

T/CMEEEA

团 体 标 准

T/CMEEEA XXX—2026

高温高湿环境下沸石转轮性能稳定性测试 方法

Test method for performance and stability of zeolite runner under high temperature
and humidity environment

(征求意见稿)

2026 - XX - XX 发布

2026 - XX - XX 实施

中国机电设备工程协会 发布

目 次

1	范围	1
2	规范性引用文件	1
3	术语和定义	1
4	测试条件	1
4.1	测试系统组成	1
4.2	样品要求	2
4.3	基准测试条件	2
5	技术要求	2
5.1	外观	2
5.2	初始性能要求	2
5.3	高温高湿环境下性能稳定性要求	2
5.4	交变湿热工况适应性要求	2
6	测试方法	2
6.1	外观检查	2
6.2	初始性能测试	3
6.3	恒定湿热工况稳定性测试	3
6.4	交变湿热工况适应性测试	3
6.5	脱附残留测试	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。

本文件由中环盛达环保科技集团(庆云)有限公司提出。

本文件由中国机电设备工程协会归口。

本文件起草单位：中环盛达环保科技集团(庆云)有限公司

本文件主要起草人：

高温高湿环境下沸石转轮性能稳定性测试方法

1 范围

本文件规定了高温高湿环境下沸石转轮性能稳定性测试的术语和定义、测试条件、技术要求、测试方法、检验规则及测试报告要求。

本文件适用于处理温度40℃~80℃、相对湿度60%~95%工况下的疏水性沸石转轮吸附浓缩装置性能测试。

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 5226.1 机械电气安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件

GB/T 16157 固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法

JB/T 5943 工程机械 焊接件通用技术条件

HJ 38 固定污染源废气 总烃、甲烷和非甲烷总烃的测定 气相色谱法

HJ 734 固定污染源废气挥发性有机物的测定固相吸附-热脱附/气相色谱-质谱法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

沸石转轮 zeolite rotor

以蜂窝陶瓷或纤维纸为基体，表面负载疏水性沸石分子筛作为吸附材料，通过连续旋转实现VOCs吸附、脱附、冷却循环的柱状吸附装置。

3.2

动态吸水率 dynamic water absorption rate

在规定温湿度条件下，单位质量沸石吸附剂在饱和吸附状态下吸附的水分质量与吸附剂干质量的比值。

4 测试条件

4.1 测试系统组成

测试系统应包含下列模块：

- 温湿度发生模块：可稳定提供温度范围 20℃~90℃、相对湿度范围 30%RH~98%RH 的模拟废气，温度控制精度±0.5℃，湿度控制精度±3%RH；
- 污染物配气模块：可精准控制非甲烷总烃、甲苯、二甲苯等典型 VOCs 的浓度，调节范围 0~1000 mg/m³；
- 沸石转轮测试平台：适配转轮直径 0.5 m~3.0 m，可调节转速范围 1~6r/h，配备吸附区、脱附区、冷却区独立风量控制系统，脱附温度调节范围 180℃~250℃；
- 参数监测模块：包含温湿度传感器、压力传感器、VOCs 在线分析仪、风量测量装置，数据采集频率≥1次/10s；

- e) 安全防护模块：配备 LEL 浓度监测、超温报警、紧急停机装置，符合 GB/T 5226.1 的安全要求。

4.2 样品要求

测试样品应为合格沸石转轮产品，附产品合格证、出厂检验报告，测试前应在常温常湿环境下静置 24 h。

4.3 基准测试条件

除非另有规定，基准测试条件：

- a) 吸附区入口 VOCs 浓度：非甲烷总烃（ 200 ± 50 ） mg/m^3 ；
- b) 吸附区入口风速： 1.5 ± 0.2 m/s；
- c) 转轮转速：2~4 r/h；
- d) 脱附温度：（ 200 ± 10 ） $^{\circ}\text{C}$ ；
- e) 浓缩倍率：10~20 倍。

5 技术要求

5.1 外观

- 5.1.1 沸石转轮外表面应平整光滑，无明显划痕、凹陷、锈蚀，表面涂层均匀，无起泡、脱落现象。
- 5.1.2 转轮蜂窝端面应完整，无碎裂、掉渣，单个蜂窝孔堵塞率 $\leq 0.1\%$ ，端面平面度误差 ≤ 1.0 mm/m。
- 5.1.3 转轮密封件应安装牢固，无破损、变形，密封间隙 ≤ 2 mm。
- 5.1.4 金属框架焊缝应均匀，无裂纹、气孔、夹渣，符合 JB/T 5943 的要求。
- 5.1.5 产品铭牌、标识清晰完整，标注产品型号、生产批号、主要技术参数、制造日期、生产厂家信息。

