

# 基于 BOPPPS+翻转课堂的“蛋白质工程”线上线下混合式教学模式探索

袁建琴<sup>1,2\*</sup>, 唐中伟<sup>1,2</sup>, 史宗勇<sup>1,2</sup>, 李毛<sup>1</sup>, 唐锐敏<sup>1</sup>

1 山西农业大学生命科学学院, 山西 太谷 030801

2 农业农村部农作物生态环境安全监督检验检测中心(太原), 山西 太谷 030801

袁建琴, 唐中伟, 史宗勇, 李毛, 唐锐敏. 基于 BOPPPS+翻转课堂的“蛋白质工程”线上线下混合式教学模式探索[J]. 生物工程学报, 2023, 39(7): 3037-3048.

YUAN Jianqin, TANG Zhongwei, SHI Zongyong, LI Mao, TANG Ruimin. Exploration of an online and offline mixed teaching mode for “Protein Engineering” based on BOPPPS+flipped classroom[J]. Chinese Journal of Biotechnology, 2023, 39(7): 3037-3048.

**摘要:**“蛋白质工程”是山西省一流本科专业建设点生物技术专业的核心必修课程。为了解决“蛋白质工程”课堂教学模式单一、传授式教学学生参与度不够、听课不认真、授课时间缩短、实验价格昂贵等问题, 课程团队进行了“蛋白质工程”课程教学模式改革与实践, 提出了适合生物技术专业的“蛋白质工程”教学新策略: 构建了基于 BOPPPS+翻转课堂的教学模式, 线下课堂讲授与学生在线自主学习与完成作业、章节测验和讨论等相结合, 全面融入翻转课堂; 特别是在“金课”两性一度标准的指导下, 课程团队自建慕课(massive open online courses, MOOC)课程资源, 利用超星泛雅网络教学平台开展 BOPPPS+翻转课堂的“蛋白质工程”线上线下混合式教学工作, 构建了全面、系统及动态的“蛋白质工程”课程新教学体系。经过 3 轮的教学实践表明, 课程团队在“蛋白质工程”课程资源建设、探究性实验辅导、课堂研讨设计, 以及课程成绩评定方式等方面形成了一套完整、可复制、科学、合理的线上线下混合式教学模式。基于 BOPPPS+翻转课堂的“蛋白质工程”线上线下混合式教学模式有助于提高学生的自主学习能力, 使学生深度参与到教学的全过程, 对“蛋白质工程”有了全面深刻的认识, 提高了“蛋白质工程”的教学质量, 为后续学生学习其他专业课程奠定了基础, 也为课程教学改革提供了参考。

**关键词:** 蛋白质工程; BOPPPS 模式; 翻转课堂; 线上线下混合式教学; 改革

资助项目: 山西省高等学校教学改革创新项目(J20220264, J2018079, J20220202, J20220272, J20220276); 2022 年山西省一流课程(K2022366); 山西农业大学教学改革项目(JG-202224)

This work was supported by the Higher School Teaching Reform and Innovation Project of Shanxi Province (J20220264, J2018079, J20220202, J20220272, J20220276), the First-class Course of Shanxi Province in 2022 (K2022366), and the Teaching Reform Project of Shanxi Agricultural University (JG-202224).

\*Corresponding author. E-mail: jane666887@sxau.edu.cn

Received: 2022-12-17; Accepted: 2023-03-06; Published online: 2023-03-08

# Exploration of an online and offline mixed teaching mode for “Protein Engineering” based on BOPPPS+flipped classroom

YUAN Jianqin<sup>1,2\*</sup>, TANG Zhongwei<sup>1,2</sup>, SHI Zongyong<sup>1,2</sup>, LI Mao<sup>1</sup>, TANG Ruimin<sup>1</sup>

1 College of Life Sciences, Shanxi Agricultural University, Taigu 030801, Shanxi, China

2 Crop Ecological Environment Safety Supervision and Inspection Testing Center (Taiyuan), Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Taigu 030801, Shanxi, China

**Abstract:** Protein Engineering is a core compulsory course of biotechnology major, which is the first-class undergraduate major being constructed in Shanxi Province. In view of the problems of single teaching mode of Protein Engineering, such as insufficient students' participation, short teaching time, and expensive experiment cost, the course team carried out the reform and practice of teaching mode for this course, and put forward a new teaching strategy. Under the guidance of the “Golden Course” standard for advancement, innovation and challenge, the course team developed the materials for massive open online courses (MOOC), and carried out the online and offline mixed teaching of Protein Engineering based on BOPPPS+flipped classroom by using the Chao-Xing Fan-Ya network teaching platform. Through this, a comprehensive, systematic and dynamic new teaching system of Protein Engineering was developed. Using the teaching mode based on BOPPPS+flipped classroom, the offline classroom teaching was combined with students' online self-study and homework completion, chapter test and discussion, and this mixed teaching mode was fully integrated into the flipped classroom. After three rounds of teaching practice, the course team had developed a complete, reproducible, scientific and reasonable online and offline mixed teaching mode, which included course materials preparation, exploring experiment guidance, classroom discussion design and course performance evaluation. The online and offline mixed teaching mode of Protein Engineering based on BOPPPS+flipped classroom was helpful for students to improve their autonomous learning ability, to be deeply engaged in the whole teaching process, and to develop a comprehensive and profound understanding of Protein Engineering. This teaching mode improved the teaching quality of Protein Engineering, and facilitated students to learn other follow-up professional courses. Moreover, it provides a reference for the course teaching reform.

