

化工过程中的挥发性有机物（VOCs）排放控制与 环保管理融合探讨

嵇 斌¹ 呼万军² 李振鹏³

1. 睿晶半导体（宁波）有限公司 浙江 宁波 315000

2. 宁波公牛精密制造有限公司 浙江 宁波 315300

3. 宁波富德能源有限公司 浙江 宁波 315200

摘 要：本文聚焦于化工过程中挥发性有机物（VOCs）排放控制与环保管理融合这一关键议题。首先论述VOCs排放控制的关键技术，涵盖源头控制、过程控制和末端治理等多方面技术手段。在此基础上，重点探讨如何将VOCs排放控制与环保管理有效融合，从完善法规政策、强化监管执法、建立企业环保管理体系、推动技术创新与产业升级等多个维度提出具体且具可操作性的策略。旨在为化工行业的绿色转型和环境保护提供切实可行的参考与指导。

关键词：化工过程；挥发性有机物（VOCs）；排放控制；环保管理；融合策略

1 引言

随着工业化快速发展，化工行业在推动经济增长的同时，也带来了严重的VOCs排放问题。VOCs是形成光化学烟雾和雾霾的重要因素，影响空气质量，危害生态系统和公众健康，长期暴露可导致呼吸系统疾病甚至癌症。因此，加强VOCs排放控制并与环保管理深度融合，已成为化工行业实现绿色、可持续发展的关键任务，对改善环境质量和保障人民健康具有重要意义。

2 VOCs 排放控制的关键技术

2.1 源头控制技术

2.1.1 原料替代

采用低挥发性或无挥发性的原料替代高挥发性的有机溶剂，是减少VOCs排放的有效途径。例如，在涂料行业，推广使用水性涂料、粉末涂料等环保型涂料，替代传统的溶剂型涂料；在胶粘剂领域，开发和应用水性胶粘剂、热熔胶等，可显著降低VOCs的排放。

2.1.2 工艺改进

通过优化生产工艺，减少VOCs的产生。例如，采用密闭式生产工艺，将生产过程中的物料和设备进行密闭，防止VOCs泄漏；改进反应条件，提高反应的选择性和转化率，减少副产物的生成；采用新型分离技术，如膜分离、吸附分离等，替代传统的蒸馏分离方法，降低能耗和VOCs排放。

2.2 过程控制技术

2.2.1 设备密封与泄漏检测

加强生产设备的密封管理，定期对设备进行维护和检修，确保设备的密封性能良好，防止VOCs泄漏^[1]。同

时，采用先进的泄漏检测技术，如红外热成像仪、光子化检测仪等，对设备进行实时监测，及时发现和处理泄漏点。

2.2.2 过程集气与输送

在生产过程中，对产生VOCs的设备和环节进行集气处理，将VOCs收集起来，通过管道输送至末端治理设备进行处理。集气系统的设计应合理，确保能够有效地收集VOCs，减少无组织排放。

2.3 末端治理技术

2.3.1 吸附法

吸附法是利用吸附剂对VOCs的吸附作用，将其从废气中分离出来。常用的吸附剂有活性炭、分子筛、硅胶等。吸附法具有处理效率高、适用范围广等优点，但吸附剂需要定期再生或更换，运行成本较高。

2.3.2 吸收法

吸收法是采用吸收剂与VOCs进行接触，使VOCs溶解在吸收剂中，从而达到净化废气的目的。常用的吸收剂有水、有机溶剂等。吸收法适用于处理高浓度、大风量的VOCs废气，但吸收剂的再生和回收利用是一个难题。

2.3.3 催化燃烧法

催化燃烧法是在催化剂的作用下，使VOCs在较低的温度下发生氧化反应，转化为二氧化碳和水。该方法具有处理效率高、能耗低、无二次污染等优点，但催化剂的成本较高，且对废气中的杂质和水分较为敏感。

2.3.4 热力燃烧法

热力燃烧法是将VOCs废气加热到一定温度（通常为760-820℃），使其在高温下发生氧化反应，转化为无害

物质。该方法处理效率高,但能耗较大,运行成本较高。

2.3.5 生物处理法

生物处理法是利用微生物的代谢作用,将VOCs分解为二氧化碳和水。该方法具有运行成本低、无二次污染等优点,但处理效率相对较低,适用于处理低浓度、生物降解性好的VOCs废气。

