

生态环境监测区域一体化方法、技术与实现路径探讨

张雪容^{1*}, 叶欣¹, 张勇², 刘莹莹², 彭倩¹, 李庆庆¹, 田果², 张银龙²

(1. 广东省生态环境监测中心, 广州 510308;

2. 北京三维天地科技股份有限公司, 北京 100070)

摘要: 生态环境监测是指利用物理、化学、生化、生态学等技术手段, 对生态环境中的各个要素、生物与环境之间的相互关系、生态系统结构和功能进行监控和测试。生态环境监测对于监测环境污染、保护生态环境、保障公众健康、促进可持续发展等方面具有重要作用。为实现生态环境监测区域间资源共享、优势互补, 提升环境监测数据的准确性和规范性, 本文将从生态环境监测质量管理角度出发, 对信息化系统在环境监测领域实现区域一体化方法、技术与实现路径进行探讨。结合实际案例, 对实现路径和方法进行阐述, 包括承建单位和建设单位如何参与配合、如何分阶段实施等, 详细介绍一体化系统各个模块的设计理念、功能和相互关联关系, 总结检验检测产业区域一体化的有效性和意义。为生态环境监测领域的改革和创新提供理论支持。

关键词: 环境监测; 一体化; 实现路径; 系统设计; 智慧监测

Discussion on regional integration methods, technologies, and implementation paths for ecological environment monitoring

ZHANG Xue-Rong^{1*}, YE Xin¹, ZHANG Yong², LIU Ying-Ying², PENG Qian¹,
LI Qing-Qing¹, TIAN Guo², ZHANG Yin-Long²

(1. Guangdong Provincial Ecological Environment Monitoring Center, Guangzhou 510308, China;

2. Beijing SunwayWorld Science & Technology Co., Ltd., Beijing 100070, China)

ABSTRACT: Ecological environment monitoring refers to the use of physical, chemical, biochemical, ecological and other technological means to monitor and test various elements in the ecological environment, the interrelationships between organisms and the environment, the structure and function of ecosystems. Ecological environment monitoring plays an important role in monitoring environmental pollution, protecting the ecological environment, ensuring public health, and promoting sustainable development. In order to achieve resource sharing and complementary advantages among ecological environment monitoring regions, and improve the accuracy and standardization of environmental monitoring data, this paper explored the Methods, technologies, and implementation paths of regional integration of information systems in the field of environmental monitoring from the perspective of ecological environment monitoring quality management. Based on practical cases, this paper elaborated on the implementation path and Methods, including how the contracting and construction units participate and cooperate,

*通信作者: 张雪容, 高级工程师, 主要研究方向为生态环境监测与质量管理, 信息化在生态环境监测领域的设计与应用, 生态环境监测数据管理与分析应用。E-mail: 48871036@qq.com

*Corresponding author: ZHANG Xue-Rong, Senior Engineer, Guangdong Provincial Ecological Environment Monitoring Center, Guangzhou 510308, China. E-mail: 48871036@qq.com

how to implement in stages, *etc*, provided a detailed introduction to the design concept, functions, and interrelationships of each module of the integrated system, and summarized the effectiveness and significance of regional integration in the inspection and testing industry which provides theoretical support for the reform and innovation in the field of ecological environment monitoring.

KEY WORDS: environmental monitoring; integration; implementation path; system design; intelligent monitoring

0 引言

生态环境是指由生物群落及非生物自然因素组成的各种生态系统所构成的整体, 主要或完全由自然因素形成, 并间接地、潜在地、长远地对人类的生存和发展产生影响。生态环境的破坏, 最终会导致人类生活环境的恶化。而生态环境监测是通过对影响生态环境质量因素的代表值的测定, 确定环境质量(或污染程度)及其变化趋势的过程。生态环境监测是环境保护工作的重要组成部分, 它能够及时、准确、全面地反映环境质量状况, 为环境管理、污染治理等工作提供科学依据。生态环境监测在监测环境污染、保护生态环境、保障公众健康、促进可持续发展等方面具有重要作用。

目前的生态环境监测多采用传统的实验室分析方法, 需要耗费大量时间和人力, 难以满足实时、快速、高效的监测需求, 且存在监测网络范围和要素覆盖不全, 部门间规划布局不统一, 技术规范、评价方法不统一, 数据缺乏可比性, 信息共享程度不高, 监测与监管结合不紧密, 监测数据质量有待提高等突出问题^[1]。

