文章编号:1673-1387(2023)03-0306-08 doi:10.11717/j.issn.1673-1387.2023.03.13

基于超星学习通的工程流体力学课程混合式教学改革研究
——以中国矿业大学(北京)土木工程专业为例

白 瑶,孙 鹏

(中国矿业大学(北京)力学与建筑工程学院,北京 100083)

摘 要:依托超星学习通平台,根据数字化转型背景下土木工程专业人才培养特点和课程特点,以学生线上自主学习、教师课堂引导、学生学习成果分享、实验验证和实验探索为主要手段,加强过程化、数字化考评,提出了有侧重、深层次、多手段优势互补和聚焦产出的新形态混合式教学模式,并应用到工程流体力学的教学实践中。该模式针对不同教学专题采用不同教学方法,同一教学专题针对课前、课中、课后3个阶段采用多种教学手段,以期为基于产出导向的教学大纲、教案设计和相关课程改革提供参考。

关键词:工程流体力学;混合式教学;线上线下;超星学习通

中图分类号:G420 **文献标志码:**A

工程流体力学是土木类专业重要的技术基础课,是研究以水和气为代表的流体平衡、机械运动规律,以及这些规律在工程中应用的课程,对培养学生分析和解决工程问题的能力至关重要,是土木类专业学生后续课程学习、课程设计、毕业设计(论文)、从事相关研究和工作的基础[1-2]。因该课程包含了大量公式推导计算、模型建立和分析,所以部分课程内容也相对晦涩难懂[3-4]。以往该课程的特点是偏重于课堂教学,重点不突出,以“满堂灌”的教学方法向学生单向输出知识点,无论从学生的课堂表现、作业情况、实验实操还是期末考核等方面,都暴露出对重点知识理解不深刻、基本知识掌握不扎实和动手能力较差等问题,导致了学生对实际解决复杂工程问题的能力不够;目前采用的教材和课堂教学模式既没有结合土木工程专业特点,也没有展现新时代特点,教学内容中较少融入思政元素,无法很好地适应信息化和数字化时代,也难以满足新教学环境下学生的实际需求;以往的课程教学内容和设计没有聚焦产出、教学方法较为单一、缺乏有效互动,学生不清楚课程目标和课程体系,在面对难点知识和复杂公式时往往产生畏难情绪,学习主动性和积极性较低;以往的学习评价方式单一,仅根据出勤与作业情况评价平时成绩,最终成绩根据平时成绩与期末考试成绩按照比例评定,无法全面、真实地考核学生的学习态度、学习成效以及分析和解决问题的能力。基于此,许多学校在课程思政[5-9]、

收稿日期:2022-11-26
基金项目:北京高等教育本科教学改革创新项目(2019-116);中国矿业大学(北京)本科教育教学改革与研究项目(J220607);中央高校基本科研业务费专项资金资助项目(2022XJLJ01)
作者简介:白瑶(1992—),男,陕西榆林人,博士。

多媒体应用[10-11]、线上线下混合式教学[12-15]、项目式学习[16-17]、多平台多手段融合[18-19]等方面进行了教学改革探索,取得了一定成效。

为适应土木类学科人才培养目标和土木工程专业认证需要,满足教学内容与解决现代工程问题相匹配的要求,提升教学效果,中国矿业大学(北京)工程流体力学教学团队提出了线上线下相结合的工程流体力学教学模式[20]。笔者结合中国矿业大学(北京)土木工程专业特色以及工程流体力学课程特点,依托超星学习通平台,在前期教学改革基础上对工程流体力学课程的教学理念、教学内容、教学模式进行探索,设计和实施了符合产出导向、混合式教学理念及课程特点的教学模式和评价考核机制,提高了教学时效,提升了学生分析问题和解决的问题能力与工程素养,达到了育人目的。

