

基于“四化”课程体系的智慧课程与教学探索 ——以有限元基础与应用课程为例

柴昌盛, 高国亮, 王玲, 杨天兴, 水清皎, 王晓燕

兰州城市学院培黎机械工程学院, 甘肃兰州 730000

DOI: 10.61369/SDME.2025190046

摘要: 智慧课程建设是“新工科”与应用型本科大学教学改革建设的关键环节, 课程体系构建则是课程改革建设的核心内容。本文尝试从“课程思政化、内容有限化、知识体系化、能力确定化”四个维度, 构建契合“新工科”与应用型专业的“四化”智慧课程体系。以《有限元分析及应用》课程为例, 从课前准备、课堂管理、课程考核和课后追踪等方面, 对基于“四化”课程体系的智慧教学过程展开探索。实践表明, “四化”课程体系在智慧课程教学的各个环节具有较高的融合度, 整体教学过程管控有效, 课程评价实现了多元化考核; 线上与线下教学优势互补、有机融合, 数据统计可及时、全面地弥补线下教学的不足, 能为课程的后续建设提供可靠的数据支撑。

关键词: 新工科; 课程体系; 智慧课程; 智慧教学

Exploration of Smart Curriculum and Teaching Based on "Four Modernizations" Curriculum System – A Case Study of Finite Element Basics and Application Course

Chai Changsheng, Gao Guoliang, Wang Ling, Yang Tianxing, Shui Qingjiao, Wang Xiaoyan

Peili College of Mechanical Engineering, Lanzhou City University, Lanzhou, Gansu 730000

Abstract: The construction of smart courses is a key link in the teaching reform and construction of "new engineering" and application-oriented undergraduate universities, and the construction of curriculum system is the core content of curriculum reform and construction. This paper attempts to construct a "four modernizations" smart curriculum system that fits "new engineering" and application-oriented majors from four dimensions: "curriculum ideological and political orientation, content limitation, knowledge systematization, and ability determination". Taking the course "Finite Element Analysis and Application" as an example, it explores the smart teaching process based on the "four modernizations" curriculum system from aspects such as pre-class preparation, classroom management, course assessment, and after-class tracking. Practice shows that the "four modernizations" curriculum system has a high degree of integration in all links of smart course teaching, the overall teaching process is effectively controlled, and the course evaluation has realized diversified assessment; the advantages of online and offline teaching are complementary and organically integrated, and data statistics can timely and comprehensively make up for the shortcomings of offline teaching, which can provide reliable data support for the subsequent construction of the course.

Keywords: new engineering; curriculum system; smart curriculum; smart teaching

引言

在新工科与应用型大学课程改革的浪潮中, 国内外高校均积极投身于智慧课程建设与高效教学改革的探索研究。国内的热点建设方向涵盖智慧课程、一流课程、线上课程以及线上线下混合课程等。全面融入课程思政也是助力中华民族伟大复兴、构建文化自信的教育建设基本方针。线上教学与线下教学最为显著的差异在于, 师生不在同一空间区域, 教师和学生所处的环境等客观条件存在差异, 难以实现及时且顺畅的沟通, 其教学与学习体验相较线下教学欠佳。然而, 智慧课程具备诸多优势。例如, 在对课前预习效果进行全方位考核评价、对课堂教学中学生的表现予以客观评价、实现课堂教学效果评价的高效反馈, 以及锻炼学生自主学习能力等方面, 教学数据具

基金项目: 2024年甘肃省高等教育教学成果培育项目(甘教高函〔2024〕18号); 2023年兰州城市学院校级教学研究与改革项目(2023-jy-29)。

作者简介: 柴昌盛(1982—), 男, 甘肃静宁人, 副教授, 硕士生导师, 硕士。

有线下教学无法企及的优越性^[1]。依据国家应用型大学发展规划,重构契合“新工科”与应用型大学定位的课程体系,显得十分必要且紧迫^[2-3]。

一、智慧学习

智慧课程与传统课程存在显著差异,除常规的教学筹备工作外,还需根据线上教学的特性和学生群体的客观条件,制定相应的智慧课程体系、智慧评估标准和教学指南等,以确保教学目标的高质量实现。

