

基于物联网技术的高校实验室智能化管理系统设计与实践

季学猛

(南开大学 医学院, 天津 300071)

摘要: 高校实验室是培养科技人才的重要场所, 然而传统的实验室管理方式存在诸多问题, 如效率低、成本高、管理难度大等。新冠肺炎疫情等疫情进一步凸显了实验室管理面临的挑战。因此, 建立高校实验室智能化管理系统成为亟需解决的问题。高校实验室智能化管理旨在实现实验室设备和管理流程的自动化和智能化, 提高管理效率、安全性和可靠性。该领域受益于人工智能、物联网和云计算等技术的快速发展和应用。通过物联网技术, 高校实验室可以建立智能化管理系统, 实现设备的自动监控、环境参数的实时采集、数据的自动上传和处理以及安全管理等功能。智能化管理系统不仅能提升实验室的管理效率和安全性, 还能为科研和教学带来更多成果。

关键词: 物联网; 高校实验室; 智能化管理; 传感器; 嵌入式系统; 数据库

中图分类号: G482

文献标识码: A

Design and Implementation of an IoT-based Intelligent Management System for University Laboratories

Ji Xuemeng

(School of Medicine, Nankai University, Tianjin 300071, China)

Abstract: University laboratories play a crucial role in nurturing scientific talent. However, conventional approaches to laboratory management encounter various challenges, encompassing inefficiency, high costs, and administrative complexities. The COVID-19 pandemic and similar outbreaks have further underscored the difficulties in laboratory management. Consequently, the urgent need to establish intelligent management systems for university laboratories has arisen. The objective of intelligent management in these laboratories is to automate and optimize equipment and administrative processes, thereby enhancing efficiency, safety, and reliability. This field benefits from the rapid advancements and application of technologies such as artificial intelligence, the Internet of Things, and cloud computing. By implementing Internet of Things

technology, university laboratories can establish intelligent management systems that enable automated equipment monitoring, real-time collection of environmental parameters, automated data upload and processing, as well as improved security management. These intelligent management systems not only elevate the efficiency and safety of laboratory operations but also contribute to greater research and educational outcomes.

Key words: Internet of Things (IoT); University laboratory; Intelligent management; Sensor; Embedded system; Database

高校实验室是科学研究和学生教育的重要场所，是培养高素质科技人才的摇篮。在过去的几年中，高校实验室管理面临着越来越多的挑战，尤其是新冠肺炎疫情等疫情的爆发，给实验室管理带来了更大的压力^[1,2,3]。传统的实验室管理方式主要依赖于人工监控和手动操作，存在着许多问题，如效率低、成本高、管理难度大等，且人为的管理漏洞容易导致实验室安全问题。因此，建立高校实验室智能化管理系统成为了迫切需要解决的问题。

高校实验室智能化管理是一项全新的技术领域，旨在实现实验室设备和管理流程的自动化和智能化，使实验室管理变得更加高效、安全和可靠。在过去几年中，随着人工智能、物联网、云计算等技术的快速发展和应用，智能化管理已经成为了实验室管理的趋势和方向^[4,5,6,7]。

智能化管理系统的建立可以通过物联网技术实现。物联网技术是指将物理世界和数字世界进行连接，通过物体间的信息交互实现自动化和智能化。在高校实验室中，物联网技术可以将各种设备连接在一起，形成一个智能化的管理系统，实现实验室设备的自动监控、环境参数的实时采集、数据的自动上传和处理、安全管理等多个功能。智能化管理系统不仅能够提高实验室的管理效率和安全性，还能够为实验室带来更多的科研和教学成果。

1 高校实验室智能化管理系统的设计和实现

高校实验室智能化管理系统的设计和实现，包括硬件和软件方面的内容。具体来说，可以涉及以下几个方面：

1.1 系统硬件设计

在高校实验室智能化管理系统的设计与实现中，系统硬件设计是一个至关重要的环节，它直接决定了系统的实时监测能力和数据采集质量。合理选择和布置传感器设备，是实现

实验室自动化监控的基础。

首先，根据实验室的具体情况和需求，选择适合的物联网传感器，包括温度传感器、湿度传感器、氧气传感器、压力传感器等^[8]。这些传感器能够实时监测实验室的环境参数，如温度、湿度、氧气含量、气压等，从而能够及时发现并处理实验室环境异常情况，保证实验室的稳定运行。

