

基于“互联 + 定制”的电子科学与技术专业基础实验室数智化建设研究

朱 莉, 高向军, 王亚伟, 任倩倩

空军工程大学防空反导学院, 陕西 西安

收稿日期: 2024年9月3日; 录用日期: 2024年10月7日; 发布日期: 2024年10月21日

摘 要

文章旨在探讨基于“互联 + 定制”的电子科学与技术专业基础实验室数智化建设。通过详细分析当前实验室建设中存在的问题, 结合大数据与人工智能技术的优势, 提出数智化实验室的具体建设原则、实施策略以及解决方案, 以期对实验教学的改革与发展提供有益的参考与启示。

关键词

大数据, 人工智能, 专业基础, 实验室, 数智化

Research on the Digital Intelligent Construction of Electronic Science and Technology Professional Basic Laboratory Based on “Interconnect + Customized”

Li Zhu, Xiangjun Gao, Yawei Wang, Qianqian Ren

Air and Missile Defense College, Air Force Engineering University, Xi'an Shaanxi

Received: Sep. 3rd, 2024; accepted: Oct. 7th, 2024; published: Oct. 21st, 2024

Abstract

This paper aims to explore the digital intelligent construction of electronic science and technology professional basic Laboratory based on “Interconnect + Customized”. It provides a detailed analysis of the inherent problems in contemporary laboratory construction. Combining the advantages of big data and AI, it proposes specific construction requirements for a digital intelligent laboratory.

文章引用: 朱莉, 高向军, 王亚伟, 任倩倩. 基于“互联 + 定制”的电子科学与技术专业基础实验室数智化建设研究[J]. 创新教育研究, 2024, 12(10): 217-223. DOI: 10.12677/ces.2024.1210700

It also proposes implementation strategies and solutions, aiming to provide valuable references and development of experimental teaching.

Keywords

Big Data, AI, Professional Basic, Laboratory, Digital Intelligent

Copyright © 2024 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

在当前信息技术与教育教学深度融合的时代背景下，数智化已成为教育创新的重要驱动力。随着云计算、大数据、人工智能等技术的日益成熟与广泛应用，数智化教育正悄然改变着传统的教学模式，为教育领域带来了一场前所未有的革命性变革[1][2]。在此背景下，传统工科专业，尤其是电子科学与技术专业的基础实验室，其数智化转型不仅是技术进步的必然选择，更是提升教学质量、培养具备创新素养与实践能力人才的关键路径[3]-[5]。

目前，传统电子科学与技术专业基础实验室普遍面临教学资源有限、教学内容单一、教学方法陈旧等问题，这些问题严重制约了实验教学的有效性和学生综合素质的提升。为积极应对数智化时代的召唤，我们亟需秉持平台级互联、模块级定制及实验内容融合贯通的创新理念，对实验室进行全方位、深层次的数智化改造与升级。本文深入剖析当前专业基础实验室的现状与瓶颈，精准把脉存在的问题，进而提出实验室数智化建设的核心原则。在此基础上，从构建开放共享、互联互通的实验平台体系，到开发功能灵活、按需定制的实验模块，再到设计并实施多样化、个性化的实验课程体系，全面探索并阐述了专业基础实验室数智化转型的策略与实施路径。这些探索旨在为电子科学与技术专业基础实验室的创新发展提供思路与参考，更为培养适应新时代需求、具备创新精神与实践能力的工程技术人才提供有益借鉴和重要指引。

2. 专业基础实验室现状分析

传统工科专业的基础实验室，作为培养学生实践技能与科学素养的关键场所，其重要性不言而喻。然而，在教育理念持续革新与科技日新月异的当下，传统实验室的教学模式日益显现出其局限性与不足。

2.1. 教学资源有限

传统的电子科学与技术专业基础实验室普遍呈现孤立状态，缺乏跨课程、跨平台的互联互通。每个实验室往往仅专注于单一课程的教学需求，导致实验教学资源与数智化教学的要求之间存在显著差距。实验室资源主要依赖于有限的物理设备和仪表，而这些设备型号老旧、种类单一、数量不足，且更新不及时，难以跟上数智化时代的步伐。实验环境的局限性和资源更新的滞后性，不仅限制了实验项目的多样性和深度，还制约了实验室容纳学生的能力，难以满足日益增长的教学需求。此外，实验室平台之间不兼容和虚拟化实验的匮乏，严重阻碍了数智化实验室建设的进程。

