

探析绿色化工环保技术与环境治理的关系

程宏亮¹ 胡蝶² 王稳策² 欧阳璐^{3*}

1. 杭州绿洁科技股份有限公司 浙江 杭州 311100
2. 浙江省环科环境认证中心有限公司 浙江 杭州 311100
3. 浙江百能科技有限公司 浙江 杭州 311100

摘要：绿色化工环保技术是覆盖化工生产全生命周期的技术集合，包含清洁生产、循环利用及末端净化等技术。其通过降低污染物生成量、提升处理效率、推动产业结构升级和拓展治理边界，有力支撑环境治理。同时，环境治理需求在质量标准升级、复杂污染场景、资源短缺、区域环境差异和风险防控等方面，牵引绿色化工环保技术不断优化性能、集成创新、发展资源化技术、适应性改进并强化预警功能，二者形成良性互动关系。

关键词：绿色化工；环保技术；环境治理；协同发展；污染控制

引言

化工行业在推动经济发展的同时，也带来严重环境问题，传统治理模式难以为继。绿色化工环保技术作为新兴领域，融合化学与工程创新，贯穿原料到废弃物处理全流程，旨在减轻化工生产环境负担。环境治理的需求不断变化升级，对绿色化工环保技术发展提出新方向与新要求。研究二者关系，有助于明确技术发展方向，优化环境治理策略，实现化工行业可持续发展与生态环境保护双赢。

1 绿色化工环保技术的核心内涵与技术体系

绿色化工环保技术绝非单一孤立的存在，而是一套全面覆盖化工产品从原料甄选起始，历经生产加工，直至产品废弃处置整个生命周期的综合性技术体系。其核心要义在于深度融合化学原理与工程技术创新，在化工生产的每一处环节都全力降低对环境的负面影响，切实减轻化工过程给环境带来的沉重负担。从技术构成维度剖析，清洁生产技术是整个绿色化工环保技术体系的坚实基石。一方面，它着重于原料的优化选择，积极采用无毒无害的原料，像以生物基原料替代传统的石油基原料，从源头上大幅削减污染产生的风险；另一方面，致力于提升催化剂效能，通过不断改进催化剂性能，加快化学反应速度，进而减少反应过程中的能源消耗以及副产物的生成量。循环利用技术则是该体系的核心关键所在，以废催化剂为例，运用酸洗、焙烧等工艺，能够有效去除催化剂表面附着的杂质，使其催化活性得以恢复，从而能够再次投入使用，实现资源的循环利

用。对于高盐废水，采用膜分离与蒸发结晶相结合的先进技术，可将水中的盐分精准分离并回收，达成废水的资源化利用，显著提高资源的整体利用率。末端净化技术作为整个体系的保障环节，承担着处理生产过程中不可避免产生的污染物的重要任务。在挥发性有机物处理方面，催化燃烧技术借助催化剂的神奇作用，将有机物转化为无害物质；对于含重金属的废水，新型螯合剂通过化学反应将重金属离子牢牢固定，有效提高重金属离子的去除效果，降低其对环境的潜在危害^[1]。

2 绿色化工环保技术对环境治理的支撑作用

2.1 降低污染物生成量，减轻环境治理负荷

(1) 传统化工工艺在生产时，原料不能被充分转化，由此产生了大量的副产物，这些副产物成了污染环境的重要因素。而绿色化工所采用的原子经济反应技术，如加成反应、环化反应等，着重提高原料的转化效率，让原料中的原子尽可能多地成为目标产物的组成部分，从而大大减少了副产物的生成。(2) 就拿环氧丙烷的生产来说，传统的氯醇法在生产过程中，会产生大量的氯化钙废渣，同时还会排放出大量的废水，这给后续的污水处理工作带来了极大的压力。而采用过氧化氢直接氧化法 (HPO法) 之后，生产过程中不再有氯化钙废渣产生，废水的排放量也明显减少。这种从生产源头就减少污染物生成的做法，降低了环境治理的难度，同时也减少了治理过程中所需的人力和物力。

2.2 提升污染物处理效率，优化环境治理效果

(1) 对于化工行业产生的各类特征污染物，绿色化工环保技术能够进行有针对性的处理，从而提高环境治理的效果。在废气治理方面，一些新的技术弥补了传统处理方式的不足。比如低温等离子体协同光催化技术，

