



# 中华人民共和国国家标准

GB/T XXXXX—2023

## 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

(点击此处添加与国际标准一致性程度的标识)

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 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 ..... II

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 2

4 总则 ..... 3

    4.1 监测评价目的 ..... 3

    4.2 监测范围 ..... 3

    4.3 监测评价原则 ..... 3

5 监测评价流程 ..... 3

    5.1 准备工作 ..... 3

    5.2 开采前监测 ..... 4

    5.3 开采中监测 ..... 4

    5.4 采矿后监测 ..... 4

6 监测内容与监测方法 ..... 1

    6.1 一般规定 ..... 1

    6.2 地质环境监测内容与监测方法 ..... 1

    6.3 土地资源监测指标及监测方法 ..... 1

    6.4 生态系统监测指标及监测方法 ..... 2

    6.5 其他监测 ..... 2

7 监测评价 ..... 3

    7.1 一般规定 ..... 3

    7.2 矿山地质环境损毁及恢复治理评价 ..... 3

    7.3 土地资源损毁与复垦利用评价 ..... 3

    7.4 生态系统破坏（退化）与恢复评价 ..... 3

8 监测评价报告编制 ..... 4

9 监测评价数据管理 ..... 4

附 录 A （规范性） ..... 5

附 录 B （资料性） ..... 10

附 录 C （资料性） ..... 12

参 考 文 献 ..... 14

## 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。

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委员会（SAC/TC93）归口。

本文件起草单位：自然资源部国土空间生态修复司、自然资源部国土整治中心、中国地质大学（北京）、中国地质环境监测院、中国自然资源经济研究院。

本文件主要起草人：卢丽华、周伟、罗明、白中科、张进德、王议、王娜、李红举、孙尚贵、庞建波、杨婧、曹银贵、冯宇、王立威、穆永林、鞠正山、孟宪素、杜亚敏、王金满、赵中秋。

# 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的总则、流程、监测指标与监测方法、监测评价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 11607 渔业水质标准
- GB 15618 土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）
- GB 36600 土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）
- GB 3838 地表水环境质量标准
- GB 5084 农田灌溉水质标准
- GB/T 14848 地下水质量标准
- GB/T 18337.3 生态公益林建设技术规程
- GB/T 21010-2017 土地利用现状分类
- GB/T 26424 森林资源规划设计调查技术规定
- 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
- GBT 36393 土壤质量 自然、近自然及耕作土壤调查程序指南
- GB/T 40112 地质灾害危险性评估规范
- 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/T 166 土壤环境监测技术规范
- HJ 1172 全国生态状况调查评估技术规范—生态系统质量评估
- LY/T 1814 自然保护区生物多样性调查规范
- 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
- SL 190 土壤侵蚀分类分级标准
- SL 219 水环境监测规范
- SL 277 水土保持监测技术规程
- SL 592 水土保持遥感监测技术规范

TD/T 1010 土地利用动态遥感监测规程

TD/T 1031 土地复垦方案编制规程

TD/T 1055-2019 第三次全国国土调查技术规程

TD/T 1068 国土空间生态保护修复工程实施方案编制规程

TD/T 1070 矿山生态修复技术规范

T-CAGHP 078 采空塌陷地质灾害监测规范（试行）

《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南（试行）》（自然资办发〔2020〕51号，2020.11）

### 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。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、取样的固定地块或点。

#### 3.3

**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/T1068-2022，3.7，有修改]

#### 3.4

**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。

#### 3.5

**基值** base value

在矿山开采前基期开展调查时获取的监测对象的背景数值，也称初始值或现值。

#### 3.6

**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。

#### 3.7

**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。

#### 3.8

**土地复垦和生态修复监测** monitoring of land reclamation and ecological restoration

通过收集资料、现场调查、测试化验、样地观测、遥感解译、公众访谈等方法，对矿山土地复垦和生态修复的现状及变化情况进行周期性观测、分析、解释和利用的活动。

#### 3.9

**土地复垦与生态修复评价** land reclamation and ecological restoration evaluation

通过监测值、基值、参照值和目标值的对比分析，对矿山土地复垦与生态修复的效果进行分析后所得的结论。

### 3.10

#### 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/T1068-2022，3.9，有修改]

## 4 总则

### 4.1 监测评价目的

在矿产资源开发中，采用多种方法对地质环境损毁与恢复治理、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，可为矿山土地复垦与生态修复目标与技术措施确定、问题识别与诊断、适应性管理、验收和效果评估、预测等提供依据。

### 4.2 监测范围

由矿区范围及地质环境影响区共同构成的区域。

### 4.3 监测评价原则

4.3.1 问题导向，突出重点。根据基础调查、问题识别诊断与复垦修复目标等，重点围绕地质环境损毁与恢复治理、土地损毁与复垦利用、生态系统破坏（退化）与恢复等，结合开采方式、开采工艺、时序安排等，科学设置监测内容、监测指标、监测点、监测周期等。

4.3.2 科学规范，全程监测。指标获取应符合国家有关技术标准和规范、相关部门的规定。监测点位相对固定、监测数据连续可靠。实现矿产资源开采前、开采中和开采后等不同阶段地质环境损毁与恢复治理、土地损毁与复垦利用、生态系统破坏（退化）与恢复的全面监测。

4.3.3 精准高效，实用可行。应用可靠的技术方法，提高监测精度与效率，使监测结果数据真实准确可靠。监测内容应面向管理需求，具有针对性、可行性和易操作性。监测指标应具有较好的灵敏度和可测度，对于易变指标可开展短周期监测，对于稳定指标可开展长周期监测。

4.3.4 定性定量，权威可比。在调查监测的基础上，充分利用自然资源、水利、农业农村、生态环境等相关部门、科研机构、院校的长期监测数据及研究成果，采用定性定量相结合的方法，开展矿山土地复垦与生态修复效果评估。

## 5 监测评价流程

### 5.1 准备工作

5.1.1 收集整理矿山地形地貌、气象、水文、地质、土地、土壤、动植物以及生物多样性等基础资料。开展自然生态状况调查、矿山概况调查以及重大问题专项调查，调查内容及方法参照 TD/T 1070 执行。

5.1.2 分析监测范围土地利用类型、数量、分布和质量。说明耕地、林地、草地等不同土地利用类型的有效土层厚度、土壤质地、有机质含量、pH 值以及土壤环境质量等主要生物、化学和物理指标。

5.1.3 分析监测范围内构成生态系统的群落特征，包括动植物群落物种组成及特征，特别是地带性植被建群物种、本地关键物种、指示物种、旗舰物种、先锋物种等重要物种的种类、数量及生境情况。

5.1.4 分析范围地表水系及地下基本情况。地表水包括水体类型、面积、深度、水质、水生态等，地下水赋存情况包括主要含水层（浅部）、隔水层、赋存条件、潜水埋深、水质等。

5.1.5 分析诊断矿山建设、开采产生的矿山地质环境损毁、土地资源损毁和生态破坏问题及复垦修复可能存在风险。

5.1.6 分析矿山地质环境保护与土地复垦方案、水土保持方案等复垦与生态修复方案，进一步明确矿山地质环境损毁与恢复治理、土地损毁与复垦利用的时空分布和时序安排，结合复垦修复规划设计和相关标准，确定复垦修复目标值。

## 5.2 开采前监测

5.2.1 结合准备工作阶段分析和监测评价的目的，编写监测评价方案，明确监测范围与对象、监测内容与指标、监测指标与监测方法。

5.2.2 通过前期资料分析和基础调查获取矿山地质环境、土地资源、生态系统监测指标的基值。对于基值缺失或不完整的需要开展补充调查工作。土地资源基础调查应依据第三次全国国土调查和年度国土变更调查成果以及《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南（试行）》相关。要明确监测范围内耕地特别是永久基本农田面积、质量、坡度等情况。

5.2.3 按照典型性和代表性，设置林地和草地监测样地和样方，确定参照生态系统，开展本底调查，获取生态系统各监测指标的参照值。

## 5.3 开采中监测

5.3.1 开展矿山保护预防监测，包括减缓保护措施和预防控制措施落实情况及落实有效性评价。

5.3.2 开展现状与预测损毁监测评价，主要获取矿山开采对地质环境、土地资源、生态系统的状态参数，开展破坏类型、程度、规模与面积评价。结合损毁预测提前预设监测点开展监测。

5.3.3 开展复垦修复成效监测，获取破坏地质环境恢复治理、损毁土地复垦利用及质量、破坏生态系统的恢复及改善的监测值，开展复垦修复效果评价。已复垦土地调查按照土地资源基础调查应依据第三次全国国土调查和年度国土变更调查成果以及《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南（试行）》相关要求执行。

