数字化实验室信息管理系统在检测业务全流程管控中的应用

汪志平

（申铁方圆检测科技有限公司，上海 200082）

摘 要： 传统实验室的检测业务普遍存在项目管理分散、数据共享效率低、检测过程可追溯性弱及外检数据管理难度大等痛点。为此，设计并应用了一套数字化实验室信息管理系统（DLIMS）。该系统采用PC端与移动端协同的运行架构，以项目全生命周期管理为核心脉络，整合项目管理、数据管理、人员管理等模块，并纳入视频监控、外检数据管理等功能，可覆盖检测业务全流程的数字化管控。相关运行数据显示，DLIMS可提升实验室的管理效率、检测质量与决策水平，为检测机构推进数字化转型提供了可落地的技术参考。

关键词： DLIMS；数字化实验室；检测业务；全流程管理；外检数据

中图分类号： TP399 **文献标识码：** A

Application of digital laboratory information management system in full-process control of inspection business

WANG Zhiping

（Shengtie Fangyuan Testing Technology Co.，Ltd.，Shanghai 200082，China）

Abstract: Traditional laboratory inspection business generally suffers from pain points such as scattered project management, low data sharing efficiency, weak traceability of the inspection process, and difficulty in managing external inspection data. To address these issues, a Digital Laboratory Information Management System (DLIMS) is designed and applied. The system adopts an operating architecture of PC-end and mobile-end collaboration, takes full lifecycle project management as its core framework, integrates modules for project management, data management, personnel management, equipment management, and technology management, and incorporates functions such as video surveillance and external inspection data management, enabling digital control of the entire inspection business process. Relevant operational data show that DLIMS can improve laboratory management efficiency, inspection quality, and decision-making levels, providing a practicable technical reference for testing institutions to advance digital transformation.

Key words: DLIMS, digital laboratory, inspection business, full-process management, external inspection data

随着工程检测、测绘检测及第三方检验检测业务规模持续扩大，实验室检测任务量大幅增长，项目总量大、业务种类杂、检测点位分散等问题日益突出。传统管理模式多依赖Excel、纸质记录和多个独立业务系统，项目进度、设备状态、人员配置和检测数据之间缺乏统一关联，导致业务衔接效率低、信息共享不畅、数据统计滞后、质量监管困难[1]。

近年来，数字化管理与智慧实验室建设成为检测行业的重要方向，实验室信息管理系统（LIMS）也由功能单一的数据管理平台逐步发展为覆盖全业务流程的信息化管理平台，可应用于项目全流程管控、现场数据采集、外检数据智能上传和项目可视化管理等场景。结合行业实际需求，本文构建DLIMS，围绕检测业务全流程实现项目全生命周期信息集成、业务协同与智能监管，同时结合实际应用场景分析系统功能和应用效果[2]。

1 系统总体设计

DLIMS围绕检测业务全流程数字化管理，覆盖检测项目从启动到收尾的完整生命周期，构建统一的信息化管理平台，实现各区域测量、检测项目的集中管控与全流程协作。

DLIMS建设方向包括业务流程标准化、管理可视化、数据共享化和决策智能化，覆盖项目委托、任务分配、现场实施、数据采集、成果提交到项目归档的全流程，实现检测数据统一存储、共享和追溯；通过外检数据库和移动终端支持外检数据智能采集、自动上传、集中

管理、可视化展示及现场实时报送，提升检测效率与管理水平[3]。

DLIMS 采用 B/S 架构，支持 PC 端、移动端和大屏终端协同使用，整体架构分为四层。其中，数据层统一管理项目、设备、人员、检测报告及外检数据等基础数据；业务层整合首页可视化管理、项目管理、数据管理、人员管理、设备管理及技术管理等核心功能；应用层提供 Web 管理端、移动端和可视化展示平台 3 类入口；展示层通过数字化看板动态呈现项目进度、设备状态、检测数据和外检信息[4]。

2　DLIMS 功能设计

2.1　首页可视化管理

首页可视化管理模块以数字化驾驶舱为设计思路，作为管理人员统一的信息入口和决策支持平台，集中展示实验室整体运行状态。

在展示内容上，该模块通过图表、统计卡片、地图分布和动态看板，呈现项目总数、在建项目数、完工项目数、项目区域分布、人员在线状态、设备运行情况、外检任务完成率和数据上传进度等核心指标。相关数据均来自后台业务数据库，并与项目推进同步更新，便于管理人员及时掌握各地区项目进度和资源配置情况。

