

T/QAS

青海省标准化协会团体标准

T/QAS XXX—XXXX

高寒矿区冻土层重构技术规程 第3部分： 阻水层

Technical Code for Frozen Soil Layer Reconstruction in Alpine Mining Areas –

Part 3: Waterproof Layer

(征求意见稿)

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

青海省标准化协会 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	1
4 基本要求	2
5 物质组成	2
6 工程施工	2
7 注意事项	3
8 矿山冻土生态环境监测与成效评估	4
附录 A（资料性） 高寒地区坡面施工基本数据调查表	5
附录 B（规范性） 煤矸石重构阻水层结构	5

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。

本文件为 T/QAS XXX《高寒矿区冻土层重构技术规程》的第1部分，T/QAS XXX 已经发布以下部分：

——第1部分：隔热透水层；

——第2部分：保水层；

——第3部分：阻水层。

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。

本文件由北京林业大学提出。

本文件由青海省标准化协会归口。

本文件起草单位：北京林业大学、广东中煤地质生态环境有限公司、河南恒睿机械制造有限公司、青海大学、中国煤炭地质总局广东煤炭地质局勘查院。

本文件主要起草人：杨海龙、史常青、杨建英、贺康宁、李飞、董世远、董睿昊、李润杰、张永坤、鲁长金、武淼辰、尹文天、张巍、张颂扬、杨思远、杨鹏辉、王小展、朱琳、李成、宁康超、陈健、谢家豪、李立雄。

高寒矿区冻土层重构技术规程 第3部分：阻水层

1 范围

本文件规定了高寒矿区冻土层重构的基本要求、物质组成、工程施工、注意事项及矿山冻土生态环境监测与成效评估。

本文件适用于海拔 3000m 以上、年平均气温低于 5℃的高寒煤矿区重构冻土层中的阻水层重构。

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，其最新版本适用于本文件。

- GB/T 29163 煤矸石利用技术导则
- HJ 651 矿山生态环境保护与恢复治理技术规范(试行)
- NY/T 3034 土壤调理剂 通用要求
- DB14/T 1114 煤矸石填埋造田技术规程
- DB14/T 1217 粉煤灰与煤矸石混合生态填充技术规范
- DB32/T 4077.1 矿山生态修复工程技术规程 第1部分：通则
- DB63/T 1797 退化高寒湿地冻土保育型修复技术规程
- DB63/T 1974 高寒矿区植被恢复技术规程
- T/CSOTE 0003 矿山生态环境修复工程技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

冻土层重构

通过系统性的人为干预措施，对受到扰动、退化或不稳定的冻土层进行全面的修复、改造和优化的过程，旨在恢复或提升其工程性能和生态功能，以满足特定的工程需求和环境保护目标。

3.2

阻水层

在距离地表土体一定深度设置的近似无缝的不透土层。具有良好的阻水性能，能够有效减少土体水分向下的入渗量，从而达到减少土体渗漏的问题。

3.3

矸石功能层

通过按照一定比例煤矸石级配组合，构成缓解水分下渗的煤矸石层。

3.4

入渗率

指单位时间内单位面积土体基质通过流体（通常是水）的体积，单位为 mm/min。

3.5

阻水率

用来描述防水材料阻水性能的数值。具体公式计算：阻水率=(1-初始入渗率/稳定入渗率)×100%。

4 基本要求

4.1 位置

在距离重构土体 60cm~80cm 深处施加防水材料，构建阻水层，阻止土体水分向下渗漏；再将不同煤矸石粒径组配覆盖在阻水层之上，减小水分下渗速率，保持水分。改善在低温季节高寒矿区的外排土场土体内部无法形成冻土而造成水源涵养能力下降等问题。

4.2 厚度

改性阻水层的总厚度约为 100mm，结构自上而下依次为：100mm 的煤矸石功能层：缓解土体内水分的下渗速率，保持水分；为植被根系的生长提供良好的生长空间 4mm~6mm 阻水层：阻止水分继续向下渗漏，增加土体内的含水量。

4.3 阻水性能

水分入渗量与阻水性能成反比，水分入渗量越小，材料的阻水性能越好。一般认为，当施加防水材料后的土体水分入渗量较未施加防水材料的减少 90%以上，阻水效果良好，因此阻水材料的阻水率应控制在此数值以上。

