

### 一般工业固体废物用于矿山采坑 回填和生态恢复技术规范

Technical specifications for backfill and ecological restoration of  
mining pits with non-hazardous industrial solid wastes

2022-08-15 发布

2022-09-15 实施



## 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 工作流程 .....	3
5 基本要求 .....	4
6 采坑本底调查与固体废物污染特征调查 .....	5
6.1 采坑本底调查 .....	5
6.2 一般工业固体废物污染特征调查 .....	7
7 回填可行性分析 .....	8
7.1 稳定性评价 .....	8
7.2 环境影响预测及风险评估 .....	8
8 回填要求 .....	9
8.1 一般要求 .....	9
8.2 回填技术要求 .....	9
8.3 回填区域封闭 .....	9
9 生态恢复要求 .....	10
9.1 一般要求 .....	10
9.2 植被恢复要求 .....	10
10 污染控制要求 .....	10
11 生态环境质量监测 .....	10
11.1 一般规定 .....	10
11.2 回填过程环境质量监测要求 .....	11
11.3 生态恢复后环境监测要求 .....	11
12 管理要求 .....	12
12.1 档案管理 .....	12
12.2 后期管理 .....	12
12.3 土地再利用 .....	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》的规定起草。

本文件由包头市生态环境局提出。

本文件由内蒙古自治区生态环境厅归口。

本文件起草单位：生态环境部固体废物与化学品管理技术中心、中国标准化研究院、内蒙古科技大学、矿冶科技集团有限公司、中国环境科学研究院、包头市环境科学研究院、内蒙古自治区固体废物与土壤生态环境技术中心。

本文件主要起草人：王秀腾、陈瑛、任中山、方菲、黄哲、乔鹏、郑春丽、陈敏洁、许欣、刘楠楠、苏文湫、苗雨、姚光远、刘景财、胡楠、郭琳琳、燕小凤、王坤、薛小妹。

# 一般工业固体废物用于矿山采坑 回填和生态恢复技术规范

## 1 范围

本文件规定了利用一般工业固体废物对矿山采坑进行回填和生态恢复的工作流程、基本要求、本底与固体废物调查、回填可行性分析、回填要求、生态恢复要求、污染控制要求、环境质量监测及相关管理要求。

本文件适用于内蒙古自治区利用一般工业固体废物对矿山采坑进行回填和生态恢复过程的环境本底调查、环境风险评估，以及回填和生态恢复的设计、运行和管理。

## 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 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准
- GB 12523 建筑施工场界环境噪声排放标准
- GB 14554 恶臭污染物排放标准
- 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 16297 大气污染物综合排放标准
- GB 16423 金属非金属矿山安全规程
- GB 18599 一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准
- 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 51016 非煤露天矿边坡工程技术规范
- DZ/T 0282 水文地质调查规范(1:50000)
- HJ 2.3 环境影响评价技术导则 地表水环境
- HJ 19 环境影响评价技术导则 生态影响
- HJ/T 20 工业固体废物采样制样技术规范
- HJ 25.3 建设用地土壤污染风险评估技术导则
- HJ/T 91 地表水和污水监测技术规范
- 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 610 环境影响评价技术导则 地下水环境
- HJ 761 固体废物 有机质的测定 灼烧减量法
- 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）  
LY/T 2241 森林生态系统生物多样性监测与评估规范  
NY/T 1121.16 土壤检测 第16部分：土壤水溶性盐总量的测定  
TD/T 1036 土地复垦质量控制标准

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**一般工业固体废物** non-hazardous industrial solid waste

企业在工业生产过程中产生且不属于危险废物的工业固体废物。

#### 3.2

**第I类一般工业固体废物** class I non-hazardous industrial solid waste

按照HJ 557规定方法获得的浸出液中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），且pH值在6~9范围之内的一般工业固体废物。

#### 3.3

**第II类一般工业固体废物** class II non-hazardous industrial solid waste

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），或pH值在6~9范围之外的一般工业固体废物。

#### 3.4

**采坑** mining pits

因采矿挖掘活动形成的地表深坑。

#### 3.5

**回填** backfilling

在复垦、景观恢复、建设用地平整、农业用地平整以及防止地表塌陷的地貌保护等工程中，以土地复垦为目的，利用一般工业固体废物替代土、砂、石等生产材料填充地下采空空间、露天开采地表挖掘区、取土场、地下开采塌陷区以及天然坑洼区的活动。

