



中华人民共和国国家标准

GB XXXX—XXXX

金属矿土地复垦与生态修复技术规范

Technical specification for land reclamation and ecological restoration of metal mine

(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。

2023 – XX – XX 发布

2023 – 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	3
2 规范性引用文件	3
3 术语和定义	3
4 总则	5
5 技术路径	6
6 基础调查与问题识别诊断	8
7 可行性分析	9
8 复垦修复方案编制要求	10
9 工程技术要求	11
10 工程管护、跟踪监测及适应性管理	15
附 录 A （规范性） 金属矿山生态问题严重程度分级表.....	17

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技术委员会（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、矿冶科技集团有限公司、中国地质大学（北京）、自然资源部国土整治中心……

本文件主要起草人：。

金属矿土地复垦与生态修复技术规范

1 范围

本文件规定了生产金属矿山复垦修复的总则、技术路径、基础调查与问题识别诊断、可行性分析、复垦修复方案编制、工程技术、工程管护、跟踪监测与适应性管理的技术要求。

本文件适用于金属矿（放射性矿除外）开采过程中的矿山复垦修复工作，闭矿后的复垦修复工作可参照执行。

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 2762 食品安全国家标准 食品中污染物限量

GB 3838 地表水环境质量标准

GB 8978 污水综合排放标准

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 15776 造林技术规程

GB 18598 危险废物填埋污染控制标准

GB 18599 一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准

GB/T 21010-2017 土地利用现状分类

GB/T 38360 裸露坡面植被恢复技术规范

GB/T 38509 滑坡防治设计规范

GB/T 40112 地质灾害危险性评估规范

GB/T 50434 生产建设项目水土流失防治标准

DZ/T 0287 矿山地质环境监测技术规程

NY/T 1342 人工草地建设技术规程

TD/T 1031.4 土地复垦方案编制规程 第4部分：金属矿

TD/T 1036 土地复垦质量控制标准

TD/T 1048 耕作层土壤剥离利用技术规范

TD/T 1049 矿山土地复垦基础信息调查规程

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 1070.1 矿山生态修复技术规范 第1部分 通则

《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

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、土地损毁和植被破坏等问题，依靠人工支持引导和自然恢复力，采取预防和复垦修复措施，使矿山地质环境达到安全稳定、潜在污染风险得到控制、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

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。通常包括破坏前的生态系统、未因人类活动而退化的本地生态系统，以及能够适应正在发生的或可预测的环境变化的生态系统。

[来源：TD/T 1068，3.7]

3.3

土地损毁 land destruction

矿山生产建设活动造成土地原有功能部分或完全丧失的过程与状态。

[来源：TD/T1036，3.5，有修改]

3.4

露天采场 open pit

指将矿藏的上覆岩土剥离后，开采金属矿物的采矿场地。

[来源：TD/T 1031.4，3.2]

3.5

排土场 waste dump

指矿山露天采矿剥离岩土、地下采矿采掘废石集中堆放的场地，又称废石场、排岩场。

[来源：TD/T 1031.4，3.4，有修改]

3.6

尾矿库 tailings reservoir

指筑坝拦截谷口或围地构成的用以贮存金属非金属矿山进行矿石选别后排出尾矿的场所。

[来源：TD/T 1031.4，3.5]

3.7

堆浸场 heap leaching site

指矿物筑堆后采用溶液滴淋、喷淋方法提取低品位金属的场地。

[来源：TD/T 1031.4，3.8，有修改]

3.8

原地浸矿场 in-situ leaching site

指采用原位地浸、地下钻孔原位浸矿等提取金属矿物的溶浸场地。

3.9

地表岩移范围 ground surface movement area

指金属矿地下开采形成的采空区引起地表变形的影响范围。

3.10

自然恢复 natural restoration

指对生态系统停止人为干扰，以减轻负荷压力，依靠生态系统的自我调节能力和自组织能力使其向有序的方向自然演替和更新恢复。

[来源：TD/T1070.1，3.2]

3.11

地貌重塑 landform reshaping

根据矿山地形地貌破坏方式与损毁程度，结合原地形地貌特点，在消除地质环境问题、控制潜在污染风险和水土流失隐患基础上，通过有序排弃和土地整形等措施，形成与周边地貌景观相协调的新地貌。

[来源：TD/T1070.1，3.5，有修改]

3.12

土壤重构 soil reconstruction

指对矿山损毁土地采用工程、物理、化学、生物等改良措施，重新构造土壤基质，形成适宜植被生长的土壤剖面结构与肥力等条件。

[来源：TD/T 1070.1，3.6]

3.13

植被重建 vegetation reconstruction

指综合考虑气候、海拔、坡度、坡向、地表物质组成和有效土层厚度等条件，选择先锋、适地植物物种，实施植被配置、栽植及管护，重新构建持续稳定的植物群落。

[来源：TD/T1070.1，3.7]

3.14

适应性管理 adaptive management

基于生态系统的不确定性和对生态系统认识的时限性，通过监测评估过去采取的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、改进管理措施和实践措施的方法和过程。

[来源：TD/T 1068，3.9]

4 总则

4.1 总体要求

为规范金属矿山复垦修复工作，统一技术流程和质量要求，协同推进绿色矿山建设，把金属矿山场地和周边生态系统作为一个整体，依据矿山所在的生态系统功能重要性、人居环境与经济社会发展状况，综合考虑自然条件、地形地貌条件、矿山生态环境问题及其危害程度等，坚持山水林田湖草一体化保护修复的理念，在矿山开采过程中对矿山场地可修复区域及时进行修复，遵循生态系统演替规律和内在机理，利用科学的复垦修复技术和模式，使可修复区域地质环境达到稳定、污染风险得到控制、损毁土地得到复垦利用、生态系统功能得到恢复和提升。

4.2 基本原则

4.2.1 保护优先与源头防控原则

遵循开发中保护、保护中开发理念，优化矿山用地选址选线和生产工艺系统设计，减轻金属矿山开发对生态敏感区、人文资源、重点保护物种等保护目标的影响，减缓对矿山生态的破坏；采用科学合理的源头防控措施，在消除地质环境隐患、控制环境污染和水土流失的基础上，采取工程、生物、化学等复垦修复措施，恢复受损生态系统。

4.2.2 边开采边复垦修复原则

优化开采工艺，根据开发计划，先采集物种、剥离表土，作为后续土壤重构和植被重建利用，对开采过程中形成的不再重复损毁区域及时进行复垦修复，将复垦修复贯穿在“设计-剥离-采掘-运输-排弃-造地-修复-管护”等设计生产各环节。

4.2.3 人工修复和自然恢复相结合原则

根据矿山地质稳定性、复垦适宜性、生态恢复力，通过减缓保护、预防控制、复垦修复等人工措施修复受损的生态系统，按照尊重自然、顺应自然、保护自然的理念，再借助自然恢复使受损的生态系统逐步恢复到良性循环状态。

4.2.4 系统治理与功能提升原则

复垦区的土地宜做到与国土空间规划、矿产资源规划、生态修复规划等相衔接，根据“宜耕则耕、宜林则林、宜草则草、宜湿则湿、宜荒则荒、宜沙则沙”原则，通过整体保护、综合治理、系统修复，实现修复后生态系统与参照生态系统及生态景观相协调，生态系统功能得以恢复和提升。

