

化工企业新型环保设备关键技术研究及经济性分析

李玉锋（山东泽安环境科技有限公司，山东 淄博 256499）

姚京裕（山东春满园科技服务有限公司，山东 淄博 255000）

王 颖 周凡琦 孙 旺（山东探越物联网技术有限公司，山东 淄博 255063）

摘要：化工企业在为国民经济发展提供基础保障的同时，也产生了大量的废弃物。科学合理的配备环保设备，不仅可以使化工企业污染物达标排放，还可以大大降低因环境事故给企业造成的损失，对降低企业运营成本、提高企业经济效益具有重要意义。本文从环保设备对化工企业健康发展的重要性、化工企业新型环保设备关键技术研究与应用、化工企业中应用新型环保设备的经济性分析等方面进行了论述，对指导化工企业开展节能减排工作和提高绿色化水平具有重要作用。

关键词：化工；环保设备；关键技术；经济性；可持续发展

1 引言

化工行业是我国国民经济发展的重要支柱产业，为医药、化妆品、食品、印染、交通等多个领域提供了重要原材料保障。随着化工企业的不断发展，给人们带来诸多化工产品的同时，更是产生着许多污染物，对人们赖以生存的生态环境带来了影响，威胁着人类的身心健康。^[1]通过配备必要的环保设备，可以有效的降低废气、固废、废水等污染物的产生，并确保污染物达标排放。一方面，对于有利用价值的废弃物我们可通过先进的处理工艺还可将许多化工废弃物进行资源化处理制成副产品，为建材、化工等领域企业提供原材料；另一方面，将那些没有利用价值的废弃物可通过专业环保处置装备进行无害化处置。近年来，随着人们环保意识的逐渐增强，人们对环保设备关键技术的研究情况及化工企业环保设备的合理配备、科学管理日益重视。

2 环保设备对化工企业健康发展的重要性

2.1 环保设备有助于化工企业合规发展

只有合规发展，才能最大限度的降低企业运营风险。近年来，各国、各部门都出台了一系列环保法规，对化工企业的污染物排放浓度、排放总量等指标都进行限定。如果化工企业未能按照有关法规要求实现达标排放，就会导致巨额罚款、停产整顿甚至关闭的风险。企业通过配备活性炭吸附装置、催化燃烧装置等废气处理装置可实现对化工企业排放废气的处理处置，通过配备化学混凝沉淀设备、生物处理设备等废水处理设备可以去除废水中的污染物，确保排放的废水符合水质标准。

2.2 环保设备有助于推动化工企业的创新发展

随着国家有关部门对环保要求的不断提高，化工企业为了更好地应用环保设备，需要根据实际情况不断进行技术革新。一方面，化工企业可通过与设备制造商联合研发出适合自身生产工艺的环保设备或对企业现有设备进行技术改造。另一方面，环保设备的应用也促使化工企业优化自身的生产工艺，以配合新型环保设备的使用，促使化工企业实现创新发展。比如，为了更好地配合废气处理设备的运行，化工企业会对化工生产过程中的反应条件、原料配方等进行调整，以实现生产工艺的优化升级和产品质量的提升。

此外，随着物联网、大数据分析和人工智能等先进技术的快速发展，化工企业将会实时监测环保设备的运行状态，预测潜在故障，及时进行运维保养，从而延长环保设备使用寿命。化工企业在整个发展过程中，环保设备在更新换代，化工企业同样在不断地进行工艺优化和技术迭代，不断提升着科技创新发展能力。

2.3 环保设备有助于促进化工企业的可持续发展

化工企业作为国民经济的重要组成部分，肩负着保护生态环境、推动经济高质量发展的重任。作为资源消耗和污染排放密集型企业，化工企业在追求经济效益的同时，只有通过科学配备、使用环保设备，才能够减少生产过程中的资源浪费与能源消耗，减少污染物排放，最大程度地减轻对环境的负面影响。在现代工业发展时代，只有通过不断加大环保设备投入，强化污染治理能力，才能实现经济效益与社会效益的双赢，实现化工企业的可持续发展。

3 化工业企业新型环保设备关键技术研究与应用

3.1 反渗透水处理设备关键技术

化工、医药、印染等行业产生的工业污水含有大量的有机物、重金属、微生物和其他有毒有害物质，如果未经有效处理直接对外排放，会给土壤、地下水造成严重的污染。反渗透水处理设备是一种利用反渗透技术来过滤水中杂质的设备^[2-3]，其基本工作原理是利用选择性膜的特性，通过施加压力，使水分子从原水自然流向净化水的方向(反渗透原理如图1所示)。反渗透水处理设备综合了物理、化学、膜分离等多种技术手段，能够简单、快速、高效地去除颗粒物、无机物、有机物以及微生物等污染物，出水电导率可达 $0.055 \sim 10.000 \mu\text{S}/\text{cm}$ ，广泛应用于化工、电子、印染、纺织、医药、食品造纸等工业污水处理。^[4]与传统的污水处理方法相比，反渗透技术具有节能、环保等优点，能够更有效地利用资源，降低能源消耗并减少化学药剂使用，从而降低了处理成本和对环境的不良影响。

