

中国循环经济协会团体标准
《电石渣基氢氧化钙脱硫剂分析方法》

编制说明

2022 年 6 月

一、 工作简况

任务来源：根据国家重点研发计划“固废资源化”重点专项《干法电石渣危害组分安全分离制备脱硫材料技术与示范》(2018YFC1901502)课题、《湿法电石渣快速分离纯化及脱硫过程的结晶调控技术与示范》(2020YFC1908805)课题及中国科学院绿色过程制造创新研究院自主部署项目《百万吨级电石渣短程回用技术及产业化示范》(IAGM-2019-A09)要求，由中国科学院过程工程研究所等单位负责制定本团体标准。

背景与意义：2021年6月国家发展改革委发布《关于开展大宗固体废弃物综合利用示范的通知》，目标到2025年，建设50个大宗固废综合利用示范基地，示范基地大宗固废综合利用率达到75%以上，努力推进资源节约集约循环利用，推动实现碳达峰、碳中和。

我国是世界上最大的电石生产国和消费国，依托国内丰富的煤炭资源优势，电石法PVC在中国PVC产业格局中占比较高。电石生产PVC过程排放大量电石渣，通常情况下生产1t PVC大约排放电石渣1.5-1.9t，由此产生电石渣浆约3亿吨/年（湿基，含水90%）。传统电石渣利用途径主要是水泥生产等建材行业，但双高产业的产能限制导致电石渣在传统建材领域的利用量受到较大影响，电石渣综合利用率较低，因此亟需拓展电石渣的新用途。

电石渣外观为灰白色粉末，微溶于水，呈碱性，主要成分是氢氧化钙，pH值在12以上，电石渣的大量排放造成了土地浪费、地下水污染，危害自然环境和人类健康。采用电石渣代替石灰石制备电石渣基脱硫剂进行烟气脱硫，不仅可以大幅度降低脱硫运行成本，而且还可以在根本上解决电石渣的处理问题。同时，电石渣代替石灰石进行烟气脱硫还可以实现二氧化碳减排，具有重大节能减排意义。

立项必要性：由于电石渣中含有一些大颗粒杂质和非活性钙等有害组分及少量的电石，未经规范要求会造成有效利用率低、脱硫设备磨损

严重、脱硫石膏品质降低利用难的问题。此外，目前我国还没有明确的电石渣分析检测方法，对于电石渣资源化利用方面的相关技术、标准有着迫切的需求。因此需要制定分析方法来规范操作，规避隐患，保证生产安全。已有的石灰石、石膏等的分析方法中部分内容与现有的应用体系不相适用，因此需制定新的分析方法。

牵头单位：中国科学院过程工程研究所

协作单位：北京亘源环保有限公司、河南中孚电力有限公司、中国华能集团有限公司河南分公司

主要起草人：李会泉、李少鹏、朱干宇、杨悦、邢岗、颜坤、常永生、孟子衡、王兴国、陈艳、崔炎召、王秋剑、刘鑫辉、彭宗贵。

二、工作主要过程

（一）前期准备

目前已在队伍组建、资料国标调研和技术储备三方面完成了前期准备工作。

1.队伍组建

在队伍组建上，依托研究院所研究平台和科研开发实力，结合生产企业和用户单位的实际需求，对标准所需的技术指标及相关要求进行实验验证及编制工作。中国科学院过程工程研究所为主要编制单位，北京亘源环保有限公司、河南中孚电力有限公司、中国华能集团有限公司河南分公司等单位参与了相关工作。

为充分听取电石渣资源化利用产业链上下游企业或单位及相关行业内专业人士意见，还邀请了各类意愿单位加入标准编制队伍，使本标准的编制更符合实际需求及使用现状。北京亘源环保有限公司是电石渣的处理处置企业，拥有多种类的循环利用物理分选设备，主要进行电石渣制备环保低碳脱硫剂的实际生产，对电石渣的原材料性质有较深刻的认识，北京亘源环保有限公司的加入对标准原料侧的相关要求及产品指

标编制有较大帮助；河南中孚电力有限公司及中国华能集团有限公司河南分公司在电石渣基脱硫剂相关产品的应用和市场相关的产品要求等方面有丰富经验，可承担产品应用调试落地及指标验证等工作。上述各单位通过明确的分工合作、有效的沟通机制以及资金和技术的交流互补，对本标准的编制有着重要意义。

2.资料国标调研

目前，电石渣基氢氧化钙脱硫剂产品在世界范围内并没有广泛的研究报道或生产报道。在学术研究方面，目前关于电石渣分析方面的研究集中于我国各高校及科研机构、企业等，表明我国在电石渣资源化利用方面及相关技术、标准的需求较大。目前尚未发现关于电石渣基氢氧化钙脱硫剂分析方法的标准，仅有部分报道提出脱硫剂的相关分析、产品指标，但并未明确相应的分析检测方法。因此，电石渣及电石渣基氢氧化钙脱硫剂的相关分析方法标准推进不仅有助于对脱硫剂产品的指标分析，同时有助于相应产品和技术在市场中的推广和应用。

