

基于“翻转课堂”的“双创融合”混合式教学模式： 以“水产微生物学”课程为例

高志鹏^{*}, 戴荣四, 肖调义, 李德亮, 钟蕾, 刘新华

湖南农业大学水产学院, 湖南 长沙 410128

高志鹏, 戴荣四, 肖调义, 李德亮, 钟蕾, 刘新华. 基于“翻转课堂”的“双创融合”混合式教学模式: 以“水产微生物学”课程为例[J]. 微生物学通报, 2024, 51(4): 1329-1339.

GAO Zhipeng, DAI Rongsi, XIAO Tiaoyi, LI Deliang, ZHONG Lei, LIU Xinhua. A blended teaching model focusing on integration of innovation and entrepreneurship based on flipped classroom: a case study of Aquatic Microbiology[J]. Microbiology China, 2024, 51(4): 1329-1339.

摘 要: “水产微生物学”课程是水产学与微生物学经过长期结合逐渐发展起来的一门分支学科, 与水产养殖生产实践结合紧密。结合当前的学情与教学困难, 我们开展了基于“翻转课堂”的“双创融合”混合式教学模式改革, 本模式充分体现了“两性一度”要求, 教学内容与设计突出“高阶性”, “科学前沿”主题小组汇报强调“创新性”, “自主探究”主题小组试验注重“挑战度”。通过改革和实践学生课堂积极性、主动性和参与度显著提升, 培养了学生的创新思维能力和自主创新意识, 激发了学生开展科学研究的灵感和动力。本文将改革过程中的经验和做法进行总结, 以期对相关课程的改革和实践提供参考和依据。

关键词: 水产微生物学; 翻转课堂; 双创融合; 混合式教学模式

资助项目: 湖南省普通高等学校教学改革研究重点项目(HNJG-20230406, HNJG-2022-0104); 湖南农业大学教学改革研究项目(XJJG-2021-016)

This work was supported by the Key Project of Teaching Reform Research of Ordinary Higher Universities and Colleges in Hunan Province (HNJG-20230406, HNJG-2022-0104) and the Research Project of Teaching Reform of Hunan Agricultural University (XJJG-2021-016).

*Corresponding author. E-mail: gaozhipeng627@163.com

Received: 2023-07-19; Accepted: 2023-12-25; Published online: 2024-01-24

A blended teaching model focusing on integration of innovation and entrepreneurship based on flipped classroom: a case study of Aquatic Microbiology

GAO Zhipeng^{*}, DAI Rongsi, XIAO Tiaoyi, LI Deliang, ZHONG Lei, LIU Xinhua

Fisheries College, Hunan Agricultural University, Changsha 410128, Hunan, China

Abstract: Aquatic Microbiology is a branch discipline which has been developed gradually through the long-term combination of aquaculture and microbiology, and it is closely linked with aquacultural practice. In view of the current difficulties in the learning and teaching, we developed a blended teaching model focusing on the integration of innovation and entrepreneurship based on the flipped classroom. This model embodied the requirements of being advanced, innovative, and challenging. Specifically, the teaching content and design are advanced; the group presentation of research frontiers is innovative; the group experiments of independent exploration are challenging. The teaching reform significantly improved the enthusiasm, initiative, and participation of students, fostered the innovative thinking ability and independent innovation consciousness, and stimulated the inspiration and motivation for scientific research. This article summarizes the measures and experience in the teaching reform, aiming to provide a basis for the teaching reform of other related courses.

Keywords: Aquatic Microbiology; flipped classroom; integration of innovation and entrepreneurship; blended teaching model

在我国高校的课程体系中,“微生物学”课程是医、药、农、林等相关专业的核心课程^[1]。

1 湖南农业大学“水产微生物学”课程建设介绍

“水产微生物学”课程是水产学与微生物学经过长期结合逐渐发展起来的一门分支学科,与水产养殖生产实践结合紧密。湖南农业大学“水产微生物学”课程的建设主要包括3个阶段。

第一阶段(1988–2014年,主讲:肖克宇),1988年首次开设“水产微生物学”课程,这一阶段在师资队伍建设、教学内容、教材、教学方法与手段、实验条件改善等方面都取得了长足的发展。2004年肖克宇等主编了全国高等农林

院校十五规划教材《水产微生物学》^[2]。

第二阶段(2014–2018年,主讲:高志鹏),开展“模块化”和“翻转课堂”教学模式实践。(1)建立了“模块化”教学模式,将“科学前沿、应用实例、自主探究和自测自评”模块有机融合进课程教学,受到学生好评。同时“水产微生物学”课件荣获“2015年全国多媒体课件大赛二等奖”和“全国高校生命科学类微课教学比赛教学风采奖”。(2)积极探索网络课程和翻转课堂等创新性教学方法,课程立项“湖南农业大学网络课程建设项目”和“湖南农业大学校内小规模限制性在线课程(Small Private Online Course, SPOC)项目”。以翻转课堂教学改革为主体的教改项目分别获得湖南省和湖南农业大学等3项教

