

T/GRM

中关村绿色矿山产业联盟团体标准

T/GRM 148—2026

煤基固体废物综合利用通用技术要求

Technical requirements for comprehensive utilization evaluation of coal based solid waste

2026 - 02 - 11 发布

2026 - 02 - 12 实施

目 次

前 言 II

1 范围 3

2 规范性引用文件 3

3 术语和定义 3

4 基本要求 3

5 检测方法 7

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：江苏地质矿产设计研究院（中国煤炭地质总局检测中心）、中能化江苏地质矿产设计研究院有限公司、中能化江苏矿山生态研究院有限公司、中国矿业大学、中国地质调查局发展研究中心、神华准能资源综合开发有限公司、安徽理工大学、陕西煤业化工集团有限责任公司、徐州华润电力有限公司、安徽恒源煤电股份有限公司。

本文件主要起草人：赵恒、张谷春、王彦君、胡荣华、吴求刚、王新富、何建国、章梅、朱士飞、冯启言、王庆平、刘志逊、吴国强、秦云虎、王双美、刘大锐、张静、彭国峰、张宁、郑向东。

煤基固体废物综合利用通用技术要求

1 范围

本文件规定了煤基固体废物综合利用的基本要求和检测方法。

本文件适用于煤基固体废物在发电和采暖供热，水泥、砖、混凝土、采空区充填材料、地质聚合物注浆材料等建筑材料，复合肥料、土壤改良剂、环境修复材料、化工原料等方面的综合利用。

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 15618 土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）
GB 6566 建筑材料放射性核素限量
GB/T 1345 水泥细度检验方法
GB/T 1346 水泥标准稠度用水量凝结时间安定性检验方法
GB/T 1574 煤灰成分分析方法
GB/T 1596 用于水泥和混凝土中的粉煤灰
GB/T 176 水泥化学分析方法
GB/T 19227 煤中氮的测定方法
GB/T 208 水泥密度测定方法
GB/T 211 煤中全水分的测定方法
GB/T 212 煤的工业分析方法
GB/T 213 煤的发热量测定方法
GB/T 214 煤中全硫的测定方法
GB/T 21650.1 压汞法和气体吸附法测定固体材料孔径分布和孔隙度
GB/T 2847 用于水泥中的火山灰质混合材料
HJ 761 固体废物有机质的测定 灼烧减量法
HJ/T 299 固体废物浸出毒性浸出方法
JGJ 52 普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准
JTJ 3441 公路工程无机结合料稳定材料试验规程
MT/T 1086 煤和焦炭灰中常量和微量元素测定方法X荧光光谱法
NY/T 1980 肥料和土壤调理剂 急性经口毒性试验及评价要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

煤基固体废物 coal based solid waste

煤炭生产、加工和消费过程中产生的不需要或暂时没有利用价值被遗弃的煤矸石、露天矿剥离物、煤泥、粉煤灰等固态或半固态物质。

4 基本要求

4.1 燃烧用煤基固体废物

燃烧用煤矸石性能应符合表1的规定，燃烧用煤泥性能应符合表2的规定。

表 1 燃烧用煤矸石性能

名称	项目	技术要求
煤矸石	发热量 ($Q_{\text{net.at}}$) / (kJ/kg)	≥ 5000
	全硫 ($S_{\text{t.d}}$) / %	≤ 3
	灰分	$\leq 70\%$

表 2 燃烧用煤泥性能 (与煤矸石混烧时)

名称	项目	技术要求
煤泥	发热量 ($Q_{\text{net.at}}$) / (kJ/kg)	8360~16720
	全硫 ($S_{\text{t.d}}$) / %	≤ 3
	全水 (M_t) / %	≤ 25

4.2 建材用煤基固体废物

4.2.1 烧结砖用煤基固体废物

烧结砖用矸石性能应符合表3的规定, 烧结砖用粉煤灰性能应符合表4的规定, 烧结砖用炉渣性能应符合表5的规定。

表 3 烧结砖矸石性能

项目	技术要求
二氧化硅 (SiO_2) 质量分数/%	55~70
三氧化二铝 (Al_2O_3) 质量分数/%	15~25
活性指数/%	≥ 60
放射性	$I_{\text{Ra}} \leq 1.0, I_r \leq 1.0$

