

分析化学实验智慧教学模式设计与应用

王秀云*, 宿艳, 张永策, 潘玉珍

大连理工大学化工学院, 辽宁 大连 116024

摘要: 为了实施个性化、互动化、智慧化的分析化学实验教学, 使学生学会学习、学会探究、学会创新, 本研究对分析化学实验进行了智慧教学模式改革实践。通过智能化的教学模式提高了学生自主学习的效率和信息素养, 激发了学生的学习内驱力, 有效提高了课堂的热烈度、达成度和学生的参与度、专注度。

关键词: 分析化学实验; 教学改革; 智慧教学模式; 教学设计

中图分类号: G64; O6

Design and Application of Intelligent Teaching Model of Analytical Chemistry Laboratory

Xiuyun Wang*, Yan Su, Yongce Zhang, Yuzhen Pan

School of Chemical Engineering, Dalian University of Technology, Dalian 116024, Liaoning Province, China.

Abstract: The reform of analytical chemistry laboratory teaching model was studied to implement personalized, interactive and intelligent analytical chemistry laboratory teaching, so that students learn to learn, explore, and innovate. Through intelligent teaching model, the efficiency of students' independent learning and the information literacy were enhanced, the dive for study was motivated, the excellence and achievement of teaching, as well as the participation and concentration of students were all effectively improved.

Key Words: Analytical chemistry laboratory; Teaching reform; Intelligent teaching model; Teaching design

1 分析化学实验实施智慧教学模式的必要性

实验教学是高等院校教学体系的一个重要环节, 对于培养学生创新思维、拓展学生知识储备、培养学生实践能力及科学素质具有不可估量的作用。分析化学实验是高等院校化学、化工、环境、生命类等专业的基础实验课程, 授课的核心目标是使学生掌握基本操作技能, 具备获取知识的能力、分析问题的能力、解决问题的能力、实践应用的能力及科研实验的能力, 因此对于学生发展创新思维, 实现知识的内化与迁移具有举足轻重的作用^[1]。但是分析化学实验教学却面临着新的分析方法不断涌现与授课学时不断缩减的矛盾, 以及学生化学知识基础参差不齐与教师对学生学情难以准确掌握的矛盾, 导致在传统的授课模式中教师疲于知识的传授, 无暇顾及学生的个体差异和个性化需求, 而学生忙于机械照搬, “照方抓药”, 无暇进行思考探究, 对实验方案的设计不甚了解, 无法实现对学生的创新思维能力、分析问题能力和实际问题能力的培养, 难以达到新时代对创新型人才培养的要求。因此, 在新的历史时代背景下, 高校实验教学如何主动应时而变, 转变教育理念, 满足新时代创新型人才培养需求是实验教学改革亟需解决的关键问题^[2,3]。

收稿: 2020-01-20; 录用: 2020-02-19; 网络发表: 2020-03-02

*通讯作者, Email: xiuyun@dlut.edu.cn

基金资助: 2018 年教育部质量工程项目(ZL201820); 2018 年教育部在线开放课程建设项目(ZL201717)

智慧教学(intelligent teaching)是一种基于动态学习数据分析和“云平台、互联网和智能终端”等信息技术的教学模式,以满足学习者的学习需要、激发学习者的创新潜能为目标,尊重学生的个体差异和个性化需求,其核心教育理念是“以学生为中心”,其技术特点是“教学决策数据化、学情诊断精准化、学习服务个性化、评价反馈即时化、交流互动立体化、资源推送智能化”^[4]。智慧教学坚持信息技术与教育教学深度融合,对于转变教育理念、推动高等教育内涵式发展、提高人才培养质量具有深远意义^[5]。因此,具有智能化、信息化特点的智慧教学是实现高校实验教学改革跨越式发展的必然选择。

基于信息技术的智慧教学对高等教育产生了深刻影响,在教学资源、教学方式、教学环境、学习方式等方面都为教学改革提供了改革途径^[6-8]。目前智慧教学模式在理论课的教学中应用较为广泛,在实验类课程中的应用主要为实验资源的数字化、实验管理或实验操作的虚拟仿真方面^[9,10],对实验教学全过程实施智慧教学的应用鲜有报道。对分析化学实验课程实施智慧教学模式可为化学实验类课程的教学改革提供一种新的思路。

2 分析化学实验实施智慧教学模式的基础

目前高校对智慧教学的研究还处于探索讨论阶段,尤其是在实验教学中的创新应用还鲜有研究。究其原因,主要体现在以下两个方面:其一,受多种因素制约,目前国内实验教学信息化程度普遍比较落后。虽然近年来“雨课堂”等教学助手受到广泛好评,但由于设计着眼点是理论教学,因此不具备实施实验课程智慧教学的细节需求功能(如即时操作评价、电子报告等),国内也尚无可支撑实验智慧教学的平台;其二,缺乏支撑实验智慧教学实施的精品资源,无法实现课前内容导学这个关键教学环节。尽管中国大学慕课平台上有几门分析化学实验或化学实验慕课,但各慕课内容不尽相同,有些实验内容缺乏线上教学资源。

