

基于电厂化验室离线数据的自动化采集应用及研究

董勤美*, 王晓杰, 杨天军

(浙能电力股份有限公司台州发电厂, 台州 318016)

摘要: 本文介绍了电力生产行业化学实验室的现状和问题, 实验室信息管理系统(Laboratory information management system, LIMS)的发展趋势和电厂化学监督工作的实际需求, 探讨和研究基于电厂化学实验室孤岛数据的自动化、智能化、网络化的采集方法和应用, 以及化学实验和监督信息化流程的标准化和规范化, 为电厂化学实验室 LIMS 的发展提供研究基础和借鉴。同时, 针对应用中发现和遗留的问题进行了分析及总结。

关键词: 火力发电厂; 实验室; 化学监督; 实验室信息管理系统

0 引言

随着发电机组装机容量与技术要求的日益增高, 电厂对炉内炉外化学监督、全厂油质、环保指标等全方位监督要求更加严格, 对安全生产和职业健康也越来越重视。传统的管理手段已经难以满足现阶段对生产化验数据的实时管控。随着科技的进步和行业的变革, 智慧电厂已经成为共识。它不仅仅对单一设备和局部系统进行智能化改造, 而更多考虑整体系统之间的联系, 从整体上去实现管理的智慧化、发电的智能化^[1]。智慧电厂把大数据、深度学习等运用到工业领域, 提高生产过程的可控性, 减少人工干预, 进行事故预报与诊断, 实现了从人工决策到机器辅助决策的过程。质检中心作为化学监督重要执行机构, 生产设备安全的检验检测部门, 是智慧电厂不可缺少的数据支撑和辅助决策部分。确保化验数据的准确性、时效性和溯源性, 是做好化学监督工作的重要基础。

1 研究背景

1.1 电厂化学实验室现状

随着火电机组向高效、节能、环保的超临界、超超临界方向发展, 作为“五大监督”之一的化学监督受到各级生产管理人员高度重视。化学技术监督工作的范围也逐步从水汽品质监督, 逐步发展到涵盖油、气、燃料质量以及机组检修化学检查, 机组停(备)用保护, 热力设备化学清洗等内容, 监督对象几乎涵盖了发电企业全部机、炉、电专业系统和设备^[2]。各种标准、规程、规范、技术管理制度也在不断更新和完善。

电厂质检中心化学实验室一般包括水分分析室、油分析室、

环保分析室、脱硫化验室、色谱分析室等, 承担全厂水汽、油(气)化学监督及脱硫环保指标监测、大宗材料验收等工作。化学监督的执行机构较为分散, 化验室对接部门及班组范围广, 数据管理工作内容繁杂, 尚处于人工管理阶段^[3]; 管理人员无法及时准确地掌握化验室的人、机、料、法、环等各因素的实时现状; 化验任务的下达或分派还依靠面对面或语音沟通的方式进行; 原始记录、化验报告、统计台账也完全依靠人工记录、抄写和计算, 而且经常面临着大量信息的重复录入; 化验仪器设备和化学药品的管理还停留在纸质阶段, 无法提前预警和提醒; 国家行业标准、检测方法、MSDS 等文档查询起来费时费力; 一个刚刚入职的化验人员需要培养至少 1~2 年时间才能完全胜任所有化验分析工作; 整个电厂化学实验室的信息化建设相对落后, 没有很好地实现资源共享, 使化验室成为了电厂最后一个信息孤岛。

1.2 LIMS 技术的概述

实验室信息管理系统是通过计算机、数据库、网络、物联网甚至 AI 及云计算技术等手段, 将实验室的工作流程和管理内容升级成为信息化的管理方式^[4]。目前, LIMS 具备完善的管理职能, 已广泛应用于石油化工、生物制药、食品饮料、烟草、煤炭矿产、环境检测、计量、科研教学等行业实验室等, 每个行业的业务特点有所不同。针对电厂实验室专业的 LIMS, 至今还比较缺乏。电厂化学实验室受其流程、数据安全及仪器的特殊性影响, 未能形成一套标准化的产品。

