

# 《质量分级及“领跑者”评价要求 沸石转轮吸附浓缩装置》

## 编制说明

《质量分级及“领跑者”评价要求沸石转轮吸附浓缩装置》

标准编制工作组

2025 年 2 月

## 目 录

一、工作简况 .....	1
二、标准编制原则和主要内容 .....	3
三、主要验证情况分析 .....	11
四、标准中涉及专利情况 .....	13
五、产业化情况、推广应用论证和预期达到的经济效果等情况 .....	13
六、采用国际标准和国外先进标准情况 .....	14
七、与现行相关法律等文件的协调性 .....	14
八、重大分歧意见的处理经过和依据 .....	14
九、标准性质的建议说明 .....	15
十、贯彻标准的要求和措施建议 .....	15
十一、废止现行相关标准的建议 .....	15
十二、其他应予说明的事项 .....	15

# 一、工作简况

## 1.1 任务来源

根据中华环保联合会和中国技术经济学会的要求开展标准制修订工作，计划编号：20230053。编制工作由中国矿业大学（北京）、北京泷涛环境科技有限公司、中华环保联合会VOCs污染防治专业委员会、德州新景环境科技有限公司、黄山天之都环境科技发展有限公司、山东颐华环保工程有限公司、中环联兴（北京）认证中心、北京国环汇智环境科技有限公司等单位负责。

## 1.2 主要工作过程

### 1.2.1 获批立项，成立标准工作组

2023年1月起，在中华环保联合会和中国技术经济学会牵头组织下，由标准化专业人员、企业代表组成标准编制工作组，制订工作方案，明确目标要求、工作思路、人员分工和工作进度等，编制、提交团体标准制修订申请材料，并同步开始标准的预研工作。

2023年3月20日，《质量分级及“领跑者”标准评价要求 沸石转轮吸附浓缩装置》正式立项。

### 1.2.1 成立标准编制组

2023年3月30日，中国矿业大学（北京）、北京泷涛环境科技有限公司、中华环保联合会VOCs污染防治专业委员会、德州新景环境科技有限公司、黄山天之都环境科技发展有限公司、山东颐华环保工程有

限公司、中环联兴（北京）认证中心、北京国环汇智环境科技有限公司等主要起草单位组成标准编制组，召开标准内部启动会，对标准编制方案，框架进行讨论，启动《质量分级及“领跑者”标准评价要求 沸石转轮吸附浓缩装置》标准研究工作。

### **1.2.2 开展调研，形成标准草案**

2023 年 4 月至 2023 年 9 月，标准编制组开展现行国内外企业标准调研及分析、相关标准研究及行业生产水平调研工作，形成标准草案。

### **1.2.3 行业专家研讨，形成标准初稿**

2024 年 3 月 5 日，标准编制组在北京召开《质量分级及“领跑者”标准评价要求 沸石转轮吸附浓缩装置》标准研讨会，起草小组成员及与会专家，对标准编制的框架、关键指标确定展开了充分的研讨，形成标准初稿。

### **1.2.4 广泛调研，形成征求意见稿**

2024 年 4 月至 2025 年 2 月，标准编制组针对研讨会意见，结合行业、市场现状，对标准试验验证数据、分级项目及技术指标进行了深度调研，修改标准初稿，形成标准征求意见稿，并完成编制说明。

## 二、标准编制原则和主要内容

### 2.1 标准编制原则和依据

#### 2.1.1 标准编制原则

1、标准的制定与国家政策法规相一致。

2、本标准根据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》、T/CAS 700—2023、T/CSTE 0321—2023《质量分级及“领跑者”标准编制通则》进行编制。

3、本着促进技术进步、提高产品质量、反映市场需求、扩大对外贸易、促进经济发展的原则，在充分调研和验证的基础上，确定了相关指标的技术要求和试验方法，保证标准的科学性和指导性。