区域一体化是当前世界经济发展的一个重要趋势, 旨在通过加强区域内的经济、政治、文化等领域的合作, 实现资源共享、优势互补、协同发展。在生态环境监测领域, 区域一体化也具有重要的应用价值。例如, 在欧洲区域一体化进程中, 欧洲环保署通过建立统一的生态环境监测网络, 实现了对欧洲区域环境状况的实时监控。此外, 在亚太地区、北美自由贸易区等区域一体化进程中, 也涉及了生态环境监测方面的合作。但目前国内关于生态环境监测区域一体化的相关研究鲜少与涉及^[2-3]。

本文主要是对生态环境监测行业区域一体化的方法、技术和实现路径进行探讨, 提出具体的方法策略。同时,

将结合环境监测区域一体化的理念和实际应用案例, 探讨如何将一体化系统落地实施并成功推广, 并提出具体的解决方案和实施步骤。为生态环境监测领域的改革和创新提供理论支持和实践指导。

1 方法理论阐述

实现生态环境监测区域一体化的方法理论概括为“十大统一”, 即: 统一任务下达、统一监测过程、统一质控要求、统一审核流程、统一报告模板、统一记录表格、统一样品编码规则、统一方法标准表述、统一评价标准表述和统一数据管理^[4-20], 详细介绍如下:

1.1 统一任务下达

对区域内所有的业务类型进行全面梳理、分类, 形成统一的业务类型库、环境质量监测点位库、污染源企业信息库, 并由上级单位统一维护管理。每年监测任务计划发布以后, 在一体化平台上发布任务并指派责任单位, 确保所有相关单位都能接收到任务信息并了解任务的具体要求。

1.2 统一监测过程

制定一套标准的监测过程, 包括任务管理、采样管理、样品保存与运输和报告管理。详情如图1所示, 图中包含采样和送样两类流程, 依照监测过程的先后顺序, 分角色进行展示。

1.3 统一质控要求

对质量控制统一要求, 包括方法质控要求统一维护、标准物质统一管理、质控数据统一处理规则、质控图表制作统一算法等。同时对质量管理体系在区域内进行统一线上管理, 包括对各类质量管理计划的制定、过程的执行进度和最终的成果表都要在一体化平台中管理。

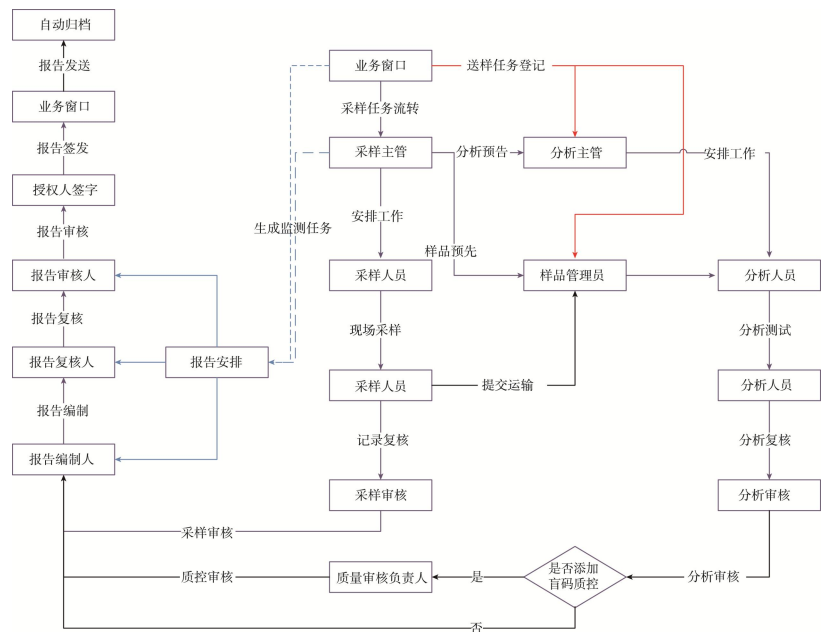


图 1 监测全过程流程图
Fig.1 Monitoring process flowchart

1.4 统一审核流程

制定统一的审核流程，确保所有数据和结果的审核都按照相同的标准和步骤进行。实验室内部的数据都要经过三级审核，实验室报送出来的数据，要经过单位内部数据审核部门的三级审核，数据报送到区域中心以后，要在区域中心完成三级审核，然后再将数据推送至数据中心或报送上级单位平台。

