

实验室管理与研究

内部资料 免费交流
准印证号：(鄂) 4200-2025212/连

2025.1
总第 81 期

实验室管理与研究

二〇二五年第一期 总第八十一期

2025年6月

主 编：刘红军
常务副主编：毛勇杰
副主编：王建波 单华生 熊 兵 张明生 韩英霞
王 芹
编 委：陈 彦 张向明 詹国强 汤恒江 邹开军
李书明 鲁春立 张菲菲 吴 巍 肖 静
杨茂荣 吴少利 张双德 赵金龙 毛 晔
孙广贤 桂 伟 李 军 曹明顺 姜 伟
编 辑：《实验室管理与研究》编辑部
编印单位：湖北省高等学校实验室工作研究会

出 版：华中科技大学实验室与设备管理处
电 话：027-87543149
邮 编：430074
地 址：武汉市洪山区珞喻路1037号
发放范围：湖北省高等学校实验室工作研究会
相关会员单位
印 数：1000本
印 刷：武汉科源印刷设计有限公司
准印证号：(鄂) 4200-2024216/连

湖北省高等学校实验室工作研究会

实验室管理与研究

SHIYANSHI GUANLI YU YANJIU

1984 年创刊(半年刊)

2025 年第 1 期总第 81 期

2025 年 6 月出版

荟萃实验教学成果 交流资产管理经验
提供教育改革信息 开辟研究创新园地

目 次

实验教学改革与创新

- 基于 Metafilter 分析的数据库开放性实验设计 王 丹,叶光辉,石义金(1)
- 虚拟机技术在机房管理中的应用 苏 方,严建桥(8)
- AIGC 驱动下计算机类实践课程自适应教学模式研究
..... 吴湘宁,张 敏,罗勋鹤,等(12)
- 虚拟仿真在实验动物学教学中的应用 胡 恒,包 容,高 卫(19)
- OBE 成果导向培养要求启发下基于当代化工专业研究生教育体系中化学反应工
程双语教学改革的探索 桂 阳,毛 磊,俞丹青,等(29)
- 虚拟仿真技术在心理学实验教学中的应用 高 超,姜志永,赖淑鹃(36)
- 安全工程虚拟仿真实验教学资源建设与共享机制探索
..... 周克清,张 敏,杨 丹,等(40)

实验室建设与管理

- 高等院校科研实验室柔性管理机制建设探析 胡 宁(46)
- 电工实验室信息化建设的思考与探索 蒋超利,常路宾,冯国利,等(51)

| | |
|--------------------------------------|-------------------|
| 建筑声学实验平台建设探索与实践——以三峡大学土木科学楼混响室为例 ... | 范 波,李运江,王安琪 (57) |
| 艺术设计实验室与设备管理的传统文化创新建设研究 | 陈 葳(64) |
| 基于分子生物学教学实验室特点的信息化管理设计与探索 | 曹玉贤 黄 敏 郭小婧,等(68) |

实验室环境与安全

| | |
|-----------------------------------|-------------------|
| 数智时代地方高校实验室“五位一体”安全管理体系的构建 | 郭小婧,张东辉,张 帆,等(72) |
| 基于 EHS 的工科高校分析测试中心实验安全新模式探索 | 田永胜,周尽辉,张国宏,等(81) |

资产与设备管理

| | |
|--|-------------------|
| 具有食品学科特色的大型仪器设备共享平台管理体系构建及运行机制研究 | 陈 轩,庄 坤,杨国燕,等(86) |
| 基于大型仪器设备开放共享场景的高端人才培养路径探索 | 张义强,郭 飞,李鹏程,等(93) |

基于 Metafilter 分析的数据库 开放性实验设计

王丹^{1,2*} 叶光辉² 石义金^{1,2}

(1. 电子商务湖北省实验教学示范中心, 武汉 430079;

2. 华中师范大学 信息管理学院, 武汉 430079)

摘要:数据库课程的实验教学场景较少将理论与实践进行有机结合,教学设计缺乏内容连贯的综合性实验。为了提高实践教学效果,研究依据《数据库系统原理》的教学内容和教学任务,引入社交媒介环境 Metafilter 网站中的数据集市,开设了具有设计性、探索性的数据库开放性实验。实践结果表明,学生在开放性实验中完成“数据导入-数据结构解析-数据查询-分析呈现”一系列流程,提出了较多基于现实环境的数据需求,并主动学习数据分析工具对查询结果进行了拓展性展示。

关键词:数据库教学;开放性实验;Metafilter 分析

《数据库系统原理》作为一门在技术类相关课程中占据基础地位的专业核心课,要求学生掌握数据库系统基本概念、原理,并能熟练使用 SQL 语言操作数据库管理系统,强调对真实数据和应用场景数据进行管理的重要性,具有理论与实践相结合的学习特点。数据库课程涵盖的理论知识点较多且分散,目前的实验课程多从属于理论教学,学生通过上机按部就班地将课堂内容转换为实验任务,巩固相关理论知识。这些实验缺乏将理论与实践有机衔接的场景,难以实现从模仿式学习到启发式学习的迁移。

开放性实验作为一种新型实验教学模式,在新时代高校素质教育大力强化培养学生创新实践能力的大背景下应运而生。与课堂实验不同,开放性实验的整体目标由教师或学生提出,学生通过自主探索,自拟实验方案并进行实操,在获得的现象或数据基础上自行总结实验结论。开放性更加注重实验的探究性及综合性,在实验选题、指导方式、实验时间、实验平台、实验仪器等方面均具有开放属性,能够更加充分地发挥学生主观能动性,培养学生的探索能力和创新能力。

为了让学生对数据库知识结构有更好的理解,进一步掌握理论课讲授的知识,提高实践教学效果,本研究依据《数据库系统原理》的教学任务和课程内容,进行了数据库开放性实验的教学设计尝试:选择社交媒介环境 Metafilter 网站作为实验数据集市,学生基于社交情境提出真实的数据分析需求,根据学过的理论知识连贯地完成数据导入、数据解析、关联分析、查询与更新、数据语义阐释一系列数据管理任务。与传统的课本数据库操作任务不同,数据库开

基金项目:2022 年湖北高校省级教学研究项目(HBSY2022-042)

作者简介:王丹(1995-),女,江西,中级,硕士,主要从事实验教学与实验室建设管理研究。E-mail:dwang@mails.ccnu.edu.cn

开放性实验鼓励学生发挥主体地位,思考真实情境下存在的数据需求,自主探索数据的潜在价值,有利于提升学生的数据管理能力,培养具备知识运用能力、设计创新能力、工具使用能力的数据分析人才。

1 开源数据网站 Metafilter

社交博客网站 MetaFilter(<http://www.metafilter.com/>)在 1999 年于美国成立,该社区通过问答的形式为用户提供信息交流服务,社区使用者及其承载的信息组成了一个繁杂的网络。MetaFilter 包含 MeFi、Music、Job 等多个主题版块,每日有许多用户在上面发帖、评论等,社区氛围活跃,网站数据实时更新且可开源获取,为数据库课程开放性实验的开展提供了极大的便利。MetaFilter 社交博客数据集由 27 个表组成,涵盖不同主题版块中的 user(用户)、post(提问)、comment(评论)、favorites(关注)、tag(标签)、contact(联系)等数据,其中 Music 版块用户讨论的内容专业性较强,主要集中于音乐的风格、乐器、演奏、专辑等主题,因此该版块用户交流数据被抽取出来,作为开放性实验的数据。

2 开放性实验教学方案设计

数据库开放性实验中,数据集来源于线上问答社区,场景贴合现实。学生需要自主查阅相关资料,将课堂所学理论知识应用于挖掘数据规律,结合实际情况对数据加以解析阐释,达到提升独立学习和数据分析能力的效果。开放性实验教学由四个环节组成(见图 1),首先由教师发布用于分析的数据资源,然后设计数据分析实例,最后实施开放性实验并进行评价。数据库开放性实验注重培养学生数据导入、关联分析、数据查询及更新、数据可视化等实践动手能力,在开放性实验实施之前,教师在云课堂上发布数据分析实例,学生在课堂实验中对照实例提前进行相关练习,将数据集文本导入数据库,理解数据表中各个字段的涵义,并按照实例的数据需求,完成数据查询及可视化等操作。

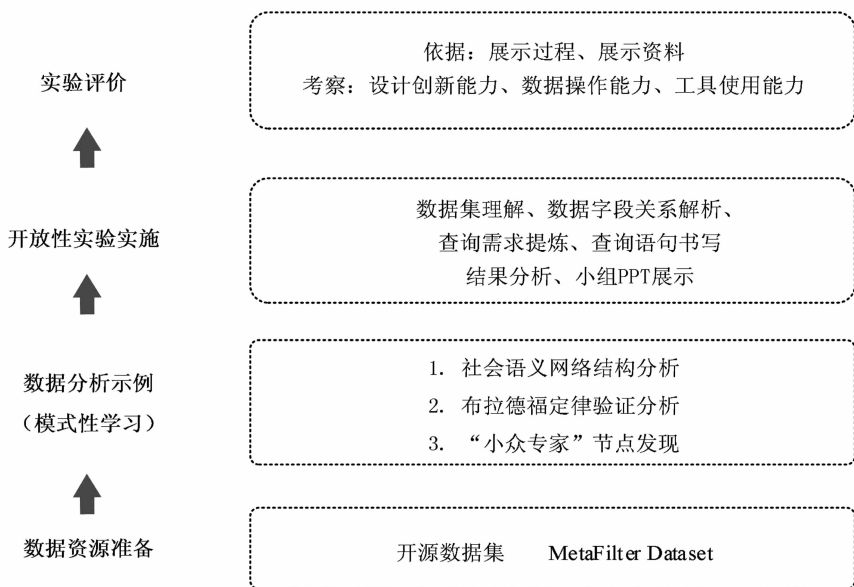


图 1 数据库开放性实验教学设计

2.1 数据资源准备

在《数据库系统原理》课程教学的第二周,教师在云课堂平台上传开源数据集 MetaFilter Dataset,考虑到 MetaFilter 网站的数据类型多样,实验集中选取了 2000 ~ 2019 年时间段 Music 版块中的 comment(评论)、post(提问)、tag(标签)、user(用户)等数据表进行演示分析。该版块数据表与公共表(如 username、favorites)之间的参照关系如图 2 所示,数据表用方框图形式表示,每一个方框中的标题为表名,方框内的元素为表中的字段,数据表之间的连接线意味着表之间存在参照完整性约束。

在社会网络中,用户关系可由数据表字段间的参照关系推测而知。图 2 显示 post(提问)数据表作为最主要的一种资源,与 tag(标签)、comment(评论)、favorites(关注)等数据表进行关联,构成了 Metafilter 社区用户之间的社交活动关系。

2.2 数据分析实例

在开源数据集发布的同时,数据分析实例与也在云课堂同步发布。数据库开放性实验的分析实例设计主要依靠课程团队的科学研究成果,目前课程团队已围绕 MetaFilter 数据分析主题发表了系列论文,涉及 3 个方面:

①社会语义网络结构分析:以 post title 数据表为分析单位,探究标签分布的规律,并参照 CiteULike 文献管理系统,利用用户的评论、关注及分类数据,透视标注主题,描述用户标注行为及主题演化趋势。

②布拉德福定律验证分析:以 2013 ~ 2016 年 Music 版块标签资源为语料,根据频次拟合出曲线方程,揭示标签分布特点;使用积分函数得到标签词集合的高、中、低频区间边界,观察各区间标签类别的分布态势是否服从布拉德福定律。

③“小众专家”节点发现:统计 2009 年 Music、Ask me 两个版块的主题及评论、关注、标注等数据,构建社会语义网络,计算节点网络的中介中心度和聚集系数,生成用户分布情况图,并通过聚类分析和时序分析,获得不同时期的“小众专家”集合。数据分析实例作为开放性实验实施的基础,学生参照实例内容提前建立数据表之间的联系,并按照实例要求解析数

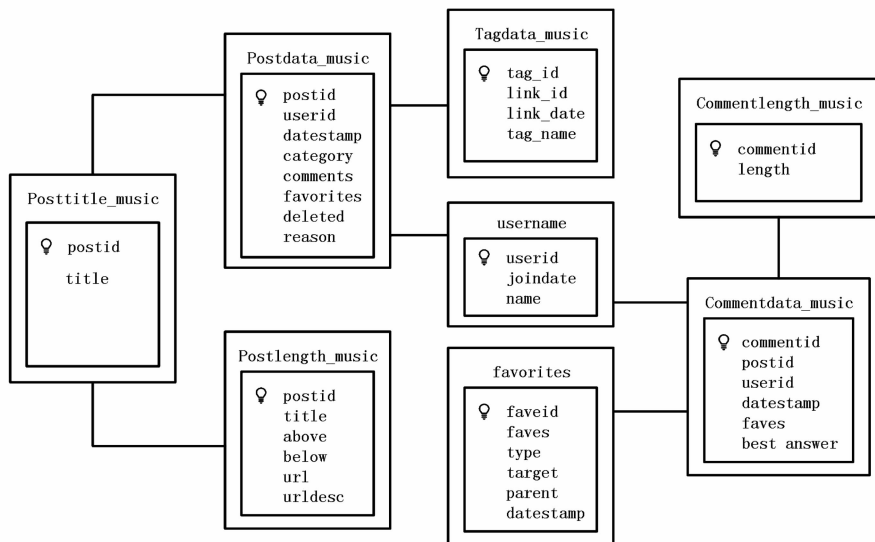


图 2 开放性实验数据集结构

据,完成模仿性学习。对数据具有一定熟悉程度后,学生可针对当前任务场景,从解决实际问题的角度自主设计数据分析方案,发挥创新意识,从综合实验中完成知识的迁移。

2.3 实施与评价

在课程 SQL 语句和数据分析实例结束后,开放性实验进入实施阶段。学生根据自己的年级、专业能力、兴趣和关注点自行分组,从设计数据管理方案、实施数据分析到撰写实验报告,每个阶段的任务目标十分明晰,实验结果以小组汇报的方式呈现,每组选择 1~2 名学生作为汇报人,描述整个团队的分工情况,并针对教师提出的问题,对数据查询过程进行回溯。开放性实验的考核不能仅凭实验结果和实验报告,需要根据整个教学过程进行动态评价,综合考察学生在数据管理方面的操作能力,尤其是创新能力。实验评价从展示过程及展示资料两方面进行,展示过程主要考察学生在数据导入(5 分)、数据结构解析(10 分)、查询语句书写(语法正确性、语法完备性、语法可解释性,65 分)、软件操作(误操作比例、结果的可重现性、结果的可读性,10 分)、团队配合(10 分)等方面的水平;展示资料主要涉及小组汇报 PPT 文档和实验操作视频资料,依据这些资料对小组内学生进行具体评价。

3 教学实施效果

教学过程中,依次收集了学生对开放性实验的评价。结果显示,开放性实验的整体教学效果良好,学生对数据结构解析、SQL 查询知识点关注度较高,小组讨论、课堂汇报的教学形式能够引起他们主动思考,加强对理论知识点的感悟。每个小组都立足于社交情境设计了数据分析实验,提出了较多数据需求,使用 SQL 语句演绎了数据查询过程,利用多种分析工具从多维度对数据进行了可视化的拓展分析,其中部分小组的展示实例很好地贴合了 MetaFilter 网站的发展现状,具有很强的研究参考价值。

3.1 完整的数据分析流程

以往数据库课程实验主要基于课本章节设置,实验之间衔接性较差,缺乏综合型实验将相关知识系统地贯穿起来,多数学生在实验环节依然停留于模仿练习,无法将所学知识系统应用于实践。数据库开放性实验中,学生基于社交网站用户数据集设计数据分析实验,完成“数据导入-数据结构解析-数据查询-分析呈现”一系列完整的操作流程,有利于数据库理论知识的串联与运用,融会贯通形成整体知识体系,提高数据敏感度,提升真实项目数据问题解决能力。

3.2 基于实际提出数据分析需求

开放性实验注重实验的探究性与创新性,不局限于课本上的数据集,也没有指定数据查询需求。面对 2000~2019 年 MetaFilter 网站的用户数据,小组成员站在网站运营管理的角度,思考当前的任务场景,提出了许多具有实际意义的查询需求(见图 3)。例如,通过每年新增用户数量、发帖数量变化、同比增长率,探究 MetaFilter 平台这些年的发展情况;根据评论、点赞等数据查找平台的“人气用户”及“僵尸用户”,针对不同类型的用户制定相应的运营机制;统计这些年的热门音乐标签,观察音乐主题的变化,预测音乐的流行趋势;确定一天中用户最为活跃的时间段,进行相关广告的投放。

3.3 多维度挖掘数据潜在价值

每个小组基于自定义的数据需求,使用 SQL 语句进行数据查询,从多个角度挖掘查询结

果隐含的信息,推理出潜在的模式,为网站的运营发展提出建议。社区网站的运营能力体现在用户驱动方面,通过建立相关机制、设定社区活动,激励用户在社区生产内容,增强用户粘性。例如,对年新增用户数量、用户粘性进行比较后,发现平台在 2008 年后用户增长量逐年下降,用户粘性逐渐降低,因此建议平台进行业务调整,创新服务形式以吸引更多的用户。在查找“僵尸用户”时,发现有 43577 名注册过但未发表过内容的用户,对于这类用户,可发送官方邮件提醒或设置激励活动以吸引其发帖,并辨识出恶意注册的账号进行账号注销。查询 2008 ~ 2010 年间发帖获评论数最多的“人气用户”时,结果显示这三年的“人气用户”基本重合,这类人群作为优质帖子来源的中坚力量,平台应给予适当的关注与奖励支持。

3.4 掌握多种数据分析工具

在对查询结果进行分析和展示的过程中,开放性实验鼓励学生采用各种数据分析工具,如 Excel、Matlab、Python、SPSS、Tableau 等对数据进行可视化,将其中隐藏的规律以图表的形式更为直观、形象地展现出来,完成模仿性学习到启发性学习的跨越。例如,有小组成员采用 Matlab 研究标签名的分布是否符合二八定律,结果如图 4 所示,所有标签名被标注的总次数为 41554 次,前 20% 的标签名被标注的总次数为 31910 次,约占整体的 80%,标签名的分布符合二八定律。也有小组对点赞数大于等于 10 的帖子与年度总帖子数量进行对比,采用 Excel 绘制条形 - 折线组合图,发现帖子点赞数与平台用户年增长率同步,大体都为下降趋势,推测平台对用户的吸引力呈现下降趋势。

4 开放性实验教学实施中的体会

开放性实验作为教学体系中的重要一环,是连接知识与实践、实践与创新的重要桥梁。《数据库系统原理》开放性实验的开展弥补了课程实验的不足,充分发挥学生主观能动性,有

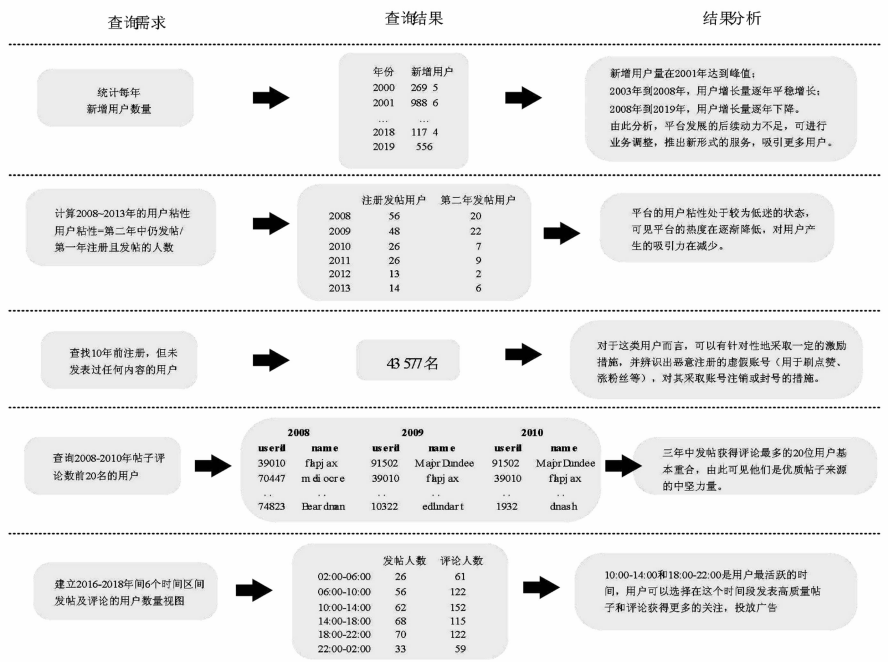


图 3 查询需求及结果分析

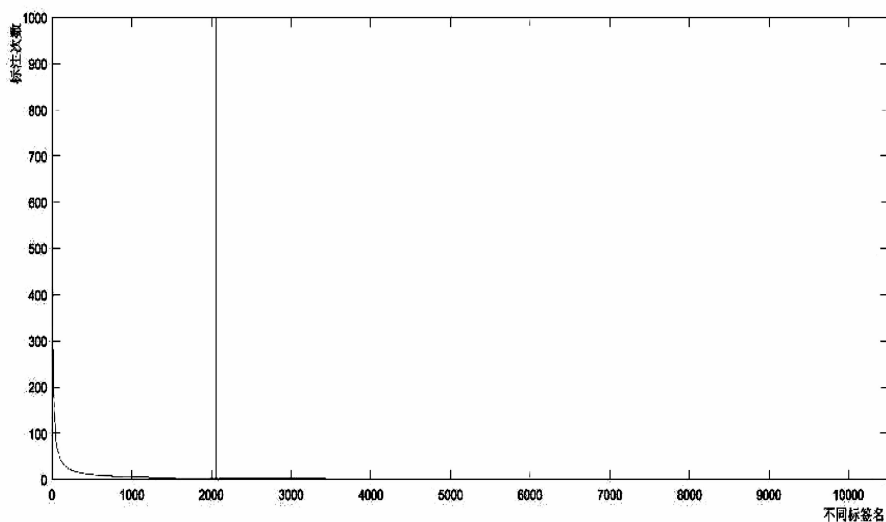


图 4 标签名的分布

效激发了学生探索数据结构的动力,提高了数据管理的水平,培养了学生的自主、创新与协作的精神。回顾实验教学研究过程,有几个问题值得思考。

(1)设计开放性实验项目内容时,要考虑项目的综合性、系统性和探索性,另外也要注重项目的趣味性、开拓性和创新性。实验项目内容设置应注重各知识点的衔接与综合应用,确保学生在实验过程中比较完整、系统地将数据库的基本理论运用于实践,达到知识点的融会贯通,全方位培养学生应用课本理论知识发现并解决数据问题的能力。除此之外,在实验题目的选择方面,要注重内容的更新,将前沿的实验技术、理念及时融入教学,激发学生的兴趣和创造力。

(2)注重科研成果转化,前沿科研成果向实验教学一线转化是实验教学与时俱进的重要方式。将科研成果通过转化成数据库教学内容,以简易直观的形式呈现可复制操作的科研案例,设计 SQL 查询以验证相关理论是否成立,不仅能够提升实验内容的质量与教学水平,还能更好地发挥新时代大学生的创新潜力,培养解决科学问题的思维与科研素养。

(3)与传统“填鸭式”教学模式相比,开放性实验要求学生以小组为单位,自主完成数据库管理实验并进行汇报,这种教学模式极大地激发了学生的学习积极性。在实验评价方面,可采用更加灵活的评价方式,不只是教师按照评分细则对小组进行打分,展示现场应鼓励其他小组同学互相提问,互相学习,尽可能突出学生“学”的作用和地位,给予学生更多自主发挥的空间。

5 结语

《数据库系统原理》应用开放性实验对传统的验证性实验教学模式进行了改革,从展示结果、文字评价等教学反馈结果可知,取得了一定的效果。学生在实验过程中自主分工、设计实验,结合实际应用场景思考查询需求,主动解决数据查询环节遇见的问题,将数据库理论知识和操作实践综合地衔接在一起,促进了知识从获取到内化再到外化的过程,实现了从模仿性学习到启发性学习的迁移,为今后从事数据管理相关工作打下了坚实基础。

[参考文献]

- [1] 宋磊,陈椿,康炜. 高校开放式实验室建设与管理探析[J]. 中国科技信息,2009(16): 162 - 163.
- [2] 安永磊,高淑贞,刘娜等. 开放性创新实验教学模式优化与实践[J]. 实验技术与管理,2016,33(8): 21 - 23 + 27.
- [3] 方心葵,葛海燕,陈鲁勇. 验证性实验教学改革的实践与探索[J]. 实验室研究与探索, 2022, 41(3): 212 - 216.
- [4] 高淑贞,蔡印,牛立刚等. 本科生开放性创新实验的探索与实践[J]. 实验室研究与探索,2018,37(7): 216 - 218 + 245.
- [5] 杨金庆,叶光辉. 网络问答社区信息生产者分布规律研究——基于 MetaFilter music 板块的实证分析[J]. 情报学报,2020,39(10): 1060 - 1068.
- [6] 叶光辉,曹高辉,陈菁华等. 面向数据分析与开放应用的《数据库系统原理》课程知识链构建[J]. 中国教育信息化,2021,24:55 - 59.
- [7] 叶光辉,李纲. 社会语义网络结构分析——以 MetaFilter 为例[J]. 情报理论与实践,2015,38(12): 57 - 63.
- [8] 叶光辉,夏立新,李纲等. 社交博客标签分布的布拉德福定律验证分析[J]. 情报学报,2018,37(1): 76 - 85.
- [9] 李纲,张岩,叶光辉. 不同语义环境下“小众专家”群体“稳定 - 变化”特征分析——基于 MetaFilter 的实证分析[J]. 图书情报工作,2017(61): 99 - 106.
- [10] 韩淑梅,侯双双,胡国雄等. 开放性实验在生物专业实践教学中的应用[J]. 实验室科学,2019,22(2): 227 - 229.
- [11] 刘金库,盛潇潇,张敏等. 科研成果向实验教学一线转化可借鉴实施模式探索[J]. 实验室研究与探索,2021,40(11): 160 - 163.
- [12] 陈艳珍,张秀珍,宋新华等. 开放性实验在动物生物学实验教学中的探索与实践[J]. 实验室科学, 2021,24(3): 141 - 143.

虚拟机技术在机房管理中的应用

苏方 严建桥

(华中师范大学物理科学与技术学院,湖北 武汉 430079)

摘要:随着科技的快速发展,教学活动逐渐摆脱了传统教室的限制,计算机的应用使得实验教学的方法和效果有了显著的改善。高校机房的使用频率日益增加,如何高效地管理机房一直是令管理员头疼的事情。近年来,高校机房在机器更新换代、性能提高的同时为管理者带来了一些新的问题。以高校机房的现状和问题为切入点、深入分析高校计算机机房的问题产生的原因,借助于虚拟机技术,通过软硬件的配合使用,细致地探讨了利用虚拟机技术解决高校计算机机房管理中的一些问题。通过近三年的实践,该技术在机房管理中的应用,给机房管理人员的管理,教师和学生的教学活动带来了极大的便利。

关键词:机房管理;操作系统;虚拟机;虚拟机技术

1 高校机房的现状和问题

高校机房作为计算机及其相关课程的主要实验教学场所,它的管理一直是令管理员头疼的事情。目前,计算机的广泛应用对各行各业的影响深远,高校对计算机的教学也越来越重视,计算机机房的管理任务日益加重。多年来各种机房管理系统使用硬盘保护、网络同传和远程控制等技术,可以对机房的计算机进行大规模批量的安装、维护、数据恢复和软件更新,还可实现远程唤醒,重启,控制,锁定和开关机等操作,但面对各种课程实验的需求和学生的随意操作,高校公共机房很难满足所有的需要。另外,机房管理系统对网络环境要求较高,在需要进行大量数据传输时,经常出现任务失败或卡顿,完成一次整体批量的安装和维护并不容易。

高校机房常见的问题主要有以下几点:①新购入的机器装不了老操作系统,运行不了老软件;②一台机器安装了多个软件后运行速度变得缓慢;③无法在同一台机器里安装某种软件的多个版本;④计算机的操作系统时常要更新,机房管理策略又需要启用硬盘保护和还原。这样,经常出现开机需要几分钟,开机后又自动更新,重启后又还原,既浪费网络流量,又降低计算机的运行效率;⑤开放性不好,学生不是机器的主人,不能自主控制和管理计算机。

在这种现状下,如何在使用机房管理系统进行高效管理,实现机房的灵活开放式应用,减少大规模的安装和维护,虚拟机技术给我们带来了新思路。

2 高校机房现状分析与思考

随着经济的发展,国家对教育的加大投入,高校计算机房的硬件已有质的飞越。目前,多数学生实验用机已属中高档机,机器使用的处理器支持 CPU 虚拟化指令集(如 intel - VT、AMD - V),对虚拟机的应用提供了硬件支持,单机就可实现高性能的虚拟化,不必使用复杂的云桌面系统。高校机房主要承担教学、课程的实验实训和开放性研究实验等任务,使用对象为全校或各院系学生,不同专业开设的计算机类课程,软件需求多样、种类繁多,但对机器的硬件配置要求适中,这些软件可以在虚拟机里很好地运行。

为了方便管理和维护,计算机房必然使用有网络化管理与还原功能的机房管理系统,在不改变原有管理模式下引入虚拟机技术可以轻松解决高校机房的常见问题,实现有限的开放式管理。虚拟机是在虚拟机管理软件控制下运行的虚拟计算机,虚拟机在运行时只是系统中普通的应用,无需对原有系统进行任何特别配置。使用虚拟机技术可以解决高校机房的常见问题:①虚拟机是通过软件模拟的具有完整硬件功能的计算机,虚拟机里运行的操作系统与本机操作系统无关,其硬件设备是通过软件模拟实现的,把硬件资源从物理方式转变为逻辑方式,可以很好地解决硬件兼容性问题,轻松解决新机装老操作系统、老软件的问题。②一台计算机中可以安装多个虚拟机,将各种软件或软件的不同版本分别装入不同的虚拟机中,避免在系统中安装过多软件,降低计算机的运行效率。③虚拟机里的操作系统可由学生自由操作,不必保护和自动还原,虚拟机损坏时可很快从本机备份复制过来,无需再通过网络。④学生可完全控制虚拟机,实现虚拟机内全自主管理。⑤通过机房管理系统和虚拟机的配合使用,机房不再众口难调,在对系统进行保护和还原的同时,又满足开放应用的需要。

3 虚拟机在的机房的安装和管理

使用虚拟机技术的机房,计算机的操作系统和软件的安装,依然由机房管理系统来完成,其安装过程和管理方法与原有方式基本一致,只需在某些细节上作少许调整。

3.1 主机操作系统和软件的选择

普通学生计算机房使用的操作系统多为 Windows,高版本的 Windows 系统中自带虚拟机的支持,默认是未开启的,安装性能更好的第三方虚拟机管理软件,可使 Windows 系统中的虚拟机在性能、兼容性和稳定性上都有很好的表现。高版本 Linux 系统直接在内核中整合了虚拟化功能,依托 CPU 虚拟化指令集,可实现高性能的虚拟化支持,但在学生计算机房, Linux 系统更适合安装在服务器上。

主机操作系统除虚拟机管理软件外,只需安装少量的无需经常更新的软件,以减少主机操作系统对硬件资源的占用。主机操作系统应选用硬件兼容性好的,更新少的操作系统。在众多的虚拟化方案中,VMWare Player 是学生机房 Windows 系统中常用的免费单机版虚拟化软件;主机操作系统如果选用 Linux,可使用操作系统自带的 KVM 虚拟化软件包。

3.2 使用虚拟机技术的机房管理方案

为了保证机房的正常运作和减少后期的维护工作,建议将学生用的主机硬盘分成三部分,分别为系统盘、备份盘和用户盘。系统盘和备份盘开启保护功能,每次开机自动还原。

系统盘上安装主机操作系统,虚拟机管理软件和少量其它软件。备份盘用来存放公用虚拟机系统文件和其备份,各课程的常用软件安装包也存放于此;用户盘不开启保护还原功能,用来存放用户的私有虚拟机系统和文件。

主机操作系统中安装有机房管理系统的客户端软件,主机的 IP 地址一般使用固定方式,为了方便管理,应使所有主机的 IP 地址为同一 IP 子网内的连续地址。虚拟机系统的网络常用桥接和网络地址转换(简称 NAT)方式与外界通讯,用户可以自行选择,为了方便使用,可在机房网络中配置 DHCP 服务器为其自动分配 IP 地址。

3.3 机房主机的安装过程

①按机房管理系统的要求设置主机 BIOS,②分区并安装主机操作系统,③安装主机操作系统中的常用软件和虚拟机管理软件。④开启虚拟机管理软件,在备份盘安装公用虚拟机操作系统、虚拟机操作系统优化工具包和虚拟机中的应用软件,安装完毕后关闭虚拟机。⑤根据课程实验要求可安装多个公用虚拟机,公用虚拟机每次重启自动还原,建议关闭其自动更新功能。⑥建立备份目录,将各虚拟机系统和各课程所需软件拷贝到备份目录(注意版权问题),课程软件包建议以光盘映像文件 iso 格式存放,以方便在虚拟机中加载使用,虚拟机系统的备份供用户复制到用户盘,可以方便快速地建立用户私有虚拟机。⑦配置机房管理系统的还原策略,保护系统盘和备份盘,开启每次重启自动还原,用户盘不启用保护和还原功能。⑧使用机房管理系统批量安装机器,完成最后的配置。

3.4 机房管理中的优化

在机房管理中,主机操作系统是受机房管理系统保护的,每次重启计算机都会自动还原主机操作系统,这种方式不太适合写入寿命较短的固态硬盘(简称 SSD)。主机操作系统和备份盘建议放在普通机械硬盘上,如机器配有固态硬盘,可将其作为用户盘的一部分,存放个人的虚拟机,用户数据文件可存放在虚拟机另外添加的虚拟硬盘中,该虚拟硬盘存放在普通机械硬盘的用户区,这样可以加快用户自建虚拟机的启动速度,又有大容量的用户磁盘空间。

3.5 应对更新与还原的烦恼

机房的计算机一般选择用稳定更新少的操作系统,但有些新购入的计算机由于硬件配置原因只能安装 Windows 10 及以上操作系统,如主机安装这类频繁更新的系统,会因更新与还原的矛盾使整体性能大大下降。虽然有些机房管理系统可以处理这类更新的问题,但不是十分完善。这时可利用主机 IP 地址固定这个特点,在网络设备上做相关配置,对主机进行网络防护,限制主机 IP 地址段对更新服务器的访问。

4 用户的使用方式

学生开机进入主机操作系统,主机系统中有最常用的软件。如不能满足课程实验需要,可开启为该课程准备的公用虚拟机,在该虚拟机中完成实验,注意实验完毕将实验数据拷贝到用户盘保存。如果课前没有为课程所需软件准备虚拟机,用户可复制备份盘中的虚拟机系统到用户盘,建立私有虚拟机,打开该虚拟机,从备份盘中选择软件包或从服务器上下载进行安装,下次实验使用该虚拟机时无需再次安装,实验数据可直接存放在虚拟机内,如同使用个人的计算机。学生也可将私有虚拟机直接存放在 U 盘中,成为个人专用。

5 结语

近年来,高校机房在机器升级换代性能提高的同时带来了一些新的问题。这些新问题和以往机房管理中的老问题,我们借助于虚拟机技术,通过软硬件的配合使用,可以得到很好地解决。

[参考文献]

- [1] 张若愚. 计算机机房管理中虚拟化技术的应用[J]. 数字化用户, 2019, 25(8): 153 - 153.
- [2] 饶东. 虚拟化技术在计算机机房管理中的应用[J]. 电脑知识与技术, 2018, (21): 275 - 277.
- [3] 杨建峰. 计算机机房管理中的问题要点分析与研究[J]. 当代化工研究, 2020, (11): 111 - 113.
- [4] 王建军. VMWare 虚拟机技术在计算机机房管理中的应用[J]. 科技信息, 2009, (1): 96, 38.
- [5] 袁烨. 高校机房安全中的问题与对策分析[J]. 山东工业技术, 2018, (1): 228 - 228.
- [6] 周健. 虚拟化技术在计算机机房管理中的应用[J]. 信息记录材料, 2021, 22(7): 212 - 214.
- [7] 曲亮. 虚拟机技术在计算机机房管理中的应用探讨[J]. 网络安全技术与应用, 2022, (3): 131 - 132.
- [8] 李严伟. 桌面虚拟化技术在高校机房管理中的应用[J]. 电子技术与软件工程, 2019, (4): 134 - 134.
- [9] 师戈. 计算机机房管理中虚拟化技术的应用[J]. 电子技术与软件工程, 2019, (3): 138 - 139.

AIGC 驱动下计算机类实践课程 自适应教学模式研究

吴湘宁 张 敏 罗勋鹤 彭建怡 刘远兴
(中国地质大学(武汉),湖北 武汉 430074)

摘 要:针对传统的计算机实践课程存在教学内容更新缓慢、学生主动参与度不够、难以激发学生创新性思维等诸多问题,提出了基于 AIGC 驱动的自适应教学模式,从教学方案及教学内容设计、自适应实践环境仿真及配置、个性化学习路径规划、多元化成绩评价等方面说明了 AIGC 为计算机实践课程教学带来的变革,分析了 AIGC 驱动的教学模式面临的挑战及相应的对策,为计算机类实践课程教学提供了人智结合提高人才培养质量的改革新思路。

关键词:AIGC; 实践课程; 自适应教学; 人工智能赋能教育

1 引言

AIGC(Artificial Intelligence Generated Content, 人工智能生成内容)技术是指利用人工智能算法自动生成文本、图像、音频、视频等内容,例如:基于自然语言处理(NLP)的 GPT 模型,可实现文本生成、代码生成;基于计算机视觉分析的 DALL-E、Stable Diffusion 等模型,能够生成高质量的图像和视频内容;基于计算机音频分析的 WaveNet、Tacotron 等模型,可生成逼真的语音和音乐。而结合多种模态分析的 OpenAI“ChatGPT”、谷歌“Gemini”、百度“文心一言”、阿里巴巴“通义千问”、字节跳动“豆包”、讯飞“星火”、华为“盘古”、深度求索“DeepSeek”等大模型,则可以生成文本、图像、音频等多种模态的内容。近年来,AIGC 在艺术、音乐、编剧等创意产业取得了巨大的成功,同时,在自动生成文案、产品描述、市场分析报告等商业应用中也得到了越来越多的运用。

2024 年 3 月 28 日,教育部启动“人工智能赋能教育”行动,推出 4 项具体行动,旨在用人工智能推动教与学融合应用,提高全民数字教育素养与技能,开发教育专用人工智能大模型,同时规范人工智能使用科学伦理。近年来,随着人工智能技术的高速发展,AIGC 也开始受到教育界的重视,并被很多教师引入到准备教案、出题、辅导等教学环节中,且取得了一定的效果。然而,在实践教学工作中如何系统科学地引入 AIGC,让其最大发挥人工智能辅助教学的效能,还需对其进行深入分析。这里以计算机类实践课程为例,介绍在实践教学如何利用 AIGC 实现自适应的全新教学模式。

2 计算机类实践课程的特点及目前存在的主要问题

计算机类实践课程具有自己的特点,主要体现在:课程的实践性强,实践内容通常围绕实际编程、系统设计、调试和优化展开,学生需通过动手操作来掌握技能;在实践过程中需要即时反馈,要根据编译或调试工具的反馈,及时调整代码或设计;大多采用项目驱动的方式,以解决实际问题为目的,培养学生应用所学知识解决复杂问题的能力;实践过程模拟真实工作场景,通过团队分工合作提升学生的沟通及团队协作能力;大多数实践内容需跨学科融合,往往涉及数学、物理、电子、医学、生物、金融,甚至人文社科等专业领域,要求学生必须具备相应的跨学科知识。

然而,由于各种原因,当前很多的计算机实践课程并未遵循以上的特点和规律,仍采用以知识灌输为导向的填鸭式教学模式。在教学中最常见的问题包括:实践内容偏重理论,严重脱离实际需求,学生接触不到真实项目和将来实际的工作环境。实践内容更新缓慢、缺乏创新,很难跟上技术发展前沿,课程设计缺乏趣味性,难以激发学生的创新型及主动参与的积极性。在实践时,由于教师需兼顾众多学生,因此很难及时为每位学生提供一对一的指导。学生在遇到跨专业的学术问题时,也难以在第一时间及时查阅到相关的资料。对实践结果的评价标准比较单一,只注重结果,却忽视过程,特别是缺乏对学生创新能力和团队合作能力的评估。这些不足严重影响了对学生的实践能力和创新能力的培养。

3 AIGC 驱动的自适应教学模式

随着大模型技术的成熟,AIGC 展现出的独特创新能力为教育现代化及教育的数字化转型提供了助力。在计算机类实践课程中引入 AIGC,可以有效克服教师的传统思维惯性,提高教学效率,同时能够激发学生的学习热情,在实践过程中,学生不但获得了知识,更重要的是学会了分析、质疑、探索、创新、设计、佐证、归纳等全方位的能力。

现在,使用 AIGC 技术来改造和提升计算机类实践课程的教学模式已是不可逆转的趋势,AIGC 技术已逐渐向计算机类实践课程的教学方案及教学内容设计、自适应实践环境的仿真及配置、个性化学习、多元化成绩评价等各个环节渗透。

3.1 基于 AIGC 的教学方案及教学内容设计

教学目标、教学方法、教学内容、教学环境与资源、教学评价等教学设计环节的决策质量直接影响教学活动效果。AIGC 可以根据实践课程教师提供的教学需求和期望,为教师提供教学方案设计思路,实时生成适配的教学方案,再将其与教师自主设计的教学方案融合,形成自主设计与 AI 设计相结合的个性化教学方案。在设计具体实践教学内容时,可通过 AIGC 自动生成不同难度、不同应用领域、不同需求的多样化的实践题目及测试用例,在丰富教学内容的同时,激发学生的创造力和锻炼学生解决实际问题的能力。

计算机技术的快速发展要求计算机类实践课程的教学内容与时俱进、不断更新,而 AIGC 可根据最新的学科前沿,将学科最新的技术进展以新的教学内容或实践项目的形式纳入到实践课程的教学方案中来,从而实现教学方案和教学内容的快速迭代。

此外,由于 AIGC 大模型的训练素材来源丰富,因此 AIGC 具有与生俱来的跨学科优势,因此,在设计实践课程的教学方案和教学内容时,可以借助这个优势,实现教学方案和教学

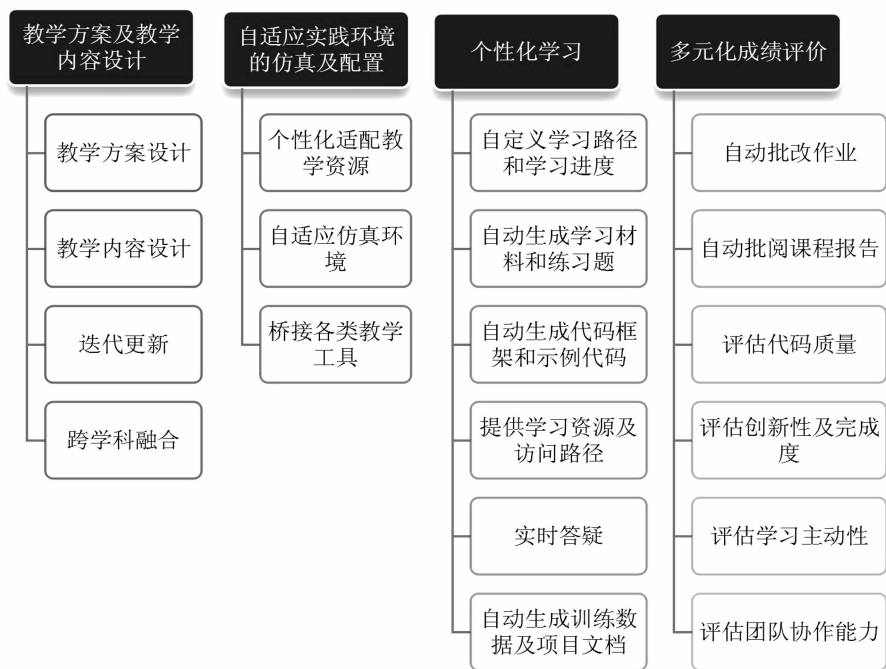


图 1 AIGC 驱动的自适应教学模式

内容的跨学科融合。例如:在开展信号分析时间课程时,可由 AIGC 生成信号时域和频域分析,以及基于卷积神经网络的深度学习识别模型的教学内容。

在用 AIGC 创建实践教学方案及教学内容时,需要通过提示(Prompt)的形式向 AIGC 大模型提交具体的教学需求,提示的精确程度决定了 AIGC 大模型生成的教学方案及教学质量。提示工程(Prompt Engineering)已成为一门新的学科,提示框架(Prompt Framework)是一种用于指导 AIGC 大模型生成理想结果的框架结构,它提供了一系列关键要素和模板,可帮助教师以关键要素的形式清晰表达教学需求和期望,从而提高教师与大模型的交互效率,并改善模型对生成任务的理解力和执行力。目前常用的提示框架有 ICIO、CRISPE、QCIPSPE、BROKE、RASCEF 等。刘玉屏等采用基于 CRISPE 框架的,包含能力及角色(Capacity and Role)、背景及上下文(Insight)、任务描述(Statement)、个性化风格及格式(Personality)、输出要求(Experiment)这五个要素的提示,分别在 ChatGPT、文心一言以及讯飞星火大模型上生成汉语言教学方案,并以“教学目标设计清晰具体”、“教学内容设计突出重点、难点”等指标对其进行了评价,验证了 AIGC 在教学设计生成方面已达到了较高的可用性水平。

3.2 基于 AIGC 的自适应实践环境的仿真及配置

AIGC 可根据学生的学习进度和需要,为其个性化适配教学资源,实时创建并向学生分配虚拟的实践环境,为学生提供与实际工作场景一致的自适应仿真环境及可随时查阅的相关学习资料。学生可以在虚拟实践环境中创建、分析和处理实际案例,从而获得接近于实战的实践经验。例如:在 Python 语言的实践课程教学时,AIGC 可生成带有调试运行环境的虚拟容器。在开展信息安全实践课程教学时,AIGC 可生成红蓝双方对抗的虚拟网络环境。

AIGC 大模型的多模态信息接收和产出能力,可以为学生提供除文本形式以外的多种实

践环境,例如:可为外语专业的学生生成口语对话的虚拟助教。甚至可以为听障学生生成手语助教,为视力障碍学生生成语音助教。

AIGC 大模型还可以根据需求链接和启动各种成熟的信息处理工具,例如数学计算(如 Wolfram Alpha、Matlab)、文字表格(如 Office、WPS)、图像(如 Photoshop)、CAD(如 AutoCAD)、协作开发平台(GitHub、Gitee)软件和平台,从而实现对各类教学工具的桥接。

3.3 基于 AIGC 的个性化学习

AIGC 可以满足不同学生个体的个性化学习需求。学生可根据自己的兴趣、能力及不足,利用 AIGC 得天独厚的灵活性和适应性,有针对性地定制化自己的学习路径和学习进度,并自动生成个性化的学习材料和练习题,甚至可以根据实践项目的需求,自动生成代码框架和示例代码,从而快速上手实践项目,全面提高开发效率,例如,再 Python 语言实践过程中,Copilot 模型可根据学生的需求描述,自动生成实践项目的框架、数据库结构和示例代码。在游戏开发、多媒体设计等实践课程中,可以使用 DALL-E、MidJourney 等模型生成角色、场景或 UI 设计素材。王声光使用 ChatGPT 自动编写可解答信息学竞赛题目的程序代码。秦磊,郭凯用 DeepSeek 模型自动生成酸碱中和滴定实验数据的机器学习模型代码,将代码生成指令拆分为“中枢指令”、“参数初始化”、“必要细节补充”和“呈现形式”这四个关键的工作指令要素,生成的代码可完整实现机器学习模型数据采集及预处理、训练、测试和可视化的全过程。

AIGC 还可以实时解答学生在实践过程中遇到的各类问题,提供代码优化和项目改进建议,推荐文档、音视频、知识图谱等相关的学习资源及访问路径,引导学生由点及面、由浅入深地对相关专业知识,特别是跨学科跨专业知识进行刨根问底式的挖掘,启发学生进行深入思考,主动地筛选、判断、整合、修正、迭代、归纳、总结各类信息,从而更好地理解 and 掌握知识。

学生还可以使用 AIGC 工具自动生成训练数据、项目文档、技术报告及 API 说明。

从某种程度上来说,AIGC 就像学生的私人助教,可不受时间和空间的限制,全天候地为学生答疑解惑,不仅可帮助学生及时、精准地解决实践过程中遇到的各类问题,还可激发学生学习的主动性及创新性,极大提升学习的效率和效果。

3.4 基于 AIGC 的多元化的成绩评价

AIGC 可帮助教师对学生的学习行为和表现开展多元化的成绩评价,不但可以自动批改作业,甚至可以自动批阅课程报告并对其进行个性化评价。AIGC 除了可以检验学生的实践结果是否正确以外,还可以全面评估其代码质量、项目的创新性 & 完成度、学习主动性,从而从不同维度检查学生的思维能力、动手能力、归纳总结能力及表达能力。此外,通过对学生在项目团队中的讨论记录和互动情况,可分析其在项目组的参与程度和贡献率,从而对其团队协作能力进行评估,教师再通过这些评估意见进行教学反思及改进。例如:高鸣源等将 ChatGPT 用于农业工程专业个性化教学,提高学生的学习效率和兴趣,并为教师提供实时的学习状况反馈。王华树等利用 ChatGPT 对翻译实践课程的教学效果进行评估,通过学生学期初和学期末翻译文档的对比,给出对学生翻译作品在语法表达、用词准确度、语句连贯性等方面的评价,同时给出下一阶段在重点语法表达练习、词汇扩展、模仿优秀翻译、综合练习等方面的教学改进建议。

4 AIGC 驱动的教学模式面临的挑战及相应对策

尽管 AIGC 在人才培养领域取得了一定的成效,但是仍然面临一些挑战:

(1)就像人类由于生活环境及受教育程度不同,会对某类事物存在一定刻板印象一样,由于训练 AIGC 大模型的语料库存在信源不可靠及样本不平衡的现象,因此训练出来的 AIGC 大模型在推理时必然会存在一定偏见,例如:以英文语料为主训练出来的 OpenAI 模型,对中文的理解、运用及情感表达就不如 DeepSeek 模型。利用通用大模型设计出来的教学方案,其可行性和合理性就不如专门训练的辅助教学垂直领域大模型设计出来的教学方案。此外,AIGC 大模型也需要像人类一样进行知识更新,否则会因为其学习的知识陈旧过时而成为“思想守旧的老古板”。

为了避免 AIGC 大模型的偏见和知识陈旧,需要不断地用新的、样本均衡的教学数据样本(如专业教材、专著、学术论文、工程文档、标准,甚至音视频、图片等资料)来训练 AIGC 大模型,使其成为满足辅助教学需求的垂直领域大模型。训练和调试教学专用 AIGC 大模型是保障教学设计智能分析准确可信的重要方法。需向 AIGC 大模型投喂权威的教学设计评价量表、人类专家分析教学设计的示范文本,让机器开展小样本学习,通过“微调”深度神经网络的参数,来保障教学专用 AIGC 大模型推理与规划的质量。

(2)无论是开展实践课程的设计阶段,还是在实时实践课程的过程中,教师和学生向 AIGC 提供的用于提示和问答的资料(包括文本、视频、语音、图片等信息),里面都包含了大量的行业、机构及个人的隐私资料,若大模型被他人诱导在无意间向第三方透露这些信息,就会造成隐私泄露。特别是在使用一些国外 AIGC 大模型的情况下,很难保证国内使用者的信息安全。

为了避免隐私资料泄露,高校等教学部门需要建立完善的数据安全机制,确保教学数据的安全。随着 DeepSeek 模型的开源,在配置较低的私有环境下训练、优化、部署 AIGC 大模型已经成为可能,因此可将 AIGC 大模型独立部署,进一步保证教学和隐私数据的安全。并构建智能化教育数据监管体系及侵权风险评估机制,实现教育数据风险预警及侵权防范。

(3)部分心智不太成熟的学生可能会过度依赖 AIGC,仅仅满足于完成作业尽快交差,反而失去了自主思考、主动探索的能力,久而久之,会养成这些学生的思维惰性,并削弱其创新能力。此外,AIGC 可能会引起作弊、抄袭、造假等学术不端行为,甚至会引发学术诚信危机。

在设计实践教学方案时,需大力宣扬学术诚信的人文价值,规范使用 AIGC 服务的伦理秩序,并在技术上对学术不端行为要有必要的防范措施,如代码查重、实验报告同质化分析等,目前,有 Copyleaks、Turnitin、GPT Radar、ContentDetector 等 AI 测试工具,这些工具可检测文档的语言结构以及表达的思想是否足够复杂,从而辨识文档是否由人工智能生成,检测的准确率可达 85% 以上。

(4)无论是教师在开展教学设计之时,还是学生在开展实践设计的过程之中,均需要与 AIGC 进行交互,经过多轮迭代式提问和递进式反馈才能得到相对全面的信息,这就对师生们的提问策略和提问认知水平提出了比较高的要求,然而,大多数的师生只会与 AIGC 进行单独对话,却很少会与 AIGC 开展持续性探讨,而且大多数的提问仅限于初始提问,而非拓展提问,并未真正发挥 AIGC 人智协同的解决问题的优势,据统计,能够较为熟练地使用 AIGC

的学生人数不超过 20%。

为了充分发挥 AIGC 在人智协同辅助教学的优势,需要对师生们开展人工智能教学应用的系统培训,帮助师生们熟练掌握 AIGC 的使用技能。通过仿真各类实践教学场景,让师生们学会如何精准地向 AIGC 模型提出各类咨询问题,以及如何有效利用 AIGC 反馈的信息。

(5)目前 AIGC 在语义理解上尚不够完善,在遇到复杂的文字或其他资料时,往往很难准确把握其中的语义及逻辑,从而导致部分生成的内容不合理。例如:AIGC 在分析带有复杂数学公式或几何图形的数学问题时,常常难以完整分析出其中包含的变量、条件和约束,自然就不能得出正确的解。

因此,不可过度迷信 AIGC 的能力,只能将其定位为教学专家经验的有益补充,而教师才是实践教学最可靠的设计者和执行者。

(6)使用 AIGC 开展实践教学,教师需要从传统的知识讲授者转变为学习引导者,从开展验证性的课程设计转变为开展启发式的课程设计,从关注学生的成绩转变为更多关注学生的个性化需求和创新能力的培养。而学生也由知识的被动接受者变成了主动研究者。这些都对教师及学生的数字素养均提出了更高的要求。这就要求教师和学生均需要学习人工智能的基础知识,并掌握最新的 AIGC 技术,以便更好地投入到新的实践教学体系中来。

5 结论

随着人工智能大模型技术的成熟,在计算机实践课程中引入 AIGC 技术已是未来教育的必然趋势,AIGC 为师生提供了创新性课程设计及实践练习的平台,鼓励教师和学生在学习的过程中勇于创新 and 探索,充分利用人工智能技术,从教学方案和教学内容设计、自适应实践环境仿真及配置、个性化学习路径规划、多元化成绩评价等多个方面重塑实践课程的教学方法和教学内容。在 AIGC 的赋能下,实现了翻转课堂,从而培养出懂得如何利用人工智能技术创造社会价值的教师和学生。然而,目前 AIGC 技术还存在一定不足,尚不能完全替代师生们对教学理念的深刻理解,AIGC 只能被用于扩展或增强师生们的思考能力和实践能力,而不是破坏或取代这些能力。教育工作者还需辩证地看待和使用 AIGC 技术,正确认识并防范其风险,建立健全数字伦理秩序及侵权防范机制。坚持以人为本,技术为辅的理念,加强对师生们的培训和技术支持,不断提升师生们的数字素养,帮助他们更好地适应和创造性地利用 AIGC,才能真正发挥 AIGC 的人智协同新型人才培养模式的优势。

[参考文献]

- [1] 教育部发布 4 项行动助推人工智能赋能教育[EB/OL]. http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/xw_zt/moe_357/2024/2024_zt05/mtbd/202403/t20240329_1123025.html.
- [2] 穆肃,陈孝然,周德青. 生成式人工智能赋能教学设计分析:需求、方法和发展[J]. 开放教育研究, 2025, 31(01): 61-72. DOI:10.13966/j.cnki.kfjyj.2025.01.007.
- [3] 刘玉屏,欧志刚,武晓琴. 生成式人工智能赋能国际中文教学的效果测评——以教学设计、HSK 模拟题编写及作文评分为例[J/OL]. 民族教育研究, 1-11[2025-02-17]. <https://doi.org/10.15946/j.cnki.1001-7178.20250124.003>
- [4] 王声光. 生成式人工智能在信息学竞赛教学中的应用[J]. 中国现代教育装备, 2025, (02): 22-25.

- DOI:10.13492/j.cnki.cmee.2025.02.004.
- [5] 秦磊,郭凯. 生成式人工智能在酸碱中和滴定图像模拟中的应用[J/OL]. 大学化学, 1-8[2025-02-15]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.1815.06.20250126.1703.012.html>.
- [6] 高鸣源,李云伍. 农业工程专业“人工智能+教育”及 ChatGPT 导学实践 [J]. 高教学刊, 2025, 11(04): 1-4. DOI:10.19980/j.CN23-1593/G4.2025.04.001.
- [7] 王华树,谢斐. 大语言模型技术驱动下翻译教育实践模式创新研究[J]. 中国翻译, 2024, 45(02): 70-78.
- [8] 赵磊磊,张黎,代蕊华. 智能时代教育数据风险治理: 实然困境与实践路径 [J]. 湖南师范大学教育科学学报, 2021, 20(06): 94-102. DOI:10.19503/j.cnki.1671-6124.2021.06.012.
- [9] 何珊云,沈演. 学会提问: 大学生与生成式人工智能协同学习模式的研究 [J]. 华东师范大学学报(教育科学版), 2025, 43(02): 34-48. DOI:10.16382/j.cnki.1000-5560.2025.02.004.

虚拟仿真在实验动物学教学中的应用

胡恒¹ 包容² 高卫³

(1. 武汉大学 中南医院医学科学研究中心, 武汉 430071;

2. 武汉大学 动物实验中心/ABSL-3 实验室, 武汉 430071;

3. 武汉大学 中南医院科研处, 武汉 430071)

摘要:虚拟仿真(virtual reality, VR)是高等教育领域的热点问题, 目前已经开始应用于大学的实验教学。虚拟仿真在医学实验动物学的应用比较晚, 而且不够成熟。为促进实验动物学虚拟仿真实验教学的进展, 本文总结了市面现有软件课程的特点、缺陷与不足, 同时介绍了多种医学实验动物学 VR 课程模拟的对象, 包括课程的受众群体与岗位角色(如教师、饲养员、实验人员、兽医、检修人员等)、不同模式动物与疾病模型、不同实验设施设备与仪器参数的模拟。同时本文也阐述了课程设置的具体内容, 如动物繁育与饲养、感染与非感染性动物实验、设施设备检修与维护、动物实验安全与入室培训等。另外, 本文还对虚拟仿真课程的更新与优化给予了专业的建议。

关键词:虚拟仿真; 虚拟现实; 医学实验动物学; 实验教学; 动物实验

实验动物学是生命科学研究和医学研究的重要基石, 而实验动物教学则是培养相关专业人才的关键环节。目前, 医学实验动物学的实验教学出现新的趋势, 实验动物的福利与伦理越来越受到关注, 活体动物的使用逐渐受到限制。2010 年欧盟颁布了实验动物的规定, 要求实验人员在操作前接受充分的教育和培训。美国 2016 年后大学不再使用活体动物用于外科教学。研究人员开始转向其他教育方式, 如非活体模型、虚拟现实(Virtual Reality, VR)、增强现实(augmented reality, AR)和三维工具等。德国大力支持基于动物(大、小鼠)模拟器的培训, 然而模拟器功能有限, 并不能完全满足使用者的需要。为此, 生物医学教育中的虚拟现实技术应运而生。

美国较早将 VR 技术应用于教育。英国公司正在开发的“牛津医学模拟”(OMS), 将 VR 带入医学课堂, 确保实习生在临床操作前有足够的体验。VR 技术也开始应用于实验动物的教学, 通过视频全视角记录麻醉、给药和采血过程以及实验室环境。生成的 VR 教学/学习模块用于更好地为参与者准备动手培训(改进)或完全替代现场演示; 减少用于技能训练的动物数量。香港大学的团队为生物医学高等教育开发了动物实验 VR 课程——“虚拟动物游戏化模拟器”(ViSi)将电脑游戏元素与 VR 课程整合, 在虚拟课程中添加了电脑游戏的情景, 提高了学习的趣味性; 另外, 学生还可以使用手柄对实验动物进行虚拟注射给药。这种

情景体验式教学有助于加强该课程的学习。法国研究人员研发了一种替代活体动物实验方法——动物实验虚拟环境(VEA),用于动物实验的学习。通过这种数字手段促进这种学习,并为老师提供教学工具,使他们能够创建虚拟现实场景,并评估学生的进度。法国生物工程部门也开发了一种 VR 平台(Virtual3R),以减少对活体动物的依赖;在动物实验之前,使学习者掌握基本的技术流程与操作要领。

在中国,虚拟仿真已逐渐用于生物医学的实验与教学,但是医学实验动物学领域的虚拟现实教学起步较晚,仍存在一些问题。

1 市面虚拟仿真软件课程的特点与存在的问题

1.1 缺乏完整的实验动物学 VR 课程

VR 公司并未就某一学科领域进行深入拓展,VR 课程覆盖面非常广,内容庞杂。医学类的 VR 课程以临床医学为主,实验动物的课程非常少;而部分实验动物虚拟课程属于生理学、药理学、病理生理学实验内容。另外,课程内容也不完整,只有短片段的视频和个别大鼠麻醉的 VR 课程。缺乏内容完整的 VR 课程,包括从动物抓取、称重、注射、麻醉、采样、安乐死、解剖、取材、脏器称重、标记、标本冻存、废弃物处理等这样系统的实验流程。VR 课程场景主要是动物实验环境,而不是动物繁育与饲养环境,这意味着动物饲养的内容需要进一步充实。市面虚拟课程的实验动物多以农业的经济动物、大动物为主,相关专业主要是畜牧兽医、动物医学;课程内容主要以大体解剖为主,如牛、马等;也有水生动物或者其他实验用动物(experimental animal);而非医学实验动物学所重点关注的实验室动物(laboratory animal)。就内容与功能模块看,VR 课程整合了电子教材、影像和其他网络资料,包含了预习、练习、学习、考试、培训等模式或功能,同时还设置了考评系统,更像是多媒体的升级版。部分实验动物 VR 课程没有涵盖某些种类的实验动物,如非人灵长类(NHPs)。全球 NHPs 的使用量每年都在增长,国内实验猴的使用量也很大,每年有一万多只。另外,国内还有大量 NHPs 养殖场,员工包括兽医、检验员、饲养员等。因此,VR 课程应该增设相应的内容,如防护服与护目镜的穿戴、动物绑定、麻醉、静脉采血、猴笼清洁、体表消毒、给药、手术、组织固定、拍照、尸体打包冷藏等。

1.2 当前的 VR 课程效果与体验方式有待改进

虚拟场景画面不流畅,场景变换时有卡滞;场景渐变时画面不稳定,有晃动;虚拟的场景不逼真,细节比较粗糙。一些场景缺乏动态效果,如兔耳缘静脉注射时,血管的红色会一过性消失,但是模拟画面却没有。

操作过程表现为鼠标箭头在二维平面引导手术器械在动,而不是手和手柄在三维空间活动。模拟不够生动,VR 课程使用电脑桌面显示系统,而不是头戴式显示器,操作时使用鼠标而不是手柄作为操纵工具。虽然没有头戴式的高级视觉体验和科技感,但成本低,而且操作方便、实用。这有别于当前国外实验动物学科在开发或使用的头戴式 VR 系统,如图 1 所示。

1.2 实验动物虚拟课程内容不够专业

内容不专业是实验动物虚拟课程最大的问题。这可能是开发程序人员不懂动物实验学,动物实验的人不会软件开发的原因。以 OBR 公司展示的一段大鼠下腔静脉结扎的 VR

视频为例,分析所存在的问题。

1.2.1 关于动物的抓取

动物抓取者应该在左边,持针(注射器)者应该在右边,以免刺到同事(如图 2a 所示)。大鼠麻醉场景中,有两人操作,一人注射,一人抓取(如图 2b 所示)。按常规,腹腔注射应该单人操作,一手固定,一手注射;两人操作反而不安全,动物会强烈挣扎,这会导致针头刺穿动物内脏,或者刺到操作者;而且画面中的两人距离过近,很危险。在另一视频中,大鼠在实验结束后被脱颈椎安乐死。实际上大鼠在实验结束很容易超过 200g,不宜通过脱颈椎处死;可以通过二氧化碳、放血或者过量麻醉药物安乐死。这里容易给学生造成一种误导,认为所有大鼠都可以直接通过脱颈椎处死。

1.2.2 关于麻醉剂的使用

视频显示 VR 课程使用乌拉坦作为麻醉剂,然而乌拉坦并不是一种很好的麻醉剂,也不是一种常用的麻醉剂;这可能会使学生误以为乌拉坦是一种常规使用的麻醉剂。有关腹腔注射麻醉的 VR 课程应该使用一种广泛使用的或者效果更好的麻醉剂,如赛拉嗪与氯胺酮、丁丙诺啡的复合麻醉。同时实验还准备了水合氯醛(如图 2c 所示);实际上水合氯醛是一种效果不好的麻醉剂,早已被明确禁止用于动物实验,因为这种麻醉不能满足动物福利与伦理的要求。

1.2.3 关于锐器的使用

实验使用了注射器,但台面并没有放置锐器盒。视频中的托盘内放置了注射器,但去掉了针套,这些是明显的安全隐患,是不规范的。使用过的注射器应该在锐器盒盖上卸下针头,而未使用的注射器不应裸露针头。在另一视频中,桌面有标记为“废弃物回收”的黄色开口的小容器;但这样大小和颜色的容器一般是作为锐器盒(带盖),不作他用。

1.2.4 关于废弃物的处理

视频中的实验场景设置了标记为“生活垃圾”的黄色废弃物垃圾桶,按规定生活垃圾应该使用黑色塑料袋,而(感染性)生物废弃物或者医疗废弃物使用黄色塑料袋。另外,实验场景没有在显眼的地方设置生物医疗废弃物垃圾桶,这相对于前者更重要。在该系列的其他视频中还可见实验室设置了黄色垃圾桶的实验室,但被套了黑色的塑料袋,这也是不专业的(如图 2d 所示)。从生物安全重要性的角度判断,造成这种错误的原因应该是 VR 系统制作者相关专业知识缺乏。

