

实验室信息管理系统 (LIMS) 在环境监测站中的应用——以广东省潮州生态环境监测站为例

许曼栩

广东省潮州生态环境监测站, 中国·广东 潮州 521000

摘要: 随着环境保护要求的日益严格和复杂, 环境监测站面临着提高监测数据准确性和操作效率的双重挑战。实验室信息管理系统 (LIMS) 的引入, 巧妙地将数据处理和实验室管理的实际需求紧密结合, 为环境监测提供了一种创新的管理方法, 使监测工作更加系统化和自动化。本研究以广东省潮州生态环境监测站为例, 介绍在环境监测站中应用 LIMS 的意义, 然后探讨 LIMS 在环境监测站中的应用及其在数据管理和决策支持中的作用, 以优化工作流程和提升环境监测站管理水平。

关键词: 环境监测站; 应用; 实验室信息管理系统 (LIMS)

Application of Laboratory Information Management System (LIMS) in Environmental Monitoring Stations — Taking Chaozhou Ecological Environment Monitoring Station in Guangdong Province as an Example

Manxu Xu

Guangdong Chaozhou Ecological Environment Monitoring Station, Chaozhou, Guangdong, 521000, China

Abstract: With the increasingly strict and complex requirements for environmental protection, environmental monitoring stations are facing the dual challenge of improving the accuracy of monitoring data and operational efficiency. The introduction of Laboratory Information Management System (LIMS) cleverly integrates the practical needs of data processing and laboratory management, providing an innovative management method for environmental monitoring, making monitoring work more systematic and automated. This study takes the Chaozhou Ecological Environment Monitoring Station in Guangdong Province as an example to introduce the significance of applying LIMS in environmental monitoring stations, and then explores the application of LIMS in environmental monitoring stations and its role in data management and decision support, in order to optimize workflow and improve the management level of environmental monitoring stations.

Keywords: environmental monitoring station; application; Laboratory Information Management System (LIMS)

1 引言

在环境监测领域, 数据的准确性和实时性是支持有效环保决策的关键因素。传统的数据管理和分析方法由于依赖大量手工操作, 容易导致数据处理错误和时间延误, 这在快速应对环境突发事件时尤为明显。LIMS 的应用提供了一种高效的解决方案, 不仅可实现数据采集、分析和报告生成过程自动化, 而且通过实时监控和质量控制功能, 显著提高环境监测数据的准确性和可靠性。此外, LIMS 能够支持环境监测站进行长期的环境质量监控和趋势分析, 为环境政策制定和自然资源管理提供了强有力的数据支撑。因此, 研究 LIMS 在环境监测站中的应用, 对于推动环境监测工作的现代化和科学化具有重要意义。

2 环境监测站中应用 LIMS 的意义

2.1 顺应战略要求

环境监测站引入实验室信息管理系统 (LIMS), 顺应

战略性环保要求, 可增强对环境政策和目标的快速响应能力。LIMS 数据处理流程高度集成, 自动化水平高, 可准确执行数据采集、存储、分析, 提升数据的可靠性, 优化信息流动速度。LIMS 具有实时数据整合和分析功能, 在发生紧急环境事件时, 环境监测站能够迅速做出基于科学的决策。例如, 当广东省潮州生态环境监测站在面对潮州突发的环境污染如水环境污染或空气质量突降时, LIMS 可以即时提供关键的数据分析, 决策者能够迅速评估情况的严重性, 并快速制定有效的应对策略。另外, LIMS 还支持监测站进行长期的环境质量监控, 持续收集和分析数据, 预测可能发生环境变化和潜在风险, 确保有足够的预警时间来准备和调整环境保护措施^[1]。此外, 环境监测站利用 LIMS 的深度数据功能, 能够生成详细的环境报告和趋势分析, 为政策制定提供实证基础。