改课题资助，在以上项目支持下，建立了校内网络课程，开展了翻转课堂教学实践，取得了良好效果。同时课程荣获了“湖南省普通高校教师信息化教学竞赛一等奖”和“湖南省普通高校教师课堂教学竞赛二等奖”。

第三阶段(2018 年至今，主讲：高志鹏)，开展“慕课”[大型开放式网络课程(massive open online courses, MOOC)]和“混合式教学”改革探索。(1) 开展“慕课”建设和应用。课程于 2018 年立项为“湖南省精品在线开放课程”建设项目，经过不断的建设与完善，目前本课程已经在中国大学 MOOC、超星学习通、优慕课、蓝墨云班课等线上教学平台多次开课，取得了良好的教学效果，学生反响良好，并于 2020 年被遴选为“湖南省一流本科课程(线上)”。(2) 开展基于慕课的“混合式教学”模式实践。基于自建的慕课课程，开展线上线下混合式教学模式探索，取得良好效果。高志鹏积极参与《水产微生物学》^[3](副主编)和《水产微生物学实验》^[4](副主编)教材的编写工作。

目前，我国具有水产类本科专业(水产养殖学、水族科学与技术、水生动物医学)的高等院校 50 余所，包括中国海洋大学、上海海洋大学、华中农业大学、大连海洋大学、广东海洋大学、集美大学和湖南农业大学等，其中绝大部分院校都将“水产微生物学”(或微生物学相关课程)作为专业基础课或核心课开设，这也充分体现了微生物相关课程在水产类专业培养过程中的重要地位。同时，相关课程教师也一直在开展相关的教学改革。上海海洋大学曹海鹏等根据水产类高等院校微生物学实验教学特点，提出了挖掘现代教育技术、优化教学手段、建立多元化考核方式等具体措施^[5]；西北农林科技大学孙亚妮等开展了基于慕课的“水产微生物学”翻转课堂教学研究与实践^[6]；内

蒙古农业大学安晓萍等开展了基于虚拟仿真技术的“水产微生物学实验”教学探索^[7]；安徽农业大学李郁等将“以问题为基础的学习”(problem based learning, PLB)教学法应用于“水产微生物学”教学中，以提升学生的创新性和主观能动性^[8]；塔里木大学刘洁雅将“三融合”(理论实践融合、线上线下资源融合、学科交叉融合)创新教学模式用于“水产微生物学”教学^[9]；江西农业大学戴益民等基于新农科和一流专业建设背景，围绕教学体系、教材设计和成果转化等开展了“水产微生物学”教学改革与探索^[10]；河南师范大学常绪路等从课程概况、目标、融入点、实施路径和效果评价方面开展了“水产微生物学”课程思政教育的探索和实践^[11]。以上列举的研究只是众多相关研究中的一部分，全国同类型高等院校的“水产微生物学”课程相关的教学改革与实践一直在进行中，希望本研究开展的基于“翻转课堂”的“双创融合”混合式教学模式改革能够为相关课程提供新思路。

2 学情分析与教学困难

学情分析：(1) 现阶段我们的授课对象为水产类专业大二学生，他们对科学前沿具有浓厚兴趣，但现有知识储备难以支撑对前沿知识的获取和理解。(2) 对基本的试验理论和技能有初步了解，但不善于学以致用和实践结合。(3) 部分学生课堂被动保守，主动参与积极性不够。

教学困难：(1) 传统课堂难以满足学生对“科学前沿”和“自主探究”知识的渴望，限制了高质量“创新创业型”人才的培养。当今，微生物学的科学进展日新月异，学生对于科学前沿的渴望很难通过传统的讲授和教材实现，因此亟须寻找合适的方式开展“科学前沿”的讲授；同时，微生物与生产实践联系极为紧密，学生

迫切希望能够把所学知识应用于实践, 解决实际问题, 因此如何更好地培养学生的“自主探究”能力迫在眉睫。(2) 传统的“线下教学”模式、有限的学时内, 难以“真正”开展“科学前沿”的拓展。本课程传统线下教学课时为 40 学时, 这一时间只能保证基本理论知识的讲述, 基本无时间向学生传授课程的科学前沿进展。(3) 传统的“线下+实验课”模式, 难以“真正”实施“自主探究”的探索。虽然学生能够很好地掌握微生物的系列基本实验技能, 但缺少对学生“如何利用这些基本技能解决实际问题”能力的培养, 而这正是学生开展科技创新最需要的能力。

