

应用型本科“生物反应工程”课程翻转课堂设计与实践

姚璐晔, 吴凌天, 周静亚, 吴金男, 徐得磊, 朱益波, 冀宏*

常熟理工学院生物与食品工程学院, 江苏 常熟 215500

姚璐晔, 吴凌天, 周静亚, 吴金男, 徐得磊, 朱益波, 冀宏. 应用型本科“生物反应工程”课程翻转课堂设计与实践[J]. 生物工程学报, 2024, 40(3): 953-961.

YAO Luyue, WU Lingtian, ZHOU Jingya, WU Jinnan, XU Delei, ZHU Yibo, JI Hong. Design and practice of biological reaction engineering flipped classroom in applied undergraduate colleges[J]. Chinese Journal of Biotechnology, 2024, 40(3): 953-961.

摘要: 本文详细阐述笔者教学团队经过 3 个轮次的教学实践和持续改进, 逐步形成的“生物反应工程”翻转课堂教学特色, 重点论述了翻转课堂主题内容的选择、实施过程、评价方法以及实施效果等内容。结合课程专业知识, 选择行业和社会当下的热点话题作为翻转课堂的主题内容, 学生以项目小组的形式自主开展资料搜集、分析讨论并汇报答辩。从讨论报告、答辩汇报、使用新工具和团队合作 4 个方面, 客观评价学生综合素养的提升改变。通过分析 3 届生物工程专业学生的课程成绩分布与课程目标达成情况, “生物反应工程”翻转课堂的设计实施可以提升学生学习的主动性, 提高课程成绩, 帮助学生达成课程目标。因此, 文中所述翻转课堂的设计与实施方法有望为应用型本科院校专业基础课程的教学改革提供基础, 为培养适应新时代需求的理论知识扎实、创新分析思维强和团队协作能力佳的新型综合人才奠定基础。

关键词: 应用型人才培养; 生物反应工程; 翻转课堂; 实施过程; 评价方法

资助项目: 江苏省产教融合型一流课程建设项目(苏教办高函[2022]5 号); 2023 年江苏高校“青蓝工程”优秀青年骨干教师项目(苏教师函[2023]51 号); 常熟理工学院教学改革研究课题(JXK2020032, KYZ20220325)

This work was supported by the Jiangsu Province Industry Education Integration First Class Curriculum Construction Project ([2022]5), the Jiangsu University “Blue Project” Outstanding Young Backbone Teachers Project ([2023]51), and the Teaching Reform Project of Changshu Institute of Technology (JXK2020032, KYZ20220325).

*Corresponding author. E-mail: jihong8848@126.com

Received: 2023-07-27; Accepted: 2023-12-13; Published online: 2023-12-25

Design and practice of biological reaction engineering flipped classroom in applied undergraduate colleges

YAO Luye, WU Lingtian, ZHOU Jingya, WU Jinnan, XU Delei, ZHU Yibo, JI Hong*

College of Biological and Food Engineering, Changshu Institute of Technology, Changshu 215500, Jiangsu, China

Abstract: This study aims to explore and refine the teaching aspects of a flipped classroom approach for biological reaction engineering. The study encompasses three iterations of teaching practice, focusing on key elements such as theme content selection, implementation process, evaluation and effectiveness. By integrating relevant industry and societal topics with course's professional knowledge, students are encouraged to independently collect data, analyze and discuss findings, and present their work in group. Comprehensive literacy of students is assessed through discussion reports, defense reports, utilization of new tools, and team cooperation. Analysis of student performance reveals that the design and implementation of the flipped classroom approach significantly enhances student motivation to learn, improves scores, and supports the achievement of course objectives. Therefore, the methodology presented in this study may serve as a reference for implementing teaching reforms in core courses in applied undergraduate colleges, thereby fostering well-round individuals with strong theoretical foundation, innovative analytical skills, and excellent teamwork abilities.