4.4 植物群落与种植密度

以乡土材料为基础，合理进行乔、灌、草的层次搭配，建立相对稳定的复层立体结构的植物群落；合理确定常绿与落叶苗木的搭配比例和苗木的种植密度。

4.5 配置方式与管护技术

应因地制宜，根据不同气候条件、地址条件，分别选用不同的植物品种和植物配置方式、栽植管护技术。

5 物质组成

5.1 煤矸石功能层主体材料

煤矸石功能层选用的煤矸石级配(粒径 Φ : $1\text{mm} \leq \Phi \leq 2\text{mm}$ 、 $0.5\text{mm} \leq \Phi \leq 1\text{mm}$ 、 $\Phi < 0.5\text{mm}$)为 2: 5: 3，在填充中控制煤矸石容重在 $1.60\text{g}/\text{cm}^3 \sim 1.75\text{g}/\text{cm}^3$ 。

5.2 重构阻水层功能材料

为实现煤矸石土体阻水与生态的双重效益，采用生态友好型阻水材料：亲水型聚氨酯(W-OH)和聚丙烯酰胺(PAM)，W-OH 水溶液浓度在 3.5%~4.5%，喷洒量为 $2.5\text{L}/\text{m}^2 \sim 3.5\text{L}/\text{m}^2$ ；PAM 施加剂量为 $0.04\text{g}/\text{cm}^2 \sim 0.07\text{g}/\text{cm}^2$ ，为后期植物生长提供水分支撑。

6 工程施工

6.1 施工准备

6.1.1 现场勘察

按 GB/T 43935-2024 规定，对施工场地进行了全面调查评估。内容主要包括场地位置、面积及开采历史等基本情况，自然环境条件如地形地貌、气候和水文特征，以及现有防护设施的状况，如挡土墙和护坡的稳定性。同时，评估崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害风险，并对施工风险进行了综合分析。确保施工场地稳定性。见附录 A。

6.1.2 施工准备

施工现场配备小型挖掘机，以便进行基础处理和土壤压实工作。同时，使用粉碎机对大块煤矸石进行粉碎，以确保其粒径适合后续使用。通过筛分机，可以获得不同粒径的煤矸石块石，从而满足不同施工需求。

6.2 施工步骤

6.2.1 基础准备

使用小型挖掘机对场地进行全面清理，清除表层土壤、植被和积雪等覆盖物，随后安排人工清理残留的杂物、碎石和树根，确保基础面清洁度满足施工要求。清理过程中应注意保护周边环境，合理规划弃土区域。

6.2.2 材料选择与准备。

选用粒径小于 2mm 的煤矸石作为煤矸石功能层的材料。在材料进场前，需进行取样检测，以确保其物理性能符合设计要求。对进场的煤矸石废弃物采用机械筛分设备进行颗粒分级，筛分后将符合粒径范围的煤矸石颗粒整齐堆放在待铺设区域，作为备用材料。

6.2.3 分层铺设

喷洒浓度为 3.5%~4.5% 聚氨酯 (W-OH) 水溶液，喷洒量为 $2.5\text{L}/\text{m}^2 \sim 3.5\text{L}/\text{m}^2$ ；或均匀撒播聚丙烯酰胺 (PAM)、撒播量为 $0.04\text{g}/\text{cm}^2 \sim 0.07\text{g}/\text{cm}^2$ 。在上层继续铺设煤矸石。煤矸石重构阻水层结构见附录 B。

6.2.4 压实

采用小型挖掘机的履带对铺设完成的煤矸石层进行压实，由外向内、由边缘到中心进行 4 次~6 次重复碾压，每次碾压错开轮迹避免漏压。目测基质表面平整度，检查凹陷或突起，并用直尺或水平仪测量；观察是否有水分积聚，积水表明压实度不足；用手按压感受硬度，适当压实应坚固但不过硬；洒水观察渗透速度，理想情况下水应迅速渗透；最后，轻踩基质表面，检查是否有明显下沉或变形，适当压实应能承受一定重量。既保证结构稳定又维持适当孔隙率。压实过程中及时检测并调整不均匀处，确保整体压实质量。

7 注意事项

施工应合理选择时间窗口（通常为 6 月~8 月），避开冻土融化期和初冻期，以确保施工质量和安全。确保 W-OH、PAM 等材料清洁无污染，并在干燥天气下严格按照设计要求进行分层铺设。为保障高海拔施工安全，施工人员需进行高原适应性训练并配备氧气设备。施工期间严格执行质量管理，每道工序完成后及时检查，确保符合设计要求并达到预期效果。

8 矿山冻土生态环境监测与成效评估

8.1 冻土监测

在修复区布设冻土温度自动观测系统，对保温保水基质层覆盖前后的冻土特征值（活动层厚度，活动层土壤温度，冻土温度，多年冻土埋深）进行监测。

8.2 土层水分监测

在铺设阻水层的区域，在阻水层上方土层垂直方向上按一定距离布设水分传感器，数据采集器每 30min 记录一次土壤含水量，记录 12 个月，并布设小型气象站记录 12 个月的温度、湿度、降雨量。通过分析土层含水量数据评价矸土层内部的入渗性能。

