

线上线下混合式教学模式探索与实践 ——以“离散数学”课程为例

张秋玲, 王建芳

(河南理工大学 计算机科学与技术学院, 河南 焦作 410003)

[摘要]离散数学课程是研究离散量的结构及其相互关系的一门学科,是计算机学科的专业基础核心课,承担着从基础数学学习到计算思维培养的关键作用。针对离散数学课程知识体系庞杂,概念多,推理证明多,实验学时少,抽象而有深度等问题,课程教学团队以课程思政、新工科建设和工程教育专业认证为指导思想,采用线上线下相结合的案例链式教学模式,具体来说,是以在中国大学 MOOC 自建的离散数学“慕课堂”为纽带,结合案例分析,通过“现象-问题-理论-实践-拓展创新”五环相扣的模式进行教学。同时也注重学生实践能力的训练和科研能力的培养。实践结果表明,采用混合式教学模式可以提升教学效果、提高人才培养质量。并且都取得了一定的成绩和成效。

[关键词]离散数学;混合式教学;教学改革;线上线下

[基金项目]2021年度河南省本科高校精品在线开放课程项目(教高〔2021〕474号)

[作者简介]张秋玲(1980-),女,河南郑州人,硕士,河南理工大学计算机科学与技术学院助教,主要从事信息检索研究;王建芳(1980-),男,河南洛阳人,工学博士,河南理工大学计算机科学与技术学院教授,硕士生导师,研究方向为推荐系统、大数据分析。

Exploration and practice of online and offline mixed teaching mode

——The Case of Discrete Mathematics Course

ZHANG Qiu-ling, WANG Jian-fang

(School of Computer Science and Technology, Henan Polytechnic University, Jiaozuo Henan 454000, China)

Abstract: Discrete mathematics is a discipline to study the structure of discrete quantities and their interrelationships, and is a professional basic core class of computer science discipline, and it assumes a key role from basic mathematics learning to computational thinking cultivation. In response to the problems of discrete mathematics course, such as complicated knowledge system, many concepts, many proofs, few experimental hours, abstract and deep, the teaching team of discrete mathematics course adopts the case chain teaching mode combining online and offline with the guiding ideology of curriculum thinking, new engineering construction and professional certification of engineering education, specifically, the teaching of the course is based on the self-built discrete mathematics "MUEKYANG" in China MOOC, combined with the case study, through the five-loop model of "phenomenon - problem - theory - practice - expansion and innovation". It also focuses on the training of students' practical ability and the cultivation of their research ability. The practical results show that the adoption of the hybrid teaching mode can improve the teaching effect and the quality of talent cultivation. And all of them have achieved certain achievements and results.

Key words: Discrete Mathematics; Mixed teaching; Teaching reform; online and offline

大学本科课程是人才培养的核心要素,课程质量直接决定人才培养质量。2019年教育部启动国家级一流本科“双万计划”^[1],明确了线上线下混合式一流课程的认定办法,其目的是打造在线课程与本校课堂教学相融合的混合式“金课”。

“离散数学”是研究离散量的结构及其相互关系的一门学科，是和计算机一起发展起来的学科，也被称为“计算机数学”，是计算机学科的专业基础核心课，承担着从基础数学学习到计算思维培养的关键作用。“离散数学”课程在工科专业广泛开设^[2]，在河南理工大学计算机学院作为学科基础课，主要面向计算机类专业大一本科生开设。课程在高等数学、计算思维和计算机程序设计等公共基础课之上，融合数学与编程实践，并且为后续课程“数据结构”、“数据库”、“人工智能”等专业课程打下坚实的基础。

“离散数学”课程教学内容主要包括数理逻辑、集合论、图论和近世代数等四部分内容，其中近世代数部分主要讲解群、格与布尔代数等相关内容。本课程知识体系庞杂，概念多，推理证明多，抽象而有深度；需要有扎实的数学学科根基，也是后续课程所涉及到的数学理论的源动力；同时为未来人工智能革命的理论与伦理框架做好铺垫；由于“离散数学”具有数学的性质，本课程所讲授内容以科学发展螺旋式上升为依据，通过数学危机，逻辑悖论等内容层层递进，从学术走向现实，从科学走向技术，从理论走向实践。另外一方面采用多层次，有机融合，贯穿始终的课程思政教学体系^[3]，在知识学习中理清脉络，追本溯源体会数学之美；通过教学设计引发思考，激发批判性思维掌握逻辑之道；通过人、事、物的贯穿和实践树立学术志趣。通过本课程的学习，要使学生掌握离散数学的基本概念和基本原理，以现代数学的观点和方法，初步掌握处理离散结构所必须的描述工具和方法。同时，也要培养学生抽象思维、慎密概括、逻辑推理的能力，从而使学生具有良好的开拓专业理论的素质和使用所学知识，分析和解决实际问题的能力。