一、超星学习通与混合式教学模式

1. 超星学习通

超星学习通平台实现了实时教学互动、课程资源共享、教学过程管理、移动学习以及课程门户建设功能,实现了教师课程建设、教学监控、资源共享和学生自主学习的目的,任课教师和学生均可以通过电脑端和手机端进行操作,课堂教学实施过程也可在教室端进行,为教学创新提供了平台。一方面,利用超星学习通可将部分课程的预习复习、重难点讲解、讨论、随堂练习、考核评价等教学环节移至线上,同时将学生的学习数据由教学管理平台导入超星学习通平台,并可对课程的教学资源、作业题库、测试题库等进行线上建设,也可利用超星智慧课堂实现异地同步教学,实现实体课堂与在线课堂同步;另一方面,任课教师可随时发布公告,在课前和课后与学生实时互动,实现在线答疑以及组织线上考试。超星学习通平台能够适应线上线下混合式教学模式的要求,可对课前、课中和课后教学内容精准控制,有助于实现任务定时发布、学生主动学习和师生高效互动,有效提高了课程教学效率和学生学习效果。

2. 新形态混合式教学模式的特点

随着“互联网+”环境下信息技术的发展,智慧教学环境和优质教学资源随处可见、知识和技术更新迭代迅速、学生学习需求更加多元,混合式教学模式在不同时期有着不同的内涵,从最初的传统教学与网络化教学资源结合的教学模式,到如今基于大型开放式网络课程(Massive Open Online Courses, MOOC)和翻转课堂相结合的混合式教学模式[12,21]。本研究结合学校实际、专业定位和学生特点对课程结构和节奏进行改造,形成线上线下有侧重、深层次、多手段、数字化、优势互补、聚焦产出的新形态混合式教学模式(见图 1)。该模式克服了传统教学模式单

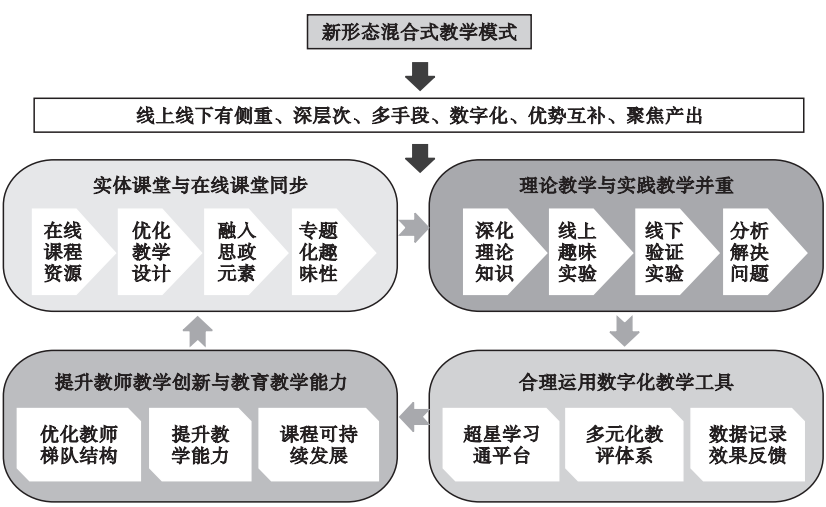

图 1　新形态混合式教学模式

一、“满堂灌”、互动少的缺点,优化了基于MOOC的翻转课堂教学模式,结合学校和课程定位建立符合土木工程专业特色的在线课程资源和教师队伍,以任务驱动促进学生自主学习,以趣味性和验证性实践教学促进理论教学,以启发、探究、交互、反馈循环教学模式促进学生综合能力提升。

(1)实体课堂与在线课堂同步,课堂启发教学和课外自主学习并行。任课教师依托在线教学平台自主建设课程资源,结合专业培养方案和学生特点设计以产出为导向的课程教学大纲,围绕课程目标,分阶段优化教学设计,融入思政元素,提高教学效率的同时保证教室内外一堂课、课堂内外共相长;探索专题化、趣味性、任务型课堂教学和开放式网络教学相结合的模式;从传统的课堂单向灌输转变为启发式、探究式、交互式课堂教学,通过持续改进,不断完善优化课程的教学内容和教学方法。

