

ICS

点击此处添加中国标准文献分类号

DZ

中华人民共和国国土资源行业标准

DZ/T XXXXX—XXXX

矿山地质环境监测技术规程

Technical regulations for mining geo-environment monitoring

(征求意见稿)

2013 – XX – XX 发布

2013 – XX – XX 实施

中华人民共和国国土资源部 发布

目 次

前言 IV

引言 V

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 总则 3

 4.1 矿山地质环境监测工作部署原则 3

 4.2 矿山地质环境监测工作流程 3

 4.3 矿山地质环境监测起止时间 4

5 前期准备 4

 5.1 资料收集 4

 5.2 矿山地质环境问题详细调查 5

6 监测对象及监测要素 5

 6.1 监测对象 5

 6.2 监测要素 6

7 监测级别及监测精度 8

 7.1 监测级别 8

 7.2 监测精度 9

8 监测网布设 10

 8.1 总体要求 10

 8.2 采空塌陷监测 11

 8.3 崩塌滑坡地裂缝监测 11

 8.4 不稳定边坡监测 11

 8.5 含水层破坏监测 12

 8.6 地下水污染监测 12

 8.7 土壤污染监测 13

 8.8 地形地貌景观破坏监测 13

9 主要监测方法 13

 9.1 选取原则 13

 9.2 方法与仪器 13

10 监测数据记录及预处理 15

 10.1 监测数据记录 15

 10.2 监测数据处理 15

11 资料存储评价分析与成果编制	16
11.1 资料存储	16
11.2 现状评价	16
11.3 预测分析	16
11.4 成果报告编制	16
附录 A（规范性附录） 矿山地质环境基本情况表	18
附录 B（规范性附录） 矿山地质环境调查表	20
附录 C（规范性附录） 矿山开采影响对象重要程度分级表	31
附录 D（规范性附录） 矿山地质环境监测点登记表	32
附录 E（规范性附录） 矿山地质环境监测设计书编写提纲	34
附录 F（规范性附录） 监测点类型符号表	36
附录 G（规范性附录） 地形变监测点标志要求	37
附录 H（资料性附录） 矿山地质环境监测主要方法	38
附录 I（规范性附录） 矿山地质环境监测数据记录表	43
附录 J（规范性附录） 矿山地质环境监测成果报告提纲	48

前 言

本规程由 11 部分构成：范围、规范性引用文件、术语和定义、总则、前期准备、监测对象及监测要素、监测级别及监测精度、监测网布设、监测方法、监测数据记录及预处理、资料存储及评价分析与成果编制。

本规程包括10个附录，其中附录A、附录B、附录C、附录D、附录E、附录F、附录G、附录I、附录J为规范性附录，附录H为资料性附录。

本规程按照GB/T1.1—2009给出的规则起草。

本规程为首次发布。

本规程由国土资源部地质环境司提出，由全国国土资源标准化技术委员会归口。

本规程起草单位：中国地质环境监测院。

本规程主要起草人：孙伟、张进德、郝春明、王议、田磊、张志鹏、任鹰、张德强、白光宇、何培雍。

引 言

矿山地质环境监测工作涉及的工作环节和工作内容较多，除了地质学知识外，涉及到大量与测量学和仪器使用有关的专业知识。由于目前我国还没有专门性的技术规范，造成矿山地质环境监测监测网布设、监测方法采纳、监测精度控制、监测成果表达等均无明确要求和规定，无法监督监测结果的科学性、准确性。因此，迫切需要编制《矿山地质环境监测技术规程》。

为了规范、指导各级矿山地质环境监测机构，科学、合理地开展矿山地质环境监测、评价及预测工作，特制定本规程。

编制本规程的主要依据是：《中华人民共和国矿产资源法》、《中华人民共和国土地管理法》、《中华人民共和国环境保护法》、《地质灾害防治条例》、《矿山地质环境保护规定》。

矿山地质环境监测技术规程

1 范围

本规程规定了矿山地质环境监测工作程序、监测对象及监测要素、监测级别及监测精度、监测网布设、监测方法、数据记录及预处理、监测数据存储、分析，以及监测成果编制等要求。

本规程适用于在建、生产、闭坑矿山的地质环境的监测、评价及预测。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 12897	国家一、二等水准测量规范
GB/T 12898	国家三、四等水准测量规范
GB/T 14848	地下水质量标准
GB 15618	土壤环境质量标准
GB/T 18314	全球定位系统（GPS）测量规范
DZ/T 0133	地下水动态监测规程
DZ/T 0151	区域地质调查中遥感技术规定(1:50000)
DZ/T 0154	地面沉降水准测量规范
DZ/T 0221	崩塌、滑坡、泥石流监测规范
DZ/T 223	矿山地质环境保护与治理恢复方案编制规范
HJ/T 91	地表水和污水监测技术规范
HJ/T 166	土壤环境监测技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

矿山地质环境监测 mining geo-environment monitoring

布设专门性的监测网（点），定期观测矿山基础建设、开采，以及闭坑以后的地质环境和各类矿山地质环境问题在时间上、空间上的变化情况。

3.2

采空塌陷 mining subsidence area

矿产资源开采在地下留下空洞或空腔后，在自然重力、人为及降雨等诱发因素的作用下，其地表岩、土体失稳陷落的过程或现象。

3.3

不稳定边坡 unstable slope

在自然重力、人为及降雨等诱发因素的作用下，矿山基础建设和开采矿产资源开采形成的，且易发生失稳变形或破坏的临空土体或岩体。

3.4

含水层破坏 aquifer breakage

矿产资源开采造成地下水含水层位置、厚度、孔隙率等发生物理变化，致使含水层的渗透系数、导水系数、水位传导系数、压力传导系数、给水度、释水系数、越流系数等水文地质参数改变的过程或现象。

3.5

地形地貌景观破坏 landforms and landscape devastation

矿产资源开采改变了矿区山体地势高低和形态特征，造成山体剥离、岩石裸露、植被损毁的过程或现象。

3.6

地下水污染 ground water pollution

矿产资源开采、选冶产生的有害、有毒物质进入地下水，引起地下水化学成分、物理性质和生物学特性发生改变而使质量下降的现象。

3.7

土壤污染 soil pollution

矿产资源开采、选冶产生的有害、有毒物质进入土壤，引起土壤的组成、结构和功能发生变化，微生物活动受到抑制。有害物质或其分解产物在土壤中积累到一定程度，超过土壤本身的自净能力，导致土壤性状和质量变化，达到危害人体健康的程度，构成对农作物和人体的影响和危害的现象。

3.8

地下水环境 groundwater environment

地下水环境是地下水及其赋存空间环境在内外动力地质作用和人为活动作用影响下所形成的状态及其变化的总称。地下水环境是地质环境的重要组成部分，由地下水位、地下水质、地下水量、地下水流速、地下水温度等要素反映其状况。

3.9

土壤环境 soil environment

地球环境由岩石圈、水圈、土壤圈、生物圈和大气圈构成，土壤位于该系统的中心，既是各圈层相互作用的产物，又是各圈层物质循环与能量交换的枢纽。受自然和人为作用，内在或外显的土壤状况称之为土壤环境。

3.10

基准点 datum point

建在稳定的岩层或原土层上的经确认固定不动的高程点，是地形变测量工作的基准和依据。

3.11

工作基点 working control point

用来联测基准点和形变监测点的相对稳定的高程点。

3.12

形变监测点 deformation monitoring point

建在能够反映被监测体位移及变形特征位置上的点。

4 总则

4.1 矿山地质环境监测工作部署原则

4.1.1 掌握全局，科学布网。全面了解矿区地质环境背景条件和采选工艺，科学合理布设地质环境监测网点。重点监控矿山地质环境问题集中分布，且危害严重，动态明显的区域。

4.1.2 注重实用，鼓励创新。满足监测精度要求的前提下，建议选用经济、实用的监测方法和手段。在经济、技术条件允许的条件下，鼓励采用先进的数据采集和传输设备，提高监测精度和效率。

4.1.3 分级监测，确保精度。根据矿山建设规模、开采方式，以及矿业活动影响对象的重要程度，确定矿山地质环境监测级别，实行分级别监测。再根据监测级别规定监测点密度、监测频率、监测方法、监测数据采集传输方式，确保监测精度。

4.1.4 过程规范，明确结论。矿山地质环境监测的网点布设，监测的内容与方法确定，监测数据采集与记录，矿山地质环境预测评价，监测报告编写等需要按照统一要求进行。保证监测数据准确，监测成果具有权威性和可比性，并有利于统计和查询。

4.2 矿山地质环境监测工作流程

4.2.1 首先要求收集监测矿区的基础资料，掌握矿区地质环境背景条件和矿山基本信息等资料。

4.2.2 在分析、汇总相关资料的基础上，部署开展矿山地质环境详细调查。

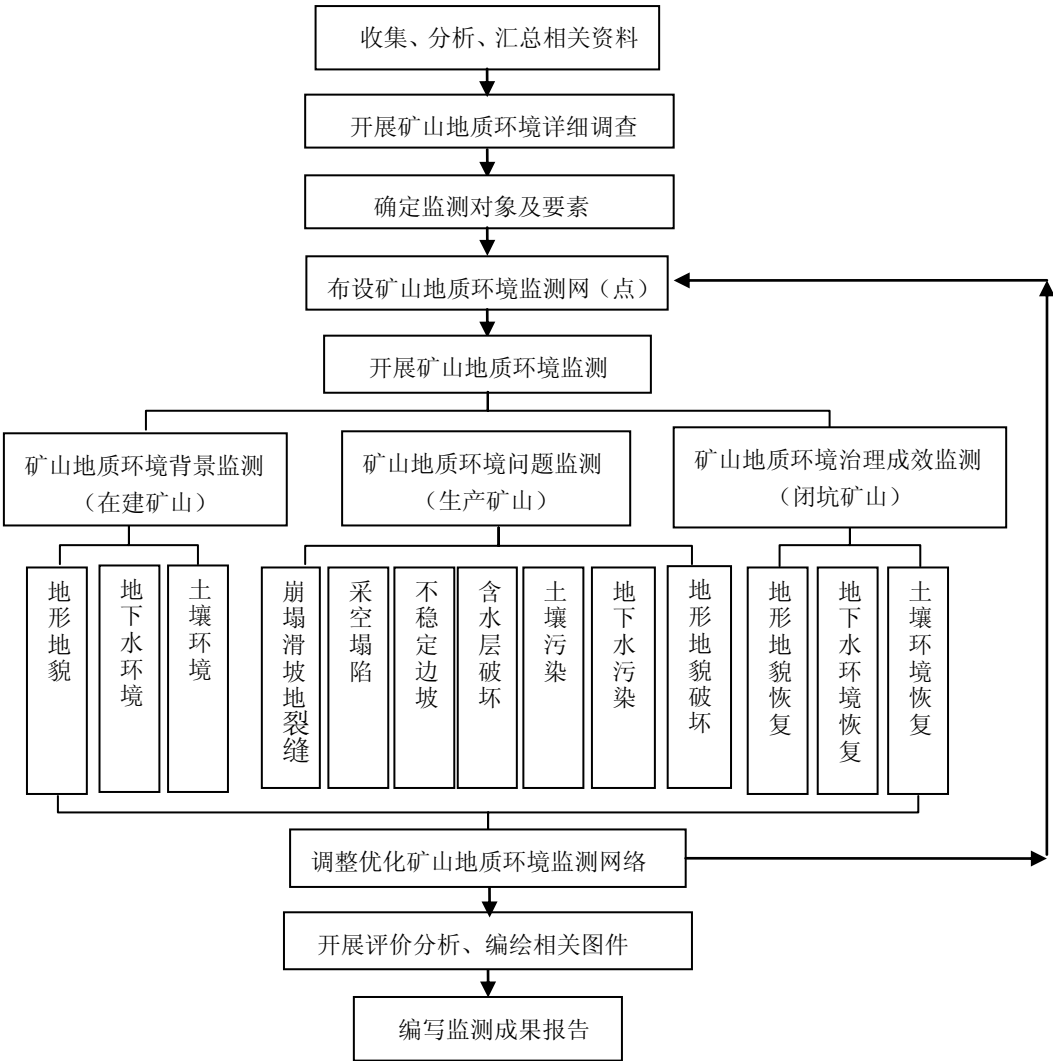
4.2.3 根据掌握资料和调查结果，确定矿山地质环境监测对象及监测要素，划分监测级别，规定监测精度。

