

中华人民共和国国家标准

GB/T 43935—2024

矿山土地复垦与生态修复 监测评价技术规范

Technical specification for monitoring and evaluation of land reclamation and
ecological restoration in mines

2024-04-25 发布

2024-08-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 监测评价目的与总体要求	3
4.1 监测评价目的	3
4.2 总体要求	3
5 监测评价工作流程和工作准备	3
5.1 工作流程	3
5.2 工作准备	5
6 监测对象与内容	5
6.1 开采前监测	5
6.2 开采中监测	5
6.3 开采后监测	5
7 监测点布设与监测方法	6
7.1 一般规定	6
7.2 矿山地质环境	6
7.3 土地资源	7
7.4 生态系统	7
8 复垦修复评价	8
8.1 一般规定	8
8.2 地质环境恢复治理评价	8
8.3 土地资源复垦利用评价	8
8.4 生态系统恢复效果评价	8
9 监测评价报告编制	9
10 监测评价数据管理	9
附录 A (资料性) 矿山复垦修复监测内容与监测指标	10
附录 B (资料性) 矿山复垦修复评价统计表	19
附录 C (资料性) 矿山土地复垦与生态修复监测评价报告示例	22
参考文献	23

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中华人民共和国自然资源部提出。

本文件由全国自然资源与国土空间规划标准化技术委员会(SAC/TC 93)归口。

本文件起草单位：中国地质大学(北京)、自然资源部国土整治中心、中国地质环境监测院、矿冶科技集团有限公司、安徽理工大学、中国农业大学、中国自然资源经济研究院。

本文件主要起草人：卢丽华、周伟、白中科、罗明、许闯胜、杨婧、王议、李红举、张进德、曹银贵、冯宇、王娜、孙贵尚、穆泳林、鞠正山、周妍、刘永兵、杜亚敏、王金满、赵中秋、祝怡斌、张世文、黄元仿、陈健、王立威。

矿山土地复垦与生态修复 监测评价技术规范

1 范围

本文件规定了矿山土地复垦与生态修复监测评价目的与总体要求、工作流程、监测内容、监测方法、评价方法、监测评价报告编制及监测数据管理的要求。

本文件主要适用于生产矿山土地复垦和生态修复活动的监测与评价工作。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 3838 地表水环境质量标准
- GB 5084 农田灌溉水质标准
- GB 11607 渔业水质标准
- GB/T 14848 地下水质量标准
- GB 15618 土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)
- GB/T 18337.3 生态公益林建设 技术规程
- GB/T 21010 土地利用现状分类
- GB/T 30363 森林植被状况监测技术规范
- GB/T 32740 自然生态系统土壤长期定位监测指南
- GB/T 33469 耕地质量等级
- GB/T 36393 土壤质量 自然、近自然及耕作土壤调查程序指南
- GB 36600 土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)
- GB/T 37574 采煤塌陷区水资源环境调查与评价方法
- GB/T 40112 地质灾害危险性评估规范
- GB/T 42340 生态系统评估 生态系统格局与质量评价方法
- GB/T 42362 矿区地下水含水层破坏危害程度评价规范
- GB/T 42489 土壤质量 决策单元-多点增量采样法
- GB/T 51240 生产建设项目水土保持监测与评价标准
- DZ/T 0287 矿山地质环境监测技术规程
- DZ/T 0388 矿区地下水监测规范
- HJ 91.2 地表水环境质量监测技术规范
- HJ/T 166 土壤环境监测技术规范
- HJ 1167 全国生态状况调查评估技术规范——森林生态系统野外观测
- HJ 1168 全国生态状况调查评估技术规范——草地生态系统野外观测
- HJ 1169 全国生态状况调查评估技术规范——湿地生态系统野外观测
- HJ 1170 全国生态状况调查评估技术规范——荒漠生态系统野外观测

- HJ 1173 全国生态状况调查评估技术规范——生态系统服务功能评估
- LY/T 2899 湿地生态系统服务评估技术规程
- LY/T 2988 森林生态系统碳储量计量指南
- NY/T 1119 耕地质量监测技术规程
- NY/T 1342 人工草地建设技术规程
- NY/T 2998 草地资源调查技术规程
- TD/T 1010 土地利用动态遥感监测规程
- TD/T 1031(所有部分) 土地复垦方案编制规程
- TD/T 1036 土地复垦质量控制标准
- TD/T 1049 矿山土地复垦基础信息调查规程
- TD/T 1055 第三次全国国土调查技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

矿山土地复垦与生态修复 mine land reclamation and ecological restoration

对矿产资源开采造成的地质环境破坏、土地损毁和生态系统破坏(退化)等问题,依靠人工支持引导和自然恢复力,采取预防和修复措施,使矿山地质环境达到安全稳定、损毁土地得到复垦利用、生态系统功能得到恢复或改善的活动。

注:简称“复垦修复”。

3.2

监测点 monitoring site

为开展监测工作而设置的观测、试验、取样的固定点位或临时点位。

3.3

监测范围 monitoring area

由矿产资源开采区、采矿影响区以及参照生态系统样方共同构成的区域。

3.4

参照生态系统 reference ecosystem

一个能够作为生态恢复目标或基准的生态系统。

注:本文件特指矿山开采前的生态系统、未受扰动的矿山周边本地生态系统或基于目标值可预测实现的生态系统。

[来源:TD/T 1068—2022,3.7,有修改]

3.5

参照值 reference value

对参照生态系统进行调查监测获取的数值或现有标准明确规定的数值。

3.6

基值 base value

在矿山开采前,开展调查时获取的监测对象的基期数值。

注:也称初始值或现值。

3.7

监测值 monitoring value

在矿产资源开采、土地复垦与生态修复全过程中,根据监测需要获取的不同时点的实测数值。

3.8

目标值 target value

土地复垦与生态修复方案、规划设计所确定的土地复垦与生态修复约束性及引导性数值。

3.9

适应性管理 adaptive management

通过监测评估过去采取的复垦修复工程、管理措施和实践措施来获得经验,并根据生态系统变化情况,修正、改进复垦修复工程、管理措施和实践措施的方法和过程。

[来源:TD/T 1068—2022,3.9,有修改]