表 4 烧结砖粉煤灰性能

项目	技术要求
粒径/mm	≤ 3
堆积密度 kg/m^3	≤ 800
含水量/%	≤ 20
发热量 $Q_{\text{net.at}}$ / (kJ/kg)	≥ 4187
三氧化二铁 (Fe_2O_3) 质量分数/%	≤ 15
放射性	$I_{\text{Ra}} \leq 1.0, I_r \leq 1.0$

表 5 烧结砖炉渣性能

项目	技术要求
粒径/mm	≤ 10
含水量/%	≤ 20
放射性	$I_{\text{Ra}} \leq 1.0, I_r \leq 1.0$

4.2.2 水泥用煤基固体废物

水泥用煤矸石性能应符合表6的规定, 水泥用粉煤灰性能应符合表7的规定。粉煤灰根据燃煤品种分为F类粉煤灰 (由无烟煤或烟煤烧收集的粉煤灰) 和C类粉煤灰 (由褐煤或次烟煤烧收集的粉煤灰, 氧化钙含量一般大于或等于10%)。

表 6 水泥用煤矸石性能

项目	技术要求
二氧化硅 (SiO ₂) 质量分数/%	≥35
三氧化二铝 (Al ₂ O ₃) 质量分数/%	≤25
烧失量/%	≤10%
SO ₃ 质量分数/%	≤3.5%
火山灰性	合格
活性指数	≥60
放射性	I _{Ra} ≤1.0, I _r ≤1.0

表 7 水泥用粉煤灰性能

项目		技术要求
烧失量/%	F类粉煤灰	≤8.0
	C类粉煤灰	
含水量/%	F类粉煤灰	≤1.0
	C类粉煤灰	
SO ₃ 质量分数/%	F类粉煤灰	≤3.5
	C类粉煤灰	
游离氧化钙（f-CaO）质量分数/%	F类粉煤灰	≤1.0
	C类粉煤灰	
SiO ₂ 、Al ₂ O ₃ 和Fe ₂ O ₃ 总质量分数/%	F类粉煤灰	≥70.0
	C类粉煤灰	≥50.0
密度/（g/cm ³ ）	F类粉煤灰	≤2.6
	C类粉煤灰	
安定性（雷氏法）/（mm）	C类粉煤灰	≤5.0
活性指数/%	F类粉煤灰	≥70.0
	C类粉煤灰	
放射性		I _{Ra} ≤1.0，I _r ≤1.0

4.2.3 混凝土用粉煤灰

混凝土用粉煤灰性能应符合表8的规定。

表 8 混凝土用粉煤灰性能

项目	技术要求
细度 (45μm方孔筛筛余) /%	<12
烧失量/%	≤3
硫含量 (以SO ₃ 计) /%	≤3
MgO/%	≤3
CaO/%	≤18
SiO ₂ +Al ₂ O ₃ /%	>70
含水量/%	≤1
堆积密度/ (kg/m ³)	≤1100
放射性	I _{Ra} ≤1.0, I _r ≤1.0

4.2.4 地质聚合物注浆材料用煤基固体废物

地质聚合物注浆材料用煤基固体废物性能应符合表9的规定。

表9 地质聚合物注浆材料用煤基固体废物性能

项目	级别及技术要求		
	I级	II级	III级
活性指数/%	≥70	60~70	≤60
碳含量/%	≤6	6~20	≥20
细度（45μm方孔筛筛余）/%	≤12	12~30	≥30
需水量比/%	≤95	95~105	105~115
烧失量/%	≤5	≤8	≤10
含水量/%	≤1		
SO ₃ 质量分数/%	≤10		
放射性	I _{Ra} ≤1.0, I _r ≤1.0		

4.3 复合肥料用煤基固体废物

复合肥料用煤基固体废物性能应符合表10的规定。

表10 复合肥料用煤基固体废物性能

项目	技术要求
有机质	≥20%
微量元素总量	高于背景土壤2~10倍
粒径	≤6mm
水分	1.5~5.0%
(N+P ₂ O ₅ +K ₂ O)含量/%	≥10.0
Cd、Hg、As、Pb、Cr、Cu、Ni和Zn等有害元素含量/(mg/kg)	Cd<0.3 Hg<0.5 As<30 Pb<70 Cr<150 Cu<50 Ni<60 Zn<200

