

新工科背景下环境类仪器分析课程改革探索与教学效果分析*

曾映旭,秦玉春,刘瑞娜,齐丹

(海南热带海洋学院 生态环境学院,海南 三亚 572022)

摘要: 在新工科课程建设背景下,文章结合环境类专业硕士研究生的人才培养目标,以现代仪器分析课程为例,探讨线上线下混合式教学模式的改革实践与教学效果。研究分别选取2019级和2020级环境类专业硕士研究生作为对照组和实验组,前者采用传统教学模式,后者采用混合式教学模式,课程结束后进行期末考核及匿名问卷调查。基于此,建立了以教师和学生为主体的教学效果评价体系,包括教学内容、教学方法、教学管理、教师素养、学习动力、学习价值、学习成绩、学习参与度的多维度、多指标体系。结果显示,实验组93.1%的学生对混合式教学模式持较高认可态度,且其学习价值、教学内容、教学方法、教师素养和教学管理方面中的大部分指标满意度高于对照组($P < 0.05$),两组学生的期末测试成绩无显著差异,但实验组的过程性考核成绩高于对照组,改革后的教学模式更好地发挥了学生的主观能动性,总体上达到了提升教学效果的目的。

关键词: 新工科;仪器分析;混合式教学;教学效果

中图分类号:G642

文献标志码:A

文章编号:2096-000X(2021)S1-0126-05

Abstract: In the context of new engineering course construction and in combination with the training objectives of environmental master students, this paper investigated the educational reform practice and teaching effect of the online to offline blended teaching mode using modern instrumental analysis course as an example. In the study, environmental master students of 2019 and 2020 were selected as the control group and experimental group respectively. The traditional teaching mode was adopted for the former, while the blended teaching mode was used for the latter. The final assessment and anonymous questionnaire survey were conducted at the end of semester. By taking both the teacher and the students as the evaluation subjects, the teaching evaluation system was established using a multi-dimensional and multi-index system, including teaching content, teaching method, teaching management, teacher quality, learning motivation, learning value, learning achievement, learning participation. The results showed that 93.1% of the students in the experimental group hold high recognition attitude towards the blended teaching mode, and their satisfaction with most of the indicators involved in learning value, teaching method, teaching content and teaching management was significantly higher than those in the control group ($P < 0.05$). There was no significant difference in the final test scores between the two groups, but the experimental group achieved higher performance in process evaluation than the control group. The reformed teaching mode gives better play to students' subjective initiative and enhances the teaching effect on the whole.

Keywords: new engineering; instrumental analysis; blended teaching; teaching effect

为应对新一轮科技革命和产业变革所面临的新机遇、新挑战,服务“一带一路”“中国制造2025”“互联网+”等重大倡议实施,教育部高等教育司于2017年发布了《关于开展新工科研究与实践的通知》^[1]强调,需深化工程教育改革,探索工程教育改革的新理念、新结构、新模式、新质量、新体系,促进我国从工程教育大国走向工程教育强国,培养引领未来技术与产业发展的多元化、复合型、创新型工程科技人才。这对我国传统工科教育提出了新要求、新挑战,迫切需要工科各专业持续深

化教育改革创新,助推工程教育强国建设,为我国未来技术产业发展提供人才支撑^[2-3]。

现代信息技术的蓬勃发展为新工科建设背景下的教育教学改革提供了新契机。目前“互联网+教育”模式已成为新工科教育改革中的重要探索方向。近年来,MOOC(Massive Open Online Course,大规模开放在线课程)、SPOC(Small Private Online Course,小规模专有在线课程)、翻转课堂、线上线下混合教学模式等新型教学模式不断涌现,极大地促进了传统教育教学模式的革新^[4-8]。其

* 基金项目:海南热带海洋学院教育教学改革研究重点项目“基于MOOC理念的仪器分析课程SPOC混合教学模式的构建与实践”(编号:RH Yjgzd2020-03);海南热带海洋学院“引进人才科研启动项目”(编号:RHDR201906)
作者简介:曾映旭(1983-),女,汉族,四川眉山人,博士,研究员,研究方向:环境仪器分析。

