

大数据驱动的计算机实验室信息化管理系统技术优化研究

王旭辉

内蒙古农业大学, 信息与网络中心, 内蒙古 呼和浩特

收稿日期: 2026年8月7日; 录用日期: 2026年9月8日; 发布日期: 2026年9月17日

摘要

针对高校计算机实验室现有管理系统中资源调度分散、设备维护滞后和数据整合不足等问题, 本文以XX大学计算机实验室为研究对象, 提出大数据驱动的信息化管理系统优化方案。研究通过构建统一数据域, 引入协同过滤资源调度模型、孤立森林异常识别机制和多源数据融合分析模块, 实现预约、设备、维修和资产数据的贯通管理。结果表明, 优化后资源利用率由65%提升至92%, 故障响应时间由24 h缩短至1.5 h, 数据整合率由50%提升至100%, 预约成功率提升至95%。该方案能够有效增强实验室资源配置效率、设备运维能力和管理决策水平, 具有一定推广价值。

关键词

计算机实验室, 信息化管理, 大数据, 智能调度, 设备预警

Research on Technical Optimization of Big-Data-Driven Informatization Management System for Computer Laboratories

Xuhui Wang

IMAU Center of Information and Network Technology, Inner Mongolia Agricultural University, Hohhot Inner Mongolia

Received: August 7, 2026; accepted: September 8, 2026; published: September 17, 2026

Abstract

Aiming at the problems existing in the current management systems of university computer

文章引用: 王旭辉. 大数据驱动的计算机实验室信息化管理系统技术优化研究[J]. 计算机科学与应用, 2026, 16(9): 182-188. DOI: 10.12677/csa.2026.169299

laboratories, such as decentralized resource scheduling, delayed equipment maintenance and insufficient data integration, this paper takes the computer laboratory of XX University as the research object and proposes an optimization scheme for a big-data-driven informatization management system. By constructing a unified data domain, this research introduces a collaborative-filtering resource scheduling model, an isolation-forest anomaly identification mechanism and a multi-source data fusion analysis module to realize integrated management of appointment, equipment, maintenance and asset data. The experimental results show that after optimization, the resource utilization rate increases from 65% to 92%, the fault response time is shortened from 24 h to 1.5 h, the data integration rate rises from 50% to 100%, and the appointment success rate reaches 95%. The proposed scheme can effectively improve laboratory resource allocation efficiency, equipment operation-and-maintenance capability and management-decision-making level, and possesses certain promotion value.

Keywords

Computer Laboratory, Informatization Management, Big Data, Intelligent Scheduling, Equipment Early Warning

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着高校实验教学规模持续扩大, 计算机实验室承担的课程实践、科研训练和开放学习任务不断增加, 传统依赖人工登记、分散审核和事后维护的管理方式已难以适应高频预约与多设备协同运行需求[1]。尤其在多机房、多课程和多用户并行使用场景下, 实验室资源占用状态、设备健康状态和维修处置进度若不能及时共享, 容易造成资源闲置与高峰冲突并存, 也会增加管理人员的核验负担和运维风险。与此同时, 高校信息化建设已积累大量预约记录、设备日志、工单数据和用户反馈, 为实验室运行规律识别和管理流程重构提供了数据基础。基于大数据技术对这些多源信息进行统一治理、动态分析和智能应用, 不仅有助于提升资源配置的精准性, 也能够推动设备维护由被动响应转向主动预警。因此, 围绕计算机实验室管理系统开展优化研究, 对提升实验教学保障能力、降低运维成本和促进高校实验室精细化管理具有现实意义。