在评价与预警上，该模块采用项目完成率作为核心指标：

$$P=\frac{N_c}{N_t}\times 100\% \tag{1}$$

其中，N_c 代表已完结项目数量；N_t 代表全部项目的总数量。

在交互与监管上，该模块支持多维度数据筛选、钻取分析和区域地图展示，可对项目状态、人员分布、设备运行和检测数据实施统一监管，提升管理透明度和决策效率。

2.2　项目管理模块

项目管理是 DLIMS 的核心功能模块，围绕检测项目全生命周期，实现从立项、实施到归档的全流程数字化管控。

该模块按项目所处生命周期节点，将项目划分为新建、开展中和历史 3 类。新建项目阶段，主要录入委托单位、项目名称、检测内容、负责人、检测周期等基础信息，并自动生成唯一项目编号；开展中项目阶段，实时记录任务分配、现场检测、样品流转、检测数据上传、报告审核和进度反馈等业务动作，实现全过程动态跟踪；项目完成后自动归入历史项目库，支持成果归档、资料检索和全流程追溯。同时，该模块配备可视化看板，可展示所有项目的执行状态，并以不同颜色区分进度等级，帮助管理人员快速定位异常项目。为量化项目执行情况，引入项目进度指标：

$$S=\frac{T_f}{T_p}\times 100\% \tag{2}$$

其中，T_f 为已完成工作量；T_p 为项目计划工作总量。

2.3　数据管理模块

数据管理模块负责实验室各类检测成果的统一管理，可实现检测数据全流程的数字化存储与共享。该模块支持试验检测报告、测绘成果、检测原始记录及相关附件的统一上传，并构建标准化的数据索引，完成数据查询、下载、版本管理和长期归档。所有存入该模块的检测数据均依照项目编号、检测类型、检测时间及检测人员等信息自动分类存储，减少数据重复录入与“信息孤岛”问题。同时，该模块设置检测数据审核机制，对上传文件开展完整性校验和格式检查，提升数据整体质量。为判断数据上传的完整程度，该模块将数据完整率作为监测指标：

$$R=\frac{D_v}{D_t}\times 100\% \tag{3}$$

其中，D_v 表示符合规范的数据数量；D_t 表示应上传数据总量。

2.4　人员管理模块

人员管理模块可统筹所有检测人员信息，实现统一管理与动态调整，为实验室调度各类资源提供支持。该模块内的人员数据主要来自两个渠道：正式员工信息和企业人事系统自动同步更新，确保基础信息两端实时一致；临聘人员信息支持 Excel 批量导入或手动录入，适配项目灵活用工需求。该模块为每名检测人员建立完善档案，内容涵盖岗位信息、专业资格、培训记录、项目参与经历、工作量统计数据及考核结果，可实现人员能力和岗位需求的精准匹配。项目推进阶段，该模块参照人员的专业类别、当前工作负荷及持有的资格证书，自动筛选适配的检测人员并进行推荐，提升资源配置整体效率。为评价人员工作负荷高低，该模块采用人员负荷系数：

$$L=\frac{W_a}{W_s}\times 100\% \tag{4}$$

其中，W_a 为人员当前承担工作量；W_s 为标准工作量。

2.5　设备管理模块

设备管理模块覆盖实验室仪器设备全生命周期，统一管理设备基础信息、运行状态和使用记录，支持新增设备、设备查询、设备分类、状态统计、校准周期提醒和项目设备配置等功能。

在设备档案方面，该模块为每台检测设备建立电子档案，记录设备型号、编号、购置时间、校准记录、维修历史和所属项目等信息。在状态管理方面，根据设备运行状态，将其划分为在用、校准中、维修中和停用 4 类，并结合项目实际需求动态统计设备配置情况，提高设备利用率和调配效率[5]。在预警管理方面，当设备即将到达校

