

双线混融教学模式在普通化学实验课程中的探索实践 ——以“甘氨酸合铜的制备及其差热分析”为例

林美玉, 方宇昕, 沈颂章, 段雅倩, 梁文仪, 张弛, 苏娟*

军事药学国家级实验教学示范中心(海军军医大学), 上海 200433

摘要: 为全面深化信息技术与实验教学的融合, 推进化学实验课堂的改革与创新, 本文从信息化教学视角出发, 借助虚拟仿真技术, 开展了以“甘氨酸合铜的制备及其差热分析”为例的双线混融实验教学模式研究, 实现了化学实验教学课堂从封闭到开放的转变, 构建“过程-结果”二维度, “虚拟与真实、理论与操作、线上与线下”三结合, 实施“课前网上预习-课中实验操作-课后总结分析”全过程的多元化实验教学评价方法, 培养学生自主学习和实践探索能力, 实现从预成性知识到建构性知识的转变。

关键词: 普通化学实验; 双线混融; 虚实结合

中图分类号: G64; O6

Exploration and Implementation of a Dual-Pathway Blended Teaching Model in General Chemistry Experiment Course: A Case Study of Copper Glycine Synthesis and Its Thermal Analysis

Meiyu Lin, Yuxin Fang, Songzhang Shen, Yaqian Duan, Wenyi Liang, Chi Zhang, Juan Su*

National Experimental Teaching Center of Military Pharmacy, Naval Medical University, Shanghai 200433, China.

Abstract: To deepen the integration of information technology and experimental teaching, and to advance the reform and innovation of chemical experiment instruction, this article employs virtual simulation technology to investigate a dual-pathway blended learning model, exemplified by the synthesis and differential thermal analysis of the copper glycine complex. This approach marks a shift in chemistry experiment teaching from a closed to an open model, establishing a two-dimensional framework of “process and outcome” and a tripartite integration of “virtual and real, theoretical and practical, online and offline” activities. It implements a diversified experimental teaching evaluation method through “pre-lab online preparation, in-lab experimental operation, and post-lab summary and analysis”, fostering students’ self-directed learning and exploratory skills. This method facilitates the transition from passive to constructive knowledge acquisition.

Key Words: General chemistry experiment; Dual-pathway blended; Integration of virtuality and reality

实验教学是医药院校专业教学中的一个重要环节, 传统实验教学通常为真实实验教学, 随着虚拟仿真技术的发展, 虚拟实验逐渐成为高等教育信息化的重要内容和实验教学的重要组成部分^[1,2]。教育部从2013年开始推动全国高校探索虚拟仿真实验教学资源建设, 2016年推出国家虚拟仿真实验教学项目建设^[3,4], 2018年发布的《教师教育振兴行动计划(2018-2022年)》中提出“互联网+教师教

育”创新行动^[5,6], 2021年印发的《高等学校数字校园建设规范(试行)》中提出充分利用信息技术, 实现高等学校在信息化条件下育人方式的创新性探索^[7]。虚拟实验作为一种全新的实验方法, 因其不受时间、空间等条件的限制, 具有传统实验不可比拟的优越性^[8]。如何将真实实验教学与虚拟实验教学“虚实”结合, 发挥自身优势, 相辅相成, 是实验教学改革中一项具有重要意义的工作^[9]。

军事药学国家级实验教学示范中心建有完善的虚拟仿真实验教学平台, 建有化学实验基本操作、小型电子仪器、大型精密仪器等信息化教学资源, 开发了综合热分析仪的使用、军特药维生素B6注射剂制备和质控、应急药品仓库管理等虚拟仿真实验, 应用于本科生实验教学。本文从信息化教学视角出发, 围绕化学实验教学目标、内容、方法与评价等要素, 借助虚拟仿真技术, 开展线上虚拟实验教学, 作为传统线下实验教学的补充和完善。在此基础上, 以“甘氨酸合铜的制备及差热分析”实验项目为例, 进行化学实验教学整体重塑, 从课前线上预习及仪器使用、虚拟操作练习、课中线下实验设计与具体实施、课后线上复习巩固及全过程评价等方面进行改革研究, 探索构建了线上线下一体化的双线混融实验教学新模式, 为智能+教育的推进提供一种思路。