#### 3.6

**地下水补给区** groundwater recharge area

能够通过大气降水、地表水、回渗（归）水以及其他含水层渗入，对地下水含水层进行补给的地区。

#### 3.7

**生态恢复** ecological restoration

对遭到退化、损伤或破坏的生态系统采取消除环境污染、防控环境风险、促进生态系统自然重建的整治措施，以缓解或消除造成的生态破坏和环境污染，使其生态功能逐步恢复和重建的过程。

### 3.8

**基础层** base layer

位于采坑底部的天然或经人工修复的岩土层、基岩等。

### 3.9

**隔水层** impermeable layer

天然或人工构筑的防止污染物进入土壤及地下水的不透水层。

## 4 工作流程

利用一般工业固体废物开展采坑回填和生态恢复主要包括：初步评估、本底与固体废物调查、可行性分析、回填、生态恢复、后期管理、生态环境质量监测、土地再利用及档案管理工作，基本工作流程见图1。

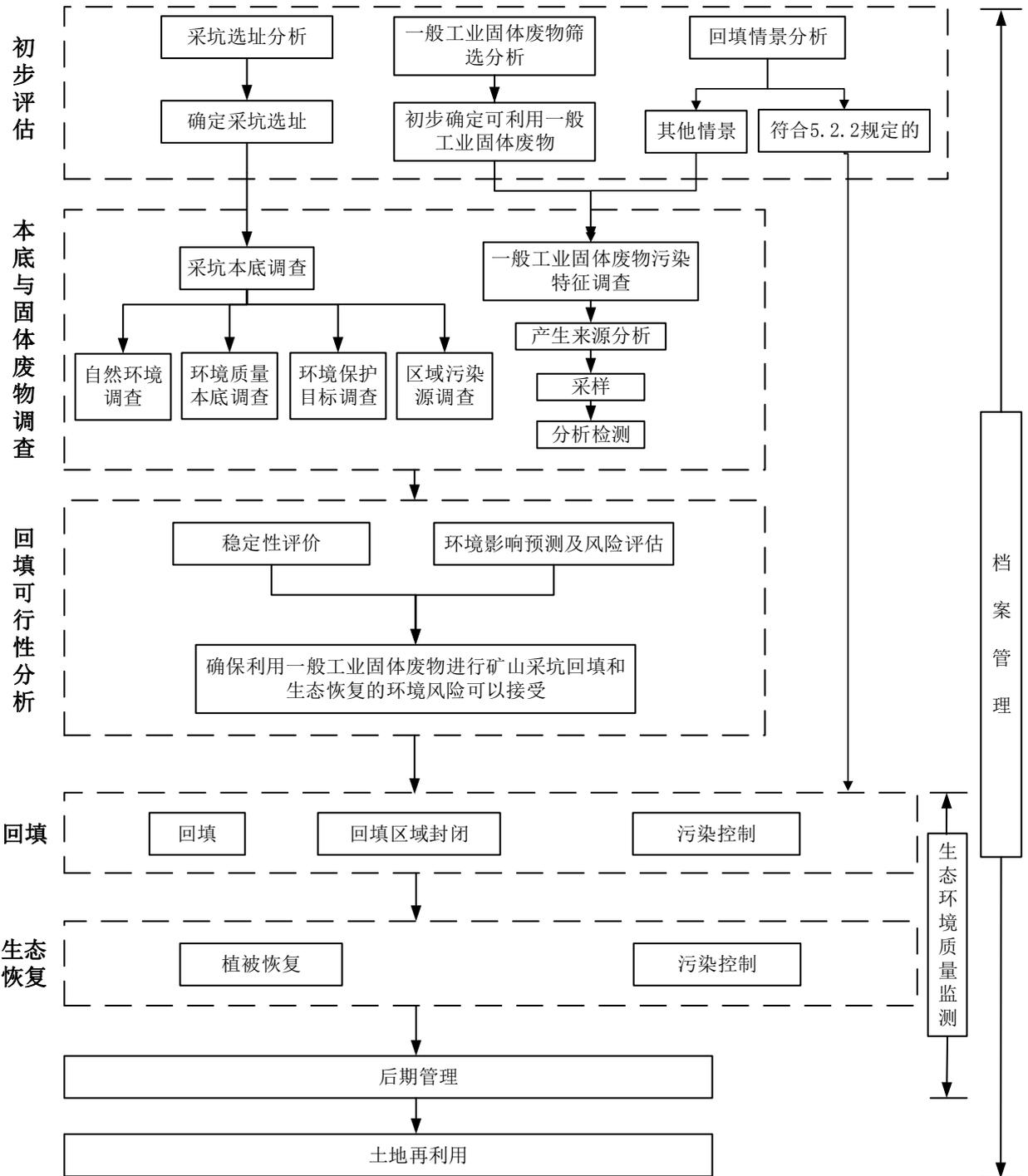


图1 工作流程图

## 5 基本要求

### 5.1 采坑选址要求

5.1.1 利用一般工业固体废物进行回填和生态恢复的采坑选址应符合环境保护法律法规及相关法定规

划要求，应与当地城市总体规划和国土空间规划协调一致，应与当地的生态环境保护、水土资源保护要求相一致。

5.1.2 利用一般工业固体废物进行回填和生态恢复的采坑应位于地质稳定区域，不应位于下列地区：

- a) 天然滑坡或泥石流影响区；
- b) 江河、湖泊、运河、渠道、水库最高水位线以下的滩地和岸坡，以及国家和地方长远规划中的水库等人工蓄水设施的淹没区和保护区；
