

团 体 标 准

T/GDSES XX—202X

生活垃圾焚烧烟气净化用硅基复合吸附剂

Silicon-based composite adsorbent for flue gas purification of municipal
solid waste incineration

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

广东省环境科学学会 发 布

目 次

前言 III

引言 V

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语与定义 1

4 产品技术指标 2

5 检验方法 2

6 应用方法 3

7 检验规则 4

8 标志、包装、运输、贮存、使用说明书 5

9 保质期与产品管理 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》、GB/T20001.10—2014《标准编写规则 第10部分：产品标准》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。

本文件由广东省环境科学学会提出并归口。

本文件起草单位：广州鑫材科技有限公司、生态环境部华南环境科学研究所、梅州市三峰环保能源有限公司、浙能锦江环境控股有限公司、广州环投永兴集团股份有限公司、南宁市三峰能源有限公司、广州环投南沙环保能源有限公司、汕尾三峰环保发电有限公司、白银三峰环保发电有限公司、中山市广业龙澄环保有限公司、湛江市粤丰环保电力有限公司、旺能环境股份有限公司、东莞科伟环保电力有限公司、瀚蓝绿电固废处理（佛山）有限公司、兴宁康恒环保能源有限公司、中山公用事业集团股份有限公司、恒建能源环保集团股份有限公司、广东工业大学。

本文件主要起草人：。

本文件首次制定。

引 言

为严格管控垃圾焚烧尾气中二噁英与重金属排放，我国已出台《生活垃圾焚烧污染控制标准》（GB 18485-2014）等多项国家强制标准，为污染治理提供法定依据。但随着行业规模扩大和环境要求提升，现有吸附技术仍存在短板，材料选择单一，亟须开发高效环保的新型吸附剂。

硅基复合吸附剂作为环境友好型材料，凭借丰富中孔孔容、良好热稳定性和无二次污染优势，通过吸附作用，可高效去除二噁英和重金属。该材料已在 40 多家生活垃圾焚烧企业完成 3 年应用验证，效果稳定，但缺乏统一的质量标准、应用条件及检测方法，制约了推广应用。为填补行业标准空白，推动其规范应用，助力行业绿色发展，现结合技术成果与实践经验制定本文件。

生活垃圾焚烧烟气净化用硅基复合吸附剂

1 范围

本文件规定了生活垃圾焚烧烟气净化用硅基复合吸附剂的术语和定义、产品技术指标、检验方法、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存、使用说明书、保质期与产品管理等内容。

本文件适用于以天然硅基矿物为原料，通过化学改性制备的硅基复合吸附剂（以下简称产品）。产品应用于生态环境、化学化工领域，主要用于生活垃圾焚烧烟气中二噁英类有机污染物及重金属的吸附；危险废物焚烧与医疗废物处理领域可参考本文件。

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 213 煤的发热量测定方法

GB/T 6678 化工产品采样总则

GB/T 6679 固体化工产品采样通则

GB/T 8946 塑料编织袋通用技术要求

GB/T 9969 工业产品使用说明书 总则

GB/T 12496.4 木质活性炭试验方法水分含量的测定

GB 16889 生活垃圾填埋场污染控制标准

GB 18485 生活垃圾焚烧污染控制标准

GB 18599 一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准

GB/T 21524 无机化工产品中粒度的测定

GB/T 21650.2 压汞法和气体吸附法测定固体材料孔径分布和孔隙度 第2部分：气体吸附法分析介孔和大孔

GB/T 23771 无机化工产品中堆积密度的测定

SY/T 5163 沉积岩中黏土矿物和常见非黏土矿物X射线衍射分析方法

3 术语与定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

硅基矿物 silicon-based mineral

具有层链状构造的含水镁铝硅酸盐矿物，是构成黏土岩和土壤的主要矿物组分，如绿泥石、坡缕石、伊利石等黏土。

3.2

硅基复合吸附剂 silicon-based composite adsorbent

以硅基矿物为核心原料，经提纯、活化、无机金属氧化物原位改性制备的多孔无机吸附材料。

3.3

粒度 granularity

颗粒的大小。通常球体颗粒的粒度用直径表示，立方体颗粒的粒度用边长表示。对不规则的颗粒，可将与该颗粒有相同行为的某一球体直径作为该颗粒的等效直径。
[来源：GB/T 21524]

