

团 体 标 准

T/MMAC XXX—XXXX

黑色冶金矿山固废堆场生态修复技术规范

Technical specification for ecological restoration of solid waste dump

in ferrous metal mines

（征求意见稿）

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国冶金矿山企业协会发布



版权保护文件

版权所有归属于该标准的发布机构。除非有其他规定，否则未经许可，此发行物及其章节不得以任何形式或任何手段进行复制、再版或使用，包括电子版，影印件，或发布在互联网及内部网络等。使用许可可于发布机构获取。

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 原则 3

5 技术要求 4

6 技术措施 6

7 后期管护 6

8 质量控制与验收 6

附录 A（资料性附录） 8

附录 B（规范性附录） 12

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》的规则起草。

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。

本文件由中国冶金矿山企业协会团体标准化工作委员会提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

黑色冶金矿山固废堆场生态修复技术规范

1 范围

本文件规定了黑色冶金矿山固废堆场生态修复的原则、程序，以及固废堆场的适宜性评价、技术要求、监测与管护、工程验收及档案管理等要求。

本文件中规定了黑色冶金矿山固废堆场恢复为耕地、园地、林地、草地方向时的生态修复要求，不包含恢复为建设用地、其他用地方向的修复技术要求。

本文件适用于黑色冶金矿山的新建、改建、扩建固废堆场的生态修复等技术工作，其他类似固废堆场的生态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本文件的规范性引用而成为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 6000 主要造林树种苗木质量分级

GB 6141 豆科草种子质量分级

GB 6142 禾本科草种子质量分级

GB 7908 林木种子质量分级

GB/T 11822 科学技术档案案卷构成的一般要求

GB 15618 土壤环境质量标准

GB/T 15776 造林技术规程

GB 16423 金属非金属矿山安全规程

GB/T 18337.2 生态公益林建设 规划设计通则

GB 18599 一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准

GB/T 38360 裸露坡面植被恢复技术规范

GB 39496 尾矿库安全规程

GB 50433 生产建设项目水土保持技术标准

GB 50863 尾矿设施设计规范

GB 51018 水土保持工程设计规范

DZ/T 0287 矿山地质环境监测技术规程

LY/T 2356 矿山废弃地植被恢复技术规范

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 1036 土地复垦质量控制标准

TD/T 1070.1 矿山生态修复技术规范 第1部分：通则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

黑色金属矿山 ferrous metal mine

开采、加工铁、锰、铬等黑色金属矿产（床）的企业，一般含有露天（地下）采矿场、选矿工艺系统、尾矿工艺系统以及配套的辅助生产设施。

3.2

黑色金属矿山固废堆场 solid waste dump in ferrous metal mines

指黑色金属矿山建设生产过程中用于堆放剥离岩土、选矿尾砂等固体废弃物的场所，包括排土场、尾矿库。

3.3

矿山生态修复 mine ecological restoration

指依靠自然力量或通过人工措施干预，对因矿产资源开采活动造成的地质安全隐患、土地损毁和植被破坏等矿山生态问题进行修复，使矿山地质环境达到稳定、损毁土地得到复垦利用、生态系统功能得到恢复和改善。

3.4

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、适宜物种，实施植被配置、栽植及管护，重新构建持续稳定的植物群落。

3.5

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。

4 原则

- 4.1 尊重自然，科学修复。尊重生态系统演替规律，自然恢复与人工修复相结合，人工修复为自然恢复创造条件，最大限度发挥自然修复能力，以保护为前提，科学修复，避免过度治理。
- 4.2 因地制宜，分类治理，安全可靠。统筹考虑固废堆场及周边现状，充分发挥国土空间规划引领作用，根据土地用途，宜耕则耕、宜林则林、宜水则水、宜建则建。
- 4.3 问题导向，分类治理。以治理区制约问题为导向，结合治理方向，整体规划，分类设计，分部施工。
- 4.4 技术可行，经济合理，注重成效。按照技术可行、经济合理的原则，合理确定生态修复方向、措施体系，最大限度发挥黑色冶金矿山固废堆场生态修复的长期效益。

