

水样采样智能化分析系统应用研究

郭希悦¹, 任迦勒¹, 李志强², 张胜然³, 李洪言^{1*}

1. 山东石油化工学院, 山东 东营 257061

2. 北京锦华洲新能源环保科技有限公司, 北京 101200

3. 东营市科技创新服务中心, 山东 东营 257200

摘要: 随着勘探与开发技术的不断进步, 水质监测作为保障生产安全和环境保护的重要环节, 其重要性日益凸显。本文通过探讨水样采样智能化分析系统, 研究智能化路线, 运用先进技术实现水样采样的自动化、高效化和精准化, 并结合具体检测数据进行分析, 从而为水质监测提供有力的技术支持。

关键词: 水样采样; 预处理; 智能化

Research on the Application of Intelligent Analysis System for Water Sample Sampling

Guo Xiyue¹, Ren Jiale¹, Li Zhiqiang², Zhang Shengran³, Li Hongyan^{1*}

1. Shandong Institute of Petroleum and Chemical Technology, Dongying, Shandong 257061

2. Beijing Jinhua Zhou New Energy Environmental Protection Technology Co., Ltd. Beijing 101200

3. Dongying Science and Technology Innovation Service Center, Dongying, Shandong 257200

Abstract: With the continuous advancement of exploration and development technology, water quality monitoring, as an important part of ensuring production safety and environmental protection, has become increasingly important. This article discusses the intelligent analysis system for water sampling, studies the intelligent route, and uses advanced technology to achieve automation, efficiency, and accuracy in water sampling. It also analyzes specific detection data to provide strong technical support for water quality monitoring.

Keywords: water sampling; pretreatment; intelligent

传统的水样采样方式过度依赖于人工操作, 存在采样点位选择主观性强、采样过程易受污染、数据记录与处理繁琐、效率低下等诸多问题。这些问题已难以满足现代行业对高效、精准、环保的迫切需求。在此背景下, 水样采样智能化系统的研发与应用应运而生。

一、研究背景

随着国家对水样处理重视程度的不断提升和需求的持续增长, 国内众多科研机构和企业纷纷投身于水样采样技术的研究和创新中。在自动化采样、预处理设备的设计与制造、智能控制算法的开发与应用等方面取得了显著进展。多通道自动采样系统的成功研制, 实现了水样采集的高效性和准确性; 智能化预处理设备则通过集成先进的过滤、消解、富集等技术, 显著提高了预处理过程的自动化和智能化水平^[1]。

二、水样采样系统设计

(一) 水样采样系统的组成

系统由总控制仓、取样模块、分析仓、试剂仓、存储仓以及

环境控制及预警模块组成。

总控制仓负责整个检测系统供电, 数据处理, 通讯等。取样模块负责离线样品分配, 电极参数测量等。分析仓由化学分析参数检测设备组成, 负责化学参数自动检测。试剂仓是各检测设备的反应试剂存储场所, 负责清洗供水, 废液回收。环境控制及预警模块实时监测环境参数, 确保环境在设定的范围内稳定运行, 并根据预设的预警条件进行系统性评估, 从而确定是否需要发出预警^[2]。

(二) 水质检测系统的技术路线

系统首先通过取样模块从待检测的水源中取得水样。取样模块包含自动与手动控制的取样装置, 用于确保取样的准确性和代表性。取样后, 水样通过水路单元传输到各个检测模块。水路单元包括进水管路、纯水盒、排样管路、流通池等, 以确保水样能够按照预定的顺序和流量进入各个模块。

基金项目: 山东石油化工学院大学生创新创业训练计划项目资助 (DC2024029); 2024 年山东石油化工学院教学改革研究项目 (JGYB202404);

课题成员: 郭希悦, 任迦勒, 李志强, 张胜然, 代晓东, 刘梦, 代常乐, 陈炳铨, 陈思辰, 郭子健, 李洪言。

作者简介:

第一作者: 郭希悦 (2004-), 女, 山东临沂人, 学生, 就读油气储运工程专业, 邮箱: E-mail: 1982810260@qq.com。

通讯作者: 李洪言 (1987-), 女, 山东济宁人, 副教授, 硕士, 主要从事油气储运教学与研究工作, 邮箱: E-mail: 364279986@qq.com。