4.2.4 编写监测工作设计，明确监测网（点）类型、密度、位置、监测手段、监测频率、实物工作量等。

4.2.5 按照审查批复的监测工作设计，布设采空塌陷、崩塌滑坡地裂缝、不稳定边坡、含水层破坏、地下水污染、土壤污染、地形地貌景观破坏监测网（点）。

4.2.6 根据监测要素，选取适合的监测方法，埋设监测标石，安装监测仪器。

- 4.2.7 按照设计的监测频率，定期采集监测数据。做好监测数据的记录、传输、存储。
- 4.2.8 监测工作进行中，应及时发现监测网布设、监测仪器运行、监测数据采集等环节存在的问题，做好监测网调整优化和监测仪器维护。
- 4.2.9 及时进行监测数据分析、汇总，编制成果报告。矿山地质环境监测要求按照如下工作流程进行：



工作流程图

4.3 矿山地质环境监测起止时间

在建和生产矿山地质环境监测开始于矿山地质环境保护与治理恢复方案审查确认后，矿山地质环境监测终止于矿山闭坑申请获准，政策性关闭和责任人灭失矿山地质环境监测终止时间为监测区内各类矿山地质环境问题动态变化趋于稳定，且地下水和土壤环境恢复达到设计要求一年以上。

5 前期准备

5.1 资料收集

5.1.1 全面收集矿山地质环境背景条件和开采引发的各类地质环境问题等有关方面资料。

5.1.2 矿区地质环境背景收集内容包括：水文气象、地形地貌、地层岩性、地质构造和水文地质、工程地质、环境地质条件等。收集的图件应包括：矿区地形地貌图、矿床水文地质图、水文地质剖面图、污染源分布图、井上下对照图等。

5.1.3 收集矿山基本情况、开采工作面管理和地质环境问题等填写附录 A。

5.2 矿山地质环境问题详细调查

5.2.1 矿山地质环境问题调查依据有关地质环境调查技术规范。

5.2.2 矿山地质环境问题调查路线的布置及调查点的密度，应满足查明矿山地质环境问题分布特征和布设地质环境监测网络的要求，调查精度应高于 1:10000 比例尺。

5.2.3 在实地调查工作中，结合地形地貌条件和地物特征，采用 GPS、水准测量等方法定位，采用录影、拍照等方式记录影像资料，要求现场记录，必要时绘制调查对象的平面和剖面素描图。

5.2.4 调查时要求准确记录，完整填写调查表格，保留影像资料。调查结束时，要求及时编写调查报告及编绘附图。

5.2.5 矿山地质环境详细调查内容填写附录 B。

6 监测对象及监测要素

6.1 监测对象

6.1.1 矿山地质环境监测对象确定依据于矿产资源成矿特征、赋存条件，取决于开采矿种、生产阶段、开采方式。

6.1.2 矿山在建阶段侧重监测矿山地质环境背景条件，开采生产阶段侧重监测矿山地质环境问题，矿山闭坑之后侧重监测矿山地质环境恢复治理成效，见表 1。

表1 矿山地质环境监测对象一览表

生产阶段	监测侧重方向	开采方式	开采矿种		
			煤炭	金属	非金属
在建	矿山地质环境背景		地形地貌 地下水环境	地形地貌 地下水环境 土壤环境	地形地貌 地下水环境
	矿山地质环境问题	露天开采	地形地貌破坏 崩塌滑坡地裂缝 不稳定边坡 含水层破坏	地形地貌破坏 含水层破坏 崩塌滑坡地裂缝 不稳定边坡 地下水污染 土壤污染	地形地貌破坏 崩塌滑坡地裂缝 不稳定边坡 含水层破坏 地下水污染 土壤污染
		井下开采	采空塌陷 含水层破坏	含水层破坏 地下水污染 采空塌陷	含水层破坏 采空塌陷 地下水污染
		混合开采	地形地貌破坏 采空塌陷 崩塌滑坡地裂缝 不稳定边坡 含水层破坏	地形地貌破坏 崩塌滑坡地裂缝 不稳定边坡 采空塌陷 含水层破坏 地下水污染 土壤污染	地形地貌破坏 采空塌陷 崩塌滑坡地裂缝 不稳定边坡 含水层破坏 地下水污染 土壤污染
闭坑	矿山地质环境治理成效		地下水环境恢复	地下水环境恢复 土壤环境恢复	地下水环境恢复 土壤环境恢复

6.2 监测要素

6.2.1 矿山地质环境监测要素决定于矿山地质环境监测对象的类型、发育特征、变化特点等。

6.2.2 矿山地质环境监测要素分必测要素和选测要素两类，必测要素是体现监测对象基本特征，选测要素则是体现监测对象的精细化特征，详见表 2。

表2 矿山地质环境监测要素一览表

监测对象	监测要素	
采空塌陷	必测要素	地表形变
		地下形变
		岩土体含水率
		降雨量
	选测要素	孔隙水压力
		土压力
		地下水位
		地声
崩塌 滑坡 地裂缝	必测要素	地表形变
		地下形变
		岩土体含水率
		降雨量
		地下水位
		孔隙水压力
	选测要素	土压力
		地声
不稳定边坡	必测要素	地表形变
		地下形变
		地下水位
		降雨量
	选测要素	地声
		岩土体含水率
		孔隙水压力
		土压力
含水层破坏	必测要素	地应力
		含水层位
		含水层厚度
		含水层孔隙率
		地下水量
		地下水位
	选测要素	地下水水质
		地下水温度
		地下水流速

监测对象	监测要素	
地下水污染	必测要素	地下水质
		地下水位
		地下水量
		地下水流速
	选测要素	地下水温度
土壤污染	必测要素	土壤理化指标
		无机污染物
		有机污染物
	选测要素	土壤溶液
		污染扩散速度
地形地貌破坏	必测要素	植被损毁面积
		岩土剥离体积
	选测要素	地表风化层厚度
		降雨量

7 监测级别及监测精度

7.1 监测级别

7.1.1 矿山地质环境监测级别应根据威胁对象重要程度、矿山建设规模、矿山开采方式等综合确定，监测级别分为三级，见表 3。

7.1.2 威胁对象重要程度根据集中居民区人口、重要交通干线等级、水利水电设施规模、国家及省保护区级别、重要供水水源地类型、耕地林地面积等综合确定，分为重要区、较重要区和一般区，见附录 C。

表3 矿山地质环境监测级别划分表

生产阶段	矿业活动影响对象重要程度	矿山开采方式	矿山建设规模		
			大型	中型	小型
在建	重要		一级	二级	三级
	较重要		二级	三级	三级
	一般		三级	三级	三级
生产	重要	混合	一级	一级	一级
		露天	一级	一级	二级
		井下	一级	一级	二级
	较重要	混合	一级	一级	二级
		露天	一级	二级	二级
		井下	二级	二级	三级
	一般	混合	一级	二级	二级
		露天	二级	二级	三级
		井下	二级	三级	三级
闭坑	重要		二级	二级	三级
	较重要		二级	三级	三级
	一般		三级	三级	三级

7.2 监测精度

7.2.1 矿山地质环境监测精度决定于监测级别。

7.2.2 矿山地质环境监测精度受监测点密度、监测频率、测量误差、数据采集传输自动化率等指标控制，见表4。

表4 矿山地质环境监测精度控制一览表

监测 级别	监测 对象	监测点 密度	监测 频率	数据采集传 输自动化率	测量 误差
一级	采空塌陷	4-6 个/100m ²	24 次/年	30%	平面误差<1mm 高程误差<3mm
	不稳定边坡	4-6 个/体	24 次/年	30%	平面误差<1mm 高程误差<3mm
	崩塌滑坡地裂缝	8-10 个/体	24 次/年	30%	平面误差<1mm 高程误差<3mm
	含水层破坏	6-8 个/km ²	3 次/月	50%	不大于±1cm/10m
	地下水污染	4-6 个/km ²	3 次/年		
	土壤污染	4-6 个/km ²	3 次/年		
	地形地貌景观破坏		3 期影像/年		
二级	采空塌陷	2-4 个/100m ²	12 次/年	10%	平面误差<5mm 高程误差<10mm
	不稳定边坡	2-4 个/体	12 次/年	10%	平面误差<5mm 高程误差<10mm
	崩塌滑坡地裂缝	6-8 个/体	12 次/年	20%	平面误差<5mm 高程误差<10mm
	含水层破坏	3-6 个/km ²	2 次/月	30%	不大于±3cm/10m
	地下水污染	2-4 个/km ²	2 次/年		
	土壤污染	2-4 个/km ²	2 次/年		
	地形地貌景观破坏		2 期影像/年		
三级	采空塌陷	1-2 个/100m ²	6 次/年		平面误差<5cm 高程误差<10mm
	不稳定边坡	1-2 个/体	6 次/年		平面误差<5mm 高程误差<10mm
	崩塌滑坡地裂缝	3-6 个/体	6 次/年	10%	平面误差<5mm 高程误差<10mm
	含水层破坏	1-3 个/km ²	1 次/月	10%	不大于±5cm/10m
	地下水污染	1-2 个/km ²	1 次/年		
	土壤污染	1-2 个/km ²	1 次/年		
	地形地貌景观破坏		1 期影像/年		

8 监测网布设

8.1 总体要求

8.1.1 全面掌握监测区基础资料。布设矿山地质环境监测网之前必须进行资料收集和调查工作，并要求了解掌握矿区的交通、通讯、供电、气象和大地测量基准点等情况。

8.1.2 明确监控范围。矿山地质环境监测网覆盖矿产资源勘探、开采证确定的矿区范围，以及矿产资源勘探、开采、矿山基本建设影响的区域。重点监控范围包括露天采场、地下采空区、尾矿和废渣堆放场、排土场、洗选矿废水排放口，以及所影响的区域。

