

团 体 标 准

T/CIECCPA 036—2023

浮选磷尾矿基生态修复基质土应用 技术规范

Technical specification for application of phosphorus flotation
tailings based ecological restoration matrix soil

2023 - 08 - 04 发布

2023 - 08 - 07 实施

中 国 工 业 节 能 与 清 洁 生 产 协 会 发 布

CLECCRA

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 使用原则	3
5 浮选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 工程布置与设备设施准备	3
6.2.1 浮选磷尾矿基生态修复基质土仓库	3
6.2.2 供排水设计	4
6.2.3 其他	4
7 矿山生态修复中的使用要求	4
7.1 场地整治与覆土	4
7.1.1 场地整治	4
7.1.2 运输及堆存	4
7.1.3 覆土	4
7.1.4 摊铺整形	4
7.2 场地水土保持与稳定性要求	5
7.3 矿山植被恢复	5
7.4 矿山生态恢复与利用	5
8 监测与评价	5
8.1 环境质量监测	5
8.1.1 跟踪监测	5
8.1.2 监测点布设	5
8.1.3 环境质量标准	6
8.2 地质安全隐患监测	6
8.3 植被监测	7
9 评估与管理	7
表 1 浮选磷尾矿基生态修复基质土覆土厚度	4
表 2 水环境质量监测指标	6
表 3 土壤质量监测指标	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、中蓝连海设计研究院有限公司。

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

浮选磷尾矿基生态修复基质土应用技术规范

1 范围

本文件规定了浮选磷尾矿基生态修复基质土使用原则、使用的准备工作、矿山生态修复中的使用要求、检测与评价以及评估与治理。

本文件适用于排土场、露天采场、沉陷区、成林植被区等生态环境修复/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 6920 水质 pH值的测定 玻璃电极法

GB/T 7484 水质 氟化物的测定 离子选择电极法

GB/T 11893 水质 总磷的测定 钼酸铵分光光度法

GB/T 14848 地下水质量标准

GB/T 15063 复合肥料

GB 50026 工程测量标准

GB 50433 生产建设项目水土保持技术标准

HJ 91.2 地表水环境监测技术规范

HJ 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

HJ 194 环境空气质量手工监测技术规范

HJ 651 矿山生态环境保护及恢复治理技术规范（试行）

LY/T 1237 森林土壤有机质的测定及碳氮比的计算

LY/T 2356 矿山废弃地植被恢复技术规程

NY/T 52 土壤水分测定法

NY/T 88 土壤全磷测定法

NY/T 2272 土壤调理剂 钙、镁、硅含量的测定

DZ/T 0221 崩塌滑坡泥石流监测规范

TD/T 1070.1 矿山生态修复技术规范第 1 部分：通则

TD/T 1036 土地复垦质量控制标准

3 术语和定义

3.1

浮选磷尾矿基生态修复基质土 Phosphorus flotation tailings - based ecological restoration matrix soil

将浮选磷尾矿与改性剂等材料经加工而制备得到的一种人工配置土壤，适合种植乔木、灌木、草本、藤本等植物，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 浮选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 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 进行生态环境修复/恢复治理后的各类场地应实现：场地结构安全稳定，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 浮选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 HJ 651、LY/T 2356 标准的规定。

5 浮选磷尾矿基生态修复基质土的技术要求

浮选磷尾矿基生态修复基质土的技术标准应满足 T/CIECCPA 035 浮选磷尾矿基生态修复基质土的相关要求。

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 浮选磷尾矿基生态修复基质土应有产品检验合格证明，或已经过检验证明符合要求后方可施工使用和有关部门的审批。
- 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。
- 6.1.6 施工过程中产生的有关图纸、文件应及时纳入档案管理。

6.2 工程布置与设备设施准备

6.2.1 浮选磷尾矿基生态修复基质土仓库

浮选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。

7 矿山生态修复中的使用要求

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

在产品运输及堆存过程中应采用帆布等材料覆盖，运至现场堆存，应防止雨淋或飞扬。

7.1.3 覆土

浮选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 浮选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）	覆土厚度视坑底岩体土风化程度而定，岩体风化程度较高时，自然沉实土壤覆土厚度为 30cm 以上；岩体较完整，风化程度较低时，自然沉实土壤覆土厚度为 50cm 以上。	最终坡度应与土地利用方式相适应，相关要求参照 TD/T 1070.1。
	覆土复垦（沉陷区）		
	覆土复垦（边坡）	松铺厚度 10cm 以上	
	成林植被区养护	松铺厚度 10cm 以上	