4 监测评价目的与总体要求

4.1 监测评价目的

在矿产资源开采过程中,对地质环境破坏与恢复治理、土地损毁与复垦利用、生态系统破坏(退化)与恢复等开展监测评价,为矿山土地复垦与生态修复的过程监管、适应性管理和验收提供科学依据。

4.2 总体要求

4.2.1 问题导向,突出重点。重点围绕监测范围内地质环境破坏与恢复治理、土地损毁与复垦利用、生态系统破坏(退化)与恢复等,结合开采矿种、建设规模、开采方式、开采工艺、时序安排等,科学设置重点监测内容、监测指标、监测点位、监测周期等,实现一矿一方案。

4.2.2 科学规范,全程全面。指标获取应符合国家有关技术标准、规范和相关部门的规定。监测点位布设统筹考虑开采前、开采中和开采后监测需求。开采前对地质环境背景、土地资源现状和生态系统本底进行调查,开采中对保护预防控制、损毁现状与拟损毁、复垦修复成效进行监测,开采后对管理维护进行监测。

4.2.3 精准高效,实用可行。在满足监测精度要求的前提下,选用经济、实用的监测方法和手段,在经济、技术允许的条件下应采用先进可靠的技术方法,提高监测精度与效率。监测指标应具有较好的灵敏度和可测度,对于易变指标应开展短周期监测,对于稳定指标应开展长周期监测。

4.2.4 定性定量,权威可比。监测评价应采用定性和定量相结合的方法,评价方法科学合理。监测数据连续可靠,应充分利用自然资源、林草、水利、农业农村、生态环境等部门以及科研机构、大专院校的长期监测数据及研究成果。

5 监测评价工作流程和工作准备

5.1 工作流程

矿山土地复垦与生态修复监测评价主要包括准备工作、开采前监测、开采中监测、开采后监测及监测评价报告编写等,各阶段具体流程如图1所示。

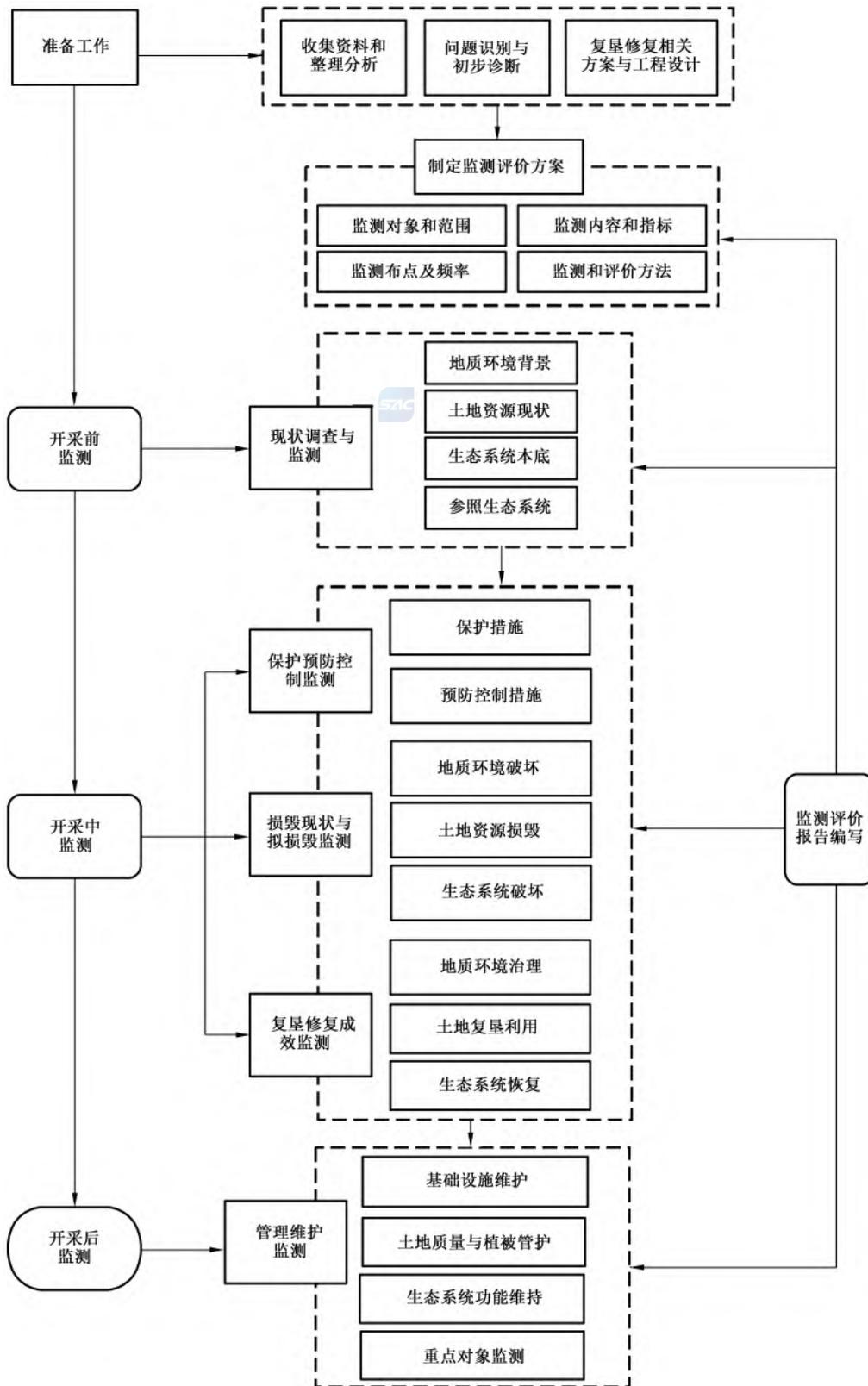


图 1 监测评价工作流程

5.2 工作准备

5.2.1 收集监测范围内地形、地貌、气象、水文、生物等自然环境和社会经济资料,地层岩性、地质构造、水文地质、工程地质、矿体地质特征等地质环境背景资料,土地利用现状、土壤调查、国土空间规划等土地资源及规划资料,植被状况、生物多样性、生态系统类型等生态相关资料。