其次，为了进一步提高实验室的安全性，还可以考虑安装监控摄像头、火灾报警器等安全设备^[9, 10]。监控摄像头能够实时记录实验室内的情况，发现不良行为和安全隐患，火灾报警器能够及时发现火灾情况并报警，为实验室的安全提供有效保障。

最后，对传感器设备的布置也需要进行合理规划，确保传感器覆盖范围广泛且能够准确反映实验室的状态。可以根据实验室的结构和使用情况，在实验室各个区域选择合适的位置布置传感器，以确保数据的准确性和全面性。

综上所述，系统硬件设计是高校实验室智能化管理系统设计的关键环节之一。通过合理选择和布置物联网传感器和安全设备，可以实现实验室的自动化监控和智能化管理，提高实验室管理的效率和安全性。同时，也需要注重传感器设备的布置，确保数据的准确性和全面性。

1.2 嵌入式系统设计

嵌入式系统设计在高校实验室智能化管理系统中起着关键作用，它涉及到传感器数据的采集、处理和传输，以及与系统其他组件的协同工作。嵌入式系统的选择和开发对于系统的性能、可靠性和稳定性都具有重要影响。

首先，选择适合的嵌入式系统平台是至关重要的。常见的嵌入式开发板如 Arduino^[11]、Raspberry Pi^[12]等，它们具有强大的计算和通信能力，支持多种传感器接口和数据传输方式。根据实验室的需求和系统规模，选择适合的嵌入式开发板，以确保系统能够满足数据采集和处理的要求。

其次，嵌入式系统需要进行传感器数据的采集和处理。通过与传感器设备进行连接，实时采集传感器数据，并进行必要的预处理和校正。这包括数据滤波、数据校验和数据格式转换等操作，以确保采集到的数据准确可靠。同时，根据系统的实际需求，可以进行数据的降噪、去重和压缩等处理，以减少数据传输的带宽和存储需求。

此外，嵌入式系统还需要与其他组件进行协同工作，如与数据库进行数据交互、与前端界面进行通信等。通过定义良好的通信接口和协议，实现数据的传输和交换。同时，嵌

入式系统还需要具备稳定性和可靠性，能够处理异常情况和错误，保证系统的连续运行和数据的完整性。

最后，嵌入式系统的开发需要考虑系统的扩展性和灵活性。随着实验室管理需求的变化，系统可能需要增加新的传感器设备或功能模块。因此，嵌入式系统的设计应具备良好的可扩展性，能够方便地集成新的硬件设备和软件功能，以适应实验室管理的不断发展和改进。

综上所述，嵌入式系统设计是高校实验室智能化管理系统中至关重要的一环。通过选择适合的嵌入式平台、进行传感器数据的采集和处理、实现与其他组件的协同工作，可以实现实验室数据的准确采集和可靠传输，为实验室的智能化管理奠定坚实的基础。

1.3 数据库设计

数据库设计在高校实验室智能化管理系统中扮演着至关重要的角色。它负责存储和管理实验室的监测数据、设备信息、用户信息等相关数据，为系统的正常运行和数据管理提供支持。

首先，数据库设计需要考虑适当的数据库类型。常见的关系型数据库如 MySQL^[13]、SpringBoot^[14]、SQL Server^[15]等，它们具备结构化数据存储和强大的查询功能。选择适合系统需求的数据库类型，以保证数据的安全性和一致性。

其次，进行数据表结构的设计。根据实验室管理的需求和数据的特点，定义合适的数据表，明确数据表之间的关系和属性。例如，可以设计实验室设备表、环境参数表、用户表等，每个表包含相应的字段和主键，用于存储和索引数据。

在数据库设计中，还需要考虑数据访问和查询的接口设计。通过定义适当的查询语句和 API 接口^[16]，实现对数据的快速访问和提取。这样，管理人员和系统用户可以根据需要，自由地查询和分析实验室的数据，从而支持实验室管理和决策的进行。

