

烟气温度效应下塑料制品业集气罩 收集效率试验研究

王首洋

(河北圣鸿环保科技有限公司, 河北 沧州 061000)

摘要: 集气罩是废气治理系统的重要环节, 其收集效率直接影响治理效果。为明确烟气温度与集气罩收集效率的关系, 本研究以沧县 7 家塑料制品企业为对象, 采用点源修正法反推无组织排放源强, 分析不同温度下的收集效率。结果表明, 烟气温度在 120~210 °C 范围内, 收集效率从 95% 降至 68%, 呈强负相关 ($r=-0.977$), 回归方程为收集效率 = $-0.00341 \times \text{温度} + 1.366$ 。研究建议企业重视烟气温度影响, 优化集气罩设计。

关键词: 集气罩; 烟气温度; 收集效率; 回归方程

引用论文: 王首洋. 烟气温度效应下塑料制品业集气罩收集效率试验研究 [J]. 橡塑技术与装备, 2026, 52(5):65-68.

中图分类号: TQ320.8

文章编号: 1009-797X(2026)05-0065-04

文献标识码: B

DOI: 10.13520/j.cnki.rpte.2026.05.014

0 引言

集气罩作为废气收集系统的起始环节, 其性能对后续治理效果具有决定性影响。在实际运行中, 烟气温度是影响收集效率的重要变量之一。现有规范多从结构形式角度评估集气罩效率, 对运行参数尤其是温度的影响研究尚不充分。本研究以塑料制品行业为例, 通过现场监测数据, 分析烟气温度与集气罩收集效率之间的定量关系, 旨在为优化集气罩设计与运行提供依据。

1 集气罩收集效率影响因素

集气罩是用于捕集污染源所散发污染物的局部吸气装置, 主要适用于两类工况: 一是密闭设备内部工艺条件不允许形成微负压的场合; 二是污染物直接产生于开放或半开放污染源表面的情况。其收集效率受到多种因素影响, 主要包括集气罩自身设计参数与烟气特性两大类。其中, 设计参数涵盖集气罩面积、几何尺寸及其与污染源的相对距离等; 烟气特性则包括污染物种类与烟气温度等关键参数。彭泰瑶等进行局部排气罩的捕集效率实验^[1], 研究不同风速与集气罩捕集效率之间关系; 张小兵给出集气罩是气体局部净化系统的重要组成部分, 用于采集捕捉气体污染物的装置^[2]。

我国在集气罩设计与评价方面已建立相关标准与

规范。国家质量监督检验检疫总局与中国国家标准化管理委员会于 2008 年发布的《排风罩的分类及技术条件》(GB/T 16758—2008)^[3], 对集气罩的分类及技术条件提出了明确要求。此外, 广东省生态环境厅在 2021 年发布的《广东省工业源挥发性有机物减排量核算方法(试行)》^[4]中, 从集气罩结构形式的角度给出了废气收集效率的参考取值。

现有规范多基于结构形式评估集气效率, 而对烟气运行参数的影响关注相对不足。因此, 本研究重点从烟气温度这一关键参数出发, 通过实测数据分析, 探究其对集气罩收集效率的具体影响规律, 以期集气罩的优化设计与运行提供更精细化的依据。

2 研究方法数据来源

2.1 研究对象

本次以沧县 7 家塑料制品企业为对象, 收集其在项目验收期间的相关监测数据, 开展实例调查与分析。企业在集气罩设计过程中均以《排风罩的分类及技术条件》(GB/T 16758—2008) 为标准, 确保集气罩满足《挥发性有机物无组织排放控制标准》(GB 37822—2019) 中在距排风罩开口面最远处的 VOCs

作者简介: 王首洋(1991-), 男, 本科, 注册环境影响评价工程师, 主要研究方向为环境影响评价、环境工程等。

无组织排放位置风速不低于 0.3 m/s 要求。

选择这 7 家企业作为案例，一方面因其治理技术相同，具备可比性，有助于排除技术路线差异带来的干扰；另一方面，它们均处于验收监测阶段，运行工况和监测条件相对规范，所得数据能够较为真实地反映该治理技术在相似行业、相似工况下的实际运行效果。通过对这些案例的监测数据进行综合对比与分析，可以为进一步评估该治理技术的稳定性、适用性及优化方向提供现实依据，也为同类企业的废气治理工艺选择与运行管理提供参考。