5.3.4 根据监测评价结果，开展适宜性管理，修正、改进复垦修复工程、技术管理措施等。

## 5.4 采矿后监测

5.4.1 对地质环境恢复治理、土地复垦利用、生态系统恢复跟踪监测评价。

5.4.2 开展已复垦修复区配套工程的维护效果监测评价。

5.4.3 开展已复垦修复生态系统管理监测评价。

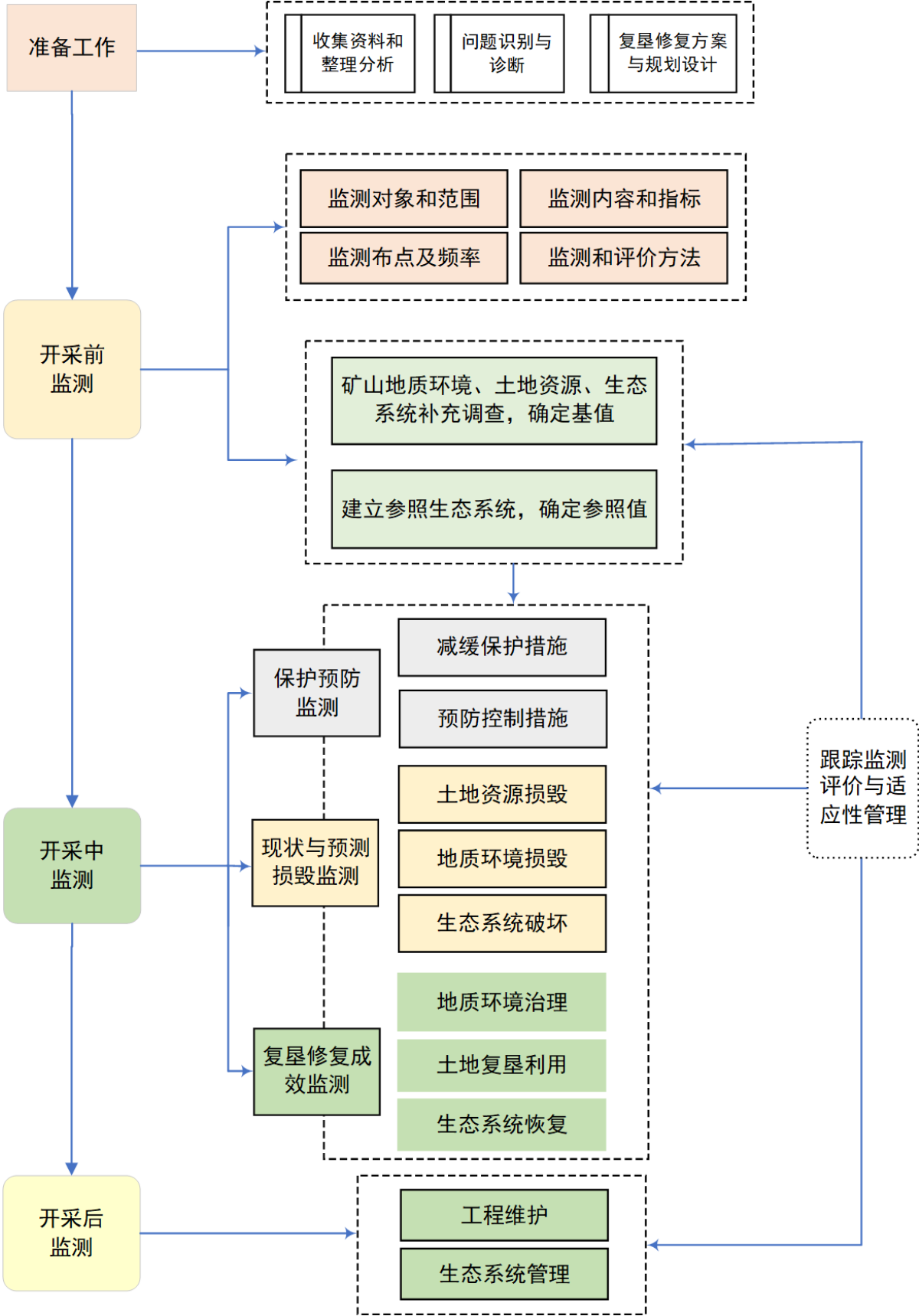


图1 监测评价流程

## 6 监测内容与监测方法

### 6.1 一般规定

6.1.1 矿山土地复垦与生态修复监测包括采矿前、采矿中和采矿后三个阶段的地质环境损毁与恢复治理、土地损毁与复垦利用、生态系统破坏（退化）与恢复 3 个方面。根据监测内容设置相应监测指标，所有监测指标为共性指标，各可针对矿山实际情况，选取符合自身管理需求的个性监测指标。

6.1.2 构建自动监测和人工监测相结合的矿山土地复垦与生态修复“天地空一体化”监测体系。可采用遥感监测、地面监测、固定样地样方、实验分析、公众访谈等多种监测手段，实现矿山土地复垦与生态修复的立体化、全方位、精细化连续监测。

6.1.3 科学合理布设监测点。结合采矿方式、采矿工艺和采矿时序，针对地质环境损毁

6.1.4 与恢复治理、土地损毁与复垦利用、生态系统破坏（退化）与恢复布设监测点。监测点应覆盖监测范围。宜采用点、线、面相结合的方式布设监测点，形成监测网。应充分利用现有各部门的监测站和监测网。

6.1.5 监测点的监测周期应根据监测内容的易变程度、变形范围、变形速率、监测精度、设施布置情况和工程地质条件等因素综合确定。宜以日、月、季度、年为周期进行监测；监测期间，应根据监测指标变化情况适当调整监测周期，满足监测评价需要。

6.1.6 矿山土地复垦与生态修复监测内容与监测指标见附录 A。

### 6.2 地质环境监测内容与监测方法

6.2.1 矿山地质环境监测内容包括地质稳定性、地面塌陷、地表挖损、地下水及地表水等。按照采矿前、采矿中和采矿后开展地质稳定性、地面塌陷、地表挖损、地下水及地表水监测。可采用水准监测、遥感监测、地面监测、实验分析等方法开展监测。宜采用日、月短周期监测，随情况变化及时增加频次。

6.2.2 对露天矿采场、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地段布设监测点，采用地表、地下联合监测的方式获取监测对象的地表形变、地下形变、地表裂缝、岩土体含水率监测值，开展地质稳定性监测。具体监测应按照 DZ/T 0287 执行。

6.2.3 结合采掘工程平面图、井上下对照图及损毁预测等资料研判采空区范围并布设监测基准点、工作基点和监测点，构建监测网，获取水平位移、垂直位移、地表裂缝发育范围、发育规模等监测值，开展地表塌陷监测。具体监测应按照 T/CAGHP 078 执行。塌陷处于稳定状态时可终止监测。

6.2.4 采用遥感数据，采用人机交互方式或自动识别方法，结合地面监测和实验分析，获取矿山挖损面积、挖损深度和岩土剥离量、地表水体（河、湖塘、水库）面积、地表水质、水生态等地面挖损和地表水环境监测值。水环境监测应按照 SL 219 执行。

6.2.5 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，合理布设监测点，构建地下水环境破坏监测网，获取地下水温、地下水位、地下水水量、地下水水质、抽排地下水量、综合利用量、疏干排水面积值，开展地下水监测。具体监测应按照 DZ/T 0388 执行。

### 6.3 土地资源监测指标及监测方法

6.3.1 土地资源监测内容包括土地资源利用现状、损毁土地复垦利用、复垦修复土壤质量、复垦修复配套工程等。可采用遥感监测、地面监测、实验分析、公众访谈等方法开展监测。土地资源监测宜采用一年监测1次；土壤环境质量宜采用五年监测1次。

6.3.2 土地利用现状监测内容包括土地利用类型、面积和权属，损毁土地复垦利用监测内容包括复垦利用类型、面积和权属。土地利用现状分类按照 GB/T 21010-2017 执行。土地利用现状和损毁土地复垦利用监测按照 TD/T 1055-2019、TD/T 1010 以及《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南（试行）》相关执行。基于地表挖损和地表塌陷监测，结合土地利用类型开展土地损毁类型、程度、面积计算。

6.3.3 复垦修复耕地质量及等级按照 NY/T 1119 和 GB/T 33469 执行，复垦修复林地监测应按照 GB/T 30363, GB/T 26424 执行，复垦修复草地监测应按照 NY/T 2998 执行。复垦林地、复垦草地监测应选在草地生物量高峰时期，北方宜在7月~8月，南方宜在6月~10月。

6.3.4 土壤采样点布设应覆盖监测区所有土地利用类型，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，采样密度不低于75个/km<sup>2</sup>。复垦修复土地土壤环境质量监测应按照 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。

6.3.5 基于遥感监测、实地监测和公众方访谈，开展道路工程、灌排工程、疏排水工程、输配电工程、建筑物工程等配套工程监测。

## 6.4 生态系统监测指标及监测方法

6.4.1 生态系统监测内容包括复垦修复后生态系统多样性、动物多样性、复垦修复植物。可采用遥感监测、定位监测、样地样方监测、实验分析、公众访谈等方法开展监测。基于卫星遥感数据可开展生态系统状况关键参数如植被覆盖度、叶面积指数的定量反演。宜采用五年监测1次。

6.4.2 复垦修复生态系统的生态系统多样性、动物多样性、复垦修复植物调查监测按照 LY/T 1814 执行，水土保持监测按照 SL 277 和 SL 592 执行。

6.4.3 复垦修复林地野外监测样地与样方设置参照 GB/T 30363 中的相关要求，复垦修复草地野外监测样地与样方设置参照 NY/T 2998 中的相关要求。样方应覆盖各类复垦修复植被群落的组合模式，反映各类复垦修复生态系统随地形、土壤和人为环境等的变化特征。

