

实施时间、空间位置及影响类型上的重合度进行量化评估,从而识别累积效应最为突出的环境要素。而情景分析与趋势预测方法在累积影响评价中具有重要作用。通过设定不同建设发展情景,对区域环境质量变化趋势进行模拟,可有效揭示潜在风险演化路径。对于难以量化的生态影响和社会环境效应,可采用专家判断与多准则评价方法进行补充分析,以增强评价结果的综合性与可靠性。上述方法的有机整合,有助于形成兼顾科学性与可操作性的累积环境影响评价技术体系。

## 4 建设活动累积环境影响评价的关键技术问题

### 4.1 时空尺度确定与影响叠加识别

时空尺度的合理确定是累积环境影响评价面临的首要技术问题。建设活动的环境影响往往具有明显的时间滞后性和空间扩散性,若评价尺度设定不当,易导致累积效应被低估或忽略。因此,在评价实践中,应结合区域环境特征和建设活动类型,科学界定评价时间跨度和空间范围。对于基础设施和工业项目密集区域,评价时间尺度应覆盖建设期、运行期乃至后续扩展阶段,以全面反映环境影响的长期演变趋势。在影响识别环节,需要重点关注不同建设活动在关键环境要素上的叠加关系。通过建立影响因子矩阵或叠加分析模型,可系统梳理污染排放、资源消耗及生态扰动等影响因子的叠加路径,从而识别累积影响的关键节点和敏感区域。这一过程有助于将分散的建设活动影响整合为可分析的系统变量,为后续评价提供清晰的技术基础。

### 4.2 不确定性分析与评价结果解释

建设活动累积环境影响评价不可避免地面临数据不完整、模型假设简化等不确定性问题。不同建设项目在实施时间、运行负荷及管理水平上的差异,都会对累积影响预测结果产生影响。因此,在评价过程中应引入不确定性分析方法,对关键参数和假设条件进行敏感性分析,明确评价结果的可信区间。这种做法不仅有助于提高评价结论的科学性,也有利于增强决策部门对评价结果的理解与采信。在结果解释层面,应避免将评价结论简单归结为“可行”或“不可行”,而应重点阐明不同建设情景下环境风险水平的变化趋势及其管理含义。通过将评价结果与区域环境质量目标和管控要求相对照,可明确建设活动对环境系统的长期影响方向,为后续建设决策和环境管理措施的优化提供依据。

## 5 建设活动累积环境影响评价的应用路径与制度完善

### 5.1 累积环境影响评价在环境管理中的应用路径

在实际环境管理中,建设活动累积环境影响评价应与

规划环境影响评价和项目环境影响评价形成衔接互补的技术体系。在规划层面,通过累积影响分析识别区域环境约束条件,可为产业布局和建设强度控制提供前置性决策支持;在项目层面,则可将累积影响评价结果作为环境准入的重要依据,避免新增项目在区域环境容量已接近上限时继续实施。而累积环境影响评价还可为动态环境管理提供技术支撑。通过定期更新评价结果,监测区域环境变化趋势,可及时识别潜在风险并调整建设活动节奏。这种动态应用模式有助于推动环境管理由事后应对向过程控制转变,提高环境治理的前瞻性和系统性。

### 5.2 累积环境影响评价制度完善建议

为提升建设活动累积环境影响评价的实施效果,有必要在制度层面进一步加以完善。首先,应在相关法规和技术导则中明确累积环境影响评价的适用情形和技术要求,为评价实践提供制度保障。其次,应加强区域环境基础数据的共享与整合,提升评价数据的完整性和时效性,减少因信息缺失导致的不确定性。实践中还应推动评价成果在决策中的刚性约束作用,将累积环境影响评价结果与环境准入、总量控制和项目审批机制相结合,形成闭环管理体系。通过制度与技术的协同推进,建设活动累积环境影响评价有望在区域可持续发展中发挥更加重要的支撑作用。

## 6 结语

建设活动累积环境影响是区域环境问题由“点源控制”向“系统治理”转变过程中不可回避的核心议题。本文围绕累积环境影响评价的理论基础、技术方法及应用路径展开系统研究,力求在现有环境影响评价体系基础上,拓展其在区域尺度和长期尺度上的适用范围。研究表明,通过引入时空叠加分析、环境承载力约束和情景预测等方法,可较为全面地识别和评估建设活动对区域环境系统的综合影响,从而为环境管理决策提供更加科学的依据。总体而言,将累积环境影响评价纳入建设活动环境管理体系,对于推动区域环境质量持续改善和实现经济社会与生态环境协调发展具有重要的现实意义。

### 参考文献

- [1] 田双双,吴影宇,伍云健,等. 800 kVA环氧浇注干式变压器碳足迹与环境影响评估[J/OL].绝缘材料,1-10[2026-01-03].<https://doi.org/10.16790/j.cnki.1009-9239.im.2026.03.002>.
- [2] 周海强. 新疆城市放射性废物库的辐射环境影响分析[J].干旱环境监测,2025,39(04):180-183.
- [3] 刘雅萍. 废旧轮胎热解回收技术的废气治理措施及其大气环境影响评价分析[J].中国轮胎资源综合利用,2025,(12):77-79. DOI:10.19307/j.cnki.ctr.2025.12.016.

