

T/GRM

中关村绿色矿山产业联盟团体标准

T/GRM XX —2026

液体介入煤矸红外识别技术规范

Technical specification for infrared identification of coal gangue by liquid intervention

征求意见稿

2026-XX-XX发布

2026-XX-XX实施

中关村绿色矿山产业联盟 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 识别技术	1
5 技术集成	2
6 评价指标与验证	2
7 设备与材料	3
8 质量与安全	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、吴培林，郝兵元，薛令光，李良晖，范天瑞，彭杨皓，黄田，张艺鹏，何庚，崔宏瑞，王逢辰，孙少龙，李小萌，李兆欣、杨柳、卜庆为。

液体介入煤矸红外识别技术规范

1 范围

本文件规定了液体介入煤矸红外识别的识别技术、技术集成、评价指标与验证和质量与安全。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 19870 工业检测型红外热像仪

GB/T 29183 红外热像法检测 建设工程现场通用技术要求

GB/T 45166 无损检测 红外热成像检测 总则

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

通过喷洒特定液体至煤矸混合体表面，使煤与矸石发生不同程度反应的过程。

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 refuse-content

煤中粒度大于30mm的矸石质量分数。

3.4

温降效应 temperature drop effect

液体介入后煤/矸石表面因挥发吸热导致的温度降低现象。

3.5

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。

4 识别技术

4.1 机理

利用煤、矸石物理结构特征以及化学成分组成不同，通过在煤矸混合体表面喷洒特定种类的液体，使煤、矸石与液体产生有差异的物理变化或化学反应，不同的反应热量造成煤矸表面的温度差，通过主动介入的方法增大煤、矸石在红外图像上的差异，达到显著提升煤矸识别效率的目的。煤、矸石表面结构差异导致液体介入后，煤样表面存在水滴的汇聚现象，水珠的滞留导致挥发带走更多热量，因此煤样表面温度低于矸石，形成温差不小于1.5℃，通过红外热像仪捕捉温差实现识别。

4.2 技术路线

液体介入煤矸红外识别技术路线见图1。

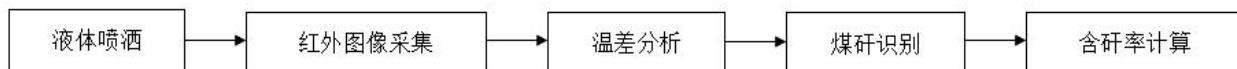


图 1 技术路线图

5 技术集成

5.1 液体介入技术

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	允许偏差
液体种类	清水或表面活性剂	—
液体温度	不大于环境温度	±10%
介入次数	一次介入或二次介入	—

5.2 图像处理与识别

5.2.1 图像处理与识别应实时接收并处理红外视频流。

5.2.2 图像处理与识别应具备图像增强、噪声过滤、温度场分析功能。

5.2.3 图像处理与识别应内置基于特征温差和纹理特征的智能识别算法，应确分割和分类煤与矸石。

5.2.4 图像处理与识别应输出控制信号驱动后续分选执行机构。

5.3 温差监测与识别

5.3.1 介入后0~5 s内应捕捉矸石温度与煤温度的最大温差。

5.3.2 最大温差应达到1.5℃及以上。

5.4 含矸率计算

含矸率应基于红外图像分区灰度直方，按下式计算：

$$GMR = \frac{A_g}{A_g + A_c} \times 100\%$$

式中：

GMR ——含矸率，%。

A_g ——为矸石区域像素面积， cm^2 ；

A_c ——为煤区域像素面积， cm^2 。

6 评价指标与验证

6.1 识别准确率

对于单个煤矸，识别准确率不应低于97%；对于煤流含矸率，识别准确率不应低于95%。

7 设备与材料

7.1 喷洒系统

- 7.1.1 在煤矸混合体表面的喷洒覆盖面积不应小于95%，同一区域喷洒量偏差不应大于10%。
- 7.1.2 喷洒系统喷嘴有具备防堵塞设计。
- 7.1.3 喷洒系统应配备清洁装置，可定期清理喷嘴及管路残留液体。

7.2 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
发射率设置	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

7.3 介入液体

介入液体宜选用清水，使用表面活性剂时，浓度宜为0.02wt%~ 0.15wt%。水温不应高于环境温度。介入液体应无毒性、无刺激性气味，不影响煤质，对检测设备无腐蚀性。不同介入液体参数见表3。

表 3 不同介入液体参数

液体类型	适用条件	浓度要求
清水	常规环境，最大温差ΔT不小于1.5℃	—
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%
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%

7.4 环境适应性

- 7.4.1 工作温度应为-25℃~50℃。
- 7.4.2 相对湿度不应大于90%。
- 7.4.3 粉尘浓度不应大于2000mg/m³。

8 质量与安全

- 8.1.1 红外设备应符合煤矿防爆认证的规定。
- 8.1.2 介入液体宜选用清水或无患子皂苷等生态友好型表面活性剂。
- 8.1.3 废弃液体和反应残留物收集与处理应符合环保规定。