ICS 65.020.40
CCS D01

DB5117

四 川 省 （ 达 州 市 ） 地 方 标 准

DB 5117/T 76—2023

磷石膏基植生材料生态修复应用技术规范

Specification for ecological restoration application technology of phosphogypsum-based plantation materials

2023－07－31 发布　　2023－07－31 实施

达州市市场监督管理局　　发 布

目　　次

前言 III
1　范围 1
2　规范性引用文件 1
3　术语和定义 1
4　总体要求 2
5　材料要求 2
6　实施要求 2
7　监测要求 5
8　验收和管护要求 5
附录 A（规范性）　植生基质层构建示意图 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。

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。

本文件由达州市自然资源和规划局提出并归口。

本文件起草单位：瓮福达州化工有限责任公司、中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司、四川省建材工业科学研究院有限公司、四川大学、四川文理学院、达州市质量技术监督检验测试中心。

本文件主要起草人：徐进、陶维中、李春洪、黄敬刚、拾佳、赵谊、张俊、梁玉祥、赖川、金曼霞、杨堃、赵强、杨胜平、赵磊、纵霄、吴维兴、谭文超、程功、蒋大基、闫亚楠、唐丽英、向文军、楚佳元。

磷石膏基植生材料生态修复应用技术规范

1 范围

本文件规定了磷石膏基植生材料生态修复技术的总体要求、材料要求、实施要求、监测要求、验收和管护要求。

本文件适用于达州市行政区域内应用磷石膏基植生材料对露天场地进行生态修复。

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 175 通用硅酸盐水泥

GB 3838 地表水环境质量标准

GB 5084 农田灌溉水质标准

GB 50141 给水排水构筑物工程施工及验收规范

GB/T 51351 建筑边坡工程施工质量验收标准

CJ/T 234 垃圾填埋场用高密度聚乙烯土工膜

HJ 25.3 污染场地风险评估技术导则

HJ 555 化肥使用环境安全技术导则

HJ 652 矿山生态环境保护与恢复治理方案（规划）编制规范

TD/T 1070.1 矿山生态修复技术规范 第1部分：通则

TD/T 1070.4 矿山生态修复技术规范 第4部分：建材矿山

DB 5117/T 75 磷石膏无害化处理技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

磷石膏基植生材料 phosphogypsum-based plantation material

以无害化处理后的磷石膏为主要原料，按使用需要添加一定比例的其他成分制成的、适用于生态修复并有利于植物生长的复合材料。

3.2

阻水材料 water resistance material

以无害化处理后的磷石膏为主要原料，按使用需要添加一定比例的其他成分制成的、硬化后具有一定强度及防渗性能的复合材料。

3.3

保水材料 water preservation material

以无害化处理后的磷石膏为主要原料，按使用需要添加一定比例的其他成分制成的、具有一定的保水性能的复合材料。

3.4

露天场地 open-air site

需要进行生态修复的露天开采挖掘区、地下开采塌陷区、取土场等完全开放式场地。

3.5

回填 backfill

利用无害化处理后达到要求的磷石膏替代砂、石、土等生产材料，用于充填露天场地的工程活动。

4 总体要求

4.1 采用磷石膏基植生材料进行生态修复，应根据所处区域的自然地理条件、生态恢复和环境治理技术及经济条件，兼顾安全性、经济性、适用性采取切实可行的生态修复措施。

4.2 生态修复方案应符合国土空间规划的规定和要求，并保持科学性、前瞻性和实用性相统一。

4.3 进行回填及生态修复前，修复方案应涵盖技术措施、实施计划、环境污染管控措施、突发环境事件应急处理措施等。

4.4 露天场地经生态修复后，应保持稳定且不产生新的塌陷、污染等安全隐患。

4.5 应建立检查维护制度，定期开展生态修复监测，保障工程安全和修复效果；应建立档案管理制度，收集整理生态修复涉及的相关资料，包括但不限于以下内容：

——勘察、设计、施工、监理工程验收资料；

——回填材料的原料来源、特征指标和回填位置等资料；

——应急处置、后期监测、成效评估等管理资料。

5 材料要求

用于生态修复的磷石膏基植生材料中重金属及无机物含量、以及其浸出液中特征污染物的含量应符合DB 5117/T 75的要求。

6 实施要求

6.1 选址

6.1.1 选择开展生态修复的露天场地不得位于生态红线区域、自然保护区饮用水水源保护区、基本农田保护区以及其他环境敏感区域之内。

6.1.2 场地应进行场地稳定性评估，应满足开展生态修复的要求，并做出建设场地适宜性评价。

6.1.3 场地及周边区域应开展环境本底调查，并按照 HJ 25.3 的要求进行环境风险评估，重点评估对地下水、地表水及周边土壤的环境污染风险，使生态修复工程环境风险在允许的范围内。