# Application of Honeycomb Electric Tar Precipitator in Petroleum Resin Production

Linzen Duan Li An Yajun Xue

Lanzhou Huifeng Petrochemical Co., Ltd., Lanzhou, Gansu, 730060, China

## Abstract

This paper investigates the application of honeycomb electric tar precipitators in petroleum resin production. Aiming at the challenge of waste gas treatment during the production of light-colored C9 petroleum resin, an integrated technical upgrade was implemented by combining honeycomb electric tar precipitators with water condensation, dry filtration, and activated carbon adsorption. Through analysis of actual operational data and monitoring results, the honeycomb electric tar precipitator significantly reduced the emission concentrations of non-methane total hydrocarbons (NMTHC) and particulate matter in waste gas, meeting special emission limits and effectively improving the production environment. The working principle, equipment selection, operational performance, and economic analysis of the honeycomb electric tar precipitator are elaborated in detail, providing a referential technical approach and management experience for waste gas treatment in the petroleum resin industry.

## Keywords

Honeycomb electric tar precipitator; Petroleum resin production; Waste gas treatment; Non-methane total hydrocarbons; Particulate matter

## 蜂窝电捕焦油器在石油树脂装置废气处理过程中的应用

段琳桢 安丽 薛亚俊

兰州汇丰石化有限公司, 中国·甘肃 兰州 730060

## 摘要

探讨了蜂窝电捕焦油器在石油树脂生产中的应用, 针对浅色碳九石油树脂生产过程中废气治理的难题, 引入蜂窝电捕焦油器结合水冷凝、干式过滤、活性炭吸附等综合技术进行升级改造, 通过实际运行数据和监测结果分析, 蜂窝电捕焦油器显著降低了废气中非甲烷总烃和颗粒物的排放浓度, 达到特别排放限值要求, 有效改善了生产环境。本文还详细阐述了蜂窝电捕焦油器的工作原理、设备选型、运行效果及经济性分析, 为石油树脂行业废气治理提供了可借鉴的技术路径和管理经验。

## 关键词

蜂窝电捕焦油器; 石油树脂生产; 废气治理; 非甲烷总烃; 颗粒物

## 1 引言

### 1.1 背景

石油树脂作为一种重要的化工原料, 广泛应用于涂料、油墨、橡胶、胶粘剂等领域。然而, 在石油树脂的生产过程中, 会产生大量含有挥发性有机物(VOCs)和颗粒物的废气, 这些废气若未经有效处理直接排放, 将对大气环境和人体健康造成严重影响。随着环保法规的日益严格, 如何高效、经济地治理石油树脂生产过程中的废气排放, 成为行业亟待解决的问题。

### 1.2 目的与意义

通过分析蜂窝电捕焦油器在兰州亚华石油化工有限责

任公司(以下简称“亚华公司”)石油树脂生产中的应用效果, 探讨其在降低废气中非甲烷总烃和颗粒物排放浓度方面的有效性。不仅有助于改善生产车间的环境质量, 还对提升企业环保水平和市场竞争力具有重要意义。同时, 为石油树脂行业废气治理提供可借鉴的技术路径和管理经验。

## 2 文献综述

### 2.1 石油树脂生产废气治理技术现状

国内外石油树脂生产废气治理技术主要包括吸附法、吸收法、燃烧法、生物处理法及电捕集法等<sup>[1]</sup>。

吸附法通过吸附剂吸附废气中的污染物, 但存在吸附剂饱和后需再生或更换的问题; 吸收法利用溶液吸收废气中的污染物, 但可能产生二次污染; 燃烧法通过高温燃烧将有机物转化为无机物, 但能耗较大; 生物处理法利用微生物降解有机物, 但处理效率受环境因素影响较大; 电捕集法, 特

【作者简介】段琳桢(1989—), 女, 中国兰州人, 本科, 助理工程师, 从事石油化工环保管理研究。

别是蜂窝电捕焦油器技术，因其高效、节能、环保等优点，在工业废气治理中得到广泛应用。

## 2.2 蜂窝电捕焦油器技术概述

蜂窝电捕焦油器是一种高效的废气治理设备，其核心部件为蜂窝状沉淀极<sup>[2]</sup>。在高压直流电场的作用下，废气中的大分子有机物和颗粒物被荷电，并在电场力的作用下向沉淀极板移动，最终沉积在沉淀极板上，达到净化废气的目的。

该技术具有结构紧凑、气体处理量大、电耗小、净化效率高等优点，特别适用于处理含有大分子有机物和颗粒物的工业废气。

## 2.3 原废气排污情况

### 2.3.1 造粒生产线机头有组织废气

根据《合成树脂工业污染物排放标准》(GB31572-2015)<sup>[3]</sup>及《排污许可证申请与核发技术规范石化工业》(HJ853-2017)<sup>[4]</sup>相关规定，亚华公司浅色碳九石油树脂生产装置执行合成树脂工业车间或生产设施排气筒控制的污染物为非甲烷总烃及颗粒物。

