

水质监测实验室信息管理系统开发概述

孙健,陈曦,马威,王萍,王美荣,马长江

(淮河流域水环境监测中心,安徽蚌埠 233001)

摘要:以淮河流域水环境监测中心实验室信息管理系统开发过程为例,介绍了该信息管理系统的开发内容、设计思路与技术路线。并以淮河流域水环境监测中心为例进行验证。提出了该信息管理系统在实际应用中存在的问题,并对该信息管理系统的应用前景进行了展望。

关键词:水质监测;信息管理;数据库

中图分类号:X32

文献标志码:A

文章编号:1004-6933(2016)S1-0068-02

随着淮河流域水环境监测工作的不断深入,淮河流域水环境监测中心实验室所负责监测的水样频次及数量连年递增,作为淮河流域专门从事水环境监测的机构,淮河流域水环境监测中心担负着为流域水资源保护、水污染防治和水资源开发利用提供技术支撑的责任,以往的水质监测数据手工化采集、记录和评价整理的老模式已经逐渐无法满足实验室的需求,开发一套科学、全面、开放、规范的综合管理体系迫在眉睫。当然,任何开发技术在最初的应用中会出现一些问题,本文就研发思路及成果进行简要介绍,以为其他研究者提供借鉴。

1 开发内容

根据水环境监测工作的技术流程、质量控制管理的需要、检测机构实验室资质认可/认定的规定以及监测管理的实际需求,成功运用 Lucene 和 OpenCV 技术,并基于和集成了条形码、GPS、移动通讯传输等技术手段,研发建立一套功能全面、实时高效的水环境监测实验室管理系统,在水环境监测领域首次实现了对全流程、全要素的实时监控和自动化、无纸化管理,确保监测成果准确、可靠,提高检测工作效率和科学化管理水平。

1.1 仪器数据载入

淮河流域水环境监测中心实验室现配有电感耦合等离子体光谱仪、高效液相色谱仪、全自动流动化学分析仪等 40 余台主要仪器设备,制造厂商分别为赛默飞世尔、热电、安捷伦、戴安、布朗卢比等多家公司,仪器接口标准各不相同,部分仪器只能将结果输

出本厂商自产的软件产品中,有些仪器配备的软件更是非公开的,因此将所有仪器统一集成到一套系统中是相当困难的,如何解决仪器和系统的连接一直是实验室信息管理系统开发关注的焦点,更是决定系统研发成败的关键技术。

1.2 样品编码

水质监测中的样品编号作为水样的唯一标识,随同水样一起经历检测的各个环节。由于质量控制的要求,检测人员不应知道采样地点、平行密码、委托用户等敏感信息,以往采用的纸质原始记录表格很难起到保密的效果。在样品流转的诸多环节中,人工识别和记录难以避免出现人为差错。

在项目研发过程中,开创性地尝试将条形码技术整合于系统中,对水样进行编码,从而达到简化实验室繁琐的采样、登记、保存、领用和检测过程,实现全过程一体化运作,避免检验过程中的人为差错,有效提高实验室自动化程度和工作效率,规范工作流程,是系统研发是否更贴近工作实际需要的关键技术。

1.3 多种技术整合

系统主流程已具备以水样的生命周期为主线,主要包括下达采样任务、水样采集、水样登记与领用、生成化验单、检测和校核、质控分析、出具报告等技术环节。辅助功能也可用于对人员、仪器设备、标物标液、化学试剂、标准方法、图书资料、文件记录等要素进行管理。这些多方面的技术在 LIMS 系统里的整合是整个系统运行的关键,任何一个节点出错,都可能带来整个系统运行的不完整。

2 系统设计与技术路径

2.1 系统设计

水质监测实验室信息管理系统(以下简称 WQ-LIMS)平台架构设计遵循多层应用程序定义的模式,即将应用程序提供的服务划分成业务外观层、业务规则层、业务实体层、数据访问层 4 个抽象层(图 1)。

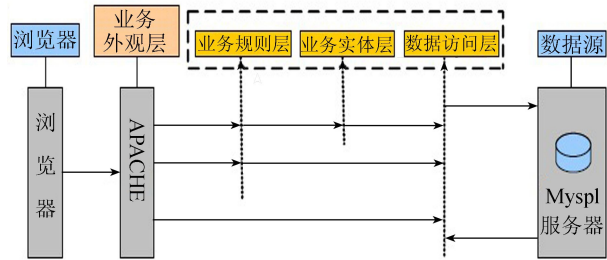


图 1 水质监测实验室信息管理系统平台架构

业务外观层。为了满足一个面向检测业务的实验室信息管理需要,将构建一个人机交互、操作符合逻辑、界面美观的整体平台设计。同时用户可以方便地以 Web 浏览器的方式访问相关的信息管理系统的资源,所提供的界面是一个内部检测人员专用的、特有的严格检测的业务逻辑,同时考虑到便于用户操作,与维护的水质监测实验室检测流程专用的菜单系统。使得系统的使用如同浏览网页般轻松自如,轻点鼠标就可以完成几乎所有检测工作。而不会像传统应用软件的多层窗口、复杂菜单使用户不知所措。