3 VOCs 排放控制与环保管理融合的策略

3.1 完善法规政策,强化制度保障

3.1.1 制定严格的排放标准

政府应组织相关部门和专家,深入调研化工行业VOCs排放现状和技术水平,结合环境质量目标和人体健康风险评估,制定更加严格的化工行业VOCs排放标准。排放标准应明确不同行业、不同生产工艺的VOCs排放限值和监测要求,对于重点行业和重点企业,应制定更为严格的特别排放限值。同时,排放标准应根据环境质量目标和行业技术水平的发展,定期进行修订和完善,以推动企业不断提高VOCs排放控制水平。例如,对于石油化工、涂装、印刷等VOCs排放重点行业,应制定专门的排放标准,并加强对企业执行情况的监督检查。

3.1.2 出台激励政策

为了鼓励企业积极采用先进的VOCs排放控制技术和设备,进行环保技术改造和升级,政府应出台一系列激励政策。财政补贴政策方面,可以对购买和使用高效VOCs治理设备的企业给予一定比例的财政补贴,补贴金额可根据设备的投资额和治理效果进行确定。税收优惠政策方面,可以对实施清洁生产、实现VOCs减排的企业给予税收减免优惠,如减免企业所得税、增值税等^[2]。此外,还可以设立环保专项资金,对在VOCs污染防治方面取得显著成效的企业进行奖励,引导企业加大环保投入。

3.1.3 加强法规执行力度

加大对化工企业VOCs排放违法行为的处罚力度,提高企业的违法成本。建立健全环境执法监督机制,加强对企业的日常监管和执法检查。环保部门应定期组织专项执法行动,对化工企业的VOCs排放情况进行全面排查,严厉打击偷排偷放、超标排放、监测数据造假等环境违法行为。对于违法企业,要依法给予高额罚款、责令停产整治、吊销排污许可证等处罚措施,情节严重的要追究相关责任人的刑事责任。同时,要加强对执法人员的培训和管理,提高执法人员的业务水平和执法能力,确保执法工作的公正、公平、公开。

3.2 强化监管执法,形成高压态势

3.2.1 建立监测体系

完善化工企业VOCs排放监测体系是加强监管执法的

基础。环保部门应要求化工企业在排放口安装在线监测设备,对VOCs的排放浓度、流量等参数进行实时监测,并将监测数据实时传输至环保部门的监控平台。同时,要加强对在线监测设备的质量监管,定期对设备进行校准和维护,确保监测数据的准确性和可靠性。此外,还应加强对企业无组织排放的监测,采用便携式监测设备对厂界、车间等区域进行定期监测,掌握企业VOCs无组织排放情况。建立环境监测数据共享平台,实现监测数据的实时传输和共享,为环境监管提供科学依据。

3.2.2 开展专项执法行动

定期组织开展化工行业VOCs排放专项执法行动,集中力量查处一批环境违法典型案件。专项执法行动应制定详细的工作方案,明确执法目标、执法重点和执法措施。加强对重点区域、重点企业的监管,如化工园区、VOCs排放重点企业等。在执法过程中,要运用先进的执法手段和技术,如无人机巡查、卫星遥感监测等,提高执法效率和精准度。对超标排放企业依法责令限期整改,整改期间要采取限产、停产等措施,确保企业达标排放。对整改不到位的企业依法实施停产整治,直至关闭。

3.2.3 加强部门协作

环保部门应与工信、安监、工商等部门加强协作配合,建立健全部门联动机制。在项目审批环节,工信部门要严格把关,对不符合环保要求的化工项目不予审批;环保部门要加强对项目环境影响评价文件的审查,确保项目采取有效的VOCs排放控制措施。在生产许可环节,安监部门要加强对化工企业安全生产的监管,同时督促企业落实环保要求;环保部门要对企业环保设施的建设和运行情况进行检查,对未通过环保验收的企业不予颁发生产许可证。在市场监管环节,工商部门要加强对化工产品和原材料市场的监管,打击销售和使用高挥发性有机物产品的行为^[3]。通过部门之间的信息共享和协同执法,形成工作合力,共同推进化工行业VOCs污染防治工作。

3.3 建立企业环保管理体系,落实主体责任

3.3.1 完善环保管理制度

化工企业应建立健全环保管理制度,明确各部门和岗位的环保职责,制定VOCs排放控制目标和考核指标。企业应设立专门的环保管理部门,配备专业的环保管理人员,负责企业的环保管理工作。加强对员工的环保培训,定期组织员工学习环保法律法规、VOCs排放控制技术和操作规程等知识,提高员工的环保意识和操作技能。建立环保管理档案,对企业的环保设施运行情况、VOCs排放监测数据、环保培训记录等进行详细记录,以