3.4

堆积密度 bulk density
散粒材料或粉状材料在堆积状态下，单位体积的质量。
[来源：GB/T 23771]

3.5

热值 caloric value
又称发热量，是单位质量（或体积）的燃料完全燃烧时所放出的热量。
[来源：GB/T 213]

4 产品技术指标

4.1 外观：浅红色或红褐色粉末。

4.2 产品技术指标应符合表 1。

表 1 产品技术指标

项目		限值
硅基矿物成分含量（%）		≥50
中孔孔容占比（%）		≥55
粒度分布（%）	100 目（0.150mm）通过率	≥95
	200 目（0.074mm）通过率	≥80
	325 目（0.045mm）通过率	≥60
水分含量（%）		≤5
堆积密度（g/mL）		0.65~0.90
低位热值(kJ/kg)		<1
注 1：硅基矿物包含绿泥石、坡缕石、伊利石等；各矿物质量占比要求分别为：绿泥石≥5%，坡缕石≥10%，伊利石≥20%。		
注 2：硅基矿物成分含量数值偏差为 10%。		

5 检验方法

5.1 外观

目测。

5.2 硅基矿物成分含量的测定

按 SY/T 5163 中的规定进行测定。

注 1：将样品在低于 60℃ 的温度下烘干并冷却至室温。

注 2：将样品研磨至全部粒径小于 40 μm。

5.3 中孔孔容占比的测定

5.3.1 测定方法

参考 GB/T 21650.2 中的规定进行测定。

5.3.2 样品脱气处理

硅基复合吸附剂建议脱气温度为 250℃, 脱气时间为 6h。

5.3.3 样品称样量

硅基复合吸附剂建议称样量为 0.4g。

5.3.4 分析结果的表述

总孔容 V 按式 (1) 计算：

$$V = V_a \times 0.001547 \quad (1)$$

式中： V —总孔容， cm^3/g ；

V_a —标准状况 (STP) 下样品被吸附的氮气体积， cm^3/g ；

0.001547—氮气换算系数。

中孔孔容占比 X_i 按式 (2) 计算：

$$X_i = \frac{V_i}{V} \times 100\% \quad (2)$$

式中： X_i —中孔孔容占比，%；

V_i —中孔累积孔体积， cm^3/g ；

V —总孔容， cm^3/g 。

注 1：微孔指孔径小于 2nm 的孔，中孔指孔径介于 2nm 和 50nm 之间的孔，大孔指孔径大于 50nm 的孔。

注 2：总孔容 V 必须在吸附等温线的最高点 ($P/P_0 \geq 0.99$) 取值。

注 3：中孔累积孔体积 V_i 指 BJH 吸附模型中孔径 $2\text{nm} \leq d_p \leq 50\text{nm}$ 范围内的累计孔容。

5.3.5 测定结果精密度

硅基复合吸附剂孔容测定时，同一实验室内两个测定结果的差值不应大于平均值的 6%；不同实验室间的结果差值不应大于平均值的 8%。

5.4 粒度分布的测定

按 GB/T 21524 中 6.3.3 毛刷法中的规定进行测定。

5.5 水分含量的测定

按 GB/T 12496.4 中 4.1 中的规定进行测定。

5.6 堆积密度的测定

按 GB/T 23771 中的规定进行测定。

5.7 热值的测定

按 GB/T 213 中的规定进行测定。

6 应用方法

6.1 应用条件

6.1.1 产品投加点设置于垃圾焚烧半干法脱硫出口、布袋除尘器入口烟道，可沿用原有活性炭喷射装置。

6.1.2 应用温度宜在 140℃~250℃。

6.2 投加量

按环境影响评价报告或排污许可证的要求确定。

6.3 烟气二噁英、重金属检测

6.3.1 烟气二噁英类污染物按照 GB 18485 规定方法取样检测。

