

“总师育人文化”引领下 AI 赋能生命科学 本科教学实验室开放共享管理策略研究

王军 曹孟茹 高山
西北工业大学

摘要 本科教学实验室的开放共享在“总师型”人才培养中扮演重要角色,但也存在如设备利用率低、安全管理困难、学生经验不足,以及与教学任务相冲突等问题。在人工智能技术(AI)迅速发展的大背景下,这些问题有望得到解决。本文提出基于AI和数字化技术的生命科学本科教学实验室开放共享管理策略,包括智能监控设备、仪器预约系统、虚拟仿真平台、AI在线知识库等手段的使用,以提升仪器利用效率、加强安全监管、增强学生创新实践能力。这些策略将为生命科学本科教学和“总师型”人才培养提供保障,并在“总师育人文化”的引领下提升人才培养的广度与深度。

关键词 高等教育; 生命科学; 实验室管理; 开放共享; 总师育人文化

DOI <https://doi.org/10.6914/tpss.070314> **文章编号** 2664-1127.2025.0703.140-146

收文记录 收文: 2025年3月16日; 修改: 2025年4月10日; 发表: 2025年5月31日。

引用本文 王军,曹孟茹,高山.“总师育人文化”引领下AI赋能生命科学本科教学实验室开放共享管理策略研究[J]. 社会科学理论与实践, 2025, 7(3):140-146. <https://doi.org/10.6914/tpss.070314>.

© 社会科学理论与实践 ISSN 2664-1127 (print), ISSN 2664-1720 (online), 第7卷第3期, 2025年5月31日出版, <https://ssci.cc>, <https://cpcl.hk>, 电子信箱: wtocom@gmail.com, kycbshk@gmail.com.

A Study on AI-Enabled Strategies for the Open and Shared Management of Undergraduate Life Sciences Teaching Laboratories under the Guidance of the “Chief Engineer-Oriented Education Culture”

Jun WANG, Mengru CAO, Shan GAO

Northwestern Polytechnical University, 127 West Youyi Road, Beilin District, Xi'an Shaanxi, China

Abstract The open and shared use of undergraduate teaching laboratories plays a vital role in cultivating “chief engineer-type” talents. However, current practices face challenges such as low equipment utilization, difficulties in safety management, insufficient student experience, and conflicts with scheduled teaching tasks. With the rapid advancement of artificial intelligence (AI) technologies,

these issues present new opportunities for resolution. This paper proposes a set of AI- and digital technology-based strategies for the open and shared management of life sciences undergraduate teaching laboratories. These include the application of intelligent surveillance systems, instrument reservation platforms, virtual simulation environments, and AI-powered online knowledge repositories. These strategies aim to improve equipment efficiency, strengthen safety oversight, and enhance students' innovative and practical capabilities. Guided by the culture of “chief engineer-oriented education,” these measures will enrich and deepen the cultivation of life sciences talents in higher education.

Keywords Higher Education; Life Sciences; Laboratory Management; Open Sharing; Chief Engineer-Oriented Education Culture

Cite This Article Jun WANG et al.(2025). A Study on AI-Enabled Strategies for the Open and Shared Management of Undergraduate Life Sciences Teaching Laboratories under the Guidance of the “Chief Engineer-Oriented Education Culture”. *Theory and Practice of Social Science*, 7(3):140-146. <https://doi.org/10.6914/tpss.070314>

© 2025 The Author(s) *Theory and Practice of Social Science*, ISSN 2664-1127 (print), ISSN 2664-1720 (online), Volume 7 Issue 3, published on 31 May 2025, by Creative Publishing Co., Limited, <https://ssci.cc>, <https://cpcl.cc>, E-mail: wtocom@gmail.com, kycbshk@gmail.com.