1.5 统一报告模板

为各类报告制定统一的格式和内容，方便数据的比较和分析。模板类型包括环境质量监测类报表模板和污染源监测类报告模板。其中，环境质量类报表模板要明确好报送的数据要素、数据格式要求及特殊异常情况的数据标识方式，如客观原因采不到样品，无法正常检测，需要用“-”标记数据，并清晰备注原因。污染源报告模板首先要确保涵盖所有样品类型，如废水、地下水、有组织废气、无组织废气、噪声、震动、辐射、土壤等。并明确报告中是否需要体现工况、评价标准、监测结论等。同时，对于污染源报告电子化以后，需要考虑电子签名和签章的法律有效性，必要时采用打印出来手动签章或对接 CA 签章系统。

1.6 统一记录表格

使用统一的表格记录数据，保证数据的规范性和一致性，方便查询和统计。在检测行业区域一体化平台中，记录生成依赖于检测方法结构化的内容，如 HJ 535-2009《水质 氨氮的测定 纳氏试剂分光光度法》，设定好计算参数为：取样体积、稀释倍数、样品吸光度、测的量和样品浓

度，并为计算参数设定修约、单位和检出限。则系统会自动计算结果数据并将计算参数和结果数据自动展示在原始记录表单中。当氨氮的计算参数等结构化内容发生变化时，样品的原始记录表单会自动更新。所以信息化系统中的表单受控转变为完全可以转为方法受控。因此统一记录表格实质为统一所有检测方法的结构化内容。

1.7 统一样品编码规则

为所有样品制定统一的编码规则，确保在处理和存储过程中能准确识别每一个样品。规则如图 2 所示，举例：广州市站在 2020 年 8 月 9 日采的一个环境质量地表水的样品，编号为：AASZ20001- DS0809010-01，(编号从左至右含义依次为：AA 代表广州市，SZ 代表任务类型，20 代表 2020 年，001 代表 20 年 SZ 类型任务的第一个任务，DS 代表样品类型，0809 代表 8 月 9 日，010 代表点位流水号，-01 代表样品流水号)。

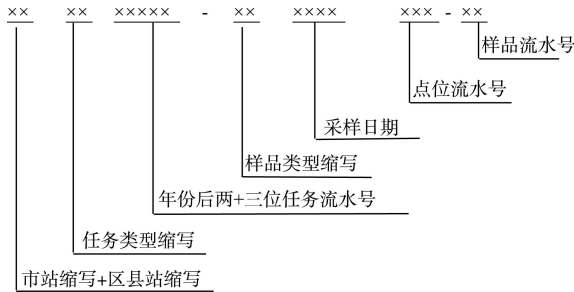


图 2 样品编号构成
Fig.2 Sample number composition

1.8 统一方法标准表述

对所有方法的表述采用统一的标准,方便理解和使用。可以参考国家市场监督管理总局或地方市场监督管理总局的方法库为基础。如果存在多种表述,也需要安排专人进行统一调整维护,最终形成统一的方法库。方法库核心信息包括:监测类别、方法名称、方法编号、方法来源、实施日期、发布日期、发布单位、版本和运行状态。

1.9 统一评价标准表述

用统一的评价标准和方法,确保对结果的准确性和公正性评价。建立统一的评价标准库,将国家标标、行业标准和地方标准结构化以后维护到平台中。评价标准库核心信息包括:标准名称、标准分类、评价指标、指标高限、指标低限和单位。

1.10 统一数据管理

通过将所有数据归集到数据中心,在数据中心对数据进行统一的收集、存储、备份、恢复和管理,确保数据的安全性和可用性。同时,数据中心将数据进行“清洗”后,形成数据仓库,并建立各类标签库和指标库,借助人工智能算法模型及数据分析展示工具,对数据仓库中的数据进行挖掘利用,从而为形势分析、监测执法、成效评估、专项保证等方面提供有力支撑。

