

# 生态文明建设背景下“环境工程微生物学”混合式教学创新与实践

胡霞\*, 钱晓莉, 牛阿萍

贵州大学资源与环境工程学院, 贵州 贵阳 550025

胡霞, 钱晓莉, 牛阿萍. 生态文明建设背景下“环境工程微生物学”混合式教学创新与实践[J]. 微生物学通报, 2024, 51(4): 1144-1155.

HU Xia, QIAN Xiaoli, NIU Aping. Blended teaching innovation and practice of Environmental Engineering Microbiology under the background of ecological civilization[J]. Microbiology China, 2024, 51(4): 1144-1155.

**摘要:** 在“生态文明建设”背景下努力培养具备环保意识、能快速诊断生态环境问题并采用效果好、成本低的治理技术解决生态环境问题的“环保工程师”是目前高校环境专业人才培养的新要求。作为环境工程专业的核心课程, 我校“环境工程微生物学”课程通过思政元素有机融入、教学内容创新、“课前启发式学习—课堂答疑及难点讲解—课堂翻转反馈式教学—沉浸式实践强化理解”的混合式教学方法创新, 并结合多元化全过程的考核方式创新, 使我校“环境工程微生物学”的教学效果得到显著提升。  
**关键词:** 生态文明建设; 环境工程微生物学; 教学创新与实践

## Blended teaching innovation and practice of Environmental Engineering Microbiology under the background of ecological civilization

HU Xia\*, QIAN Xiaoli, NIU Aping

College of Resources and Environmental Engineering, Guizhou University, Guiyang 550025, Guizhou, China

**Abstract:** The new requirement was presented for the training of environmental professionals in universities to foster environmental engineers under the background of ecological conservation. They must have environmental awareness and can quickly diagnose eco-environmental problems and adopt effective and cost-effective technologies to solve these problems. As a core course of the environmental engineering major, the Environmental Engineering Microbiology in Guizhou University was innovated in terms of the professional knowledge, teaching content and the blended teaching method. They include “heuristic preview before class-answering difficult questions in class-classroom

\*Corresponding author. E-mail: xhu5@gzu.edu.cn

Received: 2023-05-08; Accepted: 2023-10-04; Published online: 2024-01-25

flipping-enhancing understanding by immersive practice”. Furthermore, diversified assessment methods were adopted throughout the whole process. The innovation significantly improved the teaching achievement of Environmental Engineering Microbiology in Guizhou University.

**Keywords:** ecological conservation; Environmental Engineering Microbiology; teaching innovation and practice

目前正值“生态文明建设”的关键时期，同时，随着经济社会的发展，新的环境问题不断出现，新理论和新技术也层出不穷。因此，如何让学生夯实理论基础、掌握各种生态环境治理工艺在实际生产中的应用以及拥有强烈的专业自信、优良的道德品质、较强的社会责任感和国际视野等综合素质，是环境工程专业教学改革创新的核心。此类教学改革创新对于努力培养具备环保意识、能快速诊断生态环境问题并采用效果好、成本低的治理技术解决生态环境问题的“环保工程师”具有重要意义。对于“环境工程微生物学”课程的教学改革创新已有一些报道并取得了较好的效果<sup>[1-3]</sup>。本文总结了本校环境工程微生物学教学团队在“生态文明建设”背景下，生态环境保护国家战略发展需求下，依托我校环境工程国家级一流专业，对“环境工程微生物学”以往的教学痛点所做的教学改革创新与实践进行总结，以期对高校“环境工程微生物学”课程教学具有一定参考价值。

## 1 课程发展历程与痛点分析

我校环境工程专业于 1988 年在原贵州工学院的化工系开办，2004 年合并到贵州大学并组建资源与环境工程学院。“环境工程微生物学”是环境专业学生最先接触并与专业紧密相关的核心课程之一，同时也是学生系统掌握“水污染控制、大气污染控制、土壤污染控制、固体废物处置”理论与技术的重要基础课程，该课程已在本校开设 35 年，该课程 36 学时，每年两个班级，每个班级 40 名学生。本校的“环境工