(2)理论教学与实践教学并重,不断完善实践教学环节。教师在加强理论教学环节的同时需高度重视实践教学环节的设计和实施,根据课时安排制定实验实施计划,包括课堂趣味实验、实验室验证性和探索性实验,通过实践教学进一步培养和提高学生分析和解决问题的能力。

(3)加强教师队伍建设,提升教师教学创新与教育教学能力,逐步形成一支结构合理、教学水平高、教学效果好的教师梯队。定期安排教师参加各类教学培训、教学观摩活动,着力培养队伍内青年主讲教师,鼓励他们参加各层次青年教师教学基本功比赛和教学创新大赛,提高青年教师的创新能力与教学能力,保证课程建设的可持续发展。

(4)合理运用数字化教学工具。利用超星学习通平台、微课录制平台、动画设计平台、虚拟仿真实验教学平台等,为新形态混合式教学模式应用提供有效支持,同时为教学评价改革提供新思路。通过建立多元化教学评价体系和考核机制,实时跟踪记录教学数据,反馈教学效果,统计考核评价结果。

二、混合式教学模式在工程流体力学课程中的应用

1. 在线课程资源建设

笔者基于超星学习通平台,进行工程流体力学在线课程资源建设,主要包括教学视频、工程案例、题库和讨论等内容(见图2)。

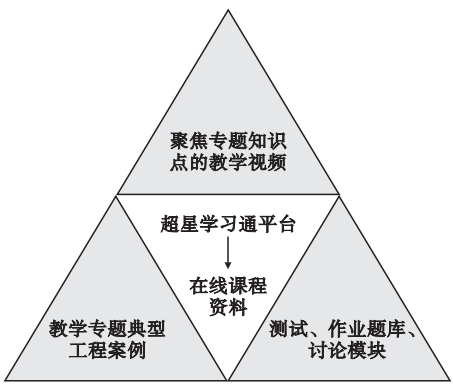

图2 在线课程资源建设

在线课程资源涉及所有专题内容,每个专题都配有教学视频,视频聚焦该专题知识点,紧密结合土木工程应用场景,包括风对高耸建筑和桥梁的荷载作用问题、基坑排水和抗渗处理、建筑暖通设计、排水渠和疏水通道设计、挡水大坝设计、煤矿巷道通风设计、水力采煤计算、岩土渗流问题等,并有机融入思政元素,培养学生的爱国情怀,提高学生的民族自豪感,进一步激发学生学习科学的兴趣,每个视频时长15~20 min,确保将单个知识点讲清讲透,且能与课堂教学内容有效衔接。每个专题都配有工程案例,通过引导学生对于实际工程中流体力学问题的持续探究,培养学生解决实际问题的能力。每个专题配有随堂练习、作业、讨论以及部分经典题目的详细求解过程,以满足学生学习、巩固和拓展知识的需求。课程开始后将课件、练习题目及解答、师生和生生互动内容、课程录屏等均上传至教学资源库,供学生课后自主学习和拓展。

针对工程流体力学教学专题,通过线上微课、线上随堂练习、线上讨论、线上提交作业、线上考核的方式完善线上教学模式,利用线上资源丰富、学习时间充裕等特点,建立以

视频、音频、课件、习题为主的教学资源,对于某些较难理解的知识点可以让学生多次反复学习,直到学会为止,学习之后配有对应的单元测试和模拟考试,用于检测学习效果,该模式不仅针对性较强,还提高了学生自主学习、独立思考、分析问题、解决问题的能力。学生在完成思考题和测试题目后通过核对参考答案,归纳出学习的薄弱点,教师通过在线会议和学习通班级空间进行集中答疑。学生完成相应的教学环节会获得规定的积分,并计入最终考评成绩,教师可实时查看课堂报告分析和统计学情,以此作为教学方案调整和改进的参考。

