

实验室信息管理系统 LIMS 在农产品检验检测机构中的应用

张艳丽¹ 刘小丽²、刘宏伟、王丽娟、张斌、宋保军 王景蕊 侯睿林 郑丽敏 郭志琴

(鹤壁市产品质量检验检测中心, 河南 鹤壁 458031)

摘要: 对农产品检验检测机构建立信息化管理需求进行了分析, 设计出符合农产品检验室的功能模块, 并对其进行优化。通过 LIMS 在农产品检验机构的运行, 提高农产品安全生产检测工作效率, 提升农产品检验检测工作质量, 保证数据安全性和可靠性。

关键词: 实验室信息管理系统; 农产品检验; 优化设计

Application of laboratory information management system (LIMS) in agricultural product inspection and testing institutions

Zhang Yanli, Lau Siu-lai, Liu Hongwei, Wang Lijuan, Zhang Bin, Song Baojun, Wang Jingrui, Hou Ruilin, Zheng Limin, Guo Zhiqin

(Hebi product quality inspection and Testing Center, Henan Hebi 458031)

Abstract: the requirements of information management for agricultural product inspection and testing organizations were analyzed, and the function modules of agricultural product inspection and testing laboratory were designed and optimized. Through the operation of LIMS in agricultural product inspection institution, the efficiency of agricultural product safety inspection is improved, the quality of agricultural product inspection and inspection is improved, and the data security and reliability are guaranteed.

Key words: Laboratory Information Management System, agricultural product inspection, optimization design

在实际工作中, 影响农产品质量安全检验检测的风险因子众多, 与食品、工业品相比较, 有其自身鲜明的特点。一、农产品种类繁多, 生产储运链条长, 鲜活易腐保存时间短, 影响质量安全。具体范围包括种植业产品、畜禽产品、水产品、农业投入品、种子种苗以及产地

¹ 作者简介: 张艳丽 (1971-) 女 (汉族), 鹤壁市产品质量检验检测中心, 高级农艺师, 主要从事农产品质量安全研究。

² 通讯作者: 刘小丽 (1981-) 女 (汉族), 鹤壁市产品质量检验检测中心, 高级农艺师, 主要从事农产品质量安全研究。

环境等。二、检测参数多，且在样品抽样、处理和检测等方面特点鲜明。然而，长期以来，传统检测系统普遍因其数量信息量大、仪器种类较多及检测流程以人工为主等特点，极易出现人为失误，影响工作质量和效率^[1-4]。随着信息化技术的发展创新，在农产品安全检测工作中引进信息管理系统 LIMS^[5-8]，能够有效规范工作流程，保证工作质量，提高运行效率，对促进工作起到立竿见影的效果。

1 传统实验室存在问题

1.1 工作效率低下

传统实验室在下达任务、样品抽样、样品流转、数据审核、检验报告等一系列工作中，都是手工完成，样品分析数据的汇总需要更多的时间。农产品质量安全进行监督检查，时间很紧迫，而样品流转过程需要几个科室的衔接、信息的传递、数据的重复输入等都影响了检验检测的时效性，导致检测机构应急响应速度无法满足上级行政主管部门需要。

1.2 出错率高

填写原始记录时，需要大量的计算，有很多涉及有效数字运算规则，大批量样品的原始记录进行人工计算时，出错率较高，还需要审核人员再次逐一进行计算审核，对于错误的数据进行更正，更是费时费力。

1.3 重复工作

填写原始记录与检验报告，里面有大量的样品与仪器状态信息，有很多信息是重复的，填写上百份记录，就需要重复填写上百次，给检测人员带来大量的工作量。如一批样品都用同一台仪器完成检测，填写原始记录时，每个样品所用的仪器状态信息需要重复填写。

1.4 设备管理难

农产品实验室有大量的仪器设备、标准物质、各类文件等。如一台色谱仪的管理内容包括设备采购、安装调试、验收、维护保养、期间核查、检定与校准、事故处理、报废处理、档案管理等。这类信息的传递、查询、更新需要大量的人力资源和时间，工作效率较低。