1 虚实结合双线混融实验教学模式的设计与实施

1.1 虚实结合双线混融实验教学模式的设计

混合式教学是将网络教学(线上)与课堂教学(线下)相结合, 融合二者优势的新型教学模式^[10,11]。一堂实验课往往包含多个知识点和仪器操作, 传统实验课是教师先讲解学生后实验。在有限的课时内, 过长过细的讲解会导致学生操作时间缩短, 实验中不敢轻易创新, 只是机械地照搬完成实验, 不利于学生综合素质的提高。针对这种情况, 作者及团队利用信息和网络技术积极探索化学实验教学新模式, 在传统单一教学模式基础上, 将基于虚拟仿真技术的线上实验教学与传统线下实验教学有机融合, 设计实施“课前线上自学+课中线下教学+课后线上巩固”双线混融教学模式(图1)。此模式由“传授知识”转向“能力培养”, 由“接受者+听者”转向“自主学习者+探究创新者”, 打破了线上线下的教学界限, 促使线上线下相互结合补充, 形成一体化实验教学新形态。

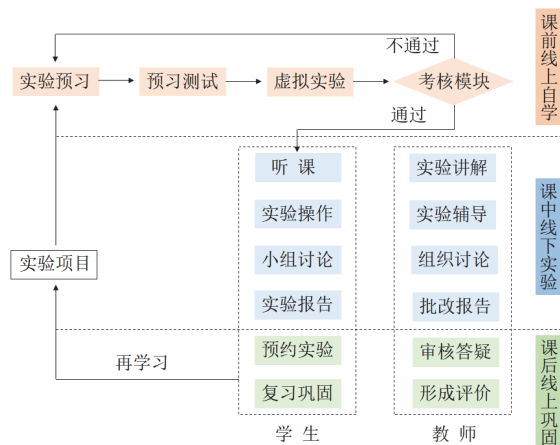


图1 虚实结合双线混融实验教学模式图

1.2 虚实结合双线混融实验教学的组织实施

1.2.1 线上虚拟实验的实施

线上实验部分以海军军医大学军事药学虚拟仿真实验教学平台为载体, 以“综合热分析仪”虚拟仿真软件为例(图2)。该套系统主要通过三维仿真技术对综合热分析仪及实验环境进行仿真模拟。使用者在三维仿真模拟的实验场景中, 可通过操作键盘、鼠标, 点击实验设备、实验环节进行操作, 开展针对性的交互使用训练。同时, 系统配以文字、图片、音频、视频等相关介绍, 可进行实验内

容预习、仪器操作训练和实验考核等工作，以此提高实验教学效率和学生的学习积极性。同时使实验教学不受时间、地点和仪器等条件的限制。



图2 虚拟仿真实验操作界面

虚拟实验软件包含四个功能模块：实验预习、预习测试、虚拟实验、实验考核。

1) 实验预习模块。本模块主要用于学生课前预习及课后复习提高，其内容包括实验简介、仪器介绍、实验原理、实验内容及实验过程说明等。通过本模块，学生了解综合热分析仪的基本原理，熟悉其使用及操作方法。

2) 预习测试模块。本模块主要以不定项选择题的形式，测试学生对仪器原理、操作方法和步骤等内容的掌握程度，也是能否进入下一步虚拟实验模块的参考依据。

3) 虚拟实验模块。本模块是软件中直接与操作者进行交互的单元，强调仪器的操作过程，对操作顺序有严格的要求，尽可能地突出虚拟实验的模拟交互性。其特点是通过菜单、按钮等可控部件来支持学生与系统之间的交互操作，伴有文本、图形和声音等提示信息 and 反馈信息，让学生及时了解自己的操作状况。允许操作者出现错误的操作步骤，但是系统会即时地提示并纠正。以综合热分析法为例，具体交互的内容包括开机关机顺序、进入仪器操作系统界面、实验条件的编辑、图谱的分析及数据的处理等。

4) 实验考核模块。本模块主要是对学生学习掌握实验操作方法的自测与评估。它的界面和操作步骤与虚拟训练模块完全一致，不同点在于增加了计时功能、提示功能和扣分功能，可用于最终的总评。

为了提高线下课堂的教学效果，要求学生只有通过了线上虚拟实验考核才可以进行真实实验，否则需重新进行虚拟实验部分的学习。

1.2.2 线下实验教学的开展

通过线上虚拟实验的学习，学生对实验原理、内容、基本操作都有了一定的理解与认识，因此，教师首先通过提问的方式来考察学生预习实验情况，启发引导学生主动思考问题，找到自己预习阶段还没有掌握弄懂的知识和疑问，同时开展小组讨论。接着教师对共性问题有针对性地进行讲解和

补充, 强调实验的重难点、实验操作要点和注意事项。随后学生两人一组开展实验, 教师巡视指导。实验结束, 教师批改实验报告, 对报告中的共性问题可在下次课前统一答疑。此外, 为了拓展学生的学科知识和初步的科研探索能力, 教师会设置相应的实验外延, 学生通过查阅文献资料, 自主设计实验方案并独立完成。鼓励学生互相合作、互相交流、互为师生。通过这种互动式学习, 提升学生对知识的应用能力、问题的解决能力。