一、前言

实验教学是生命科学人才培养的重要环节，高校实验室为学生提供了进行知识内化、动手实践和创新研究的平台^[1,2]。近年来，随着教育信息化和新工科建设的推进，高校不断加大对实验室硬件设施和教学投入，但传统实验室管理模式已难以满足多元化的教学需求，且资源利用效率低下、管理效率不高等问题日益凸显^[1,3]。与此同时，高校层面鼓励实现实验室资源开放共享：例如，为践行“总师育人文化理念”，发挥“第二课堂”在人才培养中的重要作用，我校生命学院实验教学中心提出，要在满足本科实验教学的基础上，为全校本科生提供全天候的生命科学实验共享平台，为学生的课程拓展、学科竞赛、创新创业、毕业设计等学术科研活动提供支持。这项要求极大提升了学生开展学科创新活动的积极性，也使得以往的管理模式面临挑战。

首先，实验室管理手段落后。以往，整个实验教学中心的运行完全依靠实验教师人力来完成。有限的人力导致对学生的培训不够充分、设备的维护不够及时、资源的调度不够合理，影响实验室开放共享的实际效果。其次，实验室管理制度不完善。尤其是责任归属未充分明确、经费的来源单一，以及缺乏有效的奖励机制，导致实验室管理人员对教学实验室开放共享的积极性不高。第三，本科生群体有其特殊性。例如低年级学生安全意识淡薄，实验经验匮乏，好奇心强又敢于冒险，一旦发生紧急情况后果不堪设想。尽管教学实验室在不承担教学任务时，场地和设备空置严重。但以上问题不解决，教学实验室的开放共享便很难达到预期效果。

AI 赋能的数字化技术的发展为实验室的开放共享管理提供了新的解决路径。随着全社会网

络基础设施的逐步完善,教学、科研和公共环境数字化建设的逐步升级,以及学校各个领域信息管理系统融合逐渐完善,实验室管理的数字化转型的氛围已逐渐形成^[4]。通过数字化平台、智能化设备和生成式大语言模型,有望在实验室开放共享管理中实现资源调度优化、过程监控智能化和实验过程标准化。实验室是人才培养的重要阵地,本文探讨生命科学本科教学实验室开放共享的管理策略,对于培养“专业精、系统强、重实践、能担当”的生物技术“总师型”人才具有重要的现实意义。

二、传统模式下本科教学实验室开放共享管理存在的困难

(一) 设备利用率低,资源浪费严重

生命学院实验教学中心于2015年获批陕西省生命科学实验教学示范中心,已经建成“一中心”(实验教学中心)+“两基地”(生命科学创新实践基地、秦岭生物学野外综合实践基地)的实践教学格局。近十年来,学校投入大量资金购置仪器设备,设立基础生物学实验室、生物化学与分子生物学实验室、细胞生物学实验室等专业实验室、学科交叉创新实验室,以及生命科学创新实践基地,但以往由于人工管理效率低下、未充分整合资源、仅在工作日的工作时间开放等原因,造成仪器设备闲置和实验空间的浪费。

调查发现,这种现象或普遍存在。其深层原因可总结为两个方面:其一,传统的学校——学院二级管理模式导致实验室资源分散化配制,各学院存在资源重复配置。而校级统筹机制的缺失更加剧这一问题。例如,于明华等人^[5]研究指出,某高校因缺乏统一的采购审批流程,导致3个学院同期购置相同型号的发酵罐,设备年闲置率高达58%,造成了资源的浪费。其二,技术层面的数据互通壁垒制约实验室资源的共享。具体表现在不同院系的预约平台、设备数据库互不兼容,无法实现跨学科资源调度,这种结构导致或预约冲突,或设备闲置的情况。使得设备利用率低,资源严重浪费。顺便一提,绩效考核导向的偏差也是教学实验室长期空置的原因之一:实验室管理人员的评价标准通常以“所属单位设备维护量”为主,缺乏开展跨部门协作的相关激励,个别管理员本着多一事不如少一事的态度,干脆将不承担教学任务的实验室“一锁了之”。