业务规则层。业务规则项目块包含业务对象本身以及应用于它们的规则。这也是主要业务对象所在的位置。它们实现业务实体或系统对象。系统的业务规则将在这些对象中编码,尽管部分业务规则可能实际上已在数据库的存储过程和触发器中进行了编码。它包含各种业务规则和逻辑的实现。业务规则完成如委托样品项目的验证、委托单状态维护等这样的任务。

业务实体层。业务实体层主要负责处理业务数据的表现形式,它包含用于各层间传递信息的数据集。业务实体层的构建是应用程序的基础,根据需求分析结果,每个业务实体将模型化物理数据库中的特定信息选择适当的方式建立不同的业务实体。简单地说,一个业务实体组件可以模拟为数据库表中的一个或多个逻辑表,其内容可能来自于一个或者多个物理表中的字段,即一个业务实体的属性和一个物理表中的字段一一对应。利用业务实体层解决业务数据表现形式的问题,将系统处理的数据进行有效规划和组织,便于层间传递。

数据访问层。该层执行从数据库(或其他数据

服务)获取数据或向数据库发送数据的功能。在分布式应用程序结构中,相应功能使用 PDO 数据适配器和 MySQL 服务器存储过程来完成。LIMS 系统中数据访问层负责从数据库获取数据或向数据库发送数据,通过研发的自己封装的 MYDB 类对数据库进行操作。数据库连接 MYDB 类,在该类中负责初始化数据库连接和定义 mysql_conon() 与 mysql_query() 事务,它是所有的业务层类的基类。在数据库连接基类中获取配置文件 LIMS 系统配置文件 config.php 中配置数据服务器、数据库名、用户、密码等信息。

2.2 技术路径

WQ-LIMS 实现的关键技术为 LAMP (Linux + Apache + Mysql + PHP), LAMP 是一组常用来搭建动态网站或者服务器的开源软件,本身都是各自独立的程序,但是因为常被放在一起使用,拥有了越来越高的兼容度,共同组成了一个强大的 Web 应用程序平台。Linux 是一种自由和开放源码的类 Unix 操作系统, Linux 可安装在各种计算机硬件设备中,比如手机、平板电脑、路由器、台式计算机、大型机和超级计算机, Linux 是一个领先的操作系统,跟其他操作系统相比,具有安全稳定高效等明显的优势。

LAMP 平台由几个组件构成,呈分层结构(图 2)。LAMP 因其部署量非常大,是全世界范围内测试最彻底的软件组合,因此具有极高的安全性。在稳定性方面, LAMP 与商业化的 ASP.NET 或 J2EE 解决方案相比, LAMP 也是毫不逊色的。另外, LAMP 也提供了非常好的灵活性,模块化特性使得它可高度配置。

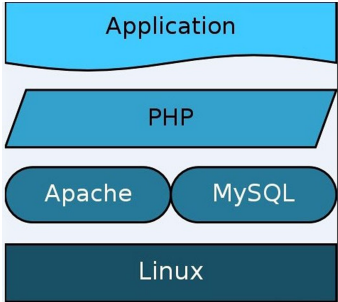


图 2 LAMP 平台组件构成

3 问题与展望

以往,水质监测实验室主要采取人工随机巡视采样过程、手工纸介质记录等方式进行采样监督,这样的方式存在着人为因素多、管理成本高、无法监督监测人员实际到位状况等诸多缺点和弊端。

WQ-LIMS 作为一个信息管理平台,它保存了实验室所有样品的检测数据及实验室产生数据的过程数据。分析统计实验室运行一段 (下转第 117 页)

在,经干化的底泥往往不能直接用于农田,目前常采用堆肥、淤泥消化、加碱或氯气、加固化稳定剂等技术手段降低底泥中的有毒有害物质。

其中堆肥是应用较为广泛的底泥处置方式。堆肥后的底泥,可以改善土壤理化性状,提高土壤肥力,促进园林植物生长,并以底泥为材料,进行栽培营养土的配比试验,其效果和一般复合肥相差无几。