2. 多元融合的课程教学实践

笔者所在的教学团队以中国矿业大学(北京)新版土木工程专业培养方案为依托,以新工科背景下工程流体力学教学内容为重点,以产出为导向,从学生需求出发,全面整合教学内容,编写了展现时代特征的新形态教材《工程流体力学(基础教程)》[22],并把教材体系转换成教学体系;以课程知识、能力培养目标为主线,整合教材和大纲内容,拟设 4 个理论教学专题和 1 个实践教学专题,教学专题融入多手段教学方法,有利于学生分阶段、有侧重、系统化掌握课程知识(见图 3)。

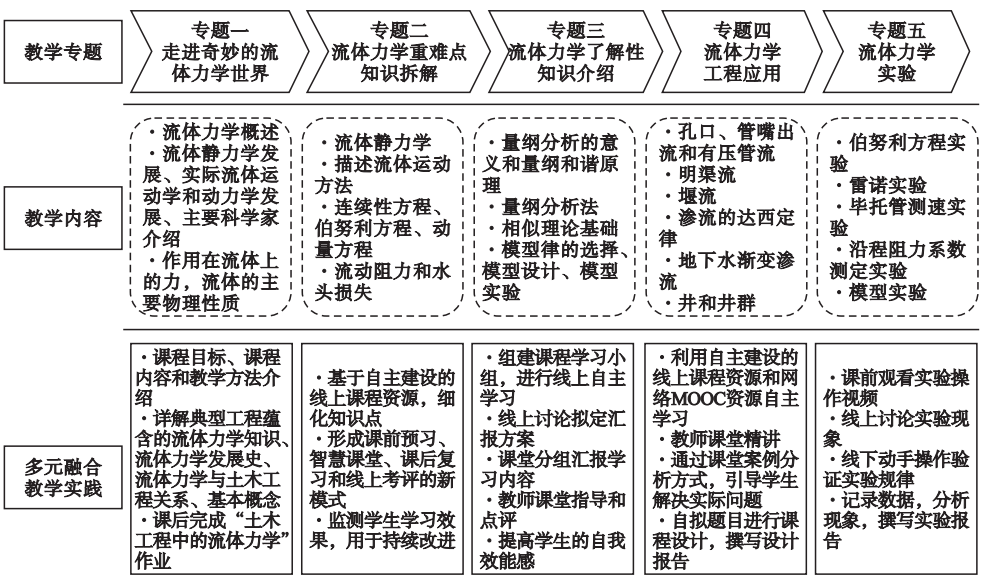

图 3　多元融合的教学模式

专题化模式下思政元素更易融入课堂教学。专题一中,通过讲授流体力学发展史,特别是通过观看中国古代蕴含流体力学知识的典型工程案例(如都江堰、京杭大运河)和现代超级工程视频(三峡工程、溪洛渡水电站工程),介绍近现代中国科学家在流体力学领域的杰出贡献,培养学生的科学探索精神、民族自豪感和爱国主义情感;专题二中,从平衡微分方程到静力学基本方程的建立、从运动微分方程到能量方程的建立、从质点系动量定理到总流动量方程的建立,都离不开科学的求真精神和逻辑思维,这些丰硕成果是科学先驱们通过潜心研究和不断探索总结出来的智慧结晶,引导学生在学习、研究中要秉承艰苦奋斗、团结合作、不畏艰难、永攀高峰的精神[2];专题三中,量纲分析和相似理论能够帮助学生确立提出问题、分析问题、建立模型、模型实验、数据分析、解决实际问题的基本思路,能有效培养学生解决复杂工程问题的思维能力;专题四中,将课堂理论与土木工程实际案例相结合,培养学生的专业认同感和学习专业知识的热情,激发学生基于兴趣的学习动机;专题五主要培养学生的科学研究思维,引导学生通过合作完成实验并获

