

# 人工智能与大数据在化工“三废”处理过程优化与控制中的研究新进展

顾慈寅 (东方国际集团上海环境科技有限公司, 上海 200082)

**摘要:** 人工智能与大数据技术凭借其强大的数据挖掘、非线性拟合、实时预测及自主决策能力, 为化工“三废”处理过程的优化升级提供了全新技术路径。文章从人工智能与大数据在化工“三废”处理过程优化与控制中的重要性出发, 阐述了人工智能与大数据在化工“三废”处理过程优化与控制中的研究新进展, 系统分析当前人工智能与大数据在化工“三废”处理过程中存在的问题, 并提出针对性的优化措施, 希望能够为推动人工智能与大数据技术在化工“三废”处理领域的深度融合与规模化应用提供参考与借鉴。

**关键词:** 人工智能; 大数据; 化工“三废”处理; 过程优化; 参数控制; 研究进展

**中图分类号:** X78      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1674-5167 (2026) 012-0001-03

## New Advances in the Research on the Optimization and Control of Chemical Industry Waste Treatment Processes Using Artificial Intelligence and Big Data

Gu Ciyin (Shanghai Environment Technology Co., Ltd., Orient International Group, Shanghai 200082, China)

**Abstract:** With their powerful capabilities in data mining, nonlinear fitting, real-time prediction, and autonomous decision-making, artificial intelligence (AI) and big data technologies provide a new technical pathway for the optimization and upgrading of chemical industry wastewater, waste gas, and solid waste treatment processes. This article starts from the importance of AI and big data in the optimization and control of chemical waste treatment processes, elaborates on the latest research progress of AI and big data in this field, systematically analyzes the existing problems in the application of AI and big data in chemical waste treatment, and proposes targeted optimization measures. The aim is to provide a reference for promoting the deep integration and large-scale application of AI and big data technologies in the chemical waste treatment sector.

**Keywords:** Artificial intelligence; Big data; Chemical industry waste treatment; Process optimization; Parameter control; Research Progress

化工产业作为国民经济的支柱产业, 在推动产业升级、保障民生供给等方面发挥着不可替代的作用, 但同时也是工业“三废”排放的主要来源之一。

据《中国化工行业环保发展报告(2025)》统计, 我国化工行业年排放废水约 28 亿 t、工业废气约 16000 亿 m<sup>3</sup>、危险固废约 4000 万 t, 其中高浓度有机废水、含氟废水、含重金属废水、挥发性有机废气(VOCs)及危险固废的处理难度大、达标要求高, 成为制约化工行业绿色可持续发展的关键瓶颈。因此, 对人工智能与大数据在化工“三废”处理过程优化与控制中的新进展进行深入研究具有十分重要的现实意义<sup>[1]</sup>。

### 1 人工智能与大数据在化工“三废”处理过程优化与控制中的重要性

#### 1.1 破解传统处理模式局限, 提升处理流程稳定性

传统化工行业的“三废”处理工作, 主要依赖操作人员的人工经验进行调控, 这种方式容易受操作人员专业能力、实操水平差异的影响, 难以有效应对“三废”处理过程中出现的复杂变量与参数波动, 进而导

致“三废”处理效果不稳定, 无法稳定达到环保标准。而人工智能技术与大数据技术的结合应用, 能够实现“三废”处理全流程的动态感知、实时监测与精准调控, 有效规避了人工调控过程中存在的主观性强、响应滞后等问题, 保障“三废”处理流程持续稳定运行, 契合化工行业严苛的环保达标要求, 助力企业实现绿色合规生产。

#### 1.2 推动处理模式提质增效, 助力行业绿色转型

化工“三废”处理环节长期存在能耗高、运行成本大的问题, 这一现状在很大程度上制约了化工行业的绿色可持续发展。企业将人工智能技术与大数据技术相结合, 可以深度挖掘“三废”处理过程中各项参数之间的内在关联, 在此基础上优化工艺参数与设备运行方案, 从而降低能源消耗与药剂使用量, 压缩整体处理成本。

与此同时, 该技术模式还能提升污染物的去除效果与处理效率, 推动“三废”处理工作由传统的“达标排放”向“高效低碳”方向升级, 为国家“双碳”目标的落地提供有力支撑。

## 2 人工智能与大数据在化工“三废”处理过程优化与控制中的研究新进展

### 2.1 化工废水处理领域

目前, 科研人员针对人工智能与大数据技术在化工废水处理领域开展的相关研究, 核心是通过废水处理全流程的参数优化与运行调控, 逐步破除传统处理工艺对操作人员人工经验的过度依赖, 切实推动化工废水处理工艺智能化水平的提升。其中, 大数据技术可协助化工企业, 对废水处理各环节产生的监测数据进行全面整合与深度挖掘, 精准掌握水质组分、处理参数与处理效果之间的潜在关联, 有效解决了传统处理模式下数据分散、各处理环节难以实现协同调控的行业痛点。而人工智能技术则通过构建适配化工废水处理非线性特征的优化模型, 能够动态自主调节处理参数, 准确把控反应全过程, 显著提高污染物去除的均匀度与稳定性, 确保废水处理效果完全契合行业环保标准<sup>[2]</sup>。另外, 相关科研工作正逐步朝着低碳化调控方向拓展, 科研人员通过优化模型设计, 实现了能耗与处理效果的协同平衡, 有效弥补了传统处理工艺难以同时兼顾达标排放与节能降耗的缺陷, 进一步引领化工废水处理行业朝着精准化、低碳化、智能化方向稳步发展。