准期限时，自动推送提醒，避免设备超期服役影响检测结果。为评价设备利用效率，采用设备利用率指标：

$$U=\frac{T_u}{T_t}\times 100\% \quad (5)$$

其中，T_u表示设备实际使用时间；T_t表示设备可用时间。

2.6 技术管理模块

技术管理模块包括标准管理和培训管理两个子模块，是实验室检测质量管控的重要基础。

标准管理方面，建立统一的检测标准数据库，将国家标准、行业标准、企业标准和内部技术文件分类归集，支持标准发布、版本更新、历史版本留存和线上查阅，确保检测人员使用最新有效版本。培训管理方面，为检测人员建立专属培训档案，记录培训课程、学习时长、考试成绩和资格认证等信息，实现培训全流程数字化管理；结合岗位需求自动生成培训计划，并自动统计培训完成情况，作为人员能力评价依据。为量化培训完成情况，采用培训完成率指标：

$$C=\frac{N_p}{N_a}\times 100\% \quad (6)$$

其中，N_p表示完成培训人数；N_a表示应参加培训人数。

2.7 视频监控模块

视频监控模块完成与海康视频监控平台的功能对接，覆盖所有检测环节，实现现场全流程远程监管。

视频接入与查看方面，管理人员可调用现有摄像头资源，将现场视频接入DLIMS平台，支持多画面分屏和历史视频回放，适配各类管理场景的监控需要。现场监督方面，可通过项目编号快速定位检测现场，对样品制备、仪器操作、现场检测、数据采集等关键环节开展实时监督，确保检测过程符合规范要求。异常报警方面，当检测现场出现异常或设备故障时，可自动匹配对应项目生成报警信息，加快问题响应速度。为评价视频监控运行情况，采用视频在线率指标：

$$O=\frac{T_o}{T_r}\times 100\% \quad (7)$$

其中，T_o表示视频正常在线时间；T_r表示应运行时间。

2.8 外检数据管理模块

外检数据管理模块用于实现现场检测数据的统一采集、智能上传和集中展示。考虑到检测设备智能化水平不同，该模块设置自动采集、Excel或CSV文件导入、移动端人工录入3类上传渠道，以适配不同检测场景。

数据上传后自动存入外检数据库，并与对应项目、设备和检测人员信息绑定，实现全流程追溯和统一管理。该模块可自动生成外检数据统计报表、检测趋势分析、区域数据地图和项目关联分析结果；完成异常值识别与数据完整性校验，提升外检数据质量。为评价数据自动上传效果，引入自动上传率指标：

$$A=\frac{N_a}{N_t}\times 100\% \quad (8)$$

其中，N_a表示自动上传的数据数量；N_t表示外检数据总量。

3 DLIMS部署与应用验证

DLIMS开发完成后，先后在Windows 7，Windows 10和Windows 11操作系统环境中完成部署测试，并使用Google Chrome 142.0.7444.176（64位）和360浏览器16.1.5000.64（64位）开展兼容性验证。测试结果表明，DLIMS页面显示正常，各功能模块运行稳定，PC端、移动端和后台数据库之间的数据交互及时可靠，能够满足实验室日常检测业务需求。

DLIMS投入实际应用后，依托统一数据管理，实现了检测业务全流程数字化管控。项目进度、检测数据、设备状态、人员配置及外检信息可在同一平台集中呈现与动态更新，检测成果实现集中管控、快速检索和全程留痕，数据完整性与可追溯性明显增强。视频监控与项目管理联动，可远程监管检测现场，强化质量控制。同时，DLIMS可自动统计项目进度、设备利用率、人员工作量和检测数据等核心指标，为管理层提供实时数据支持，提升实验室检测业务全流程管控能力与决策科学性。

4 结束语

面向检测业务全流程管理需求，本文设计并应用了DLIMS，构建了涵盖项目、数据、人员、设备、技术、视频监控及外检数据等模块的一体化管理平台，实现了检测业务全流程数字化管控。系统运行后，提升了项目执行效率、检测数据质量、设备管理水平和外检数据管理能力，实现了业务流程标准化、管理过程透明化和决策分析数据化。

参考文献：

[1] 许蒙蒙，宋杨，郭亮，等.粮油检验实验室信息管理系统建设初探[J].粮油科学与工程，2026，40(3)：32-35.

[2] 周广林，刘兴.实验室信息管理系统数字化的发展趋势与挑战[J].实验室检测，2023，1(8)：7-12.

[3] 罗晓燕，贺倩倩，魏瑞娜.计量实验室管理体系在数字化转型中的升级路径研究[J].实验室检测，2025，3(13)：145-147.

[4] 石瑞娟，尚继武，户倩倩，等.实验室信息管理系统在环境监测应用中的问题及对策[J].实验室检测，2026，4(4)：109-112.

[5] 刘思周.利用实验室信息管理系统创建合并院校的数字化实验室[J].忻州师范学院学报，2004，20(3)：124-125.

作者简介：

汪志平（1998—），本科，助理工程师，研究方向：工程检测。