作为首批国家级实验教学示范中心,大连理工大学基础化学实验中心主动适应信息化、人工智能等新技术变革,教学团队自主研发了移动端(手机、平板、电脑)智慧实验教学平台(微信公众号moolsnet),该平台具有“在线预习-虚拟实验-在线测试-实时操作评价-电子报告-教学数据反馈互动”六大模块,集多元资源、高效教学、智能管理、学情分析和动态督学功能于一体,可为实验智慧教学模式的实施提供载体支撑,可解决智慧教学无平台的问题^[11]。同时,中国大学慕课网上有我校的分析化学实验慕课,该慕课具有微视频、虚拟实验、实验操作演示、动画、课件、题库等多形态呈现的学习资源,可为智慧教学模式的实施提供资源支撑,解决智慧教学资源不足问题。因此,基于智慧教学平台提供的载体支撑和精品数字化实验慕课提供的教学资源支撑,本研究针对分析化学实验课程进行了教学改革实践,探索了智慧教学模式在分析化学实验课程中的应用,以期扭转实验教学中“照方抓药”思考不足的现象,提高分析化学实验教学质量,助力“新工科”背景下的人才培养,为实验课程的智慧教学提供实践参考。

3 分析化学实验实施智慧教学模式的设计与实践探索

本研究提出的分析化学实验智慧教学模式设计旨在实施个性化、互动化、智慧化的分析化学实验教学,使学生学会学习、学会思考、学会创新。本设计以“注重能力、引导创新”为基本原则,以“以学生为中心”为核心理念,以“实时动态、全过程、多元化学习评价”为显著特点,将信息技术与教育教学深度融合,从教学流程、教学内容、教学方式方法、考核评估等层面进行改革。教学流程模式层面,建立“以学生为中心”的教学循环优化体系,扭转实验教学中存在的授课学时不足、学生“照方抓药”无暇思考探究的现象,基于智慧平台数据信息功能实施个性化指导,实施因材施教。教学内容层面,增加研究性、创新性和综合性的内容,注重具备“创新性”“高阶性”和“挑战度”的知识学习,培养学生深度思维、勇于创新的能力和品质。教学方式方法层面,融合多元教学方法,综合运用各种学习资源激发学习兴趣,变机械学习为主动探究,激发学生思考与创新欲望,

培养学生“寻方制药”的能力，提升知识的内化。学习考核评估层面，改变唯实验报告结果的考评方法，建立多层次考核评估指标体系和考核方法，对实验教学全过程的信息进行综合分析评价，从多环节、多维度考查学生的学习投入、学习成果和差异化能力，促进学生自主学习，提升学习内驱力，具体举措如下。

3.1 创新教学模式，建构循环优化的智慧教学流程

通过移动端智慧教学平台的智能评价体系，将实验教学推向全面信息化和智能化，建立一种“课前导学-学情分析-设计教学内容-随堂测试-课中实时评价-个性化指导-课后电子报告-大数据分析-教学反思-导学内容再设计”的循环优化的智慧教学流程，达成培养学生科研、探究、实践、创新、思辨等能力的培养(图 1)。课前，教师利用多元融合的数字学习资源引导学生进行课前自学。学生通过微视频、虚拟实验、动画、课件、自测题等多形态呈现的教学资源，进行实验内容的高效学习，掌握实验方法步骤，完成知识传递过程。教师依据智慧教学平台提供的学生学习情况和学习难点分析设计课中教学内容。课中，通过随堂测试功能实时考核，即时掌握每一个学生的学习难点，对学生因材施教，开展个性化教学指导。指导包括实验理论和规范操作两个方面。智慧教学平台提供的学习数据的实时动态分析结果，可以掌握每一个学生的学习情况和学习难点，因此，可以实施精准个性化指导，实现高效教学。同时，通过探究、点拨、解析等培养学生“寻方制药”的创新能力，实现知识的内化和能力的提升。课后，学生通过开放实验开展实践应用活动，进行知识的延伸和情感的升华。最后学生完成电子报告，教师线上发布测评考核，并通过实验教学数据的挖掘与分析，设计教学资源，提升学习效果，实现教学设计的全过程循环优化。