**Keywords:** Protein Engineering; BOPPPS mode; flipped classroom; online and offline mixed teaching; reform

“蛋白质工程”是山西省一流本科专业建设点山西农业大学生物技术专业的核心课程，2005年首次开课。课程团队较早地树立了“互联网+教学”的意识，2009年利用多媒体手段推进教学改革，建设案例素材，丰富课前预习和课

后拓展学习资源，持续推进课程资源建设与改革，于2020年2月在超星泛雅网络教学平台实现了教学课件、PPT+语音、章节测验、作业和模拟试题等教学资源，拓展了教学时空，丰富了教学手段。课程先后6次修订教学大纲，根

据专业培养方案调整教学内容、学时、学分、评价与考核。当前,课程已完成 18 轮的教学任务,2 459 位生物技术和生物科学专业本科生完成了该门课程的学习。

21 世纪后,随着教育部提出缩减课程学时的要求,“蛋白质工程”课程不断改革,尤其是当前“新冠疫情”背景下,依托智慧教学工具为教学所用,“蛋白质工程”实现了将线上课程资源与线下课堂教学有机融合,特别是 BOPPPS+翻转课堂这种新的教学模式可以提供线上线下混合式互动平台<sup>[1-5]</sup>,以此来调动学生的积极性与参与度,在规定的教学周期时间内,激发学生的学习兴趣,从而提高课程教学质量与效果。

## 1 “蛋白质工程”传统教学模式的主要问题

在信息技术十分发达的今天,电子图书、慕课(massive open online courses, MOOC)资源和微课等越来越受到学生的喜爱,实体课堂教学受到很大冲击,不再是学生获取知识的唯一途径<sup>[4,6]</sup>。“蛋白质工程”教学模式中存在着诸多问题。

### 1.1 教学模式单一、学生学习主动性差

在课程教学中,“蛋白质工程”采用板书加课件形式的“填鸭式”授课方式,教学模式传统、单一,学生学习主动性差、参与度低,课堂学习氛围差,仅停留在表层的内容学习,不能充分地理解各个知识点之间的联系<sup>[4,7-8]</sup>,与以学生为中心的教学理念不适应。同时,大三学生处于考研关键时期,对“蛋白质工程”课程的重视程度不够,学习动机不强,对自己的专业规划大多不明晰,多数学生显示出以被动接受知识为主的学习习惯。

### 1.2 课程管理和教学互动难

学生对于“蛋白质工程”课程的重要性认识

不够,大班上课的学生人数多,每个班 50 人左右,同一学期 3 个班级一起上课,课程管理难度大。由于大班授课,教师以讲为主,讲授知识多,学生的即时反馈比较差,课堂互动相对比较少,教师对学生个体的知识掌握程度了解得也不够全面,教学效率低。

### 1.3 教学资源与生产实践结合不够紧密

“蛋白质工程”课程具有严密的系统性、逻辑性和抽象的理论知识与技能体系,能够提高和培养学生辩证、条理和抽象思维的能力,以及应用“蛋白质工程”所学知识解决复杂问题的能力,也为后续生物技术专业学生学习其他专业课程奠定了扎实的理论基础。但“蛋白质工程”课程教学资源有限,与生产实践结合不够紧密,授课时间缩短,实验价格昂贵,教师课堂讲授内容偏多,学生课下学习不足,实验操作技能欠缺。有些章节理解难度高,课程内容与学生的创新实践活动紧密相连,如果不结合生产实践,学生很难理解这些内容的目的和意义。

## 2 BOPPPS+翻转课堂教学模式的提出

由于传统的“蛋白质工程”课程教学模式相对比较单一,无法有效提高学生的学习主动性和兴趣,加上教师缺乏对学生实际情况的学情分析,课堂授课时间又有限,学生掌握课程知识主要集中在实体课堂上,这极大地限制了学生学习课程的主动性和拓展性思考的能力<sup>[1,5,9]</sup>。所以针对“蛋白质工程”传统教学模式单一和学生学习主动性差的问题,课程引入 BOPPPS 教学模式,将课程教学全程设计为“引入(bridge-in)、目标(objective)、前测(pre-assessment)、交互(participatory learning)、后测(post-assessment)和小结(summary)” 6 个阶段,从调动学生学习

的积极性入手,在开课前告知每一章节的教学目标,同时对学生进行学情摸底测验,根据测验结果的统计分析设计有针对性的参与式教学活动,之后通过章节测验了解学生掌握知识的情况,最后进行本节课教学总结<sup>[3,5,10]</sup>,激发学生主动参与到课程教学环节中,提高了整个课程教学的效率与质量<sup>[3]</sup>。

针对“蛋白质工程”传统教学模式中大班授课人数众多、学生管理和教学互动难的问题,课程团队采用小班授课和管理,融合翻转课堂教学,从原来单纯的传授式课堂教学到现在采用多种教学方法或手段(讲授、自学+辅导、探究式、问题导向式、案例式、项目驱动、讨论互动和生讲生评等),教师在实体课堂教学中“满堂灌输、填鸭式”的主导地位也逐渐地被减弱,成为课堂教学的组织者、引导者,学生在课堂上全方位地参与,真正“把头抬起来”,成为教学过程的主导<sup>[11-12]</sup>,极大地提高了“蛋白质工程”的教学质量。

针对“蛋白质工程”传统教学模式中教学资源与生产实践结合不够紧密的问题,采用线上线下混合式教学,将传统课堂教学模式与互联网资源学习有效地融为一体。教师可以根据自身实际教学需要,丰富课程资源,补充生产实践视频,将课程资源平台的线上线下学习、在线学习、课前和课后学习以及在线诊断学习等多种学习方式自由组合<sup>[3,13]</sup>。学生可依据自己的实际情况合理安排在线主动自主学习,培养自律性和解决复杂问题的能力。