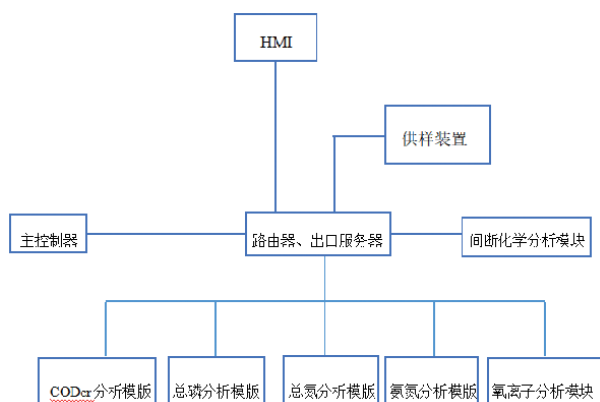
系统包含了多个检测模块，如 COD1 模块、总氮模块 1、总磷模块 1 等。这些模块分别用于检测水质中的不同参数。

每个模块内部包含传感器、信号处理电路和数据存储装置等，用于将水样中的化学或物理参数转化为电信号，并进行处理和分析。

中央控制模块包括报警系统、交换机、HMI 触摸显示屏、工控机，供电模块，负责检测模块能够在适宜的工作环境下运行，并将各个模块检测到的数据进行处理、分析和存储^[3-4]。

(三) 智能化控制过程

中央控制系统是水质智能分析化验系统的核心。中央控制系统用户界面采用符合人体工程学的高灵敏度触摸 HMI 控制设备，以及先进的进口 PLC 控制单元，配合使用中间电子控制元器件、传感器等实现多采样点数据检测任务。中央控制系统对分析任务进行时序化处理，根据程序设定对样品润洗、清洗管理和水样准备工作^[5]。



> 图1 中央控制系统流程图

三、水样采样分析系统技术优点

系统采用高精度传感器和检测技术，准确测量水样参数。实现水样采集、预处理、分析及数据处理的全程自动化，减少人工误差。结合 AI 算法和数据分析，自动识别分类水质数据，提供智能决策。系统实时连续监测水质，预警潜在问题，对突发污染事件尤为重要，能迅速应对防止扩散。智能化分析系统为应急响应提供水质数据和预警，助力快速定位污染源、评估污染并应对^[6-7]。

四、实际参数数据分析

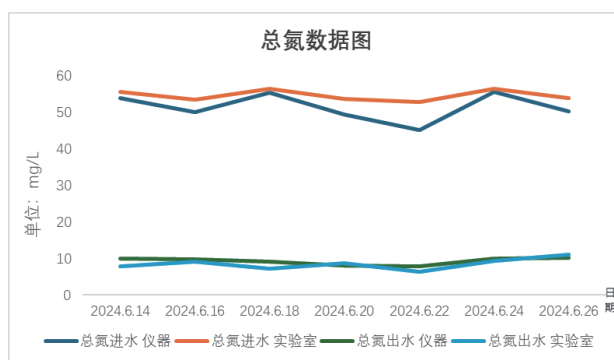
(一) 分析参数数据环节

各个化学分析模块均可以运行一个或者多个参数分析，完成单参数整个分析环节的必要步骤为：首先将样品泵至反应器，测量样品的空白值 ODS。接着按照设定的时间和顺序泵入试剂，混合试剂与样品反应一段时间后（如果需要，进行加热）读取反应后的 ODE 值并储存，最后根据储存的校准值计算出样品的浓度值^[8-9]。

(二) 现场检测

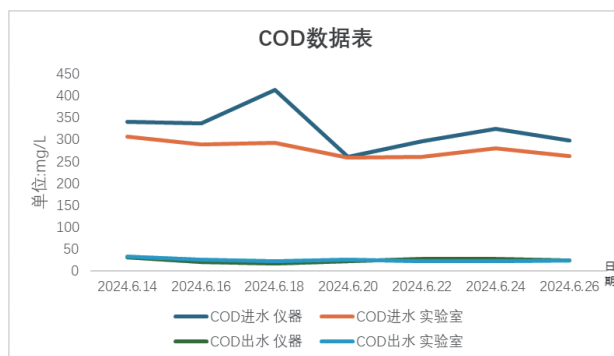
经现场调试后，设备整机运行正常稳定，满足项目技术协议

的检测要求。通过两天一测对 COD、总氮、两个模块进行数据采集并分析：



> 图2 总氮进出水对比图

通过实验数据可知，第一天实验室测得进口处总氮含量比仪器测得增加了 3%，出口处含量减少了 21%，第二天实验室测得进口处总氮含量比仪器测得增加了 7%，出口处减少了 7%，第三天实验进口处含量增加了 2%，出口处含量减少了 22%，第四天实验进口处含量增加了 8%，出口处含量增加了 8%。以此类推，总氮进、出口处数据（实验室）与总氮进、出口处数据（仪器）偏差不大。