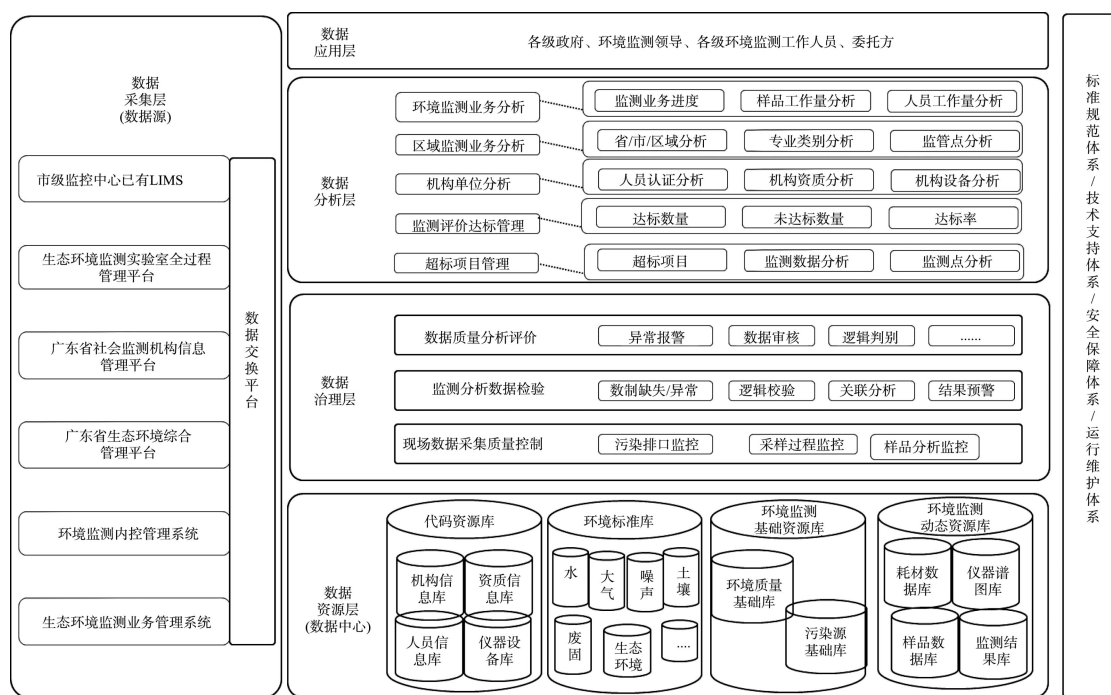
以上“十大统一”的内容也是作为生态环境监测区域一体化系统设计的核心需求,指导项目建设方向。

2 系统技术架构

生态环境监测区域一体化系统总体架构按照模块化、构件化、分层构建的思想进行设计和实现。总体架构主要由“一个中心”“四个体系”“五个层次”“九大管理”组成。如图3所示。“一个中心”,即全省统一的环境监测大数据中心(即广东省生态环境综合管理平台);“四个体系”为标准规范体系、技术支持体系、安全保障体系、运行维护体系;“五个层次”分为数据采集层、数据资源层、数据治理层、数据分析层、数据应用层;“九大管理”(即广东省生态环境监测实验室全过程管理平台)包括监测标准管理、监测过程管理、监测过程监管、质量监督、质量体系管理(包含环境场所、仪器设备、人员、质控统计、内审、体系文件和试剂耗材)、专家库管理、标准物质管理、持证上岗管理、培训管理。

该架构一方面可以较好地展现项目所包含的各个层面的所有内容;另一方面也可以清楚地展现出所设计的系统对各层基础的良好适应性,充分证明系统的可扩展性及持续发展性。更重要的是,这种分层可以明确项目规划与实施时任务的分解,有利于项目建设任务能在预先的接口定义基础上进行同步实施,缩短整体建设周期。

系统采用分布式集群部署方式,并运用了负载均衡、双击热备和缓存技术,以达到高可用、高性能和高可靠。应用部署在政务云内网,通过政务外网出口向政务网用户提供服务,如图4所示。