3.技术储备

（1）中国科学院过程工程研究所负责完成电石渣旋流/风选分离的反应器模拟，研究分离过程中不同粒级、不同组成颗粒的分离规律，分析不同设备参数及动态条件对颗粒组分运动、分离的影响，研究多级组合高效分离的可行性；依据脱硫剂对烟气脱硫过程的影响规律，构建多级组合高效旋流/风选的系统流程及设备方案，优化多级旋流反应器的组合和结构参数，形成电石渣杂质高效分离的关键装备；考察并确定不同工艺参数对于多级组合高效分离系统中电石渣的粒级分离的整体影响规律。

（2）完成了电石渣中各组分分析方法的确定。中国科学院过程工程研究所通过对不同地域、不同工厂生产的电石渣进行了大量的分析研究，完成了电石渣基脱硫剂分析方法的试验和选取。系统分析了GB/T

176《水泥化学分析方法》和GB/T 5484《石膏化学分析方法》中采用干燥差减法测定附着水含量；EDTA滴定法测定氢氧化钙；EDTA滴定差减法测定氧化镁；EDTA直接滴定法测定三氧化二铁；EDTA直接滴定法测定三氧化二铝；氟硅酸钾容量法测定二氧化硅；盐酸处理法测定酸不溶物；硝酸银滴定法测定水溶性氯离子；考察了GB/T 3286.7《石灰石及白云石化学分析方法 第7部分：硫含量的测定 管式炉燃烧-碘酸钾滴定法、高频燃烧红外吸收法和硫酸钡重量法》中高频感应炉燃烧后红外吸收法测定样品全硫含量。考察了GB/T 5762《建材用石灰石、生石灰和熟石灰化学分析方法》中蔗糖钙-盐酸滴定法测定有效钙含量的方法。考察了GB/T 1345《水泥细度检验方法 筛析法》中负压筛析法测定细度。结果表明，GB/T 176、GB/T 5484、GB/T 5762、GB/T 3286.7和GB/T 1345中规定的方法对于测定样品中各组分含量具有良好的稳定性，可以满足电石渣的测定要求。

（二）标准编制指导思想

电石渣基氢氧化钙脱硫剂分析方法团体标准的编制以《中国循环经济协会标准管理办法（试行）》文件为指导，遵循《中华人民共和国标准化法》、《中华人民共和国标准化法实施条例》、《团体标准管理规定（试行）》等国家法律法规相关规定。

（三）标准起草编制过程

在本标准项目工作提出后，中国科学院过程工程研究所负责牵头，北京亘源环保有限公司、河南中孚电力有限公司、中国华能集团有限公司河南分公司参与，成立了标准编制工作组，开展具体工作。标准编制工作组的主要工作过程如下：

2021.08-11 中国科学院过程工程研究所组织其他三家单位进行多次讨论，明确本标准的编制方向与框架性内容，形成初稿；

2021.11-2021.12 申请立项；

2022.01-2022.03 编制单位进行多轮材料修改，并征求国内冶金、固废领域相关专家，形成标准草案；

2022.03-06 完成整体标准撰写，发出征求意见稿；

2022.06-07 通过团体标准中期评审会并向社会公示；

2022.07-08 形成标准送审稿，通过团体标准审查会；

2022.08-09 形成标准报批稿，送审，发布。

三、确定中循协标准主要技术内容的论据

（一）标准架构

前言

范围

规范性引用文件

术语和定义

试验的基本要求

试剂和材料

仪器与设备

试样的制备

附着水测定

细度的测定

氧化钙的测定

氧化镁的测定

三氧化二铁的测定

三氧化二铝的测定

二氧化硅的测定

酸不溶物的测定

水溶性氯离子的测定

有效钙的测定

全硫的测定

乙炔气的测定

参考文献

（二）范围

本文件规定了电石渣、电石渣基氢氧化钙脱硫剂的术语和定义，规定了电石渣基氢氧化钙脱硫剂的分析方法。

本文件适用于电石渣基氢氧化钙脱硫剂，电石渣的分析可参考本文件。

（三）术语和定义

本文件确定了 2 个术语及其定义，如下所示。

1、电石渣 calcium carbide slag

电石水解获取乙炔气后的以氢氧化钙为主要成分的废渣。

2、电石渣基氢氧化钙脱硫剂 calcium carbide slag-based calcium hydroxide desulfurizer

电石渣通过风选、旋流、浮选等多种物理、化学处理方法，进行杂质分离和净化后，得到的氢氧化钙含量达到一定范围，并应用于工业烟气脱硫过程、吸收烟气中二氧化硫（SO₂）的产品，也可称为电石渣脱硫剂。