得有效结论,激发学生实验研究的兴趣,培养学生实事求是的科学态度,帮助学生树立科技报国的远大理想。

3. 专题混合式教学设计

专题二包含了工程流体力学课程的重点和难点内容,是解决流体力学问题和学习后续工程应用的基础,但该部分内容公式繁多、推导逻辑性强、学习过程枯燥乏味,需要前置课程知识储备,加之课程课时有限,以往学生对该部分内容掌握不扎实,学习时有畏难情绪。混合式教学设计通过拆解重难点知识,在课堂教学实践中融入课前线上预习、智慧课堂、课后复习和线上考评环节,将知识的单向传输转换为双向碰撞(见图4)。

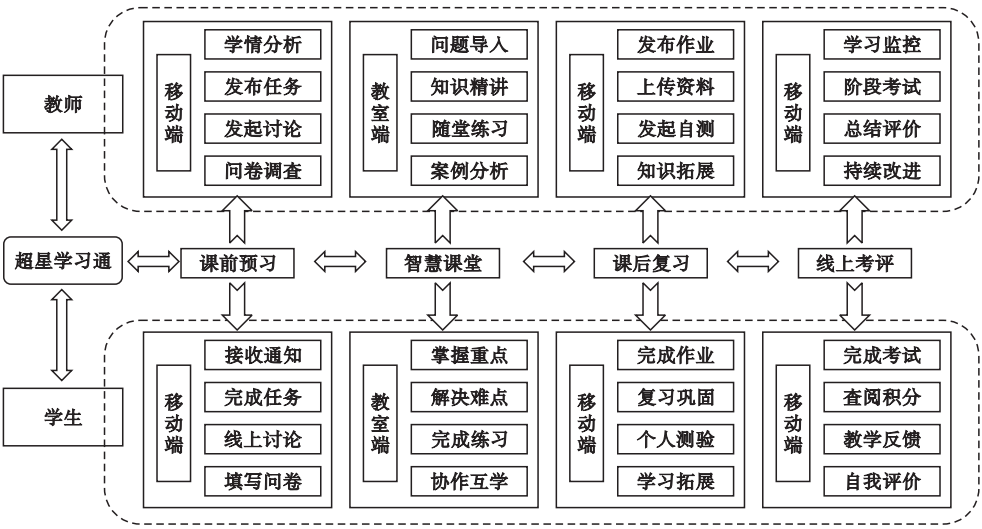

图4 混合式课堂教学设计

(1)课前。教师通过超星学习通发放课程教学资源任务,学生需要明确学习内容,提前完成章节任务点,在观看微课视频和阅读工程案例材料后,完成练习题。教师依据教学重难点、拟解决的工程问题设置讨论题目和问卷,学生和教师、学生和学生之间可以发起线上讨论,随后填写问卷,问卷内容包括自主学习过程中遇到的实际问题以及通过章节学习预期达成的目标,根据课前任务的完成情况获得课程任务分。

(2)课中。课中包括线下课堂、在线课堂及二者结合模式,通过课堂面授、问题解答、学生分组讨论、随堂测试等方式进行。针对学生课前自主学习的不足,进行课堂集中学习是非常必要的,教师通过观察学生学习状态、课堂反应对学生做出知识点吸收情况的判断,还可以辅以提问、讨论、随堂测试的方式检验学生学习效果。学生课前自主学习过程中遇到的难点知识以及教师课堂面授中遇到重点问题可随时进行分组讨论,并凝练形成观点,最后由教师完成点评并进行知识拓展,该模式一方面增强了课堂趣味性,另一方面提升了学生自主分析问题的能力,学生还可以根据课堂表现情况获得课程积分。利用“超星智慧课堂”系统,教师可在教室内投屏讲解课程内容、随机课堂分组、布置分组任务与随堂练习、随机选人作答以此收集教学数据,教室外学生可远程听课参与互动,实现了教室内外同上一门课、教学内容与教学数据的同步管理。