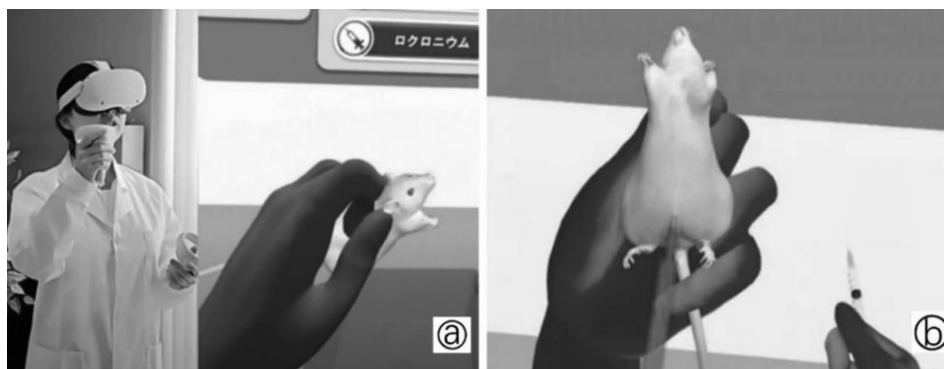


图 1 日本岛根大学医学院开发的动物实验 VR 系统

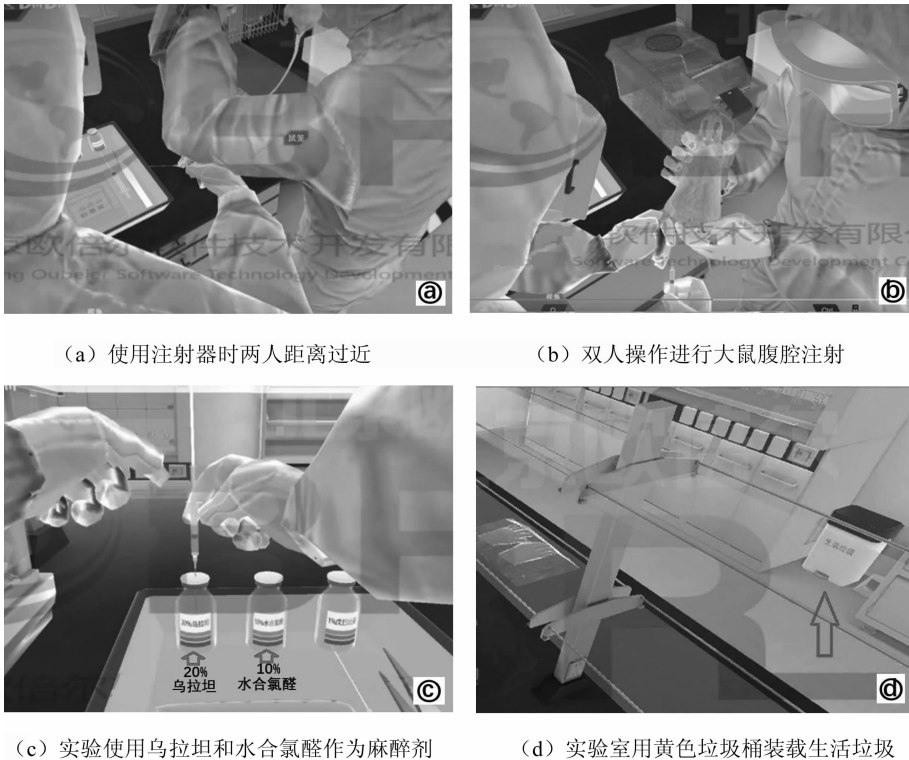


图 2 市面动物实验 VR 课程操作存在的问题

1.2.5 关于实验室功能区的称谓

一些实验室功能区的称谓没有及时更新。在新冠检测的 VR 课程中,动物生物安全三级实验室(ABSL3)的功能区的名称已经在二十年前废止。原来的“三区(清洁区、污染区、半污染区)两缓”的称谓不再使用,现在使用的称谓是“防护区”和“辅助工作区”,而核心工作区包括在防护区内。

2 虚拟仿真课程应该模拟的对象与参数

VR 课程应模拟的对象包括受众的身份、模式动物与动物模型以及实验室环境参数,如图 3 所示。

2.1 不同身份/角色人员角色岗位模拟

实验动物学不仅是医学开设的课程,也是农学、生物学开设的课程。另外,大学、研究所、教学医院都建有一定规模的动物实验中心。实验动物繁育的机构也很多,所以开设该课程受众群体也非常大。这要求 VR 课程应该针对不同的受众群体。

除了学生或者研究生,还包括新入职的兽医、教师、实验技术人员、秘书、设施设备维修人员、饲养员等,他们需要了解他们各自的工作内容。医学生是虚拟仿真的课程的主要受众群体是学生,其中主要是研究生。研究生的工作包括各种动物实验、特殊品系的基因鉴定、动物的传入与传出、动物的转移与停留与过夜等;实验技术人员负责各种动物实验、动物病原生物检测等。兽医负责动物观察,疾病的诊断、治疗等。教师和教学秘书需要查阅学生成绩与出勤,并对实验过程的数据进行统计分析。其他还包括科研秘书、财务人员等,他们需

要了解实验动物从开始到完成的过程,包括动物品系、笼位数量、动物的配送、实验费用的计算以及饲养人员的安排与调配、动物伦理的审批等。饲养员从事的工作包括饲料的添加与更换、饮用水的准备(包括饮水瓶的清洗、灭菌、转运与更换)、笼具的转运与更换与清洗、物品传入与传出、清洁与消毒,也有可能包括动物繁育的工作。水电维修人员负责实验动物设施设备的维护与保养以及在紧急情况下的处置,特别是停电、通风故障等。

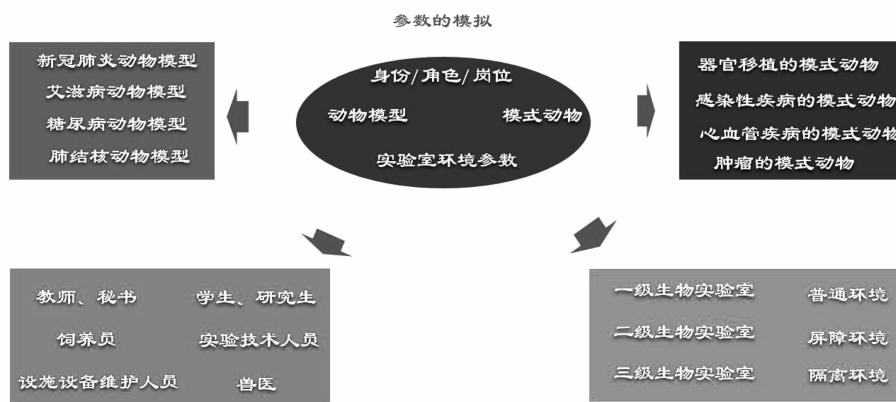


图3 动物实验 VR 课程应该模拟的受众对象与实验参数

2.2 不同模式动物与疾病模型模拟

模式动物有很多,如猪、羊、猴作为器官移植的模式动物,松鼠、睡鼠、猴作为猴痘的模式动物,土拨鼠作为乙型肝炎的模式动物,兔、大鼠、小型猪作为动脉粥样硬化的模式动物,裸鼠、NSG、SCID 小鼠作为肿瘤研究的模式动物。

VR 动物实验课程应该包括多种疾病的动物模型,如新冠肺炎的仓鼠模型、艾滋病的恒河猴模型、龋齿的大鼠模型、肺结核的豚鼠模型、高血糖/高血脂的大鼠模型、寨卡病毒病的小鼠模型等。

2.3 实验环境参数的模拟

这包括不同实验设施、设备与仪器的参数的模拟。虚拟仿真动物实验教学平台应构建的实验动物的设施环境,这包括实验动物的实验环境(如普通实验室、生物安全二级/三级实验室)以及动物繁育饲养环境(如普通环境、屏障环境、隔离环境)。设施设备检修人员、实验研究人员和饲养员都需要了解这些。普通环境的饲养的实验动物不多,如兔、豚鼠。屏障环境、隔离环境是动物繁育与饲养员学习的重点。屏障环境应包含走廊、缓冲间、笼具回收间、笼具准备间、饲养间、解剖间(包括安乐死与尸体冻存)等。普通实验室应包含动物麻醉与手术室等多个功能区;动物生物安全二级实验室应包含饲养间、实验室、缓冲间、清洗间等。除建筑外,其他虚拟设施还包括室内的独立通风笼具系统等。

虚拟的设施维持的重要参数包括气压、温度、湿度、光照等。饲养间内要维持一定的照度,且明暗交替。动物实验的屏障环境与动物繁育的隔离环境设施内为正压(以免实验动物受外界环境影响),而生物安全实验室室内为负压(以免感染性因子外溢),普通实验室可配备抽风装置,维持负压。

设备的参数也有必要模拟,如生物安全柜和超净工作台的关闭、开启、照明、紫外照射、风速/压力调节,高压灭菌器的设置与使用等。

3 动物实验虚拟仿真教学的内容板块分类

虚拟课程的内容与课堂授课的内容应该有所差异,只是活体动物实验操作部分和实习、见习等实践课程可以作为虚拟课程。如图 4 所示。

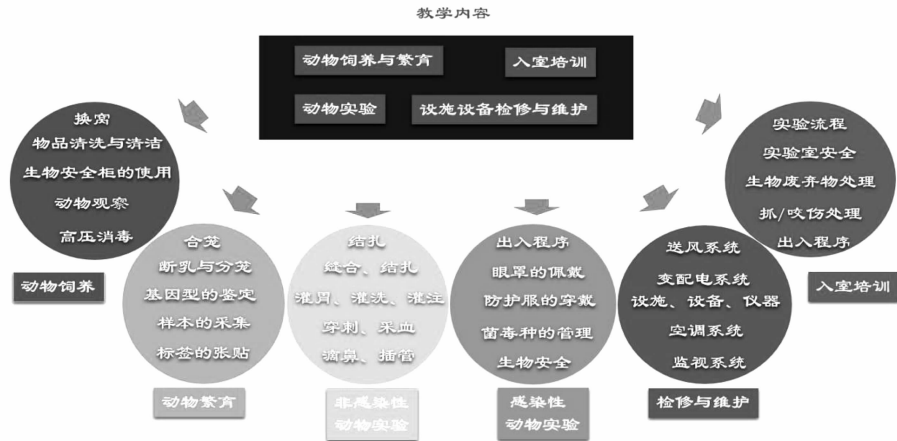


图 4 实验动物学 VR 课程的教学内容板块

3.1 动物繁育与饲养

实验动物的饲养与繁育有些差异。有专门的实体机构繁育和饲养普通品系和特殊品系动物,动物实验机构也可以从事特殊品系的繁育,如雌雄动物的合笼、新生动物的计数与标记、幼崽的断乳与分笼、特定基因型动物的合笼、动物性别的筛选、非目的基因型动物与多余动物的淘汰处理(安乐死)、新生动物的基因型鉴别取材等。这些工作专业性很强,一般由研究生或实验技术人员需要承担。在屏障环境中,实验动物的日常饲养工作包括动物观察、生物安全柜的使用、换窝(包括表面消毒、笼具的开启、笼盖的放置、食物与饮水的更换、原笼具的撤离、新笼具的放入等)。这些主要由饲养员承担,但有些技能研究生必须掌握,特别是换窝。实验动物繁育一般在隔离环境中,步骤包括物品的进入、传入物品的消毒、隔离包物品与动物的转出、消毒液的配制、动物的传出、样本的采集、标签的张贴等。这些工作主要由饲养员、实验技术人员、研究生完成。

3.2 感染性与非感染性动物实验

动物实验是 VR 课程的重点。动物实验可以分为感染性与非感染性两大类,非感染性实验没有特别的防护,其各种基础操作技能包括结扎、缝合、超声显像、X 光拍片、滴鼻、灌胃、灌洗、灌注、穿刺、采血、插管等。

感染性动物实验是医学、生物与农学科研的重点之一,这些必须在生物安全实验室进行,这有别于普通的动物实验。实验人员进入生物安全实验室有专门的防护,因此需要掌握实验室出入程序、室内场景与操作规范,这也是 VR 课程应该丰富的内容之一。实验动物应该定期进行质量检测,确认动物是否有病原体感染,检测应该在 A2 实验室进行。

感染性检测备受关注,目前市面的新型冠状病毒核酸检测的 VR 课程很专业。虽然内容是新冠病毒检测,实际上通过气溶胶传播的病原感染与动物实验都可以参考该课程,该课程的实验环境也符合生物安全三级实验室(BSL3)的布局与要求,包括进入程序、退出程序、

操作程序、消毒程序等。

3.3 设施、设备检修与维护

课程内容包括可能会出现各种设施设备故障,如停水、停电、火灾、飓风、暴雨、暴雪、地震;这也是相关单位应该常规开展的演练。根据不同实验动物的需求,虚拟仿真实验平台可能需要模拟特定的变配电系统、实验仪器设备、通风系统、温控系统和监视系统等,如空气滤芯的周期性检查和更换、空调设备定期检查和维修、洁净空气的输送与分配设施的管理。

3.4 入室培训与实验室安全

高校的实验室安全一直备受关注。实验室安全包括常见的动物抓/咬伤的处置、锐器(注射器、刀片等)刺伤、管制药物(麻醉剂、镇静剂等)使用与保存、CO₂气罐(安乐死用)/液氮罐(组织冻存用)/氧气罐(术后吸氧用)的使用、实验室废弃物(包括动物尸体)的分类、有毒物品的防护与处理、高压灭菌器的使用、洗眼器的检查、病毒液注射的操作、防护面罩的佩戴。此外,某些实验动物可能携带致命的病毒,如猴B病毒等,因此应教授防护意识。

另外,进入实验室前有人培训,包括动物实验申请与审批、动物转运、动物进入、动物转出、动物在外停留过夜、人员进入程序、消毒程序、人员退出程序。

4 实验动物虚拟仿真课程的实施与建议

4.1 虚拟仿真教学在《实验动物学》教学应用的实践

4.1.1 对象

随机选取武汉大学第二临床学院临床医学专业223名学生,随机分为(1)进行传统常规授课的常规实验动物学教学组(111人)和(2)虚拟仿真实验教学组(112人)。两组采用统一的实验动物学实验教学资料,使用相同实验教学硬件,授课教师相同并且授课过程中保持教学与情感能力一致。

4.1.2 教学实施

相比常规实验动物学实验教学组,虚拟仿真组的学生每节课需提前进行1个学时的虚拟仿真实验操作练习。学生通过虚拟仿真练习,对实验动物学各项实验技术、实验原理、实验步骤进行系统学习,除此之外,两组教学模式保持一致。

4.1.3 评估方式

在课程结束后,对学生的实验报告进行打分,同时进行理论考试,并对两组学生成绩进行对比分析。以问卷调查等方式,评估学生对课程的兴趣度和是否有帮助。所有的评估均采用无记名问卷形式开展,并对两组学生的调查结果进行对比分析。

研究发现和常规实验动物学教学组相比,虚拟仿真组的伦理成绩和实验报告成绩均高于常规实验动物学教学组(表1)。虚拟仿真组的课程满意度评分显著高于常规实验动物学教学组(表1)。进一步对虚拟仿真组进行调查发现56.2%的参与者评价虚拟仿真对课程学习比较有帮助,37.5%的参与者评价虚拟仿真对课程学习非常有帮助。86.6%参与者认为虚拟仿真是对实验动物课程的学习兴趣有一定增加。81.3%的参与者认为实验动物虚拟仿真课程的互动性和可操作性比较好,4.5%的参与者认为实验动物虚拟仿真课程的互动性和可操作性非常好。96.4%的参与者实验动物课程后愿意继续使用虚拟仿真系统。

研究结果表明,虚拟仿真教学在实验动物学课程中相较于传统教学模式具有明显优势。

虚拟仿真组在实验报告成绩和伦理成绩上优于常规教学组,显示出虚拟仿真有助于提升学生的实验技能和伦理认知。两组在课程满意度上的差异显著,虚拟仿真组的学习兴趣和参与度明显提高。大部分学生认为虚拟仿真对学习有帮助,且提高了课程的互动性和可操作性。总体来看,虚拟仿真教学有助于提高学生的学业表现和学习兴趣,具有广阔的应用前景。

表1 常规实验动物学教学组与虚拟仿真组课程成绩和满意度对比表

| 项目 | 常规实验动物学教学组 (n = 111) | 虚拟仿真组 (n = 112) | P 值 |
|-------------------------|-------------------------|--------------------|--------|
| 课程成绩 | | | |
| 理论考试成绩(均值(标准差))(满分100分) | 83.8(8.1) | 91.4(3.6) | <0.001 |
| 实验操作考试合格率(%) | 100(90.1) | 110(98.2) | 0.021 |
| 课程满意度评分 | | | |
| 评分(均值(标准差))(满分5分) | 4.2(0.4) | 4.4(0.5) | 0.002 |

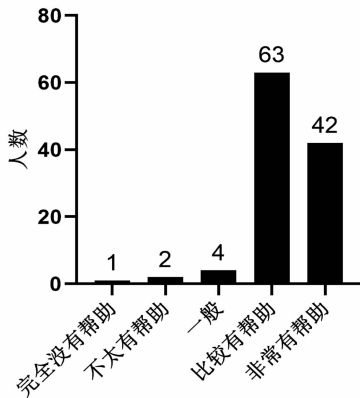


图5 虚拟仿真对整体课程学习是否有帮助

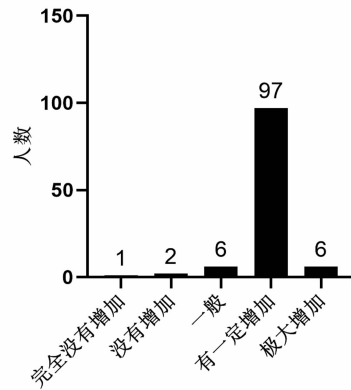


图6 虚拟仿真是否增加了对实验动物课程的学习兴趣

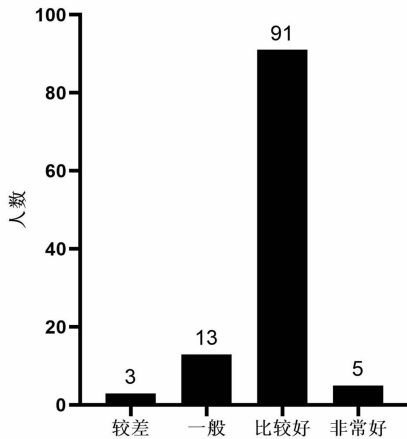


图7 实验动物虚拟仿真课程的互动性和可操作性

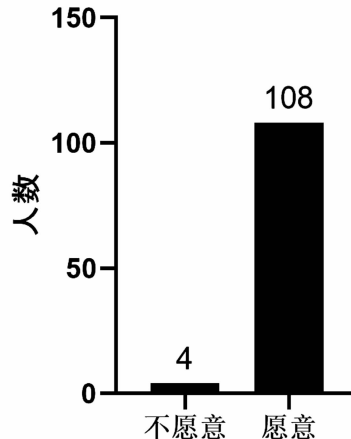


图8 实验动物课程后是否愿意继续使用虚拟仿真系统

4.2 虚拟仿真教学在《实验动物学》教学应用的实施建议

4.2.1 融合 AR 与 MR 技术

将 VR 与 AR、MR 技术结合,应用于实验动物学的教学。AR 是一种将虚拟信息和真实世界完美叠加的人机交互技术,能提供更加丰富、更真切的体验。如引入著名大学实验室或者动物繁育机构实验室的场景,构建一个完整的实验环境,如屏障环境的手术室、走廊、饲养间等。在真实的实验室场景内进行虚拟动物实验,这会使 VR 课程有更逼真的效果。同时,还引入混合现实(mixed reality, MR)技术,在 MR 技术的帮助下,通过智能眼镜或头戴设备,将虚拟元素与现实世界完美融合,并进行互动和操作。

4.2.2 增强多终端支持

加强对多终端的支持,特别是个人电脑或者手机终端,这样不需要进入教室即可练习;另外,还可以使用 VR 结合可穿戴设备和手柄进行教学与练习;而头戴式眼镜被视作未来有望独立于手机、电脑之外的“第三屏幕”。课程的多终端获取还可以实现教学资源的开放共享,承担社会服务的角色。

4.2.3 共建 VR 网课平台

由医学院校牵头建立医学实验动物的 VR 网课平台。这可以通过与软件开发公司或者大学相关专业共同研发,由动物实验单位牵头申请国家自然科学基金项目,共建公开课、精品课程或者核心通识课程等。

4.2.4 拓展虚拟课程内容

建立更多的动物实验密切相关的虚拟课程,如小鼠肝脏核酸的提取、组织蛋白的提取、器官的分离、体液等生物标本的采集与称重等。这些属于分子生物学的课题,但也是和动物实验密切相关的内容。

5 结束语

随着计算机科技的飞速发展,传统的教学模式正逐渐向电子化、智能化的方向转变,虚拟仿真实验教学平台正逐渐成为高等教育和职业教育的重要组成部分。虚拟仿真实验教学平台作为这一转变的重要载体,正以其独特的优势为医学实验动物学的实验教学平台建设与共享提供了强有力的支持。这不仅为学生提供了一个安全、经济、高效的学习环境,同时也为实验与教学带来了前所未有的便利。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 胡恒:论文构思、撰写;包容:论文修改、校对;高卫:项目负责人、论文审定

[参考文献]

- [1] 包容,蔡鸿宁,高建峰,等. 美国实验动物的管理与现状——以美国路易斯安娜州立大学为例[J]. 实验技术与管理, 2021, 38(11): 315–318. DOI:10.16791/j.cnki.sjg.2021.11.062.
- [2] Gasteratos K, Paladino J R, Akelina Y, et al. Superiority of living animal models in microsurgical training: Beyond technical expertise[J]. European Journal of Plastic Surgery, 2021, 44: 167–176. DOI:10.1007/s00238-021-01798-1.
- [3] Humpen der M, Corte G M, Pflützer M, et al. Alternatives in education: Evaluation of rat simulators in la-

- boratory animal training courses from participants' perspective[J]. *Animals*, 2021, 11(12): 3462. DOI: 10.3390/ani11123462.
- [4] Humpen der M, Corte G M, Pfützner M, et al. Alternatives in education: Rat and mouse simulators evaluated from course trainers' and supervisors' perspective[J]. *Animals*, 2021, 11(7): 1848. DOI: 10.3390/ani11071848.
- [5] Lemos M, Bell L, Deutsch S, et al. Virtual reality in biomedical education in the sense of the 3Rs[J]. *Laboratory Animals*, 2023, 57(2): 160 – 169. DOI: 10.1177/00236772221128127.
- [6] 曹彦杰. 虚拟现实技术在美国教师教育中的应用研究: 以中佛罗里达大学为例[J]. *比较教育研究*, 2017, 39(6): 93 – 102. DOI: 10.20013/j.cnki.ice.2017.06.013.
- [7] Macnamara AF, Bird K, Rigby A, et al. High – fidelity simulation and virtual reality: An evaluation of medical students' experiences[J]. *BMJ Simulation & Technology Enhanced Learning*, 2021, 7(6): 528. DOI: 10.1136/bmjstel-2020-000625.
- [8] Tang F M K, Lee R M F, Szeto R H L, et al. Experiential learning with virtual reality: Animal handling training[J]. *Innovation and Education*, 2020, 2(1): 1 – 9. DOI: 10.1186/s42862-020-00007-3.
- [9] Tang F M K, Lee R M F, Szeto R H L, et al. A simulation design of immersive virtual reality for animal handling training to biomedical sciences undergraduates[C]. *Frontiers in Education*. Frontiers Media SA, 2021, 6: 710354. DOI: 10.3389/educ.2021.710354
- [10] Oubahssi L, Mahdi O. VEA: a virtual environment for animal experimentation[C]. 2021 International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT). IEEE, 2021: 422 – 424. DOI: 10.1109/ICALT52272.2021.00134.
- [11] Abrache MA, Oubahssi L. Virtual3R: A virtual collaborative platform for animal experimentation[C]. *CSEdu*, 2024(1): 54 – 65. DOI: 10.5220/0012605500003693.

OBE 成果导向培养要求启发下基于当代 化工专业研究生教育体系中化学反应 工程双语教学改革探索

桂 阳 毛 磊 俞丹青 郭 芬 崔正威

(武汉科技大学 煤转化与新型炭材料湖北省重点实验室, 化学与化工学院, 化学工程系)

摘 要:我国日新月异的科技变革正推动着全球经济的加速融合,因此未来人才不仅需要具备高、精、尖的专业素养,还需具备能够跻身世界舞台的全球竞争力,即包括专业交流的能力、专业创新的能力和 专业互融的能力。

关键词:OBE 成果导向;研究生教育;化学反应工程;双语教学

为使中国未来人才能够托付起世界发展之己任,2017 年 1 月,经国务院批准同意,教育部、财政部、中华人民共和国国家发展和改革委员会印发了《统筹推进世界一流大学和一流学科建设实施办法(暂行)》。其中,研究生教育国际化则是推动世界一流大学和一流学科建设的重要支柱力量,承担着培养具有国际竞争力高水平人才的重要任务。据推测,到 2022 年,我国在校研究生将超过 400 万人,要使如此庞大的科研队伍在未来发挥引导我国成为世界科研强国的支柱力量,首先必须大幅度提高研究生队伍的国际化水平、国际地位、影响力和竞争力。

国家教育部早在 2001 年针对加强大学本科教学的 12 项措施中就要求各高校在 3 年内开设 5% ~ 10% 的双语课程,在 2003 年印发的“高等学校教学质量与教学改革工程纲要”中的第十二条中再一次明确指出“要继续推进双语教学”。由此可见,双语教育在高校本科教育中占据着举足轻重的地位,进而也奠定了将双语教学深入推广至研究生教学体系中的方向。随着习近平主席在 2013 年 9 月和 10 月分别提出建设“新丝绸之路经济带”和“21 世纪海上丝绸之路”的合作倡议,即“一带一路”的战略目标,该目标的实施要求高校能够不断提升培养留学生的能力,助力发展中国政府部门高端精英人才培养,也即对我国研究生教育国际化提出了更高要求。于是,国际化目前已经成为高等教育高水平发展的现实诉求,表现在我国研究生教育的国际化正渗透到研究生培养的各个层面,其中最重要的途径之一即是研究生课程的国际化。山东省教育厅对促进研究生教育国际化发展实施方案中明确提出“建设研究生教育国际化课程体系,在课程内容上注入更多国际化元素,在授课方式与学习方式上体现国际化要求,增加外文原版教材使用比例”。中国地质大学(武汉)以国际化培养为着力点,始终致力于建设体现教学理念先进、教学内容优化、教学方法合理的全英文课程体系,构建以提升知识更新力、学术创新力和国际竞争力为目标的研究生课程体系。

我校(武汉科技大学)于 2013 年开始致力于特色学科的国际化课程体系建设,其中,化

学工程与工艺专业作为我校的双一流特色专业更是建设国际化课程体系的重要试点。《化学反应工程 Chemical Reaction Engineering》课程为化学工程与工艺专业的专业核心课程,该课程以工业生产中的化学反应过程为研究对象,研究典型反应器的结构和操作特性;针对各种典型化学反应(如简单反应与复杂反应、均相反应与简单的非均相反应等)的理想反应器和实际反应器的设计及优化、反应过程的操作分析与优化等。该课程是高等数学、物理化学、化工原理、化工热力学等专业课的延续和提升,对研究生提出了更高的要求,即需要具备融通理论、联系实践、融合实践优化系统、利用理论分析判断以解决实际复杂问题的能力,并在此基础上要求研究生具备创造、创新的能力。然而,目前我国工科学生普遍存在的知识基础扎实,但应用能力欠缺,理论联系实际并解决实际复杂问题的能力不足,从而导致缺乏设计或开发方案的创新意识等问题。

我校通过在研究生教育体系中试行实施《化学反应工程》双语课程,在外教部分授课的基础上,同时采用全英文教材,并辅助于双语 PPT 讲授,为留学生及我国研究生提供了同堂而坐、共同学习、相互借鉴的机会,建立了基于研究生主体的国际化交流平台。同时通过引入案例讨论、专家讲座、小组设计汇报等方式凸显了学生的主导能动性地位,为学生提供了更多思想交流和自我表达的机会。通过近年来对研究生《化学反应工程》双语课程体系建设的探索,我校构建了适应于研究生国际化教育的双语教学新模式、新机制,并逐步建立和形成了与国际接轨的高层次化工专业人才培养的双语课程新体系。探索发现,《化学反应工程》双语课程体系的建立对进一步提高研究生培养质量,响应国家对 21 世纪高精尖国际化人才培养的战略目标具有积极地推动作用。

1 秉承培养国际化科技人才的目标,建立研究生双语教学体系势在必行

促进化学学科发展的目标。随着“十三五”期间我国高等教育发展目标和主要任务的明确提出,即“加强与世界一流大学和学术机构的实质性合作,将国外优质教育资源有效融合到教学科研全过程,开展高水平人才联合培养和科学联合攻关”,双语课程模式则成为了实现该目标和完成该任务的重要路径之一。为了培养国际化人才,增强我国科研人才在国际舞台上的竞争力,首当其冲在具备扎实理论功底的基础上,必须具备畅通的国际交流能力;其次必须摒弃固步自封、坚守对外开放的原则,具备国际视野、能够与时俱进;再次则需要树立合作共赢、持续创新的信念。针对上述三个方面,双语课程体系的建立则呼之欲出。首先,双语课程的建立,为逐步培养学生的交流自信,为其在国际科研舞台上能够自由表达个人的学术思想和见解提供训练的场所,对增强其在专业学术领域中的国际沟通能力具有奠基作用;其次,双语课程系统的建立,为留学生和我国研究生提供了共同学习和讨论借鉴的机会,有利于优化师资力量,提高了教学效率,更方便了学生之间的国际交流。不仅如此,通过座谈、研讨,更是为开阔学生视野、解封固化思维、保持与时俱进创造了良好的平台;最后,通过双语课程建设,创造探索合作的机会,使不同国际教育背景的研究生之间通过交流发生思想碰撞,达到激发其创造创新潜能的目的。由此可见,为顺应经济全球化的发展趋势,满足世界对国际化创新型人才的需求,双语课程体系的建立与探索将成为培养国际化科技人才战略目标的奠基力量,具有重要作用。

2 研究生化学反应工程双语教学模式的构建及探索

化学反应工程双语教学体系围绕国家对未来人才提出的国际化能力需求,同时满足国家对化学工程与工艺专业领域科研人才能力专业化的要求,并达到我国高等教育部对该专业研究生毕业时必须具备创新能力的要求,我们制定一套该双语课程特有的教学模式,如图1所示。

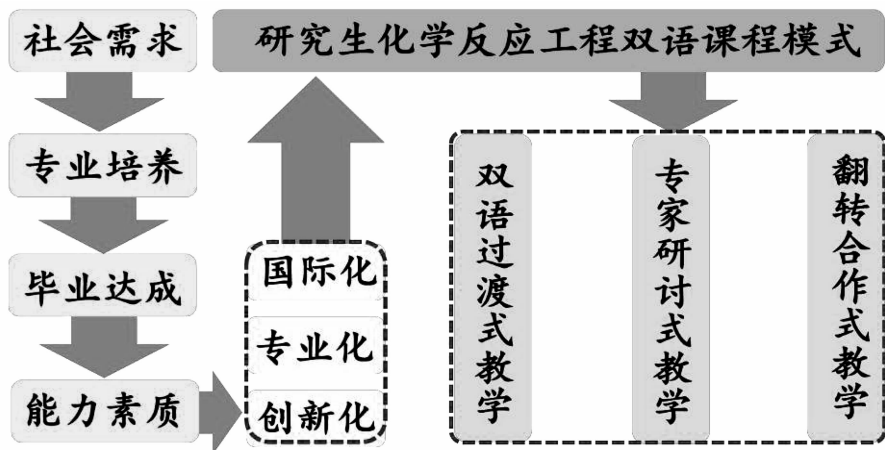


图1 研究生化学反应工程双语课程模式构建示意图

以上教学模式中确立的四种教学方法紧扣研究生培养的任务目标应运而生,一方面考虑到学生语言水平参差不齐,因此通过设立双语过渡式教学方法,使学生在深入理解和掌握理论的基础上学习和适应化学反应工程学术领域的国际表达方式;另一方面则为了给学生进一步创造国际交流的机会,培养学生的表达自信,该门课程也同时引入了专家研讨、和学生内部分组合作(包括留学生)两种教学方法。下面针对以上三种教学方法在研究生化学反应工程双语课程中的实践,探讨如何开展双语课程。

2.1 双语过渡式教学

根据我校研究生生源的实际情况,学生的化工领域基础学科水平及英语表达能力参差不齐,因此,为在此基础上一方面侧重进一步深化学生对化学反应工程专业理论的理解和应用;另一方面则促进提高学生在该专业领域的国际交流水平,培养及国际表达的语境和自信,我院化学反应工程教授团队最终确定了双语过渡式教学方法,该方法主要体现在课程教材的选择、课件内容的制作、课堂授课方式的定位,以及课程考核内容的明确四个方面。

2.1.1 教材选定

双语教学的目的主要在于在深化掌握和理解专业理论的基础上使学生去了解它的国际表达方式,培养学生的专业表达自信,因此课程教材既需要英语原版教材,也需要起到过渡指导作用的中文教材。其中,英文教材要能够体现国外的教育思想及理念,以帮助规范学生专业英语表达的准确性,但同时语言不能成为学生学习的拦路虎,耗费学生的大量精力,即表达方面能够浅显易懂。我们最终选择了由奥克塔夫·列文斯比尔(Octave Levenspiel)教授主编的《Chemical Reaction Engineering》(第3版)作为英语原版教材。该书最大的特点是语言生动,例题及习题与实际生活联系紧密,且理论阐述形象化、图示化,使学生更容易接受。

但是由于该英文教材的内容编排与我们目前出版的化学反应工程中文教材出入较大,同时考虑到研究生培养与本科学习的差异性,即专业学习的自主性更强、相关内容的涉及面更广,因此我们没有明确某一本中文教材作为讲授课本使用,而是集众家之长,为学生推荐了目前各高校常用的三套《化学反应工程》中文教材,包括陈甘棠教授主编的《化学反应工程》(第三版)、朱炳辰教授主编的《化学反应工程》(第五版),以及李绍芬教授主编的《反应工程》(第三版)。其中,陈甘棠教授主编的教材与所选英文教材的内容编排最为接近。我们以上英文教材内容编排为主线,以中英文教材为依据,针对研究生培养目标,重点保留了四个部分的内容,包括化学反应工程中的数学建模、特定化学反应过程对应的理想反应器及其组合的流动特征、非理想流动对反应过程的影响,以及非均相反应体系的反应特点。该内容相较于本科教育中基础理论的阐述部分被弱化,更加突出真实案例的分析思路与方法,以及化学反应工程理论在非均相催化体系设计中的应用,以达到提高该专业研究生解决复杂工程问题能力的同时具有一定国际交流能力的目的。

2.1.2 课件制作

在明确以上授课内容的基础上,课件制作内容主要以英文为主,但在重要理论概念出现的位置则标注有其对应的中文意思,以帮助学生能够准确的表达和理解。此外,为吸引学生的注意力,课件制作中主要以图、表、关键词为主线,同时配对相应的动画效果,或插入相关的视频录像,使理论文字可视化、理论应用生活化,以激发学生的学习兴趣。且每章节课件内容力求阐述一个简单完整的故事,即有开头(标题),有结尾(总结),以帮助学生清晰课堂内容。同时,总结中要求陈列本章节重要的国际表达词汇,以帮助学生巩固记忆。

2.1.3 讲授方式

考虑到教材及课件均为学生创建了较为充分的专业国际交流平台,为使学生明确双语教学仍然是以掌握和扩展理论的实际应用为主要目的,我们选择课堂讲授中逐步淡化中文,引入英文表达的渐进方式进行章节内容的讲授。具体分配可如图 2 所示,即绪论介绍部分设置为全中文讲解,全面介绍化学反应工程在实际应用中的指导作用以及其在推动社会未来发展中的积极作用,同时还包括目前该领域研究的热点、盲区、瓶颈及发展。该内容中将重点以我国发展现状为基础,进而推向解决世界化学反应工程相关的问题,且为全部课程的授课内容来说定下一个总基调,所以我们设定为全中文讲解,以免一开始就英文介绍会使部分学生失去继续学习的信息和兴趣。以此,我们在前五章的基本理论及概念的阐述、扩展与应用方面的内容讲解上,也是主要以中文为主,结合过渡式双语教学的思想,过程中涉及的理论和概念等专有名词解释则会同步进行英语翻译的切换,与课件内容互为倒置,互为补充。而随着学生学习进行中对理论地理解以及逐渐建立的表达自信,课授中将逐渐提高英文讲授的比例,从第六章开始,讲解中涉及的理论、概念等前期回顾的知识将用英文直接介绍,从九章开始,此时学生通过前阶段的反复练习,已经熟悉了大部分该领域专业英语表达的方法,因此授课内容中涉及的案例分析或例题讲解,即是对相关理论的应用,也将全部采用英文讨论的形式。至十一章,则基本采用英文讲解,但涉及的相应理论依据会进行相应的中文同步介绍,以扎实学生的基础,使其表达精准。

2.1.4 考核方法

教与评相辅相成,结合化工专业研究生培养及化学反应工程双语课程在培养研究生能

力方面的目标,我们的考核主要包括平时表现与期末考试两个方面。考试的目的是为掌握学生对改门学科中基本理论及概念的掌握程度,试卷内容采用中英文双语的形式,占总成绩(100分)的60%,也突出了双语教学中,学生对专业理论的理解和掌握仍然占据主导地位。同时,培养学生在专业领域具有国际交流能力及专业表达自信,则是双语课程设置的另一个目的。因此,在平时表现的考核中,我们为学生提供了更多英文表达的锻炼机会,包括留学生参与的专题研讨,主要以学生的参与及表达积极性为评判标准;小论文,即是学生针对自己对该领域感兴趣的话题或该领域理论在自己从事的科研方面的应用进行文献查阅及论文撰写(英文),要求是字数不限,主要以语言表达的准确性、论文内容的丰富性,以及逻辑阐述的合理性为评判基准;课外学习,即是学生自行利用国内外公开课学习平台进行学习,可以是针对某一章节或某一个理论阐述的学习,学习后需要给出自己的学习感悟,总结国内外表达方式、思路及逻辑上的异同点。通过以上几个环节的考核,可以有效反馈该学科双语教学的效果。

以上从教材的选定、课件制作、讲授方式及考核方法四个方面,对我校围绕过渡式双语教学如何在研究生化学反应工程双语课程方面实施开展进行了相关的探索,其方案如图2所示。

2.2 专家研讨式教学

上述过渡式教学方式起到了引导学生进入双语学习模式、使学生建立双语准确切换的思维习惯的作用。然而,作为研究生专业授课,仅仅掌握理论知识及相应的国际表达方法是远远不够的,研究生学习应该是以将理论升华、解决该领域为解决难题为目的。因此,了解该领域的发展现状,知晓该领域的瓶颈,是作为一位研究生的重要责任。通过邀请相关领域专家到堂讲座,为学生提供交流学习的平台,可以达到拓展学生的眼界,打通学生的思路,尤

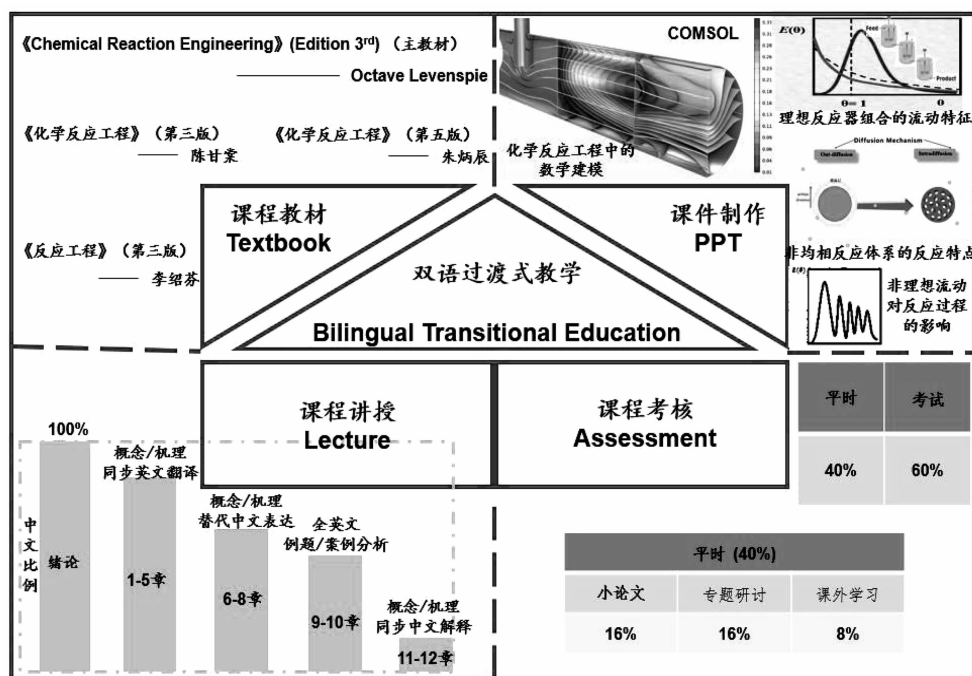


图2 双语过渡式教学在研究生化学反应工程双语课程中的实施方案示意图

其是激发学生的好奇心和兴奋点的目的。所邀请专家涉猎的领域较为广泛,包括化学反应热力学研究、化学反应动力学研究、化学反应工程在材料研究中的应用等。我们拟通过各类具体的研究领域,引发学生对化学反应工程与不同研究领域关联性的思考,使其在自己的研究领域能够得到可能的启发,大胆的创新。

基于上述思想,我们在该门双语教学课程的设计中,共开展了四堂座谈研讨会,各位老师均具有海外留学的经历。座谈会主要包括演讲老师对自己研究领域工作的汇报,以及学生针对研讨话题自由提问两个环节。汇报过程多采用双语的形式,即所涉及到的新概念或机理会同步进行中英文的切换,或者所采用的 PPT 以英文为主。研讨会上,我们鼓励学生提问,也会引导学生对化反在研究领域中的可能的应用进行思考。例如:在一次介绍海水淡化领域的研讨会过程中,其海水淡化机理即是当含有不同盐离子的海水通过两个电极板间隙所形成的均匀电场时,溶液中的离子会分别被吸附或在带相反电荷的极板上发生氧化还原反应而被从溶液中去掉,以得到脱盐的海水。结束后,研讨老师提到尽管这个研究看上去是电化学领域,然后它亦与化学反应工程相交叉,以引导学生去思考。其中就有学生想到了停留时间分布 (Residence Time Distribution) 的概念,该学生分析了停留时间分布对优化除盐效率的可能的指导意义。一经该学生的发言,也引发了系列连锁反应,陆续有同学提到了理想反应器中的沟流、短路、死区等对除盐结构可能的影响,从而反过来引发了对电极板宏观结构设计的讨论。讨论过程中,每提到化反专有名词的时候,有学生会不自觉的用英文进行交流。由此可见,座谈会的形式为学生提供了更自由的展现自我的平台,也从多维度引发了学生对如何将化反知识应用在实际研究领域的探索。

通过研讨式教学,肯定学生的观点、想法,提高学生的专业自信,培养学生的专业兴趣,对增强学生的专业认同感,进而具有想要钻研、创造的激情具有积极的促进作用。

2.3 翻转合作式教学

当前教育改革进程中,翻转式教学成为主流方向之一,受该方向的引领,我们在研究生化学反应工程双语课程的设置中对理论应用案例的介绍时也采用了该教学方法。即设置化学反应工程相关案例,如非均相反应和吸附的多孔催化剂中的物质传递、膜反应器制氢的影响因素、电池隔膜中的温度序列优化等,让学生自行分组,然后针对所选案例自行分工合作(包括文献调研(其中国际参考文献必须占到 50%,且所有参考文献中的 80% 的发表时间为近三年内)、机理阐述、应用场景、瓶颈突破、创新创造),最后以 PPT 的形式在课堂上进行汇报(建议以英文为主),并展开相应的提问讨论。该过程中,授课教师仅起到穿针引线的组织作用,以及私下学生遇到问题时起到相应的引导作用,但整个项目的主持人是学生,讨论过程中学生和教师均可以提问。

以上设置环节有利于培养学生文献调研的能力,同时也为学生提供了更多的表现机会。学生通过调研,对项目内容进行深入思考,从而有利于其将所学习的专业知识融会贯通,理解也将更加深刻。此外,通过不同组学生之间的相互展示,以形成良性竞争关系,互相学习、交流,以取长补短,共同进步。

通过采用以上专家研讨式及翻转合作式的教学方法,循序渐进地培养了学生们对该专业的研究兴趣,更重要的是通过英文交流和英文文献的阅读,无形中将该专业的准确表达方式根植于学生的大脑中,形成了思维惯性,即当相关专业概念或理论出现时,学生会条

件反射般自然的在其对应的中英文表达中自由切换,使学生建立了表达自信,实现了双语教学的目标。

3 结语

化学反应工程是化学工程重要的基础学科之一,改课程理论综合性强,系统分析复杂,且应用性广泛,是推动我们从工业大国转型至工业强国的坚实基座力量。同时社会的日益国际化、一个地球的发展方针,也促使国际合作交流日渐频繁,也因为对高科技人才的要求也迅猛提高,即既需要有扎实的理论功底已实现质变的创新、创造,也要求具备国际交流合作,并引领国际团队实现共赢的能力。正是在这样的复合型人才培养要求下,为顺应发展需求,加速实现国际化创新型工程人才的培养目标,我院开始以化学反应工程为试点,开展了双语课程。本文重点阐述了化学反应工程双语课程中三种教学方式的探索,其中,为了提高学生学习能力,避免由于语言能力参差不齐造成部分学生产生望而却步的心理,我们选择过渡式教学方式,随着教学进程逐步提高英语在授课中的占比,给学生一定的适应期;再次,针对研究生相较于本科培养在创新创造能力上的要求,我们设定了研讨式教学方式,以引导学生及时了解该学科领域的研究进展、发展动态,通过要求相关领域老师进行讲座,启发学生思考化学反应工程在各个研究领域中的指导作用,打通学生的思路,激发学生的学习兴趣,过程中亦以双语讨论交流为目标;最后,为了充分调动学生的自主能动性,我们设定了翻转合作式教学方式,通过发布案例,鼓励学生自由组队,以学生为主导,彼此分工合作,完成案例的调研、分析、汇报及讨论。学生通过国际文献的阅读,建立了相应的专业国际表达的思维模式。同时通过上台汇报、台上台下共同讨论,也为其提供了更多的表现自己和交流学习的机会,有利于提高其表达自信。

我院通过在研究生化学反应工程双语课程方面的探索,以期能够培养得到满足现代化工需求的复合型国际技术人才,希望能够引起广大科研教育工作者们的关注。

[参考文献]

- [1] 彭莘媚,贺银菊,王江河,李云萍,邢焰,张杰.新时期普通高校化学反应工程[J].课程建设与改革,2021,38(2):62-67.
- [2] 王军政,辛峰.留学硕士生化学反应工程全英文教学初探和反思[J].化工高等教育,2019(3):18-20,76.
- [3] 苏秦,杨鹏,等.双语教学实施效果的调查与分析[J].中国大学教学,2002,(10).
- [4] 麻晓霞,蔡超,范辉.工程认证背景下《化学反应工程》教学模式初探[J].广州化工,2019,47(9):207-209.
- [5] 童仕唐,毛磊,俞丹青,等.在化学反应工程双语教学中运用目标教学法突出实效[J].化工高等教育,2015(6):34-39,53.
- [6] 颜建勇,李晓峰.设立交叉学科学位:培养研究生创新人才的可供选择[J].高等工程教育研究,2017,(01):179-184.

虚拟仿真技术在心理学实验教学中的应用

高超 姜志永 赖淑鹃
(江汉大学 教育学院,湖北 武汉 430056)

摘要:近年来在国家教育数字化战略的推动下,各大高校积极建设虚拟仿真实验平台。而心理学作为一门实证科学,在专业教学过程中实验教学非常重要。为适应心理学实验教学的特殊需求,同时响应教育信息化的发展要求,基于云端的心理学虚拟仿真实验教学平台得到快速发展与广泛应用。虚拟仿真技术的引入不仅显著提升了心理学实验教学的质量与效率,也为学生提供了更加灵活、便捷的学习体验。随着人工智能、虚拟现实等前沿技术的持续创新,心理学虚拟仿真实验教学将迎来更广阔的发展前景。

关键词:虚拟仿真;心理学;实验教学

1 虚拟现实仿真技术概述

根据词源学,“虚拟(virtual)”一词的含义是指“实际上和本质上并不存在的”,后来计算机研究领域引入虚拟一词,表示“在实际物质上并不存在,但能用软件表现出来”。

虚拟仿真(virtual reality simulation)是指通过技术手段,模拟出虚拟的环境,让人在虚拟的环境中体验到与现实世界相似的或者是完全不同的体验,目前虚拟现实仿真技术主要应用在教育训练领域和电子娱乐领域。

虚拟现实仿真系统一般分为沉浸式虚拟现实和网络化虚拟现实。沉浸式的虚拟现实包含目镜及耳机的头盔,当个体带上头盔移动头部时,虚拟环境中的视角也会跟随移动,主要用于场景模拟;而网络化虚拟现实则是基于3D编程技术形成的桌面虚拟场景,它主要用于远程学习。

2 虚拟仿真技术在心理学实验教学中的应用现状

传统的实验教学模式,对实验学习的场地和时间都有要求,实验指导教师需要在实验室给学生讲解实验的背景知识、实验仪器的操作步骤及相关注意事项等,在这种模式下师生可以直接进行学习互动。但随着疫情防控的常态化,出现零散疫情所在地的高校可能面临着将线下课程转到线上,进行网络授课课程,而传统的实验教学模式很难满足这一点。另一方面,传统的实验室在建设上,需要投入大量的实验场地及资金购置相关实验仪器设备,并且实验室的日常维护和管理上,同样也需要投入大量的人力、物力和财力。因此,对传统的实验教学模式进行改革和创新,也发展成为高校教学改革中的重要课题。

随着现代信息等相关技术的飞速发展,虚拟现实仿真技术也越来越多的应用在教学领域。国家教育部为贯彻落实《教育部关于全面提高高等教育质量的若干意见》精神,根据《教育信息化十年发展规划(2011~2020)》,持续开展了国家级虚拟仿真实验教学中心建设工作。虚拟仿真实验教学主要是依托虚拟现实、多媒体、人机交互、数据库和网络通讯等技术,构建高度仿真的虚拟实验环境和实验对象,学生在虚拟环境中开展实验,达到教学大纲所要求的教学效果。

心理学作为一门诞生了一百多年的实证科学,学生在学习心理学都大部分的心理现象和心理学理论时,都需要用严谨科学的实验进行验证,才能更好的理解和掌握相关的心理学知识。同时由于心理学实验的特殊性,心理学的实验主要以人为研究对象,这不同于物理、化学等传统的实证学科,心理学实验会涉及到一些诸如实验伦理问题(睡眠剥夺实验、负性情绪唤醒实验、社会服从实验、心理咨询实训实验等)、实验内容难以复现(发展心理学实验)、特殊实验环境难以设置(危险应激实验、航空心理实验)、大型科研仪器设备使用成本高(功能核磁共振成像仪、功能性近红外光谱成像仪、经颅直流电刺激等),这些问题导致传统的心理学实验室难以让本科生获得较好的实验学习效果。另外一方面,随着疫情防控的常态化,遇到突发疫情,高校教学会使用暂停线下授课,转到线上授课的模式。而在线上的网络课程中,要使用到仪器设备的实验教学就很难开展了,因此建设基于网络云端的虚拟实验室的需求也越来越急迫了。基于以上两方面的原因,各大开设心理学专业的院校都紧跟国家建设虚拟仿真实验的潮流,积极建设和推广心理学虚拟仿真实验教学平台。

国家教育部经过2014年和2015年的遴选、评审和建设,现全国共建有200所国家级虚拟仿真实验教学中心,其中心理学相关的虚拟仿真实验中心2所:北京师范大学的心理学虚拟仿真实验教学中心和陕西师范大学的心理学虚拟仿真实验教学中心。随后2018年教育部上线了国家虚拟仿真教学课程共享平台,截止2021年9月平台(<http://www.ilab-x.com/>)共计上线3250个实验项目,对各个学科类别的实验教学均有所覆盖。

国家虚拟仿真实验教学课程共享平台上的实验项目中,心理学类的实验项目共计12个:华南师范大学的自杀事件危机干预虚拟实训、首都师范大学的“情绪与应激”虚拟仿真实验教学——心境影响记忆实验、VR虚拟现实青少年社交焦虑仿真干预实验、江西师范大学的基于眼动和生理数据的毒瘾评估虚拟仿真实验、天津师范大学的不同流派心理咨询技术在同一案例中的应用虚拟仿真教学项目、西北师范大学的大脑认知神经功能与神经信号传递虚拟仿真教学实验、福建师范大学的心理危机团体辅导虚拟仿真实验教学项目、华中师范大学的儿童养育过程及其影响因素探索虚拟仿真实验、安阳师范学院的第一印象行程的神经机制、南京师范大学的临终老人心理关爱虚拟仿真实验、陕西师范大学的基于航空UAV虚拟/增强现实平台的飞行进场黑洞错觉虚拟仿真实验教学项目和北京师范大学的婴幼儿课题心理表征虚拟仿真教学项目等。

梳理国家级心理学虚拟仿真实验教学中心和各省级心理学虚拟仿真实验教学中心所提供都实验教学项目,发现已建成的心理学虚拟仿真实验项目主要涉及到以下内容:

2.1 认知行为实验

实验心理学中的反应时实验、心理旋转实验、内隐联想测验实验等;认知心理学中的感知觉实验、序列位置效应实验、色词干扰实验、心理旋转实验等,这些实验项目大多是在计算

机屏幕上呈现相应的刺激,实验被试使用键盘按键进行反应,计算机对实验数据进行收集。这类型的实验进行虚拟化和云端化较为简单,可以直接把相应的实验程序上线到网络平台,教师通过网络慕课的形式录制好相关操作和理解的讲解,学生通过云端访问相关资源就能进行实验学习,这类实验项目的学习的效果相较于传统的线下实验室学习,并无太大差异。

2.2 心理测评实验

心理测量学、管理心理学及人力资源测评等课程中,会使用到心理测评软件,这类实验项目主要是让学生掌握相关的测评技术,并体验测评内容,这类实验项目也能较好的进行虚拟化和云端化,并且学生在进行相关实验项目的学习时,使用云端虚拟实验室和线下实验室的学习效果和学习体验,几乎可以达到完全一致。

2.3 生理心理学实验

生理心理学实验中,主要涉及到对大脑及神经系统等相关生理组织系统的结构及功能的演示,将难以理解的、抽象的大脑功能形象的展示给学生。这类实验通过计算机3D编程技术也能较好的实现虚拟化和云端化,但学生只能通过鼠标和键盘操纵虚拟的大脑模型,而在线下的实验室学习时,学生可以用手触碰并拆卸大脑模型的各个部分,能够直观地观察到大脑的机构和各个功能分区,因此学习效果相较于使用云端的虚拟模型更好。

但另一方面,生理心理学在研究大脑的高级功能时需要使用到核磁共振仪、脑电记录仪等脑科学大型科研设备,这些设备使用成本较高,仪器使用原理和操作过程复杂,且供教学使用的台套数非常少甚至是没有,因此很难让本科生上机进行实验训练。传统的教学方式只能是教师通过PPT呈现仪器及相关操作步骤的注意事项,学生很难有较深的体验。而通过3D虚拟仿真交互设计编制出的虚拟仿真实验教学项目,让学生能够在虚拟环境中学习体验并掌握大型仪器设备的使用操作,这能极大的提高实验教学效果和学生的综合素质。

2.4 心理咨询类实验

虚拟仿真技术在心理咨询类项目中也能有较好的应用,通过虚拟仿真技术能够模拟出矿井、高空、火灾等危险场景,让学生在安全的物理环境下体验到紧张、焦虑、恐惧等心理和情绪,让学生从常规的旁观者变成参与者,从而更好的体会到心理应激。另外,心理案例咨询的实验训练中,计算机技术也能够模拟出虚拟来访者,学生可以使用不同的心理咨询流派思想及技术对虚拟来访者进行反复的心理咨询,从而使学生更好的掌握各项心理咨询技术。

3 结语:心理学虚拟仿真实验教学的未来

通过对现有的心理学虚拟仿真实验项目的梳理,可以发现虚拟仿真技术能够较好的克服传统心理学实验教学的一些局限性,并且能够应对疫情防控带来的线上实验教学的挑战,更好的实现心理学实验教学。当然,目前心理学虚拟仿真实验教学的建设中还存在着些许问题:一方面,虚拟仿真实验项目的特点是开发成本较高,后期维护及使用成本低,即使用的次数越多,成本越低廉,但现有的心理学仿真实验教学平台的开放共享性还有待提高,例如已建成的两所国家级心理学实验虚拟仿真教学平台就仅其内部师生使用;另一方面,诸如重量差别阈限实验、深度知觉实验等项目必须用实物进行操作感知才能得到实验数据,对于这些实验项目,以目前的技术手段还是无法较好的进行虚拟仿真模拟等。

随着国家教育部门的持续建设推动及虚拟仿真技术的不断发展进步,相信未来虚拟仿

真技术能够更好的辅助日常的心理学实验教学,能够更加便捷高效的为心理学专业的师生服务。

[参考文献]

- [1] Psocka J. Immersive training systems: Virtual reality and education and training[J]. Instructional Science, 1995,23(5):405-431.
- [2] 教育部.《教育信息化十年发展规划(2011~2020年)》. (http://www.moe.gov.cn/s78/A16/moe_789/201203/t20120331_133414.html)
- [3] 彭聃龄.普通心理学.第4版[M].北京师范大学出版社,2012.
- [4] 疏德明,冯成志.心理学虚拟仿真实验教学中心的建设与共享[J].实验室研究与探索,2018,37(2):139-143.
- [5] 康镇.基于云平台的智慧实验室管理研究与探索[J].实验室科学,2020(4).
- [6] 教育部.教育部办公厅关于开展2014年国家级虚拟仿真实验教学中心建设工作的通知. (http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7945/s7946/201408/t20140822_174614.html)
- [7] 谢冬婵,林春艳,梁柏燊,等.虚拟仿真心理实验中心促进创新人才培养体系建设[J].实验室研究与探索,2017(6).
- [8] Chen,Yong-ke, Rui,et al. Research on the Construction of Virtual Reality Simulation System for Psychological Stress Training[J]. Psychology & Behavioral Sciences,2017.
- [9] 唐英.面向高校的心理咨询虚拟社区的设计与实现[D].天津师范大学.
- [10] 胡今鸿,李鸿飞,黄涛.高校虚拟仿真实验教学资源开放共享机制探究[J].实验室研究与探索,2015,34(2):140-144.

安全工程虚拟仿真实验教学资源建设 与共享机制探索

周克清¹ 张敏² 杨丹¹ 陈劲¹

(1. 中国地质大学(武汉)工程学院, 湖北 武汉 430074;

2. 中国地质大学(武汉)实验室与设备管理处, 湖北 武汉 430074)

摘要:实验教学作为安全工程专业人才培养的核心环节,需适应新时代对工程实践能力培养提出的新要求。本研究结合学科融合及虚拟仿真实教学这一人才培养热点,通过系统调研虚拟仿真课程资源建设经验并总结共性问题,提出“虚实结合、学生本位、理实一体”视域下的虚拟仿真实验课程资源建设思路和方案。探讨“虚实结合”模式下建设优质虚拟仿真实验教学资源的发展策略,并构建教学效果评估体系与跨校共享机制,旨在为兄弟高校虚拟仿真中心建设、实验教学改革和创新人才培养提供参考。

关键词:安全工程;虚拟仿真;应急能力;资源建设与共享;学科融合

进入 21 世纪以来,我国安全工程专业的发展要求高校教学与人才培养紧密围绕“跨学科整合、技术赋能、行业对接、国际认证”四大主轴,通过课程创新、实践强化、师资优化等路径,着力培养具备复合能力、实践素养与社会责任感的高层次安全人才,以满足国家安全生产战略与全球技术变革的需求。

为实现新背景下的人才要求,高等院校依托现代化信息技术,将虚拟仿真技术深度融入实验教学体系,推动传统教学模式的改革。虚拟仿真实验教学项目是推进现代信息技术融入实验教学项目、拓展实验教学内容广度和深度、延伸实验教学时间和空间、提升实验教学质量水平的重要举措。具体而言,采用虚拟仿真实验教学,可以有效缓解人才培养与工程实践过程中“投入高、实施难、周期长、风险高、重复难”等痛点问题,让更多的学生在安全无污染的环境中了解工程实践场景,助力产业转型升级对高素质技术技能人才的迫切需求。以中国地质大学(武汉)为例,安全工程专业围绕热灾害防控与应急处置领域,自主研发《海上钻井平台火灾扑救与应急逃生虚拟仿真实验》与《森林火灾及其衍生自然灾害应急处置虚拟仿真实验》,构建“虚实结合、学生本位、理实一体”的教育教学模式,为安全工程领域虚拟仿真实验教学资源的改革建设提供了参考范式。

基金项目:“双一流”背景下“虚实结合”“校企协同”实验教学模式建设路径研究——以中国地质大学(武汉)安全工程专业为例(HBSY2023-074)

作者简介:周克清(1987-),男,湖北武汉,教授,博士生导师,火灾安全控制技术与方法。

1 虚拟仿真实验教学资源建设的重要价值

1.1 破解高危场景不可逆性,提升教学安全性与实践深度

安全工程专业实践教学通常会涉及高温、高压、易燃、易爆、有毒、有害等高危场景,在现场实习安全演练成本高、占地面积大、动手操作极具危险性,安全隐患与安全事故不可逆、不可重复等不足。虚拟仿真技术通过构建可视化的实验交互环境,可以精准模拟真实实验操作,开展各种专业实验,达到与真实实验相一致的教学目的和要求。不仅可以打破传统实验课程成本高、耗时且有安全隐患的局限性,增强学生的学习兴趣、开阔学生视野,充分调动学生的创新积极性,有助于实验教学改革,丰富教学内容,提升实践深度。

1.2 促进跨学科能力整合,推进行业标准对接

许多院校在建设虚拟仿真实验教学项目的过程中,往往强调单一学科的应用和实践,不注重学科的交叉融合。对高校虚拟仿真实验资源建设的内部优劣势、外部的机遇和威胁进行全面分析,发现在虚拟仿真实验教学资源建设过程中,绝大部分课程建设缺少因地制宜的特色资源,缺乏建设与市场联动的虚仿真实验项目,不能很好地结合高校的特点、地方文化和当地经济,地方支柱产业去构建具备地方特色的实验教学资源。

虚拟仿真实训教学是培育契合产业转型与升级需求人才的重要平台。对此,院校应积极主动与产业界以及职业岗位的具体要求对接,师资团队借助信息技术,将企业真实案例、一线岗位工程项目转化为实践教学资源,使其成为新技术、新工艺、新标准的教育承载平台,融合产教结合与信息化两大核心要素。通过建设虚拟仿真实训基地,进一步推动教师教学能力的提升、教学方法的创新以及教学资源的数字化开发,不仅是创新人才培养方式的关键,也是推进课堂教学改革的有效手段。

1.3 深化产教融合与开放共享,支撑职业能力培养

在传统教学中,由于缺乏系统的管理平台和健全的共享机制,很多虚拟仿真实验教学资源是割裂、独享的,缺乏开放共享渠道,难以服务校外群体。针对虚拟仿真资源分散化、共享不足的现状,需建立“建设—共享—反馈—升级”的动态机制。以人工智能为代表的新兴数字技术为安全工程的学科融合发展提供了技术支持,安全工程虚拟仿真实验平台的建设,要打破院系和学科的壁垒,整合课程教学资源,实现资源共享,构建跨学科协同育人生态,真正促进安全工程、地质工程、消防工程、应急技术与管理等学科的融合发展。

2 虚拟仿真实验教学资源建设的路径

基于安全工程专业人才培养需求及学科特点,本研究提出“虚实结合、学生本位、理实一体”的核心教学理念,构建动态优化的虚拟仿真教学资源开发框架。安全工程虚拟仿真实验教学资源建设方案如图1所示。

2.1 目标定位:制定新型专业实验教学模式的建设目标

围绕立德树人的根本任务,以学生发展为中心,主动适应当前社会发展对安全工程人才培养的新要求,运用现代信息技术建设与理论教学相互平行、相对独立、相互补充、相互促进的“虚实结合”实验教学模式,强化学生的专业素养和职业技能、培养学生的实践能力,推动构建符合本专业学生的个性化、智能化实验教学新模式,形成专业布局合理、教学效果优良、

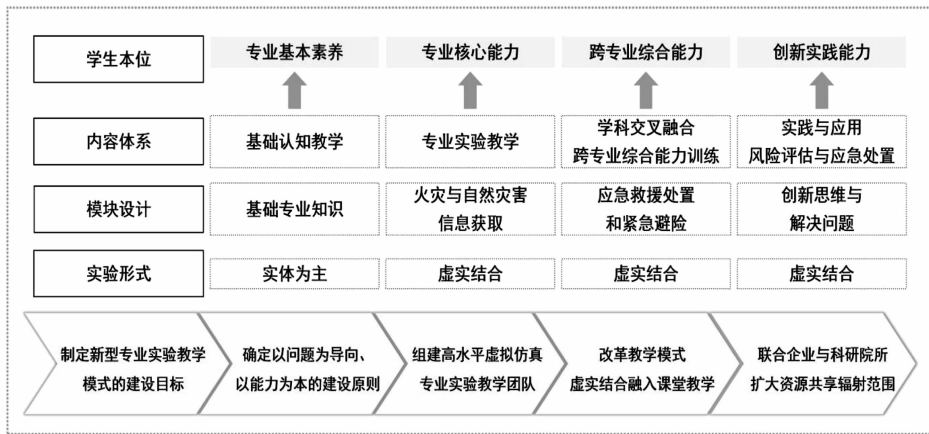


图1 虚拟仿真实验教学资源建设方案

开放共享的虚拟仿真实验教学体系,促进安全工程专业人才培养质量的全面提升。

2.2 原则导向:确定以问题为导向、以能力为本的建设原则

在安全工程专业实验教学模式建设中,一直秉承以问题为导向、以能力为本的原则。受限于安全专业高危场景实训的不可行性,如海上平台的应急逃生实习,由于海上钻井平台条件复杂、危险系数高,发生火灾爆炸事故后火焰蔓延迅速,火灾扑救和人员疏散极为困难,油气开采企业难以接受学生进行实际钻井平台实习和综合实训,学生无法了解海上钻井平台应急逃生的真实场景,也没有动手操作训练的机会。针对此问题,本专业倡导“虚实结合”的教学理念,将虚拟仿真实验教学融入专业实验教学体系中,增加学生动手实验的机会,使学生低成本、高效率认知工作场景,培养学生的综合能力和专业素养。

2.3 团队建设:组建高水平虚拟仿真专业实验教学团队

本专业拥有丰富的虚拟仿真实验教学平台建设经验,已成功建成一项虚拟仿真实验,并获评国家级一流本科课程。基于此,将虚拟仿真实验纳入现有专业实验教学体系,构建“虚实结合”新型实验教学模式,吸纳具备不同学科背景、富含安全工程实践经验且长期位于专业实验教学一线的教师组建高水平专业实验教学团队具有重要意义,利用团队教师丰富的实验教学经验和专业优势拓展学生的知识面,引导学生在虚拟仿真实验教学中发现问题、思考问题和解决问题,可以有效提升学生的专业素养和综合能力。

2.4 教学改革:虚实结合理念融入课堂教学

探索和建立以实践为主、虚拟仿真为辅的专业实验教学模式,倡导“以实带虚、以虚助实、虚实结合”的教学理念,着力培养学生解决实际问题的能力。将虚拟仿真实验资源融入安全工程专业实验教学体系,改革教学模式,增加学习过程中学生对真实案例的了解,体验解决实际安全问题过程,将理论知识应用于实际情景。同时结合学科发展现状,借助虚拟仿真技术将前沿的安全工程技术、理论和实践融入实验教学内容,弥补传统实验教学的不足,激发学生的兴趣和学习动力,不断思考所学专业知识,提高专业综合能力。

2.5 资源共享:联合企业与科研院所,扩大资源共享辐射范围

依托国家虚拟仿真实验教学课程共享平台,构建“高校—企业—科研院所”协同网络,将所建设的教学资源直接服务于本校相关专业、兄弟单位、科研院所等。扩大虚拟仿真实验教

学项目开放使用范围,实现优质实验教学资源校内共享、校际共享和企业共享。同时通过校内创新实践基地、校外实践基地等大力推进学校与企业间的信息、需求及资源共享,实现彼此间设备和技术的优势互补,便于虚拟仿真实验资源的进一步改进完善。

3 虚拟仿真实验教学资源建设的主要内容

传统的工程实践课程是在理论教学的基础上进一步开展的,教师在理论教学中对理论基础、设备仪器的讲解存在一定的抽象化,导致学生在学习理解上存在一定困难。由于实验时间和环境条件的限制,学生很难将理论与实践完全融会贯通。鉴于此,本专业构建线上虚拟仿真数字化教学平台,以解决理论教学抽象化、实验操作时间短、实验环境局限等问题,同时可实现课内外的同步教学。

本专业建设的国家级一流本科课程《海上钻井平台火灾扑救与应急逃生虚拟仿真实验》通过计算机仿真模拟海上钻井平台火灾扑救与应急逃生场景,如图 2 所示。该虚拟仿真实验旨在帮助学生了解海上钻井平台各区域布置、学习有关火灾扑救及应急逃生的知识、掌握火灾扑救和火场应急逃生的技能,实现海上钻井平台火灾场景的火灾扑救、应急逃生等交互操作。实验教学系统主要包括三大模块:整体布局、理论学习和实践模块。整体布局模块为海上钻井平台相关区域设置介绍,使学生了解海上钻井平台各区域布置及功能;理论学习模块主要用于火灾扑救及应急逃生方面的理论知识学习,为虚拟仿真实验操作奠定基础;实践操作模块包括火灾扑救及应急逃生虚拟仿真实验操作,操作者需要根据现场形势,按照提示要求完成相应的灭火实验操作。同时针对现场火势较大、烟气浓厚的火灾场景如井喷火灾,操作者需合理使用现场消防设施,完成应急逃生实验操作,帮助学生掌握必要的火灾扑救和火场应急逃生技能。

本专业正在建设《森林火灾及其衍生自然灾害应急处置虚拟仿真实验》,如图 3 所示。该虚拟仿真实验课程的建设旨在应对森林火灾及其可能引发的衍生自然灾害(如滑坡、崩塌和泥石流等)的应急救援处置需求。通过虚拟仿真技术,模拟真实的灾害场景,提供安全、可控的实验环境,以培养学生的应急救援处置能力和实际操作技能。该课程的主要内容包括基础专业知识和交互实验设计两部分。基础专业知识部分提供了森林火灾、自然灾害和应急救援处置等理论知识,如森林火灾燃烧条件、类型和火行为、自然灾害类型和发生机理等;交互实验设计部分包含不同发展程度的林火扑救实验、衍生自然灾害先兆信息收集、衍生自然灾害预防与防治和自然灾害应急救援处置和紧急避险,以培养学生的实验操作技能、问题



图 2 海上钻井平台火灾扑救与应急逃生虚拟仿真实验



图3 森林火灾及其衍生自然灾害应急处置虚拟仿真实验

解决能力和创新思维。

整个虚拟仿真实验过程按照实践场景进行模拟,具有较强的可操作性与实践性。学生通过计算机登录教学平台,结合理论教学过程同步进行虚拟实验操作,完成相关章节的虚拟实验实训,然后通过终端提交实验报告,教师通过教学平台数据综合评定学生的知识和技能掌握情况。通过专业知识提问、交互式操作评分、提交实验报告等方式评估学生在实验课程中的学习效果,检验学生对实验原理、操作技能和实验结果的掌握情况。

这种“虚实结合”的教学模式既能填补安全工程专业对多学科交叉内容的缺失、丰富教学实践项目,又能结合学校特色,充分体现了“谋求人与自然和谐发展”的价值观,为学生和社会大众提供良好的科学知识普及平台。

4 虚拟仿真实验教学资源建设成效与特色

4.1 坚持虚实结合、育训结合、产教融合

实现教学的“跨时空”性。将具备专业前沿知识与技术的优质虚拟仿真实验资源纳入实验教学体系中,构建“虚实结合”新型实验教学模式,打破传统实验受时间、空间等限制问题,学生可以在任何时间、地点进行虚拟实验,帮助学生强化基础理论认知、掌握实践操作技能。项目将系统庞大、建造周期长、实验成本高的建筑消防实验转化为虚拟资源,避免了实际火场的危险性和复杂性可能带来的伤害风险与设备成本,降低了实验教学的经济压力。

4.2 以学生为中心,以人才产出为导向

虚拟仿真教学可完成实践过程中动手操作受限、存在安全隐患与安全事故或不可重复的实验内容,提升了实践教学的教学空间,培养了学生的安全意识,符合国家战略、学科行业发展需求,为学生的专业素养和人才产出提供了重要的安全知识保障。同时,学生在虚拟仿真实验中完成操作后,系统可快速生成大量可视化结果,包括在虚拟仿真实验中的交互、操作、表现和成绩数据等,并以可视化报告、图表或图像形式呈现出来,教师可以更准确地了解学生的知识掌握程度和技能提升情况,评估实验教学质量,为后续教育决策和专业实验课程改进提供了支持。

4.3 开放共享助力实验资源优化提升

通过校内共享、校际共享和企业共享机制,有助于扩大虚拟仿真实验资源影响范围,实现资源合理调度,保障虚拟仿真教学实验资源的有序化建设和可持续发展。在与多个使用单位的不断合作交流中,帮助使用单位共享优质教学成果,学习先进教学经验;构建“建设—共享—反馈—升级”动态优化闭环机制,不断提高专业实验教学质量。此外,结合工程技术

发展,持续挖掘并优化虚拟仿真实验项目和教学方案,拓展实验深度,落实实验效果,提升工程实践和创新能力。目前,所建设的《海上钻井平台火灾扑救与应急逃生虚拟仿真实验》已吸引了来自中南财经政法大学、武汉科技大学、三峡大学等多所院校学子参与实验;项目累积实验超过4000人次;实验系统评分为5.0。同时该虚拟仿真实验平台在校园消防安全知识科普和企业消防科普培训中也受到了广泛好评。

5 结语

虚拟仿真实验教学资源建设,是安全工程专业实践教学体系改革的核心抓手。其价值不仅在于解决高危实验的不可行性,更通过跨学科整合、资源共享和产教融合,培养具备实战能力、符合行业需求的复合型安全人才。此外,结合院校的优势学科方向,实现安全工程与相关学科的交叉融合,并与兄弟单位进行资源共享,实现多维信息、技术和资源互助,有利于进一步提升高校安全工程专业建设的总体水平和核心竞争力。

[参考文献]

- [1] 赵莉,孙世梅,刘辉,等.以人才培养为根本,做好虚拟仿真实验教学项目[J].华东科技,2024,(09):137-139.
- [2] 雷军丽.职业院校虚拟仿真实训基地建设实践探究——以5G+行业数智化场景虚拟仿真实训基地为例[J].现代职业教育,2025,(09):65-68.
- [3] 惠存,边亚东,张勇华,等.土建类专业虚拟仿真实验教学体系改革与实践[J].科技风,2024,(32):28-30. DOI:10.19392/j.cnki.1671-7341.202432010.
- [4] 刘明言.虚拟仿真技术在高校思政课实践教学中的应用探究[J].学校党建与思想教育,2025,(05):70-73. DOI:10.19865/j.cnki.xxdj.2025.05.016.
- [5] 谢献忠,梁小玲,吴亮红,等.我校虚拟仿真实验教学资源建设与探索[J].当代教育理论与实践,2022,14(06):68-73. DOI:10.13582/j.cnki.1674-5884.2022.06.011.
- [6] 张周,房月芹,张一波,等.虚实结合的水处理实验教学探索与实践[J].实验室科学,2023,26(02):96-100.
- [7] 杨慧婕,赵娟娟,汪颖,等.虚拟仿真实验教学项目开放共享探索与实践[J].西部素质教育,2022,8(11):102-105. DOI:10.16681/j.cnki.wcqe.202211032.