程微生物学”课程以传统课堂授课为主，2016 年前基本未开展教学改革。随着经济和社会的发展，目前我国生态文明建设正处于负重前行的关键时期，这必然对环保人才提出更高的要求。

我校“环境工程微生物学”课程从 2018 年开始开展课程思政。2019 年的教学在开展课程思政的基础上增加了翻转课堂的教学改革，一定程度上提高了学生对课程的兴趣、自学主动性及语言表达等方面的能力。随着新时代的发展需求，人们对生态环境质量的要求逐渐提高，但我国依然面临严峻的生态环境形势且不断有新的生态环境问题出现。因此，生态环境保护已经成为我国重大发展战略，而生态环境保护行业也亟需补充“德才兼备”的新型环保人才。我校“环境工程微生物学”课程虽然已有 35 年的发展历史，但是在生态文明建设背景下，环保产业不断发展，我国对生态环境保护技术的更新提出了新需求，原来的课程教学已经不能满足新时代环保人才的培养需求，暴露出一系列痛点。

痛点一：思政元素不能完全融入课程体系。我校“环境工程微生物学”从 2018 年起开展课程思政，虽然取得了一定的成效，但以往的课程教学还未达到将“思政内容”与课程体系的知识进行有机融合。学生虽然掌握了环境工程微生物学的专业知识，但并未深刻理解专业知识中蕴含的深层价值。此外，随着新时代的发展，任课教师未将生态文明建设背景下国家生态环境重大战略需求(“水资源-水环境-水生态”三水统筹<sup>[4]</sup>、“山水林田湖草沙一体化保护和系统治

理共治”<sup>[5]</sup>“碳达峰碳中和”<sup>[6]</sup>等)融入“环境工程微生物学”课程内容中。导致学生对高层次的思想价值观念缺失,同时也缺乏专业自信、政治认同、文化自信和全球视野。

痛点二:教学内容固化。随着经济技术的不断发展与变化,微生物环境技术的新理论和新技术不断出现,例如好氧/厌氧颗粒污泥技术、高通量测序等。但我校的教学内容未能及时融入新知识和新应用,学生掌握的微生物学理论在实际与未来的工程发展中有明显脱节的现象。同时教师的教学内容相对固化,使得学生在学习过程中只是一味地追求正确答案,而不是及时了解新出现的生态环境问题与新技术,难以满足新时代环保行业的发展需求。

痛点三:教学方法单一。我校“环境工程微生物学”2019年前的课程教学以教师讲授为主,虽然2019年增加了翻转课堂,但翻转课堂仅仅是学生PPT汇报微生物前沿技术,未达到真正翻转课堂的效果。因此学生仍然是被动地接受知识,不仅学习枯燥乏味,而且对实际环境工程的微生物学场景和原理理解得不够透彻,缺乏对所学理论知识的深度思考、灵活运用的相关训练过程。为了培养社会迫切需要的理论知识扎实和应用创新能力强的卓越环保人才,我校“环境工程微生物学”教学方法的改革与创新刻不容缓。

痛点四:评价方法单一。我校“环境工程微生物学”课程考核采用平时成绩和期末成绩的考核方式,其中期末成绩占70%–80%,传统教学主要以期末考试卷面成绩评定,以此判断学生对知识的掌握程度,这存在学生考试后很快遗忘的问题。新时代发展条件下,单一的评价模式已经不符合社会对“全方位发展人才”的需求,因此多元化教学评价体系的构建是实现教学评价改革创新创新的必由之路。

## 2 教学创新的探索与实践

### 2.1 思政元素有机融入专业知识创新:解决痛点一

环境工程微生物学的课程思政首先要做的就是课程教学体系中有机融入思政元素,特别是融入国家生态环境的重大发展战略(“人与自然和谐共生”“水资源-水环境-水生态”三水统筹<sup>[4]</sup>、“山水林田湖草沙一体化保护和系统治理共治”<sup>[5]</sup>和“碳达峰碳中和”<sup>[6]</sup>等),建立“价值塑造、知识传授、能力培养”三位一体的环境工程微生物学课程目标,把拥有强烈的专业自信、优良的道德品质、较强的社会责任感和国际视野作为环境工程专业人才必备的基本素质。为此,我们教学团队在原有思政教学的基础上构建了该课程的思政教育框架,即政治认同、家国情怀、文化自信、国际视野、公民品格、生态文明、工程应用、科学精神等思政元素,从而完善了思政元素库。

