

化工企业减污降碳协同治理的路径探索与实践

李国威

浙江巴陵恒逸己内酰胺有限责任公司 浙江 杭州 311228

摘要:在“双碳”目标与生态保护约束下,化工行业推进减污降碳协同治理是绿色转型的必然选择。本文以巴陵恒逸公司协同治理项目为案例,聚焦氧化尾气综合处理、二氧化碳制干冰利用、循环水余压发电三大核心技术,分析其技术路径与实施逻辑。通过评估各项目在污染控制、碳减排及经济效益方面的成效,总结化工企业通过技术创新与资源循环实现协同增效的实践经验,为同类企业构建高效协同治理体系、提升绿色发展能力提供可复制的实践参考。

关键词:化工企业;减污降碳;协同治理;资源循环利用;技术创新

引言:化工行业作为国民经济的支柱产业,在保障工业生产与社会发展的同时,也面临着污染物排放量大、碳排放强度高的突出问题,成为生态环境治理与“双碳”目标实现的重点关注领域。本文通过解析项目的实施背景、技术路径与实践成效,探索化工企业减污降碳协同治理的可行路径,为推动化工行业绿色低碳转型提供实践参考。

1 化工企业减污降碳协同治理的核心逻辑与政策导向

1.1 核心逻辑:从单一治理到系统协同的转型

传统化工企业环境治理多采用“末端治理”模式,污染物处理与碳减排工作相互割裂,存在治理成本高、资源利用率低、协同效应差等弊端。减污降碳协同治理打破了传统治理的碎片化困境,以“源头减量、过程控制、末端资源化”为核心逻辑,通过技术创新与流程优化,实现污染物减排与碳减排的协同推进、资源能源的高效循环利用。其核心要义在于将污染治理与碳减排有机融合,在削减污染物排放的同时,降低能源消耗与碳排放强度,形成“治污促降碳、降碳助治污”的良性循环。对于化工企业而言,协同治理不仅是响应环保政策的必然要求,更是提升资源利用效率、降低生产成本、增强市场竞争力的内在需求。

1.2 政策导向:强化重点行业协同治理要求

近年来,国家层面密集出台相关政策,为化工企业减污降碳协同治理提供明确指引。生态环境部等部门通过完善标准体系、强化科技支撑、加强政策支持等举措,推动重点行业主要污染物和二氧化碳排放强度明显降低。在政策引导与市场倒逼的双重作用下,化工企业加快推进协同治理技术研发与项目落地,成为实现行业绿色转型的关键路径^[1]。

2 巴陵恒逸减污降碳协同治理实践项目概况

巴陵恒逸在生产过程中产生大量氧化尾气、二氧化

碳等污染物,同时循环水系统存在显著的能量浪费问题。为实现减污降碳协同增效,企业针对性开展了四大核心项目建设,分别为氧化尾气综合治理项目、二氧化碳制干冰利用项目、一期循环水余压发电项目及二期循环水余压发电项目,总投资金额达4630万元。各项目通过差异化技术路径,分别实现尾气污染治理与能量回收、二氧化碳资源化利用、循环水余压能量回收等目标,形成覆盖生产全流程的协同治理体系。项目实施后,不仅有效解决传统生产模式下的污染与能耗问题,还实现资源的循环利用与经济效益的提升,为化工企业协同治理提供完整的实践样本。

3 化工减污降碳协同治理的关键技术路径

3.1 氧化尾气综合治理:污染削减与能量回收协同

氧化尾气是巴陵恒逸公司环己酮生产环节的主要污染物,传统处理方式为火炬高空排放,存在严重的环境隐患与能源浪费。该尾气排放量约30000Nm³/h,其中含有环己烷、环己醇、环己酮等非甲烷总烃约800mg/m³,氮气含量97%以上,由于火炬无法实现有效燃烧处理,排放指标无法满足国家环保要求。同时,尾气中蕴含的动能及余热具备显著的回收利用价值。基于此,企业投资3000万元建设氧化尾气综合治理项目,核心采用催化氧化工艺处理尾气中的污染物,并结合膨胀发电技术回收能量。催化氧化是典型的气-固相催化反应,其本质是活性氧参与的深度氧化作用。在反应过程中,催化剂通过降低反应活化能、吸附反应物分子并提高其表面浓度,显著提升反应速率,使有机物在较低的起燃温度下发生无焰燃烧,最终氧化分解为二氧化碳和水,同时释放大量的热能。该技术路径实现“治污”与“节能”的协同,既解决了氧化尾气的污染问题,又将尾气中的热能转化为电能,提升能源利用效率^[2]。