2 虚实结合双线混融实验教学改革——以“甘氨酸合铜的制备及其差热分析”为例

“甘氨酸合铜的制备及分析”是药学相关专业《普通化学实验》的必修内容, 共5学时, 其中制备实验3学时, 分析实验2学时。以往的实验内容仅限于普通的制备实验, 虚实结合实验教学新模式的实施, 从教学目标、教学内容、实验技术、教学方式及教学评价等方面进行了改革。

2.1 实验教学目标的改革

“甘氨酸合铜的制备及分析”改革前作为一个基础性实验其实验目标仅是无机合成, 实验结果只有单一的实验产率。教学新模式实施后, 围绕甘氨酸合铜设计了“制备合成-配合物的组成确定-热分析研究”综合性实验。

2.2 实验教学内容的改革

单一内容向综合性内容转变。改革前实验教学内容仅限于甘氨酸合铜的制备方法的学习。改革后多个二级学科实验教学内容进行综合, 包括用无机方法制备甘氨酸合铜配合物、用容量分析方法确定配合物的组成、用热分析方法对物质进行热性质研究。

2.3 实验训练技术的改革

本研究由单一训练技术向综合多个实验技术的转变, 强调有代表性的实验技术的集成及相互贯穿, 综合运用多种技术来完成实验, 例如甘氨酸合铜的制备综合实验中, 通过物质称量、加热、溶解转移、减压过滤、容量瓶的使用、标准溶液的配制、熔点测定等多种操作技术, 让学生掌握电子分析天平、分光光度计、热分析仪的操作方法与技术。

2.4 实验教学方式的改革

一是改革传统的“教师讲授实验-学生实验操作-书写实验报告”的教学模式, 转变为虚实结合的“线上预习-教师引导-学生主导-教学互动-线上巩固”的实验教学模式, 突出学生的主体作用和教师的主导作用; 二是增加学生学习的探究性与自主性。改革后的综合性实验类似于一个小型科研课题, 学生通过查阅文献、线上学习、讨论交流进行实验方案的探索设计, 如制备途径的选择、合成原料的选择、分析方法的选择等。

2.5 实验教学评价的改革

配合虚实结合实验教学模式, 对实验考核方式进行了改革。以往学生实验成绩一般由两部分组成, 即平时成绩70% + 实验报告30%。实验改革后, 采用量规化和过程化的多元考评方式, 取代以实验报告和课堂操作为依据的传统实验考核方式。具体评价包括线上预习测试、线下实验考核和实验报告。其中, 实验预习20% (虚拟考核得分), 实验操作20%, 课堂讨论20%, 实验报告20%, 实验态度10%, 创新点10%。考核与评价立足于“过程-结果”二维度、“虚拟与真实、理论与操作、线上与线下”三结合, 实施“课前网上预习-课中实验操作-课后总结分析”全过程的多元化实验教学评价方法(图3)。实验项目各要素改革前后变化比对如表1所示。

3 实验教学效果评估

教学团队通过问卷星开展“双线混融化学实验教学模式”问卷调查, 发出80份问卷, 收回75份有效问卷。调查结果(图4)显示, 87.5%学生认为线上实验部分对自己的学习有帮助; 84.3%的同学表示愿意进行线上互动; 88.8%的同学表示通过线上学习可以掌握实验内容; 除了观看实验教学视频, 59.2%的学生表示更喜欢虚拟仿真实验, 38.4%的同学喜欢网页动画实验。但是, 在回答线上线上线下实

验模式改进方面，61.3%的学生希望教师更详细地讲解实验过程，37.3%的学生希望增加实验拓展内容。这说明部分学生的自学能力和自我约束力仍有待提升，教师在线上预习部分应给予更多的学习指导。一部分学有余力、对科研感兴趣的学生，可以鼓励他们积极参加大学生创新能力孵化基地项目等科研活动。教学团队在后续教学中将不断丰富线上教学资源，改进线下互动方式，不断提升实验教学质量。