高等院校科研实验室柔性 管理机制建设探析

胡宁^{1,2}

(1. 武汉科技大学 资源与环境工程学院, 武汉 430081;
2. 冶金矿产资源高效利用与造块湖北省重点实验室, 武汉 430081)

摘要:针对目前高校科研实验室存在的管理信息化程度低、实验室责任不明确、后期设备维修维护欠缺、设备利用率低等共性问题,本研究提出一种实验室“柔性”管理体系,来解决实验室管理的瓶颈。“柔性设计”是通过建立信息化管理平台把现有的各种软硬资源合理地优化成一个“柔性”的整体,尽可能地发挥其性能。通过“柔性”资源共享不仅可以改变长期存在的实验仪器设备和实验室闲置、资源利用率低的状况,而且可以解决资源不足的困难,避免同种设备的重复购买,提高仪器设备使用效率。构建高效、高可扩展性的“柔性环境”,这也是工科实验室建设的一个必然趋势。

关键词:信息化管理;柔性管理;管理机制

1 前言

高等院校实验室不仅是理论联合实际的场所,而且是高水平的人才培养和科学研究的重要载体,其承担着培养学生综合能力和创新思维的重要作用。作为高校实验室的重要组成部分,科研实验室为广大师生提供了开展科研和创新的空間,科研实验室不仅承担了各类科研攻关项目的任务,而且为培育研究型人才和支撑高校的科研水平起到了至关重要的作用。随着科学技术的快速发展,科研实验室的资产规模和硬件设施得到了极大改善,但由于其存在一些亟待解决的共性管理问题。例如:管理信息化程度低、实验室责任不明确、后期设备维修维护欠缺、设备利用率低等问题,很大程度上限制了科技创新的推动作用。如何破解科研实验室面临的共性问题,成为高校实验室管理的研究热点。“柔性设计”是在建立共享实验室时的一种指导思想,通过信息化管理技术把现有的各种软硬资源合理地优化成一个“柔性”的整体,尽可能地发挥其性能、构建高效、高可扩展性的“柔性环境”可以从根本上解决实验室资源利用率较低,实验资源不够用的问题。因此实验室的“柔性”管理成为各个高校实验室的研究热点。

作者简介:胡宁(1988-),男,湖北省黄冈市,武汉科技大学讲师,博士研究生学历,主要从事实验室管理工作和工业污染物资源化处理技术研究, Email: huning@wust.edu.cn。本论文受(1)国家自然科学基金青年基金项目(52304428)、(2)湖北省高等学校实验室研究项目(HBSY2023-044)资助

2 高等院校实验室现状分析

2.1 管理信息化程度较低

现在很多高校实验室的管理还是主要靠人工管理,对于实验设备和药品的使用都停留在手工登记模式,随着科学技术的发展,实验室设备数量和类别增加,容易造成(1)仪器设备的增加导致实验室日常管理难度大,实验室管理人员很难第一时间统计出各实验室和设备的利用情况;(2)试验设备使用的手工记录容易造成信息记录不准确;(3)各个课题组自行购买危化品,导致危化品监管容易出现漏洞;(4)手工记录很难及时反馈实验室当前状态,容易造成实验室预约过程中出现纰漏。

2.2 实验室设备的维护及管理制度不完善

由于科学技术的快速发展,仪器设备的更新日益加快,老旧的实验室的管理模式不适应新的实验室的管理需求,导致现有管理制度存在着一些不尽完善之处[6]:(1)实验室负责人的责任不明确,实验室的很多管理制度都是直接套用学校的管理制度,缺少适合自己的个性化管理制度;(2)实验设备的后期维护的制度缺失,很多实验室实行“谁购买、谁维修”、“谁有钱,谁维修”的方式,很多设备购买后,由于维修保养问题,导致设备的使用寿命缩短,无法物尽其用。

2.3 实验室利用率较差

随着科学技术的发展,各高校对于实验室的需求越来越高,但是目前国内实验室的管理大多是条块分割,各实验室由不同的教研室管理,相互间独立,这种情况容易出现:(1)某些实验设备在某个实验室不敷应用,而在另一个实验室则常年闲置不用的局面,难以形成资源互补优势;(2)实验室分包到个人后,实验室和实验设备被视为课题组私人财产,往往出现同种设备重复购买,并且过多的设备购买以后,实验室的空间布局混乱,加大了实验室管理的难度;(3)实验设备的利用率低,由于设备的重复购买,课题组在完成相关项目后,很多设备就开始处于封存状态,设备的长时间的不使用,也容易造成设备的损坏。

3 柔性管理机制的解决方案

3.1 建设信息化管理系统

随着信息化管理技术的发展,信息化管理已成为带动高校科研实验室管理工作走向更高效、更规范、更科学的必然趋势。实验室可以通过信息化平台的建立,将实验室、仪器设备和危化品进行分类统计管理,系统管理框架如图1所示:(1)对于公共实验室和仪器设备进行网上预约模式,对于处于空闲状态的实验室和仪器设备,经过申请者申请,课题组责任老师和实验室管理员审核后即可按照预约时间进入实验室,增强信息的流通性;(2)通过构建实验室信息化监控系统,识别实验违规行为,发送预警信号,管理人员可精准的调取和跟踪实验过程,及时发现潜在安全风险,并及时制止整改、批评教育,增强实验人员的自觉意识并起到较强的约束作用,提升安全管理保障水平;(3)对于危化品管理,可以建立统一的危化品暂存间,所有危化品由危化品管理员统一购买和管理:当课题组需要购买危化品时,经过申请和课题组负责人审核后,由危化品管理平台统一购买,并存储在危化品暂存间,当需要用到危化品时,通过申请审批程序后,即可到危化品暂存间领取危化品,剩余的危化品退回到

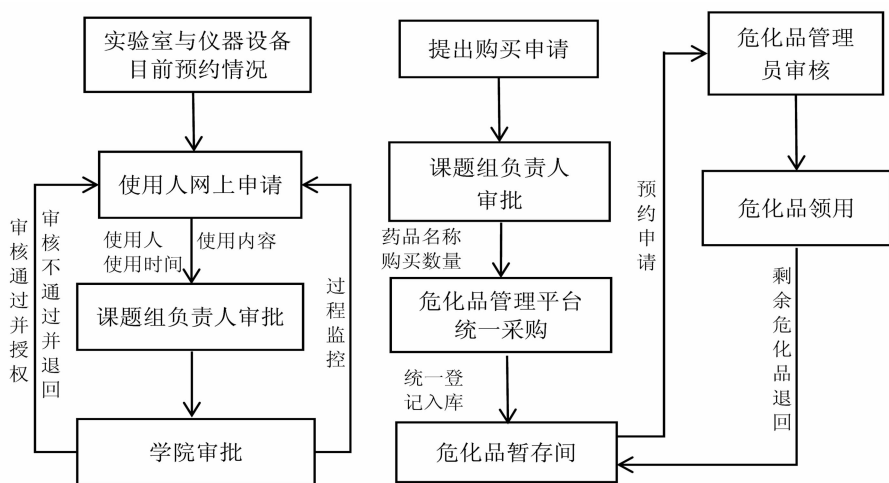


图 1 实验室、仪器设备和危化品管理平台

危化品暂存间,实现危化品的全面防控。

3.2 完善大型设备维护及实验室管理制度

制度是管理的基础,建立科学有效的实验室管理制度能够让权利职责边界更加清晰,从而保障实验室的运行更加规范:

3.2.1 实验室管理

实验室管理主要是明确责任的划分,实验室按类别分为课题组实验室和公共实验室。课题组实验室的由课题组负责人管理,或者聘请有丰富实验室管理经验的教师来管理实验室。课题组实验室在不违反学校实验室管理条例的基础上,可以自行制定自己的管理方案,学院实验员统一负责初入实验室人员的培训、实验室安全检查、危化品管理、特气管理和危废处理工作;公共实验室由学院统一管理,学院教师需要用到公共实验室时,需要在实验室管理平台进行预约进入,公共实验室由学校和学院制定管理制度,当有违反实验室管理条例的现象时,学院、学校有权对违规人员做出停用实验室、赔偿实验实损失等惩罚。

3.2.2 大型设备管理

各个课题组的大型设备由课题组自行维护、管理;学院大型公共设备由专职实验人员维护和管理,学院大型设备的运行模式如图 2 所示:学院建立学院实验室管理账户,需要检测的用户通过网上预约和付费的方式发出检测需求,专职实验教师完成测试后向用户反馈检测结果;用户所付费用主要用于支付专职实验教师的测试劳务费和大型设备的日常维护和维修。这样不仅可以提高专职实验教师的工作积极性,也能有效避免设备后期由于缺少维修、维护而无法使用的现象。

3.3 建立实验资源的共享制度

针对目前高校实验室存在的实验室和实验设备利用率不高和重复购买等问题,可通过建立实验资源共享平台(如图 3),实验室和仪器的设备管理也可以采用“托管”方式,将课题组长时间不用或利用率不高的仪器设备转移到学院,供其他老师付费租赁使用,租赁收入可以提供设备的管理、维护费用;作为鼓励,提供“托管”设备的课题组可以获得“租赁金”,用来支付其他设备的租赁费用,这种托管模式存在的优势在于:(1)对于利用率不高的设备,免

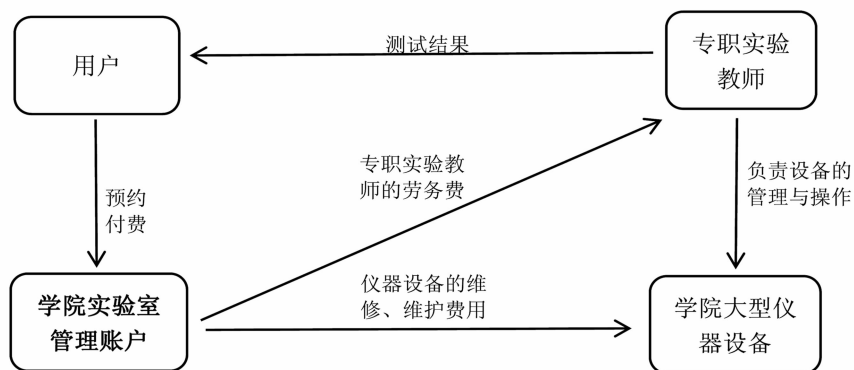


图 2 学院大型仪器设备的管理模式

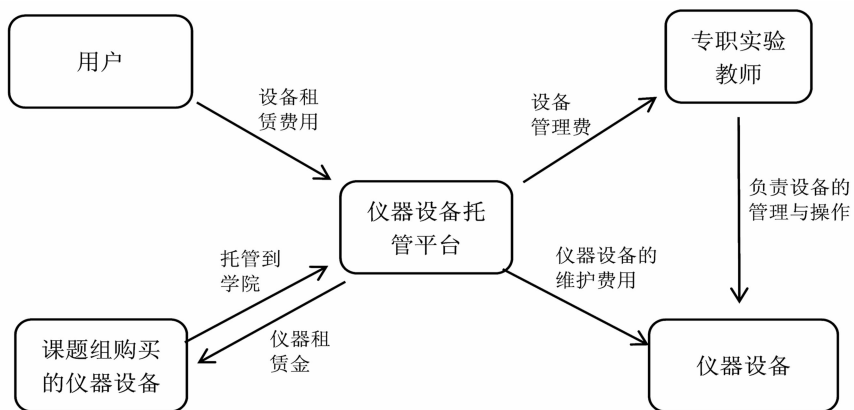


图 3 实验资源的共享平台运行模式

去了设备保养的支出;(2)设备移交到学院,减少了实验室设备堆积的现象;(3)托管后获得的“租赁金”,可以用于租赁其他设备;(4)避免同种设备重复购买的现象,节约课题组科研经费。

同样实验室采用长期租赁制度,通过收取租金,这样可以使暂时没有实验室需求的老师归还实验室,防止实验室闲置情况,也让需要实验室的老师能够及时拿到实验室资源。

4 结束语

实验室的高效管理是高校科研发展的有力保障,如何提高实验室管理质量和效率将是各高校长久的研究方向,通过加快信息化管理建设,能够高效地完成大量琐碎的日常管理工作,并在完善管理制度的基础上,优化功能区划分,创新管理模式,探索可持续的运行机制,进一步建立适用于各学科科研实验室的管理体系,从而实现我国高校科研实验室建设水平和管理能力的提升。

[参考文献]

[1] 程和平. 在中国高等教育学会实验室管理工作分会全体理事大会上的讲话[J]. 实验室研究与探索, 2020,39(1):1-3.

- [2] 王志超, 吴昊, 张宏光, 等. 高校科研实验室管理体系建设探析[J]. 实验室科学, 2023, 26(4): 161 - 164.
- [3] 童锋, 刘思亮, 严笑, 等. 大型科研仪器设备的开放共享研究——以G高校为例[J]. 中国高校科技, 2019(12): 12 - 15.
- [4] 张琳, 郭英姿, 许栋明, 等. 实验室安全准入制度的实践与探索[J]. 实验技术与管理, 2016, 33(5): 227 - 229.
- [5] 曹珂, 张颖, 任浩冉, 等. 高校实验室试剂安全管理规范分析与对策[J]. 现代盐化工, 2021, 48(3): 121 - 124.
- [6] 张敏, 刘俊波. 高校实验室安全管理现状与对策研究[J]. 实验技术与管理, 2018, 35(10): 234 - 236.
- [7] 陈国华, 赵青华, 陈丹青, 等. 基于共建实验室之产学研合作运营模式与效果分析——以新材料技术研究为例[J]. 中国高新科技, 2020, 19: 143 - 146.
- [8] 吴超. 高校实验室建设与管理共性问题的研究与实践[J]. 大众标准化, 2021, 12: 22 - 24.
- [9] 詹晓春. 实验室化学试剂智能安全储存[J]. 净水技术, 2018, 38(S2): 135 - 139.
- [10] 马占民. 高校实验室安全管理机制研究[J]. 黑龙江科学, 2021, 12(13): 152 - 153.
- [11] 张爱良, 林范学, 杨永涛. 利用实验项目细化实验室危险废物管理探讨[J]. 实验技术与管理, 2020, 37(1): 281 - 283.
- [12] 陈鑫洋, 刘裕舸. 高职开放式实验室管理探析[J]. 广西教育, 2014, 5.
- [13] 杨帆, 损益, 吴敏. 创新开放实验室管理机制的实践与探[J]. 实验室研究与探索, 2023, 42(4): 167 - 170.
- [14] 胡海山, 许林敏. 创新人才培养模式下的高校实践教育新途径[J]. 实验室研究与探索, 2017, 36(12): 198 - 201.
- [15] 朱胜男, 卞艺澄, 戴芙蓉. 高校实验室管理探索[J]. 产业与科技论坛, 2022, 21(20): 226 - 227.
- [16] 孙立权. 课题组实验室管理存在的问题与对策[J]. 中国现代教育装备, 2023, 47: 49 - 51.

电工实验室信息化建设的思考与探索

蒋超利 常路宾 冯国利 潘昕 刘颖
(海军工程大学 电气工程学院,湖北 武汉 430033)

摘要:随着信息技术的飞速发展,教育领域的信息化变革不断深入。电工实验室作为高校及职业院校培养机电类专业人才的重要实践教学场所,其信息化建设对于提升教学质量、优化实验管理、促进科研创新具有重要意义。本文深入分析了电工实验室信息化建设的现状与挑战,详细阐述了信息化建设的目标与原则,并从硬件设施升级、软件系统构建、资源整合共享以及人才培养等方面提出了具体的建设策略,旨在为电工实验室的信息化建设提供有益的参考与借鉴。

关键词:电工实验室;信息化建设;策略

1 引言

电工技术作为一门基础且应用广泛的学科,在现代工业、能源、通信等众多领域发挥着关键作用。电工实验室作为开展电工教学实验、科研项目以及培养学生实践能力的核心场所,其建设水平直接影响着相关专业人才的培养质量。在当今数字化时代,信息技术的迅猛发展为电工实验室的建设与发展带来了新的机遇与挑战。通过信息化手段对电工实验室进行全面升级改造,能够有效提高实验教学效率、丰富实验教学内容、增强实验教学的互动性与趣味性,同时优化实验室管理流程,提升实验室资源的利用效率,为科研创新提供更为强大的支持平台。因此,深入思考与积极探索电工实验室的信息化建设路径具有重要的现实意义。

2 电工实验室信息化建设现状与挑战

2.1 现状分析

2.1.1 部分硬件设备的信息化升级

目前,一些高校和职业院校的电工实验室已经开始对部分硬件设备进行信息化升级。例如,引入了具有数字显示功能和数据采集接口的电工仪表,能够实时采集和传输实验数据;采用了智能化的实验台,可通过计算机进行远程控制和参数设置,提高了实验操作的便捷性和准确性。

2.1.2 初步的实验管理信息系统应用

部分实验室建立了实验管理信息系统,用于实验课程安排、学生实验预约、实验报告提

基金项目:海军工程大学2023年度教改项目“电路实验课程线上线下混合式教学改革研究”。

作者简介:蒋超利(1993-),男,海军工程大学电气工程学院实验师,博士生,主要研究方向为电路及电路实验教学。

通信作者:常路宾(1987-),男,海军工程大学电气工程学院教授,主要研究方向为电路及电路实验教学。

交与批改等环节的信息化管理。这在一定程度上提高了实验室管理的效率,减少了人工操作的繁琐性和出错率。

2.1.3 网络资源的初步利用

部分实验室通过校园网搭建了在线学习平台,上传了一些电工实验教学视频、电子教材等资源,方便学生在课后进行自主学习和复习。同时,利用网络通信工具,教师与学生之间能够进行一定程度的在线交流与答疑。

2.2 面临的挑战

信息化建设缺乏整体规划:许多电工实验室的信息化建设往往是局部的、零散的,缺乏从整体上进行统一规划和设计。不同的信息化项目之间可能存在兼容性问题,无法实现有效的数据共享和业务协同,导致信息化建设的效果大打折扣。

2.2.1 硬件设备信息化程度参差不齐

虽然部分设备进行了信息化升级,但整体上仍存在设备老化、信息化程度低的问题。一些传统的电工实验设备缺乏数字化接口和智能控制功能,难以与现代信息化教学手段相融合,限制了实验教学的创新与发展。

2.2.2 软件系统功能不完善

现有的实验管理信息系统功能相对单一,主要集中在基本的实验流程管理方面,对于实验教学质量评估、实验室资源动态调配、实验数据分析挖掘等高级功能支持不足。同时,软件系统的用户体验有待提高,操作界面不够友好,功能模块之间的逻辑关系不够清晰。

2.2.3 信息化教学资源匮乏

虽然有一些网络学习资源,但资源的数量和质量都有待提高。教学视频的制作水平参差不齐,缺乏系统性和针对性;电子教材的更新速度较慢,不能及时反映行业的最新技术和发展趋势。此外,缺乏互动性强的在线实验模拟软件和虚拟仿真实验平台,无法满足学生多样化的学习需求。专业人才培养滞后

电工实验室信息化建设需要既懂电工专业知识又熟悉信息技术的复合型人才。然而,目前大多数实验室的工作人员主要以电工专业背景为主,信息技术能力相对薄弱,难以承担起信息化系统的开发、维护和管理工作。同时,缺乏对教师信息化教学能力的系统培训,导致教师在利用信息化手段开展实验教学时存在一定的困难。

3 电工实验室信息化建设的目标与原则

3.1 建设目标

3.1.1 提升实验教学质量

通过信息化手段丰富实验教学内容和形式,提高实验教学的趣味性和吸引力。实现实验教学过程的智能化管理,实时监控学生的实验操作情况,及时给予指导和反馈,从而提升实验教学的效果和质量。

3.1.2 优化实验室管理

构建完善的实验室管理信息系统,实现实验设备管理、实验课程安排、实验室资源调配等工作的信息化、自动化。提高实验室管理的效率和透明度,降低管理成本,为实验室的高效运行提供有力保障。

3.1.3 促进科研创新

打造先进的信息化科研平台,提供丰富的科研数据资源和强大的数据处理分析工具。支持科研人员开展远程实验、合作研究等活动,促进科研成果的快速转化,提升实验室的科研创新能力。

3.1.4 代需求的人才

利用信息化环境培养学生的自主学习能力、创新思维能力和实践动手能力,使学生能够熟练掌握现代信息技术在电工领域的应用,为社会培养具有信息化素养和创新能力的高素质专业人才。

3.2 建设原则

3.2.1 用性相结合

在信息化建设过程中,要充分采用先进的信息技术和设备,确保实验室的信息化水平处于行业领先地位。同时,要注重系统的实用性,紧密结合实验室的实际教学和科研需求,避免盲目追求技术先进性而忽视了实际应用效果。

3.2.2 整体性与系统性原则

电工实验室信息化建设是一个复杂的系统工程,需要从整体上进行规划和设计。要确保各个信息化子系统之间的无缝对接和协同工作,实现数据的共享和业务流程的优化,形成一个有机的整体。

3.2.3 开放性与扩展性原则

信息化系统应具有良好的开放性和扩展性,能够方便地与其他教学管理系统、科研平台进行集成,同时能够根据实验室未来发展的需求,灵活扩展系统的功能和规模。

3.2.4 安全性与可靠性原则

实验室信息化系统涉及大量的教学数据、科研数据和学生信息,安全问题至关重要。要采取有效的安全防护措施,保障系统的稳定运行和数据的安全可靠,防止数据泄露和系统故障对教学和科研工作造成影响。

4 电工实验室信息化建设的具体策略

4.1 硬件设施信息化升级

4.1.1 智能化实验设备的更新与改造

逐步淘汰老化、信息化程度低的实验设备,引进具有智能化控制、数据采集与传输功能的新型实验设备。例如,采用可编程逻辑控制器(PLC)控制的电工实验装置,学生可以通过计算机编程实现对实验过程的自动化控制,并实时采集实验数据进行分析处理。同时,对现有实验设备进行信息化改造,为其添加数字接口、传感器等模块,使其具备数据采集和远程控制的能力。

4.1.2 建设高速稳定的网络环境

为实验室配备高速、稳定的有线和无线网络,确保实验设备之间、设备与计算机之间以及师生之间能够实现快速、可靠的数据传输。采用万兆以太网技术构建实验室内部网络,满足大数据量实验数据的实时传输需求。同时,加强网络安全防护,部署防火墙、入侵检测系统等安全设备,保障网络的安全稳定运行。多媒体教学设施的完善

在实验室中配备先进的多媒体教学设备,如高清投影仪、交互式电子白板、音响系统等。利用多媒体教学设施,教师可以更加生动形象地展示实验教学内容,播放实验教学视频、动画等资料,增强教学的直观性和趣味性。同时,交互式电子白板的应用可以实现师生之间的互动教学,提高学生的参与度和学习积极性。

4.2 软件系统构建

4.2.1 实验教学管理系统的优化升级

开发功能更加完善的实验教学管理系统,涵盖实验课程管理、实验预约管理、实验过程监控、实验报告批改、教学质量评估等多个模块。通过实验教学管理系统,教师可以在线发布实验教学任务、安排实验课程、查看学生的实验进度和成绩;学生可以自主选择实验项目、预约实验时间、在线提交实验报告。同时,系统能够对实验教学过程中的数据进行实时采集和分析,为教学质量评估提供客观依据。

4.2.2 实验室资源管理系统的建设

构建实验室资源管理系统,实现对实验设备、实验耗材、实验室场地等资源的信息化管理。通过该系统,实验室管理人员可以实时掌握资源的库存情况、使用状态和维护记录,合理安排资源的调配和采购计划。同时,系统能够提供资源的共享功能,方便不同实验室之间的资源借用和协作。

4.2.3 虚拟仿真实验平台的搭建

利用虚拟现实(VR)、增强现实(AR)和仿真技术,搭建电工虚拟仿真实验平台。虚拟仿真实验平台可以模拟各种复杂的电工实验场景,让学生在虚拟环境中进行实验操作,不受时间和空间的限制。通过虚拟仿真实验,学生可以更加深入地理解实验原理,提高实验操作技能,同时避免因实际操作不当而造成的设备损坏和安全事故。此外,虚拟仿真实验平台还可以实现远程实验教学,方便学生在课后进行自主学习和复习。

4.2.4 数据分析与处理软件的应用

引入专业的数据分析与处理软件,如 MATLAB、Origin 等,用于对实验数据进行分析、处理和可视化展示。教师和学生可以利用这些软件对实验数据进行统计分析、建立数学模型、绘制图表等,挖掘数据背后的规律和信息,为实验教学和科研工作提供有力支持。

4.3 资源整合与共享

4.3.1 教学资源的整合与优化

对电工实验教学资源进行全面整合,包括实验教材、教学视频、实验指导书、课件等。建立教学资源库,对资源进行分类管理和数字化存储,方便师生的查询和使用。同时,组织专业教师对教学资源进行优化和更新,确保资源的质量和时效性。

4.3.2 科研资源的共享与合作

加强实验室与实验室之间、学校与企业之间的科研资源共享与合作。建立科研数据共享平台,促进科研人员之间的数据交流和合作研究。同时,积极开展产学研合作项目,将企业的实际需求与实验室的科研成果相结合,推动科研成果的转化和应用。

4.3.3 建立在线学习社区

搭建在线学习社区,为师生提供一个交流互动的平台。在学习社区中,师生可以分享学习心得、讨论实验问题、交流科研成果。同时,教师可以在社区中发布教学通知、学习资料等

信息,方便学生及时获取。在线学习社区的建设有助于营造良好的学习氛围,促进师生之间的共同成长和进步。

4.4 人才队伍培养

4.4.1 引进与培养复合型人才

加大对既懂电工专业知识又熟悉信息技术的复合型人才的引进力度,充实实验室的信息化建设和管理队伍。同时,加强对现有实验室工作人员的培训,通过组织内部培训、外出进修、参加学术交流活动等方式,提高他们的信息技术水平和业务能力,使其能够适应实验室信息化建设的需求。

4.4.2 提升教师信息化教学能力

开展教师信息化教学能力培训,帮助教师掌握现代信息化教学手段和方法。培训内容包括多媒体课件制作、在线教学平台使用、虚拟仿真实验教学、教学数据分析等方面。通过培训,提高教师利用信息化手段开展实验教学的能力,推动信息化教学在电工实验室的广泛应用。

4.4.3 培养学生信息化素养

在实验教学中,注重培养学生的信息化素养。通过开设相关课程和实践项目,让学生掌握信息技术在电工领域的应用方法,如实验数据采集与处理、虚拟仿真实验操作、实验报告撰写与排版等。培养学生利用信息化资源进行自主学习和创新实践的能力,使学生能够适应未来社会对高素质专业人才的需求。

5 结论

电工实验室信息化建设是提升实验教学质量、优化实验室管理、促进科研创新的必然趋势。通过对电工实验室信息化建设现状与挑战的分析,明确了建设的目标与原则,并从硬件设施升级、软件系统构建、资源整合共享以及人才队伍培养等方面提出了具体的建设策略。通过信息化建设,将为电工实验室的发展注入新的活力,为培养适应时代需求的高素质机电类专业人才提供有力支撑。然而,电工实验室信息化建设是一个长期而复杂的过程,需要不断地探索和实践,持续投入人力、物力和财力,才能实现实验室的信息化、智能化发展目标。

[参考文献]

- [1] 韩磊,任云晖. 信息技术环境下电工电子实验室的探索与改革[J]. 电子元器件与信息技术,2023,12(6):233-237.
- [2] 陈珺,金星,罗勋鹤等. 电子信息类实验室信息化建设及开放管理[J]. 实验技术与管理,2018,35(5):239-242.
- [3] 吴润强,孙科学,程莉萍. 高校电工电子实验室信息化建设浅析[J]. 实验室科学,2018,21(5):175-178.
- [4] 温立民,王会峰,朱礼亚等. 长安大学电工实验中心信息化建设实践与探索[J]. 实验技术与管理,2020,37(3):189-192.
- [5] 林栩娴. 基于电工电子电路的虚拟实验室建设[J]. 创新应用,2020,37(10):52-53.
- [6] 荆娟娟,颜少波,徐美玉. 网络化、开放式电路实验教学改革创新探索[J]. 科技视界,2021,25(6):53-55.

-
- [7] 李新国. 线上线下结合的“电路实验”教学模式改革[J]. 电气电子教学学报, 2021, 43(3): 175 - 178.
- [8] 王贝. 虚实结合的电路实验教学建设与应用[J]. 科技资讯, 2022, 10(6): 202 - 205.
- [9] 沈瑶, 张舒媛, 冯媛媛. 一阶 RC 电路实验教学改革与问题分析[J]. 实验室研究与探索, 2021, 40(12): 158 - 162.

建筑声学实验平台建设探索与实践 ——以三峡大学土木科学楼混响室为例

范波^{1,2} 李运江² 王安琪³

(1. 三峡大学 土木与建筑学院实验室与检测中心, 湖北 宜昌 443002;

2. 三峡大学 建筑技术科学研究所, 湖北 宜昌 443002;

3. 三峡旅游职业技术学院, 湖北 宜昌 443001)

摘要: 本文以三峡大学土木工程科学楼混响室建设为例, 探讨了高层建筑中空间受限条件下建筑声学实验平台的规划、设计与技术创新。围绕总体布局、形体控制、扩散设计、隔声与隔振技术应用、管线及通风设计等核心问题展开研究, 并采用 ODEON 声学软件对其设计性能进行了仿真验证, 积累了一些建设实践经验, 以期为兄弟高校建筑类专业绿色转型期的实践平台建设提供思路。

关键词: 实验室建设; 建筑声学; 混响室

近年来, 随着建筑工程行业下行, 项目数量锐减, 市场竞争激烈。建筑行业急需转型, 从“粗放式发展”转向“高质量发展”, 拥抱绿色建筑、生态建筑、智能建筑等新方向, 开辟新领域。在这种背景下, 三峡大学建筑学专业进行了绿色转型, 立足学校水电特色, 在水电站噪声控制、水利工程施工噪声防治等绿色建筑声学领域进行了研究和突破, 为此, 利用学校建设土木工程科学楼的机会, 进行了建筑声学平台建设。本文以该平台混响室的建设为例, 探索在高层综合体复杂功能下, 建筑声学实验室的规划、设计及技术创新, 积累了一些经验, 以期为兄弟高校建筑类专业绿色转型期的实践平台建设提供思路。

1 总体布局

三峡大学建筑声学实验平台位于土木工程科学楼(如图 1), 包含混响室、消声室及其配套实验用房, 总建筑面积 258m²。考虑到学科发展的实际情况, 采取统一规划, 分期建设的形式, 先期进行混响室的建设并预留了消声室的空间, 如图 2 所示。为降低外界环境噪声振动对声学实验室的影响, 以及结构荷载方面的要求, 整个声学实验室布置在该楼栋地下室 -1 层, 位于靠近校园内部的一侧, 远离城市道路和校园地面噪声。

2 混响室设计性能指标

混响室用于测定声波无规则入射时, 各种材料或构件的吸声系数、噪声源声功率级、空气吸收等, 是建筑声学领域教学、科研必要的基础设施。根据国家及 ISO 标准《声学声压法



图 1 三峡大学土木工程科学楼效果图

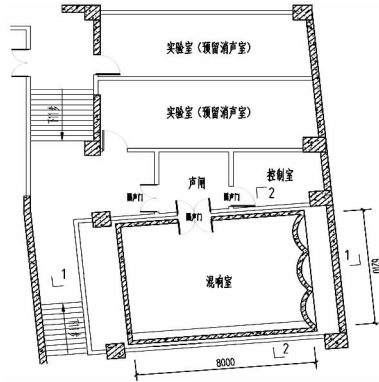


图 2 建筑声学实验平台平面布置图

测定噪声源声功率级混响室精密法 GB/T6881 - 2023/ISO3741:2010》和《声学混响室吸声测量 GB/T20247 - 2006/ISO354:2003》，制定了本混响室所需达到的性能指标,包括背景噪声、扩散声场均匀度和吸声量三方面:

(1)混响室内的最大绝对背景噪声级,应满足表 1 要求:

表 1 混响室内最大绝对背景噪声级

| | | | | | | | | |
|------------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 1/3 倍频带中心频率 (Hz) | 50 | 63 | 80 | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 |
| 频带最大声压级 (dB) | 42 | 39 | 36 | 33 | 30 | 27 | 24 | 21 |
| 1/3 倍频带中心频率 (Hz) | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1000 | 1250 | 1600 |
| 频带最大声压级 (dB) | 18 | 15 | 12 | 11 | 11 | 10 | 10 | 10 |
| 1/3 倍频带中心频率 (Hz) | 2000 | 2500 | 3150 | 4000 | 5000 | 6300 | 8000 | 10000 |
| 频带最大声压级 (dB) | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |

(2)混响室扩散声场均匀度,应满足表 2 要求:

表 2 混响室扩散声场声压级标准偏差

| | | | | | | | | | |
|-------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 频率 (Hz) | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 |
| 最大允许偏差 (dB) | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| 频率 (Hz) | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 | 4000 | 5000 |
| 最大允许偏差 (dB) | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |

(3)混响室空场最大吸声量及混响时间要求:

容积为 200m³ 空场混响室的最大吸声量及最小混响时间应满足表 3 的要求;声源未放置时,混响室内表面的吸声特性应使 6.3kHz 以下每个 1/3 倍频带的混响时间 T₃₀ 大于混响室体积 V 和总面积 S 之比。

表 3 混响室空场最大吸声量

| | | | | | | | | | |
|-----------------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 频率 (Hz) | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 |
| 吸声量 (m ²) | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 6.5 | 6.5 |
| 频率 (Hz) | 800 | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 | 4000 | 5000 |
| 吸声量 (m ²) | 6.5 | 7.0 | 7.5 | 8.0 | 9.5 | 10.5 | 12.0 | 13.0 | 14.0 |

注:如果混响室容积 V 不是 200m³,则表中给出的吸声量数值应乘以 (V/200)^{2/3}。

3 混响室声学设计及技术应用

3.1 形体设计

为了使声场均匀扩散和满足低频测试,混响室应足够大并具有足够低的声吸收,但考虑到空气对高频声的吸收较强,混响室的体积又不宜太大。根据 ISO 组织推荐指标,混响室的有效体积(扣除扩散体所占体积)建议控制在 200m^3 至 300m^3 。本楼用地非常紧张,地下室无法外扩,因此只能使用高层建筑中最大的 $8.4\text{m} \times 8.4\text{m}$ 柱网,导致空间和布局都非常受限,因此,将混响室有效体积控制在 209m^3 ,以支持最低测试频率至 125Hz ($1/1$ 倍频程)或 100Hz ($1/3$ 倍频程)。

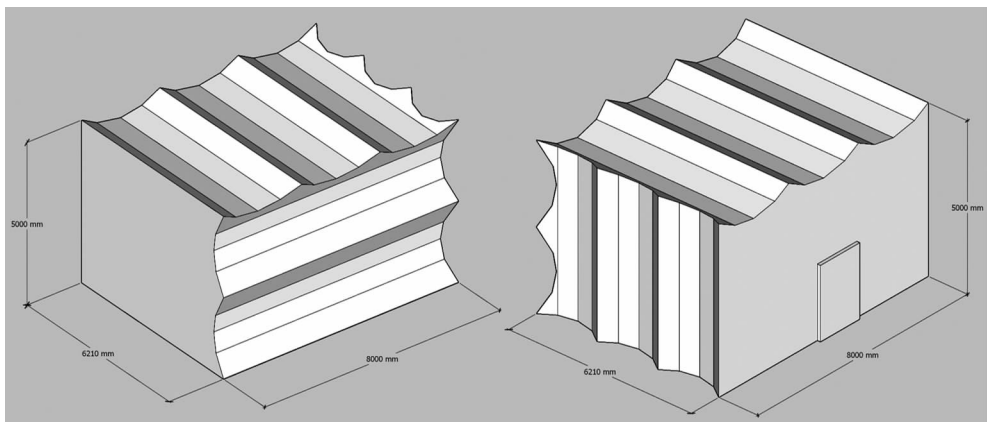


图3 混响室形体模型图

在混响室形体设计中,若长、宽、高呈小整数比(如 $1:1:1$ 或 $2:1:1$),就会导致不同振动模态的频率重叠(简并化),从而造成声染色、频率畸变、声场分布不均等缺陷,因此,避免共振频率简并化是确保声场均匀性和测试准确性的关键。ISO 组织推荐混响室的长宽高比例为 $4^{1/3}:2^{1/3}:1$,且要求室内最大线度 $L_{\max} \leq 1.9V^{1/3}$ 。因此,在空间受限的情况下,为尽量保留充足的施工空间,本实验室长宽高净尺寸设计为 $8\text{m} \times 6.21\text{m} \times 5\text{m}$,与推荐比例非常接近,总体积 248.4m^3 ,有效体积 209.8m^3 , L_{\max} 为 11.3m ,满足最大线度要求。

3.2 扩散设计

为使混响室内的声场扩散均匀,通常要在相对壁面做扩散处理。国内学者吕义等的研究表明,半圆柱面有较好的散射效果,因此,本混响室在内部房间天花和墙体相对壁面中的一侧做半圆柱形凸面扩散体,平均拱高为 400mm ,弧形弦长为 2070mm 至 2600mm ,结构采用钢筋混凝土现浇;在室内的装修上选择刚性较好的材料,墙面及地面的采用玻化砖,顶部刷混凝土漆,有利于声场扩散。

3.3 隔声与隔振设计

3.3.1 房中房双层结构

本混响室为现浇钢筋混凝土房中房的构造形式,分为内外双层墙体。外侧墙体为实心混凝土砌块;内部墙体和天花为 200mm 和 100mm 厚钢筋混凝土,两层墙体之间有 $\geq 180\text{mm}$ 的空气层,可以有效提高隔声量,经计算,双层墙体构造的计权隔声量 $R_w \geq 65\text{dB}$;整个内部房间结构与外部大楼无刚性连接,如图4和图5所示。

3.3.2 预埋可调式浮筑地板隔振系统

本混响室采用筏板基础,内层房间地板为现浇钢筋混凝土,并用浮筑地板系统与基础弹性连接,以隔绝外部振动。为提高隔振能力,降低施工难度,本混响室创新采用了预埋可调式浮筑地板隔振系统,如图 6 和图 7 所示。

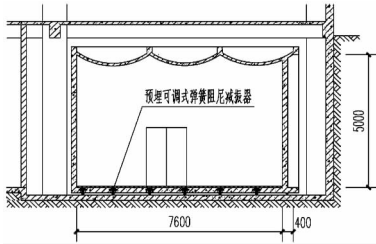


图 4 混响室 1-1 剖面图

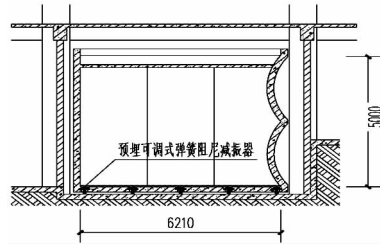


图 5 混响室 2-2 剖面图

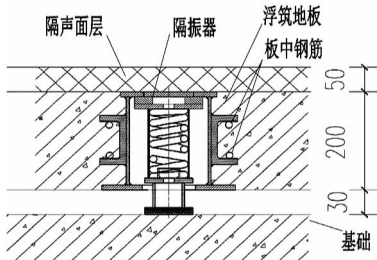


图 6 预埋可调式弹簧减振器安装详图

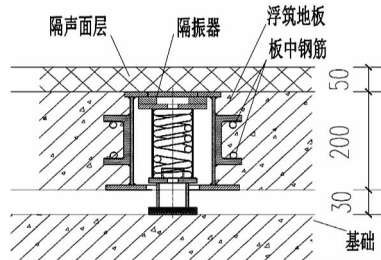


图 7 预埋可调式弹簧减振器

这种弹簧浮筑隔振系统有以下特点:

- (1) 弹簧隔振器附带系统阻尼,垂直固有频率为 3.6Hz,比矿渣棉、泡沫聚苯乙烯或橡胶垫材料制成的垫板的频率低(一般为 10~20Hz),隔离振动与结构噪音的效率很高。
- (2) 隔振器外套筒与地板钢筋绑扎在一起,预埋在地板内,与地板同时浇筑成为一体,结构稳定;弹簧的布置考虑了高荷载区域,所有弹簧都均匀地受压缩,提高了系统稳定性。
- (3) 隔振器弹簧可从浮筑地板上部进行安装,操作简单,不占用额外空间,且后期可以进行检修替换;高度可调,调整装置与弹簧隔振器一体,极大的降低了调平施工难度。
- (4) 寿命长,避免了橡胶等材料易老化,而普通弹簧减振器又无法检修的缺点。

3.4 声闸及控制室吸声设计

为了优化混响室声学效果,提高整体隔声量以满足隔声要求,在混响室入口处设置声闸,如图 2。声闸采用双道隔声门设计,内表面做强吸声处理,考虑到地下室防潮和环保性,采用了自研的穿孔泡沫铝复合吸声板,其构造如表 4 所示,NRC 吸声系数达到 0.92。

表 4 声闸及控制室吸声材料表

| 材料名称 | 构造情况(从外至内) | 安装部位 | 倍频程吸声系数(Hz) | | | | | |
|------------|---|--------|-------------|------|------|------|------|------|
| | | | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 |
| 穿孔泡沫铝复合吸声板 | 1.2mm 金属穿孔板(穿孔率 30%,孔径 6mm)+100mm 泡沫铝(流阻率 12000Pa·s/m ²)+100mm 空腔 | 声闸、控制室 | 0.63 | 0.85 | 0.87 | 0.97 | 0.99 | 0.95 |

(4) 高性能隔声门

混响室与声闸之间的门采用钢板烤漆机制隔声门,分内外双层,门四周及两个门扇间设橡胶条密封,计权隔声量 $R_w \geq 50\text{dB}$;其余门采用单层隔声门。

3.5 电路及消防管线设计

(1) 照明灯具选择无噪声且无反射的碘钨灯,安装在墙壁上;

(2) 为避免混响室与控制室之间出现刚性连接和贯通缝导致的漏声,所有穿越混响室内部房间的导管及管道(主要是消防和电线管道穿洞),采用10mm厚橡塑隔音棉加2mm厚弹性丁基胶减震阻尼胶片包裹,再以弹性密封胶封口;与控制室相连的信号线,用软套管做预留孔,方便临时接线,接线后用隔音棉封口。

3.6 通风设计

因混响室进行测试时通常为空场,为避免通风设备噪声干扰,混响室和声闸内不设通风系统,其新风通过控制室,由移动送风设备送入。控制室内的最大新风送风量为控制室、声闸和混响室所需风量之和,实验室内的湿度控制在60%以内。

此外,地下室邻近的设备机房做隔声隔振降噪处理。相关的机组采用低噪声设备,设备基础采用弹簧减振器,送风风管采用柔性吊装处理等措施以减少固体振动传声;机房内墙装修采用减震阻尼垫加隔音棉构造,以提高墙体的空气隔声性能,降低空气传声。

4 模拟仿真

为对本混响室的设计性能进行验证,采用建筑室内声学模拟软件 ODEON 对混响室的声场进行了模拟仿真分析:

4.1 模拟参数设置

根据 GB/T20247-2006 的要求,在模型中设置一个无指向性点声源 S1, S1 在两侧墙的交界处,距各界面 1.5m;在混响室不同位置均匀设置 8 个声接收点 (R1 ~ R8),接收点间距大于 1.5m,距离声源距离大于 2m,高度为 1.2m。混响室声学仿真模型如图 8 所示。

4.2 吸声量及混响时间

根据内部表面主要材料吸声系数表及各倍频程总吸声量计算结果可知,本混响室内表面最大吸声量和平均吸声系数满足设计要求,如表 5 所示。

本混响室体积为 209.8m^3 ,内表面积为 236.15m^2 ,空场混响时间 T_{30} 应大于 0.89s ,根据模拟结果可知,本混响室空场混响时间 T_{30} 均大于 3.2s ,满足设计要求,如图 9。

表 5 混响室内装材料吸声系数及总吸声量表

| 材料名称 | 安装部位 | 面积(m^2) | 倍频程吸声系数(Hz) | | | | | |
|----------------------|-------|--------------------|-------------|------|------|------|------|------|
| | | | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 4000 |
| 混凝土漆 | 顶面 | 49.74 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.02 |
| 光面玻化瓷砖 | 墙面、地面 | 183.11 | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 |
| 钢制门 | 隔声门 | 3.3 | 0.10 | 0.07 | 0.05 | 0.06 | 0.06 | 0.06 |
| 总吸声量(m^2) | | | 2.66 | 2.26 | 4.32 | 4.86 | 4.86 | 4.86 |
| 平均吸声系数 | | | 0.01 | 0.01 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 |

4.3 扩散声场声压级标准偏差

通过各接收点声压级分布图,计算各频率标准偏差分布可知(如图 10 ~ 图 11),125Hz 各点声压级标准偏差为 0.15dB,250Hz 为 0.17dB,500Hz 为 0.18dB,1000Hz 为 0.22dB,2000Hz 为 0.25dB,4000Hz 为 0.29dB。各频率声压级标准偏差均在设计要求范围内,声场均匀度好,扩散性能达到设计要求。

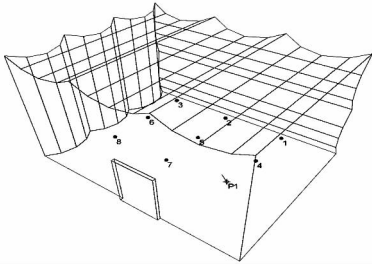


图 8 ODEON 仿真模型

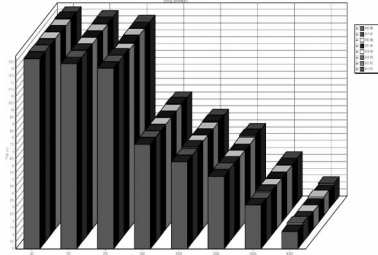


图 9 各接收点倍频程空场混响时间 T30 模拟结果

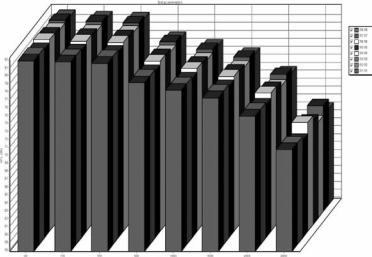


图 10 各接收点倍频程声压级 SPL 模拟结果

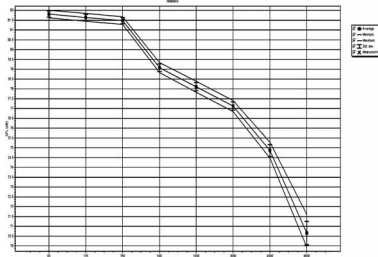


图 11 各接收点倍频程声压级标准偏差计算结果

4.4 背景噪声

本混响室采用房中房双层结构,地面采用浮筑地板系统,设计计权声量 $R_w \geq 65\text{dB}$;采用声闸和高性能隔声门,设计计权隔声量 $R_w \geq 50\text{dB}$;在选址和周边噪声源的控制上,也采取了大量的技术措施。经计算,混响声内的计权背景噪声级低于 20dB,达到了设计要求。

5 总结

本文通过对三峡大学建筑声学平台混响室的规划、设计研究,从总体布局、形体控制、扩散设计、隔声与隔振技术应用、管线及通风设计等方面出发,在空间严重受限的情况下提出了混响室的建设方案,并采用计算机声学软件对其设计性能进行了仿真验证,积累了一些建设经验:

(1)混响室对空间要求很高,如果布置在高层建筑中,建议柱距不小于 8.4m,以确保在有效体积达到 200m^3 的情况下还有足够的施工空间;

(2)高层建筑地下室设备用房众多,特别是涉及到人防工程,混响室很难避免与设备用房临近,建议相邻的设备用房做好隔声隔振措施;

(3)预埋可调式浮筑地板隔振系统具有固有频率低、结构稳定、操作简单、可维护等特点,可以有效降低混响室施工难度,提高安装精度,延长隔振系统寿命,保障隔振效果;

(4)为保障扩散性能,混响室内的装材料各频率吸声系数需小于或等于设计要求。

由于土木工程科学楼目前尚处于主体施工阶段,待条件成熟后将对混响室进行阶段性

声学测试,并结合测试数据进行进一步优化施工方案,以确保混响室建成后能顺利通过声学验收,为三峡大学的建筑声学研究提供高精度的混响声场测试实验环境。

[参考文献]

- [1] 杨志华. 混响室的声学设计[J]. 电声技术,2007,(06):7-10.
- [2] 国家质量监督检验检疫总局. 声学声压法测定噪声源声功率级混响室精密法:GB/T 6881.1-2023[S]. 北京:中国标准出版社,2023.
- [3] ISO. Acoustics - Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure - Precision methods for reverberation tests rooms:ISO 3741:2010[S]. Switzerland,2010.
- [4] ISO. Acoustics - Measurement of sound absorption in a reverberation room:ISO 354:2003[E]. Switzerland,2003.
- [5] 吕义,高阳,樊康. 混响室扩散体声学设计及数值仿真[J]. 城市轨道交通研究,2019,22(02):98-102.

艺术设计实验室与设备管理的 传统文化创新建设研究

陈 葳

(武汉工程大学 邮电与信息工程学院,湖北 武汉 430000)

摘要:高等学校实验室是高校实验教学的重地,是培养技术人才和进行科学研究的重要场所,其重要地位和作用已得到有关教育部门、相关高校的高度重视。本文在艺术设计专业实验研究及建设方面,就艺术设计实验室与设备管理的传统文化创新型建设的意义和目的、主要内容及问题、研究方案及研究的重点、特色与创新进行研究。通过分析实验室现状,提出科学的建设方案,探索怎样在传统文化背景下实现实验室的管理科学化、教学效果化。

关键词:艺术设计实验室;设备管理;传统文化;创新建设

在全球化及数字化背景下,艺术设计领域正处在快速变革的时期。艺术设计是一门应用性非常强的学科,其特点就是具有创造性,因此,艺术设计实验室在配置当代现代化设施的同时必须融入传统文化,以便锻炼学生的整体素质和创新能力。与此同时,伴随着现代社会传统文化的回归,如何让传统文化元素融入到艺术设计实验教学设施的建设上,如何使设施更好地进行管理,这都将是艺术设计实验室建设中需要解决的一个问题。传统文化的创新并不只是历史的翻版,还有现代化技术及管理理念的加入。本文拟就此进行分析,提出问题,给出思路。

1 传统文化创新建设在艺术设计实验室的作用及意义

艺术设计是一门重实践性的学科,实验室是学生艺术设计思想和技术实现的最重要空间。传统文化的创新是对传统文化加以传承和发展以迎合时代需求、满足市场要求的过程,是传统艺术文化继承、文化创新的实现方式,对于打造艺术设计实验实验室的传统文化创新不仅是打造传统艺术设计实验室特色的重要途径之一,更是帮助学生树立文化自信心以及增强学生创新能力、实践能力的重要保证,可以培养学生成为能全面发展、设计良好、有文化素养的设计师。

本课题通过研究对传统文化创新建设以改善传统实验教学模式,营造创新环境,探索并形成一套科学规范的艺术设计实验室和设备管理的文化传统创新建设体系,进而提高实验室的运行效率,更好地服务于学生科研创新,培养学生的艺术实践能力和创新意识,促进实验室传统文化建设的改革创新与提升,为艺术教育发展开辟思路方法之探索。

2 艺术设计实验室面临的现有问题

2.1 物质文化建设问题

艺术设计的实验课程所需的实验设备随科技进步而频繁的更新迭代,高校中的大部分艺术设计实验室在资金规划和分配方面存在不足,无法适应新需求和技术变革,从而阻碍了传统文化创新所需的设备和工具的更新。

另外,艺术设计实验室的建设思路难以跟上时代的发展。大部分高校为了加强专业建设、优化专业结构,以当前社会发展需求为导向而新增专业。新增专业的艺术设计类实验室,不仅需依据专业特色重建实验教学实验室,还需转变物质文化建设的思维路径。然而目前各大高校的艺术设计实验室大多是传承传统的实验教学模式,无法建设出具有新专业的特色教学科研环境,实验室的空间设计规划无法完善,不能展示出传统文化元素,更无法有展示传统文化作品的平台。

2.2 制度文化建设问题

文化创新推动艺术设计类实验室在管理制度方面较为困难,多数高校未能将传统文化的创新与当前实验室管理制度有机衔接起来,造成了艺术设计类实验室管理制度较为陈旧,实验室的操作流程、管理制度以及紧急预案没有得到及时更新,无法很好地服务传统文化的创新;实验室缺乏较为健全的协同合作机制,不鼓励实验室教师及相关专业人员的协作交流。

2.3 精神文化建设问题

艺术设计实验室在开展“以人为本”与“双创”教育教学理念过程中不重视,不能较好地完成实验教师队伍建设;在实验教学与实践过程中,对学生的传统文化认知与理解培训较少,不易提高学生传统文化的认知与认同。此外,激励制度不科学,不易激发实验室工作人员的积极性和创造性。实验室对创新与传承的处理存在偏颇,很难使学生对传统文化的认知从单一走向创新,进而不能创新设计出有传统文化元素的作品。

3 传统文化创新建设在艺术设计实验室的应用策略

3.1 传统文化元素的挖掘与应用

传统文化艺术元素创新建设是艺术设计实验室核心,结合传统文化的艺术形式和设计理念,可以从传统文化中进行元素收集并转化为艺术设计语言。一方面结合传统文化中传统纹样、颜色、技艺等要素梳理进行数据库数字建档,为后续使用提供可调用的文化数据库;另一方面结合解构重构对传统文化元素符号化提炼,实现与3D打印、虚拟现实等媒介跨界转化利用。

实用性层面,既要开展“来源双轨制”的调研:既包括对本地传统非遗类技术资源的搜集,例如:蓝印花布、木版年画等进行材料试验促进技术的新生,同时借助计算机的图像数据信息辅助分析,对图像图形要素进行参数化生成与设计,进而表现出服务于当代审美的一种设计衍变形态。对于实验室方面来说可以确立“文化基因图谱”这一领域进行探究,将一些内在哲学思想(“天人合一”)转变为对应的设计行为,形成一种功能性设计背后的符号表达,以便于文化的内在精神表现但又具备独特意义上的文化附加值。

3.1.1 传统工艺与现代设计的融合创新

现代艺术设计实验室能够将传统工艺与现代工艺设计结合,应用于现代艺术作品的创作中。譬如可以通过调查收集中地非遗技艺,收集蓝印花布、木版年画等,利用材料试验引导工艺制作创新,延续传统工艺同时又能满足市场的需要。

3.1.2 数字化技术赋能传统文化传承

运用 AI 图像处理、参数化等数字技术将传统元素拆解、重构,形成适合当今审美的新元素,又如 VR 与 AR 技术,不仅突破时空局限,还能实现将传统文化直观地展示和操作互动,可在艺术设计实验室中运用数字技术形成数字化的文化档案资料,通过生动化、互动式地传播传统文化,延伸传统文化效应。

3.1.3 文化基因的隐性表达与创新应用

优化空间布局展示传统文化元素,并提供适合展示传统文化作品的场所。以空间实验室为设置对象,可以开设文化基因图谱这一栏目,将原生哲学思想(“天人合一”)作为实验室里的空间设计理念,将文化精神内涵运用隐性的表现形式在功能的设计中体现出来,这样的设计既保留了文化的精髓,又有设计师采用现代化设计语言带给它一定的文化属性,二者相辅相成。

3.2 实验室管理改革

适应传统文化创新,更新实验室设备和管理制度,为学生提供先进的创作工具和资源。制定科学的制度规范体系如实验教学模式、实验管理制度、实验教师管理制度等,使各项制度更贴近于实验室、设备管理需求,促进实验室的规范化管理,服务学生科研创新,打造平等和谐的科研氛围。

3.3 实验技术队伍与实验教学模式的创新建设

为提升艺术设计实验室的教学质量,将需加强师资队伍的教学水平和创新能力。这将有助于为学生提供更为优质的指导和支持。

改变传统的实验教学模式,尝试项目式、多交叉学科融合式教学,创造一个浓重的创新氛围,有效提高学生实践能力的同时激发学生的创新思维。

3.4 设备配置与维护

首先,艺术设计实验室应选用适应传统文化创新的仪器和设备。像高分辨率打印机对制作仿古工艺品很有帮助,一些设计软件软件可以辅助电脑做传统艺术元素的设计。为了保证设备能正常运转,特别是在传统文化与现代科技结合的情况下,一定要做好设备的维护保养工作,为设备提供更新换代,实验室须制定全面的设备管理制度,保证设备的正常高效应用与使用。

3.5 创新思维的培养

在艺术设计实验室中进行创新,就是要培养创新思维。实验室建设要充分体现“以人为本”的理念,努力调动实验室成员的积极性和创造力,在实验室工作中通过一些相关培训、研讨会强化师生对传统文化的认识和对传统文化的应用,进而实现对艺术设计的创新;鼓励学生在实验学习中积极地展示优秀的创作成果,提升学习热情,激发创新能力。开展丰富多彩

的文化活动,建立良好的学习氛围,从而加强团队的凝聚力,建立特色实验室文化平台。

3.6 跨学科合作

传统文化的创造性转化不仅需要艺术设计学科作为主力军,更需要其他学科的支持。需要与教育、管理、艺术、心理学等学科进行合作,从其他学科出发,制定整体化、系统化的传统文化创新构建计划,以期从多个角度为传统文化的创新转化提供支撑力量,促进实验室的发展。

4 结论

本文研究结果对深化艺术设计实验室管理水平、提高艺术设计教学质量将起到示范与推广作用。其中对于我校艺术设计学院的实验室管理与建设具有一定的借鉴意义,对我国其他院校艺术设计类别的实验室建设、管理都极具参考价值。从而更充分地发挥实验室资源的使用效率,促进教学与学习效率的提升。更好地实现优化实验室管理、培养艺术设计类的应用型、创新型人才。

[参考文献]

- [1] 孙艳丽,刘晓娣,张亚周.关于加强实验室特色文化建设的思考[J].教育教学论坛,2019年第41期.
- [2] 沈思.高校数字媒体艺术实验室建设目标及策略分析[J].黑龙江科学,2022年第3期.
- [3] 欧玫.高校实验室文化建设的现状和创新发展[J].当代教育理论与实践,2017年第5期.