此外，数据库设计还需要考虑数据的备份和恢复机制。定期进行数据库的备份，以防止数据丢失和系统故障。同时，可以考虑数据的版本控制和历史记录，以便追溯和审计数据的变更过程。

最后，数据库设计还应考虑数据的安全性和权限控制。通过设置合适的用户权限和访问控制机制，确保只有经过授权的人员能够访问和修改数据，保护实验室的信息安全。

综上所述，数据库设计在高校实验室智能化管理系统中具有重要意义。通过选择适当的数据库类型、进行数据表结构设计、定义查询接口和考虑数据的备份与权限控制，可以

确保实验室数据的安全存储、高效管理和灵活应用。合理的数据库设计将为实验室智能化管理提供可靠的数据支持和决策依据。

1.4 前端界面设计

前端界面设计在高校实验室智能化管理系统中起着至关重要的作用，它是用户与系统之间的桥梁，通过直观的界面和友好的交互方式，使用户能够方便地查看实验室的实时数据、报警信息，并进行相关操作。

首先，前端界面设计需要考虑用户的需求和使用习惯。通过用户调研和需求分析，了解用户对实验室管理系统的期望和需求，确定界面设计的基本方向。界面应该简洁明了，功能布局清晰，用户能够直观地找到所需的信息和功能。

其次，通过可视化方式展示实验室数据。利用图表、报表、地图等可视化工具，将实验室的监测数据以直观的方式展示出来，使用户能够一目了然地了解实验室的状态和趋势。例如，使用折线图展示温度变化趋势，使用柱状图展示湿度变化情况等，以使用户能够更好地分析和理解数据。

此外，前端界面还需要具备实时数据更新和刷新的能力。通过与后端系统的数据交互，实现实时数据的获取和更新，确保用户能够实时获得最新的实验室状态。可以采用 Ajax 等技术实现数据的异步加载和动态更新^[7]，提供流畅的用户体验。

在交互方面，前端界面应该提供用户友好的操作方式。例如，通过按钮、下拉菜单、输入框等控件，让用户能够方便地进行查询、筛选、修改等操作。同时，考虑到不同设备的兼容性，界面应该具备响应式设计，能够适应不同屏幕尺寸和设备类型，如桌面电脑、平板电脑和手机等。

最后，前端界面设计也要注重系统的反馈和提示机制。通过合适的提示信息、警告提示和错误处理，向用户传递操作结果和系统状态，提供良好的用户反馈。

综上所述，前端界面设计在高校实验室智能化管理系统中具有重要作用。通过考虑用户需求、采用可视化方式展示数据、实现实时数据更新和提供友好的操作方式，使用户能够方便地查看实验室数据、进行相关操作，并获得良好的用户体验。良好的前端界面设计将提高实验室管理效率和用户满意度。

1.5 系统测试和评估

系统测试和评估是高校实验室智能化管理系统开发过程中不可或缺的环节。它旨在验证系统的功能完整性、性能稳定性和用户体验，确保系统能够满足实验室管理的需求并具

备良好的可靠性。

首先，系统测试涉及到功能测试。通过制定详细的测试计划和测试用例，对系统的各项功能进行验证和确认。例如，对于实验室环境监测功能，可以模拟不同环境条件，检查传感器数据的采集和处理是否准确，报警机制是否正常工作等。同时，还需要测试系统的其他功能模块，如设备管理、用户权限控制、数据查询和报表生成等，以确保系统的功能完备和符合预期。

其次，性能测试是评估系统在实际使用条件下的响应速度、稳定性和负载能力。通过模拟实验室实际运行情况，对系统进行压力测试和负载测试，以评估系统的性能表现。性能测试可以包括并发用户数、数据处理速度、系统响应时间等指标的测试，确保系统能够在高负载情况下稳定运行，并满足实验室管理的要求。