## 3 项目概况与改造方案

### 3.1 改造方案设计

针对亚华公司浅色碳九石油树脂生产过程中的废气治理难题，设计采用蜂窝电捕焦油器结合水冷凝、干式过滤、活性炭吸附等综合技术进行升级改造。具体方案如下：

#### 3.1.1 废气收集与预处理

在造粒机机头和机尾设置集气罩，通过风机产生的负压将废气引入废气处理系统。废气首先经过水冷凝单元，利用乙二醇为制冷剂，将废气温度降至常温，回收部分高沸点有机物。随后，废气进入干式过滤器，通过惯性分离技术去除废气中的大颗粒和小油滴。

#### 3.1.2 蜂窝电捕焦油器处理

经过预处理的废气进入蜂窝电捕焦油器，在高压直流电场的帮助下，废气中的大分子有机物和颗粒物被荷电并沉积在沉淀极板上。

电捕焦油器采用蜂窝状沉淀极设计，具有结构紧凑、气体处理量大、净化效率高等优点。

浅色碳九树脂是制造高品质涂料（尤其是路标漆）的理想树脂，因《排污许可申请与核发技术规范-石油化工》等规范中无末端治理技术去除效率参考值，因此本次参考《排放源统计调查产排污核算方法和系数手册》中“2641 涂料制造（工艺名称为合成树脂）行业（续9）”<sup>[5]</sup>中提供末端治理技术平均去除效率得作为统一准绳来核算现阶段去除效率和改造后废气去除效率。

原机头废气处理措施为翅片冷凝器+一级水冷+滤油器处理+活性炭吸附，则对照以上去除效率机头治理措施对非甲烷总烃的综合治理效率为84.76%，对颗粒物仅活性炭有一定吸附能力，因颗粒物粒径较有机废气大，所以吸附效率低，两级活性炭对颗粒物的处理效率约19%，则机头废

气颗粒和非甲烷总烃的产生量分别为0.344t/a、7.22t/a。

原机尾废气采用旋风+布袋，根据上表去除效率为90%，则机尾颗粒物产生量为0.97t/a。

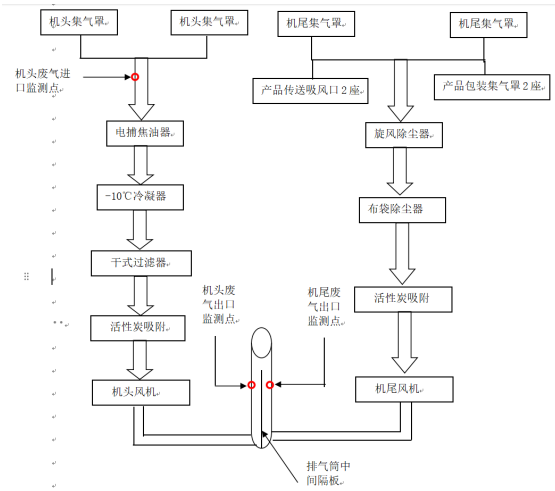


图1 装置改造流程图

## 4 改造效果分析

### 4.1 废气治理效果

2024年12月，装置完成改造，造粒机机头废气采用蜂窝电捕焦油器+立式冷却器+三级干式过滤器+活性炭吸附，冷凝处理效率为36%，蜂窝电捕焦油器电场力的作用吸附气中的大分子有机物、粉尘、水雾等粒子与电子结合而荷电，向两极运动，达到净化的效果，根据设计对挥发性有机物去除效率为90-95%，本次以90%计；活性炭吸附去除效率都为39%，机尾设置5级活性炭吸附，则去除效率为89%，改造后机头机尾废气排放量见表4.2-1。

根据上表，废气经新的治理措施改造后非甲烷总烃排放量为0.031t/a、非甲烷总烃去除效率为99.6%，非甲烷总烃吨产品排放量为0.00055kg，远小于标准要求0.3kg/t，颗粒物排放量为0.3663t/a。机头机尾风机风量按最大设计风量合计33378m<sup>3</sup>/h，则改造后非甲烷总烃排放浓度为0.116mg/m<sup>3</sup>、颗粒物排放浓度1.37mg/m<sup>3</sup>。

改造后的废气排放浓度远低于《合成树脂工业污染物排放标准》(GB31572-2015)的特别排放限值要求。

### 4.2 环境影响分析

通过对比改造前后的环境监测数据，发现改造后项目周边大气环境中非甲烷总烃和颗粒物的浓度显著降低，对区域大气环境质量的改善起到了积极作用。同时，改造后的废气治理设施运行稳定，未对周边环境造成二次污染。

环境效益，具体如下：

#### 4.2.1 大气环境贡献值降低

改造前，造粒机废气中PM10下风向最大落地浓度为0.001074mg/m<sup>3</sup>(占标率0.24%)，非甲烷总烃为0.003157mg/m<sup>3</sup>(占标率0.16%)；改造后，PM10最大落地浓度降