3 针对教学问题的解决思路

为解决以上教学困难, 经过团队不断探索, 已形成了基于“翻转课堂”的“双创融合”混合式教学模式, 具体解决思路如下。

(1) 针对传统的“线下教学”模式, 难以“真正”开展“科学前沿”的拓展问题。通过开展混合式教学, 学生提前在线上了解“科学前沿”模块要讲解的内容, 并自主学习相关的学术术语和实验方法等陌生知识, 同时教师会在线上上传相关文献和资料并答疑, 帮助学生理解。在线下, 学生围绕“科学前沿”的相关内容为主题, 分小组进行文献查阅、展示制作、主题汇报等工作, 教师进行指导、答疑和深入讨论。以上模式有效帮助学生理解、掌握和享受“科学前沿”知识, 激发学生对科技创新的热情和追求, 提升创新思维和能力。

(2) 针对传统的“线下+实验课”模式, 难以“真正”实施“自主探究”的探索问题。通过开展混合式教学, 教师在线上提前发布“自主探究”的相关课题, 学生分组认领课题, 并提前进行课题分析、实验设计和准备, 同时教师会在线

上进行指导答疑。在线下, 开设“自主探究”综合实验周, 学生根据选定课题, 自主开展实验, 教师全程参与指导和答疑, 最终各小组进行汇报和讨论。以上模式充分体现了学生主体的“自主探究”, 极大提升学以致用、解决实际问题的创新创业能力。

4 解决问题的具体方法和措施

4.1 优质自建的“教材+慕课+实验”全方位资源建设

4.1.1 教材建设

课程使用的《水产微生物》^[3]教材是全国高等农林院校和农业农村部“十二五”规划教材, 高志鹏和钟蕾为教材副主编。本教材已于 2020 年完成最新版修订, 内容进一步更新优化, 可满足学生学习需要。

4.1.2 慕课建设

课程使用的线上慕课资源是高志鹏建设的“农业微生物学”(中国大学 MOOC: <https://www.icourse163.org/course/HUNAU-1464031183?tid=1469969454>), 该课程于 2020 年被遴选为“湖南省一流本科课程(线上)”, 内容完善、资源丰富, 为开展混合式教学提供了良好的线上资源保障。

4.1.3 创新实验

课程中线下开设的“自主探究”综合实验周, 具有良好的实验室保障和试剂耗材保障, 配备有实验师和研究生助教, 可满足学生自主创新的需要。

自 2018 年起, 混合式教学模式已完成 4 次开课, 参与学生 280 余人。在教学过程中, 自建的“教材+慕课+实验”优质资源充分发挥优势作用, 学生反响良好。

4.2 开展基于“翻转课堂”“双创融合”的混合式教学模式

我们运用“翻转课堂”教学模式, 改变传统

的教师“主导者”身份，转而变为“指导者”，而学生从传统的“被动学习者”转变为“学习的主导者”，从而让教师的“教”与学生的“学”有机结合起来^[12-14]。

另外，我们在课程中将“创新创业(双创)”交叉共融，开展混合式教学，模式详见图 1 和图 2。线上部分：学生首先通过线上观看视频进行自学，完成相关课前测验，并提前对教师设置的“科学前沿”或“自主探究”主题进行预习和准备，在此过程中，学生可通过线上讨论和在线指导寻求教师帮助。线下部分：主要包括 3 个环节：(1) 教师对课程重难点内容进行解惑和扩展讲解；(2) 进行“科学前沿”主题小组汇报；(3) 进行“自主探究”主题小组试验。在第(2)和(3)环

节，以学生自主学习、探究、思考、讨论为主，教师主要起到启发、引导和解惑作用。

4.3 开展“模块化”教学模式

课程模块特色鲜明，每章都有“基础内容、重点难点、科学前沿、应用实例、自主探究和自测自评”6 个模块。

第一，在“科学前沿”板块，将 *Nature*、*Science* 等国际知名杂志中与教学内容相关的前沿和热点问题与学生分享，使学生在掌握基础知识的同时能够及时、准确地了解科学前沿热点问题，进而加强学生创新思维的培养。例如，在“细菌的致病性”章节，我们重点介绍“细菌的 VI 型分泌系统”，引用了发表在 *Cell*^[15] 和 *Cell Reports*^[16] 杂志的两篇相关文章的研究亮点