- c) 国务院和国务院有关主管部门及地方人民政府划定的生态保护红线区域、永久基本农田集中区域和其他需要特别保护的区域内，以及法律法规规定的其他禁止建设区域。

上述选址规定不适用于利用第 I 类一般工业固体废物在原矿开采区进行回填及开展生态恢复。

5.1.3 采坑地质结构条件应满足回填后的承载力要求，避免地基下沉的影响，特别是不均匀或局部下沉的影响。

## 5.2 一般要求

5.2.1 采坑回填和生态恢复可选用第 I 类一般工业固体废物，或按照 HJ 557 规定方法获得的浸出液 pH 值在 6~9 范围之外，但经预处理后 pH 值可控制在 6~9 范围内的一般工业固体废物，包括如下工业固体废物：

- a) 钢铁冶炼等过程产生的冶炼废渣；
- b) 工业燃煤锅炉产生的粉煤灰、炉渣、脱硫石膏；
- c) 煤矸石；
- d) 尾矿；
- e) 废石；
- f) 其它按本文件第 7 章要求进行可行性分析，经论证可以利用的一般工业固体废物。

5.2.2 利用第 I 类一般工业固体废物按以下途径进行回填作业的，根据 GB 18599 规定可直接开展回填作业，并按照 I 类场进行封场及土地复垦：

- a) 粉煤灰、炉渣可在煤炭开采矿区的采空区中回填；
- b) 煤矸石可在煤炭开采矿井、矿坑等采空区中回填；
- c) 尾矿、矿山废石等可在原矿开采区的矿井、矿坑等采空区中回填。

5.2.3 不符合 5.2.2 条要求的第 I 类一般工业固体废物以及利用第 II 类一般工业固体废物开展回填的，应在回填活动前按照本标准要求开展采坑本底调查、固体废物污染特征调查调查、回填可行性评估等工作，经评估可以开展回填的，开展回填、生态恢复、污染控制、生态环境质量监测以及后期管理等。