中,混合式教学模式融合了线上学习和线下面授教学的优点,通过运用现代信息技术及数字化教育资源,根据学生认知规律、学情特点及培养目标要求,设计多种教学活动方式,以增强学生主观能动性,激发其学习兴趣和积极性,进而达到提升教学质量和教学效果的目的^[7-8]。本文拟以环境类专业硕士研究生的现代仪器分析课程为例,探讨基于超星学习通平台的线上线下混合式教学模式的改革实践及教学效果,为探索新工科背景下现代仪器分析课程的教学改革提供参考。

一、现代仪器分析课程特点与现状

现代仪器分析是环境类专业硕士研究生必修的专业基础课,是培养新工科背景下复合型专业人才的重要课程之一。课程主要介绍光谱、质谱、色谱、电化学分析法等多类仪器分析技术,并涉及仪器构造、检测原理、分析技术及统计学等知识,具备典型的多学科知识交叉及跨领域技术融合的特征。同时,由于各种新型仪器技术方法发展迅速,使得该课程具备明显的前沿性和发展性,教学内容亟待更新。在传统教学模式下,该课程的教学主要采取单一的课堂讲授方式。由于课程教学内容庞杂,且各仪器技术间联系不够紧密,教师往往需在有限的学时内输出大量教学内容,导致学生被动输入知识,学习负担较重,加之仪器理论知识抽象,仪器构造复杂,因此学生对仪器构造及原理缺乏感性认识,理解不透彻,知识难以内化,导致其学习兴趣和动力不强,最终的教学效果也差强人意。在考核评价方面,传统教学模式主要以作业和考试作为考核手段,注重结果性评价而忽视了过程性评价,难以全面客观地反映学生在整个学习过程中的情况^[9-10]。可见,传统教学模式制约了学生的主观能动性,难以激发学生的学习兴趣和潜能,难以达到新工科人才综合素质及专业能力的培养要求。因此,探索新工科建设背景下现代仪器分析课程的教学模式改革对于培养多元化、创新型并具备多学科交叉知识的应用型工程人才具有重要意义。

二、基于混合式教学理念的线上线下课程教学改革
现代仪器分析课程线上线下混合式教学模式的构建主要以超星学习通平台及相关数字化教学资源为支撑,从课前预习准备、课堂面授教学、课后巩固练习及课程考核评价四个方面开展改革。课程架构设计如图1所示。

(一)课前预习准备

混合式教学中课前阶段的教学活动均采用线上模式开展。首先教师基于超星学习通平台引进优质数字化课程资源进行开发,建立SPOC课程,创建线上教学环境。根据学情特点及环境类专业硕士研究生的培养目标要求,对课程内容进行整合优化,构建适合环境类专业硕士研究生的现代仪器分析课程新体系。教学内容按各仪器分析法的共性特点及环境分析领域应用情况,分为四大教学板块:(1)分子光谱分析法:紫外及可见吸收光谱分析、红外吸收光谱分析、激光拉曼光谱分析;(2)原子光谱分析法:原子吸收光谱分析、原子发射光谱分析、原子荧光光谱分析;(3)电化学分析法:电位分析法和离子选择电极、电解和库仑分析法;(4)色谱和质谱分析法:气相色谱、高效液相色谱、质谱分析法、色谱-质谱联用技术。

教师通过学习通平台在课前发布课程微课资源及多媒体课件资源,设置讨论主题,发布预习任务单,学生登录平台获取学习资源及任务清单,自主观看微课视频,学习课程多媒体课件,并针对教师提出的重难点问题查阅资料,参与平台上的讨论交流。期间,教师通过平台关注学生的学习进度及互动讨论情况,提前了解并归纳学生在课程学习中存在的一些共性问题。课前采取“以任务为驱动、以问题为导向”的教学法可有效激发学生的学习兴趣 and 潜能,进而转变为以学生为中心的教学模式。

