

新时代人才培养需求下工科高校专业课教学创新与实践：以“环境工程微生物学”为例

张海涵^{*}, 黄廷林, 朱陆莉, 杨福玲, 潘思璇, 张卉

西安建筑科技大学环境与市政工程学院, 陕西 西安 710055

张海涵, 黄廷林, 朱陆莉, 杨福玲, 潘思璇, 张卉. 新时代人才培养需求下工科高校专业课教学创新与实践: 以“环境工程微生物学”为例[J]. 微生物学通报, 2022, 49(10): 4467-4480

Zhang Haihan, Huang Tinglin, Zhu Luli, Yang Fuling, Pan Sixuan, Zhang Hui. Teaching innovation and practice of engineering courses in universities for talent cultivation in new era: insights into Environmental Engineering Microbiology[J]. Microbiology China, 2022, 49(10): 4467-4480

摘要:“环境工程微生物学”是传统工科高校环境类专业的前置核心专业必修课程, 为满足新时代下新的人才培养需求, 我们教学团队聚焦课程教学中存在的四大痛点问题, 通过教学内容、教学方法、评价方式、思政融入四大环节对“环境工程微生物学”课程教学进行教学改革。经多轮成果应用与迭代以及多方教学评价, 结果表明该课程的教学改革显著提升了课程的教学质量。

关键词: 教学创新; 一流课程; 以本为本; 课程思政; 环境工程

基金项目: 陕西高等教育教学改革研究重点攻关项目(21BG024); 教育部新工科研究与实践项目(E-CXCYYR20200902); 西安建筑科技大学一流专业综合建设类重点项目(YLZD2021Z02); 陕西省一流专业建设子项目(YLZY0101S03); 陕西高等教育教学改革研究重点项目(21BZ014); 陕西省教师教育改革与教师发展研究项目(SJS2022ZD010)

Supported by: Key Research Project of Teaching Reform in Shaanxi Higher Education (21BG024); New Engineering Research and Practice Project of Ministry of Education of China (E-CXCYYR20200902); Key Project of First-Class Professional Comprehensive Construction of Xi'an University of Architecture and Technology (YLZD2021Z02); Subproject of First-Class Specialty Construction of Shaanxi Province (YLZY0101S03); Key Research Project of Teaching Reform in Shaanxi Higher Education (21BZ014); Research Project on Teacher Education Reform and Development of Shaanxi Province (SJS2022ZD010)

***Corresponding author:** E-mail: zhanghaihan@xauat.edu.cn

Received: 2022-03-01; **Accepted:** 2022-05-07; **Published online:** 2022-06-23

Teaching innovation and practice of engineering courses in universities for talent cultivation in new era: insights into Environmental Engineering Microbiology

ZHANG Haihan*, HUANG Tinglin, ZHU Luli, YANG Fuling, PAN Sixuan, ZHANG Hui

School of Environmental and Municipal Engineering, Xi'an University of Architecture and Technology, Xi'an 710055, Shaanxi, China

Abstract: Environmental Engineering Microbiology is a compulsory course for environmental majors. To meet the talent cultivation needs in the new era, we focused on the four key issues in the teaching and reformed the teaching of Environmental Engineering Microbiology through the innovation in four aspects: teaching content, teaching method, evaluation method, and integration of ideology and politics. After several rounds of application and the evaluation of teaching quality by multiple parties, we concluded that the reform significantly improved the teaching quality of the course.

Keywords: teaching innovation; first-class curriculum; undergraduate education-oriented; curriculum ideology and politics; environmental engineering

新时代下绿水青山是人民幸福生活的重要内容，而微生物在环境中无处不在，微生物学在环境类专业的教学与研究中发展迅速，交互融合多样。其中，“环境工程微生物学”是以微生物学为基础，生命科学和环境科学与工程学相交叉的一门学科，具有极强的实践性和应用性^[1]。作为环境工程专业学生首先接触到的与专业密切相关的必修课程，“环境工程微生物学”也是学生系统掌握“水污染-土壤污染-大气污染-固体废物”理论与技术的重要基础课程。然而新时代下，新的环境问题、新技术和新理论层出不穷，如何让学生夯实理论基础、融合理论与实践提升全面的综合素质等问题，处于课程教学改革的核心地位。此类改革对培养环保行业高素质的创新型人才，适应技术不断进步和环保产业发展的新需求具有重要意义。本文总结了本校教学团队站在新的时代、新的起点、新的人才需求、新的培养目标下面向环境保护国家战略发展需求，依托环境工程国家重点学科和国家级一流专业(环境工程专业和环

境科学专业)，针对“环境工程微生物学”课程痛点难题所做出的教学内容改革创新与实践，希望对同行有参考价值。

1 课程迭代体系与痛点难题

环境工程专业为我国生态保护与高质量发展国家重大战略的实施提供智力支持和人才保障。作者所在学校是我国最早招收环境工程专业的3所高校之一，经过65年的专业建设，环境工程专业入选国家一流专业和国家卓越工程师培养计划，通过国家工程教育认证。“环境工程微生物学”是该专业人才培养体系的九大核心课程之一，经过一系列课程的发展与迭代过程，具有建设历史悠久、建设成效突出的特点(图1)。该专业力求培养德、智、体、美全面发展，掌握环境污染防治、环境监测与评价、环境规划与管理等环境工程专业的基本理论、技术、方法的高级专业人才。然而，随着中国特色社会主义进入新时代，我国生态文明建设正处于压力叠加、负重前行的关键期，

