



基于柔性虚拟仿真技术的智慧 实验教学平台建设

白云, 金文闻, 朱圆敏, 吴元喜, 卢群伟, 余龙江, 刘亚丰*

(华中科技大学生命科学与技术学院, 武汉 430074)

摘要: 该文以信息技术与实验教学融合为背景, 介绍了基于柔性设计虚拟仿真系统的智慧实验教学平台的总体框架与实施, 重点阐述了柔性设计虚拟仿真系统的优势以及相关实验教学资源的建设范畴与要求, 为实现高校智慧化实验教学探索出一条可供借鉴的方案。

关键词: 教育信息化; 柔性设计; 智慧教育; 实验教学; 教学改革

中图分类号: G642.1

文献标志码: A

DOI: [10.12179/1672-4550.20220672](https://doi.org/10.12179/1672-4550.20220672)

Construction of Intelligent Experiment Teaching Platform Based on Flexible Virtual Simulation Technology

BAI Yun, JIN Wenwen, ZHU Yuanmin, WU Yuanxi, LU Qunwei, YU Longjiang, LIU Yafeng*

(College of Life Science and Technology, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: Based on the integration of information technology and experimental teaching, the overall framework and design of intelligent experimental teaching platform based on flexible virtual simulation design system are introduced in this paper. Then the advantages of flexible design virtual simulation system and the construction requirements related experimental teaching resources are highlighted. The construction and application of intelligent experimental teaching platform explore a useful reference to realize intelligent experimental teaching in universities.

Key words: education informatization; flexible design; intelligent education; experiment teaching; teaching reform

进入信息时代和智能时代, 创新型社会发展需要大量的个性化、创新型人才, 更强调人才的差异化、多样性和创造性^[1]。以培养知识型、技能型人才为目标的传统教育体系难以支撑这一需要, 未来教育必将是架构在互联网上的新教育, 即“互联网+”教育^[1-2], 或引领教育信息化创新发展, 形成智慧教育^[3]。这就要求转变教育理念, 在教学内容、手段、方法等环节变革, 构建信息技术支撑下的以学生发展为中心的人才培养新体系, 以适应新时期人才培养需求。

实验教学是培养学生创新思维、分析能力、解决问题能力的重要途径。生命学科是以实验为

主的学科, 因此实验教学对人才培养的重要性更加凸显。华中科技大学生命科学与技术学院在“十三五规划”期间, 积极推进“互联网+”教育, 注重信息技术与实验教学的深度融合, 通过名师、前辈教师教学经验传承, 通过科教融合、校企合作开发一系列实验技术模块, 构建了基于柔性设计虚拟仿真系统的智慧实验教学平台, 让学生接触到宝贵的学习经验、先进的技术、个性化的学习内容和丰富的教学资源, 为虚实融合、自主设计、研究型实验教学模式创造了更加开放的、个性化的实验教学环境和更加丰富的实验教学设计资源^[4-5]。

收稿日期: 2022-11-22; 修回日期: 2023-05-08

基金项目: 华中科技大学 2022 年教学研究项目(2022098)。

作者简介: 白云(1982-), 女, 博士, 高级工程师, 主要从事生物化学与分子生物学、生物技术大实验、发酵工程 etc 研究与教学。

*通信作者: 刘亚丰(1976-), 男, 博士, 教授, 主要从事生物物理学、生物医学光子学研究等与教学。E-mail: yfliu@hust.edu.cn

1 建设目标与建设定位

以社会需求与人才培养目标为导向,以为学生发展为中心,将柔性设计理念融入虚拟仿真系统,构建开放式柔性设计虚拟仿真系统,体现综合设计与学科交叉特色,创建技术融合的学习环境。通过优化实体环境、网络条件及教学管理,实现师生互动、人机互动,为教师进行教学设计提供方便快捷的教学资源和智能解决方案,为学生创造自主学习、自主设计、自主实践的智能友好环境,使学生获得个性化学习服务和发展体验。