附录 A

(资料性)

高寒地区坡面施工基本数据调查表

高寒地区坡面施工基本数据调查表见表 A.1。

表 A.1 高寒地区坡面施工基本数据调查表

调查日期:		调查地点:	
调查人员:		海拔高度:	
坡向:		坡度:	坡长:
坡形:	<input type="checkbox"/> 直坡 <input type="checkbox"/> 凸坡 <input type="checkbox"/> 凹坡 <input type="checkbox"/> 复合坡		
坡面位置:	<input type="checkbox"/> 上坡 <input type="checkbox"/> 中坡 <input type="checkbox"/> 下坡		
基岩类型:	土壤类型:	土壤厚度 (cm):	
冻土情况:	<input type="checkbox"/> 连续多年冻土 <input type="checkbox"/> 不连续多年冻土 <input type="checkbox"/> 季节性冻土 <input type="checkbox"/> 无冻土		
活动层厚度 (cm):			
植被类型:		植被覆盖度 (%):	
积雪厚度 (cm):			
融雪情况	<input type="checkbox"/> 无融雪 <input type="checkbox"/> 轻微融雪 <input type="checkbox"/> 明显融雪 <input type="checkbox"/> 强烈融雪		
地表水情况	<input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/> 间歇性 <input type="checkbox"/> 持续性		
冻融循环	<input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/> 轻微 <input type="checkbox"/> 中度 <input type="checkbox"/> 严重		
岩土风化程度	<input type="checkbox"/> 轻微 <input type="checkbox"/> 中度 <input type="checkbox"/> 严重		
地质灾害	<input type="checkbox"/> 冻胀 <input type="checkbox"/> 热融沉降 <input type="checkbox"/> 滑坡 <input type="checkbox"/> 崩塌 <input type="checkbox"/> 泥石流 <input type="checkbox"/> 其他_____		
现有防护措施	<input type="checkbox"/> 挡土墙 <input type="checkbox"/> 排水沟 <input type="checkbox"/> 植被恢复 <input type="checkbox"/> 保温材料 <input type="checkbox"/> 其他_____		
施工难度评估	<input type="checkbox"/> 低 <input type="checkbox"/> 中 <input type="checkbox"/> 高		
施工季节建议	<input type="checkbox"/> 春 <input type="checkbox"/> 夏 <input type="checkbox"/> 秋 <input type="checkbox"/> 冬		
特殊施工要求 :			
备注:			

附录 B
(规范性)
煤矸石重构阻水层结构

煤矸石重构阻水层结构见图 B. 1。

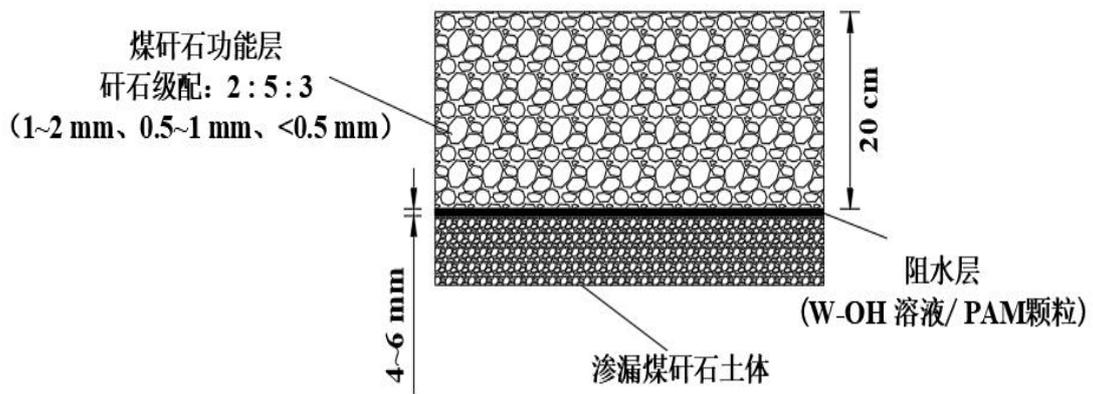


图 B. 1 煤矸石重构阻水层结构示意图

参 考 文 献

- [1] 矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范（GB/T 43935-2024）
 - [2] 矿山生态修复技术规范；第 2 部分：煤炭矿山（TD/T 1070.2-2022）
 - [3] 矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范（DZ/T 0223-2011）
-