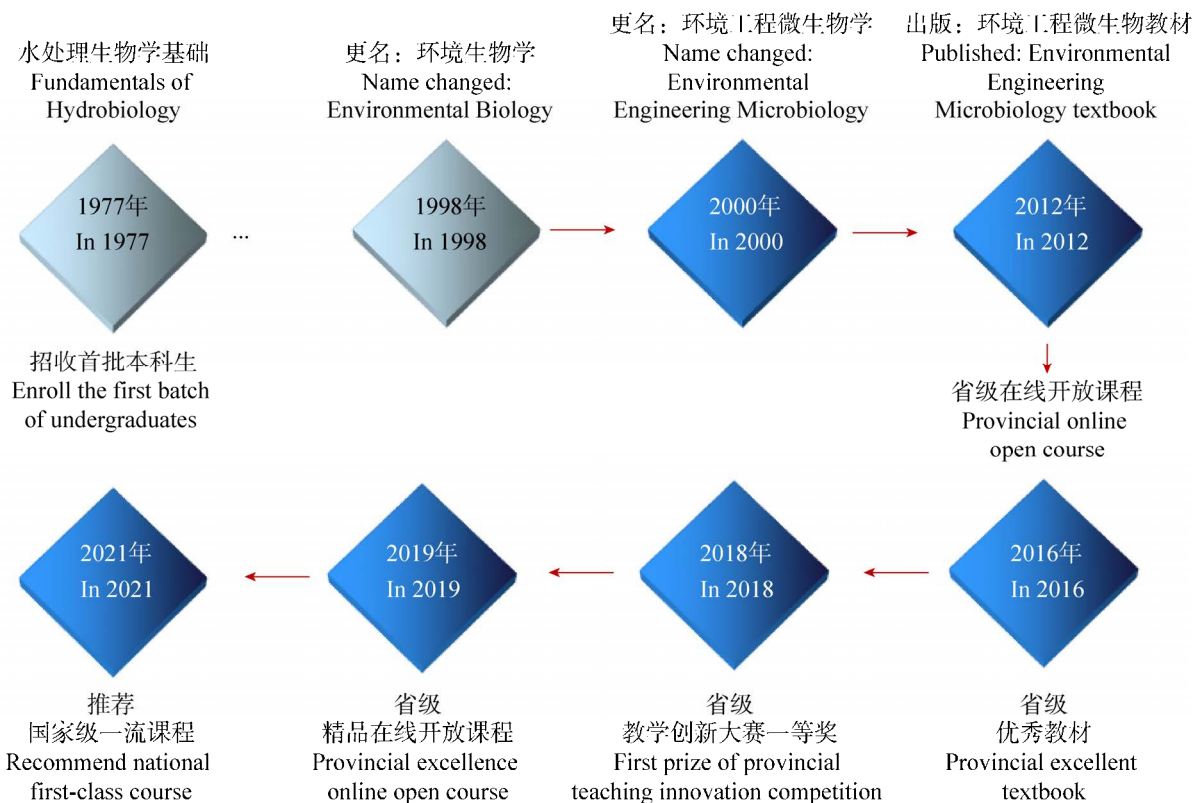


图1 “环境工程微生物学”课程发展与迭代过程

Figure 1 The course development and iterative process of Environmental Engineering Microbiology.

这必然对所需人才提出更高的要求。优秀的人才离不开优秀的教学团队, 我校“环境工程微生物学”课程教学团队隶属于“水环境系列课程”国家级教学团队和“水环境污染控制系列课程”省级教学团队, 包括教育部新世纪人才、省级青年杰出人才和省级课程思政团队成员, 团队的梯队合理并且具有较高的协作性。教学团队依托国家级“环境类专业”教学实验示范中心和省级“环境类专业”虚拟仿真实验教学中心开展教学建设与改革, 不断提升课程教学的质量和水平。

随着我国迈进新时代, 目前我国的主要矛盾已经转化为人民日益增长的美好生活需要和不平衡不充分的发展之间的矛盾。人民对环境的质量要求越来越高, 但我国环境污染形势依然严峻, 生态环境保护已成为我国重大发展战

略, 环境保护行业急需补给“德才兼备”的新型环保人才。“环境工程微生物学”课程虽然是一门建设历史悠久的课程, 但是面向“立德树人”的根本任务, 聚焦国家一流课程建设, 以及技术的不断进步和环保产业的发展新需求, 原有的教学方法已然不能满足现在的人才需求, 暴露出在教学实施中所面临的痛点难题。

痛点一: 教学内容固化, 依托于以基础知识体系构建为目标的传统工科教材, 教师的教学模式多为结构化与训练化, 使学生只一味追求正确答案, 无法及时跟进环境热点问题与方向, 难以满足新型环保行业的发展需求。本校授课选用周群英、王士芬编著的《环境工程微生物学》第4版教材^[2]及教学团队袁林江主编的《环境工程微生物学》教材^[3], 两本教材均结构分明、内容充实, 符合学生由浅入深的认

知学习规律,但新时代下新技术和新理论层出不穷,如高通量测序、序列分析等。因此,为了紧跟时代发展的脚步,让学生不断完善自己的知识体系,加深对本专业的认知深度,拓宽视野,是每位教师对学生应尽的义务。

痛点二:教学方法单一,难以实现卓越工程师培养的新需要,对学生综合素质的全面性培养程度仍有较大提升空间。作为一种教师和学生实现共同教学宗旨、完成共同教学目标的教学方法,与时俱进是教学方法在应用中的关键^[4]。新时代下的学生对新事物的认知度高、接受程度高、兴趣也高,原有的传统教学方法已然不能满足学生学习的兴趣。为了实现教师与学生“双赢”,教学方法的创新与改进刻不容缓。

痛点三:教学评价单一,教学质量与学习成效缺乏详细全面的综合评价方法,难以培养学生解决复杂环境问题的能力。准确地反映学生个人的学习成果、针对自身存在的问题进行主动改进,最终使教学目标得以实现,是一个良好评价体系应具备的能力^[5]。新时代下,单一的成绩评价已经不符合“全方位发展”的需求,从根本上评估学生的综合能力水平,从实际中看到教学方法改进的成果,综合评价体系的建立是实现正向反馈的必由之路。

