

LIMS的发展历程与第三方环境实验室LIMS部署现状浅析

杨加赢, 董芹, 章锴男

绍兴市中测检测技术股份有限公司, 浙江 绍兴

收稿日期: 2025年3月11日; 录用日期: 2025年4月9日; 发布日期: 2025年4月27日

摘要

随着环境检测行业竞争的白热化和市场监管要求的不断提升, 第三方环境检测实验室信息管理系统(LIMS)已成为行业数字化转型的核心工具。本文从LIMS的各项功能出发, 梳理其在我国的发展历程, 分析当前LIMS系统前期投入高和第三方环境检测信息化资金投入少、实验室人员能力参差不齐等问题, 并提出企业需增强预见性、提前布局, 开发商提高环境专业水平, 政府政策辅助等多方解决对策。未来LIMS可以通过与AI大模型技术融合, 推动环境检测行业实现“智慧决策”, 为环境治理体系现代化提供支撑。

关键词

LIMS, 第三方环境实验室, 问题对策

Brief Analysis of the Development History of LIMS and Current Deployment Status of LIMS in Third-Party Environmental Laboratories

Jiaying Yang, Qing Dong, Kainan Zhang

Shaoxing Zhongce Testing Technology Co., Ltd., Shaoxing Zhejiang

Received: Mar. 11th, 2025; accepted: Apr. 9th, 2025; published: Apr. 27th, 2025

Abstract

With the intensification of competition in the environmental testing industry and continuous upgrades in market regulatory requirements, third-party environmental testing laboratories' Laboratory

Information Management Systems (LIMS) have become a core tool for digital transformation in the sector. This article analyzes the development history of LIMS in China, starting from its functional capabilities, and examines current challenges such as high upfront investment in LIMS systems, insufficient funding for information technology in testing institutions, and inconsistent personnel expertise across laboratories. It proposes multi-party solutions including enterprises enhancing foresight and proactive planning, developers improving environmental domain expertise, and government policy support. In the future, LIMS could integrate with large AI models to drive “smart decision-making” in environmental testing, thereby supporting the modernization of environmental governance systems.

Keywords

LIMS, Third-Party Environmental Laboratories, Problem-Solving Strategies

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

2012 年至 2020 年期间，随着环境检测市场向第三方独立检测机构的逐步开放，企业自行检测要求的不断推进，环境检测市场呈现爆发式增长。以 2017 年至 2019 年上海市为例，上海市成立 10a 以下的第三方环境检测机构占比从 2017 年的 59% 升至 2019 年的 64.4%，均高于 50%；新成立(1a 以内)的机构数量和占比均呈现明显上升的趋势，由 2017 年的 5 家和 6.4% 升至 2019 年的 15 家和 8.7% [1]。然而近几年，随着“放管服”改革深化，监管力度同步加强，基础检测项目(如水质、大气、土壤)竞争白热化，价格战导致行业利润率逐渐下滑，行业趋于劳动密集型产业化，第三方环境检测机构增长速度显著放缓，机构退出环境检测市场现象也屡见不鲜。面对当下市场环境，第三方环境实验室数字化转型已成为必然趋势，LIMS 作为信息化管理的核心工具，目前很多实验室都已经完成部署，在食品、药品、日化、石化、冶炼、医疗、疾控等各个行业，都有不少成功案例[2]，相信也能够帮助第三方环境检测机构突破市场竞争壁垒，提高自身竞争力。

2. LIMS 的定义与核心功能

环境检测行业具有数据量大、时效性高、监管严格的特点，传统的质量管理模式已经无法满足当前激烈竞争的市场环境。实验室信息管理系统(LIMS)是以计算机网络技术为基础，集成数据采集、流程管理、资源调度和质量控制的综合信息化平台。

LIMS 建设能够实现文档的无纸化管理，简化报告整理和查找工作，同时，能够大大降低工作人员的工作量，缩短分析检测时间，提高实验效率和分析速度，进而为环境管理部门获得及时、准确、可靠的监测数据提供了保障[3]。目前来看，LIMS 能够通过仪器接口实现采样和实验室检测数据的实时采集与存储，减少人工干预，确保数据准确性；从样品接收、任务分配到报告生成，系统强制遵循预设标准流程，降低人工操作偏差；实时监控设备状态、试剂库存及人员负荷，优化资源配置；报告审核追踪、电子签名功能，满足 CMA 认证要求，确保检测结果的法律效力等等。总的来说，LIMS 是对实验室质量管理的信息化和规范化提升，涉及实验室管理体系和技术实施的所有方面，是典型的“一把手”团队工程[4]。