5 工作流程

黑色冶金矿山固废堆场生态修复工作程序一般包括调查与分析、土地利用适宜性评价、治理措施、管护与监测、成效评估 5 个阶段。

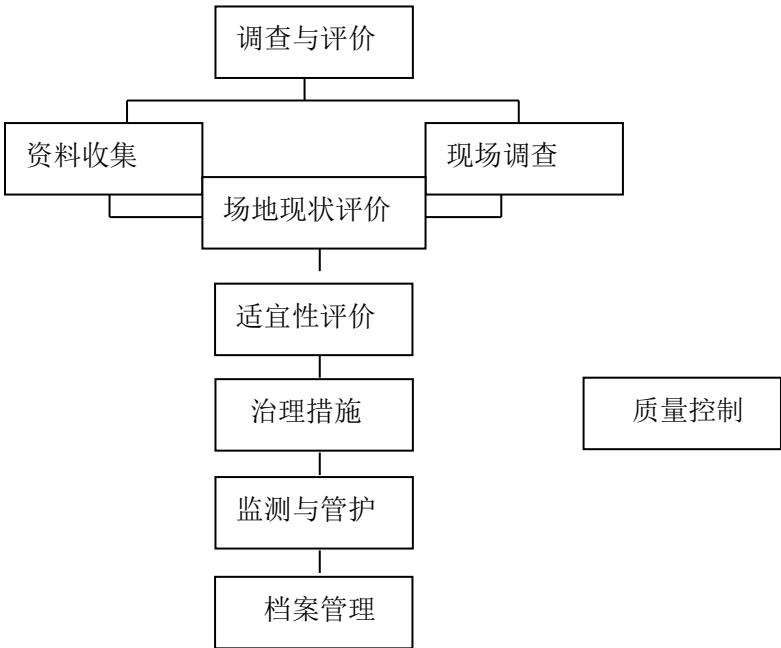


图 1 工作流程图

6 调查与评价

6.1 资料收集

- 6.1.1 应收集场地所在区域地理位置、地形、气象、水文、土壤、植被、遥感影像和土地利用现状及规

划等相关资料。

6.1.2 应收集地质勘察报告、矿山整理及验收报告、边坡稳定性评估报告、水土保持方案报告报批稿等相关文件。

6.1.3 收集当地同类型区域治理工程经验和近期工程造价信息。

6.2 现场调查

6.2.1 应对项目周边地质、水文、土壤、植物、立地条件及工程治理措施等进行调查，拍摄现状照片或摄像。对复杂区域应进行分区调查。

6.2.2 地质、水文现场调查应以集水区为单元，调查海拔、坡向、坡度、坡长、地表物质、堆存高度等立地条件。

6.2.3 调查崩塌、滑坡、泥石流、树木歪斜、建筑变形、爆破振动、开挖、冲蚀、风化、坡体涌水、陷穴等现象。

6.2.4 查明坡面工程支护状况、截排水措施等工程治理措施。

6.2.5 调查项目周边土源地、土源量、土源质量、运输距离等。

6.2.6 调查场地周边可利用水源地、水量、输送距离、输送方式等。

6.3 场地评价

6.3.1 黑色冶金矿山固废堆场选址应满足 GB 16423、GB 18599、GB 39496、GB 50421、GB 50433、GB 50863 的相关要求，在堆场选址符合现行法律法规、规范性文件等要求的状况下可实施治理。

6.3.2 黑色冶金矿山固废堆场的稳定性应符合安全稳定的要求，治理前需对固废堆场进行专项的稳定性评价，确保场地稳定后，方可实施进一步治理。对堆存量小于 100 万 m³、堆存高度小于 60m 的堆场，在缺少工程地质资料时，可参照 GB 51018 中的稳定性要求进行评价。