2.2 数据收集与处理

根据验收监测报告，可以直接看出非甲烷总烃有组织废气收集量。针对非甲烷总烃无组织废气，监测

报告未给出直接产生量。本研究过程采用无组织源强反推法中点源修正法（小面源 $S \leq 1 \text{ km}^2$ ）进行反推。

$$\text{点源修正法公式：} Q=C \cdot U \cdot \pi \cdot \sigma_y \cdot \sigma_z$$

其中：

Q — 无组织废气排放速率 / $\text{mg} \cdot \text{s}^{-1}$ ；

C — 下风向浓度 / $\text{mg} \cdot \text{m}^3$ ；

U — 风速 / $\text{mg} \cdot \text{s}^{-1}$ ；

σ_y — 水平方向扩散参数 / m ；

σ_z — 垂直方向扩散参数 / m 。

2.3 监测数据汇总

通过对 7 家塑料制品企业验收监测数据统计与分析得到表 1。

表 1 验收监测数据调查结果一览表

序号	烟气温度 / $^{\circ}\text{C}$	有组织产生速率 / $(\text{kg} \cdot \text{h}^{-1})$	无组织排放速率 / $(\text{kg} \cdot \text{h}^{-1})$	收集效率 /%	数据来源
1	120	0.024 3	0.001 3	95	沧州某包装制品有限公司塑料制品生产线技术改造项目
2	130	0.027 3	0.002 1	93	沧县诚晨塑料制品厂新建年产塑料盖 50 t 项目
3	145	0.020 8	0.002 3	90	沧县某养殖设备厂新建年产金属养殖设备配件、塑料养殖设备配件 500 万套项目
4	150	0.031 5	0.005 6	85	沧县某塑料制品厂年生产 600 t PP 塑料板项目
5	175	0.084 1	0.028 0	75	沧县某塑料厂塑料制品生产线技术改造项目
6	185	0.036 5	0.015 6	70	沧县某塑料制品厂塑料切片项目
7	210	0.029 9	0.014 1	68	沧县某塑料制品厂新建年产塑料瓶 300 万个项目