(二) 责任归属不清晰,安全管理难度大

实验室安全管理困境的根源在于安全教育的形式化与责任链条的模糊性。首先开放共享环境下学生的人员结构更加多样,导致安全风险增大。加之实验室管理人员有限,难以对每位学生都进行充分的培训。有研究表明,生物医学类本科生的安全培训普遍存在“重理论考核、轻实操演练”倾向。例如,某高校生物工程实验室的准入考核仅通过线上答题完成,64%的学生未接受过生物安全柜操作实训,导致高危设备误操作率增加^[6]。更深层次的问题在于多主体责任界定不清:教学实验室与科研实验室的安全管理标准存在差异,本科生参与科研项目时往往跳过风险评估环节。苏州大学法医学系的案例显示,教学岗与科研岗教师对实验室安全责任的认知存在分歧,事故追责时易出现推诿现象^[7]。多数高校的实验室安全规章未明确划分教师、学生、管理员的权责边界。例如北京科技大学土木实验室的调研发现,其安全协议中三方责任条款存在20%的重叠区域,导致事故处理时难以精准追责^[8]。这些制度设计缺陷进一步放大了本科教学实验室开放共享的管理风险。

由于缺乏过程监督和信息化监管时,学生实验中的违规操作和事故隐患难以及时发现^[2]。此

外,对违规学生的奖惩机制缺位削弱了相关制度的约束力:大多数的实验室违规行为仅以口头警告处理,实验室管理人员很难采取实质性的处罚措施,导致实验室设备损坏时有发生。而教学实验室的经费来源极其有限,一旦设备损坏,不仅影响学生科学研究的开展,还会影响教学活动。加之在生命科学实验中,经常会用到剧毒、强腐蚀、致癌等化学试剂,以及高温、高压、强磁等危险设备。这些试剂或仪器增加了学生独立开展科学研究的安全隐患,一旦因此出现人身安全问题,后果将极其严重^[6,8]。

(三) 缺乏智能化的调度手段,教学与共享时有冲突

随着高校个性化选课方案的推行,本科生的教学日程难以做到统一。而学生的科研训练通常都安排在课堂以外的时间,因此,实验室的开放共享和实验教学任务时有冲突。究其原因主要在于实验室管理技术落后,智能化和数字化程度较低。传统的人工管理系统,无法实时获取设备信息状态,导致实验仪器的预约经常存在冲突。而生命科学实验往往具有严格的时效性,一旦实验或检测无法按时开展,样品只能废弃。矛盾的是,生命科学实验样品的获取经常需要耗费大量的时间和精力,部分样品例如疾病样本甚至不可能重复获得,进一步加剧了因设备预约技术层面的原因带来的损失。

此外实验室管理依赖人工,缺乏统一的资源调度平台和绩效评价体系,无法实现跨院系、跨学科的资源共享与协同管理。实验室管理人员也很难通过分析仪器预约数据,制定设备采购计划和设备使用培训安排。这些问题限制了实验室管理人员的工作积极性,导致相关教师抱着“实非不愿,实乃不能”的心态,将精力用在大量的边缘性工作上。例如,有研究指出部分地方高校实验室管理重点仍放在维护清洁上,难以做到“物尽其用、人尽其才”,导致大量资源浪费^[2]。

三、AI 赋能的数字化实验室开放共享管理策略

(一) 建设基于物联网的智能预约与调度系统

通过基于物联网的智能预约系统,学生可以在手机客户端查看实验室及仪器设备的空闲时段,根据实验需求进行预约,之后该申请将按照指导教师——仪器管理员——实验室负责人的流程进行审核。只有所有的审核通过后,学生才能够在所预约的时段通过人脸识别进入实验室。这种模式能够有效避免学生的科研训练和实验教学任务相冲突,又能够做到清晰的责任划分,并且能够避免闲杂人等随意出入实验室造成的安全隐患。同时,可在系统中自动排除教学冲突时段、发送提醒并生成使用记录,为后续绩效评估和安全检查提供数据支持。还可方便管理员进行数据分析,制定实验室的课表,制定仪器设备采购计划。