5 技术路径

金属矿复垦修复技术路径包括基础调查与问题识别诊断、可行性分析与方案编制、工程设计与实施、管理维护、跟踪监测与适应性管理，金属矿复垦修复技术路径见图1。

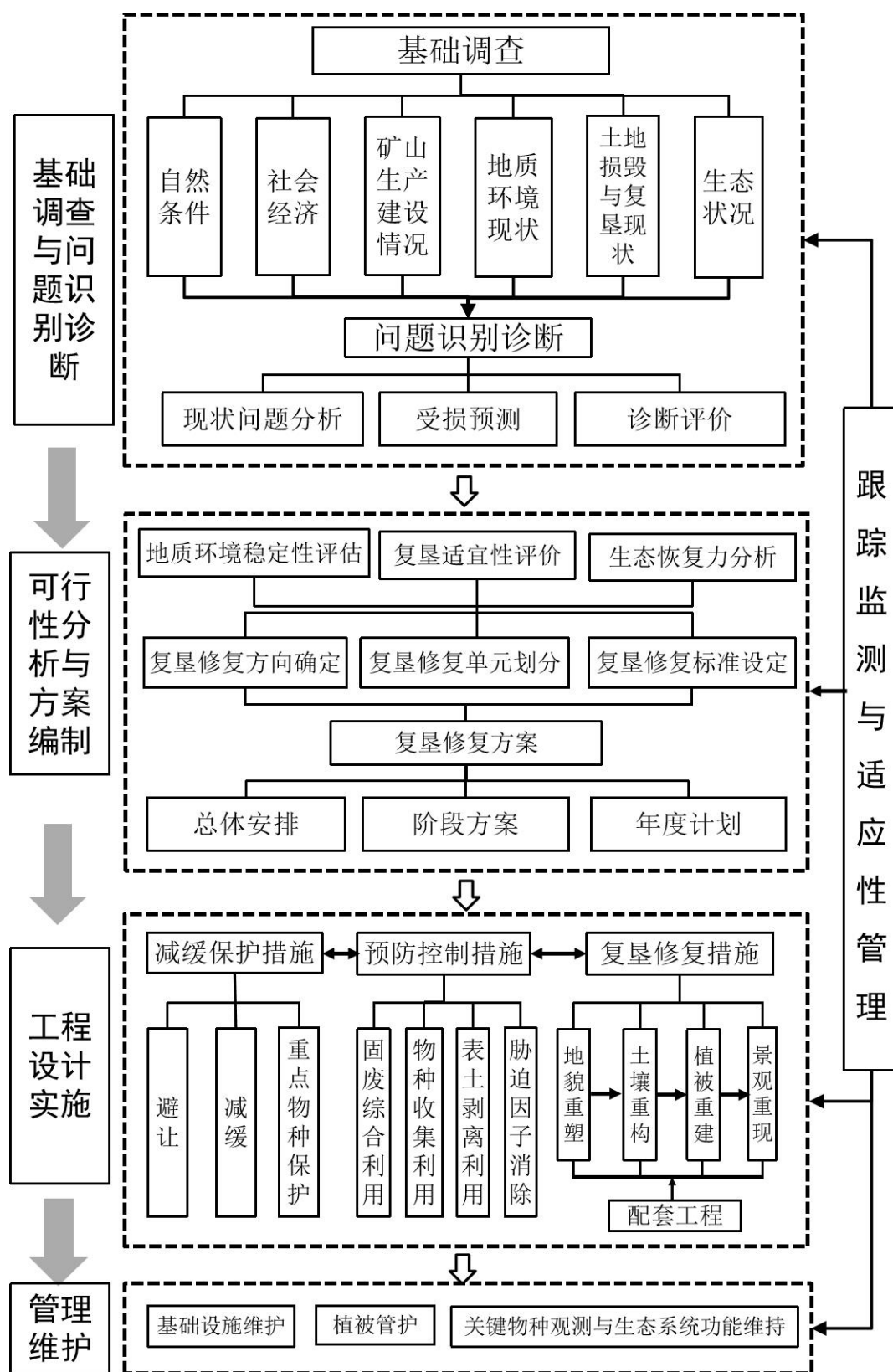


图 1 金属矿复垦修复技术路径

6 基础调查与问题识别诊断

6.1 基础调查

6.1.1 自然条件

调查地理位置、地形地貌、气候、水文、区域地质概况、水文地质、土壤类型、水土流失、动植物资源等。

6.1.2 社会经济

调查项目区人文资源，近3年乡（镇）人口、农业人口、人均耕地，农业产值、财政收入、人均纯收入、农业生产状况等。

6.1.3 矿山生产建设情况

调查企业性质、开采范围、开采方式、生产工艺、生产规模、服务年限或剩余使用年限、开采计划、总图布置等。

6.1.4 地质环境现状

6.1.4.1 地质环境调查内容包括地形地貌、地层岩性、地质构造、水文地质、工程地质、地质灾害、成土母质等，参照 DZ/T 0287 要求执行。

6.1.4.2 依据地质灾害危险性评估文件等，重点调查以下地质灾害内容：

- a) 露天采场崩塌、滑坡的分布特征、规模、结构、发育程度、危害程度、诱发因素等；
- b) 地下采场采空塌陷、地裂缝、地面沉降等地表岩移的分布特征、规模、结构、发育程度、危害程度、诱发因素等；
- c) 原地浸矿场、排土场、堆浸场和尾矿库滑坡的分布特征、规模、结构、发育程度、危害程度、诱发因素等。

6.1.4.3 依据矿山环境影响评价文件、竣工环境保护验收调查文件等，重点调查以下内容：

- a) 露天采场：矿石物质组成、矿石化学成分、渗水水质等；
- b) 原地浸矿场：淋洗措施、尾水水质等；
- c) 排土场：废石固体废物属性、淋溶水水质、防渗措施、封场阻隔措施等；
- d) 尾矿库：尾矿固体废物属性、排洪水和渗滤水水质、防渗措施、封场阻隔措施等；
- e) 堆浸场：堆浸渣固体废物属性、渗滤水水质、防渗措施、淋洗措施等。

6.1.5 土地损毁与复垦修复现状

6.1.5.1 未损毁区调查包括土地利用类型及面积、土地权属、土壤类型、有效土层厚度、土壤剖面、理化性质等，土地利用类型参照 GB/T 21010-2017、TD/T 1055-2019 和《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。

6.1.5.2 已损毁区域按照露天采场、地下采场、排土场、尾矿库、堆浸场、勘探遗迹、地表岩移范围等场地进行调查，调查内容包括损毁土地的面积、地类、损毁类型和程度等，调查参照 TD/T 1049 要求执行。

6.1.5.3 已复垦修复区域按照复垦修复方向、时间、位置、措施等划分调查单元，调查内容包括土壤质量、生产力水平和配套设施等，参照 TD/T 1049 要求执行。

6.1.6 生态状况

6.1.6.1 生态状况调查范围应统筹考虑矿山范围及其所处的流域、山脉等地貌单元、水文单元、生态单元，涵盖金属矿山开采活动的影响区域。

6.1.6.2 调查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、先锋物种、本地关键物种、指示物种、入侵物种等重要物种的种类、数量及生境情况。

6.1.6.3 调查自然保护地、世界自然遗产、生态保护红线等重要生态敏感区的保护对象、功能区划、保护要求等。

6.1.6.4 调查国家及地方重点保护野生动植物名录所列的物种、古树名木等具有较高保护价值或保护要求的物种种类、数量及生境情况。

6.2 问题识别诊断

6.2.1 保护对象识别

根据基础调查结果，识别重点保护物种、重要生态敏感区、人文资源等保护对象。

6.2.2 受损预测

根据矿山生产计划，预测可能产生的地质环境破坏、土地损毁、植被破坏等生态问题。

6.2.3 问题分析与诊断

6.2.3.1 地质环境破坏问题分析。依据地质安全隐患发生的可能性、危害程度、经济损失，判别危险性为严重、较严重、较轻三个等级，指标划分等级见附录 A。

6.2.3.2 环境污染风险分析。依据矿山环境影响评价文件、竣工环境保护验收调查文件等，明确废石、尾矿和堆浸渣的固体废物属性，露天采场矿坑涌水及各场地渗水水质，判别环境污染风险为严重、较严重、较轻三个等级，指标划分等级见附录 A。

6.2.3.3 土地损毁程度分析。根据损毁土地类别和面积，判别土地损毁程度为严重、较严重、较轻三个等级，指标划分等级见附录 A。

6.2.3.4 生态退化程度分析。根据原有生态系统结构破坏程度、生态修复难易程度，判别生态退化程度为严重、较严重、较轻三个等级，指标划分等级见附录 A。

6.2.3.5 水资源破坏程度分析。根据矿井正常涌水量、地下水位变幅，判别水资源破坏程度为严重、较严重、较轻三个等级，指标划分等级见附录 A。

6.2.3.6 根据问题识别结果，开展问题诊断，分析诱发问题的原因，并筛选出严重级别的生态问题。编制复垦修复方案时，对严重级别的问题进行专项论述。

7 可行性分析

7.1 参照生态系统确定

分析区域自然生态系统、开采破坏前的生态系统、附近具有相似生物多样性的未受损生态系统状况、类似金属矿山生态修复成功案例的基础上,结合矿区自然环境特点、国土空间规划、社会经济发展规划、生态保护规划等,确定复垦修复的参照生态系统。

7.2 地质环境稳定性评估

在现状评估的基础上,结合矿山建设特点,对矿山建设期、生产期可能引发的地质环境稳定性进行预测评估,参照GB/T 40112要求执行。

7.3 复垦修复适宜性评价

7.3.1 根据地形地貌、地表物质组成、水土资源等划分评价单元,露天采场宜划分为边坡、平台和坑底,排土场、尾矿库和堆浸场宜划分为边坡、平台和顶面。

7.3.2 根据地质环境破坏、环境污染风险、土地损毁程度、生态退化程度、水资源破坏程度等分析结果,选取合适的评价指标,建立复垦修复适宜性评价体系,评定各评价单元的复垦修复适宜性等级,明确其限制因素。

7.3.3 以参照生态系统为目标,结合国土空间规划、公众参与意见及社会经济因素,在经济可行、技术合理的条件下,确定各评价单元的最终复垦修复方向。

7.4 生态系统恢复力分析

7.4.1 根据生态受损与退化的程度,分析自然恢复、人工修复的可行性。

7.4.2 以参照生态系统为目标,从生境、物种、生物多样性等角度构建生态系统恢复力评价指标体系,确定矿区生态系统恢复力等级,参照 TD/T 1068 要求执行。

7.4.3 从技术经济分析评估采用新技术、新工艺、新设备和新材料提升生态恢复力的可行性。

8 复垦修复方案编制要求

8.1 总体安排

8.1.1 依据可行性分析、矿山开发规划,制定矿山复垦修复总体安排。

8.1.2 矿山开采前应编制矿山复垦修复方案,矿山开采范围、开采工艺、场址等发生重大变化应重新编制复垦修复方案。

8.1.3 复垦修复方案编制内容主要包括矿山基本情况、基础调查与问题识别诊断、复垦修复可行性分析、复垦修复工程、工作部署、投资估算和保障措施等。

8.2 阶段方案

8.2.1 以五年为一阶段编制阶段方案,应综合矿山开发利用方案、矿山环境影响评价文件、矿山水土保持方案等,形成复垦修复阶段方案。

8.2.2 阶段方案明确本阶段目标、任务、位置、工程量、费用等,对上一阶段矿山复垦修复情况进行

总结。

8.3 年度计划

8.3.1 总结上一年度矿山复垦修复情况，包括复垦修复措施及效果、监测管护情况、监测数据、经费使用情况等。

8.3.2 编制矿山复垦修复本年度计划，细化本年度复垦修复任务、费用安排等。

9 工程技术要求

9.1 减缓保护措施

9.1.1 避让

9.1.1.1 矿山工程应避让各类生态敏感区，符合自然保护区、世界自然遗产、生态保护红线等管理要求以及国土空间规划管控要求。

9.1.1.2 矿山工程应避让文物古迹、宗教遗迹、历史文化保护地、风景名胜区等人文资源，因特殊情况不能避让，应当尽可能实施原址保护。

9.1.2 减缓

9.1.2.1 识别、预测项目在建设生产阶段的影响，确定合理、可行的工程方案，提出预防或减缓不利影响的对策和措施，减少对动植物的伤害和生境占用、控制地表变形和保护地下水。