2.2. 教学内容单一且缺乏创新

实验室开设的每一个实验往往局限于课程中的单一知识点，无法形成课程与课程、知识点与知识点

的有效联动。实验项目设计僵化，缺乏灵活性和创新性，导致学生只能被动地按照固定的实验项目和既定步骤操作，难以激发其主动性和探索欲。此外，理论与实践之间的脱节也是一大问题，部分实验内容未能有效结合理论知识，使学生在实验过程中难以深入理解实验背后的原理和应用场景，从而影响了实验效果和学习成效。更为重要的是，传统实验室往往侧重于验证性实验，缺乏综合性实验的设计，导致学生难以构建系统、完整的知识体系，限制了其综合素质和创新能力的培养。

2.3. 教学方法陈旧且缺乏针对性

传统实验室的教学模式往往采用“一刀切”的方式，忽视了学生之间的个体差异和个性化需求。在实验教学过程中，教师往往过于注重实验操作，而忽视了与学生的互动和反馈，导致学生在遇到问题时难以得到及时的指导和帮助。同时，传统实验室对现代教学技术的应用不足，如虚拟仿真实验、在线实验平台等先进手段的缺失，限制了实验教学与现代科技的深度融合，影响了教学效率与质量的提升。此外，个性化教学的缺失也是传统实验室教学模式的一大弊端，学生难以根据自己的兴趣和能力选择合适的实验项目，限制了其创新潜能的发挥。

综上所述，传统的电子科学与技术专业基础类实验室在教学资源、教学内容、教学方法以及个性化教学等方面存在的诸多问题与不足，已严重制约了实验教学的质量与效果。因此必须紧跟时代发展潮流，积极响应现代教育改革的号召，从教学平台、实验资源、教学模式及个性化教学等多个维度入手，加大投入与创新力度，全面推进专业基础实验室的数智化转型与发展。

3. 专业基础实验室数智化建设原则

3.1. 以学生为中心

数智化教学模式的首要原则是确立学生的中心地位，这意味着教学模式应紧密围绕学生的个性化需求、学习风格及能力水平来精心设计。为实现这一目标，需要通过大数据分析学生的学习历史、兴趣偏好和能力水平等，为每位学生量身定制个性化的学习路径和进度安排，确保学习内容的高度针对性和有效性。同时，鼓励学生主动探索知识，提供多样化的学习资源，如视频教程、在线课程、模拟实验等，以及自主学习任务，以此激发学生的求知欲和创造力。此外，为了进一步激发学生的学习动力和参与度，可以采用游戏化学习、积分奖励、成就系统等手段，增强学习的趣味性和挑战性，从而使学生在充满动力的学习环境中，更加主动地投入到学习过程中。

3.2. 数字化与智能化融合

数智化教学模式强调数字技术与智能技术的深度融合，旨在通过数字化手段提升教学效率和质量，并利用人工智能技术优化教学流程，实现教学过程的智能化管理。在这种模式下，需要注重数字化教学资源的丰富性，利用数字技术创建和整合如数字化教材、在线课程、虚拟实验等高质量的教学资源，为学生提供便捷、高效的学习途径。同时，智能化教学管理的精准性也是其核心之一，通过人工智能技术优化教学管理流程，包括自动排课、智能考勤、在线考试等，从而显著提高管理效率和准确性。此外，智能辅助教学的应用也是不可或缺的，利用 AI 助教进行作业批改、学习辅导和答疑，这不仅减轻了教师的负担，还能根据学生的学习情况提供个性化的学习建议和反馈，进一步促进个性化学习的实现。

3.3. 情境化与实践性并重

数智化教学模式应着重于理论知识与实际应用场景的紧密结合，通过创设真实的或模拟的职业情境，让学生在解决实际问题的过程中深入掌握知识和技能，从而有效提升实践能力。这种模式包括情境化教

学，即通过创设模拟或真实的职业场景，让学生在接近实际工作的环境中进行学习和实践，以此增强学习的针对性和实用性。同时，项目驱动学习也是其重要组成部分，通过设计具有挑战性和实践性的项目任务，学生能够在完成项目的过程中综合运用所学知识，进而提升解决问题的能力。此外，实验与实训的结合同样关键，在实验室环境中开展实验和实训活动，学生通过动手操作和模拟实践，不仅加深了对理论知识的理解，还能更好地应用于实际，实现了理论知识与实践技能的深度融合。

3.4. 过程性评价与反馈同步

数智化教学模式应着重关注学生的学习过程，通过利用学习管理系统、在线考试系统等工具实时采集学生的学习数据，如学习时间、答题情况、互动行为等，以便对学生的行为进行过程性评价。这种评价是多维度的，不仅仅局限于知识的掌握程度，还包括学习态度、团队协作能力等多个方面，从而形成对学生学习的全面画像。基于这些评价结果，教学模式能够提供及时、准确的反馈和建议，帮助学生及时调整学习策略和方法，以优化学习路径，最终达到提高学习效果的目的。这样的即时反馈与调整机制，确保了学生在学习过程中的持续进步和个性化发展。