基于分子生物学教学实验室特点的 信息化管理设计与探索

曹玉贤 黄敏 郭小婧 田晓丽
(长江大学, 湖北 荆州 421003)

摘要:分子生物学实验教学在整体教学体系中处于核心位置,是理论知识与实践技能深度融合的关键环节。传统分子生物学教学实验室管理存在诸多局限性,如信息孤立、运行数据统计困难、安全管理存在隐患等,严重制约了教学质量和效率的提升。本文通过深入分析分子生物学教学实验室的特点和现状,提出了信息化管理的设计方案。通过信息技术与实验教学的深度融合,旨在优化教学资源配置,提升教学质量和效率,为培养创新型生命科学人才提供有力支持。

关键词:分子生物学;教学实验室;信息化管理

随着高等教育信息化 2.0 行动计划的深入推进,高校教学实验室作为人才培养的核心载体,面临着教学中实验条件不足和实验需求旺盛之间的突出矛盾,加之传统的分子生物学实验耗时、耗力,试剂和仪器成本较高且存在安全隐患;同时,新技术与新方法的快速发展增加了教学难度,这些因素都阻碍了分子生物学实验在学生中的广泛开展。尽管各大高校在教学实验室建设上加大了投入、规范了管理,但仍面临诸多问题:例如实验室信息孤立、运行数据统计困难,开放运行和资源共享受限,这些问题在分子生物学实验室管理中尤为突出,亟需借助信息化手段进行改进提升;此外,分子生物学是一门实验性较强的学科,非常注重学生的实际动手能力,对实验环境、设备精度和操作规范性要求极高。掌握分子生物学基本理论和实验技术是分子生物学教学的首要任务,因此本文通过设计构建分子生物学实验室信息化管理平台,期望打破传统实验教学的时间和空间限制,实现教学资源的高效整合与共享,提升实验教学的互动性和趣味性,这对于提升教学质量、培养创新型人才、优化实验室管理以及促进学科交叉融合,具有重要的现实意义。

1 分子生物学教学实验室特点

1.1 实验内容复杂,技术要求高

分子生物学实验涉及基因操作、蛋白质表达与分析等复杂内容,需要使用如 PCR 仪、凝胶成像系统、高效液相色谱等精密仪器设备。这些设备操作复杂,对实验人员的专业技能和经验要求较高,且实验步骤多、流程长,任何一个环节的操作失误都可能导致整个实验失败,这对于学生的耐心和细心程度也是极大的考验。

1.2 实验资源有限,成本较高

分子生物学实验对资源的要求较高,成本也较为显著。实验过程中所需的试剂和耗材多为高纯度、高精度产品,这些产品价格昂贵,给实验室的日常运行带来了较大的经济压力;此外,部分试剂还有毒性或危险性,这不仅增加了管理的复杂性,还需要投入额外的资源用于安全管理。同时,实验设备的购置和维护成本也居高不下,在一定程度上限制了实验室的开放程度,进而影响了学生的实践机会。这种资源与成本的矛盾,是当前分子生物学实验室面临的重要挑战之一。

1.3 教学模式传统,学生参与度低

传统的分子生物学教学多以教师演示、学生模仿为主,学生缺乏自主设计和探索的机会,难以充分激发学生的学习兴趣和创新思维,教学模式单一,难以满足学生多元化发展需求。在现代教育背景下,这种模式限制了学生的主动性和创造力,无法适应快速发展的学科知识更新和个性化学习要求。

2 分子生物学教学实验室管理现状

2.1 实验室信息孤立,资源利用率低

实验室信息孤立,各实验室之间缺乏有效沟通与协作,导致资源利用率低,且实验室运行数据统计困难,开放运行和资源享受受限等等。此外,实验课程安排不合理、实验项目单一等,难以满足多样化教学需求,设备闲置现象严重,制约了实验室的整体效能发挥。

2.2 教学信息化程度低

目前,多数分子生物学教学实验室仍采用传统的教学模式,缺乏信息化教学平台和虚拟实验资源支持。学生课前无法进行有效的预习和模拟操作,课后也难以进行自主学习和实验拓展。这种现状限制了教学效率和学生学习能力的提升,难以满足现代教学对信息技术融合的需求,亟需引入信息化手段优化教学过程。

2.3 安全管理存在隐患

分子生物学实验室安全管理存在诸多隐患,实验过程中涉及多种危险化学品和生物样本,许多必要的试剂都具有毒性或致癌性,对人体健康构成严重威胁,安全风险较高;部分实验室的安全管理措施不够完善,缺乏系统化的安全管理制度和应急处理机制,一旦发生意外,难以及时有效地应对;此外,实验室的安全培训不足,实验人员对安全操作规程的掌握不够熟练,防护措施不到位,易引发安全事故。

3 分子生物学教学实验室信息化建设设计

3.1 建立实验室安全管理系统

首先,搭建实验室信息化安全管理平台框架(图1),下设五个分支,其中实验室安全管理系统(图2)主要统计实验室的名称、面积、实验室管理人员、实验室安全管理及

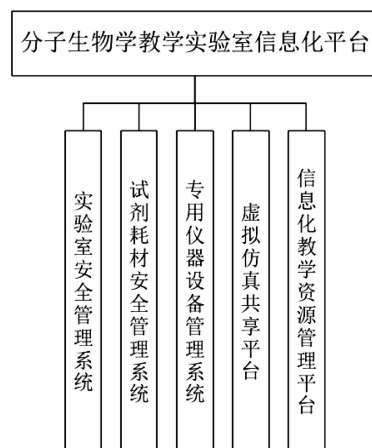


图1 分子生物学教学实验室信息化平台框架

应急制度、实验课程的安排等等;实验室安全准入系统则要求学生必须通过安全知识考试后才能获得进入实验室的权限;

设置门禁系统,与学生一卡通或人脸识别系统相结合,确保实验室的安全管理。同时,安装实验室环境监测设备,实时监测实验室内的温度、湿度、有害气体浓度等参数,一旦发现异常情况,系统自动发出警报,并通知相关人员及时处理,从而提高实验室的安全管理水平。

此外,实验室专业仪器设备和试剂耗材也纳入信息化管理系统(图1),可记录设备的使用情况、维护记录和试剂的库存情况,实验管理人员通过平台实现设备预约、试剂采购(对危险化学品的全生命周期管理需设置单独平台)等功能(图3),提高实验室资源的利用效率。

3.2 搭建信息化教学管理平台

对分子生物学实验课程实行信息化管理(图4),包括实验排课、实验分组、实验成绩录入等功能,学校对实验课程的监督,实验课程信息的采集也在该系统里一并完成,真正实现数据共享;教师可以通过平台发布实验教学资源,如实验讲义、教学视频等,学生可以随时查看和下载。设置在线预习模块,学生在实验课前可以通过平台了解实验目的、原理和操作步骤,并完成预习测试。同时,设置在线考核模块,学生在完成实验后可以通过平台提交实验报告,教师可以在线批改并给予反馈。

3.3 促进教学资源共享与开放

建立分子生物学教学资源共享平台(图4),将实验教学资源、科研成果、学术讲座等进行系统整合,打破校内和校际之间的资源壁垒,实现资源共享。通过该平台,学生和教师能够便捷地获取最新的教学资源和科研动态,拓宽学术视野,提升教学和学习效果。同时,开放实验室预约系统,允许学生根据自己的兴趣和需求,自主预约实验室开展实验或科研项目;

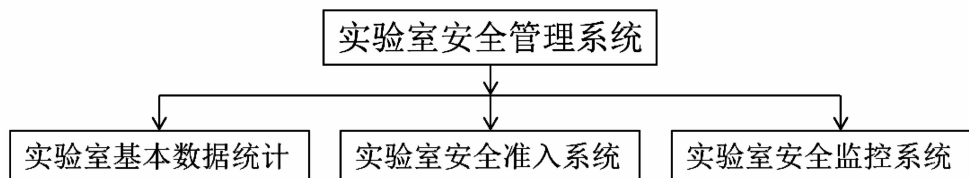


图2 实验室安全管理系统

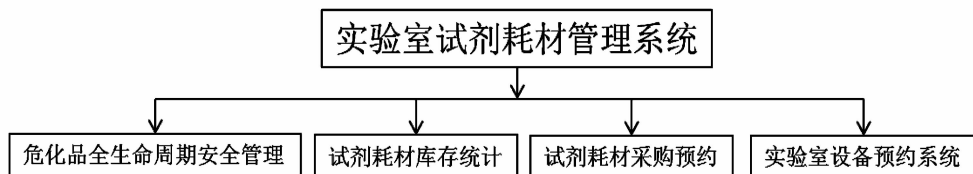


图3 实验室试剂耗材管理系统

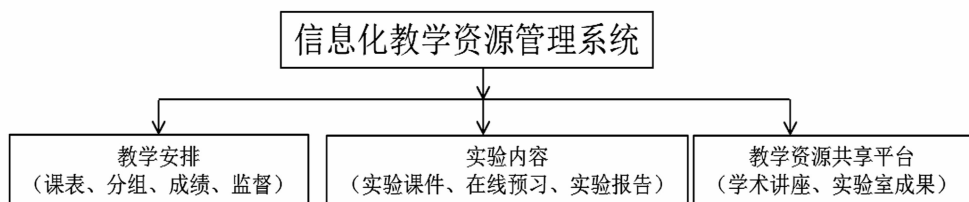


图4 信息化教学资源管理系统

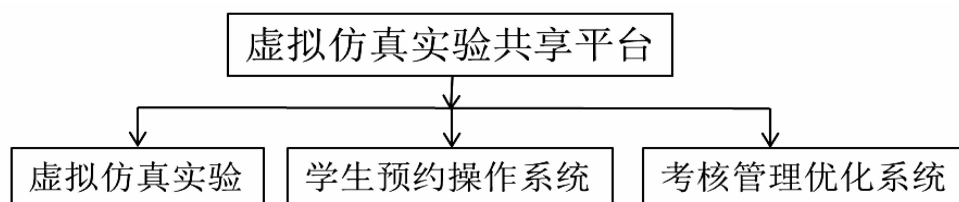


图5 虚拟仿真实验共享平台

这种开放模式不仅能提高实验室的利用率,还能为学生提供更多的自主学习和实践机会,培养其创新能力和实践能力,推动分子生物教学向更高水平发展。

3.4 构建虚拟仿真实验教学平台

结合分子生物学实验室资源有限、技术要求高等特点,积极开发或引入涵盖分子生物学核心实验内容的虚拟仿真实验项目(图5),如基因克隆、蛋白质纯化等。通过动画、视频等形式展示实验原理和操作步骤,学生可以在虚拟环境中进行模拟操作,这样既能很好的理解实验原理及操作步骤,又能节约更多时间反复练习加深理解,能更系统的完成分子生物学的学习,取得良好的实验效果;实验人员和任课教师均可登录后台对实验资源及实验教学进行管理,根据考核成绩评价实验学习效果,根据学生参与情况和反馈意见进行实验课程的优化,从而开发更优质的虚拟仿真平台。

分子生物学教学实验室信息化建设是提升教学质量、培养创新型人才的重要途径。通过建立实验室安全管理系统,能够有效规范操作流程、降低安全风险;搭建信息化教学管理平台,可实现教学资源的高效整合与管理,提高教学效率;构建虚拟仿真实验教学平台,为学生提供沉浸式学习体验,增强实践能力与创新思维;同时,促进教学资源共享与开放,打破时空限制,拓宽学生视野。这些举措可以有效解决传统教学实验室存在的问题,提高教学效率和学生参与度,为生命科学教育的发展提供有力支持。未来,随着信息技术的不断进步,分子生物学教学实验室信息化建设将具有更广阔的发展空间和应用前景,为培养高素质生命科学人才奠定坚实基础。

[参考文献]

- [1] 孙铭娟,王梁华,黄才国,等. 分子生物学虚拟实验室的应用展望[J]. 山西医科大学学报(基础医学教育版),2009,11(06):754-756.
- [2] 欧威健. 基于物联网和大数据技术的高校实验室信息化建设研究[J]. 中国管理信息化,2024,27(20):219-221.
- [3] 李玲,何清湖,卢芳国仙,等. 分子生物学虚拟实验室在中医药院校实验教学中的实践[J]. 基础医学教育,2015,17(11):992-994.
- [4] 廖志银,翁登坡,霍朝霞,等. 生物化学与分子生物学教学实验室精细化管理的探索与实践[J]. 基础医学教育,2024,26(08):660-664. DOI:10.13754/j.issn2095-1450.2024.08.08.
- [5] 李倩璐,赵晶晶. 虚拟现实技术在分子生物学实验教学中的探索与应用[J]. 中国继续医学教育,2024,16(16):185-188.
- [6] 罗望,杨习居,王勇华,等. 新工科背景下高校实验室信息化建设研究[J]. 教育现代化,2024(23):43-45.
- [7] 孟建宇,武春燕. 生物化学与分子生物学实验示范中心信息化建设[J]. 实验室科学,2022,25(3):59-60.

数智时代地方高校实验室“五位一体” 安全管理体系的构建

郭小婧¹ 张东辉¹ 张帆¹ 陈爱霞² 王彩丽² 杜何为¹

(长江大学 1. 生命科学学院; b. 平台与实验室管理处, 湖北 荆州 434025)

摘要:地方高校实验室安全是保障高校健康发展的必要条件。随着教育数字化战略行动的推进,地方高校应借助智能化、数字化手段打造全方位的智能安全管理体系。针对地方高校实验室安全管理存在的问题,从安全教育、安全管理制度及安全检查、危险化学品、安全保障条件、智能化管控平台这5个方面制定地方高校实验室“五位一体”安全管理体系,应用人工智能、物联网等技术实现地方高校实验室安全管理智能化,从而提高实验室安全管理水平,推进地方高校长期稳定健康发展。

关键词:实验室安全;地方高校;安全管理

1 引言

高校实验室既是开展实验教学和科学研究的重要场所,也是提高学生实验实践技能和创新科研成果的重要基地,而实验室的安全运行是保障实验室最大程度地发挥各项功能的前提条件。地方高校作为我国高等教育的主力军,承担着为地方社会经济文化发展培养高质量人才的重担,其健康稳定发展不仅能提高我国高等教育的整体水平,而且能为各地方省市培养高质量人才。随着地方高校办学规模和招生数量的不断增加,实验室的数量和面积也持续增加,然而地方高校受区域政策、建设年限和资源分配等多因素的影响,导致实验室安全管理水平参差不齐,与部属院校相比仍存在差距。2021~2024年间,国内公开报道了23起共22所高校的实验室安全事故,其中有18起安全事故发生在17所地方高校,可见地方高校的实验室安全问题尤为突出。这18起事故中67%是由于人为操作引起的,其中9起事故涉及到危化品安全,占比50%。这反映出地方高校实验室的安全教育培训不足、师生的危化品使用安全风险意识不够、安全管理制度执行不严等问题。地方高校实验室的安全管理工作不仅影响着师生和学校生命财产安全,甚至影响了社会的安全稳定。因此,针对目前地方高校实验室安全管理存在的问题提出对应解决策略,确保实验室安全有效运行,是地方高校亟待解决的重要课题。

以物联网、大数据、人工智能(AI)、云计算、区块链及5G等为代表的新一轮科技革命推动社会迈向数智时代。数智时代的到来,不仅推动了教育数字化战略行动,还拓宽了高校实验室管理的新方向。实验室建设要跟上时代的步伐,实验室的安全管理必须更加科学规范,

依托智能化辅助平台及工具,推动高校实验室的安全管理服务向数字化与智能化转变,高效便捷地解决实际问题,是顺应数智时代创新人才培养的必然要求。地方高校实验室应探索利用数智技术来提高实验室的实验效率和管理技能,推动实验室的安全管理工作智能化、精细化发展,助力平安校园建设。

2 地方高校实验室安全管理现存问题

为了解目前地方高校实验室安全管理现状,通过问卷调查、沟通交流、实地走访、文献检索、安全事故案例分析等多种形式调研了40所地方高校的实验室安全管理工作,总结了地方高校实验室安全管理工作存在的问题。

2.1 安全教育不充分,师生安全意识不强

根据高校实验室事故统计分析可知,大多数安全事故是由于人为操作引起的,其中包括地方高校,究其原因是学生操作不当,师生安全意识不够,存在侥幸心理,这反映出地方高校的安全教育不充分,安全意识未深入人心。部分地方高校没有完整的安全教育课程体系,仅通过校级通识安全教育培训学生,针对专项安全如生化、辐射、特种设备使用安全教育未有涉及,实验室安全教育未能引起足够重视导致安全教育不全面。部分地方高校对学生的安全教育仅在新生入学时开展,且没有针对实验室各学科进行专门的安全培训,随着时间的推移,学生的安全意识逐渐淡薄,安全教育效果不明显。地方高校的安全教育多以讲座、考试、消防演练为主,没有针对各专业各学科的安全实操和师生互动演练,缺乏安全意识“由脑入心”的实践环节。

2.2 安全管理制度不健全或执行不严

部分地方高校由于自身发展需要存在“重教学科研轻安全”的思想意识,从而未将实验室安全管理放在应有的高度,导致实验室安全管理制度不健全,安全责任不明确。随着教育部对实验室安全工作的重视,大部分地方高校开始完善实验室安全管理制度,落实安全管理责任,但由于缺乏有效的监管及奖惩机制,安全管理执行效果并不理想,“管而不理”的现象使安全管理制度形同虚设,以抽查代普查的安全检查形式使安全隐患未能排查到位,安全检查流于形式、整改落实不到位等问题频频冒出。部分地方高校未制定安全应急预案,或制定安全应急预案但未进行演练,导致发生事故时学生不知如何处理从而酿成更大的灾难。

2.3 危化品管理不规范

危化品事故是实验室高发事故,危化品管理不当容易导致实验室大灾难发生。危化品在存储、使用和处置过程中均有可能发生安全事故,因此危化品管理是实验室安全管理的重中之重。部分地方高校由于受客观历史原因影响,危化品管理制度不完善,尚未建立危化品采购、领取、存储、使用和处置等全流程管理制度,导致危化品采购分散、存放混乱、随意使用、倾倒废液等问题,给危化品管理带来极大的安全隐患。部分地方高校危化品的领用及出入库登记仍采用纸质文件记录,容易出现错漏,且由于师生之间存在互相借用的情况,危化品的流向、存储及使用情况难以追踪监督,给危化品管理造成极大的困难。

2.4 安全管理条件保障不足

实验室安全管理需要专业的安全技术人员。地方高校由于实验室人员编制少,实验室安全员常由各实验室管理人员接受安全培训后兼任。随着地方高校实验室数量、规模、仪

器、项目、实验人数的增加,实验室管理人员常常一人身兼数职,既要完成科研教学任务和琐碎的行政工作,还要兼顾实验室日常管理,接受系统的专业安全培训时间减少,致使实验室安全管理工作无法科学高效地开展。并且地方高校实验室管理人员由于缺乏相应的奖惩与激励机制导致流动性大,新引进人员培养周期长,管理经验欠缺,安全管理工作容易出现纰漏。

地方高校由于获取经费来源有限,普遍存在实验室安全经费投入少、安全设施建设不全等问题。部分地方高校未设立实验室安全专项经费或将安全经费纳入实验室建设经费中,而实验室建设经费多用于学科和平台建设、设备购买等,专项用于实验室安全建设的经费极少,安全专项经费并未落到实处。

地方高校在追求发展的过程中,对各专业发展有所偏重,导致各实验室建设参差不齐,部分实验室具备的软硬件基础较为落后,致使实验室在安全管理方面存在诸多问题。部分地方高校实验室面积有限,室内设备拥挤,安全操作距离不够,部分仪器放到公共走廊,安全通道堵塞,不利于安全疏散。部分实验室由于建成太久,水电路线老化,基础设施不全,未安装通风排气、烟雾报警、视频监控等系统,导致实验室在无人时间段时无法及时发现险情并采取有效措施,存在极大的安全隐患。

2.5 安全管理智能化水平低

实验室安全管理工作是一项系统工程,具有复杂多变的特性,与人的不安全行为、物的不安全状态、环境的不安全因素和管理的不健全息息相关,必须依靠有效的人防、物防和技防手段进行联合管理。同部属高校相比,部分地方高校由于受资源限制实验室安全管理主要以人工管理为主,智能化设备、智能在线监控平台等智能化建设不足,管理手段落后,管理效率低下。部分地方高校虽建立了实验室安全考试、实验室信息管理、门禁等系统,但这些系统仅能实现安全考试与实验室静态数据的统计与查询,安装门禁系统虽发挥人防作用,但缺少必要的物防及技防手段,未能充分利用智能化技术实现实验室安全的全要素全过程动态管控。部分高校还建立了化学品管理系统及大型仪器管理平台,在一定程度上结合了人防、物防和技防手段,但缺少必要的感知系统,在危险发生后不能及时预警从而未能及时采取有效处理措施。

3 地方高校实验室安全管理体系的构建

根据以上调研结果可知,地方高校存在实验室安全教育不充分、师生安全意识不强、安全管理制度不健全或执行不严、危化品管理不规范、安全管理队伍未建立、安全管理经费投入较少、软硬件基础设施较为落后、安全管理智能化水平低等问题。针对这些问题,以“提高地方高校实验室安全管理水平”为目标,聚焦安全教育、安全责任制度及安全检查、危险化学品、安全保障条件(人员、经费、硬件、软件设施)、智能化平台5个方面,结合智能化技术,提出地方高校实验室安全管理的5个模块化建设,构建了地方高校实验室“五位一体”安全管理体系,如图1所示。

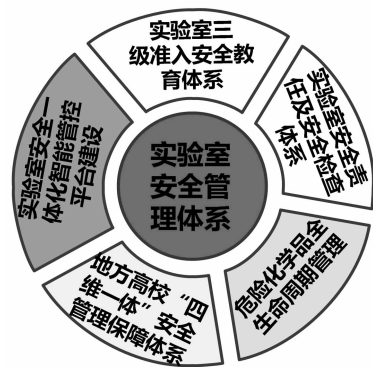


图1 地方高校实验室“五位一体”安全管理体系

3.1 地方高校实验室三级准入安全教育体系

根据地方高校各学院各实验室的学科特点和功能要求制定学校 - 学院 - 实验室三级准入安全教育体系(如图 2),针对校级层面构建 1 个基础即安全准入通识教育课程体系,针对院级层面构建多个学科专业(化学、生物、辐射等)安全准入教育课程体系,针对实验室层面构建多项技能培训,包括:隐患识别、应急处置、个人防护等,按照全员、全程、全方位的要求分级开展安全教育,待师生通过安全准入考试后方可进入实验室开展实验。结合虚拟仿真实验、增强现实技术及 AI 技术实现安全教育的智能化。虚拟仿真实验及增强现实技术等智能化手段的加入将弥补不能进行演练实验的缺陷,安全考试在线练习时 AI 助手辅助答疑将帮助学生提高学习效率,同时 AI 可以根据实验的内容、性质、设备等因素,自动评估实验项目可能面临的安全风险,并建立安全风险评估模型,提高了风险评估的准确性和效率。AI 还可以辅助制作安全文化宣传图片、动画及文案,提高实验室安全人员工作效率。

3.1 地方高校实验室三级准入安全教育体系

根据地方高校各学院各实验室的学科特点和功能要求制定学校 - 学院 - 实验室三级准入安全教育体系(如图 2),针对校级层面构建 1 个基础即安全准入通识教育课程体系,针对院级层面构建多个学科专业(化学、生物、辐射等)安全准入教育课程体系,针对实验室层面构建多项技能培训,包括:隐患识别、应急处置、个人防护等,按照全员、全程、全方位的要求分级开展安全教育,待师生通过安全准入考试后方可进入实验室开展实验。结合虚拟仿真实验、增强现实技术及 AI 技术实现安全教育的智能化。虚拟仿真实验及增强现实技术等智能化手段的加入将弥补不能进行演练实验的缺陷,安全考试在线练习时 AI 助手辅助答疑将帮助学生提高学习效率,同时 AI 可以根据实验的内容、性质、设备等因素,自动评估实验项目可能面临的安全风险,并建立安全风险评估模型,提高了风险评估的准确性和效率。AI 还

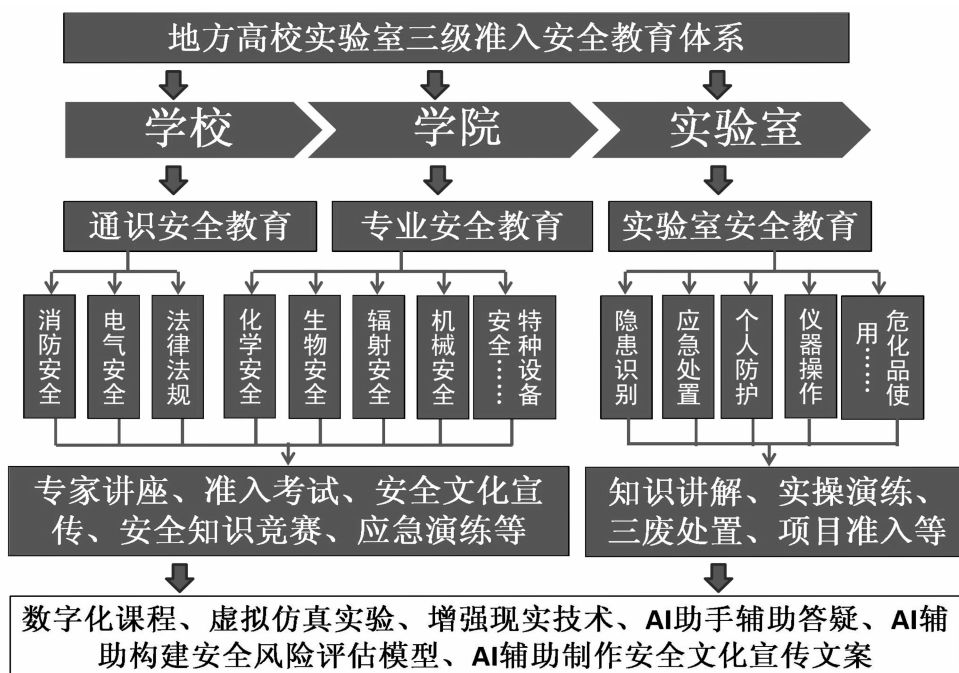


图 2 地方高校实验室三级准入安全教育体系

可以辅助制作安全文化宣传图片、动画及文案,提高实验室安全人员工作效率。

3.2 地方高校实验室安全责任及安全检查体系

地方高校可建立由学校、学院(实管处)、实验中心(安管科)和实验室(安管员)的四级安全责任体系如图 3,实现自上而下的安全责任管理体系,各级负责人确保责任落实到位,安全制度全面合规、奖惩分明,应急预案确实可行。

地方高校尤其是多校区散点分布的地方高校,实验室位置分散,功能不同,风险等级不一,实行分级分类检查制度(分级分类安全检查体系如图 3)不仅能实现精准防控,还能减少检查工作量。各实验室可结合自身特点依据《高等学校实验室安全分级分类管理办法(试行)》将实验室分为化学类、生物类、辐射类、机电类、其他类等实验室。同时根据存在的危险源及存量将实验室分为重大风险、高风险、中风险、低风险等级的实验室,分别采取周检、半月检、月检和季检的形式开展安全检查,对于检查合格的实验室实行积分制奖励,不合格的实验室责令整改至合格为止。结合物联网技术及 AI 算法实现安全检查的智能化,如安装智能传感器(烟感、水浸、温湿度、气体泄漏等)对实验室环境进行监测,风险发生后通过无线网络连接到智能化控制系统及时预警。通过布设监控、鹰眼抓拍、人脸识别等设施,对实验室的人物行为进行多维监测。通过 AI 算法进行安全隐患图像智能识别,可以智能捕捉并识别安全隐患。

3.3 地方高校危险化学品全生命周期管理

危化品管理是地方高校实验室安全管理痛点,其主要问题包括采购源头把控不严、使用过程监管不力、废弃物回收管理粗放等,因此需要制定地方高校危险化学品全生命周期管理

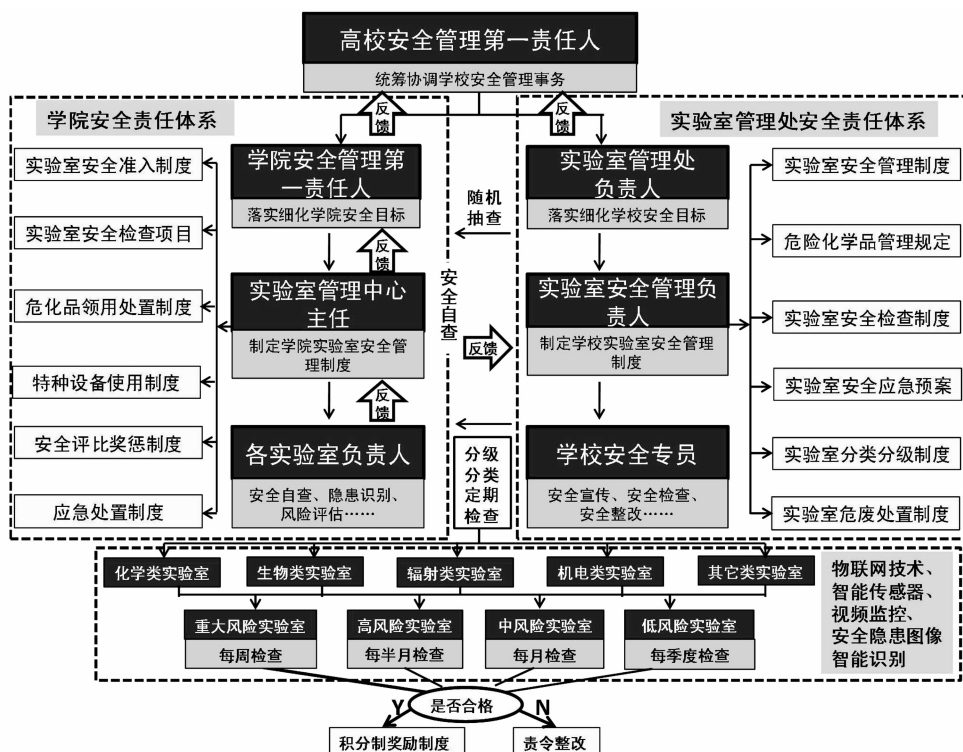


图 3 地方高校实验室安全责任及安全检查体系

方案,实现危化品采购-储存-使用-处置全过程闭环管理,方案如图4所示。在采购环节,各实验室统一定期向学校提交采购申请,由学校审批后报公安局备案审批后通知供应商送货,严控采购源头。储存阶段中,地方高校需建立危化品仓库用于存放、收发危化品,建立台账,分级分类储存,实现危化品专人集中管理。学生在领用和使用危化品时需明确知晓该试剂的安全使用说明,清楚安全防范措施,提交安全风险报告,并在教师监督下开展实验,严把使用关。最后,危化品使用产生的废液集中回收至危化品回收站,再集中转运至有废液处理资质的公司统一回收,实现废液回收闭环。结合物联网+电子追踪的模式实现危化品智能化管理,如采用云审批提高采购审批效率,用智能锁、视频监控、危化品泄露报警装置等保障危化品储存及危废品回收站安全,用电子标签、定位监测、人脸识别等手段监控跟踪危化品使用安全,全流程监管实验室危化品的安全状态。

3.4 地方高校“四维一体”安全管理保障体系

为保障实验室安全管理工作的有效开展,建立“四维一体”安全管理保障体系如图5,分别从人员、经费、硬件、软件4个方面提出安全队伍建设、安全经费保障、硬件设施、软件配备等条件全方位增强实验室安全保障能力,保障实验室安全管理工作的长期有效运行。

3.5 地方高校实验室安全一体化智能管控平台建设

智能化是高校实验室建设与管理的发展趋势和时代所需,然而大多数地方高校实验室安全管理智能化建设滞后。地方高校可结合自身发展需求建立实验室安全一体化智能管控平台。平台采用人工智能、虚拟仿真、物联网感应、大数据等先进技术,集实验室安全教育与考试系统、实验室信息数据采集、实验室安全巡检系统、化学品全生命周期管理平台为一体,

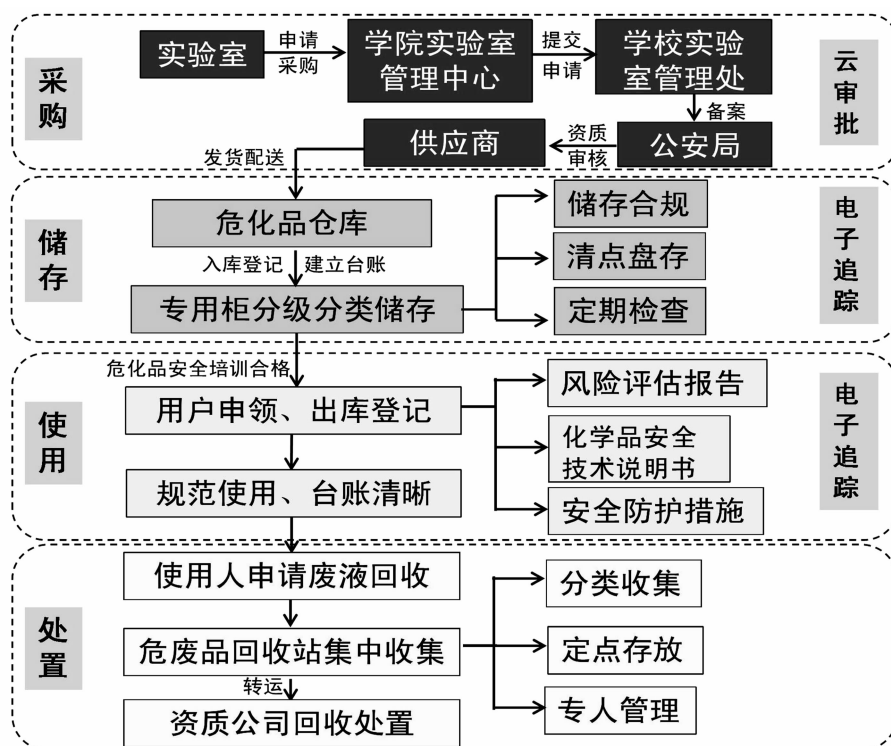


图4 地方高校危险化学品全生命周期管理

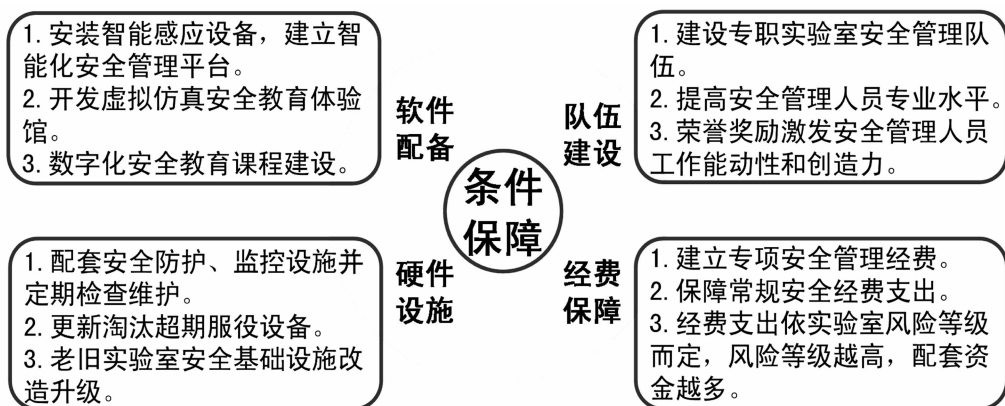


图 5 地方高校“四维一体”安全管理保障体系

将实验室安全教育、人员和项目准入、实验室信息采集(基础信息、主要试剂和设备、分类分级、功能特性等)、环境监控、应急处理、安全检查及整改、化学品全过程管理等元素整合到一起,打造“全方位、全要素、全过程”的实验室安全大数据监控指挥中心。通过对实验人员、试剂设备、环境状况、安全风险等进行精准化管理,实现人、物、环、管全方位监测,实时掌握实验室的安全状态,实现实验室安全的智能化管控。

4 实施成效

长江大学是湖北省属地方高校,单独设立平台与实验室管理处实验室安全科管理全校实验室安全,严格执行校-院-实验室三级准入安全教育体系。学校通过实验室安全教育系列专题讲座和实验室安全考试系统实施安全准入教育,各学院结合专业特色多次举办实验室安全专项培训、应急演练和知识竞赛等专业安全教育,各实验室负责人依据实验室功能通过实验室安全管理制度、安全风险警示标示、安全操作演示等加强实验室安全教育,每年安全准入教育约 1.2 万人次。同时学校以人工智能平台协助师生建立实验项目安全风险评估,以实验室安全教育和风险评估为抓手加强安全文化建设,每年都开展了实验室安全文化月活动,4 年累计开展了约 80 场次活动,提高了全校师生实验室安全管理的参与度,逐步增强师生安全意识,促进形成良好的实验室安全文化。

长江大学实验室安全科先后修改制定了《长江大学实验室安全分级分类管理办法》、《长江大学实验室安全管理办法》、《长江大学实验室安全事故责任追究办法》、《长江大学实验室安全应急预案》、《长江大学实验室危险源管理办法》等一系列安全管理制度,建立了校-院-实管中心-实验室四级安全责任体系。每年学校与学院和研究院签订责任书约 28 份,各学院与实验室负责人签订责任书约 450 份,与硕、博研究生签订责任书约 2700 份。实验室安全科依据《长江大学实验室安全分级分类管理办法》分级分类审核认定约 850 间实验室。学校建立安全专项检查队伍,2024 年开展校级以上安全检查约 14 次。各学院由分管实验室安全领导带队,组织专班开展实验室安全自查自纠,建立隐患台账,排查并消除实验室安全隐患,确保实验室安全运行。

长江大学出台了《长江大学实验室危险化学品安全管理细则》,对危险化学品的申购审核备案、存放与使用监管、日常检查、安全防护等各项工作进行规范化管理。为了使实验室

危化品采购合规合法,学校在荆州市公安局办理了实验室危险化学品购买使用备案手续,通过学院实管中心-实验室安全科-公安局层层审批通过后再由采购专员采购。各学院建立危化品仓库并安排专人管理,建立实验室易制爆、易制毒化学品等危险源动态管理台账,通过提供化学品安全技术说明书查询等措施保障危化品储存及使用安全。同时分校区建立了危废品回收站,安排专人负责管理,定期分类收集危险废弃物,通过采招共选定了3家危险服务处置协议供应商分校区回收危废物,近4年共计处置了约60吨实验室危险化学品废弃物。学校先后接受了湖北省生态环境厅、蔡甸区生态环境分局、荆州区生态环境局对我校危险废物管理处置情况的专项检查,荆州区公安局禁毒支队、蔡甸区公安局禁毒支队对学校易制毒化学品管理工作纷纷给予好评。

近年来,学校逐步加大实验室安全建设投入,成立实验室安全工作委员会,建立专业的实验室安全建设队伍,聘请实验室安全管理专家对安全管理队伍开展各类安全业务培训。根据各院系的实际需求,合理分摊校院两级实验室安全建设经费用于危化品柜采购、消防应急器材配备、实验室改造建设等。目前,学校给各实验室统一配备了安全门牌标识、急救药箱、洗眼器、灭火器、消防栓、护目镜、防毒面具、灭火毯等工具,各楼层分区安装紧急冲淋装置、紧急逃生路线图、应急灯。精细划分实验区、准备区和学生休息区,逐步实现实验区内设置烟感、监控、电子联动门禁等安防、技防措施。在气瓶室和危化品仓库加装气体检测报警器和危化品泄露报警装置。

学校创办了多个实验室信息服务与管理平台,包括实验室信息监察管理系统、大型仪器物联网共享平台、实验室安全考试系统等,这些系统分别用于实验室信息管理、大型仪器管理、实验室安全准入教育等,初步实现实验室安全管理的信息化,后期将针对这些系统进行数智化改造升级,建立实验室安全一体化智能管控平台。

5 结语

实验室作为培养一流人才和支撑科学研究的重要平台,其建设和运行成效直接影响着地方高校发展水平,而地方高校的实验室安全是保障地方高校稳定发展的必要条件。在当前日益更新的智能时代,传统的实验室安全管理方式已难以满足高校的发展需求,地方高校实验室须正视不足,借助智能化、数字化手段打造全方位的智能安全管理体系。目前,地方高校实验室安全管理存在安全教育不充分、安全管理制度不健全或执行不严、危化品管理不规范、安全管理条件保障不足、安全管理智能化水平低等问题,本文针对这些问题,加强顶层设计,从安全教育、安全管理制度及安全检查、危险化学品、安全保障条件、智能化管控平台这5个方面制定地方高校实验室“五位一体”安全管理体系,应用人工智能、物联网等技术实现地方高校实验室安全管理智能化,保障实验室安全高效运行,推进地方高校长期稳定健康发展。

[参考文献]

- [1] 刘云,范方宇,阚欢,等.高校实验室安全管理体系建设探讨[J].西南林业大学学报(社会科学版),

- 2021(2): 97 - 100.
- [2] 张菲菲, 陈伯鸿, 李雯琳. 西部地方高校实验室安全与环保管理之思考[J]. 高等农业教育, 2021, (05): 91 - 95.
- [3] 郭静虹, 苏佩尧. 总体国家安全观下的高校实验室安全保障路径[J]. 实验室科学, 2024, 27(06): 175 - 179.
- [4] 姚岚, 谭维智. 数字化转型视域下技术创新人才培养: 诉求、困境与变革[J]. 高等工程教育研究, 2023(1): 142 - 147.
- [5] 安宇, 郭子萌, 王彪, 等. 高校实验室事故致因分析与安全管理研究[J]. 安全, 2022, 43(08): 34 - 39 + 6.
- [6] 梁曦彤. 地方高校实验室安全管理工作的探索与实践[J]. 科技与创新, 2021, (04): 125 - 126 + 129.
- [7] 陆文宣. 地方特色高校实验室安全管理工作分析[J]. 实验技术与管理, 2018, 35(08): 263 - 266.
- [8] 徐红岩, 曾令宇, 陆召军. 地方高校科研实验室安全管理现状分析与对策[J]. 实验管理与探索, 2017, 36(12): 282 - 285.
- [9] 罗群, 程志毓, 叶海. 地方高校科研实验室安全管理难点与对策[J]. 东莞理工学院学报, 2023, 30(05): 130 - 134.
- [10] 叶元兴, 马静, 赵玉泽, 等. 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.
- [11] 田运, 李玉超, 傅忠君, 等. 高校实验室危险化学品安全管理现状与探索[J]. 实验室科学, 2020, 23(1): 199 - 201, 206.
- [12] 马森, 罗爱, 张盼盼, 等. 地方高校实验室安全建设及管理的研究[J]. 自动化应用, 2023, 64(06): 202 - 204.
- [13] 刘丹, 殷培峰, 向玉勇, 等. 高校实验室安全管理现状和改进探索[J]. 科技视界, 2022(8): 182 - 184.
- [14] 梁曦彤. 地方高校实验室安全管理工作的探索与实践[J]. 科技与创新, 2021, (04): 125 - 126 + 129.
- [15] 周福宝, 白向玉, 陈小雨, 等. “智能+”时代背景下高校实验室安全智能管控[J]. 劳动保护, 2022, (08): 10 - 13.
- [16] 施焕军. 中西部高校科研实验室管理体制改革的探究[J]. 西藏大学学报(社会科学版), 2022, 37(2): 224 - 228.
- [17] 徐剑坤, 王恩元, 吴祝武, 等. 高校实验室安全风险监控融合预警与数字化决策系统[J]. 实验室研究与探索, 2024, 43(06): 245 - 249.
- [18] 王士国, 卢凡, 王晓华, 等. 高校实验室危险化学品“互联网+电子追踪+法治”规范管理新模式探索与实践[J]. 实验技术与管理, 2020, 37(12): 312 - 316.

基于 EHS 的工科高校分析测试中心 实验安全新模式探索

田永胜 周尽辉 张国宏 王志刚
(武汉科技大学,湖北 武汉 430081)

摘要:随着工科高校科研活动的日益增多,大型仪器共享成为提升科研效率和资源利用率的重要途径。然而,随着仪器设备使用频率的增加,实验安全问题也日益突出,尤其是在化学分析实验领域。为了确保实验人员的安全、设备的完好以及实验数据的可靠性,基于 EHS(环境、健康与安全)管理理念的实验安全新模式应运而生。本文通过分析工科高校分析测试中心实验安全面临的挑战,提出一种基于 EHS 的实验安全新模式,重点探讨大型仪器共享中的实验安全管理问题,并结合具体案例进行深入分析,探索解决方案。

关键词:EHS、实验安全、大型仪器共享、安全管理、工科高校

1 引言

高校大型实验平台在科研活动中发挥着重要基础作用,是开展前沿科学探索、培养高层次人才的重要载体,它为科研高质量开展和社会资源高效协同提供有效支撑,其管理建设能力和设备共享服务水平更是高校科研、办学实力的重要体现。随着科研活动的不断深入和科研经费的有限性,工科高校普遍采取大型仪器设备共享的方式来提升资源利用率和科研水平。然而,在这种共享模式下,实验室的安全管理面临着新的挑战,尤其是在大型仪器的操作、使用和维护过程中可能存在的多种安全隐患。传统的安全管理模式往往忽视了实验室环境、人员健康与安全问题的综合管理,导致事故发生的频率较高。

EHS(环境、健康与安全)实验室管理理念,能够帮助高校实验室从环境保护、人员健康和安全防护三个维度进行全面管理。本文旨在探讨如何在工科高校的大型仪器共享中应用 EHS 管理体系,以提升实验安全管理水平,从而有效降低实验风险。

2 工科高校实验安全的现状分析

2.1 工科高校实验安全的重要性

在工科高校,实验安全不仅关乎实验人员的生命安全,也直接影响到科研工作的顺利进行。尤其是涉及高压、高温、化学试剂、辐射等的实验室,若安全管理不到位,将可能引发严

作者简介:田永胜(1983-),男,河北张家口,实验师,博士,主要从事实验安全及高性能炭材料相关研究工作。

重,的事故,如爆炸、火灾、化学泄漏等。根据《中国高等教育实验室安全管理报告》(2022年),实验室安全事故已成为高校教学和科研活动中的重大隐患。

2.2 工科高校实验安全面临的主要挑战

2.2.1 设备操作复杂性增加

随着大型仪器的引入,实验人员操作设备的技术门槛提高,若仪器操作不当或缺乏相关的操作培训,容易对仪器产生损害。例如,在一些涉及高压气体或易燃化学品的实验中,不合规的实验操作可能导致实验设备损坏或者对实验人员造成伤害。

2.2.2 共享模式带来的安全隐患

实验室设备共享虽然能有效节约资源,但实验人员背景、技能水平、操作习惯等差异较大,容易忽视某些安全细节。非专业人员操作大型仪器可能无法保证实验结果的准确,或者导致设备故障或损坏。

2.2.3 环境与健康风险

许多工科实验室存在环境污染和健康隐患问题,如通风不良、废气废水处理不当等。这些问题不仅影响实验人员的健康,还可能对周围环境造成污染,影响到长期的科研成果产出。

3 EHS 管理体系在实验安全中的应用

3.1 EHS 管理体系的概述

EHS 管理体系的核心理念是“风险识别、风险评估、风险控制”,其目的是通过规范化、系统化的管理,消除或控制实验活动中的潜在风险,从而保障实验人员的安全与健康。具体来说,EHS 管理体系包括三个主要领域:

3.1.1 环境管理

确保实验室操作不对环境造成污染,包括气体排放、废水处理和固体废弃物的处置等。

3.1.2 健康管理

关注实验人员的健康保护,特别是长时间接触有害物质的工作人员,如定期健康检查、使用防护设施等。

3.1.3 安全管理

通过建立安全操作规程、定期检查、应急预案等措施,确保实验活动的安全性。

3.2 EHS 在大型仪器共享中的应用

在大型仪器共享中,EHS 管理体系尤为重要。共享模式增加了设备使用的频次,操作人员的技术水平和操作规范参差不齐,容易导致安全隐患的积累。具体应用包括:

3.2.1 统一管理平台

搭建实验室安全管理平台,将每台设备的使用、维护记录、操作人员的培训情况等纳入统一管理系统,实现信息化管理。

3.2.2 标准化安全操作规程

针对每台大型仪器设备,制定详细的安全操作规程和使用指南,确保每一位实验人员都能按照统一规范操作。

3.2.3 定期安全评估与风险预防

通过定期的安全检查与隐患排查,及时发现潜在的安全问题并加以解决。例如,检查高温设备的防护措施、分析气体泄漏检测系统的灵敏度等。

3.3 EHS 管理在大型仪器共享中的实施路径

3.3.1 制定安全管理制度与流程

在大型仪器共享模式下,首先需要制定一套完备的安全管理制度,明确实验室各类实验的安全要求、应急处理预案和操作规程等。

3.3.2 强化安全培训与考核

实验人员必须接受严格的 EHS 安全培训,并通过考核后才能操作大型仪器。培训内容包括操作规范、紧急情况处理、环境保护知识等。实行实时监控与事故记录

建立实时监控系統,确保实验室内的气体、温湿度等环境数据处于安全范围内;同时,对每一次的安全事件进行详细记录,定期总结经验教训。

我校分析测试中心实验室在引入 EHS 管理体系后,首先建立了统一的安全管理平台,所有设备的使用记录、操作人员安全培训记录都可以实时查询。其次,实验室对所有使用者进行了详细的安全培训,并且强化了操作规范,明确操作人员需在使用前确认设备压力和温度是否符合规定。同时,实验室还安装了气体泄漏检测与自动报警系统,有效避免了类似事故的发生。

4 基于 EHS 的大型仪器共享实验安全新模式

通过对现有实验室安全管理体的评估与优化,本文提出了基于 EHS 的实验安全新模式,具体包括以下几个方面:

4.1 智能化安全管理平台建设

通过物联网技术建立分析测试中心智能化安全管理平台,实时对实验室内设备运行情况和人员安全进行监控。在实验教师及学生管理方面,依托学校考核平台,形成了理论培训、实操培训、实践学时积累、考核准入、定期抽查、设备平台预约登记、实验过程记录等的全过程管理。在实验设备管理方面,强化每日点检操作,对设备使用过程中的关键风险点进行核查,强化仪器设备的安全使用。在危化品管理方面,建立中心的危化品分类和品名目录,围绕依规购买、安全存放、规范使用、科学处置、有序回收各环节,强化过程管理和安全培训。分析测试中心已经具备了现代化的网络预约管理系统,并且建立了合理的预约使用机制,这进一步明确了设备使用责任和安全管理责任,做到安全管理可记录、可追溯。

大型分析测试仪器很多需要使用高压气体,并可能产生辐射及放射性的影响。基于以上原因,强化了安全标识的设置,并安装了实时监控探头,对实验室的气体泄漏、辐射超量进行监控,确保实验师生的安全。我校分析测试中心安全系统概况见表1所示。

4.2 安全责任及监督机制建设

明确每台设备、每个实验项目的安全责任人,确保每一项实验活动都有人负责,避免产生安全管理的空白地带。

4.2.1 完善中心实验安全管理制度

为了保障中心大型分析测试仪器的安全运转,强化了实验安全管理工作的制度化建设,

表1 分析测试与仪器共享中心安全系统概况

| 领域 | 举措 | 具体措施 |
|---------|--------------------|-------------------------------------|
| 实验室安全 | 在线监控系统 | 通过摄像头对实验室安全进行实时监控 |
| | 在线门禁系统 | 借助实验室门禁系统对独立使用设备的人员进行授权管理 |
| | 实验室高压气体安全使用 | 建立实验高压气体使用台账 |
| | 辐射监测 | 针对可能产生辐射的仪器设备安装辐射监测仪,保证辐射计量在允许的范围之内 |
| 消防安全 | 灭火设施配置 | 实验室楼道及室内配备灭火器,灭火毯、消防沙等 |
| | 烟感喷淋系统 | 实验室均配有烟感喷淋系统,并且接入学校消防系统 |
| | 气体监控及报警系统 | 针对实验室可能产生的有害气体,配备对应的监控探头及报警装置 |
| 危化品安全管理 | 完善危化品购买、运输、使用及报废流程 | 严格按照公安及学校的规定执行 |
| | 建立危化品使用台账 | 建立易制毒、易制爆化学品使用台账 |
| | 配备危化品专用储存柜 | 将危险化学品分类存放于恒温、恒湿、且有排风系统的专用防爆药品柜中 |
| | 危化品暂存间建设与管理 | 明确责任,危化品全生命周期管控 |

建立了一套完善的安全管理制度,形成实验安全管理的长效机制。在相关法律法规的指导下,分析测试中心建立了实验室安全管理规章制度,包括“武汉科技大学分析测试中心-实验室安全事故防范措施与应急预案”、“分析测试中心危险化学品储间室安全管理制度”、“武汉科技大学分析测试中心气体钢瓶使用规范”等制度。基于“以人为本、安全第一”的基本原则,逐步完善实验安全制度内容,进而提高制度的可操作性性和师生的认同度。

4.2.2 加强安全管理队伍建设

为了有效提高实验室安全管理实效,中心设立实验室安全工作小组,成员包括中心主任、副主任及全部实验教师。实验教师每日至少2次对实验室安全进行检查和记录。为了提高实验安全常态化的管理效率,中心各平台分别选聘一名实验安全员,做好所管辖实验室及所处平台的日常实验室安全管理工作,对实验技术规范进行监督,对存在较大实验安全问题的行为进行制止。安全员定期对实验安全开展检查工作,发现实验安全隐患时,及时向实验室负责人及中心主任通报,并对安全隐患的排除方案提出合理建议。

4.2.3 建立了全员参与的安全监督机制

在实验室安全文化的建设中,安全监督机制的完善是保障实验室安全的重要举措之一。实验室的安全管理不能仅仅依赖少数管理人员的监督,更需要全体实验人员的积极参与。因此,分析测试中心构建了一个全员参与的安全监督体系,确保每一位实验人员都能在日常工作中发挥监督作用,共同维护实验室的安全环境。安全监督责任下沉到每一个实验岗位。通过制度化的安全检查和自查,每个实验室成员都定期进行安全巡查和隐患排查,并按照规定报告流程上报发现的问题。其次,实验室安全管理小组定期召开安全监督会议,中心领导和实验教师共同讨论和决策,形成了一个横向和纵向结合的安全管理模式。

4.2.4 定期开展安全演练和应急救援演习

安全演练和应急救援演习是确保实验室应急响应能力和事故处理能力的重要环节。为了让每一位实验人员都能够熟悉应急处理流程,提升应对突发事件的能力,中心将安全演练和应急救援演习作为实验室安全文化建设的重要组成部分,并定期开展相关活动。中心根据实验室的不同风险特点,制定了针对性的应急预案,并定期组织全员参与应急演练,模拟不同类型的突发事件(如火灾、电气故障、化学品泄漏等)并通过演练验证应急预案的可行性和有效性。安全演练和应急救援演习不仅提升了实验室人员的应急反应能力,还可以提升实验团队的合作精神和心理承受能力,使实验室人员在面对紧急情况时能够冷静应对,从容处置。通过这种定期的演练和应急演习,实验室的安全管理水平得到了显著提升,实验人员的安全意识和应急能力也得到了极大的提高。

4.3 全员参与的安全文化

为了确保实验室的安全稳定运行,不仅需要注重制度和措施的落实,还应着力打造一种全员参与、共同维护的实验安全文化。通过文化的建设,实验室的安全意识深入人心,成为每一位实验人员自觉遵守的准则。

实验室文化建设的核心是“安全为先,人人参与”。中心在实验室内部,持续营造“安全第一”的文化氛围,定期通过主题教育、文化宣传等手段,使安全理念深入每位实验人员的心中。其次,通过建立“全员参与”的安全管理机制来推动文化的落地。每位实验人员不仅是安全文化的传播者,更是安全管理的参与者。文化建设的成效体现在日常实验操作中的自觉性和规范性上。通过一系列文化建设活动,实验室内的安全意识明显提升。实验人员在面对潜在危险时能够主动采取防范措施,遵守操作规程,确保实验过程中不发生安全事故。

5 结语

随着大型仪器设备共享成为科研活动的重要组成部分,如何保障实验室的安全性和人员健康已成为亟待解决的问题。基于 EHS 管理体系的实验安全新模式,能够有效解决实验室环境管理、安全控制和人员健康保障等多方面问题。通过实施科学的管理措施、定期的安全培训和实时的风险评估,工科高校实验室可以在提升科研效率的同时,确保实验过程的安全性和可靠性。

[参考文献]

- [1] 王朝晖,普丽娜,陈琪,等. 试探大型科研仪器协同管理与开放共享的完善机制. 中国科技资源导刊, 2020 年第 3 期.
- [2] 李育佳,张剑荣,李翔,等. 基于 EHS 理念的化学实验室建设规范的探索和实践. 实验技术与管理, 2018 年第 10 期.
- [3] 杨李阳,吴娜,弓强. 中医院校实验教学中心危化品管理现状与改进措施[J]. 广州化工, 2021 年第 8 期.
- [4] 郭宁宁. 高校实验室危化品全生命周期安全管控的探究. 生物化工, 2024 年第 1 期.
- [5] 赵颖,傅伟文,张文强,等. 新形势下材料类实验室安全管理体系建设. 实验室研究与探索, 2024 年第 5 期.

具有食品学科特色的大型仪器设备共享平台 管理体系构建及运行机制研究

陈 轩 庄 坤 杨国燕 蔡红燕 艾有伟
(武汉轻工大学,湖北 武汉 430048)

摘 要:本文探讨了武汉轻工大学食品科学与工程学院在构建和运行具有食品学科特色的大型仪器设备共享平台过程中面临的主要问题及解决对策。文章指出,现行管理制度缺乏针对性,共享激励机制设计不足,信息化管理水平有待提升,技术体系和人才培养体系尚未完善。针对这些问题,提出了加强制度建设、明确共享平台运行机制、加强信息化平台建设、建立具有食品特色的检测技术体系及人才培养体系等举措。通过这些措施,旨在实现大型仪器设备共享平台的科学化、规范化和信息化管理,提高仪器设备的使用效率,为教学、科研和社会服务提供有力支撑。

关键词:大型仪器设备;共享平台;食品学科;管理体系;运行机制

1 前言

大型仪器设备是高校开展前沿性的实验教学、高水平的科学研究和社会服务的重要载体,同时也是加快推进“双一流”建设的技术支撑。随着国家对教育投入的不断增加,高校大型仪器设备水平不断提高。大型仪器设备在本院乃至全校教学和科研工作中起着重要的支撑作用,而其共享情况是衡量一个学校综合实力的重要指标。《国务院关于国家重大科研基础设施和大型科研仪器向社会开放的意见》(国发【2014】70号)提出要深化改革扩大开放加快实施创新驱动发展战略,明确指出加快国家重大科研基础设施和大型科研仪器的开放共享,提高科研基础设施与仪器的使用效率,充分释放服务潜能。

食品科学与工程学院是武汉轻工大学历史最悠久,科研实力最雄厚的学院,现有食品科学与工程、粮食工程、食品质量与安全、食品营养与健康四个本科专业。其中,食品科学与工程专业为首批国家级特色专业、国家“双万”一流专业;粮食工程、食品质量与安全专业为湖北省一流专业;食品科学与工程、粮食工程专业相继通过教育部工程教育认证。食品学院大型仪器设备平台经过几十年的建设,形成了现在的规模:现有单价十万元及以上的设备 140 多台(套),单价四十万元及以上的设备 50 多台(套),固定资产总值近 1 亿元。本院大型仪器设备平台,以大型分析类仪器为基础,以粮油食品专用分析设备为特色,划分为光谱分析、色谱分析、元素分析、物性分析、显微影像分析、生化分析以及粮油食品品质分析等七

大类分析平台。

我院在大型仪器设备共享方面做了很多有效的探索,积极推动了大型仪器设备共享体系的建立,前期工作重点主要集中在如何构建高校仪器设备共享服务平台,共享组织管理体制、信息化建设等。优化科技资源配置,推进科技资源开放共享和高效利用,构建科技资源共享体系,是提高仪器利用率、实现资源优化配置的有效途径,不仅能有效避免资源浪费和重复建设,还可以实现政府、高校和企业等机构中的仪器设备“互通有无”,充分挖掘和发挥大型科学仪器设备为各类机构科技创新发展提供基础条件支撑。

本文针对我院现有的具有食品学科特色的大型仪器设备共享平台在建设和运行中各环节存在的不足进行探讨,并寻求相应的解决办法。使大型仪器设备共享平台的管理实现科学化、规范化和信息化,为仪器设备的高效利用提供充分的保障。

1 存在的主要问题

1.1 现行的各项管理制度比较通用

现有的管理制度大多适用于一般实验室或通用设备,缺乏针对食品类大型仪器平台的特殊性设计。没有依据食品类大型仪器平台制定相关的管理制度,与实际管理要求不相适应。例如,食品类仪器设备的使用涉及食品安全、样品处理、数据准确性等特殊要求,而现行制度未能充分考虑这些因素,导致管理效果不佳。此外,食品类大型仪器平台的管理还涉及设备维护、校准、使用权限分配等具体问题,现行制度在这些方面的规定较为模糊,无法有效应对实际管理中的复杂情况。因此,亟需制定专门的管理制度,以确保平台的高效运行和资源的合理利用。

1.2 共享激励机制的设计不足

目前,食品类大型仪器平台的共享激励机制尚未形成系统化的研究框架,各高校和研究机构在激励机制的设计上存在较大差异。例如,一些学校侧重于经济激励,通过补贴或奖励来鼓励设备共享;而另一些学校则更注重学术成果的激励,如将设备使用与科研项目挂钩。这种差异导致激励机制缺乏统一的标准和可操作性,难以在不同类型的学校中推广。此外,现有的激励机制往往忽视了用户的实际需求,缺乏针对不同用户群体的个性化设计,导致激励效果有限。因此,有必要深入研究共享激励机制,设计出既具有普适性又能满足不同学校需求的激励模式。

1.3 平台的信息化管理水平有待提升

虽然部分食品类大型仪器平台已经引入了信息化管理系统,但这些系统的功能相对单一,主要集中在设备预约和使用记录等基础功能上,缺乏对数据的深度分析和利用。例如,平台无法实时监控设备的使用状态,也无法对设备的使用效率进行有效评估。此外,信息资源不足也是一个突出问题,平台之间的数据共享和互通性较差,导致信息孤岛现象严重。这不仅影响了平台的管理效率,也限制了科研人员对设备资源的充分利用。因此,未来需要进一步提升信息化管理水平,构建更加智能化的管理平台,实现数据的实时监控、分析和共享。

1.4 未形成完善的技术体系和人才培养体系

食品类大型仪器平台的技术体系尚未完全建立,尤其是在设备的操作、维护和故障处理等方面,缺乏系统化的技术支持和标准化的操作流程。这导致设备的使用效率低下,故障率

较高,影响了科研工作的正常进行。同时,人才培养队伍的培养也存在明显不足,现有的培训体系缺乏针对性和系统性,无法满足平台对高素质技术人才的需求。例如,操作人员的培训往往局限于基础操作,缺乏对设备原理、维护保养和故障排除的深入培训。因此,亟需建立完善的技术体系和人才培养体系,以确保平台的长期稳定运行和科研工作的顺利开展。

2 大型仪器设备共享平台管理体系构建举措

针对我院现有大型仪器设备共享平台建设过程中存在的不足,我们将从以下几个方面展开研究。

2.1 加强制度建设,完善各项管理制度。

我校大型仪器设备的使用管理,实行“学校主管部门-学院-实验中心”三级联动的管理机制。学校教务处规划全校大型仪器设备使用管理服务平台的建设,学院指导本院仪器设备的开放共享,实验中心负责仪器设备开放相关的日常工作。通过三级管理人员的相互分工和协助配合,共同完成我院大型仪器设备的开放共享工作。学校教务处实验室与设备管理办公室依据国家有关政策规定制定了《武汉轻工大学大型仪器设备开放共享管理办法(试行)》(以下简称“办法”),这项制度是指导全校大型仪器设备共享的纲领性文件,办法规定了各院系建设大型仪器设备共享平台的共享原则与管理模式、使用程序、收费标准、经费管理、运行保障、实验师管理队伍建设以及考核与奖惩等内容。办法为全校的大型仪器设备共享工作划定了大的框架,但是每个学院的实际情况有所不同,不同的学院都应该在此基础上,制定针对本院的大型仪器设备管理制度。

我院从制度体系顶层设计角度全面推进食品学院大型仪器设备开放共享体制机制的建设,通过制定一系列切实可行的大型仪器设备绩效管理体制机制,保障大型仪器设备的共享使用,明确各方的责任、义务,力争将大型仪器设备开放共享做到最大化。我院将积极建立健全现有的管理规章制度,制定大型仪器设备开放共享的全流程管理方案,包括制订采购计划、可行性论证、采购验收、使用管理、维护保养、激励机制、共享收费、考核体系等方面,为提高大型仪器设备开放共享的使用效益提供制度保障。只有完善了规章制度,才能使我院大型仪器设备开放共享管理工作有规可依,从制度层面上保证大型仪器设备的开放共享,提高大型仪器设备的利用率。

最后,在相关制度方面,大型仪器设备开放共享规章制度对于完善管理机制也是极为重要的,只有有章可循,才能为大型仪器设备的管理提供坚实的保障。目前,教育部、科技部等部门均出台了有关的文件指导,如《国家重大科研基础设施和大型科研仪器开放共享管理办法》、《关于加强高等学校科研基础设施和科研仪器开放共享的指导意见》等,这些指导文件有助于我国现有的科研仪器设备利用效率的有效提升。“双一流”建设背景下,应当积极响应科技部、教育部的号召,明确共享管理体系及其运行机制,在完成校内科研和教学工作的基础上,可以实现对外开放,使得大型仪器设备能够充分发挥其最大效益。

2.2 明确共享平台运行机制和共享机制

2.2.1 建立开放共享文化

大型仪器设备开放共享不仅仅是设备本身的问题,也不应该仅停留在实现设备对外服务上,应该建立开放共享文化,将共享理念根植于心。现今,科学技术越来越具有整体性的

特征,不仅是科技的形式与内容,还有推动科技发展的主体与方式,都呈现出融合性的特质。学术交流与合作已经成为科研工作的主要内容,推进共享文化建设能够将被动开放转变为主动开放,不但要破除阻碍开放的物理壁垒,更要破除思想上的壁垒,人人有主动开放的心态并转化为行动上的自觉。事实上仪器设备平台的开放能够促进不同领域内的学术交流与合作,有利于提升设备使用能力,促进实验测试技术和设备管理等经验交流,先进的技术和手段更容易推广,用同样的设备能得到更好的结果。共享文化一旦形成,就会形成良好的氛围和合力,内部的界限障碍就会消除,降低交流和开放的成本,对大型仪器设备开放形成长期的良好影响。

2.2.2 分类别、分模式建立设备开放共享机制

对于大型仪器设备的开放共享模式不能一刀切,应该根据设备特点、需求、使用方式和管理模式的不同采用不同的开放共享机制。科研实验室有专用设备和通用设备、测试分析设备和制备设备等不同区分,应按照国家不同类别设备提出不同的开放要求和采取不同的开放模式。例如,通用测试分析类设备开放共享的可行性比较高,像各类显微影像分析设备、各类色谱设备、光谱设备、质谱仪等。有些设备上机操作相对简单,上机培训周期短,外来人员可以在能力认可的情况下单独操作机器,实验室只要安排好上机的时间即可。但有些设备操作要求很高,价值也相对贵重,比如扫描电镜、显微CT、拉曼光谱仪等,没有通过较长时间的培训以达到较高的水平,难以有效发挥设备功能,对外共享的模式更多是采取接样,由实验室内部的技术人员完成测试,同时像这类设备仅仅简单地给个测试结果是不足够的,需要投入更多精力在材料前期的设计、制样和后期的分析研究上,这需要双方有良好的交流与合作。按照不同分析平台和放置区域,采取不同的开放管理模式是根据实验室特点推进开放的较好办法,放置在公共平台上的设备相对集中和有专人管理,开放共享可采用常规模式,比如网上预约培训后上机等。放置在各研究组的设备开放时间和条件上就要因地制宜,可采取协商和合作的形式,双方找到契合点,灵活安排。

2.2.3 大型仪器设备开放共享考核评价体系建设

建立大型仪器设备开放共享考核评价体系的目的一方面在于以制度形式促进大型仪器设备对外开放共享,以政策调动实验室人员从事开放共享相关工作的积极性,另一方面,能够对开放共享的设备和人员提供保障,科学评判保障投入力度和效果,并对整体目标的实现提供指导。

合理的考核评价是开放共享健康发展的必要条件。开放共享的初心就是提高仪器设备使用效益,满足本校、本单位的科研及教学需要,同时服务于社会需求。考核评价体系建设主要应该包含几方面的内容:

首先,要实行全成本核算。包括大型仪器设备共享中的人员精力投入成本,设备使用机时的占用成本,设备折旧损耗成本以及设备维护经费支出等。降低共享成本是促进设备共享的重要工作内容,采用先进科学的方式方法促进设备共享是考核评价的目标之一。

其次,大型仪器设备共享效益评价。仪器设备共享产生的效益不仅是对外服务的收费,对实验室来说测试收费只是开放共享的其中一部分内容,更重要的是科研合作与交流。设备的开放共享能否促进学科交叉、产学研合作以及产生创新性科研成果,对推动科学技术的普及与推广,进而促进科技转化为生产力是否产生积极作用,这些是设备开放共享考核评价

的重要内容。

再次,对大型仪器设备实验室的安全管理。大型精密仪器设备的安全管理尤其重要,一定要强化使用管理者的安全意识,做好使用前后的设备开关机状态检查,同时做好外围的安全防范工作,例如,做好定期巡查,每个实验室配备设备专用的二氧化碳灭火器等等。

2.2.4 体现粮油食品专业特色,强化产学研合作

大型仪器共享机制需要各方的积极参与和支持,包括学校内部不同实验室和科研团队、兄弟高校和科研机构、企业和社会机构等。学院与华中农业大学、湖北工业大学、中国农科院油料所以及湖北省农科院积极开展合作。依照“推动科研仪器设备面向社会开放”的国家战略,在保证满足校内教学科研需求的情况下,面向企事业单位提供社会化服务。针对粮油食品学科发展前沿和企业实际情况,利用大型仪器服务共享平台理论和技术优势与相关粮油食品企业开展科研和技术攻关,建立了良好的“产学研”合作关系。积极参与企业创新实验的研发,加入了企业发展战略研究,承担了企业技术创新战略规划工作、年度开发计划的制订和实施等工作;与企业内部科研人员共同形成技术开发体系的核心,利用国内外先进技术成果进行综合集成和应用开发,积极引进和消化吸收并实现二次创新,力求开发出更符合社会需求、市场前景好、有竞争力的新产品、新工艺、新技术;不断突破创新,为社会源源不断地输入更多经验丰富的合格分析检测人才,并带来了显著的社会效益,为地方和企业的发展做出了一定的贡献。

2.3 加强信息化平台建设,丰富平台电子资源

随着网络信息化水平不断提高,大型仪器设备网络共享平台整合学校的大型设备资源,分类整理,优化配置,用户可以在网上查询所需设备的信息,包括设备规格参数、预约情况、校内外收费标准、管理员信息、统计报表等,通过在线的方式进行预约,预约审核完成后获取相应时段的使用权限。

我们将从以下方面对网络管理平台进行优化探索。

(1)建设仪器信息管理模块。建立大型仪器数据库,支持各类仪器设备的信息录入、修改与检索等功能。除了手动输入大型仪器的相关数据外,也可以连接高校资源管理系统,实现大型仪器相关数据的批量化导入。数据库在保存数据的同时,可以自动识别数据内容(包括仪器名称、型号规格、所有者等),并填写相应的数据表。

(2)优化仪器使用管理模块。该模块可实现大型仪器的在线预约、收费管理、维护保养等功能。以在线预约为例,系统管理员可自行设置每一种大型仪器的开放使用时间段,如9:00-18:00。在该时间段内,系统可接受用户提交的预约申请。普通用户提交预约申请后,系统会将申请信息转发给管理员,管理员选择同意或拒绝申请。无论该申请是否通过,都会将申请结果第一时间反馈给用户。

(3)丰富平台内容,提升设备管理水平。设备管理员上传相关大型仪器设备的知识和使用过程培训视频,使用者可以基于兴趣随时了解仪器设备的作用机理和应用方式等基础知识。平台不定期举办线上、线下仪器的培训教学,使用者经培训合格后方可自主预约操作。仪器自主使用时段内,会有管理员实时的查看实验室情况,维护使用秩序,提升用户的操作安全性,使用出现问题时,管理员也会第一时间进行维护与处理。无论是在使用前、使用中、

使用后,均可通过共享平台进行咨询,提出建议和评价,管理员都会一一进行回复。平台还可以根据需要自动生成各类统计图表,查看不同仪器的使用状况,有助于管理人员对仪器设备的评估考核以及对共享工作进行有效性的评判,也可用于核算管理人员设备维护和教师教学科研的工作量,为共享平台的发展方向和趋势提供参考依据。

2.4 建立具有食品特色的检测技术体系以及人才队伍培养体系

平台建设单位是大型仪器设备开放共享的责任主体,身兼管理和使用的双重职能,要做好大型仪器设备的共享,自身必须具备两个条件:一是对现有大型仪器设备进行分类,形成具有专业特色的检测技术体系;二是形成一支具有高素质、高水平的专业技术人才队伍,现在专业技术人员的严重缺乏,是造成大型仪器设备共享程度低的一个重要原因。

武汉轻工大学食品学院围绕国家粮食安全战略、健康中国战略和乡村振兴战略,践行大食物观,聚焦“大食品大营养大健康”领域,扎实推进食品科学与工程一流学科建设。学院建有大宗粮油精深加工教育部重点实验室、国家粮油标准研究验证测试中心、国家市场监管重点实验室(食用油质量与安全)、粮油国际标准研究中心(油脂油料)等省部级科研平台近30个。锚定食品科学与工程一流学科建设目标,立足自身特点,培育了若干特色鲜明和优势突出的学科方向,获得了一批具有显示度、高水平的标志性成果,为服务国家粮食安全、地方经济社会发展和人才培养做出了重要贡献。

学院立足粮油食品品质检测分析以及功能性评价设立了一支学历高、年龄和职称结构合理的全职专业管理团队,负责大型仪器设备及共享平台的制度建设实施与管理、日常使用维护及平台实验室建设。学院一方面制定仪器管理技术人员的岗位职责,强化责任意识,另一方面加强实验技术人员的培训工作,开展制度化、规范化培训。除了坚实的理论基础,技术人员还需要丰富的实践经验,这就要求技术人员要定期参与新型大型仪器设备的培训、交流会和讲座,遵守实验室安全条例,学习新的操作方法,更新自己的知识与技能,提升自己的服务能力。进一步加强队伍建设,根据大型仪器设备特点与工作人员的专业背景划分不同技术团队,并从校内培训交流、国内培训两个方面来提升实验技术队伍的专业能力。校内培训指的是开设大型仪器相关课程,邀请校内高端技术人才开办交流会,开办专题讲座、专题培训;国内培训包括加大型仪器分析测试技术培训会和其他高校的交流学习。定期开展仪器设备使用、开发、维护和管理等方面的经验交流。目的在于发挥大型仪器设备在人才培养、科学研究和社会服务中的作用,为人才提供一个良好环境,鼓励工作人员参与大型仪器设备相关的实验研究。

3 结论与展望

高校共享平台的良好运行有助于解决高尖端仪器资源短缺、仪器重置等问题,是科研人员工作的基础保障,关乎高校科研工作的健康发展。大型仪器共享平台是一个有机的整体,需要各个环节协调配合,才能发挥出仪器的效能,提高学校的竞争力和服务社会的能力。每个环节都需要不断地完善和创新,考虑仪器的统筹配置、实验室和科研人员的安全、用户的使用感受等,促进共享平台的健康发展。

[参考文献]

- [1] 张梦瑶,刘蕾,韦莉,等. 高校新型科研机构大型仪器设备管理与共享“1+3”模式探究[J]. 实验室研究与探索, 2024, 43(2):258-262.
- [2] 廖灵旋. 双一流背景下高校实验技术队伍建设研究[J]. 中国教育技术装备, 2024(16):7-9.
- [3] 卫飞飞,钟冲. 基于“双一流”视角的高校大型仪器共享平台建设[J]. 实验技术与管理, 2019, 36(3):36-39.
- [4] 张小蒙,阎冰,何畔,等. 高校大型仪器设备在教学中的应用探究[J]. 中国现代教育装备, 2015(19):4-7.
- [5] 王晨辉,邓昌斌,胡悦忻. 上海市大型科学仪器设施开放共享实践研究[J]. 高科技与产业化, 2023, 29(11):66-71.
- [6] 李泱泱. 区域创新中科技资源有效共享的实现路径研究[D]. 重庆大学,2013.
- [7] 王健,沈亮. 基于企业为创新主体的区域科技资源共享研究[J]. 中国经贸, 2013(8):113.
- [8] 王文君,刘淑云,马滨基,等. 创新券在高校科技资源共享应用中的研究[J]. 价值工程, 2018, 37(11):201-203.