2.5.2 底泥填方

对干化底泥进行再次干燥、脱水、固化稳定处理和热处理,使其适合工程需求后,可进行回填施工,作为填方材料使用。从工程应用角度出发,以化学固化处理为主,同时辅以物理固化是目前最为便捷、适用范围较广、造价较为理想的方法。与一般的土料相比,淤泥固化土具有不产生固结沉降、强度高、透水性小等优点,除可以免去碾压等地基处理外,有时还可达到普通砂土所达不到的工程效果。目前常用的固化材料主要有水泥、石灰、石膏、粉煤灰等。

2.5.3 底泥制陶

底泥矿物与黏土类似,具有在高温下发泡膨胀的特点,采用高温加热膨胀后冷却固化的方法,可使底泥陶粒在保证力学性能的同时提高材料的保温效果。随着建筑业对环保节能要求的日益提高,利用黏土或相关替代产品(如淤泥、页岩等)生产陶粒,获得能耗低、热工性能和体积稳定性好、耐久性能优异的新型建材已成为重要发展方向。

2.5.4 底泥制砖

疏浚底泥具有颗粒细、含砂量少、可塑性高、结合力强等特点,在制砖领域具有一定先天性的优势,其中所含的大量有机物在焙烧过程中被烧失而产生微孔,这样会降低产品的体积和密度。通过调节配方可以制得透气性较好的轻质砖。以淤泥为主要原料制成的砖块质轻、透气性好,而且很容易制出不同的色彩,适宜于各种建筑物装饰。如将其制成砖块用于铺设人行道,雨水能够穿过砖块直接渗入地下,可防止因下水道排水不畅而造成积水。

3 结 论

在城市黑臭水体综合整治中,内源清淤疏浚是解决水体黑臭问题的有效工程手段之一,高效、环保清淤及清淤底泥的安全处理处置,是人们对日益增长的环境保护需求的具体体现,是社会可持续发展的重要需求。

a. 干式水力冲挖方式清淤浓度大,效率高,但清淤量小,存在二次污染的风险,适合小型黑臭水体的清淤施工。

b. 水上清淤作业方式种类繁多,环保绞吸方式是运用较为成熟的工艺,其中专用环保绞刀能有效避免施工过程中因挖掘造成的二次污染,提高清淤效率。

c. 底泥进行资源化处理之前,需要进行除杂除砂、浓缩沉淀、脱水干化工艺处理,降低底泥含水率,形成分级渣料。根据渣料粒径的不同,采用不同的资源化处理方式,若有重金属污染,还需要进行钝化和螯合等处理之后再利用。

d. 在实际工程运用中,底泥有堆肥、填方、制陶和制砖 4 个处置方向,为底泥的资源化提供了具体途径。

参考文献:

[1] 应太林,张图莹,吴蕊蕊. 苏州河水体黑臭机理及底质再悬浮对水体的影响[J]. 上海环境科学,1997,16(1):23-26.

[2] 高丹英. 黑臭水净化菌株的筛选及净水效果的研究[D]. 武汉:华中师范大学,2009.

[3] 俞一夫,黄永祥. 生态环境中铁、锰、硫的循环与微生物的关系[J]. 浙江师范大学学报,1997,20(2):86-89.

[4] 李伟杰,汪永辉. 铁离子在水体中价态的转化及其与河道黑臭的关系[J]. 净水技术,2007(2):8-12.

[5] 熊万永. 福州内河引水冲污工程的实践与认识[J]. 中国给水排水,2000,16(7):26-28.

[6] 朱永兴,李战,季金平. YQ-80D 型遥控潜吸式水下清淤机[J]. 渔业机械仪器,1992(2):2-5.

[7] 廖伟强,罗智芸,徐素梅. 水下清污机器人的研究现状与发展趋势[J]. 机电工程技术,2016,45(1):12-14.

(收稿日期:2016-12-21 编辑:胡新宇)

(上接第 69 页)

时间后都会积累大量的数据,这些数据的深入挖掘利用是 WQ-LIMS 后期发展的重点,比如采用水质数学模型和多因子回归方法,建立水体水资源质量与其相关影响因素之间的关系,尤其需要考虑动态水量的变化情况进行分析评价和预测。此外,如何做好水样采集的质量控制是系统研发是否成功的关键技术之一。

随着大数据技术和云计算技术的不断发展,这方面的研究会越来越受到重视,也许基于 LIMS 数据资源开发的服务最终所带来的效益可能远远超过应用 LIMS 而产生的直接利益,这也是大数据时代的一个重要特征。

(收稿日期:2016-11-29 编辑:徐 娟)