3 集气罩针对不同温度非甲烷总烃收集分析

通过对上述 7 家企业的监测数据进行汇总与统计

分析，主要结果如图所示。图中直观展示了各企业集气罩收集效率、烟气温度，便于进行横向对比。

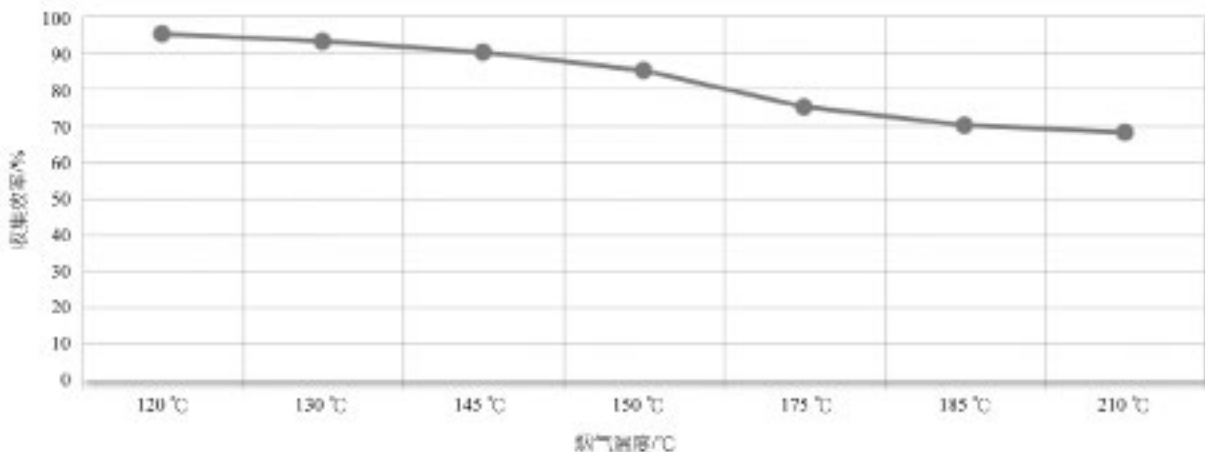


图 1 不同烟气温度下集气罩收集效率图

通过对图中监测数据的统计分析，数据集包含 7 个观测样本，记录了不同烟气温度下的集气罩收集效率，温度范围：120~210 $^{\circ}\text{C}$ ，收集效率范围：68%~95%。120 $^{\circ}\text{C}$ → 150 $^{\circ}\text{C}$ ：效率从 95% 降至 85%，下降较平缓（约 10 个百分点），150 $^{\circ}\text{C}$ → 185 $^{\circ}\text{C}$ ：效

率从 85% 骤降至 70%，下降加速（15 个百分点）；185 $^{\circ}\text{C}$ 以上：效率下降趋缓（210 $^{\circ}\text{C}$ 时为 68%）。

3.1 烟气温度与集气罩收集效率关系强度与方向分析

强负相关关系：烟气温度与集气罩收集效率之间

存在显著的负相关关系（相关系数： -0.9768 ），表明随着烟气温度的升高，收集效率明显下降。

3.2 烟气温度与集气罩收集效率之间关系

(1) 收集效率 $= -0.003409 \times \text{温度} (\text{°C}) + 1.365793$ 。

(2) 温度每升高 1 °C ，集气罩收集效率平均下降约 0.0034 。

3.3 关键统计参数

相关系数 (r): -0.976834 ，表明烟气温度与收集效率之间存在极强的负相关关系。

决定系数 (R^2): 0.954204 ，模型解释了 95.42% 的数据变异，拟合效果极佳。

3.4 烟气温度升高集气罩收集效率降低原因

(1) 温度升高使废气体积膨胀，相同质量流量下体积流量增大，导致集气罩单位时间内需处理的废气体积增加，在固定抽风能力下捕集效率下降。

(2) 高温废气密度减小，气体惯性减弱，在集气罩吸气气流中更易发生绕流和逃逸。

(3) 温度梯度引起气体密度差，加剧局部湍流，使污染物扩散路径复杂化，减少被集气罩有效捕获的时间。

(4) 高温废气自身产生显著热浮力，向上运动趋势增强，与集气罩通常设置的侧吸或顶吸气流方向形成竞争，导致捕集气流被干扰。

4 建议

有效控制集气罩收集效率，是减少无组织废气排放、提升企业废气治理效果的关键环节。本研究证实，烟气温度升高将直接导致收集效率显著下降。因此，企业在集气罩设计与运行中，必须将烟气温度作为核

心考量因素。

针对高温工况，建议采取以下优化措施：

(1) 优化集气罩结构形式。对于温度较高的废气产生点，优先采用半密闭罩或全密闭罩，减少废气与周围空气的混合，从源头上提高捕集效率。对于开放式污染源，可选用带有围挡或侧吸功能的集气罩，增强对高温烟气的约束作用。

(2) 优化集气罩结构形式。对于温度较高的废气产生点，优先采用半密闭罩或全密闭罩，减少废气与周围空气的混合，从源头上提高捕集效率。对于开放式污染源，可选用带有围挡或侧吸功能的集气罩，增强对高温烟气的约束作用。

(3) 强化系统配套与过程控制。在集气罩后设置冷却段或混风装置，降低进入收集系统的烟气温度，可有效改善后续管路与设备的运行条件。同时，建议在高温工段安装温度监测与连锁控制装置，实现集气罩运行状态与烟气温度的动态匹配。

通过上述针对性措施，可显著提升高温烟气条件下的收集效率，最大限度减少无组织排放，为企业实现稳定达标排放和精细化环境管理提供技术支撑。未来建议进一步开展不同温度区间下集气罩结构优化与运行参数的标准化研究，推动形成行业技术规范。

参考文献：

- [1] 彭泰瑶. 局部排气罩的捕集效率实验 [J]. 建筑热能通风空调. 198(3), 20-24.
- [2] 张小兵. 集气罩合理设计 [J]. 机电技术. 2008(1), 28-30.
- [3] 国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 排风罩的分类及技术条件: GB/T 16758-2008[S]. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [4] 广东省生态环境厅. 广东省工业源挥发性有机物减排量核算方法(试行) [Z]. 广州: 广东省生态环境厅, 2021.