5.2.2 收集矿山生产建设情况、矿山范围拐点坐标、开发利用方案、可行性研究报告、初步设计方案、环境影响评价报告、矿山地质环境保护与恢复治理方案、水土保持方案、征地文件以及遥感影像等资料。

5.2.3 结合收集资料,分析矿山地质环境恢复治理、土地复垦利用、生态系统恢复的规划与设定的复垦修复标准,整理矿山地质环境背景、土地资源现状和生态系统本底已有数据,结合监测评价目的,明确矿山地质环境、土地资源和生态系统监测评价需要补充调查的数据。

5.2.4 了解监测范围内交通、通信、供电和大地测量基准点等基础条件,掌握自然资源、林草、水利、农业农村、生态环境等行政部门、科研机构、大专院校开展的监测工作,包括监测内容、监测网点布设及监测方法等。

5.2.5 结合资料分析、矿山生态问题识别与初步诊断,制定监测评价方案,明确监测对象与范围、监测内容和指标、监测布点及频率、监测和评价方法、数据记录和存储、时间安排、经费预算、组织实施、质量控制及主要成果等。

6 监测对象与内容

6.1 开采前监测

6.1.1 主要获取矿山地质环境背景、土地资源现状和生态系统本底的基值和参照值。

6.1.2 监测矿产资源开采前矿山及周边区域地下水环境和土壤环境背景。

6.1.3 查清监测范围内土地利用现状、基本农田基本情况、各土地利用类型质量及生产水平。

6.1.4 查清监测范围内地表水环境面积和陆地植被生态状况。

6.1.5 依据主体功能区定位,结合矿区自然环境特点,基于土地利用图斑,按照典型性和代表性,设置林地、草地、湿地生态系统样地样方,建设参照生态系统,获取参照值。

6.1.6 矿山开采前复垦修复监测内容与监测指标见附录 A 中表 A.1。

6.2 开采中监测

6.2.1 主要开展保护预防控制、损毁现状与拟损毁、复垦修复成效监测。

6.2.2 监测矿山开采保护预防控制措施落实情况,包括保护等措施及效果、预防控制措施及效果。

6.2.3 监测矿山开采引发的采空区塌陷、不稳定边坡、地下水环境破坏和土壤环境破坏状况。

6.2.4 监测矿山开采挖损、塌陷、压占、污染等损毁土地类型、面积及程度,损毁基本农田情况。

6.2.5 监测矿山开采生态用地损毁、地表水环境、采煤塌陷区水资源环境。

6.2.6 监测已破坏地质环境恢复治理、已损毁土地复垦利用、已破坏(退化)生态系统恢复状况。

6.2.7 监测拟破坏地质环境、拟损毁土地资源、拟破坏生态系统变化情况。

6.2.8 矿山开采中复垦修复监测内容与监测指标见表 A.2。

6.3 开采后监测

6.3.1 主要监测已复垦修复区的管理维护情况。

6.3.2 监测已复垦修复的基础设施维护、土地质量与植被管护情况、生态系统功能维持情况。

6.3.3 对已复垦修复的露天采场、排土场、矸石山、尾矿库、堆浸场、塌陷区等涉及的地质环境稳定性、潜在污染控制效果、生态系统恢复效果及潜在风险进行重点监测。

6.3.4 对受开采影响的水域、水源地、永久基本农田、自然保护地、基本草原进行重点监测。

6.3.5 开采后复垦修复监测周期建议为5年~10年。

6.3.6 矿山开采后矿山复垦修复监测内容与监测指标见表A.3。

7 监测点布设与监测方法

7.1 一般规定

7.1.1 监测范围及监测点布设应覆盖开采区、影响区和参照生态系统涉及的区域。宜采用点、线、面相结合的方式布设监测点,充分利用现有各部门及科研机构的监测站网,形成矿山复垦修复监测点网。

7.1.2 自动监测和人工监测相结合,可采用遥感监测、固定样地样方样带、固定水土环境自动监测、试验分析、公众访谈等多种监测手段,对矿山复垦修复及效果进行全过程、针对性的动态跟踪监测。

7.1.3 综合考虑自然地理条件、开采矿种、开采方式、损毁情况、复垦修复措施、复垦修复目标、监测对象和管理需求等,确定监测指标的监测周期及频次。

7.1.4 对露天采场、排土场、矸石山、尾矿库、堆浸场、塌陷地、原地浸矿场、洗选矿废水排放口等场地重点布点进行监测;对可能受开采影响的水域、水源地、永久基本农田、自然保护地、基本草原应布设监测点。

7.1.5 依据监测结果,优化调整监测布点、监测周期及频次,确保监测数据采集准确及时全覆盖。对于自然条件较差、复垦修复难度大、潜在污染风险较高等情况,应适当延长监测周期,增加监测频次。

7.1.6 以实地调查、遥感调查和公众访谈等手段,开展矿山开采保护措施及效果监测保护措施和预防控制。水土保持监测按照GB/T 51240执行。

7.2 矿山地质环境

7.2.1 以矿山为单元布设地下水环境监测点,包括地下水位、地下水水质、地下水水量等监测点。在采矿活动预计影响的地下水补给、径流、排泄区域,沿地下水流向或垂直地下水流向布设地下水位、地下水水质、地下水水温监测点。监测点优先选择矿区范围内自然出露的泉眼,以施工专门性监测井为主,选用生产井或居民生活饮用井为辅。

7.2.2 以矿山为单元布设土壤环境监测点,监测范围内每个微地貌单元和土地利用类型至少有1个监测点。在采矿活动预计影响到的区域及周边区域,沿着地形由高到低布设土壤环境背景监测点。重点对堆浸场、尾矿库等潜在污染风险场地及周边土壤环境进行监测。

7.2.3 结合采掘工程平面图、井上下对照图及损毁预测等资料确定采空区范围并布设监测基准点、工作基点和监测点,构建采空塌陷区及地裂缝监测网点。井下采用房柱式开采法,宜采用十字形布设监测线;井下采用机械化长臂综采法,宜采用丰字形、井字形或田字形布设监测线。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。塌陷处于稳定状态时可终止监测。

7.2.4 对于露天矿采场、固废堆放场、排土场等重塑地貌及最终境界线之外地表的一定范围可能发生变形和受其影响的崩塌、危岩体及不稳定边坡布设监测网点。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。利用相关部门监测共享数据,开展地质稳定性以及降雨等诱发因素监测。