同时,教师将思政内容如“点睛之笔”一样恰如其分地融入课程中,使学生不仅较好地掌握环境工程微生物学的专业知识,并深刻理解专业知识中蕴含的深层价值<sup>[7]</sup>。如在原核微生物学中引入“沙眼之父——汤飞凡”等科学家的历史事迹,让学生深刻理解科学家的责任意识、社会责任和家国情怀。在第九章的学习过程中引入徐祖信院士“中国水污染防治形势与挑战”及彭永臻院士“我国城市污水处理现状与发展的思考”,让学生了解我国水污染防治面临的挑战,培养学生分析问题与解决问题的能力。在第十章的学习过程中,融入曲久辉院士关于未来污水处理厂“将污水中有机物、N、P可以作为资源进行回收利用而建设面向未来的城市污水资源厂”,实现“污水处理价值化、污水处理低碳化、污水处理生态化、污水处理宜居化”的理念,目的在于培养学生的前沿视野、社会责任、改革创新等专业素养(表1)。让原本枯燥

表 1 课程知识点与课程思政结合点

Table 1 The combination of curriculum knowledge with ideology and politics

课程章节 Chapters	课程知识与思政结合点 The combination of curriculum knowledge and ideology and politics	课程思政目标 The goals of ideological and political	价值引领 Value leading
绪论 Introduction	微生物-环境-人类之间的关系 The relationship of microbial-environment-human	可持续发展观 The concept of sustainable development	政治认同 Political identity 生态文明 Ecological civilization
第一章 非细胞结构的超微生物-病毒 Chapter 1: Non-cellular structure of supermicroorganisms-viruses	钟南山、张伯礼等专家对战胜“新冠”疫情的贡献 The contribution of ZHONG Nanshan, ZHANG Boli and other scientists during the COVID-19	我国科学家在面对疫情的大无畏精神 Great bravery of our scientists when facing COVID-19 pandemic	社会责任 Social responsibility 家国情怀 Emotion of family-country 公民品格 Citizen character
第二章 原核微生物学 Chapter 2: Prokaryotic Microbiology	“沙眼之父”汤飞凡的事迹 The “father of trachoma” TANG Feifan’s deeds 青霉素的发现 The discovery of penicillin	我国科学家的社会责任感及钻研精神 The social responsibility awareness and research spirit of our scientists	科学精神 Scientific spirit 社会责任 Social responsibility 公民品格 Citizen character
第三章 真核微生物学 Chapter 3: Eukaryotic Microbiology	藻类富营养化和藻类可以固定CO <sub>2</sub> 制备生物柴油的两面性 Two sides of eutrophication and CO <sub>2</sub> fixing to biodiesel over algae	科学思辨与理性精神 Scientific speculation and rational spirit	科学精神 Scientific spirit
第四章 微生物的生理 Chapter 4: Microbial physiology	中国的人工合成胰岛素 Synthetic insulin from China	实事求是与辩证思维 Seek truth from facts and dialectic thinking	科学精神 Scientific spirit
第五章 微生物的生长繁殖与生存因子 Chapter 5: Microbial growth, reproduction and survival factors	细菌生长曲线在污水治理上的应用 Application of bacterial growth curve in wastewater treatment	事物发展的变化规律 The change rule of nature going	科学精神 Scientific spirit
第六章 微生物的遗传和变异 Chapter 6: Heredity and variation of microorganisms	基因工程的利与弊 Advantages and disadvantages of genetic engineering	改革创新 Reform and innovation 科学伦理 Ethics of science	社会责任 Social responsibility 科学精神 Scientific spirit
第七章 微生物的生态 Chapter 7: Microbial ecology	山水林田湖草沙一体化保护和系统治理 Integrated protection and systematic management of mountain-water-forest-farmland-lake-grassland-sandland “十四五”治水目标: 有河有水、有鱼有草、人水和谐 The target of 14th Five-Year Plan for water treatment: enough water in the river, all kinds of fish and aquatic plant in the water, harmonious relationship between human and water	人与自然和谐共生 Harmony between humankind and nature	政治认同 Political identity 生态文明 Ecological civilization 文化自信 Cultural confidence