#### 2.1.2 标准编制的依据

本标准根据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》、T/CAS 700—2023、T/CSTE 0321—2023《质量分级及“领跑者”标准编制通则》进行编制。在制定过程中参考借鉴了GB/T 40200《工业有机废气净化装置性能测定方法》、GB/T 8770《分子筛动态水吸附测定方法》、GB/T 19587《气体吸附BET法测定固态物质比表面积》、HJ 2026—2013《吸附法工业有机废气治理工程技术规范》、HJ/T 386—2007《环境保护产品技术要求工业废气吸附净化装置》、T/CAEPI 31—2021《旋转式沸石吸附浓缩装置技术要求》等产品标准及相关方法标准。

## 2.2 标准适用范围及主要内容

### 2.2.1 范围

本标准规定了沸石转轮吸附浓缩装置“领跑者”标准评价的术语和定义、基本要求、评价指标体系和评价方法。

本文件适用于沸石转轮吸附浓缩装置产品企业标准水平评价。产品生产企业在制定企业标准时可参照使用。相关机构在编制企业标准“领跑”评估方案时可参考本文件。

### 2.2.2 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 8770 分子筛动态水吸附测定方法

GB/T 16157 固定污染源排气中颗粒物测定和气态污染物采样方法

GB/T 19001 质量管理体系 要求

GB/T 19587 气体吸附BET法测定固态物质比表面积

GB/T 23331 能源管理体系 要求及使用指南

GB/T 24001 环境管理体系 要求及使用指南

GB/T 28878.1 空间科学实验转动部件规范 第1部分：设计总则

GB/T 40200 工业有机废气净化装置性能测定方法

GB/T 45001 职业健康安全管理体系 要求及使用指南

HJ/T 386 环境保护产品技术要求工业废气吸附净化装置

HJ 2026 吸附法工业有机废气治理工程技术规范

T/CAEPI 31—2021 旋转式沸石吸附浓缩装置技术要求

T/CSTE 0321 质量分级及“领跑者”评价标准编制通则

T/CSTE 0421—2023、T/CAS 703—2023 质量分级及“领跑者”

产品标识

### 2.2.3 术语和定义

HJ/T 386、HJ 2026和T/CAEPI 31界定的以及下列术语和定义适用于本文件（或本文件没有术语和定义）。

沸石转轮 zeolite rotor

以沸石作为吸附剂，通过加工成型、拼装而成的旋转式吸附部件，通常分为转盘式或转筒式两种。

沸石转轮吸附浓缩装置 zeolite rotary concentrator

由沸石转轮、转轮壳体及支撑框架、电机及传动机构、进出口管道及保温层等组成的具有吸附脱附浓缩功能的装置，简称“浓缩装置”。

压力损失 pressure loss

指气流通过吸附装置的流动阻力，即进口与出口处平均全压之差，单位Pa。



爆炸极限 explosive limit

可燃气体或蒸气与空气混合后能发生爆炸的浓度范围，又称爆炸浓度极限。

爆炸极限下限 lower explosive limit

爆炸极限的最低浓度值。

浓缩倍率 concentration ratio

浓缩装置处理气体体积流量与脱附气体体积流量的比值。

净化效率 purification efficiency

净化装置捕获污染物的量与处理前污染物的量之比，以百分数表示。

动态吸附量 dynamic adsorption capacity

指把一定质量的吸附剂填充于吸附柱中，令浓度一定的污染空气在恒温、恒压下以恒速流过，当吸附柱出口中污染物的浓度达到设定值时，计算单位质量的吸附剂对污染物的平均吸附量。该平均吸附量称之为吸附剂对吸附质在给定温度、压力、浓度和流速下的动态吸附量，单位mg/g。