1.5 试剂耗材查询难

试剂仓库管理是实验室必不可少的管理手段，试剂耗材入库手续繁琐，出库后不能及时更新仓库现有的数量，领取试剂时，不知道试剂仓库是否还有，有多少货物接近零库存，要及时购买，这些信息都得不到快速查询与更新。

2.1 符合体系运行

LIMS 依照《实验室资质认定评审准则》和 GB/T 27025-2008《检测和校准实验室能力

的通用要求》等标准和管理规范要求，符合实验室质量体系运行和分析检测工作，可以为实验室建立较为完整的质量管理体系和自动化运行方案。

2.2 实现的功能

2.2.1 现场采样：现场采样通过手机 APP 直接现场拍照，现场手写签字。可以打印抽样小票，也可以在电脑端打印 A4 格式的带有双方签字的抽样单。

2.2.2 样品分配：采样完成之后，可以把需要导入到检测系统中的数据导入，进行检测任务分配。一批检测任务为不大于 24 个样品的流转单的模式分配到不同部门，可通过短信提示检测部门领取样品。

2.2.3 样品制作/分发：短信提示有任务的检测部门前往样品室领取样品。

2.2.4 检测：检测部门领到样品进行检测，检测完成后填报原始记录。一个流转单全部完成，生成需要的原始记录，和这一个流转单的汇总单(流转汇总单方便审核几十个样品结果，一张表一目了然)，通过检测部门内部主管审核完成。

2.2.5 审核审批：检测任务完成，单位负责审核审批人员对所有检测过程(通过流转单)、数据、文档进行核实审查，没有问题即可确认签字，生成检测报告并打印，报告可生成 PDF、word 等格式，可签字、盖章，也可修改模板。

2.2.6 管理报告：具备检验报告的存档、发出、借阅、查询等功能。

2.2.7 仪器管理：对实验室仪器进行管理，便于检定、校准、购入、报废、查询等。

2.2.8 物质出入库管理：对实验耗材、标准溶剂、危化品等进行分类登记管理，及时更新出入库信息，汇总物质库数据。

2.3 技术路线

实验室智能化质量控制系统集成应用分为检测系统流程与辅助管理系统：

实验室检测流程：现场采样(手机 APP,出具抽样单)-->实验室样品分配-->制样/样品分发(包括导入样品,样品分配到对应检测室,样品制作,检测部门领取样品)-->检测(包括结果填报,出具原始报告,数据复核)-->审核,审批(对所有检测相关数据文档进行审查签字)-->出具报告。

实验室辅助管理系统：仪器使用记录、设备仪器管理、物质出入库管理等。

功能模块：

2.3.1 系统管理：印章管理、系统管理、权限管理

2.3.2 用户管理：用户组别、权限分配、添加用户、密码重置、用户列表、单位管理

2.3.3 基本设置：受检单位、产品标准、标准维护、检测项目、样品名称

2.3.4 采样管理：任务分类、任务管理、样品管理、样品导入

2.3.5 业务管理：委托登记、抽样登记、抽取样品、样品制备、分配样品、分发样品、样品检测、样品回收、结果评价、审核审批、报告交付、数据归档

2.3.6 检测管理：定量检测、原始记录、样品交存、数据复核

2.3.7 辅助管理：仪器使用记录、设配仪器管理、物质出入库管理

2.3.8 数据管理：检测报告、数据查询、流转单、抽样单、原始记录

2.4 主要技术：

本项目用 java 语言进行编程，用三层架构技术的设计模型，三层架构技术从上到下分别是表示层、业务逻辑层和数据访问层，这种模型使系统结构更清楚，分工更明确，有利于后期的维护和升级。

(1)表示层(USL)是用户交互界面层，为客户端提供对应用程序的访问，主要负责与用户的直接交流，如数据录入、修改、删除、查询等操作。

(2)业务逻辑层(BLL)是业务逻辑处理，实现应用程序的业务功能，主要负责业务规则的验证和业务逻辑的处理，该层体现业务之间的衔接、数据的一致性和完整性以及系统的可扩展性。

(3)数据访问层(DAL)是为业务逻辑层或表示层提供数据服务，负责对数据库的存取（如数据表的插入、更新、删除等）。此层以系统中的 DAL 项目的形式实现，实现数据的存取效率和对数据库的支持。

