置能够更好地保护监测仪器设备。

12 信息反馈与预警预报

12.1 一般规定

12.1.1、12.1.2 随着露天煤矿开采生产的不断推进,边坡工程的变形等会随之发生变化,因此,规定各方应及时反馈监测信息,及时分析、研究、总结,以采场边坡与排土场边坡的稳定性做出预警预报。

12.2 信息反馈

12.2.1、12.2.2 露天煤矿边坡工程监测,其目的是为安全生产与边坡工程的安全维护与管理提供信息反馈,因此,规定应及时将监测信息反馈设计单位与生产单位,为露天煤矿的安全生产与边坡维护提供决策依据。

12.3 预警预报

12.3.1 露天煤矿边坡工程监测预警预报,按时间划分为:

(1)中长期预报,指1年以上的危险性的预报。包括滑坡、崩塌与泥石流地质灾害区划和易发区的圈定;

(2)短期预报,指在1年到几天内将要发生的危险性的预报;

(3)临灾预报,指在几天到几十分钟内将要发生的危险性的预报。

12.3.3 露天煤矿边坡工程目前还难以做到准确的安全预警预报,各矿山多根据边坡体及影响范围内的地表水平位移与竖向位移、地下位移、地表裂缝和坡脚隆起的发展趋势等综合确定。

各矿山应根据各自的实际条件积累经验,总结各自适用的预报预警数值,以便在实际生产中加以采用。在本规范编制过程中,我们也收集了部分露天煤矿边坡失稳的预警数值,仅供参考。

(1)露天采场边坡:

1)开采层同侧各边坡位移监测点平均同向(或近同向)水平位移量超过 10mm/d 或平均下沉量超过 10mm/d 时;

2)采场边坡周边原始地面平均下沉量超过 $3 \times 10^{-3} H$ (H ——边坡高度)时;

3)露天开采边坡周边原始地面局部下沉速度超过 10mm/d 时;

4)露天开采边坡周边原始地面最大总水平位移(即累积水平位移)超过 $6 \times 10^{-3} H$ 时;

5)露天开采边坡周边原始地面不均匀下沉量达到或超过 $1.2 \times 10^{-3} H$ 时;

6)岩基边坡最大裂缝宽度超过 $7 \times 10^{-4} H$ 时;

7)露天采场边坡周边原始地面裂缝宽度超过 50mm 时;

8)工作帮边坡瞬间位移速度达到或超过 5mm/h 时。

(2)排土场边坡:

1)排土场边坡位移速度超过 $25\text{cm/d} \sim 50\text{cm/d}$ 时;

2)露天排土场边坡坡顶地面裂缝宽度超过 50mm ;

3)露天排土场边坡坡脚地面出现与坡脚线近于平行的隆起,并且发展变化较快。

12.3.4 露天煤矿边坡工程的失稳,会直接危及有关人员的生命与国家财产的安全,同时也会影响到露天煤矿的正常生产,造成不应有的损失。露天煤矿边坡工程在发生失稳之前,往往会或多或少地出现事故预兆。因此就要求在边坡工程监测过程中,必须要认真仔细地搞好每一项监测工作,特别是要重视对于由于种种特殊原因致使边坡工程出现失稳或接近失稳的异常现象与变化,及时进行预报预警,以确保人民生命与国家财产的安全,做到安全生产。所以规范本条规定对此应及时做出相应的预警反应,并应增加监测频率与及时调整监测方案。因此,本条规定为强制性条文,必须严格执行。

13 监测资料的整理与分析

13.1 一般规定

13.1.2 现场监测记录是边坡监测最主要的原始资料、基础性资料。是监测工作中控制的关键点,特别是保证监测记录的真实性、完整性是后期分析研究结果正确与否的根本。因此,本条对监测记录做出了如此规定,并强调了有关责任人应逐级签署,其目的是为一旦出现安全事故理清责任。

13.2 资料整理

13.2.1 如本规范第 13.1.2 条规定,现场监测资料极为重要,同时根据 ISO 9001 质量管理体系要求,边坡工程监测记录应及时整理、分析,若发现异常,要进行进一步复核,否则不能进入下一阶段的工作。所以,本条对露天煤矿边坡工程监测现场所取得资料的整理提出具体要求。

13.2.3 露天煤矿边坡工程监测基础性资料是整个监测工作的基础,并且基础性资料一般在没有特殊情况下往往是不会发生变化的,因此,在监测工作开始时一定要将基础性资料搞准搞好,否则会直接影响到其后的监测精度。本条规定了露天煤矿边坡工程监测基础性资料整理所包括的工作内容。