使用寿命 service life

指沸石转轮吸附浓缩装置在维护得当情况下保持功能稳定、安全运行的期限。



## 2.2.4 评价指标体系

### 2.2.4.1 基本要求

依据 T/CAS 700—2023、T/CSTE 0321—2023《质量分级及“领跑者”评价标准编制通则》给出的规定，生产企业必须满足的要求包括：

- (1) 近三年，生产企业无较大及以上环境、安全、质量事故。
- (2) 企业应未列入国家信用信息严重失信主体相关名录。
- (3) 企业可根据 GB/T 19001 、GB/T 24001、 GB/T 45001 建立并运行相应质量、环境和职业健康安全，鼓励企业根据自身运营情况建立更高水平的相关管理体系。
- (4) 产品应为量产产品，沸石转轮吸附浓缩装置应满足国家强制性标准及相关沸石转轮吸附浓缩装置(产品标准)规定的要求。

### 2.2.4.2 评价指标分类及指标体系框架

依据 T/CAS 700—2023、T/CSTE 0321—2023《质量分级及“领跑者”评价标准编制通则》给出的规定，沸石转轮吸附浓缩装置“领跑者”标准的评价指标包括基础指标、核心指标和创新指标。

2.2.4.2.1 基础指标包括：压力损失、动态吸水率、密封性、转轮转速、浓缩倍率、沸石比表面积。

2.2.4.2.2 核心指标包括：净化效率。

核心指标分为三个等级，包括领跑水平，优质水平和达标水平。

2.2.4.2.3 创新指标包括：使用寿命。

核心指标分为三个等级，包括领跑水平，优质水平和达标水平。

2.2.4.2.4 基础指标选取依据：基础指标要求的确定主要依据团体标准 T/CAEPI 31—2021，是沸石转轮吸附浓缩装置具备的最基础性能。

压力损失：浓缩装置压力损失对运行能耗有很大贡献，转轮孔道的形貌和尺寸会直接影响压力损失，同时转轮的厚度也会影响转轮风阻，厚度越大，风阻越高。在生产和使用时，需要考虑转轮压力损失对能耗的影响。

动态吸水率：废气湿度对沸石转轮吸附 VOCs 的能力影响较大，在废气湿度大的条件下，沸石有限的吸附位更多的被水分占据，使得沸石减少对 VOCs 的吸附容量；同时，在脱附 VOCs 时，部分热能用于脱附沸石所吸附的水分，使系统能耗增加。

密封性：要求浓缩装置的焊缝、各分区连接处均应密封，不得漏气，如出现分区之间没有密封好，则热、冷气流在浓缩装置中出现串气现象，直接影响系统运行的稳定性和净化效率。

转轮转速：转轮转速直接影响到系统净化效率，在实际工况下，一般通过调试使其满足最低净化效率且脱附能耗最小的转速，因此转速需要根据现场情况调节。

浓缩倍率：根据众多行业工程案例总结得出，当前沸石转轮吸附浓缩装置的浓缩比适宜范围为 5~30 倍。

沸石比表面积：比表面积是指单位质量物料所具有的总面积。比

表面积的沸石吸附 VOCs 能力的重要影响因素，比表面积越大，吸附容量越高。

2.2.4.2.5 核心指标选取依据：净化效率通常指沸石转轮吸附浓缩装置对目标污染物的去除率，是衡量浓缩装置性能的核心参数。净化效率是在满足排放要求的基础上，对沸石转轮吸附浓缩装置进一步要求，直接决定了系统的环保达标能力、运行成本和长期稳定性。按照目前业内的技术水平，将净化效率作为沸石转轮吸附浓缩装置划分领跑水平、优质水平和达标水平的核心指标。

2.2.4.2.6 创新指标选取依据：使用寿命通常指沸石转轮吸附浓缩装置在维护得当情况下保持功能稳定、安全运行的期限。使用寿命受核心材料、设计加工工艺、工况适应性、耐温性、脱附效率和维护保养等多种因素共同影响，是对浓缩装置质量的综合体现。按照目前业内的技术水平，将使用寿命作为沸石转轮吸附浓缩装置划分领跑水平、优质水平和达标水平的创新指标。

以上核心及创新指标均着眼于体现产品性能和功能，同时可量化的指标，选取的过程中重点考虑了消费端的关注焦点、产品使用痛点等方面，符合消费升级、产品产量提升、供给侧改革发展趋势。具体的评价指标要求及框架见下表 1。