8.1.3 了解监测网类型。矿山地质环境监测网包括采空塌陷监测网、崩塌滑坡地裂缝监测网、不稳定边坡监测网、含水层破坏监测网、地下水污染监测网、土壤污染监测网、地形地貌景观破坏监测网。

8.1.4 矿山地质环境监测网由监测点组成。监测点包括基准点、工作基点、地表位移测量点、地下位移测量点、岩土体含水率监测点、地下水位（水温）监测点、地下水水质监测点、地下水量监测点、土压力监测点、地应力监测点、孔隙水压力监测点、降雨量监测点、地脉动监测点、土壤污染监测点、地形地貌景观破坏监测点等。矿山地质环境监测点确定后，及时建立档案，见附录 D。

8.1.5 地形变监测点布设要满足国家水准测量要求。要求首先布设基准点，之后再布设工作基点。基准点和工作基点应按国家二等水准测量精度要求布设、施测，一级监测应按国家三等水准测量精度要求布设、施测，二级、三级监测应按国家四等水准测量精度要求布设、施测。

8.1.6 布设之前，应编制矿山地质环境监测工作设计。矿山地质环境监测工作设计提纲参见附录 E，工作设计应附矿山地质环境监测工作布置图，应标明监测点种类、分布位置、监测手段、监测频率等，监测点类型符号见附录 F。

8.1.7 及时优化调整监测网。矿山开采现状和矿山主要地质环境问题有较大变动时，应优化和调整矿山地质环境监测网点，确保矿山地质环境监测数据采集准确、及时。动态不明显的监测点应降低监测频率，或及时更换，动态显著的监测区域应适当提高监测密度，或者提高监测频率。

8.1.8 监测点要求设立标志，标注“国家矿山地质环境监测设施”字样。地形变监测点应埋设固定的监测标石，具体要求参见附录 G。其他监测点应设立易辨识、不易损毁的标识。

8.2 采空塌陷监测

8.2.1 根据矿井上下对照图和地表塌陷情况，确定采空塌陷监测网分布范围。重点监测地表形变、地下形变、岩土体含水率、降雨量等要素，选择性监测孔隙水压力、土压力、地下水位、地声等要素。

8.2.2 采空塌陷面积小于 100m^2 ，宜采用十字型布设监测线；采空塌陷面积大于 100m^2 ，小于 1000m^2 ，呈长方形展布的，宜采用丰字型布设监测线；采空塌陷面积大于 1000m^2 ，呈方形或圆形展布的，宜采用井字型或田字型布设监测线。监测线长度应大于采动影响范围，至少一端进入稳定的岩土体中。

8.2.3 生产矿山重点监测初始塌陷（从地表塌陷出现至活跃期开始的塌陷值）和累计塌陷（从活跃期开始至活跃期结束的塌陷值）。纵向监测线应延采掘进深方向布设，主纵向监测线要布设在纵向塌陷最大部位或者是推断最大部位，纵向监测线间距宜 $10\text{—}20\text{m}$ ，横行监测线间距宜 $5\text{—}15\text{m}$ 。闭坑矿山重点监测残余塌陷（从活跃期结束至衰退期的塌陷值）。纵向监测线应延地表塌陷坑展布方向布设，间距宜 $20\text{—}40\text{m}$ 。横行监测线间距宜 $10\text{—}20\text{m}$ 。

8.2.4 在采空塌陷周边的拉张裂隙带加密布设地表形变、地下形变、岩土体含水率监测点，在采空塌陷的塌陷量最大的区域加密布设孔隙水压力、土压力、地下水位监测点。

8.3 崩塌滑坡地裂缝监测

8.3.1 根据崩塌、滑坡、地裂缝的地质特征以及其范围、形状、地形地貌类型、水文地质条件、通视条件合理布设监测网。重点监测地表形变、地下形变、岩土体含水率、降雨量、地下水位、孔隙水压力等要素，选择性监测土压力、地声等要素。

8.3.2 监测线应穿过崩塌、滑坡、地裂缝的不同变形地段或块体，要兼顾群体性和次生复活特征，以及外围的小型或次生复活的崩塌、滑坡、地裂缝。测线两端应进入稳定的岩土体中。

8.3.3 纵向监测线应与崩塌、滑坡主滑塌方向或开裂方向相一致，横向监测线一般与纵向监测线相垂直。有两个或两个以上主变形方向时，应布设相应的纵向监测线。当崩塌、滑坡呈旋转变形时，纵向监测线可呈扇形或放射状布设。

8.3.4 监测点可布设在监测线上或监测线两侧 2m 的范围内，以绝对位移监测点为主，在沿监测线的裂隙、滑带、软弱带上布设相对位移监测点，并利用钻孔、平洞、竖井等勘探工程布设滑坡体与滑床接触带、地裂缝深开裂带等部位的深部位移监测点。

8.3.5 在滑坡体的鼓张裂隙带、拉张裂隙带、剪切裂隙带，以及在崩塌体顶部拉张裂隙带，地裂缝中部最大拉张部位、两端延展部位等加密布设地表形变和地下形变监测点。在滑坡体底部的阻滑带加密布设地下水位、孔隙水压力监测点。

8.4 不稳定边坡监测

8.4.1 根据不稳定边坡体组成岩土特征、工程地质条件以及其范围、形状、地形地貌类型、通视条件合理布设监测网。重点监测地表形变、地下形变、地下水位、降雨量等要素，选择性监测地声、岩土体含水率、孔隙水压力、土压力、地应力等要素。

8.4.2 变形测线应穿过不稳定边坡的不同变形地段或块体，测线两端应进入稳定的岩土体中。

8.4.3 纵向监测线应沿不稳定边坡垂向展布，由中部向两侧对称布设。横向监测线一般与纵向监测线相垂直，也是由中部向上下方向对称布设。

8.4.4 监测点布设在监测线上，以绝对位移监测点为主，并利用钻孔、平洞、竖井等勘探工程布设深部不同地层接触带或软弱地层等部位的深部位移监测点。

8.4.5 在不稳定边坡的坡面鼓胀带、坡顶拉张带等部位加密布设地表形变、地下形变监测点，在坡底阻滑带加密布设地下水位监测点。

8.5 含水层破坏监测

8.5.1 在采空塌陷区、地下水疏干漏斗区，结合水文地质资料，合理布设含水层破坏监测网。重点监测含水层层位、厚度、孔隙率、地下水位、地下水量、地下水水质等要素，选择性监测地下水温、地下水流速等要素。

8.5.2 通过布设水文地质钻孔、浅井和采取岩心样等手段，监测地下水含水层层位、厚度、孔隙率的变化情况。通过布设地下水位、水量、水温、流速监测井，监测保障生态环境的地下潜水、开采目的层

及疏干层的水位、水量、水温、流速变化特征。通过采取地下水样品或现场测试，监测地下水质变化情况。

8.5.3 水文地质钻孔、浅井和地下水位、水量、水温、流速监测井应沿着地下水流向和垂直地下水流向布置，监测线间距应 300—1000m。在地下水位下降漏斗（疏干）区按十字形或放射状布设穿过中心的监测线，降漏斗（疏干）的边缘和中心区域应加密布设监测点。

8.5.4 地下水位、水量、水温、流速监测井可专门开凿，也可选用非开采井，但必须具有地层岩性和井管结构资料，并能保证进行常年连续监测。监测井（孔），应远离地表水体，必须修筑井台，防止地表水体倒灌。监测井（孔）深度应不小于 10m，监测目的层与其他含水层（组）之间止水良好。修建保护装置，避免监测井（孔）和监测仪器、设备遭受破坏，并应及时清淤。

8.6 地下水污染监测

8.6.1 地下水质监测网主要布设在矿山尾矿库、废矿渣堆放地和废水废液的排放口的地下水汇水区域，以及采空区老窑水储集区域。重点监测地下水质、水位、水量、流速等要素，选择性监测地下水温等要素。

8.6.2 监测点布设以查明地下水污染质产生、运移、吸附、扩散为目的，在地下水渗透性较好，污染物按条带状扩散的区域，按照平行或垂直地下水补给、径流方向布设地下水质监测线，监测线间距应 500—2500m；在地下水渗透性较差，污染物呈点状扩散的区域，以污染源为中心，按照放射线状布设。

8.6.3 监测井选用常年使用的矿区居民生活饮用水源井、农业灌溉水源井以及市政公共用水水源井。监测井必须具有地层岩性和井管结构资料，井管应由坚固、耐腐蚀、对地下水质无污染的材料制成。

8.6.4 地下水质监测井必须修筑井台，防止地表水体倒灌。必须安装井盖，防止井口污染物进入地下水。

8.6.5 在污染源判断困难的区域，或者污染质迁移较复杂的区域，可按照 5—10%增加监测点数量。

8.7 土壤污染监测

8.7.1 土壤污染监测网主要布设在矿区固体废弃物、尾矿库、露天采场等堆占、破坏和污染的地区，以及洗选矿污水污染到的地区。重点监测土壤理化指标、无机污染物、有机污染物等要素，选择性监测土壤溶液、污染扩散速度等要素。

8.7.2 根据污染质扩散特征，采样点沿平面和垂向布设。平面采样点选在被采土壤类型特征明显的地方，地形相对平坦、稳定、植被良好的地点，坡脚、洼地等具有从属景观特征的地点不设采样点。剖面采样点以剖面发育完整、层次较清楚、无侵入体为准。采样点离铁路、公路至少 300m 以上。

8.7.3 应布设平面采样点和剖面采样点，采样点间距 500—2500m。平面采样点采集深度 0—20cm。剖面采样点应采集 A 层（腐殖质淋溶层）、B 层（沉积层）、C 层（母质层）样品。

8.7.4 要求采集混合样，布点方法依据监测区面积。面积较小的监测区采用对角线布点法和梅花形布点法，面积中等的监测区采用棋盘式布点法，面积较大的监测区采用蛇形布点法。

8.8 地形地貌景观破坏监测

8.8.1 地形地貌景观破坏监测网主要布设在露天采场和采矿造成的地面塌陷、地裂缝、崩塌、滑坡和废渣堆、排土场等分布区域。重点监测植被损毁面积、岩土剥离体积等要素，选择性监测地表风化层厚度、降雨量等要素。

8.8.2 重点监控自然保护区、风景名胜区、生态环境脆弱区、主要交通干线和重要水系的可视范围内的矿山地形地貌景观破坏情况。

8.8.3 地形地貌景观监测以卫星遥感影像监测为主，摄像、摄影、人工测量方法并用。

9 主要监测方法

9.1 选取原则

9.1.1 本着科学、高效的原则选取矿山地质环境监测方法，并伴随着科技进步和对矿山地质环境认识水平的提高，不断优化监测方法和手段。

9.1.2 根据矿山地质环境监测要素的动态特征，有针对性地选取监测方法和监测仪器及数据源。既要保证监测精度，又要保障监测时效性。

9.2 方法与仪器

9.2.1 矿山地质环境监测方法按测量方式分为接触式与非接触式，按数据采集方式分为手动与自动，按测量指标分为测量高程、位置、距离、应力、应变、压力、地声、含水率、容量、流速，记录影像，分析物质含量等，。