5.2.4 利用一般工业固体废物进行采坑回填时，还应符合以下要求：

- a) 有机质含量小于 2%（煤矸石除外），测定方法按 HJ 761 进行；
- b) 水溶性盐总量小于 2%，测定方法按 NY/T 1121.16 进行。

5.2.5 拟利用的一般工业固体废物不应混入危险废物、放射性废物以及生活垃圾等。

## 6 采坑本底调查与固体废物污染特征调查

### 6.1 采坑本底调查

#### 6.1.1 调查范围

应根据采坑及受其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调查范围。

### 6.1.2 调查内容

应包括采坑所在的水文地质单元的自然环境、环境质量本底、环境保护目标和区域污染源等。

### 6.1.3 调查方法

可采取文献调研、资料收集、现场调查和人员访谈相结合的方式。现场调查应根据调查目的和内容进行现场踏勘，调查方法应符合相关调查规范。

### 6.1.4 自然环境调查

包括工程地质、水文地质、气象与土地利用、生态现状等基本情况的调查。

a) 工程地质及水文地质情况调查应包括如下内容：

- 1) 地质结构：调查采坑所处区域的地形地貌、地层结构、地层稳定性、岩性等；
- 2) 地形地貌：调查影响采坑安全的危岩体、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，说明采坑地质灾害隐患的类型、分布、规模及状态等；
- 3) 水文地质条件：按照 DZ/T 0282 和 HJ 610 调查采坑及所在流域地表水和地下水的基本水文特征，重点调查包气带特征、地表水系分布、多年来平均径流量及特征值、地下水类型、含水层分布特征、水力联系、地下水补给与排泄、地下水动态等。

b) 气象与土地利用调查应包括如下内容：

- 1) 气象：调查采坑所在地光、热、水等气象条件；
- 2) 基本现状：调查采坑的面积容积、历史演变、治理现状等；
- 3) 土地利用情况：调查土地利用现状及规划类型、规模、分布和权属情况。

c) 生态现状调查可包括植被类型、生物量、生物多样性等情况的调查。

### 6.1.5 环境质量本底调查

调查范围内土壤、地表水及地下水的环境质量本底水平，作为环境风险评估、治理修复及长期监测的对照值。

a) 土壤：

- 1) 表层土壤样品：根据采坑及其周边可能受到影响的区域地形特征、主导风向、地面径流方向等情况，设置表层样采样点。其中，涉及大气沉降影响的，应在采坑外主导风向的上、下风向各设置至少 1 个表层样采样点。涉及地表径流影响的，应结合地形地貌，在采坑范围外的上、下游各设置至少 1 个表层样采样点。采坑范围内和采坑范围外采样点数原则上均不少于 4 个。如采坑内已裸露基岩，可根据现场条件减少或不设置采坑内采样点数，并注明理由；
- 2) 深层土壤样品：应根据采坑区域地层情况及采坑回填深度，确定土壤的采样深度，并结合采坑外表层土壤样品采样点位采集深层土壤样品。土壤样品采集以等间距采样为主，每个采样点位深层土壤样品不少于 3 个；
- 3) 土壤样品检测指标：根据土地利用规划用途，结合 GB 36600 或 GB 15618 规定、土地利用历史情况、拟回填的一般工业固体废物成分特征等确定检测指标。

b) 地表水：采坑周边如有受影响的地表水，按照 HJ/T 91、GB 3838 进行地表水采样。

- 1) 地表水样品：采样点位的布设按照 HJ/T 91、HJ 2.3 的规定，在可能受到导排水、渗滤液影响的下游布设采样点，每次同步连续采样 2 d~4 d，每个采样点位每天采 1 组样品；
- 2) 地表水样品检测指标：依据地表水水域环境功能和保护目标，按照 GB 3838 要求，并结合拟回填的一般工业固体废物污染特征确定检测指标。

## c) 地下水:

- 1) 地下水样品: 在采坑区域地下水流向上游、下游, 以及可能受污染物扩散影响的周边区域内布设监测井, 监测井建设与管理按 HJ 164 的规定执行。已有的地下水取水井、观测井和勘测井, 如满足上述要求可作为地下水监测井使用。地下水有多个含水层的, 主要监测最容易受污染的含水层, 以及可能受污染物扩散影响且具有饮用水开发利用价值的含水层。每个监测井至少采取 1 组样品。原则上潜水含水层水质监测点应不少于 3 个, 其中, 采坑区域上游及下游影响区的地下水水质监测点各不应少于 1 个, 可能受影响且具有饮用水开发利用价值的含水层不少于 1 个。
- 2) 地下水监测指标: 按照 GB/T 14848、HJ 610 以及拟回填的一般工业固体废物污染特征确定地下水检测指标。
- 3) 在包气带厚度超过 100 m 的评价区或监测井较难布置的基岩地区, 若掌握近 3 年内至少一组枯、平、丰水期的监测资料, 可不进行地下水水位、水质现状监测; 若无上述资料, 至少开展一组现状水位、水质监测。

### 6.1.6 环境保护目标调查

调查采坑周边居民区、学校、医院、饮用水源保护区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, 以及调查范围内的构筑物、工程设施等其它情况。