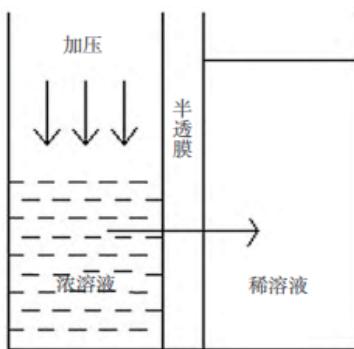


图1 反渗透原理演示图

3.2 多级冷凝高效回收智能有机废气处理装备关键技术

中国空分工程有限公司研发团队自主研发的多级冷凝高效回收智能有机废气处理装备，是一款针对复杂工况下有机废气处理的创新型设备，可广泛应用于石油、化工、医药等多个领域。多级冷凝高效回收智能有机废气处理装备采用了智能化自适应控制系统，并采用了变压吸附、深冷冷凝等多项技术，解决了工业企业复杂工况下有机废气处理的难题。该设备通过智能化调控和前沿技术的应用，使工业企业有机废气处理水平得到了大幅提升，实现了废气处理的高效率和稳定性，提高了资源利用效率，可以给产废企业带来较大的经济效益。化工行业是产生废气较多的行业，如果该设备在化工企业中得以推广应用，可以通过高效处理废气、降低排放浓度，最大限度的降低化工企业废气排放给生态环境保护带来的影响，提高化工企

业绿色化发展水平。

3.3 低温等离子体设备废气处理关键技术

低温等离子体设备是一种基于高压放电技术的废气处理装置，主要工作原理是通过高能电子、正负离子以及活性自由基等粒子组成的等离子体，对废气中的有机和无机污染物进行高效分解。低温等离子体设备采用介质阻挡放电（DBD）、电晕放电及辉光放电等多种放电形式，以确保在常温常压条件下产生稳定的低温等离子体。低温等离子体技术特别适合处理苯系物、酮类、醇类及硫化物等低浓度、大风量的挥发性有机物（VOCs）废气，该技术比传统的热氧化法或吸附法运行成本低且维护简单，具有高效、节能和环保等优势。但是，在实际应用过程中，低温等离子体设备性能可能受到废气成分复杂性、湿度水平和颗粒物含量的影响，建议化工企业结合预处理工艺（如除尘、除湿）优化运行效果，满足化工企业环保治理的需要。

3.4 膜分离设备废水处理关键技术

膜分离设备是一种涵盖微滤（MF）、超滤（UF）、纳滤（NF）和反渗透（RO）等多种形式的废水处理设备。该设备处理技术的核心原理是基于膜材料的选择性透过性能，通过物理屏障或分子级筛分作用实现废水中污染物与水的有效分离。该废水处理技术的优势是分离效率高，能够精准控制目标物质的截留率，确保出水水质稳定达标，能耗相对较低，且操作流程简便，易于实现自动化控制，为现代化污水处理提供了灵活的解决方案。随着人们对水环境保护的重视，膜分离设备废水处理技术在工业废水回用、市政供水净化以及海水淡化等领域有着较好的发展前景。

3.5 活性炭吸附设备关键技术

在石油化工生产过程中通常会产生有机挥发性气体（VOCs），如不加以治理，会对环境造成污染，对人体健康造成威胁。^[5]活性炭吸附设备是一种高效的工业废气净化处理设备，由吸附塔、风机、管道、监测系统以及辅助控制系统组成。活性炭吸附设备净化废气技术的基本工作原理是活性炭对有机废气中的挥发性有机物（VOCs）有极强的吸附能力。在运行过程中，含有机废气通过风机被引入吸附塔内，经过预处理装置去除颗粒物和水分后进入吸附层。废气中的有机污染物分子扩散至活性炭表面，并在范德华力作用下被吸附到微孔内部，从而实现废气的净化。净化后的气体从塔顶排出，确保了废气的达标排放。活性炭吸附设备拥有结构简单、操作便捷、吸附效果明显等多个

优点，特别是在低浓度有机废气处理方面成效突出。但是，由于活性炭的吸附容量是有限的，活性炭吸附设备长期运行会导致吸附饱和，影响设备性能。所以，化工企业在使用活性炭吸附设备时要注意定期更换或再生活性炭，确保维持活性炭吸附设备的正常运转。

