

Research on the intelligent application of the dual-carbon control platform in municipal wastewater plants

Yan Gao Lei Zhao Mingyi Zhang Lin Li Qiang Li

Hebei Construction Investment Engineering Construction Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050000, China

Abstract

This article focuses on the intelligent application of the dual carbon control platform for municipal sewage treatment plants. In response to the lack of a professional carbon emission monitoring system for domestic sewage treatment plants, a dual carbon management platform covering modules such as data collection, system control, and dynamic monitoring is proposed. This platform helps enterprises achieve refined operational management and promote the low-carbon transformation and sustainable development of municipal sewage plants by accurately measuring carbon emission data, implementing real-time dynamic monitoring, and realizing multidimensional data visualization.

Keywords

municipal sewage treatment plant; Dual carbon control platform; Intelligent application

市政污水厂双碳管控平台的智能化应用研究

高研 赵磊 张明义 李林 李强

河北建投工程建设有限公司, 中国·河北 石家庄 050000

摘要

本文聚焦市政污水厂双碳管控平台的智能化应用展开研究针对国内污水处理厂缺乏专业碳排放监测体系缺失的问题, 提出构建涵盖数据采集、系统管控、动态监测等模块的双碳管理平台。该平台通过精准计量碳排放数据、实施实时动态监测以及实现多维数据可视化, 助力企业实现精细化运营管理, 推动市政污水厂的低碳转型与可持续发展。

关键词

市政污水厂; 双碳管控平台; 智能化应用

1 引言

当前国内污水处理厂普遍面临专业碳排放监测体系匮乏的问题, 尚未建立完善的碳信息管理系统, 难以实现全流程、动态化的碳排放监管。在此背景下构建一套智能化的水务碳管理平台, 势在必得。该系统具备碳排放数据精准计量高效处理的核心能力, 涵盖数据采集、系统管控、动态监测、碳排放分析、报表生成等核心模块, 同时需具备良好的可移植性, 以方便在不同区域推广应用。

2 市政污水厂双碳管控平台的建设

2.1 安全设计与其他扩展

- (1) 具备完善的用户信息管理与身份验证机制。
- (2) 确保每位登录用户拥有专属账号及独立密码, 若

发生密码遗失情况, 必须经由系统管理员执行账户凭证重置操作^[1]。

(3) 集成高级安全管控模块, 包含密码策略配置、个性化菜单定制、角色权限划分、操作权限分配及多语言词典管理等核心功能, 同时要求用户管理体系兼容域控制器集成方案。

(4) 系统需经过充分验证, 消除程序逻辑缺陷与重大系统漏洞, 具备操作容错机制以避免人工失误。当出现客户端异常或网络波动时, 需确保服务持续可用且数据完整性不受影响。系统须配备完善的数据备份方案与专用工具, 支持在紧急情况下迅速复原系统功能及业务数据。

(5) 支持多环境并行部署方案, 分别适配软件开发、参数配置、质量测试、人员培训及生产运行等不同场景需求。同时需内置数据同步机制, 保障各环境间配置参数的统一性, 并实现跨环境数据可逆迁移能力。