6.4.4 生态系统管理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，促进植被恢复。复垦修复林地管护按照 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。

## 6.5 其他监测

6.5.1 主要开展减缓保护措施、预防控制措施的落实情况。采用遥感监测、地面监测、公众访谈方法开展监测。宜采用一年监测1次。

6.5.2 减缓措施主要监测避让措施、减缓措施、文化保护等措施落实情况，预防控制措施包括物种收

集与保护、表土剥离与保存、固废资源利用、地表沉陷减损、污染预控、水土流失预控的落实和有效性。

## 7 监测评价

### 7.1 一般规定

7.1.1 基于监测值、参照值和目标值，通过因子比较、综合评价等定量方法或专家评价等定性评价，对采矿前、采矿中和采矿后三个阶段监测时点的地质环境损毁与恢复治理、土地损毁与复垦利用、生态系统破坏（退化）与恢复开展评价。

7.1.2 对于约束性指标，如地表水环境质量、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、农田灌溉水质等，采用单因子污染指数、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。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，土壤环境质量按照 GB 15618、GB 36600 执行，农田灌溉水质标准按照 GB 5084 执行。

7.1.3 基于基值、监测值和参照值，开展复垦修复土地利用及演化、生态系统恢复趋势性评价，预测其未来发展趋势。

### 7.2 矿山地质环境损毁及恢复治理评价

7.2.1 基于监测值，开展矿山地质稳定性评价，获得矿区地质环境损毁隐患个数、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 标准执行。

7.2.2 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，填写附录 B 表 B.1。

### 7.3 土地资源损毁与复垦利用评价

7.3.1 基于地质稳定性、地表塌陷、地面挖损发育程度、规模及面积，结合土地用现状类型，按照 GB/T 21010、TD/T 1031 开展挖损、压占、占用、污染、沉陷损毁土地的程度分析，并统计面积，填写附录 B 表 B.2。

7.3.2 基于监测指标的基值、监测值，结合参照值、目标值，对复垦修复耕地、林地、草地、湿地等进行评价，具体按照或 TD/T 1036 执行，填写附录 B 表 B.3。

### 7.4 生态系统破坏（退化）与恢复评价

7.4.1 基于基值、监测值、参照值和目标值，分析不同监测时期复垦修复林地、草地、湿地的植被类型、植被高度、初级生产力、物种丰富度、本地物种数目、生态系统碳储量、生态系统碳汇量、水土流失量，分析其变化趋势。土壤侵蚀分类分级按照 SL 190 执行。

7.4.2 以遥感生态参数（植被覆盖度、叶面积指数、总初级生产力）作为指标，开展复垦修复耕地、林地、草地、湿地等生态系统类型的质量评价。由植被覆盖度、叶面积指数和总初级生产力的相对密度来反映监测类型的生态系统质量整体状况并划分等级。用监测值或反演值与参照值比较，计算生态参数的相对密度。复垦修复生态系统质量评价按照 HJ 1172 执行。

## 8 监测评价报告编制

监测评价报告应包括土地复垦与生态修复监测范围基本情况，监测范围土地复垦与生态修复主要措施和工程实施情况，土地复垦与生态修复监测对象的现状及变化趋势，土地复垦与生态修复效果评价，提高土地复垦与生态修复质量的对策和建议等内容。报告编写提纲见附录B。

## 9 监测评价数据管理

9.1.1 按照矿山土地复垦与生态修复相关法规、标准规范的要求，对数据资料进行分级分类建库和管理，各单位对本部产生数据质量负责，数据的传输、共享和应用应符合国家安全保密规定。

9.1.2 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，应建立信息系统与数据库，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。

附 录 A  
(规范性)

矿山土地复垦与生态修复监测内容与监测指标

表A.1 规定了矿山采矿前矿山复垦与生态修复监测内容与指标。

表A.1 矿山采矿前复垦与生态修复监测内容与指标

监测对象	监测内容	监测指标	单位
地质环境现状	地下水环境	含水层类型	
		地下水位	$m$
		地下水温	$^{\circ}C$
		地下水水量	$m^3/t$
		地下水质量	I ~ V
	地表水环境 (河、湖塘、水库)	地表水面积	$hm^2$
		地表水质量	I ~ V
		地表水生态	极好、良好、中等、较差、极差
	地质稳定性	地表形变	$mm$
		地下形变	$mm$
		地表裂缝	$mm$
		岩土体含水率	%%
	地质环境损毁隐患	崩塌	个
		滑坡	个
		泥石流	个
土地资源状况	土地利用现状	土地利用类型	
		土地利用面积	$hm^2$
		土地利用权属	
		土壤质量	
		土壤环境质量	
		.....	
生态系统现状	植被状况	植被类型	
		植被高度	
		覆盖度(郁闭度)	%
		土壤侵蚀模数	$t/(km^2 \cdot a)$
		生态系统碳储量	
		生态系统碳汇量	
		.....	
	生物多样性	物种丰富度	
		优势种(组)	
		本地物种数目	
		.....	

表 A.2 规定了矿山采矿中矿山复垦与生态修复监测内容与监测指标。

表A.2 采矿中矿山土地复垦与生态修复监测内容与监测指标

监测对象		监测内容	监测指标	单位
现状与预测 损毁监测	资源保护利用	减缓保护措施	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	
			地表沉陷减损	
			污染预控	
			水土流失预控	
			.....	
	地质环境损毁	地质稳定性	地表形变	mm
			地下形变	mm
			地表裂缝	mm
			岩土体含水率	mm
		地面塌陷	地表变形	mm
			岩层内部变形	mm
			地表裂缝	mm
		地面挖损	挖损面积	hm <sup>2</sup>
			挖损深度	hm <sup>2</sup>
			岩土剥离量	万m <sup>3</sup>
		地下水环境	含水层类型	
			地下水温	℃
			地下水位	m
			地下水水量	m <sup>3</sup> /t
			地下水水质	I ~ V
			抽排地下水量	m <sup>3</sup>
			综合利用量	m <sup>3</sup>
			疏干排水面积	hm <sup>2</sup>
		地表水环境 (河、湖塘、水库)	地表水面积	hm <sup>2</sup>
			地表水水质	I ~ V
			地表水生态	极好、良好、中等、较差、极差
	土地资源损毁	挖损损毁面积	水田	hm <sup>2</sup>
			水浇地	hm <sup>2</sup>
			旱地	hm <sup>2</sup>
			果园	hm <sup>2</sup>
			茶园	hm <sup>2</sup>
			...	hm <sup>2</sup>
		塌陷损毁面积	水田	hm <sup>2</sup>

			水浇地	$hm^2$
			旱地	$hm^2$
			果园	$hm^2$
			茶园	$hm^2$
			...	$hm^2$
			水田	$hm^2$
		压占损毁面积	水田	$hm^2$
			水浇地	$hm^2$
			旱地	$hm^2$
			果园	$hm^2$
			茶园	$hm^2$
			...	$hm^2$
		.....	.....	
		土壤质量	土壤容重	$g/cm^3$
			有效土层厚度	$cm$
			土壤砾石含量	%
			土壤环境质量指标	
			.....	
	生态系统破坏	植被状况	植被类型	
			植被高度	
			覆盖度（郁闭度）	%
			土壤侵蚀模数	$t/(km^2 \cdot a)$
			生态系统碳储量	
			生态系统碳汇量	
			.....	
		生物多样性	物种丰富度	
			优势种（组）	
			本地物种数目	
			...	
复垦修复 效果监测	地质环境治理	地质稳定性	治理面积	$hm^2$
			地质灾害治理率	%
		地表塌陷	塌陷治理面积	$hm^2$
			塌陷治理率	%
			塌陷治理率	%
		地面挖损	治理面积	$hm^2$
			挖损缝治理率	%
		地下水环境	含水层类型	
			地下水位	
			地下水水量	
			地下水水质	
			疏干排水面积恢复率	$hm^2$
			地下水水质达标率	%

		地表水环境	地表水面积	
			地表水水质达标率	%
			地表水生态达标率	%
			水质监测断面达标率	%
	土地复垦利用	复垦修复管理	土壤环境质量达标率	%
			土地复垦率	%
		复垦修复耕地	地面坡度	°
			平整度	/
			土壤质量	
			配套设施	
			生产力水平	
		复垦修复林地	地面坡度	
			土壤质量	
			配套设施	cm
			定植密度	
			郁闭度	
		复垦修复草地	地面坡度	
			土壤质量	
			...	
		...	...	
	生态系统恢复	植被类型	植被类型	
			植被高度	
			覆盖度（郁闭度）	
			土壤侵蚀模数	
			生态系统碳储量	
			生态系统碳汇量	
			.....	
		生物多样性	物种丰富度	
			优势种（组）	
			本地物种数目	
			...	