通过建设基于柔性设计虚拟仿真系统的智慧实验教学平台,建成国内一流的实验实践教学条件和育人环境,打造实践创新中心,即智慧学习中心,实现教育多样性、个性化培养,全面提升学生的创新思维与实践能力。

2 智慧实验教学平台总体架构

虚拟仿真实验受硬件条件影响小,更易实现各类教学资源的优化与共享,使教学资源跨区域服务多个专业、多个学校成为可能^[6]。以资源共享与综合效益为原则,打破实验课程和实验室之间的壁垒,按实验技术分类建设基础实验教学平台,按照学科建设专业综合研究实验平台,打造开放共享、自主设计的柔性设计虚拟仿真系统,按照虚实融合、自主设计、研究型实验教学模式^[4]的要求,优化专业实验内容,合理配置实验室资源,促进实验教学和实验室资源整合。

柔性设计虚拟仿真系统是构成智慧实验教学平台的核心,也是实现开放、自主、高效、虚实融合、线上线下互补,全面提升学生创新思维与实践能力的关键所在。智慧实验教学平台包括柔性设计虚拟仿真系统、实体实验教学平台、实验教学管理系统和实验室管理系统。智慧实验教学平台架构如图1所示。

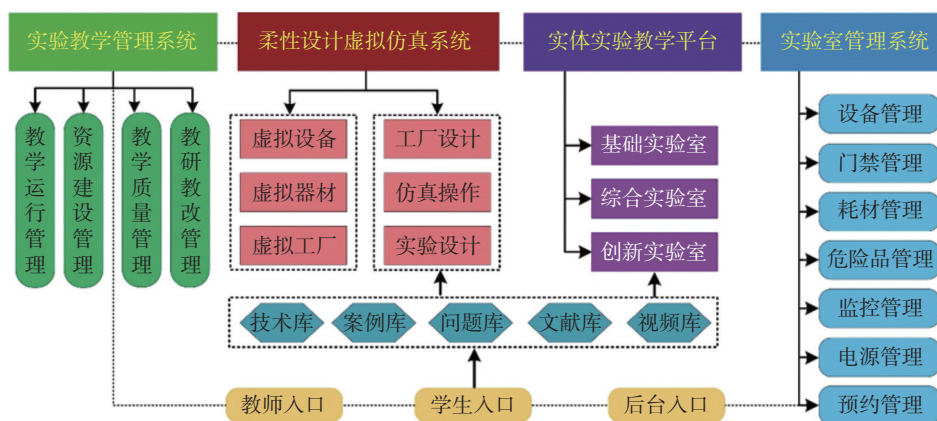


图1 智慧实验教学平台总体架构图

3 柔性设计虚拟仿真系统特征与优势

虚拟仿真系统的柔性设计是基于实验项目开放设计策略,针对目前虚拟仿真实验项目建设中存在的若干问题,如模型重复建设、流程单一、参数固定不变、项目更新困难、学生不可自主设计实验方案等,以模块化技术单元为基础构建技术库,开发以可持续发展为特征的开放性平台框架。通过柔性设计构建具有灵活多样、多方互动、开放自主的设计环境,增强实验过程体验,让学生可尝试采用不同方案解决问题,实现大型综合实验项目和生产性工厂的自主设计与可行性论证。柔性设计虚拟仿真系统包括三维仿真技术

模块子系统(操作与演示)、实验方案设计与操作子系统(柔性设计)、虚拟仿真工厂设计与操作子系统(柔性设计)、智慧学习与智能评价子系统(包括技术库、案例库、知识库等)、应用管理及信息推送子系统。如图2所示是我们开发的基因工程抗体药物虚拟仿真项目,它包含实验方案设计(图2(a))、仿真操作(图2(b))、工厂设计等功能(图2(c))。柔性设计虚拟仿真系统的特征与优点包括以下3个方面。

1) 系统架构是基于技术模块、实验方案设计原则、生物学原理与研究技术相关性来布局,按照逻辑关系编写仿真控制软件程序,构建出开放性自由设计平台,突出创新人才培养过程中技能