9.2.2 根据矿山地质环境监测要素推荐的测量方法，选用的监测仪器及遥感数据类型见表 5。矿山地质环境监测主要方法的数据采集特点、应用主要事项、仪器选配要求等，参见附录 H。

表5 矿山地质环境监测方法及仪器一览表

监测要素	监测方法	监测仪器及遥感数据类型
地表形变	水准测量法	水准仪、全站仪
	GPS定位法	GPS定位系统
	遥感影像监测法	全色及多光谱捆绑数据，空间分辨率2.5m或优于2.5m，立体像对
	激光扫描法	三维激光扫描仪
	测距法	土体沉降仪、激光测距仪、钢尺
	测缝法	裂缝计、卡尺
	干涉雷达法	高分辨率的InSAR数据
	应变测量法	光纤应变计、埋入式振弦应变计
地下形变	钻孔测斜法	自动钻孔测斜仪、手动钻孔测斜仪、多点位移计
	瞬变电磁法	电磁仪
	高密度电法	电法仪
	地震法	地震仪
	探地雷达法	探地雷达
岩土体含水率	现场测试法	岩土含水率测定仪
	采样送检测试法	岩土体含水率分析仪、电烤箱、称重仪、燃烧皿
降雨量	降雨量测量法	虹吸式、翻斗式、新型数字式
土压力	土压力测量法	土压力计
地声	地脉动测量法	地脉动监测仪
孔隙水压力	振弦测量法	振弦式渗压计
	光纤测量法	光纤渗压计
地下水位	手动监测法	测绳、测钟、万用表
	自动监测法	自动监测仪、自动监测及自动传输仪
地应力	地应力测量法	应力计
地下水量	容积法	水箱、水塔
	堰测法	三角堰、梯形堰、矩形堰
	流速仪法	流速仪
监测要素	监测方法	监测仪器及遥感数据类型
地下水温度	手动测量法	水温计
	自动测量法	自动地下水温监测仪
地下水水质	现场测试法	便携式水质测定仪
	采样送检测试法	采样器、添加药品、水样容器

监测要素	监测方法	监测仪器及遥感数据类型
地下水流速	示踪法	同位素示踪剂
	电解法	电解质
	充电法	电法仪
土地压占规模	水准测量	水准仪、全站仪
	GPS定位法	GPS定位系统
	遥感影像监测法	全色及多光谱捆绑数据，空间分辨率2.5m或优于2.5m，立体像对
	激光扫描法	三维激光扫描仪
	摄影、录像法	照相机、录像机
土壤理化指标、 有机污染、无机 污染	采样送检测试法	采样器、样品袋
植被损毁面积	GPS定位法	GPS定位系统
	遥感影像监测法	全色及多光谱捆绑数据，空间分辨率2.5m或优于2.5m
	摄影、摄像法	照相机、录像机
岩土剥离体积	水准测量	水准仪、全站仪
	GPS定位法	GPS定位系统
	激光扫描法	三维激光扫描仪
	摄影、摄像法	照相机、录像机

10 监测数据记录及预处理

10.1 监测数据记录

10.1.1 一切原始监测值和记录事项均要在现场直接记录于电子手簿或人工记录手簿。

10.1.2 人工手簿中任何原始记录均不许任意涂改。角度测量记录的度，几何水准测量 1/10m 以上的读数和说明性文字有误时，应以单线划去，在其上方写出正确的数字与文字，并注明原因。作废的监测数据应以单线划去，并说明原因及重测数据记录于何处。重测记录需加注“重测”二字，并注明原作废数据记录于何处。

10.1.3 电子手簿中所有原始记录在首次录入确定后不能擅自修改，如检查确定存在错误数据只能标注显示错误，并注明错误原因。重测数据另建档录入，应标注原始记录存档位置。

10.1.4 矿山地质环境监测数据记录内容见附录 I。

10.2 监测数据处理

10.2.1 监测数据采集后，应对监测数据进行预处理，减小粗大误差、系统误差、随机误差和其它原因造成的监测数据失真对分析、评价结果的影响。

10.2.2 由于计数或记录错误、操作不当、突然冲击振动等产生个别的粗大误差,采用统计的方法判别,确定后应予以剔除。

10.2.3 系统误差中的恒值系统误差采用标准量代替法或抵消法消除,线性系统误差采用标准量代替法、平均斜率法或最小二乘法消除。

10.2.4 随机误差应确定其分布参数,主要是均值和均方值(标准误差),并设法减小标准误差。减少标准误差的方法包括平均值法、排队剔除法和数字滤波法。

11 资料存储评价分析与成果编制

11.1 资料存储

11.1.1 各类原始资料应及时分类整理、编目、存档。在原始纸介质资料保存的同时,要求建立矿山地质环境监测数据库,进行电子文档资料存储。

11.1.2 矿山地质环境监测数据库包括属性数据库和空间数据库。具有查询检索、综合统计、计算分析、图表自动生成等功能,数据信息能够动态更新、时时保存、设定条件检索。

11.1.3 数据库主要包括:矿山地质环境背景数据、监测点基础数据、动态监测数据、分析数据和研究结论数据等。

11.2 现状评价

11.2.1 在取得一年以上监测数据的基础上,按照相关技术标准,对矿山地质环境现状进行评价。以判断矿产资源开发活动对地质环境影响程度为目的,对矿区内各类矿山地质环境问题的规模和危害程度进行评判。可以做单项评价,也以做综合评价。

11.2.2 矿区水环境评价依据《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)和《地下水环境质量标准》(GB-T14848-93),土壤环境评价依据《土壤环境质量标准》(GB15618-1995)。评价方法可采用单项指数法、综合指数法、超标倍数法、对比分析法等。

11.2.3 矿区地质灾害危险性、危害性评价采用演变(成因)历史分析法、工程地质类比法、数学模型法等。

11.2.4 矿山地质环境综合评价采用层次分析法、综合指数法、信息叠加法等。

11.2.5 矿山地质环境现状评价成果要求包括:表格、图件、文字说明、影像佐证资料等。

11.3 预测分析

11.3.1 根据监测成果,结合矿山地质环境背景条件、企业规模、开采阶段、采矿方式和矿山开采计划,对监测区域的地下水环境、土壤环境、各类矿山地质环境问题的变化趋势做预判,为进行矿山地质环境保护与恢复治理提供依据。

11.3.2 预测方法可采用定性分析法(层次分析—专家打分法)、时间序列分析法(移动平均法、指数平滑法、趋势外推法)、因果关系法(线性回归分析法)。

11.3.3 预测结果分为恶化趋势明显、恶化趋势减缓、变化趋势平稳、呈现好转趋势、好转趋势明显。

11.3.4 矿山地质环境预测成果要求包括:表格、图件、文字说明、影像佐证资料等。

11.4 成果报告编制

11.4.1 提交的成果报告包括月报、季报、半年报和年报等。

11.4.2 成果报告应简明扼要、突出重点、反映规律、结论明确，文字报告提纲参见附录 J。

11.4.3 成果图件包括：矿山地质环境现状图、矿山地质环境监测动态曲线图（按监测对象单独成图）、矿山地质环境评价图（按监测对象单独成图）、矿山地质环境发展趋势分析图（按监测对象单独成图）、矿山地质环境保护区划图等。

附 录 A
(规范性附录)
矿山地质环境基本情况表

基本 情 况	统一编号			企业名称				
	通讯地址					采矿许可证号		
	电话			传真			法人代表	
	地理坐标	东经; 北纬:				邮编		
	企业规模	大型 <input type="checkbox"/> 中型 <input type="checkbox"/> 小型 <input type="checkbox"/>	设计生 产能力		矿山 面积		从业 人数	≥2000 <input type="checkbox"/> 300—2000 <input type="checkbox"/> <300 <input type="checkbox"/>
	所有制类型	国有 <input type="checkbox"/> 合资 <input type="checkbox"/> 股份 <input type="checkbox"/> 私有 <input type="checkbox"/>	实际生 产能力		建矿 时间	—1949 <input type="checkbox"/> 1950—1990 <input type="checkbox"/> 1991—2006 <input type="checkbox"/> 2007— <input type="checkbox"/>	服务 年限	
	开采矿种	能源 <input type="checkbox"/> 金属 <input type="checkbox"/> 非金属 <input type="checkbox"/>	选矿 方式	浮选 <input type="checkbox"/> 磁选 <input type="checkbox"/> 重选 <input type="checkbox"/> 电选 <input type="checkbox"/> 焙烧 <input type="checkbox"/> 湿法 <input type="checkbox"/> 混汞 <input type="checkbox"/> 氧化 <input type="checkbox"/> 其他 <input type="checkbox"/>	生产 现状	在建 <input type="checkbox"/> 生产 <input type="checkbox"/> 闭坑 <input type="checkbox"/> 停产 <input type="checkbox"/>	开采 深度	
开 采 工 作 面	开采方式	露天 <input type="checkbox"/> 井工 <input type="checkbox"/> 混合 <input type="checkbox"/>	露天 开采 深度		底平面 周界		边坡 结构	
	边坡角		井下巷道 布设		顶板 埋深		顶板 厚度	
	顶板管理		开采 厚度		采掘 速度		回采 时间	
地 质 环 境 问 题 现 状	种 类	矿山地质灾害	地面塌陷 <input type="checkbox"/> 地裂缝 <input type="checkbox"/> 崩塌 <input type="checkbox"/> 滑坡 <input type="checkbox"/> 其它:					
		资源损毁	土地资源破坏 <input type="checkbox"/> 植被资源破坏 <input type="checkbox"/> 地形地貌景观破坏 <input type="checkbox"/> 其它:					
		环境污染	地表水资源污染 <input type="checkbox"/> 地下水资源污染 <input type="checkbox"/> 土壤污染 <input type="checkbox"/> 其它:					
	威胁对象	居民 <input type="checkbox"/> 企业 <input type="checkbox"/> 公路 <input type="checkbox"/> 铁路 <input type="checkbox"/> 航运 <input type="checkbox"/> 生态环境 <input type="checkbox"/> 地下水环境 <input type="checkbox"/> 土壤环境 <input type="checkbox"/> 视觉景观 <input type="checkbox"/> 其他:						
	威胁对象 所处方位	东 <input type="checkbox"/> 南 <input type="checkbox"/> 西 <input type="checkbox"/> 北 <input type="checkbox"/> 东南 <input type="checkbox"/> 西北 <input type="checkbox"/> 北东 <input type="checkbox"/> 西南 <input type="checkbox"/>			与威胁对 象的距离	<500m <input type="checkbox"/> 500-2000 <input type="checkbox"/> 2000-5000m <input type="checkbox"/> >5000m <input type="checkbox"/>		
	危害程度	严重 <input type="checkbox"/> 较严重 <input type="checkbox"/> 中等 <input type="checkbox"/> 轻微 <input type="checkbox"/>						
	治理对象	地面塌陷 <input type="checkbox"/> 地裂缝 <input type="checkbox"/> 崩塌 <input type="checkbox"/> 滑坡 <input type="checkbox"/> 含水层破坏 <input type="checkbox"/> 地下水污染 <input type="checkbox"/> 土壤污染 <input type="checkbox"/> 地形地貌景观破坏 <input type="checkbox"/> 其他:						
	治理率	未治理 <input type="checkbox"/> <25% <input type="checkbox"/> 25—50% <input type="checkbox"/> 50—75% <input type="checkbox"/> 75—100% <input type="checkbox"/>						
	资金来源	国家财政 <input type="checkbox"/>		地方财政 <input type="checkbox"/>		企业自筹 <input type="checkbox"/>		社会融资 <input type="checkbox"/>
治理经费								