表A.3 规定了矿山采矿后土地复垦与生态修复监测内容与指标。

表A.3 采矿后矿山土地复垦与生态修复监测内容与监测指标

监测内容		监测指标	单位
地质环境治理	地质稳定性	治理面积	hm <sup>2</sup>
		地质灾害治理率	%
	地表塌陷	塌陷治理面积	hm <sup>2</sup>
		塌陷治理率	%
		塌陷治理率	%
	地面挖损	治理面积	hm <sup>2</sup>

		挖损缝治理率	%
	地下水环境	含水层类型	
		地下水位	
		地下水水量	
		地下水水质	
		疏干排水面积恢复率	hm <sup>2</sup>
		地下水水质达标率	%
	地表水环境	地表水面积	
		地表水水质达标率	%
		地表水生态达标率	%
		水质监测断面达标率	%
土地复垦利用	复垦修复管理	土壤环境质量监测点位达标率	%
		土地复垦率	%
	复垦修复耕地	地面坡度	°
		平整度	/
		土壤质量	
		配套设施	
		生产力水平	
	复垦修复林地	地面坡度	
		土壤质量	
		配套设施	cm
		定植密度	
		郁闭度	
	...	...	
生态系统恢复	植被类型	植被类型	
		植被高度	
		覆盖度（郁闭度）	
		土壤侵蚀模数	
		生态系统碳储量	
		生态系统碳汇量	
		.....	
	生物多样性	物种丰富度	
		优势种（组）	
		本地物种数目	
		...	
管理维护	工程维护	道路工程	
		灌排工程	
		.....	
	生态系统管理	病虫害防治	
		修枝与间伐	
		.....	

附 录 B （资料性）

矿山土地复垦与生态修复监测评价

表B.1 规定了监测年矿山地质环境损毁与恢复治理评价结果。

表 B.1 监测年矿山地质环境损毁与恢复治理评价

	破坏面积（ $hm^2$ ）	个数	治理面积（ $hm^2$ ）	个数	达标率（%）
地质稳定性					
地表塌陷					
地表挖损					
地下水环境					
地表水环境					

表B.2 规定了监测年矿山新增土地资源损毁面积。

表 B.2 监测年矿山新增土地资源损毁面积

损毁类型	土地利用分类		基期面积 （ $hm^2$ ）	新增损毁程度及面积（ $hm^2$ ）			
				重度	中度	轻度	合计
挖损	耕地	水田					
		水浇地					
		旱地					
	园地	果园					
		茶园					
		...					
	林地	乔木林地					
		...					
	...	...					
压占	耕地	水田					
		水浇地					
		旱地					
	园地	果园					
		茶园					
		...					
	林地	乔木林地					
		...					
	...	...					
塌陷	耕地	水田					
		水浇地					
		旱地					
	园地	果园					
		茶园					
		...					

	林地	乔木林地					
		...					
	...	...					
占用							
其他							
合计							

表 B.3 规定了监测年新增复垦修复土地面积。

表 B.3 监测年新增复垦修复土地面积

土地利用分类		基期面积 ( <i>hm</i> <sup>2</sup> )	新增复垦修复面积 ( <i>hm</i> <sup>2</sup> )	原土地利用类型及面积 ( <i>hm</i> <sup>2</sup> )	
耕地	水田				
	水浇地				
	旱地				
园地	果园				
	茶园				
	...				
林地	乔木林地				
	...				

表B.4 规定了监测年生态系统恢复监测评价结果。

表 B.4 监测年生态系统恢复监测

监测指标	林地			草地		湿地		
	乔木林地	竹林地	灌木林地	人工草地	其他草地	森林沼泽	灌丛沼泽	沼泽草地
植被类型 <sup>①</sup>								
覆盖度（郁闭度） <sup>②</sup>								
植被高度 <sup>③</sup>								
物种丰富度								
本地物种数目								
生态系统碳储量								
生态系统碳汇量								
生态系统质量								
<p>①植被类型指植被群落中各种林木、灌木、草本等植被的种类。获取方法：主要以实地调查的方式获取。按照乔木层、灌木层、草本层，分层观测。</p> <p>②覆盖度（郁闭度）指区域内各类型植被的植被覆盖度。获取方法：主要以遥感监测和实地调查的方式获取。按照乔木层、灌木层、草本层，分层观测。</p> <p>③植被高度指区域内各类型植被的高度。获取方法：主要以实地调查和遥感监测的方式获取。按照乔木层、灌木层、草本层，分层观测。</p>								

## 附录 C（资料性）

### 监测评价报告格式

#### C.1 文本格式

##### 前言

##### 第1章 绪论

- 1.1 项目背景
- 1.2 监测评价依据
- 1.3. 指导思想和原则
- 1.4 监测评价期限

##### 第2章 监测区概况

- 2.1 区域自然概况
- 2.2 社会经济概况
- 2.3 生产建设活动概况
- 2.4 土地复垦与生态修复概况

##### 第3章 土地复垦与生态修复监测

- 3.1 矿山地质环境损毁监测
- 3.2 矿区土地资损毁面积监测
- 3.3 矿区生态系统破坏监测
- 3.4 矿山地质环境治理监测
- 3.5 损毁土地复垦利用监测
- 3.6 破坏生态系统恢复监测
- 3.7 其他监测（预防控制措施落实以及参照生态系统监测）

##### 第4章 土地复垦与生态修复监测

- 4.1 矿山地质环境恢复治理评价
- 4.2 土地资源损毁程度评价
- 4.3 复垦修复土地质量评价
- 4.4 生态系统恢复改善评价

##### 第5章 评价结果与分析

- 5.1 地质环境损毁与恢复治理综合评价

5.2 土地资源损毁与复垦利用综合评价

5.3 生态系统破坏（退化）与恢复综合评价

## 第6章 适应性管理对策与建议

### 参考文献

#### C.2 附表

1. 地质环境损毁与恢复治理统计表
2. 土地资源损毁与复垦利用统计表
3. 生态系统破坏（退化）与恢复统计表

#### C.3 附图

4. 矿山土地复垦与生态修复监测点布设图（必备）
5. 监测期土地资源损毁空间分布图（必备）
6. 监测期土地复垦与生态修复现状图（必备）
7. 土地复垦与生态修复参照系统空间分布图（可选）

## 参 考 文 献

- [1] 《矿山地质环境保护规定》（自然资源部，2019年7月16日修正）
  - [2] 《土地复垦条例》（中华人民共和国国务院令，第592号，2011年3月5日）
  - [3] 《山水林田湖草生态保护修复工程指南（试行）》。（自然资源部，财政部，生态环境部，2020年8月）
  - [4] 《自然资源调查监测体系构建总体方案》（自然资源部，2020年1月）
  - [5] GB/T 23235-2009 退耕还林工程质量评估指标与方法
  - [6] GB/T 28407-2012 农用地质量分等规程
  - [7] GB/T 30115-2013 卫星遥感影像植被指数产品规范
  - [8] GB/T 33027-2016 森林生态系统长期定位观测方法
  - [9] GB/T 36197-2018 土壤质量 土壤采样技术指南
  - [10] GB/T 37574-2019 采煤塌陷区水资源环境调查与评价方法
  - [11] GB/T 37697-2019 露天煤矿边坡变形监测技术规范
  - [12] GB/T 39738-2020 国家公园监测规范
  - [13] DZ/T 0392-2022 矿山环境遥感监测技术规范
  - [14] HJ 1166-2021 全国生态状况调查评估技术规范——生态系统遥感解译与野外核查
  - [15] HJ 1176-2021 全国生态状况调查评估技术规范——数据质量控制与集成
  - [16] HJ 1272-2021 生态保护修复成效评估技术指南
  - [17] LY/T 1844-2009 人工造林质量评价指标
  - [18] LY/T 2241-2014 森林生态系统生物多样性监测与评估规范
  - [19] LY/T 2249-2014 森林群落结构监测规范
  - [20] NY/T 1121-2006 土壤检测
  - [21] NY/T 3343-2018 耕地污染治理效果评价准则
  - [22] NY/T 3648-2020 草地植被健康监测评价方法
  - [23] TD/T 1069-2022 国土空间生态保护修复工程验收规范
  - [24] TD/T 1070-2022 矿山生态修复技术规范
-

# 《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》（征求意见稿）编制说明

2023 年 3 月

## 目录

一、工作简况 .....	1
1.任务来源 .....	1
2.协作单位 .....	2
3.制定背景 .....	2
4.编制过程 .....	6
二、标准编制原则和确定主要内容的论据.....	11
1.编制原则 .....	11
2.主要内容确定依据.....	12
3.标准主要内容.....	13
三、试验验证的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效益、 社会效益和生态效益.....	16
1.综述报告 .....	16
2.技术经济论证.....	16
3.预期效益 .....	18
四、与国际、国外同类标准技术内容的对比情况，或者与测试的国外 样品、样机的有关数据对比情况 .....	18
五、以国际标准为基础的起草情况，以及是否合规引用或者采用国际 国外标准，并说明未采用国际标准的原因.....	19
六、与有关法律、行政法规及相关标准的关系.....	19
七、重大分歧意见的处理经过和依据 .....	20

八、涉及专利的有关说明.....	20
九、实施标准的要求，以及组织措施、技术措施、过渡期和实施日期 的建议等措施建议 .....	20
十、其他应予说明的事项.....	21
主要参考资料 .....	21