4 化工企业应用新型环保设备的经济性分析

首先，随着人们环境保护意识的增强，化工企业可以通过应用新型的环保设备对化工污染物进行治理，最大限度的减少污染物排放对生态环境带来的危害，提升企业社会形象和公信力。同时，也能够给企业带来一定的经济效益。比如，现在政府鼓励企业积极打造“绿色工厂”、“绿色供应链”，并出台了一系列激励政策。其中，山东省淄博市对入选国家级“绿色工厂”的企业给予100万元资金补助，并对资源综合利用企业执行相应税收减免政策，对节能环保型项目给予优先审批等激励措施。这些环保利好政策支持直接降低了企业的运营成本，提高了企业经济效益。此外，环保型产品更容易受到消费者的认可，更容易抢占市场先机，为化工企业的健康发展提供了重要保障。目前，淄博市的山东凯盛新材料股份有限公司、淄博齐翔腾达化工股份有限公司等多家知名化工企业均入选国家级“绿色工厂”并成功登上市。

其次，在现代化工生产过程中，新型环保设备的广泛应用不仅能够有效降低企业污染的排放，还可以通过资源回收利用将废弃物制成副产品给建材、化工等领域企业提供原料供应，在消纳了废弃物的同时，还给化工企业创造了经济效益。比如，淄博聚利化工有限公司成功将化工废弃物D-D混剂、环氧高低沸物进行回收利用制成二氯丙烷、二氯丙烯、三氯丙烷、二氯乙烷。该公司能够实现混剂、环氧高低沸物综合利用率 $\geq 90\%$ ，剩余的少量残渣交由第三方有资质危废处置单位进行处置，成功实现了废弃物的高附加值利用。

第三，通过合理的使用新型环保设备，可以大大提高化工企业的智能化水平。通过传感器等先进技术的引入，能够确保企业管理者第一时间掌握化工企业的相关运行数据，为企业的安全发展提供保障，最大限度的避免因企业污染物排放不达标而受到高额处罚及给生态环境造成重大污染。并且，部分环保设备在运行过程中具备显著的节能降耗特性，为化工企业带来了可观的经济收益。比如，传统的生物处理废水工艺通常需要消耗大量电力用于曝气和搅拌，而新型的

高效废水处理设备则通过优化工艺参数和引入智能化控制系统，大幅降低了单位能耗。能耗的降低，就意味着节省了能源投入，降低了企业运营成本，提高了企业利润。

5 结束语

近年来，在经济进步的大背景下，国家对环保问题倍加关注。^[6]随着环保法规的不断完善和技术的不断进步，新型环保设备将会在化工企业中得到广泛应用，并实现与化工企业融合发展。建议化工企业和环保设备制造企业深入合作，开发出更先进的环保治理技术和环保设备，助力化工行业和机械设备制造行业实现高质量发展。

参考文献：

- [1] 董向生. 我国化工行业环保的现状与发展战略 [J]. 化工设计通讯, 2018, 44(05):188+208.
- [2] 邱岳. 反渗透水处理设备在工业污水处理中的应用 [J]. 中国资源综合利用, 2024, 42(12):256-258.
- [3] 林洁婷. 反渗透水处理设备在工业污水处理中的应用 [J]. 资源节约与环保, 2023(4):87-90.
- [4] 冬志裕. 反渗透水处理设备在工业污水处理中的应用实践 [J]. 清晰世界, 2023(10):131-133.
- [5] 秦俏.VOCs 吸附工艺过程研究与开发 [D]. (青岛): 青岛科技大学, 2021 年.
- [6] 郭奇. 环保设备的现状及发展趋势 [J]. 设备管理与维修, 2018(19):122-123.

作者简介：

李玉峰（1993-），男，汉族，山东淄博人，毕业于山东师范大学历山学院，本科，工程师。研究方向：环境工程，固体废物治理，资源综合利用。

姚京裕（1987-），男，汉族，山东淄博人，毕业于国家开放大学，本科，高级工程师。研究方向：质量管理、环保工程、化工工程、标准化、机械工程及成果转移转化。

王颖（1984-），女，汉族，山东淄博人，毕业于淮南师范学院，本科。研究方向：生产制造、供应链管理、新能源研究等。

周凡琦（1990-），男，汉族，山东淄博人，毕业于山东交通学院，本科。研究方向：质量管理、机械制造、新能源研究等。

孙旺（1997-），男，汉族，山东淄博人，毕业于菏泽学院，本科。研究方向：自动化、电子信息、新能源研究等。