9.1.2.2 矿山存在适宜露天开采的多个矿点，露天开采宜优化开采顺序，将采后的露天采场作为废石、尾矿堆存场所，减少新增占地。

9.1.2.3 地下开采宜采用充填采矿法，避免地面塌陷，减小地表变形。

9.1.2.4 离子吸附型稀土矿原地浸矿应避免不良地质现象严重区域，对不良工程地质条件采取可靠的治理措施，避免浸矿剂渗漏造成地质环境问题。

9.1.2.5 排土场、尾矿库和堆浸场堆存宜采用缓坡设计，避免复垦修复时采取降坡措施。

9.1.2.6 管线、道路等线性工程宜科学构建物种迁徙和基因交流的生态廊道，减少生态阻隔影响。

9.1.3 重要物种保护

9.1.3.1 矿山建设生产对重点保护野生植物、特有植物、古树名木等造成不利影响的，应采取优化工程布置、就地或迁地保护、加强观测等措施，具备移栽条件、长势较好的宜全部移栽。

9.1.3.2 矿山建设生产对重点保护野生动物、特有动物及其生境造成不利影响的，应采取优化工程施工方案、运行方式，实施物种救护等措施，进行生境保护。

9.2 预防控制措施

9.2.1 固体废物综合利用

9.2.1.1 宜先开展废石、尾矿中有价组分回收利用，再开展废石、尾矿用于回填、筑路、制作建筑材料等资源化利用工作。

9.2.1.2 宜开展堆浸渣中有价组分回收利用；不具备回收价值的堆浸渣，应进行无害化处理，消除环境污染风险后，开展堆浸渣用于回填、筑路、制作建筑材料等资源化利用工作。

9.2.2 物种收集与利用

9.2.2.1 物种收集。采集本地植物的各种繁殖材料，特别是地带性植被建群物种，本地关键物种等重要物种。

9.2.2.2 物种利用。复垦修复时，最大限度的利用采集的本地物种进行植被重建，保护本地种质资源。

9.2.3 表土剥离保护与利用

9.2.3.1 表土剥离

9.2.3.1.1 按照“应剥尽剥”要求，根据生产计划涉及扰动区域合理安排表土剥离，测算剥离表土厚度、面积、剥离量，表土剥离厚度应结合 6.1.5 调查的有效土层厚度确定。

9.2.3.1.2 按照“分区分期剥离”要求，根据露天采场采剥计划、排土场排土计划、堆浸场堆浸计划、尾矿库排尾计划，预测土地损毁的时空变化，制定表土分区分期剥离计划。

9.2.3.1.3 露天采场、排土场、尾矿库、堆浸场等场地占地范围内可作为复垦土源的岩土风化物应单独剥离。

9.2.3.1.4 湿排尾矿库应根据排尾压占计划及淹没范围，分区分期剥离。

9.2.3.1.5 原地浸矿场注液孔施工弃土作为表土，宜袋装堆存。

9.2.3.1.6 涉及耕作层土壤剥离利用的，参照 TD/T 1048 要求执行。

9.2.3.2 表土保护

9.2.3.2.1 按照“分区堆放、就近堆存、就近利用”要求，明确表土堆存区域、堆存时间，表土堆存场应选择不易造成水土流失和诱发地质灾害的区域，不宜占用耕地。

9.2.3.2.2 表土应单独堆存，分层堆存，表土和岩土风化物应分开堆放。

9.2.3.2.3 表土堆存场不宜过高，应避免机械过度碾压等破坏或影响表土特性。

9.2.3.2.4 表土堆存场应采取拦挡、苫盖、排水等防护措施。

9.2.3.2.5 堆存期超过一个生长季节的，应采取种草或铺设草皮等复绿措施。

9.2.3.3 表土利用

按照“即剥即用”要求，根据表土剥离计划，安排表土利用计划，表土优先用于生产期复垦修复区域土壤重构。

9.2.4 胁迫因子消除

9.2.4.1 地质环境破坏防治

在开展复垦修复工作前，应对地质环境破坏进行治理，并加强监测及预警工作。

- a) 露天采场边坡崩塌治理宜采用削坡、支撑、锚固、安装防护网、设置落石平台、挡石墙、混凝土网格护坡、混凝土封闭注浆、截排水工程等进行治理；
- b) 露天采场、排土场、尾矿库、堆浸场、原地浸矿场等场地滑坡防治宜优先采取排水措施，并结合减荷、压脚阻滑、锚固支挡、注浆加固等措施，参照 GB/T 38509 要求执行；
- c) 地下开采根据采矿方法采取相应地表岩移防治措施，要求如下：
 - 1) 充填法采矿，应保证充填体强度及接顶率，地表出现裂缝应及时回填，恢复原土地用途，对地表岩移范围进行长期观测和评估；
 - 2) 空场法采矿和崩落法采矿，应将地表岩移范围设置为风险管控区，周边应设定安全距离，建设安全围栏，设置警示标志。

9.2.4.2 潜在污染控制

依据环境影响评价文件中废石、尾矿和堆浸渣的固体废物属性，控制排土场、尾矿库和堆浸场潜在污染，要求如下：

- a) 排土场、尾矿库和堆浸场建设应根据场地类别做好防渗措施，减少渗滤液进入地下水，防渗按照 GB 18598、GB 18599 要求执行；
- b) 场地堆存固体废物为危险废物，复垦修复前应采取污染阻隔措施，阻隔结构按照 GB 18598 要求执行；
- c) 场地堆存固体废物为第 II 类一般工业固体废物，复垦修复前应采取污染阻隔措施，阻隔结构按照 GB 18599 要求执行。

9.2.4.3 水土流失控制

按照矿山水土保持方案落实水土流失控制措施，水土流失治理度、土壤流失控制比等控制指标应达到 GB/T 50434 要求。

9.3 复垦修复措施

9.3.1 地貌重塑

9.3.1.1 根据水文气象特征、区域地形地貌特点及损毁单元的微地形条件、潜水位埋深等，结合金属矿山复垦修复方向和要求，确定地貌重塑布局及形态，因地制宜采取整形、平整工程。

9.3.1.2 露天采场、排土场、尾矿库、堆浸场等场地地貌重塑宜在矿山生产形成的人工地形地貌基础上进行。

9.3.1.3 露天采场、排土场、尾矿库、堆浸场等地貌重塑应结合地质环境治理工程、污染风险控制工程进行整形、平整，整地，满足 TD/T 1036 要求。

9.3.1.4 原地浸矿场、管线等土地损毁程度较轻区域，应保持原地貌。

9.3.1.5 排土场、堆浸场台阶边坡高度大于 10m，宜采取削坡开级等降坡措施。

9.3.2 土壤重构

- 9.3.2.1 土壤重构应充分利用剥离、堆存的表土和耕植土。
- 9.3.2.2 土壤重构土源采用就近取土的，取土场在取土结束后应及时进行复垦修复。
- 9.3.2.3 土壤重构在露天采场、排土场、堆浸场和尾矿库的永久性边坡平台形成后应及时进行。
- 9.3.2.4 场地堆存危废废物或第 II 类一般工业固体废物，应采用全面覆土，覆盖土层的厚度应按种植物种类及其对阻隔层可能产生的损坏确定。
- 9.3.2.5 尾矿库坝体覆盖土层的厚度应按种植物种类及其对坝体安全可能产生的影响确定。
- 9.3.2.6 原地浸矿场淋洗结束后，注液孔应及时回填封孔，回填后的地表坡度应与原地面一致。
- 9.3.2.7 耕地、园地土壤重构要求如下：
- a) 应采用全面整地覆土，覆土的土壤质量应满足 TD/T 1036 中要求；
 - b) 覆土的污染物质含量应不超过 GB 15618 中土壤污染风险筛选值要求；
 - c) 应进行可行性试验，产品应满足 GB 2762 要求。
- 9.3.2.8 林地、草地土壤重构要求如下：
- a) 土源充足的，宜采用全面整地覆土，覆土的土壤质量应满足 TD/T 1036 要求；
 - b) 土源不足的，平台和顶面宜采用穴状或带状整地覆土，边坡宜采用鱼鳞坑整地覆土或带状整地覆土，覆土的土壤质量应满足 TD/T 1036 要求；
 - c) 无土源的，可采用无土复垦、岩土风化物复垦或尾砂改良等措施，应进行可行性试验；
 - d) 人工牧草地覆土的污染物质含量应不超过 GB 15618 中土壤污染风险筛选值要求。

9.3.3 植被重建

9.3.3.1 物种选择

物种选择要求如下：

- a) 宜选择适应性强的当地优良树种和草种，慎用外来物种；
- b) 宜选择具有耐干旱、耐贫瘠、耐污染等特性的适生植物和先锋植物，物种选择参照 TD/T 1070.1 要求执行；
- c) 优先选择易成活、生长快、根系发达、易繁殖、抗逆性强、叶茎矮或有匍匐茎的当地草种；
- d) 存在潜在重金属污染的矿山场地，宜选取相应的重金属富集植物或耐性植物；
- e) 存在潜在酸性水污染的矿山场地，宜选取耐酸植物；
- f) 选用的苗木、种子质量参照 GB/T 15776 要求执行。