(二)课堂面授交流

混合式教学中的课堂教学通过线上线下模式同时开展。基于平台上的学习反馈情况,教师借助多媒体课

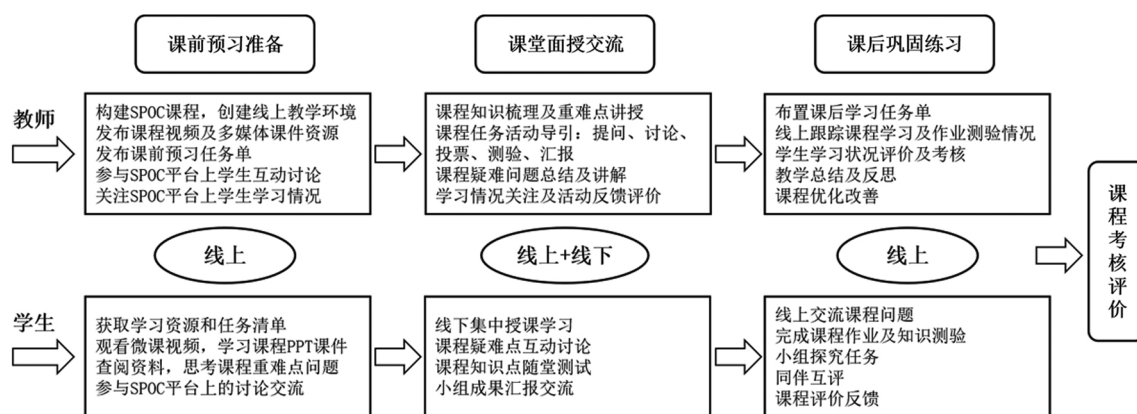


图1 现代仪器分析混合式课程教学总体架构设计

件、动画演示、仪器原理视频等资源,在课堂上有针对性地进行重难点剖析和知识点梳理,帮助学生完成知识框架的构建,促进学生对知识的内化。同时,教师通过线上平台实时发布多种贯穿于课堂活动的活动,引导学生参与课堂教学环节,例如提问抢答、随机选人、主题讨论、问卷投票、随堂测试等。课堂活动均可基于平台建立相应的激励机制,以激发学生的主观能动性,提高其课堂参与度,并检验学生对知识的理解吸收情况,进一步培养其应用相关知识解决问题的能力。教师通过实时关注学习活动的反馈情况,针对课前及课中学生反映的疑点难点,与学生面对面探讨交流,及时答疑解惑。此外,教师定期在课堂布置项目任务,设计一些环境领域的实际应用问题,例如如何通过仪器分析法检测新型环境污染物微纳塑料及现有仪器检测法的优缺点,学生以团队的方式分工合作,小组成员可通过查询文献资料、探讨仪器分析方案、制作小组汇报PPT,以课堂汇报的方式呈现小组成果,并与同学互动交流;所有学生通过线上问卷调查参与评分,最后教师进行点评、总结和评分。

(三)课后巩固练习

课后巩固阶段主要通过线上模式开展。教师通过平台布置课后任务单,学生可根据个人学习情况进一步复习SPOC微课视频及多媒体课件,通过课程作业及单元测验巩固所学知识。学生还可通过线上平台与教师和同学交流课程问题,同时教师在线上跟踪学生学习及作业测验情况,完成相应单元的过程性考核,及时进行教学总结及反思,进一步优化课程教学质量。

所构建的混合式教学模式在学时有限的情况下,通过线上平台辅助线下课堂教学的方式,实施了“以学生为中心,以教师为主导”的教学理念,充分调动了学生的学习积极性,避免了传统教学模式中学时不足、学习被动、学生参与度不高的缺点,也克服了线上课程学习氛围不足及情感交流缺失的局限性,促进学生有效完成课前预习、课堂教学及课后巩固三个环节,从而达到从浅层次知识点的简单输入转变为思维能力养成及自主学习培养的高阶目标。

(四)课程考核评价

新工科课程改革对研究生人才综合素质及专业能力的培养提出了更高的要求。改革后的混合式教学模式强化了过程性评价考核指标的比重,通过平台评分、教师评分及师生互评的方式,建立了一种多维度的考核评价体系,以全面客观地反映学生在整个课程学习过程中的情况。基于学习通平台的学习分析技术可获取多种线上考核数据作为过程性考核指标,包括微课观看、课件学习、讨论交流、随堂测试、课后作业、单元测试等指标。