### 2.2 化工废气处理领域

科学团队对人工智能及大数据技术进行了应用性研究, 研究重点包括废气特征识别、处理技术调校和整体运行完善三个主要方面, 突破了传统工艺处理多组分、变浓度废气时的行业技术障碍, 大数据技术支撑着废气组分、浓度及运行参数的在线采集, 进而实施数据的结构化解析, 及时把握废气组分的演变趋势, 给工艺优化决策提供精确数据基础, 根本解决调控决策缺乏依据的问题<sup>[3]</sup>。

采用人工智能技术建立废气成分识别及工艺优化相关模型, 随废气成分的持续波动, 按需修正处理参数及反应参数, 可有效提高污染物去除率, 使排放废气达到行业许可范围, 并可降低原料与能源的使用量, 大幅节约化工废气净化运营成本, 研究人员正推进废气处理系统运行数据的即时采集与精准管控, 实现系统自动化配合及稳定运转, 实现化工废气处理技术由被动接收向主动干预的转变, 不断优化化工废气处理领域的技术体系与管理绩效。

### 2.3 化工固废处理领域

对于化工产业固废处置, 当前主要基于人工智能及大数据关键技术, 针对固废分选提纯、无害化处置与资源化协同利用方向进行研究, 从根本上改善了传统固废处理工艺简单、资源化水平不足的行业状况,

改善了化工固废处理的技术水平, 大数据技术能高效整合化工固废的组分信息及其相关物理化学性质数据, 开展针对性挖掘, 科学区分固废内可回用材料与有害化学组分, 为固废的分类处理、无害化措施和资源再生等工作建立可靠的技术依据, 从源头上消除了固废管理中的无序现象。运用人工智能开发针对性固废分选及处理优化模型, 完善分选工艺及处置参数的配置方式, 不仅使固废分选精度得到大幅提升, 并可完善无害化处置结果, 最大化化工固废的资源再生价值, 抑制可回收物的不必要耗散, 智能调控技术正被逐步应用于固废处理全流程管理, 有序开展废弃物分级、净化处理与材料回收的联动工作, 引导化工固废处理行业朝着无害处理、高值化利用和系统化管控方向有序改进。

## 3 当前人工智能与大数据在化工“三废”处理过程优化与控制中存在的问题

### 3.1 数据质量参差不齐, 制约模型构建与应用效果

数据作为人工智能与大数据技术在化工“三废”处理领域应用的核心基础, 其质量高低影响着相关模型的预测精度与实际调控效果, 这也是当前该领域技术应用过程中面临的首要难题。化工“三废”处理流程本身较为复杂, 不同处理环节的监测标准并不统一, 加之部分企业的监测设备存在老化现象, 部分监测点位布设也不合理, 导致采集到的“三废”处理相关数据存在数据缺失、噪声干扰、精度不足等问题, 无法真实反映处理过程的实际情况。同时, 不同化工企业的“三废”处理数据大多处于分散存储的状态, 行业内缺乏统一的数据规范与专业的整合机制, 使得这些分散的数据难以实现共享与复用, 进而无法为人工智能模型的构建提供全面、连续、精准的数据源, 限制了模型的优化升级。

### 3.2 模型泛化能力不足, 适配性难以满足实际需求

当前, 人工智能模型在化工“三废”处理领域的实际应用中, 普遍存在泛化能力薄弱的突出问题, 难以适配不同化工企业、不同“三废”处理场景的个性化需求。从行业研究现状来看, 多数科研人员构建的人工智能模型, 多是基于特定处理工艺、特定污染物类型的单一场景开展训练, 这就导致模型的针对性较强但通用性较差; 当处理场景发生改变、污染物组分出现差异、工艺参数有所调整时, 模型的预测精度与实际调控效果会出现显著下降, 无法满足实际处理需求。而且, 化工“三废”处理过程本身存在强非线性、多变量耦合、工况动态波动等复杂特征, 现有人工智能模型难以全面捕捉这些复杂变化特征, 对突发工况的适配能力不足, 在实际运行中易出现调控滞后、参

数偏差过大等问题,影响处理效果的稳定性。

### 3.3 工程化落地难度大,技术融合与推广存在阻碍

目前,人工智能与大数据技术在化工“三废”处理领域的相关研究大多还停留在实验室研发阶段,与实际工程化应用之间存在较大差距,这一现状已成为制约该技术规模化推广应用的关键瓶颈。