7.2.5 在采空塌陷区、地下水疏干漏斗区以及废水废液排放口的地下水汇水区域,结合水文地质资料,布设地下水环境破坏监测网。通过布设水文地质钻孔、浅井和采取岩心样等监测点,监测地下水含水层厚度变化情况。通过布设地下水位、水量、水温监测井,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、水温变化特征。通过采取地下水样品或现场测试,监测地下水水质变化情况。

7.2.6 土壤环境破坏监测点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被洗选矿污水污染的地区。根据污染物质扩散特征,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。剖面采样点以剖面发育完整、层次较清楚、无侵入体为准。采集混合样,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。

7.2.7 开展复垦修复工程后,在地下水水位降落漏斗区、地下水污染区布设地下水环境恢复监测点。监测点应在地下水环境破坏监测点中优选,选择监测要素动态特征明显,且井口保护装置良好、井孔未出现淤塞、取水设备运行正常的监测井。

7.2.8 开展复垦修复工程后,布设土壤环境恢复监测点。监测按照复垦利用方向、复垦时间、边坡平台微地貌单元构建决策单元布设监测点,每个单元至少有1个混合采样监测点。在土壤污染较严重的区域加密监测。

7.2.9 根据矿山地质环境监测要素的动态特征,本着科学、高效的原则,有针对性地选取监测方法和监测仪器及数据源,保证监测精度和监测时效性。矿山地质环境背景及破坏监测点布设、监测级别、监测点密度及监测频率、采样方法、监测方法按照 DZ/T 0287 和 DZ/T 0388 执行。

7.3 土地资源

7.3.1 土地利用现状监测以监测期最新的全国国土变更调查成果为基础,提取监测范围内土地利用类型、面积、权属等信息,查清监测范围内基本农田的分布范围及面积。

7.3.2 已损毁土地调查以损毁类型划分损毁单元,开展损毁土地类型、程度、面积、范围监测。露天采场、取土场等以单个挖损场地为监测单元,塌陷土地根据采空区塌陷范围、结合行政界线、土地利用类型、积水情况等划分监测单元,排土场压占土地以单个压占场地或单条压占线路为监测单元,污染土地以污染范围划分监测单元。

7.3.3 开展道路设施损毁、水利设施损毁、林网损毁以及其他基础设施损毁监测。

7.3.4 结合矿开采时序、损毁方式、损毁预测、土地利用类型、土壤类型、村级行政界线等划分调查单元,开展拟损毁土地的监测。

7.3.5 采用遥感解译、地面调查、公众访谈等方法,开展已复垦修复土地の利用类型、范围、面积以及利用方式、覆盖特征、利用水平的监测。

7.3.6 结合复垦修复后的土地利用类型、复垦修复时间、复垦修复微地貌(平台或边坡)、复垦修复措施等划分决策监测单元。按照决策单元布设监测点,对复垦修复土壤质量进行动态监测。

7.3.7 土地资源监测宜采用1年监测1次,复垦修复耕地土壤质量宜采用1年监测1次,复垦修复其他土地土壤质量宜采用3年监测1次。复垦林地、复垦草地、修复湿地监测应选在草地生物量高峰期,北方宜在7月~8月,南方宜在6月~10月。

7.3.8 土地利用类型按照 GB/T 21010 和《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南》执行,土地利用现状调查按照 TD/T 1055 执行,土地利用动态遥感监测按照 TD/T 1010 执行,耕地质量监测按照 NY/T 1119 执行,已损毁土地和拟损毁土地调查监测按照 TD/T 1049 执行。

7.3.9 土壤采样点布设应覆盖监测区所有土地利用类型,要求采集混合样,采用对角线布点法和梅花形布点法,每种类型中样本数量应满足 GB/T 36393 的规定。复垦修复土壤采样点设置兼顾复垦修复单元、复垦修复时间、复垦修复方向划分决策单元。土壤污染监测采样按照 GB/T 42489 执行,复垦修复土壤环境质量监测按照 HJ/T 166 执行,复垦修复林草地土壤质量监测按照 GB/T 32740 执行。

7.4 生态系统

7.4.1 河流水系监测断面,湖泊、池塘和水库监测垂线。河流水系进入采矿活动影响区前设置河流入境断面、在河流水系流出采矿活动影响区出境设置河流出境断面;在潜在污染风险区(点)、排污区(口)下游,污水与地表水基本混匀处设置监测点。监测范围内湖泊和水库的不同水域,如进水区、出水区、深水区、浅水区、湖心区、岸边区等,按水体类别设置监测垂线;湖泊和水库若无明显功能区别,可用网格法

均匀设置监测垂线;受污染物影响较大的重要湖泊和水库,应在污染物主要迁移途径上设置控制断面。地表水环境质量监测布点与采样按照 HJ 91.2 执行。

7.4.2 植被管护监测包括复垦修复林地封禁、补植、抚育、更新、修枝、防火及病虫鼠害防治等,按照 GB/T 18337.3 执行;复垦修复草地采取禁牧封育、免耕补播、松土施肥、鼠虫害防治等措施,促进植被恢复。复垦修复草地按照 NY/T 1342 执行。

7.4.3 生态系统功能维护监测中林地生态状况监测按照 GB/T 30363 和 HJ 1167 执行,草地生态状况监测按照 NY/T 2998 和 HJ 1168 执行,湿地生态状况监测按照 HJ 1169 执行,沙地、裸土地、裸岩石砾地等荒漠生态系生态状况监测按照 HJ 1170 执行。监测样方样地样带布设应综合考虑复垦修复方向、复垦修复时间、地形地貌以及植被类型等因素。

8 复垦修复评价

8.1 一般规定

8.1.1 基于基值、参照值、监测值、目标值,采用单因子比较、趋势评价、专家评价、公众参与等方法,或可参照国际五星评级系统和生态恢复轮可视化等方法,对监测时点的矿山地质环境破坏与恢复治理、土地损毁与复垦利用、生态系统破坏(退化)与恢复开展评价。

