

团 体 标 准

T/ACEF 263-2026

钒钛磁铁矿选矿固体废物生态回填利用 技术规范

Technical specification for ecological backfill utilization of mineral
processing solid waste from vanadium-titanium magnetite

2026-03-06 发布

2026-03-09 实施

中 华 环 保 联 合 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 总体要求 | 2 |
| 5 回填材料要求 | 3 |
| 6 选址 | 4 |
| 7 环境本底调查 | 4 |
| 8 环境风险评估 | 6 |
| 9 回填作业 | 6 |
| 10 生态修复 | 7 |
| 11 环境污染控制 | 7 |
| 12 安全监测 | 8 |
| 13 环境和污染物监测 | 8 |
| 14 档案管理 | 9 |

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。

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这些专利的责任。

本文件由生态环境部固体废物与化学品管理技术中心、中华环保联合会绿色技术发展专业委员会提出。

本文件由中华环保联合会归口管理。

本文件主编单位：生态环境部固体废物与化学品管理技术中心、攀枝花高美生态环境有限责任公司。

本文件参编单位：攀枝花市固废危化与环境应急事务中心、攀枝花东区生态环境监测站、中凯俊成建设咨询有限公司、北京科技大学、中华环保联合会绿色技术发展专业委员会、攀枝花杰迪矿业有限公司、青岛斯坦德衡立环境技术研究院有限公司、内蒙古自治区生态环境督察技术支持中心、攀枝花鸿昇矿业有限公司、攀枝花豪润矿业有限公司。

本文件主要起草人：韩晓阳、宋鑫、侯贵光、孙京楠、韦洪莲、姚毅、代佼、王文彬、杨利辉、谢玉华、王正国、张思奇、刘玉富、张冰洁、王恒广、顾芮冰、戚海平、袁本起、宋欣宇、宋慧宁、张昊、李莹莹。

钒钛磁铁矿选矿固体废物生态回填利用技术规范

1 范围

本文件规定了钒钛磁铁矿选矿固体废物生态回填利用的总体要求、回填材料要求、选址、环境本底调查、环境风险评估、回填作业、生态修复、环境污染控制、安全监测、环境和污染物监测及档案管理。

本文件适用于利用钒钛磁铁矿选矿固体废物进行生态回填的活动。

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 3838 | 地表水环境质量标准 |
| GB 8978 | 污水综合排放标准 |
| GB 12523 | 建筑施工噪声排放标准 |
| 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/T 15776 | 造林技术规程 |
| GB 16297 | 大气污染物综合排放标准 |
| GB 18599 | 一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准 |
| GB/T 27845 | 化学品 土壤粒度分析试验方法 |
| 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/T 38360 | 裸露坡面植被恢复技术规范 |
| GB 51018 | 水土保持工程设计规范 |
| AQ/T 2063 | 金属非金属露天矿山高陡边坡安全监测技术规范 |
| HJ 25.3 | 建设用地土壤污染风险评估技术导则 |
| HJ 91.2 | 地表水环境质量监测技术规范 |

T/ACEF 263-2026

| | |
|-----------|----------------------|
| HJ 164 | 地下水环境监测技术规范 |
| HJ 557 | 固体废物 浸出毒性浸出方法 水平振荡法 |
| HJ 819 | 排污单位自行监测技术指南 总则 |
| HJ 964 | 环境影响评价技术导则 土壤环境（试行） |
| HJ 1222 | 固体废物 水分和干物质含量的测定 重量法 |
| TD/T 1036 | 土地复垦质量控制标准 |
| YS/T 5299 | 岩土工程监测规范 |

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

钒钛磁铁矿选矿固体废物 mineral processing solid waste from vanadium-titanium magnetite
钒钛磁铁矿及表外矿选矿过程中产生的固体废物。

3.2

生态回填利用 ecological backfill utilization

在矿山（坑）生态修复、土地整治、地块整理、场坪等工程中，以生态恢复或土地使用为目的，利用固体废物替代土、砂、石等生产材料回填露天开采的地表挖掘区、地下开采塌陷区、天然坑洼区、取土场、山谷及荒沟的活动。

4 总体要求

4.1 一般要求

4.1.1 生态回填应充分论证选址的可靠性，开展回填材料分析、环境本底调查及环境风险评估等工作。

4.1.2 生态回填应确保潜在污染风险可追溯、可控制，采取有效的环境污染控制措施，建立完备的环境监测体系，对回填选址、回填材料入场、回填作业及生态修复实施全过程管理。