6.3.3 对含有毒有害物质的固废堆场治理时应考虑污染防治措施，可采取防渗、截排水、废水处理等技术，确保符合环保要求。

6.4 土地适宜性评价

6.4.1 参照《中国 1:100 万土地资源图》评价体系，采用土地适宜类、土地质量等、土地限制型 3 级评价体系。土地限制型在质量等内按主导限制因素进行划分。

6.4.2 土地适宜性评价因素按照自然因素中的气候（10℃积温、降水量、湿润度、干燥度）、地形（地貌、海拔、坡度、坡向等）、土壤（有效土层厚度、障碍层次、土壤质地、有机质、pH 值）、植被、

水文和水文地质、环境质量状况、社会经济因素中的农业生产条件、区位条件等。根据评价体系确定参评因素的分级，其等级参照相关评价体系。

6.4.3 黑色冶金矿山固废堆场生态修复定位和方向参考 TD/T 1070.1 的附录 B 进行初步确定。结合相关规划、相关方意见等进一步确定为耕地、园地、林地、草地、建设用地等治理方向。

6.4.4 适宜性评价采用极限条件法进行评定。可参考附录 B 的规定。

7 治理措施

7.1 排土场治理

7.1.1 消除排土地质安全隐患，采取边坡清理、削坡卸荷、垫脚堆坡、坡脚拦挡、疏导排水等工程措施消除不稳定边坡隐患。

7.1.2 地貌重塑

a) 采取堆渣边坡修整、废渣清理、平台整理、台阶修筑、道路修建等工程措施重塑地形。场地修复为水浇地时，修复后的地形坡度一般不超过 15°；修复为旱地时，修复后坡度一般不超过 25°；修复为林草地时，地形坡度不做规定；修复为建设用地时，地形应满足建筑物防洪要求，地形坡度按照当地同类岩土体稳定性坡度值确定。

b) 地形重塑时应考虑场地原始标高、设计标高、周边地形的高差，设置必要的拦挡防护措施。

c) 必要时构建截排水系统，坡度较大时需设置消能设施，并将汇水导排至自然沟渠。缺水地区，场地可设置集水坑、土埝等收集雨水。

d) 采取场地平整、表土保护、土石配置、客土覆盖等工程措施进行土地整治。场地平整应与修复方向结合，平整时合理配置土石，确需剥离表土时，需将表土单独堆存保护，待平整完成后，再均匀摊铺；客土宜合理选择客土土源，土源应尽可能选择矿山自身材料及附近的土源。

e) 应考虑场地内大粒径物质的特性，就地取材将其作为原材料利用。恢复为耕地时，应设置必要的隔离层、排水层等。

f) 对坡长较长的边坡进行分台阶治理，平台应形成 2~3‰的反坡，同时沿等高线保持一定的纵坡，坡面应满足边坡稳定的要求。

7.1.3 对存在环境污染的场地，应对污染场地进行先导治理或协同治理，使其达到相应的环境质量标准要求。

7.1.4 土壤重构

7.1.4.1 恢复为耕地

在矿山地貌基础上，通过表土覆盖、土层改良等措施，重构土壤剖面，土壤质量应满足 TD/T 1036 的附录 D.1-D.10 中耕地方向土壤质量标准，同时不应低于周边同类型用地的原生土壤质量标准和土层厚度。

土壤重构时，对于水分限制条件的区域，尽可能修筑隔离层，隔离层铺 0.1~0.2m 的黏土或心土层并进行碾压，上层采用碎石或粗砂 0.1~0.2m，然后在上覆耕植土，同时增加土壤厚度，从而起到保水作用。

采用机械耕种的区域耕植土厚度应不小于机械深耕作业时的最大深度。

7.1.4.2 恢复为园地

在矿山地貌基础上，通过表土覆盖、土层改良等措施，重构土壤剖面，土壤质量应满足 TD/T 1036 的附录 D.1-D.10 中园地方向土壤质量标准，同时不应低于周边同类型用地的原生土壤质量标准和土层厚度。