基于大型仪器设备开放共享场景的 高端人才培养路径探索

张义强 郭飞 李鹏程 高建宏 熊礼威*
(武汉工程大学,湖北 武汉 430074)

摘要:大型仪器设备(以下简称“大仪”)开放共享与人才培养的协同是高校资源优化与教育改革的重要议题。本文构建“设备共享-科研训练-能力提升”的闭环模型,通过国内高校的实践案例分析,揭示大仪共享过程中培养研究生科研素养、技术能力与管理水平的有效路径,并提出“共享效率-人才成长”双目标优化的策略体系,旨在为科研资源管理与高端人才培养提供理论依据与实践参考,对于构建高质量研究生培养体系具有重要意义。

关键词:大型仪器共享;研究生培养;科研能力;开放共享效率

1 大仪共享与人才培育的互动机理

随着科研资源集约化管理理念的深入推进,大仪逐渐从“专属配置”走向“平台共建”,并在开放共享的背景下展现出越来越显著的育人功能。在这一过程中,大仪不仅是科研活动的重要支撑工具,更成为研究生人才培养的“第二课堂”,其开放机制与研究生能力成长之间形成了紧密的互动关系。通过对实践案例与相关数据的分析可发现,大仪开放共享已成为提升研究生科研技能、管理素养和跨学科视野的重要途径,其作用机理可从科研技能培养、管理能力提升与跨学科视野拓展三个层面展开系统论述。

1.1 共享平台的人才培养功能

大仪共享机制为研究生提供了高频次、高精度的实验平台,有效弥补了传统实验教学中“设备少、机会少、训练弱”的短板。在设备操作层面,研究生通过系统培训与分级认证,能够独立完成多类仪器的上机操作,包括扫描电子显微镜(SEM)、X射线衍射仪(XRD)等高端设备的样品处理与测试任务。在数据分析方面,随着对实验流程的熟练掌握,研究生不仅能进行基础数据采集,还能进一步完成数据处理、误差控制及图谱解读等关键环节,从而在实战中提升科研设计与逻辑推理能力。

此外,共享平台的日常管理和维护同样需要研究生的参与,通过项目管理和对科研用户的管理有效提高了学生的管理能力和沟通协调能力。在科研技能和管理能力提升的过程中,学生接触到大量本专业外的多学科知识,有效提升了跨学科视野,进一步增强了学生的

基金项目:湖北省高等学校实验室研究项目(HBSY2024-12)、湖北本科高校省级教学改革研究项目(2024322)

作者简介:张义强(1988-),男,实验师,硕士,主要从事实验室安全与大仪开放共享工作。

通讯作者:熊礼威(1983-),男,教授,博士,武汉工程大学材料科学与工程学院副院长。

综合素养和能力。

1.2 研究生参与对共享效率的促进作用

在大型科研仪器平台的运行中,研究生群体的深度参与不仅是育人模式创新的表现,更直接推动了共享效率的实质性提升。通过制度安排、岗位嵌入与技术创新等多维机制,研究生逐步从“设备使用者”转变为“平台建设者”和“效率提升者”,展现出重要的支撑与优化作用。

1.2.1 人力成本优化:替代性岗位配置降低运维压力

相较于专职技术人员,研究生作为设备助理参与日常运行,可在不牺牲服务质量的前提下,大幅降低平台运维成本。以浙江大学为例,通过设立研究生轮值岗位,平台技术岗位的津贴支出仅为原成本的五分之一,在全年运行中节省运营费用高达 37%。这种基于“协同岗”的制度设计,不仅提高了资源使用效率,也为学生提供了稳定的实践渠道。以武汉工程大学为例,建立了校-院两级大仪共享平台,校级的分析测试中心为测试工作量大的设备配备研究生助理,材料科学与工程学院的院级平台也设置了研究生设备管理员等。

1.2.2 服务时间延伸:轮班机制拓展设备使用时段

研究生在大仪平台中采用轮班排值、错峰管理等方式,有效延长了设备每日的可服务时长。清华大学 2023 年运行年报显示,引入研究生排班后,关键设备日均有效机时较原先提升 4.2 小时,显著缓解了高峰期设备供需矛盾。在保证设备利用率的同时,也提升了用户满意度和科研服务的响应速度。

1.2.3 技术方法创新:推动测试方案与流程的迭代升级

研究生作为仪器一线操作主体,其在实践中积累的经验为测试方法优化提供了大量可能。例如,北京大学一名研究生在长时间参与 XRD 平台工作中,针对样品制备耗时长、重复性差的问题提出改进建议,并在导师指导下成功开发出新型制备流程,使测试时间缩短 30%、误差率下降显著。此外,多个平台实践显示,研究生主导或参与开发的仪器使用新方案多达 12 种,涵盖数据校正算法、样品处理标准与流程自动化等多个方面,为共享机制提供了重要的技术支撑。

综上,大仪开放共享不仅是高校资源优化配置的技术实践,更是研究生人才培养体系的重要延展路径。通过嵌入科研技能训练、管理能力锤炼与学科融合探索三个维度,大仪平台实现了从“技术载体”向“育人场域”的角色转化。其育人效能的显现并非偶然,而是在机制设计、组织管理与学生参与三者联动下的系统性成果,本文将进一步结合典型案例与实践路径,对这种协同育人的机制进行系统分析与模型构建。

2 培养模式与实践案例

在大仪共享机制不断深化的背景下,高校纷纷探索将设备管理与研究生培养深度融合的具体路径,逐步形成了具有可复制性的实践模式。通过系统设计和过程管理,不同高校根据自身学科特色与平台条件,构建了多维度、多层次的研究生能力培养体系,推动人才培养从“经验驱动”走向“制度引导”。

2.1 “三维能力”培养体系

当前主流的大仪人才培养模式多聚焦于技术能力、管理能力与创新能力三大核心维度,

呈现出“三位一体”的综合培养特征。

在技术能力方面,多个高校建立了科学系统的“分级认证”制度,以标准化流程确保研究生具备仪器操作的基本素养。例如,复旦大学实施“仪器操作资格等级证书”体系,将设备操作技能细分为初级、中级和高级三个等级,研究生需通过规范考核方可获得相应权限。这一制度有效提升了设备使用的安全性和稳定性,也促进了研究生的自主学习和规范操作。

在管理能力培养层面,部分高校将平台运行与研究生角色赋权相结合,鼓励其参与设备日常管理和资源调度。以上海交通大学为例,其“研究生技术经纪人”项目鼓励研究生竞聘设备管理员岗位,承担预约协调、用户答疑和培训指导等职责,逐步建立项目统筹与用户服务能力。这种实岗锻炼不仅为研究生提供了真实的管理环境,也激发了其责任感和归属感。

在创新能力方面,越来越多高校意识到大仪平台本身即是科研创新的孕育土壤。为此,中国科学技术大学开展了“仪器衍生成果孵化计划”,通过组织“共享数据二次开发挑战赛”等形式,鼓励研究生基于开放测试数据挖掘科研亮点、提出方法改进。这一机制将数据使用权与创新激励结合,为研究生提供了施展科研潜力的舞台,也推动了仪器方法的迭代与优化。

2.2 典型实践路径

以华中科技大学材料表征平台为代表,其在研究生实践管理体系方面形成了具有代表性的操作机制。平台要求博士研究生在毕业前必须完成累计200小时的设备运行管理任务,作为学位申请的前置条件。该机制不仅将设备管理责任制度化,还推动研究生将其视为科研训练不可或缺的一部分。

在管理实践过程中,该校还设立“操作失误分析会”作为课题组例会的重要组成部分。通过对日常使用中出现的误操作或设备故障进行集中分析,研究生在反思中提升问题识别与风险控制能力。这种机制进一步加强了团队内部的知识共享与经验传承,也形成了开放透明的学习氛围。

平台运行成效显著:由5名研究生共同管理的扫描电子显微镜(SEM)设备在一年内服务支撑的科研论文达31篇,用户满意度由共享机制初期的72%提升至94%。这一案例不仅体现出研究生在实际运行中的专业性和责任感,也为其他高校提供了可推广的管理范式。

总体来看,多所高校通过建立分层培养体系、明确职责路径、强化实践激励,逐步将大仪平台转化为“实验技能训练场”“科研管理演练场”与“科技创新孵化场”。这种多维协同的实践模式,不仅弥补了传统研究生教育在实践层面的不足,也推动了仪器平台从“使用为主”向“育人为本”的功能重构。未来,高校应在已有模式基础上,持续优化政策激励与组织协同,进一步释放大仪共享平台的育人潜力。

3 双目标优化策略

在推进大型仪器设备开放共享的过程中,如何实现“共享效率提升”与“人才成长促进”的双重目标,是当前高校仪器平台建设的重要命题。仅依赖自发式实践往往难以取得系统成效,必须通过“目标协同”机制,将管理、技术与评价体系有机融合,形成一套科学、可操作、可推广的优化路径。

3.1 效率提升与人才成长的协同框架

制度层面的顶层设计是实现协同育人的根基。在优化共享流程的同时,更需将研究生

的管理实践经历正式纳入人才培养方案之中,确保管理活动不再是“附加任务”,而是学术成长的重要组成部分。具体而言,可通过设置学分制、实践档案记录或课题考核绑定等方式,将设备运行管理、用户服务、数据记录等关键实践节点纳入培养评价标准中。

例如,部分高校已尝试将“设备管理小时数”作为研究生毕业前的必要条件,并配套操作日志、实岗记录等形成可量化的评估体系。这种制度化安排有助于消除“管理职责”与“科研任务”之间的割裂感,使管理经验真正内化为学生科研能力的一部分,促进学生在技术之外的综合素养养成。

技术赋能是推动共享平台高效运行和精准育人的关键。在设备使用密集、指导需求高涨的背景下,引入AR远程指导系统等智能技术手段,不仅能实现跨时空的实时培训,还能提升平台管理效率和指导精准度。

AR远程指导系统通过叠加实景与教学信息,为研究生提供操作过程中的“即时反馈”与“远程协同”,尤其适用于复杂仪器首次上手、突发问题处理等场景。这一系统的引入,不仅弥补了师资覆盖不足与培训成本高的问题,还有效推动了从“人工依赖”向“技术驱动”的转型。随着虚拟仿真与数据可视化手段的不断成熟,未来可进一步探索“仪器操作模拟考核”“远程评估”等辅助工具,为个性化培养提供更丰富的技术支撑。

共享平台的高效运转离不开激励机制的合理设计。当前多数高校在研究生奖助体系与成果认定中,尚未充分体现设备管理与平台服务的真实价值。为此,建议在科研成果产出中显性标注仪器贡献,例如在论文致谢、附件数据或元数据中注明“关键数据采集所用仪器型号与平台来源”,并探索量化其在科研成果中的技术支撑程度。

部分高校与科研平台已试点引入“设备使用贡献度评价”指标,依据使用频次、用户满意度、论文产出关联度等数据进行积分管理。这一机制有助于将平台贡献纳入评价体系,激励研究生参与平台运行的积极性,也为高校资源配置提供客观依据。

3.2 关键实施策略

为推动大型科研仪器共享平台在育人功能上的深度嵌入,多所高校围绕课程体系、导师机制与成果转化三个关键环节开展了实质性探索,逐步形成了较为成熟的实践路径。

3.2.1 课程体系嵌入:构建理论与实操融合的教学模块

以南京大学为代表的高校已将《科研仪器管理与实践》课程纳入研究生培养方案,作为专业必修内容,课程涵盖设备运行原理、仪器操作规范、平台服务流程及数据安全等内容,辅以实地观摩与任务驱动式训练。该举措有效填补了传统课程体系中实验平台管理知识的空白,增强了学生的实践导向意识与系统理解能力。

3.2.2 双导师协同:搭建学术与技术融合的指导机制

中山大学探索“学科导师+平台专家”联合指导机制,鼓励研究生在科研课题指导之外,接受来自设备技术人员在仪器操作、故障诊断及共享服务等方面的专业培训。通过双导师的分工协同,不仅提升了学生的实验实践能力,也实现了科研目标与平台运行之间的双向赋能。

3.2.3 成果转化机制:推动方法创新的知识产权归集

围绕大仪平台中积累的测试方法与数据处理流程,西安交通大学建立了“仪器方法学成果转化机制”,鼓励研究生基于操作改进提出创新技术方案,并申请专利保护。截至目前,该

机制已成功孵化8项相关专利,实现了科研操作知识向制度性创新成果的有效转化,为平台使用效益与学术产出的协同提升提供了路径样本。

4 讨论与建议

4.1 现存挑战

4.1.1 能力断层问题突出

调研数据显示,约62%的研究生设备管理员在遇到复杂故障或突发状况时,无法独立完成排查与修复操作。这一问题暴露出当前培训体系存在内容碎片化、实践深度不足、指导资源稀缺等问题。特别是在涉及高精尖仪器设备时,学生普遍缺乏系统性的故障识别能力和诊断逻辑,导致平台运行存在较大技术依赖与风险隐患。

4.1.2 激励与评价机制缺失

据统计,仍有超过三分之一的高校尚未将大仪管理与服务工作纳入研究生的评奖评优、奖学金评定或学术考核体系。这在客观上弱化了学生参与平台管理的积极性与归属感,甚至导致部分研究生将管理任务视为“负担性事务”,影响实践体验质量与运行效率。

4.1.3 协同机制尚未形成闭环

虽然部分高校已开展平台课程建设、实践记录归档等探索,但缺乏全流程、跨部门的系统协同。教学部门、实验平台与研究生管理单位之间的信息壁垒,使得学生管理经历难以转化为正式成果或培养记录,制约了共享经验在人才成长路径中的整合转化。

4.2 政策建议

针对上述问题,本文从国家层面、高校层面与个人层面提出三维度优化建议:

4.2.1 国家层面:设立专项引导机制

建议由教育部或科技部牵头,设立“大型科研仪器共享与人才培养专项基金”,鼓励高校在共享平台建设中同步布局人才培养功能。该专项可支持高校开展课程开发、平台智能化建设、学生岗位设计与能力认证体系的建设,推动协同育人机制制度化、标准化。

4.2.2 高校层面:建立三维综合评价体系

高校应在研究生综合评价体系中,增加对“仪器管理-服务绩效-成果产出”的维度量化认定。例如,可引入“实践积分制”“平台服务学分制”等制度,将研究生在大仪平台的工作质量与时长纳入奖助评优依据。同时,可构建“操作技能-管理经历-创新产出”三维能力画像,用于动态评估研究生成长轨迹与平台贡献度。

4.2.3 个人层面:推行可追溯的实践认证机制

建议建立“科研仪器管理电子档案”系统,记录研究生在设备使用、管理、服务过程中的关键行为节点与成果信息,形成可视化、可追溯的能力证明。这一档案既可用于学术评价,也可作为其未来就业或攻读博士的补充参考材料,增强其个人能力的外显价值。

5 结论与展望

大型科研仪器作为高等院校科研体系中的重要组成部分,其功能早已超越单一的检测工具角色,逐步演化为科研服务、资源整合与人才培养三位一体的综合平台。大仪共享是培养研究生工程实践能力的优质场景,相比传统实验室训练,其“做中学”特征使技能掌握效率

提升2.3倍。本文基于“设备共享-科研训练-能力提升”的闭环逻辑,从实践经验出发,系统梳理了大型仪器共享与研究生能力成长之间的互动机理,并通过典型高校案例,归纳总结了多样化的实践模式与策略路径。在此基础上,进一步构建了“双目标协同”优化体系,提出了制度设计、技术支撑与评价改革三大维度的集成式解决方案。

展望未来,大仪平台建设需要在以下三个方面持续发力:一是构建多层次制度体系,将设备管理实践系统纳入人才培养主线,实现从“被动任务”到“主动成长”的转化;二是推动平台智能升级,引入数字孪生、远程协作与人工智能辅助等技术,构建精准可视的实践指导环境;三是完善激励评价机制,通过数据驱动的量化评估,将平台贡献纳入科研与教学成果体系,形成闭环式激励反馈机制。

总之,大仪共享不仅是一种资源利用方式,更是一种创新教育理念的实践场景。以此为切入点深化研究生教育改革,将为我国高层次创新型人才的培养注入持续动能,助力高校在新时代实现科研强校与育人强校的“双轮驱动”。

[参考文献]

- [1] 袁仲慧. 大型仪器设备开放共享的研究与探索[J]. 中国设备工程,2025,(08):266-268.
- [2] 朱娜,张兆国. 大型仪器设备开放共享的研究探索[J]. 实验室研究与探索,2023,42(12):267-271.
- [3] 李梦雨,李冰瑶,樊涛,等. 大型仪器开放共享平台培训体系的探索和实践[J]. 生物学杂志,2023,40(05):122-125+130.
- [4] 陈晨,张龄之,陆恒杨. 人工智能技术赋能大型仪器设备开放共享研究[J]. 实验技术与管理,2023,40(09):260-266.
- [5] 赵敏坚,祝永卫,王安冬,等. 大型仪器开放共享平台多元化服务体系的建设与实践[J]. 实验室研究与探索,2024,43(11):236-240.
- [6] 邓玲玲. 高校大型仪器设备开放共享困境的思考与应对措施[J]. 大众标准化,2024,(13):118-120.
- [7] 耿建峰. 高校大型仪器设备开放共享定位研究[J]. 中国设备工程,2024,(20):272-274.

实验室管理与研究

内部资料 免费交流
准印证号：(鄂) 4200-2025212/连

2025.2

总第 82 期

实验室管理与研究

二〇二五年第二期 总第八十二期

2025年12月

主 编：刘红军
常务副主编：毛勇杰
副主编：王建波 单华生 熊 兵 张明生 韩英霞
唐 皓
编 委：陈 彦 徐宝华 詹国强 汤恒江 易 涛
陈小露 鲁春立 张菲菲 吴 巍 肖 静
杨茂荣 吴少利 张双德 赵金龙 樊 熙
孙广贤 桂 伟 韦淑亚 曹明顺 姜 伟
编 辑：《实验室管理与研究》编辑部
编印单位：湖北省高等学校实验室工作研究会

出 版：华中科技大学实验室与设备管理处
电 话：027-87543149
邮 编：430074
地 址：武汉市洪山区珞喻路1037号
发放范围：湖北省高等学校实验室工作研究会
相关会员单位
印 数：1000本
印 刷：武汉科源印刷设计有限公司
准印证号：(鄂) 4200-2025212/连

湖北省高等学校实验室工作研究会

实验室管理与研究

SHIYANSHI GUANLI YU YANJIU

1984 年创刊(半年刊)

2025 年第 2 期总第 82 期

2025 年 12 月出版

荟萃实验教学成果 交流资产管理经验
提供教育改革信息 开辟研究创新园地

目 次

实验教学改革与创新

- 基于虚拟仿真技术下传统文化教学资源库的构建 蒋 莉(1)
- 教师教育实验教学治理数字化转型研究与实践..... 韦耀阳,夏庆利,胡志华(6)
- 结合 AI 技术的大学计算机探索实验教学研究 曾庆江,姚 娟,吴德钰,等(11)
- 数智教育背景下的工程训练实践教学体系的探索
..... 胡明宇,黄 河,张 树,等(17)
- “化繁为简,点燃兴趣”的人才培养模式改革——以《单片机原理》为例.....
..... 曹庭水,张学文(23)
- “项目驱动 + 沉浸实践”双链耦合型化学生物学实验教学模式探索与实践
..... 包 婷(28)
- 高校校园基础空间数据标准化研究与实践 李俊峰,郑竞力,刘晓兰,等(34)

实验室建设与管理

- 高校实验室管理平台开发研究..... 李 琼,刘先明(42)
- 新文科背景下实验资源共享平台建设技术路径探索 黄志朗(46)

双一流背景下信息化集成化动物机能实验室的建设与应用
..... 张 霞,刘晓丽,程会军,等(51)

实验室环境与安全

基于 STM32 的多融合实验室环境采集系统设计 石 英(56)

基于功能分区的科研实验室布局优化与安全管理实践

——以武汉工程大学药物研究院平台为例 吕 剑,周 霖,古双喜(62)

基于教学实验项目风险源评估与安全过程管控的机制研究 庄 坤(69)

公共科研平台全生命周期生物安全管理探析 刘 波,袁 帆,王 卓,等(73)

资产与设备管理

以地方产业发展需求为导向的分析测试中心资源共享平台构建探索与研究

..... 魏永安,吕晓伟,王朝稳(80)

构建知识共享型仪器培训平台——以荧光成像仪器为例.....

..... 孟思璇,许文涵,曾文冰,等(85)

基于虚拟仿真技术下传统文化 教学资源库的构建

蒋莉

(湖北工业大学工程技术学院,湖北 武汉 430068)

摘要:结合湖北工业大学工程技术学院艺术设计系现有的合作的企业,通过创新的项目驱动式的教学模式,联合多方共同构建基于虚拟仿真技术下传统文化数字化资源库。充分利用智能化、信息化的理念与手段,高校实验室建设与管理水平得以促进,学生实践能力和创新能力得以提高,高等院校办学水平的提供有力支撑。

关键词:虚拟仿真技术 传统文化 教学资源库

2023年2月,国务院印发《数字中国建设整体布局规划》将数字文化列为数字中国“五位一体”的关键一角,为加快传统文化数字化转型指明方向。《规划》指出:打造自信繁荣的数字文化,推进文化数字化发展,深入实施国家文化数字化战略,建设国家文化大数据体系,形成中华文化数据库。

为深化校企合作模式的教学改革,响应时代的号召,积极推进传统文化数字化建设。虚拟仿真传统文化资源库的构建与共享,高校实验室相关资源的优势可以充分发挥,整体使用的效率可以得以提高,对提升教育教学质量,做大做强特色学科,提高学生竞争力都有着重要作用。

1 虚拟仿真技术下传统文化教学资源库的构建的理念与思路

1.1 通过该资源库,使用项目式创新教学模式,打造数字化传统文化资源库新模式

通过该资源库的构建,学生会创造出传统文化领域更多新模式,如虚拟现实),交互, AI(人工智能),提高虚拟世界与真实世界的交互效率,学生可以根据主题完成多场景中的广泛使用,进一步升级沉浸式体验,创新教学形式,实现效果实时检验,最大限度精准投放。

1.2 通过该资源库,深化校地合作、校企合作新模式下的教学改革

地方、企业联手高校充分挖掘教育培训资源,共同培养思想素质高、专业能力强的行业人才缺口,这既是迎接数字化时代的人才储备战略,也是为解决高校毕业生就业问题的积极措施。

1.3 通过该资源库,实现了实验室的高效管理

该资源库可操作性强,汇集内容广泛,并集采集、录音、剪辑、建模、虚拟场景搭建等多方面功能为一体。面向高校和社会开放所提供的教学资源库的策略,打破了传统实验教学面临的封闭性、覆盖难、利用率低等瓶颈。

1.4 通过该资源库,提升学生学习兴趣,提高就业率

该资源库给学生提供传统文化创意实践的机会,激发学生的创新思维和实践能力,将创作的优秀传统文化的衍生项目,通过校地合作、校企合作,让项目孵化并达到成果转化,开辟出全新的就业渠道,提高就业率。

2 虚拟仿真传统文化教学资源库的特色

虚拟仿真传统文化教学资源库的构建以校地合作、校企合作为依托,保证实验室的资源最大化。

基础资源库模块的构建,基础资源库群是传统文化数字化资源库的基础和核心,主要整合了过往各级文化馆、图书馆、博物馆等机构产生的各类活动图片、文字记录、音视频资料等碎片化数字资源。基础资源库群的建设目的在于对传统文化资源进行系统的收集、整理和保存,以便后续的管理、查询和利用。

专题资源库模块的构建,专题资源库模块是在基础资源库模块的基础上,进一步进行本地化设计,在区域内具有更高的专业性和针对性,能够更深入地展现某一特定领域/地域的文化专题特色、传承脉络与发展创新。

互动教学资源库模块的构建,通过线上或线下的成果展示和交流活动,虚拟仿真实习实训教学,提供更加丰富、高效的教学和学习资源。为传统文化创意实践提供机会,学生的创新思维和实践能力得以充分的激发。扩大资源共享与成果转化,从而提高资源的利用效率,共同开发和利用传统文化的资源。

通过实际项目的导入,学生的传统文化素养得以提升。通过课堂教学、课外活动、社会实践等多种形式,培养学生对传统文化的兴趣和爱好,引导学生深入了解传统文化的精髓,提升学生的传统文化素养。

通过项目化教学,学生对传统文化的理解和认同得以加深。通过设计具有传统文化特色的项目,融合传统文化元素于项目中,注重实践体验与互动交流,展示与分享项目成果以及评估与反馈等环节,学生在实践中深入了解并体验传统文化的魅力,加深对传统文化的理解和认同。

通过项目的制作,增强学生的实践能力。通过传统文化项目的制作,学生在实践过程中可以深入了解传统文化的精髓,学生的实践能力、团队协作能力、创新能力和解决实际问题的能力在项目制作的过程中运用所学知识得以锻炼提升,并大力提升学生的综合素质。

通过项目的创新,形成特色教学资源。利用数字化、虚拟现实、人工智能等现代科技手段,在传统文化资源的基础上,寻找传统技艺的在现代化机器下的新应用模式、传统文化与现代工艺技术的高度融合、传统文化元素的创新性再设计等。通过创新,打造出既具有传统文化底蕴,又符合现代审美和需求的教学资源。

通过项目的跨界融合,推动传统文化的传承与发展。结合传统文化的元素和现代设计理念,开发出具有独特文化特色和市场竞争力的产品。注重新型技术下设计的新产品的实用和审美,让产品能满足消费者的功能需求,又能传递传统文化的文化和审美价值。利用虚拟现实、增强现实的科技手段,为公众提供更加丰富、生动的传统文化体验,推动传统文化的传承与发展。

3 虚拟仿真传统文化教学资源库的模块设计

构建传统文化教学的基础资源库、专题资源库模块和互动教学库模块三个模块。通过科学的分类和主题构建传统文化信息资源库,学生可以根据自己的兴趣和爱好选择性的深入学习该领域和方向,培养系统性的学习体系。结构清晰的能够帮助学习者更完整地了解传统文化的各个方面,从而增强学习的效果。

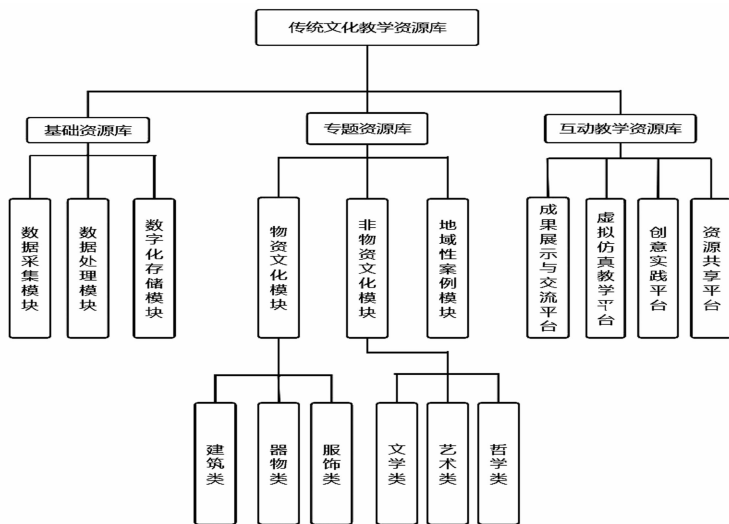


图1 传统文化资源库建设结构图

3.1 基础资源库模块:

通过构建传统文化基础资源库,有效整合传统文化资源,形成规模化、系统化的资源体系。并为学术研究、教育传承、文化创新提供基础性资源服务,推动传统文化的创造性转化和创新性发展。

(1)数据采集模块。数字化扫描技术,用于将纸质文档资料转化为数字图像保存;录音录像技术,录制传统音乐、舞蹈、戏曲等音视频资料。

(2)数据处理模块。传统文化数字化图形设计,带领学生团队选择传统文化“傩面具”为主题,先进行前期资料收集,再带领学生拍摄图形元素,在数字化图形设计中,保持“傩面具”的设计制作的原貌,也可以根据个人的认识和感受进行变形处理,适应现代社会的审美需求。傩面具以它独有的构成形式、色彩和深刻的喻意来传达特有的视觉信息。这种设计不仅能够短时间内引起观者的视觉注意和心理反应,还可以在不同的艺术媒体上广泛应用,呈现多元趋向。

(3)数字化存储模块。利用3D扫描技术,用于对实物藏品进行三维建模,实现立体展示,对传统文化资源的数字化存储工作,确保数据的安全性和可访问性。

3.2 专题资源库模块:

(1)物资文化模块。包含建筑、器物、服饰等门类的作品展示和鉴赏指南。

(2)非物资文化模块。文学、艺术、哲学等门类的作品展示和鉴赏指南。

(3)地域性案例模块。选取传统文化传承中的经典案例进行深入剖析。通过文字描述、

图片展示、视频介绍等多种形式展现不同地区、不同民族的民俗风情、节日庆典、传统手工艺等传统文化。

传统文化 IP 创意设计。带领学生就“泥泥狗”的 IP 设计,将传统文化元素与现代创意相结合,深入挖掘泥泥狗背后的传统文化元素,融合现代设计手法和技巧,为泥泥狗赋予新的形象和内涵。

3.3 互动教学库模块:

(1)线上或线下的成果展示和交流平台。通过组织线上或线下的成果展示和交流活动,学生展示自己的设计作品和学习成果的机会得以提升,这不仅可以激发他们的学习热情和创造力,还可以促进学生之间的相互学习和共同进步。此外,还能让学生了解行业发展动态、掌握专业领域的前沿知识、培养团队合作意识、提升沟通能力等方面都发挥着重要作用。

(2)虚拟仿真教学平台。利用虚拟现实技术模拟传统文化相关的场景和实验环境。虚拟仿真教学平台的搭建,提高课程教学的效果,将借助于虚拟仿真技术构建的传统文化的资源灵活地融入到课程设计中。在学生的自学、课堂的授课、专业技能竞赛的训练等环节中,推进课程教学虚实结合、线上线下结合,学生的学习兴趣得以极大的提高,学习效果也得以明显提升,为专业数字化转型奠定了基础。

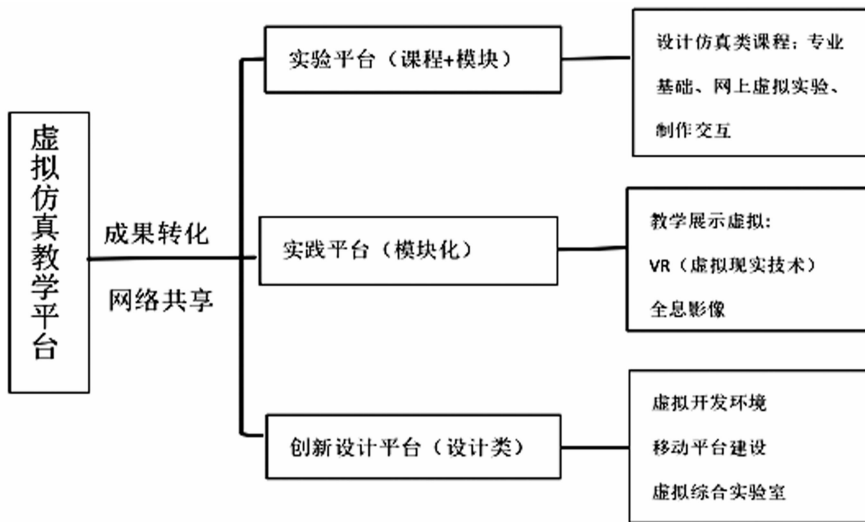


图2 虚拟仿真教学平台

传统文化的虚拟展厅交互设计,通过数字化技术重现并展示中国古代服饰的瑰丽与多元性,利用三位建模、虚拟现实等技术,将古代服饰艺术带入现代观众的视野,提供了一个沉浸式的体验空间,使用户能沉浸式体验并深入了解古代服饰文化。

对传统文化的虚拟人物的初建。带领学生,利用三维建模技术将中国民俗文化的瑰丽珍宝以全新的方式呈现,不仅重现了传统文化的经典场景,更在人物建模的细节上进行了创新与完善。在项目负责人和学生们的共同努力下,中国的传统民俗文化以一种全新的、引人入胜的方式,重新走进了人们的视野。他们的创新和努力,无疑为传统民俗文化的传承和发展注入了新的活力。

(3)创意实践平台。提供传统文化创意实践的机会和平台。如参加设计专业设计比赛、

创新创业比赛、文化创新项目孵化等,激发学生的创新思维和实践能力。

(4)资源共享信息平台。建立完善的资源共享信息平台,促进信息的流通,扩大资源共享与成果转化,提高资源的利用效率,共同开发和利用资源。

4 结语

湖北工业大学工程技术学院艺术设计系在探索引入虚拟仿真技术的传统文化教学资源库建设以及传承实践教学模式方面,正走在一条创新且富有前景的道路上。这一举措不仅针对当前传统文化传承实践教学中存在的时间、场地、耗材和师资等现实问题提供了有效的解决方案,而且开辟了传统文化的传承与弘扬新的路径。

虚拟仿真技术的引入,传统实践教学的空间和时间的局限性被打破。学生不再需要受限于实体场地和特定的教学时间,而是可以在任何地点、任何时间进行实践训练。灵活的学习方式性不仅提高了学生的学习效率,还为他们提供了更为便捷和个性化的学习体验。

虚拟仿真技术极大地节约了实践实体材料(木料、金属、布料等),推动了传统文化传承人才培养的可持续化。在构建的虚拟环境中,学生可以反复练习操作,而不需要消耗大量的真实材料,既降低教学成本,减少教学资源的浪费,更符合可持续发展的理念。

虚拟仿真技术在教学过程设计的系统性方面和人机交互设计中,很好的帮助学生高效系统地学习传统文化的技艺并得以传承。学生的学习效果得以提升,还为传统文化传承人才的标准化培养提供了有力支持。学生在虚拟环境中可以模拟现实情况的操作过程,从而更快地掌握技艺精髓。

教学资源的开放共享,可以让学习者从校内延展到校外,极大地扩展了学校传统文化传承实践教学的覆盖范围和教学规模。学校的知名度和影响力得以提升,还为更多热爱传统文化的学习者提供了学习和实践的机会。

湖北工业大学工程技术学院艺术设计系在探索引入虚拟仿真的传统文化资源库建设项目实践教学方面,具有前瞻性和创新性。这一举措不仅有助于解决当前传统文化传承实践教学存在的问题,传统文化的传承与发展被注入了新的活力。随着新媒体和互联网技术的不断进步和虚拟仿真技术不断深入的挖掘和应用,在未来的传统文化教育中,会发挥越来越重要的作用。

湖北工业大学工程技术学院艺术设计系在引入虚拟仿真技术的传统文化教学资源库建设和传承实践教学模式探索方面取得了显著的成效。这一举措不仅为学生提供了更为便捷、高效和个性化的学习体验,还为传统文化的传承与发展提供了有力的支持。未来,随着技术的不断进步和应用的深化,相信这一模式将会为传统文化的弘扬与传承做出更大的贡献。

[参考文献]

- [1] 龚汉东,刘俊,叶剑锋,梁晨. 数字教学资源建设路径研究与实践[J]. 高教学刊,2024(22).
- [2] 李培荣,史永宏. 虚拟仿真教学资源标准化建设初探[J]. 中国标准化,2023(4).
- [3] 张晓燕,林为伟. 引入虚拟仿真的“非遗”传承实践教学初探[J]. 艺苑,2019(6).

教师教育实验教学治理数字化 转型研究与实践

韦耀阳 夏庆利 胡志华
(黄冈师范学院 教育学院, 黄冈 438000)

摘要:教师教育肩负着培养高素质创新型教师的重要使命,实验教学是提升师范生实践能力和创新素养的关键环节。面对数字时代的新要求和新挑战,教师教育实验教学治理亟需开启数字化转型之旅。本研究立足教师教育实验教学的特点和规律,深入分析了数字化转型的学理基础,剖析了数字化转型面临的现实挑战,探索了一条科学、先进、可持续的数字化转型路径。研究指出,实验教学治理的数字化转型应从教学理念、管理模式、教学过程、基础设施、教育评价等多个维度系统推进,以数字意识更新教学理念,以数字技术赋能实验教学管理,以数据保障助力实验教学过程优化,以数字环境推进教学基础设施升级,以数字能力革新教育评价方式。同时,要遵循师范生成长发展规律,注重人工智能与教师专业发展的深度融合,促进数字技术与教学的创新应用,构建数字化教学新生态。

关键词:教师教育;实验教学;教学治理;数字化转型

1 引言

随着数字经济的快速发展,教育领域正经历深刻的数字化转型。教师教育作为教育体系的重要组成部分,其实验教学治理的数字化转型已成为提升教育质量、培养创新型人才的关键路径。实验教学是教师教育中理论与实践结合的重要环节,其治理模式的数字化转型不仅关乎教学效率的提升,更涉及教育生态的重构。然而,当前教师教育实验教学治理的数字化转型仍面临诸多挑战,如数字化理念尚未深入人心、技术应用与教学需求脱节、数据利用率低等问题。因此,本研究旨在从学理分析、现实审视和实践路径三个维度,探讨教师教育实验教学治理数字化转型的理论基础、现实问题及创新实践,以期教育数字化转型提供理论支持和实践参考。

2 教师教育实验教学治理数字化转型的学理分析

随着数字经济的蓬勃发展,教育技术正经历着深刻的变革与转型。云计算、大数据、人

收稿日期:2025-02-07

基金项目:2024年湖北省高等学校实验室研究项目“教师教育实验教学治理数字化转型研究与实践”,项目编号:HB-SY2024-41。

作者简介:韦耀阳(1976-),男,湖北襄阳,教授,博士,教育管理;夏庆利(1966-),男,湖北麻城,教授,博士,教育管理;胡志华(1976-),男,湖北武汉,教授,博士,教学管理。

人工智能等前沿技术的应用,为教育治理的数字化转型奠定了坚实的技术基础。在这一背景下,教师教育实验教学治理亟需顺应时代发展潮流,积极拥抱数字化转型,以提升实验教学质量和效率。

教育技术的快速发展为实验教学治理的数字化转型提供了现实基础和有力支撑。虚拟仿真技术的应用,让学生可以在虚拟环境中开展实验操作,突破了传统实验教学的时空限制,扩大了实验教学的覆盖面。在线实验平台的建设,实现了实验教学资源的共享和远程访问,为学生提供了更加便捷、灵活的实验学习方式。这些新型教育技术的应用,为实验教学治理的数字化转型提供了丰富的工具和手段,使得数字化治理成为可能。

然而,实验教学治理的数字化转型绝非简单的技术叠加,而必须遵循教师教育的基本规律。教师教育肩负着培养高素质教师的重任,实验教学是培养师范生实践能力和创新精神的关键环节。数字化转型必须立足教师教育的特点和需求,确保技术应用与教学目标的一致性,避免盲目追求技术而偏离教学本质。只有在尊重教育教学规律的基础上,合理运用数字技术,才能真正实现实验教学治理的优化和升级。

实验教学治理数字化转型是一项系统工程,需要从教学资源、管理流程、教学手段、教学环境、教学生态等多个维度入手。首先,要加强数字化实验教学资源库的建设,将实验教学资源数字化、结构化,实现资源的共享和重组,为教师和学生提供丰富、优质的教学资源。其次,要利用数字技术优化实验教学管理流程,实现实验教学计划、预约、考核等环节的自动化和智能化,提高管理效率和精细化水平。再次,要大力引入虚拟仿真、在线实验等新型教学手段,创新实验教学模式,提高学生的学习兴趣 and 实践能力。同时,要着力打造智慧实验室和虚拟仿真实训基地,营造沉浸式、交互式的学习环境,为学生提供优质的实践平台。最后,要以数据为驱动,构建实验教学治理的数字化生态,实现教学、管理、服务等各环节的协同与优化,形成良性互动、持续改进的治理机制。

教师教育实验教学治理的数字化转型是顺应数字经济发展、推进教育现代化的必然要求。它以教育技术发展为基础,遵循教师教育教学规律,从教学资源、管理流程、教学手段、教学环境、教学生态等维度入手,全面推进实验教学的数字化、智能化、生态化,为培养高素质创新型教师提供有力支撑。

3 实验教学治理数字化转型的现实审视

当前,教师教育实验教学治理的数字化转型虽然取得了一定进展,但仍面临诸多现实挑战。深入审视这些挑战,对于推动实验教学治理的数字化转型具有重要意义。

首先,部分教师对数字化教学的理解还比较片面,尚未形成系统、深入的数字化教学理念。许多教师将数字化教学简单等同于运用多媒体教学工具,认为采用了电子白板、投影仪等设备就实现了数字化教学。这种认识停留在技术工具层面,忽视了数字化教学的核心在于利用数字技术优化教学过程、革新教学模式、提升教学效果。受传统教学思维的影响,部分教师对数字化教学持有疑虑和抵触情绪,担心数字化教学会削弱师生互动、降低教学质量。这些观念障碍制约了教师主动探索数字化教学的积极性和创造力。同时,教师对数字化治理的系统认知还比较缺乏。数字化治理不仅涉及教学环节,还涉及管理、评价、服务等各个方面。部分教师尚未树立全局观念,未能将数字化教学与实验教学治理的整体变革有

机结合起来。

其次,当前实验教学治理的数字化程度还比较低,数字化教学治理方式亟待改善。许多高校的实验教学管理仍然沿袭传统的手工操作模式,实验预约、排课、考勤、成绩登记等环节依赖纸质表格和人工处理,效率低下,易出错。实验教学资源的数字化共享程度不高,资源重复建设现象较为普遍,导致资源浪费和利用率不足。数字化教学管理平台的建设相对滞后,缺乏统一规划和标准,系统之间数据不能有效对接,信息孤岛问题突出。一些高校虽然引入了数字化教学管理系统,但功能单一,与实验教学的实际需求契合度不高,使用体验不佳,未能真正发挥数字化治理的优势。师生参与数字化教学治理的主动性和获得感不强,治理过程缺乏师生的充分互动和反馈。

再次,实验教学过程中产生的海量数据尚未得到有效开发利用,数据鉴别和利用率有待加强。实验教学过程会产生学生实验预约、实验操作、实验报告、学习行为等各类数据,这些数据蕴含着学情分析、教学诊断、资源优化等方面的巨大价值。然而,当前许多高校尚未建立完善的实验教学数据采集和分析机制,数据散落在不同的系统和环节,缺乏统一的标准和规范,数据的真实性、准确性、完整性难以保证。数据分析模型和算法比较简单,缺乏针对性和实效性,难以从海量数据中甄别有价值的信息,形成可操作、可落地的智能化决策。数据分析结果的应用转化不足,未能有效指导实验教学改进和创新。师生数据意识较为淡薄,对数据开发利用的重要性认识不足,数据应用生态有待进一步优化。

最后,现有的教学评价方式仍然存在较大局限性,评价手段和内容有待优化。传统的实验教学评价主要采用期末考试、实验报告等形式,侧重于对学生学习结果的终结性评价,缺乏对学习过程的动态监测和评价。这种评价方式难以全面、准确地反映学生的实验学习状况,也无法及时发现和解决学生在实验学习中遇到的困难和问题。评价内容较为单一,过于强调实验操作技能的考核,对学生的创新意识、科学思维、团队协作等关键素养的培养关注不够。数字化环境下的过程性评价、综合性评价有待加强,大数据技术在实验教学评价中的应用尚处于起步阶段。评价数据的采集、分析、反馈机制不够完善,评价结果对教学改进的指导作用有限。师生对数字化评价的接受度和参与度有待提高,评价文化有待进一步优化。

4 教师教育实验教学治理数字化转型的应然路径与创新实践

面对数字化时代的新要求和新的挑战,教师教育实验教学治理亟需开启数字化转型之旅。这是一项复杂的系统工程,需要从教学理念、管理模式、教学过程、基础设施、教育评价等多个维度协同发力,形成一套科学、先进、可持续的数字化转型路径和创新实践。

首先,数字化转型必须从教学理念的更新开始。教师是实验教学的主导者和组织者,教师的数字素养和数字技能直接影响着数字化教学的质量和效果。因此,高校要加大力度开展教师信息技术培训,提升教师运用数字技术开展教学的能力和水平。通过专题讲座、在线课程、经验分享等多种形式,帮助教师了解数字化教学的前沿理论和实践案例,树立数字化教学理念,将数字化思维融入教学全过程。同时,要营造数字化教学的创新氛围,鼓励教师大胆尝试,勇于探索,积极开发基于数字技术的新型教学模式,如混合式教学、翻转课堂、移动学习等,不断提升实验教学的吸引力和有效性。学校要建立健全教学创新激励机制,对在数字化教学实践中做出积极贡献的教师给予表彰和奖励,以点带面,推动数字化教学理念在

全校范围内的传播和落地。

其次,要以数字技术为支撑,全面赋能实验教学管理。传统的实验教学管理方式难以适应数字时代的要求,亟需运用数字技术推动管理流程的再造和优化。高校要加快构建覆盖实验教学全要素、全流程、全业务的数字化管理体系,打通信息孤岛,实现数据的互联互通和共享应用。利用物联网、人工智能等新兴技术,开发智能化的实验室管理平台,实现实验设备的远程监控、故障诊断、安全预警等功能,提高实验室管理的精细化水平。基于大数据分析,优化实验教学排课、学生选课、教师授课等环节的智能调度,提升管理效率和服务质量。建立实验教学管理的协同机制,推动教务、实验室、资产、财务等部门的数据打通和业务协同,形成高效协作的数字化教学管理生态。同时,要注重数字化管理的人本化和个性化,充分尊重师生的主体地位,提供灵活、便捷、智能的管理服务,不断提升师生的获得感和满意度。

再次,要以数据为保障,助力实验教学过程的优化和创新。实验教学过程会产生海量的多源异构数据,蕴含着学情分析、教学诊断、资源优化等方面的巨大价值。高校要建立完善的数据采集、传输、存储、分析机制,制定统一的数据标准和规范,确保数据的真实性、准确性、完整性和安全性。利用大数据、学习分析等技术,对学生的实验预约、实验操作、实验报告等数据进行采集和分析,深入洞察学生的学习行为和认知规律,及时发现学习困难和风险,提供精准的学业预警和干预。基于数据分析结果,优化实验教学的内容设计和资源配置,开发个性化的学习资源和学习路径,促进学习者的自主学习和个性化发展。运用可视化技术,直观呈现学生的实验学习效果和进步情况,增强学习反馈的及时性和针对性。同时,要加强数据驱动的实验教学研究,挖掘数据背后的教学规律和学习机理,形成可解释、可迁移、可推广的实验教学改进方案,不断提升实验教学的科学化水平。

此外,要以数字环境为依托,加快推进实验教学基础设施的智能化升级。实验教学基础设施是开展实验教学活动的物质基础,直接影响着实验教学的效果和质量。高校要加大投入,加快建设智慧实验室、虚拟仿真实训基地等新型教学场所,为学生提供沉浸式、交互式的实验学习体验。充分利用互联网、物联网、云计算等新一代信息技术,构建开放共享的数字资源平台,实现优质实验教学资源的跨校共建共享,促进资源利用效率的提升。引入人工智能、虚拟现实、增强现实等先进技术手段,开发智能化、情境化的实验教学系统,为学生提供安全、高效、真实的实践操作环境。鼓励教师创新实验项目和实验内容,将前沿科技成果转化为实验教学素材,提高实验教学的前瞻性和引领性。同时,要注重加强网络安全和数据安全防护,完善身份认证、访问控制、数据加密等安全保障措施,为师生营造安全可靠的数字化教学环境。

最后,要以数字能力为牵引,深化实验教学评价方式的变革。传统的实验教学评价偏重结果导向,忽视过程监测,难以全面、客观地反映学生的实验学习状况。高校要制定科学的数据采集标准,利用物联网、人工智能等技术手段,实现对学生实验学习行为的全过程、多维度采集,构建以学习者为中心的全方位教学质量评价体系。运用大数据分析技术,对采集的过程性数据进行深度挖掘和智能分析,动态呈现学生的实验学习进程和能力发展状况,为精准教学和个性化指导提供数据支撑。探索构建融合性评价、综合性评价等新型评价模式,将知识、能力、素养等多元要素纳入评价范畴,全面考查学生的实验学习效果。同时,要发挥数

据的反馈优化功能,将评价数据与教学改进紧密结合,通过数据分析发现教学薄弱环节,持续优化实验教学的内容、方法和管理,形成评价促改进、数据促提升的良性循环。

教师教育实验教学治理的数字化转型是一项复杂的系统性变革,需要围绕数字意识、数字技术、数据保障、数字环境、数字能力等关键要素,系统规划、整体设计、协同推进,探索形成一套切合实际、特色鲜明的转型路径和实践范式。这需要政府、高校、企业、社会等多方协同发力,在政策引导、资源投入、技术支持、人才培养等方面形成合力,为数字化转型提供坚实保障。同时,要立足教师教育的特点和规律,遵循师范生成长发展的内在逻辑,注重人工智能与教师专业发展的深度融合,促进数字技术与教学的有机结合、创新应用,不断提升教师教育实验教学的质量和水平。通过持续的理论探索和实践创新,不断完善教师教育实验教学治理的数字化生态体系,为培养高素质创新型教师提供有力支撑,为教育现代化发展贡献智慧和力量。

教师教育实验教学治理的数字化转型是教育现代化的重要标志,也是提升教育质量的必然选择。通过更新教学理念、优化管理方式、加强数据应用、改善教学环境和革新评价体系,可以有效推动实验教学治理的数字化转型。未来,还需进一步加强理论研究与实践探索,为教育数字化转型提供更多可借鉴的经验。

[参考文献]

- [1] 于成学,王鑫. 地方应用型高校教学内部治理路径研究[J]. 教育探索,2023,(11): 27-32.
- [2] 张琴. 现代大学治理视域下地方高校基层教学组织建设探讨[J]. 广西教育,2023,(30): 69-72.
- [3] 李博,周萍. 数据治理赋能高校“四新”专业教学质量保障:实践阻塞与路径选择[J]. 中国大学教学,2023,(6): 57-62.
- [4] 李婷. 高校教学督导机制的重构:从管理理论到治理理论的转向[J]. 上海教育评估研究,2023,12(2): 19-24.
- [5] 赵幸,崔波. 高校本科教学质量保障治理的逻辑基础与实现路径[J]. 上海教育评估研究,2022,11(1): 17-21,47.
- [6] 孙雪凌. 高校教学质量内部治理的“数智化”转型研究[J]. 教育教学论坛,2021,(35): 157-160.
- [7] 周振. 应用技术型高校实践教学基地建设探索——基于高校治理体系和治理能力现代化的视角[J]. 科技资讯,2016,14(24): 96-97.
- [8] 于婷. 基于公共治理视角的地方高校教学管理一站式服务研究[D]. 广西大学,2013.
- [9] 刘理,赖静. 高校教学治理的价值追求[J]. 教育发展研究,2012,32(9): 56-60.

结合 AI 技术的大学计算机 探索实验教学研究

曾庆江 姚娟 吴德钰 王婷婷 孙树园
(华中师范大学 计算机学院,湖北 武汉 430079)

摘要:本文针对大学计算机教学中创新不足学生动手能力弱的问题,介绍了相应措施,就是大学计算机探索实验教学方法。在大学计算机探索实验教学中重点要运用到翻转实验课堂形式和人工智能手段,文中对这两者作了研究探讨。

关键词:计算机探索实验, AI, 实验教学, 翻转课堂

大学计算机探索实验教学的组织是用翻转课堂形式实现的,兴趣是最好的老师,计算机探索实验是以学生兴趣方向和水平高低分为不同内容组和相同内容的分级组,根据不同的组别因材施教。AI的发展给大学教学提供了各种创新条件,不间断丰富资源和辅助措施支撑,学生的主动学习环境如鱼得水般源源不绝,教师的翻转课堂实现也来得容易。计算机专业学生培养模式由知识传授变为能力培养,既是条件具备也是现实急需。计算机专业学生最重要核心的动手能力是通过探索实验教学获得的。

1 翻转实验课堂是一种创新的教学模式

1.1 定义

翻转实验课堂是将传统教学中知识传授和知识内化的过程颠倒过来,学生课前通过观看教学视频、阅读资料等自学实验原理、步骤等基础知识,课堂上主要进行实验操作、问题讨论、成果展示等活动,以促进学生对知识的深入理解和应用的一种教学模式。

1.2 实施步骤

课前准备:教师需制作或收集优质的教学资源,如实验演示视频、讲解文档等,并发布给学生。同时设计预习任务和问题,帮助学生明确学习目标和重点。学生则要按照要求自主学习,记录疑问。

课堂活动:学生先进行实验操作,在操作过程中加深对知识的理解和掌握。随后开展小组讨论,共同解决实验中遇到的问题,分享经验和想法。最后进行成果展示与汇报,教师进行点评和总结,补充和拓展相关知识。

课后巩固:教师布置课后作业,如实验报告、拓展练习等,让学生进一步巩固所学知识。同时,鼓励学生进行反思和总结,提出新的问题和想法。

1.3 优势

提高学习自主性:学生可根据自身情况自主安排学习时间和进度,提高自主学习能力。

增强课堂互动:课堂上学生有更多时间与教师、同学互动交流,有助于培养合作能力和思维能力。

提升实验效果:学生提前掌握理论知识,在课堂实验中能更专注于操作和问题解决,提高实验效率和质量。

2 大学计算机探索实验教学

大学计算机探索实验教学是一种以学生为中心、强调实践与创新的翻转课堂教学模式,旨在通过实验活动培养学生的计算思维、问题解决能力和创新意识。

2.1 定义与目标

定义:探索实验教学以真实问题或项目为导向,鼓励学生通过自主设计、动手实践和迭代优化,主动探索计算机领域的原理、技术和应用。区别于传统验证性实验(如“按步骤复现结果”),探索实验更注重开放性、创造性和问题驱动。

核心目标:提升学生对计算机系统、算法、网络等知识的深度理解;? 培养编程能力、系统设计能力和工程实践素养;? 激发创新思维,鼓励学生提出新方法或解决复杂问题。

2.2 实施特点

2.2.1 实验设计原则.

开放性:不预设唯一答案,允许学生尝试不同方案(如“设计一个高效的网络爬虫”)。

进阶性:从基础实验到综合项目逐步提升难度(如从 Python 基础语法到开发完整 Web 应用)。

跨学科融合:结合人工智能、大数据等前沿技术(如用机器学习分析交通流量数据)。

2.2.2 教学流程

课前:提供基础理论学习资源(如慕课视频、开源文档);发布实验主题(如“分布式系统负载均衡策略优化”),明确目标与约束条件。

课中:自主探索:学生分组设计实验方案、编写代码、调试系统;协作与指导:教师针对共性问题集中讲解,引导学生优化思路;成果展示:通过演示、答辩等形式分享实验过程与结论。

课后:完成实验报告(需包含问题分析、设计方案、结果验证和反思);拓展任务(如将实验成果开源或参加竞赛)。

2.2.3 技术工具支持

使用虚拟机(如 VMware)、容器化(Docker)、云计算平台(AWS/Azure)等模拟真实环境;依托开源工具(如 Python、TensorFlow、Git)降低技术门槛,鼓励快速迭代。

2.3 优势与挑战

2.3.1 优势

能力提升:学生在“失败-调试-优化”循环中积累经验,增强抗压能力和工程素养;通过自主设计实验,深入理解理论知识的实际应用(如算法复杂度对系统性能的影响)。

创新驱动:探索性实验常涉及开放性问题,学生可提出独特解决方案(如基于强化学习

的游戏 AI); 实验成果可转化为科研项目或创业灵感。

2.3.2 挑战

资源需求高:需配备高性能计算设备、专业软件和网络环境;教师需具备跨领域知识(如人工智能、区块链)以应对学生多样化需求。

学生适应性差异:部分学生可能因基础薄弱或缺乏自主学习能力而难以推进实验;需设计分层任务(基础版、进阶版、挑战版)以兼顾不同水平学生。

2.4 典型案例

2.4.1 操作系统实验

生基于 xv6 或 Linux 内核开发简易文件系统,理解进程调度、内存管理原理。

2.4.2 人工智能实验

用 PyTorch 训练图像分类模型,探索数据增强、迁移学习等技术对模型性能的影响。

2.4.3 网络安全实验

通过模拟钓鱼攻击、SQL 注入等场景,实践漏洞检测与防御技术。

2.5 总结

大学计算机探索实验教学通过“做中学”的模式,将学生从被动接受者转变为主动探索者,是培养计算机领域创新人才的有效途径。未来可进一步结合虚拟仿真、开源社区协作等方式,提升实验的深度与广度。

3 AI 技术在计算机探索实验中运用

AI 技术其智能化个性化和高效化的特点可显著提升实验教学的质量与效率。以下是 AI 技术对计算机探索实验教学的具体支持方向及应用场景:

3.1 智能实验助手:实时反馈与问题解决

3.1.1 代码调试辅助

AI 可通过分析学生代码的语法错误、逻辑漏洞或性能瓶颈,提供实时提示与优化建议(如 GitHub Copilot 的代码补全与错误诊断功能)。案例:在 Python 实验中,AI 自动检测循环冗余或内存泄漏问题,并推荐替代算法。

3.1.2 实验步骤指导

基于自然语言处理(NLP)技术,AI 助手可回答学生关于实验原理、工具使用的问题(如“为什么我的神经网络训练准确率下降?”)。

技术实现:通过知识图谱(如 ConceptNet)构建实验知识库,结合预训练模型(如 GPT-4)生成精准解释。

3.1.3 异常情况处理

在操作系统或网络实验中,AI 可自动识别系统崩溃、网络配置错误等异常,并引导学生逐步排查(如模拟 Linux 内核 panic 的修复过程)。

3.2 个性化学习路径:动态调整实验难度

3.2.1 能力评估与分层任务

通过机器学习分析学生历史实验数据(如代码提交次数、错误类型),评估其编程能力、问题解决水平。

应用:为基础薄弱学生推荐“Python 基础语法强化实验”,为高阶学生分配“分布式系统优化”挑战任务。

3.2.2 自适应实验设计

AI 根据学生实时表现动态调整实验参数或任务目标。例如:

在算法实验中,若学生快速完成“冒泡排序”,自动升级为“归并排序优化”;在网络安全实验中,根据攻击成功次数增加防御难度。

3.2.3 学习资源智能推送

基于学生兴趣与短板,推荐针对性学习资源(如“推荐系统实验”中推送协同过滤或深度学习相关论文)。

3.3 自动化评估:高效反馈与公平性

3.3.1 实验报告自动评分

使用 NLP 模型(如 BERT)分析实验报告的逻辑结构、技术深度和创新性,生成评分与改进建议。

案例:自动识别报告中是否包含“问题分析-方案设计-结果验证”完整链条,并评估图表规范性。

3.3.2 实验成果智能验证

对编程类实验,AI 通过测试用例自动运行学生代码,验证功能正确性(如单元测试框架结合 AI 生成边缘测试数据)。

技术扩展:针对开放性实验(如“设计聊天机器人”),AI 可模拟用户对话评估交互效果。

3.3.3 创新点挖掘与推荐

利用文本相似度算法(如余弦相似度)对比学生实验方案与现有文献,识别创新性贡献,并推荐相关研究方向。

3.4 资源优化与效率提升

3.4.1 实验环境自动化部署

AI 根据实验需求自动配置虚拟机、容器或云环境(如基于 Docker Swarm 的 AI 调度系统)。

应用场景:在“分布式机器学习”实验中,AI 一键搭建包含多节点的集群环境。

3.4.2 实验数据智能分析

对实验过程中产生的日志、性能指标(如 CPU 利用率、网络延迟)进行分析,生成可视化报告。

案例:在“数据库优化”实验中,AI 分析查询语句执行计划,推荐索引优化策略。

3.4.3 实验文档自动生成

通过模板匹配与数据填充技术,AI 将实验操作记录(如代码提交、调试步骤)自动转化为结构化报告。

3.5 虚拟仿真与跨学科融合

3.5.1 AI 驱动的虚拟实验室

结合虚拟现实(VR)与 AI,构建沉浸式实验场景(如“操作系统内核调试”VR 环境中,AI 模拟硬件中断响应)。

优势:突破物理实验设备限制,支持高风险或高成本实验(如网络攻击模拟)。

3.5.2 跨学科协作支持

在 AI 与其他领域交叉实验中(如“AI + 医疗影像分析”),AI 提供多模态数据处理能力(图像识别 + 文本分析)。

案例:学生使用预训练医学影像模型(如 CheXNet)分析 X 射线图像,AI 自动标注病灶区域。

3.6 挑战与应对

3.6.1 数据隐私与伦理问题

学生实验数据(如代码、实验报告)需严格加密,避免被 AI 模型不当使用。

应对:采用联邦学习技术,在本地设备完成模型训练,不传输原始数据。

3.6.2 技术门槛与教师角色转变

教师需掌握 AI 工具使用方法(如模型微调、数据标注),并适应从“讲授者”到“引导者”的角色转变。

解决方案:开发低代码 AI 教学平台(如 Google Colab + AutoML),降低技术使用难度。

3.6.3 过度依赖的风险

防止学生过度依赖 AI 生成代码,忽视基础能力培养。

策略:设置“禁用 AI”的基础实验环节,强调手工编码与调试的重要性。

3.7 未来展望

AI 与区块链结合:通过智能合约自动化实验流程管理(如实验数据存证、学分认证)。

多模态交互:支持语音、手势等自然交互方式,提升实验操作的便捷性(如语音控制虚拟机启停)。

AI 生成实验内容:基于课程目标自动生成个性化实验任务(如根据学生专业方向定制“AI + 金融”或“AI + 教育”实验)。

3.8 总结

AI 技术正从个性化支持、效率提升、创新驱动三个维度重构计算机探索实验教学模式。通过将 AI 深度融入实验设计、实施与评估全流程,可显著增强学生的问题解决能力与创新意识,同时减轻教师重复性工作负担。未来需在技术整合、伦理规范和教学模式创新等方面持续探索,推动计算机实验教学迈向智能化新阶段。

[参考文献]

- [1] 张永健. 大数据背景下计算机应用技术专业实验教学研究[J]. 电脑知识与技术,2020(1):36-39.
- [2] 罗卫敏,吴元斌,刘雨露. 基于 OBE 培养计算思维能力的实践探索——以“大学计算机基础”课程实验教学为例[J]. 科技风,2021(3):218-221.
- [3] 孙谦,朱文婕. 新工科背景下“计算机网络”创新实验教学模式探索与实践[J]. 长春师范大学学报,2021(4):53-55.
- [4] 范建坤,宁小丽. 计算思维在计算机网络课程教学中的探索研究[J]. 科学导刊,2021(4):61-64.
- [5] 万露,梁旗军,符祥. 依托虚拟仿真平台的“计算机系统基础”课程实验教学模式改革探索[J]. 科技风,2025(2):84-85.