5.2 初始性能要求

在常温常湿条件（ $25^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ ， $50\%\text{RH}\pm 5\%\text{RH}$ ）下，产品初始性能应满足：

- a) 非甲烷总烃吸附净化效率 $\geq 95\%$ ，甲苯吸附净化效率 $\geq 96\%$ ；
- b) 吸附区压力损失 $\leq 250\text{Pa}$ ；
- c) 动态吸水率 $\leq 3\%$ ；
- d) 浓缩倍率偏差 $\leq \pm 10\%$ 。

5.3 高温高湿环境下性能稳定性要求

在 $85^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 、 $85\%\text{RH}\pm 5\%\text{RH}$ 的恒定湿热条件下连续运行 168 h 后，产品性能应满足：

- a) 非甲烷总烃吸附净化效率 $\geq 92\%$ ，性能衰减率 $\leq 3\%$ ；
- b) 吸附区压力损失增加值 $\leq 50\text{Pa}$ ；
- c) 动态吸水率 $\leq 6\%$ ；
- d) 外观无明显变化，涂层无起泡、脱落，密封件无变形、开裂，转轮无变形、卡滞；
- e) 脱附效率 $\geq 98\%$ ，无高沸点有机物残留累积。

5.4 交变湿热工况适应性要求

在 $40^{\circ}\text{C}/90\%\text{RH}\sim 60^{\circ}\text{C}/80\%\text{RH}$ 的交变湿热条件下循环运行 10 次（每次循环 12 h，含 2 h 凝露阶段）后，产品性能应满足：

- a) 非甲烷总烃吸附净化效率 $\geq 90\%$ ，性能衰减率 $\leq 5\%$ ；
- b) 转轮无吸潮膨胀、变形，蜂窝结构无坍塌；
- c) 电气控制系统无短路、故障，运行参数稳定。

6 测试方法

6.1 外观检查

采用目视观察、精度0.02 mm的塞尺、精度1 mm的钢直尺、平面度检测仪进行检查，记录外观缺陷情况。

6.2 初始性能测试

- 6.2.1 将样品安装在测试平台上，按基准测试条件启动系统，稳定运行 2 h 后开始测试。
- 6.2.2 吸附净化效率测试：按 GB/T 16157 规定的方法在吸附区进出口同步采样，采用 HJ 38、HJ 734 规定的方法测定 VOCs 浓度，连续采样 3 次，每次采样时间不少于 10 min，取平均值计算净化效率。
- 6.2.3 压力损失测试：采用精度等级 0.5 级的微压计，在吸附区进出口端面中心位置测量静压，差值即为吸附区压力损失，取 3 次测量平均值。
- 6.2.4 动态吸水率测试：试验前取 10 g 沸石吸附材料样品在 105℃下烘干至恒重，放入测试系统吸附区入口位置，在基准测试条件下连续运行 24h 后取出，立即称重，计算动态吸水率。

6.3 恒定湿热工况稳定性测试

- 6.3.1 完成初始性能测试后，将测试系统温湿度调整至 85℃±2℃、85%RH±5%RH，保持其他基准测试条件不变，连续运行 168 h。
- 6.3.2 测试期间每 24 h 记录一次吸附净化效率、压力损失、转轮转速、脱附温度等参数，记录异常情况。
- 6.3.3 168 h 运行结束后，立即按 6.2 的方法测试性能指标，同时进行外观检查，计算性能衰减率。

6.4 交变湿热工况适应性测试

将测试系统按以下程序设定循环工况：

- a) 升温阶段：1 h 内从常温升至 40℃，湿度升至 90%RH，保持 3 h；
- b) 升温加湿阶段：2h 内升至 60℃，湿度保持 80%RH，保持 4 h；
- c) 降温阶段：1 h 内降至 25℃，湿度升至 95%RH，保持 1 h（凝露阶段）；
- d) 恢复阶段：1 h 内调整至常温常湿，保持 1 h；
- e) 重复上述循环 10 次，每次循环记录一次性能参数；
- f) 循环结束后，按 6.2 的方法测试性能指标，检查转轮结构及电气系统。

6.5 脱附残留测试

高温高湿测试结束后，将转轮在200℃下脱附2 h，收集脱附气体，测定其中VOCs浓度，计算脱附效率。同时采用热重分析（TGA）检测沸石吸附材料的残留量，残留量不应大于0.5%。