同时融合小组成果汇报评分、课堂问答讨论评分及期末闭卷考核,形成最终的考核成绩。

三、传统教学模式与混合式教学模式的教学效果比较分析

(一)研究对象与方法

本文以资源与环境专业硕士2020级的31名学生作为实验组,采用上述方法构建的线上线下混合式教学模式,采取多环节、多维度的过程性和结果性评价考核体系,选取资源与环境专业硕士2019级的24名学生作为对照组,采用传统教学模式,即基于多媒体教学的面授模式,并以考勤、作业和闭卷考试作为考核评价手段。两组学生均采用相同教材,并由相同教师授课。

所有学生均完成了现代仪器分析课程的学习任务,并进行了考核内容和难度一致的期末闭卷考试,完成了内容一致的教学效果匿名问卷调查评价。调查内容包括教学方法、教学内容、教学管理、教师素养、学习价值及学习动力六个方面共15项,以及针对现有教学模式的建议。问卷调查采用李克特(Likert)量表的五级评分标准进行赋值,即非常同意(5分)、同意(4分)、一般(3分)、不同意(2分)、非常不同意(1分)。

(二)两种教学模式的教学效果比较分析

基于教学效果问卷调查结果、学习成绩和参与度指标,以教师和学生为评价对象,构建教学效果评价体系,包括教学内容、教学方法、教学管理、教师素养、学习动力、学习价值、学习成绩、学习参与度等一系列评价指标(表1)。2019级和2020级现代仪器分析课程的各项教学效果评价指标的均值、标准差及P值如表1所示。

根据单样本Kolmogorov-Smirnov检验得知,除学习成绩外,其余指标均不符合正态分布,因此采用Mann-Whitney U检验比较非正态分布的教学效果评价指标的差异显著性。结果显示,以教师为评价对象时,混合式教学模式下教学内容、教学方法、教师素养和教学管理中的大部分教学效果评价指标相比传统教学模式得到显著提升($P < 0.05$);其中差异最为显著的五项指标依次为教学方法的创新性($P < 1E-7$)、教学拓展学科新发展和新成果($P < 1E-6$)、教学中采用过程评价手段调动学习积极性($P < 1E-5$)、教学过程安排合理($P < 1E-5$)及教学理论联系实际($P < 1E-5$)。以学生为评价对象时,2019级和2020级的学习成绩分别为 77.85 ± 10.03 和 78.50 ± 10.57 ,成绩经检验符合正态分布,且Levene方差齐性检验判定方差齐,因此采用独立样本t检验比较两种教学模式下学习成绩的差异,结果显示两组成绩差异不显著($P > 0.05$);但混合式教学模式下学习价值、学习动力及学习参与度指标相比传统教学模式均显著升高,其中学

表1 两种教学模式下教学效果评价指标的比较分析

评价对象	一级指标	二级指标	2019级 (N=24)	2020级 (N=31)	P值
教学内容 (25%)		教学信息量、知识深度和广度适宜	3.83±1.13	4.29±0.59	0.147
		教学拓展学科新发展、新成果	3.25±0.67	4.29±0.53	<1E-6
		教学理论联系实际	3.21±0.72	4.10±0.65	<1E-5
教学方法 (20%)		教学方法符合认知规律	3.67±0.96	4.45±0.62	0.002
		合理有效采用多种教学手段	3.92±1.02	4.35±0.66	0.106
		教学方法创新性	3.04±0.46	4.03±0.60	<1E-7
教师 (70%)	教师素养 (15%)	授课精神饱满,准备充分	3.50±1.02	4.29±0.53	0.001
		讲授流畅,逻辑清晰有条理	3.58±0.93	4.45±0.57	0.0003
		学科专业素养	3.58±0.93	4.48±0.57	0.0002
		教育教学能力	3.33±0.92	4.42±0.56	<1E-4
教学管理 (10%)		教学过程安排合理,衔接自然	3.33±0.76	4.32±0.60	<1E-5
		课程任务单布置合理	3.75±0.99	4.26±0.73	0.035
		采用过程评价手段调动积极性	3.33±0.96	4.55±0.57	<1E-5
学生 (30%)	学习价值 (3%)	所学课程知识具备应用价值	2.92±0.28	4.06±0.68	<1E-7
	学习动力 (2%)	具备自主学习探索的动力	3.00±0.51	3.90±0.83	<1E-4
	学习成绩 (15%)	期末闭卷考核成绩	77.85±10.03	78.50±10.57	0.819
	学习参与度 (10%)	过程性考核成绩	81.67±4.80	88.05±7.57	0.001