-
- [6] 宫晓宇, 张晓君, 杨晓帆. 基于自主学习能力培养的开放性创新实验教学模式研究与探索——以基于神经网络的教学识别系统设计为例. 中国现代教育装备, 2025, (2): 181 - 183
- [7] 常亮, 郭宇飞, 闫文刚. 计算机体系结构课程实验教学探索与实践[J]. 中国教育技术装备, 2024(8): 222 - 224.
- [8] 王理华. 基于深度学习模型的计算机实验教学探索[J]. 信息与电脑(理论版), 2024(1): 8 - 14.
- [9] 翟洁, 李艳豪. 基于决策树和大模型的个性化计算机实验教学探索与实践[J]. 实验技术与管理, 2023(22): 119 - 122.
- [10] 樊彦恩, 张俊霞. 学科竞赛与课程设计有机融合的计算机组成原理实验教学探索[J]. 软件导刊, 2023(11): 9 - 11.
- [11] 王晓品, 邓革. 基于 c 语言的计算机组成实验教学改革的探索[J]. 现代信息科技, 2009, 22(3): 74 - 75.
- [12] 谢晓伟, 吴玲玲, 等. 核心素养导向下的高等数学实验教学的探索研究——以寻找平面薄片的质心为例[J]. 科技风, 2022(11): 12 - 13.

数智教育背景下的工程训练 实践教学体系的探索

胡明宇 黄河 张树李 敏 苏筱淳

(武汉大学大学生工程训练与创新实践中心,湖北 武汉 430072)

摘要:本文在深入剖析传统工程训练课程痛点的基础上,以产业需求为导向,以“工业现场问题”为靶心,以数智化技术为驱动,以“课程内容设计、课程思政提炼、教学方法改进、教师团队建设”为抓手,创新性地构建了“一协同、二结合、三融合”的工程训练实践教学体系。同时,成功搭建了数智教育创新实践平台,以先进的AI技术赋能工程训练教学。经过了几年的探索与实践,平台应用广泛、效果显著,为培养适应数智时代需求的高素质工程人才提供了宝贵的实践经验,也为其他高校的工程教育改革提供了重要的参考与借鉴。

关键词:数智教育;工程训练;实践教学体系;教学改革

1 引言

随着新一轮科技革命和产业革命的发展,数智技术正在加速重构经济社会发展与治理模式,成为驱动人类社会思维方式、组织架构和运作模式发生根本性变革、全方位重塑的引领力量。党的二十大报告也对教育数字化提出了明确要求:“推进教育数字化,建设全民终身学习的学习型社会、学习型大国”。武汉大学积极响应国家战略,于2023年11月发布了《武汉大学数智教育白皮书(数智人才培养篇)》,提出了建设具有武汉大学特色的系统化数智教育培养方案的重要目标,全面推进数智教育体系建设的创新之路。物联网、云计算、大数据和人工智能等信息化技术已经超越专业教育的界限,成为不同专业与行业领域人才所共有的、助力交叉创新成果产生的“硬实力”。本文不仅顺应武汉大学对数智人才培养的需求,还充分调研清华大学、北京大学、南京大学、华中科技大学、上海交通大学等高校的工程训练课程体系,综合分析数智教育实施过程中面临的挑战,以“工业现场问题”为靶心,重塑课程基因,以“课程内容设计、课程思政提炼、教学方法改进、教师团队建设”为抓手,创新性的构建了“一协同、二结合、三融合”的工程训练实践教学体系。

2 数智教学改革创新理念

中国制造2025、新工科建设与数字化转型浪潮对工程人才提出更高要求,需兼具“工匠

基金项目:2024年湖北省高等学校实验室研究项目“数智教育创新实践平台的开放与共享机制研究”(HBSY2024-48);
武汉大学教改项目“基于工程训练与创新实践体系构建的人才培养模式探索与实践”(2021ZG335)

作者简介:胡明宇(1991-),女,山东日照人,实验师,博士。从事公共基础课程和实践教学研究与管理工作。主要研究领域:空间物理。

精神”与“数智素养”的复合型人才,而传统工程训练存在以下痛点:

(1)学科壁垒:传统工艺与现代技术割裂,缺乏跨学科融合,忽视了不同学科之间的内在联系与协同作用。例如,在机械制造过程中,学生可能只专注于传统的车、铣、刨等加工工艺的学习,而对与之密切相关的数字化设计、智能制造技术知之甚少,限制了学生对工程问题的全面理解和综合解决能力的培养,无法满足现代工程实践中跨学科协作的需求。

(2)技术滞后:工业4.0技术正引领着全球制造业的深刻变革,数字孪生、工业物联网、大数据分析等前沿技术在工程领域的应用日益广泛。然而,传统工程训练的教学内容却未能及时跟上这一变革的步伐,仍然停留在较为基础和传统的技术层面,导致学生在学习过程中难以接触到现代企业真实的生产流程、规范和技术。

(3)创新不足:重技能模仿、轻自主设计,学生解决复杂工程问题能力薄弱。传统工程训练过于注重学生对基本技能的模仿和重复练习,而忽视了对学生自主设计能力和创新思维的培养。

基于传统教学中存在的多个痛点问题,本文创造性的提出教学改革以产业需求为导向,以学生为中心,以数智化为驱动,以校企合作、产教协同为支撑,以工程素养提升为主线,以“课程内容设计、课程思政提炼、教学方法改进、教师团队建设”为抓手,构建了“一协同、二结合、三融入”的工程训练实践教学体系(见图1),重构教学内容及模式,创新数智化教学手段,致力于培养适应数智时代需求的高素质工程人才。



图1 “一协同、二结合、三融入”的工程训练实践教学体系

3 数智教学改革具体措施

3.1 “一协同、二结合、三融入”的实践

深化产学研协同育人(即“一协同”)是提升工程训练课程质量和学生实践能力的重要途径。与公牛集团股份有限公司共同成立了公牛之家产教协同中心,在工程训练课程中将公牛集团先进的工业生产技术融入到课程教学中,以公牛集团实际生产中的案例为示范,在教学过程中强调市场、信息、质量、成本、效益、安全、环保等大工程意识,让学生在课程中得到工程认知和体验。以产教协同中心为支撑,联合举办“公牛杯”机器人创新设计大赛,从造型、应用、技术三方面进行创新探索,激发学生对机器人设计、工程实践、科技创新的兴趣,培养学生的创新精神。与公牛集团联合成立公牛新能源卓越工程师班,共同培养高素质新能源创新型人才,实现企业深度参与人才培养过程,使学生能够接触到企业实际生产和管理经验,提高学生的实践能力和就业竞争力。定期邀请公牛公司的行业专家、企业高管和技术骨

干来校举办讲座和交流活动,学生可以了解行业最新动态、前沿技术和实际工作中的经验和技巧,拓宽视野和思路。

将项目式学习(PBL)与模块化设计(MDL)相结合、第一课堂与第二课堂相结合(即“二结合”)。例如将 Smartcar 项目分解为3D 打印、激光加工、数控加工、电工电子、智能控制、人工智能+等模块,合理安排项目内容、设计模块结构,通过将项目式与模块化教学相结合,打破学科界限和课程碎片化现状,强调知识的系统性与连贯性,将不同学科领域知识有机融合。教学过程中,校内教师讲授理论知识、提出项目需求、指导学生设计和生产项目产品;企业导师负责指导生产过程中的合理选材、成本控制、工艺选择、质量把关等。通过创新性引入“人工智能+”等前沿技术相关的课程模块,重塑课程内容,打破传统学科界限,促进学科交叉融合。将第一课堂项目内容延伸至第二课堂,引导学有余力的同学参加学科竞赛、创新创业实践,形成“工程训练课程-学科竞赛-科技创新”人才培养全链条。充分利用开放的公共资源,建设以学生为主体、以专业技术为主题的多样化的跨学科、跨专业学生社团,广泛开展自主学习、发明创造、创新创业、大学生科研等多种形式的第二课堂教与学活动,多学科交叉融合,突破专业思维局限,培养学生创新精神、提高创新设计能力。组建高水平、大规模的学术型学生俱乐部,组织技术培训、学术讲座、科技竞赛、校际交流、研学访学等丰富多彩的社团活动,仅 iOS 俱乐部和电子创意俱乐部2个校级俱乐部学员总数就达400余人/年。

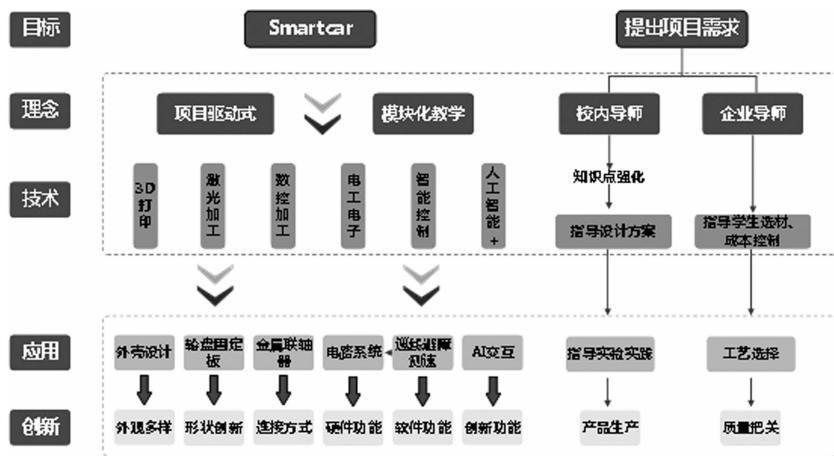


图2 Smartcar 项目设计理念和教学过程

将企业先进工程思维、企业先进生产技术、企业实际生产项目融入工程教育(“三融入”),是推动工程教育与产业需求紧密结合的重要举措。通过引入企业的系统工程(SE)、基于模型的系统工程(MBSE)、产品生命周期管理(PLM)、产品数据管理(PDM)等先进生产理念和工程思维,课程教学能够更加贴近实际工程需求,帮助学生掌握现代工程管理与技术应用的核心能力。同时,校企协同构建“产学研创”生态圈,通过资源共享、优势互补,实现教育链与产业链的无缝对接,为学生提供从理论学习到实践应用的完整培养路径。这种深度融合不仅提升了学生的工程素养和实践能力,也为企业的技术传承与创新发展注入了新的活力,为培养适应新时代需求的高素质工程人才奠定了坚实基础。

3.2 搭建数智教育创新实践平台

武汉大学数智教育创新实践平台集教学、科研、实践于一体,服务于工程训练及数智教

育课程,平台架构见图 3。平台整合学校的教学资源、科研成果以及企业的实际项目,以真数据、真模型、真处理、真场景为核心资源,来训练学生运用真数据、学会真模型、体验真处理、解决真问题的能力,为学生提供一个数字化、智能化的学习环境。平台兼具教学管理、实践支持、资源管理、用户管理、互动功能、移动学习支持、智能辅助教学以及教学反馈与评估等功能,包括数智笔记、比赛、数据集和科研工作空间站 4 大模块。通过平台,学生可以进行在线学习、虚拟仿真、实践操作等活动,培养学生的创新思维和实践能力,进而推动工程训练课程的数智化转型。

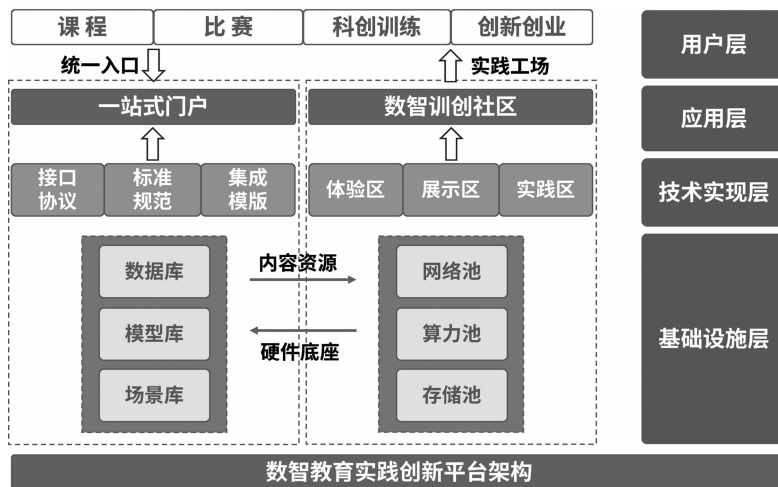


图 3 数智教育实践创新平台架构

3.3 AI 赋能教学环节

工程训练课程是一门实践性的公共基础课,依据不同专业的培养方案设置课程内容、目标及学时安排,以满足各专业的个性化需求。以课程中 Smartcar 项目的电工电子模块为例,说明了 AI 赋能课程的教学设计方案,如表 1 所示。课前,AI 助教发布预习任务,利用 AI 数智人制作 MOOC 视频,帮助学生通过自主学习掌握背景知识。在课堂上,AI 助教智能答疑,引导学生参与讨论,辅助翻转课堂教学,促进学生对理论知识的理解和应用。实践阶段,AI 助教实时跟踪学生进度,智能答疑并收集故障解决方案,建立共享答疑库,提高问题解决效率。此外,AI 助教还协助批改作业,支持课程评估。通过这些 AI 赋能环节,课程实现了教学资源的优化配置,提升了学生的自主学习能力、实践操作能力和创新思维,为构建高效、智能的教学环境提供了有力支持。实践表明,AI 赋能教学显著提升了教学效率和学习体验。

4 实践成效

我校数智教育实践创新平台除服务于工程训练课程外,也服务于全校新开设的 17 门数智教育课程,开课第一学期选课学生 4089 名,覆盖全校 7 个学科学部、32 个院系。将工程训练与数智教育相结合,整合各类教学资源,包括课程、项目、师资、设备等,为学生提供从基础理论学习到实践操作,再到创新项目孵化的全流程培养路径,满足了学校在工程能力培养及学生创新实践教育方面的需求,每年为 20 余个院系 2000 余名学生开设实训课程,每年选课学生新增 10% 左右,每年 20 余学院 30 多个 DIY 团队、学生社团入驻,受益 3000 余人。通过

表1 AI赋能课程教学设计方案

| 教学阶段 | 教学内容与过程 | AI赋能教学环节 | 学时 |
|---------------|---|---|------|
| 阶段一:任务驱动,虚实结合 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 课前发布任务,“Smartcar”的电路设计方案与分析,学生通过MOOC学习背景知识。 2. 学生使用multisim电路仿真软件确定给定电路方案的合理性。 | 使用AI助教发布课前预习任务;利用AI数智人制作MOOC视频。 | 课前预习 |
| 阶段二:课堂授课 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 电路系统总体设计方案。 2. 稳压电路设计方案及原理分析。提出问题:如何避免电压不稳定导致的控制器频繁重启、传感器信号失真等不利的影 响。 3. 讲解光敏三极管原理,介绍红外测速电路设计原理图。提出问题:如何利用红外传感器获取轮胎的旋转速度。 4. 讲解数字信号移位采样原理、典型芯片74HC165的功能和特点。提出问题:如何与单片机配合获取这些信号的状态。 5. 讲解电机驱动原理。提出问题:如何控制小车前进、后退、转弯。 | 翻转课堂方式,主讲教师讲授理论知识后,提出关键问题,学生分组讨论后,确定最终方案。AI助教智能答疑,引导参与课程讨论。 | 3学时 |
| 阶段三:示范教学 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 教师讲解常用电子元器件的焊接方法和技巧,进行示范教学。 2. 教师讲解PCB电路板焊接方法,并进行示范教学。 3. 企业导师强调实际生产中的选材、成本控制、工艺和质量等概念。 | 教中学,学中做,教师示范,企业导师指导,学生动手 | 1学时 |
| 阶段四:协同实践,数据赋能 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 分组实操,进行电路焊接、参数调节、整机调试、故障排除,教师实时跟踪进度。 2. 利用示波器、万用表等测试测量工具验证电路输出,迭代优化设计方案。 | AI助教智能答疑,收集不同组别学生遇到的故障和问题解决方案,建立课程答疑库,不同班级学生共用答疑库资源。 | 6学时 |
| 阶段五:成果转化,赛创融通 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 分组路演、企业导师点评。 2. 启发学生进行功能拓展,推荐“互联网+”“挑战杯”等双创赛事,推动成果转化。 3. 教师总结课程知识点、学生实践情况。 | AI助教协助批改学生作业 | 2学时 |

多种形式的第二课堂教学活动,极大促进了学生自主学习、创新实践的热情,产生了一大批标志性成果和优秀学生作品,累计发表专利57项,其中发明专利8项;学科竞赛国家级奖项60余项,其中一等奖34项,多项竞赛取得突破性进展,学生动手实践、创新能力得到大幅度提升。

通过构建“一协同、二结合、三融入”的工程训练实践教学体系,不仅打破了传统工程训练课程的学科壁垒,弥补了技术滞后和创新不足的短板,还有效提升了学生的工程素养和数智技能。通过将人工智能等前沿技术深度融入教学全流程,成功构建了数智教育创新实践平台,不仅为工程训练课程提供了强大的支持,更成为全校数智教育教学的重要基地,有力推动了教育与产业的深度融合。

[参考文献]

- [1] 王秉,赵桢. 数智赋能国家安全教育现代化的概念、内涵与机制[J]. 现代教育技术,2024,34(5):45-52.
- [2] 祝智庭,金志杰,戴岭,等. 数智赋能高等教育新质发展:GAI技术时代的教师新作为[J]. 电化教育研究,2024,45(6):5-13.
- [3] 张平文. 武汉大学数智教育白皮书(数智人才培养篇)[M]. 武汉:武汉大学出版社,2024:32-34.
- [4] 吴丹. 武汉大学数智教育支撑体系建设指南[M]. 武汉:武汉大学出版社,2024:2-4.
- [5] 邵玥,杜淑媛. 工科通识教育课程改革的实践与思考[J]. 高等工程教育研究,2023(5):35-40.
- [6] 桂小林,何钦铭. AI赋能的计算机通识教育的体系化改革探索[J]. 中国大学教学,2024,4(4):4-11,2.
- [7] 李正良,廖瑞金,董凌燕. 新工科专业建设:内涵、路径与培养模式[J]. 高等工程教育研究,2018(2):20-24,51.
- [8] 朱玉平,张学军. 基于新工科的工程训练培养体系构建与实践[J]. 实验技术与管理,2021,38(1):8-11. DOI:10.16791/j.cnki.sjg.2021.01.002.
- [9] 胡钦太,伍文燕,冯广,等. 人工智能时代高等教育教学评价的关键技术与实践[J]. 开放教育研究,2021,27(5):15-23.
- [10] 张国玲,贺业建,刘新,刘伟强. 综合性大学工程实践大平台的构建[J]. 实验室研究与探索,2009,28(03):71-73,76.
- [11] 丁洪生,周郴知,杨志兵,王一民,万小利. 工程训练实践教学体系的改革与创新[J]. 实验技术与管理,2005(6):1-4. DOI:10.16791/j.cnki.sjg.2005.06.001.

“化繁为简,点燃兴趣”的人才培养模式改革 ——以《单片机原理》为例

曹庭水 张学文

(湖北师范大学,湖北 黄石 435002)

摘要:工科实践性课程多聚焦技术领域,而技术学习向来繁琐复杂。化繁为简的教学理念,旨在将技术学习中的难点拆解为环环相扣的小问题,降低学习难度,助力学生轻松掌握知识要点。本文以《单片机原理》课程为例,深度运用化繁为简的教学方法。将复杂的单片机程序分解为多个基础知识点与小程序,搭建起循序渐进的学习阶梯,帮助学生逐步理解单片机原理,熟练掌握编程方法。当学生掌握核心原理与编程技巧后,通过布置适配的实践任务,引导其运用所学解决实际问题,在实践中激发学生的学习兴趣,实现知识的有效内化与灵活运用。

关键词:单片机教学方法;化繁为简;点燃兴趣

1 引言

工科实践性课程多涵盖实用技术,其学习过程复杂繁琐,对初学者而言犹如横亘眼前的高墙。教师需运用化繁为简之法,在高墙前搭建层层递进的学习阶梯,助力学生稳步攀登,最终突破学习难关。兴趣是学习的源动力,当学生能够运用所学技术解决实际问题,学习热情便会被充分点燃。

《单片机原理》作为电子类专业核心课程,极具实践价值,其学习成效直接影响学生就业竞争力。以“化繁为简,点燃兴趣”的教学模式开展课程教学,不仅有助于学生扎实掌握单片机知识,还能为后续专业学习及未来就业、创业筑牢根基。

2 “化繁为简,点燃兴趣”的实施方法

2.1 《单片机原理》的学习方法

人类探索新知识主要依托两种路径:一是基于已有知识体系推导创新,二是通过实践操作积累经验。当下教育模式多侧重前者,导致学生在中小学乃至大学的数学、物理等理论课程学习中,习惯以追根溯源、透彻解析定理的方式汲取知识,这确实是适配理论课程的有效模式,也逐渐成为学生的惯性学习思维。

然而,当面对如《单片机原理》这类技术性强的大学专业课程时,此学习方式却暴露出问题。教学过程中,教师常聚焦模块讲解,较少深入剖析电路原理,学生对模块实现机制的疑

惑往往得不到详尽解答,甚至被告知无需深究,这使得学生愈发迷茫。究其根源,在于学习方法的错位。《单片机原理》课程的核心教学目标是培养学生的单片机应用能力,而沿用理论课程“深挖原理,追求制造”的学习思路,实则偏离了课程定位——这更像是芯片设计专业的教学方向。

正如多数人学习使用电脑,关注的是操作技能而非内部构造;掌握汽车驾驶,重点在于操控而非制造原理;沉浸游戏娱乐,无需钻研代码逻辑。这些实践类技能的习得,多依赖于动手尝试与经验积累,而非对底层原理的深度探究。同理,学习《单片机原理》也应转换思路,无需过度纠结其工作机制,而应在大致了解原理的基础上,着重实践操作,以“玩单片机”的方式掌握应用技能。

2.2 《单片机原理》课程规划

明确单片机“重应用”的学习方法后,课程教学重点便锚定在单片机的实际使用上。不过,教学实践仍面临两大核心难点:单片机工作原理的理解与单片机编程。

针对原理理解难这一问题,由于单片机知识体系高度系统化、各环节紧密关联,初学者往往难以一步到位。对此,可采用反复讲解的策略,助力学生突破学习瓶颈。待跨越这一关键节点,学习便会豁然开朗。同时,运用“化繁为简”的方法,将单片机原理拆解为三个递进式问题:①单片机的定义与本质;②单片机的运行机制;③单片机的操作方法。完成原理阐释后,进一步深入讲解单片机各外设(如 IO 口、定时器、中断、串口、总线等)的使用。

在外设教学中,统一采用标准化讲解模式:首先剖析工作原理,明晰其运行逻辑;接着介绍特殊功能寄存器,讲解配置要点;最后开展编程实践,掌握实际应用技巧。基于上述“化繁为简”的教学思路,重新规划《单片机原理》课程架构,具体内容详见表 1。

表 1 单片机课程规划(共 48 学时)

| 序号 | 章节名称 | 教学内容 | 理论 | 实验 |
|----|----------|--|----|----|
| 1 | 单片机引入 | 单片机学习方法介绍,学习难点介绍 | 1 | 0 |
| 2 | 单片机工作原理 | 具体介绍单片机是什么,单片机是如何工作的,如何使用单片机 | 5 | 0 |
| 3 | 单片机 IO 口 | 介绍 IO 口原理,以及发光二极管,数码管,按键,矩阵键盘等。编程中循环,变量,子函数,数组,顺序编程思想,模块化编程思想。 | 1 | 12 |
| 4 | 定时器 | 介绍定时器工作原理(方式一),采用查询方式使用定时器,编程中变量,模块化编程 | 1 | 3 |
| 5 | 中断 | 中断原理介绍,定时器使用中断方式时钟编程,模块化编程思想。 | 1 | 9 |
| 6 | 串口 | 串口通讯原理介绍,串口使用,协议概念介绍 | 3 | 3 |
| 7 | 总线 | 总线介绍,总线使用 | 3 | 3 |
| 8 | AD | AD 的使用 | 1 | 2 |
| 合计 | | | 16 | 32 |

针对单片机初学者,实验项目规划同样需秉持“化繁为简”理念,将复杂程序拆解为层层递进的子任务,引导学生逐步实现完整功能,并通过拓展项目任务赋予学生成就感,激发学习兴趣。

以单片机 IO 口编程实验中的流水灯程序为例,可拆解为三个循序渐进的子实验:

(1)静态点灯实验:聚焦 IO 口输出功能的基础应用,帮助学生掌握其基本操作逻辑。

(2)灯闪烁实验

1)编程思维构建:以顺序法编程为核心,阐释 C 语言“将人类自然语言转化为程序语法”的基本逻辑,引导学生将动态过程拆解为静态步骤,用 C 语言语句依次实现。

2)细节认知:解析空语句的功能特性,明晰单片机执行速度与人类感知速度的差异;同时引入循环结构,强调其精简程序、提升效率的作用。

(3)流水灯实验

1)编程深化:强化顺序编程法的实践运用,通过子函数封装重复代码块,突出其简化程序架构、便于代码维护的双重优势。

2)进阶拓展:探索程序优化路径,讲解变量定义时机,并引入数组概念,明确数组适用场景;在此基础上布置乱序流水灯实验,要求学生综合运用顺序编程法,实践数组嵌套技巧,巩固变量与数组的应用要点。

3 学生评价

(1)学号为 2020112000521 的覃正昆同学在课程报告总结中写道:

本学期在曹老师的带领下学习单片机。了解了单片机的基本工作原理,掌握了单片机基本编程方法,收获颇多。

如曹老师所说,不要拿着一个问题就想有多难。写程序,就先把程序要干什么口述一遍,在明白任务后,一步一步推进,一个部分一个部分进行编写,不要想着一下子全写完。写程序不要只是看,光看不做,一定要自己亲手写过,才会理解深刻,才是自己的。

写完程序不要就扔一边去了,要总结反思,存不存在错误和漏洞,有没有更简单的编程方法,可不可以再加些内容。

本次课程激发了我对单片机浓厚的学习兴趣。

(2)学号为 2020112000506 的付一航同学在课程报告总结中写道:

刚开始跟老师一步一步走,对单片机有清楚认知记住四十个脚和八个模块,四组八位 I/O 口、一电源一接地、三个外设口、一个复位引脚、两个时钟引脚;老师教的很有侧重点并且很通俗易懂,实验也很好玩,从点一个灯开始,接着流水灯,到了中断那块我感觉自己是真的断了,有点跟不上了,但是我个人感觉这块是最简单的,也比较容易理解,串口那块也一样,实验仿真都不复杂,总体看来,这节课还是实打实的跟老师学了点知识;同时也发现自身的不足—C 语言快忘光了,基本语法都不清楚了,还是得加强记忆,同时加强代码学习,这也是这节课的一大亮点,完全的自给自足。最后,感谢老师这一学期的辛苦付出!

(3)学号为 2020112000526 文张晨同学在课程报告总结中写道:

在这四周八次课的单片机原理实验学习中,学习时间并不算很长,但在老师的带领下,我对整个单片机的认识和使用有了质的飞跃。下面我将对这段时期的学习进行一下总结。

第一次课老师让我了解了 51 单片机的硬件结构,并让我牢记 51 单片机有 40 个脚,其中有 32 根可编程输入/输出引脚 P0P3,2 根主电源引脚,2 根外接晶振引脚,4 根控制引脚。并且熟知以下八个部分:

①8bit 微处理器(CPU):主要进行算术运行和逻辑控制。

②片内 4KB 程序存储器(4KB ROM):用以可执行程序,只读数据和表格。

③片内 256B 数据存储器(256B RAM):用于存放可读写数据,如算术运行的中间值和最终值等。

④4 个 8 位并行 I/O 口(输入/输出口)P0 ~ P3:每个并行口可以用作输入,也可以用作输出。

⑤2 个定时/计数器:每个定时/计数器可以设置为计数方式,也可以设置为定时方式,计数方式用于对外部事件进行技术。定时方式根据计数或者定时的结果进行相应的周期性处理。

⑥1 个全双工串口通信 I/O 口:用于实现单片机与其他外围设备进行串口通信。

⑦片内振荡器和时钟产生电路:需外借晶振和电容给单片机提供原始时钟。

⑧5 个中断源的中断控制系统。

第一次写的程序是点灯,非常简单,但不管复杂还是简单,每次老师都是一个代码仔仔细细敲出来的,我们也认真地学。老师经常先写一个比较繁琐的代码,然后让我们思考如何改进使程序变得更简洁。所以后来我经常使用 for 语句对需要多次循环的程序进行运用,以及用数组来编写程序。

在动态数码管的显示实验中,一开始我以为数码管显示多个数是同时显示的,但在老师讲解后恍然大悟。动态显示就是每一时刻,只有 1 位的位选线有效,即选中某一位显示,其他各个位的位选线都无效,不显示。每隔一定时间逐位地轮流点亮各 LED 数码管(扫描),由于 LED 数码管的余辉和人眼的视觉暂留作用,只要控制好每位 LED 数码管点亮显示的时间和间隔,则可造成多位同时亮的假象,达到 4 位同时显示的效果。其中,显示每一位数并延时一会后必须要进行消影,P0 = 0x00 是段选清零,P2 = 0xff 是位选清零,都可以起到消影的作用。

接着老师提出问题如何让数字串 123456789 形成闭环,起初自己是改动定义的数组,这种方法并不完美,因为要循环多少次就要在数组里写多少次。后来思索过后,发现可以运用数组的嵌套解决这个问题。这也让我对编程思维有了很大的提高。

在数码管显示按键加减值这个实验中,老师提出如何按一次按键而不造成数码管闪烁的问题。老师说过,如果单片机没有中断系统,就像个傻子一样。确实,在这个实验中就可以运用中断来解决这个问题。因为一开始没有运用中断,数码管扫描函数一直等待按键扫描函数,所以在按按键的时候,会出现闪烁情况(此时暗的瞬间在执行按键扫描函数)。但运用中断后,每次经过 1ms 扫描一个数码管,而按键延时不会对此造成影响,这样就不会出现闪烁情况了。

中断和串口的相关实验让我明白,必须要对相关特殊功能寄存器配置好,否则漏写或者错写一个都会导致编译出错以及仿真运行不了。其中,定时器初值问题就是要在中断子程序中重装初值,老师也教会我使用计算器中的程序员模式可以快速直接显示自己想要的十六进制数,这样也提高了学习效率。

还有要学会模块化思维,这样使自己的程序不仅有条理,容易检查错误,也方便在其他的工程中运用,大大提高效率。

以上就是我的学习心得,虽然学的时间不算很长,但十分充实,我从中学到了许多实用的知识,不仅熟知单片机原理而且编程能力也有了很大的提高。在每次老师讲解后恍然大悟,都是无比兴奋的。在每次自己认认真真敲完程序并且运行成功,都是无比高兴的。在此期间,老师对我们提过许多改进的问题,全都解决了。虽然这次编程考试没有在规定的时间内完成所有要求,但我私下仔细琢磨后成功实现了。那么在以后的学习中,我也要严格要求自己,能不能在改进一点,能不能在优化一下,不断突破,不断成长!

最后,由衷地感谢曹老师这段时期的悉心教导!教学有方!

在本次单片机课程学习中,覃正昆同学领悟到编程需循序渐进、勤于实践与反思,并由此激发学习兴趣;付一航同学在清晰认知单片机硬件结构与功能的同时,也发现自身C语言基础的不足;文张晨同学通过具体实验,深入掌握单片机编程技巧与硬件原理,从硬件认知到各模块实验,不断提升编程思维与问题解决能力。三位同学从不同角度展现出对课程的收获与感悟,反映出该课程在知识传授与能力培养方面的显著成效。

4 总结

为突破《单片机原理》传统单一理论教学的局限,激发学生学习兴趣并提升教学实效,笔者基于自身学习历程与十余年深耕单片机领域的教学经验,创新提出“化繁为简,点燃兴趣”的教学方法,并据此构建了系统的课程安排与实验教案体系。该教学模式经多年实践检验,在教学过程中持续收获学生高度认可。

所谓“化繁为简”,即拆解复杂知识体系与程序架构,将其转化为多个循序渐进的基础知识点与小程序,为学生搭建阶梯式学习路径,助力其轻松掌握单片机原理与编程方法。学生在掌握核心知识后,通过完成适配的实践项目,将理论应用于实际问题解决,进而激发学习热情。这一教学方法不仅在《单片机原理》课程中成效显著,其核心理念与实施策略同样适用于其它实践性强的专业课程,具备广泛的推广价值与应用潜力。

[参考文献]

- [1] 崔凤英,樊春玲,周春丽. 单片机课程设计教学改革探究[J]. 大学教育,2023(4):56-58.
- [2] 石飞,周燕云,陈娟,等. 面向解决复杂工程问题能力培养的单片机实践教学案例设计[J]. 实验科学与技术,2022,20(5):66-70.
- [3] 许晓飞,吴迎年,陈启丽,毛柯评,陈帅. 类比迁移学习法在工程实践课程中的应用探索与实践[J]. 计算机教育,2023(7):115-118.
- [4] 王向玲,石晓玲. 单片机实践中串行通信电路的设计及仿真[J]. 吕梁学院学报,2022,12(2):30-33.
- [5] 梁会军. 单片机课程项目化的改革与探索[J]. 教育教学论坛,2022(43):37-40.

“项目驱动 + 沉浸实践”双链耦合型 化学生物学实验教学模式探索与实践

包 婷

(湖北大学 化学化工学院,湖北 武汉 430062)

摘 要:本研究结合当前跨化学生物学专业人才培养需求,以项目制课程实施为基础,横跨化学、生物、材料三个学科,整合基础训练、综合训练、创新训练三个层次,探索情境化实验教学在化学生物学专业人才培养中的深度应用。锚定化学生物学专业人才培养强调的实验、设计、实践等关键能力,利用教师科研项目充实原有的实验教学课程形成相互耦合的项目制课程链,优化整合原培养方案中实践性教学环节,构建符合认知规律的沉浸式实验教学平台。通过探索“项目驱动 + 沉浸实践”双链耦合型实验教学模式在人才培养中的创新应用,为化学生物学专业建设、实验教学改革和人才培养提供借鉴。

关键词:化学生物学;项目驱动;沉浸实践;双链耦合;实验教学改革

近年来,全球科技创新进入空前活跃时期,围绕科技制高点的竞争日益激烈,引发了学习思维方式、教育教学形式、科学研究范式的深刻变化。为应对这一变革,我国教育部在 2023 年明确提出要面向国家重大战略需求,重点加强理工农医等关键领域紧缺人才培养,通过深化教育、科技、人才三位一体协同发展,全面提升人才自主培养质量。作为 21 世纪最具发展潜力的交叉学科,化学生物学在培养复合型创新人才方面具有独特优势,实验教学作为本科人才培养的关键环节,是激发创造思维、培育科学精神的重要载体。因此,化学生物学实验教学的改革创新对提升人才自主培养质量具有重要意义。

1 化学生物学实验教学现状

目前,化学生物学专业人才培养主要存在着以下几个问题:(1)实验教学资源建设难以同时兼顾理论基础、技术方法与应用实践,无法适应学科快速发展的需求;(2)课程结构和设置等仍存在墨守成规的现象,不同学科之间的专业壁垒仍需进一步打破,需要深入融合化学、生物学、材料学等专业的前沿理论与知识;(3)现有的实验教学模式主要为教师主导,导致学生在实验中的依赖性较大,主动性不足,欠缺发现问题、解决和升华问题的能力。上述问题限制了化学生物学专业创新型人才培养的效果,导致学生缺乏对学科前沿创新知识的理解与掌握。当前,国际一流大学普遍采用科教融合的发展路径,通过系统性整合科研优势

与教学资源,实现人才培养与科技创新的良性互动。因此,亟需对实验教学模式、实验教学资源资源配置等方面进行改革,实现科学资源与教育资源、研究资源与教学资源的跨界纵横协同,推动高质量教育、高素质人才、高水平科创相互贯通。

2 双链耦合型实验课程模式设计思路

着眼高校化学生物学专业人才培养与科技创新供需不匹配的结构矛盾,需要不断完善育人机制。一方面,对实验教学项目进行系统化设计,在原有实验课程的基础上,增加设计型、创新型实验的比重,提升学生自主探索和创新思维能力;另一方面,深度融合不同学科的知识特点,设计跨学科的综合型实验项目,提升学生解决复杂问题的能力。通过创新的教学模式促使学生在学习和实践过程中运用知识迁移建构新知识、新技能,加快培养素质优良的创新型人才队伍。具体设计思路如下:

2.1 CDIO - OODA 教育模式的引入

CDIO - OODA 教育模式以构思(Conceive)、设计(Design)、实现(Implement)和运作(Operate)为主体,进一步结合 OODA—观察(Observe)、确认(Orient)、决策(Decide)、执行(Act),其目标是实现学生在专业技术能力、自主学习能力、工程实践能力和创新应用能力四个方面的全面提升。因此,在充分利用高校实验室载体的基础上,增设任务实训、强化能力培养等内容,将理论教学与实践教学有机结合,构建跨学科的“项目驱动+沉浸实践”双链耦合型实验教学模式,利用理论-实践-创新三位一体实施教学实现化学生物学专业人才的系统化培养,使学生在基础知识、个人能力、团队能力和工程系统能力四个方面得到全面训练和提高。基于 CDIO - OODA 模式的实验课程总体框架如图 1 所示:

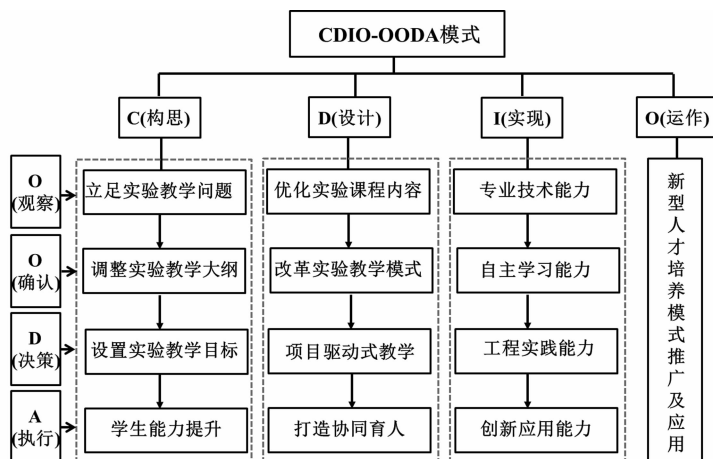


图1 CDIO - OODA 视域下跨学科“项目驱动+沉浸实践”实验教学模式总体框架

2.2 多维度项目制实验教学内容设计

依托湖北大学化学生物学专业现有教学平台资源,构建“基础-设计-创新”多层次递进式实验教学体系,充分发挥化学、生物、材料等多学科交叉优势,通过系统性整合教学资源与创新教学方法,实现了学生专业能力与创新素质的协同培养。在教学内容方面,形成了特色鲜明的项目制教学模块(图2)。基础型实验以规范化训练为核心,通过标准化操作流程培养学生严谨的科学态度;设计型实验采用问题导向模式,重点提升学生的工程实践能力;

创新型实验对接学科前沿,基于教师科研项目设置开放课题,鼓励学生开展探索性研究。三个层次循序渐进,形成完整的培养链条。在教学实施过程中,采用“学生主体、教师引导”的双向互动机制:学生全程参与实验方案设计、调研任务实施及教学案例开发等环节;教师则侧重任务设计、过程指导和成果提炼等辅助工作。多维度项目制实验教学内容设计可以有效提升学生的专业技能和创新素质,为培养适应社会需求的多元化人才提供了新路径。

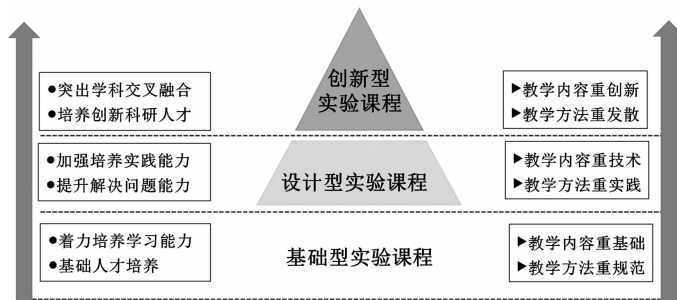


图2 多维度项目制实验教学内容设计

3 “项目驱动 + 沉浸实践”教学模式的构建

本研究构建了以跨学科融合为特色的新型实验教学模式,以项目制课程实施为驱动,探索情境化实验教学在化学生物专业人才培养中的深度应用。通过整合高水平科研成果与教学方法,重构实验教学内容体系。通过学科交叉融合与实践能力培养的有机结合,有效提升了学生的综合创新能力和解决复杂工程问题的实践水平。主要包括以下内容:

3.1 跨学科项目制实验课程设计

跨学科项目制课程的设计遵循以下原则:一是前沿性与交叉性并重,选取学科交叉融合的创新课题;二是適切性原则,根据学生认知水平和接受能力进行梯度设计;三是可操作性保障,确保实验条件满足教学需求。项目制实验课程具有多元化和层次性建设,既包含基础验证性实验,同时设置综合设计性和创新研究性项目,形成创新性实验教学体系。在具体实施路径上,教学团队基于专业培养方案,深入剖析实验课程在专业学习体系中的定位与功能,通过对照毕业要求指标点,精准设计教学内容和能力培养目标。在项目选择方面,本研究充分整合团队在研的多个国家级科研项目资源,包括:(1)金属纳米簇-核酸适体生物传感界面构建及其疾病诊断应用;(2)单颗粒电化学碰撞检测技术开发;(3)Cu基串联催化剂的可控构筑研究;(4)上转换纳米探针介导的靶向蛋白降解技术等前沿课题。通过对这些科研项目的教学化改造,提炼形成具有创新性的实验教学模块(图3)。

3.2 沉浸式实践平台构筑

以专业核心课程的知识要求和能力培养目标为导向构建项目制实验教学体系,将学科知识融入实践情境,提升学生的参与感和获得感,构筑沉浸式实践平台。如图4所示,依托教师承担的科研项目和科研成果,设计横跨化学、生物、材料三个学科的综合实验项目,并涉及到分析传感、有机合成、电催化、生物成像等热门研究领域,对学生的实验技能进行综合训练。对于设计型实验,教师只提出实验要求和任务,由学生自己设计实验方案、选择仪器试剂、确定实验方法步骤,着重培养学生独立解决实际问题的能力、创新能力以及组织管理能力。对于创新型实验,项目体现了实验内容的自主性、实验结果的未知性、实验方法的探

索性,选题突出当前相关学科的最新研究或前沿课题。对于综合型实验,旨在培养学生查阅资料的能力、实验操作能力、数据处理以及综合分析能力。这种沉浸式实践教学模式实现了从被动接受到主动探究的转变,使“知识掌握-知识应用-知识创新”的培养链条得到实质性强化,为创新型人才培养提供有效路径。

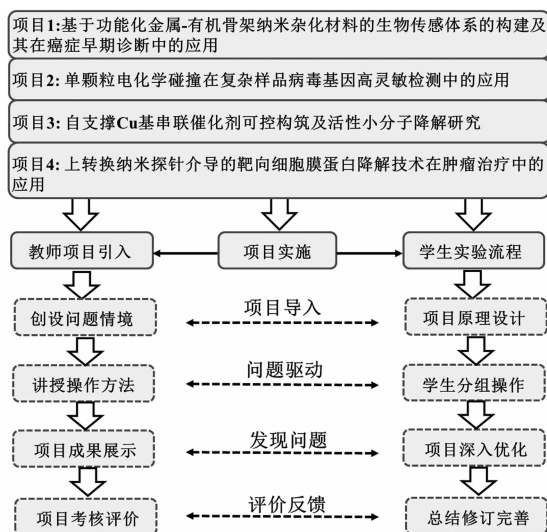


图3 跨学科项目制实验课程设计

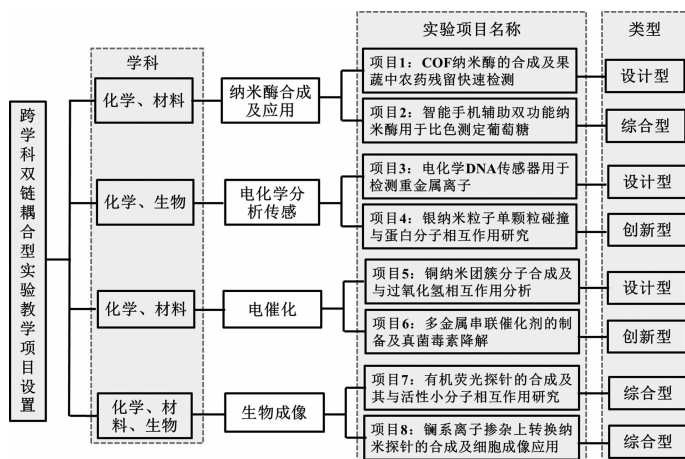


图4 双链耦合型实验教学项目设置

3.3 多元化考核机制的建立

为全面评估学生在实验教学中的综合表现,构建了多维度的考核评价体系。考核机制如表1所示:基础知识层面通过阶段性测试、课堂表现、预习报告等形式,系统评估学生对专业理论知识的掌握程度(占比40%);通过综合实验设计、案例研讨和小组汇报等实践环节,重点考察学生的实践操作能力和团队协作能力,通过小组互评和教师评分进行评价(占比30%);利用CDIO-OODA全过程能力评价体系,从课前测试、课堂表现、实践操作及问题分析等多维度进行综合评价(占比10%);最后,要求学生提交完整的研究报告,教师依据报告内容的完整性、创新性、逻辑性等指标进行量化评分(占比20%)。该评价体系既关注最终

成果,又重视学习过程,通过多元评价主体和多样化的评价方式,全面反映学生的知识、能力和素质发展。

表1 多维度考核机制

| 考核内容 | 评分标准 | 评价人 | 占总成绩百分比 |
|---------------------|-------------------------------|-----------|---------|
| 基础知识 | 课前测试、对实验理论知识掌握程度 | 任课老师 | 40% |
| 综合实验设计及实践 | 项目构思创新性、技术路线可行性、开题报告完成情况、实践操作 | 小组互评、任课老师 | 30% |
| CDIO - OODA 全过程能力评价 | 项目各部分完成度、课堂表现 | 任课老师 | 10% |
| 研究报告 | 问题分析、实验总结、收获与展望 | 任课老师 | 20% |

4 “项目驱动 + 沉浸实践”教学模式的初步实践情况

“项目驱动 + 沉浸实践”双链耦合型教学模式在实际应用中,初步获得了师生群体的积极反馈。从教师视角来看,实验指导教师对该教学模式展现出高度的认同感,多位教师指出这种模式打破了传统实验教学中学科知识碎片化的局限,通过精心设计的项目制实验内容,实现了多学科知识的有机串联与深度融合,学生在完成项目的过程中可以系统性地提升创新思维和实践应用能力。通过对参与学生的深度访谈发现,与传统实验教学模式相比,该实验模式呈现出三个显著特征:首先,在教学内容方面,受访学生认为项目任务具有更高的挑战性,需要综合运用多学科知识解决问题;其次,在教学过程方面,学生反馈实验项目周期明显延长,各环节紧密衔接,对实验操作的规范性和准确性提出了更高要求;最后,在能力培养方面,该模式特别注重锻炼学生的耐心和细致程度,学生表示自身的科研素养得到了提升。从整体实施效果来看,“项目驱动 + 沉浸实践”双链耦合型教学模式在培养学生创新能力和实践技能方面展现出独特优势,为化学生物学实验教学改革提供了有益参考。

5 结语

本研究通过构建“项目驱动 + 沉浸实践”双链耦合型实验教学,推动项目式、情景式和研究型教学在化学生物学专业人才培养体系的深度探索与实践。充分整合学校的课程平台和资源,将学科前沿创新成果引入实验教学构建了循序渐进的实践能力培养体系。通过将理论知识、实验操作、实践训练等教学内容一体化集成,实现实验教学课程与学科前沿研究内容衔接,共建教学科研共享的实验教学模式。该模式有助于构建跨学科实验教学新生态,能够促进学生建立系统化的专业知识框架,掌握综合实验技能和科研方法,形成批判性思维和解决复杂问题的能力,进而全面提升化学生物学创新人才自主培养质量。

[参考文献]

- [1] 黄福涛. 科技变革时代下现代大学的使命与责任:历史演变与国际比较[J]. 江苏高教,2024(5):21-23.
- [2] 瞿振元. 教育、科技、人才一体化与高等教育变革[J]. 中国人民大学教育学报,2024(2):5-13.
- [3] 蔡菲,秦小雨,贺利贞,等. 交叉学科基础课教学实践——以化学生物学为例[J]. 大学化学,2023,38(12):32-37.

- [4] 舒广文.“化学生物学实验”课程教学改革探索[J].高教学刊,2017(6):69-70.
- [5] 董永军,尹冬梅,郭景富.新工科与“双碳”背景下新能源转换技术的科教融汇探索与实践[J].科教文汇,2024(15):59-62.
- [6] 卢晓中,王婧.新质生产力发展视域下科教融汇促进拔尖创新人才培养[J].江苏高教,2024(8):13-24.
- [7] 朱权洁,梁娟,王奕,等.基于CDIO的工科类学生创新能力培养探索与实践[J].中国现代教育装备,2024(9):90-93.
- [8] 高枫,石文兵,郭晓刚,等.CDIO理念下化学工程基础课程教学理论探索与实践[J].高教学刊,2024(4):101-104.

高校校园基础空间数据标准化研究与实践

李俊峰 郑毅力 刘晓兰 严帆

(华中科技大学 网络与信息化办公室,湖北 武汉 430074)

摘要:为实现校园数据可视化,提升校园整体运行效率,许多高校已开始着手设计和构建基于位置服务的数字孪生虚拟校园。其中规范统一的校园基础空间数据集是凝聚数字校园全域信息资源库的纽带和数据基础,通过构建基础空间数据库,清洗存量空间数据,建设地址填报系统,形成完善、准确、有序的虚拟校园数据可视化能力。最后介绍了华中科技大学对数字校园信息资源可视化进行的探索与实践。

关键词:虚拟校园、位置服务、数据可视化、校园基础空间数据集、空间数据治理

当下正处于一个信息爆炸的时代,数据已经成为各种机构和单位决策的重要依据,在高校中也是如此,教学、科研、行政等各方面都需要大量数据来支持决策和创新。然而,随着数据不断增多,数据之间的交流变得越来越困难,数据孤岛的现象也日益普遍,很多宝贵的信息无法被充分利用。这种状况不仅仅影响了数据的应用和价值,同时也给学校的教学质量和科研水平发展带来了一定的挑战,也限制了学校管理的效率和决策的科学性。

在高校众多的信息系统中常常会涉及到空间数据,其普适性恰好是打破数据孤岛,促进数据交流和共享,挖掘、发现隐藏在业务系统数据背后的关联关系,贯穿全校各个业务系统的枢纽。

1 基础空间数据标准建设的痛点与难点

校园基础空间数据通常包括三个主要部分:校园基础地理信息、房产空间信息和地名地址信息。其中,地名地址信息用于记录校园内建筑物、办公区域和教学区域等的详细位置和地址,是几乎所有校园信息系统必不可少的基础地理信息数据。准确、规范、统一的地名地址信息对于校园管理和维护至关重要,包括位置定位、校园规划和服务设施布置等方面的工作。然而,地名地址数据的应用仍然存在以下明显的技术问题。

1.1 地名地址多态性

地名地址信息与其表达的地理位置之间存在严重的多对一现象,即同一个地理位置可能有多种表达方式,这即是地名地址多态性。这一现象的背后可能有多种原因,首先,同一地点在不同的时间由于历史、地理或政治等因素的影响存在不同的名称。其次,不同人群受到文化、语言等因素的影响可能使用不同的名称来表达同一地点。再次,同一地点在不同领域可能会有不同的名称,比如行政区划、地理特征、商业区域等,这也会导致地名的多样性。

最后,同一地点在不同场景下可能具有不同的名称,比如在日常生活中、学术讨论中或者旅游指引中。

1.2 标准地名地址未规范统一

高校各个业务部门信息系统都或多或少包含地名地址数据,由于其多态性的客观存在,在各业务系统中,与基础地理位置相关的信息填报极其不规范。由于学校没有建立起一套满足校园实际需求的标准地名地址数据标准,各类地理要素数据没有统一规范的命名规则,没有对如何管理以及使用这些数据制订切实可行的管理办法,导致业务部门在建设业务信息系统时对标准地名地址数据信息无法进行有效规范与制约。因此,建设一套符合高等学校实情的地名地址数据规范,建立详实准确的地理要素地名地址数据信息是改善这种状况的必要条件。

1.3 存量校园地名地址数据难清理

校园中,地名地址信息的来源多种多样,可能来自设备管理系统、家具管理系统、后勤物业管理等多个数据源,每个数据源的地名地址信息都有着各自不同的格式、标准和精度。这意味着在进行数据集成与清洗时会面临相当大的挑战。由于不同数据源之间的差异性,需要综合考虑如何统一不同格式的数据、对齐不同标准的信息以及纠正不同精度的数据。数据集成难度大主要体现在需要对这些不同源的数据进行整合与清洗,以确保最终的数据能够准确、完整地呈现出地名地址信息。

2 标准地名地址数据建库技术规范与运维系统设计

为深度挖掘和发现隐藏在业务系统数据背后的关联关系,首先必须制定了一套标准地名地址数据建库技术规范,作为对同一地理实体要素进行描述的理论指导,同时设计一套标准地名地址数据运维管理系统,对标准地名地址数据的采集、制作、维护进行有效管理,保证校园地名地址数据的准确性、完备性和现势性,并协助业务系统对用户输入的地名地址进行统一限制、清洗业务系统中的存量地名地址数据,将其转换成标准地名地址数据,保证数据的一致性。

2.1 标准地名地址数据建库技术规范

地名地址数据是构建学校地理信息数据框架的重要组成部分,是对地名、地址信息的结构化描述与标识。其以坐标点位的方式描述某一特定空间位置上自然或人文地理实体的专有名称和属性,是专业或社会经济信息与地理位置信息通过标准地址匹配进行挂接的媒介与桥梁。

2.1.1 术语解释

1) 地名

人们对各个地理实体赋予的专有名称。

2) 标准地名

使用规范的自然语言文字书写,具有一定生命周期,并经过主管部门认可的地名全称。

3) 地名别名

地理实体标准地名之外的其他现行名称。

4) 标准地址

使用规范的自然语言文字书写,符合标准命名规则,包含完整层次关系,具有一定生命周期,并由主管部门确定的地理实体的位置结构化描述。

2.1.2 标准地名地址数据库设计

参考国家和地方的建库规范,根据高等学校地理位置信息的实际应用需要,将准地名地址数据分为三个层次,分别为:区域地址、建筑物地址和房间地址。

标准库的核心数据字段是完整保存地址的文字名称,时间特征,地理空间位置和层次关系的必备的最小字段集合。共有五张数据表:区域地址属性表、建筑物地址属性表、房间地址属性表、层属性表和地名属性表。在区域地址属性表中可以将校区划分为多个区域且区域之间可以存着包含或隶属关系;建筑物地址属性表中每条记录只能隶属于一个区域,同时包含了建筑物的基本属性;房间地址属性表中的每条记录也只能隶属于一个建筑物,同时包含了房间的基本属性;地名属性表是用来存储区域、建筑物和房间的别名信息,与标准地名地址关联。数据库结构逻辑模型如下图所示:

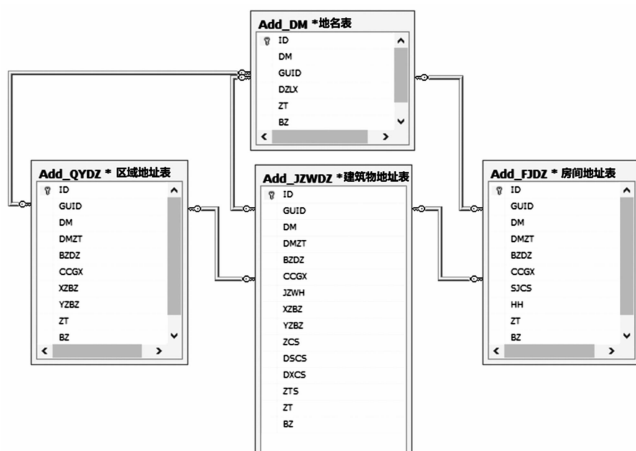


图1 数据结构逻辑模型

层属性是建筑物楼层信息的集合,方便房间信息的组织和展示。

别名作为标准地址数据集的补充,建立别名与标准地址关联,用以实现从别名到标准地址的快速检索。

2.2 标准地名地址运维系统功能组成及设计实现

2.2.1 标准地名地址数据维护管理功能

随着学校的发展与建设,校园内每年都会有大量的建筑物被拆除,又会修建新的建筑物、构筑物,同时由于校园文化的变迁,各类地理实体也存在更名、集成、补漏的情况,标准地名地址数据集并不是一成不变的,是具有生命周期的,所以标准地名地址数据集必须随着校园面貌的变迁、校园文化的发展进行更新,以保证数据的准确性、完备性和现势性。

地名地址数据的更新,包括新增地址的获取、错误地址的修改和现今地址的废弃三个过程。

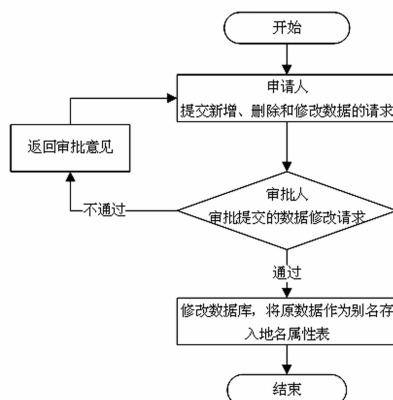


图2 标准库数据运维流程

“申请人”为各个地理实体的主管单位,“审批人”为校园文化主管单位。当校园内某个地理实体名称需要进行变更时,首先由该地理实体主管单位确定变更后的名称,呈报校园文化主管单位进行审批,审批通过,则修改标准数据库中词条数据,并将该词条作为曾用名存入地名属性表,完善别名数据集;审批不通过,则由地理实体主管单位按照审批意见重新确定符合校园文化导向的名称后,重新提交审批。

2.2.2 地名地址数据填报管理功能

为防止各个业务系统地名地址数据录入过程中出现对同一地理实体出现描述不一致的情况,必须提供统一的数据录入管理工具,用户的数据输入必须受到严格限制。数据填报管理功能在 ArcGis 构建的校园二维地图上完成了所有地理要素的标准名称标注挂接,并利用 ArcGis 由图查属性的功能,实现用户直观的在地图上选择建筑物完成数据填报。同时该功能还提供搜索下拉框用于选择地址数据,达到可靠数据录入的目的。

2.2.3 存量地名地址数据清洗匹配功能

高等学校已建成的各业务信息系统中,或多或少都会记录与地名地址相关的信息,比如设备资产的存放地、AP 设备的安装地址、消防设施设备的存放地址等。经过多年的运行使用,已经积累下了大量的数据资产,其中未经规范标准的地名地址数据已达数百万条。以设备管理系统为例,用户在填写存放地数据的时候,对于同一地理要素实体“南一教学楼”出现了多种不同的描述,比如:“南一楼”、“南1楼”、“南一”、“N1”等;要将这些业务数据清晰的在虚拟校园中展现出来进一步加以分析,必须对存放地址数据进行清洗,规范统一成为标准的地名地址数据,才能跟地理实体一一对应起来。

地址匹配是指输入地址字符串,按照本地地址约束规则,经过算法匹配数据空间坐标输出符合规则的地址字符串的过程,存量地名地址与标准地名地址数据清洗匹配功能,为业务系统中每一条地名地址数据匹配得到一条最接近的标准地名地址,用户登录标准地名地址数据运维管理系统,查看系统匹配结果,若匹配结果为所期望的地址,用户只需点击确定即可完成该条数据清洗;若匹配结果与用户实际需要的地址不一致,则须用户自行选择存放地址,完成数据清洗。流程如图3所示。

其中存量地名地址清洗流程主要步骤包括:

输入地名地址;

数据标准化,步骤主要包括如下两个内容:

若输入数据中含有拼音字母,则通过拼音库将拼音精确匹配并根据拼音前后环境转换成标准的汉字;

若输入数据中含有阿拉伯数字,解析获取到的数字是否是楼栋数字,是则将阿拉伯数字转为汉字数字;

数据精确匹配,将规范化的地名地址与标准地名地址标准进行匹配,若成功匹配到标准地名地址数据,则将其作为结果进行记录输出;若未能成功匹配到标准地名地址数

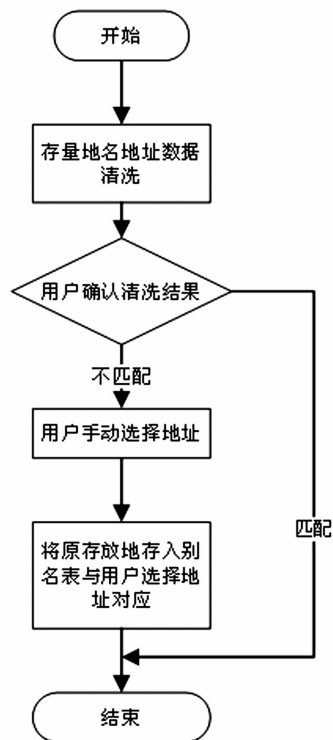


图3 存量地名地址数据清洗流程图

据,则继续进行下一步数据混合模糊匹配;

数据混合模糊匹配,利用 Edit Distance 算法得到匹配结果 M1, Jaro Winkler 算法得到匹配结果 M2, N - Gram 算法得到匹配结果 M3;将得到的结果赋以不同的权重值, M1 计 3 分、M2 计 4 分、M3 计 3 分,得分最高的结果为最终匹配结果。

3 华中科技大学的实践

华中科技大学以“十三五”信息化发展规划为归依,为建设安全、绿色、先进的信息化基础设施,运用互联网思维建设推广各类信息化应用,推进信息技术与教育教学的深度融合,由网络与信息化办公室联合网络与计算中心设计和建设了智慧华中大“一张图”工程。“一张图”工程为打通校内主要信息系统,推进跨部门、跨系统的整合,逐步消除“信息孤岛”,对标准地名地址数据库与运维系统建设进行了实践。

3.1 标准地名地址数据建库

华中科技大学房产管理部门对全校区建筑物进行了面积测绘测量,其中既包括每栋建筑物的面积,也包括每个建筑物基本单元的面积测绘,同时采集了每栋建筑物的结构、建成年份、设计使用年限、安全状况、电梯状况等信息;采集了每个建筑物基本单元的面积、位置、形状、使用者、管理者等信息,对每栋建筑物建设形成了准确、完备的楼盘信息表。

智慧华中大“一张图”工程以上述房产楼盘信息表为基础,参考在线地图、城镇地籍数据和地名委员会发布的数据,完成了地名地址文字信息的采集工作,并通过外业测绘,利用纸质或电子影像地图、地形图等手段和资料,收集了地址的准确地理位置信息,建设了完备的标准地名地址数据集。

3.2 标准地名地址运维系统

3.2.1 标准地名地址数据维护管理

智慧华中大“一张图”数据维护管理设置了 3 个用户角色对标准地名地址数据集进行维护更新,分别为:单位公房管理员、单位房产分管负责人以及校园文化建设委员会。

单位公房管理员负责管理各自单位房屋资产数据的标准地名地址数据,当地名地址数据需要变更时,由单位公房管理员提交变更申请,经单位房产分管负责人审批通过后,报请华中科技大学校园文化建设委员会审核,若审核通过,变更的数据即为现行的标准地名。校园文化建设委员会对建筑物地名地址数据负主要管理责任,并定期向全校公布变更后的结果。

3.2.2 地名地址数据填报管理

智慧华中大“一张图”工程数据填报管理功能可以嵌入到已建信息系统或者正在建设的信息系统当中,替换原系统的地址数据输入框,将地址选择结果作为输出反馈给信息系统,规范新的数据信息录入,使新的地名地址数据与标准库保持一致,满足标准地名地址数据录入的要求。系统截图如下。

3.2.3 存量地名地址数据清洗匹配

华中科技大学实验室与设备管理处为推进和完善我校仪器设备管理信息化,实现对国

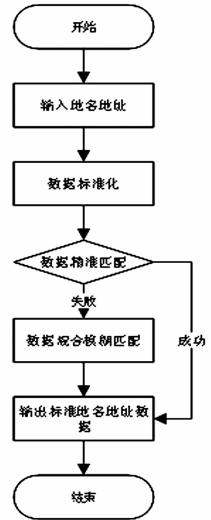


图4 存量地名地址数据清洗流程图

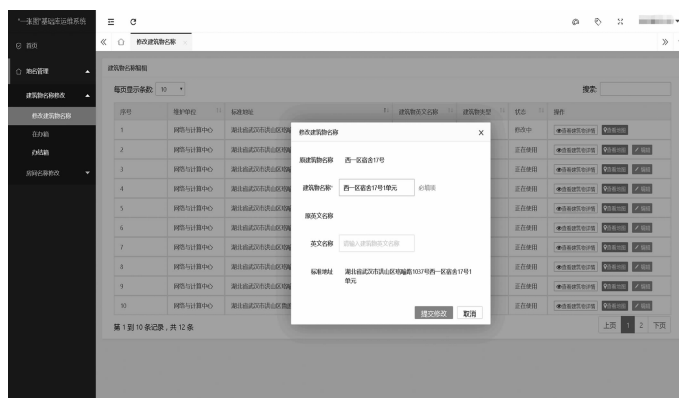


图5 公房管理员管理界面截图

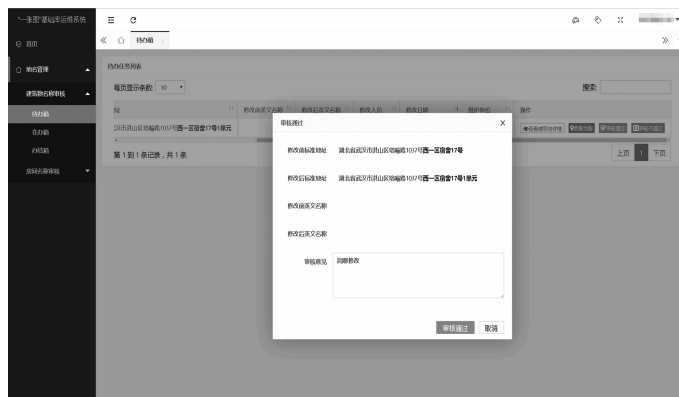


图6 房产分管负责人管理界面截图

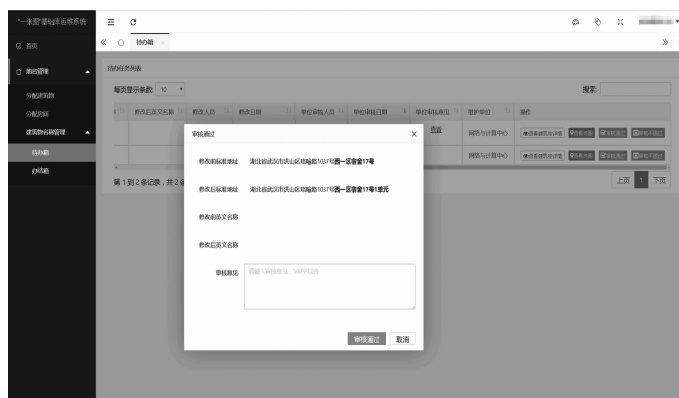


图7 校园文化管理委员会管理界面截图

有资产的动态监管,加强对国有资产的运行情况分析,建设了华中科技大学设备管理系统。设备管理系统要求每台仪器设备均应落实使用单位和领用人,领用人须负责本人所领用仪器设备的日常管理,及时对购置或领用的新仪器设备申请验收建账。这就意味着每一台仪器设备的存放地信息是由各自的领用人所填写维护,由于设备管理系统在建设时未对存放地信息录入进行约束,导致存放地信息千奇百怪,实验室与设备管理处的管理员难以摸清设备的实际存放地址。



图 8 地名地址数据填报管理功能截图

基于上述情况,为将资产与标准地名地址信息进行联动,改造其关联关系,实现资产存放地实名制,智慧华中大“一张图”工程存量地名地址数据清洗功能以设备管理系统为清洗对象,对设备存放地数据进行了 3 轮数据清洗。下表为清洗结果统计:

表 1 设备存放地数据清洗匹配结果

| | 设备建账 入库时间 | 数据量 | 去重后 数据量 | 匹配成功 数据量 | 新增别名 数据 | 匹配率 |
|-----|---------------------|--------|------------|-------------|------------|--------|
| 第一轮 | 20200101 ~ 20210430 | 26908 | 6704 | 2870 | 2183 | 42.81% |
| 第二轮 | 20170101 ~ 20191231 | 73597 | 13307 | 9852 | 2314 | 74.04% |
| 第三轮 | 20100101 ~ 20161231 | 142817 | 16944 | 13076 | 1221 | 78.33% |

设备存放地数据第一轮清洗过程选取了 2020 年 1 月 1 日至 2021 年 4 月 30 日建账入库的 26908 条设备数据为目标对象,去除重复存放地数据后得到 6704 条唯一值,将唯一值与标准地名地址数据进行匹配比对后,成功得到领用人认可的数据有 2870 条,匹配成功率 42.81%,并建立了 2183 条地址别名数据。第二轮数据清洗选取了 2017 年 1 月 1 日至 2019 年 12 月 31 日建账入库的 73597 条数据为对象,利用新建的地址别名数据使得匹配成功率提升到了 68.93%,并新增了 2314 条地址别名数据。第三轮数据清洗选择了 2010 年 1 月 1 日至 2016 年 12 月 31 日建账入库的 142817 条数据为对象,去除重复值后得到 16944 条唯一值,匹配成功 13076 条,匹配成功率提升到了 78.33%。

回顾三轮清洗过程,第二轮数据清洗成功率较第一轮提升了近 31%,原因在于新增了大量建筑物别名数据,依靠这些建筑物别名数据,存放地首先与建筑物对应,数据条目中除去建筑物内容以后,房间号的匹配相对变得容易。第三轮匹配后,仍有近 22% 的数据无法匹配,原因在于这些数据绝大部分都是无法通过房间定位的数据,比如校外地址、室外地址、建筑物内走廊、大厅等公共区域地址等。

系统功能界面如图 9 所示。

| 存放地 | 手动匹配地名 | 标准地名 | 操作 |
|-------------|--------|-----------|--------------------|
| 南一626 | | 南一教学楼626座 | 应用标准地名 / 手动匹配 历史记录 |
| 南一栋529中 | | 南一教学楼529座 | 应用标准地名 / 手动匹配 历史记录 |
| 南一栋529中 | | 南一教学楼529座 | 应用标准地名 / 手动匹配 历史记录 |
| 南一栋东南404 | | 南一教学楼404座 | 应用标准地名 / 手动匹配 历史记录 |
| 南一栋东南404 | | 南一教学楼404座 | 应用标准地名 / 手动匹配 历史记录 |
| 南一栋222 | | 南一教学楼222座 | 应用标准地名 / 手动匹配 历史记录 |
| 南一栋422 | | 南一教学楼422座 | 应用标准地名 / 手动匹配 历史记录 |
| 南一栋422 | | 南一教学楼422座 | 应用标准地名 / 手动匹配 历史记录 |
| 南一栋422 | | 南一教学楼422座 | 应用标准地名 / 手动匹配 历史记录 |
| 南一栋中201实验中心 | | 南一教学楼201座 | 应用标准地名 / 手动匹配 历史记录 |

图9 存量地名地址数据清洗匹配系统截图

4 结语

规范统一的校园基础空间数据集是高等学校最重要的信息资源之一,是数字校园建设的关键基础数据,是凝聚数字校园全域信息资源库的纽带。在高校庞杂纷繁的场景中,以校园基础空间数据标准为基础,对历史业务数据进行统一清洗,对新增业务数据录入进行统一约束,使业务数据地名地址字段与标准地名地址数据保持一致,才能为科学管理、决策分析提供依据与技术支持。基础空间数据服务不仅仅要为用户和其他应用提供高质量的标准地名地址数据服务,也要增强大局意识、主动出击,提供优质的数据规范化基础应用服务帮助各部门解决问题,方可平稳健康发展,迎接新时代高校信息化工作的机遇与挑战,提升高校的信息化治理水平。

[参考文献]

- [1] 唐权,吴勤书,曹全龙. 空间 ETL 技术在省级标准地址库建设中的应用研究[J]. 测绘通报,2013(5): 80-83.
- [2] 张志军,邱俊武,亢孟军,毛海辰. 城市地址模型概念框架的关键问题[J]. 测绘通报,2018(9):96-102.
- [3] GB/T 18521-2001,地名分类与类别代码编制规则[S].
- [4] GB/T 35648-2017,地理信息兴趣点分类与编码[S].
- [5] CH/Z 9002-2007,数字城市地理空间信息公共平台地名/地址分类、描述及编码规则[S].
- [6] 刘桂锋,钱锦琳,卢章平. 国内外数据治理研究进展:内涵、要素、模型与框架[J]. 图书情报工作,2017,61(21):137-144.
- [7] 黄泽纯. 基于 ArcGIS 平台的 GIS 实践教学[J]. 实验室研究与探索,2010,29(01):56-58.
- [8] DANIEL W. GOLDBERG, JOHN P. WILSON, CRAIG A. KNOBLOCK. From Text to Geographic Coordinates: The Current State of Geocoding[J]. URISA Journal,2007.
- [9] 姚路. 中文分词算法在地址标准化清洗中的应用[J]. 中国高新科技,2020(20):126-128.
- [10] 王士贤,于俊清,吴驰. 高校信息化建设与管理. 制度篇[M]. 华中科技大学出版社:武汉,2021:3-33.
- [11] 胡刚,张淑玲. 地名地址数据建库方法研究与实现——以常德市为例[J]. 测绘地理信息,2020,45(5):117-120.
- [12] 王际桐. 地名国家标准化[J]. 语文建设,1998(1):2-5.