7.1.4 摊铺整形

运输设备将浮选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。应将符合要

求的浮选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，根据土壤类型确定分层分段，严格将铺土厚度控制在设计要求以内，自然压实即可。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 GB 50433 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 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。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。边坡外沿添加马道。

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行政主管部门审查。

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，需满足当地应用规划要求，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

8.1.1 跟踪监测

8.1.1.1 监测目的是掌握浮选磷尾矿基生态修复基质土应用后的实施效果，为后期管护和成效评估提供依据。监测范围以浮选磷尾矿基生态修复基质土利用区域为主，定期对空气、土壤、地表水和地下水等进行采样监测，以判断对周边环境产生的影响及环境风险。

8.1.1.2 监测过程中的点位布设、采样时间和频率、指标等参照 HJ 194、HJT 166、HJ 91.2、HJ 164 标准执行。其余监测指标可参考国家或地方管控标准、环境影响评价文件及其批复等相关管理规定明确要求的相关指标。

8.1.2 监测点布设

8.1.2.1 背景值监测点的选择

选取未受浮选磷尾矿基生态修复基质土影响的周边区域的空气、水体、土壤指标作为该地区监测背景值。

8.1.2.2 监测点布设

空气、水环境、土壤监测点布设根据不同的应用地块环境参照 HJ 194、HJT 166、HJ 91.2、HJ 164 标准执行。

8.1.3 环境质量标准

8.1.3.1 环境空气质量参照 GB 3095 标准要求，重点监测指标为总悬浮颗粒物，年平均 $\leq 200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，24 小时平均值 $\leq 300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，该指标参照 GB 3095 中环境空气功能区二类的限定标准制定。

8.1.3.4 水环境质量应参照 GB 3838、GB/T 14848 标准要求。重点监测项目应为基质土中浮选磷尾矿及其他原料中存在的水环境质量标准中规定的指标，具体指标如表 2 所示。

表 2 水环境质量监测指标

监测指标	检测标准	限定标准	频次
pH	GB/T 6920	参照水环境质量标准 GB 3838，符合周边区域区划执行的环境标准。	参考标准 TD/T 1070.1，一年两次：丰水期和枯水期各一次
总磷	GB/T 11893		
氟化物	GB/T 7484		
特定指标	参照标准 HJ 91.2，根据原料中的特定污染物和当地水环境保护要求适当增加检测指标		

8.1.3.5 土地自然特性监测内容，包括地形坡度、有效土层厚度、土壤有效水分、酸碱度、有机质含量、全磷、有效钙镁、有效养分等，用于后期管护依据，监测指标与执行标准如表 3 所示。有害物质限量等参数应符合 T/CIECCPA 035 中技术要求的规定，并可根据基质土原料中的特定污染物适当增加检测指标。

表 3 土壤质量监测指标

序号	项目	检测标准	频次
1	地形坡度	GB 50026 工程测量标准	参照 HJ/T 166 标准执行，一年一次，监测期限可根据后期管护要求确定
2	有效土层厚度		
3	水分	NY/T 52 土壤水分测定法	
4	全磷	NY/T 88 土壤全磷测定法	
5	有效氧化钙、氧化镁	NY/T 2272 土壤调理剂 钙、镁、硅含量的测定	
6	有机质	LY/T 1237 森林土壤有机质的测定及碳氮比的计算	
7	pH 值	LY/T 1239 森林土壤 pH 值的测定	
8	总养分（N+P ₂ O ₅ + K ₂ O）	GB/T 15063 复合肥料	

8.2 地质安全隐患监测

地质稳定性的监测内容主要包括边坡稳定性、地面塌陷、地裂缝等。地质安全隐患监测的要求及内容应符合 TD/T 1070.1。地质安全隐患监测内容、监测频率、监测网布设应符合 DZ/T 0221。

8.3 植被监测

植被群落检测内容应包括植物种类、分布、面积和植被成活率、覆盖度等。

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、地表水及地下水环境质量、土壤环境质量、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。