2.2 提升管理水平

LIMS 系统具有自动化特性, 可减少手动输入的误差和减轻时间延误, 提升数据的可靠性和管理的透明度。环境监

测站在保持数据质量的同时,更有效的进行资源管理和调度。例如,通过利用自动化的报告生成功能和实时数据分析工具,使管理层能够迅速获取关键的性能指标和当前运行状态,及时调整管理策略,以适应快速变化的环境条件。此外,综合应用 LIMS,广东省潮州生态环境监测站可对多个关键领域进行精细管理,包括项目管理、质量控制。通过设定和执行定制化的工作流程和标准操作程序(SOPs),即可确保所有操作均达到严格的质量和合规标准,保持环境监测的严格性和科学性,强化环境监测站对外部审计和监管的适应能力。LIMS 还具有强大的审计追踪功能,确保所有数据处理和决策活动都可被完整记录和追踪,增强操作的透明度和可追溯性。

2.3 提高工作效率

LIMS 的核心优势在于其能够自动处理复杂的数据输入、存储和分析,从而减少手动干预的需要。LIMS 预设工作流程和算法,自动执行数据验证和质量控制,提升数据处理的速度和质量。例如,当环境样本到达实验室时,LIMS 即可自动识别样本并按照预定的标准进行测试和分析,加快样本处理速度,提高结果的一致性和可靠性。此外,通过实时监控和自动报警系统,LIMS 还能迅速识别和纠正过程中的偏差,确保监测结果的准确性和及时性。此外,LIMS 系统能够根据实验室的工作负载自动优化资源分配,如仪器使用和人员安排,缩短等待时间,提高整体的运行效率^[2]。

3 LIMS 在环境监测站中的应用

3.1 建设阶段

在建设阶段,环境监测站特别重视与具有丰富经验的软件开发商的合作,共同开发一个高度定制的 LIMS 系统,该系统专门针对环境监测的独特需求设计。开发过程中,首先开始深入的需求分析,这一阶段包括多个部门和层面的广泛咨询,确保系统的每一个功能都能够与环境监测站现有的工作流程无缝对接。此外,开发团队在系统的初步设计后,基于试运行阶段收集的反馈,进行若干次的系统优化和调整,包括操作的便捷性、数据处理的效率以及用户界面的友好性等。定期更新系统,增强其性能,确保能够有效支持如样本管理、数据采集、结果分析等环境监测的具体任务。在系统的实施过程中,项目负责人与技术团队保持紧密的合作关系,加强技术层面的交流,协调策略层面,确保所有技术方案都能满足监测站的长远需求。为了保证系统的顺利部署和有效运行,还需采取分阶段实施策略,每一阶段都有明确的目标和检查点,可及时发现问题并进行调整。

3.2 管理阶段

管理阶段是 LIMS 系统成功应用的关键阶段,所有与系统操作有关的工作人员都需要接受全面且系统的培训。培训课程设计覆盖基础的数据输入、复杂的数据分析和报告生成等各个方面,要求每位员工都能熟练、高效地使用系统进行日常工作。培训内容不仅限于操作技巧,还包括对数据的理解和处理过程中的质量控制标准,以确保数据的准确性和

可靠性。指导员工模拟环境和实际案例的训练,掌握操作技能,增强对系统功能的整体理解,提升工作效率,避免在操作过程中出现偏差。除了人员培训之外,还需与软件开发商保持定期交流,及时解决各类突发情况,强化系统更新、功能增强和解决特定的技术问题等,使得 LIMS 系统能维持其性能,根据环境监测需求的变化进行适时的升级和优化。此外,系统运维团队还需负责监控系统的运行状态,包括数据的备份和恢复、系统安全性的检查和维护等,支持监测站持续的环境监测任务^[3]。