痛点四:思政元素缺乏,难以实现立德树人与铸魂育人的需求。自2016年以来,各地高校均把“立德树人”作为中心环节,不断推动大学生思想政治教育取得新成效。“环境工程微生物学”这一门老牌专业课诚然也取得了一定的成效,但是同不断发展进步的社会一样,与生活时事、社会实际相结合的课程思政也需要不断挖掘和完善。

课程历经多轮迭代之后,我们团队成员在总结梳理过去教学经验的基础上,反思已有现象存在的问题,最终深刻意识到这些痛点难题正在影

响环境工程专业人才培养目标的实现和毕业要求的达成,课程教学的改革与创新刻不容缓。

2 教学创新的环节与内容

2.1 教学内容创新:解决痛点一

为培养学生从工程师角度解决实际问题的能力,从科研人员视角研究未知问题的方法,我们教学团队将课本理论与实际内容相融合,以此促进学生关注环保行业新进展。我们教学团队基于环境工程国家重点学科的学科特色以及主讲教师所在的教育部创新团队科研成果,经过4轮教学迭代过程,将水源好氧反硝化细菌脱氮等26项科研成果与35个知识点有机结合,从而丰富教学案例、重塑课程内容。例如,在介绍废水生物脱氮除磷时,结合我们针对水源好氧反硝化细菌的脱氮研究,讲解不同季节下细菌的脱氮效率、人工干预对脱氮效率的影响等。基于水源污染控制、土壤污染修复和大气污染控制的23项实际工程的引入,强化学生解决复杂环境工程问题的能力。例如,针对城市污水厂A²/O生物脱氮运行过程中曝气风机能耗、外加碳源药耗“双高”的问题,冯红利等进行了优化控制,进一步降低了碳源的投加量^[6],可结合课本中微生物营养的知识点进行讲解。基于国际环境学科和微生物学科的发展前沿,更新教材中关于污水反硝化脱氮方面等内容8处(第2、5、10和11章)。例如,Seeley等^[7]的研究发现,沉积物中的微塑料会对微生物群落结构和氮循环产生一定的影响,从而为后续影响途径和机理的研究指明了方向,由此结合课本中氮循环知识点和本课题组在氮循环上的研究发现,进一步开阔学生视野,提高学生学习兴趣。通过上述3个方面(图2),保证教学内容的持续创新,根据知识类别重构知识内容,保证知识的高阶性、先进性和挑战性。教学内

容的创新首先将教学内容同科研结合, 激发学生求知探索的兴趣; 其次将理论应用到实际情况中, 让学生真正地掌握这个理论; 最后聚焦国内外环保产业发展前沿, 为保障教学目标和毕业要求的达成奠定坚实基础。

2.2 教学方法创新: 解决痛点二

在高校教学改革的进程中, 教学方法需顺应时代发展和社会需求而做出完善或创新。郑

平等^[8]基于“环境微生物学”课程对学生兼课、课堂讨论、专题讲座和课程论文等教学方法进行了讨论与实践。此外, 依托现代设备的教学手段如雨课堂、翻转课堂、慕课和学习通等, 是高校教学方法改革创新的热点^[9]。本校在“以学生为中心, 教师为主导”的背景下, 经过不断地实践与探索, 发展出具有自身特色的一系列教学方法(表 1)。

