

# 化工企业 VOCs 控制措施的经济性与环境收益分析

崔志强 马 群 王志国 (菏泽市生态环境局定陶区分局, 山东 菏泽 274100)

**摘要:** VOCs(挥发性有机物)主要来源于化工类行业的排放,因此 VOCs 环保治理的重要性不言而喻,能为保证空气环境质量和推进可持续发展带来积极意义。但由于 VOCs 控制方式的资金投入量大以及运行成本较高,众多企业在实施过程中均受到投资成本评价的影响。本文提出通过经济可行性及环保实效性两个角度来分析当前常用 VOCs 控制措施的投资成本、运行费用、维修成本以及资源利用率,并对自身企业开展 VOCs 控制技术的选择方向进行论述,同时就环保实效性角度从排放降污、生态环境提升以及企业品牌建设的角度量化了 VOCs 控制手段为其带来良好的环境绩效以及可观经济效益的价值体现。

**关键词:** 化工企业; VOCs 治理; 经济性分析; 环境效益; 成本回收

**中图分类号:** TE-9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-5167 (2025) 035-0045-03

## Economic and environmental benefit analysis of control measures in chemical enterprises VOCs

Cui Zhiqiang, Ma Qun, Wang Zhiguo (Dingtao District Branch of Heze Municipal Bureau of Ecology and Environment, Heze Shandong 274100,China)

**Abstract:** VOCs (volatile organic compounds) primarily originate from the chemical industry, making the importance of VOCs environmental governance evident. This governance plays a crucial role in ensuring air quality and promoting sustainable development. However, due to the high investment and operational costs associated with VOCs control methods, many companies are hesitant to implement these measures due to concerns about investment costs. This paper analyzes the investment costs, operating expenses, maintenance costs, and resource utilization rates of commonly used VOCs control measures from both economic feasibility and environmental effectiveness perspectives. It also discusses the selection of VOCs control technologies for individual enterprises and quantifies the environmental performance and economic benefits of VOCs control measures from the angles of emission reduction, ecological enhancement, and corporate brand building.

**Key words:** chemical industry; VOCs management; economic analysis; environmental benefits; cost recovery

随着相关政策法规对环境保护的不断加强以及深入贯彻生态循环发展的理念,企业对 VOCs 排在绿色环境方面的管理不仅涉及生态问题,而且与企业利益息息相关,更涉及企业的市场竞争力。但 VOCs 的处理往往涉及规模庞大、昂贵的建设成本、运营费用和维护成本,这对众多小型的化学工业制造商来说是一笔沉重的经济负担。企业在满足环境保护要求的前提下应找到控制 VOCs 投入和产出的平衡点,是企业的重中之重。随着绿色金融及碳交易等环境政策的逐渐成熟,减少企业 VOCs 的排放又可获得诸如资源再利用、减少经营费用、提高企业形象等潜在经济价值。综合分析化工企业 VOCs 控制策略的经济可行性及环境效益,有助于辅助决策制定。

### 1 化工企业 VOCs 的概念

#### 1.1 VOCs 的定义

VOCs 是化工企业生产中挥发性有机化合物的总称,具有较强的挥发性,如果没有有效地存储,就会导致环境质量受到影响,进而使大气环境受到污染。VOCs 处理技术具有较多类型,如热破坏法、冷凝法、热氧化法以及液体吸收法等。根据不同的工作情况和

排放特点,企业有必要根据实际情况,选择最有用且最适合的工作手段。VOCs 除了与环境污染有着密切关系外,它还具有很大的经济价值,其造成的影响除了带来一定的环境代价外,还是关乎企业环境认证、商业化准入、政府评议的重要参考依据。伴随环境政策日益严格,VOCs 已成为重要的监控对象,成为影响企业绿色发展的参考指标以及评定企业的环保质量和生态责任。因此,准确把握 VOCs 组分特征及其处理方式,对促进化学工业企业绿色转型并提高其经济效益均具有重要意义。

#### 1.2 化工行业 VOCs 的主要排放源

化工行业作为 VOCs 排放的重点领域,由于加工过程复杂多样,所加工的对象种类繁多,所包含的加工工序很多,并且还有大量的排气阶段。加工阶段例如反应、混合、提取、蒸馏等往往伴随着物质散发,是 VOCs 的主要排气途径之一。储存、运输等过程由于设备的密封不严或压力变化导致泄漏,是造成大量 VOCs 泄露的重要途径。环保设备如废水处理和废气处理设备,若运行不当,则将成为二次污染源,例如气浮式池子以及污水池等;产品的应用以及包装均可

能存在一些 VOCs 的释放,例如油漆、清洁剂以及黏合剂等溶剂的使用。最后一类排放点是工厂内的无组织排放,例如设备连接处、螺栓、阀门等位置具有一定气体逸出的可能性。因为排放点分散、成分复杂,对于化工厂而言,VOCs 的污染防治面临很大的挑战,也同时对管理和执行能力提出了更高要求。