(6) 针对机密信息及系统关键数据(包括用户隐私等敏感内容)实施数据脱敏或加密措施, 所选用的加密技术满足规定的安全等级标准。

【作者简介】高研(1988-), 女, 中国河北保定人, 硕士, 工程师, 从事市政给水、排水工程项目设计及咨询研究。

(7) 在数据传输过程中实施加密保护, 采用的加密方案达到规定的安全强度要求。

系统整体架构(如图1)具备优秀的扩展能力, 具体表现为: 支持跨厂区分布式部署, 实现各生产基地数据独立存储, 同时集团层面实施集中管控。

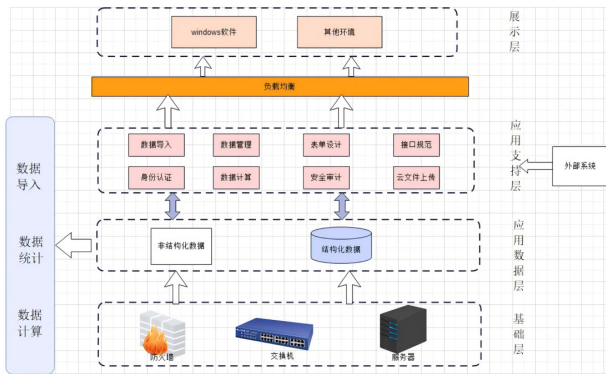


图1 数字化平台技术架构图

通过集成监控组件并开发数据传输日志功能, 确保数据交换过程的安全可靠、内容完整且时效性达标。采用规范化接口设计, 有效提升与其他业务系统的兼容性[4]。

2.2 框架设置

(1) 表现层: 终端架构采用前后端解耦设计, 兼容浏览器/服务器访问模式。依据预设路由策略将请求分发至目标服务节点, 实现多节点间的流量动态分配机制。

(2) 服务层: 安全管控体系对能源管理系统所有访问者实施身份核验, 仅开放已授权用户的系统入口, 采用网关代理模式统一对外服务接口。

(3) 数据存储层: 底层需兼容关系型数据库与时序数据库双引擎, 实现运行数据和归档数据的物理隔离, 同时具备跨时间维度的混合查询能力[2]。

2.3 运行环境与接口设计

(1) 采用云端部署方案, 兼容多平台运行环境, 可实现虚拟化平台安装、容器化部署等多样化实施方式, 适配各类服务器操作系统。

(2) 具备双节点集群热备机制等高级架构设计, 确保单个工作站发生异常时, 不会对整体网络环境中的软件运行造成中断。

(3) 适应业务数据规模与系统功能的动态增长需求, 便于后续运维管理工作的开展。

(4) 后台数据管理模块采用数据与文件分离存储策略, 支持数据服务器与应用服务器的分布式架构配置方案[3]。

在碳排放计量模型方面, 既要实现各环节碳排放量的精确测算, 又要具备评估整体系统、各功能单元及具体设备的碳减排潜力能力; 碳排放动态监测技术通过在指定监测区域内部署数据采集终端, 将相关数据传输至中央服务器, 最终汇聚至管理平台, 实现全流程数字化监控功能; 数字化管

理平台具备实时数据采集与排放监测功能, 内置标准化报告模板库, 支持自动化报告生成[4]。该平台通过多维数据可视化呈现分析结果, 为运营决策提供数据支撑, 助力企业实现精细化运营管理。系统可自动生成优化建议方案, 帮助用户提升运营效率, 其碳排放流程如图2所示。

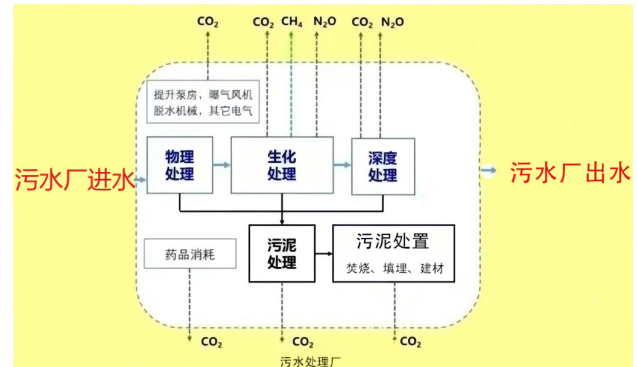


图2 污水厂碳排放流程图

3 市政污水厂双碳管控平台的关键功能模块

3.1 碳数据管理与碳报告

针对碳排放信息的评估, 通常选取特定周期(如季度或财年)内各业务单元温室气体排放总量、单位产值排放强度以及能源消耗相关排放(涵盖电力供应、热能使用、燃料燃烧及原材料加工环节)及其波动情况等参数。这些量化指标能够全面呈现组织碳排放现状, 特别是单位产值排放与能源消耗相关排放(涉及电力供应、热能使用、燃料燃烧及原材料加工环节), 更能准确反映生产过程中的间接排放特征。

碳排放报告是指对特定机构在运营周期内各业务环节产生的直接与间接温室气体排放量进行系统核算, 形成完整的温室气体排放清单^[5]。该报告为企业及政府部门实施排放监管、应对气候风险与把握低碳发展机遇提供关键决策支持。报告格式严格遵循地方环保部门制定的标准模板, 支持在线编辑与数据修正, 最终通过官方指定渠道完成提交。这一机制显著提升了企业数据申报效率, 实现了排放数据的规范化管理。

3.2 碳全景与碳结构

碳全景模块作为低碳管理系统的核心监控界面, 采用可视化驾驶舱设计理念。该模块全面展示污水处理厂的实时排放指标、排放构成、碳资产总值及减排贡献度等关键参数。特别值得注意的是, 系统通过整合碳资产价值与生产能耗数据(包括电力、药剂、水资源等消耗), 精准呈现碳排放中间过程, 为跨项目/子公司间的间接排放绩效对比分析提供有力支撑。

碳结构分析聚焦于特定项目或下属企业的温室气体排放状况, 通过多维度比较实现深度解析, 包括产品碳足迹对比、排放范围界定差异以及各环节排放占比评估。该分析体系包含六大核心组件, 其中: 碳流可视化模块采用双重视角