附 录 B
(规范性附录)
矿山地质环境调查表

表 B.1~ B.9, 给出了矿山崩塌、滑坡、地裂缝、不稳定边坡、采空塌陷、含水层破坏、地下水污染、土壤污染、地形地貌景观破坏调查记录表。

表B.1 矿山崩塌调查表

编号				位置			
地理坐标		东经:		北纬:			
发生时间				塌落体积 (m³)			
伤亡人数 (人)				经济损失 (万元)			
地貌形态		高山□ 中低山□ 山间盆地□ 丘陵□ 台地□ 高原□ 平原□ 河谷阶地□					
附近建筑设施		采掘工作面□ 公路□ 铁路□ 航道□ 输电干线□ 水源地□ 厂区建筑□ 居民建筑□					
威胁对象		作业工人□ 厂区人员□ 居民□ 交通运输□ 输电□ 供水□					
顶部是否有裂隙		有□ 无□		诱发原因		露天开采□ 基础建设□ 坡脚开挖□	
裂隙规模 (m)		长度: 宽度: 深度:		稳定程度		稳定□ 基本稳定□ 不稳定□	
崩塌临空面规模				崩塌边坡特征			
最大长度 (m)		最大宽度 (m)	最大高度 (m)	坡面最大倾角 (°)	坡面形态	坡面物质组成	
治理措施				治理成效			
照片编号				录像编号			
平面位置图				崩塌体剖面图			

填表单位: 填表人: 审核人: 填表日期: 年 月 日

表B.2 矿山滑坡调查表

编号				位置			
地理坐标		东经：		北纬：			
发生时间				堆积体积（m³）			
伤亡人数（人）				经济损失（万元）			
破坏土地类型		山地□ 林地□ 耕地□ 荒地□		破坏土地面积（hm²）			
地貌形态		高山□ 中低山□ 山间盆地□ 丘陵□ 台地□ 高原□ 平原□ 河谷阶地□					
附近建筑设施		采掘工作面□ 公路□ 铁路□ 航道□ 输电干线□ 水源地□ 厂区建筑□ 居民建筑□					
威胁对象		作业工人□ 厂区人员□ 居民□ 交通运输□ 输电□ 供水□					
顶部是否有裂隙		有□ 无□		诱发原因		松散堆积□ 坡脚开挖□ 降雨□	
裂隙规模（m）		长度： 宽度： 深度：		稳定程度		稳定□ 基本稳定□ 不稳定□	
滑动速度		蠕动□ 慢速□ 中速□ 高速□		滑舌形态		外凸□ 平直□ 内凹□ 不规则□	
堆积体特征				滑动带特征		滑床特征	
组成物质	最大长度（m）	最大宽度（m）	最大厚度（m）	滑动带岩性	滑动带厚度（m）	滑床岩性	滑床倾角
治理措施				治理成效			
照片编号				录像编号			
平面位置图				滑坡体剖面图			

填表单位： 填表人： 审核人： 填表日期： 年 月 日

表B.3 矿山地裂缝调查表

编号				位置			
地理坐标		东经：		北纬：			
发生时间							
伤亡人数（人）				经济损失（万元）			
地貌形态		高山 <input type="checkbox"/> 中低山 <input type="checkbox"/> 山间盆地 <input type="checkbox"/> 丘陵 <input type="checkbox"/> 台地 <input type="checkbox"/> 高原 <input type="checkbox"/> 平原 <input type="checkbox"/> 河谷阶地 <input type="checkbox"/>					
附近建筑设施		采掘工作面 <input type="checkbox"/> 公路 <input type="checkbox"/> 铁路 <input type="checkbox"/> 航道 <input type="checkbox"/> 输电干线 <input type="checkbox"/> 水源地 <input type="checkbox"/> 厂区建筑 <input type="checkbox"/> 居民建筑 <input type="checkbox"/>					
威胁对象		作业工人 <input type="checkbox"/> 厂区人员 <input type="checkbox"/> 居民 <input type="checkbox"/> 交通运输 <input type="checkbox"/> 输电 <input type="checkbox"/> 供水 <input type="checkbox"/>					
发育特征		单体 <input type="checkbox"/> 群发 <input type="checkbox"/>		诱发原因		露天开采 <input type="checkbox"/> 采空塌陷 <input type="checkbox"/> 基础建设 <input type="checkbox"/>	
单体规模		长度： 宽度： 深度：		稳定程度		稳定 <input type="checkbox"/> 基本稳定 <input type="checkbox"/> 不稳定 <input type="checkbox"/>	
群发规模							
密度 (条/m ²)	排列方式	总体走向	缝间最大距离 (m)	缝间最小距离 (m)	最大长度 (m)	最大宽度 (m)	最大深度 (m)
治理措施				治理成效			
照片编号				录像编号			
平面位置图				地裂缝剖面图			

填表单位： 填表人： 审核人： 填表日期： 年 月 日

表B.4 矿山不稳定边坡调查表

编号					位置				
地理坐标		东经：			北纬：				
地貌形态		高山□ 中低山□ 山间盆地□ 丘陵□ 台地□ 高原□ 平原□ 河谷阶地□							
附近建筑设施		采掘工作面□ 公路□ 铁路□ 航道□ 输电干线□ 水源地□ 厂区建筑□ 居民建筑□							
威胁对象		作业工人□ 厂区人员□ 居民□ 交通运输□ 输电□ 供水□							
坡顶是否有裂隙		有□ 无□			裂隙发育特征		单体□ 群发□		
坡顶单体裂隙规模					坡顶群发裂隙规模				
走向	长度 (m)	宽度 (m)	深度 (m)	总体走向	密度 (条/hm ²)	长度 (m)	宽度 (m)	深度 (m)	
不稳定边坡诱发原因					不稳定边坡稳定程度				
露天开采□ 采空塌陷□ 基础建设□					稳定□ 基本稳定□ 不稳定□				
不稳定边坡发育特征		单体□ 群发□			不稳定边坡物质		土质□ 岩质□ 土岩混合□ 废渣□		
单体规模					群发规模				
坡面最大 倾角 (°)	坡面平均 倾角 (°)	长度 (m)	宽度 (m)	高度 (m)	总体走向	数量 (个)	最大长度 (m)	最大宽度 (m)	最大深度 (m)
治理措施					治理成效				
照片编号					录像编号				
平面位置图					不稳定边坡剖面图				

填表单位： 填表人： 审核人： 填表日期： 年 月 日

表B.5 采空塌陷调查表

编号				位置				
地理坐标		东经：		北纬：				
发生时间				塌陷面积（m ² ）				
伤亡人数（人）				经济损失（万元）				
破坏土地类型		山地 <input type="checkbox"/> 林地 <input type="checkbox"/> 耕地 <input type="checkbox"/> 荒地 <input type="checkbox"/>		破坏土地面积（hm ² ）				
地貌形态		高山 <input type="checkbox"/> 中低山 <input type="checkbox"/> 山间盆地 <input type="checkbox"/> 丘陵 <input type="checkbox"/> 台地 <input type="checkbox"/> 高原 <input type="checkbox"/> 平原 <input type="checkbox"/> 河谷阶地 <input type="checkbox"/>						
附近建筑设施		采掘工作面 <input type="checkbox"/> 公路 <input type="checkbox"/> 铁路 <input type="checkbox"/> 航道 <input type="checkbox"/> 输电干线 <input type="checkbox"/> 水源地 <input type="checkbox"/> 厂区建筑 <input type="checkbox"/> 居民建筑 <input type="checkbox"/>						
威胁对象		作业工人 <input type="checkbox"/> 厂区人员 <input type="checkbox"/> 居民 <input type="checkbox"/> 交通运输 <input type="checkbox"/> 输电 <input type="checkbox"/> 供水 <input type="checkbox"/>						
诱发原因		地下采空 <input type="checkbox"/> 疏干排水 <input type="checkbox"/>		稳定程度		稳定 <input type="checkbox"/> 基本稳定 <input type="checkbox"/> 不稳定 <input type="checkbox"/>		
周边是否有裂隙		有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>		裂隙发育特征		单体 <input type="checkbox"/> 群发 <input type="checkbox"/>		
周边单体裂隙规模				周边群发裂隙规模				
走向	长度 (m)	宽度 (m)	深度 (m)	总体 走向	密度 (条/hm ²)	长度 (m)	宽度 (m)	深度 (m)
采空塌陷发育特征		单体 <input type="checkbox"/> 群发 <input type="checkbox"/>		采空塌陷稳定程度		稳定 <input type="checkbox"/> 基本稳定 <input type="checkbox"/> 不稳定 <input type="checkbox"/>		
单体采空塌陷规模								
分布形态			是否 积水	积水深度 (m)	塌陷坑长度 (m)	塌陷坑宽度 (m)	塌陷坑深度 (m)	
圆形 <input type="checkbox"/> 方形 <input type="checkbox"/> 椭圆形 <input type="checkbox"/> 不规则形 <input type="checkbox"/>			有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>					
群发采空塌陷特征								
塌陷坑数量 (个)	排列方式	积水坑数量 (个)	最大积水 深度(m)	最大塌陷坑 长度(m)	最大塌陷坑 宽度(m)	最大塌陷坑 深度(m)		
治理措施				治理成效				
照片编号				录像编号				
平面 位置 图				塌 陷 坑 剖 面 图				

填表单位： 填表人： 审核人： 填表日期： 年 月 日

表B.6 矿山含水层破坏调查表

编号			位置		
地理坐标		东经：		北纬：	
地下水含水层破坏原因		长期疏干排水□		采空塌陷□ 其它：	
地下水类型		松散岩类孔隙水□ 碎屑岩类裂隙孔洞水□ 碳酸盐岩类裂隙溶洞水□ 火山岩裂隙孔洞水□ 基岩裂隙水□			
地下水水力特征		包气带水（上层滞水）□		潜水□ 承压水□	
含水层岩性				含水层原厚度（m）	
含水层顶板埋深（m）				含水层底板埋深（m）	
含水层现厚度（m）				地下水降落漏斗面积（km ² ）	
原地下水位埋深（m）				现地下水位埋深（m）	
原单井涌水量（m ³ /d）				现单井涌水量（m ³ /d）	
原含水层孔隙率				现含水层孔隙率	
治理措施				治理效果	
平面图				水文地质剖面图	