4.1.3 生态回填不应掺加未经环境风险评估的其他固体废物。

4.2 工作流程

钒钛磁铁矿选矿固体废物生态回填利用工作包括选址和环境本底调查、回填材料检测、环境风险评估、回填作业、生态修复等环节，基本工作流程见图1。

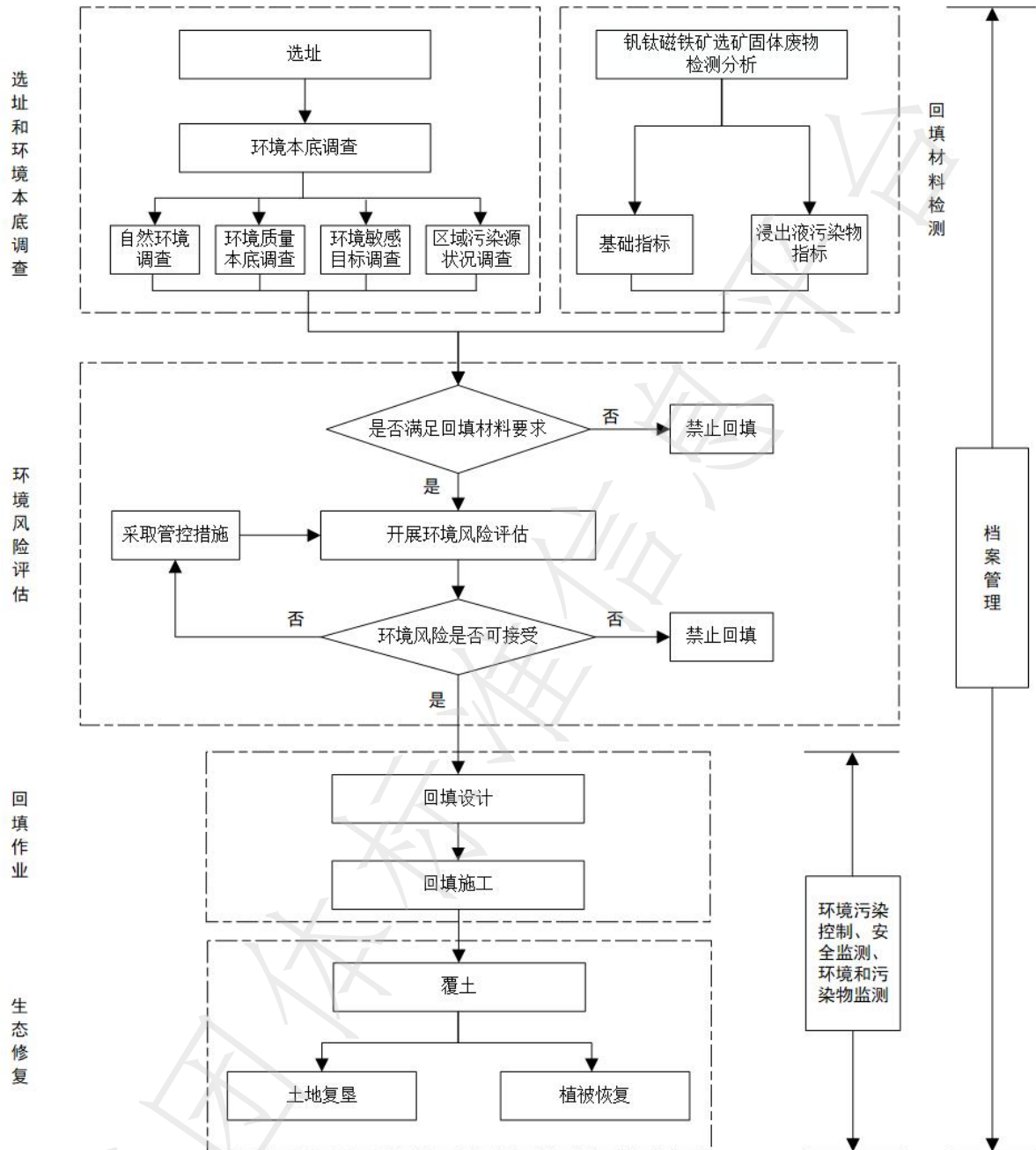


图1 基本工作流程图

5 回填材料要求

钒钛磁铁矿选矿固体废物指标应符合下列规定：

a) 基础指标应符合表1的要求。

表1 钒钛磁铁矿选矿固体废物基础指标

单位：%

| 序号 | 项目 | 指标 | 测量方法 |
|----|---------------------------------|-----|--------------------|
| 1 | 水分含量 | <15 | 按照 HJ 1222 规定测定 |
| 2 | 粒径小于 0.074mm (-200 目) 的细粒级含量 | ≤50 | 按照 GB/T 27845 规定测定 |