4.4 土壤改良用煤基固体废物

土壤改良用煤基固体废物性能应符合表11的规定。

表11 土壤改良用煤基固体废物性能

项目	技术指标
Al ₂ O ₃ 质量分数/%	<25
CaO质量分数	<5
Na ₂ O质量分数	<0.5
急性经口毒性	NY/T 1980
固体废物浸出毒性	HJ/T 299
Cd、Hg、As、Pb、Cr、Cu、Ni和Zn等有害元素含量/(mg/kg)	Cd<0.3 Hg<0.5 As<30 Pb<70 Cr<150 Cu<50 Ni<60 Zn<200

4.5 环境修复用煤基固体废物

废水环境修复用粉煤灰性能应符合表12的规定，废气环境修复用粉煤灰性能应符合表13的规定。

表12 用于废水环境修复用粉煤灰性能

项目	技术指标
Al ₂ O ₃ 质量分数/%	两者总和大于60%
SiO ₂ 质量分数/%	
急性经口毒性	NY/T 1980
潜在重金属风险元素含量	GB 15618

表13 用于废气环境修复用粉煤灰性能

项目	技术指标
CaO质量分数/%	>10
比表面积/(m ² /kg)	>800
孔隙率/%	>50

4.6 化工用煤基固体废物

含铝化工产品用煤基固体废物性能应符合表14，高岭石用煤基固体废物性能应符合表15的规定。

表 14 含铝化工产品用煤基固体废物性能

项目	技术指标	用途
Al ₂ O ₃ 质量分数/%	>40	含铝化工产品

表 15 高岭石用煤基固体废物性能

项目	技术指标	用途
高岭石/%	>80	高岭土

5 检测方法

5.1 煤质与工业分析

5.1.1 发热量

应用基低位发热量检测应按GB/T 213的规定执行。

5.1.2 工业分析

灰分、水分检测应按GB/T 212的规定执行。全水检测应按GB/T 211的规定执行。含水量检测应按GB/T 1596的规定执行。

5.1.3 全硫

全硫检测应按GB/T 214的规定执行。

5.1.4 灰成分与烧失量

二氧化硅、三氧化二铝、三氧化二铁检测按GB/T 1574的规定执行；烧失量检测按GB/T 176执行。

5.2 物理特性

5.2.1 颗粒特性

粒径检测应按JGJ 52的规定执行。细度检测应按GB/T 1345的规定执行。比表面积检测应按JTJ 3441的规定执行。

5.2.2 密度与孔隙

堆积密度检测应按JGJ 52的规定执行；密度检测应按GB/T 208的规定执行；孔隙率检测应按GB/T 21650.1的规定执行。

5.3 化学、活性与安定性指标

5.3.1 活性指标

煤矸石活性指数检测应按GB/T 2847的规定执行，粉煤灰活性指数测应按GB/T 1596的规定执行。

5.3.2 火山灰性

火山灰性检测应按GB/T 2847的规定执行。

5.3.3 安定性

安定性检测应按GB/T 1346的规定执行。

5.3.4 化学成分

三氧化硫、游离氧化钙、氧化镁质量分数检测应按GB/T 176的规定执行。

5.4 环保与安全指标

5.4.1 放射性

放射性检测应按GB 6566的规定执行。

5.4.2 重金属

Cd、Hg、As、Pb、Cr、Cu、Ni和Zn等重金属元素的检测应按GB 15618的规定执行。

5.4.3 有机质

有机质检测应按HJ 761的规定执行。

5.4.4 营养元素

微量元素含量检测应按MT/T 1086的规定执行，（N+P₂O₅+K₂O）含量检测应按GB/T 19227的规定执行。

5.4.5 急性经口毒性

急性经口毒性检测应按NY/T 1980的规定执行。

5.4.6 固体废物浸出毒性

固体废物浸出毒性检测应按HJ/T 299的规定执行。