13.2.4 露天煤矿边坡工程监测日常性资料整理所包括的工作内容。

13.2.5 露天煤矿边坡工程监测阶段性资料整理所包括的工作内容。

13.3 资料分析

13.3.1 本条对露天煤矿边坡工程监测资料初步分析、系统分析

做出规定。

13.3.2 本条确定露天煤矿边坡工程监测资料分析的方法。

13.3.3 本条确定露天煤矿边坡工程监测资料分析的内容。

13.3.4 露天煤矿边坡工程的维护与管理非常重要,它直接关系到露天煤矿的安全生产与经济效益,是露天煤矿开采生产中极为重要的工作之一。因此,边坡工程监测资料的分析研究是一项主要而常态的工作,应根据监测结果实时进行分析研究,并结合采矿生产、边坡的维护与管理对边坡的稳定性做出进一步的判断,预判边坡的变化与发展,对边坡的稳定与维护管理提出合理化的建议。

14 监测报告编制

14.1 一般规定

14.1.1 露天煤矿边坡工程监测工作应遵循一定的工作程序进行,监测工作主要是根据影响边坡稳定的一系列因素的变化由浅入深、由粗到细、分阶段逐步进行。在不同的监测阶段或者是由于监测目的要求不同,所实施的监测工作内容与监测深度等存在一定的差别,因此,各监测报告的编制内容与要求也不尽相同,所以规定要根据不同监测阶段与监测目的要求分别提出相应的监测报告。

14.1.2 露天煤矿边坡工程监测是为保障采矿生产安全进行的。涉及影响边坡工程安全的因素都应该加以监测,特别是对边坡工程稳定性影响敏感的应力、变形、地下水位等因素是需要长期监测的项目,而有些监测项目如爆破振动、原始地应力等则不需要长期监测。因此,当露天煤矿边坡处于正常工作状态时,可根据不同时段提出监测报告,例如:月报、季报、年报等;当露天煤矿边坡处于短期预报与临灾预报状态时,应增加监测频率,视边坡稳定发展趋势随时提出险情预警监测报告;当需要针对某监测项目进行监测时,可针对该监测项目提出专项监测报告。

14.1.3 露天煤矿边坡工程监测报告,是露天煤矿开采生产、边坡工程维护与管理日常的基础性资料,同时也是属于永久性保存的资料,因此,应同时提供纸质版与电子版的文档。本条对电子文档的格式做出了明确的统一规定,以便于文件资料的共享。

14.2 监测报告的编制内容

14.2.1 本条对露天煤矿边坡工程监测报告的具体编制内容组成

作出规定。监测报告一般要求是图文并茂,特别是露天煤矿边坡工程监测报告则更为复杂、内容要求更加丰富,文字、图表与影像部分,三者都非常重要,特别是影像资料会更加直观地反映边坡变形的情况,并且具有动感效果。

14.2.2 露天煤矿边坡工程监测报告文字说明部分具体内容要求。

1 在叙述监测工作完成的概况时,应对监测工作的有关方面加以详细描述,主要包括:工作区域的交通、地理位置、监测工作量布置与实际完成情况、监测工作质量、测试方法、工作时间与参加人员情况等;

2 边坡工程监测,应视监测工程的具体问题和监测区域的工程地质条件而异。不同工程在同一监测阶段,由于工程地质条件不同,其工作内容与任务要求也不尽相同;因此在边坡工程监测报告中,必须阐明监测工作目的、任务要求与作为监测依据的有关标准;

7 工程地质条件是制约露天煤矿边坡稳定性的关键因素之一,因此,必须对监测区域的工程地质条件有针对性地加以说明。特别是各岩组的工程性质、赋存条件、构造特征及影响边坡稳定的软弱结构层(面)的产状、性质和分布规律以及可能影响边坡稳定的不良地质作用和其他因素等;

8 水文地质条件也是制约露天煤矿边坡稳定性的关键因素之一,因此,必须对监测区域的水文地质条件有针对性地加以说明。特别是地下水的赋存条件、地下水动力条件以及开采过程中地下水的疏干降水等;

10 对各相应的监测内容在监测报告中应进行详细论述,并将相应的监测结果进行罗列;

13 下阶段工作建议。露天煤矿边坡工程监测主要是为开采生产、边坡工程的安全与维护服务的,因此,应针对影响露天煤矿边坡稳定的各种因素,尤其是间接因素的监测结果;进一步分析边

坡的稳定发展趋势,提出改善边坡稳定性的建议与改善边坡稳定性的措施,以及所应采取的监测手段等。

14.2.3 露天煤矿边坡工程监测报告附图、附表可包括本规范该条文中所规定的图表,但不局限于这些要求,可根据工程实际情况加以调整,特别是当存在特殊类型的问题,应补充专门监测的特殊图表。

14.2.4 对露天煤矿边坡工程监测报告影像资料部分提出具体要求。影像资料会更加真实、直观、动态地反映边坡工程的变形,往往是变形监测图表的进一步补充,同时也会起到图表所不能替代的作用。