第五届高校电气电子工程创新大赛

面向新型能源体系的电气技术变革

Water AI

污水处理智能加药控制系统

针对 pH/COD/浊度等动态波动，构建“预测-诊断-决策-反馈”闭环。以趋势预测驱动加药控制，实现精准投加、节能降耗与可解释运行。

一个智能预测与自适应加药策略系统

★ 关键结果与参数

192s 历史上下文	96s 趋势预测	4.2mV ORP MAE
15%+ 药耗降低	96.3% 准确率	5.2万/年 节约测算

01 工程问题

- 传统加药多依赖人工经验和滞后反馈，面对突发负荷时响应慢。
- 为保证出水达标，常采用保守过量投药带来药耗、能耗和污泥增加。
- 目标是将水质变化提前识别，并在达标约束下动态调节剂量与泵速。

核心转变：事后调节 -> 预测驱动主动控制

02 作品概况

- 系统定位：基于时序大模型和深度思考的水质趋势预测与自适应加药策略系统。
- 前端提供 7 类污水处理情况，展示预测曲线、参考曲线和策略作用曲线。
- 后端调用前沿模型 Chronos2 、VLM 与策略模块，输出连续化控制指标。

覆盖：采集、趋势分析、策略、节能、闭环

03 技术指标

- 输入数据：历史水质数据（可含有正常数据与污水数据）。
- 输出结果：水质曲线，三张二维图（GAF、RP、MTF），VLM处理方案。
- 验证结果：96 秒 ORP 预测 MAE 约 4.2 mV，准确率约 96.3%。

连续化投加建议，不是简单档位切换

【★ 智能污水处理系统核心架构】

感知层

物联网传感器
监控水质情况：ORP、pH、浊度等

原始水质数据

数据处理模块
数据采集与预处理：归一化、极值过滤

推理层

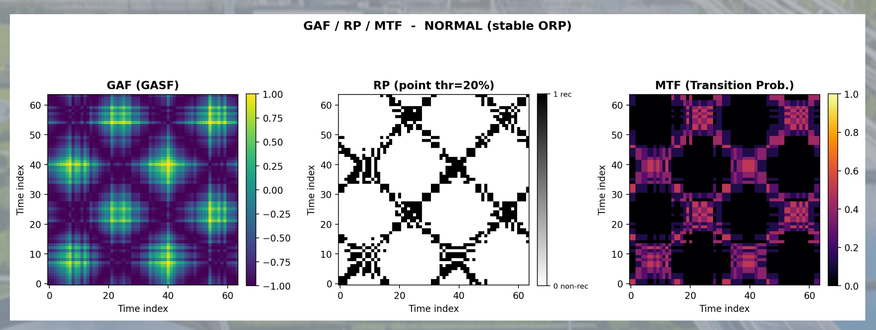
时序预测模型
提取时序特征
预测关键指标

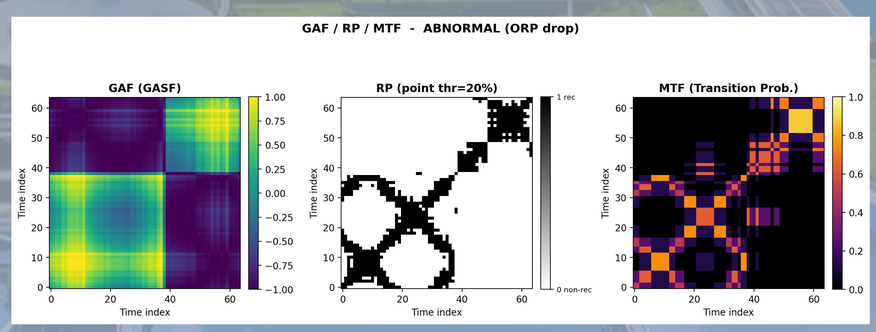
时序与视觉跨模态对齐

未来水质预测趋势分析曲线图

诊断推理策略报告







决策控制层

多时间尺度动态干预策略
小时/半天/天

网络下发
施耐德电气EAE系统

边缘控制侧
基于 IEC 61499 转化为控制指令
实施加药决策

阀门开度控制

闭环反馈

加药泵启停

04 创新性与先进性

- 把一维时序转为 GAF / RP / MTF 图像，引入视觉语言模型辅助诊断。
- 策略层以离散 MPC 综合水质达标、药剂消耗、泵能耗和动作变化。
- 软件推理与 EAE 控制侧解耦，便于未来接入真实泵曲线和现场传感器。

05 效益与推广前景

- 采用开源软件、云端按需训练和通用硬件，原型部署成本轻量。
- 药剂消耗可降低 15% 以上，日处理 1 万吨污水厂年综合节约约 5.2 万元。
- 可推广至城镇污水、化工、制药等水处理场景，支撑绿色低碳运行。

***进一步优化** 后续进入工厂接入真实 pH、COD、浊度传感器与加药泵标定曲线，引入在线反馈数据，实现滚动预测、实时校正和实机闭环联调。*