(二) 部署智能监控与数据分析

在实验室内引入视频监控和传感器,实现对环境、安全和设备状态的实时监测。例如,可在敏感区域安装智能摄像头,基于 AI 视觉算法能够及时发现违规操作或紧急情况。还可在关键仪器上配置使用传感器,采集运行数据和使用频率。通过数据分析平台,管理者可以掌握实验室使用情况、人员流量和设备负荷等信息,为资源调度和维护决策提供科学依据。有研究指出,构建开放型、资源共享型的智能实验室管理中心已成为高校发展的必然趋势,智能化手段能显著提高管理效率并降低安全风险。试点应用表明,使用智能监控后实验室事故率明显下降,同时为制定合理的开放计划提供了依据。

（三）搭建 AI 培训与虚拟仿真实验平台

利用人工智能技术,为学生提供在线培训和模拟实验环境,提升其实验技能和安全意识是提高实验室开放共享效果的有效方式。目前我校已经开发了基于深度求索(DeepSeek)的特色应用“翱翔挚友 AI”,可开发包含实验操作流程、设备使用方法和安全须知的 AI 教学模块,学生可通过交互式视频、虚拟实验平台或智能答疑系统进行自学与考核。这样不仅能在正式进入实验室前强化学生知识,还可对突发状况进行预演训练。

随着信息技术的发展,虚拟仿真实验也越来越受重视,成为实验教学的有力帮手。以生命学院实验教学中心承担的发酵工程实验课程为例,该实验需要使用到高压蒸汽灭菌器、发酵罐、管式离心机、高压均质机、冻干机等一系列复杂设备,对本科生来说,既危险又复杂。为解决这一问题,与开元科技(深圳)有限公司联合设计开发了生物制药虚拟仿真实验教学系统,该系统采用了符合药品生产质量管理规范(Good Manufacturing Practice, GMP)的企业生产车间作为虚拟仿真模型,并选取大肠杆菌发酵生产干扰素的工艺流程作为教学案例。该系统旨在通过全流程的虚拟仿真实验,使学生系统性地掌握发酵工程的核心知识体系,包括项目方案设计、厂区及生产车间布局规划、生产工段操作流程与规范,以及核心文件的编制与管理。学生将掌握从发酵到最终产品的整个流程的操作方法,确保学生能够全面了解并实践生产流程中的各个环节。本着“能实不虚、虚实融合”的原则,这套系统在资源有限的条件下,确保每个学生都有充分的操作机会,有效地培养了学生的专业技能、创新能力和解决实际问题的能力。

与传统实验相比,虚拟仿真实验显著降低了成本,使得几乎没有相关基础的本科生也得以参与,同时,在无物理风险的环境中进行,也显著提高了实验的安全性。此外,虚拟仿真实验的灵活性允许学生随时随地进行学习,且可以无限次重复,这有助于加深学生对实验技能的理解和掌握。

（四）建立在线管理文档与知识库

由于本科生流动性强,来源于不同的课题组,各个课题组又很难形成统一的操作规范,导致管理难度大。为了解决这个问题,我们通过飞书+DeepSeek,构建了生命科学创新实践基地的标准操作规程(SOP)知识库。涵盖了溶液配制、仪器操作,以及经典实验的标准操作流程。任何进入生命科学创新实践基地的学生,经审核通过后,均可随时查看并对文档进行有限的编辑,确保实验教学中心的操作标准化、规范化,并且做到实时更新。