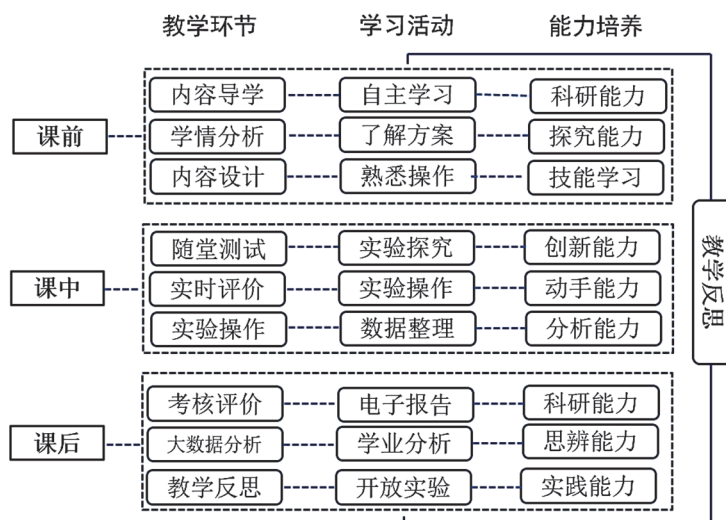


图 1 循环优化的智慧教学流程

3.2 创新教学内容，增加探究性、创新性和前沿性内容，丰富课程内涵

由于知识的传递过程在课前通过学生的自主学习已经完成，因此，课上的教学活动主要以培养学生探究能力和创新能力的头脑风暴教学活动和操作技能练习为主。课上授课内容变实验讲解为实验探究，深入分析实验参数、实验条件对实验结果的影响，探讨实验改进的路线和方法，并将相关的学科前沿和科研热点引入课堂，拓展学生的科研视野，培养学生的创新思维能力和科学研究能力。通过线上线下混合教学的融合，使教学由知识传授转变为传授思考问题、分析问题、解决问题的方法。同时，注重课程思政，通过学科前沿渗透使分析化学教育富有生命力、感染力和时代感，在培养学生科学素养的同时激发学生的学习热情，使学生获得热爱化学、崇尚科学的情感和价值观，实现课程育人的目标。

以水硬度测定实验为案例,具体授课方法如下。首先由“水土不服什么原因?”引入讨论课题,以水硬度测定展开配位滴定应用讨论,由浅入深,首先探讨自来水硬度检测的方法,探究检测条件:为什么选缓冲溶液?为什么调控 pH 为 10?为什么选用铬黑 T 指示剂?为何一滴?为什么颜色突变可指示滴定终点?如何进行钙硬度和镁硬度的分别测定?测定条件如何改变?如果钙硬度测定时没有钙试剂,如何利用铬黑 T 指示剂指示终点?通过这一系列问题的探讨,实现对基本理论的透彻理解。在此基础上,将探讨进阶,开展山泉水未知水样硬度检测方法的讨论,布置任务,让学生思考泉水中常见的干扰离子有哪些?如何掩蔽?然后将学科前沿引入,提出更具挑战性的问题:鼠脑中的钙镁离子含量该如何检测?介绍钙镁离子活体检测的方法^[12]。通过一系列的探讨,让学生学会如何超越和发现,培养学生“寻方制药”的创新能力,使学生获得更高层次思考问题和逻辑推理能力的培养。

3.3 创新教学方式方法,实施多种教学举措,促进自主学习,达成能力培养目标

为了调动和激发学生学习的兴趣,我们针对不同教学内容采用虚拟实验、实践探索、课堂演示、线上自学、视频观摩、基于问题的学习(PBL)、情景教学、随堂测试和任务驱动等多元教学方法,具体做法如下。将“一学就会,一看就懂”的操作内容及实验原理让学生通过线上原理讲解微视频、实验操作演示微视频和虚拟实验进行课前自主学习,将知识的传递在课前完成。慕课平台上的讲解视频及课件,以及移动智慧教学平台的实验讲义,细致深入地讲解了实验内容、实验方案和实验原理,学生通过自主学习可在课前掌握实验设计方案。实验操作演示微视频具有可视化、形象化和直观化的特点,学生能够轻松完成技能操作的学习,学习效率很高。为了强化技能操作学习的效果,使学生掌握实验方法和步骤,我们安排了课前虚拟实验环节,让学生通过虚拟的环境完成操作学习。为了促进学生的学习,在课上会进行随堂测试,考查学生理论学习和技能操作学习的效果。线上自学环节一方面能够培养学生自学能力,形成终身学习意识,另一方面可以培养学生基于信息解决问题的能力,使学生具备信息素养。