(4)数据库层即数据管理层，主要负责对数据自身的管理与维护，本系统的数据库层采用 SQLServer 2000 实现。无需要购买服务器，所有检测数据、检测记录、报告、抽样单等数据文件全部保存在云端，并且实时备份。并且方便后期的数据分析，大大提高了数据的可利用性

2.5 LIMS 在农产品实验室的优点

2.5.1 建立检测标准数据库

农产品检验要按照 GB2763-2021《食品安全国家标准食品中农药最大残留限量》来进行判断，而这个标准中不同样品的限量值是不同的，如果人工判断该样品是否安全，需要很长时间，而 LIMS 根据《GB2763-2021》建立庞大的数据库，进行样品限量值判断时，只要一秒钟时间，准确快速。

2.5.2 减少出错率

填写样品的原始记录时，需要计算平均值、相对偏差、RSD 值等，每次计算都要涉及有效数字运算，四舍六入五成双，即使加大人员培训，而上百份的原始记录数据计算时难免

还会出现错误，复核人员再进行复核时，又要对成百上千的数据逐一计算，即浪费时间，还避免不了错误，而用 LIMS 的自动计算功能，可以快速计算上万数据，无一差错。

2.5.3 样品流转自动生成

样品流转过程要涉及几个部门，来回找人签字进行样品流转时，费时费力，使用 LIMS，每一次的流转会有短信通知到部门，部门负责人上网可以进行电子签名，便于样品流转单快速生成。

2.5.4 自动出检验报告

检验报告是检验检测机构的最终产品，需要的信息量很大，包括样品的名称、产地、状态、仪器型号、仪器条件、判断标准、结论等，还需要四、五个人签字审核，传统的一份检验报告出据的时间为一个小时。使用 LIMS 可以把样品信息、仪器条件、判断标准等自动读进检验报告，而签字审核的人员可以电子签名，出具一份检测报告只需要几秒，大大提高工作效率。

2.5.5 设备管理

普通的设备管理填写要七、八种表格，每次检定到期时，要人工统计，有时还耽误了设备检定/校准日期，使用 LIMS 对实验室仪器进行管理，可以清楚的看到设备的购买日期、校准日期、维修日期等，而且方便查询。

2.5.6 试剂耗材管理

试剂耗材管理平常都用 EXCEL 表格完成，它的功能有限，只能看到出入库信息，分类管理又太麻烦，试剂耗材接近用完时，无法报警，月底或年底汇总时，需要人工汇总。使用 LIMS 系统后，可以对实验耗材、标准溶剂、危化品等进行分类登记管理，及时更新出入库信息，汇总物质库数据。

3 实现的功能

3.1 现场采样：现场采样通过手机 APP 直接现场拍照，自动定位经度与纬度，现场手写签字。可以打印抽样小票，也可以在电脑端打印 A4 格式的带有双方签字的抽样单。

3.2 样品分配：采样完成之后，样品信息会进入采样管理模块。而且可以把需要导入到检测系统中的数据导入，进行检测任务分配。一批检测任务为不大于 24 个样品的流转单的模式分配到不同部门，可通过短信提示检测部门领取样品。

3.3 样品制作/分发：根据短信提示，有任务的检测部门前往样品处领取样品。

3.4 检测：检测部门领取到样品进行检测，检测完成填报结果。一个流转单全部完成，

生成需要的原始记录，和这一个流转单的汇总单(流转汇总单方便审核几十个样品结果，一张表一目了然)，通过检测部门内部主管审核完成。

3.5 审核审批：检测任务完成，单位负责审核审批人员对所有检测过程(通过流转单)、数据、文档进行核实审查，没有问题即可确认签字，生成检测报告并打印，报告可生成 PDF、word 等格式，可签字、盖章，也可修改模板。

