实验与实践教学

本科综合实验“双线”教学模式浅析*

刘金库[1,2],卢 怡[1],黄 婕[2],薛西子[1],张先梅[2],黄永民[1],刘劲刚[1]

(华东理工大学 1.化学与分子工程学院,2.教务处,上海 200237)

[摘要]在本科高年级开设的综合实验教学中,探索通过“线上”兴趣引导、安全预警、实验仿真与“线下”课堂理论详解、实际操作的“双线”教学模式,降低实验安全事故,有针对性地培养学生理论联系实际的能力,挖掘学生将专业知识应用于科学研究的创新潜质,全方位提升综合实验的教学效果。该教学模式在专业人才培养过程中起到了积极作用,对于构建适应时代发展需求的新型专业综合实验授课模式具有借鉴意义。

[关键词]综合实验;教学模式;“双线”教学

Exploration of Double-line Teaching Method for Professional Experiment Course

Liu Jinku[1,2], Lu Yi[1], Huang Jie[2], Xue Xizi[1], Zhang Xianmei[2], Huang Yongmin[1], Liu Jingang[1]

(*1.School of Chemistry and Molecular Engineering, 2.Office of Acdemic Affairs, East China University of Science and Technology, Shanghai 200237*)

Abstract: In the process of comprehensive experimental teaching for senior undergraduates, the double-line teaching mode has been explored, containing the online guidance of interest, safety warning and experimental simulation, and offline explanation of theory and demonstration of actual operation in class. The teaching mode aims to reduce the safety accidents, cultivate students' ability to combine theory with practice, tap the potential applying professional knowledge to the innovation of scientific research, and promote the teaching effect of comprehensive experiment in all dimensions. This teaching mode plays a positive role in the cultivation of professional talents, and is of value of reference for exploring a new comprehensive professional experimental teaching mode adapted to the development.

Key words: Comprehensive experiment; Teaching mode; Double-line teaching

[作者简介] 刘金库(1975-),男,教授,博导,博士,教务处副处长。

[通信作者] 刘金库,E-mail:jkliu@ecust.edu.cn。

* 基金项目:华东理工大学教育教学规律与方法研究项目;华东理工大学国家教学名师培育团队项目。

专业综合实验教学是向学生传授专业知识和技能、培养学生创新能力的重要途径。提升学生综合素质、增强学生解决实际问题的能力是课程教学的核心目标。专业综合实验教学有助于全面提升学生的专业知识应用能力，对于学生今后在专业领域的发展具有积极的作用。如今全球科技日新月异，社会对专业科技人才的需求日益增加，国家对高校专业综合实验课程的教学目标也提出了更高的要求。

专业综合实验教学不应局限于专业知识的传授，要借鉴新的教学方法和理念，结合现代信息技术，全面提升学生的科学创新意识和实践能力。但是，目前一些高校的本科综合实验仍采用传统的灌输式教学模式，这非常不利于学生发散思维的培养。近年来，迅速发展的虚拟仿真（VR）和人工智能（AI）等技术给人类生活带来了新的体验与便利。笔者主张将这些先进技术引入实验教学，构建“线上”教学模式，引导学生以新的方式进行课前预习与课后回顾，鼓励学生发挥主观能动性；同时保留传统的“线下”演练教学与理论强化指导，使学生将“线上”获得的知识与“线下”实际操作相结合，在将来深造或者工作时能够做到理论联系实际，真正实现“厚基础，强实践”，达到学以致用。

安全性是实验教学的关键所在，学生在掌握专业知识和技能的过程中，始终要将安全放在第一位。在传统教学模式下，即使教师传授了规范的实验操作方法，强调了实验中的注意事项，但每年仍有不少因实验操作不当引发的安全事故。学生由于在实验操作前难以预测或未曾重视实验中可能遇到的问题，因此在实际操作过程中无法灵活应对突发情况，从而导致安全事故的发生。若将 VR 等技术应用于科学实验教学，学生便可以先通过虚拟仿真模拟实验操作，发现实验过程中可能遇到的问题。这种方式不仅能有效节约药品与仪器维护成本，而且能大大降低实验过程中的安全隐患。

因此，我们在探索“案例贯穿授课过程”教学模式[1]、基于 ISO9001 质量标准的教学模式的基础上[2]，尝试引入“双线”教学模式，即线上的理论讲解、模拟仿真与线下的详细指导、实验操作相结合的模式，以实现应用型专业综合实验知识的即学即用。

一、“双线”教学模式的引入

各高校都非常重视学生实验和实践能力的培养，不断探索新型教学模式，更新教学内容，以期逐步提升教学效果。为了提升本科综合实验的教学效果，我们主要从以下三个方面着力：一是与时俱进地更新教学内容，以适应新工科人才培养的需要，实现既定的培养目标；二是改革教学手段，探索全新的教学模式，以适应国际化、现代化、信息化的需求，培养优秀的专业人才[3]；三是引入“双线”教学模式，帮助学生把握实验的关键点、理解专业知识。“双线”教学模式旨在提高高年级本科生综合实验的教学效果，强化学生的实践能力，解决学生疏远课堂、不能学以致用的问题。