填表单位： 填表人： 审核人： 填表日期： 年 月 日

表B.7 矿山地下水污染调查表

编号		位置	
地理坐标		东经： 北纬：	
地下水污染原因		废水废液渗入 <input type="checkbox"/> 污染地表水补给 <input type="checkbox"/> 其它：	
地下水类型		松散岩类孔隙水 <input type="checkbox"/> 碎屑岩类裂隙孔洞水 <input type="checkbox"/> 碳酸盐岩类裂隙溶洞水 <input type="checkbox"/> 火山岩裂隙孔洞水 <input type="checkbox"/> 基岩裂隙水 <input type="checkbox"/>	
地下水水力特征		包气带水（上层滞水） <input type="checkbox"/> 潜水 <input type="checkbox"/> 承压水 <input type="checkbox"/>	
含水层岩性		含水层原厚度（m）	
含水层顶板埋深（m）		含水层底板埋深	
地下水位埋深（m）		单井涌水量（m³/d）	
地下水利用		人畜饮用 <input type="checkbox"/> 工业生产 <input type="checkbox"/> 农业灌溉 <input type="checkbox"/> 市政用水 <input type="checkbox"/> 生态用水 <input type="checkbox"/>	
污染源		尾矿渣 <input type="checkbox"/> 固体废弃物 <input type="checkbox"/> 矿坑排水 <input type="checkbox"/> 洗矿废水 <input type="checkbox"/> 堆浸液 <input type="checkbox"/> 淋滤液 <input type="checkbox"/> 其他：	
污染面积（ha）		污染组分	
样品编号		采样地点	
地下水出露方式		检测指标	
治理措施		治理效果	
平面图	水文地质剖面图		

填表单位： 填表人： 审核人： 填表日期： 年 月 日

表B.9 矿山地形地貌景观破坏调查表

编号		位置	
地理坐标	东经： 北纬：		
所在区位	重要自然保护区内及周边 □ 重要景观区内及周边 □ 重要交通干线两侧、河流湖泊岸边 □ 居民集中生活区周边 □		
地貌形态	高山□ 中低山□ 山间盆地□ 丘陵□ 台地□ 高原□ 平原□ 河谷阶地□		
山体岩性		风化程度	严重□ 较严重□ 轻微□ 未风化□
风化壳岩性		风化壳厚度（m）	
植物类型	针叶林 □ 阔叶林 □ . 灌丛和萌生矮林 □ 荒漠和旱生灌丛 □ 草原 □ 草甸 □. 草本沼泽 □		
破坏面积（km ² ）		剥离岩土体积（万 m ³ ）	
破坏原因		破坏程度	
威胁对象		潜在危害	
治理措施及效果			
高分 辨率 遥感 影像 图		全 景 照 片	

填表单位： 填表人： 审核人： 填表日期： 年 月 日

附 录 C
(规范性附录)
矿山开采影响对象重要程度分级表

影响对象	重要	较重要	一般
居民区	300 人以上的居民居住区	100-300 人居民居住区	100 人以下居民居住区
交通干线	铁路、高速公路、一级公路	二级公路、三级公路	四级公路
水利水电设施	中型以上水利水电工程	小型水利水电工程	无水利水电工程
自然保护区	国家级自然保护区、地质公园、风景名胜区或重要旅游景区	省级及以下自然保护区、地质公园、风景名胜区或较重要旅游景区	无自然保护区及旅游景区
供水水源地	大型集中式供水水源地	小型集中式供水水源地	分散式供水水源地
耕地林地	面积大于 500 亩	面积 200-500 亩	面积小于 200 亩

附 录 D
(规范性附录)
矿山地质环境监测点登记表

监测点编号		地理坐标	东经： 北纬：	
监测点位置				
所处矿山方位			建点时间	
监测负责人			管理负责人	
监测对象	采空塌陷 <input type="checkbox"/> 不稳定边坡 <input type="checkbox"/> 崩塌滑坡地裂缝 <input type="checkbox"/> 含水层破坏 <input type="checkbox"/> 地下水污染 <input type="checkbox"/> 土壤污染 <input type="checkbox"/> 地形地貌破坏 <input type="checkbox"/>			
监测要素	必测	地表形变 <input type="checkbox"/> 地下形变 <input type="checkbox"/> 岩土体含水率 <input type="checkbox"/> 降雨量 <input type="checkbox"/> 土压力 <input type="checkbox"/> 地应力 <input type="checkbox"/> 地声 <input type="checkbox"/> 孔隙水压力 <input type="checkbox"/> 含水层位 <input type="checkbox"/> 地下水位 <input type="checkbox"/> 含水层厚度 <input type="checkbox"/> 地下水量 <input type="checkbox"/> 含水层孔隙率 <input type="checkbox"/> 地下水温度 <input type="checkbox"/> 地下水水质 <input type="checkbox"/> 地下水流速 <input type="checkbox"/> 土壤理化指标 <input type="checkbox"/> 土壤无机污染 <input type="checkbox"/> 土壤有机污染 <input type="checkbox"/> 植被损毁面积 <input type="checkbox"/> 岩土剥离体积 <input type="checkbox"/>		
	选测	岩土体含水率 <input type="checkbox"/> 土压力 <input type="checkbox"/> 地应力 <input type="checkbox"/> 地声 <input type="checkbox"/> 孔隙水压力 <input type="checkbox"/> 地下水位 <input type="checkbox"/> 地下水温度 <input type="checkbox"/> 地下水流速 <input type="checkbox"/> 土壤溶液 <input type="checkbox"/> 土壤污染扩散速度 <input type="checkbox"/> 地表风化层厚度 <input type="checkbox"/>		
监测方法	人工测量 <input type="checkbox"/> 自动测量 <input type="checkbox"/> 人工采样送检 <input type="checkbox"/> 现场分析 <input type="checkbox"/> 人工记录 <input type="checkbox"/> 自动传输 <input type="checkbox"/> 人工分析 <input type="checkbox"/> 自动分析 <input type="checkbox"/>			
监测仪器 名称与型号			监测 频率	
有无监测标石	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>		监测 标石 类型	石材 <input type="checkbox"/> 钢材 <input type="checkbox"/> 现场浇筑混凝土 <input type="checkbox"/> 预制混凝土 <input type="checkbox"/>
监测标石埋深				
监测点 交通图			监测 标石 照片	
			监测 仪器 现场 照片	

填表单位： 填表人： 审核人： 填表日期： 年 月 日

附 录 E
(规范性附录)
矿山地质环境监测设计书编写提纲

前言

说明监测工作目的、任务及工作区的地理位置、行政区划、矿山基本情况、自然地理环境、气候概况、交通条件、水源、电源情况以及社会经济概况等。

- 1、工作目的、任务；
- 2、工作区自然概况。

一、以往地质工作程度

分各阶段简述工作区以往的地质、水文地质、工程地质、环境地质以及矿山地质环境调查工作程度，明确本次工作基础，同时指出已有工作成果及其使用存在的问题。

- 1、以往区域地质工作；
- 2、水文地质、工程地质工作；
- 3、环境地质、矿山地质环境调查工作。

二、矿山地质环境条件

阐述矿山地质环境背景条件和矿山地质环境问题的类型、分布及危害程度等。

- 1、气象水文、地形地貌、地层岩性、新构造和地震、水文地质条件；
- 2、矿山地质环境问题现状。

三、工作方法和技术要求

按工作手段说明工作方式、工作内容、精度要求等。

- 1、资料收集与调研；
- 2、矿山地质环境调查；
- 3、矿山地质环境监测网布设；
- 4、矿山地质环境监测

四、工作部署及进度安排

根据工作目的、任务和相关技术要求，提出总体工作思路、工作部署原则，说明各项工作间的关系及工作程序。根据项目工作部署原则，分不同层次和类型做出总体部署，并附相应的工作部署图。列出各项工作的工作量，说明年度工作安排，当年的工作安排尽可能详细。

- 1、工作部署原则；
- 2、工作部署；
- 3、工作量和工程进度。

五、实物工作量

列表说明总体工作部署和年度各类实物工作量。

六、预期成果

预期成果（文字报告、图件、数据库、影像资料等）的内容和表达形式。

七、组织机构及人员安排

说明监测工作实施单位和承担单位，列表说明项目组成员姓名、年龄、技术职务、从事专业、工作单位及在项目中分工和每年参加项目工作时间等。

八、经费预算

按工作手段列出支出费用及税金。

九、质量保障与安全措施

说明保障监测工作完成的技术、装备、质量、安全及劳动保护等措施。

附图：

矿山地质环境监测工作布置图

附 录 F
(规范性附录)
监测点类型符号表

序号	监测点类型	符号	子图号	颜色号
1	基准点		390	6
2	工作基点		210	6
3	地表形变监测点		188	20
4	地下形变监测点		402	20
5	岩土体含水率监测点		425	148
6	地下水位(水温) 监测点		450	89
7	地下水水质监测点		397	89
8	地下水量监测点		280	89
9	地下水流速监测点		500	89
10	土压力监测点		397	148
11	地应力监测点		107	1
12	孔隙水压力监测点		394	89
13	降雨量监测点		378	89
14	地脉动监测点		492	1349
15	土壤污染监测点		233	1219
16	地形地貌破坏监测点		444	1349

附 录 G
(规范性附录)
地形变监测点标志要求

1、地形变监测点应选在坚实稳固之处，不得选在下列地点：

- 1) 即将进行建筑施工的位置或准备拆修的建筑物上；
- 2) 地势低洼，易于积水淹没之处；
- 3) 地质条件不良（如崩塌、滑坡、泥石流等）之处或地下管线之上；
- 4) 附近有剧烈振动的地点；
- 5) 位置隐蔽，通视条件不良不便于观测之处。

2、地形变监测点应埋设永久性标石或标志。标石或标志埋设应满足下列要求：

- 1) 标石应埋设于表层土中，底部应埋设于冻土层以下，并选在便于长久保存和使用处；
- 2) 稳固耐久，防腐蚀，抗侵蚀，并能保持垂直方向的稳定；
- 3) 控制点和工作基点标石现场浇筑，位移及变形监测点标石可预制。

3、标石或标志尽量埋设在机关、学校、住宅院内，并设立相应的指示牌，以便测量时寻找，并办好委托保管手续。

4、工作基点岩标的布设可选择在测区内或靠近测区的基岩露头上。松散沉积物厚度较大的地区，工作基点岩标的标底设置在主要地下水开采层之下的稳定地层中。

5、标石的主标杆顶部中央应嵌入一个铜质或不锈钢的金属水准标志，有清晰的十字线或直径小于 0.5 mm 的中心点。标志必须放正直、镶嵌牢固，保证标杆的垂直度。在表面制有监测类型、级别、埋设年代、施测单位名称及国家设施勿动字样。