### 1.3 VOCs 对大气环境和人类健康的危害

VOCs 是造成大气环境污染的重要物质,也对生态环境与人体健康构成严重威胁。它们在大气中的行为会产生一系列光化学反应生成臭氧和细颗粒物(PM<sub>2.5</sub>)并成为城市空气污染及一系列相关问题的罪魁祸首。这类污染物质不仅会影响空气质量,还会破坏植物光合作用和水的酸平衡,进而对生态系统造成负面作用。从健康的方面看,VOCs 都具有刺激的、敏感性的和潜在的致癌效应。

长期接触这些物质会引起呼吸系统症状、头痛、皮肤过敏及免疫力下降等,而一些高毒性(VOCs 中主要是苯、甲醛、二甲苯等)成分已被世界卫生组织认定为高毒性致癌物。特别是一些有毒有害物质(高浓度、长期处于相对封闭空间)对人群健康的危害极大。因此对 VOCs 进行有效控制既有利于环境质量的改善,又保障了人们自身健康。

## 2 化工企业 VOCs 控制措施的经济性分析

### 2.1 常见控制技术的投资成本与运行费用比较

VOCs 控制技术种类多样,不同技术路径对应的投资成本和运行费用差异显著。工业化应用最常见的是冷凝回收、吸附法、燃烧法(如 RTO、RCO)和生物处理。吸附式装置具有较小的初始投资和简单的设计,适合中度或低浓度排放源,但是由于必须定期更换吸附剂造成了额外的成本。燃烧型能够达到有效的清洗,对于高度浓缩的条件,但是它们的初始建设成本都较高,并使用了大量的能量。冷凝回收和吸收的方式通常用于有机溶剂回收利用,取决于回收物质的价格它们也具有较高的收益。

相对而言,生物处理的方式具有最低的运营成本,但是占地大而且缺乏弹性,不适用于所有的情形。企业往往会在早期投资与长期运营的总成本之间做权衡,尤其是他们面临着巨大的财务负担,他们会采用技术可靠、操作成本稳定的策略,尽可能少降低整体的风险水平与提升自身的经济承受力。

### 2.2 控制设备运行效率与维护支出分析

而对于 VOCs 治理系统使用而言,他们面临着设备性能衰减和失效耗损等问题,将会造成经济损失。当然,高级别的设备购置价格较贵,然而它们的性能稳定,性能衰减后依然能维持在排放达标率较高的水

平,减少了由于超过排放标准所引发的监管处罚及法律风险;而且如果设备的运行效率越高,其每处理 1 单位污染量所花费的精力与成本会越低,特别在排污量很大的情况下,这种效率上的优势便可抵消运营中消耗能源和人工所带来的成本。设备维修费用是设备运转成本的重要部分,主要囊括过滤器更换、吸附剂再生、机器清洗与修理等方面。低级设备操作不稳定的后果便是频繁故障,造成停机并增添额外的成本。而高级设备通常会采用高自动化设计的模块式结构,这些设备在日常的维护管理工作上要优于低级设备,能够有效减少人力参与所必需的运转成本。因而,企业应当从成本角度统筹考虑设备全生命周期成本,而非仅仅从其购置价格的角度出发。

### 2.3 经济效益影响下的企业技术选择偏好

在进行 VOCs 治理过程中,企业进行技术选择不仅受其环境污染物及政府政策的驱动,还会受到经济收益的驱动,如果存在多条潜在的解决方案,企业将选择能够达到其预算目标并带来合理回报的技术方案,例如具有有机溶液捕集功能的冷凝回收装置,同时完成了环境保护和物质回收的工作,因而对原材料成本过高的企业很有吸引力。在产量有限或者处罚比较严重的环境下,尽管高效燃烧型技术的运行费用较高,但也具有运行速度快、降低合规性风险的优势,因此大中型企业更愿意使用此类装置。而对于小型企业,由于投资小、维护检修简单的技术会更受欢迎。企业会对装置对该企业生产过程的影响、安装时间的长短和所占面积大小等因素进行综合考虑,以确定相应的环保技术。

### 2.4 成本回收周期与资源利用效率评估

衡量治理 VOCs 的项目经济效益的主要指标之一是成本回收周期。冷凝回收、吸附法等治理技术有可能产生回收有机溶剂等的产品收益,减少成本,回收期较短。虽然燃烧型设备收益不高,但是因处理效率高、稳定运行,降低罚款成本而间接改善收益,燃烧型设备的回流效率较高。在计算中,还包括能源消耗效率,如单位能源消耗的处理能力、系统运行时间、污染物去除率等经济运行效率,运行高效型技术的节约能源优势显著,能提高每笔投资的边际收益。在“双碳”政策和绿色金融政策背景下,治理技术能为企业带来政策补贴、绿色低息贷款等直接经济效益,也能为投入产出关系的改善间接带来效益。