# 一、工作简况

## 1.任务来源

党的十八大以来，中央对生态文明建设作出一系列决策部署，发布了《中共中央 国务院关于加快推进生态文明建设的意见》。2018 年国务院机构改革后成立的自然资源部，被赋予“统一行使全民所有自然资源资产所有者职责，统一行使所有国土空间用途管制和生态保护修复职责”。近年来，国土空间生态保护修复有关规划、政策制度、项目管理、监测评价、技术标准体系等顶层设计逐步建立和完善。山林田湖草沙一体化保护和修复、矿山土地复垦与生态修复、海岸带保护修复等各类国土空间生态保护修复工程项目有序推进，但仍然缺乏源头上保障各类工程科学实施的实施方案编制标准规范。

本规范任务来源于“国家质量基础的共性技术研究与应用”（NQI）重点专项“土地复垦与生态修复通用技术标准研究项目”项目“土地复垦与修复质量标准研究”课题。《煤矿复垦农用地监测评价技术规范》于 2019 年 03 月 28 日列入国家标准计划，编号为 20191061-T-334，由 TC93（全国自然资源与国土空间规划标准化技术委员会）归口上报及执行，主管部门为自然资源部。

2022 年 11 月，自然资源部国土空间生态修复司组织全国自然资源与国土空间规划标准化技术委员会主任单位自然资源部国土整治中心，召开了 2 次磋商会。会议决定，研究课题已经顺利结题，现在全面转入标准的完善报批工作。各标准起草单位尽快制定调整完善计划，由全国

自然资源与国土空间规划标准化技术委员会保护与修复分技术委员会秘书处统一报请全国自然资源与国土空间规划标准化技术委员会，争取早日颁布相关标准。为顺应国家战略需求，根据标准业务管理需求，经自然资源部国土空间生态修复司、标准起草单位等沟通达成一致意见，原标准名称变更为《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规程》，并进入完善和报批阶段。

## **2.协作单位**

由自然资源部国土空间生态修复司、自然资源部国土整治中心、中国地质大学（北京）、中国地质环境监测院、中国自然资源经济研究院等单位成立了由卢丽华、周伟、白中科、张进德、罗明为主要起草人的标准起草小组，该小组成员所从事的专业涵盖地质学、土壤学、农学、生态学、林学、公共管理、自然地理学等多个领域。围绕标准的技术内容、根据各成员专业特长划分了标准编制工作职责。卢丽华、周伟、白中科、张进德、罗明、庞建波、杨婧主要职责为标准框架；赵财胜、鞠正山、孟宪素、杜亚敏等主要负责监督指导及文本修改；周伟、李红举、曹银贵、王金满、冯宇、陈健、王立威、穆泳林、王议、王娜等人员主要职责为文本编写、试验方案的制定、标准论证意见处理等。

## **3.制定背景**

据统计，我国 95%以上的能源，80%以上的工业原料，70%以上的农业生产资料都来自矿产资源。矿山开采已成为我国生产活动与经济增长的重要手段，但也导致矿山开采长期占用、破坏、污染土地、改变了区

域水热结构,毁灭了动植物区系,引发一系列社会经济与生态环境问题。

根据中国地质调查局以市、县为单元的全国矿山地质环境调查数据统计,截至 2018 年,我国共有各类废弃矿山约 99000 座,按矿产类型分,非金属矿山约 75000 座,金属矿山 1100 座,能源矿山 12300 座。按生产规模分,大型废弃矿山共有 2000 座,中型废弃矿山共有 4200 座,小型废弃矿山共有 92800 座。按开采方式分,露天开采的废弃矿山共有 80600 座,井工开采的废弃矿山共有 16400 座,其他混合开采的废弃矿山 2000 座。根据遥感监测数据统计,2019 年全国新增矿山恢复治理面积约 480 平方公里。其中,在建和生产矿山新增恢复治理面积约 192 复工了,占 40.05% ; 废弃矿山新增恢复治理面积约 288 平方公里,占 59.95%。以煤、油页岩等为主的能源矿山采矿损毁土地总量最大,约 135.26 万公顷,占全国采矿损毁土地总量的 37.46%,山西省、河北省、重庆市、安徽省、山东省、内蒙古自治区、陕西省、新疆维吾尔自治区;山西省、内蒙古自治区、河北省、新疆维吾尔自治区、陕西省等是目前能源矿山开发强度较大的区域。中国是世界上煤炭产量最高的国家,根据煤炭工业“十四五”发展规划,煤炭在我国能源体系中的主体地位和压舱石作用不会改。然而,作为大规模改变土地利用方式的有组织人类活动,煤炭资源开采不仅损毁和占用大量土地资源,且对生态环境造成严重的负面影响。尤其是露天煤矿的开采,高强度、大规模的采煤扰动往往造成矿区表层土壤结构紊乱、植被永久破坏、原始景观被彻底改变等矿区生态问题。土地复垦与生态修复作为改善矿山环境、恢复矿区生态系统的重要

措施与有效手段，已经成为统筹矿产资源开发与土地资源利用保护的重要途径。通过开展土地复垦，可有效引导损毁土地生态系统朝着健康有序的方向发展。由于缺乏有效的跟踪监测评价与管护手段，矿山土地复垦与生态修复存在土地复垦率低、复垦土地质量低、复垦与修复生态系统退化、二次污染等风险，开展土地复垦与生态修复监测评价研究是推进地质环境治理、提高地土复垦质量、改善生态系统质量的有效措施之一。

2009 年 2 月 2 日，国土资源部发布《矿山地质环境保护规定》，明确规定“因矿产资源勘查开采等活动造成矿区地面塌陷、地裂缝、崩塌、滑坡，含水层破坏，地形地貌景观破坏等的预防和治理恢复适用矿山地质环境保护规定”（第二条），“矿山地质环境保护，坚持预防为主、防治结合，谁开发谁保护、谁破坏谁治理、谁投资谁受益的原则”（第三条），“国家鼓励开展矿山地质环境保护科学技术研究，普及相关科学技术知识，推广先进技术和方法，制定有关技术标准，提高矿山地质环境保护的科学技术水平”（第五条），“县级以上自然资源主管部门应当建立本行政区域内的矿山地质环境监测工作体系，健全监测网络，对矿山地质环境进行动态监测，指导、监督采矿权人开展矿山地质环境监测”（第二十七条）。采矿权申请人申请办理采矿许可证时，应当编制矿山地质环境保护与治理恢复方案，报有批准权的国土资源行政主管部门批准（第十二条）。

2011 年 3 月 5 日，国务院第 592 号令公布施行《土地复垦条例》。

《条例》明确规定按标准实施土地复垦工程（第六条）、其中生产建设周期长的还应分阶段实施（第十四条）；按规定进行土地复垦验收（第六条、第二十八条、第二十九条、第三十一条）；“制定土地复垦国家标准和行业标准，应当根据土地损毁的类型、程度、自然地理条件和复垦的可行性等因素，分类确定不同类型损毁土地的复垦方式、目标和要求等”（第六条）。县级以上地方人民政府国土资源主管部门应当建立土地复垦监测制度，及时掌握本行政区域土地资源损毁和土地复垦效果等情况（第七条）。复垦为农用地的，负责组织验收的国土资源主管部门应当会同有关部门在验收合格后的 5 年内对土地复垦效果进行跟踪评价，并提出改善土地质量的建议和措施（第三十一条）。土地复垦义务人应当按照土地复垦标准和国务院国土资源主管部门的规定编制土地复垦方案（第十一条）。

2017 年国土资源部办公厅发布《国土资源部办公厅关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》（国土资规〔2016〕21 号），施行矿山企业矿山地质环境保护与治理恢复方案和土地复垦方案合并编报制度。

《山水林田湖草生态保护修复工程指南》指出生态修复“根据现状调查、生态问题识别与诊断结果、生态保护修复目标及标准等，对各类型生态保护修复单元分别采取保护保育、自然恢复、辅助再生或生态重建为主的保护修复技术模式。”具体要求是对于代表性自然生态系统和珍稀濒危野生动植物物种及其栖息地采取以保护保育为主的措施；对于轻度受损、恢复力强的生态系统采取自然恢复为主的措施；对于中度受损

的生态系统，结合自然恢复采取辅助再生措施；对于严重受损的生态系统需进行生态重建。要求：“采用遥感、自动监测、实地调查、公众访谈等方式，开展生态保护修复工程全过程动态监测和生态风险评估”。

当前我国矿山地质环境保护和土地复垦的技术标准体系尚处于不健全的状态。依据《中华人民共和国土地管理法》《矿山地质环境保护规定》《土地复垦条例》及有关法律、法规、政策和技术标准，制订《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》是落实“谁破坏、谁治理”和“谁损毁 谁复垦”责任，加快矿山土地复垦与生态修复，对推动生态文明建设具有重要意义。

#### 4.编制过程

技术规范编制组在前期项目研究、文献资料分析和国内外相关研究成果调研的基础上召开了研讨会，讨论并确定了开展技术规范编制工作的原则、程序、步骤和方法，形成了技术规范初稿。编制过程大概经历以下几个过程。