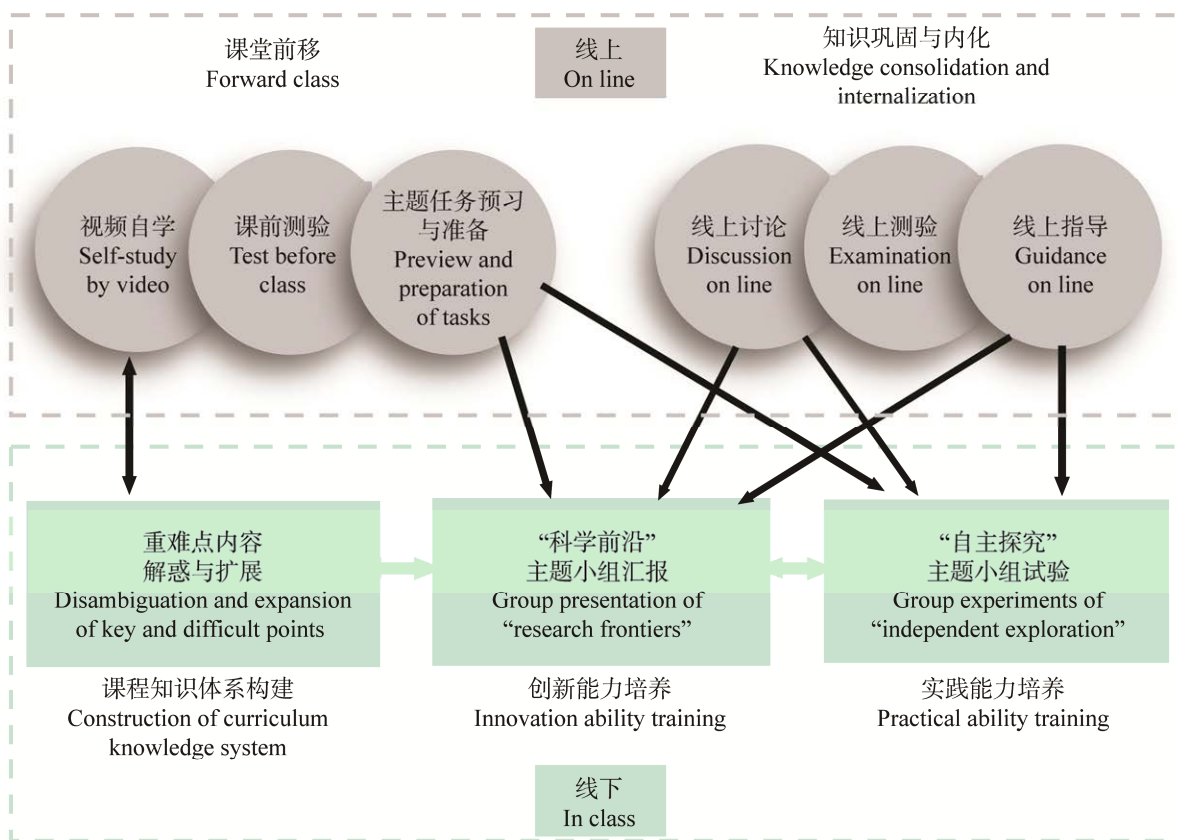


图 1 基于“翻转课堂”“双创融合”的混合式教学模式图

Figure 1 The diagram of the blended teaching model based on “integration of innovation and entrepreneurship” and “flipped classroom”.

A



B



“科学前沿”
主题小组报告
Group presentation of
“research frontiers”

C



“自主探究”
主题小组试验
Group experiments of
“independent exploration”

图2 开展混合式教学活动示意图 A: 学生参与课程线上教学情况. B: 线下“科学前沿”主题小组汇报情况. C: “自主探究”主题小组试验情况展示

Figure 2 Diagram of the teaching activities carrying out in the blended teaching model. A: Students participated in online course teaching. B: The case of the offline group presentation of “research frontiers”. C: The case of the Group experiments of “independent exploration”.

和视频资料, 让学生直观感受到细菌如何利用其 VI 型分泌系统攻击其他细菌; 再比如, 在“蛭弧菌”章节, 我们重点介绍了“蛭弧菌结构的三维成像”, 引用了发表在 *Journal of Bacteriology*^[17] 杂志的文章中的研究亮点和经典图片, 在讲授三维结构的同时, 引入了获取这一成像结果的前沿技术“冷冻电镜”, 在让学生获得知识的同时注重培养学生解决问题的能力。

第二, 在“应用实例”板块, 为学生提供良好的应用案例, 详细解读“理论知识如何转化到生产和应用”, 为学生今后的生产实践奠定扎实的理论基础。例如, 在“细菌的结构”章节, 我们首先提出问题“细菌的鞭毛是否可用于实际应用”, 接着我们从“鞭毛蛋白是良好的免疫佐剂”角度, 分别从重组鞭毛蛋白可作“防龋”疫苗佐剂、鞭毛蛋白可作为“禽流感病毒”疫苗佐