二、“双线”教学模式的实施

“双线”教学模式的实施需要具备两个条件：一是设置清晰的教学目标，厘清课堂知识构架，准确把握学生学习过程中可能出现的问题，将重要知识点和关键操作步骤制作成视频，将实验过程中可能产生的危害利用虚拟仿真的方式展示给学生，供学生课前“线上”预习使用；二是督促学生学习，检验学习效果，如规定学生在实验结束后在线完成实验数据分析、理论知识检验等，以达到温故而知新的效果。

（一）课前线上预习

教师制作视频、学生观看视频是“双线”教学的第一阶段。授课教师要在课前分析知识要点，细化教学目标，在此基础上制作视频片段；学生观看后完成预习作业，并在线提出问题。教师课前在线收集问题和学生为课堂互动收集问题的过程分别是教师和学生知识内化的过程。

现代信息技术与教育教学相融合是我国教育实现跨越式发展的关键所在。获得高质量的教学视频是“双线”教学达到预期效果的重要保证。视频要做到站位高、内容丰富且重点突出，能够在有限的时间内实现对学生的视觉冲击和记忆刺激，

使其掌握课堂理论知识和学科前沿。视频制作时要注重融入学科最新发展动态。如极端条件下多维石墨烯的控制合成、高温插层技术等具有很高的科学价值，但实验操作危险性大，我们将其制作成视频，让学生在轻松愉悦的环境下学习并牢记知识点。在技术飞速发展的时代，教师可以通过网络查找所需的教学资源，或与其他学科的教师合作，将信息资源与课程内容进行整合，再利用信息技术完成最后加工，获得所需的教学视频。现代信息技术带给我们巨大的信息资源，为教师的知识扩充和教学视频制作提供了极大的便利，有助于实现教学相长。

（二）线下实验操作

通过课前预习，学生已经熟悉了实验步骤，再进行实验操作时会更加得心应手。有了专业知识讲解、关键操作示范及危险操作示警等，学生进行实验操作的速度及动作规范程度都有较大的提高。特别是在容易发生意外事故的环节，学生操作时会更加谨慎。以往任课老师只能口头上强调，现在通过虚拟仿真技术，可让学生直观地感受到可能的危害，他们在具体操作中便会提高警惕。

（三）线上回顾总结

实验结束后，学生在线完成实验报告，提交实验数据，回答相关问题，并总结实验体会。同时，学生可以在线进行提问与评价，教师会积极回答学生的问题并择优采纳学生的意见，从而真正践行以学生为主体的教学理念。线上回顾总结不仅有利于学生巩固基础知识、强化实验技能，也有利于培养学生的自主性。“双线”教学模式有助于提高学生的综合素养，促进学生全面发展。

（四）优化考核环节

传统的教学模式下，教师大多依据学生的实验报告和实验操作规范程度进行评分。引入“双线”教学模式后，教师可以依据学生在课前视频观摩预习、安全知识及专业知识问答、课后线上回答问题、数据处理及问题分析等环节的表现，设置不同权重进行评分，以降低成绩评定的主观性和不公正现象发生的概率。

三、“双线”教学模式的效果分析

“双线”教学模式有助于学生及时发现自己在知识理解方面存在的问题和偏差，灵活掌握专业知识；有助于吸引学生回归课堂，增进师生的交流，使学生有效利用时间。同时我们也获得了一些有价值的教学经验：1.该教学模式有助于提升学生的学习兴趣，让学生更加热爱自己的专业，认真学习实践技能[4]；2.利用虚拟仿真技术将可能发生的事故直观展示出来，可以加强学生对相关实验步骤的重视，降低实验危险性；3.“双线”教学模式能够实现信息的即时传递，显著提高学生的学习效率；4.实验视频中可以渗透专业情感、专业素养等内容，让学生在学习专业知识的同时，提高专业素养；5.师生可以通过网络平台进行课堂学习讨论和互动。学生明确了自己在学习中存在的问题和薄弱环节，可以有针对性地进行学习；教师也可以及时获取并分析学生反馈的信息，对教学内容设计和实践环节进行优化，以达到更好的教学效果。

四、前景与展望

实验教学的“双线”教学模式是大势所趋。这种模式虽然加重了任课教师在教学前期的工作量，但能够显著提高学生对专业知识的应用能力，提升专业综合实验教学效果。实践表明，专业实验课程中采用“双线”教学模式是行之有效的。如何获得更好的教学效果，值得专家、同行们进一步探讨。

（文字编辑：李丽妍）

参考文献：

[1] 刘金库，卢怡.化学类应用型专业课“案例贯穿授课过程”教学模式探索[J].大学化学，2015，30(5)：16-19.

[2] 刘金库，房毅，秦添，等.基于ISO9001质量标准的应用型专业课教学模式探索[J].化工高等教育，2016，34(5)：105-109.

[3] 郭玉鹏，王瑞，李艳梅.“拔尖计划”2.0背景下如何将思政元素融入化学专业课程教学[J].中国大学教学，2019(9)：65-68.

[4] 李志义.“水课”与“金课”之我见[J].中国大学教学，2018(12)：24-29.