课程将 BOPPPS 模式和翻转课堂进行结合,发挥两者优势,构建了新型的教学模式。通过课前、课堂和课后 3 个环节展开线上线下相结合的学习方式,与生产实践结合紧密,丰富了教学资源,同时在课堂中依据 BOPPPS 模

式进行各环节的设计,融入翻转课堂,更好地提高学生的课堂参与度和学习的深度,实现了良好的师生互动与学习效果。

### 3 BOPPPS+翻转课堂教学模式建立与探索

针对“蛋白质工程”课程教学模式中所存在的问题,本课程团队在 2018 年修订教学大纲时对“蛋白质工程”教学进行了较大的改动。

#### 3.1 设计基于 BOPPPS+翻转课堂结合的教学运行方案

在 BOPPPS 教学模式随着学生课堂上教学过程参与度的逐渐增加,课程的授课内容也相应有所减少,教师依据所授课程的教学大纲和教学目标,多方鼓励学生能够主动完成面向教学目标的参与互动式学习,并当堂或课后测试学生的接受程度与学习效果,学生可合理安排碎片化的时间对每节课所学内容与知识点进行学习巩固。翻转课堂则将课堂教学扩展到课前的预课堂,以达到补充 BOPPPS 教学模式的目的,减轻课堂教学时间不足造成的压力,提高学生主动自主学习的能力<sup>[14-15]</sup>。基于此,教师在“蛋白质工程”课程教学中,结合生物技术专业学情分析,准确研究与把握学生学习的心理,认真践行“以学生为中心,持续改进”的教学理念,教学过程中充分了解学生的生物技术专业基础与能力,有的放矢地精心设计课程导学、微课视频、教案、PPT、讨论主题、章节测验、知识点总结、课后作业、拓展内容和生产实践视频等内容和呈现方式或方法,学生在上课前通过泛雅网络教学平台在线资源掌握“蛋白质工程”的基本学习内容;根据课程教学进度,教师可随时将每章节的教学资料发布到在线泛雅网络教学平台,学生自我规划利用零

散碎片化时间依据章节学习引导单自主完成学习；课堂上，释疑解难，进行课堂讨论、学生上台即兴演讲等，以帮助学生充分参与课堂教学，打破传统的以教师为主和学生被动接受的模式。通过学生自主学习知识内化和教师课堂教学知识传授的颠倒安排，达到传统教学中的师生角色互变，同时进行课后反思和持续探究，灵活地引入前测和总结环节<sup>[12]</sup>，做到每章有典型案例无痕融入，每课有课后反思，不断提高学生学习“蛋白质工程”课程的积极性和主动性，培养和提高学生自主学习和深度学习的内区力，同时满足不同学生个性化学习的实际需求，使学生获得充分自由的全面发展。BOPPPS+翻转课堂结合的教学模式基本框架如图 1 所示。

### 3.2 建设在线“蛋白质工程”课程

课程团队依托本校教务部超星泛雅网络教

学平台建立在线 MOOC 资源，课程网址为 <https://mooc1-1.chaoxing.com/course/222749675.html>。在 2018 年制定新大纲时，课程团队认真分析每章节内容的特点，将课程的教学内容重新梳理，制作长度为 8–15 min 的微课视频，有利于学生利用自己碎片化的时间来完成“蛋白质工程”课程内容的学习。此外，课程团队还以课程的章节顺序和一节授课内容为主线录制了知识点 PPT+语音视频，以便于学生能够进一步理解和掌握各个知识点之间的逻辑关系。同时，在课程每一章的学习资料中也补充了丰富的生产实践视频，有利于学生能够更好地理解课程内容，将理论与实践相结合。借助在线平台的资源共享与互动功能，通过多媒体、视频、知识点微课、仿真等多种手段开展信息化教学，精心制作 MOOC 资源，以问答、交流讨论、团队合作、师生互评等方式构建互动参与式课堂；