（四）试验方法

本标准采用的电石渣基氢氧化钙脱硫剂化学分析方法如下所示：

附着水测定—干燥差减法

细度的测定—筛析法

氢氧化钙的测定—EDTA 滴定法

氧化镁的测定—EDTA 滴定差减法

三氧化二铁的测定—EDTA 直接滴定法

三氧化二铝的测定—EDTA 直接滴定法

二氧化硅的测定—氟硅酸钾容量法

酸不溶物的测定—盐酸处理法

水溶性氯离子的测定—硝酸银滴定法

有效钙的测定—蔗糖钙-盐酸滴定法

全硫的测定—高频感应炉燃烧后红外吸收法

乙炔气的测定—气袋采样-气相色谱法

四、主要试验（验证）的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效果

试验分析及综述报告：

已经开展了如下相关工作

（1）已完成电石渣旋流/风选分离的研究，所制备电石渣的性能指标，包括电石渣作为原料的现有标准中规定的指标和电石渣中氢氧化钙、杂质含量符合要求。

（2）完成了电石渣中各个指标分析方法的确定。

分别考察了GB/T 176《水泥化学分析方法》和GB/T 5484《石膏化学分析方法》中采用干燥差减法测定附着水含量；碘量法测定二氧化硫；氟硅酸钾容量法测定二氧化硅；硝酸银滴定法测定水溶性氯离子；盐酸处理法测定酸不溶物。另外考察了EDTA直接滴定法测定三氧化二铁、直接滴定法测定三氧化二铝、EDTA滴定法测定氢氧化钙、EDTA滴定差减法测定氧化镁四个指标的分析方法。在熔样阶段，本标准采用了氢氧化钾加热熔样，该熔样方法更适用于电石渣。

考察了GB/T 3286.7《石灰石及白云石化学分析方法 第7部分：硫含量的测定 管式炉燃烧-碘酸钾滴定法、高频燃烧红外吸收法和硫酸钡重量法》中高频感应炉燃烧后红外吸收法测定全硫的方法。

考察了GB/T 1345《水泥细度检验方法 筛析法》中筛析法测定细度的方法。

考察了GB/T 5762《建材用石灰石、生石灰和熟石灰化学分析方法》中蔗糖钙-盐酸滴定法测定有效钙含量的方法。

采用本标准所规定的分析方法对不同电石渣脱硫剂分析验证的支撑数据汇总如下表所示：

表1 河南电石渣脱硫剂

项目	中科院过程所分析结果/%
附着水含量/%	20.01
细度(80 μ m筛余)/%	11.62
氢氧化钙(Ca(OH) ₂)含量/%	92.00
氧化镁(MgO)含量/%	0.36
三氧化二铁(Fe ₂ O ₃)含量/%	0.21
三氧化二铝(Al ₂ O ₃)含量/%	0.58
二氧化硅(SiO ₂)含量/%	2.26
酸不溶物含量/%	1.38
水溶性氯离子(Cl ⁻)%	0.03
有效钙含量/%	86.80
全硫含量/%	0.45
乙炔气含量/mL/g	0.0228

表2 青海电石渣脱硫剂

项目	中科院过程所分析结果/%
附着水含量/%	0.44
细度(80 μ m筛余)/%	18.34
氢氧化钙(Ca(OH) ₂)含量/%	85.44
氧化镁(MgO)含量/%	0.13
三氧化二铁(Fe ₂ O ₃)含量/%	0.47
三氧化二铝(Al ₂ O ₃)含量/%	1.00
二氧化硅(SiO ₂)含量/%	3.63
酸不溶物含量/%	1.53
水溶性氯离子(Cl ⁻)%	1.10
有效钙含量/%	67.97
全硫含量/%	0.57
乙炔气含量/mL/g	0.0196

表3 新疆电石渣脱硫剂

项目	中科院过程所分析结果/%
附着水含量/%	2.05
细度(80 μ m筛余)/%	11.70
氢氧化钙(Ca(OH) ₂)含量/%	88.72

氧化镁 (MgO) 含量/%	0.06
三氧化二铁 (Fe ₂ O ₃) 含量/%	0.38
三氧化二铝 (Al ₂ O ₃) 含量/%	0.93
二氧化硅 (SiO ₂) 含量/%	3.38
酸不溶物含量/%	1.67
水溶性氯离子 (Cl ⁻) %	0.04
有效钙含量/%	78.61
全硫含量/%	1.91
乙炔气含量/mL/g	0.1338