Keywords: applied talent training; biological reaction engineering; flipped classroom; implementation process; evaluation method

“生物反应工程”是面向已经掌握生物工程基础知识的学生开设的关于生物反应过程计算的专业基础课程,课程目标旨在让学生能够综合应用生物反应过程涉及的多学科知识。在前期课程教学中,发现存在以下问题:(1)传统课堂教学载体单一,不能激发学生的主观能动性;(2)教学内容枯燥,与实际生产/实验关联度不高^[1-2];(3)课程内容计算推理强,学生课程目标达成度较低;(4)课程评价方式单一,难以评价学生分析解决问题的能力。

《教育部关于加快建设高水平本科教育 全面提高人才培养能力的意见》^[3]中指出:加快形成多元协同、内容丰富、应用广泛的高等教育服务体系,打造适应学生自主学习、自主管理的智慧课堂。因此,高校需要改革课堂教学模式,激发

学生学习的主动性和积极性,提高学生学习兴趣和学习效果。本文将详细阐述“生物反应工程”翻转课堂实施主题内容的选择、过程实施方式、评价方法以及实施效果4个方面的内容,旨在为应用型本科专业基础课程教学改革提供启迪,使传统的专业基础课程尽快适应新时代高等教育的要求^[4]。

1 翻转课堂的教学设计、实施、评价和实施效果

1.1 课程建设思路

针对前期课程教学中存在的问题,作为一门专业核心基础课程,“生物反应工程”翻转课堂的设计需以“项目”为媒介,以“真实问题”为载体展开,体现目标导向性、内容前沿性和认知高阶性的教学理念^[5-6],旨在激发学生的学习积极性和

主动探究的意识。

基于上述建设思路,“生物反应工程”课程的翻转课堂内容以生物工程领域正在发生或已经发生的研究成果/事件为抓手,要求学生运用生物反应相关原理和基础知识,以团队合作的形式,自主开展讨论并完成以“分析探讨”为形式的翻转课堂。同时要求学生在实施过程中,进一步熟悉主题内容涉及的具体生化反应过程,培养严谨的科学探究、团队合作精神以及分析个中存在复杂生物工程问题的能力。

1.2 翻转课堂主题内容的设计与实施

1.2.1 主题内容的设计

“生物反应工程”支撑应用型人才培养毕业要求而设置相应的课程目标^[7],主要分为知识目标、能力目标和价值目标3部分(表1)。翻转课堂主题内容设计需以激发学生兴趣、引导学生以主导者的身份参与学习为目的;除了帮助学生更好地掌握课程专业知识以外,还要兼顾培养学生团队合作及与他人交流的能力,帮助学生达到非技术能力的课程目标要求(图1)。

表1 “生物反应工程”课程目标

Table 1 The course objectives of Biological Reaction Engineering

课程目标 Course objectives	目标 Content
1	生化反应知识的理解 Understanding of biochemical reaction knowledge
2	思考分析能力的提高 Improvement of thinking and analysis abilities
3	交叉学科知识的应用 Application of interdisciplinary knowledge
4	团队合作、学习能力和社会责任感的培养 Fostering of teamwork, learning ability and social responsibility