通过上述数字化措施,可有效提高资源利用效率、强化安全保障并提升学生体验,为创新人才培养提供坚实支撑。

四、讨论与展望

数字化管理策略的实施与“总师文化”育人机制相结合,为生命科学实验教学带来新的机遇:一方面,信息化平台和智能监控提升了实验室开放的效率和安全性,使教育资源能够真正惠及更多学生;另一方面,“第二课堂”模式激发了学生的创新动能,提高了培养质量。然而,实施过程中也面临一些问题和挑战:例如数字化系统需要持续投入硬件、维护和更新,经费压力不容忽视;此外,学生的学术素养参差不齐,需要加大培训力度。未来,应持续完善实验室管理制度,形成包括技术、规范和文化在内的闭环体系。

未来可探索数字孪生、5G 和云技术，将实验环境数字化、可视化，实现更智能的远程监控和协作研究。人工智能算法可用于预测设备故障、优化排班以及个性化教学推荐。虚拟现实技术将使远程实验教学成为常态，为多校区创新实验协同开展提供广阔空间。对于我校而言，可进一步发挥“总师文化”优势，结合数字技术，为学生打造更加开放和灵活的实验与创新环境。例如，可建设全国高校实验室共享网络，将国防军工资源与社会创新项目打通，让更多学生参与重大科研，并在全球视野中进行研讨与交流。

五、结论

本文针对高等教育数字化背景下生命科学本科实验室开放共享管理，分析了当前面临的设备利用率低、安全风险高、经验不足和开放模式单一等问题。基于智能化预约、监控和培训等数字化手段，提出了一套综合管理策略，旨在提升实验室资源利用效率、保障安全并促进学生自主创新学习。在此基础上，结合西北工业大学“总师育人文化”，强调实验室与学科竞赛作为第二课堂的作用，培养学生系统思维和创新能力。数字化管理与特色育人文化相结合，可有效促进实验教学改革和人才培养质量提升。未来，随着技术进步和协同创新深化，高校实验室将逐步向智慧化、开放化方向发展，为培养高素质创新型人才提供有力支撑。

基金项目 2025 年西北工业大学教育教学改革研究项目（重点）：学科竞赛协同生物制造实验教学课程群提升大学生创新能力培养的探索与实践。

作者简介 王军，男，1992 年出生，陕西西安人，博士，西北工业大学生命学院助理研究员。主要研究方向为分子酶学工程，主讲生物化学与分子生物学综合创新实验、发酵工程实验、生物技术专业综合设计实验等本科课程。此外，负责管理校级生命科学创新实践基地，为全校本科生提供科研训练平台。<https://orcid.org/0009-0008-9265-332X>。

参考文献

- [1] 张颖, 魏来. 浅谈智能化在高校实验室管理及实验教学中的应用 [J]. 教育进展, 2023, 13(1): 406-409.
- [2] 赵绿英, 邹青, 李亚军. 地方高校实验室管理信息化建设实践探究 [J]. 教育进展, 2024, 14(2): 1304-1309.
- [3] 杨萍萍, 白艳茹. 基于低代码的高校实验室预约系统设计与实现 [J]. 实验科学与技术, 2023, 21(5): 150-153.
- [4] 饶劲松, 李薇, 李珩. 高校数字化转型策略研究 [J]. 中国大学教学, 2025, (03): 52-60.
- [5] 于明华, 李弘, 兰月政. 关于高校建设与管理开放式实验平台的探索 [J]. 教育现代化, 2019, 6(79): 301-303.
- [6] 魏竭, 李永红. 高校生物工程专业教学实验室的开放共享管理探索 [J]. 上海化工, 2024, 49(05): 45-48.
- [7] 顾芝亚, 王涛, 李立娟, 等. 法医学实验室融合共享模式的研究与实践 [J]. 实验室科学, 2024, 27(01): 189-194.
- [8] 黄正均, 张栋, 张磊, 等. 多学科共用实验室开放与安全管理建设初探 [J]. 教育教学论

坛,2018,(21):19-21.

〔责任编辑：黄欣 Email: wtocom@gmail.com〕