9.3.3.2 物种配置与栽植

物种配置与栽植要求如下：

- a) 植被配置模式应根据不同生物气候带的坡向、坡度、地表物质组成，选择乔灌混交、灌草混交、乔草混交、乔灌草混交等不同模式；
- b) 气候条件较好的矿区，植被配置模式宜形成有效控制地表径流的乔木层、灌木层、草本层、枯落物层和土壤层；
- c) 造林技术参照 GB/T 15776 要求执行；

d) 草地建设技术参照 NY/T 1342 要求执行。

9.3.3.3 高陡边坡植被重建

高陡边坡植被重建要求如下：

- a) 宜采用喷播、植生毯（垫）、混凝土格构、生态袋等措施建立植被，按照 GB 38360 要求执行；
- b) 露天采场高陡边坡，可采取坡脚栽植藤本植物、坡面挂篮等措施建立植被。

9.3.4 景观重现

9.3.4.1 工业场地、露天采场、排土场、尾矿库、堆浸场等重要场地可结合矿业文化进行文化功能重构与提升。

9.3.4.2 露天采坑、尾矿库积水区可重建为人工湿地景观，宜建立湿地水域之间、湿地与周边河流湖库间的水系连通系统。

9.3.4.3 地下采矿地表变形轻微区域，宜恢复原地貌景观；地下采矿地表变形较严重，在变形稳定前应监控受损状态，稳定后结合地质环境治理方案重建适宜景观。

9.3.4.4 原地浸矿采场、表土堆场、管线等场地生态系统受损较轻，宜恢复原地貌景观。

9.3.4.5 排土场、堆浸场、尾矿库形成的人工堆积山，山坡露天采场形成的阶梯状地貌，宜结合周边自然景观重建为山地景观。

9.3.4.6 荒漠、沙漠等水资源缺乏地区，结合周边自然景观，露天采场可重建为岩质景观，排土场、堆浸场和尾矿库可重建为荒漠、沙漠景观。

9.3.4.7 基于环境污染风险从严要求，环境污染风险严重或较严重的场地不宜复垦修复为耕地、园地，环境污染风险较轻的可复垦修复为耕地、园地。

9.3.5 配套工程

9.3.5.1 灌溉、排水工程应以矿山主体工程设计排水系统为基础，在满足防洪排涝功能的前提下，根据实际需要，结合复垦修复方向进行规划、布设。

9.3.5.2 道路宜依托主体工程道路布设，在满足交通、运输功能的前提下，根据复垦修复方向进行规划和布设，并进行道路绿化。

10 工程管护、跟踪监测及适应性管理

10.1 基础设施维护

对道路、灌溉、排水、建（构）筑物等基础设施进行定期维护，发现基础设施运行不正常或损毁，应及时修复或替换。

10.2 植被管护

10.2.1 植被管护时间应根据区域自然条件、场地污染风险及植被类型等因素确定，生产期应持续进行植被管护，生产结束后潜在污染风险较低的场地后续抚育期一般宜为 3-4 年，潜在污染风险高和较高的

场地后续抚育期宜为 5-10 年。

10.2.2 植被管护措施主要包括施肥、灌溉、松土、清除杂草、防治病虫害、补植、补种等，植被管护参照 GB/T 15776 要求执行。

10.3 关键物种观测与生态系统功能维持

10.3.1 对矿区关键物种和生物多样性进行持续观测，评价生态系统功能，对生态系统的生物种群、群落组成和结构进行优化，使复垦修复后的生态系统由形态恢复逐步过渡到功能恢复。

10.3.2 以参照生态系统为目标，维持物种种类和组成，保护生物多样性，实现植物生物群落的恢复，提高生态系统的生产力和自我维持力。

10.3.3 消除动物生长的限制性因子，营造良好的动物栖息地，恢复生境连通，引导动物回归。

10.3.4 对地貌重塑、土壤重构、植被重建、景观重现等复垦修复全过程，加强生态系统健康管理，避免二次退化。

10.3.5 降低重建生态系统水灾、旱灾、虫灾、火灾等风险，维持生态系统的相对稳定性，保障土地资源、水资源、生物资源、景观资源和人居环境的可持续利用。

10.4 跟踪监测与适应性管理

10.4.1 跟踪监测与适应性管理应贯穿矿山建设、生产、闭矿以及复垦修复全过程。

10.4.2 土壤环境质量、水环境质量可引用环境影响评价文件及其跟踪监测数据。

10.4.3 地质环境监测参照 DZ/T 0287 要求执行。

10.4.4 开采前、开采中、开采后的复垦修复跟踪监测参照相关监测技术规范执行。

10.4.5 适应性管理应包括矿山地质环境稳定性评估、土壤质量达标性评估、植被生产力水平评估、生态恢复力评估。

10.4.6 基于全周期跟踪监测结果，评估减缓保护、预防控制、复垦修复等工程技术措施的实施效果，及时发现新产生的生态问题及潜在生态风险。

10.4.7 对照复垦修复目标，对可能导致偏离复垦修复目标或者对因复垦修复造成新的损毁的复垦修复工程技术措施进行调整修正。

附 录 A

(规范性)

金属矿山生态问题严重程度分级表

金属矿山生态问题严重程度分级见表A.1。

表A.1 金属矿山生态问题严重程度分级表

定义及特征	严重	较严重	较轻
地质环境破坏	地质安全隐患规模大，发生的可能性大；影响到城市、乡镇、重要行政村、重要交通干线、重要工程设施及各类保护区安全；造成或可能造成直接经济损失大于 500 万元；受威胁人数大于 100 人。	地质安全隐患规模中等，发生的可能性较大；影响到村庄、居民聚居区、一般交通线和较重要工程设施安全；造成或可能造成直接经济损失 100~500 万元；受威胁人数 10~100 人。	地质安全隐患规模小，发生的可能性小；影响到分散性居民、一般性小规模建筑及设施；造成或可能造成直接经济损失小于 100 万元；受威胁人数小于 10 人。
环境污染风险	固体废物属于危险废物或第Ⅱ类一般工业固体废物；矿山场地渗水水质任何一种特征污染物浓度超过 GB 8978 最高允许排放浓度（第二类污染物最高允许排放浓度按照一级标准执行）。	矿山场地渗水水质任何一种特征污染物浓度均未超过 GB 8978 最高允许排放浓度（第二类污染物最高允许排放浓度按照一级标准执行），超过 GB3838Ⅲ类水质标准。	矿山场地渗水水质任何一种特征污染物浓度均未超过 GB3838Ⅲ类水质标准。
土地损毁程度	破坏基本农田，破坏耕地大于 2hm ² ；破坏林地或草地大于 4hm ² ；破坏未利用地大于 20hm ² 。	破坏耕地小于等于 2hm ² ；破坏林地或草地 2hm ² ~4hm ² ；破坏未利用地 10hm ² ~20hm ² 。	破坏林地或草地小于等于 2hm ² ；破坏未利用地小于等于 10hm ² 。
生态退化程度	原有生态系统结构被完全破坏，进展演替困难，人工生态修复难度较大。	原有生态系统结构扰动和影响较大，具有一定的自然恢复能力，人工生态修复难度较小。	原有生态系统结构扰动和影响较小，具有原有生态功能，可自然恢复。
水资源破坏程度	矿床充水主要含水层结构破坏，产生导水通道，矿井正常涌水量大于 10000m ³ /d；区域地下水水位下降，矿区周围主要含水层（带）水位大幅下降，或呈疏干状态，不同含水层（组）串通，地表水体漏失严重，不同含水层（组）串通水质恶化影响集中水源地供水，矿区及周围生产、生活供水困难。	矿井正常涌水量 3000m ³ /d~10000m ³ /d；矿区及周围主要含水层（带）水位下降幅度较大，地下水呈半疏干状态，矿区及周围地表水体漏失较严重，影响矿区及周围部分生产生活供水。	矿井正常涌水量小于 3000m ³ /d，矿区及周围主要含水层水位下降幅度小，矿区及周围地表水体未漏失，未影响到矿区及周围生产生活供水。

**《金属矿土地复垦与生态修复技术规范》
(征求意见稿)
编制说明**

矿冶科技集团有限公司

2023 年 3 月 19 日

目 次

一、工作简况.....	1
（一）任务来源	1
（二）制定背景	1
（三）编制过程	3
（四）标准起草单位及起草人	7
二、标准编制原则和确定主要内容的依据	8
（一）标准编制原则	8
（二）标准主要内容的确定依据	9
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	17
（一）矿山土地复垦与生态修复是建设人与自然和谐共生美丽中国的内容之一	17
（二）金属矿土地复垦与生态修复形势严峻	19
（三）金属矿土地复垦与生态修复主要技术	20
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	25
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	25
六、与有关法律、行政法规及相关标准的关系	25
七、重大分歧意见的处理经过和依据	27
八、涉及专利的有关说明	27

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27

十、其他应予说明的事项27

金属矿土地复垦与生态修复技术规范

编制说明

一、工作简况

（一）任务来源

为加快推进国土空间生态修复，规范金属矿土地复垦与生态修复模式和技术方法，根据自然资源部办公厅《关于印发 2018 年自然资源（土地资源、地质矿产、地质环境等流域）标准制修订工作计划》（自然资办发[2018]14 号），2018 年 6 月 6 日将《金属矿土地复垦技术规范》列为国家标准计划，并向国家标准委报送了项目建议书。2019 年 3 月 28 日《金属矿土地复垦技术规范》列入国家标准计划，计划号 20191063-T-334，国际标准分类号 13.020，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，标准主管部门为自然资源部（国土），主要起草单位矿冶科技集团有限公司（原北京矿冶科技集团有限公司）、中国地质大学（北京）。