训练、科学研究与创新设计需求。系统设计与配置充分考虑生命学科人才培养计划的技能训练和科学研究的方案设计要求,参考中国学术文献总库相关文献资料,以生物科学、生物技术、生物工程、生物制药、生物医学工程、生物信息等专业的技能训练和科研素质培养需求制定,也可自主创建和加载模块化技术应用到其他相关专业领域。



(a) 实验方案设计界面



(b) 仿真操作界面



(c) 工厂设计界面

图 2 基因工程抗体药物虚拟仿真项目

2) 柔性设计虚拟仿真系统的基础是技术库,技术库含有大量单元操作的实验技术模块,既能独立用于操作技能训练,又适用于设计各种实验方案流程。实验技术模块可随时更新、扩充、重组,方便设计任意实验方案。实验技术模块分实验室级和工业生产级 2 种规格,工业生产级技术模块可用于设计工厂和生产车间,形成可浏览、可操作、可评价的生产实习环境。

3) 师生可以根据实验原理或研究主题任意设计实验方案,包括实验流程设计、实验参数设计,从多角度审视自己设计的实验方案,分析比较各种实验设计方案的预期结果,实验设计过程更加直观,在实践研究过程实施之前,就能够更

加全面地了解 and 比较各种实验设计方案的优缺点,易于开展各种实验设计方案的可行性论证,再结合实体实验室条件,选择符合实际的实验方案实施,有效保证实验的成功率和研究水平。

4 柔性设计虚拟仿真系统的资源建设

综合设计与创新思维训练是拔尖创新型人才培养的关键环节,要落实虚实融合、自主设计、研究型实验教学模式的实施,需要在柔性设计虚拟仿真系统中配置一系列相配套的教学资源,即教学资源库。按照实用性强、通用性好、使用频率高的原则,构建了模块化技术库、案例库、知识库、问题库、文献库等,促进学生自主学习、主动实践,开展各种实验设计、工厂设计与虚拟仿真操作。

1) 技术库对于柔性设计虚拟仿真系统来说,核心教学资源是技术库,技术库中的模块化单元首先必须满足技能训练、综合设计、不同实验调用、多种样品(参数)分析测定、实验参数设置及智能化管理。因此,技术资源库建设首先要进行有序分类和高效整合,从而实现教学资源的高效利用。如高压液相色谱技术是生命科学研究中常用的分析仪器,种类繁多,构建虚拟仿真技术单元时,首先是要分解设备,构建基础单元,如面板与按键、进样装置(手动或自动)、泵类型(单或双、活塞往复泵或隔膜往复泵)、色谱柱类型、检测器(多种)等部件,再根据需要组装成各种高中低端高压液相色谱,从而用于不同实验中样品分析。通过查阅文献,收集和了解不同样品的处理方式、色谱柱的选择、实验条件参数和对应实验数据与实验结果之间的逻辑关系,再通过相关软件仿真与数据库实现任意样品的测试与分析。

2) 案例库合理使用生成性的教学资源案例库并采用情境化的教学方式,能激发学生学习兴趣,提高学生学习满意度,弥合理论与实践的鸿沟,更好地实现专业发展^[7]。实验教学案例是基于柔性设计虚拟仿真系统创建的基础实验和综合设计实验。基础实验有两种案例形式,一是以实验项目为载体,如糖、蛋白质、核酸的测定,主要体现知识、技能的学习,这是传统实验教学的典型案例,通常与理论课程学习高度相关。二是以实验技术为载体,如分光光度技术,主要体现技能、知识、应用,学习和训练过程不受理论课程教学

和时间的限制, 学生根据兴趣与需求来学习。综合设计实验通常体现知识、技能的综合应用, 如生物大分子分离纯化与鉴定虚拟仿真综合设计实验和单克隆抗体药物中试生产虚拟仿真综合设计实验。这些项目案例的创建需要教师阅读大量文献, 收集样品与产品对应的工艺条件和实验结果, 合理使用技术库中的模块化单元技术。在设计实验流程时, 要尽可能延长相关知识链和技能链, 通过目标任务导向, 形成系统性知识。通过创建新的技术模块实现创新研究, 构建新的案例。