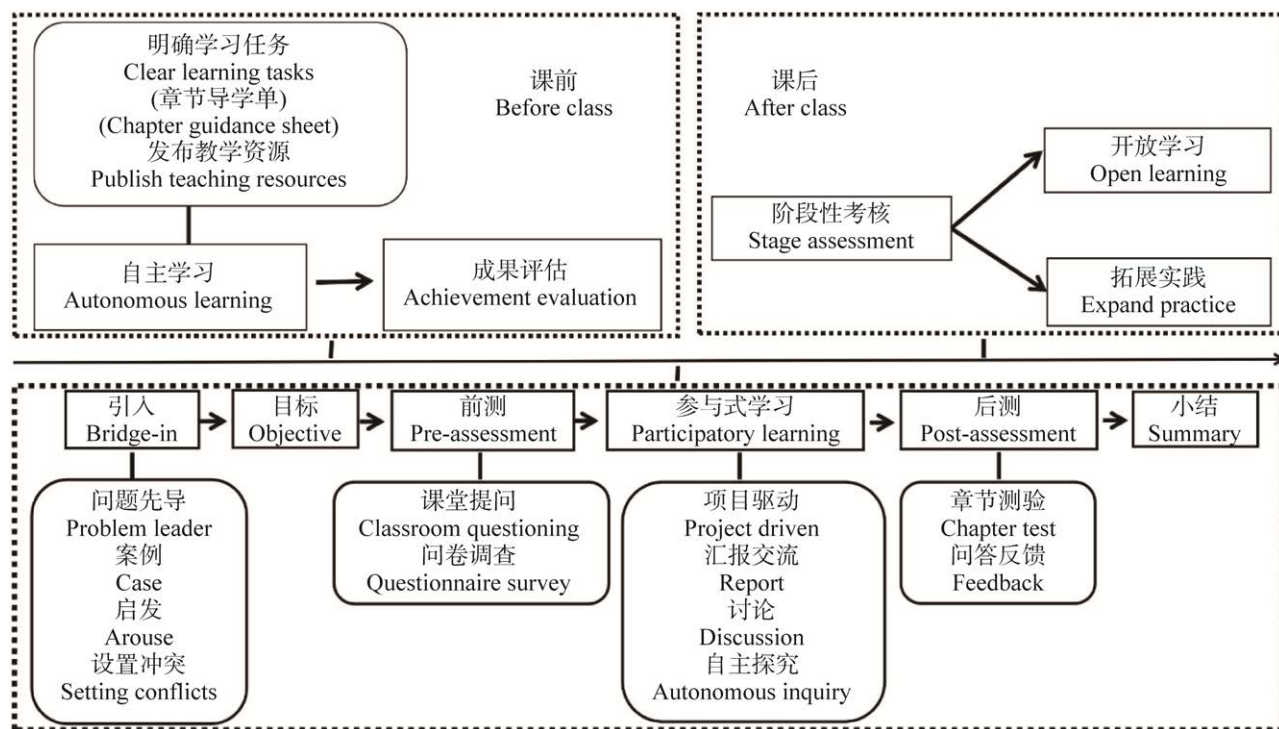


图 1 BOPPPS+翻转课堂结合的教学模式基本框架

Figure 1 Basic framework of teaching mode combining BOPPPS+flipped classroom.

将学生置于在线学习的主体地位,让其通过课堂章节测验、讨论、小组合作、课后作业、考试等深度参与在线学习,完成学习任务;通过分组讨论、实践和自主探究的方式,激发学生的创新意识,培养创新精神;使课程体系设置更加有利于高素质复合应用型生物技术专业人才的培养,使课程教学内容得到了生动与灵活的展示。课程团队还利用腾讯会议、微信群、超星学习通的通知平台等在线教学辅助工具,合理安排和通知教学任务。在传统教学基础上,课程教学方法增加了线上课前预习、讨论与互动、评价和课后复习,使学生利用课余时间巩固所学知识,有效达成课堂教学目标。

### 3.3 构建基于 BOPPPS+翻转课堂的线上线下混合式教学模式

利用网络教学平台可实现线上线下混合式教学,使 BOPPPS 教学模式不再仅仅局限于课堂,使课堂教学实现了有效延伸,教师可了解学生的学习兴趣与课程知识点的掌握程度,还可及时开展在线答疑,解决学生学习过程中的疑问,不再受到空间场地的限制;融入翻转课程教学模式,让学生自行分组、完成指定任务点学习及分组任务,提高学生团队合作和创新能力,使课程教学不再受时间和场地的约束。在传统教学基础上增加了线上资源,采用线上线下混合式教学模式,教师从认知、情感和技能 3 个方面合理制定线上学习任务和线下教学目标,明确学生应达到的知识水平<sup>[3,16-17]</sup>。

首先,配合复合应用型人才培养目标,注重教学的过程性考核,通过建立在线章节测验和期中、期末考试等环节,一方面帮助学生强化知识点内容,另一方面使教师可以随时掌握学生的学习情况。

其次,通过课前线上预习和课后完成作业、

讨论和章节测验等提高课堂教学的效率。同时,在超星泛雅网络教学平台上上传课后拓展内容,如给学生介绍特殊人群-糖尿病患者的营养需求,引导学生利用自己所学知识能够给予身边特殊群体更多的关爱,共同为践行“和谐”和“友善”的社会主义核心价值观作出自己应有的贡献,积极投身于新型胰岛素等药物的研制。在教学过程中,无痕有机融入典型案例。另一方面,通过介绍与生物技术专业相关的学科理论,引导学生关注当前学科领域的研究动态和热点,积极开展学术交流讨论,鼓励并创造条件引导学生参加大学生创新创业项目和科技竞赛等项目和比赛,进行探究性实验辅导,提高学生团队合作、解决复杂问题和毕业后工作的综合素质能力。

第三,设计线上线下相结合的“混合式”教学评价体系。以“学习通+直播课堂”为平台,将 BOPPPS+翻转课堂教学模式与混合式教学进行融合,结合基于“4F [事实(facts)、感受(feelings)、发现(findings)和未来(future)]反思法”和“亮考帮”(亮闪闪、考考你和帮帮我)的课程/活动/总结方法,精心设计符合“金课”两性一度要求的“蛋白质工程”课程混合式教学结构,坚持以学生发展为中心的教学理念,多途径激发学生课前、课中和课后的有效学习。本课程教学评价体系把学生在线上与线下学习的活动过程作为教学评价的目标体系,建立学生在线自主学习和协作学习的评价标准,网络教学平台记录每位学生学习指定任务点的进度及分数,有助于学生在线及时了解自己学习“蛋白质工程”的情况,查缺补漏;同时,对学生进行过程性评价,通过章节测验、讨论、课程论文撰写、期中和期末考试等方式对学生学习效果进行综合评价,具体教学过程见图 2。