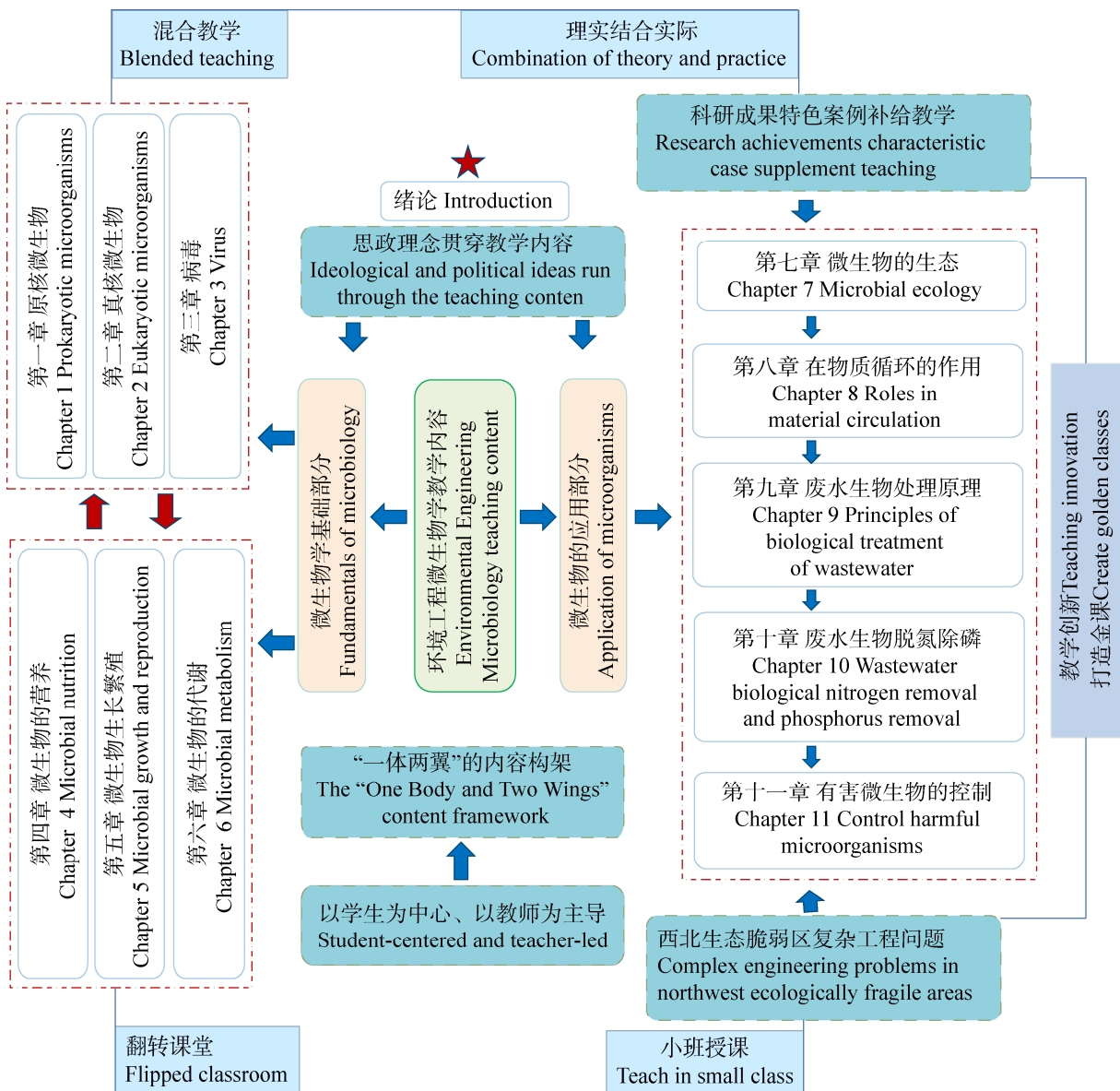


图 2 重塑教学内容

Figure 2 Reconstruction of teaching content.

表 1 教学方法的创新

Table 1 Innovation in teaching methods

特色教学方法 Characteristic teaching methods	具体措施 Specific measures	优势 Advantages
线上线下混合教学 Online and offline blended teaching	1 课前学生观看视频 1 Watch the video before class 2 通过学习通、QQ 群和微信群进行学习内容传递 2 Transfer learning content through learning pass, QQ group, and WeChat group 3 学习慕课课程 3 Study massive open online course (MOOC) courses	激发学生对即将学习内容的思考 Stimulate students to think about what they are going to learn
分课堂与翻转课堂 Split classroom and flipped classroom	1 对课程学生进行分组优化, 小组长在课程预习、小组讨论发挥带头作用 1 Optimize the grouping of students for the course, and the group leader plays a leading role in the course preview and group discussion 2 挑选一些容易理解的知识点作为专题讨论, 让学生参与到教学过程中来 2 Select some easy knowledge points as a topic discussion, let students participate in the teaching process	1 变被动学习为主动学习 1 Transfer passive learning to active learning 2 培养学生沟通能力和合作能力的核心素养 2 Cultivate the core qualities of students' communication ability and cooperation ability 3 让学生参与到教学过程中来 3 Involve students in the teaching process
体验式教学耦合微实验操作 Experiential teaching coupled with micro-experimental operations	1 创设情境或小实验, 让学生自己动手, 亲身体验 1 Create situations or small experiments for students to do on their own and have hands-on experience	1 新技术的结合教学更能激发学生学习的兴趣 1 The combination of teaching with new technology can stimulate students' interest in learning 2 加强学生对知识点的记忆 2 Enhance students' memory of knowledge points 3 强化课程理实融合过程 3 Reinforcing the process of integrating science and practice in the course
开设虚拟仿真实验 Set up virtual simulation experiments	1 基于虚拟现实技术研发仿真实践平台 1 Research and development of simulation practice platform based on Virtual Reality (VR) technology	解决学生在学习中“看不见、摸不着”的问题 Solving the problem of “invisible and unseen” in students' learning
线下第二课堂的开设 The open offline second classroom	1 朋辈导师(学长学姐) 1 Peer mentors (seniors) 2 学业导师(教研室老师) 2 Academic mentors (faculty teachers)	1 “朋辈导师”作为同龄人能更好地理解学生心理状况对其学习状况给予更加有效地沟通 1 As peers, peer mentors can better understand students' psychological conditions and communicate their learning status more effectively 2 “学业导师”作为教研室老师更加了解课程和专业的基本情况, 有利于学生提升自己的专业素养与专业技能

(待续)

(续表 1)

挂牌上课 Listed classes	通过学校教务网平台的选课系统, 让学生有自主选择授课教师的权力 Students have the right to choose their teachers through the course selection system on the university's academic affairs website platform	2 The academic mentors, as a teacher in the faculty, have a better understanding of the basic conditions of the course and the major, which helps students to improve their professionalism and professional skills 使教师之间的竞争机制加强 To strengthen the competition mechanism among teachers
------------------------	---	---

教学方法的创新不仅适应了新时代的发展需求、培养了学生的学习兴趣、加强了学生多方面全方位的发展, 并且对于后续构建完整的评价方式也起到了基石作用, 有助于教师对学生的日常学习和知识点掌握情况进行全方位的了解与评价。

2.3 评价方式创新: 解决痛点三

课程质量评价是“环境工程微生物学”课程教学过程中必不可缺的环节。作为一种教学信息的反馈手段, 好的评价体系应全方位、多维度地评价学生学习情况, 达到激励学生多方位自主学习的目的, 同时也是教师针对学生进行教学诊断的重要依据。由于课程评价方式还会影响学生的学习方法和学习态度, 因此, 解决现有评价方式中的缺陷非常重要^[10-11]。梅运军等^[5]将成果导向教育(outcomes-based education, OBE)理念引入课堂并利用其评价学习成果, 经过4年的课堂教学实践, 取得了反馈良好的教学效果。本校教学团队将过程性评价和多元评价相结合, 依次在课前、课中、课后的教学过程中开展多元综合评价, 从而及时反馈学生的学习情况。1) 课前安排学生观看 MOOC 视频、查阅资料、制定小组讨论方案等环节的评价, 让学生能针对性地在课上查漏补缺。2) 课中插入一分钟头脑风暴、微实验操作、小组互评和翻转等环节的评价, 能巧妙地调动课堂氛围, 增