（二）制定背景

1988 年 11 月国务院颁布了《土地复垦规定》，并于 1989 年 1 月 1 日正式实施，由此确立了我国土地复垦制度。《土地复垦规定》是《中华人民共和国土地管理法》的实施配套法规，首次规定了土地复垦的含义以及“谁破坏，谁复垦”的原则，使我国土地复垦工作走上了法制化道路，成为我国土地复垦发展历程中的一个重要里程碑。2011 年 3 月《土地复垦条例》由国务院公布施行，标志着我国土地复垦事业步入了制度化、规范化和法制化的新阶段。为贯彻落实《土地

复垦条例》，原国土资源部还批准发布了《土地复垦条例实施办法》

《土地复垦方案编制规程》、《土地复垦质量控制标准》、《矿山土地复垦基础信息调查规程》等行业标准规范。经过 30 多年的探索，我国金属矿土地复垦与生态修复政策制定不断趋于成熟，管理手段与时俱进，相关工作也取得了较大进步。

为全面贯彻落实新发展理念和党中央国务院决策部署，加强矿业领域生态文明建设，加快矿业转型和绿色发展，2017 年，原国土资源部、财政部、原环境保护部、国家质检总局、银监会、证监会联合印发《关于加快建设绿色矿山的实施意见》（以下简称《意见》）要求，加大政策支持力度，加快绿色矿山建设进程，力争到 2020 年，形成符合生态文明建设要求的矿业发展新模式。

综上所述，政府已将资源、环境、生态问题纳入政府的重点管理工作，密集出台了相关政策和措施推进矿山生态治理与修复。金属矿土地复垦与生态修复已成为全国的热点、焦点和难点，金属矿土地复垦与生态修复的投入将越来越大，对相应技术标准需求也越来越迫切。

当前我国金属矿山的土地复垦与生态修复的技术标准体系尚处于不健全的状态，且矿区生态环境治理复杂，因此，为规范金属矿土地复垦与生态修复工作，提高金属矿土地复垦与生态修复工程的实施质量，推进金属矿土地复垦与生态修复管理的制度化、规范化建设，制定相应的技术标准已成为当务之急。编制《金属矿土地复垦与生态修复技术规范》对规范金属矿土地复垦与生态修复工作，提高金属矿土地复垦与生态修复工程的实施质量，推进金属矿土地复垦与生态修

复管理的制度化、规范化建设具有重要意义，为金属矿土地复垦与生态修复的实施管理、监督检查提供依据，从而促进金属矿土地复垦与生态修复事业的发展。

（三）编制过程

本标准编制主要经历了以下工作阶段：起草阶段、征求意见阶段、审查阶段、报批阶段、变更起草阶段、变更征求意见阶段、变更审查阶段、变更报批阶段。

1、起草阶段

（1）资料收集

2018.07~2018.12，收集了金属矿山土地复垦相关法律法规、标准规范、政策文件、矿山报告（土地复垦方案、验收报告等）等资料，获取的资料满足本规范编制需要。

（2）现场调研

2019.01~2019.03，负责对部分金属矿企业采取现场实地调研、电话、发放调查表等灵活方式开展调研工作，调研内容包括金属矿复垦对象、复垦技术等，调研对象包括甲玛铜多金属矿、内蒙古苏尼特金曦金矿、平果铝土矿、德兴铜矿、内蒙古乌努格吐山铜钼矿、四川攀枝花红格钒钛磁铁矿、武钢大冶铁矿、山东夏甸金矿、中条山铜矿等，2019年03月形成了《金属矿土地复垦技术进展》（研究报告）。

（3）大纲编制

2019.03~2019.04，编制技术规范大纲，确定适用范围、章节目录、主要条款等。邀请专家及编制单位相关领导召开专家研讨会，讨论技

术规范编制大纲及主要内容。

2019年4月20日，编写组在京召开标准讨论会，对《金属矿土地复垦技术规范》大纲框架进行了讨论，形成《金属矿土地复垦技术规范》（大纲）。

（4）初稿编制

2019.05~2019.08，编制本规范主要内容。邀请专家及编制单位相关领导召开专家研讨会，讨论本规范编制主要内容。编制组在2019年7月形成了《金属矿土地复垦技术规范》（初稿）。

2019年8月14日，编制组在北京召开“国家‘土地复垦与修复质量标准’讨论会”，对初稿进行了讨论。根据标准讨论会会议精神和各专家提出的修改意见进行修改，形成了《金属矿土地复垦技术规范》（初稿）。

（5）专家审议及修改

2020年8月2日，编制组在北京召开《金属矿土地复垦技术规范》（初稿）进行了审议，与会专家提出了较好的合理化建议，会后编制组根据专家意见进行了修改，形成了《金属矿土地复垦技术规范》（征求意见稿）及《编制说明》。

2、征求意见阶段

2020年8月10日，编制组向大专院校、有关技术咨询单位和矿山企业单位开展《金属矿土地复垦技术规范》（征求意见稿）的征求意见工作，征求有关单位和专家的意见。共收到有效反馈意见43条，

经同类项合并后为 28 条，其中采纳 19 条，部分采纳 14 条，不采纳 0 条。针对部分采纳均进行了说明。

根据大专院校、有关技术咨询单位和矿山企业单位各专家提出的修改意见，编制组进行了修改和完善，形成对《金属矿土地复垦技术规范》（审查稿）及编制说明。

3、审查阶段

2020 年 10 月 8 日，编制组在北京召开《国家“土地复垦与修复质量标准”审议会》，对《金属矿土地复垦技术规范》（审查稿）及编制说明进行了审议，与会专家提出了较好的合理化建议。会后，根据标准审会会议精神和各专家提出的修改意见进行了修改和完善，形成了《金属矿土地复垦技术规范》（报批稿）及编制说明（报批稿）。

4、报批阶段

2022 年初编制组将《金属矿土地复垦技术规范》（报批稿）报自然资源部报批，因管理职能调整，自然资源部增加生态修复职能，从管理角度要将矿山生态修复要求纳入《金属矿土地复垦技术规范》，故未预批准。

5、变更起草阶段

2022.11~2023.3，完成技术规范的变更起草。

2022 年 11 月 10 日自然资源部生态修复司等相关司局、自然资源部国土整治中心、全国自然资源与国土空间规划标准化技术委员会和标准起草单位在北京召开了标准的推进会，会议认为：为进一步落实习总书记绿水青山就是金山银山思想，坚持山水林田湖草沙一体化

保护与修复理念，生产金属矿山不仅涉及到不同类型损毁单元的土地复垦技术，还涉及到流域尺度矿区生态修复的目标定位与再利用，为更好地加强新时期相关职能部门监管和推广应用，助推绿色矿山建设，建议“增加生态修复相关技术要求和具体内容，同时为了与内容相一致，调整标准名称”等，建议将标准名称由“金属矿土地复垦技术规范”调整为“金属矿土地复垦与生态修复技术规范”。

2022 年 11 月 22 日，全国自然资源与国土空间规划标准化技术委员会原则上赞同起草组根据改革后新形势和主管业务司局的意见，适当调整标准名称，对技术规范名称及完成阶段申请变更，并进行了备案。即将“金属矿土地复垦技术规范”调整为“金属矿土地复垦与生态修复技术规范”，变更增加相关内容，重新开始征求意见、送审等工作。

2022 年 11 月 23 日，技术规范起草单位对技术规范名称及完成阶段申请变更，并进行了备案。

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。明确标准变更技术路线框架图。

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。协调了金属矿与煤矿、油气土地复垦与生态修复技术规范的共性问题；“术语与定义”中增加“参照生态系统”、“适应性管理”、“矿区土地复垦与生态修复”等术语。

2023 年 3 月 10，编制组形成了《金属矿土地复垦与生态修复技术规范》（工作组讨论稿）。

2023 年 3 月 12 日，编制组召开《工作组讨论稿》技术审议会，会后按会议要求对标准内容进行了完善，形成了《金属矿土地复垦与生态修复技术规范》（专家审议稿）及《编制说明》。

2023 年 3 月 15 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邀请水保/环保/农业/林草/国标院等专家组织咨询会，会后编制组按照与会专家意见对标准内容进行了完善，形成了《金属矿土地复垦与生态修复技术规范》（征求意见稿）及《编制说明》。

6、变更征求意见阶段

2023 年 3 月 20 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进行《金属矿土地复垦与生态修复技术规范》（征求意见稿）的征求意见工作。

（四）标准起草单位及起草人

1、标准起草单位

1) 标准立项阶段起草单位

2019 年 3 月 28 日《金属矿土地复垦技术规范》列入国家标准计划时主要起草单位为矿冶科技集团有限公司（原北京矿冶科技集团有限公司）、中国地质大学（北京）。

2) 标准变更编制阶段

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，为尽快完成标准中增加的矿山生态修复技术要求，决定增加标准起草单位，增加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、中国农业大学、安徽理工大学、中国地质环境监测院、中国自然资源经济研究院。