表 1 沸石转轮吸附浓缩装置评价指标体系框架

序号	指标类型	评价指标	指标来源	指标水平分级			判定依据/方法
				领跑水平 (5星级)	优质水平 (4星级)	达标水平 (3星级)	

1	基础指标	压力损失	T/CAEPI 31—2021	浓缩装置吸附区、脱附区、冷却区的压力损失均应 $\leq 2000\text{Pa}$ 。			按照GB/T 40200—2021中5.5压力损失测定的规定执行
2		动态吸水率	T/CAEPI 31—2021	动态吸水率应小于10%。			取沸石转轮的边角料进行研磨后全部过筛作为测试粉体，测试方法应符合GB/T 8770的要求。
3		密封性	HJ/T 386—2007	浓缩装置的焊缝、各分区连接处均应密封，不得漏气。			按照HJ/T 386—2007中附录A的规定执行
4		转轮转速	T/CAEPI 31—2021	可调节			采用转速仪测量，测试方法应符合GB/T 28878.1的要求。
5		浓缩倍率	T/CAEPI 31—2021	浓缩装置的浓缩倍率范围宜为5~30倍，不得超过爆炸下限的25%			按照T/CAEPI 31—2021中6.8.4浓缩倍率的规定执行
6		沸石比表面积	HJ 2026—2013	沸石的BET比表面积不低于 $350\text{m}^2/\text{g}$ 。			按照GB/T 19587的规定执行
7	核心指标	净化效率	HJ/T 386—2007	$\geq 95\%$	$\geq 92\%$	$\geq 90\%$	按照GB/T 40200—2021中5.7净化效率测定的规定执行
8	创新指标	使用寿命	市场需求	$\geq 5$ 年	$\geq 3$ 年	$\geq 3$ 年	企业标准注明并提供实际案例

## 2.2.5 评价方法及等级划分

评价结果划分为领跑水平、优质水平和达标水平，各等级所对应的划分依据见表 2。

达到领跑水平要求的企业标准为“领跑”标准，达到领跑水平的产品为“领跑”产品，自我声明标识可使用 T/CSTE 0421 中 4.4 图 4-1 自我声明“领跑”标识，认证标识可使用 T/CSTE 0421 中 4.5 图 5-1

“领跑”产品认证标识。

达到优质水平要求的企业标准为“优质”标准，达到优质水平的产品为“优质”产品，自我声明标识可使用 T/CSTE 0421 中 4.4 图 4-2 自我声明“优质”标识，认证标识可使用 T/CSTE 0421 中 4.5 图 5-2 “优质”产品认证标识。

达到达标水平要求的企业标准为“达标”标准，达到达标水平的产品为“达标”产品，自我声明标识可使用 T/CSTE 0421 中 4.4 图 4-3 自我声明“达标”标识，认证标识可使用 T/CSTE 0421 中 4.5 图 5-3 “达标”产品认证标识。

表 2 指标评价要求及等级划分

评价等级	满足条件			
领跑水平	基本要求	基础指标要求	核心指标领跑水平要求 (5 星级)	创新指标领跑水平要求 (5 星级)
优质水平			核心指标优质水平要求 (4 星级)	创新指标优质水平要求 (4 星级)
达标水平			核心指标达标水平要求 (3 星级)	创新指标达标水平要求 (3 星级)

### 三、主要验证情况分析

共收集企业样本 27 个，包括电子制造、喷涂、化工、制药、包装印刷等行业，涉及 9 家沸石转轮生产制造企业。分析这 27 台沸石转轮和转筒吸附浓缩装置运行情况，其中净化效率在 95%以上的有 9 个（其中一台双转轮工艺），占总样本数的 30.0%，净化效率在 92%~95%共 13 家，占比 48.1%，净化效率在 90%~92%共 5 家，占比