高校实验室管理平台开发研究

李琼 刘先明

(长江大学机械工程学院 湖北 荆州 434023)

摘要:随着社会的不断进步,各行各业对人才的要求也越来越高,所以高等教育也越来越注重学生的全面培养,逐渐加大实践教学的发展,实验室是实践教学的重要基地,其建设管理应该顺应发展的需要,为全面培养学生提供大力的支撑条件。本文对高校实验室管理平台的开发研究,可以有序地,高效地对实验室各项事务进行管理,保证实验室的功能最大化,为高校培养全能型人才提供了有力保障。

关键词:实验室;管理平台;开发研究

1 前言

在当前蓬勃发展的网络e时代,互联网已经运用到各个领域,也给各个行业的发展带来了质的飞跃。高校实验室是进行教学、科研、创新与实践的重要基地,其建设与管理水平直接关系到人才培养的质量问题。随着国家高等教育的不断发展,各大高校的办学规模也在不断的扩大,实验室是衡量一所高校实践教学资源硬件不可缺少的部分,是本科审核评估指标体系的一部分。对于实验室经费的投入也在不断的加大,然而提高实验室管理水平是高校解决的一大问题。

我校实验室与国有资产管理处建立的资产综合网络管理系统虽然已经覆盖了全校实验室的管理,但是由于学校院系较多,学校管理实验室所配备的人员不足,加上与学校各院实验室管理人员的沟通较少,交流不畅,管理比较困难以至于实验室设备闲置率高,利用率低;实验室人员资质差;实验室耗材使用不当,浪费大等一系列的问题。所以,顺应“双一流”大学建设的要求,致力于应用型人才的培养,提高实验教学质量,加强高校实验室的建设与解决高校实验室的管理问题迫在眉睫。

2 我校实验室管理存在的问题

我校实验室管理现阶段的主要问题是实验室管理系统不足,学校的实验室管理系统只能针对实验室的较大仪器设备的管理,以及实验教师的通用培训等对整个学院的实验室进行大体的管理,而各院的具体的仪器设备、材料、工具、人员专业培训等管理往往都是鞭长莫及。问题主要表现在一下几个方面:

2.1 信息不对称,资源利用率不高

学校尚未建立资源共享平台,各实验室的基础资料管理混乱,数据查询不方便,资料保

存不完整,造成了校、院之间的信息不对称。部分实验室存在设备闲置,开放率低,存在资源浪费问题。资源配置上缺少一套完整的实践教学体系和长效管理机制,在一定程度上阻碍了学校实践教学的高质量发展。

2.2 实验室耗材管理落后

实验室耗材是实践教学不可或缺的一部分,我校实验室耗材没有进行统一管理,出入库及领用等,没有一个动态数据表,无法随时掌握各实验室不同规格型号的使用情况,以及库存量,造成耗材不能及时补充,影响实践教学的有序开展;另一方面,由于实验室仪器设备的更新,耗材的规格型号也随之发生改变,而学校实验室耗材管理信息更新不及时,占用库存量,造成大量的耗材浪费。

2.3 实践教学人员的培养力度不够

学校对新进的实验室人员只进行基本的入职培训,对其教学能力,专业水平的培训很少涉及,很多实验室人员在进行实践教学之前都是通过自学或者请教前辈,学习不系统不全面,影响教学质量。

3 针对高校院系的实验室管理平台的研究

实验室管理至少要有七个方面的数据:实验室的建筑平面图和空间数据、仪器设备、工具、材料、人员、实验室的活动议程以及实验室安全。所以,我们针对学校各院的实验室管理平台的开发研究应涵盖这七个方面的内容,对于平台建设,主要包括实验室基础数据,动态数据和数据统计三个大方面,详细的数据如下图所示:

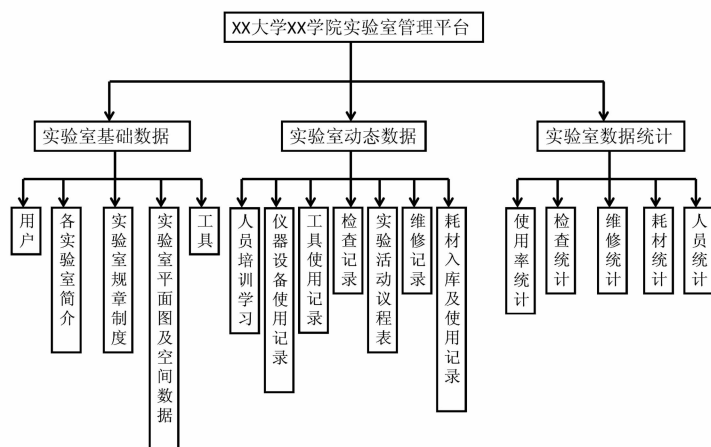


图1 实验室管理平台数据图示

3.1 实验室基础数据

实验室管理的基础数据是实验室管理的基本内容,是每位学生在进入实验室必须了解的内容,也就是学生可以通过实验室基础数据,了解进入实验室要遵守的规章制度,了解每个实验室的责任老师信息,能轻松的找到每个实验室所在位置,以及每个实验室中所开设的实验课程和课程中使用的仪器设备,工具,并且也能清楚的了解每种仪器设备的使用规程或指导,甚至可以观看操作视频,这样,学生在上课之前可以在平台上预习实验课的基本内容和设备的操作,在实验课上经过老师的指导,更能熟练的完成实验,大大提高了实践课的效

率;同时也为动手能力较差的学生提供了多次学习的机会,他们能在平台上多次学习,并在课堂上经过老师指导,不再因为操作不好或者不会操作而放弃,抄袭实验数据蒙混过关,大大增强了这些学生的实践课的兴趣。

3.2 实验室动态数据

所谓的动态数据就是实验室在管理中的需要随时更新的数据。首先,实验室的仪器设备和工具、耗材,这些都是在实验课程中要使用的,课程老师可以在平台上随时记录这些数据,快速方便,而目前设备使用登记仍是手工记录,效率低下,工具和耗材的使用目前没有记录台账,工具更是个人所有,耗材使用没有记录,造成了工具的重复购买,耗材使用混乱,影响教学,导致不必要的浪费。在平台上,通过动态数据,老师们可以直接了解到设备,工具和耗材的使用情况,根据仪器设备的使用情况来制定维护、维修计划,根据工具的使用情况来决定是否需要增购,根据耗材的使用情况来计划是否需要更换或者增购,大大的提高了管理的效率和质量。

另外,实验室人员的动态也需要在平台上展示出来,人员的增减,人员的学习培训等都需要在平台上记录,根据这些数据可以看出实验室人员在本学期的学习是否足够,是否能满足要求,来制定计划,决定下一年是否要增加学习机会,这样可以保证实验室人员能够得到充足的学习和培训,提高教学水平。

再次,实验室的活动议程包括本科实验课程,科研实验活动及学生大赛实验活动,这些活动使用的实验室仪器设备均记录到平台上,我们以本科实验教学课程为主要任务,科研实验和学生大赛实验安排的时间不能与之相冲突,避免了实验时间重叠,场面混乱,大大提高了实验室仪器设备的共享效率。

最后,也是实验室最重要的一项管理,即安全管理。实验室定期检查,包括安全检查,按照制定好的安全检查项目进行检查,并对检查的结果进行记录,对安全隐患的整改情况也一并记录,方便跟踪,杜绝安全事故的发生;消防检查,针对实验室的消防设施设备等项目进行检查;设备检查是针对安全隐患的检查,检查项目按照规定进行制定,检查结果在平台上记录,可以做到自检自查,替代了目前的逐一检查,纸档手工记录,效率低下,大大提高了检查的效率,能准确的发现隐患所在,通过平台可以轻松快速的查阅所有的检查记录,处理记录,存档也能大大的减少纸张浪费,节省空间,为学院也能减轻用房紧张的压力。

3.3 实验室数据统计

实验室数据统计实际上是对动态数据的一个总结,对实验室的下一步管理工作起着指导作用。

对仪器设备的使用率进行统计,可以评估出实验室所有仪器设备的使用情况,对于使用率较低的设备进行合理的处理,合理配置实验设备,使其使用率达到最佳状态,大大避免了设备闲置而造成的浪费。

一学期结束,对耗材的使用情况进行统计,可以根据本学期的使用情况制定下一学期的采购计划,用多少买多少,以免无计划采购,多了过期浪费,少了影响正常的实践教学,有根据的制定耗材的采购计划,可以保证耗材不浪费也可以保证正常的使用。

检查和维修的统计,可以正确的反应实验设备能否正常使用,是否达到了更换的要求,根据该项数据,实验室提前做出更新设备的计划,购置新设备,以免影响正常教学。

人员的管理是贯穿实验室管理的始终,人员是最不确定的因素,所以对进入实验室人员进行有序管理尤为重要。人员的统计,包括进入实验室进行实验活动的人员,和进入实验室参观、检查或者处理其他事宜的人员,这样对进入实验室的人员进行分类统计记录,避免人员混乱不清,造成安全隐患。

4 结论

针对我校实验室管理存在的问题,研究开发实验室管理平台,将实验室的管理的所有细节事务集合在平台上,各实验室的责任老师对自己负责的区域在平台上进行所有数据的输入,再由实验室负责人进行统一管理,实验室负责人可以根据平台数据,结合学院的实际,及时将实验室的各项事务的管理情况反馈给学校,进行无缝对接。学校实验室管理处也可以将一些无法细管的事务下放给学院自行管理,一方面减轻了学校实验室管理人员紧张的压力,另一方面也提高了各学院实验室自我管理的效率。

[参考文献]

- [1] 李金昌. 全面开放实验室培养复合型人才[J]. 实验室研究与探索,2011,30(3):1-5.
- [2] 朱奎兵. 基于信息化的实验室管理系统开发研究[J]. 数字技术与应用,2021,39(8):99-101.
- [3] Nyoto Suseno, Partono, et al. School Laboratory Management Information System J. Phys. Conf. Ser. 2019, 1361012068.

新文科背景下实验资源共享平台 建设技术路径探索

黄志朗

(中南财经政法大学 教务部,湖北 武汉 430073)

摘要:伴随科技迅猛发展以及社会需求的动态变化,新文科建设已成为高等教育改革的关键方向。实验资源共享平台作为支撑新文科实践教学与研究的核心基础设施,对其建设技术路径展开深入探究意义重大。对新文科背景下的实验资源共享平台建设现状和需求进行了深入的解剖,对平台建设中云计算、大数据、虚拟化等关键技术应用进行了探讨,提出了涵盖基础设施层、实验资源层、平台服务层和应用层的技术架构,并对平台建设过程中的技术选型、安全保障、运维管理等进行了研究,旨在为文科专业高校高效构建实验资源开放共享体系进行了深入探讨,为高校实验资源建设提供参考依据。

关键词:新文科;实验资源共享平台;云计算;虚拟化技术

0 引言

在新的时代背景下,新文科理念应运而生,以契合经济社会发展需求,促进文科教育创新发展。它着重强调多学科的交叉融合,将现代信息技术与人文社会科学深度结合,致力于培养具备创新能力与跨学科素养的复合型人才。新文科实验资源共享平台作为新文科建设的重要依托,为师生提供了实践教学、科学研究以及创新应用的平台。通过整合各类文科资源,并借助先进的信息技术,该平台能够实现资源的共享与优化配置,进而提升文科教育的质量与效率。然而,当前文科高校的实验资源共享平台建设仍面临诸多难题,诸如技术架构不完善、数据资源整合困难、安全保障存在漏洞等。因此,深入探究新文科实验资源共享平台建设的技術路径,具有至关重要的现实意义。

1 现状与需求分析

1.1 现状分析

当下,不少文科高校已开启实验资源共享平台的建设工作,但整体而言,仍处于摸索阶段。部分平台仅仅实现了资源的简单数字化与线上展示,缺乏深度的技术融合与功能拓展,

难以满足新文科建设的多样化需求。资源整合上,不同学科的分散资源很难做到共享;在技术应用上,由于对云计算、大数据、虚拟化等新兴技术的运用不够充分,使得平台的性能和拓展性受到一定的制约,因此,在云计算、大数据和虚拟化技术的应用上还不够充分。

1.2 需求分析

1.2.1 资源整合与共享需求

为满足实践教学多样化需求,平台需要提供丰富多样的实验项目和高度仿真的模拟环境。以新闻传播专业为例,平台可搭建虚拟新闻演播室,让学生在模拟真实的新闻采编播环境中,锻炼新闻采访、写作、编辑、播报等实践能力;对于法学专业,可构建在线法律案例模拟法庭,学生通过扮演不同角色,参与案件审理全过程,提升法律实践技能和解决实际问题的能力。

1.2.2 实践教学需求

新文科的多学科交叉特性,要求打破学科界限,实现文学、历史、哲学、经济学、管理学等多学科资源的深度整合与跨学科共享。比如,在研究文化产业经济时,需要将文学艺术领域的创意资源、经济学领域的市场分析数据和管理领域的运营管理方法同时整合起来,为促进跨学科研究与创新的学生和教师提供全面系统的资源支持。

1.2.3 数据分析与决策需求

随着平台数据量的不断积累,借助大数据分析技术,提高教学管理水平,提高科研决策的科学性,教学数据、科研数据、用户行为数据等的深度挖掘与分析成为关键。比如,教师通过分析平台上学生的学习行为数据,如学习时间、课程点击次数、作业完成情况等,了解学生的学习进度和学习难点,从而有针对性地调整教学策略、优化教学内容;学校行政主管部门可以根据数据分析结果,合理调配教学资源,制订科学的教学发展规划。

1.2.4 安全保障需求

鉴于该平台承载着学生个人信息、科研成果数据等大量教学科研敏感数据,因此对于保证数据的安全性和隐私性是必不可少的。一方面,要防止数据泄露,避免因数据泄露给学生、教师和学校带来不必要的损失;另一方面,要防范数据被恶意篡改,确保数据的真实性和完整性,为教学和科研提供可靠的数据支撑。

2 关键技术

2.1 云计算技术

在新文科实验资源共享平台建设中,云计算技术具有显著优势。它以强大的分布式存储能力,打破本地存储局限,实现海量实验资源的高效存储。借助动态资源分配机制,能依据平台使用峰值、谷值灵活调配资源,避免资源闲置或过载。教师和学生通过网络随时访问云端资源,既降低了平台建设成本,又提升了资源使用的便捷性与灵活性,为平台稳定运行筑牢根基。

2.2 大数据技术

大数据技术在实验资源共享平台中的应用主要体现在数据采集、存储、分析及可视化等方面。通过对平台上的教学数据、科研数据、用户行为数据等进行采集与分析,能够深入了解用户需求,优化教学资源配置,为教学与科研提供决策支持。比如,利用大数据分析学生

的学习行为和成绩数据,发现学生的学习规律和存在的问题,从而有针对性地调整教学策略进行调整。

2.3 人工智能技术

为实验资源共享平台的功能拓展提供了新的思路,例如自然语言处理、机器学习等人工智能技术。在自然语言处理上,可实现文字自动归类、情绪分析、机器翻译等功能,帮助教师和学生文科文字资料进行更高效地处理;机器学习算法可应用于基于用户兴趣和行为的智能推荐系统,为其推荐合适的教学资源 and 科研文献。

2.4 虚拟化技术

虚拟化技术打破了物理设备的限制,多个用户可以同时共享同一物理服务器上的虚拟实验环境。不同学院、专业的学生可以通过网络远程接入到共享的虚拟实验环境中,开展实验操作,实现了实验资源的最大化利用。同时,虚拟化技术还支持快速迁移和复制实验环境,只需简单地进行迁移或复制操作,就能在不同服务器上运行某一实验环境,或需要为更多用户提供相同的实验环境时,极大地提高部署效率和实验环境的灵活性。

3 技术架构

新文科实验资源共享平台总体架构采用分层设计理念,从下到上可分为四个层次,即基础设施层、实验资源层、平台服务层和应用层,各层次之间相互协作,共同为平台的稳定运行和功能实现提供支撑。

3.1 基础设施层

基础设施层是涵盖计算资源、存储资源、网络资源等的平台底层支撑。通过云计算技术构建基础设施即服务(IaaS)平台,从而实现对计算和存储资源的弹性管理。同时配备了高速稳定的网络环境,保证了平台资料的快速传递,也保证了用户访问的畅通无阻。

3.2 实验资源层

实验资源层负责整合与管理各类数据,包括公网实验资源和校内的实验资源,资源类型上可以分为教学资源数据、科研数据、学术文献数据、学生学习数据等。利用数据仓库、分布式数据库等技术,建立统一的数据标准和规范,确保数据的一致性和完整性,实现数据的存储与管理。借助数据治理工具,对数据进行清洗、转换和标记,提高数据质量,为上层应用提供可靠的数据支撑。

3.3 平台服务层

平台服务层提供一系列中间件与服务组件,为应用层提供基础服务与功能支持。主要包括身份认证服务,权限管理服务,数据交换服务,消息推送服务,智能分析服务等。身份认证与权限管理服务保障通过认证与权限管理服务,实现用户身份安全与接入权限的控制;数据交换服务,实现数据在不同系统间的共享与交流;以大数据和人工智能技术为基础,为平台用户提供基于数据分析和决策支持智能分析服务。

3.4 应用层

应用层是平台面向用户的直接交互界面,依据用户的不同需求提供多样化的应用功能。主要包括实践教学应用、科研管理应用、资源共享应用、数据分析应用等。实践教学应用提供支持学生进行实践操作的各种实验项目和模拟环境;科研管理应用协助教师申报科研课

题,展示过程管理和成果;资源共享应用,实现网上共享和下载教学科研资源;数据分析应用提供教学管理、科研决策等方面的数据可视化分析报告。

4 技术选型与实施策略

4.1 技术选型

在技术选型方面,应充分考量平台的需求与特点,选取成熟、稳定、可扩展的技术产品与解决方案。对云计算平台来说,既可以选择主流的阿里云、腾讯云等公有云服务提供商,又可以根据学校实际搭建私有云平台;在大数据技术框架的选择上,Hadoop 生态系统是目前应用最广泛的大数据处理平台,其中 Hive 用于资料仓库管理,Spark 用于分布式计算,HBase 用于海量数据存储和管理,在人工智能技术方面,可以选用开源的深度学习框架,如 TensorFlow、PyTorch 等,结合文科应用场景进行二次开发。

4.2 实施策略

平台建设要采取分期推进、分步推进的执行策略。首先进行需求调研分析,明确平台的功能需求和技术指标;随后,根据需求制定详细的技术方案和项目计划,开始平台的设计开发工作;在开发过程中注重技术的集成和测试,保证平台各模块间的兼容性和稳定性;平台上线后,加强用户培训和技术支持,及时收集用户反馈意见,对平台进行优化升级。

5 安全保障与运维管理

5.1 安全保障

安全保障是新文科实验资源共享平台建设中不可或缺的一环。在数据安全方面,敏感数据的加密存储和传输采用加密技术,防止资料外泄;建立资料备份和恢复机制,定期备份资料,保证资料的完整性和可用性。在网络安全方面,针对网络攻击和恶意软件的入侵,部署防火墙、入侵检测系统(IDS)和入侵防御系统(IPS)等安全设备进行防范;采取多要素认证方式,确保用户身份的真实性和合法性,加强用户身份认证和权限管理。

5.2 运维管理

为保障平台的稳定运行,构建完善的运维管理体系。制定详细的运行维护管理制度和流程,明确运行维护人员的职责权限;利用自动化运维工具,对平台运行状态进行实时监控预警,发现问题及时解决;定期对平台进行性能优化升级,根据用户需求和技術发展趋势,不断完善平台功能和服务。

6 结语

新文科实验资源共享平台建设是新文科建设的重要支撑,对于提升文科教育质量与创新能力意义非凡。通过在平台建设中深入挖掘云计算、大数据、人工智能等关键技术的应用,构建合理的技术架构,选择合适的技术选型和实施策略,强化安全保障和运维管理,有效推动新文科实验资源平台的建设与发展。新文科实验资源平台建设发展在未来的研究中,还需进一步探索新技术在平台建设中的应用,持续完善平台的功能与服务,以适应新文科建设不断发展的需求。

[参考文献]

- [1] 马柄腾. oVirt 平台资源调度算法研究及验证[D]. 电子科技大学,2017.
- [2] 林秀瑜. 基于 SPOC 平台学生在线行为的学习分析要素研究[J]. 教育信息技术,2019,(9):3-7.
- [3] 赵亮. 数字化校园信息服务平台设计[J]. 办公自动化,2023,28(16):58-61.
- [4] 严妍. 大数据技术赋能高中思政课堂学习共同体优化策略研究[J]. 高考,2024,(2):60-62.
- [5] 许蒙坤. 基于人工智能技术的外语教育互动平台设计[J]. 科技创新与应用,2024,14(16):66-68,72. DOI:10.19981/j. CN23-1581/G3. 2024. 16. 015.
- [6] 张勇,郭骏,刘金波,等. 调控云平台 IaaS 层技术架构设计和关键技术[J]. 电力系统自动化,2021,45(2):114-121.
- [7] 洪明骏,冯军,王水莲,等. 高校图书馆信息素质教育提升途径探索——以浙江科技大学为例[J]. 科技风,2024,(6):155-157. DOI:10.19392/j. cnki. 1671-7341. 202406049.
- [8] 梁道怀. 虚拟现实技术在动漫专业教学中的应用探究[J]. 山西青年,2024,(21):169-171.
- [9] 马骏,马淑萍,胡晓光,等. 深度学习框架:算法集成和产业基础[J]. 发展研究,2023,40(7):32-36.
- [10] 金琳. 新文科背景下大学英语“课程思政”建设框架研究[J]. 教育教学论坛,2021,(23):117-120.

双一流背景下信息化集成化动物机能实验室的建设与应用

张霞^{1,2} 刘晓丽^{1,2} 程会军^{1,2} 高思^{1,2}
刘耘^{1,2} 谢胜松¹ 徐在言¹ 范盛先^{1,2}

(1. 华中农业大学 动物科学技术学院 动物医学院, 湖北 武汉 430070;
2. 华中农业大学 动物医学国家级实验教学示范中心, 湖北 武汉 430070)

摘要:为响应教育部高校数字化建设要求及“双一流”学科发展需求,华中农业大学动科动医学院针对传统动物机能实验室存在的设备分散、教学模式低效、数据标准化不足等问题,构建了集成化信息化动物机能实验教学平台。该平台以12套生物信号采集处理系统为核心,整合呼吸支持、智能照明、影像记录等设备,通过物联网与大数据技术实现实验过程可追溯化并同步创新“课前虚拟仿真预习-课中智能实操评估-课后数据反演协作”的三段式智慧教学模式。平台使用调查结果显示:95.2%的使用者(n=125)认可实验效率提升,94.4%认为数据可靠性增强,87.9%肯定其促进师生互动。该平台有效突破传统实验室瓶颈,显著提升了学生实践能力与科研素养,为畜牧兽医领域高端人才培养提供新范式,并为教育数字化转型提供可推广的实验室建设路径。

关键词:机能实验室;信息化;集成化;建设

1 建设背景与目标

1.1 建设背景

随着“十四五”规划的推进,我国高等教育进入高质量发展新阶段,教育部《高等学校数字校园建设规范(试行)》明确提出,高校需利用云计算、大数据、物联网等技术构建智能化教育教学环境,培养创新型、实践型人才。在此背景下,“双一流”建设对高校实验教学提出了更高要求——需通过技术革新提升实践教学质量,助力学科核心竞争力的提升。

华中农业大学动科动医学院作为畜牧学、兽医学“双一流”建设学科的依托单位,其动物科学与动物医学专业为国家级一流本科专业建设点。实验教学是人才培养的核心支撑环节,其质量直接影响学科竞争力与创新型人才培养成效。动物机能学实验作为一门深入探索生物组织与器官功能代谢奥秘的实验科学,在动物医学和动物科学专业课程学习中起着举足轻重的作用,其课程内容广泛融合了生理学、药理学和病理生理学等多学科的知识。然而,传统动物机能实验室的发展瓶颈日益凸显:其一,实验设备分散化问题突出——信号采

集、呼吸支持、照明等多类设备分置,导致操作流程繁琐,实验室空间杂乱无序;其二,教学模式效能不足,仍以“围观式”示教为主,学生操作细节缺乏可追溯性,教师评价易受主观因素影响;其三,实验数据记录标准化程度低,数据科学性与可重复性难以保障。这些问题制约了学生科研思维与实践能力的培养,亟需通过信息化、集成化改造实现动物机能实验室的升级。

1.2 建设目标

本研究以“双一流”建设为导向,聚焦动科动医学院动物机能实验室的升级改造,目标包括:

(1)技术目标:引入信息化集成化生物信号采集与处理系统,系统整合实验台、生物信号采集系统、呼吸支持装备、智能照明及教学演示系统,建成国内一流的集成化、信息化、智能化动物机能实验教学平台;(2)教学目标:构建“课前-课中-课后”闭环的智慧化教学模式,突破传统“围观式”教学局限,实现实验操作过程可追溯、教学评价指标可量化、学习反馈机制可优化,全面提升教学效率与质量;

(3)育人目标:培育兼具科研思维、实践能力与创新意识的动科动医专业高素质人才,既为学院“双一流”建设提供人才支撑,也为畜牧兽医行业高端人才储备注入新动能。

2 实施方案

2.1 集成化信息化的动物机能实验教学平台的建设

平台建设以12套集成化信息化生物信号采集与处理系统为核心,通过设备整合与技术融合实现功能升级。建设成整洁、方便、美观、完善及可扩展的高水平动物机能实验室,达到国内一流动物机能实验室的建设要求,打造畜牧兽医行业专业人才培养高端前沿阵地,助力动物科学和动物医学等相关专业一流人才培养。

硬件集成:系统集成信号采集与处理系统、呼吸机、照明系统、摄像系统、恒温平滑肌槽、微循环观测系统、手术器械附件包及可升降式实验平台等设备,通过集中控制系统实现设备间无缝衔接,配备触控屏和平板电脑作为交互式界面,学生可通过其访问教学资料、进行实验操作和查看实验结果。例如,信号采集系统可同步记录温湿度、大气压等实验环境参数,提升数据科学性;可升降实验平台优化操作空间,减少设备冗余,让实验室更加美观,提升实验室的整体形象。

技术赋能:引入物联网、大数据技术,实时监控实验过程(如操作步骤、数据变化)并存储,形成可追溯的实验数据库。通过互动系统,实现实验室大屏与设备互联,可实时转播任一小组的手术实况及数据记录情况。

功能拓展:平台实现模块化设计,覆盖传统经典机能实验(如家兔呼吸运动调节)及创新性实验,设备操作简捷、数据提取专业,满足不同层次教学与科研需求。

2.2 智慧化动物机能实验教学模式的建设

系统构建“课前-课中-课后”三阶段智慧化教学模式,推动实验教学流程的数字化重构。

课前预习筑基,夯实操作基础。通过学习任务单引导学生课前预习,利用学校智慧实践教学一体化平台上的线上实验课程及虚拟仿真实验系统(如“动物循环呼吸泌尿综合虚拟实验”)进行在线学习及预操作训练,熟悉实验步骤与设备使用,降低课堂操作难度。

课中实操与评价,教师示教全程录制并同步至学生终端,学生分组实操时,系统自动记录操作细节;使用计算机视觉自动分析技术构建实验操作的自动化评估系统,可以自动对实

验动物手术操作过程中的诸多细节进行自动评估,实现对学生实验完成情况的客观评价。操作过程中可以随时反演获取的数据及参考系统自带的标准化数据,还能为教师提供详尽的数据分析报告,用于形成性评价,促进个性化教学的发展。

课后反思与协作,通过反演操作视频,总结经验与教训,掌握实验操作步骤的重点和难点,便于改进和提高实验技能;提交包含实验数据、操作反思的电子报告,教师基于系统评价结果与报告内容综合评分,形成评价档案。同时,利用网络平台,建立学生间的互动与协作学习机制。鼓励学生分享实验经验、讨论问题、相互评价,形成积极向上的学习氛围,进一步提升实验教学的效果。

3 建设成效

3.1 提升教学质量与效率

通过集成化的系统设计,实验流程更加标准化、系统化,减少了操作复杂性和人为错误,提高了实验的成功率和可重复性。信息化手段如虚拟仿真教学系统,使学生在课前就能进行预习和模拟操作,不仅激发了学习兴趣,还提升了课堂实践的效率和质量。智能化评估系统能够实时、客观地对学生实验操作进行分项评价,帮助教师全面了解学生的学习状况,进行针对性的指导和辅导,提升教学质量。信号采集通道具有智能识别功能,系统能自动识别智能传感器的信息,无需进行定标等操作即可进行实验,大大提高了实验效率及结果的准确率。

3.2 促进创新能力培养

集成化信息化机能实验平台支持学生根据自身兴趣和能力进行探索性学习,减少小组合作中的趋同性,鼓励学生独立思考和创新实践,促进多学科交叉融合,为学生提供了广阔的学习空间和丰富的实验素材,有助于培养学生的跨学科思维和创新能力。

3.3 提升科研与教学融合

集成化信息化机能实验平台为科研成果的转化提供了有力支持,使科研成果能够更快地应用于教学实践中,推动教学质量持续提升。智能化的教学平台提供了便捷的师生互动渠道,教师可以随时随地解答学生的疑问,学生也能及时反馈学习中的问题,增强了师生互动的时效性和有效性。

3.4 引领教育现代化

集成化信息化动物机能实验室的建设是教育现代化的重要体现,对其他学科的实验室建设具有示范引领作用,推动畜牧兽医高等教育体系向更加智能化、信息化的方向发展。通过智慧化实验室的培养,学生能够掌握先进的信息技术和实验技能,成为适应国家农业行业战略需求的复合型高水平人才。

综上所述,集成化信息化实验室的建设在提升教学质量、促进创新能力培养、推动教育公平、促进产学研融合以及引领教育现代化等方面具有显著的推广价值。

4 信息化集成化动物机能实验室在教学中的应用

为了深入探究集成化信息化动物机能实验室在教学中的实际应用效果,本研究以华中农业大学2023级动物医学、动物科学专业本科生及该实验室的任课教师为研究对象,于动

物生理实验课程结束后,通过问卷星平台开展问卷调查,最终回收有效问卷 125 份。

从受访者构成来看,学生群体占比 88.8%,教师群体占比 11.2%。这一比例与高校师生实际构成高度契合,数据采集真实有效,充分体现了样本的代表性。在使用频率方面,56%的受访者表示“每次实验都使用”,27.2%的受访者选择“经常使用”(两项合计占比 83.2%),反映出该实验室在教学中具有较高的使用频率与用户依赖度。95.2%的用户认为集成化信息化机能实验室有利于提高实验效率,94.4%的用户认为集成化信息化机能实验室有利于增强实验数据的准确性和可靠性,方便实验数据的记录、存储和分析,提供了更直观、生动的实验现象展示,有效激发学生的学习兴趣与积极性;此外有 87.9%的用户认为该集成化信息化机能实验室有促进师生互动交流的积极意义(图 1)。

学生对集成化信息化动物机能实验室的认可度

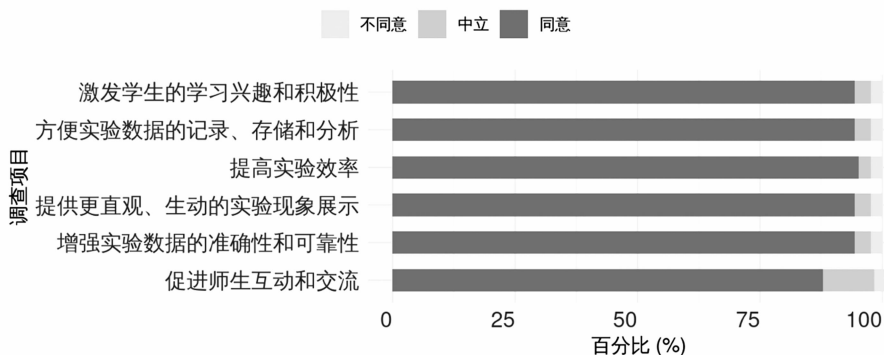


图 1 学生对集成化信息化动物机能实验室的认可度

值得注意的是,42.4%的受访者反馈该实验室的使用对师生操作技能要求较高。针对这一需求,我们已制定系统性解决方案,旨在提升师生对设备的熟悉度与操作技能。具体措施包括:编制标准化设备操作手册,以及在低年级基础实验课程中增设实验室入门模块,通过理论讲解与基础操作实践相结合的方式,帮助学生提前建立对实验室的认知与基础操作能力。

5 结语

在“双一流”建设与教育数字化转型的双重驱动下,集成化、信息化、智能化机能实验室的建设是提升动科动医专业实践教学质量的关键路径。本研究通过平台硬件集成、技术赋能与教学模式创新,构建了“设备-技术-教学”三位一体的智慧化实验体系,不仅解决了传统实验室的痛点,更助力学生实践能力与科研素养的全面提升。未来,可进一步探索人工智能等新技术的深度融合,推动实验室建设向更高水平迈进,为“双一流”学科发展与行业人才培养提供更强支撑。

[参考文献]

- [1] 教育部.《高等学校数字校园建设规范(试行)》,教科技函[2021]14号.
- [2] 王梦,刘应杰,湛茜,等.开放式创新实验教学,培养大学生科研思维[J].教育现代化,2019,6(85):

238 - 240.

- [3] 袁艺标,吴晓燕,王觉进,等. 机能学“三位一体”实验教学体系的探索与实践[J]. 实验室研究与探索, 2023,42(4):163 - 166.
- [4] 计红,王春仁,杨焕民,等. 动物医学机能学实验室信息化建设与教学改革实践[J]. 畜牧与饲料科学, 2012,33(7):41 - 42.
- [5] 张霞,苗义良,基因编辑动物模型制备虚拟仿真实验教学平台的设计开发[J]. 中国组织化学与细胞化学杂志. 2020,29(3):291 - 295.
- [6] 沈艳,米锴,冯晓丽,吕靖,边慧. 虚拟仿真实验平台在医学机能学实验中的应用[J]. 信息与电脑(理论版),2023,35(5):248 - 250.
- [7] 董晓青,李金莲,李娜. 信息化集成化信号系统在机能教学中的应用[J]. 继续医学教育,2021,35(10):61 - 63.
- [8] 张向伟,黄丽丽. 基础教学实验室信息化智慧化建设方案研究[J]. 实验科学与技术,2025,23(3).
- [9] 王小荣,张玉平,姜华,等. PowerLab 生物信号采集系统在医学机能学教学中的应用与体会[J]. 卫生职业教育,2019,37(15):112 - 114.
- [10] 曹馨元,赵峰,高晴,等. 基础医学智慧实验室建设的探索与实践[J]. 基础医学教育,2025,27(5):461 - 465.

基于 STM32 的多融合实验室 环境采集系统设计

石英

(中南民族大学 实验教学与工程训练中心, 湖北 武汉 430074)

摘要:针对实验室环境监测所需传感器数量多, 安装部署困难的问题, 设计了一种基于 STM32 的多融合实验室环境采集系统。该系统以 STM32 为核心, 集成了多种环境传感器、RS-485 通信模块和声光报警模块, 实现了温度、湿度、光照强度、烟雾浓度和是否有人等环境信息的采集与传输; 并具有烟雾报警功能。测试表明: 该系统具有测量精度高、响应速度快、工作稳定可靠等特点, 具有很好的实用价值。
关键词:实验室环境采集; 多源信息融合; STM32; RS-485

0 引言

温度、湿度、光照强度、烟雾浓度和是否有人是实验室重要的基本环境信息, 及时准确掌握实验室基本环境信息是实验室高质量、安全运行的重要保障。目前, 市场上尚未发现可同时采集实验室基本环境信息的产品, 实验室环境监测系统中, 大多采用分立式传感器, 独立完成各类信息的采集。该方式存在设备异构性强、布线复杂、数据同步性差等问题, 导致系统部署成本高、维护难度大, 且难以实现多参数协同分析与智能预警。

针对上述问题, 本研究提出一种基于 STM32 的多融合实验室环境采集系统, 通过集成温湿度传感器、光照强度传感器、烟雾浓度传感器和人体存在检测模块, 构建多参数一体化感知终端, 实现实验室基本环境信息的精准感知、高效传输与智能报警, 为实验室环境采集提供一套低成本、易部署的解决方案

1 系统总体方案设计

实验室环境采集系统主要由单片机系统、传感器单元、RS-485 通信单元、报警单元和供电单元构成。单片机控制系统主要包含 STM32 单片机系统和外部存储模块, 用于控制各模块工作和存储系统配置参数。传感器单元包含温湿度转换模块、光照强度转换模块、烟雾浓度转换模块和人体存在检测模块, 用于转换实验室基本环境信息。RS-485 通信单元用于同上位机进行通信。报警单元包含灯光报警模块和语音报警模块, 用于实验室环境异常时现场报警提醒。供电单元为系统各模块提供工作电压。系统总体架构如图 1 所示。

基金项目:湖北省教学改革研究项目(2024199); 湖北省实验室研究协会 A 类项目(HBSY2024-08); 中南民族大学实验室研究项目(SYYJ2024005)。

作者简介:石英(1989-), 男, 辽宁, 实验师, 硕士, 研究方向: 物联网技术应用、嵌入式开发与应用。

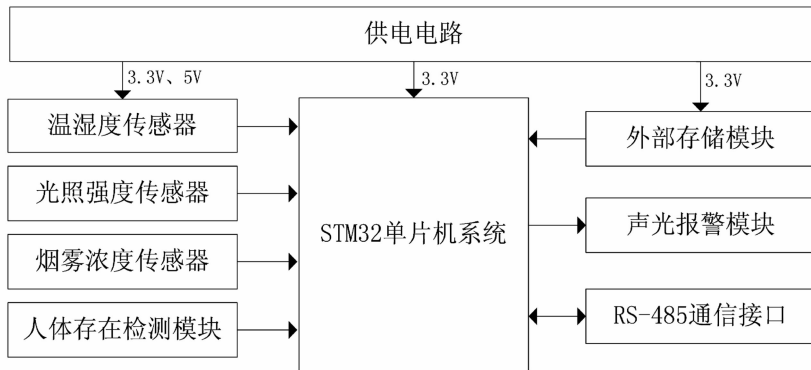


图 1 系统总体架构

系统工作时,单片机系统定时控制传感器单元完成实验室温湿度、光照强度、烟雾浓度和是否有人基本环境信息的采集与存储,并与设定的烟雾报警阈值进行比较,如达到报警条件,则控制报警单元进行声光报警。同时,单片机系统控制 RS - 485 通信单元接收上位机下发的指令,然后执行相应动作,最后回传应答数据。

2 系统电路设计

实验室环境采集系统电路设计主要包括单片机系统电路、传感器与接口电路、声光报警电路、RS - 485 通信电路和供电电路。实验室环境采集系统电路如图 2 所示。

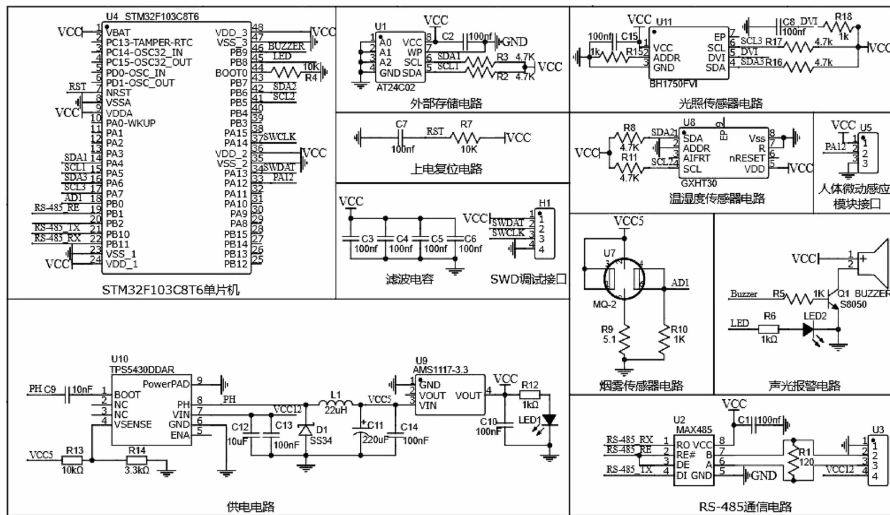


图 2 实验室环境采集系统电路

2.1 单片机系统电路设计

单片机采用型号为 STM32F103C8T6 芯片,使用芯片内部集成的 Flash 和时钟源,用于存储系统程序和提供系统时钟信号,进而简化电路设计,降低硬件成本。采用 RC 复位电路用于上电时为系统提供复位信号。采用 SWD (Serial wire debug) 接口调试和下载程序。外部存储电路采用 AT24C02 芯片,用于存储设备地址、波特率、定时采集时间等参数。设计时 AT24C02 芯片 SCL、SDA 管脚通过上拉电阻与单片机 PA4、PA5 管脚相连。

2.2 传感器与接口电路设计

温湿度转换采用 GXHT30 芯片,该芯片集成了温湿度传感器,温度测量范围 $-45^{\circ}\text{C} \sim 130^{\circ}\text{C}$,精度 $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$,湿度测量范围 0100% RH,精度 $\pm 3\text{RH}$,转换时间最快为 2.5ms,支持 I2C 接口数字输出,工作电压范围 2.0V5.5V。设计时,温湿度转换电路设计时,采用 3.3V 供电,芯片 SCL 和 SDA 管脚通过上拉电阻分别与单片机 PB5 和 PB6 管脚相连。

光照强度转换采用 BH1750FVI-TR 芯片,该芯片最大测量范围 165535lx,高分辨率模式下测量精度 $\pm 1\text{lx}$,转换时间 120ms,支持 I2C 接口数字输出,工作电压范围 2.4V3.6V。光照强度转换电路设计时,采用 3.3V 供电,芯片 SCL 和 SDA 管脚通过上拉电阻分别与单片机 PA7 和 PA6 管脚相连。

烟雾浓度转换采用 MQ-2 气体传感器,该传感器内部气敏材料处于 $200^{\circ}\text{C} \sim 300^{\circ}\text{C}$ 时,其电导率随空气中可燃气体浓度的增大而增大,特别对液化气、丙烷、氢气和烟雾的灵敏度较高,利用该特点可以获得环境烟雾存在信息。烟雾浓度转换电路设计时,采用 5.0V 作为传感器加热电压和工作电压,加热电阻 R1 和负载电阻 R2 分别采用 5.1Ω 和 $1\text{K}\Omega$,输出管脚 4、6 与单片机 A/D 管脚 PB0 相连,通过检测传感器输出的电压值即可获知环境烟雾浓度信息。

人体存在检测采用海凌科 LD2420 人体微动感应模块,该模块集成了 24GHz 雷达传感器,实现了高灵敏度的人体移动、微动感应,检测距离 0.2~8m 可调,探测角度 $\pm 60^{\circ}$,支持 GPIO 和 UART 输出,工作电压 3.3V。设计中采用 GPIO 输出模式,当模块检测到有人时,通过 GPIO 端口输出高电平并保持 3 秒,GPIO 管脚与单片机 PA12 管脚相连。

2.3 声光报警电路设计

灯光报警电路由电阻 R6 和 LED2 构成,控制信号 LED 与单片机 PB8 管脚相连。语音报警电路由有源蜂鸣器、三极管 Q1、电阻 R5 构成,控制信号 Buzzer 与单片机 PB9 管脚相连。烟雾报警时,LED2 闪烁,蜂鸣器持续发声。

2.4 RS-485 通信电路设计

RS-485 通信电路采用型号为 SP3485 芯片,该芯片工作电压为 3.3V,可实现 TTL 电平与 RS-485 电平之间的相互转换。设计时,SP3485 芯片 RX、TX 管脚与单片机串口 1 的 TX、RX 管脚相连;RE#、DE 收发使能管脚与单片机 PB1 管脚相连;A、B 管脚之间通过电阻 R1 进行阻抗匹配,提高通信稳定性。

2.5 供电电路设计

供电电路需要将输入 12V 电压转换成 5V 和 3.3V 为系统各模块供电。供电电路设计时,考虑到系统功耗和供电电压稳定性,采取 12V 输入电压先经 DC-DC 降压电路降至 5V,再经 LDO 线性稳压电路降至 3.3V。DC-DC 降压芯片采用 TPS5430DDAR,LDO 降压芯片采用 AMS1117-3.3。供电电路如图所示。

3 系统软件设计

3.1 通信协议设计

实验室环境采集系统采取被动应答的方式进行通信,首先接收 RS-485 总线下发的指令,然后,返回应答数据。系统支持环境参数查询、报警阈值设置与查询、系统参数设置与查询。指令和应答数据格式定义如表 1 所示。

表1 指令与应答数据格式

| 地址(1Byte) | 指令类型(1Byte) | 功能码(1Byte) | 负载数据(11Byte) | 校验(1Byte) |
|-----------|-------------|------------|--------------|-----------|
| 0x01 | 0x03 | 0x01 | 0x00...0x00 | 0x05 |

指令和应答数据长度均为15个字节。第1个字节为设备地址,取值范围1-254。第2个字节为指令类型,3表示查询指令,6表示设置指令。第3个字节为功能码,查询指令中,1表示环境参数查询,2表示报警阈值查询,3表示系统参数查询;设置指令中,1表示报警阈值设置,2表示系统参数设置。第4-14字节为负载数据。第15个字节为求和校验。

指令与应答数据中负载数据定义如下:

(1)环境参数查询指令中负载数据无效;其应答数据中负载数据的第1-2字节为温度参数(温度=温度参数*175/65535-45),第3-4字节为湿度参数(湿度=湿度参数*100/65535),第5-8字节为光照强度参数(光照强度=光照强度参数/1.2),第9-10字节数据表示烟雾浓度(数值与烟雾浓度成正比),第11字节为是否有人(0:没人,1:有人),高字节在前,低字节在后。

(2)烟雾报警阈值查询指令中负载数据无效,其应答数据中负载数据的第1-2字节为烟雾报警阈值,第3-11字节数据无效,高字节在前,低字节在后。

(3)系统参数查询指令中负载数据无效;其应答数据中负载数据的第1字节为设备地址,第2字节为波特率系数(波特率=1200*系数),第3字节为定时采集时间(单位:秒),第4-11字节数据无效。

(4)烟雾报警阈值设置指令中负载数据的第1-2字节为烟雾报警阈值,第3-11字节数据无效,高字节在前,低字节在后;其应答数据与指令一致。

(5)系统参数设置指令中负载数据的第1字节为设备新地址,第2字节为波特率系数(波特率=1200*系数),第3字节为定时采集时间(单位:秒),第4-11字节无效;其应答数据与指令一致。

3.2 单片机系统软件设计

单片机系统软件工作流程如图2所示。第一步,初始化单片机系统时钟及各功能模块。第二步,检测RS-485接口是否接收到指令,如果接收到指令进入第三步,否则进入第四步。第三步,根据指令功能,执行相应操作,并返回相应应答数据,进入第四步。第四步,检测定时器是否到了环境采集时间,如果到了环境采集时间进入第五步,否则进入第九步。第五步,控制传感器采集环境基本信息,并更新相应寄存器数据进入第六步。第六步,将采集的烟雾信息与设定的阈值进行比较,判断是否达到报警条件,如果达到报警条件进入第七步,否则进入第八步。第七步,将报警标志Alarm_Flag置1,进入第九步。第八步,将报警标志Alarm_Flag置0,进入第九步。第九步,判断报警标志Alarm_Flag是否为1,如果Alarm_Flag为1进入第十步,否则进入第十一步。第十步,开启声光报警,进入第二步。第十一步,关闭声光报警,进入第二步。

4 测试结果

利用串口调试助手对系统功能进行测试,测试结果如表2所示。测试环境中温湿度标准值由美德时温湿度计测得,光照强度标准值由德力西测光仪测得,烟雾浓度标准值为测试

环境无烟情况下系统测得的数值,烟雾报警阈值设置 300,并在测试环境中制造烟雾,测试烟雾报警功能。测试结果表明,该系统可以精准检测环境温度、湿度、光照强度、烟雾浓度和是否有人;烟雾报警响应迅速且准确。

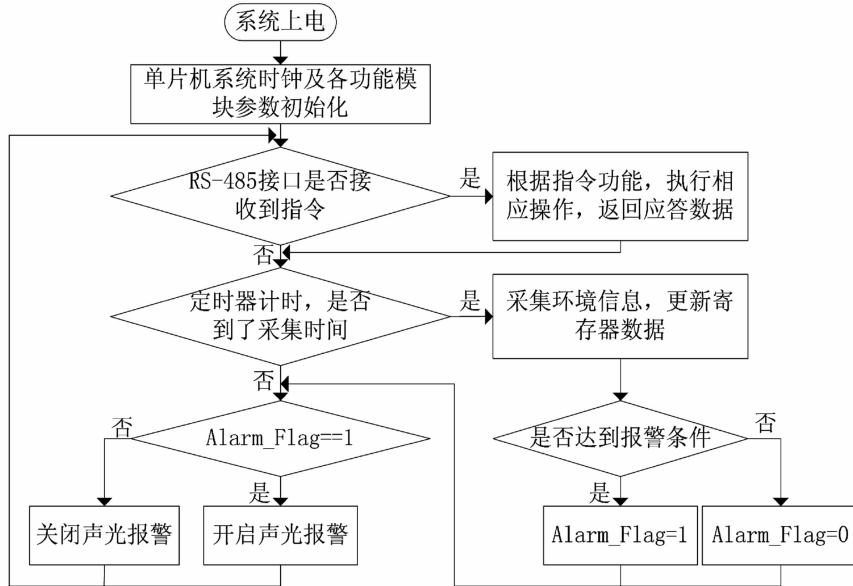


图3 单片机系统工作流程图

表2 实验室环境采集系统测试结果

| | 温度(℃) | 湿度(%RH) | 光照(Lux) | 烟雾 | 有人 |
|-------|-------|---------|---------|---------|----|
| 标准/阈值 | 26.9 | 32 | 243 | 125/300 | 1 |
| 实测 | 27.0 | 31 | 247 | 400、报警 | 1 |
| 误差 | 0.1 | 1 | 4 | 0 | 0 |

5 结语

所设计的多融合环境采集系统以 STM32F103C8T6 为核心控制器,通过数字、模拟 I/O 口高效集成多类型传感器(温湿度、光照、烟雾、人体检测),结合 RS-485 总线实现远距离可靠通信,并引入声光报警模块提升异常响应能力。系统采用多传感器融合技术,优化了数据采集效率与资源分配;通过自定义通信协议,支持灵活的参数配置与指令交互。测试结果表明,该系统在温度、湿度、光照强度、人体存在等参数测量中误差小,烟雾报警响应迅速且准确,具有很好的实际应用价值。

[参考文献]

- [1] 孙军慈. 高校实验室安全管理信息化系统设计与应用[J]. 中国管理信息化, 2025, 28(6): 169-172.
- [2] 李悦天, 王洋洋, 等. 信息系统联动共享的实验室安全管理[J]. 实验室研究与探索, 2025, 44(2): 204-208.

-
- [3] 侯秀月. 基于 NB - IoT 的实验室环境实时监测系统设计与研究[D]. 聊城大学,2024.
 - [4] 江勇. 基于微信公众平台的实验室环境监测系统[J]. 实验技术与管理,2021,38(10):288 - 291,296.
 - [5] 麻小娟,陈世亮. 基于物联网实验室环境远程监测系统的研究[J]. 计算机测量与控制,2021,29(11):65 - 70.
 - [6] 张慧颖,陈玲玲,吴博. 高校实验室环境安全智能监控系统设计[J]. 实验技术与管理,2020,37(5):268 - 274.

基于功能分区的科研实验室 布局优化与安全管理实践 ——以武汉工程大学药物研究院平台为例

吕剑 周霖 古双喜

(武汉工程大学 化工与制药学院, 湖北 武汉 430205)

摘要: 高校科研实验室涉及危化品、精密仪器及复杂化学合成工艺, 常面临功能混杂、风险叠加、管理粗放等痛点, 传统管理模式难以兼顾安全与效率。本文以武汉工程大学药物研究院实验平台为研究对象, 结合其在功能分区、安全管理、资源共享等方面的实践经验, 系统阐述了科研实验室布局优化与安全管理的核心策略。通过科学规划功能分区、动态管控危险源以及创新校企合作模式, 该平台实现了科研效率与安全管理的双重提升。本文总结了其在实验室设计、危化品管理、设备共享、应急预案等方面的具体举措, 为高校科研实验室的规范化建设和安全管理提供了可复制的参考案例。

关键词: 科研实验室; 布局; 安全管理; 功能分区; 资源共享

近年来, 高校科研实验室安全事故频发, 暴露出功能混杂、风险叠加、管理粗放等深层次问题。据教育部通报, 2021年至2025年期间, 全国高校实验室共发生爆炸、火灾等事故30余起, 造成10余人死亡、近百人受伤, 直接经济损失超亿元。例如, 2021年南京航空航天大学实验室爆燃事故导致2死9伤; 而在2025年教育部专项调研中, 仍发现部分高校存在危化品管理漏洞、设备操作不规范等隐患。这些事故不仅威胁师生生命安全, 更严重阻碍科研进程, 凸显传统实验室管理模式在风险防控能力上的不足。

在此背景下, 完善实验室安全管理理论体系并推动实践创新迫在眉睫。一方面, 基于5S管理理论(整理、整顿、清扫、清洁、素养)的实验室空间优化方法, 通过规范物品定位、减少冗余操作, 可显著降低人为失误风险; 另一方面, 危险源分级控制理论强调依据风险等级实施差异化管控。例如, 教育部2024年发布的《高等学校实验室安全分级分类管理办法》明确要求按化学、生物、机电等类别划分风险等级, 并制定对应管理策略。然而, 现有研究多聚焦通用性管理框架, 针对药物合成类实验室的特殊需求(如易燃易爆试剂高频使用、高温高压反应集中等)缺乏系统性解决方案, 导致理论落地与实践需求之间存在断层。本研究以武汉工程大学药物研究院实验平台为对象, 探索功能分区与安全管理协同优化的创新路径, 旨在为

作者简介: 吕剑(1992-), 男, 河南信阳人。2021年博士毕业于华中科技大学, 主要从事糖羟基的选择性官能团化研究。同年6月前往新加坡南洋理工大学从事博士后研究, 发展高效的糖苷供体及其应用于寡糖片段的高效合成。于2023年初入职武汉工程大学独立开展研究工作。

药物合成类实验室的安全管理提供针对性的解决方案。

1 研究背景与平台概况

武汉工程大学药物研究院实验平台正式启用于2019年底,是该校在科研领域的重要布局。平台依托校企合作模式,由宜昌人福药业累计捐赠5000万元支持建设,占地面积1400余平方米。自成立以来,平台聚焦抗病毒药物研发、原料药合成工艺革新等前沿领域,致力于推动医药科技的进步。在科研成果方面,平台已获批国家自然科学基金3项,申请国家发明专利10余项,发表30余篇高水平论文。此外,平台还培养了一批优秀的科研人才,其中多人进入985高校深造,为我国医药领域的发展输送了新生力量。

在实验室布局上,平台采用了科学的功能分区设计,划分为多个核心区域,包括仪器分析区(气/液质联用室、高分辨质谱室、核磁室)、药物合成实验室(4间合成室)、试剂储存区(室温和冷藏)、连续流反应室以及气瓶集中存放室等。每个区域都配备了先进的设备和系统,如集中管道供气系统、中央空调送风系统及气体泄漏报警装置,形成了“分区独立、功能互补、资源共享”的高效布局架构。这种布局不仅提高了实验室的运行效率,还为科研人员提供了安全、便捷的工作环境,为平台的持续发展奠定了坚实基础。

2 功能分区优化策略

武汉工程大学药物研究院实验平台通过科学规划实验室空间,将不同功能的实验区域进行物理隔离,同时结合安全管理需求,形成了一套“风险分级、动静分离”的布局体系。这一设计既避免了不同实验活动相互干扰,又显著提升了危险化学品和仪器的管理效率。

2.1 空间规划的科学性

实验室依据功能与设备特性进行分区设计:

2.1.1 仪器分析区

仪器分析区是实验室的核心区域,集中放置了高灵敏度的精密设备,如核磁共振仪和质谱仪等。这些设备对环境要求极高,任何微小的振动或电磁干扰都可能影响数据的精确性。因此,采取了一系列措施,确保该区域的稳定性和可靠性。a) 隔离缓冲区设置:将仪器分析区与其他可能产生干扰的区域分隔开来,形成一个独立且安静的操作空间,有效阻挡外界的干扰源;b) 防振动:核磁共振仪设备下方安装专用防震平台(隔振效率达95%以上),实验室地面采用加厚混凝土浇筑;c) 恒环境:通过中央空调系统维持恒定温湿度(温度 $23^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$,湿度 $45\% \pm 5\%$),确保检测结果稳定可靠。通过这些综合措施,仪器分析区为高灵敏度设备提供了理想的运行环境,为高质量的检测工作奠定了坚实的基础。

2.1.2 药物合成实验区

该区域作为高度专业化的实验空间,配备了先进的设备和完善的系统,以满足化学合成过程中对安全、高效和精准的要求。首先,该区域采用了独立通风系统,结合防爆设计,有效减少了有机溶剂在室内的挥发和扩散,不仅保障了实验人员的安全,还优化了实验环境,使实验室内的空气质量始终保持在安全水平;同时,安装了中央空调系统,能够精准地维持室内温度,确保反应环境的一致性和可靠性。稳定的温度条件对于药物合成反应至关重要,它能够保证实验结果的可重复性和准确性;在设备配置方面,实验室配备了全进口的旋转蒸发

仪、真空泵系统和冷凝系统,能够高效地完成溶剂回收、减压蒸馏等操作,为药物合成提供有力支持;此外,实验室还配备了零下 80℃ 和零下 40℃ 的超低温反应槽。这些设备能够满足苛刻的低温反应需求,确保在极端温度条件下反应的安全性和可靠性。



2.1.3 试剂储存区

这里是实验室的“物资仓库”,严格遵循科学规范,按照化学性质对试剂进行分类存放,确保每一种试剂都能在适宜的环境中妥善保存。试剂储存区分为室温存放区和低温冷藏区。室温存放区用于保存常温下稳定的试剂,而低温冷藏区则配备了专业的冷藏设备,用于存放对温度敏感的试剂,确保其在规定的低温条件下保持稳定性和活性。通过电子记账平台,我们能够精准溯源每一种试剂的存放位置以及实时余量,方便实验人员快速查找和合理调配,同时也便于库存管理,避免试剂过期或浪费;对于易燃易爆等高危试剂,我们采取了极为严格的管理措施。这些试剂被单独存放在专用的防爆柜中,同时,设置了双人双锁管理机制,能够有效降低安全风险。



2.1.4 气瓶集中存放室

通过科学布局和严格管理,确保气瓶存放与使用过程的安全与高效。a)集中供气:气瓶集中存放于专用区域,常用气体(如氮气等惰性气体)通过专业管道直接供气至每个通风橱内。这种集中供气模式不仅方便实验人员随时取用,还能有效减少气瓶频繁搬运和接触带来的安全风险,让实验操作更加顺畅、安全;b)固定防倒:每个气瓶都配备了专用支架进行固定,并加装了防倾倒链条。双重防护设计确保气瓶在任何情况下都能稳固站立,有效避免因意外倾倒引发的安全隐患,为实验室的安全运行提供坚实保障;c)实时监测:室内安装了气体泄漏报警器,对气体浓度进行 24 小时不间断监测。一旦检测到气体泄漏导致浓度超标,报警器会立即发出警报,并自动启动排风设备,迅速排出泄漏气体,将安全隐患消除在萌芽状态,全方位守护实验室的安全。



2.2 动态调整与资源共享

在科研工作中,资源的有效利用是实现高效研究的关键。为此,平台秉持“物尽其用”的理念,通过动态调整和资源共享机制,优化资源配置,提升科研效率。

2.2.1 优化设备管理,提升利用率

平台将所有大型测试仪器纳入学校的公共设备共享平台,打破设备使用壁垒,让仪器设备能够跨越课题组、院系甚至校际界限,为更多科研人员提供服务。这一举措不仅提高了设备的利用率,还促进了学术交流与合作,激发了科研创新的活力。

2.2.2 创新预约系统,实现高效共享

为了进一步优化设备使用,平台建立了智能化的仪器预约系统。该系统实现了跨课题组的设备共享,科研人员可以通过线上平台轻松查看设备状态、预约使用时间,系统会根据预约情况自动调度资源,确保设备高效运转。这种预约机制不仅减少了重复购置成本,还避免了设备闲置浪费,真正实现了资源的优化配置。

通过动态调整与资源共享,平台不仅提升了设备的使用效率,还为科研人员创造了更加便捷、高效的工作环境,助力科研工作迈向更高水平。



3 安全管理体系构建

在实验室安全管理中,平台始终将安全放在首位,通过构建完善的安全管理体系,确保实验室运行的每一个环节都处于严格管控之下,为科研人员提供一个安全、可靠的工作环境。

3.1 危险源分级分类管理

为了精准识别和管控实验室内的潜在风险,平台依据教育部《高等学校实验室安全分级

分类管理办法》，对实验室进行了科学细致的风险划分。通过分级管理，我们能够更有针对性地采取安全措施，确保实验室的安全运行。

Ⅲ级实验室(中风险):该区域包括仪器分析室、常规试剂储藏室以及连续流动化学反应室,这些区域涉及仪器分析和常规试剂的安全存放,存在一定风险,但通过严格的操作规范和安全措施,能够有效控制。a) 仪器分析室:这里配备了高精度的分析仪器,如色谱仪、光谱仪等。这些仪器在操作过程中需要严格遵循标准操作规程,确保实验人员的安全和数据的准确性;b) 常规试剂储藏室:存放各类常规试剂,虽然这些试剂的危险性相对较低,但仍然需要妥善管理。我们通过科学分类存放、定期检查和记录,确保试剂的安全性和稳定性;c) 连续流动化学反应室:该区域进行的连续流动化学反应涉及一定的操作风险,但通过优化反应流程、严格控制反应条件以及配备专业的防护设备,能够有效降低风险。

Ⅱ级实验室(高风险):包括药物合成室、气瓶存放室(存放可燃气体)和特殊试剂储存室(存放易制毒、易制爆化学品以及易燃易爆化学品)。这些区域是化学品和合成反应的集中场所,安全风险较高,因此采取了更为严格的安全管理措施。a) 药物合成室:作为药物合成的核心区域,这里涉及复杂的化学反应和多种危险化学品的使用。我们通过严格的实验操作规范、完善的通风系统以及应急防护设备,确保实验过程的安全;b) 气瓶存放室:存放可燃气体的气瓶是实验室安全管理的重点。我们为气瓶配备了专用支架和防倾倒链条,并安装了气体泄漏报警器和自动排风系统。一旦检测到气体泄漏,系统将立即启动排风设备,确保安全。c) 特殊试剂储存室:存放易制毒、易制爆化学品以及易燃易爆化学品的区域是实验室的高风险区域。我们采取了防爆设计、双人双锁管理等措施,确保这些危险化学品的安全存放和使用。

I级实验室(重大风险):目前平台尚未设置 I 级风险区,但我们始终保持高度警惕,通过定期评估动态调整风险等级,确保任何潜在的重大风险都能被及时发现并妥善处理。

3.2 危化品全生命周期管控

危化品的安全管理是实验室安全管理的核心环节,我们从采购、存储、使用到处置,对危化品进行了全生命周期的严格管控,确保每一个环节都安全可靠。

3.2.1 采购与存储

我们严格执行“双人验收、双锁保管”制度,确保危化品的采购和存储过程安全可控。对于易制毒化学品,我们实现了全生命周期追踪,做到来源可溯、去向可踪,从源头上杜绝安全隐患。

3.2.2 使用与处置

在实验过程中,我们要求科研人员严格按照操作规程使用危化品,并对实验后的废液进行分类收集。所有废液均委托专业机构进行处理,严禁直接排入下水道,避免对环境造成污染。

3.2.3 应急管理

实验室配备了完善的应急设备,如防毒面具、洗眼器、应急喷淋装置等,确保在突发情况下能够迅速采取措施保护人员安全。同时,我们定期组织防爆、防泄漏等应急演练,提高科研人员的安全意识和应急处理能力。

通过分级分类管理危险源和全生命周期管控危化品,平台构建了一个全方位、多层次的

安全管理体系,为实验室的安全运行提供了坚实的保障。

4 校企合作与人才培养

在科研与教育的深度融合中,平台通过校企合作与人才培养,积极推动产学研协同创新,为科研成果转化和人才成长提供了广阔空间。

4.1 产学研协同创新

平台积极探索与企业合作的新模式,与宜昌人福药业携手共建“新药研发联合实验室”,开启了一条产学研深度融合的创新之路。企业投入资金用于实验室的建设和工艺开发,而科研成果则优先转化至企业生产线,实现了从“研发”到“中试”再到“产业化”的无缝衔接,加速了科技成果的落地生根,为企业注入了创新活力,也为高校科研工作提供了实践平台,实现了双方的互利共赢。

4.2 安全教育与能力提升

在实验室安全教育方面,平台构建了分层培训机制,针对不同层次的学生和教师,量身定制了丰富多样的培训内容,全方位提升科研人员的安全意识与应急处理能力。a)本科生:本科生初入实验室,首先接受系统的实验室安全训练,从基础操作规范学起,逐步掌握实验室的安全要点。在导师的指导下,他们还能够开展科研初步探究,通过实践锻炼,培养严谨的科研态度和扎实的操作技能,为未来的科研之路筑牢根基;b)研究生:研究生则更深入地参与到实验室安全管理中,他们参与风险评估与应急预案制定,通过实际操作和案例分析,提升对复杂安全问题的判断与处理能力。这不仅有助于他们在科研工作中更好地应对突发情况,也为他们未来的职业发展积累了宝贵经验;c)教师:教师作为科研团队的核心力量,定期接受危化品管理专项培训。通过不断更新知识体系,教师能够更好地指导学生,确保实验室的安全运行,同时也为科研工作的顺利开展提供了坚实的保障。

通过产学研协同创新与分层安全教育,平台不仅推动了科研成果的高效转化,还为不同层次的科研人员提供了全方位的成长支持,为培养高素质科研人才奠定了坚实基础。

5 成效与展望

5.1 实践成效

过去几年间,平台在安全管理、科研效率提升以及社会效益等方面取得了显著成果,为后续发展奠定了坚实基础。

5.1.1 安全水平显著提升

平台始终将安全视为生命线,通过科学管理与严格把控,连续三年未发生任何安全事故,隐患整改率达到了100%。这一成果不仅为科研人员营造了安全、稳定的工作环境,也充分体现了平台在安全管理方面的卓越成效,为实验室的可持续发展筑牢了根基。

5.1.2 科研效率实现突破

在资源优化与共享机制的推动下,平台的科研效率大幅提升。设备共享率提高了40%,对外服务机时累计达到3000余小时。这一举措不仅显著提高了大型仪器设备的使用率,还有效缓解了学校分析测试中心的测试压力,实现了资源的高效利用,为科研工作的顺利开展提供了有力支持。

5.1.2 社会效益成果显著

平台的科研成果不仅局限于实验室,还积极服务于社会。例如,抗病毒新化合物专利技术已成功进入临床前研究阶段,这不仅展示了平台在前沿科研领域的强大实力,更为区域医药产业的发展注入了新的活力,推动了相关产业的升级与创新。

5.2 未来优化方向

展望未来,平台将继续秉持创新精神,进一步优化管理体系,提升科研与社会效益,为实现更高层次的发展奠定基础。

5.2.1 引入 AI 驱动的风险预测系统

平台计划引入先进的 AI 驱动风险预测系统,通过大数据分析和智能算法,实现对潜在安全隐患的实时监测与智能预警。这一系统将能够提前识别潜在风险,为安全管理提供科学依据,进一步提升平台的安全管理水平,确保实验室运行的绝对安全。

5.2.2 拓展绿色实验室建设

在可持续发展理念的指导下,平台将大力推进绿色实验室建设。一方面,推广溶剂回收技术,减少化学试剂的浪费与排放,降低对环境的影响;另一方面,引入节能设备,优化实验室能源管理,降低运行成本,实现经济效益与环境效益的双赢。通过持续优化与创新,平台将在安全管理、科研效率提升以及社会效益拓展等方面迈向更高水平,为科研事业的高质量发展提供更强有力的支持。

[参考文献]

- [1] 《高等学校实验室安全规范》,360A16-04-2023-0002-1,2023-02-14,教育部办公厅.
- [2] 《危险化学品安全管理条例》(国务院令第591号、第645号).
- [3] 黄建军,邹毅辉,李秋玲,等. 高校实验室危险化学品安全管理体系的探索与实践[J]. 实验室检测, 2025,3(7):37-40.
- [4] 易花兰,吴俊,宋鑫,等. WSR 方法论视角下高校实验室安全管理与实践[J]. 实验室研究与探索, 2025,44(2):263-268.
- [5] 尹小红,余政军,曹放波,等. 高校实验室安全管理实践与探索——以湖南农业大学农学院为例[J]. 现代职业安全,2025,(2):81-83.
- [6] 孔滨. 强化高校实验室化学品安全管理的研究与实践[J]. 实验科学与技术,2025,23(1):156-160.