一、混合式课程教学理念与目标

1.1 教学改革理念

随着科技革命和产业发展，国家和社会对人才培养的需求也在发生动态变化，学生毕业要求也在发生变化，根据 OBE(Outcome based education)理念^[4]，必然倒逼课程目标随着发生变化，对应课程的内容及实施方法也需要随之变化。今后课程的建设，将紧跟学科和专业建设要求，围绕以下几个方面展开：

(1) 跟踪行业发展，动态调整课程目标

紧紧围绕 OBE 理念，紧跟社会发展和科技革命需求，采用“走出去，请进来”的方式，邀请企业专家参与课程教学和改革，设定更为合理的课程目标，积极探索课程实施模式，提高课程目标达成度，达到持续改进的目标。

(2) 深度融合思政元素，更新完善课程资源

深入挖掘课程中的思政元素，吸收更多专家参加课程建设，更新完善视频、课件、试题库、练习题、在线评测系统中的题库等线上及线下等课程资源。

(3) 发挥学科优势，促进产学研融合发展

以优势特色学科为依托，依托学科丰富的人才、平台项目、成果资源进行产学研融合研究，将来自学科前沿或生产一线的项目作为教学载体，进行课程项目库补充和完善。

(4) 培养青年教师，加强教学团队建设

以课程建设为契机，通过集体备课、助课、听课等形式，提升青年教师教育教学能力和水平，形成教学团队，实现课程资源共享共建，团队教师共同提高。

1.2 课程教学目标

随着大数据、云计算、人工智能等新科技和河南省矿业大数据智能分析等智能智慧型产业发展，培养开展跨学科科学研究以及运用计算机等现代工具解决复杂工程问题能力等方面提出了更高的要求。因此，依据专业认证的目标，确定了课程对毕业要求分解指标点的支撑关系，最终形成了“知识、能力、素养”三位一体的课程目标，其内容主要包括：

(1) 知识目标

根据离散数学中的逻辑推理、集合中二元关系、图论及近世代数等所涉及的基本概念和基本理论，能够对计算机工程问题进行推理和分析。

(2) 能力目标

培养和训练学生基于离散结构的构造性思维能力、形式化思维能力、科研思维能力、算法设计和解决实际问题的能力，为后续课程的学习打下坚实的基础。

(3) 素养目标

能够根据实际需求，掌握逻辑推理的方法，培养学生具有良好的辩证思维；掌握二元关系分析问题方法，培养学生集体意识；掌握图论中特殊图、最短路径等算法分析与设计方法，培养学生效益优先的观念，从而使能够认识自主学习和终身学习的必要性，适应创新型社会发展需求。

二、混合式课程教学设计

课程教学内容主要包括数理逻辑、集合论、图论和近世代数等四部分内容。在线上线下混合式教学设计时，授课教师应将工作重点从个人讲授转移到课程的组织与开展。“慕课堂”作为一体化混合式教学工具的载体，不仅开展课堂签到、随堂练习、讨论、调查问卷等教学活动，还进行汇总学生线下课堂与线上课程详细学习数据，如图 1 所示。



图 1 混合式教学改革总体思路

2.1 线上教学

线上教学分为课前和课后两部分，线上环节教学如图 2 所示。(1) 线上教学课前学习的过程中，教师需要提前做好线上课程设计，合理充分利用好线上各个环节，引导学生把控好时间。(2) 线上课后教学主要包括单元(客观)测试、在 B 站进行分享的题解或拓展项目讲解视频。

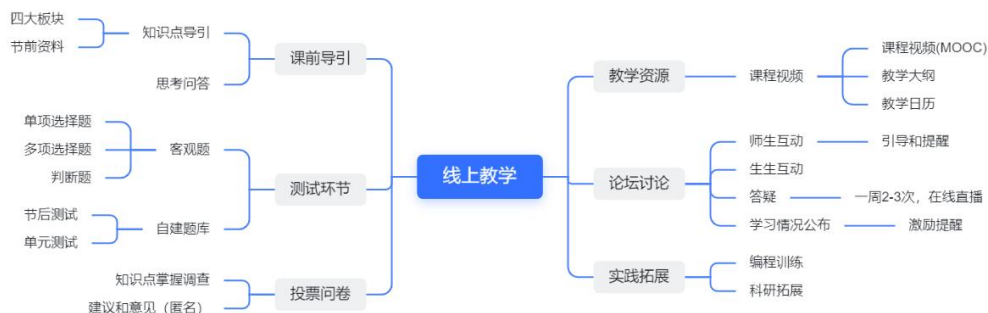


图 2 线上教学环节

2.2 课堂教学

课堂教学方面，将翻转课堂理念与案例链式教学模式相结合。在整个教学过程中根据课程内容线上线下互相搭配，协调推进，且随着学生对所学内容和知识点的反馈情况及时做出调整。原则上，线上学时可拓展，线下学时不缩减。

借助教学团队在中国大学 MOOC 上线的离散数学课程，利用在线课堂管理平台“慕课堂”为载体，通过“现象-问题-理论-实践-拓展创新”五环相扣的翻转课堂教学方式，突出针对性，调动学生自主学习的积极性和能动性。