18.5%。

企业代号	处理效率	入口浓度 mg/m3	排放浓度 mg/m3
F 企业	90.23%	256	25
F 企业	92.57%	303	22.5
D 企业	93.04%	382	26.6
A 企业	94.11%	428	25.2
A 企业	97.49%	1100	27.6
G 企业	90.76%	216	19.95
I 企业	96.13%	755	29.25
H 企业	91.60%	263	22.1
E 企业	95.15%	344	16.7
I 企业	95.06%	506	25
C 企业	93.97%	298	17.98
C 企业	94.32%	415	23.58
E 企业	94.28%	344	19.68
E 企业	93.04%	352	24.5
B 企业	95.51%	481	21.6
D 企业	92.89%	324	23.04
E 企业	96.05%	608	24
C 企业	93.73%	271	16.99
B 企业	94.80%	360	18.72
F 企业	91.31%	233	20.24
I 企业	95.26%	476	22.56
G 企业	92.18%	317	24.8
G 企业	94.04%	403	24
C 企业	93.73%	467	29.28
A 企业	96.20%	889	33.8
A 企业	96.50%	550	19.25



H 企业	90.23%	256	25
------	--------	-----	----

沸石转轮吸附浓缩装置净化效率影响因素有很多，包括废气组分、浓度、气流温湿度、气流速度、装置维护等，因此在设计和制造沸石转轮吸附浓缩装置时要综合考虑实际工况条件，合理设计运行参数，严格按照工艺要求进行设备维护，才能确保设备保持高效稳定运行。

## 四、标准中涉及专利情况

本标准不涉及专利。

## 五、产业化情况、推广应用论证和预期达到的经济效益等情况

大风量、中低浓度 VOCs 排放在有机废气污染中较大比例，多采用转轮吸附设备处理此类废气。前期，该系统的核心技术掌握在美国、日本等国家，国内企业通过进口转轮进行组装来占据一定的市场。近 10 年来，部分国内企业通过研发攻关，已掌握具有自主知识产权的沸石转轮制备关键技术。随着沸石转轮吸附浓缩装置在工业上不断应用，设备生产企业数量不断增多，其沸石转轮的质量差异明显。市场的产品优劣根源来自于企业的生产技术水平和对相关标准执行落实。如在转轮生产过程中，很多中小企业缺乏技术支持和设备制造的企业标准，对关键吸附剂疏水性沸石分子筛材料的性能掌握欠缺，数据积累不足，特别是由于存在同行业恶性竞争，为降低成本，在原材料选择、工艺控制水平上偏离理论较大，造成



净化设备使用寿命短，质量层次不齐，不利于行业的健康长远发展。

目前如何评价沸石转轮吸附浓缩装置生产企业的产品质量和服务，仍缺乏客观、合理、科技的评价体系和评价要求。

本标准主要针沸石转轮吸附浓缩装置“领跑者”标准的评价指标体系和评价方法进行规定，在制定过程中充分征求相关机构和企业意见，并开展调研验证予以证明，力求标准的科学性、适应性和可操作性，指导企业编写企业标准，助力企业高质量发展，因此，标准制定具有良好的社会效益和经济效益。

## **六、采用国际标准和国外先进标准情况，与国际、国外同类标准水平的对比情况，国内外关键指标对比分析或与测试的国外样品、样机的相关数据对比情况**

无国外标准在相关法律法规和标准方面，经查现阶段国外并无沸石转轮吸附浓缩装置产品评价方面的技术要求和规范。

## **七、与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性**

本标准符合我国有关法律、法规的要求，并与国家相关政策、规划等保持一致。

## **八、重大分歧意见的处理经过和依据**

本标准编制过程中未出现重大分歧意见。

## 九、标准性质的建议说明

建议本标准作为团体标准发布实施。

## 十、贯彻标准的要求和措施建议（包括组织措施、技术措施、过度办法、实施日期等）

本标准由中华环保联合会和中国技术经济学会归口并负责解释和修订。

## 十一、废止现行相关标准的建议

无。

## 十二、其他应予说明的事项

无。