1. 智慧课程线上教学体系。依据“四化”课程体系原则,根据课程知识与能力特点,分析与安排具体的教学方式与方法,制定适合线上学习的设计方案、评价方案等整体教学体系设计。以有限元基础与应用课程为例,在应用型本科专业教学阶段,课程目标为使学生了解有限元方法的基本原理,在此基础上掌握利用有限元方法与具体软件的操作方法,具备实现对复杂机械工程问题进行仿真分析的能力。在课程教学规划中对有限元方法基本理论方面,设置了有限元方法基本理论知识预习阅读与测验、课堂视频讲解与随堂知识测验、软件演示和课后线上作业四个教学环节;根据预习测验的结果,微调课堂视频教学侧重点,然后再安排随堂测验练习,检测学生对知识的掌握程度;最后是软件应用演示,帮助学生对课程培养主要目标形成整体认知雏形,通过动态显示构建学生学习兴趣;最后根据课后线上作业考评学生本课堂学习成效并形成最终课程考核依据。依据上述教学过程设计,总结构建了该课程整体的线上教学模式:线上预习与检测、课堂难点知识讲解与问题解答和随堂学习效果测验三位一体的线上教学体系,实现了以学生为中心,“师者,所以传道授业解惑也”的中华民族优秀教学方法的目标。

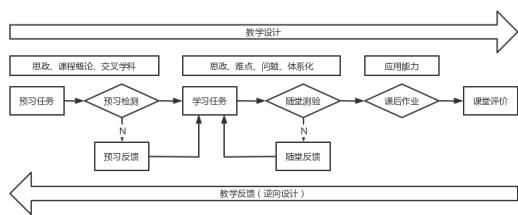


图1 智慧课程与教学模式构建

2. 学习成效智慧评价。以学生学习的大数据为评价学生整体的能力水平的客观条件,确保线上教学体系与学生基本条件能够匹配相容,避免教育教学形成两张皮,教学落不到实处,学生的课程目标培养浮于表面。利用上一阶段学生的综合考评整体评价学生的综合能力水平,详细调研每一位接受线上教学的学生的线上学习客观条件,避免一刀切,要兼顾每一位个体并对特殊学生,根据其客观条件制定相应的教学与考核方式,确保教育公平公正。有限元基础与应用课程存在大量软件操作练习环节,在线上教学调研中发现部分学生无电脑或部分电脑陈旧无法运行教学软件等客观条件的问题。课程针对这类学生制定了以手写具体操

作步骤替代软件直接操作练习的教学与考核要求;其他非操作实践环节按照原教学要求执行。在具体实施中,具备软件练习条件的学生提交软件分析结果获得教学考核与评价,不具备操作条件的学生,根据考核要求,在纸上出具体的操作步骤然后拍照提交获得相应的教学考核与评价。

3. 线上智慧学习与教学指南。根据线上教学体系与学生客观条件评价,制定线上学习与教学指南,引导学生进入课程群,准备线上教学实施平台软件,下载课程教学资料,明确线上教学环节(线上预习与检测、视频学习与问题解答和课后作业测验)、课程考核环节等具体内容。通过线上预先建设了完整的线上课程教学体系,包括线上预习与检测、线上教学视频讲解,随堂与课后作业考评具体环节,按照OBE与新工科理念,实现了学生学习与培养效果的客观、多元化评价的闭环管理;通过微信课程群与学生随时互动解答相关问题、解决非计划性问题,借助腾讯会议进行课程共性问题、难点问题讲解和课程知识体系综合讲解。