1.3 化学实验室管理需求

受限于电厂化验室业务流程和场景的差异化, 当前大多数

* 通信作者: 董勤美, 助理工程师, 研究方向为电力化学检验。E-mail: 15957617525@139.com

LIMS并不能完全满足电厂质检中心综合化验室的管理需要。电厂化学实验室的工作涉及水分析、油分析、脱硫化验、化学监督、脱硫环保指标监测、大宗材料验收、化验数据分析、药品试剂管理、仓库检查等, 工作范围覆盖面大、管理内容多。而且各化学实验室相对分散, 实验仪器设备类型、品牌众多, 操作方法方式各有不同。实验数据分散在不同的文件或系统中, 存在着容易丢失、积累麻烦、复用困难等问题。各类化验数据完全依赖人工填写、统计和计算, 效率较低也容易出错^[5]。除了常规化验分析工作外, 化验班组还需要针对各部门需要的数据进行分析汇总。报表统计工作占用了化验人员较多时间和精力, 且人工传递的数据无法保证真实性和时效性。

因此, 电厂化学实验室应建立一套针对电厂工作要求的标准化的仪器、药品、数据自动采集管理系统, 将尚处于离线状态的精密仪器设备, 通过自动化方式进行实时采集和分析, 并梳理现有工作流程, 将实验前取样收样、实验中数据处理、实验完成后报告审核及生成、随时数据统计汇总, 结合仪器、人员、设备以及药品配件等各个环节, 实现标准化、网络化的管理。系统应包括化验任务(水、煤、油、脱硫环保、材料验收等)的计划、发布、化验、审核、统计的全流程化管理; 仪器设备的台账、使用、检定、维修等各维度的情况反映; 药品物资的出入库、废弃、盘点的全生命周期管理; 检验检测方法及标准的实时更新和查阅; 人员工作的定期培训、操作指引和权限管理; 化验数据的综合分析及横向纵向的曲线对比等, 从而全面、精准、数字化地管控整体实验室的情况, 保证化学实验室数据实时反馈、异常预警、有迹可循和随时溯源。

2 化验室 LIMS 设计

2.1 技术选型

鉴于电厂化学实验室的仪器品牌种类繁多, 仪器接口也各式各样, 包括 LIMS 数据接口、数据库接口、网络协议接口、串口及 USB 接口等。用户包括化验人员、取样人员、取药人员、班组长、各部门专责、管理人员等, 以及考虑到数据分析、对接、共享和网络安全的需要, LIMS 应采用 B/S+C/S 模式的方式进行实现。系统应用层的 B/S 架构成本低、维护方便、分布性强, 无需安装任何软件即进行操作, 客户端零维护, 系统扩展容易, 用于不同用户在各自使用场景下操作、查看及监管化验室各项工作情况^[6]; 设备接口层采用 C/S 技术架构, 功能简约且高效, 保证数据通信的稳定性, 用于实时采集、传输和分析仪器数据。

根据国家以及电力生产行业的网络信息安全要求, 通过在化学实验室组建加密 LAN 网络, 将所有仪器通过交换机、路由器等网络设备进行连接, 数据加密传输至数据服务器。服务器再通过防火墙、网闸等设备单向传输到电厂内部网络中, 以保