另外，用户体验测试是评估系统易用性和用户满意度的重要环节。通过招募用户代表或专业测试人员，进行用户界面的易用性测试和用户操作流程的评估。这包括用户对界面的理解和操作的便捷程度、系统反馈的及时性和准确性等方面。通过用户反馈和评估结果，对系统的界面和交互进行优化，提升用户体验和系统的可用性。

最后，系统评估是对整个系统功能、性能和用户体验的综合评估。通过与实验室管理人员和用户的沟通和讨论，收集他们对系统的意见和建议，以便进一步改进和优化系统。系统评估可以包括问卷调查、用户反馈会议等形式，以获取全面的系统评价和改进方向。

综上所述，系统测试和评估是高校实验室智能化管理系统开发过程中必不可少的环节。通过功能测试、性能测试和用户体验测试，以及系统评估，可以验证系统的功能完整性、性能稳定性和用户满意度，为实验室管理提供可靠和优化的解决方案。

2 高校实验室智能化管理系统的实践效果

高校实验室智能化管理系统的实践效果是指通过该系统的应用和推广所取得的实际效果和影响。下面将详细介绍几个方面的实践效果。

首先，实验室管理效率的提升是智能化管理系统的显著效果之一。通过系统的自动化数据采集和处理，减少了人工操作的繁琐和错误率，提高了数据的准确性和及时性。管理人员可以通过系统快速查询实验室的各项数据和状态，对实验室运行情况进行实时监控和分析，及时采取相应的管理措施。同时，实验室资源的预约和调度也变得更加高效，通过系统的自动化预约和排程功能，可以更好地利用实验室设备和空间，提高资源利用率。

其次，实验室安全性和可靠性的提升是智能化管理系统的重要效果之一。系统通过实时监测和报警机制，能够及时发现实验室环境的异常和风险，如温度过高、湿度异常、气体泄漏等，及时发出报警通知，管理人员可以迅速采取相应的应对措施，保障实验室的安全和稳定运行。此外，系统还能提供设备的维护和保养提醒，及时进行设备的维修和保养，减少设备故障和停机时间，提高实验室设备的可靠性和稳定性。

第三，数据分析和决策支持是智能化管理系统的重要效果之一。系统通过对实验室的数据进行分析和挖掘，可以提供各种统计报表、趋势分析图和数据对比等功能，帮助管理人员深入了解实验室的运行情况和趋势，为决策提供有力的支持。例如，可以通过数据分析发现实验室设备的使用情况，提供设备的优化使用建议；可以根据历史数据预测实验室资源的需求，进行合理的资源调配规划。这些数据分析和决策支持功能可以帮助实验室管理人员更加科学地管理和运营实验室，提高实验室的效益和竞争力。

最后，实验室科研与教学的支持是智能化管理系统的重要效果之一。系统提供了实验室资源预约和调度功能，支持科研人员和教师进行实验室资源的申请和管理。科研人员和教师可以通过系统预约实验室设备和空间，合理安排实验室的使用时间和资源分配，避免资源冲突和浪费。同时，系统还可以提供实验室资源的可视化展示，让用户能够直观地查看实验室设备的使用情况和预约情况，方便科研人员和教师进行资源的选择和规划。这样的支持可以提高实验室资源的有效利用率，提升科研和教学的效果和质量。

此外，智能化管理系统还为实验室管理带来了其他的一些附加效果。例如，系统的数据存储和备份功能可以确保实验室数据的安全和可靠性，防止数据丢失和损坏。系统还可以提供实验室设备的远程监控和控制功能，使管理人员能够随时随地对实验室设备进行监控和控制，提高实验室的远程管理能力。

总之，高校实验室智能化管理系统的实践效果是多方面的。通过提升实验室管理效率、增强实验室安全性和可靠性、提供数据分析和决策支持以及支持科研与教学等方面的应用，系统能够有效改进传统实验室管理模式，提升实验室管理的水平和质量。实验室管理人员能够更加高效地管理实验室，科研人员和教师能够更好地利用实验室资源进行科研和教学活动。随着智能化技术的不断发展，高校实验室智能化管理系统将在未来继续发挥更大的作用，为高校实验室管理带来更多的创新和进步。