二、智慧教学

线上教学看似有完备的教学体系,但最薄弱的环节仍然是课堂管理。线上教学对学生自主学习能力和自我管控能力的要求极高。学生是否按时预习、是否按照教学任务点安排认真完成学习环节、是否积极参与了课堂教学等这一系列问题直接关乎线上教学质量。

1. 签到。在有限元基础与应用课程中,首先要求学生上课前拍照签到,确保学生本人在线,确保学生处在房间或适宜学习的环境,课后对不满足上述条件的学生以及未签到学生实施课程预警处理。签到作为线下教学基本环节,是确保完成教学任务和实现教学目的的基本保障。在线上教学中,其借助手机终端操作更为方便,节约时间,而且能够及时、准确地统计学生到位情况。

2. 预习监测。在线下教学中,课程预习只能通过个别散点的提问方式实现,获得的数据不全面、对学生预习结果的掌控不够严谨。在智慧教学中,根据线上预习设置的阅读、视频和练习等多元任务环节检测结果,能够实现全面、精准、及时地掌控预习结果,能够根据预习结果及时调整课堂教学重点、难点等,科学保障了教学目的的实施和实现。对部分或个体存在的个别性问题,可以精准解答;对于预习不到位或未完成预习的个体能够及时预警提示,并通过提问等强化环节,引导其积极参与课堂活动。

3. 智慧答疑解惑。无论线上线下都要以学生为中心。在线下教学中,对课堂学生的学习状况通常难以准确把握,但是在线上教学中,借助课堂训练或练习、小组或个人讨论环节,借助统计数据可以及时全面地了解课堂学生学习情况,能够及时针对共性

问题、个别问题等全面开展答疑解惑，及时消除学习疑问或难点问题。还能实时监控学生线上学习进度，对异常个体发送临时提问或微信提醒，检测学生线上课程参与积极性。课堂管理中对于异常个体，必须课后及时微信联系或通过班主任、班委等及时了解具体情况，督促并安排单独的时间完成线上教学任务。

三、智慧评价体系

课程考核评价是课程目标是否实现的唯一评价依据。因此课程考核环节要确保评价结果客观、公正和公平。要求课程考核环节要多元化进行避免单一考核数据奇点发生。相对于线下教学，线上教学环节中考核环节的优点非常明确，各考核评价环节分布广、环节多，而且考核结果统计方便、反馈及时，能够为课堂教学教改提供诸多依据，从而确保了课程考核评价的客观性。有限元基础与应用课程中，教学环节中设置了三个固定考核环节和若干个随机考核环节。

1. 预习考核。根据课程章节内容设置了阅读任务点要求学生必须完成。预习阅读的内容要承上启下，阅读范围要求广一点，但预习阅读学习深度要求较低，使学生对下一课的教学内容形成基本认知，并形成学习疑问点，训练学生发现问题提出问题的能力，引导学生形成学习兴趣、主动深入学习内容。为确保上述环节的学习质量，设置了预习检测，主要设置了一些客观性、基础性、概念性和简单辨识性问题。在有限元基础与应用课程中，以有限元方法基础理论为例，预习阅读环节设置了中国先秦时期《墨经》记载的“割圆术”和《九章算术注》记载“半周半径相乘得积步”圆周计算公式，刘徽于公元263年撰写《九章算术注》，在这一公式后面写了一篇1800余字的注记，这篇注记就是数学史上著名的“割圆术”。祖冲之更是算出圆周率的真值在3.1415926和3.1415927之间，相当于精确到小数第7位，简化成3.1415926，入选世界纪录协会世界第一位将圆周率值计算到小数第7位的科学家^[4-5]。这个故事完整展现了有限元方法基本原理与方法。同时设置了在现代机械工程领域，为了确保机械部件或机构符合既定的载荷条件下的安全可行性（例如变形度、最大应力等），常规或传统的解决方法与有限元方法的对比、优劣性，以及与数学、材料工程等交叉学科相关的专业广度和通识知识。