8.1.2 对地表水环境质量、渔业水质、农用地土壤污染风险管控、建设用地土壤污染风险管控、农田灌溉水质、土地复垦率、水土流失量等约束性指标,采用单因子指数、样本超标率以及治理率来评价。当样本中污染物单因子污染指数均值显著大于 1,或样本超标率大于 10%,则评定为不合格。

8.1.3 对郁闭度(覆盖率)、生态系统质量、生物多样性、土壤肥力等预期性指标,可采用趋势评价、五星系统和生态恢复轮等进行定量定性评价,判断其变化趋势。

8.2 地质环境恢复治理评价

8.2.1 基于监测值,开展矿山地质稳定性评价,获得矿区地质环境破坏隐患个数、规模和面积;分析地表塌陷、地表挖损影响土地面积和程度;分析地表水环境和地下水环境破坏情况。地质灾害发育程度及危险性评价按照 GB/T 40112 执行,地下水水质按照 GB/T 14848 执行。

8.2.2 开展地下水含水层破坏类型及危害程度评价,破坏危害程度评价按照 GB/T 42362 执行。

8.2.3 结合地质环境恢复治理监测值,获得治理面积和地质隐患排除个数,计算恢复治理率,计算监测点位地下水和地表水环境达标率。按照 DZ/T 0287 开展治理效果评价,矿山地质环境破坏与恢复治理评价统计表见附录 B 中表 B.1。

8.3 土地资源复垦利用评价

8.3.1 对矿山开采保护措施及效果监测保护措施和预防控制开展定性评价。

8.3.2 水土保持评价按照 GB/T 51240 执行。

8.3.3 挖损、压占、占用、污染、塌陷等损毁土地评价按照 TD/T 1031(所有部分)执行,监测期矿山新增土地资源损毁面积统计表见表 B.2。

8.3.4 耕地质量等级划分按照 GB/T 33469 执行。复垦修复耕地、园地、林地、草地和建设用地等评价按照 TD/T 1036 执行,土地资源复垦利用评价统计表见表 B.3。

8.4 生态系统恢复效果评价

8.4.1 统计或计算监测时复垦修复林地的造林密度、造林成活率、造林保存率、树种类型,结合目标值,判定是否达到复垦修复设定的工程设计标准。

8.4.2 地表水环境质量评价按照 GB 3838 执行,渔业水质标准按照 GB 11607 执行,农用地土壤污染风

险管控按照 GB 15618 执行,建设用地污染风险管控按照 GB 36600 执行,农田灌溉水质标准按照 GB 5084 执行,采煤塌陷区水资源环境评价方法按照 GB/T 37574 执行。

8.4.3 复垦修复生态系统格局和质量评价按照 GB/T 42340 执行,生态系统服务功能评价按照 HJ 1173 执行。生态系统固碳通过植物固碳和土壤固碳计算,其中林地碳储量计量按照 LY/T 2988 执行,湿地固碳计算按照 LY/T 2899 执行。综合参照生态系统和各类生态系统质量评价结果,分析评价区内生态系统质量状况以及不同时期动态变化特征。生态系统恢复效果评价统计见表 B.4。

9 监测评价报告编制

9.1 监测评价报告应包括矿山基本情况、监测点布设情况,监测范围及监测对象和监测指标,采矿以来及监测期地质环境破坏、土地资源损毁和生态系统破坏(退化)情况,矿山复垦修复主要措施和工程实施情况,复垦修复监测对象的现状及变化趋势,复垦修复效果评价。结合监测和评价结果开展适应性管理,提出修正、改进复垦修复工程、技术管理措施的对策和建议。

9.2 复垦修复监测评价报告见附录 C。

10 监测评价数据管理

10.1 按照自然资源调查监测和矿山复垦修复相关法规、标准规范的要求,对数据资料进行分级分类建库和管理,各单位对数据质量负责,数据的传输、共享和应用应符合相关规定。

10.2 对各阶段工作产生的各类数据及时分类整理、编目、存档。除保存原始纸介质资料外,应建立监测数据集,进行数据资料管理。信息系统建设应符合国家相关网络安全设计要求。

10.3 建立调查监测成果发布机制。在调查监测工作完成后,涉及社会公众关注的成果数据或数据目录,履行相关的审核程序后,统一对外发布。

附录 A
(资料性)
矿山复垦修复监测内容与监测指标

矿山开采前矿山复垦修复监测内容与监测指标见表 A.1。

表 A.1 矿山开采前矿山复垦修复监测内容与监测指标

监测对象	监测内容	监测指标	监测方法	煤矿		金属矿		石油天然气	其他
				井工	露天	井工	露天		
地质环境	地下水环境	含水层类型	DZ/T 0287	+	+	+	+	+	+
		地下水位		+	+	+	+	+	+
		地下水温		+	+	+	+	+	+
		地下水水量		+	+	+	+	+	+
		地下水质量 ^a		+	+	+	+	+	+
		井泉个数与排泄量		+	+	+	+	+	+
土壤环境	土壤污染项目 ^b	土壤污染项目 ^b	HJ/T 166	++	++	++	++	++	++
		土壤微量项目 ^c		+	+	+	+	+	+
		土地利用类型及面积		+	+	+	+	+	+
土地资源	土地利用现状	土地利用面积	TD/T 1055 TD/T 1010	+	+	+	+	+	+
		基本农田及面积		++	++	++	++	++	++
	耕地及基本农田	土壤质量	NY/T 1119	++	++	++	++	++	++
		配套设施		+	+	+	+	+	+
	生产力水平			+	+	+	+	+	

表 A.1 矿山开采前矿山复垦修复监测内容与监测指标 (续)