b) 按 HJ 557 规定方法制备的钒钛磁铁矿选矿固体废物浸出液污染物指标应符合表 2 的要求。

表 2 钒钛磁铁矿选矿固体废物浸出液污染物指标 单位: mg/L (pH 除外)

| 序号 | 项目 | 指标 | 测量方法 |
|----|-----|-------|--------------------|
| 1 | pH | 6-9 | 按照 GB 8978 规定测定 |
| 2 | 砷 | ≤0.5 | |
| 3 | 锌 | ≤2.0 | |
| 4 | 氟化物 | ≤10.0 | |
| 5 | 石油类 | ≤5.0 | |
| 6 | 铅 | ≤1.0 | |
| 7 | 镍 | ≤1.0 | |
| 8 | 钴 | ≤0.10 | 按照 GB/T 14848 规定测定 |

6 选址

6.1 回填场地选址应符合国家及地方环境保护规定、生态环境分区管控方案及相关规划的规定。

6.2 回填场地应避开下列区域:

a) 生态保护红线区域, 江河、湖泊、运河、天然河道、最高水位线以下的滩地和岸坡, 国家和地方规划中的水库等人工蓄水设施的淹没区和保护区等。

b) 活动断层、泉域保护范围以及岩溶强发育、存在较多落水洞和岩溶漏斗的区域, 天然滑坡或泥石流影响区以及湿地等区域。

c) 其他法律、法规规定的特殊保护区域。

6.3 回填场地底部高程应高于地下水年最高水位。

6.4 回填场地应选择工程地质条件稳定、地基承载力满足回填堆载及后期使用要求的地区。

7 环境本底调查

7.1 一般要求

7.1.1 环境本底调查范围应根据回填场地及其受影响区域所在水文地质单元, 结合大气沉降、地表径流或地表水流域的影响确定。

7.1.2 环境本底调查内容应包括自然环境、环境质量本底、环境敏感目标、区域污染源状况等。

7.1.3 环境本底调查宜采用资料收集、现场勘察、样品采集与分析等技术手段。

7.2 自然环境调查

7.2.1 工程地质情况调查应包括下列内容:

a) 回填场地所处区域的地层结构、地层稳定性、岩性等。

b) 影响回填场地安全的危岩体、高边坡和破碎斜坡等主要岩体形态的规模、分布及发育程度等，说明回填场地地质灾害隐患的类型、分布、规模及状态等。

7.2.2 水文地质情况调查应包括下列内容：

a) 包气带特征、地下水类型、含水层分布特征、含水层组空间结构、水力联系、地下水动态、地下水补给径流排泄条件、与地下水有关的环境地质问题，集中供水水源地、分散水源井以及特殊类型地下水的分布及利用等地下水开发利用情况。

b) 地表水系分布、多年平均径流量、平均流速、特征参数等。

7.2.3 气象与土地利用情况调查应包括下列内容：

a) 回填场地所处区域的光、热、水等气象条件，集雨面积、不同月度平均降水量、最大降水量、单日最大降水量。

b) 回填场地所处区域的土地利用现状、土地权属情况，回填场地的面积及历史治理情况等。

7.2.4 生态现状调查宜包括下列内容：

a) 生态系统类型。

b) 植被类型及植物群落结构。

c) 动物物种组成。

7.3 环境质量本底调查

7.3.1 环境质量本底调查应查明土壤、地下水及地表水的环境质量本底水平，其调查结果可作为生态回填环境风险评估、长期环境监测的对照值。

7.3.2 土壤调查的布点及采样按 HJ 964 的规定执行。监测指标应根据土地利用规划用途按照 GB 36600 或 GB 15618 选取，包括砷、锌、铅、镍、钴等。