### 6.1.7 区域污染源调查

调查采坑内及其周边 1 km 范围内是否有历史遗留固体废物, 调查其来源、主要成分、固体废物属性、污染特征等。

## 6.2 一般工业固体废物污染特征调查

### 6.2.1 产生来源分析

调查一般工业固体废物的产生来源, 根据产生的原料特性、工艺特点、特征污染物等情况分析其潜在污染特征, 为后续开展采样和检测分析提供依据。

### 6.2.2 采样

- a) 连续生产工艺产生的一般工业固体废物, 应在设施运行稳定、原辅材料类别和来源固定的时间段, 按照 HJ/T 20 的要求, 等时间间隔采集样品。每次采样在设备稳定运行的 8 h (或一个生产班次) 内完成, 份样数不少于 5 个。
- b) 位于贮存场所内堆存的一般工业固体废物, 采用网格法结合堆积高度确定采样点位数, 采样深度原则上应达到堆场底部, 每个采样点位原则上采样不少于 3 个深层样品。根据资料及现场踏勘情况, 单一类别固体废物且来源明确的, 原则上采样点不少于 3 个; 无法采集深层样品的, 采样不少于 9 个表层样品; 固体废物来源及类别清晰, 但存在混合堆存情况的, 采样点不少于 5 个; 无法采集深层样品的, 采样不少于 15 个表层样品; 固体废物来源不明确的可酌情加密布设采样点。

### 6.2.3 分析检测

采集的一般工业固体废物样品, 按照 HJ 557 规定方法获取浸出液, 并按照 GB 8978 测定特征污染物种类、浓度、pH 值等。按照 HJ 761 测定有机质含量。按照 NY/T 1121.16 测定水溶性盐总量。

## 7 回填可行性分析

### 7.1 稳定性评价

按照GB 51016和GB 16423对采坑的边坡及回填过程中稳定性进行评价，并确定施工措施。

### 7.2 环境影响预测及风险评估

#### 7.2.1 环境影响预测分析

根据调查分析结果及采坑所在区域生态环境管理要求，以本底调查和环境保护目标为评价目标，按照HJ 964、HJ 2.3、HJ 610、HJ 19，对土壤环境、地表水环境、地下水环境、生态影响等开展环境影响预测分析，明确一般工业固体废物用于采坑回填和生态恢复时对环境保护目标的影响范围，以及特征污染物在环境中的迁移转化和生态环境影响途径。

对于无适用预测模型或迁移转化条件不明确的，可通过根据当地自然环境条件设计试验，模拟自然变化条件下特征污染物在土壤、地表水、地下水等的迁移转化情况，根据试验结果开展环境影响预测分析。

#### 7.2.2 环境风险评估

根据生态恢复后土地利用性质、规划用途及生态环境和环境质量控制目标等要求，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。根据风险评估结果，判断采坑回填和生态恢复的可行性，并给出环境风险管控目标、措施要求、监测计划等，确保环境风险可接受。