2、标准起草人

标准主要起草人：……。

标准负责人祝怡斌，主要负责进度安排、标准编写、技术把关和成稿审定，同时负责主持项目研究、调研及研讨。

二、标准编制原则和确定主要内容的依据

（一）标准编制原则

编制过程遵循如下原则：

1、依法依规原则

以习近平生态文明思想为指导，遵循生态保护修复相关法律法规，贯彻党中央土地复垦、生态保护修复有关要求，按照相关法律法规要求进行编制。

2、兼容并蓄原则

充分借鉴国内外土地复垦、生态修复相关标准和研究成果，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，保持相关工作的延续性。

3、前瞻性原则

以生态系统的客观规律为基础，以山水林田湖草沙一体化修复、

生物多样性保护、全生命周期等先进理念为指导，结合金属矿山土地损毁和生态破坏的特点，制定金属矿土地复垦与生态修复技术规范。

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，着力提升技术规范的可操作性。

(二) 标准主要内容的确定依据

1、标准的总体框架

为规范我国金属矿土地复垦及生态修复工作，提高金属矿土地复垦及生态修复质量，推进金属矿土地复垦及生态修复技术，制定本文件，为金属矿山土地复垦及生态修复工作提供技术指导。

《金属矿土地复垦及生态修复技术规范》共分为 10 个部分：

1) 范围

规定了标准的适用范围，针对生产过程中的金属矿山。

2) 规范性引用文件

3) 术语和定义

对金属矿涉及的术语进行了解释说明，主要是矿山土地复垦与生态修复、参照生态系统、露天采场、排土场、尾矿库、堆浸场、原地浸矿场、适应性管理等。

4) 总则

结合金属矿山开采的特点，确定了技术规范总体目标、基本原则。基本原则包括保护优先与源头防控原则，边开采边复垦修复原则，人

工修复和自然恢复相结合原则，系统治理与功能提升原则。

5) 技术路径

明确了金属矿土地复垦及生态修复的技术流程。

6) 基础调查与问题识别诊断

规定了金属矿土地复垦及生态修复基础调查内容与问题识别诊断。基础调查包括自然条件、社会经济、矿山生产建设情况、矿山地质环境现状、土地损毁与复垦修复现状及生态状况。问题识别诊断包括确定参照生态系统、保护对象识别、受损预测、问题分析与诊断。

7) 可行性分析

规定了土地复垦及生态修复可行性分析的依据，包括参照生态系统确定、地质环境稳定性评估、复垦修复适宜性评价及生态系统恢复力分析。

8) 复垦修复方案编制要求

规定了复垦修复方案编制的相关要求，包括总体安排、阶段方案和年度计划。

9) 工程技术要求

规定了不同工程技术措施的类型及技术要求，主要包括减缓保护措施、预防控制措施、复垦修复措施三类措施。

10) 工程管护、跟踪监测及适应性管理

主要包括基础设施维护、植被管护、关键物种观测与生态系统功能维持、跟踪监测与适应性管理。

2、参照生态系统确定的依据

金属矿山场地主要包括露天采场、排土场、尾矿库、堆浸场、原地浸矿场等，除原地浸矿场生态破坏程度较小以外，其他场地的地表物质主要包括基岩、砾石、砂、砂土等，基本为未风化的岩石，不属于真正的土壤，植被建立困难。露天采场为岩质边坡，排土场、尾矿库和堆浸场基本为人工堆积山，边坡坡度大，具有崩塌、滑坡等地质环境风险。我国金属矿具有品位低，共伴生矿多，且多为硫化矿，硫化矿物在雨水淋溶下，易酸化形成酸性水污染，同时多伴随重金属污染。因此金属矿场地土地复垦与生态修复难度大。

为更好进行金属矿山场地土地复垦与生态修复工作，需要分析区域自然生态系统、开采破坏前的生态系统、附近具有相似生物多样性和非生物环境条件的未受损生态系统状况、类似金属矿山土地复垦及生态修复成功案例，结合矿区自然环境特点、国土空间规划、社会经济发展规划、生态保护规划、矿山土地损毁类型与程度、矿山生态修复方向等，建立金属矿山土地复垦及生态修复参照生态系统。

3、金属矿山生态问题严重程度分级的依据

金属矿山生态问题主要包括地质环境破坏、环境污染风险、土地损毁程度、生态退化程度、水资源破坏程度 5 大方面。

1) 环境污染风险分级依据

我国金属矿具有品位低，共伴生矿多，且多为硫化矿。硫化矿在雨水淋溶情况下，易酸化形成酸性水污染，多伴随重金属污染物污染。选矿工艺复杂，包括磁选、浮选、浸出、氰化等多种工艺，尾矿残留

选矿药剂（黄药、2号油、氰化物、氨氮、pH等）释放造成水土污染。金属矿山场地主要为露天采场、排土场、尾矿库、堆浸场等，土地复垦和生态修复的场地主要为废石、尾矿、堆浸渣等固体废物的堆存处置场地，排土场、尾矿库、堆浸场是金属矿土地复垦与生态修复的重点场地。

对于矿山固体废物国家采用分类管理，按浸出毒性和毒性物质含量将固体废物等分为危险废物、第Ⅱ类一般工业固体废物、第Ⅰ类一般工业固体废物。根据《危险废物鉴别标准 腐蚀性鉴别》（GB5085.1）、《危险废物鉴别标准 急性毒性初筛》（GB5085.2）、《危险废物鉴别标准 浸出毒性鉴别》（GB5085.3）、《危险废物鉴别标准 易燃性鉴别》（GB5085.4）、《危险废物鉴别标准 反应性鉴别》（GB5085.5）和《危险废物鉴别标准 毒性物质含量鉴别》（GB5085.6）系列鉴别标准，判断是否为危险废物。若鉴别不是危险废物，按照 HJ 557 规定方法获得的浸出液中有一种或一种以上的特征污染物浓度超过《污水综合排放标准》GB 8978 最高允许排放浓度（第二类污染物最高允许排放浓度一级标准）的，属于第Ⅱ类一般工业固体废物，否则，属于第Ⅰ类一般工业固体废物。金属矿山废石、尾矿基本为一般工业固体废物，堆浸渣可能为危险废物。

金属矿山排土场、尾矿库、堆浸场绝大部分为Ⅰ类场，但部分Ⅰ类场的渗滤液存在特征污染物浓度均未超过 GB 8978 最高允许排放浓度（第二类污染物最高允许排放浓度一级标准），但超过《地表水环境质量标准》GB3838 Ⅲ类水质标准，超标因子多为重金属，易产

生累积影响。对这类场地进行土地复垦和生态修复，尤其将其复垦为耕地、园地等时，存在较大环境风险。

本标准基于环境风险从严管理原则，根据金属矿山废石、尾矿、堆浸渣的固废属性，露天采场、排土场、尾矿库、堆浸场、原地浸矿场等场地渗水（渗滤液、淋溶水、场地积水等）水质情况对矿山场地潜在污染风险进行分级。固体废物属于危险废物或第Ⅱ类一般工业固体废物，或矿山场地渗水水质任何一种特征污染物浓度超过 GB 8978 最高允许排放浓度（第二类污染物最高允许排放浓度按照一级标准执行），将其环境污染风险定为严重。固体废物属于第Ⅰ类一般工业固体废物，且矿山场地渗水水质特征污染物浓度均未超过 GB 8978 最高允许排放浓度（第二类污染物最高允许排放浓度按照一级标准执行），但超过 GB3838 Ⅲ类水质标准，将其环境污染风险定为较严重。固体废物属于第Ⅰ类一般工业固体废物，且矿山场地渗水水质任何一种特征污染物浓度均未超过 GB 3838Ⅲ类水质标准的，将其环境污染风险定为较轻。

2) 其他生态问题划分依据

地质环境破坏、土地损毁程度、水资源破坏程度均参考《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》DZ/T0223-2011 附录 E 矿山地质环境影响程度分级的表 E.1 矿山地质环境影响程度分级表。生态退化程度参考《矿山生态修复技术规范 第 5 部分：化工矿山》TD/T1070.5-2022 附录 B 表 B.1 化工矿山生态问题严重程度分级表。

3) 矿山场地主要生态环境问题识别依据

在土地复垦与生态修复工作开始前，首先应调查清楚矿山复垦修复场地可能存在的地质环境破坏及环境污染风险问题，待地质环境隐患治理工程及环境污染风险控制工程完工后再进行土地复垦与生态修复工作。为调查清楚矿山场地的地质环境隐患及环境污染风险状况需要收集场地地质安全隐患评估报告、尾矿库安全评价报告、场地污染风险评估报告、环境影响评价文件、竣工环境保护验收调查文件等资料。对矿山场地生态环境问题进行分析，主要包括场地稳定性、固废属性、场地渗水水质等，各场地要求如下：

露天采场生态环境问题分析。主要包括边坡稳定性、坑底积水与边坡渗水情况、矿坑涌水水质、矿石物种组成、矿石化学成分等。

排土场生态环境问题分析。主要包括边坡稳定性、废石固废属性、废石产酸潜势、淋溶水水质、防渗措施、封场阻隔措施等。

尾矿库生态环境问题分析。主要包括坝体稳定性、尾矿固废属性、尾矿产酸潜势、排洪水及渗滤水水质、防渗措施及封场阻隔措施等。

堆浸场生态环境问题分析。主要包括边坡稳定性、堆浸渣固废属性、堆浸渣产酸潜势、尾水水质、防渗措施、淋洗措施等。

原地浸矿场生态环境问题分析。主要包括边坡稳定性、残留浸矿剂淋洗措施、尾水水质等

地表岩移生态环境问题分析。主要包括采空塌陷、地裂缝、地面沉降的分布特征、规模、结构、发育程度、危害程度和诱发因素等。

4、复垦修复单元划分的依据

金属矿土地复垦与生态修复工作所采取的复垦修复措施与地形

地貌有着密切关系，相似地形地貌条件往往可以采用相同的复垦修复措施，因此，金属矿各场地复垦修复单元主要依据地形地貌不同而划分。

金属矿场地主要包括露天采场、排土场、尾矿库、堆浸场、原地浸矿场。其中，露天采场为凹陷的坑或高陡边坡等人工挖损地貌，排土场（废石场）、尾矿库、堆浸场为人工堆积地貌，原地浸矿场不改变原地形地貌。