##### （1）前期研究阶段（2009 年 1 月-2018 年 5 月）

早在 2009 年，自然资源部国土整治中心和中国地质大学（北京）共同开展“土地复垦方案实施监管的技术指标体系研究之土地复垦实施效果监测指标体系研究”，课题组对自然资源部国土整治中心组织评审通过的代表性的近百个土地复垦方案归纳，总结了东北山丘平原区、黄淮海平原区、长江中下游平原区、东南沿海山地丘陵区、黄土高原区、内蒙古草原区、西南山地丘陵区、中部山地丘陵区、西北风沙区和青藏高原

区等十个典型区、典型矿种的土地复垦实施计划、工程措施、复垦方向、复垦标准、验收监管等内容。分析发现，我国 13 个粮食主产省中的 12 个也是煤炭主要生产省；将煤炭资源分布图与耕地资源分布图叠加，发现仅含煤区与耕地分布复合区域面积就占我国耕地总量的 40%以上，其中煤炭保有资源与耕地复合面积超过了耕地总面积的 10%，矿-粮复合区面积广。煤炭开采对土地损毁较其他矿山更为严重，且煤炭作为中国主要能源的地位在今后相当长的一段时间内不会改变，因此煤矿区土地复垦将是中国土地复垦的重点区域，也是农用地复垦的主要潜力区。加强煤矿区土地复垦及复垦监测工作，对于落实“最严格的耕地保护制度”和“最严格的节约用地制度”具有重要意义。开展土地复垦全过程的实时监测，不仅可以及时调整和优化复垦措施，还可为土地复垦科学研究和土地复垦规范、标准的制定提供资料，也为土地复垦竣工验收和土地复垦效果评价提供重要依据。

通过对土地复垦方案实施监测指标建立的原则以及对具体土地复垦方案内容和监测项目的分析、筛选基础上，提出了复垦进度、复垦土壤质量和复垦效益为主要监测内容和表征监测内容的 39 个监测指标作为土地复垦实施监测的指标，覆盖了土地复垦和复垦土地两个重要阶段的监测。同时结合行业部门管理需求和土地复垦的目标，分析了监测指标的属性和监测周期。

## （2）标准立项阶段（2018 年 3 月）

2018 年 3 月完成国家标准建议书，并完成立项工作。

### （3）标准编制阶段（2018 年 6 月至 2020 年 10 月）

成立技术规范标准编制组，在 2009-2018 年课题研究基础上，进一步修改完善研究成果，形成标准初稿，期间，多次组织地方各级自然资源主管部门，以及相关行业高校、科研院所、设计院（公司）的专家对标准初稿进行研究讨论，并根据专家意见和建议，对标准初稿进行全面、细致、深入的修改和完善，形成标准征求意见稿，编写有关附件。

这个阶段规程的主要内容还侧重于煤矿复垦农用地尤其是耕地的全过程监测，继续优化监测内容、监测指标、监测方法和监测周期以及评价方法等。

### （4）征求意见和完善阶段（2020 年 11 月-2022 年 11 月）

2020 年 11 月至 2021 年 3 月，先后两次邀请相关专家对《煤矿复垦农用地监测评价技术规范（征求意见稿）》进行征求意见，标准编制组对各方面反馈的意见进行汇总，认真分析研究，修改补充标准征求意见稿，编制标准送审稿及有关附件。

本次向中国矿业大学（北京）、中国农业大学、中国自然资源经济研究院、北京林业大学、国家林草局、自然资源部航空物探遥感中心、中国环境科学研究院、北京复地中业环境科技有限公司、中国科学院生态环境研究中心、北京师范大学、轻工业环境保护研究所、中国石油大学（北京）、自然资源部国土整治中心的专家就术语、监测指标、监测方法、征求到 49 条意见，处理意见为全部采纳。

### （5）变更完善阶段（2022 年 12 月-2023 年 3 月）

2022 年 11 月，为顺应国家战略需求，根据标准业务管理需求，在自然资源部分管司局的指导下，经标准起草单位和主要人员沟通统一，本标准名称变更为《土地复垦与生态修复监测评价技术规范》，对《规范》定位、适用范围等进行调整。

2023 年 2 月 26 日，全国自然资源与国土空间规划标准化技术委员会保护与修复分技术委员会组织召开了标准研制推进会。明确技术路线框架图，吸纳专家力量，组建标准研制团队。结合国内外最新文献以及标准，根据国家战略转变情况，主要修改完善原则与内容包括：融合国家生态修复战略需求，明确了土地复垦与生态修复监测评价技术流程，监测对象由复垦农用地延伸到矿山地质环境损毁与恢复治理、土地损毁与复垦利用、生态系统破坏与恢复，实现了矿区生态全要素的监测，同时监测阶段覆盖全生命周期即采矿前、采矿中和采矿后，矿种由煤矿覆盖到金属建材等全矿种，侧重于生产矿山。遴选了不同阶段不同对象的监测内容及对应指标。关于土地复垦与生态修复效果评价方法主要包括空间对比法、时间序列对比法、综合指数法、其他方法。空间对比法主要通过选取适当的参照系统，将待评价生态系统与之进行对比，评估其生态恢复成效，为此在术语中完善了参照生态系统和参照值。通过借助参照系统可以避免受到过多人为主观因素的干扰，更准确、更有针对性地对生态恢复成效进行评估；时间序列对比法主要是利用恢复前后的多期监测数据进行对比，以反映生态系统在生态恢复过程中发生的变化。时间序列对比法较为简单，可操作强，目前被广泛使用；综合指数法通

过建立指标体系，确定评价标准，最后得出综合评价指数值。由于评价标准难以确定，目前综合指数法在实践中使用较少。一些指标因无法定量，可采用专家定性评价的方法开展评价。

2023年3月5日，全国自然资源与国土空间规划标准化技术委员会保护与修复分技术委员会组织召开了标准研制推进会。汇报了标准编制情况，与会专家提出了宝贵意见。主要修改完善内容如下：协调了土地复垦与生态修复监测与油气矿山、煤炭矿山、金属矿土地复垦与生态修复技术规范的采前、采中、采后内容的对接。与《山水林田湖草生态保护修复工程指南(试行)》《矿山地质环境保护与治理恢复方案编制规范》(DZ/T0223-2011)、《国土空间生态保护修复工程验收规范》(TD/T 1069-2022)、《国土空间生态保护修复工程实施方案编制规程》(TD /T1068-2022)《矿山生态修复技术规范》(TD/T 1070-2022)对接，遴选监测指标。

2023年3月12日，全国自然资源与国土空间规划标准化技术委员会保护与修复分技术委员会组织召开了标准研制推进会。对本标准的术语和监测指标进行了规范，明确了基值、参照值、监测值和标准值的术语定义，进一步精简了原则内容，明确了按照三个阶段划分监测指标。按最新模板要求，修订完善了编制说明，形成送审稿。

#### (6) 报批阶段(2023年3月-2023年4月)

编写组召开多次研讨会，对《规范》(送审稿)进行讨论与修改。修改过程中采纳了意见\*\*\*条，部分采纳了意见\*\*\*条，未采纳意见\*\*\*条。未采纳意见主要是\*\*\*。

经修改完善，编写组于 2023 年 3 月上旬形成《规范》（报批稿）并提交。

## **二、标准编制原则和确定主要内容的论据**

### **1.编制原则**

本着规范和指导各级矿山土地复垦与生态修复管理部门、矿山土地复垦与生态修复监测机构、矿山土地复垦与生态修复单位，科学合理地开展矿山土地复垦与生态修复，以“重实用、易推广”为基本原则，编写出适合国情、体现可操作性和高实用性的《矿山土地复垦与生态修复监测评价规范》。按照《标准化工作导则第 1 部分：标准的结构和编写（GB/T 1.1-2020）》的相关规定，遵循以下编制原则：

（1）依法依规原则。以习近平生态文明思想为指导，遵循土地复垦、地质环境保护、生态保护修复相关法律法规，贯彻党中央生态保护修复有关要求，协落实矿山开采中土地复垦与生态的边采边复的要求。

（2）兼容并包原则。充分利用现有技术充分利用自然资源、水利、农业农村、生态环境等相关部门、科研机构、院校的长期监测数据及研究成果，吸收、整合、补充、完善相关行业技术标准中现有矿山土地复垦与生态修复监测评价技术方法，兼顾未来的方法和程序。

（3）技术逻辑与行政逻辑统一原则。以生态系统的客观规律为基础，按照矿山土地复垦与生态修复实施全要素全周期的技术逻辑，兼顾工程技术需求与行政管理要求。

（4）规范性原则

按照国家标准《标准化工作导则第 1 部分:标准的结构和编写》(GB/T1.1-2020)有关要求,组织开展编制工作,规范语言文字,强化条款之间逻辑关系,着力提升规程的可操作性。

## 2.主要内容确定依据

《土地复垦条例》对生产建设活动损毁土地,《条例》明确了土地复垦义务人是复垦责任主体,要求土地复垦义务人按标准开展调查评价摸清项目区土地利用状况,并在此基础上编报土地复垦方案(第六条、第十一条、第十二条、第十三条);按标准实施土地复垦工程(第六条)、其中生产建设周期长的还应分阶段实施(第十四条);按规定进行土地复垦验收(第六条、第二十八条、第二十九条、第三十一条),并定期向自然资源部门报告有关土地复垦情况(第十七条)。《条例》第六条规定“制定土地复垦国家标准和行业标准,应当根据土地损毁的类型、程度、自然地理条件和复垦的可行性等因素,分类确定不同类型损毁土地的复垦方式、目标和要求等”。第七条明确了“县级以上地方人民政府国土资源主管部门应当建立土地复垦监测制度,及时掌握本行政区域土地资源损毁和土地复垦效果等情况。”第十四条规定“土地复垦义务人应当按照土地复垦方案开展土地复垦工作。矿山企业还应当对土地损毁情况进行动态监测和评价。”