3. 第三方环境检测企业 LIMS 的推进进程

到目前为止,国内 LIMS 已经有 30 多年的发展,从开始的基础数据存储到现在的云平台集成、跨平台数据互通,技术层面上已非常成熟,系统的各项功能也越来越完善,具体发展过程详见表 1。许多环境监测站已经部署运行 LIMS,上海、江苏等地区在这一领域都有成功的实例。2006 年 7 月,上海市环境监测中心部署安装 LIMS,从项目登记、现场踏勘、方案制定、方案审核及变更、现场采样、样品接收及流转、样品分析、分析报告生成、综合报告的审核、电子签名到最后的报告输出,均在 LIMS 系统内实现[5];上海市嘉定区环境监测站在 2013 年前已完成 LIMS 部署,并就数据统计对 LIMS 和传统方式进行了比较,在速度和准确性上,LIMS 都有显著优势[6];江苏省靖江市环境监测站于 2008 年投入使用,经过几年的成熟运行、各类监测数据的积累、基本资料的丰富,系统优势充分体现[7];2012 年 8 月,江苏省江阴市环境监测站正式完成 LIMS 验收,历时 2 年,且于 2013 年 8 月再次提出升级方案,使该监测站的环境监测工作基本实现了运行标准化、管理规范化的、工作流程化、质控全面化,从而大大提高了工作效率和质量[8]。除此之外,南京市环境监测中心[9]、上海市宝山区环境监测站[10]、厦门市环境监测中心[11]等监测站点都早早部署了 LIMS,为环境监测信息化建设树立了标杆。

Table 1. Development stages and technical features of domestic LIMS

表 1. 国内 LIMS 发展阶段及技术特征

阶段	时间范围	技术特征
技术引进期	1990~2000	国外系统主导,功能限于基础数据存储
法规驱动期	2001~2010	本土化系统涌现,实现电子化记录
智能化升级期	2011~2020	云平台集成,支持移动端数据访问
生态融合期	2021~至今	AI 驱动预警与决策,跨平台数据互通

然而,环境监测站、监测中心等政府单位的成功很少在第三方环境检测机构上完成复刻,相比环境监测站,第三方环境检测机构,尤其是中小型环境检测企业,无论是人员专业水平、企业的资金能力等,各方面跟环境监测站都有较大的差距。

4. 当前第三方环境实验室 LIMS 推进过程中存在的问题及解决方案探讨

4.1. 主要问题分析

4.1.1. 数据库录入信息量巨大

环境检测行业涉及各个不同类别,水、气、土、声、固废是基础五大类,大类中又划分不同的小类,如水可以细分为地表水、地下水、废水等等,不同的标准对应不同的类别,需要不同的记录表格,实时记录不同的现场情况,这需要在 LIMS 中进行系统性分类,基础数据的架构十分庞大。这对于第三方中小型环境检测企业来说,无论是技术人员的能力、时间成本、前期金钱的投入,还是后期使用中 LIMS 的二次开发,都会令企业望而却步。

4.1.2. 信息转化过程困难

LIMS 开发团队无疑是专业的信息技术开发团队,在食品、药品等各个领域都有很好的发展,有很多成功的实例。但环境领域有它的特殊性。首先,环境检测采样信息的录入一直是 LIMS 制作的一大难点,各种不同的类别,涉及不同的采样方式,现场信息的记录以及传递等等,都会影响实验过程,以及最终报告的生成,需要细细推敲。其次,是报告的生成。一份合同往往具有不同的类别,如何合

理排版输出文本,哪些信息需要在正文体现,哪些信息又必须在附件中体现,都需要有专业理论支撑。中小型第三方环境监测机构复合型技术人才占比远低于监测站等大型机构,如何构建完善的适合自己的系统,并将环境检测的需求转化成 LIMS 代码,这对环境企业和 LIMS 开发团队技术人员无疑都是巨大的考验。