> 图3 总磷进出水对比

通过实验数据可知，第一天实验室测得进口处 COD 含量比仪器测得减少了 9%，出口处含量增加了 5%，第二天实验室测得进口处 COD 含量比仪器测得减少了 14%，出口处增加了 27%，第三天实验进口处含量减少了 29%，出口处含量增加了 29%，第四天实验进口处含量减少了 0.7%，出口处含量增加了 29%。以此类推，COD 进、出口处数据（实验室）与 COD 进、出口处数据（仪器）偏差不大^[10-11]。

(三) 水样处理智能化采样与传统测量数据分析比较

1. 工作效率与自动化程度

智能化采样数据分析：系统集成多测量模块，自动化控制实现一键操作，高效减人工。实时连续监测水质，确保数据及时准确，助早发现变化。

传统测量数据分析：测分析需人工采样、运输和实验分析，采样频率和方法易不合理。低频难捕水样质变，方法不当损数据准。

2. 数据精度与全面性

智能化采样数据分析：系统的传感器和分析技术能够提供高精度的测量结果，减少了人为误差的可能性。系统能够同时测量

多个参数，提高了水质检测的全面性。

传统测量数据分析：需要多个单独仪器分别测量不同的水质参数，操作繁琐且可能因仪器间差异导致测量误差。现场检测时，便携式仪器可能受到多因素的干扰^[12-13]。

3. 数据处理与报告生成

智能化采样数据分析：系统通常配备有专业的数据分析软件，可以自动生成报告和图表，方便管理者进行数据可视化展示和趋势分析。

传统测量数据分析：需手动记录监测数据，并进行数据整理和归档，过程繁琐且易出错。数据整理分析报告的生成通常需要较长时间^[14-15]。

五、总结

水样采样智能化分析技术是现代水质监测领域的一次重大革新，它集成了先进的传感器技术、自动化控制、数据处理与人工智能算法，实现了从水样采集到数据分析的全链条智能化。这项技术不仅极大地提高了水样采集的效率和准确性，通过实时监测和数据分析，为水质管理提供了及时、精准的科学依据。随着技术的不断发展和完善，相信水样采样智能化分析技术将在各个领域发挥更加重要的作用。

参考文献

- [1] 徐乐, 朱大昕, 刘君. 高通量多参数水质仪自动测定水样的研究 [J]. 分析仪器, 2015.
- [2] 谢松. 多参量水质在线监测系统的设计与实现 [D]. 重庆理工大学, 2023.
- [3] 美国 HACH 水质分析仪为南海石化(惠州)污水零排放护航 [J]. 中国建设信息(水工业市场), 2009.
- [4] 谢文静. 智能化水质检测系统在热电厂水质分析中的应用 [J]. 智慧中国, 2023.
- [5] 顾超. 基于物联网技术的水质监测系统的设计与实现 [D]. 北京邮电大学, 2020.
- [6] 陈人帝. 辐射环境监测中水样采集的质量控制及其实施 [J]. 资源节约与环保, 2023, (11):48-52.
- [7] 朱红. 水质监测过程中水样的处理及质量控制措施探讨 [J]. 皮革制作与环保科技, 2021, 2(17):25-26.
- [8] 褚海林, 郭燕群. 氨氮自动监测仪水样比对存在问题分析 [J]. 环境与发展, 2019, 31(11):124-125.
- [9] 高洁, 梁前才. 探讨便携式水样采集装置在水质监测采样中的应用 [J]. 数字化用户, 2019, 25(35):243,245.
- [10] 张广朋. 基于无人机的地表水水质自动采样系统设计和开发 [D]. 中国计量大学, 2022.
- [11] 邱小燕, 刘海春. 水质自动采样器采集水样的检测结果可靠性分析 [J]. 中国资源综合利用, 2019, 37(11):3.DOI: CNKI: SUN: ZWZS.0.2019-11-040.
- [12] 王晓, 佟伟, 李晨光, 等. 智能水质检测系统在锅炉水质分析中的应用研究 [J]. 中外能源, 2022, 27(5):96-100.
- [13] 牛影. 基于智能化的水质理化检测装置研究与设计 [D]. 合肥学院, 2022.
- [14] 李松, 张可, 赵文亮, 等. 污水厂进水口在线监测设备水样预处理系统研究及应用 [J]. 环境影响评价, 2019, 41(04):78-82+96.DOI:10.14068/j.ceia.2019.04.019.
- [15] 于春来. 水质自动监测系统研究 [J]. 信息通信, 2017, (07):133-134.