2. 计算机实验室信息化管理系统现状与优化需求分析

2.1. 现有系统运行现状与痛点分析

现有信息化管理系统在设备分配、场地预约、设备维护以及统计汇总等环节仍呈现出明显的割裂状态。资源调度主要依赖人工登记与分散审核, 预约信息、设备台账以及维修记录分别存放于 5 个独立子系统之中, 跨系统数据同步周期较长, 容易造成调度判断滞后。结合该校实验教学的高峰使用场景观察, 部分时段设备空闲率达到 35%, 而需求密集时又易出现重复占用与临时冲突[2]。设备维护方面, 现有告警多依赖人工巡检触发, 故障预警响应时间超过 24 h, 维修闭环链条偏长, 导致轻微异常被动累积为停机风险。数据统计层面, 由于字段口径不一致以及采集链路分散, 管理人员难以及时形成连续、可追溯的运行画像, 进而限制了实验室资源的精细化配置。整体来看, 系统虽已覆盖基础业务, 但在实时协同、状态感知以及数据整合能力上仍存在较大优化空间, 见图 1。

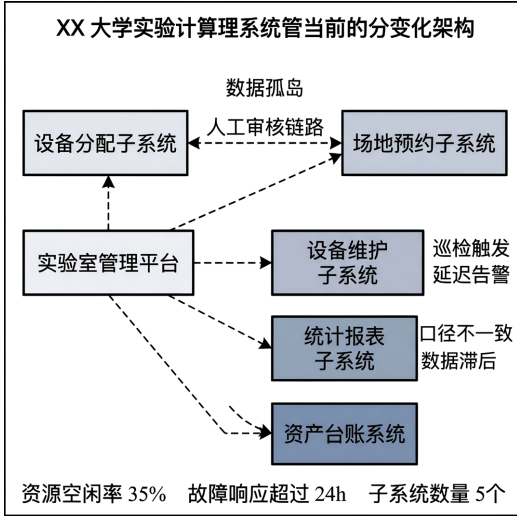


Figure 1. Decentralized architecture diagram of the existing laboratory management system
图 1. 现有实验室管理系统分散架构图

2.2. 大数据驱动下的系统优化需求与目标

鉴于 XX 大学计算机实验室在资源调度、设备维护以及数据统计链路中暴露出的协同不足，系统优化需求应从业务连续运行场景中提炼，而非停留于单一功能补丁。资源管理层面，需要把课程安排、预约申请、设备状态以及历史使用负荷纳入统一数据域，借助大数据分析开展动态匹配，使实验室工位以及计算设备的配置过程能够随教学峰谷变化进行调整，并把资源利用率目标设定为不低于 90%。设备运维层面，应围绕主机运行日志、网络连通状态、温度、电源以及外设异常信息构建持续监测链路，运用异常识别模型提前捕捉故障征兆，把故障响应时限控制在 2 h 以内，以减少人工巡检滞后带来的停机风险[3]。数据治理层面，需要对 5 个既有子系统的数据字段、身份标识以及时间戳规则进行统一，形成覆盖预约、使用、维修以及资产流转的全量数据底座，数据整合率目标设定为 100%。由此，优化目标集中体现为资源可调度、状态可感知、数据可追溯以及决策可量化。

3. 大数据驱动的实验室管理系统技术优化方案设计

3.1. 基于大数据的实验室资源智能调度模型构建

鉴于 XX 大学近 3 个月累计形成的 1200 条预约记录具有明显的时段波动性以及设备偏好特征，资源智能调度模型以课程名称、预约时段、终端类型、使用时长、机房容量以及设备维护状态作为联合特征，先把离散字段统一编码，再将预约行为映射为用户 - 资源交互矩阵[4]。结合图 2 所示流程，模型运用协同过滤算法挖掘具有相似使用模式的课程群体，并把历史高频选择的设备组合、空闲窗口以及冲突约束纳入同一计算链路，从而把分散的申请信息转化为可排序的候选分配序列。为刻画预约需求之间的邻近关系，模型采用余弦相似度计算用户行为向量的夹角大小，借此识别教学班级在设备选择、时间占用以及空间需求上的一致性，再依据相似邻域的加权投票结果生成候选最优分配方案。调度阶段同步叠加设备在线状态、维护占用以及教室负载阈值，对候选方案进行约束过滤，使输出结果兼顾资源利用率、时段连贯性以及跨班级冲突抑制，并为后续动态调整预留可回滚的决策接口。余弦相似度计算式如下。

$$\text{sim}(u,v)=\frac{\sum_{i=1}^n x_{ui}x_{vi}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_{ui}^2}\sqrt{\sum_{i=1}^n x_{vi}^2}}$$