## 3 化工企业 VOCs 控制措施的环境收益分析

### 3.1 污染物削减量与空气质量改善的关联

执行 VOCs 控制措施与实际污染物排放量相关,并将直接影响区域空气质量改善并产生显著的经济关

联性,排放减少便可有效降低 PM2.5 和臭氧的前体物生成,从而可改善大气生态环境和直接减少由污染导致的公众健康费用,良好的空气质量可节约医疗费用降低由于疾病导致的工日缺失,并可间接促进工作效率提高、增加企业所在地区经济发展活力。空气质量改善有利于提高地区环境质量指数、增强吸引力促进优质项目投资,助推产业发展。而对于企业而言,减排污染物也可减少环境税、罚款和非预期环保成本,随着碳市场的逐步完善与绿色业绩评估制度的不断完善,减排 VOCs 也进入到生态环境效益的考核,具备一定的减排许可交易或者政策奖励的可能性,成为企业环境利益的经济要素。

### 3.2 对生态环境保护的间接推动效益

生态环境保护工作中 VOCs 排放的管理和控制虽然没有直观的经济收益,但是通过减少有机污染物的排放,避免植物枯萎、水体酸化、土地退化等污染问题,实际可以节约修复、重建生态环境的成本支出。健康的自然环境能够有效推动农林业、旅游业等生态依赖型经济发展以及良好的生态环境带来的基础性经济条件。如企业在原材料供应、稳定水源保障、土地使用权的申请等受到影响。

同时,企业在改变生态环境溢出效益方面所作出的努力可以在生态补偿制度、生态产品定价和绿色贷款评级中获得更多分数,反过来有机会获得信用宽松、政府支持和资源优先分配等无形经济利益。生态环境保护的方式逐步成为新的经济效益,转换成为企业的重要竞争实力。

### 3.3 控制措施带来的企业绿色形象提升作用

实施 VOCs 控制措施不仅是企业的社会责任担当,还是投资的商业模式。良好的绿色发展成就有助于企业建立长期的商业声誉,提高消费者满意度和品牌忠诚度,进而带动产品销量增加和客户忠诚建立。在金融方面,绿色表现良好的企业更容易获得绿色金融、绿色信用评价、ESG 投资,从而有效改善其现金流与贷款成本等财务指标。在政策方面,绿色企业更容易享受税收优惠、财政补贴和产业扶持等激励政策,进一步增强其市场竞争力。而在劳动力市场,越来越多的高素质工人日益关注企业绿色理念和可持续发展理念,他们也倾向于为其工作,从而提高了企业的吸引及留住人才的能力。把这种无形资产转化为实在收益,是目前企业在绿色转型的过程中实现“软实力变硬财富”的重要途径之一,也将成为未来企业价值增长的关键方向。

### 3.4 对区域可持续发展与碳中和目标的支持价值

在开展 VOCs 治理的同时,化工企业的行动也为

地区的发展和碳平衡的实现做出了积极贡献,可为地方带来可以货币化价值的环保收益。结合环境质量的改善和能源效益的提升,帮助企业降低温室气体排放,调整能源结构,为其进入碳市场提供契机。例如,吸收式余热回收与污染物同时得到控制和能量的回收与再利用,一方面降低运营成本、提高生产收益。另一方面又帮助其更快适应国家“双碳”战略并从中获利,包括政策倾斜、政府补偿、低息贷款等形式的政策性、财政性资金直接支持;从区域层面看,VOCs 治理有助于建设低碳、循环、高效的产业园区,并能提升园区的综合环保绩效,吸引绿色产业聚集、延链,企业在助力地方绿色发展的过程中,强化其在当地经济环保生态体系中的领军地位与影响力。

## 4 结语

VOCs 治理不仅是化工企业履行环境责任的现实要求,更是提升经济效益与市场竞争力的战略选择。通过精细核算各种治理工艺的成本、运行效果及资源消耗等,能够在遵守法规的前提下实现节约成本和获得效益的目的。从环保上看,污染减排带来的生态环境改善、绿色品牌的树立、政府补助已经逐渐转变为实际的经济回报。从长远看,化工企业应当将 VOCs 治理纳入发展整体规划当中,统筹考虑其经济利益与社会价值,实现低碳、集约、可持续发展的经济模式,从而助力地区绿色转型和国家“双碳”战略目标的实现。同时,还应加强技术创新与管理优化,推动 VOCs 治理从合规应对走向价值创造,形成长期稳定的环保收益闭环。

### 参考文献:

- [1] 陈涛,徐曼云,刘青,等.某汽车零部件企业 VOCs 的防治方案与措施[J].江西化工,2023,39(5):92-96.
- [2] 邓皓.煤化工企业 VOCs 治理技术措施探究[J].山西化工,2023,43(5):259-260.
- [3] 杨佩仑.石油化工企业储罐 VOCs 无组织排放影响因素及治理措施研究[J].化工安全与环境,2023,36(1):62-67.
- [4] 王亚明.企业 VOCs 污染控制与治理措施分析[J].冶金丛刊,2021,006(013):174-175.
- [5] 熊国强,马强,刘竞.研究化工企业减少 VOCs 的排放措施[J].中国科技期刊数据库工业 A,2022(5):3-3.
- [6] 祖彪.辽宁某化工园区冬夏两季 VOCs 污染特征及来源解析[J].环境保护与循环经济,2024,44(11):59-67.

### 作者简介:

崔志强(1979-),男,山东定陶人,大学本科,工程师,研究方向:大气治理。