

ICS XXXXXX
CCS X XXX

团 体 标 准

T/CIECCPA XXX—XXXX

磷尾矿基生态修复基质土应用 技术规范 (征求意见稿)

Phosphorus tailings-based ecological restoration matrix soil
technical specification

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国工业节能与清洁生产协会 发布

目录

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 使用原则	2
5 磷尾矿基生态修复基质土的技术要求	3
6 准备工作	3
6.1 一般要求	3
6.2 工程布置与主要设备构成	3
7 矿山生态修复	3
7.1 场地整治与覆土	3
7.2 场地水土保持与稳定性要求	4
7.3 矿山植被恢复	4
7.4 矿山生态恢复与利用	4
8 监测与评价	5
8.1 环境质量监测	5
8.2 生态修复评价	6
9 评估与管理	6

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。

本文件由中国工业节能与清洁生产协会提出并归口。

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。

本文件主要起草单位：云南磷化集团有限公司、云南云天化股份有限公司、昆明有色冶金设计研究院股份公司、中蓝长化工程科技有限公司、郑州大学、云南省生态环境科学研究院、云南省农业科学研究院农业环境资源研究所、中国农业大学。

本文件主要起草人：郭永杰、肖亚楠、陈赐云、杜令攀、马航、刘文彪、蓝蓉、施灿海、周伟健、孙成高、侯翠红、王艳语、吴文卫、陈柯臻、尚江涛、周敏、耿川雄、朱齐超、张福锁、孙高月、井红权、杨景华。

磷尾矿基生态修复基质土应用技术规范

1 范围

“本标准规定了磷尾矿基生态修复基质土应用于矿山生态环境恢复治理时的技术要求,包括排土场、露天采场、沉陷区、成林植被区等生态环境保护与恢复治理。

本标准适用于非金属矿、砂石矿等陆地矿产资源采选过程和闭矿后生态环境保护与恢复治理。”

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文件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 3095 环境空气质量标准
- GB 3838 地表水环境质量标准
- 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 36600 土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准(试行)
- GB 50433 生产建设项目水土保持技术标准
- HJ 25.1 建设用地土壤污染状况调查技术导则
- HJ 25.2 建设用地土壤污染风险管控和修复监测技术导则
- DB11/T 1690 矿山植被生态修复技术规范
- HJ/T 164 地下水环境监测技术规范
- HJ/T 166 土壤环境监测技术规范
- CJ/T 340 绿化种植土壤
- HJ 610 环境影响评价技术导则-地下水环境
- HJ 651 矿山生态环境保护及恢复治理技术规范(试行)
- HJ 964 环境影响评价技术导则土壤环境(试行)
- TD/T 1036 土地复垦质量控制标准
- GB 8978 污水综合排放标准
- LY/T 2356 矿山废弃地植被恢复技术规程
- Q/YTH 50 2021 磷尾矿基生态修复基质土产品标准

3 术语和定义

3.1

磷尾矿基生态修复基质土 Phosphorus tailings - based ecological restoration matrix soil
technical specification

利用磷尾矿本身具备的部分营养物质和提供植物根系的生存环境的功能，将磷尾矿与改性剂等材料在一定工艺条件下进行加工而制备得到的一种符合绿化种植要求的材料，可在露天采场生态恢复/修复工程中进行应用。

3.2

矿山生态环境保护 Mining ecological environment protection

指采取必要的预防和保护措施，避免或减轻矿产资源勘探和采选造成的生态破坏和环境污染。

3.3

矿山生态环境恢复 Mining ecological environment restoration

指对矿产资源勘探和采选过程中的各类生态破坏和环境污染采取人工促进措施，依靠生态系统的自我调节能力与自组织能力，逐步恢复与重建其生态功能。

3.4

露天开采 Opencast working

指从敞露地表的采矿场采出有用矿物，或将矿藏上的覆盖物（包括岩石、土壤等）剥离后开采显露矿层的过程，又称露天采矿。

3.5

剥离土 Stripping soil

露天矿开采时需要剥离的浮土。指土壤剖面中最靠近地表的一个层次（A层），一般厚度20~30 cm，黑土和黑钙土的A层厚度可达50~100 cm。

3.6

排土场 Mine dump

指矿山剥离和掘进排弃物集中排放的场所，包括外排土场和内排土场，又称废石场、排岩场。

3.7

露天采场 Opencast stope

指由采矿活动在地表形成的“空场”或“空洞”，也称露天采空区。

3.8

矿山沉陷区 Mine subsidence area

指矿山开采导致采空区之上覆岩层的原始应力平衡状态受到破坏，发生冒落、断裂、弯曲等移动变形，最终涉及地表，形成下沉盆地和裂隙等沉陷地形。

4 使用原则

4.1 磷尾矿基生态修复基质土的使用应遵循环境安全优先的原则，保证再利用全过程的环境安全与人体健康。

4.2 应开展修复治理的各类场地，应符合所在地县级及以上土地利用总体规划或土地复垦规划。

4.3 进行生态环境保护与恢复治理后的各类场地应实现：安全稳定，对人类和动植物不造成威胁；对周边环境不产生污染；与周边自然环境和景观相协调；恢复土地基本功能，因地制宜实现土地可持续使用；区域整体生态功能得到保护和恢复。