对于地下水环境风险评估，后期拟用于建设用地的，按照HJ 25.3地下水的土壤风险控制值的计算方法进行环境风险评估，确定回填材料中污染物限值，技术路线见图2。

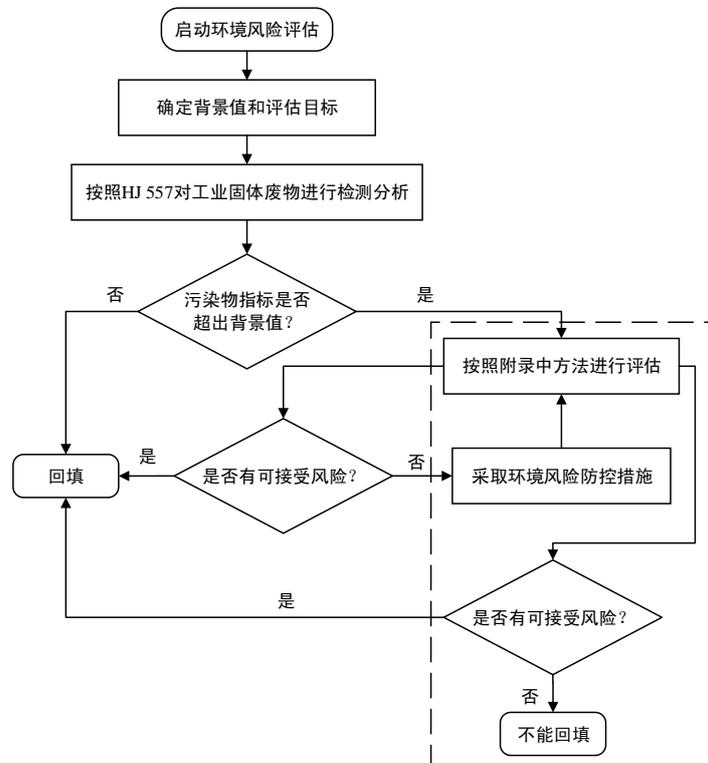


图2 环境风险评估技术路线图

## 8 回填要求

### 8.1 一般要求

8.1.1 回填及生态恢复工程的设计、施工、运行等应符合相关法律法规、国家及行业相关标准规范要求。

8.1.2 回填作业实施之前，应制订回填施工方案。施工方案中应包括施工质量保证和施工质量控制内容，明确环境保护条款和责任，作为项目竣工验收的依据和监理的主要工作内容，同时施工方案中还应包括二次污染防治措施和突发环境事件应急措施。

8.1.3 对于不满足 5.2.2 要求回填的，回填作业主体工程应根据实际需求设计。一般可包括自下而上的基础层、回填区、顶部阻隔层、覆土层。对于满足 5.2.2 要求回填的，可不设顶部阻隔层。如有必要，设计截排水及导排系统等。回填区域竖向设计应结合原有地形，做到有利于雨污分流和减少土方工程量，优化土石方平衡。

8.1.4 采坑回填区域占地边界原则上不应超过其历史边界，除必要的边坡修正等安全措施外，不应扩大采坑范围。可根据采坑的规模和建设条件进行分期、分区设计建设。作业面应按功能分区合理布置，主要功能区包括回填作业区、安全隔离区、管理区、进出场道路等。分区设置应有利于物料运输、回填等作业，并与各类车辆进出场道路合理衔接。

8.1.5 回填区域基础应为天然或经清理、平整、修复的连续、稳定地层。全部或部分利用经预处理的第 II 类一般工业固体废物回填的采坑，基础表面应与地下水年最高水位保持 1.5 m 以上的距离。当基础表面与地下水年最高水位距离不足 1.5 m 时，应根据地下水水量测算及水文地质情况，采取填高平整、疏干排水或抽提等措施，确保地下水水位维持在回填区基础表面 1.5 m 以下。不可使用含硫量高于 1% 的煤矸石、废石等一般工业固体废物作为填高平整材料。

8.1.6 回填工程经环境风险评估可能对地下水有潜在影响的，应首先对回填一般工业固体废物进行预处理，确保其环境风险可以接受，如有需要的可在回填区与基础层之间设置隔水层，其隔水效力应至少相当于渗透系数不大于  $1.0 \times 10^{-5}$  cm/s 且厚度为 0.75 m 的天然基础层。

### 8.2 回填技术要求

8.2.1 利用一般工业固体废物进行回填时，应根据回填区域稳定及污染防治要求，合理设计回填施工方案，并规范实施。

8.2.2 应确保回填过程及回填区域长期安全稳定，堆体单级边坡高度不应高于 10 m，回填边坡坡面角一般不大于  $25^\circ$ 。回填过程中需对回填物进行分层碾压，以防止沉陷。

8.2.3 回填过程应建立检查维护制度，定期检查维护堤、坝、挡土墙、导流渠等设施，发现有损坏可能或异常，应及时采取必要措施，保障正常运行。

8.2.4 利用煤矸石回填采坑，应采取上覆压实土层或其他具有阻隔空气效果的覆盖材料等安全措施防止自燃和爆炸。覆盖材料的压实系数、厚度以及每层煤矸石堆存厚度需经评估后确定。采坑周围应设安全防护设施及不少于 8 m 宽度的防火隔离带，填埋作业区应设防扬散设施。

### 8.3 回填区域封闭

8.3.1 采坑回填完成后，应在堆体建设顶部阻隔层对回填区域进行封闭，防止雨水等进入回填区域。回填区域封闭结构可根据风险控制要求，设置阻隔层、覆盖土层、雨水导排系统等。