(3)课后。根据教学内容,教师利用超星学习通的班级空间发布章节测试和作业。通过章节测试题目的在线作答情况,能有效体现学习效果,学生能根据答题情况获得对应成绩,教师能据此掌握学生的学习状况;作业分为课后习题和课程论文(设计),课程习题可在线下答题后拍照上传,课程论文(设计)需要学生查阅在线资源库和相关网络资料完成撰写和上传,根据论文内容制作PPT或微视频进行课堂在线展示,由教师进行点

评和指导,其他学生可参与留言与讨论,最后由学生在线回答提出的问题,该项成绩由教师评定和学生互评综合确定。

(4)线上考评。教师利用超星学习通组织阶段性在线考试,实时汇总课堂数据,进行学情统计和成绩分析,并通过总结评价持续改进教学方法和教学内容;学生检测自身学习成效的同时可实时查阅考试成绩,由于该成绩按一定比例计入平时成绩,故能进一步提升学生学习的主动性和积极性。学生及时进行自我评价与自我调整,有利于提升学习效果,通过参与教学反馈,帮助教师完成教学总结与反思,进而提升教学质量与效果。

专题五为实践教学环节,主要包括雷诺实验、伯努利方程实验、沿程阻力系数实验和土坝渗流模型实验。课前,学生通过线上阅读和观看实验操作演示视频了解实验目的、实验设备、实验原理、实验步骤;课中,由教师线下讲授实验目的和意义,并进行现场答疑和演示,学生分组进行实验操作,记录实验现象和实验数据;课后,由学生在超星学习通作业模块在线提交已完成的实验报告。通过线下实验课堂,学生可将理论课获取的知识点进行实验验证,充分激发了学习热情的同时也提高了其基于兴趣的学习动机。

4. 多元化评价考核机制

学生成绩评定由过程考核和学生平时表现两部分组成,如课前任务完成情况得分、课堂综合表现(问卷填写、随堂练习、主题讨论等)获得的课程积分、课后上传至超星学习通的作业(包括论文和设计)成绩、章节测验成绩、阶段考试成绩等均由超星学习通自动计算并实时向学生公布,进一步增强了学生的获得感,提高了学习热情,期末将前述成绩或积分换算成百分制后计入平时成绩,教师也可根据课堂报告、学情统计、学生成绩来分析教学效果,用于教学方法的持续改进;根据实验完成度,实验报告规范性,实验数据和结论合理性等多方面综合评价计入实验成绩;期末考试采用闭卷方式考核,将课堂讲授内容、讨论、作业习题、章节测试、实验内容有机结合,按照专题进行全面考察,加大试题类型和数量,降低每题分值,采用超星学习通在已有教学资源、作业题库、测试题库基础上建立考试题库,并进行选题组卷,将同一份试卷中题目难度设置为 3 档,在可有效检验学生学习成效的同时,也可充分突显课前预习、课堂表现、课后作业、实验完成情况优异的学生。成绩组成比例为:实验环节占 10%,平时表现占 30%,期末考试占 60%,其中,平时表现由作业、课前和课堂综合表现、章节测验和阶段考试成绩组成,按照 3∶3∶4 的比例进行计算。以笔者所授课班级为例,学生人数为 89 人,作业平均成绩为 95.0 分,课堂综合表现平均成绩为 97.6 分,章节测验平均成绩为 86.1 分,实验平均成绩为 90.1 分,期末考试卷面平均成绩为 79.3 分,总评成绩平均分为 84.5 分。其中总评成绩平均分明显高于上学年未应用该新形态混合式教学模式时的成绩(73.5 分)。

通过超星学习通向学生发布教学评价问卷调查,数据显示,有 88% 的学生喜欢在学习通平台进行答疑和讨论,95% 的学生对本课程线上线下混合式教学模式的教学理念、教学内容、教学方法表示满意,其中非常满意占比 80%,90% 的学生认为通过新形态混合式教学显著提升了自身的自主学习、探究学习和合作学习的能力,95% 的学生愿意在今后的课堂学习中积极展示和交流自己的学习成果。学生对基于超星学习通的课程混合式教学模式认可度较高,能够积极参加课程的各教学环节,在新形态混合式教学改革后,学生出勤率、课后作业的正确率、章节测试和期末考试的成绩、课程目标达成度等指标均有较大幅度的提高,能够达到预期的培养目标。