3.2 二氧化碳资源化利用:温室气体减排与经济效益

双赢

粉煤气化制氢是巴陵恒逸的核心生产环节之一,该过程中煤中的碳元素经反应生成大量二氧化碳,传统工艺中这些二氧化碳直接放空,既造成温室气体排放,又浪费了宝贵的碳资源。为实现二氧化碳的减污降碳协同利用,企业与杭州萧山杭氧气体有限公司开展合作,将生产过程中产生的高纯度二氧化碳输送至对方企业,用于制取干冰实现综合利用。该项目无需企业额外投入大量资金建设处理设施,通过资源共享与合作共赢的模式,实现二氧化碳的资源化转化。项目实施后,年利用二氧化碳量达20.44万吨,有效减少温室气体排放,同时企业通过二氧化碳资源输出获得一定的经济收益,实现环境效益与经济效益的双赢。这种“企业间协同合作”的资源化利用模式,为化工企业二氧化碳减排提供了低成本、高效率的可行路径,也契合了区域层面工业废弃物协同治理的发展趋势。

3.3 循环水余压发电:能源梯级利用与碳减排协同

循环水系统是化工企业生产过程中的关键辅助系统,主要用于设备冷却,其运行过程中存在大量可回收的余压能量。巴陵恒逸针对一期、二期循环水系统的不同工况,分别建设了余压发电项目,通过水轮机发电技术回收余压能量,实现能源梯级利用与碳减排协同。一期循环水余压发电项目投资1200万元,由西安格睿能源动力科技有限公司负责设计和安装。该循环水系统共有12台冷却塔,回水上塔门前压力为0.30-0.34MPa(g)(测压点在地面以上约0.85m),供水总流量约55896m³/h,分配进入12台冷却塔(上塔喷头高度约11.5m)。经核算,可利用余压水头达18.96m(计算方式:回水压力-喷头高度-喷头余压-阻力损失-水平平衡调整压力裕量)。项目在回水管道上新建12台灯泡贯流式水轮发电机组,所发电量并入内部环己酮变电所,供其他设备使用,实现能源的内部循环利用。项目实施后,可节约能源5301.9吨标煤,年营收300多万元,同时减少二氧化碳排放1.9万吨以上,实现了节能、增效、降碳的协同目标。

二期循环水余压发电项目投资430万元,由重庆堪文节能科技有限公司负责设计和安装。该循环水系统共有4座冷却塔,总计水量在18000m³/h,地面的供水压力为0.3MPa,正常回水压力0.23MPa以上,当循环水量14000m³/h时,可利用的回水余压最低能达到0.1MPa。项目在回水总管上新建1台水轮发电机组,水轮机采用卧轴、水平进水、两支结构型式,金属外壳,配备曲形尾水管,发电机旋转方向为顺时针(从非传动端看),与水轮机采用弹性销直联方式连接。在冷却塔总循环水

量18000m³/h、回水压力0.23MPa(即水轮机进口压力 \geq 0.1MPa)的工况下,水轮发电机组发电量可达到360kW的设计要求;即使在循环水量14000m³/h的较低工况下,仍能实现稳定发电^[3]。所发电量并入公司内部电网,进一步提升了企业能源自给率,降低了化石能源消耗与碳排放。

4 化工减污降碳协同治理实践成效与价值分析

4.1 环境效益:污染物与碳排放双削减

巴陵恒逸系列协同治理项目的实施,实现了污染物排放与碳排放的显著削减。氧化尾气综合治理项目通过催化氧化工艺,高效去除尾气中的非甲烷总烃等污染物,解决了传统火炬排放不达标的问题,大幅降低了大气污染物排放总量;二氧化碳资源化利用项目年利用二氧化碳20.44万吨,避免这部分温室气体直接排放,有效缓解了区域温室效应;一期、二期循环水余压发电项目累计节约标准煤5301.9吨以上,减少二氧化碳排放1.9万吨以上。各项项目协同作用,构建了“污染物削减-碳减排-能源节约”的环境治理体系,显著提升企业环境绩效,为化工企业践行绿色发展理念提供了坚实支撑。

4.2 经济效益:资源利用与成本节约双赢

协同治理项目不仅带来显著的环境效益,还产生可观的经济效益,实现环境与经济的协同发展。氧化尾气综合治理项目通过膨胀发电回收能量,降低企业外购电力需求,减少能源成本;二氧化碳资源化利用项目通过向合作企业输出二氧化碳资源,直接获得经济收益;一期循环水余压发电项目年营收300多万元,二期项目通过发电自给进一步降低能源支出。同时,项目实施后污染物处理成本显著降低,避免了因环保不达标产生的罚款与停产损失。据测算,系列项目全部投产后,可通过能源节约、资源回收等途径持续提升企业盈利水平,增强企业市场竞争力。