剂、鞭毛蛋白可作为“大西洋鲑鱼”疫苗佐剂 3 个角度详细介绍了鞭毛的应用案例，许多学生听后深感“小小细菌的如此微小的结构竟然会有这么重要的应用”，更加激发了他们学习微生物知识的热情；再比如，在“水生微生物态”章节，我们重点介绍了在水生微生物态领域的经典案例“鲢鳙鱼治理蓝藻水华”，讲述了科学家如何利用鲢鳙控制湖泊蓝藻水华的“生物操纵法”，如何解决湖泊蓝藻水华生长这一世界性难题。

第三，在“自主探究”模块，为学生提供良好的创新思维空间，培养学生的自主创新意识和解决复杂问题的综合能力与思维。例如，在“细菌的培养”章节，我们启发学生如何利用现有的知识和技术，探究“手机上的细菌”，并提供给学生适当的实验材料和设备，让他们自主查阅资料 and 开展实验，最终我们通过结果不仅可以检验学生的自主探究能力，还可以培养学生养成良好的卫生习惯；再比如，在“水生微生物生态”章节，我们提出探究课题“比较不同市售有效微生物菌群(effective microorganisms, EM)对养殖水体的净化作用”，为学生提供一定的实验场地，鼓励学生以小组为单位查阅资料设计实验，准备相关材料设备开展实验，不仅培养了学生的创新意识，促进了团队协作意识，

也让学生更加深入地认知微生物在水产领域的应用。

4.4 创设开放创新平台，积极引领大学生科技创新

以水生动物医学团队实验室为基础，为本科生创设了“水产微生物学开放创新平台”，每年可为 2-5 名学生提供一定的经费和设备支持，指导学生申报科创项目和参加专业竞赛，鼓励学生开展自主研究和创新研究。平台为开展好创新性的科研实践活动提供良好的基础，经过科研氛围的感染与科研活动的训练，努力提高学生的科研认知能力，逐渐培养科研兴趣，锻炼科研思维，挖掘科研潜能，遵守科研道德，弘扬科学精神。

4.5 丰富多元的全过程考核方式

课程考核的评定方式为线上 40%和线下 60% (表 1)。其中线上考评的具体内容包括综合学习情况、章节自测、讨论和作业等。线下考评包括出勤、课堂互动、“科学前沿”主题小组汇报、“自主探究”主题小组实验等。

4.6 积极开展课程思政，将立德树人融入教学全过程

课程思政是一种全新的教育观念和实践活动，“突出了课程建构精神的育人内涵”^[18]。高

表 1 课程成绩评定方式

Table 1 The assessment method for course score

考核类别	具体项目	所占比例
Type of test	Specific items	Proportion (%)
线上学习(40 分)	线上综合学习情况 General situation of online learning	20
Online learning (40)	线上作业、考试情况 Homework and exam	20
线下-平时考核(20 分)	考勤情况 Attendance	8
In class-daily assessment (20)	回答问题情况 Question answering	8
	整体素质 Overall quality	4
线下-期末考核(40 分)	理论考试 Theory test	16
In class-final exam (40)	“科学前沿”主题小组汇报 Group presentation of research frontiers	12
	“自主探究”主题小组试验 Group experiments of independent exploration	12

等学校课程思政建设指导纲要提出,“全面推进课程思政建设是落实立德树人根本任务的举措”(http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/202006/t20200603_462437.html)。本课程将思政教育与微生物学专业知融会融通,从多角度探讨课程思想教育,实现立德树人的教学目标,做到专业课程与思想政治理论同向同行,形成协同效应。例如,在讲述“病毒”相关知识时,引入新冠病毒案例,进而宣传我国国家在控制疫情方面的努力和成功(图3);通过讲述微生物学领域科学家的故事和优秀事迹,引领学生树立正确的世界观、人生观、价值观,做到育德与育人的有机融合,努力实现课程专业目标与学科育人有机统一。