《矿山地质环境保护规定》第二条明确因矿产资源勘查开采等活动造成矿区地面塌陷、地裂缝、崩塌、滑坡,含水层破坏,地形地貌景观破坏等的预防和治理恢复属于矿山地质环境的内容。第五条国家鼓励开展

矿山地质环境保护科学技术研究，普及相关科学技术知识，推广先进技术和方法，制定有关技术标准，提高矿山地质环境保护的科学技术水平。

第二十二 条 县级以上自然资源主管部门对采矿权人履行矿山地质环境保护与土地复垦义务的情况进行监督检查。相关责任人应当配合县级以上自然资源主管部门的监督检查，并提供必要的资料，如实反映情况。第二十三 条 县级以上自然资源主管部门应当建立本行政区域内的矿山地质环境监测工作体系，健全监测网络，对矿山地质环境进行动态监测，指导、监督采矿权人开展矿山地质环境监测。

《山水林田湖草生态保护修复工程指南（试 行）》指出“充分利用自然资源调查监测和生态环境监测结果，以及相关部门、科研机构及院校的长期监测数据和研究成果，在项目区建立生态监测点位，采用遥感、自动监测、实地调查、公众访谈等方式，开展生态保护修复工程全过程动态监测和生态风险评估。实施结束后，还应进行长期跟踪监测评估。有条件的地区可建立生态监测动态更新数据库，开展工程实施前后自然生态系统服务功能及价值评价。”

### 3.标准主要内容

结合我国开展土地复垦与生态修复的实践经验，在多次专家讨论、课题研究、全国范围内征求意见的基础上确定的，其能够有效指导现阶段我国土地复垦与生态修复监测评价工作。

《矿山土地复垦与生态修监测评价技术规范》（GB/T××××—××××）包括前言、正文（含九部分）及附录：

### 1) 范围

本文件规定了矿山土地复垦与生态修复监测评价的基本原则、技术流程、监测评价对象与范围、监测内容与指标、监测点布设、监测方法、评价方法以及监测成果的要求。主要适用于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

本文件涉及地质、环境、水利、农业、国土等多个行业领域，其中涉及国标 14 个覆盖监测方法和评价标准，行业标准 17 个，涉及不同监测对象的监测方法和评价方法；团体标准 1 个，为采空塌陷地质灾害监测规范。本文件采用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。

### 3) 术语和定义

定义了矿山土地复垦与生态修复、监测点、参照生态系统、参照值、基值、监测值、目标值、土地复垦和生态修复监测、土地复垦与生态修复评价、适应性管理等术语。

矿山土地复垦与生态修复术语结合《土地复垦条例》《矿山地质环境保护规定》和《山水林田湖草生态保护修复工程指南（试行）》来确定，对象包含了地质环境、土地资源和生态系统。

基于空间对比法、时间序列对比法、综合指数法等开展土地复垦与生态修复效果评价，定义了参照生态系统、参照值、基值、监测值、目标值。

#### 4) 总则

主要明确监测评价的目的、监测的基本原则、监测范围。

#### 5) 监测评价流程

按照准备工作、开采前、开采中、开采后划分四个监测阶段。说明了监测阶段主要的工作和达到的要求。

#### 6) 监测内容与监测方法

规定了开采前、开采中、开采后有关地质环境损毁与恢复治理、土地损毁与复垦利用、生态系统破坏与恢复的监测指标。通过一般规定明确了共性要求。明确了各监测对象的监测方法。

#### 7) 监测评价

规定了地质环境损毁与恢复治理、土地损毁与复垦利用、生态系统破坏与恢复的采用空间对比法、时间序列对比法、综合指数法等定量方法或专家评价等定性评价开展评价工作。

#### 8) 监测评价报告编制

规定了监测评价报告内容以及附件资料。

#### 9) 监测评价数据管理

规定了地质环境损毁与恢复治理、土地损毁与复垦利用、生态系统破坏与恢复效果评价、监测评价数据管理要求。

本标准包括 3 个附录，其中规范性附录 1 个，资料性附录 2 个。

### **三、试验验证的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效益、社会效益和生态效益**

#### **1.综述报告**

《矿山土地复垦与生态修监测评价技术规范》规定了矿山土地复垦与生态修复监测评价的基本原则、技术流程、监测评价对象与范围、监测内容与指标、监测点布设、监测方法、评价方法以及监测成果的要求。充分利用现有技术充分利用自然资源、水利、农业农村、生态环境等相关部门、科研机构、院校的长期监测数据及研究成果，吸收、整合、补充、完善相关行业技术标准中有关内容、方法和程序。

#### **2.技术经济论证**

矿山地质环境保护规定矿山地质环境包括因矿产资源勘查开采等活动造成矿区地面塌陷、地裂缝、崩塌、滑坡，含水层破坏，地形地貌景观破坏等。《矿山土地复垦与生态修监测评价技术规范》有关地质环境损毁和恢复治理监测以为《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范（DZ/T 0223-2011）》《地质灾害危险性评估规范（GB/T 40112-2021）》《采矿沉陷区生态修复技术规程（GB/T 42251-2022）》《地表水环境质量标准（GB 3838-2002）》《地下水质量标准(GB/T 14848-2017)》《矿山地质环境监测技术规程（DZ/T 0287-2015）》《崩塌、滑坡、泥石流监测规范（DZ/T 0221-2006）》《采空塌陷地质灾害监测规范(试行)(T-CAGHP 078-2020)》《地下水监测井建设规范（DZ/T 0270-2014）》基础，开展矿区地面塌陷、地裂缝、崩塌、滑坡，含水层破坏、地表景观的监测与评价。

土地损毁与复垦利用监测评价以《土地利用现状分类（GB/T 21010-2017）》《第三次全国国土调查技术规程（TD/T 1055-2019）》《土壤质量 野外土壤描述（GB/T 32726-2016）》《土壤质量 土壤采样技术指南（GB/T 36197-2018）》《土壤质量 自然、近自然及耕作土壤调查程序指南（GB/T 36393-2018）》《土壤质量 土壤样品长期和短期保存指南（GB/T 32722-2016）》《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）（GB 15618-2018）》《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）（GB 36600-2018）》《土壤健康综合表征的生物测试方法（GB/Z 41358-2022）》《土地复垦质量控制标准（TD/T 1036-2013）》《土地复垦方案编制规程（TD/T 1031-2011）》《土地利用动态遥感监测规程（TD/T 1010-2015）》《矿山土地复垦基础信息调查规程（TD/T 1049-2016）》为基础，开展土地利用现状、土壤质量监测与评价。

生态系统破坏与恢复监测评价以《自然生态系统土壤长期定位监测指南（GB/T 32740-2016）》《森林生态系统长期定位观测方法（GB/T 33027-2016）》《森林植被状况监测技术规范（GB/T 30363-2013）》《全国生态状况调查评估技术规范——生态系统质量评估（HJ 1172-2021）》《全国生态状况调查评估技术规范——生态系统服务功能评估（HJ 1173-2021）》《全国生态状况调查评估技术规范——生态问题评估（HJ 1174-2021）》《农业野生植物调查技术规范（NY/T 1669-2008）》《自然保护区生物多样性调查规范（LY/T 1814-2009）》《国土空间生态保护修复工程实施方案编制规程（TD/T 1068-2022）》《国土空间生态保护修复工程验收规范（TD/T 1069-

2022)》《矿山生态修复技术规范 (TD/T 1070-2022)》为基础开展复垦林草地生态系统的监测与评价。

《矿山土地复垦与生态修监测评价技术规范》系统地规定了工作准备、监测流程、监测方法及数据应用管理各工作环节的技术要求，突出了不同阶段监测内容、评价方法的异同，与林草、生态环保部门出台的规程衔接，也与自然资源部门出台的标准对接。在结构和内容上体现系统、整体的思想。

### **3.预期效益**

本《规范》符合《中华人民共和国标准化法》等法律法规文件的规定，对支撑国家国土空间生态修复，指导矿山生态修复工作，具有较强的适用性和可操作性。

## **四、与国际、国外同类标准技术内容的对比情况，或者与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况**

目前关于矿山土地复垦与生态修复监测评价的国外标准未见，而且我国矿产分布广、矿山开采主体复杂，地质环境的背景条件、生态修复方式、治理水平、研究程度差异较大，与国外研究水平亦有差异，因此，在本《矿山土地复垦与生态修复监测评价》编制过程中，未采用国际标准，而是依据我国矿产资源开发状况和矿山环境现状，结合以往矿山地质环境监测评价、土地损毁与复垦监测评价、生态系统监测评价情况及新形势下国家对于矿山生态环境保护与修复的具体业务工作需要而编制的。