习价值项的差异最为显著($P<1E-7$),即混合式教学模式下学生认为所学课程知识的应用价值相比传统教学模式更大。此外,混合式教学模式下学生的自主学习动力相比传统教学模式更强($P<1E-4$),学习参与度更高($P=0.001$),且93.1%的学生对混合式教学模式持较高认可态度,说明混合式教学模式有助于增强学生的主观能动性,调动其学习潜能和积极性。

采用两种教学模式下的教学效果评价指标建立正交偏最小二乘法-判别分析(Orthogonal projections to latent structures-discriminant analysis, OPLS-DA)模型(图2),基于交叉验证的方差分析(CV-ANOVA)显示该模型为显著模型($P<1E-7$)。OPLS-DA模型得分图显示,两组学生的教学效果评价情况具有良好的分离效果,且几乎所有样本均在95%置信区间内(图2)。变量投影重要性分析(variable importance in projection, VIP)结果表明对模型分类情况贡献较大的教学效果评价指标依

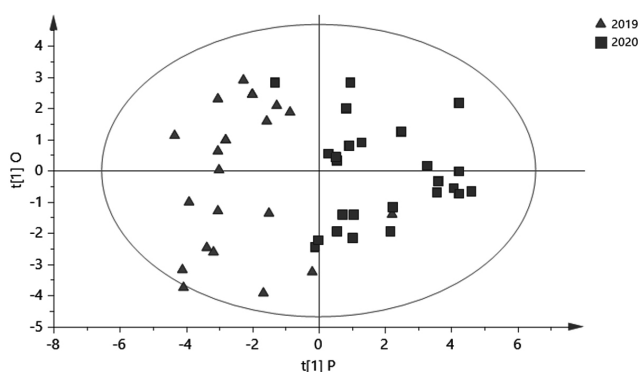


图2 两种教学模式下教学效果评价指标的正交偏最小二乘法-判别分析(OPLS-DA)模型

次为学习价值、教学方法创新性、教学拓展学科新发展和新成果、教学过程安排合理性、教育教学能力、教学理论联系实际及学习动力($VIP>1$),说明相比传统教学模式,这些教学效果评价指标在混合式教学模式中得到显著提高。

根据表1所建立的教学效果评估体系对教学效果进行量化,结果显示传统教学模式下该门课程的教学效果总评得分为71.6,而混合式教学模式下其教学效果总评得分为84.8,改革后的教学模式总体上达到了提升教学质量和教学效果的目的。

四、结束语

新时代新工科建设的战略实施亟待基于现代教育技术赋能的教学模式革新。本文探讨了利用现代信息技术及数字化教育资源进行环境类专业硕士研究生的现代仪器分析课程的教学改革,构建了该课程的混合式线上线下教学模式,并基于教学效果匿名问卷调查、学习成绩及参与度等建立了以教师和学生为评价主体的多维度教学效果评价体系。结果表明,混合式教学模式相比传统教学模式显著提升了包括教学方法、教学内容、教学管理、教师素养、学习价值、学习动力在内的多个参数指标,最终量化的教学效果总评得分也显著增高,总体达到了提升教学效果和教育质量的目的。利用新工科教育理念及现代信息技术助推教学改革,有助于促进人才培养从初阶的知识收获向高阶的能力发展和素质养成转变,也有助于实现培养

(下转 133 页)

表 1 环境工程综合实验评分标准

评分项比例	评分标准	分值
课堂表现 (20%)	是否对实验内容进行预习; 能否遵守实验室纪律, 操作是否规范; 态度是否认真; 是否积极思考, 主动操作; 是否有责任心, 是否具有实事求是的态度。	
原始数据 (30%)	实验数据记录是否真实、可靠、完整; 记录数据是否科学、规范; 记录笔迹是否清晰、整洁。	
数据处理结论 (40%)	数据处理过程是否合理、清晰、简洁, 分析过程是否科学、准确, 获得的结论是否正确; 与原始数据是否相对应; 对思考问题的回答是否正确; 是否有理有据。	
报告格式 (10%)	实验报告书写内容是否完整, 语句是否通顺, 专业术语、符号、单位使用是否严格规范。	