5 教学改革实施成效

(1) 我们的教学改革显著提升了学生的创新思维能力、自主创新意识和科技创新能力,显著提升了大学生学习积极性、主动性和参与

度。近5年,指导本科生立项“以微生物为主题”的大学生科技创新项目5项,学生以第一作者发表学术论文8篇、获科技竞赛奖励3次。

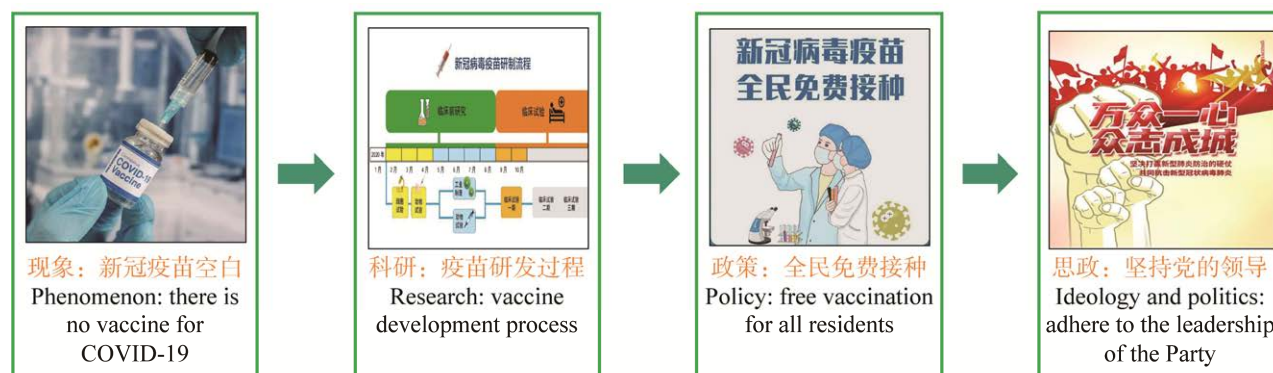
(2) 教学改革显著提升了学生的自主创业能力。以本科毕业刘同学为例,该生毕业后创建水族公司并与我们团队一直在“水族水体有益微生物筛选与功能”方面开展合作研究,目前公司发展态势良好。

(3) 教学改革显著提升了授课教师教学能力。近年来,课程主讲教师荣获国家教学竞赛二等奖2次、教学风采奖1次;获湖南省教学竞赛一等奖1次、二等奖2次、三等奖1次;获学校和学院教学竞赛一等奖各1次;被遴选为“湖南省普通高校青年骨干教师培养对象”,湖南农业大学“青年教学标兵”和“优秀教师”。

(4) 教学改革模式得到其他同类院校的认可和应。目前该模式已在本校相关专业和本省两所具有水产本科专业院校使用,取得了显著的推广应用效果。

从“病毒”章节中引出新冠病毒相关内容,开展课程思政思路

Introduce new coronavirus related content from the “virus” chapter to carry out ideological and political ideas of the course



通过新冠疫苗研发、全民免费接种,引入课程思政元素,激发学生勇攀科学高峰的使命担当,为中华民族伟大复兴而努力奋斗热血情怀!

Through the development of COVID-19 vaccine and free vaccination for all residents, the curriculum introduces ideological and political elements to motivate students to climbing the scientific peak, and striving for the great rejuvenation of the Chinese nation!

图3 课程思政有机融入课程案例

Figure 3 The case of curriculum ideology and politics organically integrated into the curriculum.

6 教学改革创新与特色

对于金课的特征，教育部高等教育司司长吴岩将金科的特征归纳为“两性一度”，即高阶性、创新性和挑战度^[19-20]。本研究中的教学改革也在“两性一度”方面体现了创新与特色。

(1) 教学内容与设计突出“高阶性”。课程强调学科科学前沿和应用实例，采用多种现代化教学手段及多元教学方法进行教学，达到线上线下上的深度融合，使课堂活起来。例如，在讲述“抗生素”知识点时，我们通过引入当前微生物学中关于抗生素抗性的最新研究成果，让学生深入了解抗生素抗性的分子机制、演化途径等高阶知识。学生可以通过文献阅读、实验设计等方式，深度剖析抗生素抗性背后的微生物学原理。再比如，在“水生微生态”章节，我们鼓励学生利用系统生态学和微生物学的交叉知识，设计微生物生态系统的建模实验，学生需要收集和分析生态系统中的微生物数据，探究微生物之间的相互作用、生态位分布等问题，不仅培养学生的实际操作技能，更要求他们对微生物生态系统的高层次理解。通过“科学前沿”和“自主探究”主题环节的巧妙设计，形成以教师为主导、学生为主体的教学模式，进而激发和提升学生的创新创业能力。

(2) “科学前沿”主题小组汇报强调“创新性”。学生围绕“科学前沿”的相关内容为主题，分小组进行文献查阅、展示制作、主题汇报等工作，教师进行指导、答疑和深入讨论。帮助学生理解和掌握“科学前沿”知识，激发学生对科技创新的热情和追求，提升批判思维和创新能力。例如，我们开展了以“微生物基因编辑技术”为主题的小组汇报，小组成员围绕CRISPR-Cas9等微生物基因编辑技术展开讨论，学生需要了解当前该领域的创新成果，探