监测对象	监测内容	监测指标	监测方法	煤矿		金属矿		石油天然气	其他
				井工	露天	井工	露天		
地表水环境	地表水面积		HJ 91.2	+	+	+	+	+	+
	地表水环境质量 ^d			+	+	+	+	+	+
	地表水排泄			+	+	+	+	+	+
生态系统格局	生态系统类型 ^e 比例		GB/T 42340	+	+	+	+		+
	平均斑块面积			+	+	+	+		+
	边界密度			+	+	+	+		+
	聚集度指数			+	+	+	+		+
生态系统调查	森林生态系统		GB/T 30363 HJ 1167	+	+	+	+	+	+
	草地生态系统		NY/T 2998 HJ 1168	+	+	+	+	+	+
	湿地生态系统		HJ 1169	+	+	+	+	+	+
	荒漠生态系统		HJ 1170	+	+	+	+	+	+
	水源涵养量			+	+	+	+	+	+
生态系统服务	防风固沙量		HJ 1173 LY/T 2988	+	+	+	+	+	+
	土壤保持量			+	+	+	+	+	+
	生物多样性维护			+	+	+	+	+	+
	碳储量			+	+	+	+	+	+
生态系统质量	生物量		GB/T 42340	+	+	+	+	+	+
	植被覆盖度			+	+	+	+	+	+
	水质			+	+	+	+	+	+
	生态系统质量综合指数			+	+	+	+	+	+

表 A.1 矿山开采前矿山复垦修复监测内容与监测指标 (续)

监测对象	监测内容	监测指标	监测方法		煤矿		金属矿		石油天然气	其他
			井工	露天	井工	露天	井工	露天		
<p>注：+表示建议监测，++表示建议重点监测。</p> <p>^a 地下水质量指标包括：色、嗅和味、浑浊度、肉眼可见物、pH、总硬度、溶解性总固体、硫酸盐、氯化物、铁、锰、铜、锌、铝、挥发性酚类、阴离子表面活性剂、耗氧量、氨氮、硫化物、钠、总大肠杆菌菌群、菌落总数、亚硝酸盐、硝酸盐、氟化物、碘化物、汞、砷、硒、镉、铬、铅、三氯甲烷、四氯化碳、苯、甲苯、总α放射物、总β放射物共39项地下水质量常规指标。</p> <p>^b 土壤污染项目包括：镉、铬、汞、砷、铅、铜、锌、镍、六六六总量、滴滴涕总量、苯并[a]芘。</p> <p>^c 土壤微量项目包括：铁、锰、铜、钼。</p> <p>^d 地表水环境质量指标包括：水温、pH、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量、五日化学需氧量、氨氮、总磷、总氮、铜、镉、铬、锌、氟化物、硒、砷、汞、铅、六价铬、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群共 24 项地表水环境质量基本项目。</p> <p>^e 主要包括森林、灌丛、草地、湿地、农田、城镇、荒漠等生态系统类型。</p>										

矿山开采中矿山复垦修复监测内容与监测指标见表 A.2。

表 A.2 矿山开采中矿山复垦修复监测内容与监测指标

监测对象	监测内容	监测指标	监测方法		煤矿		金属矿		石油天然气	其他	
			井工	露天	井工	露天	井工	露天			
保护预防控制措施监测	保护措施	避让措施	+	++	+	+	+	+	+	+	
		减缓措施	+	++	+	+	+	+	+	+	
		文化保护	+	++	+	+	+	+	+	+	
	预防控制措施	物种收集与保护	+	++	+	+	+	+	+	+	+
		表土剥离与保存	+	++	+	+	+	+	+	+	+
		固废资源利用	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		地表沉降减损	+	+	+	+	+	+	+	+	+
		污染预控	+	++	+	+	+	+	+	+	+
		水土保持	+	+	+	+	+	+	+	+	+

表 A.2 矿山开采中矿山复垦修复监测内容与监测指标 (续)

监测对象	监测内容	监测指标	监测方法	煤矿		金属矿		石油天然气	其他
				井工	露天	井工	露天		
地质 环境 损毁	采空区塌陷	地表形变	DZ/T 0287 DZ/T 0388	+	+	+	+	+	+
		地下形变		+	+	+	+	+	+
		孔隙水压力		+	+	+	+	+	+
		土压力		+	+	+	+	+	+
		岩土体含水率		+	+	+	+	+	+
		初始塌陷值		+	+	+	+	+	+
		累计塌陷值		+	+	+	+	+	+
		裂缝发育		+	+	+	+	+	+
		地下水位		+	+	+	+	+	+
		降水量		+	+	+	+	+	+
		地表形变		+	+	+	+	+	+
		地下形变		+	+	+	+	+	+
地质 环境 损毁	不稳定边坡	地下水位	DZ/T 0287 DZ/T 0388	+	+	+	+	+	+
		降水量		+	+	+	+	+	+
		岩土体含水率		+	+	+	+	+	+
		孔隙水压力		+	+	+	+	+	+
		土压力		+	+	+	+	+	+
		地应力		+	+	+	+	+	+
		含水层破坏类型 ^a		+	+	+	+	+	+
		地下水温		+	+	+	+	+	+
		地下水位		+	+	+	+	+	+
		地下水水量		+	+	+	+	+	+
		地下水水质		+	+	+	+	+	+
		抽排地下水量		+	+	+	+	+	+
地下水环境破坏(含水层、地下潜水、开采目的层、疏干层)	综合利用量	+	+	+	+	+	+	+	
	疏干排水面积	+	+	+	+	+	+	+	
	土壤无机污染物	+	+	+	+	+	+	+	
	土壤有机污染物	+	+	+	+	+	+	+	
	土壤环境破坏	土壤无机污染物	+	+	+	+	+	+	+
		土壤有机污染物	+	+	+	+	+	+	+
		土壤无机污染物	+	+	+	+	+	+	+
		土壤有机污染物	+	+	+	+	+	+	+
		土壤无机污染物	+	+	+	+	+	+	+
		土壤有机污染物	+	+	+	+	+	+	+
		土壤无机污染物	+	+	+	+	+	+	+
		土壤有机污染物	+	+	+	+	+	+	+
土壤无机污染物		+	+	+	+	+	+	+	
土壤有机污染物		+	+	+	+	+	+	+	
土壤无机污染物		+	+	+	+	+	+	+	
土壤有机污染物		+	+	+	+	+	+	+	

表 A.2 矿山开采中矿山复垦修复监测内容与监测指标 (续)