基于教学实验项目风险源评估与 安全过程管控的机制研究

庄坤

(武汉轻工大学 食品科学与工程学院,湖北 武汉 430023)

摘要:针对高校教学实验室风险源界定模糊、安全管控机制系统性不足的问题。本文以武汉轻工大学食品科学与工程学院的教学实验项目为研究对象,构建了“实验项目类别界定—风险源评估识别—安全过程管控机制分级”的“三级一体”管理模式。通过工作危害分析法(JHA)系统性识别实验项目中的危险源,并制定分级管控措施。结合食品分析、食品生物化学、食品化学等课程实验项目的典型安全隐患分析,提出从安全管理强化、培训教育精准化、应急处置前置化的安全过程管控机制。为高校实验室安全管理提供理论参考和实践路径。

关键词:实验安全;风险源评估;分级管控

1 引言高校实验室是科学研究和人才培养的重要场所,但近年来实验室安全事故频发,如2018年北京某高校实验室爆炸事故造成3人死亡,凸显了实验室安全管理的紧迫性。在实验室安全管理中不但要关注科研实验室,对教学实验室依然不能放松和轻视。教育部多次发文强调,涉及危险源的实验项目需经过风险评估后方可开展。然而,当前高校实验室安全管理仍存在风险评估不全面、管控措施缺乏针对性等问题。尤其是教学实验项目因学科交叉性强、危险源多样,其安全风险更需系统性评估与动态管控。在食品类学科的建设中,教学实验课项目涵盖化学、生物、物理等多领域,涉及高温设备、危险化学品、微生物培养等高风险操作。传统的“一刀切”管理模式难以满足精细化需求。本文结合工作危害分析法(JHA),构建“三级一体”安全管控模式,旨在从源头降低实验风险,提升实验室本质安全水平。

2 高校教学实验室安全管理现状

2.1 实验项目风险识别不足

前高校教学实验室安全管理中,多数教学实验项目在设计阶段,由于操作流程相较于科研实验更简单,教师及学生往往忽视了对危险源的辨识的重视程度。研究表明,超过70%的实验室事故源于未识别的潜在风险。例如,食品化学实验中强酸强碱的储存不当可能引发泄漏事故,而食品微生物学实验中病原微生物的泄漏风险常因缺乏生物安全标识被忽视。

传统风险评估方法依赖人工经验,易遗漏动态实验环境中的新型危险源,如粮油检测技术实验中新型粉碎机的卡料风险未纳入原始评估清单。此外,实验室危废物管理不规范(如

化学废液混合存放)进一步加剧安全风险,通过实验项目细化管理发现,废弃物的科学分类可降低交叉污染概率达 60%。

2.2 安全培训与应急能力薄弱

高校实验室安全教育多集中于准入考试,缺乏针对性与实践性。余雅昕等人的调查显示,80%的学生在首次操作高温设备时未掌握应急处理流程,且仅有 30%的教师接受过系统化安全培训。代显华强调,实验教学中的安全文化缺失导致学生存在侥幸心理,如食品工程原理实验中忽视蒸汽阀门检查,直接引发烫伤事故。此外,应急预案的制定与演练不足,王紫伟等(2024)指出,动态管理系统中若未集成应急响应模块,事故处理效率将下降 40%。

2.3 管控措施缺乏动态调整

多数实验室的安全管理仍依赖静态制度,难以适应实验条件变化。随着教学计划的变化,实验项目变更后,操作人员由于对危险源的辨识能力的不足,普遍存在无法及时做到对教学实验的全面风险评估。刘长宏等提出,双重预防机制需结合实时数据更新,但现有系统中仅 20%实现了风险评估的动态化。例如,粮油检测技术实验中引入新型仪器时,防护措施未同步优化,导致机械伤害事故风险增加。而传统管理模式因信息滞后导致管控措施更新延迟。此外,开放式实验室的普及加剧了设备与环境的不兼容风险,刘振亚研究发现,缺乏专项经费支持时,60%的实验室无法及时升级防护设施。

3 教学实验项目风险评估在安全管理中的重要性

3.1 风险评估是安全管理的“源头工程”

实验项目风险评估通过系统性识别危险源,为安全管理提供科学依据。采用工作危害分析法(JHA)将食品分析实验分解为 12 个步骤,识别出 5 类高风险源,针对性配备通风橱和应急喷淋装置后,事故率降低 45%。有研究改进 LEC 法,量化评估微生物学实验中的生物污染风险,结果表明动态风险评估可使管控效率提升 30%。

3.2 实现风险分级与资源优化配置

风险评估的分级结果可指导资源的精准投入。构建的“红橙黄蓝”四级管控体系中,红色风险实验(如高温高压反应釜操作)需配备专职监控员,而蓝色风险实验(如常规理化检测)仅需定期巡查。双重预防机制通过风险矩阵将食品工程原理实验中的机械伤害风险定为“橙色”,据此优化了急停按钮和防护罩的配置。针对水热反应釜的风险评估显示,强化温度监控可将爆炸事故概率从 1.2%降至 0.3%。

3.3 推动安全管理信息化与标准化

风险评估的数字化与标准化是未来趋势。相关研究中开发的风险评估数据库系统集成危险源清单、防护措施和应急预案模块,实现实验项目风险的智能识别与动态更新。在食品学科建设中,如食品化学实验中溶剂燃爆风险的评估数据可实时同步至管理系统,触发自动报警与应急响应。

4 教学实验项目风险评估与安全过程管控策略

4.1 “三级一体”模式框架

4.1.1 实验项目类别界定

根据食品类学科的教学实验课程特点,将实验项目分为四类。食品加工类(如食品工艺

学):涉及高温高压设备、机械操作;食品物检类(如粮油检测技术):依赖精密仪器,存在电气和机械风险;食品化学类(如食品分析、食品化学):使用腐蚀性化学品和高温反应装置;食品生物类(如食品微生物学):涉及病原微生物培养和生物废弃物处理。

4.1.2 风险源评估识别

根据工作危害分析法(JHA)识别实验项目中的危险源。通过分解实验步骤,以食品分析中“食品中蛋白质的测定”为例,分为试剂配制、样品消化、蒸馏检测三阶段。建立风险源识别,包括浓硫酸和氢氧化钠等强腐蚀性化学试剂、高温操作、有害气体泄漏等风险,再进一步编制细化的安全防控知情表,每学期更新风险评估结果,完成动态复审。

4.1.3 实验项目安全防控分析

基于上述风险源评估识别,列举了食品类主要教学实验项目的安全隐患及管控措施,详见表1。

表1 典型的实验项目的安全隐患及管控措施

| 实验项目 | 典型安全隐患 | 风险源分类 | 管控措施 |
|-----------|--------------------------|-----------|------------------------|
| 食品分析 | 浓硫酸/硝酸灼伤、挥发性有机物中毒 | 化学性危害 | 配备通风橱、防腐蚀手套;建立废液分类收集制度 |
| 食品生物化学 | 离心机高速运转导致机械伤害、蛋白质电泳胶毒性接触 | 物理性/生物性危害 | 定期设备维护;实验前安全操作培训 |
| 食品化学 | 高温反应釜压力失控、溶剂燃爆 | 物理性/化学性危害 | 安装压力传感器;使用防爆设备 |
| 食品工程原理 | 蒸汽烫伤、热风干燥机过热引发火灾 | 物理性危害 | 设置温度报警装置;配备灭火毯 |
| 食品工艺学 | 肉类加工中刀具割伤、微生物污染 | 生物性/物理性危害 | 穿戴防切割手套;严格消毒流程 |
| 食品微生物学 | 病原微生物泄漏、培养基高压灭菌不当 | 生物性危害 | 生物安全柜操作;定期灭菌效果验证 |
| 粮油检测技术 | 粉碎机卡料导致机械故障、重金属检测废液污染 | 物理性/化学性危害 | 加装急停按钮;废液专桶存放 |
| 仪器分析与检测技术 | 激光设备误操作致眼损伤、气相色谱仪载气泄漏 | 物理性/化学性危害 | 佩戴护目镜;安装气体检测仪 |

4.2 安全过程管控机制构建

4.2.1 安全管理强化

分级准入,高风险实验需通过专项考核;“一室一策”,根据实验室特点定制管理制度,如生物实验室执行“双人双锁”化学品管理。设备升级,引入智能温控系统减少高温设备人为操作失误。

4.2.2 培训教育精准化

情景模拟演练:每学年组织安全培训,由实验技术人员根据当学年所涉实验项目,制订有针对性的安全培训,旨在加强师生对安全操作规程和应急处理方法的熟悉程度。通过案例分析及演练,确保师生在紧急情况下能正确执行安全操作规程。例如对食品化学实验开展酸液泄漏应急处理模拟;制作微课学习,组织工作小组,制订机理政策,由课程组制作仪器操作短视频,强化学生安全记忆。

4.2.3 应急处置前置化

预案数字化,可开发应急 APP,一键触发喷淋和报警;分级防护装备,定期检查各实验室急救箱,对危化品储藏室等高风险实验室,强制配备面罩和防护服;智能监测,使用可穿戴设备实时监测学生心率,预防突发疾病。

[参考文献]

- [1] 李梅映,陈彦达,徐邦瑜,等. 高校教学实验项目安全风险评估研究与探索[J]. 实验室科学,2024,27(1):219-225.
- [2] 沈冰洁,丁珍菊,刘闯. 基于危险源辨识的高校实验项目安全风险评估体系构建[J]. 化工设计通讯,2023,49(6):107-109.
- [3] 崔梦晶,曾嘉莹,许余玲,等. 工作危害分析法在高校实验安全风险评估中的应用[J]. 实验室科学,2022,25(3):199-203,206.
- [4] 于斌,李若愚,刘洋,等. 高校实验项目风险评估数据库系统构建与应用[J]. 实验室研究与探索,2024.
- [5] 张爱良,林范学,杨永涛. 利用实验项目细化实验室危废物管理探讨[J]. 实验技术与管理,2020,37(1):281-283.
- [6] 余雅昕. 高校实验室安全教育的探索与实践[J]. 中国现代教育装备,2024,(23):36-38.
- [7] 代显华. 实验教学安全管理研究与实践[J]. 实验技术与管理,2013,30(7):133-136.
- [8] 刘长宏,赵文霞,宋典达,等. 高校实验室“双重预防”机制建设[J]. 化工管理,2024,(7):108-111.
- [9] 马涛,梁娟. 高校实验项目风险评估和管控措施研究[J]. 劳动保护,2024,(2):102-103.
- [10] 刘振亚,杨桂臻,张王斌. 高校本科开放式实验室制度建设探索[J]. 轻工科技,2024,40(2):181-183.
- [11] 杨雪松. 实验室水热/溶剂热反应釜风险防控与安全管理[J]. 化纤与纺织技术,2022,51(7):95-97.
- [12] 王紫伟,陈小雨,白向玉,等. 实验室安全全过程动态管理研究[J]. 实验室检测,2024,2(11):54-58.

公共科研平台全生命周期 生物安全管理探析

刘波^{1,2} 袁帆¹ 王卓¹ 胡恒¹ 张杭狄¹ 刘少平¹

(1. 武汉大学中南医院, 武汉 430071;

2. 武汉理工大学 安全科学与应急管理学院, 湖北 武汉 430070)

摘要:随着生物安全被纳入国家安全战略的重要组成部分,实验室生物安全管理日益受到重视。本文以华中某医院医学科学研究中心为例,提出了全生命周期生物安全管理模式,并从“人、机、料、环、法”五个维度深入探讨了该模式在实验室生物安全管理中的应用。实践结果表明,全生命周期管理模式能够有效识别和控制生物安全风险,提升实验室的整体安全性能。通过人员系统化管理、设备全生命周期覆盖、生物材料信息化监管、实验环境优化以及安全制度的健全与落实,该模式为医学公共科研平台的生物安全管理提供了理论支持和实践指导,有助于推动我国医学实验室生物安全管理水平的整体提升。

关键词:全生命周期管理模式;医学公共科研平台;生物安全

0 引言

生物安全作为国家安全战略的重要组成部分,其重要性在当今复杂的全球形势下日益凸显。实验室作为生物医学研究的关键场所,其生物安全管理至关重要。生物安全事故隐蔽性强、破坏性大,如2019年兰州某研究所的布鲁氏菌外泄事件,导致21847人暴露,3245人确认感染,凸显了生物安全事故的严重性。

医学公共科研服务平台承担着重要科研任务,同时面临诸多生物安全风险。这些平台涉及大量临床相关研究项目,处理和存储来自临床的组织样本、体液样本等,其中可能包含各种病原微生物。若操作不当或管理不善,极易引发生物安全事故。此外,平台人员流动性大,安全意识薄弱,进一步增加了管理难度。

传统的生物安全管理多为静态、分散模式,难以全过程覆盖,存在人员管理松散、设备维护滞后、生物材料处理不规范等问题。为应对这些挑战,本文以华中地区某医院医学科学研究中心为例,探讨全生命周期管理模式在医学公共科研平台生物安全管理中的应用。文章将从传统模式的局限性、管理模式的具体方案、实施案例的成效以及未来展望四个方面展开

基金项目:《基于医学公共科研平台的全生命周期生物安全管理模式探析》湖北省高等学校实验室管理项目 HBSY2022-025;《基于物联网驱动力的医院危化品全生命周期安全管理新范式》湖北省高等学校实验室管理项目 BSY2024-02;《智慧化管理体系促进医学公共科研平台效能提升的研究》武汉大学中南医院科技创新培育基金 CX-PY2013109

作者简介:刘波,在读博士,主要研究方向:大型公共科研平台建设与运营管理,实验室安全管理体系建设

探讨,旨在为同类型医学实验室提供理论支持和实践指导。

1 医学公共科研服务平台生物安全风险分析

1.1 人员流动性与安全意识

医学公共科研服务平台的人员构成复杂且流动性大,尤其是临床医学生和新入职研究人员,他们常利用碎片化时间进入实验室,导致安全培训效果受限,对生物安全风险的认识不足。同时,平台的开放性使不同专业背景的人员共用实验空间,增加了安全管理的难度。部分临时参与项目的人员缺乏系统培训,对实验室规章制度和操作规程不熟悉,容易出现违规操作,增加生物安全事故的发生概率。

1.2 研究项目与生物样本风险

平台承担大量临床相关研究项目,涉及众多生物样本,如人体组织样本、体液样本等。这些样本可能携带未知病原微生物或具有潜在的生物危害性。以肿瘤学研究为例,研究人员需从患者肿瘤组织中提取细胞进行培养和实验分析。若人员操作不当,可能导致携带人源性病原微生物的样本外泄,污染实验室环境,威胁人员健康。此外,一些前沿技术项目使用的病毒载体、重组蛋白等试剂也具有生物安全隐患,需严格遵循生物安全规范操作。

1.3 生物材料管理不规范

感染性(含潜在风险)生物材料的登记和管理方式效率低下,多依赖纸质文档和共享文档,容易出现漏登记或误登记。这种不规范的管理方式不仅降低了工作效率,还可能导致生物材料的丢失或误用,增加生物安全风险。

1.4 实验环境存在隐患

实验室规划布局不合理,实验区与办公学习区交错,存在安全隐患。门禁和监控数量不足,部分危险区无法监控到位,对安全事故不便溯源。净化实验室和消毒装置、设施出现问题后再进行维修维护,存在风险隐患。温湿度监测未全实验室覆盖,带来设备安全及实验安全隐患。缺乏气体监测装置,气瓶间、细胞间、液氮罐间等区域存在窒息风险。

2 全生命周期生物安全管理模式实践

全生命周期管理模式通过将实验室管理的各个环节细分为导入、成长、成熟和衰退等阶段,并在每一阶段设置监测点、实施动态跟踪,从前期预警研判、中期应对执行到后期复盘总结,全程保障实验室的生物安全。该模式借鉴企业质量管理的“人、机、料、环、法”五要素概念,全面覆盖生物安全管理的各个风险因素,并形成持续改进的管理机制。以下是该模式在医学公共科研平台生物安全管理中的具体应用:

2.1 实验室人员管理(人)

人员管理是实验室安全管理的核心,直接影响实验室的质量安全和科研成果。公共科研服务平台通过人员准入、培训教育、监督奖惩和人员离室等环节,实现对实验人员的全生命周期管理(图1)。

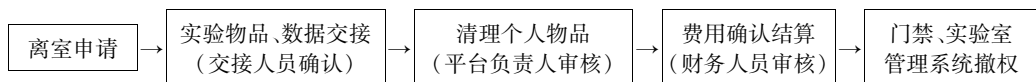


图1 实验人员离室流程图

2.1.1 人员准入严格把控

所有实验人员需提交入室申请表,参加平台组织的安全培训并通过考核,方可获得平台进出权限。进入各实验室区域前,还需接受专项培训并考核合格,确保人员具备相应的安全知识和操作技能。

2.1.2 空间治理保障安全

平台制定《公共空间共享制度》,要求人员使用公共空间(如实验台柜、冰箱、培养箱等)时进行预约和登记。使用完毕后,需清理所有存放的试剂、样品及耗材,并完成实验物品和数据的交接,经平台负责人和财务人员签字确认后方可离室。这一制度确保了公共空间的有序使用且责任明确,有效保障了实验室生物安全。

2.1.3 创新模式强化培训

平台不断扩充安全技术培训体系,积极开展多样化的安全培训活动。通过外出培训与内部培训相结合的方式,提升实验室管理人员的专业水平。同时,平台常态化开展准入培训,包括科研专题讲座、实验技术及设备操作培训等,确保实验过程中的人身安全、环境安全和设备安全。这些培训活动不仅增强了人员的安全意识,还营造了安全规范的科研氛围。通过以上措施,平台从人员准入到离室的全过程进行精准高效管理,实现了对人员这一核心要素的全生命周期管控,有效保障了实验室的生物安全。

2.2 实验室设备管理(机)

实验室设备是确保科研工作顺利进行和生物安全的重要基础[6]。为实现设备的高效管理和安全运行,我们制定了设备的全生命周期管理流程,涵盖设备采购、使用和报废等环节(图2)。

2.2.1 设备采购

设备采购流程包括需求汇总、预算申报、设备审批、购置、安装调试和验收确认等环节,确保每台设备从源头上符合实验室的科研需求和安全标准。

2.2.2 设备使用

1) 预约管理:通过预约系统进行设备使用管理,提高设备使用效率,避免资源冲突;2) 二维码信息管理:每台设备配有固定二维码,通过智能终端扫描可获取设备基本信息,实现动态管理。设备状态(如故障、停用等)在信息管理系统中实时更新,方便用户和管理员随时了解设备情况,便捷预约和使用。

2.2.3 设备报废

设备报废是设备全生命周期管理的重要环节,确保设备在达到使用年限或无法继续使用时得到妥善处理。1) 评估与鉴定:由专业技术人员对设备进行评估,确定是否达到报废标准;2) 审批与决策:将评估结果提交给管理层审批,决定是否报废;3) 资产清理:将报废设备从资产清单中移除,并进行财务处理;4) 处置与回收:对报废设备进行环保处理或回收利用,确保符合相关法规。

通过设备的全生命周期管理,从采购到报废的每个环节都进行严格把控,确保设备始终处于安全运行状态,为实验室生物安全提供有力保障。

2.3 生物危害材料管理(料)

科研中心实验室的生物安全备案最高防护级别为二级(Bio-safety Level Laboratory-2,

BSL-2), 明确规定了平台的防护等级和适用的病原微生物种类, 不得从事高致病性病原微生物实验活动, 也不得从事具有高度传染性的实验。

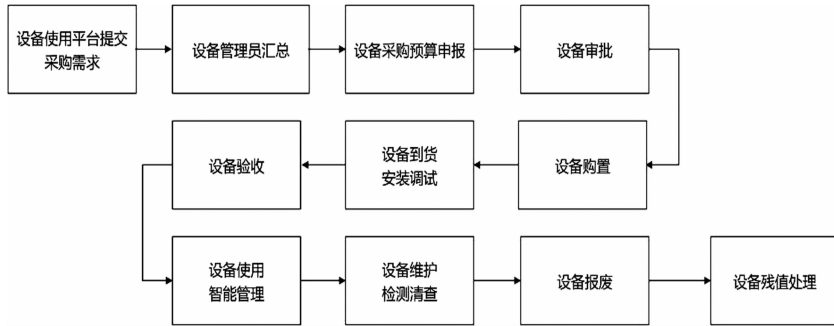


图 2 设备全生命周期管理流程图

平台的生物危害材料主要来自临床患者的组织标本和慢病毒质粒转染相关试剂。为确保生物安全, 实验人员需根据病原微生物的种类、污染对象和污染程度, 选择合适的消毒和灭菌方法, 并进行记录。中心定期监测和记录消毒与灭菌效果, 确保其符合安全标准(图 3)。

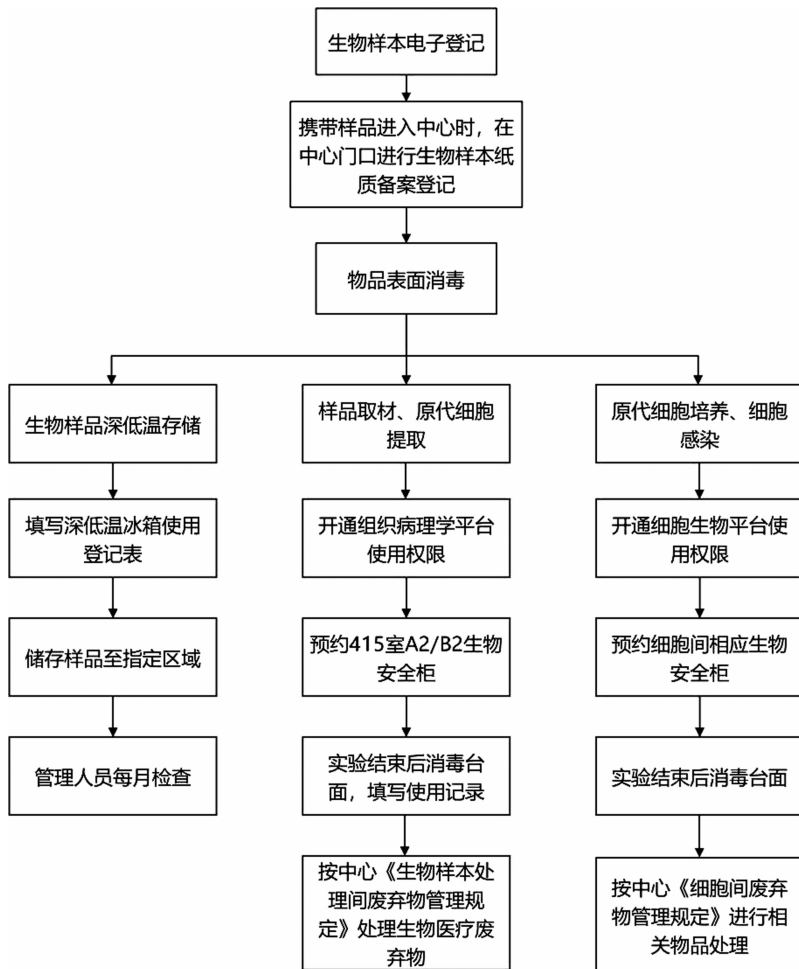


图 3 生物样本准入流程

高危实验废弃物(如病原体阳性样本和菌种保存液)在移出实验室前必须进行消毒或灭活处理。废弃物由专人负责集中管理,按照固定流程转运,并最终交由具备资质的单位进行集中处置。内部和外部转运交接均需有可追溯的记录,确保废弃物处理的规范性和安全性。

此外,平台创新性地将门禁及监控系统接入信息管理平台,实现对生物危害材料从准入(包括采购)、储存、领用到危险废物回收的全流程监管,确保材料管理的可追溯性和安全性。

2.4 生物安全环境管理(环)

为保障实验室生物安全,我们在实验室的设计、建设和日常管理中采取了以下措施:

2.4.1 科学规划与布局

在实验室设计和建设阶段,根据平台开展的项目需求和生物危害性,按照相应的防护级别进行科学规划和合理布局。2023年,我们对科研大楼进行了升级改造,严格区分实验区和生活区,从建筑规划、设计和装修阶段入手,确保环境安全。

2.4.2 数字化管理与安防监控

在建设过程中,所有实验区域配备了可视门禁系统,实验区和公共区域安装了全覆盖的视频监控系统,确保对实验室状况的全方位、无死角记录。这些电子设备的引入不仅提升了信息化管理水平,还方便了实时监控和危险因素的即时溯源。

2.4.3 安防设施设备的检定与维护

定期对生物安全相关设施设备(如生物安全柜、层流设施等)进行检定和维护,确保其正常运行。高压灭菌锅等消毒装置每日监测,空气消毒机和紫外消毒灯每半年监测一次,保障消毒设施设备的有效性,确保实验环境的安全。

2.4.4 清洁消毒与维护机制

建立了完善的清洁消毒维护机制,按照要求每日、每周、每月对相应区域及设施设备进行清洁、消毒和维护,并形成工作日志,便于随时抽查和存档。通过科学规划、数字化建设、定期检定维护以及日常清洁消毒机制,能够有效保障了实验室的环境安全,从环境角度促进了生物安全。

2.5 生物安全相关制度与文化(法)

在《中华人民共和国生物安全法》《病原微生物实验室生物安全管理条例》《病原微生物实验室生物安全环境管理办法》《人间传染的病原微生物目录》等法律法规的指导下,科研中心结合实际情况,制定了一系列安全制度及工作流程,以完善制度、促进落地、营造安全文化为目标,确保实验室生物安全。

2.5.1 制度建设与落实

制度建设是实验室管理机制完善的重要体现,而制度的有效落实则是衡量管理能力的关键。平台依据生物安全相关要素,建立健全了生物安全制度及操作规程,从法律层面保障了实验室的生物安全。在现有培训体系基础上,利用新媒体工具丰富培训形式,并对工作一年以上的人员实施定期安全考核机制,促使入驻人员主动学习安全知识,有效推动了安全制度的落实。

2.5.2 安全文化氛围营造

中心推行《入驻实验室及在室研究生积分制度》,通过积分管理强化安全文化。入驻人

员在培训考核、操作规范等方面表现良好可获得积分激励,而违反实验规范、威胁实验室安全则予以扣分。严重违规者将面临暂停权限、通报批评等处罚。积分情况在信息管理平台实时显示,并通过定期排名公示和年度表彰大会等方式激励先进者。这种机制不仅营造了安全规范的文化氛围,还提高了人员参与培训的积极性,增强了自我管理意识和公共服务意识。

3 医学公共科研平台的实施成效

全生命周期管理模式在医学公共科研平台的实施,显著提升了生物安全管理水平。通过对比实施前后的管理状况,可以看出该模式在多个方面取得了明显成效(表1)。在人员管理方面,实施后培训更加系统全面,形式多样,责任明确,有效减少了安全隐患。同时,设备管理实现了全生命周期覆盖,定期维护和实时监控确保了设备的安全运行,避免了资源浪费。生物材料管理借助信息化平台,实现了从准入到废弃处理的全流程监管,提高了效率,减少了登记错误和管理纰漏。实验环境的安全性也得到了显著提升,重新规划的布局、全覆盖的监控系统以及定期的设施维护,有效控制了环境风险。此外,安全制度更加健全,积分管理制度的实施促进了安全文化的形成,提高了人员的安全意识和自我管理能力。通过这些改进措施,医学公共科研平台的生物安全管理水平得到了全面提升,为科研工作提供了更加安全可靠的环境。

表1 全生命周期管理模式实施前后对比

| 隐患类型 | 全生命周期安全管理实施前 | 全生命周期安全管理实施后 |
|------|---|--|
| 实验人员 | 准入培训不系统,形式单一,责任不明,离室手续不齐全。 | 培训系统全面,形式多样,定期培训,责任到人,离室手续规范。 |
| 实验设备 | 维保滞后,部分设备未检定,存在资源浪费和安全隐患。 | 定期维保,设备状态实时监控,所有设备纳入检定,确保安全。 |
| 生物材料 | 纸质登记效率低,易漏登记和出差错。 | 信息化管理,全流程监管,提高效率,减少错误。 |
| 实验环境 | 布局不合理,监控不足,设施维护滞后,无危险气体监测,温湿度监测不足,带来多种安全隐患。 | 分区明确、布局合理,监控全覆盖、易溯源,设施定期维护,安装气体监测装置,进行温湿度监测和除湿维护,确保环境安全。 |
| 安全制度 | 制度不健全,积分管理浮于形式,主要为事后管理。 | 制度健全,联动其他部门落实积分管理,营造安全文化氛围,促进制度落实,防患于未然。 |

4 总结与展望

全生命周期管理模式在医学公共科研平台的实施,显著提升了生物安全管理水平,有效降低了生物安全风险。通过系统化的人员管理、设备全生命周期覆盖、生物材料信息化监管、实验环境优化以及安全制度的健全与落实,平台在多个方面取得了实质性改进。这些改进不仅提高了实验室的整体安全性能,还为科研工作的顺利进行提供了坚实保障。

未来,随着技术的不断进步,结合云计算、大数据和人工智能等前沿技术的智慧化安全管理系统将成为实验室管理的重要发展方向。这种系统能够提供更精准的风险预警、更高效的资源调配以及更全面的动态监控,进一步提升生物安全保障能力。同时,引入风险矩阵

方法,基于信息化管理平台,为决策者提供科学、量化的风险管理工具,将有助于制定更加精准有效的防控措施和管理策略。

全生命周期管理模式为医学实验室提供了一种系统化、动态化的生物安全管理方法。其在提升实验室生物安全水平方面的有效性已得到验证。随着相关政策的完善和行业标准的推广,该模式有望在更多医学科研平台中得到应用,从而推动我国医学实验室生物安全管理水平的整体提升,为国家生物安全战略的实施提供有力支持。在不断变化的生物安全挑战面前,持续优化和改进管理模式,将有助于医学实验室保持高效、安全的运行状态,为科研创新提供更加可靠的环境。

[参考文献]

- [1] 吴孔明. 提高政治站位强化责任担当加强国家生物安全风险防控和治理体系建设[J]. 旗帜, 2021, (12): 30-32.
- [2] 吴鹏. 医院临床实验室生物安全现状及应对措施[J]. 医疗装备, 2020, 33(5): 66-67.
- [3] Yeung HYE. A Review of Laboratory Biosafety and Infection Prevention and Control Guidelines on the Management of High-Risk Pathogens in Canada[J]. Acta Microbiologica Hellenica, 2025, 70(1): 2-2.
- [4] 胡黎娅. 浅谈人员管理在临床实验室管理中的重要性[J]. 江西医学检验, 2005, (6): 598.
- [5] 陈雪梅, 黄强, 丁雨, 等. 综合医院科研公共平台入室人员管理规范[J]. 实验室科学, 2021, 24(4): 191-194.
- [6] 宋彬, 张磊, 王磊. 基于 QR 二维码的高校实验室设备管理[J]. 中国教育技术装备, 2020, (22): 23-26.
- [7] 王雁南, 王天天, 孙红文, 等. 基于物联网的大型仪器实验室管理系统设计与实现[J]. 实验室研究与探索, 2020, 39(11): 266-268, 304.
- [8] 黄巧玲. 生物实验室数字化管理的探索与实践[J]. 文理导航(中旬), 2017, (01): 90.
- [9] 《中华人民共和国生物安全法》[EB/OL]. (2024-08-18). [2024-08-18]. <http://www.npc.gov.cn>.
- [10] 《病原微生物实验室生物安全管理条例》[EB/OL]. (2018-07-12). [2024-08-18]. <http://www.gov.cn>.
- [11] 《人间传染的病原微生物目录》[EB/OL]. (2024-08-18). [2024-08-18]. <http://www.nhc.gov.cn>.
- [12] 《病原微生物实验室生物安全环境管理办法》[EB/OL]. (2006-03-08). [2024-08-18]. <http://www.mee.gov.cn>.
- [13] 谢志皓, 陈贤才, 卢伟锋. 加强医学实验室生物安全的科学管理经验分析[J]. 中国卫生产业, 2023, 20(23): 71-73.
- [14] Tang Q, Yan F, Yuan L, et al. Enhancing laboratory biosafety management: a comprehensive strategy from theory to practice[J]. Frontiers in Public Health, 2024, 12: 1439051.
- [15] 信彩岩, 宋章永, 张金. 新时代高校开放共享实验室的智慧化管理初探[J]. 基础医学教育, 2023, 25(1): 52-55.
- [16] Dickmann P, Sheeley H, Lightfoot N. Biosafety and biosecurity: a relative risk-based framework for safer, more secure, and sustainable laboratory capacity building[J]. Frontiers in public health, 2015, 3: 241.
- [17] US Department of Health and Human Services. Biological and chemical terrorism: strategic plan for preparedness and response: recommendations of the CDC Strategic Planning Workgroup[J]. MMWR: Morbidity & Mortality Weekly Report, 2000, 49(15).

以地方产业发展需求为导向的分析测试中心资源共享平台构建探索与研究

魏永安 吕晓伟 王朝稳

(三峡大学 储能技术研究院(分析测试中心),湖北 宜昌 443002)

摘要:高校分析测试中心作为集大型仪器设备、高水平检测人员和高学历专家于一体的资源平台,承担着高校人才培养、科学研究、社会服务的职能。在履行人才培养和科学研究核心职能的同时,还应充分发挥资源集聚优势,主动服务区域经济建设。随着新兴产业包括电子信息、化工、新能源材料领域的快速发展,分析测试中心可以为企业提供成分分析、性能测试、工艺优化等专业技术服务,促进产学研深度合作。这种开放共享模式既能推动企业技术创新和产业升级,又能通过校企合作反哺中心自身发展,实现仪器设备更新和人才能力提升的双赢局面,最终为学校建设地方应用型高水平大学提供有力支撑,使中心成为推动地方经济高质量发展的技术引擎。

关键词:地方高校;大型仪器设备;开放共享;校企共建

1 引言

为深入贯彻长江经济带高质量发展战略,宜昌市正全力推进现代化产业体系建设,重点布局现代化工新材料、电子化学品、生命健康、新能源及高端装备等产业,着力构建高端化、智能化、绿色化的现代产业体系。然而,在产业转型升级过程中仍面临诸多挑战,如传统化工产业链条短、资源利用效率低,环保政策趋严导致企业治污成本上升,以及产业创新能力不足、关键技术瓶颈突出等问题,亟需科技支撑与创新驱动。作为宜昌地区唯一的省属综合性大学,三峡大学立足水利电力特色优势,涵盖工、文、理、管、医等学科门类,在校生规模超 3 万人,具备服务地方产业发展的良好基础。学校分析测试中心自 2018 年运行以来,已建成涵盖形貌、结构、成分、物理性能及生物医学五大检测方向的综合性服务平台,配备 50 余台套大型仪器设备,实验室面积达 2000 平方米。中心秉持“高效、精准、开放、共享”理念,致力于为校内外科研创新与产业升级提供高质量的测试分析和技术支持。

2 构建分析测试中心资源共享平台的必要性

普通高校分析测试中心通常是在学院-课题组分析中心仪器逐步完善的基础上成立的,

大多存在运行效率偏低、服务功能错位等问题:一方面,高校分析测试中心主要服务于校内教学科研,与地方产业需求对接不足,尤其面对宜昌现代化工新材料和新能源产业快速发展的背景下,企业因材料应用场景差异导致的个性化测试需求难以得到有效满足;另一方面,我校分析测试中心尚未通过实验室资质认证,在管理规范和服务水平上存在短板,加之现有考评机制更侧重科研导向,导致技术人员服务产业的积极性不高,造成优质仪器资源与地方产业技术需求之间存在“供需错配”的突出矛盾,制约了产学研深度融合和服务地方经济发展的效能发挥。

3 构建分析测试中心资源共享平台的举措

3.1 以地方产业发展需求为导向的分析测试资源建设

分析测试中心根据学校学科建设和各科研团队发展需求,确定拟购置仪器设备的功能清单和选型要求,体现了服务学校人才培养和科学研究的职能。为了提升资源利用率,应该建立需求导向的采购机制,在仪器选型时既要考虑学校优势学科发展需要,又要充分调研区域重点产业的技术需求,特别是针对宜昌现代化工新材料和新能源等支柱产业的测试需求,实现校内科研需求与产业技术需求的双重满足。另一方面,灵活开展技术培训,加强校内测试分析人员与企业技术人员的交流,通过了解企业需求,拓宽测试人员的产业需求视野,提高他们应对企业复杂分析测试任务的能力,以胜任大范围、多领域的分析测试工作。通过这些资源建设,尽可能地解决企业生产中的技术难题,支持地方经济建设。

3.2 积极提升资源共享管理水平,充分发挥地方产业服务职能

分析测试中心作为大型仪器的核心管理部门,应当充分发挥资源集聚优势,着力构建“规范管理-开放共享-高效服务”三位一体的运行机制。在自身建设方面,重点推进实验室资质认证工作,通过建立符合国家标准的质量管理体系,强化检测流程规范化和数据可靠性,特别是在新材料检测领域打造鄂西南地区权威检测平台。在服务效能提升方面,创新人才激励机制,改革职称评定和绩效考核制度,将服务地方产业的成效纳入评价体系,激发技术人员参与校企合作的积极性。通过双轮驱动——内部管理优化与外部服务拓展,既保障了学校教学科研需求,又能深度对接区域产业发展,真正实现大型仪器资源的社会价值最大化,为校地协同创新提供强有力的技术支撑(如图1)。

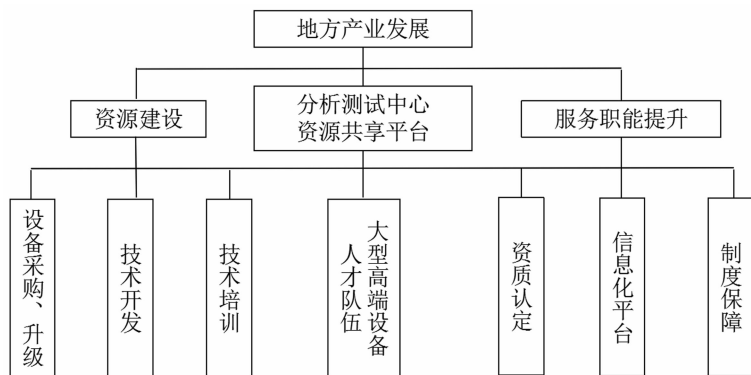


图1 分析测试中心促进地方产业发展的运行机制

4 构建分析测试中心资源共享平台的成效

4.1 以地方产业发展需求为导向,加强分析测试资源建设的倾向性

三峡大学分析测试中心创新性地构建了“共建共享”校企合作模式,已与宜昌地区 50 余家研发型企业建立深度合作关系,通过精准配置高端仪器设备和联合培养技术人才形成复合型研发团队。为服务地方化工企业,学校教师队伍“双派双引”制度,校企融合不断深入,联合成立精细磷化工行业产教融合共同体。为解决企业产品研发的问题,中心派专门人员参与指导开发了多种测试方法。包括高性能锂电池正极材料中杂质元素的检测方法研究、高纯石英砂微量元素 ICP-OES 检测方法、未知成分玻璃的 X 射线荧光光谱分析方法、电子玻璃高频介质损耗和介电常数的测试方法等。更整合运用 SEM、TEM、TG/DSC、XRD 等设备实现产品全流程检测,有效突破企业技术瓶颈。同时,中心通过加快 CMA 认证进程、构建标准化检测体系、实施人员专业化培训和完善安全管理规范等举措,持续提升服务能力,这种“需求对接-资源共享-技术共研”的协同创新模式,既解决了企业实际研发难题,又增强了中心的市场化服务效能,为区域产业创新发展提供了强有力的技术支撑平台。

4.2 以地区产业对分析测试人才的技术要求为切入点,开展技术培训

围绕地区产业中新材料研发领域对精密检测、仪器操作等核心技能的要求,通过灵活开展技术培训,加强校内测试分析人员、校内博士老师团队与企业技术人员的交流,了解企业需求,拓宽测试人员的产业需求视野,提高他们应对企业复杂分析测试任务的能力。例如分析测试中心通过联合仪器厂家举办电镜培训会为宜昌周边企业用户培训透射电子显微镜的原理和使用维护方法,通过安排工程师跟有需要的老师和客户专门讲解核磁共振波谱仪技术,学校针对当地化工企业需求提供化学、化工、储能方向的授课培训,学校选派优秀老师赴当地医药企业挂职锻炼,担任医药研究院研发总监等。通过开展技术培训可以拓展设备功能,积极开发仪器的新功能和测试方法,通过技术交流帮助企业解决生产中遇到的技术难题,强有力地支持地方产业发展,统筹推进校地、校企深度融合。

4.3 以多元化服务体系为保障,开放共享促运行

自中心 2018 年成立以来,学校大型仪器共享开放取得了显著的成果。机时预约和送样预约测试都实现了 5 倍以上的增长。借助大型、精密、稀缺的高端设备,填补地方企业检测市场的空白,形成互补性的分析测试服务体系。分析测试中心高端设备的开放共享情况取得了显著成效,以中心 F200 透射电镜为例,申请订单数量从 2020 年的 43 单,增加到 2023 年最高的 352 单,机时收入也从 3.96 万元增加到 27.4 万元。同时,开放共享服务机时逐年增加,校企合作测试量在 2023 年达到顶峰,占比 50% 左右(图 2)。

此外,自中心成立至 2024 年底,我校分析测试中心与地方企业签约合作数量的提升,也反映出了中心在服务地方产业方面取得了显著成效。这些数字的增长,不仅证明了开放共享在地方科研服务领域的广泛影响力和重要性,更为学校带来了可观的收益。与此同时,针对我校水电专业特色与地方储能技术需求的不断提高,我校成立储能技术研究院并与分析测试中心合并,聚焦储能技术领域,通过产学研融合推动新能源前后端产业升级,绿色低碳转型及科技成果转化。

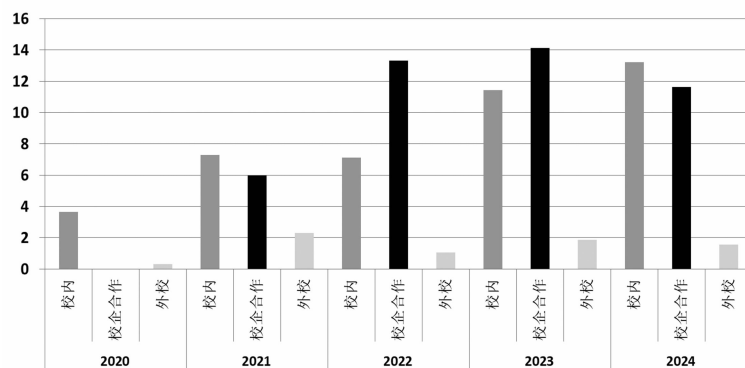


图2 2020-2024年度透射电镜测试收入情况(万元)

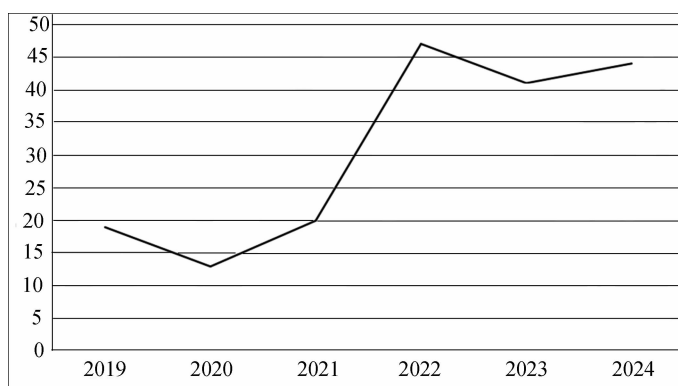


图3 2019-2024年度分析测试中心签约企业数

5 结束语

经过多年的探索与实践,三峡大学分析测试中心构建了“学校-团队-企业”多元化的开放共享服务体系。大型仪器开放共享建设已经引起校领导的高度重视,学校将花大力气抓好开放共享服务体系建设,力争早日把开放共享工作打造成为我校服务地方产业的一张名片,为人才培养和科研创新提供不竭动力。

本研究通过构建以地方产业发展需求为导向的分析测试中心资源共享平台,不仅促进了宜昌地区现代化工新材料、新能源等支柱产业的技术瓶颈问题的解决,同时提升了分析测试中心自身服务能力。未来,中心将持续完善“产学研用”深度融合的服务体系,进一步优化资源配置,强化技术支撑,为区域产业转型升级和高质量发展提供更加强有力的科技支撑,真正实现高校创新资源与地方产业发展的互利共赢。这一实践模式也将为同类高校分析测试中心服务地方经济发展提供有益借鉴。

[参考文献]

- [1] 李震彪,杨向东,郑炎雄. 高校大型仪器设备开放共享工作探析[J]. 中国现代教育装备,2020(4):1-4.
- [2] 郭倩,陈亮,刘细霞. 地方高校大型仪器设备开放共享对策研究[J]. 实验室管理与研究,2023,77(1):46-51.

- [3] 邹飘,严霜,魏志欢,操媛. 湖北省大型仪器共享平台建设现状及难点探究[J]. 实验室管理与研究, 2023,78(2):83-90.
- [4] 宋巍,许燕滨,吴其光,王飞,严楷,吴焱学. 地方高校分析测试中心的“重建”探索[J]. 实验室研究与探索, 2019,32(2):252-256.
- [5] 赵瑞超,张邦文,张利文. 地方高校分析测试中心的建设和运行实践[J]. 教育教学论坛, 2021(35):88-91.
- [6] 周讯,王国进,姚婷,吴永祥. 地方高校分析测试中心服务地方产业发展的思路和方法[J]. 黄山学院学报, 2021,23(3):101-104.
- [7] 蓝邦,刘茹,陈宇宇. 地方高校分析测试中心与化工类专业发展[J]. 化工管理, 2022(12):26-28.
- [8] 张堃,郭汝丽,梁琼英,鲁统部. 高校测试中心开展社会服务达到共赢 - 以中山大学测试中心发展为例[J]. 实验技术与管理, 2011,28(4):110-112.
- [9] 严丽娟,姚志刚,舒婕,余磊. 高校分析测试中心大型仪器开放共享模式探索[J]. 广州化工, 2021,49(24):139-141.
- [10] 许建军,刘峰. 高校分析测试中心设备共享创新机制探索[J]. 实验技术与管理, 2022,39(8):229-232.
- [11] 毕卫民,王连之. 构建多元化共享服务体系提高大型仪器设备使用效益[J]. 实验室研究与探索, 2010,29(6):100-103.
- [12] 肖李鹏,汤光平. 国内外大型科学仪器设备开放共享分析及对策[J]. 实验室研究与探索, 2016,35(4):275-278.
- [13] 赵敏坚,祝永卫,王安冬,何森,赵明. 大型仪器开放共享平台多元化服务体系的建设与实践, 2024,43(11):236-240.

构建知识共享型仪器培训平台 ——以荧光成像仪器为例

孟思璇 许文涵 曾文冰 汪会玲 孟祥高
(华中师范大学 化学学院,湖北 武汉 430079)

摘要:系统完善的大型仪器设备培训体系能有效保障高校大型仪器共享平台的运行。以化学学院荧光成像仪器为例,构建了知识共享型仪器培训平台,以用户为中心,以积分为激励,制定用户分级制度,知识共享模式及管理支撑体系。形成用户与平台的互动,用户与用户的互动,以学促学,以学促用,实现用户与平台的双重提升。该平台与已有线下培训模式有效结合互补,为高校大型仪器培训体系优化提供新思路。

关键词:培训平台;知识共享;用户分级;积分激励

大型仪器设备是高校的重要资源,是实验教学、科学研究的重要依托保障。随着国家对高校建设支持力度的加大,高校购买大型仪器设备的数量、种类逐年增加。高校教学、科研能力得到增强的同时,也伴随着重复购买,使用率降低等问题。《国务院关于国家重大科研基础设施和大型科研仪器向社会开放的意见》首次明确提出了要推动科研设施与仪器向社会开放共享,并要求建立统一的国家网络管理平台,还强调了要对开放共享效果进行考核与激励。《国家重大科研基础设施和大型科研仪器开放共享管理办法》进一步细化了开放共享的管理职责、操作流程和考核机制,明确了科技部、财政部、主管部门及各级单位的分工。随着开放共享政策的进一步深化,《国家重大科研基础设施和大型科研仪器开放共享评价考核实施细则》制定了分类分级考核标准,考核结果划分为“优秀、良好、合格、较差”四个等级,并与补助资金激励、整改约束机制相结合。各省、各大高校也出台了相关评价细则和考核方案。

大型仪器开放共享从首次提出到落实已有十年时间,随着国家、地方政策的不断完善,大型仪器的开放共享推动了科研资源的高效利用,助力了科技创新。各高校也在积极探索大型仪器开放共享方案,实现资源利用效率、科研创新水平和人才培养质量的三重提升。

随着高校大型仪器开放共享的不断实践,不少高校发现大型仪器设备普遍有价格高昂、仪器结构复杂、检测样品制备要求高,仪器操作步骤严格等特点,只有建设系统的大型仪器用户培训体系,才能有效保障高校大型仪器共享平台的高效运行。近年来,国内高校对大型仪器培训体系建设与改革进行了一系列探索,如多模式培训体系、迭代式培训流程、多层次培训体系、PDCA模式的培训管理体系等。也有不少高校采用了“互联网+”模式开展教学

基金项目:湖北省高等学校实验室研究项目(HBSY2023-055)

作者简介:孟思璇(1990-),女,山东潍坊,博士,实验师,主要从事分析测试中心大型仪器管理及荧光成像技术研究。

实践,采用“线上+线下”的大型仪器培训体系,通过视频,慕课等方式开展线上教学。

目前,华中师范大学大型仪器开放共享平台采取“集中管理、共享开放、有偿使用”的管理模式。为加强大型仪器的共享开放,平台管理人员陆续制定了系列规章制度,用以规范仪器预约使用、故障处理、测试收费等环节,从而保障大型精密仪器的高效持续运转。对于部分大型仪器,凡是有使用需求的用户均可参加线下培训课程和实际操作培训,取得相应操作资格后即可网上预约后自行操作使用仪器。在已有的培训体系下,以华中师范大学化学学院的荧光成像仪器为例,以用户为中心,构建了知识共享型仪器培训平台。该平台与现有培训体系有效结合互补,不仅实现线上线下混合培养,还形成了用户与平台的互动,用户与用户的互动,提高了大型仪器培训效率,为高校大型仪器共享平台的高效运行打下基础。

1 大型仪器培训现状及存在的问题

华中师范大学化学学院的荧光成像仪器目前共涉及 6 台,其中倒置荧光显微镜,全光谱荧光显微成像系统,激光共聚焦扫描显微镜是针对细胞层面的成像仪器;近红外 II 区活体成像系统,小动物活体成像系统,多功能激光扫描成像系统是针对活体层面的成像仪器。目前仪器开放共享采用培训-考核-预约-使用的模式。仪器培训主要是线下理论培训、上机演示练习。经观察发现,这种培训方式存在几个问题:

1.1 培训内容不全面

6 台仪器均为成像仪器,在原理、性能和应用范围上有相似之处和明显区别,成像优势又各有不同。参加培训的用户不少来自非生物专业方向,对此类仪器的接触比较少,部分用户甚至从未接触过该类型仪器。现有的培训仅针对单台仪器,用户无法在一次培训中接触到 6 台仪器,这就导致了用户在实验中可能面临无法选择合适的仪器进行测试的问题。用户如果想全面学习则需要参加多次培训,培训效率低。

1.2 培训效果不持续

对于部分参加培训的用户,一次培训无法通过考核,实现独立操作,需反复培训;还有部分测试者通过考核后,因使用仪器频率低,理论知识逐渐淡忘,在后续使用时操作生疏,无法独立操作;仪器设备功能多样,目前的培训只针对使用频繁的基础功能,部分利用仪器高级功能的样品只能送样检测。这些因素都会导致测试者过度依赖实验技术人员,不利于真正掌握设备操作技术,提高自身科研水平,也增加了实验技术人员的测试负担。

1.3 培训内容不针对

伴随着学科交叉融合发展,测试样品变的多样化,不再局限于细胞、小动物等生物样品,也有纳米材料,塑料膜,金属微粒等多类型样品。实验技术人员缺乏相关专业背景知识,无法在样品前处理,测试等方面提供技术支持,培训用户的需求得不到满足,降低了仪器的利用率。此外,平台实验技术人员人数有限,一人管理多台仪器,缺乏时间和精力充分开发仪器的高级功能和多领域应用。

2 知识共享型仪器培训平台的构建

知识共享型培训平台,不同于传统仪器培训的单项输出学习模式,更强调以用户为中心,用户可针对需求自主学习提高。配合已有的线下培训,完善现有培训体系,发挥用户的

主观能动性,不仅实现基础培训,更激发用户学习兴趣,充分开发仪器功能,提高仪器使用率。

2.1 平台用户分级制度

平台以积分为参考,将用户分为“新手”、“中级”“高手”三个等级(图1)。用户通过内容学习,完成网站任务,分享知识,交流互助等方式能够获取积分,实现账号升级。“新手”用户必须达到一定积分才能参加线下培训,“高手”账号有优先权且更易获得较高积分。用户可以通过积分的累积,量化学习过程中的进展和成就。获得的积分用于兑换仪器使用机时,这种将学习成果量化为积分并提供具体回报和奖励的方式,可以激励用户在使用培训平台过程中保持动力和参与度。

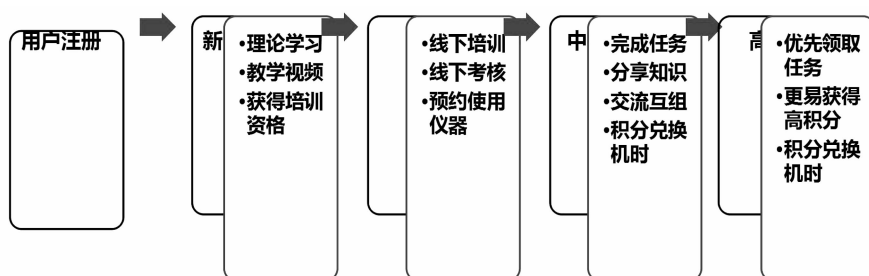


图1 用户积分分级模式

2.2 平台知识共享模式

平台分为仪器专区和积分加油站两大版块(图2)。仪器专区的“新手必学”部分包含仪器使用的基础知识及实验安全。新手用户必须在网站上提前学习相关知识并通过积分加油站的“新手必答”考核,才能获得线下培训的资格。“实战宝典”部分包含了仪器操作的图片、文字、视频等多种展现形式,方便用户随时学习。这种线上线下混合式的培训,改变了现有仪器培训课程模式,不再是普及式的培训策略,增加了培训的深度性和特异性,满足了不同层次用户的需求。

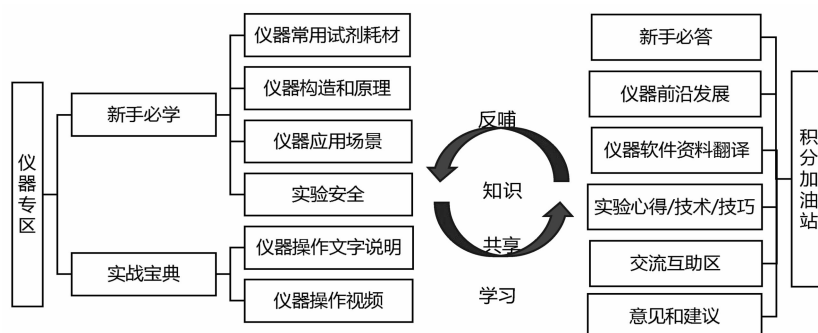


图2 知识共享型培训平台体系

积分加油站版块用提供积分的方式鼓励用户自主学习,提高用户的主观能动性。

(1)“新手必答”版块的设立要求用户在参加线下培训之前必须提前学习相关知识,熟悉仪器结构。只有掌握了基础知识,在“新手必答”区回答问题,达到了相应积分值,才能获得线下培训的报名资格,可以有效提高线下培训的效率。

(2)许多大型仪器的软件都附有英文版仪器说明书,讲解详细,内容丰富。因为机时限制及语言障碍,仪器使用者很少,甚至几乎没有阅读过这部分内容。实验技术人员可以在积

分加油站发布相关翻译任务,用户通过完成任务加强对仪器的学习,还可以获取积分。翻译的内容经实验技术人员整理,可以补充到“实战宝典”的仪器操作内容部分,供更多的人学习,实现仪器功能的深度开发,提高仪器利用率。

(3)用户可以通过分享自己真实的仪器使用体验,实验心得,技术技巧等内容获得积分。许多实验内容线下仪器培训不会涉及,但在实际测试中常常遇到。如什么配方的细胞培养基没有背景荧光,如何购买没有背景荧光的鼠粮,使用某种商业染料时仪器参数如何设置拍照效果更好等。一段简单文字,几张图片,甚至一句话的分享可以帮助其他用户少走弯路,提高效率。

(4)交流互动区提供了用户提出疑问,寻找解决问题方法的平台,实验技术人员及用户在此交流互助,相互学习。相较于已有的仪器论坛平台,因为使用的仪器型号相同,且大部分用户都是老师同学,获得的信息针对性更强,准确度更高。

2.3 平台管理支撑体系

为保证平台长效运转,采取了以下措施:

2.3.1 设置平台管理制度及监控机制

完善的管理制度是平台的长效支撑。平台制定了课程资料使用规则、积分管理兑换规则。平台还要求用户用校园一卡通注册,确保用户身份真实,通过这些措施可以约束、监督用户规范使用平台。

同时平台建立了监控机制。实验技术人员会定期对平台上内容进行审核,确保用户上传内容的准确性和质量,并检查讨论区的言论是否符合规范。对不适当或违规内容及时删除并扣除积分,警告用户。

2.3.2 关注平台数据收集和反馈

通过数据收集和反馈,实验技术人员可以了解用户的仪器使用需求和学习难点,及时跟进线下培训课程规划,优化课程内容,提升学习效果。也可以及时补充线上学习内容,满足用户需求,吸引用户持续使用平台学习。

3 结语

与传统线上培训平台相比,知识共享型培训平台不再局限于单纯的知识传授,更注重知识的分享。平台以用户为中心,新手用户在平台可以实现基础知识学习巩固,中高级用户在积分政策的激励下,形成用户与平台的互动,用户与用户的互动。用户将所学的仪器理论知识,实验实践知识,前沿科研进展知识反哺于平台,平台内容逐渐充实,达到知识共享的目的。平台鼓励讨论、交流和合作,仪器使用人之间通过平台建立起互动和协作,用户可以分享经验、解决问题,以学促学,以学促用,形成良性循环。平台为用户提供了全面的学习资源、互动交流平台和实践机会,促进仪器培训的有效开展和用户的知识提升,更好的为科学研究、人才培养发挥作用。

[参考文献]

[1] 国务院. 国务院关于国家重大科研基础设施和大型科研仪器向社会开放的意见: 国发〔2014〕70号

- [EB/OL]. (2014-12-31) https://www.gov.cn/gongbao/content/2015/content_2814782.htm
- [2] 科技部. 国家重大科研基础设施和大型科研仪器开放共享管理办法: 国科发基〔2017〕289号[EB/OL]. (2017-09-20) https://www.most.gov.cn/xxgk/xinxifenlei/fdzdgknr/fgzc/gfxwj/gfxwj2017/201709/t20170922_135054.html
- [3] 科技部. 国家重大科研基础设施和大型科研仪器开放共享评价考核实施细则: 国科办基〔2022〕93号[EB/OL]. (2022-07-05) https://www.most.gov.cn/xxgk/xinxifenlei/fdzdgknr/qtwj/qtwj2022/202207/t20220705_181462.html
- [4] 吴斌, 刘薇, 邹平, 等. 基于数据特征的大型科学仪器共享服务绩效评价模型构建和应用[J]. 科技管理研究, 2020, 40(14): 70-75.
- [5] 王文君, 胡美琴, 刘洪颜. 基于BSC模型的高校大型仪器设备共享平台绩效评价体系的研究[J]. 山东化工, 2020, 49(5): 215-217, 219.
- [6] 王宏达, 刘旻, 陈士俊. 高等学校大型仪器共享效率评价研究[J]. 天津工业大学学报, 2007, 26(5): 71-74.
- [7] 吴慧香, 陈立新, 瞿成利. 我国大型仪器开放共享的特征及其影响因素[J]. 科技管理研究, 2025, 45(2): 109-116.
- [8] 卫飞飞, 贺剑, 李一员, 等. 高校大型仪器设备开放共享管理的探索与实践[J]. 实验室研究与探索, 2023, 42(11): 264-267, 276
- [9] 樊冰, 郭春伟, 姜斌, 等. 高校大型仪器设备开放共享协同治理模式探索[J]. 实验室研究与探索, 2025, 44(1): 235-240, 256
- [10] 辛良, 厉伟, 王震威, 等. 大型科研仪器面向社会开放共享实践与探索[J]. 实验技术与管理, 2019, 36(9): 272-275
- [11] 黄莹莹, 杨晨, 丁巧灵, 等. 利用多模式培训提高大型仪器使用效益的探索[J]. 实验室研究与探索, 2020, 39(8): 283-286, 295.
- [12] 杜桂月, 李丽萍, 张时佳, 等. 大型仪器培训模式的研究与实践[J]. 实验科学与技术, 2024, 22(6): 98-103, 111.
- [13] 马本华, 李想, 荣红. 基于信息化和培训考核机制的高校国家重点实验室公共仪器平台用户管理[J]. 化学教育(中英文), 2025, 46(8): 88-92.
- [14] 陈晨, 翁雨燕, 范大明, 等. 一流学科建设中大型精密贵重仪器设备培训体系的改革[J]. 实验室研究与探索, 2020, 39(3): 258-261, 278.
- [15] 张万群, 邵伟, 柯玉萍. 大型仪器分析实验教学多层次培训体系的建立与实践[J]. 化学教育(中英文), 2018, 39(10): 24-28.
- [16] 刘晶, 孙韬. 大型仪器系统培训体系的建设及改革[J]. 实验技术与管理, 2021, 38(10): 274-278.
- [17] 吴美玲, 刘尚明. 转化医学共享平台大型仪器设备培训方法探索[J]. 山东化工, 2021, 50(23): 193-195.
- [18] 傅馨, 孙晶, 蔡舜, 等. 在线社交知识共享平台的多阶段定价策略[J]. 管理科学学报, 2024, 27(3): 15-38.
- [19] 周富广. 虚拟学习社区知识共享行为影响因素及对策——以校园辅助型虚拟学习社区为例[J]. 漳州职业技术学院学报, 2024, 26(2): 91-96