

# 环保工程中己二酸氧化尾气回收技术研究与应用

譙兴芹 徐林

齐河县生态环境监控中心

**摘要:**在当今全球化的工业背景下,化工行业面临着日益严峻的环境挑战。特别是在己二酸的生产过程中,尾气排放问题尤为突出,涉及多种有害物质如 VOCs、NO<sub>x</sub> 等,这些排放物对环境造成了重大影响。随着环保法规的日益严格和公众对健康生活环境的高度关注,开发和应用有效的尾气回收技术成为行业发展的重要趋势。本文聚焦于当前己二酸生产中尾气回收技术的研究与应用,探讨各种尾气回收技术的工作原理、效率、成本及其在实际生产中的应用情况,并分析这些技术在提高环保效率和降低生产成本方面的表现。

**关键词:** 环保工程; 己二酸; 尾气回收技术

己二酸作为化工产品的重要中间体,广泛应用于尼龙制造、聚合物及各种合成材料的生产中。然而,己二酸的生产过程中大量使用的化学物质和复杂的工艺流程会产生多种有害的尾气,如 VOCs 和 NO<sub>x</sub> 等。这些尾气的排放不仅对环境造成污染,也对人类健康带来潜在风险。中国作为全球最大的己二酸生产国之一,其环保标准和法规对化工行业产生了深远的影响。本文通过分析现有的尾气回收技术在己二酸生产中的应用情况,希望提供一种视角,探讨如何通过技术创新来解决环境问题,实现可持续发展的工业生产模式。

## 1 己二酸氧化尾气的特性与影响

### 1.1 己二酸生产过程及尾气成分

己二酸 (Adipic acid) 主要通过苯的氧化或烷基苯的氧化脱羧以及环己烷的氧化制备。在工业生产中,最

常见的方法是环己烷的氧化过程,这个过程分为两个主要阶段:首先是环己烷在催化剂(通常为钴或锰盐)的作用下与空气中的氧反应生成环己酮和环己醇的混合物;随后,这些混合物在硝酸的存在下进一步氧化,转化为己二酸。这一过程的反应温度通常控制在 150 ~ 180℃,压力在 0.8 ~ 2.0 MPa。为了提高转化率和选择性,反应通常在特定的反应器中进行,如气液相多相反应器,以确保反应物充分接触并转化。

己二酸生产过程中的尾气主要包含未反应的环己烷、氮氧化物 (NO<sub>x</sub>)、二氧化碳 (CO<sub>2</sub>),以及少量的硝酸蒸汽和有机挥发物 (VOCs)。环己烷作为挥发性有机化合物,其未反应部分释放到大气中可能导致光化学烟雾的形成,对大气质量造成影响。氮氧化物在大气中与其他化合物反应,能形成臭氧和细颗粒物,这对人体健康和环境均有不利影响。硝酸蒸汽的排

放可以引起酸雨问题,而二氧化碳的排放则是全球气候变化的重要因素之一。因此,控制和管理这些尾气成分的排放是己二酸生产中环保工程的重要环节。

### 1.2 尾气排放标准与环境法规

在全球范围内,化工尾气排放标准和环境法规各有不同,以确保工业活动对环境的影响最小化。在欧盟,工业排放受到《工业排放指令》(Industrial Emissions Directive, IED) 的严格控制,该指令要求使用最佳可用技术 (Best Available Techniques, BAT) 以减少污染物排放。美国则通过《清洁空气法案》(Clean Air Act) 实施严格的排放限制,特别是对 VOCs 和 NO<sub>x</sub> 的排放进行了严格控制,这些都是化工生产中常见的排放物。这些法规通常要求工厂进行定期的排放测试,并根据实际排放情况调整操作,以确保遵守国家和地区的环保标准。

在中国,化工行业尤其是己二酸

生产的尾气排放受到《中华人民共和国大气污染防治法》和多项环保标准的规制,如《挥发性有机物排放控制标准》等。

具体到己二酸生产,相关企业需要遵守的标准包括对 VOCs、NO<sub>x</sub> 和其他有害气体的排放限值。根据《挥发性有机物排放控制标准》(GB 37822—2019),化工企业在生产过程中排放的 VOCs 浓度不得超过 60 mL/m<sup>3</sup>。此外,对于使用有机溶剂的生产设施,需要采取措施确保其排放的总 VOCs 浓度不超过 160 mL/m<sup>3</sup>。按照《大气污染物综合排放标准》(GB 16297—1996),化工制造过程中燃烧设施排放的 NO<sub>x</sub> 不应超过 200 mL/m<sup>3</sup>。对于采用新技术和新设备的企业,此限值可进一步降低。