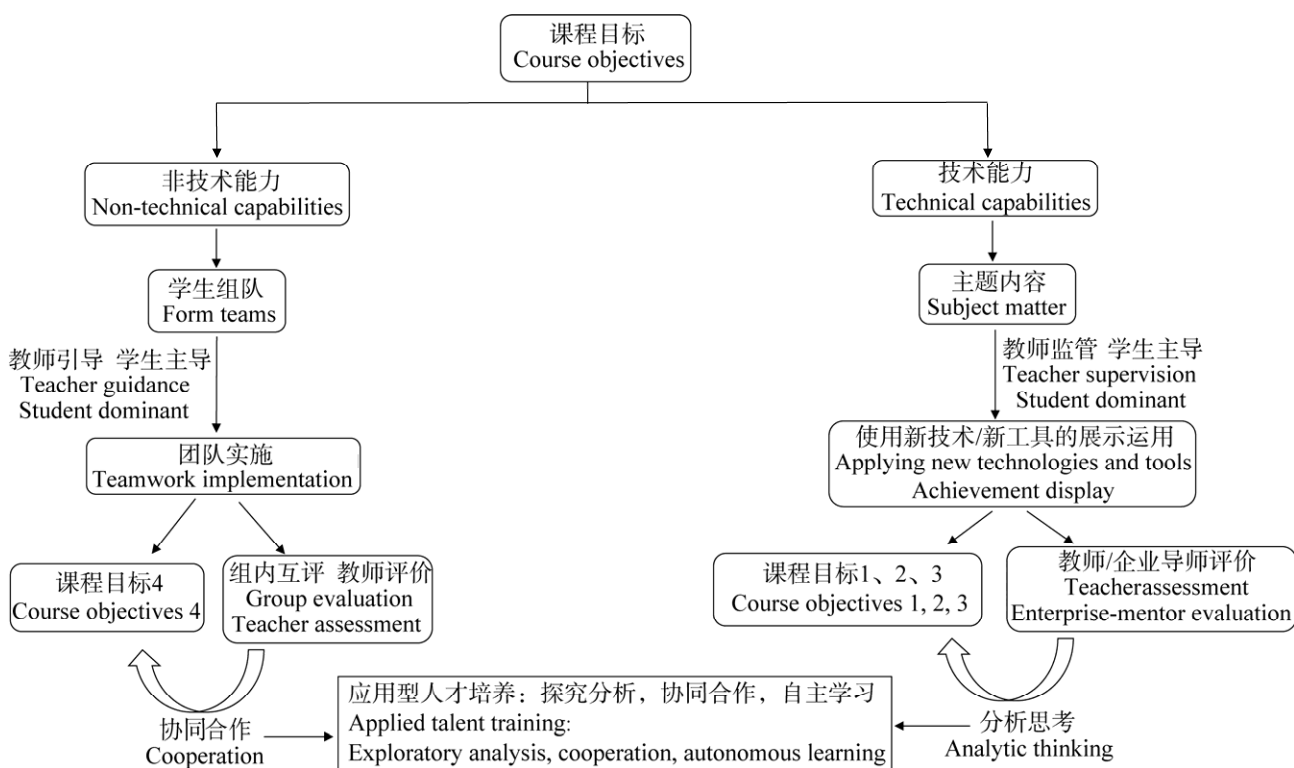


图1 “生物反应工程”翻转课堂教学实施的设计思路

Figure 1 Design of the flipped classroom implementation for Biological Reaction Engineering.

学生综合能力的形成不能仅依靠学科知识的积累,还需要学生自己不断实践内化而成^[8-9]。而应用型人才培养要更突出“分析探究”能力^[10],翻转课堂实施则应以“主题内容-分析讨论-归纳总结”训练为主线,围绕“生物反应”开展。同时,翻转课堂的主题内容以“多元化”为宗旨,涉及多个专业知识的原理与技术,如微生物、生物化学、发酵工程、物理化学和化工原理等,还要涉及社会、健康、安全、法律和文化等内容。学生在综合运用专业理论知识的基础上,需要同他人合作配合才能在规定时间内顺利完成翻转课堂的实施。因此,笔者教学团队在课程目标的指导下,选择当年的热点新闻事件和行业研究前沿作为翻转课堂实施的主题内容选项。具

体选择的依据是^[11-14]: (1) 内容体现全面综合性,涉及生物反应机理、反应速率、环境管控等多个方面; (2) 内容具有高阶性,可从反应模型构建、生产方式、生产成本投入和过程优化管控等不同角度分析探究,需要技术能力与非技术能力的融合; (3) 话题参与性强,学生日常接触机会多,探究的切入点可以是反应涉及的本学科知识,也可是三废处理、伦理问题等非本学科知识; (4) 内容具有挑战性,探究分析有专业深度; (5) 内容具有实用性,有助于学生后续的专业学习及毕业实验等。

因此,笔者团队根据课程目标,结合翻转课堂的设计思路,最终选取了以下主题内容(表 2)供学生选择。

表 2 “生物反应工程”翻转课堂实施的主题内容

Table 2 The theme content of Biological Reaction Engineering flipped classroom

主题 Theme	内容 Content
热点新闻事件 Hot news events	最美科技工作者蔡韬:甘坐 6 年冷板凳——二氧化碳合成淀粉技术实现“从 0 到 1”的突破 Cai Tao, the most beautiful technology worker: willing to sit on a cold bench for 6 years—carbon dioxide synthesis of starch technology achieves from 0 to 1 大力发展清洁能源减少碳排放——生物发酵产能迎来新时代 Vigorously developing clean energy to reduce carbon emissions—biological fermentation capacity ushers in a new era 决战决胜 脱贫攻坚——小菌菇“链”成大产业 Determine the victory in the anti-poverty battle—small mushroom “chain” big industry 2021 全球十大工程成就“抗击新冠疫情的公共卫生防疫治理”——环境微生物的除菌消毒 2021 Top ten global projects achieve “public health and epidemic prevention governance to fight the COVID-19”——sterilization and disinfection of environmental microorganisms 首届联合国世界旅游组织“最佳旅游乡村”浙江余村——纤维素的生物发酵 The first united nations world tourism “best tourist village” Yucun Zhejiang—biological fermentation of cellulose 《生物多样性公约》:共建地球生命共同体——生物多样性调查 Convention on biological diversity: jointly building a community of life on earth—biodiversity survey
行业研究热点问题 Research hotspots	新国标之后空气净化器的下一步何在——对标 GB/T18801—2015 What is the next step of air-purifier after the new national standard—based on GB/T18801—2015 国产汽车品牌比亚迪的高歌猛进——新能源电车的崛起 vs. 生物柴油车的停滞不前 Domestic car brand BYD rapid development—rise of new energy trams vs. stagnation of biodiesel vehicles 世界首个人工皮肤面膜问世——多种酶的协同作用 The world’s first artificial skin facial mask—the multiple enzymes synergistic effect 配料表变干净:“元气森林们”的终极追求——天然防腐剂 The ingredient list becoming clean: ultimate pursuit of the “yuanke forest”—natural preservatives 抗击新冠疫情——paxlovid 和阿兹夫定片 Fight against the COVID-19—paxlovid and azovudine tablet