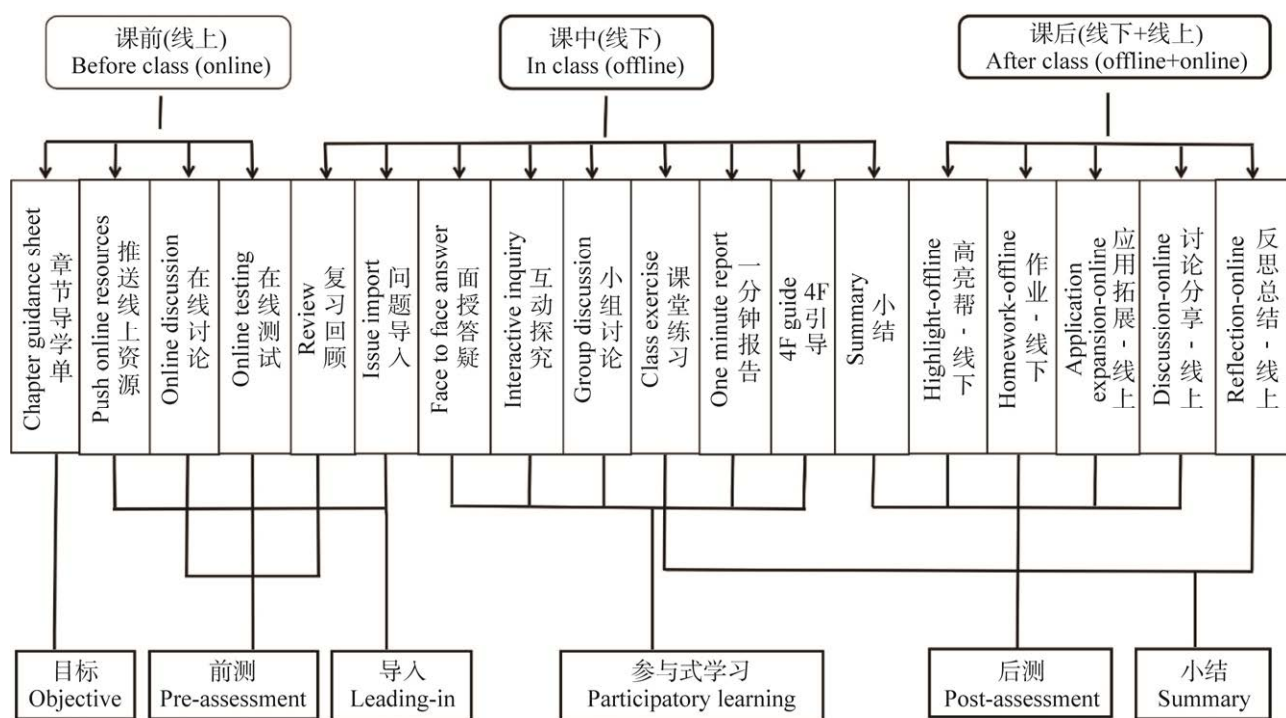


图2 基于 BOPPPS+翻转课堂的“蛋白质工程”线上线下混合式教学模式

Figure 2 Online and offline mixed teaching mode of Protein Engineering based on BOPPPS+flipped classroom.

## 4 BOPPPS+翻转课堂教学模式的评价

“蛋白质工程”课程基于 BOPPPS+翻转课堂的线上线下混合式教学模式在教学理念、教学模式和教学设计等方面都与传统课堂教学有很大区别,在教学过程中每个环节都重点突出以学生为中心的教学理念,教师重在课堂各个环节的教学设计、知识引导、答疑解惑、课程精讲、参与学生讨论、总结归纳补充与过程监督,学生以问题导向进行线上自学、听讲、课堂练习、讨论、上台陈述和生生互评等,在很大程度上体现了以学生发展为中心的混合式教学。在课堂精讲过程中,以学生的自主探究为中心,以问题驱动为主线,在各个教学环节中不断地创设问题情境和设置悬念,并适时地对学生进

行点拨诱导与分组讨论,充分调动学生学习的主动性和积极性。课程在每个学期的期初和期末都对学生进行线下或在线问卷调查,对“蛋白质工程”课程教学效果进行客观的评价。课程团队还对学生的学习状态和学生成绩分布进行了分析,增加了课程论文的撰写,使得学生学习的主动性显著增加。学生在课堂或在线讨论陈述自己见解时逻辑性和条理性增强,这些都与平时翻转课堂讨论训练有密切关系,对于期中期末考试中所涉及到的填空题和选择题两种题型正确率也有较大的提高,说明了学生对课程知识内容的细节掌握程度更好。“蛋白质工程”课程成绩评价体系由过程性评价、诊断性评价和终结性评价组成。课程成绩包括章节测验(线上,5%)、考勤(线上,视频学习,5%)、作业(线上,笔记上传-生生互评,5%)、平时成绩

(线上+线下, 讨论互动, 5%)、课程论文(线上, 20%)、期中考试(线下, 30%)和期末考试(线下, 30%) 7 部分组成。2021–2022 年春季学期, 因疫情防控, 线下教学全部线上进行, “蛋白质工程”课程教学资源 and 教学模式表现出很好的兼容性与适应性。

#### 4.1 两种教学模式评价比较

为证明本文所构建的混合式教学的教学评价指标体系的科学有效性, 本文使用对比实验的方法, 设置实验班(2022 年春季学期授课班级)与对照班(2019 年春季学期授课班级), 对两种教学模式进行评价(表 1)。