尽管中国政府在提高环境法规的严格性和执行力方面取得了显著进展,己二酸生产企业在实际操作中仍面临诸多挑战,例如技术落后、成本压力和环保设施投资不足等问题,这些都可能影响到其符合性的实现。随着环境标准的不断升级,企业需要投入更多资源用于环保技术的更新和改进,以满足日益严格的法规要求。这对许多企业来说是一大挑战,但也是推动环境保护进步的重要驱动力。

## 2 尾气回收技术的研究与应用

### 2.1 现有尾气回收技术概述

目前,化工行业中尾气回收技术的研究和应用主要集中在吸收法和吸附法两大类。吸收法通过使用溶剂来吸收尾气中的特定组分,例如在己二酸生产过程中,可以使用水或有机溶剂如乙二醇来吸收氮氧化物和其他有机化合物。这种方法的优势在于其相对较高的处理效率和成熟的技术基础,使其在处理大规模排放时尤为有效。

吸收法的缺点在于溶剂的回收和再生需要额外能源消耗,且处理后的

溶剂可能形成次生污染物。

吸附法利用吸附剂(如活性炭、分子筛等)的表面来捕获尾气中的污染物。吸附法的效率取决于吸附剂的性质和操作条件,这使得它在处理某些低浓度污染物时更为高效。此外,吸附法设备通常占地较小,更适合于空间受限的场合。然而吸附剂的再生通常需要高温或压力,这可能会导致运行成本增加。

在比较这两种技术时,通常需要考虑具体的尾气成分、处理量和场地条件等因素,以确定最合适的尾气回收方法。尽管吸收法在处理大量高浓度尾气方面更经济,但是吸附法在处理特定组分,尤其是那些难以通过化学溶剂吸收的组分时则显示出更高的灵活性和效率。

### 2.2 尾气回收技术应用

在化工行业,吸收法已广泛应用于许多化工生产过程中,尤其是在处理含有高浓度易溶性气体的尾气。在己二酸生产中,使用水基溶剂(如水或碱性溶液)来吸收和中和尾气中的氮氧化物,不仅有效减少了有害气体的排放,还有助于回收这些气体以供其他工艺使用,如肥料生产或作为化学原料。使用有机溶剂(如乙二醇)的吸收系统能够回收更多的有机化合物,这些回收的有机物可以作为原料或燃料再利用,进一步降低了原材料的需求和成本。

吸附法在尾气处理中同样显示出其独特的优势。活性炭和分子筛是两种常用的吸附材料,它们在处理低浓度的有害气体,如 VOCs 时特别有效。在某些化工厂,采用活性炭吸附技术后,能够有效去除尾气中的溶剂蒸汽,不仅提高了空气质量,还能将回收的溶剂重复使用于生产过程,减少了溶剂的总体消耗和排放。此技术的应用不仅提高了环保效率,也显著降低了运营成本。这表明尾气回收技术不仅

能够帮助企业符合越来越严格的环境法规,还能提升资源利用效率,实现经济与环保的双重益处。

## 3 结语

尾气回收技术在化工行业尤其是己二酸生产中的应用展示了科技进步和环保理念的融合。随着技术的不断发展和优化,这些技术不仅有助于降低有害尾气的排放,还能显著提升资源的循环利用率,减少生产过程中的资源消耗和成本。

面对全球环境保护的要求与挑战,继续推动尾气回收技术的研究与应用,加强相关法规和标准的完善,对于推进化工行业的绿色转型和可持续发展具有重要意义。这不仅是技术和经济的问题,更是社会和环境责任的体现,对未来的化工行业发展趋势和环境政策制定都将产生深远的影响。

### 参考文献:

- [1] 周波,邱海芳.醋酸尾气回收制备高纯度一氧化碳技术研究[J].煤炭与化工,2021,44(11):125-127+133.
- [2] 黄娟娟,黄瑞,井文杰,等.蒽醌法过氧化氢生产工艺中氧化尾气回收处理技术研究进展[J].化学推进剂与高分子材料,2021,19(06):36-41+46.
- [3] 余林源,张焱焱,吴林涛.过氧化氢装置尾气高效回收技术研究[J].能源与环境,2020(02):82+84.