1.2.2 翻转课堂活动的实施

笔者教学团队围绕生物反应过程,以“分析讨论”为形式,重点引导学生思考描述反应过程,理解实验室、企业、市场环境下生物产品的不同要求,具体实施过程如图2所示。翻转课堂的实施分为课前和课堂两部分,在实施过程中,学生占主导,从多角度理解生物反应过程及其诸多因素的影响关系;教师从旁指导及监控进度,确保实施顺利完成。

第一,翻转课堂主题内容的选择。教师通过网络平台发布翻转课堂要求和各项安排的时间节点,学生自由组队并选择确认主题内容。每组3-5人,并设立负责人。各小组通过交流讨论,确定主题内容的探究分析切入点、项目实施的计划安排表、人员分工以及与本课程内容的关联信息等。组内达成一致后进入准备阶段,否则组内重新交流讨论,直至全员顺利通过。

第二,翻转课堂活动的实施。各小组在组长的带领下,按照各自分工自主进行研读资料后集中交流讨论,定期上传过程材料至云班课,教师给予评价及分析。以“热点新闻事件”主题为例阐述,有小组同学选择了当年(2021年)的热点话题——二氧化碳合成淀粉,该组学生选择了3个方面进行讨论(图3),其中包含了与课程内容相关的酶反应动力学。学生在探究整个反应时进一步理解了生物合成过程的效率表达;在评估反应速率时,与自然界中玉米合成淀粉作比较,理解了生产成本及其估算方法;对于反应物二氧化碳的利用,则能帮助学生关心时事,了解缓减全球气候变暖、国家降低碳排放等政策。在讨论过程中,要求小组成员及时记录搜集查阅的文献资料和成员间的交流讨论过程,教师针对小组的记录与出现的问题提出自己的见解和想法,拓宽学生思考的广度和深度。

第三,翻转课堂成果交流与展示。此部分内容包括讨论报告撰写和汇报答辩。要求各小组在整理前期查阅资料的基础上,根据我校学报综述类学术论文的撰写要求完成报告。报告中除引言、主题描述、讨论内容和结论以外,还需对“生物反应”进行经济/环境/社会效益分析。最后,各小组选派组员进行成果交流答辩,并要求学生对提出的问题进行回答。讨论报告和汇报PPT上传至网络平台。

第三,翻转课堂成果交流与展示。此部分内容包括讨论报告撰写和汇报答辩。要求各小组在整理前期查阅资料的基础上,根据我校学报综述类学术论文的撰写要求完成报告。报告中除引言、主题描述、讨论内容和结论以外,还需对“生物反应”进行经济/环境/社会效益分析。最后,各小组选派组员进行成果交流答辩,并要求学生对提出的问题进行回答。讨论报告和汇报PPT上传至网络平台。