安全的使用, 尤其是大型仪器设备的完好率和利用率, 学院完善了各种管理措施, 包括实验室房间责任制、大型仪器使用管理制度等。为进一步提高实验室管理的先进性和实效性, 建立了 24 小时的实验室监控体系, 及时发现问题解决问题, 为实验室的安全运行提供技术支持。

三、结束语

本文在对环境工程专业实验教学体系充分调研的基础上, 结合工程教育认证的要求, 深入分析了存在的问题, 从实验教学体系的构建、实验教学方法、考核方式、教师工程实践能力和实验室管理五个方面提出了切实可行的改革措施, 为培养学生解决环境工程领域复杂问题的能力提供保障。

参考文献:

- [1]黄正均, 苗胜军, 张磊, 等. 基于工程教育认证的土木工程专业实验教学改革与实践[J]. 实验室技术与管理, 2019, 36(1): 209-212+237.
[2]潘晓亮, 谢世坤, 旷虚波, 等. 工程教育认证标准对“工程材料”课程

教学的引领与改革思考[J]. 教育教学论坛, 2018(51): 104-106.

[3]荆妙蕾. 适应工程教育专业认证标准的课程教学设计思考[J]. 纺织服装教育, 2018, 33(3): 173-176.

[4]黄毅. 多层次、系统化环境工程专业实验教学体系构建[J]. 广州化工, 2021, 49(11): 161-162+184.

[5]张玮, 詹燕, 王静, 等. 构建应用型环境工程专业实践教学体系的研究[J]. 广州化工, 2021, 49(20): 138-139.

[6]蓝惠霞, 张恒, 王晓红, 等. 环境工程校企合作实验实训平台的构建与实践教学体系的创新[J]. 黑龙江造纸, 2015, 43(3): 48-50.

[7]张洪鑫. 环境工程专业创新实践教学体系的构建与实现[J]. 产业创新研究, 2020(19): 184-185.

[8]徐小惠, 张兰河, 鲁敏, 等. 环境工程专业实践教学体系的改革与探索[J]. 黑龙江造纸, 2020, 48(1): 43-46.

[9]崔芳. 环境工程专业创新实验教学体系改革[J]. 实验室技术与管理, 2011, 28(2): 139-142.

[10]于生慧, 花莉, 张蕾, 等. OBE 理念导向的虚拟仿真混合教学体系的构建——以《固体废物处理与处置》课程为例[J]. 广东化工, 2021, 48(12): 240-241.

(上接 129 页)

多元化、创新型并具备多学科交叉知识的应用型工程人才的目标。

参考文献:

- [1]教育部高等教育司. 关于开展新工科研究与实践的通知(教高司函[2017]6号)[EB/OL]. http://www.moe.gov.cn/s78/A08/tongzhi/201702/t20170223_297158.html.
[2]吴爱华, 杨秋波, 郝杰. 以新工科建设引领高等教育创新变革[J]. 高等工程教育研究, 2019, 61(1): 1-7.
[3]钟登华. 新工科建设的内涵与行动[J]. 高等工程教育研究, 2017(3): 1-6.
[4]王颖, 张金磊, 张宝辉. 大规模网络开放课程(MOOC)典型项目特征

分析及启示[J]. 远程教育杂志, 2013(4): 67-75.

[5]贺斌, 曹阳. SPOC: 基于 MOOC 的教学流程创新[J]. 中国电化教育, 2015(3): 22-29.

[6]钟晓流, 宋述强, 焦丽珍. 信息化环境中基于翻转课堂理念的教学设计研究[J]. 开放教育研究, 2013, 19(1): 58-64.

[7]姚林香, 周广为. 高校 SPOC 混合教学模式的设计和教学效果分析[J]. 教育学术月刊, 2018(12): 92-100.

[8]陈明, 桑小双. 高校学生对混合教学模式改革课程认知及满意度的实证研究[J]. 现代远程教育, 2018(5): 57-64.

[9]黄丽婕, 安书香, 黄崇杏, 等. 轻工类仪器分析教学改革探索[J]. 高教学刊, 2019(1): 116-118.

[10]郭明, 夏琪涵, 周建钟, 等. 混合式教学在“仪器分析”课堂教学中的应用探讨[J]. 化学教育(中英文), 2019, 40(6): 30-35.