7.3.3 地下水调查的布点及采样按 HJ 164 的规定执行。监测指标按照 GB/T 14848 选取，包括砷、锌、镍、钴、铅、氟化物、pH 等。

7.3.4 地表水调查的布点及采样按 HJ 91.2 的规定执行。监测指标按照 GB 3838 选取，包括砷、锌、铅、镍、钴、氟化物、石油类、pH 等。

7.4 环境敏感目标调查

环境敏感目标调查的内容应包括回填场地周边居民区、学校、医院、饮用水源保护区、永久基本农田及其它公共场所等环境敏感目标的分布、规模、保护要求等情况，以及构筑物、工程设施等其他情况。

7.5 区域污染源状况调查

区域污染源状况调查内容包括回填场地周边相关污染源的分布及污染特征等情况，调查干扰环境风险评估结果的污染源。

8 环境风险评估

8.1 待回填的钒钛磁铁矿选矿固体废物可连续、稳定达到本文第 5 章要求时，应按 HJ 25.3 等相关标准开展环境风险评估，重点评估对地下水、地表水及周边土壤的环境污染风险。经评估环境风险可接受的，方可开展回填作业。

8.2 经评估环境风险不可接受的，可补充、强化环境风险防控措施，并重新开展环境风险评估。

8.3 环境风险评估的结论可作为环境影响评价文件编制及后续环境管理的依据。

9 回填作业

9.1 一般要求

9.1.1 回填作业前应科学编制回填方案，充分考虑环境本底调查、环境风险评估结果及后续土地使用方式等情况。回填方案包括回填工程设计及施工内容、污染防治措施和突发环境事件应急措施等。

9.1.2 回填主体工程的构成应根据地形条件确定，一般应包括防洪排水导流系统和防排渗系统。对于沟谷型地形，应设置拦挡工程。

9.2 回填设计

9.2.1 回填主体工程的防洪设计标准应不小于 50 年一遇。防洪排水导流系统根据地形情况确定，可采用截水沟、排水沟等型式。

9.2.2 回填主体工程的防渗要求应结合环境风险评估结论确定。排渗系统可采用排渗管、盲沟、排渗井等型式。

9.2.3 回填主体工程的拦挡工程可采用挡渣墙、拦渣堤、拦渣坝等类型，具体布置、设计应符合 GB 51018 等标准的要求。

9.2.4 回填主体工程的外坡比应根据场地条件确定，除采取工程措施外，不宜大于 1: 3.0。

9.2.5 回填主体工程的抗滑稳定应根据回填场地地形、地质条件，并结合回填高度、回填材料物理学参数等选择有代表性的断面进行计算。抗滑稳定安全计算应符合 GB 51018 的规定。

9.3 回填施工

9.3.1 回填施工前应对回填场地进行地表植被清理以及软弱地层清基。

9.3.2 回填施工宜采用自下而上、分层回填的工艺。回填施工工序为卸车、分层摊铺、压实，达到规定高度后设置台阶，并进行覆盖、再压实，循环往复。

9.3.3 回填施工前应设置水平标志控制分层回填厚度和台阶高度。回填施工过程应按设计确定的分段台阶标高回填，分层碾压厚度不应超过 1.0m，回填材料压实度不应小于 92%。

9.3.4 回填达到设计分段标高后应及时覆盖，减少回填过程中回填材料的裸露面积。

10 生态修复

10.1 一般要求

回填作业结束后应及时覆盖土层，并结合未来土地使用方式，进行土地复垦或植被恢复。覆盖土层厚度视回填材料物理特性和拟种植物种类确定。

10.2 土地复垦

土地复垦实施过程应符合TD/T 1036规定的相关土地复垦质量控制要求。土地复垦后开发利用的，应符合GB 15618和GB 36600规划用途的土壤环境质量要求。