证现场数据采集的安全性和便捷性。网络架构示意图见图 1。

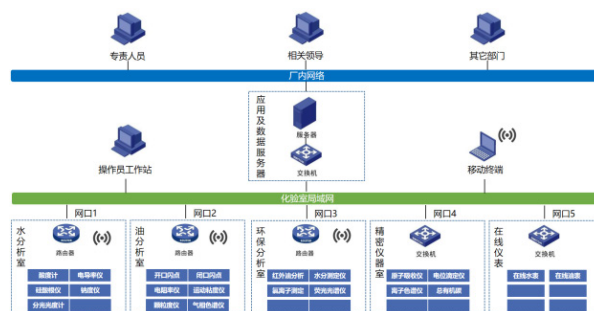


图 1 网络架构图

针对电厂化学实验室的各类检测分析仪器, 通过网络设备或物联网的数据采集装置, 对数据进行自动采集、分析, 并加密传输至服务器存储, 保证数据的实时性和安全性^[7]。主要分析仪器接口如下: (1)配有工作站的仪器: 通过安装数据采集插件, 自动将检测数据传回数据采集服务器, 对数据进行解析后将数据应用于业务系统。(2)具备网络接口的仪器: 网络连接仪器和数据采集服务器, 采集服务器自动解析检测数据, 并存储于数据库服务器中。(3)针对 232、485 或 USB 接口的仪器: 采集用物联网网关, 通过 1 拖 N 的方式进行连接, 配置数据自动采集服务程序, 自动解析并存储检测数据。(4)针对不具备接口的仪器: 在化验室 LAN 网中配置加密无线网络, 通过移动终端辅助以摄像头进行采集, 并传输至数据服务器中。各类仪器的数据采集方式如图 2 所示。

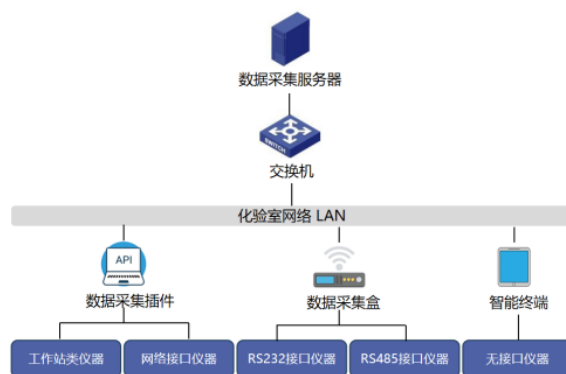


图 2 数据采集示意图

2.2 业务流程设计

结合电厂化学检验监督的标准流程, 改变传统以人工干预为主的管理模式, 建立以信息化系统代替人工管控的质量控制体系。用户的每一步操作都将受到系统的指引和监控, 降低检测检验操作门槛, 让检验流程逐步网络化、标准化, 简化实验人员的检测结果录入及统计工作, 给管理人员提供实时的实验室人、机、料、法、环等数据, 全面提升实验室的工作效率和管理水平。从而将化验管理及监督功能划分为三类角色及八个业务功能模块, 实现从任务发布到数据分析、监管的全业务流程管理(见图 3)。

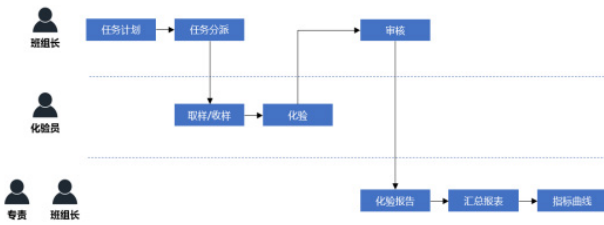


图3 业务流程图

2.3 功能模块设计

根据人、机、料、法、环等因素的管控需求, LIMS 可划分为实验室情况总览、基础管理模块(人员管理、仪器设备管理、药品物资管理、检测标准管理、仪器数据采集)、化验任务管理、数据分析等模块, 其中基础管理模块为化验任务提供数据支撑。

实验室总览:以化验室为基础, 展示所有待办任务、仪器设备检定预警、药品物资库存预警、及化验任务工作量统计。**人员管理:**根据角色岗位权限, 划分人员组别、权限, 可对接电厂 MIS\ERP 或其它相关系统实现单点登陆。**化验仪器管理:**全方位管理化验仪器台账、状态、检定检修情况, 并跟踪使用情况。**药品物资管理:**一物一码管理化验流程中所用到的化学药品物资, 精准管理药品及物资的出入库、废弃、盘点等操作, 追踪监管危化品的使用轨迹^[8]。**检测标准管理:**管理适用于化学检验检测的国家及行业标准, 方便化验人员及时查阅, 为化学实验提供依据。**化验任务管理:**通过可配置化的方式实现各类化验任务的发布、分派、取样、审核, 并自动生成化验报告, 及时监管化验任务的进度及结果。**数据分析:**根据机组、取样位置、取样时间、化验类别等条件统计汇总周期性的实验结果, 形成曲线分析, 为机组生产和维护提供决策依据。