表4 安徽电石渣脱硫剂

项目	中科院过程所分析结果/%
附着水含量/%	3.45
细度 (80μm筛余) /%	24.02
氢氧化钙 (Ca (OH) ₂) 含量/%	89.42
氧化镁 (MgO) 含量/%	0.09
三氧化二铁 (Fe ₂ O ₃) 含量/%	0.40
三氧化二铝 (Al ₂ O ₃) 含量/%	0.76
二氧化硅 (SiO ₂) 含量/%	1.84
酸不溶物含量/%	1.44
水溶性氯离子 (Cl ⁻) %	0.03
有效钙含量/%	73.68
全硫含量/%	0.35
乙炔气含量/mL/g	0.1256

表5 沈阳电石渣脱硫剂

项目	中科院过程所分析结果/%
附着水含量/%	27.02
细度 (80μm筛余) /%	13.77
氢氧化钙 (Ca (OH) ₂) 含量/%	91.18
氧化镁 (MgO) 含量/%	0.12
三氧化二铁 (Fe ₂ O ₃) 含量/%	0.38
三氧化二铝 (Al ₂ O ₃) 含量/%	0.61
二氧化硅 (SiO ₂) 含量/%	2.58
酸不溶物含量/%	1.81
水溶性氯离子 (Cl ⁻) %	0.02
有效钙含量/%	90.06
乙炔气含量/mL/g	0.0177

技术经济论证：本标准中的分析方法可以对电石渣中杂质进行定量分析，实现了对电石渣的品质把控及资源节约。本技术经济性优异，电

石渣中氢氧化钙含量在80%以上，通过分析电石渣成分对其进行资源化利用。1 t电石渣约产生0.8 t氢氧化钙，整体成本收益计算，1吨电石渣可以获得收益约105元。按照我国每年电石渣浆产量3亿吨（含水90%）计算，由此带来的效益约为31.5亿元。

预期的经济效果：国内目前还没有发布相关的电石渣及电石渣基氢氧化钙脱硫剂分析的相关标准，本标准的制定，可补充完善产品标准体系，有助于实现产业互通。推广应用后可指导大宗固废电石渣的资源化利用，减少电石渣堆存对环境的污染，避免电石渣中大宗钙基资源的浪费。同时通过电石渣的资源化利用，可有效减少原生石灰石矿物的开采和消耗，从而有助于相关产业的双碳目标实现。

五、采用国际标准的程度及水平的简要说明

未采用和参考国际标准。

六、与现行的法律、法规及国家标准、行业标准的关系

本标准依据《中国循环经济协会标准管理办法（试行）》，遵循《中华人民共和国标准化法》、《中华人民共和国标准化法实施条例》、《团体标准管理规定（试行）》等国家法律法规相关规定进行编制，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。本标准在起草编制过程中参考如下标准：

GB/T 176 水泥化学分析方法；

GB/T 37785 烟气脱硫石膏；

DB 31/933 大气污染物综合排放标准；

HJ 732 固定污染源废气 挥发性有机物的采样 气袋法

目前暂无电石渣分析相关标准，电石渣基脱硫剂化学分析方法标准引用以下标准中的方法起草。

GB/T 1345 水泥细度检验方法 筛析法；

GB/T 2007.1 散装矿产品取样、制样通则 手工取样方法；

GB/T 3286.7 石灰石及白云石化学分析方法 第 7 部分：硫含量的测定 管式炉燃烧-碘酸钾滴定法、高频燃烧红外吸收法和硫酸钡重量法；

GB/T 5484-2012 石膏化学分析方法；

GB/T 5762 建材用石灰石、生石灰和熟石灰化学分析方法；

GB/T 6005 试验筛 金属丝编织网、穿孔板和电成型薄板 筛孔的基本尺寸；

GB/T 6682 分析实验室用水规格和试验方法；

GB/T 24777 化学品理化及其危险性检测实验室安全要求。

七、重大分歧意见的解决过程、依据和结果

因标准处于准备立项阶段，暂无重大分歧意见。假如后期存在重大分歧意见，需经专家充分论证分歧意见合理性，假如分歧有必要验证，可经第三方检测机构采用仲裁方法重新测定，参考仲裁方法测定结果确定测试指标数据等。

八、贯彻中循协标准的要求和措施建议

本标准为你推荐性团体标准，建议依托国家重点研发计划“固废资源化”重点专项《干法电石渣危害组分安全分离制备脱硫材料技术与示范》（2018YFC1901502）课题、《湿法电石渣快速分离纯化及脱硫过程的结晶调控技术与示范》（2020YFC1908805）课题及中国科学院绿色过程制造创新研究院自主部署项目《百万吨级电石渣短程回用技术及产业化示范》（IAGM-2019-A09）要求，加强标准的宣贯与推广，进一步加快与企业及相关环保等部门衔接，及时共享，进行具体实施指导，推动标准配套制度和设施运行，提升标准作用。

九、标准发行范围和数量的建议

建议在工业固废综合利用和循环经济领域推行。

十、其它应予说明的事项。

无