2. 线上学习任务与随堂智慧考核。根据课程学习要求，要求学生按时完成线上视频内容。完成特定的教学内容后方可进行随堂测验考评。随堂测验针对教学知识点设置系列的除了一些基础性、概念性问题外，还必须设置课程应用能力考核或综合应用能力考核。在有限元基础与应用课程中，例如针对静力学分析，首先设置了静力学分析涉及的弹性理论知识和相关材料结构强度理论，让学生了解软件进行静力学分析所依据的基础理论和方法^[6]。该环节的设置一方面有利于学生对软件操作原理的理解，另一方面对学生后续深入学习有限元方法奠定了适量基础。在此基础上，针对具体工程案例再进行软件操作演示与说明，按照分析问题、解决问题的思路，对工程问题、求解目标和工具方法具体化、明确化。系统培养学生解决复杂机械工程部件仿真分析的

能力。在静力学分析部分，设置了三个典型静力学部件工程实例，第一个实例是大型支架组件变形分析，重点培养处理大型部件分析时对局部螺纹等微小几何结构、印记面和复杂实体模型的处理方法；例题二是典型悬臂梁变形与应力分析，重点是考核概念建模和对实际工程问题进行梁单元简化处理的方法与能力；例题三是针对管道等薄壁类部件，对比了实体单元与壳单元处理方法以及结果精度对。三个实例综合表明，对于静力学分析，针对不同结构部件，选择正确的处理方法对于提高有限元计算精度影响很大；同时也进一步向学生强加，有限元方法解决实际工程问题中，对计算结果收敛性的论证是极其重要的。

3. 课后智慧评价。课后作业是学生巩固学习成果与成效，检验是否达到教学目标的基本考核评价环节^[7-8]。课后作业要侧重应用能力或综合应用能力考核，是整体课堂教学效果评价的最后单元环节，根据课堂培养目标，安排体现应用能力相关考核要求是课后作业环节的基本标准。在有限元基础与应用课程中，例如对静力学分析环节，给学生设置一道与课堂例题类似的实际工程案例作业，要求学生按时完成并线上提交；对不具备软件练习的同学，提交一份手写的工程问题分析与处理操作步骤也同样获得相关考核成绩。未完成课后作业环节的学生和完成较差的作业打回重做，并要求在规定的时间提交。确保每一名考核学生掌握课程能力培养目标。

四、智慧追踪

借助线上教学平台，及时开展课堂教学分析与简要评价，持续跟踪与动态评价学习成效，为后续教学教改活动提供数据支撑。

1. 智慧质量管控。线上教学设计中的任务点和考核环节分布、考核结果统计与反馈等非常及时高效，能够有效降低教师的工作强度和繁琐程度^[9-10]。但线上任务环节和考核环节同样是线上教学的薄弱点，要避免学生利用互联网工具虚假操作或相互借鉴或者抄袭，对线上教学质量评价极为重要，是确保教学质量和考核环节客观公正公平的保障。首先要借助线上教学平台的各项防作弊和抄袭鉴别功能，并在预习考核与随堂测验中开展随机选题考核或打乱选型和排序，并在提交后可以查看答案和解题分析，如果成绩不理想还可以申请重考，但重考仍然是随机抽屉。可以给予较多的重考次数，鼓励学生通过重复考试获得较好成绩并实现教学目标。除了借助线上平台的防作弊和抄袭鉴别功能外，还应该从教学任务设计和考核环节考核内容的设计上进行质量管控，采用一人一题等方式实现，但这种方式教师工作量急剧增大，适合少量设置。在有限元基础与应用课程中，预习检测课、随堂测验均采用了随机选题，顺序打乱、多次重考的考核方式，课后作业以静力学分析为例，采用学生按照学号后两位施加响应载荷的方式，实现了统一习题不同答案的个体考核方式。整体效果较好，但仍然存在抄袭作业的现象，最后通过打回作业和学习预警的方式，提醒和督促学生认真完成考核作业。