三、高质量教师队伍和网络精品课程建设

1. 高质量教师队伍建设

数字化转型背景下,高质量教师队伍为开放式网络精品课程建设提供了人才保障,同时高质量精品课程建设也为教师教学创新

和教育教学能力提升提供了平台。中国矿业大学(北京)工程流体力学教学团队以学生为中心,定期收集学生评教、督导教评、同行教评以及学生座谈信息,了解学生的具体需求,及时进行教学质量管控;通过引入新教师,尤其是具备土木工程背景的流体力学专业教师,在教学过程中持续融入自身科研内容,使学生了解工程流体力学学科的发展前沿,提高学生对流体力学研究热点和工程应用的认识,同时使高学历、年轻化、重创新成为本课程教师队伍发展的新模式;选派优秀骨干青年教师出国交流,参加各类线上线下教学培训,定期组织课程团队内教师参加教学名师开设的课程、国家一流课程、课程思政示范课,参加教学经验辅导、分享和研讨会议,不断提升教师的国际视野、创新能力和教学水平。

2. 开放式网络精品课程建设

教学团队基于超星学习通平台搭建了独立的工程流体力学课程教学门户网站,汇集前述所有教学资源,设置教师队伍、教学大纲、教学课件、教案、教学视频、练习题、测试题、工程案例、专题讨论、师生互动、历届学生学习情况统计、流体力学前沿动态和参考文献等模块;将课程改革研究成果保存上传至指定栏目,开放评论或建议窗口,收集校内外师生对教学成果的意见和建议,便于持续改进;设置优秀学习笔记和作业展示平台,征集与展示学生笔记和作业的活动,激发了学生的学习热情,营造了良好的学习氛围;链接网络优质教学视频,针对课程重难点,为学生提供优质双语短片、网络教学视频和动画演示视频;设置交互界面,实现师生实时沟通互动,以问答形式及时解决学生提出的问题并记录留存。最终形成开放式、交互式、高质量的网络精品课程。

四、结　语

在分析专业背景、课程特点和超星学习通平台优势的基础上,建立了新形态混合式教学模式并应用于教学实践。混合式课程的组织不仅体现在课前、课中和课后的线上线下教学,还能结合课程特点和线上资源优势实施全过程、专题化、分阶段、多手段融合的混合式教学,通过在线课程资源建设、线上线下联动、多元融合教学设计、优化考评机制、教师队伍建设、开放式精品课程建设,明确课程目标、课程体系和学习任务,增强了学生学习的主动性和积极性,锻炼了学生分析问题和解决问题能力,提高了学生的工程素养。随着教育教学理念持续革新,工程流体力学混合式教学模式也将不断深入,在不同时期赋予不同内涵,中国矿业大学(北京)工程流体力学教学团队也将继续致力于加强高质量精品课程建设、提高教学能力、提升育人质量,以期促进学科的发展。

参考文献:

[1] 刘鹤年,刘京. 流体力学[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2016.

[2] 党晓菲. 基于工程教育专业认证的土木工程专业流体力学课程教学模式探讨[J]. 科学咨询(科技·管理),2021(6):16-18.

[3] 兰景岩,莫红艳,曹振中. 工程教育专业认证背景下少学时流体力学教学改革探索与实践[J]. 高教论坛,2021(4):34-37.

[4] 杨闻宇. 土木工程专业流体力学课程基本理论及其应用的课堂教学分析[J]. 教育教学论坛,2018(51):246-248.

[5] 孙泽,杨小波,许妍霞,等. 工程流体力学课程思政的探索[J]. 教育教学论坛,2022(4):123-126.

[6] 李雅侠,战洪仁,张静,等. 工科专业课程思政的探索与实践:以工程流体力学为例[J]. 化工高等教育,2021,38(5):52-55.