3) 知识库涉及各种实验技术原理、方法、注意事项、与实验相关的理论知识等, 是考察内容的主要来源。知识点展现形式分为客观题、主观题两类, 分别配有具体解析, 在系统后台可配置到任何实验技术和实验项目中, 作为学生思考学习或考核的内容, 这是师生设计实验和创建实验案例以及对实验设计智能评判的基础。知识库的建设是以最小知识点为基础, 多以客观题形式展现, 包括填空、选择、判断等, 利用一类或多个客观题内容设计主观题, 便于智能评判。如关于

蛋白质性质和分离技术可以编辑成一系列客观题, 以这些客观题为基础就可以设计主观题“怎样利用盐析方法分离牛奶中的蛋白质?”, 其答案就在客观题中。

4) 问题库是知识库的另一种形式, 主要是针对实验方案设计过程中学生需要掌握的知识或未接触过的内容, 或经验性较强的内容, 或软件操作碰到的问题而设计的问题。教师可以用多种信息化手段向学生推送信息, 力求较短时间, 如 1~3 min 看懂问题, 使较困难的知识点或难以表达的问题变得通俗易懂, 包括配音、短文、图解、动画、小视频(类似抖音)等。

5) 文献库使学生可以自由下载学习资料: 科技文献、教材、文档、图片、课件、视频、微课堂等。

5 智慧实验教学平台应用

智慧实验教学平台包括柔性设计虚拟仿真系统、实体实验教学平台、实验教学管理系统和实验室管理系统, 各个系统如何协作运行推进学生自主学习和主动实践如图 3 所示。它体现出以学