加探究学习的趣味, 锻炼学生的思维能力和表达能力。3) 课后安排学生自绘思维导图等环节的评价, 引导学生通过思维导图在基于所学知识点的基础上融入自己的见解, 随后提交至微信课程群, 组间进行评价。在上述三方面的基础上, 根据测评统计数据, 开展课程目标达成度综合评价, 完成课程质量评价报告, 建立“环境工程微生物学”课程质量评价制度, 为下一轮课程迭代创新提供科学依据, 如图3所示。

2.4 思政融入创新: 解决痛点四

高校落实“立德树人”的关键之一是融入课程思政教育。系统推进课程思政建设, 围绕学科特点和需求设计思政教学元素, 合理巧妙地融入专业课程教学并进行育人铸魂, 是我国培养高素质新工科人才的迫切需要^[12]。每一门课都蕴含着丰富的思政元素, “环境工程微生物学”可结合自身专业的特点, 在教学中突出立德树人、基于生态文明思想之“两山”理论, 从而形成本课程的思政教学元素库。柳叶等^[13]在自然科学课程思政的实践摸索中, 总结了一系列实施路径、实施效果及存在问题的探索经验。面对近年全球突发的新型冠状病毒疫情, 孙然等^[14]以“抗疫”为中心对“环境工程微生物学”课程的思政教学进行了系统设计。本校教学团队在梳理课程重难点的基础上, 全新制作融入课程思政内容22项, 将课程知识点与思政元素进

行有机融合,形成以“现象-知识点-学科前沿-思政元素”为主体的协同育人效应。同时基于国内外热点,丰富思政案例库。例如:在讲授病毒繁殖章节时,通过现象教学,解析目前新型冠状病毒肆虐全球;通过引入学科前沿的发现,进一步激发学生对科研的兴趣,同时也引导环境工程学子认识到应该肩负起社会责任、

学习掌握病毒繁殖方式,以此控制有害微生物。另外,通过中外疫情的比较,中华民族万众一心共同抗击疫情的精神不仅可以培养学生的家国情怀和职业担当,体现中国特色社会主义制度的优越性,而且能够引导学生成长为三观端正、具有社会责任感和大局观的未来栋梁(图4)。



图3 多维度的过程性评价

Figure 3 Multi-dimensional process evaluation.

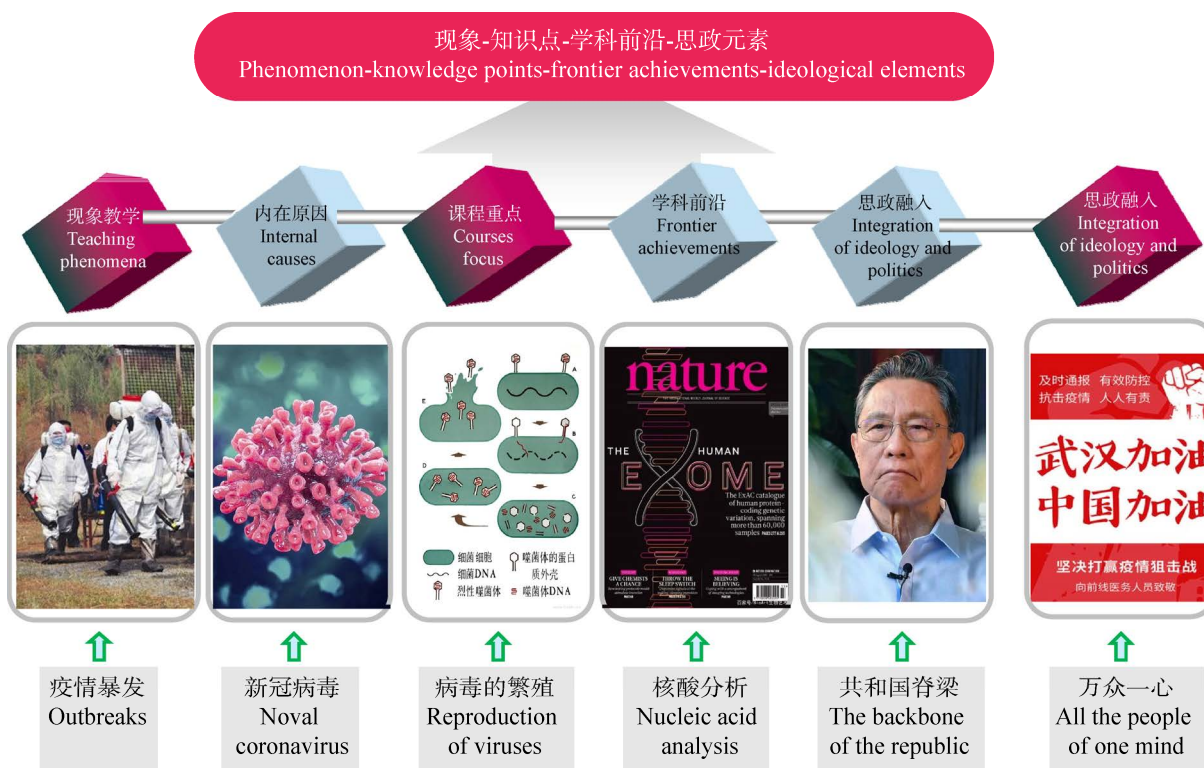


图 4 “环境工程微生物学”课程思政设计案例
Figure 4 Case on ideological and political design of Environmental Engineering Microbiology.

3 教学实践成果

3.1 成果应用与成效分析

经过课程教学迭代的创新过程, 我校“环境工程微生物学”的教学工作在各个方面都取得了比较显著的成效。学生在学习成绩、思辨能力、分析能力及综合能力方面都有明显提升。“环境工程微生物学”课程面向我校环境工程和环境科学专业三年级本科生, 结合教学创新成果在课堂上进行改革实践。我们教学团队以 2018 级、2019 级学生为例, 通过获取考核环节数据, 对其进行定性分析和定量分析。在考核试题难度一致和统计加权方法统一的条件下, 由图 5 分析可见, 实施教学迭代创新后的 2019 级学生思辨能力得到进一步强化, 分析问题所持有的新观点(换算为多样性指数)显著提升(图 5)。

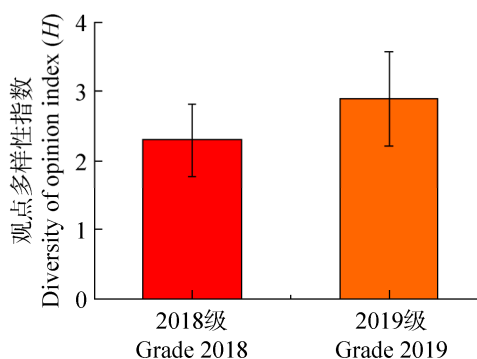


图 5 课程教学创新效果分析
Figure 5 Analysis of the effect of innovation in course teaching.