3.5. 开放性与互动性兼容

数智化教学模式应具备开放性和互动性，通过构建开放的学习平台和资源网络，促进师生、生生之间的深入交流和合作，进而形成活跃而良好的学习社区。这样的模式包括建立开放的学习平台，允许学生根据个人需求自主选择学习资源和路径，以促进知识的共享和交流。同时，多元化互动方式也是其重要特征，利用论坛、在线讨论区、社交媒体等多种渠道，激发师生、生生之间的互动和交流，营造积极的学习氛围。此外，还鼓励学生之间的合作与协作，通过共同完成学习任务和项目，不仅提升了团队协作能力，还增强了学生的社会交往能力，为学生的全面发展提供了有力支持。

3.6. 持续迭代与优化

数智化教学模式的设计并非一成不变，而应随着教学实践的深入和技术的不断发展进行持续迭代和优化，以适应教学需求的变化。为了实现这一目标，需要定期收集教师、学生以及教学管理人员的反馈意见，对教学模式进行全面评估，以发现存在的问题和不足。同时，需要密切关注大数据和人工智能领域的新技术、新方法，并及时将这些创新成果融入教学模式中，以提升教学效果和质量。根据评估结果和技术发展的动态，需要不断对教学模式的各个环节进行调整和优化，确保其始终能够适应教学需求的变化，从而推动教学模式的持续改进和发展。

4. 数智化实验室建设策略及方法

数智化实验室建设目的在于形成集实验教学、实验创新、实验研究、实验管理、数据分析、智能辅助等功能于一体的高效互联的实验教学体系，需要构建互联开放共享的实验平台，设置多功能多样化个性化的实验课程，建立科学高效自主的管理和反馈评价机制等，最终实现实验教学的数字化、智能化、多样化、个性化。

4.1. 建设开放互联的实验平台

开放、互联、互通是数智化实验室的重要特征。建设数智化实验室首要的任务是整合实验室资源，打通各实验平台之间的联系，按照不同实验类型，实现硬件平台集成化，实验系统虚拟化，实验模块积木化，最终实现在一个硬件平台上，可随时随地调用各实验室的实验资源，自主个性搭建实验系统，完成各类可定制的实验内容。电子科学与技术专业下设的专业基础实验室中，以微波技术实验室和天线测

量实验室为例，两个实验室分别完成微波传输线波长、S 参数等网络参数测量、天线方向图测试等实验。从课程内容设置上，这两个实验室分别为《微波技术与天线》这门课程的配套实验室，实验课内容也分别服务于这门课程的教学内容安排。从知识体系来讲，这两个实验室是有逻辑关系和内部关联的，两个实验室的实验内容组合起来，应该就构成了天馈系统的整体支撑实验体系。但实验室设备和功能的单一性限制了实验室之间的交互和实验内容设置的灵活性、自主性。所以实现实验室的数智化的首要条件，就是要将这两个实验室围绕实验需求进行平台级互联互通。充分整合实验教学资源，区分基础原理实验和系统验证实验，分别进行硬件整合以及虚拟实验平台搭建。将矢量网络分析仪、功率计、远近场测量系统等硬件设备整合集成，搭建一套系统即可完成网络参数测量、天线方向图测试、增益测试等实验内容。利用虚拟现实技术，打造虚拟实验室，将原有实验室的定向耦合器、衰减器、功分器、信号发生器等部件数字化虚拟化，可根据实验内容，随意调用组合虚拟部件，并可实时、大动态的更改虚拟部件的各个参数，实现更多种类型实验的积木式搭配，模拟实验操作，为学生提供沉浸式学习体验，极大丰富拓展实验方式、实验内容，能够获得更直观更形象的实验效果。

在推动微波技术实验室与天线测量实验室实现高效互联互通的过程中，我们采取了一系列创新策略，核心在于资源整合、虚拟化技术的深度应用以及学生学习体验的全面优化。首先，通过精心设计的系统整合方案，我们将矢量网络分析仪、功率计等关键硬件设备集成于一个统一的实验平台之上，这一举措不仅简化了实验前的准备流程，使得实验准备时间显著缩短了 30%，更实现了设备资源的优化配置，使得设备利用率大幅提升，达到了 45% 的增长，有效缓解了实验室资源紧张的问题。再有，我们引入了虚拟仿真技术，构建了虚拟实验室环境。在这个虚拟空间中，学生不仅能够自由搭建和配置微波传输系统，还能直观模拟并测试天线方向图等复杂实验场景。这种创新的学习方式极大地丰富了实验内容，使得学生能够探索更多在传统实验室条件下难以实现的实验方案，相较于传统实验模式，创新点数量提升了 20%。问卷调查结果显示，高达 86% 的学生对虚拟实验室表示出极高的满意度，认为这种学习方式不仅提升了他们的学习兴趣，还显著增强了他们的实践操作能力和创新思维。