通讯作者：欧阳璐，1995年3月，女、瑶族、湖南省永州市、本科学历、中级工程师、浙江百能科技有限公司，研究方向是三废处置、化工、能源。

在常温环境下就能对苯系物等挥发性有机物进行有效的降解，避免了传统吸附法中因吸附材料达到饱和而产生二次污染的问题。（2）在固废处理中，热解气化技术的应用让化工废渣得到了有效的处理。通过高温分解的方式，将废渣转化为可燃气和炭黑等可以再利用的物质，这不仅减小了废渣的体积，降低了对土地的占用，还实现了资源的二次利用，相比传统的填埋方式更有优势。

2.3 推动产业结构升级，促进环境治理模式转型

（1）绿色化工环保技术的推广和应用，促使化工企业改变了以往只注重末端治理的模式，转向对生产全过程进行控制。企业在生产过程中采用生物合成等绿色技术来生产精细化产品，像生物基表面活性剂，这样就能够摆脱对高污染原料的依赖，逐步形成环境风险较低的产业结构。（2）这种产业结构的调整，让环境治理从过去的被动应对污染转变为自主预防污染。治理模式也从原来的分散、应急式处理，转变为系统、常态化的管理。一些化工园区全面推广绿色合成技术后，区域内的污染物排放总量不断下降，环境质量也在稳步改善，这体现出产业升级对环境治理模式转型的促进作用。

2.4 拓展环境治理边界，实现跨介质污染协同控制

化工污染往往不是局限在单一介质中，而是涉及到水、气、土等多个介质，形成协同污染，这给环境治理带来了很大的挑战。绿色化工环保技术具有系统性的特点，能够应对这种复杂的污染情况。例如，高级氧化-生物耦合技术在处理化工园区的综合废水时，不仅能够降解水中的难降解有机物，还能通过配套的尾气收集装置，对反应过程中挥发到空气中的污染物进行处理，防止这些污染物进入大气造成二次污染。在土壤污染治理中，对于残留的持久性有机污染物，采用原位化学氧化技术与生物修复技术相结合的方式，能够对土壤中的污染物进行深度去除，这体现了绿色化工环保技术在跨介质污染协同治理中的优势^[2]。

3 环境治理需求对绿色化工环保技术的牵引作用

3.1 环境质量标准升级推动技术性能优化

随着环境质量标准的逐步提高，对污染物排放的限制更加严格，这直接促使绿色化工环保技术在效能和能耗上进行改进。以往的技术在新的标准面前，常常无法达到要求，研发人员不得不对现有技术进行升级，或者开发全新的技术来应对。在地表水治理中，随着对水体中氮含量控制要求的提高，传统脱氮技术的局限性逐渐显现。传统工艺步骤多，对氮的去除不够彻底，难以满足新的标准。在此情况下，短程硝化-厌氧氨氧化联用技术得到了快速发展。该技术改变了传统的反应路径，

在低氧环境中就能实现对氮的有效去除。与传统工艺相比，它简化了处理流程，能耗也有所降低，能够满足当前严格的排放标准。在大气污染治理中，针对废气中污染物排放限值的提高，传统处理技术的效率已不能满足需求。一些处理挥发性有机物的技术，在面对新的标准时，去除效果不稳定，还容易产生二次污染。这推动了新型催化材料和反应工艺的研发，通过优化催化剂性能和反应条件，提高了对污染物的去除效率，同时降低了处理过程中的能耗和二次污染的可能性。

3.2 复杂污染场景催生技术集成创新

化工园区的污染情况较为复杂，多种污染物混合存在，单一的处理技术难以实现全面有效的治理。这种复杂的污染场景，对技术的综合性和协同性提出了更高要求，从而推动绿色化工环保技术向集成化方向发展。化工废水中成分多样，包含各类有机物、重金属等，且这些物质之间可能存在相互作用，增加了处理难度。单一处理技术只能针对部分污染物发挥作用，无法实现整体达标。膜分离-高级氧化-生物处理联用技术便是为应对这种情况而产生的。膜分离技术先对废水进行预处理，截留大分子污染物和悬浮颗粒，减轻后续处理的压力。经过膜分离的废水进入高级氧化环节，通过强氧化作用分解难降解有机物，改善废水的可生化性。最后，生物处理技术利用微生物的代谢作用，进一步降解剩余的有机污染物，实现废水的深度净化。多种技术的结合，发挥了各自的优势，弥补了单一技术的不足，有效解决了化工废水复杂污染的治理问题。在大气污染治理中，多组分污染物共存的情况也很普遍。单一的吸附或催化技术难以同时处理多种污染物，集成技术的应用成为必要。将不同的处理单元结合起来，先利用吸附材料对污染物进行富集，再通过催化反应将其分解，实现了对多种污染物的协同去除，提高了整体的治理效果^[3]。