8.3.2 阻隔层可采用改性压实粘土类材料或具有同等以上隔水效力的其他材料，其防渗性能应至少相当于渗透系数为  $1.0 \times 10^{-5}$  cm/s，厚度不少于 0.30 m。

8.3.3 覆盖土层的厚度视固体废物的颗粒度大小和拟种植物种类确定。同时需结合周边地形因素，控

制场地坡度和高度，以利于回填后区域排水为宜，防止雨水侵蚀和过度冲刷。

#### 8.3.4 封闭施工可分期实施。

### 9 生态恢复要求

#### 9.1 一般要求

9.1.1 当采坑完成回填区域封闭后应及时开展生态恢复，应满足当地地形条件、水资源及表土资源等自然环境条件和社会发展需求。

9.1.2 根据土地利用规划需开展土地复垦的，应满足 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，应符合相应规划用途土壤环境质量要求。

#### 9.2 植被恢复要求

9.2.1 植被恢复设计应考虑坡度与边坡处理、覆盖系统的结构类型、生态恢复、土地利用与水土保持、堆体稳定性等因素。

9.2.2 进行植被恢复时，不应使用外来有害植物种。应遵循因地制宜、乡土适生植物优先、构建近自然植物群落的原则，优先使用原生表土及乡土物种，重建与当地生态环境相协调的植物群落，恢复生物多样性。初期采取加强管护等措施确保取得修复成效，最终形成可自然维持的生态系统，并符合下列规定：

- a) 抗旱、抗寒、抗瘠薄、抗病虫害能力强，适应土壤贫瘠的恶劣环境中生长；
- b) 萌芽能力强，能够有效固结土壤，防止水土流失；
- c) 成活率高，繁殖能力强。

9.2.3 植被恢复应与周边自然景观协调，按土壤种植区域和岩基种植区域分别采取相应的措施。

### 10 污染控制要求

10.1 回填过程中不应掺加除回填方案之外的其它固体废物。

10.2 应制定回填作业过程中的水（包括地表水、地下水）、大气、噪声、固体废物、土壤等污染防治措施以及应急措施等，且应严格执行本文件第 8 章中关于地下水水位控制、隔水层，以及渗滤液收集、冲洗水收集、雨水截排、顶部阻隔等环境保护措施，防止回填过程对周边大气、地下水、地表水和土壤造成污染。

10.3 回填过程应避开雨天作业，做好防雨应急措施。

10.4 施工现场应设置收集设施，收集回填及生态恢复施工过程受雨水溶淋影响产生的渗滤液、排水或抽提水，以及厂区内冲洗水、初期雨水等。收集设施渗透系数应小于  $1 \times 10^{-7}$  cm/s。收集水可用于回填区等扬尘治理。如需排放的，应进行处理并满足 GB 8978 的要求。

10.5 回填及生态恢复施工过程中产生的无组织气体排放应符合 GB 16297 规定的无组织排放限值的相关要求。环境噪声、恶臭污染物应符合 GB 12348、GB 14554 的规定。

### 11 生态环境质量监测

#### 11.1 一般规定

11.1.1 结合环境质量本底调查，布设土壤、地下水、地表水监测对照点各 1 个，作为环境质量本底水平，对照点应保证不受回填及生态恢复施工影响。

11.1.2 回填及生态恢复施工及后期管理过程中，按照 HJ 819 要求开展自行监测，制定水、大气、土壤、噪声等环境质量监测方案，明确监测质量保证和质量控制要求，建立信息档案，保存原始监测记录和报告。

11.1.3 环境质量监测指标应根据回填固体废物特性和环境风险评估结果确定，应与污染防治和环境质量控制目标相衔接，且能表征固体废物污染特性。

## 11.2 回填过程环境质量监测要求

### 11.2.1 土壤监测要求

在采坑下游周边雨水易于汇流和积聚的区域以及采坑外主导风向的下风向区域布设土壤采样监测点，并根据环境风险评估结果，采集表层土壤样品或深层土壤样品，点位数量不少于4个。

土壤监测因子应根据场地环境质量本底情况及回填一般工业固体废物的特性提出，具有代表性且能表征固体废物特性。土壤监测因子的分析方法按GB 36600或GB 15618的规定执行。