3.6 管理报告：具备检验报告的存档、发出、借阅、查询等功能。

3.7 仪器管理：对实验室仪器进行管理，便于检定、校准、购入、报废、查询等。

3.8 物质出入库管理：对实验耗材、标准溶剂、危化品等进行分类登记管理，及时更新出入库信息，汇总物质库数据。

4 软件优化

4.1 现场采样：①蔬菜品种：采样 APP 时，有很多蔬菜样品品种没有输入，在选择蔬菜时找不到，只能选择其它类蔬菜，但其它类的农残限量标准很低，很容易判断样品不合格。蔬菜样品数据库要及时更新，或者遇见新的蔬菜品种可以手动输入。②抽样单位：抽样单位要建立数据库，把经常抽样的单位全称输进去，抽样时只要选择就行了。要有手动输入功能，可以输入不在数据库的单位名称。③样品编号：采样时样品编号设定，可以自动加一。样品编号要设定例行检测与监督抽样两种，可以自行调换。

4.2 抽样单制作：每一个基地出一份抽样单，而不是选择连续编号的样品，打在一份抽样单上。软件上需要按基地名称，将样品显示出来，点击就可以出具抽样单。

4.3 样品分配：样品流转单上一次可以填写 24 个样品，样品编号需要连续。选择时需要查清 24 个连续样品，比较麻烦。软件进行优化，点一下就可选 24 个样品，简单方便。

4.4 原始记录生成：①原始记录模板：检测完毕后，需要生成原始记录，原始记录模板包括各仪器原始记录，如气相色谱仪、气质联用仪、液质联用仪、液相色谱仪等，要提前交给软件公司，做进数据库里，检测员选择哪台仪器，就会自动调用仪器的原始记录模板。②数据结果计算：原始记录里样品数据结果会计算平均值，要用到数据修约规定，四舍六入五判断，要用 excel 函数来实现，而且要进行多次验证。还会计算平行样品的重现性 RSD，也要用函数来实现，保留几位有效数字也要根据数据修约规定执行。③批量生成：一批样品可能大多数样品没有检出数据，就需要成批量生成原始记录，填写时需要填写温度、湿度、时间，就可以把同一天检测的样品，成批量生成原始记录，对于有检出数据的样品，单独输入数据即可。方便快捷。

4.5 电子签名：需要把人员签名、职责、软件权限等信息列表显示，发给软件公司，软件公司根据人员职责设定软件使用权限，还要把签名变成电子签名，放进数据库。

4.6 流转：样品流转时要填写样品流转单，样品流转单上需要流转过程的管理人员签名，管理人员登录后，点击同意，电子签名就可以生成。流转下一环节时，有短信提醒，可让整个过程流转完整。

4.7 检验报告生成：检验报告需要填写各类信息，这些信息来自于抽样单、样品流转单、原始记录等，软件就可以把信息自动填写在检验报告空格处。管理人员进行审批与审核时，点击确定，可以完成，也可选择成批审批审核。

4.8 数据查询：这是软件试运行以后增加的功能，因为人员权限不同，能看到的功能模块不同，只有检验报告制作人可以查询抽样单、样品流转单、原始记录等，其它管理人员想查询这些信息时，很不方便，就在一些管理人员权限上增加了数据查询模块，只能查询不能修改。

4.9 数据汇总：一个样品的检测结果，可能需要几台仪器出具数据，这样就会有同一样品号输入数据后，后面再输入数据就覆盖了原来的数据，所以软件设计时，就把各检测项目都写进表格里，不同仪器都可以在各自的检测项目里输入数据，规定由某台仪器为最终输入者，可以有权出具数据汇总表，避免了汇总表数据不全的问题。

4.10 流程可逆：最先的软件流程设定的是不可逆的，比如检验人员输入完全部数据后，由实验室主任进行审核，审核过的数据不可修改，运行一段时间后，发现经常有审核过后，发现数据有错误，要重新输入数据，重新审核。针对这一情况，软件增加了修改模块，如果发现审核过的数据需要修改，实验室主任要点击修改按钮，写明情况，就可以把数据返回，重新输入，重新审核。

4.11 建立检测标准数据库

农产品检验要按照 GB2763-2021《食品安全国家标准食品中农药最大残留限量》来进行判断，而这个标准中样品种类不同，限量值是不同的，如果人工判断该样品是否安全，需要很长时间。使用 LIMS 根据《GB2763-2021》建立庞大的数据库，进行样品限量值判断时，只要一秒钟时间，准确快速。这个判断结果最终在检验报告上显示出来。