3.3 资源短缺压力促进资源化技术发展

资源短缺问题日益明显，在环境治理过程中，对废物的资源化利用变得越来越重要。这种需求推动着绿色化工环保技术向资源回收方向发展，通过技术手段将工业废物转化为可再利用的资源。磷是工业生产和农业发展中不可或缺的资源，但其储量有限。化工废水中含有一定量的磷，若能回收利用，不仅可以减少污染，还能缓解磷资源短缺的压力。结晶法回收废水中的磷酸根技术在这种背景下得到应用，通过控制反应条件，使废水中的磷酸根与其他离子结合形成晶体沉淀，经过处理后可作为资源重新利用。含油废水在化工生产中较为常见，其中的油分若能回收，具有重要的经济和环境价

值。破乳-膜分离联用技术在含油废水处理中发挥了重要作用，破乳技术破坏油水乳化体系，使油分分离出来，再通过膜分离技术进一步净化，得到的油分可重新用于生产，实现了资源的循环利用。这种技术减少了污染物排放，提高了资源利用率，符合可持续发展的要求。

3.4 区域环境差异引导技术适应性改进

不同地区的自然环境存在差异，如气候、海拔、地形等，这些差异会影响绿色化工环保技术的应用效果。为适应不同区域的环境治理需求，技术必须进行针对性改进，以保证在特定环境下能够正常发挥作用。高海拔地区气压低，氧气含量相对较少，这对依赖氧气参与的污染治理技术影响较大。传统燃烧技术在这样的环境中，由于氧气不足，燃烧不充分，导致对污染物的处理效率下降。富氧燃烧协同催化技术通过调整氧气供给量，提高反应体系中的氧气浓度，同时配合催化反应，增强了对污染物的降解能力，使技术在高海拔地区仍能保持较好的处理效果。寒冷地区的低温环境会影响微生物的活性，传统生物处理技术在低温下处理效率大幅降低。为解决这一问题，低温耐冻生物处理技术通过筛选和驯化适应低温环境的微生物菌群，使其在低温下仍能保持较高的代谢活性，保证了生物处理技术在寒冷地区的稳定运行。同时，对处理设备采取适当的保温措施，减少了环境温度对反应体系的影响，进一步提高了技术的适应性^[4]。

3.5 风险防控要求强化技术预警功能

环境治理的重点逐渐从污染发生后的治理转向事前的风险防控，这要求绿色化工环保技术具备更强的预警功能，能够及时发现潜在的污染风险并采取措施加以控制。化工生产过程中存在诸多风险因素，如有毒有害物质的泄漏等，若不能及时发现和处理，可能会造成严重

的环境污染。在线监测-应急处理联动技术将监测和处理结合起来，在生产装置的关键部位安装监测设备，实时监测污染物的浓度变化。当监测到污染物浓度超过设定值时，系统会自动启动应急处理单元，如快速吸附装置或氧化系统，对污染物进行及时处理，防止污染扩散。这种技术的应用，改变了以往被动应对污染的模式，实现了对污染风险的主动防控。通过及时发现和处理潜在的污染问题，减少了突发污染事件的发生，降低了环境污染的程度，为环境治理提供了更有效的保障。在一些精细化工企业中，这种技术的应用加快了对突发污染事件的响应速度，有效控制了污染的扩散范围。

结语

绿色化工环保技术与环境治理相互依存、相互促进。绿色化工环保技术凭借多元技术体系，从源头到末端全方位降低化工生产对环境的影响，为环境治理提供坚实技术支撑。环境治理需求则成为技术发展的强大驱动力，推动技术不断革新升级。未来，应持续加强二者协同，促进技术迭代与环境治理模式优化，以应对日益复杂的环境挑战，实现经济发展与生态保护的和谐共生，迈向绿色可持续发展未来。

参考文献

- [1]徐建伟.绿色化工环保技术与环境治理的关系问题研究[J].石化技术, 2022, 29 (4) : 207-208.
- [2]常宇飞.绿色化工环保技术与环境治理的相关性分析[J].山西化工, 2022, 42 (4) : 150-151.
- [3]周建军.绿色化工环保技术与环境治理的关系研究[J].化纤与纺织技术, 2021, 50 (12) : 63-65.
- [4]秦翠翠, 徐丽敏, 田开艳.绿色化工环保技术与环境治理的协同性分析[J].现代盐化工, 2023, 50 (1) : 60-62.