6.2 设计

6.2.1 生态修复工程设计内容应包括地基基础及地下水导排系统、场地修整及防渗系统、回填及渗滤液收集系统、植被和生态系统构建、监测系统等。

6.2.2 修复场地及周边存在滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面沉降、山体崩塌等地质灾害风险

时，应进行风险防控和治理的设计。

6.2.3 工程设计方案应与地形地貌、地质条件等现场情况相结合，并与周边自然环境及建构筑物相协调。

6.2.4 应设置截洪沟和排水沟，防止周边洪水直接冲刷磷石膏基材料填充体。截洪沟、排水沟等的走线应充分利用原有地形，沿等高线方向设置，应使雨水导排顺畅且避免过度冲刷。垂直于等高线坡面方向设置时，纵向坡比不宜小于0.3%坡度，坡度不宜大于25°。

6.2.5 矿山区域内的生态修复设计应在编制完成矿山生态修复方案的基础上进行，并符合 HJ 652 的相关要求。

6.3 污染防控

6.3.1 防渗系统应满足对以下要求：

a) 当天然基础层饱和渗透系数不大于 1.0×10^{-5} cm/s，且厚度不小于 0.75 m时，可以采用天然基础层作为防渗衬层；

b) 当天然基础层不满足前述防渗条件时，可采用改性压实粘土类衬层，或使用具有同等以上隔水效力的其他材料构筑防渗衬层，其防渗性能应至少相当于渗透系数为 1.0×10^{-5} cm/s 且厚度为 0.75 m 的天然基础层；

c) 存在涌泉或地下水出露的场地，应铺设耐腐蚀 HDPE 土工膜，土工膜应符合 CJ/T 234 的相关要求且厚度不小于 1.5 mm，并设地下水导排系统，防止地下水进入磷石膏基材料填充体内。

6.3.2 渗滤液收集应满足以下要求：

a) 应在磷石膏基材料填充体底部设渗滤液收集和导排系统；

b) 应结合原有地形情况设置渗滤液收集池进行雨污分流，收集池混凝土防水性能不小于 P8。

6.4 施工

6.4.1 边坡修整

6.4.1.1 场地开展边坡修整时，稳定边坡应采用清除局部突出物及坡面整平处理措施，不稳定边坡宜采用放坡、清坡、卸渣、支护等处理措施，处理后满足边坡稳定性要求。

6.4.1.2 应分级放坡保证边坡的稳定性的情况包括：

——处理后的土质和软质岩石边坡角大于 60°、坡高大于 8 m；

——处理后的硬质岩石边坡角大于 75°、坡高大于 15 m。

6.4.2 场地平整

6.4.2.1 清除局部突出物和废矿（废弃石、砂、土等），并做好回收利用。

6.4.2.2 场地应平整、压实、无裂缝、无松土，表面应无积水、石块、树根及尖锐杂物。

6.4.3 地下水导排及渗滤液收集

6.4.3.1 地下水导排及渗滤液收集系统管道沟槽开挖槽底、槽壁应平整，排水坡度应符合设计和施工规范的规定。

6.4.3.2 管道的材料、规格、压力等级和加工质量符合设计规定，管内不得有泥、砂等杂物。

6.4.4 防渗层处理

6.4.4.1 改性压实粘土类衬层施工时应压实，压实系数大于 0.92。

6.4.4.2　采用 HDPE 膜 HDPE 土工膜的材料规格和质量应符合 CJ/T 234 的要求，并满足修复设计要求。

6.4.5　回填

6.4.5.1　场地回填时选用无害化处理后的磷石膏或者磷建筑石膏及其混配材料。
6.4.5.2　回填时应分层压实，分层厚度 0.4 m～0.6 m，虚铺厚度不大于 0.8 m，压实系数大于 0.90。
6.4.5.3　回填过程中应控制堆体的坡度，确保堆体的稳定性。
6.4.5.4　回填过程中需对回填物进行分层碾压，以防止沉陷。

6.5　植被恢复

6.5.1　植物群落构建

6.5.1.1　植物群落构建应根据场地岩土性质，选择适宜植被种类和群落组成方案，平地型场地宜构建非食用类乔、灌、草、花植物群落，边坡场地宜构建灌、藤、草、花植物群落。
6.5.1.2　植物群落构建应根据重构土壤土质特征（植生基质）、水利化程度（灌溉保证率）及小区域先锋植被等因素进行设计和选择，不应选用可导致生态危害的外来入侵物种及绞杀植物。
6.5.1.3　植物群落构建应综合考虑植物配置、组成、密度等因素，确保恢复后的植物群落结构合理、功能性强，避免出现物种多样性低、群落结构简单、生态系统功能退化。

6.5.2　材料配制

6.5.2.1　阻水材料宜使用无害化处理后的磷石膏与胶凝固化材料（水泥或建筑石膏粉）、碱性调节剂（石灰石）以及减水剂等按照一定比例配置，硬化后应具有一定强度及防渗性能。选用的水泥应符合 GB 175 的相关要求。
6.5.2.2　磷石膏基植生材料按不同的配料和比例，包含以下二类：

