

T/GRM

中关村绿色矿山产业联盟团体标准

T/GRM 164—2026

液体介入煤矸红外识别技术要求

Technical requirements for infrared identification of coal and gangue contaminated
with liquids

2026 - 04 - 02 发布

2026 - 04 - 02 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 | 1 |
| 4 技术要求 | 1 |
| 5 设备与材料 | 2 |
| 6 安全与环保 | 3 |

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。

本文件由中关村绿色矿山产业联盟提出并归口。

本文件起草单位：中国矿业大学（北京）、山西工程技术学院、山西中宏环能矿山科技有限公司、山西中宏智控科技有限公司、山西潞安环保能源开发股份有限公司王庄煤矿、山西吉昌泰矿山工程技术有限公司、北京昊华能源股份有限公司、华电煤业集团有限公司、国能数智科技开发（北京）有限公司、国能神东煤炭集团有限责任公司哈拉沟煤矿、冀中能源股份有限公司梧桐庄矿、河北工程大学、河南理工大学、安徽理工大学、内蒙古科技大学。

本文件主要起草人：张锦旺、王家臣、杨胜利、付宏伟、崔宏瑞、吴培林、何庚、郝兵元、薛令光、李良晖、范天瑞、彭杨皓、黄田、张艺鹏、王逢辰、张宇、孙少龙、李小萌、李兆欣、杨柳、卜庆为。

本文件为首次发布。

液体介入煤矸红外识别技术要求

1 范围

本文件规定了液体介入煤矸红外识别的技术要求、设备与材料、安全与环保。
本文件适用于煤炭开采与洗选过程中的煤矸红外识别。

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/T 5549 表面活性剂 用拉起液膜法测定表面张力
GB/T 15818 表面活性剂生物降解度试验方法
GB/T 31188 化学清洗废液处理技术规范
AQ 1043 矿用产品安全标志标识
MT/T 1188 综采工作面综合防尘技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

液体介入 liquid intervention

通过喷洒清水或其他液体至煤矸混合体表面，调节煤、矸石表面的温度场，主动增大煤、矸石在红外图像上差异的手段。

3.2

红外检测 infrared testing

基于红外辐射原理，通过红外检测系统观察或记录被测物体红外辐射的检测方法。

3.3

含矸率 gangue content

煤中粒度大于设定阈值的矸石质量分数。

3.4

发射率 emissivity

在相同光谱范围内，一个物体的辐射亮度与处于相同温度下黑体的相应辐射亮度之比。

3.5

喷洒系统 spray system

一种由流体输送单元、控制单元、分配管路及雾化喷头等核心部件构成的集成化流体应用系统。

3.6

煤矸混合体 the mixture of coal and gangue

煤炭开采与洗选过程中，煤与煤矸石形成的混合物料体。

4 技术要求

4.1 工作流程

工作流程应包括液体介入、红外图像采集与处理、温差分析与煤矸识别、含矸率计算。

4.2 参数确定要求

液体介入技术参数应符合表1的规定。

表1 液体介入技术参数

| 参数 | 标准值 | 备注 |
|------|----------------|----------------------------|
| 液体种类 | 清水或表面活性剂 | 常规工况优先选用清水；高粉尘环境下，可选用表面活性剂 |
| 液体温度 | 不低于0℃，且不大于环境温度 | 环境温度指作业现场实时监测的空气温度 |
| 介入次数 | 一次介入或二次介入 | 一次介入后煤矸温差未达到0.5℃时，应采用二次介入 |

4.3 红外图像采集与处理

4.3.1 红外图像采集系统应实时接收并处理红外视频流，从红外视频流完整接收至图像处理与识别结果输出的全链路端延时不应大于40 ms。

4.3.2 红外图像采集系统应具备图像增强、噪声过滤与温度场分析功能。

4.4 温差分析与煤矸识别

4.4.1 液体介入后0~3 s内煤与矸石达到最大温差，在此期间进行煤矸识别，典型有效温差为0.5℃及以上。

4.4.2 煤矸识别应采用基于特征温差和纹理特征的智能识别算法，识别算法应按温差、纹理、几何特征等因素对煤矸区域分割，识别准确率不应低于95%。

4.5 含矸率计算

含矸率应基于红外图像中煤与矸石区域的像素数量，并结合煤与矸石的实测密度。按下式(1)计算：

$$GMR = \frac{A_g \times \rho_g}{A_g \times \rho_g + A_c \times \rho_c} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

GMR ——含矸率，%；

A_g ——矸石区域像素数量；

A_c ——煤区域像素数量；

ρ_g ——矸石的实测密度，单位为 kg/m^3 ；

ρ_c ——煤实测密度，单位为 kg/m^3 。

5 设备与材料

5.1 喷洒系统

5.1.1 喷洒系统部件设置应符合MT/T 1188的规定，应有防止砸坏措施，便于安装和维护。

5.1.2 喷洒系统喷嘴宜具备防堵塞设计，喷雾压力不应低于8.0MPa。

5.1.3 喷洒系统宜配备清洁装置，应定期清理喷嘴及管路残留液体。

5.2 红外检测设备

红外检测设备参数应符合表2的规定。

表 2 红外检测设备参数

| 参数 | 要求 |
|-------|-------------------|
| 测温范围 | -25℃~ 550℃ |
| 热灵敏度 | 不大于0.05K |
| 发射率 | 0.01~ 1.0 |
| 光谱带宽 | 8~ 14μm |
| 防爆等级 | 煤矿用防爆认证Ex ia I Mb |
| 像素分辨率 | 不小于256×192像素 |

5.3 介入液体

介入液体应无毒性、无刺激性气味，对检测设备无腐蚀性，不对后续煤炭分选产生干扰。典型有效工作温度宜为5℃~ 35℃，在地面寒冷环境应用时，介入液体应添加防冻剂。不同介入液体参数应符合表3的规定。

表 3 不同介入液体参数

| 液体类型 | 适用条件 | 浓度要求 | 分类判定依据 |
|------------|-----------------|---------------------------------|----------------------------------|
| 清水 | 常规环境 | — | — |
| 传统化学表面活性剂 | 高粉尘环境，非直接接触人体环境 | 0.02wt%~ 0.15wt%，典型有效浓度值0.08wt% | 符合GB/T 5549中表面活性的规定 |
| 生态友好型表面活性剂 | 高粉尘环境，直接接触人体环境 | 0.02wt%~ 0.15wt%，典型有效浓度值0.08wt% | 符合GB/T 15818中生物降解率大于90%，且无毒、无刺激性 |

6 安全与环保

6.1.1 红外设备应符合 AQ 1043 的规定，取得煤矿矿用产品安全标志，并符合煤矿防爆认证的规定。

6.1.2 废弃液体和反应残留物收集处理应符合 GB/T 31188 的规定。