[7] 付静,徐加放,李爱华,等. 工程流体力学课程思政的探索与思考[J]. 教育教学论坛,2020(22):60-61.

[8] 闫小康. 高校《工程流体力学》课程教学中的思政建设[J]. 高教学刊,2020(36):185-188.

[9] 程敢,张会菊,张传祥,等. 工程流体力学课程思政元素的挖掘及应用[J]. 高教学刊,2022,8(25):171-176.

[10] 谢振华,宋洪庆. 多媒体在工程流体力学教学

中的应用研究[J]. 教育教学论坛,2013(13):254 - 255.
[11] 李永梅. 工程流体力学多媒体与板书相结合的教学方法研究[J]. 大学教育,2013(12):52 - 53.
[12] 田晓曦,何旷怡,许可. 基于 MOOC 的线上线下混合式教学模式研究[J]. 沈阳建筑大学学报(社会科学版),2020,22(5):529 - 534.
[13] 黄睿,虞育杰,尹建勇. 工程流体力学课程的线上线下混合式教学改革与实践[J]. 科教文汇,2022(16):55 - 57.
[14] 刘丽丽,范家伟,孙启冀. 基于线上线下混合模式的"工程流体力学"课程教学改革[J]. 黑龙江教育(高教研究与评估),2021(6):18 - 19.
[15] 李德友,王洪杰,刘全忠,等.《工程流体力学》课程线上线下混合式教学模式设计与实施[J]. 中国电力教育,2022(7):52 - 53.
[16] 王芳,刘中秋,谭建鹏,等. 以学生为中心的工程流体力学课程体系改革和构建[J]. 力学与实践,2022,44(3):700 - 705.
[17] 张丹,赵薇,刘峥,等. 以"工程项目"为任务驱动的教学改革:以流体力学课程为例[J]. 辽宁工业大学学报(社会科学版),2020,22(2):127 - 129.
[18] 钱剑安,周汝,王华. 基于多平台和多手段融合的混合案例教学:安全工程专业工程流体力学教学模式探讨[J]. 力学与实践,2022,44(1):175 - 183.
[19] 张敏弟,邱思聪,郑辰,等. 建设创新型工程流体力学成果导向模式教学体系[J]. 高教学刊,2020(3):104 - 106.
[20] 王雁冰,张瑶瑶,王宝珠. 线上线下相结合的工程流体力学教学模式探索[J]. 高教学刊,2022,8(19):119 - 122.
[21] 王金旭,朱正伟,李茂国. 混合式教学模式:内涵、意义与实施要求[J]. 高等建筑教育,2018,27(4):7 - 12.
[22] 王雁冰,李清,白瑶,等. 工程流体力学(基础教程)[M]. 北京:机械工业出版社,2022.

Research on Mixed Teaching Reform of Engineering Fluid Mechanics Based on Superstar Learning: Taking Civil Engineering of China University of Mining and Technology (Beijing) as an Example

BAI Yao, SUN Peng
(School of Mechanics and Civil Engineering, China University of Mining and Technology-Beijing, Beijing 100083, China)

Abstract: Relying on the superstar learning platform, based on the characteristics of talent cultivation and curriculum for civil engineering in the context of digital transformation, this paper takes online independent learning of students, classroom guidance of teachers, learning achievements sharing, experimental verification and exploration as the main means, strengthens the process and digital evaluation, and a new mixed teaching mode with emphasis, depth, multi-means complementary advantages and focusing on output is proposed, which is also applied to the teaching practice of engineering fluid mechanics. In this mode, different teaching methods are adopted for different teaching topics, and different teaching methods are adopted for the same teaching topic at the pre-class, mid-class and post-class stages. It provides reference for the output oriented teaching syllabus, teaching plan design and relevant curriculum innovation.

Key words: engineering fluid mechanics; mixed teaching; online and offline; superstar learning

(责任编辑:徐聿聪　英文审校:林　昊)