学生看待问题的方式、解决问题的角度、与团队之间的协作等方面的全方位提高, 不仅让学生学到了环境相关领域的知识与原理, 而且为今后细致的专业课学习打下了良好的基础。此外, 针对学习成绩较差的学生, 课程采用朋辈

导师和学业导师帮扶的方式,多肯定这些学生学习当中的优点,让学生看到自己的学习能力和成绩,激发其内在的价值感,从而使不及格学生的数量显著降低,取得了良好效果。综上可见,课堂教学创新显著提高了学生的学习效果。

我们课程团队制定了《环境工程微生物学课程学生学习能力评价表》,通过设定 10 个二

级评价指标(涵盖 34 个三级指标),从思维能力、自学能力、动手能力、自我调节能力、创新能力、表达能力、合作能力、学习方法、自我调控和素养能力对学生进行学习能力的综合评价(表 2)。课程教学创新进行的同时,全面的评价是不断完善和改进课程教学创新的保障,也是其成果的反映,由此可有效支撑环境工程专业毕业要求指标点的达成。

表 2 “环境工程微生物学”课程学生学习能力评价表

Table 2 Environmental Engineering Microbiology course student learning ability evaluation form

一级核心指标 Primary core indicators	二级分解指标 Secondary decomposition indicators	指标代号 Indicator code	具体的评价方面和评价内容 Specific evaluation aspects and content
认知能力评鉴 Cognitive ability assessment	思维能力 Thinking ability	A	基于 MOOC 和课堂学习能够正确获取“环境工程微生物学”知识 Ability to acquire a correct knowledge of Environmental Engineering Microbiology based on MOOC and classroom learning
		B	能够深入理解“环境工程微生物学”12 个章节的重点难点 Be able to deeply understand the key and difficult points of the 12 chapters of Environmental Engineering Microbiology
		C	能够从不同的思维角度在课堂上提出问题,并建议解决问题的办法 Be able to ask questions and suggest solutions to problems in class from different thinking perspectives
		D	基于“环境工程微生物学”知识点,能够将获取的知识举一反三 Be able to apply the acquired knowledge based on the knowledge of Environmental Engineering Microbiology
	自学能力 Self-learning ability	A	能对课下的线上 MOOC 和资料查阅的碎片化信息进行系统归纳 Be able to systematically summarize fragmented information from online MOOC and material access after class
		B	能够基于前述章节的学习积累和经验自主地获取新的知识 Be able to acquire new knowledge independently based on the accumulated learning and experience of previous chapters
		C	能够通过生活中存在的环境问题,正确地理解相关微生物知识 Be able to correctly understand microbial knowledge through the environmental problems in life
		D	对“环境工程微生物学”有求知欲望,能够自主地、主动地进行学习 Have a desire to learn about Environmental Engineering Microbiology, and be able to learn independently and actively
		E	对环境工程专业感兴趣,积极尝试和探索新的环境微生物问题 Be interested in environmental engineering, actively trying and exploring new environmental microbial problems

(待续)

(续表 2)

综合能力评鉴 Comprehensive ability assessment	动手能力 Hands-on ability	A	能够通过课堂中的理论知识学习, 理解微生物实验的理论基础 Be able to understand the theoretical basis of microbiology experiments through theoretical knowledge in class
		B	能够根据自己获取的理论知识完成课堂中的微实验操作任务 Be able to complete the micro-experimental tasks in the classroom based on the theoretical knowledge acquired by themselves
		C	能够正确地运用环境微生物知识来解释现实生活中遇到的问题 Be able to correctly use the knowledge of environmental microbiology to explain the problems encountered in real life
	自我调节能力 Self-regulation ability	A	通过“环境工程微生物学”课程学习, 学生能够更好地安排和利用课余时间 Through the Environmental Engineering Microbiology course, students can better organize and utilize their spare time
		B	通过“环境工程微生物学”课程学习, 学生能够不断的优化自己学习方法, 并对后续课程的学习提供帮助 Through the learning of Environmental Engineering Microbiology course, students can constantly optimize their learning methods and help them in their subsequent courses
		C	能够根据课程的多元评价方式, 适当地对自己的学习环节进行统筹 Be able to plan your learning appropriately based on the multiple assessment methods of the course
		D	通过课程的难点学习, 强化了克服困难的意志和自信心 Through learning the difficult points of the course, students have strengthened their will and confidence to overcome difficulties
	创新能力 Creative ability	A	能够积极参加学业导师指导的科研活动, 如大学本科生科研训练计划和大学生创新创业训练计划 Participate actively in research activities supervised by academic advisors, such as students scientific research training (SSRT) and student innovation and entrepreneurship training projects
		B	在 SSRT 活动中能够与老师和小组交流自己的想法, 敢于标新立异 In SSRT activities, students can communicate with teachers and groups about their ideas and be willing to be innovative
		C	敢于批判“环境工程微生物学”课内的知识, 提出自己见解, 培养创新性 Dare to criticize the knowledge in Environmental Engineering Microbiology class, put forward their own opinions, and develop creativity
	表达能力 Expression ability	A	在课堂上的小组互动和师生活动中, 敢于发表自己的新想法 Dare to express their new ideas in class group interaction and teacher-student activities
		B	能够正确地组织和传达自己想要表达的想法和内容 Be able to properly organize and convey their ideas and content
C		能够组织语言, 富有逻辑和流畅地表达自己想表达的内容 Be able to organize language and express what they want to express in a logical and fluent manner	
合作能力 Cooperation ability	A	愿意与同学进行小组合作, 并能与他人交流思维的过程与结果 Be willing to work in groups with classmates and be able to share the process and results of their thinking with others	
	B	能够把自己当作小组一员, 评价自己的行为, 并承担自己的责任 Be able to evaluate your behavior and take responsibility for it as a member of a group	