露天采场边坡基岩裸露，坡度通常较陡，一般大于 60° ，部分在 $25^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 之间，极少数坡度小于 25° 。对于大于 25° 的岩质边坡，覆盖表土存在易流失、保土困难等问题；根据矿体赋存特征、水文地质条件和开采深度不同，露天采场坑底存在有积水和无积水两种情况；露天采场平台及坑底一般较平缓。根据露天采场的基本特征，可将露天采场复垦修复单元划分为边坡、平台坑底。

露天开采排土场边坡为岩土混合型地表，地下开采废石场多为废石型地表，岩石块度不均，坡度为岩土的自然安息角，通常坡度范围 $35^{\circ} \sim 40^{\circ}$ ，排土场平台及顶面较平缓。故根据地形坡度将排土场复垦单元分为边坡、平台顶面。

尾矿库坝体大部分包括初期坝和尾砂堆积坝，其中尾砂堆积坝坡度一般为 1:3 至 1:2；尾矿库库面较平坦，部分积水。故根据地形坡度将尾矿库复垦单元分为坝体、库面两个单元。

堆浸场边坡为岩土混合型地表，岩石块度不均，坡度为矿石的自然安息角，通常坡度范围 $35^{\circ} \sim 40^{\circ}$ ，堆浸场平台及顶面较平缓。故

根据地形坡度将堆浸场复垦单元分为边坡、平台顶面。

原地浸矿场在地表挖取直径 0.1~0.2m 注液孔，孔深约 2.0m，弃土堆放在孔周，方便回填，不改变原地貌类型，可不划分复垦单元。

综上，露天采场复垦修复单元分为边坡、平台和坑底；排土场分为边坡、平台和顶面；尾矿库分为坝体和库面；堆浸场分为边坡、平台和顶面。

5、地表岩移控制确定的依据

地表岩移范围与采矿方法息息相关，不同的采矿方法其地表变形的范围及程度不同，对地表的影响也不尽相同。充填采矿法采用废石、尾矿对采空区进行充填，充填后可以极大的降低地表变形的可能，一般充填采矿法地表变形轻微，对地表土壤植被基本无影响；空场法矿房形成采空区，但由于矿柱的支撑，地表有岩移、塌陷的风险，需要进行风险管控；崩落法采用崩落围岩充填采空区，一般会形成地表塌陷，需要进行塌陷区风险管控。因此，按照不同的采矿方法引起的地表变形范围及程度不同划分地表岩移控制要求。

6、管护周期确定的依据

根据已发布的《土地复垦方案编制规程第 4 部分：金属矿》TD/T1031.4，“一般矿区废弃地后续抚育期 3 年-4 年，酸、碱等污染土地以及生态脆弱区后续抚育期 5 年-10 年”。因此，本标准的管护时间和 TD/T1031.4 保持一致。

7、跟踪监测与适应性管理周期确定的依据

跟踪监测及适应性管理旨在通过对矿山开发前的背景值监测、土

地损毁监测、复垦修复效果监测以及开采后管理维护效果监测，对照修复目标值，对可能导致偏离复垦修复目标或者对因复垦修复造成新的损毁的复垦修复工程进行调整修正，以期实现复垦修复后的生态系统恢复至参照生态系统水平，结合金属矿特点，跟踪监测与适应性管理应贯穿矿山开发设计、建设生产等矿山建设生产全过程，并应持续至复垦修复管护结束。

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

（一）矿山土地复垦与生态修复是建设人与自然和谐共生美丽中国的内容之一

生态文明建设在我国被提到了前所未有的高度。生态环境保护是生态文明建设的一项重要基础性工作，其中，生态保护和修复又是反复强调的一个重点。党的十九大、二十大报告中，多次强调要“坚持人与自然和谐共生”、“推进资源全面节约和循环利用”、“加强地质灾害防治”、“严格保护耕地”、“实施重要生态系统保护和修复重大工程”、“必须牢固树立和践行绿水青山就是金山银山的理念，站在人与自然和谐共生的高度谋划发展”、“坚持山水林田湖草沙一体化保护和系统治理”、“建立生态产品价值实现机制，完善生态保护补偿制度”、“加强生物安全管理，防治外来物种侵害”等。这是从科学发展观出发，建设和谐社会的重要核心和组成部分，是对生态重建的极大重视和肯定。

中共中央国务院《关于加快推进生态文明建设的意见》的总体要

求中特别提出“在生态建设和修复中以自然修复为主，与人工修复相结合”。在具体措施中将“保护和修复自然生态系统”、“实施重大生态修复工程”作为重点内容。在中共中央国务院印发的《生态文明体制改革总体方案》中又提出“树立山水林田湖是一个生命共同体的理念……进行整体保护，系统修复，综合治理，增强生态系统循环能力，维护生态平衡”。包括城市生态系统中的园林绿化、城市（郊）林业、建筑立体绿化及庭院内部绿化。农田生态系统的土壤改良和修复，生态农业、农林复合经营、农田防护林建设等。工矿及交通用地的矿山废弃地修复、采空塌陷地修复、工厂废弃地修复、厂区绿化、交通建设损害地修复、绿道建设、油气管线、高压线路建设用地的修复等。

土地复垦与生态修复具体措施必须根据生态文明建设的理念和要求来确定其行事准则。《生态文明体制改革总体方案》中明确指出：

“以建设美丽中国为目标，以正确处理人与自然关系为核心，以解决生态环境领域突出问题为导向，保障国家生态安全，改善环境质量，提高资源利用效率，推动形成人与自然和谐发展的现代化建设新格局”。同时，要树立六大理念，即树立尊重自然、顺应自然、保护自然的理念；树立发展和保护相统一的理念；树立绿水青山就是金山银山的理念；树立自然价值和自然资本的理念；树立空间均衡的理念；树立山水林田湖是一个生命共同体的理念。

《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》专门用一个篇章阐释推动绿色发展，促进人与自然和谐共生，强调坚持绿水青山就是金山银山理念，坚持尊重自

然、顺应自然、保护自然，坚持节约优先、保护优先、自然恢复为主，实施可持续发展战略，完善生态文明领域统筹协调机制，构建生态文明体系，推动经济社会发展全面绿色转型，建设美丽中国。

（二）金属矿土地复垦与生态修复形势严峻

我国金属矿由于品位低、提取工艺复杂，固体废弃物产量大，破坏和压占大量土地。同时，我国 2/3 矿山处于中后期开采，随着开采深度增加，金属品位下降，废弃物产生量增加。多年来重开发、少治理，历史“欠账”积深，金属矿山面临的土地复垦与生态恢复问题十分严重。以黑色冶金矿为例，每开采 10000t 矿石大约破坏 333.3m² 土地，复垦率不到 25%。以有色金属矿为例，有色金属矿山每采出 1t 矿石平均约产生 1.25t 废石，并产生 0.92t 尾砂。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，其中金属矿山 11700 座。2019 年在全国 31 个省（市、自治区）开展了矿山环境遥感监测，圈定 2018 年度采矿损毁土地（不含盐湖）361.05 万 hm²，约占全国陆域面积的 0.37%。其中，挖损土地（露天采场和取土场等）145.93 万 hm²，塌陷土地（塌陷坑、地裂缝）84.45 万 hm²，压占土地（排土场、废石场、矸石场、尾矿库（含赤泥堆）、矿山建筑等）130.67 万 hm²。截至 2022 年 7 月底，在全国范围内共核查采矿损毁土地面积达 304.92 万 hm²。由此可见，我国矿山企业的运行已经对矿山及周边的生态环境造成了严重破坏。

我国对矿山土地复垦与生态修复的研究起步较晚，开始于二十世

纪八十年代，九十年代以后才初步形成规模，研究领域主要集中在煤矿塌陷区和有色金属尾矿库植被覆盖等。近年来，国内对废弃采石场的恢复治理工作研究和探索的实践不断涌现，主要是与土地开发、土地整理相结合，根据实际情况将废弃矿山开发改造成工业用地、耕地、旅游景观和旅游用地、仓储用地、养殖用地、军事用地等。积极探索矿山土地复垦与生态修复和产业发展、富民兴业相结合，整体谋划、系统实施，形成因产业导入而带动周边区域的土地增值、因盘活土地利用而带动产业发展、因产业发展而带动生态就业的良性循环，最终实现生态、经济和社会效益统一，生动地实践了“两山”理论。

（三）金属矿土地复垦与生态修复主要技术

金属矿土地复垦与生态修复涉及地质灾害防治、地形地貌景观修复、土地复垦、矿岩复绿、水土污染防治等多专业领域，涉及到矿床学、采矿学、恢复生态学、景观生态学、灾害学、土壤学、植物学等多学科交叉及边坡生物防护、景观修复与再造、土地重新规划与土地复垦等诸多环节。矿区土地复垦与生态修复重建的各个环节需要将各个学科有机结合、紧密融合，实现资源效益、生态效益、社会效益、经济效益的协调统一。