根据表 1 的对比分析结果, 结合学生访谈结果来看, 传统教学评价体系只是评价学生的应试结果, 无法全面评价学生的课前预习、课堂参与度和课后学习效果, 以至于无法及时改进教学方法和学生的学习方法, 更无法有效提高学生的学习能力, 最终学生的学习成绩无法实现显著提升。相比之下, 线上线下混合式教学的评价指标体系依托于超星泛雅网络教学平台, 能够对学生过程性和诊断性评价, 并

及时合理分配课程终结性评价的指标权重, 更加注重学生多角度的全面发展。

#### 4.2 本专业学生考研率分析

经过统计, 本专业 2014–2018 级学生(2018–2022 年毕业)考研率连续 5 年持续攀升, 特别是 2020–2022 年考研率显著提升(图 3)。

#### 4.3 学生对自身能力提升满意度调查

从 2020 年线上线下混合式教学模式正式形成以来, 每学期末课程在超星泛雅网络教学平台都进行学生自身能力提升满意度问卷调查。经过统计, 学生对自身能力提升满意度高, 特别是自主学习能力、高阶思维能力、持续学习能力和获得感等方面提升显著(图 4)。

### 5 问题与展望

基于 BOPPPS+翻转课堂的“蛋白质工程”线上线下混合式教学模式, 以学生发展为中心, 转变教师“教”和学生“学”的方式, 充分利用超星自建 MOOC、通知、直播和讨论平台、微信群和腾讯会议等信息化技术平台, 科学设计课前、课中、课后教学环节, 合理安排课程教学

表 1 传统教学与 BOPPPS+翻转课堂的线上线下混合式教学评价体系的对比

Table 1 Comparison of evaluation system between traditional teaching and online and offline mixed teaching mode based on BOPPPS+flipped classroom

名称 Name	内容 Content	混合式教学 Mixed teaching	传统教学 Traditional teaching
课前评价 Pre-class evaluation	完成指定任务点学习 Complete the assigned learning task 项目式学习主题讨论 Project-based learning (PBL) themed-discussion 学生在线前测 Online pre-test for students	正向显著 Positive salience	无 No
课堂评价 In-class evaluation	参与讨论次数 Number of discussions 学生发言次数 Number of students' speeches 学生课堂参与频率 Frequency of students' participation in class	正向显著 Positive salience	无 No

(待续)



(续表 1)

名称 Name	内容 Content	混合式教学 Mixed teaching	传统教学 Traditional teaching
课后评价 After-class evaluation	课后问题反馈 After-class problem feedback 课后学生反思 After-class student reflection 课后主题讨论 Themed-discussion after class	正向显著 Positive salience	无 No
教学方法 Teaching method	积极参与学习引导鼓励 Actively participate in learning, guide and encourage 学习方法及思维培养的引导程度 Degree of guiding the learning and thinking methods	有效发挥 Play effectively	无 No
教学态度 Teaching attitude	网上学习与课堂教学内容衔接程度 Degree of connecting between online and offline learning content 交互的参与积极与及时程度 Degree of active and timely interaction	有效发挥 Play effectively	无 No
教学能力 Teaching ability	教学组织的合理与准确程度 The rationality and accuracy of the organization of teaching 混合式教学设计思维能力 Ability of designing mixed instructional teaching 课堂教授课与讨论协调能力 Ability of coordinating classroom teaching and discussion 信息技术使用能力 Ability to use information technology 学生学习积极性的促进能力 Ability to promote students' learning enthusiasm	有效发挥 Play effectively	无 No
教学结果 Teaching effect	学生对课程学习兴趣的激发程度 Degree of boosting students' interest in learning courses 学生对课程知识的掌握程度 Students' mastery of curriculum knowledge 学生思维能力的提高程度 The improvement degree of students' thinking ability 获取资源能力的提升程度 The improvement degree of ability to obtain resources	有效发挥 Play effectively	应试结果 Examination result
线上教学 Online teaching	课程论文综合成绩 Comprehensive performance of course papers 每周章节测验平均成绩 Average score of weekly chapter test 笔记上传生生互评平均成绩 Average scores of students' peer review notes 指定任务点视频学习成绩 Designated video learning achievement 讨论主题成绩 Themed-discussion achievement	科学实施 Scientific implementation	无 No
线下教学 Offline teaching	期中成绩 Midterm grade 期末成绩 Final grade	科学实施 Scientific implementation	应试结果 Examination result

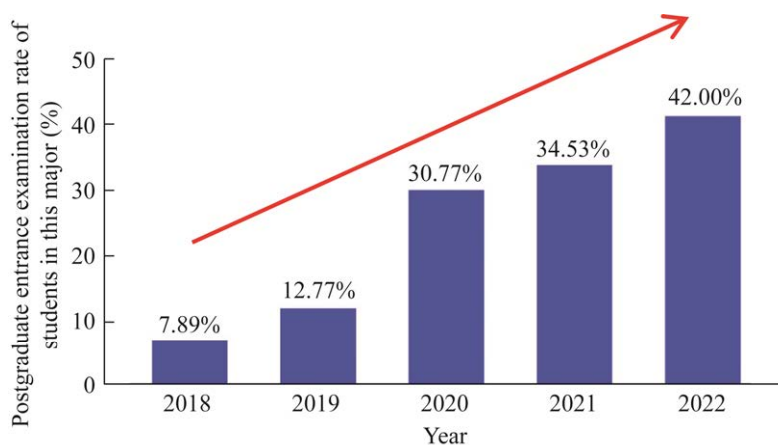


图3 本专业学生的考研率

Figure 3 The postgraduate entrance examination rate of students in this major.