4.3 示范价值:为行业协同治理提供实践范式

化工的减污降碳协同治理实践,为同类化工企业提供了可复制、可推广的实践范式,具有重要的行业示范价值。其一,构建“技术创新+资源循环”的协同治理模式,通过催化氧化、余压发电、资源化利用等关键技术,实现了污染治理与碳减排的有机融合;其二,探索“企业自主投入+校企/企业合作”的项目实施路径,既发挥了企业的主体作用,又通过合作共享降低项目投入与运营成本;其三,形成了“全流程覆盖+差异化施策”的治理体系,针对不同污染物与能源浪费问题,制定个性化治理方案,提升治理效率与效果^[4]。

5 化工企业减污降碳协同治理的推广路径与优化建议

5.1 强化技术创新与成果转化

强化技术创新与成果转化,需构建高效的“产学研用”协同机制。企业应主动联合高校及科研院所,围绕生产中的具体排放与资源化瓶颈开展定向研发。以巴陵恒逸与嘉兴同济环境研究院的合作为例,其针对合成氨尾气CO₂与废碱副产盐,创新开发出“捕集与资源化一步完成”的工艺,将副产碱盐转化为碳酸氢钠产品,实现了“以废治废、变废为宝”的资源循环。这一成功案例表明,有效的成果转化始于企业真实需求,成于校企优势互补的联合攻关。未来,企业应积极搭建此类开放合作平台,聚焦碳捕集利用(CCUS)、催化氧化、能源梯级回收等关键领域,将协同治理的技术潜力快速转化为实际生产力与竞争力。

5.2 构建产业链协同治理体系

化工企业的减污降碳协同治理离不开产业链上下游的协同配合,应借鉴巴陵恒逸与杭州萧山杭氧气体有限公司的合作经验,推动形成“企业间资源共享、污染物协同处置”的产业链治理模式。例如,推动不同企业间的能源梯级利用、废弃物资源化协同转化,构建循环经济产业链。政府应加强区域统筹规划,搭建企业间协同治理平台,明确协同治理过程中的责任划分与利益分配机制,为产业链协同治理提供政策保障。

5.3 完善政策支持与激励机制

进一步细化石化化工行业减污降碳协同治理的相关标准与规范,明确治理目标与技术要求。加大财政、税收等政策支持力度,对协同治理项目给予投资补贴、税收减免等优惠,降低企业治理成本,建立健全绿色金融支持机制,引导金融机构加大对协同治理项目的信贷支持力度。完善环境信用评价体系,将协同治理成效与企

业市场准入、评优评先等挂钩,形成正向激励机制。

5.4 提升企业治理能力与管理水平

化工企业应强化绿色发展理念,将减污降碳协同治理纳入企业发展战略,建立健全常态化的治理机制。加强环境管理团队建设,提升从业人员的专业素养与技术能力,确保协同治理项目的规范运行。建立覆盖生产全流程的环境监测体系,实时跟踪污染物排放与碳排放情况,及时调整治理策略,提升治理效果。同时,加强员工绿色生产培训,营造“全员参与、共建共享”的绿色发展氛围。

结束语

化工行业减污降碳协同治理,是推动绿色转型、达成“双碳”目标的关键,也是企业提升竞争力的必然之举。巴陵恒逸以氧化尾气综合治理等系列项目,构建高效协同治理体系,达成环境、经济与社会效益的统一。未来,化工企业要强化创新驱动、完善机制,行业需加强政策引导支持,合力形成“企业主导、多方协同”的治理格局,持续提升行业绿色发展水平,为建设美丽中国、实现高质量发展提供坚实保障。

参考文献

- [1]卢萃云,黄天怡,林少雄,等.精细化工园区减污降碳协同增效路径研究[J].湖南师范大学自然科学学报,2025,48(5):11-19.
- [2]王敏,张彬,李丽平,等.企业减污降碳协同增效评价体系研究与实证分析[J].环境科学研究,2025,38(8):1678-1688.
- [3]周纪武,张磊,罗杰.基于减污降碳的石油化工设备管理策略分析[J].化工管理,2024(28):50-52.
- [4]王刚.炼化企业污水处理系统减污降碳路径的思考与实践[J].安全、健康和环境,2024,24(5):60-64.