——A 类植生材料，使用无害化处理后的磷石膏与磷尾矿、有机质、保水剂、微生物菌剂等物质按照一定比例配置，其中无害化处理后的磷石膏及磷尾矿为 40%～60%、其他材料为 20%～40%，适用于保水层；
——B 类植生材料，使用无害化处理后的磷石膏、磷尾矿、土壤、有机质、肥料、营养液、保水剂、微生物菌剂等物质按照一定比例配置，无害化处理后的磷石膏及磷尾矿为 35%～65%、其他材料为 65%～35%，适用于种植层。

6.5.3　植被种植

6.5.3.1　整治后坡面倾角小于 15° 的平地型场地，按照阻水层、保水层、种植层分层构建植生基质，见附录 A 中图 A.1。各层材料选择与厚度如下：

——阻水层选用阻水材料，厚度宜为 20 cm～30 cm；
——保水层宜选用 A 类植生材料，厚度宜为 120 cm～150 cm；
——种植层宜选用 B 类植生材料，种植草、灌时厚度宜为 10 cm～20 cm，种植浅根性乔木时厚度宜为 20 cm～30 cm，种植深根性乔木时厚度宜为 30 cm～50 cm。

6.5.3.2　坡面倾角大于 25° 的边坡场地，参照 TD/T 1070.4 进行生态修复。
6.5.3.3　坡面倾角 15° ～25° 的其它场地，构建植生基质的要求如下：

——基质厚度、调配参数及配比应结合地形地貌、岩土性质及风化程度、裂隙发育程度、降水量、施工方法、坡度等因素综合考虑，现场小范围试验并检测合格后再开展整个场地施工工作；

——可根据现场实际情况参考平地型场地或边坡场地执行。

7 监测要求

7.1 生态修复期间，应按照行政部门批复的《安全预评价报告》《环境影响评价报告》《水土保持报告》等相关文件的具体要求进行监测。
7.2 应建立监测制度，制定监测方案，对安全、环境影响、水土保持等方面开展监测，保存原始监测记录。
7.3 矿山地区生态修复项目竣工后，按照 GB 3838、TD/T 1070.1、TD/T 1017.4 的要求进行相关监测。

8 验收和管护要求

8.1 工程验收要求

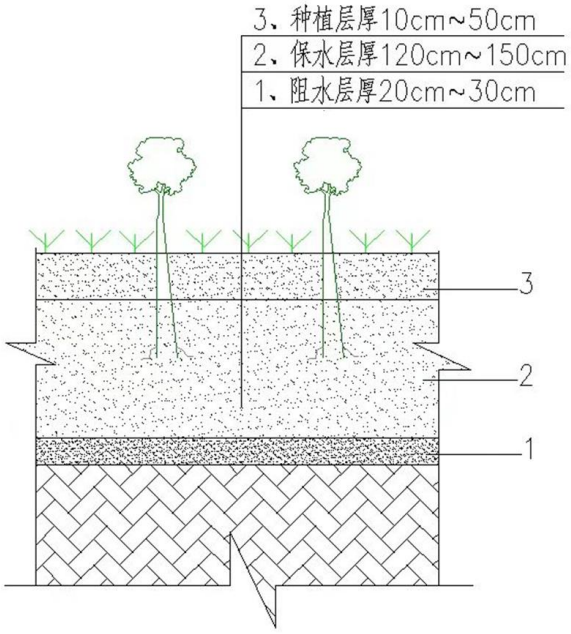
8.1.1 生态修复场地中的边坡工程质量验收要求应符合 GB/T 51351 的规定。
8.1.2 生态修复场地中的截排水工程质量验收要求应符合 GB 50141 的规定。
8.1.3 生态修复工程质量要求应符合 TD/T 1070.1 的规定。

8.2 植被管护要求

8.2.1 场地周边应设置警示标志、围挡等，避免人畜进入场地破坏植物群落。
8.2.2 应根据植物习性和土壤湿度及时浇水，保证水分供应。
8.2.3 养护用水水质应符合 GB 5084 的有关规定。
8.2.4 根据植物生长状况可采取相应的施肥措施，肥料的使用应符合 HJ 555 的有关规定。
8.2.5 病虫害防治应采用生物防治方法和生物农药、高效低毒农药及其他对环境影响较小的防治措施。
8.2.6 目的植物群落为乔灌草型、灌草型时，应控制草本类植物的过度生长。
8.2.7 应及时根据植物群落生长状况采取相应补植补种措施。

附 录 A
（规范性）
植生基质层构建示意图

生态修复场地中植生基质层构建示意图见图A.1。



标引序号说明：

1——阻水层，阻水材料；

2——保水层，A类植生材料；

3——种植层，B类植生材料。

图A.1 生态修复场地植生基质层构建示意图