6、标石埋设后，一般须经过一个雨季，冻土地区还须经过一个冻解期，岩层上埋设的标石须经过一个月，方可进行观测。

7、地形变监测点失效后，应及时重新设置。监测过程中，应对监测网点现状进行定期调查，并注意人类工程—经济活动对其产生的影响。

附 录 H

（资料性附录）

矿山地质环境监测主要方法

1、水准测量法

1) 水准测量主要用于采空区塌陷和不稳定边坡的地表形变测量，具体要求参照国家一、二等水准测量规范（GB/T 12897-2006）、国家三、四等水准测量规范（GB/T 12898-2009）、地面沉降水准测量规范（DZ/T 0154-1995）。

2) 水准网布设时，应尽量利用或靠近已有的国家水准点、城市高程网点、地下水动态监测点，以利于利用已有的资料或便于进行水准测量的联测。各等水准测量路线应选设在坡度较小、土质坚实、施测方便的道路附近。尽量避免通过大河、沙滩、草地等地段。

3) 测量作业应从变形量大的地区开始，依次向变形量小的地区推进，尽量缩短水准环线或路线的长度。可用两架同级仪器代替往返测量，以缩短观测时间。测量路线、测量季节、所使用的测量仪器以及操作人员应保持固定。

4) 在变形量较大的地区，应在短时间内完成一个闭合环的测量，水准网中的结点由几个小组协同作业时，应同时接测。及时发现异常点，并要求复测。

5) 水准测量必须由专业测量单位或经过严格培训的人员实施。

2、GPS 定位法

1) GPS定位法适用于监测点的地表定位，GPS 网布设原则及GPS 测量，以及采用的各类参数、仪器及操作程度应符合GB/T 18314 全球定位系统（GPS）测量规范。

2) GPS 网的布设应视目的、要求精度、卫星状况、接收机类型和数量、测区已有的资料、测区地形和交通状况以及作业效率综合考虑，按照优化设计原则进行。

3) 矿山地质环境问题采用GPS快速静态定位测量，采空区塌陷监测网可用C级精度布设，不稳定边坡监测网可用D级精度布设。

4) 各级GPS 网中，最简单独立闭合环或复合路线的边数C级应小于等于6，D级应小于等于8。C级GPS网相邻点间平均距离等于10—15km，D级GPS网相邻点间平均距离等于5—10km。

5) 新布设的GPS 网应与附近已有的国家高等级GPS点进行联测。联测点数不得少于2 点。在需用常规测量方法加密控制地区，C、D级GPS网点应有1—2个通视。

6) 为求得 GPS 网点的正常高程，应根据需要适当进行高程联测。C 级网至少每隔3—6点，D级点可依具体情况确定联测高程的点数。C、D级GPS点按GB12898四级水准或与其精度相当的方法进行高程联测。

7) GPS 快速静态定位网的布设，还应满足下列要求：

- a) 相邻地区两个观测单元之间的流动站重合点数，C、D级不应少于2点；
- b) 当网中相邻点间距离小于该级别所要求的相邻点间最小距离时，两相邻点必须直接进行同步观测；
- c) 对于双参考站作业方式，不同观测单元的基准基线宜相互联结，以构成整个网的骨架。

3、遥感影像监测法

1) 遥感影像监测法适用于采空区塌陷、不稳定边坡、固体废弃物的位置及规模变化的监测，应选择空间分辨率2.5m或优于2.5m的多光谱遥感数据或者全色与多光谱融合数据。

2) 常规监测选择存档数据，应急监测可选择编程数据。同一地区，不同时相的遥感数据最好为同一季节获取。

3) 应选用影像层次丰富、图像清晰、色调均匀、反差适中的遥感图像资料。要求少积雪、积水 and 低植被，云、雪覆盖量低于10%，且不可遮盖被监测的目标物和其它重要标志物。选取最佳时相和最佳波段组合的多光谱图像与高分辨率的全色图像融合，产生具有丰富纹理信息和光谱信息的融合影像。

4) 根据成图比例尺、分辨率、几何精度等要求选择地形控制资料和DEM数据时，要求精度高一个级次。

5) 遥感图像的几何纠正和融合处理应注意以下事项：

a) 在地形起伏不大的平坦地区，可以使用多项式模型校正方法，消去遥感图像的空间几何畸变，并将图像转换到地图投影系统上。

b) 在丘陵或者山区，应对遥感图像进行正射处理。选择严密的物理模型纠正，消除遥感图像的空间几何畸变，改正高差引起的图像投影差，形成正射图像。

c) 高空间分辨率的图像与较低空间分辨率多光谱图像进行融合处理时，应首先对二者进行图像配准。

d) 涉及一景以上遥感图像的监测区，成图时采用无缝镶嵌。

e) 监测区跨不同投影带时，应做跨带坐标转换处理。

6) 遥感影像解译需要充分采用计算机自动处理技术提取各类矿山地质环境变化信息，并结合人机交互处理技术进行检核和修改，减少信息提取的错误率。遥感影像解译可采用直判法、对比法、邻比法和综合判断法。

7) 遥感解译必须建立解译标志，包括直接标志和间接标志。直接标志是地物本身的有关属性在图像上的直接反映，如形状、大小、色调、阴影等。间接标志是指与地物的属性有内在联系，通过分析能够推断其性质的影像特征，如水系、地貌形态、纹理、位置、植被等。

8) 遥感解译标志建立后必须进行外业调查验证，验证率不低于图斑总数的30%，解译与外业验证之间的误差不得超过5%。

4、干涉雷达测量法

1) 干涉雷达测量法适用于矿区大范围的DEM提取和地表微量形变测量，但因对大气误差、遥感卫星轨道误差、地表状况以及时态不相关等因素非常敏感，选用该方法用于矿山采空区塌陷测量时，应综合分析上述因素对监测结果的影响。

2) 定制数据时应首先考虑数据的波长、覆盖范围、分辨率、现有存档数据数量，其次考虑时间基线、空间基线和极化信息等参数，山区需考虑传感器视角。

3) 应选取相同波段、极化方式、轨道、视角、多普勒中心频率的数据等进行干涉处理。

4) 数据处理应进行高精度配准、干涉条纹图生成、去平地效应、滤除相位噪音、相位解缠、相高转换、地理编码等。

5) 数据配准精度应小于1/8像元，处理后不应有明显噪音或奇异点。如布设人工反射体，人工反射体峰值检测精度应小于1/16像元，人工反射体水准观测精度应满足二等水准测量要求。

6) 应结合地表实测数据对处理后的结果进行修正和检验，检验点应均匀分布于验证区。

5、钻孔测斜法

1) 钻孔测斜仪由测斜管及接头、探头、自动采集仪、数据电缆及孔口吊索构成，适合布设在不稳定边坡和采空塌陷区的拉张地带，监测其地下形变特征。

2) 测斜管为直径75mm铝质合金管，为壁厚2mm，管内壁有两对互相正交的导槽（凹槽）。测斜管内壁应平整圆滑，导槽不得有裂纹结瘤。导槽一组与坡向垂直，另一组一坡体走向平行。

3) 钻孔孔径大于测斜管连结套外径30mm，终孔孔径90mm；孔口段预留3m保护套管。

4) 终孔后应校正孔深，孔深最大误差不得大于1%。孔斜顶角最大允许弯曲度，每百米孔深内不得超过2°。

5) 钻孔应穿过潜在滑动面，进入微风化完整基岩6m；监测孔孔口设置保护装置。安装孔口测试平台 $1.2 \times 1.2\text{m}^2$ ，高出地面0.6m，平台由C25混凝土进行浇筑。

6、 常规地球物探法

1) 常规地球物探法用于矿山地质环境监测是选用不同的物理方法和物探仪器，根据各种岩石之间的密度、磁性、电性、弹性、放射性等物理性质的差异，测量采空区和地下水降落漏斗区的地球物理场的变化。

2) 根据矿区地质条件差异和采空区、地下水降落漏斗区的分布规模、埋藏深度等，选择经济、有效的物探方法，例如瞬变电磁法、高频大地电磁法、微重力法、探地雷达法等。具体要求参见《地面瞬变电磁法技术规程》（DZ/T0187-1997）、《大地电磁法技术规程》（DZ/TT0173-1997）。

3) 物探工作开始之前应收集有关资料，进行测区踏勘，编写技术设计书，规定采用方法和技术要求。用于作业的各类仪器设备，应按照规定时间进行检验。

4) 布设测网时确定测点和基点的平面位置和高程应参照《物化探工程测量规范》（DZ/T0153-95）。

5) 应准确描述异常体特征，包括异常范围，异常中心、走向、倾向等。进行异常解译时，要定性解译与定量解译相结合、正演与反演相结合、平面解译与剖面解译相结合。

6) 外业工作结束后，应对测量结果进行验收和评价。及时编制图件，编写工作成果报告。

7、 土压力测量法

1) 土压力测量法适用于长期测量矿区不稳定边坡、地面塌陷等内部土体的压应力，采用土压力计测量土压力。

2) 土压力计以振弦式和光纤光栅式为主。振弦式土压力计由背板、感应板、信号传输电缆、振弦及激振电磁线圈等组成。光纤光栅式土压力计内置光纤光栅传感器计，通过专用调制解调设备即可测得土体应力的变化。

3) 振弦式土压力计具有高稳定性、高灵敏度，安装快速简易的特点。光纤光栅式土压力计具有高绝缘性和抗电磁场干扰性能，且防爆防雷电。

4) 土压力计应安装于不稳定边坡的坡顶、坡脚、坡体鼓胀裂隙带和地面塌陷的外缘地带，采用人工回填方式夯实，需注意夯实密度且用力均匀。

8、 孔隙水压力测量法

1) 孔隙水压力测量法适用于矿区不稳定边坡、地面塌陷等内部孔隙水压力或渗透压力，采用孔隙水压力计测量孔隙水压力。

2) 孔隙水压力计也常称为渗压计，按仪器类型可以分为差动电阻式、振弦式、压阻式及电阻应变片等。

3) 孔隙水压力计可以埋设在土中，也可嵌入钻孔或小直径的管中，测量该位置孔隙水承受的土体压力。

9、 地下水位自动监测法

1) 地下水位自动监测法适用于不稳定边坡、地面塌陷、地下水降落漏斗区等地下水位、地下水温长期、高频率监测，采用的仪器主要为地下水位自动监测仪。

2) 地下水位自动监测仪有压力传感器、温度传感器、电缆线、数据连接线、数据传输装置组成。

3) 地下水位自动监测仪选购和安装时，要掌握监测井地层岩性柱状剖面 and 钻孔结构，了解最低水位、最高水位埋深和标高及水位变幅，测量监测井孔口高程，记录传感器下放深度，并掌握监测井区域内的极端天气和降雨特征。