注:实验室信息管理系统(laboratory information management system, LIMS)。

图3 总体架构设计

Fig.3 Overall architecture design

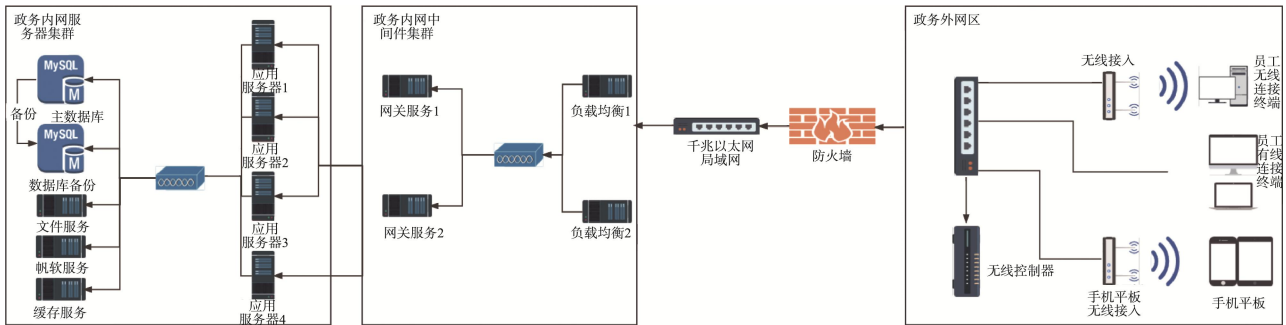


图 4 服务器部署架构图

Fig.4 Server deployment architecture diagram

此外，系统通过了等级保护二级测评和商密改造，并通过统一身份认证和角色权限控制系统功能访问，以此保护用户的隐私，并确保应用系统及数据安全。

建设过程严格按照 ISO17024《检测和校准实验室能力的通用要求》、RBT 214《检验检测机构资质认定能力评价检验检测机构通用要求》和 RBT 028-2020《实验室信息管理系统管理规范》等实验室相关准则要求建设，确保系统的合规性。

3 系统实施推广路径

3.1 整体规划，全面布局

区域一体化建设需要由上级单位牵头,统一规划部署。组建专门的项目团队和技术团队，指定项目负责人。并对辖区内所有即将参与系统使用的单位及人员做好宣贯，指派单位主要负责人参与工作汇报。

3.2 系统设计，开发部署

按照项目管理标准化实施流程，进行项目开工、需求调研、系统设计、软件开发和系统测试工作。在开工环节要明确项目组各类角色职责及工作机制。在需求调研和系统设计环境，需要对过程产出物进行详细评审，可召集辖区内权威的技术专家和辖区内各单位用户进行评审。评审后要输出项目需求规格说明书、软件概要设计、详细设计和数据库设计。软件工程师根据设计文档进行原型系统设计和开发，并同步进行软件测试，并出具测试报告。

3.3 系统部署，用户培训

系统完成开发测试以后,需要部署到正式服务器调试。调试过程需要经过研发团队内部测试和用户验收测试。调试完成后组织用户培训，用户培训建议提前制定合理的培训计划并准备好培训教材，然后按不同的用户角色分类分阶段培训。

3.4 试点先行，分批推进

首先选取少数几个典型的单位试点，随后进行分批推广，直至全面铺开使用。试点过程中，需要提前编制试点方案，方案中要明确试点单位需要准备和配合的工作。制定详细的试点计划并严格执行。过程中建立问题沟通及管理机制，所有问题和建议都需要经过项目组评审后，才能修改系统程序，避免个性化设计。

试点结束后，根据用户意见升级系统。并制定详细的推广计划进行全面推广。

3.5 运维保障，主动成长

为保障信息化系统在生态环境监测行业中的长期稳定应用，供应商需要对系统进行定期小版本更新和升级，并提供持续的技术支持和维护服务。同时，用户自身需要不断提升信息化意识，积极参与系统使用培训。通过这些措施，可以确保信息化系统能够持续地满足监测需求，并发挥积极作用。

4 应用成效

广东省生态环境监测一体化实验室信息管理系统实现了省中心与 21 个地市环境监测全过程无纸化,实现对全省实验室相关“人、机、料、法、环”资源全生命周期管理，实现了全省 21 个地市与 119 个县区持证上岗考核全过程无纸化。

通过一体化系统应用推广，广东省实现了技术规范和评价方法的统一，从而提高了数据可比性，实现了全省环境监测资源库的数据通存通取和灵活调度，规范了监测全过程管理并实现了不同部门与单位之间的信息共享和优势互补。利用算法和校验识别并警示异常，提升了数据质量。通过全链条溯源留痕，确保了数据真实可追溯。全过程智能化自动化设计，大大提升了检测全过程的工作效率。

