

环保工程设计与技术管理：生态环境保护的实践路径与技术探索

陈智军

广州市东建建设有限公司, 广东 广州 510000

DOI:10.61369/ETQM.2025080018

摘要： 介绍环保工程处理技术体系，包括物理、化学、生物等主流技术及膜分离等前沿技术，阐述工艺参数优化、BIM及数字孪生应用等。还涉及设计阶段质量控制、运维监测、技术管理机制创新等内容，强调多技术耦合及跨学科融合的重要性。

关键词： 环保工程；技术体系；多学科融合

Environmental Protection Engineering Design and Technology Management: Practical Path and Technical Exploration of Ecological Environment Protection

Chen Zhijun

Guangzhou Dongjian Construction Co., Ltd. Guangzhou, Guangdong 510000

Abstract： This paper introduces the environmental engineering treatment technology system, covering mainstream technologies such as physical, chemical, and biological methods, as well as cutting-edge membrane separation techniques. It elaborates on process parameter optimization, BIM, and digital twin applications. The content also touches on quality control during the design phase, operation and maintenance monitoring, and innovation in technical management mechanisms, emphasizing the importance of multi-technology coupling and interdisciplinary integration.

Keywords： environmental protection engineering; technical system; multidisciplinary integration

引言

随着环保意识的日益增强，我国于2012年颁布了一系列相关环保政策，强调了对环境工程技术创新和管理优化的重视。环保工程处理技术涵盖物理、化学、生物等多种主流技术，每种技术都有其适用范围和处理效果。同时，前沿技术如膜分离、高级氧化等不断涌现，为环保工程注入新活力。在工艺参数优化、污水处理厂建模及运维监测等方面也有重要进展。此外，化工园区废水处理、建筑垃圾再生等特定领域的技术研究也在推进。然而，当前环保工程面临能效瓶颈与二次污染问题，因此探讨其发展现状及创新方向，明确优化路径至关重要。

一、环保工程处理技术体系概述

（一）主流处理技术分类

环保工程处理技术体系涵盖多种主流技术。物理处理技术中，过滤是通过介质截留杂质，沉淀则依靠重力使悬浮物下沉，适用于去除较大颗粒的污染物^[1]。化学处理技术的氧化还原可改变污染物化学价态，絮凝是使胶体聚沉，用于处理特定化学性质的污染物。生物处理技术里，活性污泥法通过微生物代谢分解有机物，生物膜法是微生物附着在介质表面处理污水，它们在处理有机废水方面效果显著。不同技术组合因污染物种类、浓度等因素，在去除效率上存在差异，需根据实际情况合理选择和搭配技

术，以达到最佳的环保工程处理效果。

（二）新型处理技术发展

膜分离技术通过具有选择透过性的膜实现不同组分的分离，在污水处理、1 气体净化等方面有广泛应用，为环保工程提供了高效的分离手段^[2]。高级氧化技术能产生具有强氧化性的自由基，可有效降解难降解有机物，在处理工业废水等领域展现出良好的应用前景。生物电化学系统结合了生物和电化学过程，如微生物燃料电池，可在处理有机污染物的同时实现电能回收。光催化降解技术利用光催化剂在光照下产生的活性物质降解污染物，对难降解污染物具有潜在的高效处理能力。这些前沿技术的创新突破和应用潜力，为环保工程处理技术体系的发展注入了新的活力。

二、环保工程设计优化策略

（一）工艺参数优化方法

构建基于响应面法的工艺参数优化模型是关键。通过该模型，可系统研究水力停留时间、药剂投加量、反应温度等关键参数对处理效果的敏感性影响规律。响应面法能够综合考虑多个工艺参数之间的交互作用，通过合理设计实验，获取足够的数据来构建精确的模型^[9]。对于水力停留时间，其长短直接影响反应的充分程度，过长或过短都可能导致处理效果不佳。药剂投加量需精准控制，过多可能造成浪费和二次污染，过少则无法达到预期处理效果。反应温度对某些化学反应至关重要，适宜的温度能提高反应速率和处理效率。通过模型分析这些关键参数的敏感性，可为环保工程设计中的工艺参数优化提供科学依据。

（二）智能化设计应用

BIM技术在污水处理厂三维建模中具有重要应用。它能够精确呈现污水处理厂的物理结构和空间布局，包括各个处理单元、管道系统以及设备的详细位置和连接关系，为设计人员提供直观的可视化效果，便于优化设计方案^[10]。数字孪生系统则在工艺仿真与故障预判方面展现出巨大潜力。通过构建污水处理厂的数字孪生模型，能够实时模拟工艺运行过程，预测可能出现的故障点，提前采取措施进行预防和修复，提高污水处理厂的运行效率和稳定性，减少因故障导致的环境风险。