4.1.3. 成本投入大,周期长

目前,LIMS 系统初期建设成本保守预计基本几十万起步,二次开发费用也相当可观,这对第三方环境检测机构来说,也是一笔不菲的投入,而且第三方机构可参考成功实例很少,花费如此大额资金去自行摸索,这无疑给很多企业有了拒绝的理由。就江苏省江阴市环境监测站[8]来说,完成一期 LIMS 验收,历时 2 年,在使用一年后又提出升级方案,建设周期长,需要逐步完善,不断升级才能适应新形势。

4.1.4. 数据记录的有效性

LIMS 能够实现环境检测过程无纸化,所有记录的产生和保持都在电脑上完成,很大程度上解决了纸质记录存储空间大的烦恼,但对于 LIMS 电子记录的有效性,不同地区不同专家对此意见并不一致。有些专家认为,相比传统手工记录,电子记录无法溯源,数据可信度低,这也给第三方机构部署 LIMS 带来了顾虑。

4.2. 解决方案探讨

4.2.1. 第三方环境检测机构

作为环境检测市场竞争的主体,第三方环境检测机构应认识到当前行业发展的必然趋势,环境检测工作标准多、时效性强、管理严,当前行业正经历了从“数量扩张”到“质量提升”的转型升级阵痛期,要想在市场上做大做强,科学规范高效的管理模式必将是企业制胜的关键。LIMS 作为一套现代化管理思想与先进的计算机数据库技术为一体的环境检测质量管理体系,能够规范企业管理,大大提高工作质量和效率,实现降本增效。前期信息化资金的投入,对公司长远发展收益有很大的助力,能让企业降本增效,提升企业竞争力。当然,架构适合企业自身的 LIMS,需要企业提升人才储备,最好成立专门团队,对接开发单位,前期要理清思路,提供各类基础资料。目前人工智能发展迅速,技术层面上已经完全成熟,系统最终架构的好坏,很大程度上由企业技术人员决定,这需要第三方检测机构将 LIMS 人才储备提升至战略高度,可以通过精准招聘复合型人才、与高校合作培养、积极参与政府、协会组织的培训等,提升企业 LIMS 人才储备。这里也建议企业可以优先部署轻量化 LIMS 系统,减少资金压力的同时,逐步通过数字化转型实现从“价格竞争者”向“价值服务商”的战略转型。

4.2.2. LIMS 开发单位

开发单位也应提高专业水平,环境检测不同于食品、药品等其他领域,它有自己的特殊性,开发单位应对症下药,配备专业的环境检测领域人才,一方面可以通过引入环境科学背景工程师和环保行业资质顾问等方式,引入环境专业人才,深入了解第三方检测机构的工作流程和需求,提出科学规范合理的方案,一方面可以开展环境检测流程推演,让 IT 工程师模拟现场采样、实验室前处理、分析全流程,通过行业专家深度参与、技术生态协同、全周期合规设计,打造“懂环保的智能系统”。如果有成熟的系统,让第三方环境检测机构能够提前试用,使其可以提前评估系统优劣利弊,在很大程度上也能减小机构顾虑,推进 LIMS 在环境检测行业的发展。

4.2.3. 政府部门

政府部门一方面可以加大对企业进行政策扶持,在经济上给予 LIMS 建设企业一定的政策优惠补助,

如江苏地区推出了“苏质贷”，由省财政厅会同省市场监督管理局推出的面向拥有质量荣誉、质量标准、质量认证企业的纯信用贷款，贷款资金可用于企业质量改进、技术改造和生产经营等；一方面也可以由政府单位组织构建统一的第三方环境检测 LIMS，做到区域标准化、规范化，可以在全局质量监管的同时，减少中小型企业初期架构系统带来的人力、物力紧张导致的巨大压力。同是检测行业，职业卫生检测领域推行了浙江省统一的“职业卫生全流程信息化平台”，系统包含业务、采样、检测、检测报告审核签发、评价报告审核签发等全流程，对接国家职业卫生报告上报平台，做到一键上报，全程无纸化操作，规范统一行业检测过程的同时提高了企业工作效率。当然，浙江省在环境监测领域也部署了一些轻量化的 LIMS 系统，基于 SaaS 模式的“浙里检”平台对检测标准方法进行了统一，浙里办中的“环境服务机构”信用评价服务系统对环境机构采样过程、报告等进行了实时监控，但这些相对于完整的 LIMS 在功能上还是稍显不足。重庆市生态环境监测中心构建了全市一体化 LIMS，在全市范围内建立了统一的环境质量监测数据传输机制，形成监测中心、区域分中心、区县监测站三级传输体系，很大程度上规范了全市手工监测业务流程、提高了手工监测数据质量[2]。