4.4 应坚持经济效益、生态效益与社会效益相统一的原则。

4.5 磷尾矿基生态修复基质土的使用除应符合本规范外，须符合国家现行有关标准的规定。

5 磷尾矿基生态修复基质土的技术要求

磷尾矿基生态修复基质土的技术标准应满足《附录》的相关要求。

6 准备工作

6.1 一般要求

6.1.1 场地背景资料应包括但不限于：水文地质、土壤、植被、区域自然环境和简要社会环境等；场地原用途的设计、运行及生态修复设计资料；场地生态恢复利用方向设计论证资料等。

6.1.2 场地及边坡应稳定性可靠，原有工程设施（坝、堤、堰等）稳定（含地震情况下）。

6.1.3 磷尾矿基生态修复基质土应有产品合格证明，或已经过检验证明符合要求后方可施工使用。

6.1.4 工程进度应按计划集中备料，并根据工程总量、工程进度、运输距离、拌合速度、摊铺速度等因素确定材料进场的时间、数量，以取得最佳的施工效率。

6.1.5 施工单位及人员应具备相应的资格、资质。施工单位应建立技术、质量、安全生产、文明施工等各项规章制度。

6.2 工程布置与主要设备构成

6.2.1 磷尾矿基生态修复基质土仓库

磷尾矿基生态修复基质土仓库布置应充分利用矿山已有设施和上山公路等，仓库应充分利用地形地貌特点设立，尽量减少工程量，节省基建投资。

6.2.2 供排水设计

供水设计时应考虑两日工程用水量外，还要考虑生活用水，运输前引路水、工程结束后的灌溉用水及其他用水。除此之外，应做好排水设计，场地的排水设计应与区域特点、场地设计统筹考虑，因地制宜地采取截水沟、排水沟、排水渠等形式，沟渠应与自然水系顺接，并布设消能防冲措施。

6.2.3 其他

除以上主要设施外，应提前进行工程设施布置，包括挖运设备、装载设备、运输设备等，并配备土地平整人工劳动力。

7 矿山生态修复

7.1 场地整治与覆土

7.1.1 场地整治

各类场地整治按照 HJ 651 及 LY/T 2356-2014 表 B.1 有关规定进行。

7.1.2 运输及堆存

在材料运输及堆存过程中宜采用帆布等材料覆盖，运至现场的材料，应防止雨淋或飞扬。

7.1.3 覆土

磷尾矿基生态修复基质土应用于露天采场、排土场及沉陷区覆土复垦，或已成林植被区林业养护管理基质土回施等工程中，不同场地类型可按表 1 的规定选择合适的覆土厚度，根据不同场地用途的覆土厚度及覆土面积，计算复垦所需覆土方量。

表 1 磷尾矿基生态修复基质土覆土厚度

场地	用途	覆土厚度	地面坡度
露天采场、 排土场、沉陷区、 成林植被区等	覆土复垦（平地）	松铺厚度 0.5m 以上	<5°
	覆土复垦（沉陷区）	填平后松铺厚度 0.5m 以上	<5°
	覆土复垦（边坡）	松铺厚度 0.1m 以上	<25°
	成林植被区养护	松铺厚度 0.1m 以上	—

7.1.4 摊铺整形

运输设备将磷尾矿基生态修复基质土卸到目的地后，再利用推土机将土往前推进。应将拌合均匀、符合要求的磷尾矿基生态修复基质土按设计断面和松铺厚度均匀地铺于场地内。铺土时派专人监督检查，铺土按每 100 m 分为一段，严格将铺土厚度控制在设计要求以内，利用小型推土机来回推土时自然压实即可。

7.1.5 修整验收

铺填时，由测量人员按设计要求控制土方铺填标高，并将其在临时标杆上用红实线标出，土方铺填完成后的标高与设计标高一致。将超过标高控制线的地方大致铲平，低于标高控制线的地方补土填平。

7.2 场地水土保持与稳定性要求

矿山生态恢复水土保持技术应符合 GB50433 的相关要求。

7.3 矿山植被恢复

矿山植被恢复应符合 LY/T 2356-2014 的相关要求。

7.4 矿山生态恢复与利用

7.4.1 平原地区的场地应平整、回填后进行生态恢复，并与周边地表景观相协调，位于山区的场地可保持平台和边坡，土质边坡高程小于 10m，岩质边坡高程小于 15m，边坡坡度小于 25°。覆土回填应做到地面平整，覆土厚度根据植被恢复类型和场地用途确定。恢复为林灌草等生态或景观用地的，根据土

源情况进行适当覆土，并做好水土保持与防风固沙措施。

7.4.2 恢复后的场地进行土地资源再利用时，在坡度、土层厚度、稳定性、土壤环境安全性等方面应满足相关土地要求，并通过自然资源局的审查。

7.4.3 生态恢复后的场地因地制宜转为农业、林业、牧业、建筑等类型用地，具体恢复工程实施参照 TD/T 1036 等相应标准执行。

8 监测与评价

8.1 环境质量监测

进行生态环境保护与恢复治理后应评估对地表水和地下水的影响，避免破坏流域水平衡和污染水环境。按照相关要求，定期对周边的空气、土壤、地表水和地下水等进行采样检测，以判断磷尾矿基生态修复基质土利用过程对周边环境产生的影响。