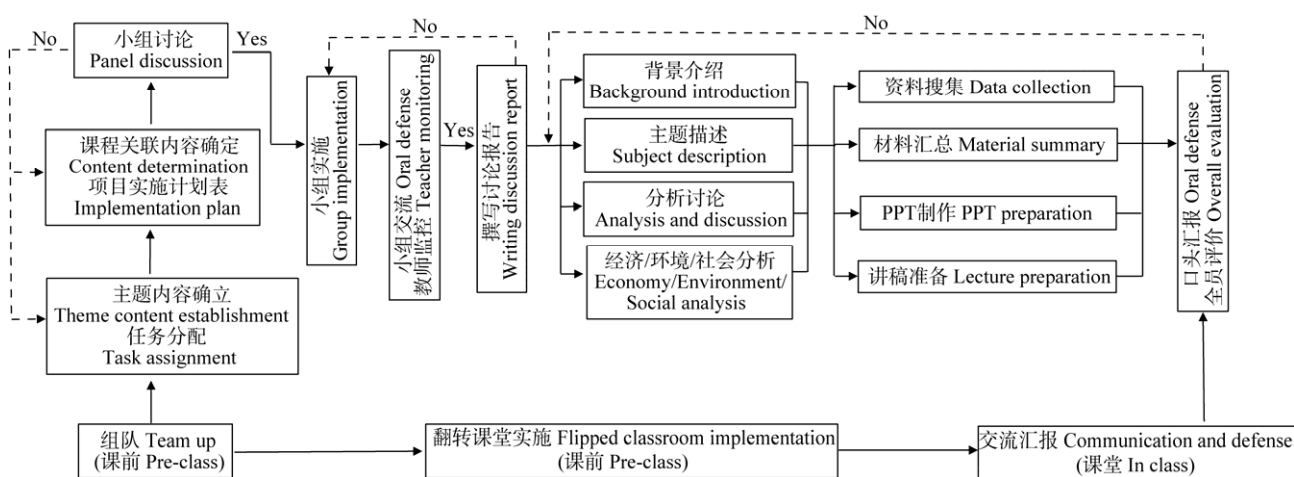


图2 “生物反应工程”翻转课堂实施流程图

Figure 2 The flow diagram of the flipped classroom implementation for Biological Reaction Engineering.

1.2.3 翻转课堂评价方法

“教学质量为王，考核评价为纲”，教学活动的
评价方法是提高课程教学质量的关键^[15]。笔者
教学团队根据课程目标将翻转课堂的评价从

4 个角度(表 3)展开：报告内容、答辩汇报、新
元素使用和团队合作，并借鉴探究式教学法^[16]
和项目化教学^[17]将评价方法分为学生、教师和企业
导师评价 3 个部分，具体成绩评定方式如下：

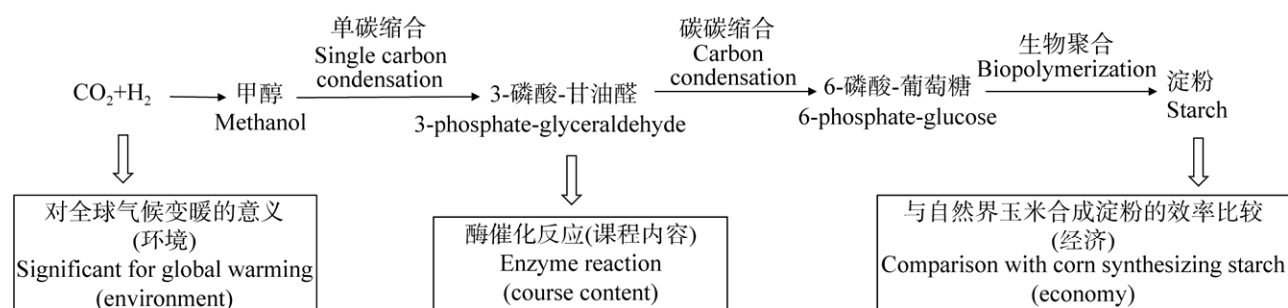


图 3 以“二氧化碳合成淀粉”为例翻转课堂实施的讨论切入点

Figure 3 Taking starch synthesis from carbon dioxide as an example the discussion entry points in the flipped classroom implementation.

表 3 “生物反应工程”翻转课堂评价一览表

Table 3 The evaluation principles for Biological Reaction Engineering flipped classroom

课程目标 Course objectives	分值 Scores	成绩构成 Grades compositions	评价内容 Evaluation contents	评价材料 Assessment materials
1, 2	45	报告内容 Report content	主题背景 Theme background 讨论内容 Discussion content 环境/经济/社会分析 Environment/Economy/Social analysis 参考文献 References	讨论报告 Discussion report
2, 3	20	答辩汇报 Defense report	现场讲解 On-site presentation 内容展示 Exhibition content 回答问题 Answer questions	汇报评分记录 Record scores of report
3, 4	15	新元素使用 New element usage	资料搜集整理 Data collection and organization 报告图表绘制 Report chart drawing 幻灯片制作 PPT preparation	实施过程 Executing processes 汇报 PPT Report PPT
4	20	团队合作 Teamwork	责任意识 Responsibility consciousness 团队合作 Teamwork 独立完成任务 Complete tasks independently 倾听意见 Advice listening 出勤 Checking-in	实施过程 Executing processes 团队合作评分记录 Record scores for teamwork