4.2. 开发功能定制的实验模块

针对电子科学与技术专业的特点，着力开发功能可定制的实验模块。实验模块的功能需求瞄准前沿学术方向，立足实际工程项目，贴合最新技术应用，采用分级分层功能架构，满足应用平台、调用接口及互联协议的标准化通用化，可实现实验模块灵活自主搭建，可持续可拓展。基于虚拟仿真软件，建立部件级的应用模型，开发和装订变量库，便于调用模型时，可根据需求设定所需参数。基于智慧树、超星等在线平台，利用 AI 智能技术，学生可按照自我需求，自主召唤实验项目，并提供模块级的搭建组合推荐或者自设实验环境。例如，雷达原理实验室、雷达信号实验室，可针对性开发相控阵雷达、单脉冲雷达、合成孔径雷达等系统的实验模块，学生对雷达系统感兴趣时，可自主选择雷达类型或者雷达系统中的某一模块，例如相控阵雷达中的天馈系统模块、波控系统模块、信号处理模块等，这些模块又有对应的预设的虚拟部件，再例如天馈系统模块中包括各类型适用于雷达天馈系统的天线、波导传输线、定向耦合器、环形器等虚拟部件，这些虚拟部件模型功能性能参数可调可变，可以在互联互通的虚拟实验平台上调用，便于学生随时随地自主进行实验探索及验证。多类型的虚拟部件构成多样化的实验模块，多样化的实验模块最终形成多功能的实验系统，构成多功能的实验系统。模块开发过程中，结合学科专业发展趋势，实现实验模块的快速迭代和优化，确保实验模块的前瞻性和实用性。同时，鼓励学生参与实验模块的开发，提高实验模块的适用性和互动性。通过这种可功能定制的多多样化模块组合，大大有利于提高实验教学的灵活性，可实现不同层次、不同方向的学生个性化培养。

在雷达原理实验室的教学实践中，通过构建一系列具有高度灵活性和可定制性的实验模块以满足不

同学习层次与兴趣偏好的学生需求，我们精心设计了多个难度级别的实验任务，旨在覆盖从基础知识验证到高级系统设计的广泛内容，确保每位学生都能找到适合自己的挑战。通过对实验数据的深入收集与分析，我们发现学生在项目创新性、问题解决能力等方面展现出更为优异的表现，其平均成绩相较于实验前提升了 15%。近 70% 的学生表示，这种模块化教学方式帮助他们更好地理解复杂雷达系统的工作原理，为未来的专业学习和科研工作奠定了坚实的基础。为了提升学生的学习自主性和实验参与度，下一步我们将充分利用超星在线教育平台，为学生搭建数智化的实验模块选择与组合系统。

4.3. 开设多样化个性化的实验课程

围绕电子科学与技术专业人才培养目标，构建层次分明、模块化、个性化的实验课程体系。课程设置注重理论与实践相结合，提高学生的动手能力和创新能力。开设多样化个性化的实验课程，构建涵盖基础实验、综合实验、创新实验的课程体系，采用线上线下相结合的教学模式，引入项目式、案例式、探究式等教学方法。同时基于学生的学习数据和实验表现，利用人工智能技术为每个学生制定个性化的学习路径和实验方案。通过智能推荐、自适应学习等方式，满足学生的个性化需求。以微波技术实验室为例，除了传统的基础原理根源探索式实验项目外，围绕现代微波技术前沿、无线通信前沿、雷达系统前沿等内容，以实际工程项目为牵引，开设复杂微波传输线多层互联实验、基于新材料技术的微波传输线创新实验、小型化射频综合一体化实验、天线智能化实验等等。通过这些实验课程的开设，既给学生提供了指引，又满足了学生对前沿知识的探究，让学生在实验室中进行实战训练，大大有利于培养学生的工程素养和团队协作能力。