土壤监测点的自行监测频次不少于每年1次。采样具体要求与6.1.3中要求保持一致。

### 11.2.2 地下水监测要求

地下水常规测定项目应至少包括：浑浊度、pH、溶解性总固体、氯化物、硝酸盐（以N计）、亚硝酸盐（以N计），以及回填一般工业固体废物的特征污染物。

地下水每年在丰、平、枯水期各监测1次。

监测点位和采样具体要求与6.1.5中要求保持一致。

### 11.2.3 地表水监测要求

对于存在影响地表水的回填项目，应按照HJ 819要求，确定地表水监测点位。

根据GB 3838及一般工业固体废物特征污染物确定监测指标。

监测频次不少于每半年1次。

### 11.2.4 收集水监测要求

回填过程中，对渗滤液、抽提水、厂区内冲洗水、初期雨水等进行收集，并根据GB 8978及一般工业固体废物特征污染物确定监测指标。

监测频次不少于每季度1次。

### 11.2.5 大气监测要求

采样点布设、采样及分析方法按GB 16297的规定执行，污染源下风方向应为主要监测范围。

无组织气体排放常规监测因子应至少包括颗粒物等。

监测频次不少于每季度1次。如监测结果出现异常，应及时进行重新监测，间隔时间不应超过1周。

### 11.2.6 噪声监测要求

回填作业期间的噪声测量方法及环境噪声排放限值按照GB 12523的规定执行。

## 11.3 生态恢复后环境监测要求

### 11.3.1 生态环境质量监测要求

生态恢复后，工程区域土壤、地下水、地表水等环境质量监测按本文件11.2.1、11.2.2、11.2.3执行，直到相关指标连续3年内不超出环境质量本底水平值20%。当监测发现超出环境质量本底水平值的幅度超过20%后，应当采取相应的对策措施。

### 11.3.2 收集水监测要求

生态恢复后，如因排水或抽提设施长期运行需要保留收集水处理设施的，按照本规范11.2.4的规定，对处理后水质进行监测，监测频次不少于每半年1次，直到相关指标连续3年稳定达到控制要求。

### 11.3.3 生态系统调查监测要求

生态恢复后可根据需要，对回填区域及周边区域的生态系统和物种多样性、恢复成效等开展调查和监测。其中，生物系统种类、数量、面积与分布的监测可按照 LY/T 2241的规定执行，监测周期原则上一年一次。

## 12 管理要求

### 12.1 档案管理

采坑回填及生态恢复应建立全过程档案管理制度，并按照国家档案管理等法律法规进行整理与归档，永久保存。档案资料包括但不限于以下内容：

- a) 场址选择、勘察、设计、施工、监理工程验收资料；
- b) 一般工业固体废物的来源、种类、污染特性、入场台账和回填位置等资料；
- c) 各种污染防治设施运行台账及检查维护资料；
- d) 渗滤液、收集水总量，以及渗滤液、收集水处理设备工艺参数及处理效果记录资料；
- e) 生态恢复及后期环境监测、应急处置等管理资料；
- f) 施工报告、全套竣工图、所有材料的现场及实验室检测报告等。

### 12.2 后期管理

12.2.1 完成生态恢复后，需建立长期维护管理制度并保存相关工作记录。长期维护管理制度中应包括环境应急预案，防止对周边大气、地下水、地表水和土壤造成污染。防止顶部阻隔层和覆盖土层开裂，确保植被恢复。需要保留收集水处理设施的，应确保收集水处理设备设施长期稳定运行。

12.2.2 应在恢复后场区边界外设置明显标识牌，注明施工完成时间、进入和使用该土地时应注意的事项，以及长期运行设施运行管理责任主体和联系方式。

12.2.3 完成生态恢复后、再开发利用前，按照要求实施日常管理，并设置地下水、地表水、土壤等环境质量监测点位，纳入当地环境质量监测管理。

12.2.4 收集水监测频次不少于每年1次，根据 GB 8978 及一般工业固体废物特征污染物确定监测指标。

### 12.3 土地再利用

生态恢复治理完成且各项环境质量监测指标连续3年不超过环境质量本底水平值，且波动范围不超过20%，可依据所在区域土地再利用需要，向自治区自然资源相关部门申请土地再利用，并严格执行有关法律、行政法规及国家（地方）相关管理规定。