5 结束语

为积极响应国家政策号召，强化监测数据集成共享、

分析评价与决策支持,提升监测大数据应用水平和检测数据质量,检测检测区域一体化是管理的需要,也是服务社会的需要。区域一体化管理会补齐非一体化管理时的诸多短板,让检测能在更大程度上对保证产品质量、维护消费者权益、促进科技创新和服务经济发展等方面发挥重要作用。实现生态环境监测区域一体化首先以“十大统一”作为理论基础,其次系统设计按照模块化、构件化、分层构建的思想进行设计和实现,最后项目实施推广过程中,需要整体规划、全面布局、试点先行、分批推进。通过广东省生态环境监测一体化实验室信息管理系统建设案例的成功实践,提高了广东省环境监测数据的准确性和规范性,提高整个区域的生态环境监测水平。未来,环境监测区域一体化还可以继续拓展至国家层面,实现全国环境监测一张网、一盘棋、一体化的格局,从而有效推动环境保护工作的深入开展,实现资源共享和优势互补,促进可持续发展战略的实施。

参考文献

- [1] 生态环境监测网络建设方案(国务院办公厅以国办发〔2015〕56号)[EB/OL].[2015-06-26]. https://www.gov.cn/zhengce/content/2015-08/12/content_10078.htm [2022-12-22].
- [2] “十四五”生态环境监测规划(生态环境部 环监测〔2021〕117号). [EB/OL]. [2022-01-22]. <https://big5.mee.gov.cn/gate/big5/www.mee.gov.cn/ywggz/sthjcgj/wlgl/202201/P020220121523953377742.pdf> [2022-02-01].
- [3] 关于省以下环保机构监测监察执法垂直管理制度改革试点工作的指导意见(中共中央办公厅、国务院办公厅)[EB/OL]. [2016-09-22]. https://www.mee.gov.cn/zcwj/zyygwj/201912/t20191225_751548.shtml [2022-05-20].
- [4] 帅闯,陶波,周丽萍,等. 实验室信息管理系统(LIMS)在生态环境监测数据整合中的应用[J]. 中国环境科学学会科学技术年会论文集, 2019, (3): 3178-3181.
- [5] 邓爱萍. 环境监测 LIMS 系统建设中的问题剖析[J]. 环境科学与管理, 2010, (3): 103-105.
- [6] 高继庆,陶慧敏,苏博,等. LIMS 在海洋环境监测中的应用[J]. 海洋开发与管理, 2018, 35(10): 44-47.
- [7] 林汉标. 生态环境监测 LIMS 管理系统开发的思考[J]. 皮革制作与环保科技, 2022, (23): 37-39.
- [8] 张涛. 环境监测 LIMS 建设中的问题及对策分析[J]. 环境科学与管理, 2006, (4): 171-173.
- [9] 温东亮. 环境监测 LIMS 建设中的问题及对策分析[J]. 资源节约与环保, 2015, (10): 111-112.
- [10] 徐伟忠. 环境监测标准大数据化的研究[J]. 化工管理, 2021, (1): 88-89.
- [11] 陈鑫. 浅谈环境监测行业中 LIMS 应用[J]. 环境保护与循环经济, 2016, (3): 61-63.
- [12] 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, (1): 231-236.
- [13] 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, (6): 73-76.
- [14] 陈曼丁. 浅谈环境监测实验室应用 LIMS 的意义[J]. 天津科技, 2010, (1): 24-25.
- [15] 孙开争,刘健. LIMS 在我国环境监测中的应用现状与展望[J]. 中国环境科学学会学术年会论文集, 2015: 1255-1258.
- [16] 王晓峰. 实验室信息管理系统(LIMS)应用[J]. 山东化工, 2021, (2): 119-123.
- [17] 林海翔. LIMS 系统在基层环境监测站中的应用——以南通市海门生态环境监测站为例[J]. 污染防治技术, 2021, (4): 32-34.
- [18] 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]. 环境监测管理和技术, 2009, (2): 12-13.
- [19] 曹金勇,李艳平,丁长春. LIMS 在环境监测管理领域中的应用[J]. 仪器仪表与分析监测, 2011, (2): 1-3.
- [20] 孙义峰,曲伟,王鑫. 实验室信息管理系统在环境监测中的应用研究[J]. 资源节约与环保, 2015, (11): 119

(责任编辑: 吴华)

作者简介



张雪容, 高级工程师, 主要研究方向为生态环境监测与质量管理, 信息化在生态环境监测领域的设计与应用, 生态环境监测数据管理与分析应用。

E-mail:48871036@qq.com