3 应用效果

电厂化学实验室 LIMS 的应用, 为厂内的化学实验分析工作提供了下列优势: (1)集中管理实验室数据和信息, 加强质量监督和保证。LIMS 的应用实现了数据存储、查询、发布等功能, 满足了实验室数据可追溯性要求, 促进了 QA 的落地。使管理人员能及时、简单、快捷、全面地管理实验室各类数据, 保证了化验进度的有效跟踪、药品使用轨迹的精准查询、仪器仪表检定校准的及时提醒、原始记录及化验报告全程溯源等^[9]。(2)缩短了样品分析周期, 提高分析结果的可靠性。LIMS 可与实验室的自动化系统、分析仪器及软件集成, 实现数据的自动采集、传输和分析计算, 减少人为误差和时间延误; 还可自动生成各类报表, 大大提高工作效率。(3)规范业务流程。LIMS 为实验室的工作流程建立严格程序, 如报告流程和样品流

转, 实现业务的流程化, 还可对每个流程设置电子签名, 并实时跟踪。(4)支持实验数据更大范围地共享与挖掘分析。LIMS 既是实验室内部的信息集成, 也是连接实验室、生产、维护等的信息平台, 可与其他部门实现检测数据的有效共享, 避免重复检测。此外, 通过对大量历史样品数据的挖掘分析, 还能帮助生产、质量等部门发现和查找影响产品质量的因素。

4 结论与未来展望

基于电厂化验室离线数据的自动化采集的 LIMS, 是智慧电厂最后的短板之一, 也是电厂质量监督技术发展的必然趋势。它改变了以前完全依靠人工记录、计算及汇总化验数据的传统方式, 针对电厂化验室的人员、仪器、物资等离线数据形成了一套标准的线上化流程, 保证了化学监督各项数据的实时性和准确性, 为化学监督的信息化和智能化管理提供了比较和参考。受限于目前实验分析仪器厂家、品牌、接口繁多且不一, 分析结果的自动采集未能完全覆盖所有实验室。但随着系统应用普及规模的增长, 各类分析仪器必然会形成统一的接口标准及规范。而且, 随着各个单位对化学监督的重视, 以电厂为单位的 LIMS 最终会衍变为以集团核心的自上而下的管理系统。

参考文献

- [1] 刘吉臻, 胡勇, 曾德良, 等. 智能发电厂的架构及特征 [J]. 中国电机工程学报, 2017, 37(22): 6463-6470, 6758.
- [2] 宋广田. 电厂化学技术监督管理的现状分析与发展研究 [J]. 黑龙江电力, 2009, 31(02): 84-86.
- [3] 武翠翠. 火电厂化学监督常见问题及处理 [J]. 化工管理, 2021, (13): 85-86.
- [4] 刘成, 袁琳, 张琦, 等. 实验室信息管理系统在水质分析实验室中的应用 [J]. 化学工程与装备, 2012, (12), 179-181.
- [5] 张境, 穆凯, 孙滨生. 大型电厂化验室科学管理与质量提升 [C]//中国电力技术市场协会. 2022 年电力行业技术监督工作交流会暨专业技术论坛论文集. 北京: 中国电力技术市场协会, 2022: 10.
- [6] 王继克. B/S 模式下高校实验室管理信息系统的研究 [J]. 电子技术与软件工程, 2021, (01): 159-160.
- [7] 张应福. 物联网技术与应用 [J]. 通信与信息技术, 2010, (01): 50-53.
- [8] 张伟杰. 基于二维码技术在危化品智能仓储系统中的构建与管理 [D]. 天津: 天津理工大学, 2017.
- [9] 陈莉月, 杨安兴, 潘文晖. 实验室信息管理系统发展与国内应用概述 [J]. 中国管理信息化. 2020, 23(23): 194-196.