剖析碳排放总量，一方面基于核算标准划分直接排放源（范畴一），另一方面则针对间接排放（范畴二）进行系统性对比研究。

- 碳排放分布：采用柱状图形式展示三类产品的碳排放量占比，便于直观比较各产品对环境的影响程度。

- 年度排放趋势：汇总历史排放数据形成趋势线，帮助决策者掌握碳排放的年度波动规律。

- 碳排放构成分析：依据碳核算标准，分解 Scope1 和 Scope2 排放源，揭示各环节的污染贡献比例。

- 减排能力对比图：通过可视化手段呈现不同工艺单元在碳减排方面的相对表现，凸显技术差异。

- 双碳目标追踪器：设置动态进度条监控 2030 碳达峰与 2060 碳中和的推进情况，既对标规划指标又实现实时管控。

3.3 碳对比

碳对比功能作为低碳管控系统的核心组件，其设计初衷在于实现跨项目与时间维度的数据交叉分析。该模块通过建立差异化比较机制，识别潜在优化空间，为生产布局调整与产能升级提供多角度决策支持。

- 横向分析：支持系统内多个项目数据的同步比对。

- 时序分析：针对单一项目不同周期（按月）的数据演变追踪。

基于碳核算数据的可视化呈现系统，集成排放贡献率分析、排放强度评估、排放密度测算、强度趋势演变、总量比较及结构分解等多元化图表展示。这种立体化的数据呈现方式不仅便于管理层的汇报总结，更为产品线优化与产能规划提供了全面的决策参考框架。

针对城市污水处理设施，构建碳排放全景监测系统，开发集成化碳管控平台，有效支撑市政污水处理领域碳减排体系构建，为低碳经济发展提供科学决策依据和可视化智能管理支撑。

4 市政污水厂双碳管控平台的智能化应用

4.1 核心应用场景与案例

市政污水厂双碳管控平台的智能化应用主要聚焦于提升碳排放管理的精准度与效率，通过集成先进技术实现全链条的智能化监控与优化。其核心应用场景涵盖碳排放数据的实时采集、动态监测、深度分析及优化策略生成等多个层面。

案例一：智能数据采集与监控在某大型市政污水厂，双碳管控平台通过部署智能传感器和数据采集终端，实现了对污水处理过程中碳排放的实时监测。平台能够自动采集包括电力消耗、热能使用、燃料燃烧等在内的关键碳排放数据，并通过云端传输至中央服务器进行分析。这一应用显著提高

了数据采集的准确性和时效性，为后续的碳排放管理和优化提供了坚实基础。

案例二：碳排放分析与优化建议另一家市政污水厂利用双碳管控平台的碳排放分析功能，对污水处理过程中的碳排放进行了全面剖析。平台通过内置的碳排放计量模型和数据分析算法，精确计算了各环节的碳排放量，并识别出潜在的减排空间。基于这些分析结果，平台自动生成了针对性的优化建议，如调整工艺流程、优化设备运行参数等，有效降低了碳排放强度。

4.2 效果评估与持续改进

在市政污水厂双碳管控平台的智能化应用过程中，效果评估与持续改进是不可或缺的重要环节。通过定期评估平台的应用效果，可以及时发现存在的问题和不足，并采取有效措施进行改进和优化。

一方面，平台通过内置的数据分析模块，对碳排放数据进行深度挖掘和分析，生成详细的碳排放报告和优化建议。这些报告和建议为管理者提供了直观的数据支持和决策依据，有助于他们更好地了解污水处理过程中的碳排放情况，并制定更加科学合理的减排策略。

另一方面，平台还具备持续改进的能力。通过不断收集用户反馈和实际需求，平台可以不断优化和完善其功能和服务。例如，针对用户提出的数据可视化需求，平台可以增加更加直观、易用的数据可视化界面；针对用户提出的优化建议生成需求，平台可以进一步优化算法模型，提高优化建议的准确性和实用性。

5 结语

综上所述，市政污水厂双碳管控平台的智能化应用在提升碳排放管理精准度与效率方面发挥了重要作用。通过核心应用场景的实践和效果评估与持续改进的机制建设，平台的建设与优化为市政污水厂的低碳转型和可持续发展提供了有力支撑。

参考文献

- [1] 郭怡.高标准出水对污水厂实现双碳目标的影响及减排对策分析[J].净水技术,2022(S2):111-114+126.
- [2] 陈睿星,肖倩,朱紫薇.城市污水系统碳排放结构及减排路径研究——以深圳市为例[J].给水排水,2025,51(1):49-54.
- [3] 孙晓辉,陈蓝,董紫君,等.市政污水处理厂碳排放核算及降碳实施路径[J].环境保护科学,2024,50(5):76-85.
- [4] 郝强,陈国斌,谢宇灿,等."双碳"背景下我国市政污泥磷回收技术进展及发展趋势[J].环境保护前沿,2024,14(5):1149-1157.
- [5] 何智丽,李静,蔡坤河,等.基于"双碳"目标的城镇污水厂优化应用研究[J].广东化工,2023,50(20):133-137.