5 实施后建议

5.1 人员培训

软件运行前期，要对全体人员进行总动员，强调 LIMS 在实验室信息化管理的重要性，

要对软件达到的预期目标进行明确。软件试运行期间，要加强人员培训，对各类人员在软件中的权限及其操作进行专项培训，并编制软件操作说明书，说明书按操作步骤编写，方便操作。对软件运行多次出现的问题，进行集中培训，比如现场采样 APP 在采样过程出现了问题，就举办了针对抽样人员的《现场采样 APP 的正确操作》等培训，只有正确操作 LIMS，才能让软件系统正常运行。

5.2 工作流程

实验室要依照《实验室资质认定评审准则》和 CB/T27025-2008《检测和校准实验室能力的通用要求》等标准和管理规范要求，制定清晰明了的工作流程，有如果工作流程不完善，将给今后利用 LIMS 来管理实验室带来很大的困难。实验室还要有一套相对稳定的管理模式。因此，在实施 LIMS 之前，实验室应制定各项业务的作业指导书和各项管理工作的规章制度，使管理工作程序化和可持续化。并与软件公司进行良好沟通，使其明白整个实验室的运行模式及工作流程。

5.3 项目小组

软件公司进行设计 LIMS 期间，实验室应成立一个熟悉实验室业务、工作认真的项目负责人领导的工作小组，负责 LIMS 项目实施工作，落实各项工作任务，控制项目进度。将实验室检验人员的需求发送到软件设计方，而且要在不同阶段应组织相关的实验人员和管理人员与软件设计公司进行沟通交流，使软件设计公司能够设计出符合实验室运行的 LIMS 系统。

5.4 优化调试

LIMS 在试运行期间，还会出现很多与现实不符合的情况，及时发现问题，并及时改进。有些功能看起来强大实用，但实际工作可能不太适用，所以要在实际工作中进行运行优化。实验室人员往往在使用过程中才能发现问题，提出合理改进意见，这时需要项目小组负责人，将出现的问题整理，发送给软件公司，进行多次优化调试。这是一项繁琐、细致的工作，可能运行一年后，还在不断优化，不断修改。

6 总论

LIMS 系统在本实验室运行已经一年了，实现农产品检验检测机构的信息化、自动化和数字化管理，降低了人工抄录的工作强度，减少了数据出错率，提高农产品安全生产检测工作效率。要想 LIMS 系统完全切合农产品实验室的需求，需要注意以下几个方面的问题。一是要有明确的工作流程，有稳定的管理模式。二是要设计简单快速的程序，比如批量抽样单、

批量生成原始记录、批量审核报告等。三是成立项目小组，将检验员实际工作出现的问题，及时反应给软件公司，专人负责。四是调试优化，试运行期间，不断进行调试优化，设计出符合农产品实验室运行的 LIMS 系统。

参考文献:

- [1] 张宏鹤,陶美娟,徐胜祥.LIMS 系统在实验室规范运作中的应用[J].理化检验(化学分册),2006:493-496+498
- [2] 樊志罡,黄永忠,马通达.理化检测实验室如何有效建立 LIMS 系统[J].理化检验(化学分册), 2016:204-207
- [3] 高杰,闫轶亚,陈恺.实验室信息管理系统在食品安全检测中的应用[J].贵州科学,2012,30(6):79-81.
- [4] 沈怡,汪雪君,杨慧元.LIMS 在食品药品检验实验室成功实施因素的探讨[J].中国药事,2015,29(3):287-292.
- [5] 刘忠妹,黎小清,杨春霞.实验室信息管理系统(LIMS)在农业检测实验室中的应用[J].中国标准化,2020(13):161-164.
- [6] 李阳.LIMS 系统在食品安全生产检测中的应用分析[J].产业与科技论坛,2014:60-61
- [7] 李朝静,丁晖,尹建军.食品检验实验室信息管理系统的实施及应用探讨[J].食品安全导刊,2019:64-68.
- [8] 陈婷,刘清珺,张旭.食品安全检测实验室信息管理系统的架构[J].食品科学,2016: 258-265