10.3 植被恢复

植被恢复设计造林树种苗木应符合 GB/T 15776 的规定，坡面植被恢复技术应符合 GB/T 38360 的规定。

11 环境污染控制

11.1 回填作业过程应采取有效的污染防治措施，减少废水、废气、噪声及固体废物的产生。

11.2 回填作业过程中产生的车辆冲洗废水、设备清洗废水、雨水冲刷废水、淋滤液等经收集处理后回用或满足 GB 8978 的要求达标排放。

11.3 回填作业过程中的大气污染物排放应符合 GB 16297 的要求。

11.4 回填作业过程中的噪声应符合 GB 12523 的要求。

11.5 回填作业过程中产生的固体废物应分类收集后进行综合利用或无害化处置。

12 安全监测

12.1 回填工程安全监测系统布置应符合 YS/T 5299、AQ/T 2063 的规定，监测内容包括表面位移、降雨量、视频监控、水位监测等。

12.2 回填作业期间安全监测应符合下列规定：

a) 在回填作业施工阶段，应对边坡、拦挡设施、排洪设施以及排渗设施采用日常巡视检查与定期仪器监测相结合的方法开展监测工作，以核查其是否出现位移变形、沉降、裂缝以及损坏等状况。当遇到暴雨、地震等特殊状况时，需增加巡视的频次。

b) 在分层回填作业阶段，应对回填区域分层进行变形、坡度、密实度观测和检测，满足设计要求时方可进行下一步回填施工。

12.3 生态回填后应监测拦挡工程及边坡变形情况，监测时间宜为 3~5 年。前 2 年内监测频次不宜少于每 2 个月 1 次，自第 3 年起监测频次不宜少于每年 2 次，直至安全监测数据稳定；如发现异常情况，应加密监测频次、延长监测年限。

13 环境和污染物监测

13.1 一般要求

13.1.1 回填作业开始前，应对回填材料进行入场检测，确保达到环境风险评估要求。当发现入场的回填材料检测结果不符合要求时，应立刻停止回填。

13.1.2 回填作业过程及回填结束后，应按照有关法律和 GB 18599、HJ 819 要求制定监测方案，跟踪监测污染物排放状况及对周边环境质量的影响。

13.2 回填材料检测

13.2.1 回填材料检测指标与本文第 5 章要求一致。

13.2.2 生态回填开始后，对入场的回填材料检测频次不低于每周 3 次；连续两周检测结果均符合要求时，在该回填材料来源及回填量稳定的前提下，频次可减为每月 1 次；在连续两个月检测结果符合要求时，频次可减为每年 1 次；若在此期间检测结果出现异常或回填材料来源发生变化或生产作业中断超过半年，检测频次应重新调整为不低于每周 3 次，依次重复。

13.3 回填过程环境监测

13.3.1 土壤监测点位布设、监测指标、采样要求与 7.3.2 中要求保持一致。采样深度根据可能影响的深度适当调整，以表层土壤为重点采样层。监测指标的分析方法按 GB 36600、GB 15618 的规定执行。监测频次不少于每年 1 次。

13.3.2 地下水监测点位布设、监测指标、采样要求与 7.3.3 中要求保持一致。监测指标的分析方法按 GB/T 14848 的规定执行。监测频次为每年丰、枯水期各 1 次。

13.3.3 地表水监测点位布设、监测指标、采样要求与 7.3.4 中要求保持一致。监测指标的分析方法按 GB 3838 的规定执行。监测频次为季度性监测，周边存在地表水环境敏感目标的增加监测频次。

13.3.4 淋滤液监测点位布设、采样要求按 HJ 819 的规定执行，监测指标及其分析方法见本文第 5 章。监测频次为每季度 1 次。

13.3.5 大气监测点位布设、采样要求及分析方法按 GB 16297 的规定执行，污染源下风方向应为主要监测范围。监测频次不少于每季度 1 次。

13.3.6 噪声监测点位布设、测量方法及环境噪声排放限值按 GB 12523 的规定执行。监测频次不少于每季度 1 次。

13.4 生态回填后环境监测

13.4.1 生态回填结束后对回填场地及周边区域的土壤、地下水、地表水开展环境质量跟踪监测，监测点位布设、监测指标、采样要求、分析方法等监测要求与 13.3 要求保持一致，当相关监测指标连续 2 年不超出所在区域环境本底水平时可停止监测；超出所在区域环境本底水平时，应采取相应措施控制环境污染，并继续开展环境监测。

13.4.2 生态回填结束后可根据需要，对回填场地及周边区域的生态系统、修复成效等开展调查和监测。监测周期宜每年 1 次。

14 档案管理

回填项目责任主体应建立全过程档案管理制度。档案资料应包括下列内容：

- a) 选址、勘察、征地、设计、施工、环境影响评价、工程验收等资料。
- b) 回填材料的来源、入场台账、检测报告和回填位置等资料。
- c) 回填过程及生态回填后的环境监测、安全监测、应急处置及相关工作记录等管理资料。