为了让学生达到认知高级过程的教学目标,采取“翻转课堂”教学方法,根据教学的难点和重点,以及学生提出的普遍问题设计课堂讨论提纲,组织课堂讨论,通过思考、讨论、探究、分析、思辨、交流等活动,使知识内化^[13]。根据学生表现出的认知缺陷灵活调整讨论内容和进度,并进行适当讲解,适时穿插介绍本学科的前沿,进一步拓展学生的知识面,激发学生的学习热情和崇尚科学的情感。“让学生学会思考比让学生学会知识更重要”,因此在混合式课堂上,通过精心设计,引导学生主动参与学习,让学生切身体会到在知识爆炸的时代,要具有通过自主学习而获得新知识的能力,要学会如何超越和发现,从而实现对基本理论的透彻理解。在这个过程中,引入 PBL 教学方法,通过一系列的问题引发学生思考和探究。为了激发学生学习兴趣,创设与生活密切相关的情境,适当引入科研前沿,使学生感受到“学有所用”,激发专业自豪感。同时,关注学科前沿,锻炼批判性思维能力,提升对自我和学习的认知,使学生获得更高层次思考问题和逻辑推理能力的培养。这些转变学生由被动学习到主动学习的教学举措,使师生之间能够进行多维互动,可营造和谐师生关系,从而进一步提升了学生学习的内驱力,促进了学生的自主学习。

3.4 创新教学考评方法,管理教学全过程

扩大对学生评价的时间跨度,改变唯实验报告结果的考评方法,建立多层次考核评估指标体系和考核方法,将评价延伸到整个学习过程,多维度考查学生的学习投入和学习成果,增加对学生学习过程的管理和要求,进行全方位教学跟踪,将过程评价与终期评价相结合,引导学生改变学习观。因此,采用移动实验教学平台对学生各个环节的学习过程都进行实时评价,并纳入考核成绩,以鼓励学生自主学习,深入思考问题,提高思维能力。具体考评方法为:网上自学(10%)、实验操作(40%)、虚拟实验(5%)、电子报告(40%),及创新思维探究(5%)。这种引导学生激发其内在动力自主学习及主动思考的学业评价模式,突出了过程评价与终期评价相结合的特点,与多元教学模式相得益彰。

3.5 实施效果

分析化学实验实施智慧教学模式后学生的探究意识和探究兴趣增强了。以 2018 级学生为例, 30 人的试点班中有 24 人次(80%)参加了开放实验, 并且还自带了一些样品, 探究实际样品的检测方法。而其他班级参加开放实验的人数比例不超 20%。尤为值得一提的是, 试点班有一名学生去缅甸旅游, 发现当地居民饮用水浑浊, 便采样回来进行检测。学生在结课一年后尚能在游玩中想到检测水样, 表明学生形成了较强的探究意识。

4 结语

基于移动端智慧教学平台开展的分析化学实验教学改革, 将信息技术与教育教学深度融合, 将“以学生为中心”的理念贯穿于整个教学过程。通过信息化、智能化教学模式, 提高学生自主学习的效率和信息素养, 激发了学生的学习内驱力, 有效提高了课堂的热烈度、精彩度、达成度和学生的参与度、专注度。本研究探索的智慧教学模式设计, 使教学突破了时间、空间和内容的限制, 强化了知识的内化与延伸, 注重知识转化能力的提高, 实现了个性化和互动化的教学效果。由于本研究应用的智慧教学平台可在微信公众号免费下载, 且可根据需要自行编辑模块内容, 线上学习资源既可以依托中国大学慕课平台, 也可在该平台自行发布, 因此, 本研究提出的智慧教学模式具有可推广性。当然, 构建的分析化学实验智慧教学模式还需要经过教学推广验证, 进行深入研究与实践, 并逐步改进和完善。

参 考 文 献

- [1] 龚静鸣, 张文华, 李芳, 徐晖, 周燕平, 梁沛, 熊博, 高婷娟, 原弘, 万坚. 大学化学, **2019**, 34 (6), 26.
- [2] 宿艳, 张永策, 杨金辉, 孟长功. 实验室科学, **2019**, 22 (4), 120.
- [3] 韩筠. 中国大学教学, **2017**, No. 6, 11.
- [4] 孙曙辉, 刘邦奇. 智慧课堂. 北京: 北京师范大学出版社, 2016: 4-8.
- [5] 张大良. 中国大学教学, **2016**, No. 7, 6.
- [6] 蔡宝来. 中国教育学刊, **2019**, No. 11, 56.
- [7] 郇金梅. 高教学刊, **2019**, No. 21, 104.
- [8] 易祯, 吴美玉. 高教学刊, **2018**, No. 24, 121.
- [9] 马驰, 王开宇, 程春雨, 陈景. 实验技术与管理, **2017**, 34 (6), 139.
- [10] 张丽娟, 古同男, 鄢雯. 实验技术与管理, **2019**, 36 (9), 181.
- [11] 姜文凤, 张永策, 宿艳. 实验技术与管理, **2019**, 36 (6), 16.
- [12] Zhang, Z. P.; Zhao, L. Z.; Lin, Y. P.; Yu, P.; Mao, L. Q. *Anal. Chem.* **2010**, 82, 9885.
- [13] 吴硕, 刘志广, 宿艳, 王秀云, 刘哲, 张明旭. 中国大学教学, **2015**, No. 1, 53.