其中, $\text{sim}(u, v)$ 表示用户 u 与用户 v 的预约行为相似度, x_{ui} 表示用户 u 在第 i 个资源维度上的取值, x_{vi} 表示用户 v 在第 i 个资源维度上的取值, n 表示资源维度总数。

3.2. 实验室设备状态监测与预警系统架构设计

面向 XX 大学计算机实验室 50 台服务器持续运行过程中易出现的温度漂移、磁盘读写阻塞以及网络链路抖动问题, 设备状态监测与预警系统选用传感器层、采集层、分析层以及预警层的分层架构来开展设计, 整体结构见图 2。传感器层把 CPU 温度、电源电压、风扇转速、磁盘 I/O、内存占用率以及网络丢包率当作核心监测对象来使用, 并且借助 SNMP 代理、主机日志探针以及机柜环境传感器形成秒级状态感知链路[5]。采集层把边缘网关部署在实验楼局域网核心交换节点, 完成异常值剔除、时间戳校准以及数据压缩上传, 避免原始日志直接汇聚造成链路拥塞。分析层选用孤立森林算法开展异常识别, 该算法把异常样本更容易被随机切分隔离的特性转化为异常评分, 适宜处理服务器状态数据中标签不足以及异常形态不固定的问题。为把多维监测向量转化为可比较的风险量化结果, 异常得分计算式如下。

$$s(x, n) = 2^{-\frac{E(h(x))}{c(n)}}$$

其中, $s(x, n)$ 表示样本 x 在样本规模 n 下的异常得分, $E(h(x))$ 表示样本 x 在孤立树中的平均路径长度, $c(n)$ 表示样本规模为 n 时二叉搜索树的平均路径长度修正项。

预警层把异常得分、设备资产编号以及业务占用状态进行关联, 当服务器风险值连续超过设定阈值时, 系统会把预警信息推送至实验室管理员终端以及维修工单模块, 同时按照黄色提示、橙色告警以及红色处置建议进行分级呈现。结合 50 台服务器的运维需求, 模型识别准确率目标设定为 95%, 以便在不增加人工巡检频次的前提下, 把故障征兆提前纳入闭环管理流程[6]。