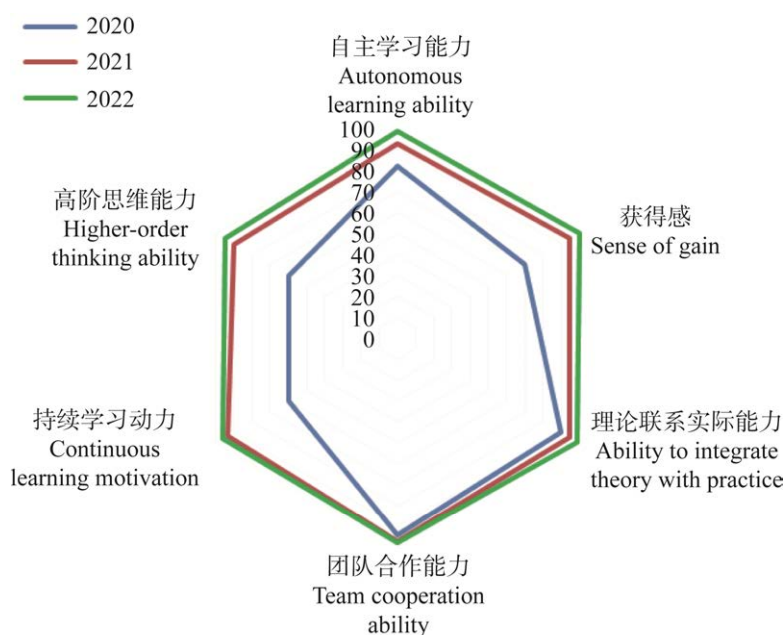


图4 学生对自身能力提升满意度问卷调查结果

Figure 4 Results of questionnaire survey on students' satisfaction with their own ability improvement.

活动。针对课程教学目标、教学内容和前测结果等内容设计合理的教案和课前教学环节，做好学生在线章节自主学习引导；课堂采用翻转课堂开展线下教学活动，基于问题导向学生完成成果展示、讨论与互动，激励学生上台即兴演讲，生讲生评，教师归纳总结；课后进行

在线答疑、章节测验、讨论与评价，整个教学过程形成闭环式的教学环节。经过3轮的教学实践表明，本课程团队所建构的教学模式对拓宽“蛋白质工程”课程教学内容，提高学生学习的主动性和积极性，使学生深度参与到教学的全过程，培养学生勇于探索、独立思考、团队

协作、解决复杂问题和创新能力等方面具有显著的促进作用,提高了学生课程学习的获得感、满意度和学习效果。但是,基于 BOPPPS+翻转课堂的“蛋白质工程”线上线下混合式教学模式也存在一定的不足:(1) 教师需要不断地学习,了解最新和最前沿的学科知识,提高并完善自身的专业技能。(2) 教师需要花大量的精力和时间去设计课前、课中和课后教学环节,同时考虑兼顾不同层次学生的知识水平。(3) 在翻转课堂教学师生互动过程中,个别学生参与度不够,达不到预期的教学效果。(4) 学生在线自主学习,无法保证在规定的时间内都达到设计的教学计划,使原定教学计划执行时产生偏差。(5) 在线自主学习、课前和课后的章节测验容易增加学生的学习负担,学生时间把控上需要权衡。当然,每一种教学模式都有其自身的优势与劣势,教师不应脱离所带课程的特点,生搬硬套各种教学模式,而应该根据课程自身的特点、专业培养方案、教学大纲、教学目标、教学内容和教学计划等选择适合所带课程的教学模式或者将多种教学模式混合使用,以此来创新课程教学模式、扬长避短、提升自我、改善课程教学质量和效率,努力提高学生的综合素质和能力。

## REFERENCES

- [1] 王立东,李振江,郎双静,庄柯瑾,王长远. BOPPPS 教学模式的应用研究进展[J]. 农产品加工, 2021(11): 104-107.  
WANG LD, LI ZJ, LANG SJ, ZHUANG KJ, WANG CY. Research progress of BOPPPS teaching mode[J]. Farm Products Processing, 2021(11): 104-107 (in Chinese).
- [2] 潘懋元,陈斌. “互联网+教育”是高校教学改革的必然趋势[J]. 重庆高教研究, 2017, 5(1): 3-8.  
PAN MY, CHEN B. “Internet plus education” is the inevitable trend of teaching reform in College and University[J]. Chongqing Higher Education Research, 2017, 5(1): 3-8 (in Chinese).
- [3] 王晓丽,赵梅妹,周根全,曾嘉懿. “金课”背景下基于 BOPPPS 教学模式的“高等数学”混合式教学研究[J]. 科技风, 2022(3): 121-123.  
WANG XL, ZHAO MM, ZHOU GQ, ZENG JY. Research on blended teaching of “Advanced Mathematics” based on BOPPPS teaching mode under the background of “Golden Course”[J]. Technology Wind, 2022(3): 121-123 (in Chinese).
- [4] 魏力军,钱宇,聂桓,马文君,张慧杰,赫杰. 多方位教学模式在植物生物学及实验教学中的探索[J]. 生物工程学报, 2022, 38(5): 2012-2018.  
WEI LJ, QIAN Y, NIE H, MA WJ, ZHANG HJ, HE J. Exploration of multi-faceted model in plant biology teaching[J]. Chinese Journal of Biotechnology, 2022, 38(5): 2012-2018 (in Chinese).
- [5] 石嫣,曹文君,平卫伟. 基于学习通的 BOPPPS 教学模式在卫生事业管理学教学中的应用探讨[J]. 卫生职业教育, 2022, 40(2): 76-77.  
SHI Y, CAO WJ, PING WW. Discussion on the application of BOPPPS teaching mode based on learning pass in the teaching of health management[J]. Health Vocational Education, 2022, 40(2): 76-77 (in Chinese).
- [6] 蔡冲,朱诚. “互联网+教学”的植物生物学课程探索与实践[J]. 生物学杂志, 2021, 38(3): 120-122, 126.  
CAI C, ZHU C. Exploration and practice of “internet+teaching” in plant biology course[J]. Journal of Biology, 2021, 38(3): 120-122, 126 (in Chinese).
- [7] 赫杰,史明,聂桓,魏力军,李钰. 细胞生物学教学模式改革的探索与实践[J]. 中国细胞生物学报, 2018, 40(3): 397-402.  
HE J, SHI M, NIE H, WEI LJ, LI Y. Exploration and practice on the reform of teaching mode of cell biology[J]. Chinese Journal of Cell Biology, 2018, 40(3): 397-402 (in Chinese).
- [8] 丛海林,于冰,张秀兰,杨瑞霞. 教学创新在复合材料课程中的应用与实践[J]. 教育教学论坛, 2015(51): 87-88.  
CONG HL, YU B, ZHANG XL, YANG RX. Application and practice of teaching innovation in the course of composite materials[J]. Education Teaching Forum, 2015(51): 87-88 (in Chinese).
- [9] 杨帆,杨天明. BOPPPS 教学模块的混合式教学[J]. 辽宁工业大学学报(社会科学版), 2021, 23(1): 126-128.  
YANG F, YANG TM. Mixed teaching of BOPPPS teaching module[J]. Journal of Liaoning University of