6.3.2 烟气中铅、镉、汞等重金属含量按 GB 18485 规定方法取样检测。

6.4 烟气净化后飞灰处置

烟气净化后飞灰经稳定化后，按照 GB 16889 规定填埋处置。

7 检验规则

7.1 检验分类

产品检验分为出厂检验和型式检验。

7.2 出厂检验

7.2.1 制造厂应保证所有出厂的产品都符合本标准的要求，产品应由制造厂的质检部门进行检验。每一批出厂的产品都应附有规定的质量合格证。

7.2.2 出厂检验项目为硅基矿物成分含量、总孔容、中孔孔容占比、粒度分布、水分含量、堆积密度、热值。

7.2.3 以同一批投料，并在同一生产周期中生产出来的产品，为一检验批。

7.2.4 抽样

7.2.4.1 袋装产品按 GB/T 6678 第 7.6.1 条的规定确定采样单元数，采样时应将采样器沿包装袋的垂直中心线插入至料层深度的 2/3 处采样，每袋所取试样不少于 50g，每批的采样量不得少于 1000g。

7.2.4.2 散装产品按 GB/T 6679 第 4.3.2.2 的规定采样，将所取试样充分混合，用四分法缩分至约 1000g。

7.2.4.3 装入两个清洁、干燥的密封袋中，密封，袋上粘贴标签，生产厂名、产品名称、类别、型号、等级、批号、采样日期和采样者姓名。一袋用于检验，另一袋保存备查。

7.2.5 判定标准

7.2.5.1 若有一项不合格，则判该批产品不合格。

7.2.5.2 产品经检验不符合本标准要求的，涉事批次产品全部作报废处理。

7.3 型式检验

7.3.1 在下列情况之一时应进行型式检验，型式检验应由第三方进行检验：

- a) 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定；
- b) 结构、材料、工艺有较大变动可能影响产品性能时；
- c) 产品长期停产后恢复生产时；
- d) 出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异时；
- e) 国家质量检验机构提出型式检验要求时。

7.3.2 型式检验项目为硅基矿物成分含量、总孔容、中孔孔容占比、粒度分布、水分含量、堆积密度、热值。

7.3.3 检验批按 7.2.3 执行。

7.3.4 检验时从出厂检验合格产品中随机抽取 500g 样品检验。

7.3.5 检验项目均符合规定，则判此次型式检验合格。若有一项不合格，在原批产品中加倍抽样复检，仍不合格，则判此次型式检验不合格。

8 标志、包装、运输、贮存、使用说明书

8.1 产品包装件外表面上应标明生产厂名、生产地址、商标、产品标记、产品净重、生产日期与批号、贮存与运输事项、贮存期。

8.2 产品采用带有塑料薄膜的防潮型包装，参考 GB/T 8946 的要求。

8.3 在贮存和运输过程中避免受潮。

8.4 产品出厂应附带中文使用说明书，说明书内容应符合 GB/T 9969 规定。说明书应包含：产品信息、适用范围、技术参数、使用说明、储运。

9 保质期与产品管理

9.1 产品在 8.3 要求下贮存，自生产之日起保质期为 12 个月。

9.2 产品管理

9.2.1 产品超过保质期后，建议停止使用，若确需使用，应对产品的中孔孔容分布、粒度分布、水分含量进行检测，确认符合 4.2 要求后方可使用。

9.2.2 过期产品应单独收集、密封包装，标注“过期回收”标识。

9.2.3 回收产品应在专用贮存区存放，与新料隔离。

9.2.4 回收产品应回收至厂家再加工，再加工产品应符合 4.2 要求，再加工的保质期重新计算。

9.2.5 经检测无法通过再加工达到标准要求的回收产品，应按一般工业固体废物处理，符合 GB 18599 的规定，不得擅自处置。