2. 教学任务合理性评价。尽管整体教学体系设计完整，但各

教学任务分布、任务时间和任务工作量安排是否合理妥当、是否符合学生群体能力等问题。要充分借助线上教学平台的统计优势进行合理性评价并及时作出教学调整或对问题环节及时进行补救，确保实现课程教学目标。在有限元基础与应用课程中，通过课程课后统计数据评价，发现学生对材料属性编辑和网格划分掌握较差，通过微信课程群了解到，由于该班级是专升本学生，英语整体能力较差，尽管前序课程已经对这一现象进行消除性讲解，但学生对于英文软件不由自主地感到畏惧依然严峻。针对这一客观情况后，及时为学生推送相关知识资料，其一提供常用菜单翻译资料，降低学生操作、记忆和理解难度；其二是通过视频演示操作，进一步向学生展示，软件实际操作中涉及的英语词汇很少，多次练习完全能够掌握，增强学习信心；其三是向学生说明采用英文软件的原因是目前有限元国产软件较少，后续深造学习也必然面对英文软件；其四是严格按照教材步骤进行演示操作，向学生展示学习方法。

五、总结

智慧课程已经是国内高校课程建设重点。并随着人工智能的

发展，优势也更为明显，探索不同构建思路的智慧课程是未来课程建设的主要方向。实践表明，构建基于“四化”课程体系的智慧教学能够保质保量实施，同时也体现了以下优势：线上课程不受时间与空间影响，可以随时随地开展学习与教学活动；可以完整地实施“四化”课程体系，思政内容的植入与课程评价更为方便；对教学环节分布、教学环节考核评价以及对具体教学活动的相关数据统计及时、准确、高效，可以实现对任何一个教学细节或知识点或能力考核点开展实施数据统计，能够为教学教改提供可靠的数据支撑。还可以直接与线下教学结合，相互补充，精准统计数据，可以为课程修订、课程培养目标达成度评价和课程持续改进提供有力的数据支撑；为人才培养方案、毕业要求和专业培养目标的修订和达成度评价提供支撑。

参考文献

- [1] 邵晓霞, 刘立红, 张亚兰.线上线下混合式英语教师教育“金课”建设的现状、模式及路径 [J]. 甘肃高师学报, 2022, 27(04):82-86.
- [2] 许淋萍, 王蔷馨. 应用型本科高校基于成果导向教育的线上线下混合式课程体系构建探究 [J]. 教育观察, 2021, 10(05):50-53.
- [3] 郭月芳. 学校课程体系构建的现实困境及突破路径 [J]. 教学与管理, 2019(12):8-11.
- [4] 詹瑾珊, 祖冲之的爷爷“点石成金” [J]. 中华家教: 学前版, 2016, 000(003):34.
- [5] 刘洪清. 以数据“焕新”赋能社保全民“共享” [J]. 中国社会保障, 2019(4):5.
- [6] 孙瑜, 杨来浩, 陈雪峰, 等. 工程专业认证驱动下的思政元素挖掘与教学实践——以“工程有限元与数值计算”课程为例 [J]. 教育教学论坛, 2024(44):19-22.
- [7] 李江涛, 张香玉, 赵群喜, 等. 热工基础虚拟仿真实验平台的开发与应用 [J]. 实验科学与技术, 2024, 23(4):67. DOI: 10.12179/1672-4550.20240103.
- [8] 官成宇, 王帅, 马艳娥, 等. 有限元课程教学改革 [C]. 北京力学会第30届学术年会. 北京化工大学机电工程学院, 2024.
- [9] 季家东, 陈清华, 赵德望, 王兆国.“有限元分析与应用”课程混合式教学模式探索与实践 [J]. 赤峰学院学报(自然科学版), 2024, 40(10):84-87.
- [10] 张琳琳, 杨光, 李胡华, 赵硕, 李铁军. 案例教学法在有限元课程中的探索与实践 [J]. 2024.