报告内容由教师和企业导师根据电子材料评价,评价结果取教师和企业导师评价的平均分。答辩汇报和新元素使用由教师根据各组汇报答辩记录、实施过程和汇报 PPT 评定;团队合作部分,小组成员成绩由各小组组长评定,组长成绩取各小组成员评分的平均分。教师和企业导师评价部分均在网络平台上进行,学生可以看到所有学生的成绩。因此,笔者认为该评价方法不仅可以激发学生的主观能动性、培养学生的责任意识,还可以鼓励学生进行团队协作。具体评价内容与课程目标的对应关系如表 3 所示。

1.2.4 翻转课堂实施效果

持续改进必须长期运行,因此人才培养的各个环节都渗透持续改进的理念,最终保证学生培养质量满足毕业要求^[12,18]。在 2018 级的教学中发现,引入翻转课堂后课程目标 2 和 4 的达成度较低(0.77),需要在后续教学中加强学生自主学习环境、经济、文化等非专业知识的能力培养,鼓励学生从专业和非专业多角度思考;具体改进措施为鼓励学生选择社会热点话题为主题,课程知识与实际案例内容有机融合分析,讨论报告中提高经济、社会、环境分析内容的书写比例。笔者教学团队在 2019 级和 2020 级的授课过程中完善了翻转课堂的具体实施。

图 4 和图 5 分析了 2018 级、2019 级和 2020 级“生物反应工程”课程的成绩分布和课程目标达成度情况。由图 4 可知,3 个年级的成绩均呈正态分布,随着翻转课堂实施的日益成熟,学生成绩也呈现上升趋势;翻转课堂实施的第 3 轮次,即 2020 级 20% 的学生达到优秀,且所有学生课程成绩均高于 70 分;2019 级和 2020 级学生的课程目标达成度均在 0.80 以上(图 5)。因此,可以说明实施翻转课堂可以较好地帮助学生理解掌握课程内容,提高非专业技术的多种能力,更好地达到课程目标。

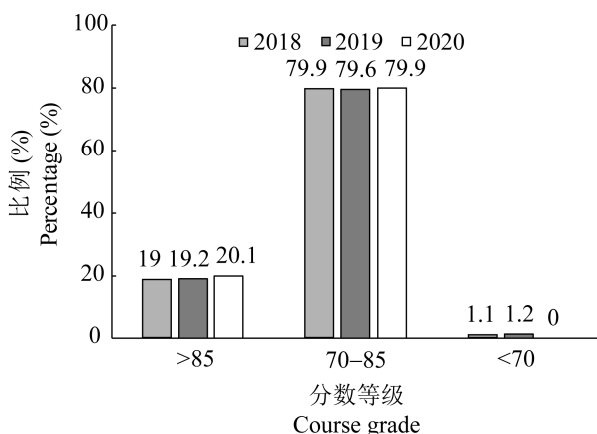


图 4 2018 级、2019 级和 2020 级课程成绩分布图
Figure 4 Distribution of the course scores of 2018, 2019 and 2020 students.

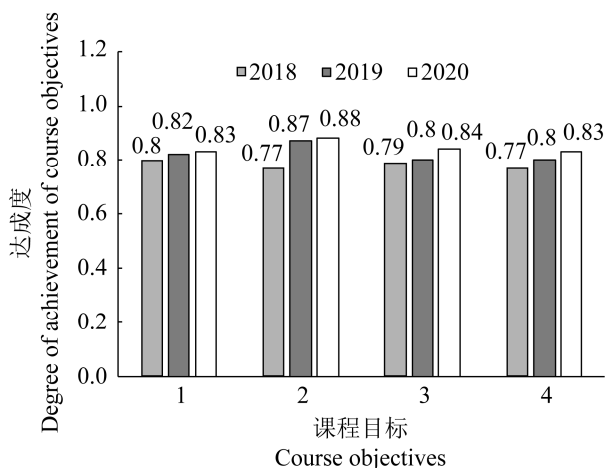


图 5 2018 级、2019 级和 2020 级课程目标达成图
Figure 5 The achievements of the course objectives of 2018, 2019 and 2020 students.