Experimental study on the collection efficiency of gas collection hoods in the plastic products industry under the effect of flue gas temperature

Wang Shouyang

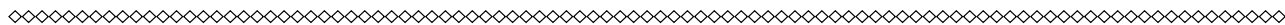
(Hebei Shenghong Environmental Protection Technology Co. LTD., Cangzhou 061000, Hebei, China)

Abstract: The gas collection hood is a crucial component of the waste gas treatment system, and its collection efficiency directly impacts the treatment effectiveness. To clarify the relationship between flue gas temperature and the collection efficiency of the gas collection hood, this study took seven plastic product enterprises in Cang County as the research subjects. The point source correction method was employed to deduce the unorganized emission source strength, and the collection efficiency at different temperatures

was analyzed. The results showed that within the temperature range of 120~210 °C , the collection efficiency decreased from 95% to 68%, exhibiting a strong negative correlation ($r=-0.977$). The regression equation is collection efficiency = $-0.00341 \times \text{temperature} + 1.366$. The study suggests that enterprises should pay attention to the impact of flue gas temperature and optimize the design of the gas collection hood.

Key words: gas collection hood; flue gas temperature; collection efficiency; regression equation

(R-03)



中国输美轮胎，持续下滑

Chinese tires exported to the United States continue to decline

最新数据显示，2026年前2个月，美国进口轮胎共计4361万条，同比下降2%。其中，乘用车胎和卡客车胎分别下降3%和8%，而自行车用胎同比增长18%，航空器用胎增长9%。

从进口来源看，美国对中国和泰国的轮胎进口量均出现明显下滑，主要受持续的高关税及贸易政策调整影响。

自中国进口：总量308万条，同比大降29%。其中，乘用车胎下降32%至15.7万条，卡客车胎更是暴跌52%至14万条。这反映出美国对中国轮胎维持高额“双反”关税(反倾销与反补贴)以及301关税的持续压制效果。

自泰国进口：总量1113万条，同比下降4%。其中，乘用车胎降12%，卡客车胎降20%。泰国是美国轮胎第一大来源国，但自2024年起美国对泰国卡车及客车轮胎加征反倾销税，导致相关产品出口明显收缩。

值得关注的是，在乘用车胎和卡客车胎普遍下滑的背景下，自行车轮胎(同比+18%)和航空器轮胎(同比+9%)进口逆势增长，显示特定细分市场的需求仍具韧性。

总体而言，美国轮胎进口市场正经历结构性调整：高关税持续削弱中国和泰国的传统优势，加速美国转向其他东南亚或北美区域采购。未来，若关税政策不放松，中国及泰国轮胎对美出口或将进一步承压，而美国本土及替代来源国的轮胎产能有望获得更多市场空间。

摘编自“车轱辘”

山东轮胎裂解项目2.2亿元扩产

Shandong tire cracking project expands production by 220 million yuan

3月25日，山东合晟环保科技有限公司公布10万t/年轮胎热裂解资源化综合利用扩产项目。

目前，合晟环保轮胎热裂解资源化综合利用项目现有处置量6万t/年，拟投资扩产处置量10万t/年，扩产完成后，合晟环保处置总量为16万t/年。

项目位于山东省滨州市邹平市九户镇，预计投资总额约2.2亿元，计划建设期不超过12个月。

据炭黑产业网了解，项目将采用恒誉环保全新一代大处理量工业连续化智能热裂解装备。

此次投资扩产项目资金全部来源于合晟环保自有资金及自筹资金。目前合晟环保已通过自有资金取得项目所需土地，并办理部分项目备案手续，后续将按计划推进项目进展。

目前裂解产品需求量巨大，供需缺口持续扩大，合晟环保作为恒誉环保的控股子公司，依托恒誉环保的热裂解技术与高端装备赋能，合晟环保裂解再生油、炭黑产品品质优异、附加值高，具备良好的绿色市场溢价，市场认可度显著。

摘编自“炭黑产业网”

(R-03)