便于环保部门的监督检查和企业的自我管理。

3.3.2 开展清洁生产审核

企业应定期开展清洁生产审核,全面评估生产过程中的VOCs排放情况,查找存在的问题和薄弱环节,制定并实施清洁生产方案。清洁生产审核应邀请专业的清洁生产审核机构进行指导,按照清洁生产审核的程序和要求,对企业的生产工艺、设备、原材料、能源利用等方面进行全面分析。通过清洁生产审核,优化生产工艺,采用先进的生产技术和设备,减少VOCs的产生和排放。例如,采用连续化生产工艺替代间歇式生产工艺,提高生产效率,减少物料的挥发;采用新型的反应器和分离设备,提高反应的选择性和分离效率,降低VOCs的排放。

3.3.3 实施环境信息公开

企业应按照相关规定,及时、准确地公开VOCs排放信息,接受社会监督。环境信息公开内容包括企业基本情况、VOCs排放监测数据、环保设施运行情况、清洁生产审核情况等。企业可以通过企业网站、环保部门指定的信息公开平台等渠道进行信息公开。环境信息公开可以提高企业环境管理的透明度,促使企业加强自身环保管理,同时也方便公众了解企业的环保状况,对企业的行为进行监督。

3.4 推动技术创新与产业升级,提高治理水平

3.4.1 加强技术研发合作

鼓励科研机构、高校和企业加强合作,开展VOCs排放控制技术的研发和创新。政府应加大对VOCs治理技术研发的资金投入,设立专项科研基金,支持科研人员开展关键技术难题的攻关。科研机构 and 高校应发挥自身的科研优势,加强基础研究和应用研究,为VOCs治理技术的创新提供理论支持和技术储备。企业应积极参与技术研发合作,结合自身的生产实际和需求,提出技术难题和研发方向,与科研机构 and 高校共同开展技术研发和成果转化。通过产学研合作,加快VOCs治理技术的研发和应用推广。

3.4.2 推广先进适用技术

建立VOCs治理技术推广目录,向企业推荐先进适用的VOCs治理技术和设备。环保部门应组织专家对国内外

现有的VOCs治理技术进行评估和筛选,确定一批技术成熟、处理效率高、运行成本低的先进适用技术,列入推广目录。通过举办技术交流会、现场观摩会、培训班等形式,组织开展技术交流和培训活动,提高企业对先进技术的认知和应用能力^[4]。鼓励企业采用推广目录中的先进适用技术进行环保技术改造,对采用先进技术并取得良好治理效果的企业给予一定的政策支持和奖励。

3.4.3 推动产业升级

引导化工企业加快产业结构调整 and 升级,淘汰落后产能,发展高端化工产品和绿色化工产业。政府应制定相关产业政策,鼓励企业加大技术改造 and 创新投入,提高产品的附加值 and 市场竞争力。对采用先进生产工艺 and 设备、实现清洁生产的企业给予政策支持和资金扶持;对高污染、高能耗、低效益的落后产能,依法予以淘汰。通过产业升级,优化生产工艺 and 设备,减少VOCs的产生 and 排放,提高企业的核心竞争力,实现化工行业的可持续发展。

结语

化工行业VOCs排放控制与环保管理融合是一项系统工程,对改善环境、保障健康和实现可持续发展具有重要意义。需通过健全法规、加强监管、企业管理和技术创新等多方面措施推进。未来,智能化技术、绿色化工理念、区域协同治理及国际合作的发展,将为VOCs污染防治提供新机遇,提升治理效率并推动全球范围内的技术交流与合作。

参考文献

- [1]夏溶苹,丁莹莹,崔浩.化工企业挥发性有机物(VOCs)排放问题及高效回收技术研究[J].流程工业,2025,(03):62-65.
- [2]肖丽莎,梁富威,何挚邦.化工行业VOCs废气处理工艺参数的优化探究[J].皮革制作与环保科技,2024,5(21):102-104.
- [3]庄文超,贾伟博,范迎飞,等.化工企业VOCs排放现状及减排技术研究[J].河南化工,2024,41(09):40-42.
- [4]俞晓娟,黄桂凤.典型化工企业VOCs排放规律研究[J].山西化工,2024,44(07):276-278.