2 结语

2.1 翻转课堂实施的总结

本文重点阐述了“生物反应工程”翻转课堂的教学设计、实施、评价方式和实施效果等内容。具体为:将专业知识和非专业能力结合,选择行业和社会当下的热点话题作为翻转课堂的主题内容,学生以项目小组的形式自主开展实施,由学生、教师和企业导师三方综合评价;经过三轮

次实施和持续改进, 翻转课堂实施效果较显著, 学生的课程成绩和达成度均有不同程度的提高。

2.2 翻转课堂实施存在的问题

虽然翻转课堂的实施达到了预期目的, 但还存在诸多不足之处, 需要进一步改进和优化, 以适应专业基础课程教学向更合理的发展方向, 具体为: (1) 开发数字化教学资源。开发高质量的数字化教学资源是教育信息化的迫切需要和关键^[19-20]。笔者教学团队后期将针对已有的主题内容, 陆续完成相关理论知识讲解、资料的汇总分析与汇报答辩过程的录像等教学资源, 作为后续学生课后学习的辅助电子材料。(2) 提高行业参与度。目前“评价”体系中企业参与较低, 仅体现在翻转课堂讨论报告的评价上, 以后可以邀请企业导师参与翻转课堂的过程实施, 加大行业的参与融入, 帮助学生更好地了解行业动态和企业需求, 为自身后续发展做好准备。

综上所述, 本文所述专业基础课程的翻转课堂实施内容、实施过程、评价方法和实施效果有助于培养学生的资料搜集能力、探究分析问题及团队协作精神; 有助于培养学生采用工科思维、理性分析生活生产实际案例的能力; 将有助于推动本科教学从“学生被动学”向“学生主动学”转变。

REFERENCES

- [1] 夏杰. 对生物反应工程原理课程重点教学内容发掘的探讨[J]. 化工高等教育, 2015, 32(2): 25-27, 34.
XIA J. The discussion about the key knowledge points at the course of bio-reaction engineering principles[J]. Higher Education in Chemical Engineering, 2015, 32(2): 25-27, 34 (in Chinese).
- [2] 韩培培, 贾士儒, 乔长晟. 浅谈如何上好生物反应工程课[J]. 广州化工, 2012, 40(3): 148-148, 154.
HAN PP, JIA SR, QIAO CS. Experiences on how to teach well bioreaction engineering[J]. Guangzhou Chemical Industry, 2012, 40(3): 148-148, 154 (in Chinese).
- [3] 教育部. 教育部关于加快建设高水平本科教育全面提高人才培养能力的意见[J]. 中华人民共和国教育部公报, 2018(9): 18-24.
Ministry of Education. Opinions of the Ministry of Education on accelerating the construction of high level undergraduate education and comprehensively improving talent training ability[J]. Announcement of the Ministry of Education of the People's Republic of China, 2018(9): 18-24 (in Chinese).
- [4] 黄皓, 杨忠华, 周卫, 左振宇, 刘建忠. 基于产业人才培养的“生化反应工程”教学创新[J]. 广州化工, 2022, 50(1): 132-134, 137.
HUANG H, YANG ZH, ZHOU W, ZUO ZY, LIU JZ. Innovation of teaching of biochemical reaction engineering course based on industrial talents training[J]. Guangzhou Chemical Industry, 2022, 50(1): 132-134, 137 (in Chinese).
- [5] 张磊, 何杰, 姚琳, 王建萍. 以项目为中心的计算机专业人才培养模式设计与实践[J]. 高等工程教育研究, 2021(5): 76-81.
ZHANG L, HE J, YAO L, WANG JP. Design and practice of project-centered training mode for computer professionals[J]. Research in Higher Education of Engineering, 2021(5): 76-81 (in Chinese).
- [6] 冀宏, 王继元, 张根华. 行业课程的理论逻辑与建设路径: 兼论应用型人才培养“金课”建设[J]. 高等工程教育研究, 2019(4): 188-193.
JI H, WANG JY, ZHANG GH. Theoretical logic and path selection of industry curriculum[J]. Research in Higher Education of Engineering, 2019(4): 188-193 (in Chinese).
- [7] ZHANG Y, YANG ZG, CHEN ML, JI H. Curriculum design for training applied students of biopharmaceutical engineering based on the product life cycle[J]. Biotechnology & Biotechnological Equipment, 2019, 33(1): 1535-1543.
- [8] 吴春燕. 基于翻转课堂的高级日语教学设计与实践[J]. 实验室研究与探索, 2020, 39(6): 198-202.
WU CY. Design and practice of “advanced Japanese” teaching based on flipped classroom[J]. Research and Exploration in Laboratory, 2020, 39(6): 198-202 (in Chinese).
- [9] 刘化龙, 崔丽敏. 应用型高校“以学生为中心”教学改革的若干思考[J]. 北京教育(高教版), 2023(8): 94-96.
LIU HL, CUI LM. Reflections on the “student centered” teaching reform in applied university[J]. Beijing Education (High Education), 2023(8): 94-96

