

石油化工环境污染源动态监测与控制技术研究

梁浩炯 陆公民 杜凯祥
浙江建安检测研究院有限公司
DOI:10.12238/etd.v6i2.12983

[摘要] 本篇文章主要研究石油化工行业的环境污染源动态监测和控制技术。随着经济发展,石油化工产业地位重要但污染问题突出。文中阐述了废气、废水、还有固体废弃物等污染源分类及危害。然后深入研究治理污染的方法存在的不足,进而研究怎么动态监测和控制污染,比如怎么建立监测系统、怎么更好地处理和分析数据以及智能控制策略。

[关键词] 石油化工; 环境污染源; 动态监测; 控制技术

中图分类号: P642.5 **文献标识码:** A

Research on Dynamic Monitoring and Control Technology of Petrochemical Environmental Pollution Sources

Haojiong Liang Gongmin Lu Kaixiang Du
Zhejiang Jian'an Testing Research Institute Co., Ltd

[Abstract] This article focuses on the dynamic monitoring and control technology of environmental pollution sources in the petrochemical industry. With the economic development, the petrochemical industry is important but the pollution problem is prominent. The article describes the classification and hazards of pollution sources such as exhaust gas, wastewater, and solid waste. Then, it studies in-depth the shortcomings of pollution control methods, and then researches how to monitor and control pollution dynamically, such as how to set up a monitoring system, how to better process and analyse the data, and intelligent control strategies.

[Key words] Petrochemical industry; Environmental pollution sources; Dynamic monitoring; control

引言

石油化工行业在现代工业体系中扮演着重要的角色,它的产品遍布能源、材料、化工等多个行业,极大地推动全球经济的快速发展。但是,随着这个行业的快速壮大,环境污染的问题也越来越明显,这变成了影响它长期发展的一个关键因素。石油化工在生产的时候会排放废气、废水和固体废弃物这些污染物,这些都对空气、水和土壤造成了很大的伤害,同时也危害了人类的健康和生态的平衡。所以,加强研究怎么动态监测和控制石油化工行业的环境污染,具有极其重要的现实意义。

1 石油化工环境污染源分类及危害

1.1 废气污染

1.1.1 主要污染物成分

石油化工生产中排放的废气成分复杂多样,其中包含大量的挥发性有机物(VOCs),如苯、甲苯、二甲苯等芳烃类化合物,以及烯烃、烷烃等。此外,还有二氧化硫(SO₂)、氮氧化物(NO_x)、一氧化碳(CO)等有害气体。

1.1.2 危害

这些废气污染物对我们的大气环境来说造成严重污染。里

面的挥发性有机物,在特定条件下跟氮氧化物发生光化学反应,就能生成臭氧(O₃)这样的二次污染物,这就导致了光化学烟雾事件经常发生,不仅让空气质量变差,连能见度都降低了。如果人们长期处在挥发性有机物浓度高的环境里,可能会出现头痛、恶心、呕吐这些中毒症状,严重了甚至可能伤害到神经系统和造血系统。另外,二氧化硫和氮氧化物还会造成酸雨,对建筑、桥梁这些基础设施都是有害的,会对它们进行腐蚀,而且还会改变土壤的酸碱度和肥力,对农作物的生长也不利。

1.2 废水污染

1.2.1 主要污染物成分

石油化工废水含有大量的有机物,包括石油类物质、酚类化合物、多环芳烃等难降解有机物。同时,还含有高浓度的化学需氧量(COD)和生化需氧量(BOD),以及氨氮、磷酸盐等营养物质。此外,废水中可能还含有重金属离子,如汞、镉、铅等。

1.2.2 危害

如果石油化工的废水没有经过好好处理就排进水里,那对水里的生态系统来说就是灾难。因为这些废水里头有机物浓度很高,它们会大量用掉水里的氧气,导致水体缺氧,这样一来,鱼

类的生物就可能因为缺氧窒息而死。而且,里面的营养物质还会让水变得富营养化,导致藻类就会疯狂生长,水体变得又黑又臭,水质当然进行恶化。更严重的是,废水里的重金属离子毒性很强,它们会在生物体内积累,然后通过食物链一层层传递,最后甚至可能危害到人的健康。

1.3 固体废弃物污染

1.3.1 主要污染物成分

石油化工生产过程中产生的固体废弃物主要包括废催化剂、废吸附剂、油泥、残渣等。这些固体废弃物中含有大量的重金属、有机物以及一些具有催化活性的物质。

1.3.2 危害

把固体废弃物随意堆放在外面会带来很多问题。首先,它们会占用很多土地,这本身就是个资源浪费。而且,这些废弃物里面含的有害物质,可能会随着雨水流进去土壤和地下水环境,这样一来,土壤和地下水就会被污染了。土壤一污染,它的肥力和透气性就会变差,农作物的产量和品质自然就下降了。地下水污染了,也会影响水资源的安全供应,这直接关系到人体的健康问题。