三、环保技术管理机制创新

（一）全过程质量管理体系

1. 设计阶段质量控制

在设计阶段质量控制中，建立环境影响预评估制度至关重要。通过该制度，能提前对环保工程可能产生的环境影响进行预估和分析。同时，制定涵盖技术可行性、经济合理性、环境风险性的多维度评价指标体系是关键举措^[6]。技术可行性指标确保所采用的环保技术在实际工程中能够有效实施；经济合理性指标考虑工程成本与效益，保障项目在经济上可行；环境风险性指标则着重评估工程对环境可能带来的潜在风险，以便采取相应措施加以防范和控制，从而实现设计阶段的质量有效控制，为环保工程的顺利实施奠定基础。

2. 运维阶段效能监测

在运维阶段效能监测方面，构建基于物联网的在线监测网络至关重要。通过物联网技术，可实时获取环保设备的各项运行数据，如处理效率、能耗指标以及设备状态等信息^[6]。在此基础上，开发动态评估模型，对这些数据进行综合分析。该模型能够准确评估设备的运行效能，及时发现潜在问题，为运维决策提供科学依据。例如，当处理效率出现异常下降或能耗指标过高时，可通过模型快速定位原因，采取相应的措施进行调整和优化，确

保环保设备始终处于高效运行状态，实现对环境的有效保护。

（二）技术更新决策机制

1. 技术生命周期评估

环保技术管理机制创新的关键在于建立有效的技术更新决策机制以及对技术生命周期进行准确评估。在技术更新决策方面，建立包含环境效益、经济效益、技术成熟度的三维评估模型至关重要。通过该模型，能够全面考量环保技术在不同维度的表现，为决策提供科学依据^[7]。同时，制定技术升级替代的决策支持系统，有助于综合分析各种因素，确定最佳的技术更新时机和方向。在技术生命周期评估过程中，需密切关注技术从研发到应用、再到可能被替代的各个阶段。准确把握技术生命周期，能够合理安排资源，提高环保技术管理的效率和效果，进一步推动环保工程的可持续发展。

2. 技术风险评估体系

构建涵盖二次污染风险、技术稳定性、运维复杂性的风险评估矩阵是技术风险评估体系的关键。需综合考虑各因素间的相互关系及对环境的潜在影响^[6]。对于二次污染风险，要分析技术应用过程中可能产生的新污染物及排放情况。技术稳定性方面，评估技术在不同环境条件下的性能表现及可靠性。运维复杂性则关注技术实施后的维护难度和成本。在此基础上，制定风险分级管控方案，根据风险程度对不同的技术应用场景进行分类，采取针对性的管控措施，确保环保技术的有效应用和环境风险的可控性。

四、工程实践路径探索

（一）工业废水处理案例

1. 化工园区综合处理方案

在化工园区综合处理方案中，预处理-物化处理-深度处理组合工艺对难降解有机物去除至关重要。预处理阶段，通过格栅、调节池等操作，去除大颗粒杂质和调节水质水量，为后续处理创造稳定条件。物化处理环节，采用混凝沉淀、吸附等方法，初步去除有机物及悬浮物。深度处理则针对难降解有机物，运用高级氧化技术、生物处理技术等进一步降解。这些工艺相互协同，预处理为物化和深度处理奠定基础，物化处理减轻深度处理负荷，深度处理确保最终出水达标。这种组合工艺的协同作用机制有效提高了化工园区工业废水处理效果，对生态环境保护具有重要意义^[9]。

2. 重金属废水处理创新

新型吸附材料与电化学沉积技术联用在重金属废水处理中展现出良好的应用前景。吸附材料可通过物理或化学吸附作用快速富集重金属离子，其具有较大的比表面积和丰富的活性位点，能够高效吸附多种重金属离子^[10]。电化学沉积技术则是利用电场作用使金属离子在电极表面还原沉积，从而实现从废水中分离去

除。二者联用可发挥协同效应，吸附材料先对重金属离子进行富集，提高局部浓度，有利于电化学沉积过程更高效地进行。同时，电化学沉积过程中产生的一些化学变化可能会进一步增强吸附材料的吸附性能，从而实现重金属废水更彻底的处理。