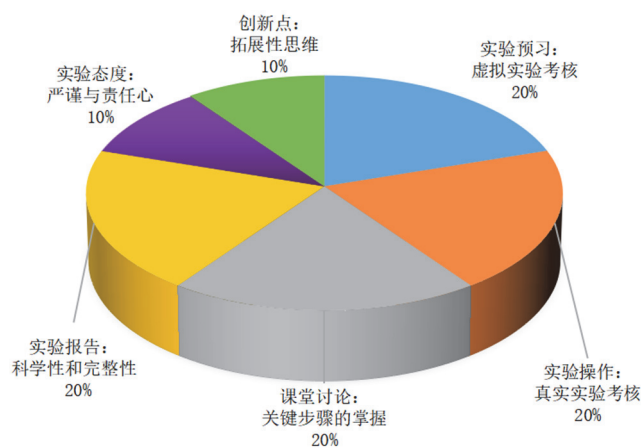


图3 多元化实验教学评价方法

表1 “甘氨酸合铜的制备及其差热分析”实验教学改革前后对照表

教学要素	教学改革前	教学改革后
教学目标	甘氨酸合铜的制备研究	围绕甘氨酸合铜设计“制备合成-配合物的组成确定-热分析研究”
教学内容	甘氨酸合铜的制备方法，属于无机化学实验的单一学科教学内容	将多个二级学科实验教学内容进行综合，包括用无机方法制备甘氨酸合铜配合物、用容量分析方法测定配合物的组成、用热分析方法对物质进行热分析研究
实验技术	包括4个基础化学实验技术：物质称量、加热、溶解转移、减压过滤	综合多个基础化学实验技术和基本仪器操作，共包括9个关键实验技术：物质称量、加热、溶解转移、减压过滤、电子分析天平的使用、容量瓶的使用、标准溶液的配制、熔点测定和热分析技术
教学方式	传统的课堂实验教学模式“教师讲授-学生实验-报告书写”	虚实结合的“线上预习-教师引导-学生主导-教学互动-线上巩固”的实验教学新模式
考核评价	平时成绩70% + 实验报告30%	实验预习20% (虚拟考核得分)，实验操作20%，课堂讨论20%，实验报告20%，实验态度10%，创新点10%

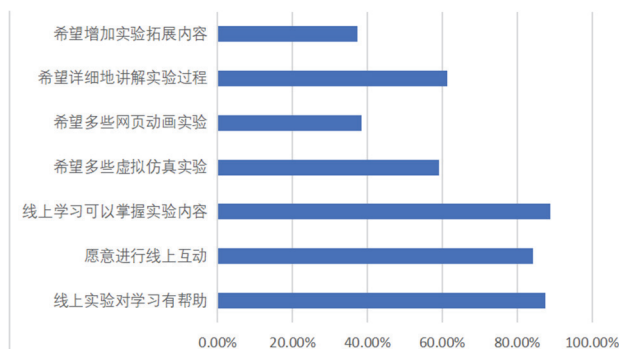


图4 双线混融实验教学问卷调查结果

4 结语

虚实结合的“线上预习-教师引导-学生主导-教学互动-线上巩固”实验教学模式，注重学生自学能力和探索精神的培养，构建过程性考核评价体系。教学实践证明，虚实结合双线混融实验教学新模式，使学生的积极性和主动性得到了充分发挥，对增强人才培养的个性化、针对性和适用性具有重要的意义。

参 考 文 献

- [1] 王海波, 张俊娜, 何炜. 中国医药科学, **2022**, *12* (23), 89.
- [2] 杜静, 赵温涛, 冯霞, 马晓飞. 大学化学, **2021**, *36* (1), 2005078.
- [3] 王彬, 秦川丽, 刘一夫, 孙少平. 大学化学, **2022**, *37* (2), 2109086.
- [4] 许丽, 王鸿鹏, 刘觉晓, 高振元. 实验技术与管理, **2019**, *36* (11), 262.
- [5] 教育部, 国家发展改革委, 财政部, 人力资源社会保障部, 中央编办. 中华人民共和国教育部公报, **2018**, No. 4, 141.
- [6] 熊振海, 罗泽康, 苏江微, 田弘, 张光威, 叶秋韵, 苗军舰. 教育教学论坛, **2019**, No. 43, 204.
- [7] 教育部关于发布《高等学校数字校园建设规范(试行)》的通知. [2023-04-20].
http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/202103/t20210322_521675.html
- [8] 程立英, 张志美, 魏春娟, 吴建军. 沈阳师范大学学报: 自然科学版, **2011**, *29* (2), 326.
- [9] 周苏娟, 孟江, 林存坤, 蒋世忠. 时珍国医国药, **2017**, *28* (11), 2770.
- [10] 孙靖文, 王静, 王海君, 刘磊, 张海燕. 齐齐哈尔医学院学报, **2020**, *41* (3), 342.
- [11] 曾秀琼, 徐孝菲, 委育秀, 蔡吉清. 大学化学, **2022**, *37* (2), 2109067.