3 结语

高校实验室智能化管理系统的设计与实现是一个复杂而关键的任务。通过对系统的整体架构、硬件设计、嵌入式系统设计、数据库设计、前端界面设计以及系统测试和评估等方面的详细介绍，我们深入探讨了实验室智能化管理系统的关键要素和技术实现。在实践过程中，我们发现高校实验室智能化管理系统的应用具有重要的实际意义和应用价值。系统的应用能够提升实验室管理的效率，增强实验室的安全性和可靠性，提供数据分析和决策支持，支持科研与教学活动。系统的成功应用不仅为高校实验室管理带来了创新和进步，也为高校科研与教学事业的发展做出了重要贡献。然而，我们也意识到在系统的设计与实践过程中面临一些挑战和问题。需求分析和设计、系统安全性和隐私保护、系统部署和应用、系统的可扩展性和兼容性以及经济成本等方面是我们需要关注和解决的重要问题。通过深入的研究和不断的实践，我们可以采取相应的措施来应对这些挑战，确保系统的顺利实施和应用。

本论文的研究不仅对高校实验室智能化管理系统的设计与实践提供了有益的借鉴和参考，也为智能化技术在高校实验室管理领域的应用探索提供了新的思路和方法。我们相信基于物联网技术的高校实验室智能化管理系统将为高校实验室管理带来更多的创新和突破。在智能化技术的引领下，我们可以进一步提升实验室的智能化水平，实现实验室资源的优化配置和高效利用。

参考文献：

- [1] 魏瑶,张英,钟其顶,王晓龙,罗安来,王允中,岳红卫.浅析新冠肺炎疫情期间食品检验实验室的质量管理体系现状及其对策[J].食品安全导刊,2020(17):32-35.
- [2] 胡子净,刘玉婷.浅谈新型冠状病毒肺炎疫情下医学院校实验室的安全防控管理[J].医学教育管理,2021,7(S1):198-200.
- [3] 陈黎艳.新冠肺炎疫情常态化背景下化学实验室的安全管理实践[J].实验室研究与探索,2022,41(08):318-320+332.
- [4] 袁国玉.实验室信息管理系统(LIMS)概述[J].中国检验检测,2023,31(02):77-78.
- [5] 陆冷飞,唐伟方.高校智慧教学环境建设研究与实践[J].中国信息化,2023(02):69-72.
- [6] 阳富强,陈星霖,余龙星.基于云平台的高校实验室智慧应急管理系统构建[J].化工高等教育,2023,40(01):76-83.
- [7] 陈仕云,王玮.高校实验室安全智能信息化管理的研究探索[J].山东化

工,2023,52(02):196-197+201.

- [8] 钱志鸿,王义君.面向物联网的无线传感器网络综述[J].电子与信息学报,2013,35(01):215-227.
- [9] 叶元兴,马静,赵玉泽,沈一岚,任忠诚.基于 150 起实验室事故的统计分析及安全管理对策研究[J].实验技术与管理,2020,37(12):317-322.
- [10] 范书锋,吴宇环,谭永辉,闫云熙,谢慷慷.基于人脸识别的高校实验室门禁系统[J].科技视界,2021(18):93-95.
- [11] 郑昊.基于 Arduino/Android 的蓝牙通信系统设计与实现[D].湖北大学,2012.
- [12] 陈锐.基于树莓派和 Arduino 智能家居控制系统研究和设计[D].天津职业技术师范大学,2018.
- [13] 胡敏.Web 系统下提高 MySQL 数据库安全性的研究与实现[D].北京邮电大学,2015.
- [14] 单树倩,任佳勋.基于 SpringBoot 和 Vue 框架的数据库原理网站设计与实现[J].电脑知识与技术,2021,17(30):40-41+50.
- [15] 闫旭.浅谈 SQL Server 数据库的特点和基本功能[J].价值工程,2012,31(22):229-231.
- [16] 乌云霄,戴晶.面向 5G 的边缘计算平台及接口方案研究[J].邮电设计技术,2017(03):10-14.
- [17] 梁国健.基于 Ajax 技术和 HTML5 的实验室管理系统的设计与实现[D].中山大学,2012.