一方面,人工智能与大数据技术在“三废”处理中的实际应用,需要投入较高的硬件成本与技术成本,而多数中小化工企业受自身资金实力限制,难以承担这些高额投入,缺乏开展技术应用的经济基础,无法实现技术的落地应用。

另一方面,现有相关技术研发存在明显的“重研究、轻应用”倾向,科研人员在技术研发过程中,往往忽视了实际工程应用需求,导致技术研发与现场工程需求严重脱节<sup>[4]</sup>,同时行业内缺乏成熟的技术集成方案,使得人工智能、大数据技术难以实现与传统“三废”处理工艺的深度融合,无法充分发挥技术的核心优势,进一步阻碍了技术的规模化推广。

## 4 人工智能与大数据在化工“三废”处理过程优化与控制中的优化策略

### 4.1 规范数据管理体系,提升数据质量与可用性

化工企业与科研机构需协同构建标准化的数据管理体系,为人工智能模型的构建与优化提供可靠的数据支撑。首先,相关主体需统一化工“三废”处理各环节的监测标准,明确监测指标、监测频率与数据精度要求,并及时更新老化落后的监测设备,科学优化监测点位的布设位置,减少数据缺失、噪声干扰、精度不足等问题的出现,保障采集数据的精准性与连续性,确保数据能够真实反映“三废”处理的实际工况。其次,需建立统一的数据规范与专业化整合机制,打破不同化工企业、不同处理环节之间的数据壁垒,推动“三废”处理相关数据的共享与复用,实现各类监测数据的集中管理、统一调度,提升数据的利用效率。最后,要进一步完善数据预处理技术,优化无效数据剔除、异常数据修正的流程与方法,提升数据净化的效率与质量,强化全流程数据质量管控,充分释放数据在人工智能模型构建、处理过程调控中的核心支撑作用,为技术应用成效提升奠定基础。

### 4.2 强化模型优化升级,提升模型泛化能力与适配性

一方面,在模型训练过程中,工作人员需兼顾不同化工企业的处理工艺、不同类型污染物的排放特征,扩大训练数据的覆盖范围,全面纳入各类典型处理场景的相关数据,打破单一场景训练的局限,有效提升模型的泛化能力,确保模型在不同场景下均能稳定发挥作用。另一方面,结合化工“三废”处理过程中存

在的强非线性、多变量耦合等核心特征,进一步优化模型结构与算法设计,完善模型的工况识别与自适应调整功能,增强模型对复杂工况、突发参数波动的捕捉与适配能力,减少实际运行中出现的调控滞后、参数偏差过大等问题。

### 4.3 推动技术工程化融合,降低落地难度与推广阻力

科研机构、化工企业及相关管理部门需协同发力,打破技术研发与实际应用脱节的困境,全力推动人工智能、大数据技术与化工“三废”处理工程的深度融合,加快技术的规模化推广步伐。一方面,相关研发主体需优化技术应用的成本结构,聚焦中小化工企业的资金承受能力,研发低成本、高适配的硬件监测设备与技术应用方案,降低中小化工企业的技术投入门槛,为各类化工企业开展技术应用提供坚实的经济基础。另一方面,研发工作需立足化工“三废”处理的实际工程需求,彻底摒弃以往“重研究、轻应用”的错误倾向,针对性研发成熟、可行的技术集成方案,推动人工智能、大数据技术与传统“三废”处理工艺的无缝衔接,提升技术的工程化适配能力,确保技术能够快速落地见效。

## 5 结束语

综上所述,人工智能与大数据技术为化工“三废”处理过程的优化与控制提供了全新的技术路径,有效破解了传统处理模式的诸多局限,推动化工“三废”处理向精准化、低碳化、资源化方向转型<sup>[5]</sup>。当前,人工智能与大数据技术在化工“三废”处理领域的融合应用仍处于不断完善的阶段,技术研发与工程化应用的深度融合仍是未来发展的核心方向。未来,随着技术的不断成熟与复合型人才队伍的完善,相关企业可结合化工行业的实际需求,推动人工智能与大数据技术将与化工“三废”处理技术实现更深度的融合,为化工行业绿色可持续发展提供更有力的支撑,助力我国“双碳”目标与生态环境保护战略的顺利推进。

### 参考文献:

- [1] 金亮,章留留,陈佳业.化工“三废”处理技术及其发展趋势研究[J].山东化工,2024,53(05):261-262+266.
- [2] 陈清阳,刘稳柱,夏亚钊.化工“三废”处理及化工绿色环保发展方向[J].山西化工,2023,43(06):262-264.
- [3] 辛晓光.化工“三废”处理技术及其发展趋势研究[J].山西化工,2023,43(05):243-245.
- [4] 魏乾润.化工“三废”处理及未来化工绿色环保发展方向[J].化工设计通讯,2020,46(07):240+246.
- [5] 刘万伟.探讨化工工业“三废”处理技术方法及环境保护[J].科技风,2020,(10):141.