究这些技术在微生物学中的应用潜力，同时提出可能的改进和创新方向。再比如，我们设计了“抗微生物药物研发”主题，小组成员围绕当前微生物学领域抗生素研发的科学前沿展开工作，通过对最新抗生素研究论文的研读，小组展示未来可能的研发方向、创新的药物设计理念，并提出对抗生素抗性问题的解决方案。

(3) “自主探究”主题小组试验注重“挑战度”。教师在线上提前发布具有一定挑战性的“自主探究”相关课题，学生分组认领课题，并提前进行课题分析、实验设计和准备，教师会在线上进行指导答疑。在线下，开设“自主探究”综合实验周，学生根据选定课题，自主开展实验，教师全程参与指导和答疑，最终各小组进行汇报和讨论。这一模式充分体现了学生主体“自主探究”过程，具有较高的挑战度，提升了学生学以致用、解决实际问题的创新创业能力。例如，我们设置了“水产品微生物质量与安全控制”主题，小组成员自主研究水产品中微生物的质量与安全控制，挑战性地探讨如何在水产产品加工中确保微生物安全性，提高产品的质量。再比如，通过“水产微生物与水产疾病关系分析”主题，小组成员自主选题，聚焦水产养殖中可能引起疾病的微生物，例如细菌、真菌、病毒等。挑战性地分析微生物与水产疾病之间的关系，学生们需要挑战性地深入了解这些微生物的生态学、生理学和病原学特性，进一步了解其与水产疾病发生的潜在关联。

7 结语

我们针对“水产微生物学”课程当前的学情和教学困难，开展了基于“翻转课堂”“双创融合”的混合式教学模式改革，改革贯彻了学生为中心，提升教学效果和质量的需要，符合培养具有高水平创新、创业能力的水产学科卓越人

才的需要和新时代课程思政建设的需要。同时,在教学内容与设计环节突出“高阶性”,在“科学前沿”主题小组汇报环节强调“创新性”,在“自主探究”主题小组试验环节注重“挑战度”。然而,教学改革还有许多环节需要进一步完善,比如进一步提升优质的教学资源与环境、创建良好的教学团队与氛围、开发更多的方法激发学生的创新和主观能动意识等。未来,“水产微生物学”课程将继续坚持立德树人,遵循以学生为中心、产出为导向、持续改进的理念,在提升高阶性、突出创新性和增加挑战度的金课目标主导下,精心构建教学活动,拓展课程学习,深入挖掘学生潜力。

REFERENCES

- [1] 陈向东. 开放式教育潮流下的我国微生物学教学改革与人才培养[J]. 微生物学通报, 2018, 45(3): 471-472.
CHEN XD. The China microbiology teaching reform and personnel training under the trend of open education[J]. Microbiology China, 2018, 45(3): 471-472 (in Chinese).
- [2] 肖克宇, 陈昌福. 水产微生物学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2004.
XIAO KY, CHEN CF. Aquatic Microbiology[M]. Beijing: China Agriculture Press, 2004 (in Chinese).
- [3] 肖克宇, 陈昌福. 水产微生物学[M]. 2 版. 北京: 中国农业出版社, 2019.
XIAO KY, CHEN CF. Aquatic Microbiology[M]. 2nd ed. Beijing: China Agriculture Press, 2019 (in Chinese).
- [4] 李艳红, 吴正理. 水产微生物学实验[M]. 重庆: 西南大学出版社, 2022.
LI YH, WU ZL. Aquatic Microbiology Experiment[M]. Chongqing: Southwest University Press, 2022 (in Chinese).
- [5] 曹海鹏, 何珊, 吕利群. 我国水产类高等院校微生物学实验教学改革[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(18): 11348-11349, 11351.
CAO HP, HE S, LÜ LQ. Exploration of experimental teaching reforms for microbiology in aquatic colleges and universities of China[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences, 2011, 39(18): 11348-11349, 11351 (in Chinese).
- [6] 孙亚妮, 许信刚, 赵钦. 基于 MOOC 的《水产微生物学》翻转课堂教学研究[J]. 畜牧兽医杂志, 2018, 37(6): 55-56, 60.
SUN YN, XU XG, ZHAO Q. Research on flipped classroom applied on Aquaculture Microbiology based on MOOC[J]. Journal of Animal Science and Veterinary Medicine, 2018, 37(6): 55-56, 60 (in Chinese).
- [7] 安晓萍, 王园, 宋敏, 刘娜, 齐景伟. 基于虚拟仿真技术的水产微生物学实验教学探索[J]. 中国教育技术装备, 2021(11): 34-35, 38.
AN XP, WANG Y, SONG M, LIU N, QI JW. Exploration on experimental teaching of Aquatic Microbiology based on virtual simulation technology[J]. China Educational Technology & Equipment, 2021(11): 34-35, 38 (in Chinese).
- [8] 李郁, 刘雪兰, 孙裴, 李槿年. PBL 教学法在水产微生物学理论教学中的初探与体会[J]. 教育教学论坛, 2013(35): 91-93.
LI Y, LIU XL, SUN P, LI JN. Preliminary study and experience of PBL teaching method in theoretical teaching of Aquatic Microbiology[J]. Education Teaching Forum, 2013(35): 91-93 (in Chinese).
- [9] 刘洁雅. 《水产微生物学》“三融合”教学模式的探索[J]. 现代畜牧科技, 2023(6): 136-138.
LIU JY. Exploration of the “three integration” teaching mode of “Aquatic Microbiology”[J]. Modern Animal Husbandry Science & Technology, 2023(6): 136-138 (in Chinese).
- [10] 戴益民, 邬向东, 汪溪, 张锦华. 新农科背景下水产微生物学课程教学改革与创新探讨[J]. 智慧农业导刊, 2021, 1(4): 59-61.
DAI YM, WU XD, WANG X, ZHANG JH. Discussion on teaching reform and innovation of Aquatic Microbiology course under the background of new agricultural science[J]. Journal of Smart Agriculture, 2021, 1(4): 59-61 (in Chinese).
- [11] 常绪路, 张建新. 水产微生物学课程思政教育的探索与实践[J]. 河南水产, 2021(2): 36-38.
CHANG XL, ZHANG JX. Exploration and practice of ideological and political education in the course of Aquatic Microbiology[J]. Henan Fisheries, 2021(2): 36-38 (in Chinese).
- [12] 原野, 夏洪梅, 刘东波, 李晓雪, 李凡. 微生物学实验技术课程“五阶段”翻转课堂教学模式的探索与实践[J]. 微生物学通报, 2022, 49(8): 3531-3538.
YUAN Y, XIA HM, LIU DB, LI XX, LI F. Exploration and practice of “five-stage” flipped classroom teaching in Microbiology Experimental Technology course[J].