3.3 监测阶段

监测阶段是 LIMS 系统应用中最为关键的部分,LIMS 系统在这一阶段发挥其核心功能,涵盖从任务下达达到报告生成的全过程。①任务下达与分配。系统的自动化特性使得监测任务的分配和管理变得更加高效。监测任务一旦由管理部门制定完毕,LIMS 系统便能自动将任务详细分配到相应的科室和具体的操作人员。这种自动化的任务分配机制可减少人为错误,提高任务分配的透明度和执行的一致性。②数据采集。现场数据采集是环境监测中的重要一环。LIMS 系统支持现场数据的即时输入,操作人员可通过移动设备直接将数据录入系统,确保数据采集的实时性,减少数据传输过程中的误差,提高数据质量。③样品分析。样品分析阶段是数据处理的核心。实验室分析人员在接收到样品后,会在 LIMS 系统中查看样品的详细信息,并根据预设的分析流程开始工作。系统可以跟踪每个样品的分析状态,确保分析的每一步都按标准操作程序执行。④结果审核。一旦样品分析完成,分析结果会自动上传至系统中,进入结果审核阶段。系统预设的审核流程可以自动检测数据异常或偏差,确保数据的准确性。审核人员会对自动审核后的数据进行最终确认,对于疑问数据,系统提供回溯和再分析的功能。⑤报告生成。LIMS 系统根据监测任务和分析结果,自动生成监测报告。报告生成工具支持多种格式输出,如 PDF 或 Excel,满足不同的报告需求。自动生成的报告可减轻人工编制报告的负担,提高报告的标准化和专业性。

3.4 安全维护阶段

在环境监测的数据管理系统中,安全维护阶段是至关重要的,可直接影响敏感数据的安全性和系统的稳定运行。由于 LIMS 系统中存储和处理着大量关于环境质量的敏感数据,因此,采取全面的安全措施是维护数据完整性和保障系统运行的基础。为了保护数据在存储和传输过程中的安全,广东省潮州生态环境监测站实施强化的数据加密措施。所有敏感数据,包括采样数据、分析结果以及相关的报告都通过高级加密标准进行加密处理,确保数据在未经授权访问的情况下不会被解读或篡改。数据的定期备份是预防数据丢失的关键措施。监测站需设定自动备份系统,对所有关键数据进行定期(如每日或每周)备份,备份数据存储在物理和地理上分离的安全位置。在数据丢失或系统故障时,能够迅速恢复数据,在灾难恢复计划中发挥重要作用。实施严格的访问控制是保护敏感数据的另一项重要措施。对此,监测站可设

置多级访问权限,只有授权人员才能访问特定的数据或系统部分。此外,所有用户的登录和数据访问行为都被系统记录和监控,以便在出现任何非授权访问时迅速采取行动。为了确保系统的安全防护措施始终处于最佳状态,并及时发现并修补潜在的安全漏洞,监测站定期进行系统安全审计,包括内部审查和邀请外部安全专家的独立评估。鉴于现代网络环境下的各种安全威胁,监测站还需关注分布式拒绝服务攻击(DDoS)和其他网络入侵,部署防火墙、入侵检测系统和其他网络安全技术,保护系统不受未授权访问和攻击^[4]。

4 LIMS 在水环境监测领域的应用实例

在广东省潮州生态环境监测站水环境监测中应用 LIMS 系统,能够全面管理整个监测流程,如图 1 所示。此外,通过对 LIMS 系统的创新性改进,可更好的适应实际的业务需求。