- Technology (Social Science Edition), 2021, 23(1): 126-128 (in Chinese).
- [10] 丁涌波, 黄亮, 杨英, 周文化, 林亲录. “新工科”背景下课程思政和 BOPPPS 教学模式在“食品化学”课程中的应用[J]. 农产品加工, 2021, 538(10): 91-93, 96.  
DING YB, HUANG L, YANG Y, ZHOU WH, LIN QL. Application of the ideological education and BOPPPS teaching model in food chemistry under the background of new engineering studies[J]. Farm Products Processing, 2021, 538(10): 91-93, 96 (in Chinese).
- [11] 张定海, 赵有益, 史战红, 秦丽娟, 杨习清. 基于 BOPPPS 模型的“概率统计”翻转课堂教学模式研究[J]. 兰州文理学院学报(自然科学版), 2022, 36(1): 111-115.  
ZHANG DH, ZHAO YY, SHI ZH, QIN LJ, YANG XQ. Study on teaching mode of flipped classroom of probability theory and mathematical statistics based on BOPPPS model[J]. Journal of Lanzhou University of Arts and Science (Natural Sciences), 2022, 36(1): 111-115 (in Chinese).
- [12] 田建勇, 石林江. BOPPPS 模型与翻转课堂相结合教学模式探究: 以 C 语言程序设计课程为例[J]. 信息与电脑(理论版), 2021, 33(15): 245-247.  
TIAN JY, SHI LJ. Exploration of teaching mode combining BOPPPS model and flipped classroom—take C programming courses as an example[J]. China Computer & Communication (Theoretical Edition), 2021, 33(15): 245-247 (in Chinese).
- [13] 杨宁. BOPPPS 教学模式在混合式教学中的应用研究[J]. 产业与科技论坛, 2022, 21(3): 141-142.  
YANG N. Research on the application of BOPPPS teaching mode in blended teaching[J]. Industrial & Science Tribune, 2022, 21(3): 141-142 (in Chinese).
- [14] 王海霞, 韩奋, 杨俊玲, 徐亭. 基于网络的线上线下 BOPPPS 教学模式在机电专业课程教学中的应用研究[J]. 产业与科技论坛, 2022, 21(2): 90-91.  
WANG HX, HAN F, YANG JL, XU T. Research on the application of online and offline BOPPPS teaching mode based on network in the course teaching of mechanical and electrical specialty[J]. Industrial & Science Tribune, 2022, 21(2): 90-91 (in Chinese).
- [15] 曹丹平, 印兴耀. 加拿大 BOPPPS 教学模式及其对高等教育改革的启示[J]. 实验室研究与探索, 2016, 35(2): 196-200, 249.  
CAO DP, YIN XY. The BOPPPS teaching mode in Canada and its implications for higher education reform[J]. Research and Exploration in Laboratory, 2016, 35(2): 196-200, 249 (in Chinese).
- [16] 余文森, 石贵民, 郭磊, 刘长勇. 计算机专业选修课混合教学模式的设计与实践[J]. 教育教学论坛, 2016(52): 268-272.  
YU WS, SHI GM, GUO L, LIU CY. Design and practice of the mixed teaching mode of elective courses in computer major[J]. Education Teaching Forum, 2016(52): 268-272 (in Chinese).
- [17] 乔永刚, 宋芸, 梁建萍, 王德富, 宋艳波, 袁建琴, 高建华. 药用植物栽培学在线翻转课堂的改革与实践[J]. 轻工科技, 2021, 37(5): 175-177.  
QIAO YG, SONG Y, LIANG JP, WANG DF, SONG YB, YUAN JQ, GAO JH. Reform and practice of online flip classroom of medicinal plant cultivation[J]. Light Industry Science and Technology, 2021, 37(5): 175-177 (in Chinese).

(本文责编 郝丽芳)