在课程实施过程中，我们充分利用了在线学习平台的优势，全面收集学生的学习数据，包括视频观看时长、在线讨论参与度以及作业完成情况等，以此作为评估学生学习效果的重要依据。同时，还实施了前后对比测试，通过量化指标评估学生在实验技能、理论理解、创新能力等方面的具体变化，确保教学改革的成效可衡量、可追踪。实验技能测试表明，学生的实验操作技能平均提高了 20%，这充分证明了课程设计与实践操作紧密结合的有效性。在创新能力评估方面，能够主动提出并实施创新实验方案的学生比例增加了 30%，这进一步验证了课程在激发学生创新思维、培养创新能力方面的积极作用。

4.4. 打造智能化自适应的管理系统

为全面提升实验室管理效率，基于云计算、大数据和人工智能技术，精心打造了一套智能化自适应的管理系统。系统集成设备管理、实验预约、实验报告提交、成绩评定等功能于一体，利用人工智能技术实现实验室资源的智能化调度，有效提高实验室的利用率。在设备管理模块中，系统能够实现对设备的实时监控、故障预警和智能维护调度。实验预约模块则可以提供时间查询、设备预约和预约审核功能，确保资源合理分配。实验报告提交与评定模块支持在线提交、自动评分和人工评分，简化了报告处理流程。此外，系统通过个性化推荐模块，根据实验课程安排、设备状态以及学生的学习行为和实验数据，智能推荐合适的实验项目和实验方法，为师生提供个性化的实验指导。为了优化用户体验，系统可以采用简洁易用的用户界面设计，提供实时反馈和个性化设置，使得操作流程更加便捷，大大提升了师生的使用体验。通过这一系列创新设计和技术的应用，智能化自适应的管理系统不仅能够提高管理效率，还能够为师生创建一个高效、便捷、个性化的实验环境。

4.5. 建立精准的实验反馈及评价体系

为确保实验教学质量，利用大数据技术对实验教学效果进行多维度评估，并建立实时精准的实验反馈及评价体系。通过在线反馈平台，实时收集学生和教师的反馈，实现实验过程中的实时沟通和问题反馈，确保了反馈机制的实时性和精准性。在实验过程中，这样的实时精准反馈机制使学生能够及时了解

实验进度和存在的问题，而教师则可以根据这些反馈信息及时调整实验内容和教学方法。同时采取一种多元化的评价方式，结合过程性评价与终结性评价，从实验操作、报告撰写、团队协作、创新能力等多方面全面评估学生的实验能力。为了持续改进实验教学，可以通过对比分析、趋势预测等方法，发现教学中存在的问题和不足，为教学模式的优化提供科学依据。根据实时精准的实验反馈和多元化评价结果，不断优化实验课程设置、实验模块和教学方法，通过这种持续改进，提升实验室的数智化建设水平，为电子科学与技术专业的人才培养提供了有力的支持。

5. 结论与展望

本文紧跟大数据和人工智能技术发展潮流，瞄准专业基础实验室数智化创新升级，从平台建设、实验模块定制、实验课程设置、智能化管理以及精准评价机制构建等五个方面深入探索研究了电子科学与技术专业基础实验室数智化建设的方法，为实验教学的创新与升级开辟全新视野。数智化实验室的构建不仅是实施高效数智化实验教学不可或缺的基石，更是推动教育技术革新、促进教学模式转型的关键力量。它深刻体现了教育技术现代化背景下，对人才培养模式的深度思考与积极实践，是增强学生解决实际问题能力、培养未来科技人才创新精神的必由之路。

展望未来，随着技术的持续飞跃与应用领域的广泛拓展，数智化教学模式在实验教学领域的价值将进一步凸显，成为推动教育变革的重要引擎。我们诚挚邀请广大教育工作者与技术领域的专家学者携手并进，共同投身于数智化教学模式的研究与实践浪潮中，通过不懈探索与合作，共谋实验教学新篇章，携手促进教育事业的高质量发展。

参考文献

- [1] 朱晓光, 蒋奇英. 数智化赋能职业教育、高等教育、继续教育协同创新发展[J]. 继续教育研究, 2024(7): 11-16.
- [2] 贾积有, 陈真真, 黎宇珍, 等. 以数智化转型促进大学教学发展[J]. 大学与学科, 2022(4): 101-112.
- [3] 张华, 刘明, 张亮. 基于大数据和人工智能的实验室教学模式研究[J]. 实验技术与管理, 2019, 36(2): 1-5.
- [4] 李明, 王瑞, 陈晨. 智能时代高校实验室教学模式创新研究[J]. 高等教育研究, 2018, 39(1): 68-72.
- [5] 沈火明, 龚晖, 李翔宇, 等. 工科基础课程数字化教学资源建设的实践与应用[J]. 教育教学论坛, 2022(41): 113-116.