2.3 实践教学

鼓励学生用 Python 语言进行实现，主要培养学生的学生分析问题、解决问题的和实践动手等能力。

2.4 科研能力培养

与任课教师的研究方向相结合，引导学有余力和有兴趣的学生进行科研的探索。将本课程重点理论与算法类学科竞赛相结合，同时每位教师根据自己的研究领域讲授不同的章节，在授课过程中发掘并引导有科研潜力的学生，吸纳学生早进团队、早进课题，并且都取得了一定的成绩和成效。

2.5 课程成绩评定方式

课程考核是教学过程中的重要环节。课程团队在开展线上线下混合式教学时，打破传统线下考核方式，在中国大学 MOOC 平台建立电子题库，成绩考核包含线上线下两部分，各部分内容分布如图 3 所示。

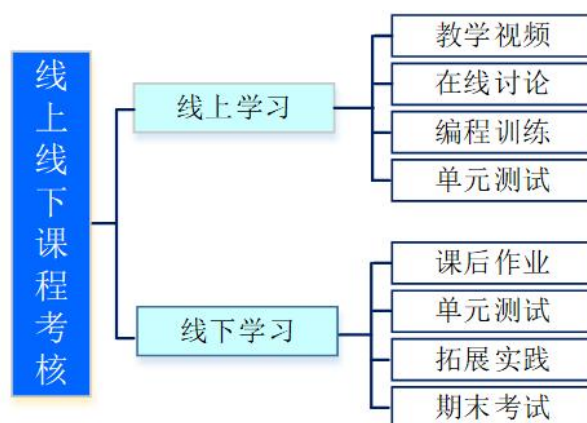


图3 线上线下课程考核图

最终课程总成绩=平时考核 15% + 过程考核 35% + 期末测试 50%，各部分组成如图 4 所示。

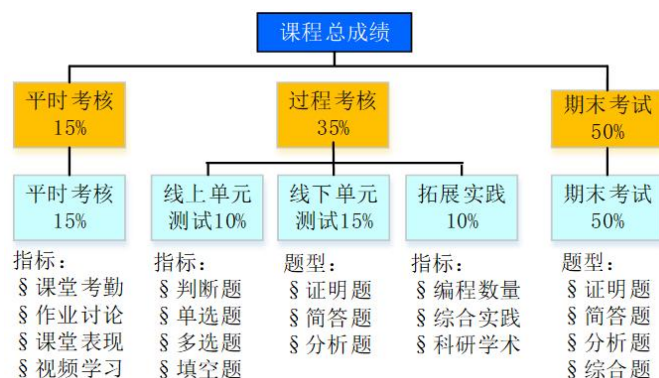


图4 课程总成绩考核知识图

三、改革成效

在实施混合模型教学以来，课程教学团队积极撰写教改论文、凝练教学成果，并积极指导学生参加各类学科竞赛，激发学生将编程知识、技能和综合素养运用到具体实践问题中去。学生对课程满意度明显上升，课程负责人近年教学班次学生评教结果均为优秀；调查问卷中 86% 的学生反馈编程实践能力明显增强；团队教师指导学生获得“挑战杯”全国金奖 1 项，ACM-ICPC 亚洲区域赛金奖 1 项及获得学科竞赛省级三等奖以上 200 余人/次/项；指导本科生发表（包括录用）学术论文 4 篇，其中 SCI 1 篇，EI 期刊 1 篇，CCF C 类 2 篇；申请发明专利 1 项，获得软件著作权 8 项。2021 年，离散数学课程获批河南省精品在线课程。

四、结束语

离散数学是研究计算机科学的基本数学工具，是计算机科学与技术专业学生必修的一门重要的专业核心课程。由于《离散数学》是一门数学课，且是由几个数学分支综合在一起的，知识点集中，概念和定理多，实践少，内容抽象，方法性强。课程教学团队开展了线上线下混合式教学改革，以在中国大学 MOOC 自建的离散数学“慕课堂”为纽带，通过“现象-问题-理论-实践-拓展创新”五环相扣的模式进行教学。加强学生实践能力的训练和科研能力的培养，并选拔优秀学生参加学科竞赛，在已完成的三学年的教学中取得了良好的教学效果，可为相关课程及不同层次的高校的线上线下教学改革提供参考。

参考文献

- [1] 教育部关于一流本科课程建设的实施意见 [EB/OL]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/201910/t20191031_406269.html, 2019-10-30.
- [2] 俞庆英,陈传明,郭良敏. 离散数学线上线下混合式教学新模式探索[J]. 计算机教育,2022(8): 30-33.
- [3] 沙楠,郭明喜,高媛媛,谢威,许魁,申麦英.线上线下混合式教学模式探索与实践[J].高等教育研究学报,2022(4): 69-72+93.
- [4] 周仲海;朱昌平;刘丹平;朱金秀;苑明海. 基于 OBE 理念协同培养创新型工程人才的实践[J]. 实验室研究与探索. 2018,37(09):193-196+201.