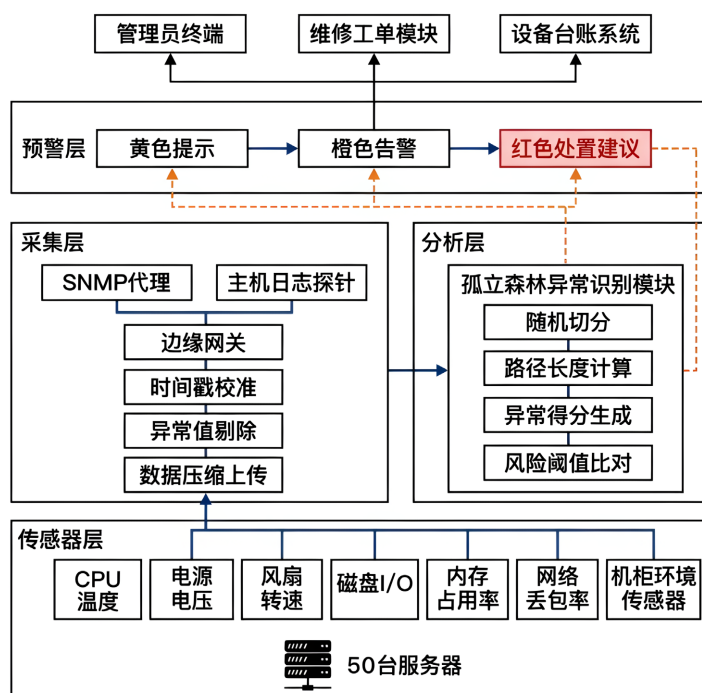


Figure 2. Architecture diagram of equipment monitoring and early-warning system

图 2. 设备监测预警系统架构图

3.3. 多源数据融合的实验室使用行为分析模块开发

面向预约记录、设备运行日志以及使用反馈的联合分析需求，该模块把课程预约时间、机位占用状态、终端故障码、维修工单以及用户评价文本统一纳入同一分析链路，并借助字段对齐、异常值剔除以及语义分词完成跨源数据融合。考虑到 XX 大学计算机实验室在 14:00~18:00 时段呈现出预约集中、设备切换频繁以及反馈信息密集的运行特性，模块进一步把该时段作为重点观察窗口，围绕高峰到访节律、设备闲置间隙以及重复预约倾向开展关联挖掘，从而把分散在不同子系统中的行为痕迹转化为可比较的时序特征[7]。为避免单一指标放大偶然波动的影响，模块引入熵权法对各类特征进行赋权，借助信息离散程度刻画预约密度、故障频次以及满意度变化对行为识别的贡献差异，进而形成更贴近真实使用情境的综合画像。

$$w_j = \frac{1 - e_j}{\sum_{j=1}^m (1 - e_j)}$$

其中， w_j 表示第 j 项特征的权重， e_j 表示第 j 项特征的熵值， m 表示参与融合的特征总数。基于权重结果，模块把高峰时段的预约集中度、设备异常关联度以及反馈情绪倾向进行联合编码，输出面向班级、机房以及设备三个层级的使用行为特征向量，并为后续调度优化提供稳定的数据依据。

4. 优化系统的效果验证与分析

4.1. 系统性能测试与指标对比

为检验优化方案在实验室业务链路中的适配性，本文围绕资源调度、故障处置以及数据治理三类核心指标展开对比分析。结合 XX 大学计算机实验室既有运行口径可见，优化前系统在跨子系统协同时仍存在明显滞后，资源利用率长期徘徊于 65%，设备异常从触发告警到进入维修流程的响应时长约为 24 h，数据整合率仅为 50%。在引入统一数据域、异常识别机制以及约束调度逻辑后，资源利用率提升至 92%，响应时长压缩至 1.5 h，数据整合率达到 100%，说明系统在资源配置效率、运维闭环速度以及数据贯通能力方面已形成较为稳定的协同提升路径。见表 1。

Table 1. Comparison table of core system indicators before and after optimization

表 1. 优化前后系统核心指标对比表

指标项目	优化前	优化后	变化幅度
资源利用率	65%	92%	提升 27 个百分点
故障响应时间	24 h	1.5 h	缩短 22.5 h
数据整合率	50%	100%	提升 50 个百分点
预约冲突处置效率	低	高	协同水平明显改善

4.2. 用户体验与管理效率提升分析

在资源调度逻辑与预警链路完成统一之后，系统的使用感受不再停留于功能可用层面，而是逐步转向流程顺畅与管理协同的综合改善。结合对 50 名管理员以及 200 名学生的问卷回收结果，管理员对报表汇总、预约审核以及异常处置的平均满意度达到 90 分，学生对课程预约、设备选用以及反馈提交的平均满意度达到 88 分，说明界面交互、任务响应以及信息可读性已较好契合实验教学场景[8]。更值得关注的是，原本需要 2 h 完成的统计报表生成流程压缩至 10 min 以内，预约成功率由 70%提升至 95%，这表明

统一数据底座与约束调度机制共同降低了人工反复核验的成本，也把跨子系统切换带来的操作阻滞明显减弱。见表 2。

Table 2. Survey result table of user satisfaction
表 2. 用户满意度调查结果表

调查对象	样本数	平均满意度得分	报表获取便捷度	预约流程顺畅度	持续使用意愿
管理员	50	90	92	89	91
学生	200	88	87	90	89
合计	250	88.4	88.0	89.8	89.4