8.1.1 监测项目

各监测点位的水质监测指标包括但不限于 GB 8978 标准第二类污染物最高允许排放浓度一级标准。其余监测指标可参考国家或地方污染物排放（控制）标准、环境影响评价文件及其批复等相关管理规定明确要求的污染物指标。

8.1.2 执行标准

环境空气质量应符合 GB3095 标准要求。

水环境质量应符合不同受纳水体性质满足国家相关水体水质排放标准。根据不同受纳水体应符合 GB 3838、GB/T 14848 标准要求。重点监测项目应为磷尾矿及其他原料中特征污染物。

土壤环境质量应依据不同土地利用类型满足 GB 15618、GB 36600 标准要求。生态恢复土层土壤密度、粒径、杂物含量、重金属含量等参数应符合现行行业标准 CJ/T 340 的有关规定。

8.1.3 监测布设

环境空气监测点位可选取区域的中心及下风向的主要环境敏感点。

土壤监测点位可选取地块外部区域的四个垂直轴向上，每个方向上等间距布设 3 个采样点，分别进行采样分析。如因地形地貌、土地利用方式、污染物扩散迁移特征等因素致使土壤特征有明显差别或采样条件受到限制时，监测点位可根据实际情况进行调整。

地表水监测点位可选取区域有流经的或汇集地表水的点位，同时考虑在地表水径流的下游布点。如有必要可在地表水上游一定距离布设对照监测点位。

地块内如有地下水，应在区域内沿地下水径流方向布设。在场地上游应布置 1 个监测井，在场地两侧各布置不少于 1 个监测井，在场地下游至少布置 2 个监测井。

8.1.4 监测频次

若环境影响评价及其批复等管理文件有明确要求的，监测频次按照要求执行。否则按下表执行。发生突发环境事故对周边环境质量造成明显影响的，或周边环境质量相关污染物超标的，应适当增加监测频次。

表 2 周边环境质量监测频次

检测项目	主要监测指标	其他监测指标
环境空气	半年-年	年
地表水	季度	年
土壤	年	年

8.2 生态修复评价

在生态恢复工程完成后，即可开展覆土面积、覆土厚度、地面坡度、排水设施等项目的检验。初步恢复生态后，一般情况下在生态恢复工程完成后第三年，即可开展土壤质量及覆盖度、种植密度、造林成活率等项目的检验。各项测试项目和方法依据不同区域采用相应的方法，见表 3。

表 3 生态恢复评价测试项目和方法

序号	项目	单位	方法
1	覆土面积	公顷	地测法
2	覆土厚度	m	地测法
3	地面平整度	m	地测法
4	土壤容重	g/cm ³	环刀法
5	土壤有机质	%	重铬酸钾氧化-外加热法
6	土壤砾石含量	%	筛分-质量法
7	土壤 pH 值	-	电位法
8	含盐量	%	质量法/电导率法
9	覆盖度	%	测量法
10	种植密度	株/公顷	实测样方、计算法
11	造林成活率	%	实测样方、计算法

9 评估与管理

进行生态恢复后，应定期组织对矿山生态环境质量状况进行监测与监督检查，并对矿山大气环境、水环境、污染物排放、植被覆盖度、生物多样性、水土流失情况、土地毁损与景观破坏等方面进行评估。

进行生态恢复后的露天采空区、排土场等场地用于农业种植或养殖时，需连续进行 3 年以上农产品安全性检测与评估，达不到要求的，禁止种养殖食用农产品或能够进入食物链的农产品。

附录 A

材料特性满足以下指标：

- 1 外观：质地疏松、无结块、无异臭味、无明显可见杂物、颗粒均匀，一般为灰色或灰黑色。
- 2 磷尾矿基生态修复基质土的技术指标应符合表1 要求。

表 1 磷尾矿基生态修复基质土技术指标要求

项目	指标
总磷（P ₂ O ₅ ）质量分数，%	3.0~7.0
有效钙镁（CaO+MgO）总量质量分数，% ≥	25.0
总养分（N+P ₂ O ₅ + K ₂ O）质量分数，% ≥	1.5
有机质含量，% ≥	5.0
pH 值（2.5:1 水土比）	6.5~8.3
水分（H ₂ O）的质量分数，% ≤	20

- 3 磷尾矿基生态修复基质土有害元素限量要求符合表 2 要求。

表 2 磷尾矿基生态修复基质土有害元素限量指标

项目	指标值
总镉，mg/kg ≤	0.40
总汞，mg/kg ≤	0.40
总铅，mg/kg ≤	85
总铬，mg/kg ≤	60
总砷，mg/kg ≤	20
总镍，mg/kg ≤	20
总铜，mg/kg ≤	40
总锌，mg/kg ≤	150