## **五、以国际标准为基础的起草情况，以及是否合规引用或者采用国际国外标准，并说明未采用国际标准的原因**

无。

## **六、与有关法律、行政法规及相关标准的关系**

本规程的编制，主要是在研究分析国家标准化文件制订的政策和要求与土地复垦行业特点和复垦工程特点，在 592 号文的基础上，主要参考《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018），《耕地质量等级》（GB 33469-2016），《水土保持工程设计规范》（GB 51018-2014），《土地基本术语》（GB/T 19231-2003），《水土保持术语》（GB/T 20465-2006），《土地利用现状分类》（GB/T 21010-2017），《沙化土地监测技术规程》（GB/T 24255-2009），《农用地质量分等规程》（GB/T 28407-2012），《土壤质量 野外土壤描述》（GB/T 32726-2016），《水土保持综合治理 技术规范 坡耕地治理技术》（GB/T 16453.1-2008），《生态公益林建设技术规范》（GB/T 18337.3-2001），《造林技术规程》（GB/T 15776-2006），《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2004），《污染场地术语》（HJ 682-2014），《耕地质量监测技术规程》（NY/T 1119-2012），《土壤检测 第 1 部分：土壤样品的采集、处理和贮存》（NY/T 1121.1-2006），《土壤检测 第 2 部分：土壤 pH 的测定》（NY/T 1121.2-2006），《土壤检测 第 3 部分：土壤机械组成的测定》（NY/T 1121.3-2006），《土壤检测 第 4 部分：土壤容重的测定》（NY/T 1121.4-2006），《土壤检测 第 5 部分：石灰性土壤阳离子交换量的测定》（NY/T 1121.5-2006），《土

壤检测 第 6 部分：土壤有机质的测定》(NY/T 1121.6-2006)，《土壤检测 第 24 部分：土壤全氮的测定》(NY/T 1121.24-2012)，《土壤检测 第 25 部分：土壤有效磷的测定》(NY/T 1121.25-2012)，《耕地地力调查与质量评价技术规程》(NY/T 1634-2008)，《高标准农田建设标准》(NY/T 2148-2012)，《中性土壤阳离子交换量和交换性盐基的测定》(NY/T 295)，《农田土壤环境质量监测技术规范》(NY/T 395-2012)，《人工草地建设技术规程》(NY/T 1342-2007)，《水土保持监测技术规程》(SL 277-2002)，《水土保持遥感监测技术规范》(SL 592-2012)，《土地利用动态遥感监测规程》(TD/T 1010-1999)，《土地复垦方案编制规程第 1 部分：通则》(TD/T 1031.1-2011)，《土地复垦质量控制标准》(TD/T 1036-2013)，《生产项目土地复垦验收规程》(TD/T 1044-2014)，《第三次全国国土调查技术规程》(TD/T 1055-2019)，《县级国土调查生产成本定额》(TD/T 1056-2019) 等规程或规范等相关行业报告编制技术标准性文件开展的。

## **七、重大分歧意见的处理经过和依据**

无重大分歧意见。

## **八、涉及专利的有关说明**

无。

## **九、实施标准的要求，以及组织措施、技术措施、过渡期和实施日期的建议等措施建议**

为充分发挥《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》的作用，改变当前土地复垦与生态修复农用地监测评价体系不健全、技术规范不

足等局面，建议做好培训和宣传工作，使从事矿山土地复垦与生态修复的单位和人员掌握规范的各项技术要求，将规范的应用落到实处。建议各地主管部门在实施过程中，根据具体情况，特别是针对不同区域、不同生产项目土地损毁和复垦的特点，制定补充细则和实施要求，保证规范的落实，促进本规范的不断修订完善。鼓励广大科研人员和专家学者参与制定、组织实施本标准，保障本标准的科学性、适用性、时效性。将根据形势的变化，结合各方意见，实时组织开展标准的修订工作。

## 十、其他应予说明的事项

无。

## 主要参考资料

- [1] GB/T 1.1-2020 标准化工作导则第一部分：标准的结构和编写 《标准化工作导则、指南和编写规则标准汇编》.中国标准出版社第一编辑室.中国标准出版社，2004 年
- [2] 《标准文件编写指南》.洪生伟.中国标准出版社，2005 年
- [3] 环办〔2014〕111 号 湖滨带生态修复工程技术指南（试行）
- [4] 《矿山地质环境保护规定》（国土资源部第 4 次部务会议，2009）
- [5] 《土地复垦条例》（中华人民共和国国务院令，第 592 号，2011 年 3 月 5 日）
- [6] 《山水林田湖草生态保护修复工程指南（试行）》。（自然资源部，财政部，生态环境部，2020 年 8 月）
- [7] 《自然资源调查监测体系构建总体方案》（自然资源部，2020 年 1 月）
- [8] 《国土空间调查、用途管制、规划用地用海分类指南（试行）》（自然资办发〔2020〕51 号，2020 年 11 月）
- [9] 周伟,曹银贵,白中科,王金满.煤炭矿区土地复垦监测指标探讨[J].中国土地科学,2012,26(11):68-73.
- [10] 周妍,周伟,白中科.矿产资源开采土地损毁及复垦潜力分析[J].资源与产业,2013,15(05):100-107.

- [11]周妍,白中科,罗明,等.中国土地复垦监管体系问题与对策[J].中国土地科学,2014,28(02):68-74.
- [12]周旭,陈妍,周妍,等.《IUCN 基于自然的解决方案全球标准》下的生态保护修复管理对策研究[J].风景园林,2022,29(06):20-25.
- [13]刘永,吴济舟,栾建文,等.生态环境保护全领域检测项目的方法研究[J].中国建材科技,2023,32(01):15-20.
- [14]GB 15618 土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）
- [15]GB 19377 天然草地退化、沙化、盐渍化的分级指标
- [16]GB 36600 土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）
- [17]GB 3838 地表水环境质量标准
- [18]GB/T 14848 地下水质量标准
- [19]GB/T 21439 草原健康状况评价
- [20]GB/T 24255 沙化土地监测技术规程
- [21]GB/T 27647 湿地生态风险评估技术规范
- [22]GB/T 27648 重要湿地监测指标体系
- [23]GB/T 29391 岩溶地区草地石漠化遥感监测技术规程
- [24]GB/T 31118 土地生态服务评估原则与要求
- [25]GB/T 33027 森林生态系统长期定位观测方法
- [26]GB/T 35377 森林生态系统长期定位观测指标体系
- [27]GB/T 51097-2015 水土保持林工程设计规范
- [28]GB/T 21010 土地利用现状分类
- [29]GB 11607 渔业水质标准
- [30]GB 15618 土壤环境质量标准
- [31]CJJ/T 82-2012 园林绿化工程施工及验收规范
- [32]DZ/T 0133 地下水动态监测规程
- [33]DZ/T 0221 崩塌、滑坡、泥石流监测规范
- [34]HJ 1172-2021 全国生态状况调查评估技术规范 生态系统质量评估
- [35]HJ 1173-2021 全国生态状况调查评估技术规范 生态系统服务功能评估
- [36]HJ 1174-2021 全国生态状况调查评估技术规范 生态问题评估
- [37]HJ 1175 -2021 全国生态状况调查评估技术规范 项目尺度生态影响评估

- [38]HJ 192 生态环境状况评价技术规范
- [39]HJ 2005 人工湿地污水处理工程技术规范
- [40]HJ 25.1 建设用地土壤污染状况调查 技术导则
- [41]HJ 25.2 建设用地土壤污染风险管控和修复 监测技术导则
- [42]HJ 25.3 建设用地土壤污染风险评估技术导则
- [43]HJ 25.5 污染地块风险管控与土壤修复效果评估技术导则
- [44]HJ 25.6 污染地块地下水修复和风险管控技术导则
- [45]HJ 442 近岸海域环境监测规范
- [46]HJ/T 192-2015 生态环境状况评价技术规范（试行）
- [47]HJ/T 338 土壤环境监测技术规范
- [48]HY/T 080 滨海湿地生态监测技术规程
- [49]HY/T 084 海湾生态监测技术规程
- [50]HY/T 085 河口生态系统监测技术规程
- [51]HY/T 087 近岸海洋生态健康评价指南
- [52]LY/T 1698 荒漠生态系统定位观测指标体系
- [53]LY/T 1752 荒漠生态系统定位观测技术规范
- [54]LY/T 1753 荒漠生态系统观测研究站建设规范
- [55]LY/T 1840 喀斯特石漠化地区植被恢复技术规程
- [56]LY/T 2090 湿地生态系统定位观测指标体系
- [57]LY/T 2091 湖泊湿地生态系统定位观测技术规范
- [58]LY/T 2092 干旱、半干旱区荒漠（沙地）生态系统定位观测指标体系
- [59]LY/T 2241 森林生态系统生物多样性监测与评估规范
- [60]LY/T 2497 防护林体系生态效益监测技术规程
- [61]LY/T 2651 退化森林生态系统恢复与重建技术规程
- [62]LY/T 2794 红树林湿地健康评价技术规程
- [63]LY/T 2897 天然林保护工程生态效益评价数据获取方法
- [64]LY/T 2899 湿地生态系统服务评估规范
- [65]NY/T 3343 耕地污染治理效果评价准则
- [66]TD/T 1055-2019 第三次全国国土调查技术规程