4) 监测频率应根据当地气象水文条件和地下水位变化幅度科学设置，避免监测频率设置过高占据数据存储空间和增加数据传输成本，也应避免监测频率设置过低，不能发挥自动监测优势，遗漏重要监测数据。可以采用发送GPRS数据业务SIM卡传输监测数据，一般选用50—70MB/月流量，开通语音功能，短信服务。

5) 做好自动监测装置的防雨、防潮、防盗保护，并确保自动传输信号发射不受屏蔽。

10、 地下水采样送检测试法

1) 地下水水质采样送检测试法适用于矿区地下水污染监测，包括：地下水样品采集、保管、运输等环节。

2) 井下采取地下水样时需在水平面下大于3m处，井口采取时需抽水10分钟以上。

3) 所采的地下水样必须代表天然条件下的客观水质情况，水样采集和保管应参照《水质 样品的保存和管理技术规定》（HJ 493-2009）相关规定执行。其中气温、水温、水位、水量、PH值、电导率、氧化还原电位、溶解氧、浊度、Ca²⁺和HCO₃⁻计要求现场测量，计数保留二位小数。

4) 采样器应进行前期处理，容器应做到定点、定项。取样时应避免外界干扰。对不稳定成分的水样应加入稳定剂，及时在现场密封样品，贴上水样标签。运送过程中应防震、防冻及避免阳光照射。水样送至化验室时，应有交接手续。

5) 机械方式开采矿山进行水样品无机组份测试，堆浸方式开采矿山如存在有机污染，需加测有机污染组份。

6) 首次和第二次采集的水样进行无机组份全分析，测试样品重量2000g，确定污染组份后，针对污染组份进行专项测试；有机组份测试样品40mL（挥发性有机物）、1000mL（半挥发性有机物），测试组份根据污染源判定。

7) 煤炭矿山必须测试硫酸盐、总硬度、PH值、化学需氧量、氟化物、铁、锰、锌、铜、铅、硒、磷；金属矿山必须测试总硬度、氯离子、铜、锌、铁、锰、氰化物、氟化物、汞、砷、硒、镉、铬（六价）、铅、镍、铍、钡、钒；非金属矿山必须测试亚硝酸盐、铁、铅、镉、铬（六价）、氰化物、氟化物、砷、磷、氨氮、氯离子。

11、 土壤采样送检测试法

1) 土壤采样送检测试法适用于矿区土壤背景值、土壤污染、固体废弃物污染组分的监测，包括：样品采集、保管等环节。

2) 采集平面混合样品时，采样深度0~20cm，将一个采样单元内各采样分点采集的土样混合均匀，采用四分法，最后留下1kg左右。

3) 采集剖面样时，剖面的规格一般为长1.5m，宽0.8m，深1.2m，要求达到土壤母质或潜水水位处，剖面要求向阳。采样要自下而上，分层采取耕作层、沉积层、风化母岩层或母质层样品，切忌混淆层次。

4) 监测项目包括：汞、砷、硒、钴、氟、氰、镉、铬(六价)、铅、铜、锌、镍、铁、锰、氯化物、挥发酚、硫化物、石油类等，以及其它矿业活动造成土壤的污染成份。

5) 采取重金属的样品尽量用竹片或竹刀去除与金属采样器接触的部分土壤再取样，样品袋要求为棉布袋，潮湿样品可内衬塑料袋（供无机化合物测定）或将样品置于玻璃瓶内（供有机化合物测定）。

6) 采样的同时，由专人填写样品标签、采样记录；标签一式两份，一份放入袋中，一份系在袋口，标签上标注采样时间、地点、样品编号、监测项目、采样深度和经纬度。采样结束，需逐项检查采样记录、样袋标签和土壤样品，如有缺项和错误，及时补齐更正。将底土和表土按原层回填到采样坑中，方可离开现场。

12、 激光扫描法

1) 激光扫描法适用于矿区不稳定边坡、地面塌陷、地形地貌破坏等地表形变监测，采用激光扫描仪进行激光扫描测量。

2) 激光扫描仪利用激光具有单色性、方向性、相干性和高亮度等特性，将其引入测量装置中，采用非接触主动测量方式直接获取高精度三维数据。且不受光线限制，具有扫描速度快，实时性强、精度高、抗干扰能力强的特点。

3) 激光扫描法工作流程包括数据采集、数据预处理、几何模型重建和模型可视化，数据输出格式与CAD、三维动画等工具软件对接，使用方便、节约时间。

4) 进行激光扫描测量前，应对被测物体进行地理定位。

13、 摄影、摄像监测法

1) 摄影、摄像监测法适用于矿山不稳定边坡、地面塌陷、地形地貌景观破坏等地域的地表植被损毁、表土和岩体剥离、地物破坏监测。具有直观、可视、方便、快捷的特点。

2) 摄影、摄像时要求天气晴朗、通视条件好，并记录时间、地点、天气、拍摄（摄像）对象、摄影（摄像）人。

3) 摄影要求采用500万以上像素的数码照相机，分辨率高于2048×1536，照片可冲洗14×10英寸。监测时要清晰记录被摄物体的形状、位置、特性及其与周边物体的位置关系。照片存储采用JPEG格式，存档照片不允许后期进行成像处理。


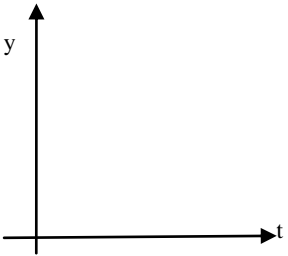
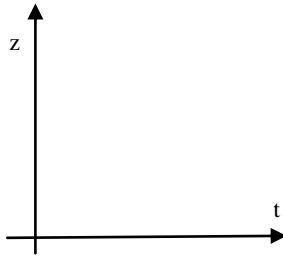
4) 摄像要求采用高清数码专业摄像机，光学变焦15倍以上，总像素200万以上。摄像时应固定机位，注意调整水平，落幅画面要准，运动镜头的速率要匀，画面聚焦应清晰。视频文件存储建议采用rmvb或MPEG2格式。

5) 摄影、摄像资料应配有文字说明，采用光盘或硬盘存储，并要求做好备份。

附 录 I
(规范性附录)
矿山地质环境监测数据记录表

附录 I 包括表 I.1~I.5，给出了地形变、高分辨率卫星影像、地下水位、地下水样品采集、土壤样品采集记录表。

表 I.1 地形变监测数据记录表

监测点 编号		监测点 位置		地理 坐标		E: N:		
监测次数		1	2	3	4	5	6	
天气								
温度								
监测人员								
监测日期								
监测 数 据	x							
	y							
	z							
变 幅	Δx							
	Δy							
	Δz							
监测次数		7	8	9	10	11	12	
天气								
温度								
监测人员								
监测日期								
监测 数 据	x							
	y							
	z							
变 幅	Δx							
	Δy							
	Δz							
监测点 X 方向 动态图			监测点 Y 方向 动态图			监测点 Z 方向 动态图		

填表单位： 填表人： 审核人：

表I.2 高分辨率遥感影像监测数据记录表

监测点 编号		监测点 位置					地理 坐标	E: N:
监测对象	地面塌陷 <input type="checkbox"/> 地裂缝 <input type="checkbox"/> 滑坡 <input type="checkbox"/> 土地资源损毁 <input type="checkbox"/> 地形地貌景观破坏 <input type="checkbox"/>							
监测次数	1	遥感影像 JPEG 图像						
解译人员								
验证人员								
时相								
波段								
拍摄角度								
图班数量								
纹理								
监测区块标号	1	2	3	4	5	6	7	
色调								
阴影								
监测区块面积 (m ²)								
区块面积变化量 (m ²)								
监测次数	2	遥感影像 JPEG 图像						
解译人员								
验证人员								
时相								
波段								
拍摄角度								
图班数量								
纹理								
监测区块标号	1	2	3	4	5	6	7	
色调								
阴影								
监测区块面积 (m ²)								
区块面积变化量 (m ²)								

填表单位：

填表人：

审核人：

表I.3 地下水位测量数据记录表

编号		位置		地理坐标	E: N:
井深		井口高程		地下水类型	
监测次数	1	2	3	4	5
监测日期					
天气					
温度					
监测人员					
地下水温度					
水位高程（m）					
水位埋深（m）					
水位变幅（m）					
监测次数	6	7	8	9	10
监测日期					
天气					
温度					
监测人员					
地下水温度					
水位高程（m）					
水位埋深（m）					
水位变幅（m）					
监测点交通图			监测井孔剖面图		

填表单位： 填表人： 审核人：

表I.4 地下水样品采集记录表

监测点编号			采样时间		
采样地点					
地理位置		东经：		北纬：	
样品编号			采样人员		
水样类型		地表水 <input type="checkbox"/> 地下水 <input type="checkbox"/>		采样深度	
监测目的			监测项目		
采样点环境描述					
样品描述	颜色		臭和味		
	浑浊程度		肉眼可见物		
采样点井孔剖面图			监测点照片		
采样点交通图					

填表单位：

填表人：

审核人：

填表日期：

年

月

日

表I.5 土壤样品采集记录表

监测点编号			采样时间		
采样地点					
地理位置		东经：		北纬：	
样品编号			采样人员		
采样层次			采样深度		
监测目的			监测项目		
采样点环境描述					
样品描述	土壤颜色		植物根系		
	土壤质地		砂砾含量		
	土壤湿度		其它异物		
采样点剖面图			监测点照片		
采样点交通图					

填表单位： 填表人： 审核人： 填表日期： 年 月 日

附 录 J
(规范性附录)
矿山地质环境监测成果报告提纲

前言

说明监测工作区的地理位置、行政区划、矿山基本情况、自然地理环境、气候概况、交通条件，完成的工作量以及质量评述。

一、矿山地质环境监测网布设

说明监测目的任务及监测网布设的原则、监测级别和监测对象、监测网布设方法和优化调整情况。

- 1、监测目的任务
- 2、监测网布设原则
- 3、监测级别和监测对象
- 4、监测网布设方法

二、矿山地质环境监测技术方法

逐项说明实际采取的方法，说明使用监测设备的名称、型号、相关参数，说明监测数据采集的流程及遇到的问题，用图、表表示监测成果的汇总、统计、分析结果。

- 1、监测方法
- 2、监测设备
- 3、监测成果采集
- 4、监测数据整理

三、矿山地质环境现状与发展趋势

说明矿山地质环境现状评价采用的方法、评价的结果以及评价结果与调查和监测现状的对应情况，判定评价的准确程度；说明矿山地质环境变化趋势的预测方法，预测结果，并分析可靠程度，以及出现偏差可能和影响因素。

- 1、矿山地质环境现状分析
- 2、矿山地质环境发展趋势预测

四、结论与建议

分监测对象，准确、明了地给出矿山地质环境监测、评价、预测结果，根据开采矿种、开采方式、矿山地质环境现状及发展趋势，有针对性地提出矿山地质环境保护与恢复治理建议和措施，要求措施具体，有针对性；建议明确，有操作性。