金属矿山场地的最大问题在于存在地质安全隐患、环境污染风险、岩质基质表面，不具备植物生长的关键条件。金属矿土地复垦与生态修复的主要目的是恢复矿山生态系统，需要对研究区的地质环境、水土流失、植被环境、边坡稳定性、采空区稳定性、参照生态系统等进行调研分析，在此基础上再进行复垦修复方案的设计。

金属矿土地复垦与生态修复整体遵循“依山就势”重塑地形、“因势利导”疏导水流、“柔性防护”稳定边坡的治理理念，采取“地质环境稳定化-污染风险控制-地貌重塑-土壤重构-植被重建”的联合生态修复技术，确保复垦修复土地不对周边环境产生不良影响，并与山、水、林、田、湖、草、沙综合整治措施相结合，营造一个适合植物生长的健康环境，缓解环境重金属污染，恢复场地生态活力，重塑动植物生境，寻找新的生态平衡与景观生态。复垦修复前应对场地地质安全隐患及潜在环境污染进行治理，并加强固体废物的综合利用。

1、地质环境破坏治理技术

露天采场边坡崩塌治理可采用削坡、支撑、锚固、安装防护网、设置落石平台、挡石墙、混凝土网格护坡、混凝土封闭注浆、截排水工程等进行；露天采场土质边坡、排土场、尾矿库、堆浸场、原地浸矿场等场地滑坡防治措施可采用减荷、压脚阻滑、排水、锚固支挡、注浆加固等；地下采矿采用充填采矿法应保证充填体强度及接顶率，对地表建（构）筑物等出现轻微裂缝及时进行加固处理，及时回填地表裂缝；空场及崩落采矿法应在地表岩移范围边界设置安全围栏及警示标志，禁止工农业生产活动，同时加强地面塌陷监测工作。

2、潜在环境污染风险控制技术

潜在环境污染风险控制技术主要为污染防渗措施及封场阻隔措施。在设计及建设过程中排土场、尾矿库、堆浸场应根据固废类别做好防渗措施，减少渗滤液进入地下水。服务年限结束后应做好封场工作，场地堆存固体废物为危险废物的，应按照 GB 18598 进行污染阻

隔，阻隔结构应包括导气层、防渗层、排水层及植被层；场地堆存固体废物为第Ⅱ类一般工业固体废物的，应按照 GB 18599 进行污染阻隔，阻隔结构应包括阻隔层、雨水导排层、覆盖土层。

3、固体废物综合利用技术

土地复垦与生态修复前应加强固体废物的综合利用，减少固体废物占地。金属矿山固体废物主要包括废石、尾矿、堆浸渣，优先进行固体废物有价值组分回收利用，不能回收利用的采用以下途径综合利用：

- 1) 地下开采矿山，废石、尾矿优先用于井下采空区充填；
- 2) 露天开采矿山，废石、尾矿可用于废弃露天采坑回填；
- 3) 废石可用作砂石骨料等建筑材料，该技术较成熟；
- 4) 尾矿可用作制砖、混凝土掺和料、水泥混合材、胶凝材料、玻璃、保湿材料、路基水稳层等建筑材料，该技术较成熟；
- 5) 尾矿可用作土壤调理剂等环保功能材料，目前该技术不成熟，多在实验室研究阶段。

4、土地复垦及生态修复技术

1) 地貌重塑

金属矿主要场地可划分为人工挖损地貌及人工堆积地貌，如露天采场为人工挖损地貌，排土场、尾矿库、堆浸场为人工堆积地貌，原地浸矿场、表土堆场及管线区对地形地貌破坏较轻，基本可以保持原地貌类型。

因此，根据最终形成废弃地的地貌类型、区域水文气象特征、损毁单元的微地形条件、潜水位埋深等，结合金属矿山复垦修复方向和

要求，确定地貌重塑布局及形态，因地制宜采取整形、平整工程。露天采场、排土场、尾矿库、堆浸场等场地地貌重塑宜维持矿山生产形成的人工地形地貌，生产期地貌重塑不应影响生产。原地浸矿场、表土堆存场、管线区等土地损毁程度较轻，应保持原地貌。地貌重塑应结合地质灾害治理工程及污染风险控制工程进行，地貌重塑不能造成新的地质灾害问题。对于排土场、堆浸场等台阶边坡高度大于 10m 的，宜采取削坡开级等降坡措施。

2) 土壤重构

地质安全隐患和环境污染风险消除后，针对复垦修复单元不同损毁特点，分别采用全面整地覆土、穴状整地覆土、带状整地覆土、鱼鳞坑整地覆土、无土复垦等土壤重构技术。

全面整地覆土技术：采用自卸汽车加推土机自下而上分阶段从各阶段顶一次推排方式，排土线整体均衡推进，坡顶线呈直线形或弧形，排土工作面向坡顶线方向有 2‰~5‰的反坡。当形成永久性边坡时，覆盖表土，进行人工土地平整。

穴状整地覆土技术：针对坡度较小的场地，一般采用穴状整地。

带状整地覆土技术：带状整地适用于边坡，沿等高线进行，其形式有水平阶、水平槽等，整地后覆土。

鱼鳞坑整地覆土技术：针对坡度较大、岩质边坡表面砂石土质含量较高的废弃地，一般采用鱼鳞坑技术修复。鱼鳞坑近似半月形，外高内低，长径沿等高线方向展开，短径略小于长径，将挖出的土石块堆在鱼鳞坑的下方向形成堰体，再将客土填充到鱼鳞坑内，在鱼鳞坑

内种植适宜的植物。

无土复垦技术：在无土源时，可以采用岩土风化物改良复垦技术，即“岩土风化物改良+植被”，通过添加秸秆等基质改良材料，对岩土风化物进行物理结构、肥力条件的改善，建立人工复合基质，从而建立适宜植物长期生长的基质层，栽植耐性植物。尾矿库可以直接进行尾砂改良的无土尾矿复垦技术，即“原位尾矿基质改良+直接播撒植被”，通过添加基质改良材料，对微细粒尾矿土基质进行物理结构、肥力条件的改良，建立人工复合基质，从而建立适宜植物长期生长的覆盖层。

3) 植被重建

金属矿山场地具有土壤贫瘠、持水性差、存在潜在环境污染等特点，植被重建过程应针对废弃地的特点选择适应性强的当地优良树种和草种，以及具有耐干旱、耐贫瘠、耐污染等特性的适生植物和先锋植物，慎用外来物种；存在潜在重金属及酸性水污染的矿山场地宜选取相应的重金属富集植物或耐性植物。植被重建需选择不同的重建模式，可根据不同生物气候带的坡向、坡度、地表物质组成，因地制宜的选择乔灌混交、灌草混交、乔草混交、乔灌草混交等不同模式。在气候条件较好的矿区，植被配置模式宜形成有效控制地表径流的乔木层、灌木层、草本层、枯落物层和土壤层。

5、效益分析

本《规范》规定了金属矿土地复垦与生态修复的总则、基础调查与问题识别诊断，可行性分析、复垦修复方案、工程技术、工程管护、

跟踪监测与适应性管理的技术要求。实施方案的编写应坚持保护优先、源头防控，边开采边复垦修复的要求，突出生态功能，尊重自然风貌的要求，实现景观协调和生态系统功能提升。结合矿山的自然条件及社会经济发展状况，根据问题识别诊断结果，进行可行性分析，确定复垦修复单元和工程项目布局、时序安排。按照保护优先和源头防控的方针，以本地适宜的生态系统为优先参照标准，结合国家、行业及地方相关标准，兼顾国土空间用途管制的要求，科学确定保护修复措施，通过人工修复和自然恢复相结合，实现生物多样性保护和资源可持续利用，生态效益明显，兼顾社会和经济效益。

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

经调研研究，国际、国外目前无与金属矿土地复垦与生态修复技术规范相关的标准。

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

本文件没有采用国际标准。

本文件总体技术水平处于国内领先水平。

六、与有关法律、行政法规及相关标准的关系

中华人民共和国国务院于 2011 年 3 月 5 日颁布并实施《土地复垦条例》中规定“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”（第六条）。

本标准引用了以下标准：

GB 2762 食品安全国家标准 食品中污染物限量

GB 3838 地表水环境质量标准

GB 8978 污水综合排放标准

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 15776 造林技术规程

GB 18598 危险废物填埋污染控制标准

GB 18599 一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准

GB/T 21010 土地利用现状分类

GB/T 38360 裸露坡面植被恢复技术规范

GB/T 38509 滑坡防治设计规范

GB/T 40112 地质灾害危险性评估规范

GB/T 50434 生产建设项目水土流失防治标准

DZ/T 0287 矿山地质环境监测技术规程

NY/T 1342 人工草地建设技术规程

TD/T 1031.4 土地复垦方案编制规程 第4部分：金属矿

TD/T 1036 土地复垦质量控制标准

TD/T 1048 耕作层土壤剥离利用技术规范

TD/T 1049 矿山土地复垦基础信息调查规程

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 1070.1 矿山生态修复技术规范 第1部分 通则

七、重大分歧意见的处理经过和依据

无

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

本标准适用范围为金属矿（放射性矿产除外）开采过程中的矿山土地复垦与生态修复工作，适用于在建及生产的金属矿山。标准具有系统性、全面性和技术指导性，不涉及有关国家安全、保护人体健康和人身财产安全等有关强制性地方标准或强制性条文。建议作为推荐性国家标准发布实施，建议发布时间为 2023 年 12 月。本标准发布后，建议标准管理机构面向自然资源管理部门及社会各界做好宣传，委托标准起草单位为标准使用单位做好培训，指导科研和教学工作。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。