从管理效率变化来看，报表生成时间的缩短意味着实验室能够更快完成课表核对、设备盘点以及维修派单，原先依赖人工汇总的滞后环节由此被压缩到可日常化处理的范围内。对学生端而言，预约成功率的提升反映出资源占用冲突得到更稳定的控制，课程高峰期的排队等待和重复申请随之减少。两类用户在问卷中的一致高分，说明该系统并非单纯提升了后台处理速度，而是把管理端的统筹效率与前台端的使用体验同步拉升，进而为实验室日常运行提供了更平稳的协同支撑[9]。

4.3. 优化方案的可行性与推广价值评估

从投入结构来看，XX 大学计算机实验室优化方案的建设成本控制在 15 万元，其中硬件投入 5 万元，主要用于边缘网关、环境传感器以及服务器状态采集终端配置；软件投入 10 万元，主要覆盖统一数据接口、调度算法模块、预警工单联动以及可视化管理界面开发。该投入规模与 50 台服务器以及多机房预约场景相匹配，不需要对既有网络架构进行大规模拆改，实施风险处于可控范围。结合年度运行收益测算，系统上线后可减少人工巡检、重复核验以及故障延迟处置产生的维护成本 8 万元，同时借助资源利用率提升、预约冲突减少以及教学连续性改善形成约 20 万元间接收益，年综合收益达到 28 万元，具备较短周期内回收建设投入的经济基础。进一步从高校推广角度观察，该方案把数据治理、智能调度以及状态预警嵌入实验室日常业务流程，技术模块具有较强的可迁移性，适宜在拥有多机房、多课程以及高并发预约需求的高校计算机实验室中开展复制应用[10]。

5. 结语

本文围绕 XX 大学计算机实验室管理系统的运行痛点，构建了以统一数据底座、智能调度、状态监测和行为分析为核心的优化方案。研究表明，大数据技术能够将分散的预约、设备、维修和反馈信息转化为连续可用的管理依据，使实验室运行从经验判断逐步转向数据驱动。优化后的系统不仅提升了资源利用率和故障处置效率，也改善了管理员与学生的使用体验。后续可进一步扩大样本周期，接入更多类型实验设备，并结合实时学习机制持续修正调度模型和预警阈值，以增强系统在不同高校实验室场景中的适应能力。

参考文献

[1] 葛藤, 李思遥, 李学军, 李雪梅. 医学检验实验室信息化管理系统的优化与实践研究[C]//中国高校校办产业协会终身学习专业委员会. 第五届教育信息技术创新与发展学术研讨会论文集. 大连: 大连国际旅行卫生保健中心(大连海关口岸门诊部); 营口: 营口海关综合技术服务中心; 丹东: 东港综合技术服务中心; 北京: 中国高校校办产业协会, 2025: 141-143.

[2] 文屏, 李文英, 侯建勋, 王淑红, 金震, 张京日, 涂小强, 曾导, 王景隆. 人工智能在实验室信息化管理系统中的应用[J]. 中国药品标准, 2025, 26(3): 246-250.

- [3] 黄建华, 姚瑜, 陈杰. 实验室信息管理系统研究进展[J]. 粮食科技与经济, 2025, 50(4): 108-111.
- [4] 陈念. 基于大数据技术的高校体育信息化管理系统探究[J]. 华东科技, 2025(7): 116-118.
- [5] 王娇. 实验室信息管理系统在煤炭第三方检测实验室中的应用[J]. 煤炭加工与综合利用, 2025(9): 87-91.
- [6] 李雄亮, 路芳瑞. 利用计算机实验室创建高性能计算集群[J]. 网络安全技术与应用, 2025(11): 126-128.
- [7] 程婷, 王创业, 练景晟, 等. 多维信息共享机制下的研究生实验室管理系统[J]. 实验室研究与探索, 2025, 44(5): 229-233+256.
- [8] 张宝安. 基于信息化的计算机实验室管理系统设计与实现[J]. 电脑编程技巧与维护, 2022(7): 83-85+137.
- [9] 伍家恒, 覃显力. 基于云平台的高校计算机实验室管理设计与实现[J]. 电子技术与软件工程, 2022(4): 240-243.
- [10] 汪珊珊. 新形势下高校计算机实验室管理的思考[J]. 电脑知识与技术, 2022, 18(3): 32-33.