5. 总结与展望

LIMS 作为信息化时代的产物，能够实现检验检测实验室的无纸化办公，整个项目可视化管理，通过项目进度跟踪、分析进度跟踪，及时对项目的进度进行跟踪，查漏补缺大大提高了人员的工作效率、缩短了项目工期、降低了项目的成本，对环境检测实验室进行规范化管理，大大提升生态环境监测报告质量[12]。因此，对于第三方环境检测机构而言，要从思想上认识到数字化转型是行业发展的必然趋势，LIMS 的部署能够推动检测机构从“劳动密集型”向“技术密集型”转变，更是参与高端市场竞争、获取政策红利的必备工具，企业要提高技术人才占比，建议有限部署轻量化 LIMS，走高质量、品牌化发展路线；开发单位要从第三方环境检测机构的实际出发，引进专业的环境检测领域人才，建立更加成熟的环境 LIMS；政府单位可以加大扶持力度，在经济政策上、LIMS 系统建设上为企业铺路架桥。当前第三方环境检测 LIMS 已从“工具属性”升级为“战略基础设施”，随着数字化不断发展，未来可以深度整合 AI 与大模型技术，实现污染物自动溯源与风险预测、AI 智能分配项目、自动识别异常检测结果等等，助力环境检测行业实现从“数据管理”到“智慧决策”的跨越，为全球环境治理提供中国方案。

参考文献

- [1] 施禅臻, 陆静怡, 丁臻敏, 等. 上海市第三方环境检测机构发展现状研究[J]. 环境监测管理与技术, 2020, 32(6): 1-4, 49.
- [2] 张月, 安贝贝, 王超. 环境监测垂改新政下全市一体化实验室信息管理系统设计及建设经验分享[J]. 实验室检测, 2024, 2(9): 86-88.
- [3] 黄福波, 包艳英, 郑琳. 环境监测实验室应用 LIMS 价值研究[J]. 环境保护与循环经济, 2011, 31(12): 57-60.
- [4] 赫元萍, 王合生, 喻义勇. 环境监测业务管理系统建设实践[J]. 环境监控与预警, 2010, 2(5): 31-33, 43.
- [5] 沈亦钦, 马微, 陈倩, 等. LIMS 系统在环境监测中的建设和应用——以上海市环境监测中心为例[J]. 环境监测管理与技术, 2009, 21(2): 12-13.
- [6] 曹升华. 基于 LIMS 数据库的环境监测数据统计方法——以上海市嘉定区实验室信息系统为例[J]. 环境保护科学, 2013, 39(2): 72-73, 80.
- [7] 瞿薇. 县级站环境监测 LIMS 系统应用的实践与探索[J]. 绿色科技, 2013(2): 200-201.
- [8] 李霞. 探讨环境监测站 LIMS 系统建设及应用研究——以江阴市环境监测站为例[J]. 环境科学与管理, 2014, 39(6): 73-76.
- [9] 赫元萍, 王合生, 喻义勇. 南京市环境监测中心的 LIMS 实践[J]. 实验与分析, 2010(1): 37-39.
- [10] 施晓俊. 仪器数据采集功能在环境监测 LIMS 中的应用——以上海市宝山区环境监测站为例[J]. 山东化工, 2019,

48(12): 194-195.

- [11] 王秋蓉. LIMS 系统在环境监测工作中的应用——以厦门市环境监测中心站为例[J]. 海峡科学, 2013(7): 19-21.
- [12] 武春霖, 左魏铭, 杨阳. LIMS 系统在生态环境监测报告质量管理中的应用研究[J]. 中文科技期刊数据库(全文版) 自然科学, 2024(5): 78-81.