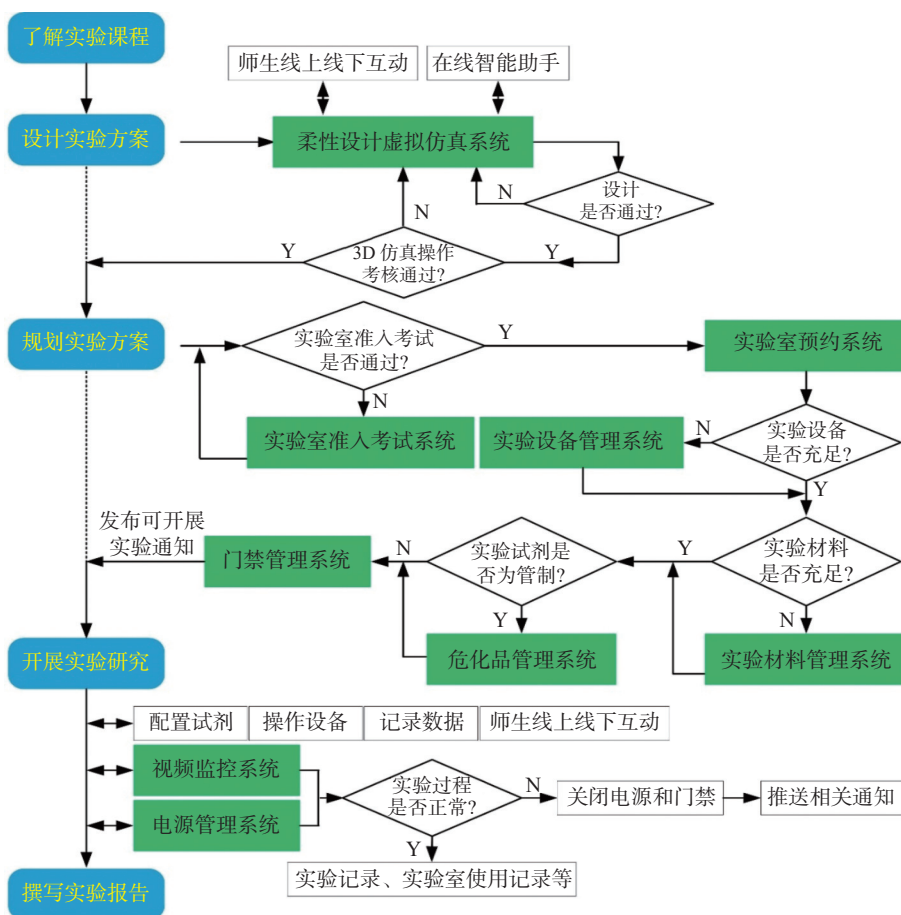


图 3 智慧实验教学平台应用流程

生发展为中心,以信息化技术为支撑,注重师生互动和过程管理,使教学管理与学生评价更科学,既调动学生学习的主动性、积极性,也提高教师的工作热情和教学水平,取得良好的应用效果^[8]。根据数字化时代专业人才培养目标和教师面临的新挑战,只有构建技术融合的学习环境和各类教学资源,教师才能施展智能高效的教学方法,学生才能最大限度获得个性化学习和发展体验。基于柔性设计虚拟仿真系统的智慧实验教学平台为智慧实验教学提供了良好的条件与环境、丰富的教学资源、功能强大的虚拟仿真系统、友好的信息化管理系统、游戏般的学习探究模式,寓教于乐,能调动学生的学习兴趣和积极性,让其独自面对问题来解决问题。如图 4 所示为师生使用该系统进行学习和互动的情况。



图 4 师生使用系统进行互动和学习情况

6 结束语

改变传统教学模式,将教学个人行为变为集体行为,实现智慧教学,需要广大教师共同努力创建丰富的各种类型教学资源^[9],完善优化教学计划和教学大纲,不断推进配套机制与制度建设。随着信息化技术的发展、教学硬件与软件的互补融合,将彻底改变传统实验教学模式,虚实融

合、自主设计、开放研究型实验教学模式将成为高等教育的主流^[10-13]。

参考文献

- [1] 刘楚然. 信息技术共享深化高校教育变革——评《互联网+教育:未来学校》[J]. 中国科技论文, 2020, 15(11): 1.
- [2] 张铮. 大数据时代下的高校教育管理工作优化途径[J]. 教育研究, 2022, 4(11): 113-114.
- [3] 熊科琴, 童荔萍. 基于大数据的智慧教学模式初探[J]. 中国教育学刊, 2021(8): 1.
- [4] 刘亚丰, 杨祥良, 朱艳红, 等. 虚实融合、自主设计、研究型实验教学模式研究[J]. 实验科学与技术, 2020, 18(6): 61-65.
- [5] 刘亚丰, 苏莉, 吴元喜, 等. 虚拟仿真实验教案设计及实践[J]. 实验室研究与探索, 2017, 36(3): 186-188.
- [6] 刘亚丰, 余龙江. 虚拟仿真实验教学中心建设理念及发展模式探索[J]. 实验技术与管理, 2016, 33(4): 108-114.
- [7] 刘静, 张志新, 唐佳音, 等. 国家精品资源共享课教学资源案例库建设及应用研究——生成性和情境化视阈[J]. 中国信息技术教育, 2021(11): 105-109.
- [8] 唐朝晖, 吴元喜. 基于虚实融合的智能实验室开放管理系统[J]. 实验技术与管理, 2017, 34(10): 226-229.
- [9] 刘亚丰, 余龙江, 卢群伟, 等. 教育信息化背景下虚拟仿真教学资源建设[J]. 实验科学与技术, 2018, 16(2): 198-201.
- [10] 王宏宇, 丁建宁, 许桢英, 等. 虚实结合实践教学的现状分析与发展探究[J]. 实验技术与管理, 2021, 38(7): 6.
- [11] 李兵, 秦丽玮, 胡原, 等. 虚实结合实验教学驱动生物学卓越教师培养[J]. 实验室研究与探索, 2022, 41(2): 136-141.
- [12] 梁文斌, 赵志鹏, 韩桂明. 基于Arduino的虚实结合教学平台, CN111461940A[P]. 2020-05-31.
- [13] 刘坤, 辛艳萍. 基于虚实结合的应用型高校油气储运仿真实训中心建设[J]. 实验科学与技术, 2022, 20(5): 35-39.

编辑 钟晓