对水分条件限制区域，同恢复为耕地的要求。

7.1.4.3 恢复为林地

根据场地修复用途确定重构措施，在矿山地貌基础上，充分利用采矿剥离的表土和采矿遗留的废石（渣）、尾矿砂（渣）、粉煤灰等固体废弃物，通过培肥改良、土层置换、表土覆盖、生物修复等措施，重构土壤剖面结构与土壤肥力条件。不同场地的土壤重构可不同用途的土地复垦质量控制标准按照 TD/T 1036 的附录 D.1-D.10。

7.1.4.4 恢复为草地

根据场地修复用途确定重构措施，在矿山地貌基础上，充分利用采矿剥离的表土和采矿遗留的废石（渣）、尾矿砂（渣）、粉煤灰等固体废弃物，通过培肥改良、土层置换、表土覆盖、生物修复等措施，重构土壤剖面结构与土壤肥力条件。不同场地的土壤重构可不同用途的土地复垦质量控制标准按照 TD/T 1036 的附录 D.1-D.10。

7.1.5 植被重建

7.1.5.1 耕地

恢复为耕地时，在土壤重构满足标准中的耕地的土壤质量和周边同类用地原生土壤要求之后，方可进行种植。种植时宜根据矿区周边耕作传统种植农作物，在早期尽可能种植浅根性作物品种。

7.1.5.2 园地

恢复为园地时，在土壤重构满足标准中的园地的土壤质量和周边同类用地原生土壤要求之后，方

可进行种植。种植时宜根据矿区周边种植传统种植蔬菜等。

7.1.5.3 林地

a) 依据重塑的地貌形态和重构的土壤条件，充分考虑植被配置的多样性、适应性、先锋性和抗逆性，合理配置矿山植被重建空间。

b) 根据场地条件，筛选出根系发达、固氮能力强、生长速度快、播种栽植容易、成活率高、病虫害少、易管护的适生植物和先锋植物，通过林、草、花、卉、乔、灌种植结合，合理部署植被疏密和覆盖区域。矿山植被重建常用适地植物物种可参照 GB/T 15776、GB/T 38360、GB 51018、TD/T 1070.1 等标准中的植物品种。

c) 将初步选定的植物结合重构土壤进行试种，待场地试种满足要求时，方可进行外部扩大种植。

d) 尽可能选择乡土植物，栽植前应增施有机肥、复合肥等进行土壤培肥。

e) 采用人工修复为辅、自然恢复为主的方式，提倡营造混交林。

f) 根据地形采取穴栽、条播、撒播等方式，优先采用就地育苗或就近调苗。

7.1.5.4 草地

a) 矿山植被重建常用适地植物物种可参照 GB/T 15776、GB/T 38360、GB 51018、TD/T 1070.1 等标准中的植物品种，尽可能选择适宜的乡土物种。

b) 栽植前应增施有机肥、复合肥等进行土壤培肥。

c) 采用人工修复为辅、自然恢复为主的方式。

d) 根据地形采取穴栽、条播、撒播等方式。

7.1.6 其他要求

根据 TD/T 1036 中的要求，对现有道路、供排水管线、供电等设施进行完善或拆除，本文件未明确的应符合相关标准要求。

7.2 尾矿库治理

黑色冶金矿山尾矿库通常由主坝坝体、库区排洪系统、库外截洪、上坝道路、环库道路等组成。上坝道路及环库道路应在尾矿库投入使用之前已完成治理。黑色冶金矿山尾矿库生态修复应结合不同坝体情况，根据其运行管理，应对尾矿库占地范围内可治理区域进行修坡、完善截排水系统、植物措施等，闭库后对尾矿库裸露区域及时进行修复。尾矿库修复时应先消除排土场地质安全隐患，保留坝坡、外部截排水系统等。尾矿库库区相对平整，修复时应根据修复方向确定修复坡度、土壤厚度等，要求同 7.1.1~7.1-6。