(待续)

(续表 2)

情感素养评鉴 Emotional literacy assessment	学习方法 Learning methods	C	在课堂的生生互动过程中,能够尊重组员的意见或想法,认真倾听,鼓励、支持小组中其他成员,关注他们的需要和利益 Be able to respect the opinions or ideas of group members during student-student interaction in the classroom, listen carefully, encourage and support other members of the group, and pay attention to their needs and interests
		D	能够为小组提供信息、质疑、归类和检验,出主意,阐明观点 Be able to provide information, challenge, categorize and examine, generate ideas, and clarify opinions for the group
		A	基于“环境工程微生物学”的教学创新过程,学生能够根据自己的个性特点以及以往学习经验,总结出适合自己的学习新方法 Based on the innovative process of teaching Environmental Engineering Microbiology, students can conclude new methods of learning that suit their characteristics and previous learning experiences
	自我调控 Self-regulation	B	根据这门课的学习,学生学到了如何定期对自己的学习方法进行调整 Based on this course, students learned how to regularly adjust their learning methods
		A	基于“环境工程微生物学”的教学创新过程,能够根据不同的学习方式(MOOC 和混合式教学)正确地使用学习方法 Based on the teaching innovation process of Environmental Engineering Microbiology, students can use learning methods correctly according to different learning styles (MOOC and blended teaching)
		B	能够正确地整合各种学习方法,进行比较来更好地运用 Be able to integrate various learning methods correctly and compare them for better application
素养能力 Literacy ability	C	基于“环境工程微生物学”的教学创新过程,能够有效利用学习资源 Based on the teaching innovation process of Environmental Engineering Microbiology, students can use learning resources effectively	
	A	基于课程学习,进一步增强了环境工程专业的职业使命感和环境学子的家国情怀和社会担当 Based on the course learning, further enhance the sense of professional mission of environmental engineering majors and the national sentiment and social responsibility of environmental students	
	B	通过“环境工程微生物学”课程思政的学习,能从环境微生物的热点事件中挖掘到深层次的理想和信念,增强文化自信和制度自信 Through the ideological and political study of Environmental Engineering Microbiology course, students will be able to dig deeper into ideas and beliefs from the hot events of environmental microbiology and enhance their cultural and institutional confidence	
		C	能够在课外学习到学科前沿的最新知识,并与我国环境保护国家重大战略和环保产业发展需求相结合,立志做一名具备高素质的环保技术人才,为健康中国贡献自己的力量 Be able to learn the latest knowledge in the frontiers of the discipline outside the classroom and combine it with the major national strategies for environmental protection and the development needs of the environmental protection industry in China, and aspire to be a highly qualified environmental technology talent and contribute to a healthy China

3.2 成果评价与辐射推广

本课程经过多轮迭代的改革与探索之后, 在新一轮的课程教学中取得了较好的成果。学校教务系统中, 学生给予主讲教师高度评价, 学生表示喜爱教师的上课风格和教学方法。近5年中, 团队教师荣获“教坛新秀”“蔚蓝优秀教师奖”和“最受欢迎的主讲教师”等称号。对教师的评价与学生的综合评价体系相结合形成双重评价体系, 兼顾“民主和公平”, 以此保障教学的实施效果^[15]。通过课程教学创新, 一方面使学生学习兴趣增强, 课堂参与度提升; 另一方面, 学生参加课外“挑战杯”全国大学生系列科技学术竞赛、全国环境友好科技竞赛和全国大学生节能减排社会实践与科技竞赛的积极性显著增强并获得优异成绩, 在“挑战杯”全国大学生课外学术科技作品竞赛省级赛事中荣获三等奖, 在全国大学生节能减排社会实践与科技竞赛国家级赛事中荣获三等奖。不仅显著促进了教学质量的提升, 同时也获得了正向的反馈。此外, 省内外高校6位国家级教学名师对主讲教师所采用的创新教学方法给予好评, 认为课程挖掘的思政元素潜移默化地融入了知识点, 发挥了育人铸魂的功能。

此外, 由教学团队教师袁林江主编的《环境工程微生物学》教材^[3]在2016年荣获省级优秀教材二等奖、《环境工程微生物学》课件荣获校级首届优秀课件竞赛一等奖。基于“课程思政”融合“教学创新”理念和新工科背景, 主讲教师张海涵教授主持陕西省教改重点攻关项目和重点项目各1项, 在首届全国高校教师教学创新大赛中获奖, 且荣获陕西省课堂教学创新大赛一等奖。我们教学团队成员受邀赴省内外兄弟高校(如陕西师范大学、西北工业大学和西安工业大学等)开展教学创新交流与示范教学, 深受师生好评。综上所述, 我们教学团队探索的

一系列改革措施与方案具有良好的借鉴意义, 被专业兄弟院校同行广泛认同, 具有良好的推广前景。

4 总结

“环境工程微生物学”是一门以微生物学为基础的环境类专业的前置核心课程。我们教学团队聚焦“环境工程微生物学”课程教学中四大痛点问题, 在迭代改革中以重塑课程内容、重构学习流程、融入思政元素、构建立体评价的方式取得了良好的教学效果。要使课程改革中多维度、多方面的创新点自然融入教学, 为学生所吸收, 教师消耗大量精力去雕琢是不可避免的, 这需要我们“以本为本”, 对环境工程专业课程的革新保持不断的摸索与实践, 塑造金课, 锻造金师, 以适应国家战略的发展需求和环保行业的发展方向。当前我们正站在新时代“两个一百年”的交汇点, 只有立足新发展阶段、贯彻新发展理念, 才能培养出综合素质强、行业契合度高、服务黄河流域生态保护与高质量发展国家战略需要的创新型高素质环境保护人才。