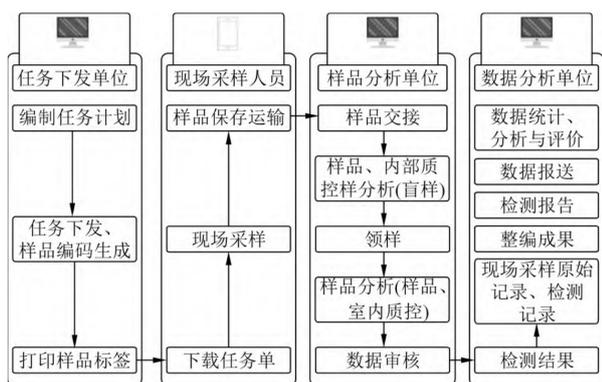


图 1 LIMS 覆盖的检测任务流程

4.1 任务计划编制

在水环境监测领域,LIMS 系统通过两种高效的计划编制方法——模板编制法和手工编制法,可显著优化监测任务的准备流程。管理人员通常会利用系统提供的任务模板,模板可根据具体的监测需求进行灵活调整,从而迅速制定出包括采样路线和监测项目在内的详尽计划。针对特定的监测需求,如地表水的 109 项指标或地下水的 93 项指标,LIMS 系统可以定制专门的监测模板,使得任务分配更为便捷,确保每一项监测都能精准覆盖必要的参数,使管理人员能够一键下达监测任务,有效减少前期的准备时间。对于需求更为特殊的非常规监测任务,LIMS 系统可提供更高级的手工编制方法。管理人员可以根据具体情况自定义采样断面、采样时间、评价项目、人员分配及质控要求等多个维度。这一功能使得系统的应用不仅限于常规任务,也能灵活适应复杂或特殊的监测要求,保障监测活动的全面性和准确性。

4.2 采样流程

在采样流程中,采样人员在到达指定的采样地点后,可以利用手机应用进行 GPS 定位签到,将采样位置与预定任务位置的偏差控制在 100m 以内,提高数据的准确性和可靠性。此外,对于现场收集的数据,可以直接通过手机录入

到 LIMS 系统中,简化数据处理流程,增强数据收集的实时性。采样人员还可以通过手机应用拍摄、上传现场的照片或视频。对于网络连接不稳定的偏远地区,LIMS 系统还具备离线数据上传的功能。采样人员可以在无网络覆盖的情况下继续进行数据收集和记录,一旦移动设备重新连接到网络,系统则会自动上传这些暂存的数据^[5]。

4.3 分析录入

分析人员利用 LIMS 系统,可以即时监控样本的接收和处理进度,并进行样本的批次管理,如拆分和合并。将分析结果以 EXCEL 或 PDF 格式直接上传到系统,可以显著减少人为输入错误。系统在数据录入过程中进行实时水质评估,对于异常或低于检出限的数据进行自动提示。此外,系统的质控模块会跟踪记录质控样本的使用情况和合格率,确保数据的可靠性和合规性。

4.4 数据管理与输出

在数据管理阶段,管理人员可以利用 LIMS 系统全面审查所有相关数据,包括实验室过程数据和原始记录。若检测到数据问题,可以直接退回给分析人员并指出问题所在,确保数据的准确性。数据确认无误后,系统支持将完成的任务以多种报表形式输出,如检测报告和原始记录等,所有文档均安全存储于服务器,便于下载和查阅。

4.5 全局管理

LIMS 系统为管理部门提供了一个全局视图,显示从采样到分析各阶段的进度,帮助管理层全面掌握水质监测任务的执行情况,提高管理效率,使得上级部门能够及时了解和调整监测策略。

5 结语

综上所述,LIMS 是一种先进的信息管理技术,其在水环境监测站中的应用展现出巨大的潜力和价值,对于实现环境监测工作的自动化和智能化有着至关重要的作用。LIMS 能有效提升环境监测站的数据处理能力和响应效率。通过自动化的数据管理和实时的质量控制,LIMS 帮助环境监测站提高了监测数据的准确性和操作的规范性,同时减少人为错误和操作成本。此外,LIMS 的应用也可促进环境监测数据的快速共享和决策支持,提高环境监测工作的整体效率和科学性。

参考文献:

- [1] 宋钊,刘敏,张杭君,等.环境监测实验室信息管理系统的应用评估建议[J].中国检验检测,2023,31(5):60-62.
- [2] 刘雯琴,毕明亮.实验室信息管理系统在环境辐射检测中的应用分析[J].工程技术研究,2023,8(11):139-141+153.
- [3] 汪小艳,张月,刘兰玉,等.基于微服务的重庆市环境监测实验室系统设计[J].河南科技,2022,41(4):25-28.
- [4] 郭丽平.LIMS实验室信息管理系统在水质检测实验室中的应用[J].城市地质,2021,16(2):231-236.
- [5] 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.