尾矿库通常交通便利，应优先选择成片且靠近道路的地块恢复为耕地。尾矿库坝坡平台、库区修复为耕地时应设置隔离层，土层厚度应不小于土地复垦质量标准中厚度要求，同时采用机械施工时，应不小于机械作业的深度。种植时宜根据矿区周边耕作传统种植农作物。

当恢复方向为林草地时，根据要求结合土源可进行无覆土方式试验，根据实验结果确定合适的植物。

8 质量控制

8.1 环境污染控制

项目场地环境达到相应的环境质量控制标准。

8.2 土壤重构

土壤重构根据各单元修复方向，确定土壤重构标准，所用表土、客土、重构土其应符合 GB 15618、TD/T 1036 的相关要求。

工程完工后对土壤质量进行检验，应符合 GB 15618、TD/T 1036 等的相关要求，包括土壤有机质含量、土壤容重、砾石含量等指标。

8.3 植物质量

所选植物质量应符合 GB 6000、GB/T 18337.2 等标准或当地关于植物质量的标准中的相关要求。

植物种植应符合 GB/T 18337.2、NY/T 1342 的相关要求。

8.4 其他

道路、灌溉等应符合 TD/T 1036 等标准中的相关要求。

9 监测与管护

9.1 监测

9.1.1 监测内容

地质稳定性的监测内容主要包括边坡稳定性等；水体监测内容主要包括固废堆场与外部沟渠连接处的地表水水质、地下水水位、水质等。土壤监测内容主要包括不同修复方向的土壤类型、分布、面积、土壤肥力、理化性质等。植物监测内容主要包括植物种类、分布、面积、成活率、覆盖度等。

9.1.2 监测频率

a) 地质稳定性监测按照 DZ/T 0287 标准规范。水体监测周期为 2 次/年，丰水期、枯水期各 1 次；土壤、植被、动物监测周期为 1 次/年。监测期限可根据后期管护要求确定。

b) 监测方法根据监测内容和场地条件确定。

9.2 后期管护

矿山生态修复工程验收合格后，根据矿山生态修复目标，需做好后期管护工作，对种植的植被进行为期3年左右的管护，按时对其进行灌溉、施肥、病虫害防治等措施，以保证植被的成活率，从而保证生态修复达到预期效果。

10 档案管理

黑色冶金矿山固废堆场生态修复治理工程应分类建立技术档案，竣工后及时归档。归档内容包括勘察调查资料、设计资料、施工资料、监理资料、验收资料。档案管理应符合 GB/T 11822 和相关行业标准要求。

附 录 A
(资料性附录)

表 A.1 土壤重构材料

材料	特性	用量	使用位置	配比	备注
尾砂					
粉煤灰					
煤矸石					
城市园林垃圾					
秸秆、稻壳					
农业固废					
坑塘底泥					
...					
...					
...					
...					

表 A.2 调查表

调查时间

地点	省 县 乡 村							
—	土地利用状况							
时段	土地利用类型							
	水田	水浇地	旱地	园地	林地	草地	建筑用地	其他用地
历史								
现状								
(二)	地表植被							
时段	调查项目及结果							
	乔木（含竹子）			灌木			草本	
	优势种	平均年龄	公顷株数	优势种	盖度/%	高/cm	盖度/%	高/cm
历史								
现状								

调查人：

审核人：

附录 B
(规范性附录)
适宜性评价方法

根据地形、坡度等相关条件划分参评单元，在各单元中确定主要参评因素，黑色冶金矿山固废堆场主要采用极限条件法最终确定。

$$Y_i = \min(Y_{ij})$$

式中：Y_i 为第 i 个评价单元的最终分值；Y_{ij} 为第 i 个参评单元第 j 个参评因子的分值。

根据分值确定主要的限制因子，将限制因子做为主要考虑因素实施措施，从而为最终落实提供依据。