REFERENCES

- [1] 王利明. 环境工程微生物学实践教学改革与实践[J]. 微生物学通报, 2017, 44(11): 2755-2759
Wang LM. Practice teaching reform of Environmental Engineering Microbiology[J]. Microbiology China, 2017, 44(11): 2755-2759 (in Chinese)
- [2] 周群英, 王士芬. 环境工程微生物学[M]. 4版. 北京: 高等教育出版社, 2015
Zhou QY, Wang SF. Environmental Engineering Microbiology[M]. 4th edition. Beijing: Higher Education Press, 2015 (in Chinese)
- [3] 袁林江. 环境工程微生物学[M]. 北京: 化学工业出版社, 2012
Yuan LJ. Environmental Engineering Microbiology[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2012 (in Chinese)

- [4] 张小凡, 周伟丽, 王志平, 袁海平. 环境微生物学教学改革与学生创新能力的培养[J]. 微生物学通报, 2014, 41(4): 748-752
Zhang XF, Zhou WL, Wang ZP, Yuan HP. Teaching reform of Environmental Microbiology and cultivation of students innovative ability[J]. Microbiology China, 2014, 41(4): 748-752 (in Chinese)
- [5] 梅运军, 黄岚, 胡纯, 胡文云, 张顺喜, 刘骏. 成果导向教育理念(OBE)下的环境工程微生物学课程教学改革与实践[J]. 微生物学通报, 2018, 45(3): 609-615
Mei YJ, Huang L, Hu C, Hu WY, Zhang SX, Liu J. The teaching reform and practice of Environmental Engineering Microbiology under the outcome-based education concept[J]. Microbiology China, 2018, 45(3): 609-615 (in Chinese)
- [6] 冯红利, 赵梦月, 丁舒喆. 城市污水厂 A²/O 工艺生物脱氮过程优化控制[J]. 中国给水排水, 2021, 37(6): 102-106
Feng HL, Zhao MY, Ding SZ. Optimal control of biological nitrogen removal in A²/O process of WWTP[J]. China Water & Wastewater, 2021, 37(6): 102-106 (in Chinese)
- [7] Seeley ME, Song B, Passie R, Hale RC. Microplastics affect sedimentary microbial communities and nitrogen cycling[J]. Nature Communications, 2020, 11: 2372
- [8] 郑平, 胡宝兰, 梁璐怡, 张萌, 王茹. 环境微生物学课程内容体系和理论教学模式的探索与实践[J]. 微生物学通报, 2017, 44(10): 2480-2486
Zheng P, Hu BL, Liang LY, Zhang M, Wang R. Exploration and practice of content system and teaching pattern for Environmental Microbiology[J]. Microbiology China, 2017, 44(10): 2480-2486 (in Chinese)
- [9] 陈胜男, 张海涵, 黄廷林, 朱陆莉, 杨福玲, 苏含笑, 陈兴都, 吴蔓莉, 王丽. “环境工程微生物学”课程的教学改革探索与实践[J]. 微生物学通报, 2021, 48(12): 4963-4971
Chen SN, Zhang HH, Huang TL, Zhu LL, Yang FL, Su HX, Chen XD, Wu ML, Wang L. The exploration and practice of Environmental Engineering Microbiology teaching reform[J]. Microbiology China, 2021, 48(12): 4963-4971 (in Chinese)
- [10] 张庆芳, 迟乃玉. 微生物学实验教学考核评价体系的建立及实施[J]. 微生物学通报, 2009, 36(9): 1432-1435
Zhang QF, Chi NY. Establishment and implementation of the evaluation system in microbiology experimental education[J]. Microbiology, 2009, 36(9): 1432-1435 (in Chinese)
- [11] 李靖, 周玉林, 关杰. 环境微生物学教学改革的探索与实践[J]. 微生物学通报, 2009, 36(11): 1766-1771
Li J, Zhou YL, Guan J. The exploration and practice of Environmental Microbiology teaching reform[J]. Microbiology, 2009, 36(11): 1766-1771 (in Chinese)
- [12] 贾启君. 新工科课程思政建设的实践逻辑[J]. 中国大学教学, 2021(5): 50-53
Jia QJ. The practical logic of ideological and political construction of new engineering courses[J]. China University Teaching, 2021(5): 50-53 (in Chinese)
- [13] 柳叶, 胡佳杰, 张胜威. 自然科学课程思政的教学探索: 以微生物学为例[J]. 微生物学通报, 2020, 47(4): 1168-1177
Liu Y, Hu JJ, Zhang SW. Exploration of curriculum ideological and political education in natural science curriculum: take Microbiology as an example[J]. Microbiology China, 2020, 47(4): 1168-1177 (in Chinese)
- [14] 孙然, 胡思海, 钱进, 吴耀国. 以“新冠”疫情为案例的《环境工程微生物学》课程思政教学设计[J]. 高教学刊, 2021(10): 33-36, 41
Sun R, Hu SH, Qian J, Wu YG. Ideological and political teaching design of Environmental Engineering Microbiology based on the case of “Xinguan” epidemic situation[J]. Journal of Higher Education, 2021(10): 33-36, 41 (in Chinese)
- [15] 赵萌萌, 李楠, 薛林贵. 以“五步教学法”创新微生物学课程教学模式[J]. 微生物学通报, 2012, 39(10): 1506-1512
Zhao MM, Li N, Xue LG. Innovating the teaching mode of Microbiology course through “Five-step Teaching”[J]. Microbiology China, 2012, 39(10): 1506-1512 (in Chinese)