- (in Chinese).
- [10] 郭建鹏. 翻转课堂教学模式:变式-统一-再变式[J]. 中国大学教学, 2021(6): 77-86.
GUO JP. Flipped classroom teaching mode: variant unification revariant[J]. China University Teaching, 2021(6): 77-86 (in Chinese).
- [11] 毛齐明, 王莉娟, 代薇. 高校翻转课堂的实践反思与超越路径[J]. 高等教育研究, 2019, 40(12): 75-80.
MAO QM, WANG LJ, DAI W. Reflection of the flipped classroom at colleges and its transcendence[J]. Journal of Higher Education, 2019, 40(12): 75-80 (in Chinese).
- [12] 陈海燕. 探究以学生为主体的翻转课堂法学教学实践[J]. 湖北开放职业学院学报, 2022, 35(23): 175-177.
CHEN HY. Exploring the teaching practice of flipped classroom law with students as the main body[J]. Journal of Hubei Open Vocational College, 2022, 35(23): 175-177 (in Chinese).
- [13] 冀蒙, 朱文辉. 翻转课堂技术化的表征、根源与矫正[J]. 教学研究, 2023, 46(1): 48-53.
JI M, ZHU WH. Technicalization of flipped classroom: representation, origin and correction[J]. Research in Teaching, 2023, 46(1): 48-53 (in Chinese).
- [14] 李升, 陈宇婷, 徐艳. 建构主义与 CDIO 教学模式在大学生科技创新中的应用[J]. 大学教育, 2015, 4(9): 150-151, 174.
LI S, CHEN YT, XU Y. Application of constructivism and CDIO teaching mode in college students' scientific and technological innovation[J]. University Education, 2015, 4(9): 150-151, 174 (in Chinese).
- [15] 教育部. 我国高等教育领域首个教学质量国家标准[J]. 中国高等教育, 2018(3): 44.
Ministry of Education. The first national standard for teaching quality in the field of higher education in China[J]. China Higher Education, 2018(3): 44 (in Chinese).
- [16] 刘巍巍, 陈宇晴, 刘设, 王迎春, 黄笑悦. 探究式教学评价指标体系的构建[J]. 辽宁工业大学学报(社会科学版), 2022, 24(3): 116-120.
LIU WW, CHEN YQ, LIU S, WANG YC, HUANG XY. Construction of inquiry teaching evaluation index system[J]. Journal of Liaoning Institute of Technology (Social Science Edition), 2022, 24(3): 116-120 (in Chinese).
- [17] 李津津, 叶佩青. 新工科背景下贯通式项目制研究型综合实践教学模式探讨[J]. 中国大学教学, 2020(10): 58-61.
LI JJ, YE PQ. Discussion on the research-oriented comprehensive practice teaching mode of through-project system under the background of new engineering[J]. China University Teaching, 2020(10): 58-61 (in Chinese).
- [18] 刘辉, 孙世梅. 基于“能力/素质+特征”的复杂工程问题能力培养实践教学模式——以吉林建筑大学安全工程专利为例[J]. 教育现代化, 2019, 6(71): 1-4, 7.
LIU H, SUN SM. Practical teaching mode of complex engineering problem ability cultivation based on “ability/quality+characteristics”—taking safety engineering patent of Jilin Jianzhu University as an example[J]. Modernization of Education, 2019, 6(71): 1-4, 7 (in Chinese).
- [19] 谢艳华, 李云龙. “互联网+高等教育”课程数字化教学资源建设与实践研究[J]. 大学教育, 2022, 11(8): 14-16.
XIE YH, LI YL. Research on the construction and practice of digital teaching resources of “higher education in internet plus”[J]. University Education, 2022, 11(8): 14-16 (in Chinese).
- [20] 沈火明, 龚晖, 李翔宇, 刘娟. 工科基础课程数字化教学资源建设的实践与应用[J]. 教育教学论坛, 2022(41): 113-116.
SHEN HM, GONG H, LI XY, LIU J. Practice and application of digital educational resources construction of basic engineering courses[J]. Education and Teaching Forum, 2022(41): 113-116 (in Chinese).

(本文责编 陈宏宇)