2 石油化工环境污染治理现状及挑战

2.1 现有污染治理手段概述

2.1.1 废气治理

目前常用的废气治理方法包括物理法、化学法和生物法。物理法主要有吸附法、吸收法和冷凝法等。例如,活性炭吸附法可以有效去除废气中的挥发性有机物,但在活性炭饱和后需要及时更换或再生,否则会造成二次污染。化学法如催化氧化法能够将废气中的有害气体转化为无害物质,但催化剂成本较高且存在中毒失活的风险。生物法则是利用微生物的代谢作用分解废气中的有机物,该方法运行成本低,但对废气的浓度和成分有一定要求。

2.1.2 废水治理

石油化工废水的治理通常采用物理化学法和生物法相结合的方式。物理化学法包括混凝沉淀、气浮、反渗透等工艺,主要用于去除废水中的悬浮物、油脂和部分有机物。生物法则是通过活性污泥法、生物膜法等处理工艺,利用微生物的降解作用将废水中的有机物转化为二氧化碳和水。然而,对于高浓度、难降解的石油化工废水,单一的治疗方法往往难以达到理想的处理效果。

2.1.3 固体废弃物治理

固体废弃物的治理方法主要有填埋、焚烧和综合利用等。填埋是较为常见的处理方式,但存在占用土地多、渗滤液污染等问题。焚烧可以快速减少固体废弃物的体积,但如果焚烧不当会产生二噁英等剧毒物质。综合利用则是将固体废弃物作为资源进行回收再利用,如废催化剂的再生利用等,但目前综合利用技术还不够成熟,利用率较低。

2.2 现有治理手段存在的问题与挑战

2.2.1 废气治理方面

现有的废气治理设备投资和运行成本较高,对于一些中小企业来说负担过重。而且部分治理技术在实际应用中存在局限性,如吸附剂的吸附容量有限、催化剂的使用寿命短等问题,导致废气治理效果不稳定。此外,随着环保标准的不断提高,对废气排放的要求越来越严格,现有治理手段难以满足更高的排放标准。

2.2.2 废水治理方面

石油化工废水成分复杂多变,传统的处理方法难以有效去除废水中的所有污染物,尤其是难降解有机物和高浓度氨氮的处理仍然是难题。而且废水处理过程中产生的污泥处理处置成本较高,容易产生二次污染。同时,不同企业之间的废水水质差异较大,缺乏针对性强、通用性好的废水处理技术和工艺。

2.2.3 固体废弃物治理方面

固体废弃物的分类收集与预处理若缺乏规范化的操作,将会直接导致后续处理工作的难度显著增加。在填埋场的选址与建设方面,不仅面临着诸多困难,而且建成的填埋场还可能存在安全隐患,对周边环境和居民生活构成威胁。在焚烧处理固体废弃物的过程中,尾气净化技术尚处于发展阶段,仍需进一步完善,以确保排放的尾气不会造成二次污染。此外,固体废弃物的综合利用技术在创新和应用方面存在不足,尚未构建起一个完善的产业链条,这极大地限制了固体废弃物向资源化方向转化的效率和程度。

3 石油化工环境污染源动态监测技术

3.1 监测系统的构建

3.1.1 硬件设备选型

针对石油化工废气、废水和固体废弃物污染源的特点,选择合适的监测仪器是构建监测系统的基础。对于废气监测,可采用在线气相色谱仪、总烃检测仪、硫化氢检测仪等设备,实时监测废气中各类污染物的浓度。在废水监测方面,配置水质分析仪、流量计、液位计等仪器,监测废水的流量、pH值、COD、BOD、氨氮等关键指标。对于固体废弃物监测,安装地磅、红外水分测定仪、放射性检测仪等设备,对固体废弃物的产生量、含水率、放射性物质含量等进行监测。

3.1.2 数据采集与传输网络

建立稳定可靠的数据采集与传输网络是确保监测数据准确性和及时性的关键。通过在现场设置数据采集终端,将监测仪器采集到的数据进行实时采集和预处理,然后利用有线网络(如光纤)或无线网络(如GPRS、4G/5G)将数据传输到中央控制系统。中央控制系统对数据进行进一步的汇总、存储和分析,以便及时发现异常情况并进行报警。

3.2 数据处理与分析方法

3.2.1 数据预处理

由于监测设备可能存在误差、外界干扰等因素,采集到的数据需要进行预处理。预处理方法包括数据清洗(去除异常值、噪声数据等)、数据归一化(将不同量程的数据统一到一个标准范围内)和数据平滑(消除数据波动)等操作,以提高数据的质量。