监测对象	监测内容	监测指标	监测方法	煤矿		金属矿		石油天然气	其他	
				井工	露天	井工	露天			
土地 资源 损毁 损毁现状 与拟损毁 监测	挖损土地面积	水田	TD/T 1049 TD/T 1055 TD/T 1031(所有部分)		+		+	+	+	
		水浇地			+		+	+	+	
				+		+	+	+	
	塌陷土地面积	水田			+			+	+	+
		水浇地			+			+	+	+
				+			+	+	+
	压占土地面积	水田			+			+	+	+
		水浇地			+			+	+	+
		旱地			+			+	+	+
	基本农田损毁	水田			+	+	+	+	+	+
		水浇地			+	+	+	+	+	+
				+	+	+	+	+	+
生态 系统 破坏	湿地损毁面积	湿地损毁面积		+		+	+	+	+	
		林地损毁面积		+		+	+	+	+	
		草地损毁面积		+		+	+	+	+	
	生态用地损毁		+		+	+	+	+	
		地表水面积变化		+		+	+	+	+	
		地表水质量变化		+		+	+	+	+	
地表水环境破坏	地表水排泄变化		+		+	+	+	+		
	塌陷区水环境		+		+	+	+	+		

表 A.2 矿山开采中矿山复垦修复监测内容与监测指标 (续)

监测对象	监测内容	监测指标	监测方法	煤矿		金属矿		石油天然气	其他	
				井工	露天	井工	露天			
地质 环境 治理	不稳定边坡	恢复治理率	DZ/T 0287 DZ/T 0388 HJ/T 166	+	+		+	+	+	
	采空区塌陷	复垦修复率		+		+		+	+	
	地下水环境	地下水位			+		+		+	+
		地下水水质			+		+		+	+
		疏干排水面积恢复率			+		+		+	+
		水质监测点达标率			+		+		+	+
	土壤环境质量	土壤污染项目			+	+	+	+	+	+
		土壤微量项目			+	+	+	+	+	+
	复垦修复管理	土壤环境质量达标率			+	+	+	+	+	+
		土地复垦率			+		+		+	+
土地 复垦 利用	复垦修复土地(耕地、园地、林地、草地……)	地形	GB/T 32740、 GB/T 36393 GB/T 42489、 NY/T 1119 TD/T 1010、 TD/T 1049	+	+	+	+	+	+	
		土壤质量		+	+	+	+	+	+	
		配套设施		+	+	+	+	+	+	
		生产力水平		+	+	+	+	+	+	
		地表水面积变化		+	+	+	+	+	+	
生态 系统 恢复	地表水环境	地表水水质达标率	HJ 91.2	+	+	+	+	+	+	
		地表水排泄情况		+	+	+	+	+		
		生态系统类型比例		+	+	+	+	+		
		平均斑块面积		+	+	+	+	+		
		边界密度		+	+	+	+	+		
生态系统格局	聚集度指数		HJ 1171	+	+	+	+	+		
				+	+	+	+	+		

表 A.2 矿山开采中矿山复垦修复监测内容与监测指标 (续)

监测对象	监测内容	监测指标	监测方法	煤矿		金属矿		石油天然气	其他
				井工	露天	井工	露天		
复垦修复效果监测	生态状况调查	森林生态系统	GB/T 30363、HJ 1167	+	+	+	+	+	+
		草地生态系统	NY/T 2998、HJ 1168	+	+	+	+	+	+
		湿地生态系统	HJ 1169	+	+	+	+	+	+
		荒漠生态系统	HJ 1170	+	+	+	+	+	+
	生态系统服务	水源涵养量	HJ 1173 LY/T 2988	+	+	+	+	+	+
		防风固沙量		+	+	+	+	+	+
		土壤保持量		+	+	+	+	+	+
		生物多样性维护		++	++	++	++	++	++
		碳储量		+	+	+	+	+	+
		生物量		+	+	+	+	+	+
生态系统质量	植被覆盖度	GB/T 42340	++	++	++	++	++	++	
	湿地水质		+	+	+	+	+	+	
	生态系统质量综合指数		+	+	+	+	+	+	

注：+表示建议监测，++表示建议重点监测。

° 地下水含水层层位缺失、包气带厚度增加、含水层疏干压密、含水层位置移动、储水构造改变、导水裂隙产生。

矿山开采后矿山复垦修复监测内容与监测指标见表 A.3。

表 A.3 矿山开采后复垦修复监测内容与监测指标

监测内容	监测指标	监测方法	煤矿		金属矿		石油天然气	其他
			井工	露天	井工	露天		
基础设施维护	灌溉工程	TD/T 1049 遥感调查 实地调查 公众访谈	+	+	+	+	+	+
	排水工程		+	+	+	+	+	
	道路工程		+	+	+	+	+	
	林网工程		+	+	+	+	+	
土地质量	土壤质量	GB/T 32740 TD/T 1049	++	++	++	++	++	++
	生产力水平		+	+	+	+	+	
植被管护	病虫害防治	实地调查 公众访谈	++	++	++	++	++	++
	修枝与间伐		++	++	++	++	++	
生态系统格局	生态系统类型比例	GB/T 42340	+	+	+	+	+	+
	平均斑块面积		+	+	+	+	+	
	边界密度		+	+	+	+	+	
	聚集度指数		+	+	+	+	+	
生态系统功能维持	森林生态系统	GB/T 30363 HJ 1167	+	+	+	+	+	+
	草地生态系统		+	+	+	+	+	
	湿地生态系统	NY/T 2998 HJ 1168	+	+	+	+	+	
	荒漠生态系统		+	+	+	+	+	
生态系统服务	水源涵养量	HJ 1173 LY/T 2988	+	+	+	+	+	+
	防风固沙量		+	+	+	+	+	
	土壤保持量		+	+	+	+	+	
	生物多样性维护		++	++	++	++	++	
	碳储量		+	+	+	+	+	
			+	+	+	+	+	

表 A.3 矿山开采后复垦修复监测内容与监测指标 (续)

监测内容	监测指标	监测方法	煤矿		金属矿		石油天然气	其他
			井工	露天	井工	露天		
生态系统 功能维持	生物量	GB/T 42340	+	+	+	+	+	+
	植被覆盖度		++	++	++	++	++	++
	湿地水质		+	+	+	+	+	+
	生态系统质量综合指数		+	+	+	+	+	+
重点监测区			++	++	++	++	++	++