（二）固体废物资源化路径

1. 生物质热解技术应用

不同热解温度显著影响生物炭产率及吸附性能，进而影响碳封存效益。热解温度升高时，生物炭产率一般呈先增后减趋势。这是因为在较低温度下，生物质热解不完全，随着温度升高，热解反应更充分，产率增加；但温度过高会导致部分炭结构被破坏，产率降低。对于吸附性能，适宜的高温热解可增加生物炭的比表面积和孔隙结构，从而提高对污染物的吸附能力。从碳封存效益角度，生物炭产率和稳定性是关键因素。较高产率且结构稳定的生物炭能更好地将碳固定，减少碳排放，对生态环境保护具有重要意义。

2. 建筑垃圾再生系统

建筑垃圾再生系统涉及破碎分选、骨料强化以及再生制品制备等关键环节。在破碎分选阶段，需根据建筑垃圾的成分和特性，选择合适的破碎设备和分选技术，以实现不同材料的有效分离。骨料强化是提高再生骨料质量的重要步骤，通过物理或化学方法改善骨料的性能，使其能更好地满足建筑材料的要求。再生制品制备则是将经过处理的再生骨料用于生产各种建筑制品，如砖块、墙板等。研究这一全流程的技术经济性至关重要，需综合考虑设备投资、运营成本、产品质量和市场需求等因素，以确保建筑垃圾再生系统在经济和技术上的可行性，实现固体废物的资源化利用。

（三）区域环境协同治理

1. 流域综合治理模式

流域综合治理模式是区域环境协同治理的重要实践路径。在流域治理中，需考虑上下游、左右岸等多方面因素。构建点源-

面源污染协同控制技术体系至关重要，要精准识别点源污染排放源头并加以管控，同时针对面源污染的分散性特点，采取综合性措施。人工湿地与生态护岸的复合治理是有效的治理手段。人工湿地通过植物吸附、微生物分解等作用净化水质，生态护岸则能减少水土流失，稳固河岸，同时为生物提供栖息地。二者结合可提升流域生态系统的稳定性和自净能力，实现流域水环境的持续改善，促进区域环境协同治理目标的达成。

2. 工业园区循环系统

生态工业园区建设中，水网络集成与能量梯级利用技术至关重要。水网络集成可优化水资源配置，通过合理规划水的使用、回收和再利用环节，提高水资源利用效率，减少浪费和污染排放。例如，构建企业间的水循环系统，使一个企业的排水成为另一个企业的用水资源。能量梯级利用技术则是依据能量品质的不同，实现多次利用。如在工业园区中，可将高温蒸汽的能量先用于发电，再将剩余的低温热能用于供暖或其他工业生产过程中的预热环节。这两种技术的应用，不仅能提升工业园区的资源利用效率，还有助于减少对环境的负面影响，促进区域环境协同治理，构建可持续发展的工业园区循环系统。

五、总结

环保工程设计与技术管理在生态环境保护中至关重要。当前环保工程技术体系有一定发展，但面临能效瓶颈与二次污染问题。通过对其发展现状总结及创新方向探讨，明确智能监测与绿色工艺的优化路径是关键。多技术耦合创新及管理机制协同发展可有效提升环保工程效果。同时，生物信息学、人工智能等跨学科技术在该领域的融合应用前景广阔，将为环保工程带来新的突破与发展契机，有助于进一步提升生态环境保护的实践水平，实现更高效、更环保的目标。

参考文献

- [1] 郭景州. 环保工程图纸管理系统的设计与实现 [D]. 大连理工大学, 2014.
- [2] 徐凯. 基于建筑生态设计理念下的现代居住区景观设计 [J]. 居舍, 2023, (02): 143-146.
- [3] 王诚, 杨艳超. 涉环保重大工程项目建设的社会稳定风险评估及其防控 [J]. 科技创新导报, 2019, 16(15): 44+46.
- [4] 贾鹏. 养殖场节能环保技术分析及 SAP 应用 [D]. 湖北工业大学, 2017.
- [5] 李金泽. 生态文明的技术体系研究 [D]. 内蒙古大学, 2023.
- [6] 赵珺, 林鹏, 张楠, 等. 环保工程设计中绿色环保理念的应用分析 [J]. 造纸装备及材料, 2023, 52(09): 149-151.
- [7] 崔琼文. 绿色环保理念在环保工程设计中的运用研究 [J]. 绿色环保建材, 2019, (05): 51.
- [8] 周霞. 绿色环保理念在环保工程设计中的运用研究 [J]. 新农业, 2021, (05): 67-68.
- [9] 张守泉. 试析环保工程设计中绿色环保理念 [J]. 当代化工研究, 2021, (09): 125-126.
- [10] 林晓明. 贵州水电开发环境保护法律问题研究 [D]. 贵州民族大学, 2018.