3.2.2 数据分析模型建立

利用统计分析方法和机器学习算法建立数据分析模型。例如,采用回归分析方法建立污染物排放量与生产工艺参数之间的关系模型,预测在不同生产条件下的污染物排放情况。运用聚类分析方法对不同时间段或不同区域的监测数据进行分类,以便发现潜在的污染源分布规律。此外,还可以采用神经网络模型对复杂的非线性数据进行拟合和预测,提高污染预警的准确性。

4 石油化工环境污染源动态控制技术

4.1 基于监测数据的智能控制策略

4.1.1 反馈控制原理

依据实时监测所得的数据,我们构建了一套精密的反馈调控体系。一旦监测数据表明污染物的排放量逼近或已经超越了既定的标准限值,控制系统便会自动介入,调整生产流程中的各项参数,或是激活特定的污染处理设施,旨在有效减少污染物的排放。譬如,在废气处理过程中,若检测到挥发性有机化合物的浓度有所上升,系统将自动提高活性炭的投放量,或是调节催化氧化过程中的温度与流量等关键参数,以实现排放的优化控制。

4.1.2 模糊控制与神经网络控制在污染控制中的应用

模糊控制是一种基于模糊逻辑的控制方法,适用于难以用精确数学模型描述的复杂系统。在石油化工污染控制中,模糊控制器可以根据输入的模糊信息(如“污染物浓度偏高”“生产工艺波动大”等)输出精确的控制指令(如调节阀开度、电机转速等)。神经网络控制则具有自学习、自适应的能力,通过对大量历史监测数据和控制效果的学习训练,能够自动优化控制策略,提高控制的精度和稳定性。

4.2 污染源头减排与过程控制技术

4.2.1 清洁生产工艺优化

从石油化工生产的初始环节着手,我们积极推广清洁生产技术,力求从源头上减少污染物的生成。例如,运用先进的催化剂能够显著提升反应的选择性,有效减少副反应的出现,进而显著降低废物的生成量。同时,通过改进分离技术,我们能够实现原料与产品之间的高效分离及深度提纯,从而大幅度减少杂质排放。除此之外,对生产流程布局进行优化,提升设备的自动化程度以及能源利用效率,也是降低污染物产生的重要途径。

4.2.2 过程控制技术的实施

在生产流程中,我们得严格把控精细的过程控制技术,保证每个环节都能在最佳状态下运行。为了做到这一点,我们配备了最先进的自动化控制系统和超精密的仪表,这些设备能实时监控生产中的关键参数,比如温度、压力、流量、液位等等,还能进行精确的控制。比如说在蒸馏环节,我们通过精确控制塔顶和塔底的温度,不仅保证了产品质量的稳定,还减少了能源的使用和废气的排放,实现了既赚钱又环保的双赢局面。

5 结束语

随着我们对环保要求越来越高,技术也在不断进步,将来我们得更加重视石油化工行业污染源的动态监控和技术控制。一方面,得研发更精确、更高效的监测工具 and 数据分析方法,这样监测出来的数据才更准确、更可靠;另一方面,也得研究更先进的污染控制技术和方法,比如绿色化学工艺、用生物技术来治理污染这些。还得加强不同学科之间的合作,把环境科学、化学工程、自动化控制这些领域的知识和技术都整合起来,推进石油化工行业往绿色、可持续的方向发展。另外,政府也应该多支持环保产业,出台更严格的环保政策和法规,鼓励企业承担起社会责任,一起为保护环境出力。

【参考文献】

- [1]石敬华,陈林,王增国,等.污染源自动监测数据质量影响因素分析及技术保证措施研究[J].石油化工安全环保技术,2016,32(5):70-74.
- [2]艾绍磊.新环保技术在石油化工中的应用分析[J].生态环境与保护,2020,3(4):39-40.
- [3]陈玉霞,尹士武.石油化工项目中烟气排放连续监测系统的设计[J].炼油技术与工程,2022,52(6):42-46.
- [4]黄颖.探索污染源自动监测技术在生态环保中的应用[J].石油化工建设,2023,45(S02):15-16.

作者简介:

梁浩炯(1992--),男,汉族,浙江新昌人,本科,工程师,主要研究方向:石油化工环境、安全、职业卫生咨询评价。

陆公民(1989--),男,汉族,浙江东阳人,本科,工程师,主要研究方向:石油化工环境、安全、职业卫生咨询评价。

杜凯祥(1991--),男,汉族,安徽六安人,本科,工程师,主要研究方向:石油化工环境、安全、职业卫生咨询评价。