注：+表示建议监测，++表示建议重点监测。



附 录 B
(资料性)
矿山复垦修复评价统计表

表 B.1 给出了监测年矿山地质环境破坏与恢复治理评价统计表。

表 B.1 ××××年矿山地质环境破坏与恢复治理评价统计表

地质环境	基期破坏指标值		恢复治理指标值		恢复治理率 %
	个数	面积 hm ²	个数	面积 hm ²	
不稳定边坡		/		/	
采空区塌陷	/		/		
地下水水位下降监测点		/		/	
疏干排水面积	/		/		
地下水水质未达标监测点		/		/	
土壤环境质量未达标监测点		/		/	

表 B.2 给出了监测年矿山新增土地资源损毁面积统计表。

表 B.2 ××××年矿山新增土地资源损毁面积统计表

损毁类型	土地利用分类		基期面积 hm ²	监测年新增损毁程度及面积 hm ²			
				重度	中度	轻度	合计
挖损土地	耕地	水田					
		水浇地					
		旱地					
	园地	果园					
		茶园					
		……					
	林地	乔木林地					
		……					
……	……						
压占土地	耕地	水田					
		水浇地					
		旱地					
	园地	果园					
		茶园					
		……					
	林地	乔木林地					
		……					
……	……						

表 B.2 ××××年矿山新增土地资源损毁面积统计表（续）

损毁类型	土地利用分类		基期面积 hm ²	监测年新增损毁程度及面积 hm ²			
				重度	中度	轻度	合计
塌陷土地	耕地	水田					
		水浇地					
		旱地					
	园地	果园					
		茶园					
						
	林地	乔木林地					
						
.....					
合计							

表 B.3 给出了监测年土地资源复垦利用评价统计表。

表 B.3 ××××年土地资源复垦利用评价统计表

土地利用类型		基期面积 hm ²	新增复垦修复面积 hm ²
耕地	水田		
	水浇地		
	旱地		
	小计		
园地	果园		
	茶园		
		
	小计		
林地	乔木林地		
		
	小计		
.....		

表 B.4 给出了监测年生态系统恢复效果评价统计表。

表 B.4 ××××年生态系统恢复效果评价统计表

监测对象	监测内容	监测指标	基期年	监测年	变化趋势
生态系统	地表水环境	地表水面积			
		地表水环境质量			
		地表水生态			
		地表水排泄			
		沉陷区水环境			
	生态系统格局	生态系统类型构成比例			
		平均斑块面积			
		边界密度			
		聚集度指数			
	生态状况调查	森林生态系统			
		草地生态系统			
		湿地生态系统			
		荒漠生态系统			
	生态系统服务	水源涵养量			
		防风固沙量			
		土壤保持量			
		生物多样性维持			
		碳固定量			
	生态系统质量	生物量			
		植被覆盖度			
湿地水质					
生态系统质量综合指数					

附录 C

(资料性)

矿山土地复垦与生态修复监测评价报告示例

矿山土地复垦与生态修复监测评价报告见图 C.1。

<p>前言</p> <p>说明监测评价任务由来,评估工作的依据,主要任务和要求。</p>
<p>第 1 章 概况</p> <p>1.1 项目背景</p> <p>1.2 监测评价依据</p> <p>1.3 指导思想和原则</p> <p>1.4 监测评价范围</p>
<p>第 2 章 监测区概况</p> <p>2.1 自然地理概况</p> <p>2.2 地质环境概况</p> <p>2.3 生态系统概况</p> <p>2.4 社会经济概况</p> <p>2.5 生产建设活动概况</p> <p>2.6 土地复垦与生态修复概况</p>
<p>第 3 章 土地复垦与生态修复监测</p> <p>3.1 监测点布设与检测方法</p> <p>3.2 矿山地质环境破坏监测</p> <p>3.3 矿区土地资源损毁监测</p> <p>3.4 矿区生态系统破坏(退化)监测</p> <p>3.5 矿山地质环境治理监测</p> <p>3.6 损毁土地复垦利用监测</p> <p>3.7 破坏生态系统恢复监测</p> <p>3.8 复垦修复管理维护监测</p> <p>3.9 其他监测(预防控制措施落实以及参照生态系统监测)</p>
<p>第 4 章 土地复垦与生态修复评价</p> <p>4.1 矿山地质环境恢复治理评价</p> <p>4.2 土地资源损毁程度评价</p> <p>4.3 复垦修复土地质量评价</p> <p>4.4 生态系统恢复改善评价</p>
<p>第 5 章 评价结果与分析</p> <p>5.1 地质环境破坏与恢复治理综合评价</p> <p>5.2 土地资源损毁与复垦利用综合评价</p> <p>5.3 生态系统破坏(退化)与恢复综合评价</p>
<p>第 6 章 土地复垦与生态修复适应性管理对策</p> <p>6.1 土地复垦与生态修复存在问题</p> <p>6.2 土地复垦与生态修复改进措施</p>
<p>参考文献</p>

图 C.1 矿山土地复垦与生态修复监测评价报告示例

参 考 文 献

- [1] GB/T 32740—2016 自然生态系统土壤长期定位监测指南
- [2] GB/T 36197—2018 土壤质量 土壤采样技术指南
- [3] GB/T 39738—2020 国家公园监测规范
- [4] LY/T 2241—2014 森林生态系统生物多样性监测与评估规范
- [5] NY/T 1121(所有部分) 土壤检测
- [6] TD/T 1055 第三次全国国土调查技术规程
- [7] TD/T 1068—2022 国土空间生态保护修复工程实施方案编制规程
- [8] TD/T 1069—2022 国土空间生态保护修复工程验收规范
- [9] TD/T 1070(所有部分) 矿山生态修复技术规范
- [10] 自然资源部. 国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南(自然资发〔2023〕234号). 2023年11月.
- [11] 自然资源部办公厅, 财政部办公厅, 生态环境部办公厅. 山水林田湖草生态保护修复工程指南(试行)(自然资办发〔2020〕38号). 2020年8月.
- [12] 自然资源部. 自然资源调查监测体系构建总体方案(自然资发〔2020〕15号). 2020年1月.
- [13] 自然资源部办公厅. 自然资源调查监测标准体系(试行)(自然资办发〔2021〕5号). 2021年1月.
- [14] Young R E, Gann G D, Walder B, et al. International principles and standards for the ecological restoration and recovery of mine sites. *Restoration Ecology*, 2022, 30: e13771.
-