- Microbiology China, 2022, 49(8): 3531-3538 (in Chinese).
- [13] 李咏梅, 李霜, 陈曦, 孙晓红, 王大海, 韩慧明. “医学微生物学”慕课与翻转课堂混合式教学与传统式教学的比较[J]. 微生物学通报, 2021, 48(5): 1815-1822.
LI YM, LI S, CHEN X, SUN XH, WANG DH, HAN HM. Comparison of the blended teaching of massive open online courses and flipped classroom versus the traditional teaching pattern for Medical Microbiology[J]. Microbiology China, 2021, 48(5): 1815-1822 (in Chinese).
- [14] 张金磊, 王颖, 张宝辉. 翻转课堂教学模式研究[J]. 远程教育杂志, 2012, 30(4): 46-51.
ZHANG JL, WANG Y, ZHANG BH. Introducing a new teaching model: flipped classroom[J]. Journal of Distance Education, 2012, 30(4): 46-51 (in Chinese).
- [15] BASLER M, HO BT, MEKALANOS JJ. Tit-for-tat: type VI secretion system counterattack during bacterial cell-cell interactions[J]. Cell, 2013, 152(4): 884-894.
- [16] BRUNET YR, ESPINOSA L, HARCHOUNI S, MIGNOT T, CASCALES E. Imaging type VI secretion-mediated bacterial killing[J]. Cell reports, 2013, 3(1): 36-41.
- [17] BORGNIA MJ, SUBRAMANIAM S, MILNE JLS. Three-dimensional imaging of the highly bent architecture of *Bdellovibrio bacteriovorus* by using cryo-electron tomography[J]. Journal of Bacteriology, 2008, 190(7): 2588-2596.
- [18] 伍醒, 顾建民. “课程思政”理念的历史逻辑、制度诉求与行动路向[J]. 大学教育科学, 2019, 10(3): 54-60.
WU X, GU JM. Historical Logic of the concept “Curriculum Ideology and Politics”: institutional appeal and action orientation[J]. University Education Science, 2019, 10(3): 54-60 (in Chinese).
- [19] 吴岩. 建设中国“金课”[J]. 中国大学教学, 2018(12): 4-9.
WU Y. Building China’s “golden lesson”[J]. China University Teaching, 2018(12): 4-9 (in Chinese).
- [20] 宋专茂, 刘荣华. 课程教学“两性一度”的操作性分析[J]. 教育理论与实践, 2021, 41(12): 48-51.
SONG ZM, LIU RH. An operational analysis of “two-nature and one-extent” in curriculum teaching[J]. Theory and Practice of Education, 2021, 41(12): 48-51 (in Chinese).