(待续)

(续表 1)

课程章节 Chapters	课程知识与思政结合点 The combination of curriculum knowledge and ideology and politics	课程思政目标 The goals of ideological and political	价值引领 Value leading
第八章 微生物在环境物质循环中的作用 Chapter 8: The role of microorganisms in the circulation of environmental substances	尊重自然、顺应自然、保护自然 Respect nature, conform to nature and protect nature	事物是普遍联系的 Everything is coupled 辩证思维 Dialectical thinking	科学精神 Scientific spirit
第九章 水环境污染控制与治理的生态工程及微生物学原理 Chapter 9: Ecological engineering and microbiological principles of water pollution control and treatment	徐祖信院士报告：中国水污染防治形势与挑战 Presentation by academician XU Zuxin: Situation and challenge of prevention and water pollution control 彭永臻院士报告：“我国城市污水处理现状与发展的思考”和“关于我国城市污水处理排放标准的思考与建议” Presentation by academician PENG Yongzhen: “Consideration on present situation and development of urban sewage treatment in China” and “Thoughts and suggestions on discharge standard of urban sewage treatment in China”	环境工程的专业前沿 The leading edge of environmental engineering major 专业素养 Professional literacy 分析与解决问题的能力 Ability in making analysis and resolutions 辩证思维 Dialectical thinking	科学精神 Scientific spirit 社会责任 Social responsibility 公民品格 Citizen character 家国情怀 Emotion of family-country
第十章 污(废)水深度处理和微污染源水预处理中微生物学原理 Chapter 10: Principles of microbiology in advanced treatment of polluted (waste) water and pretreatment of micro-pollution sources	曲久辉院士报告：未来净水技术——低碳与风险控制协同” Presentation by academician QU Jiuhui: Future water purification technology - collaboration between low carbon and risk control	改革创新 Reform and innovation 人与自然和谐共生 Harmony between man and nature	科学精神 Scientific spirit 社会责任 Social responsibility 公民品格 Citizen character 生态文明 Ecological civilization 国际视野 International perspectives 工程应用 Engineering application
第十一章 有机固体废弃物与废气的微生物处理及其微生物群落 Chapter 11: Microbial treatment and microbial community of organic solid waste and waste gas	印度班加罗尔推广社区堆肥缓解垃圾围城危机 City compost alleviated the garbage siege crisis in Bangalore extension community, India 讨论哪些途径可以为“碳达峰、碳中和”做贡献 Discuss how to contribute for “peak carbon dioxide emissions and carbon neutrality”	绿色发展理念 Green development 资源化利用 Resource utilization 节能减排 Energy conservation and emission reduction	国际视野 International perspectives 社会责任 Social responsibility
第十二章 微生物学新技术在环境工程中的应用 Chapter 12: Application of new techniques of microbiology in environmental engineering	列举微生物新技术取得的新进展 Enumerate the new progress in new microbial technologies	突破“卡脖子”技术 Resolve the “bottleneck” 了解国际前沿 Understand the international science	国际视野 International perspectives 科学精神 Scientific spirit

的理论课变得更丰富，力求达到学生深刻理解专业知识中蕴含的深层价值的目的。

## 2.2 知识体系重构，教学内容创新：解决痛点二

教学内容创新的目的首先是要学会将理论运用于实际生活中，让学生更加灵活地掌握理论知识，将知识“活学活用”起来；其次是将教学内容与科学前沿相结合，激发学生求知探索

科学世界的兴趣。本课程对标生态环境人才培养目标和毕业要求，结合核心知识与生态文明建设的需求，打破原有教材的知识体系，深度挖掘知识间的逻辑关系，有机融入思政元素、学科前沿、沉浸式实践等，形成 3 个知识模块：微生物基础篇、微生物与生态环境的内置关系及原理篇、微生物在生态环境工程中的应用篇（图 1），解决课程难度大、学时有限、教学内容

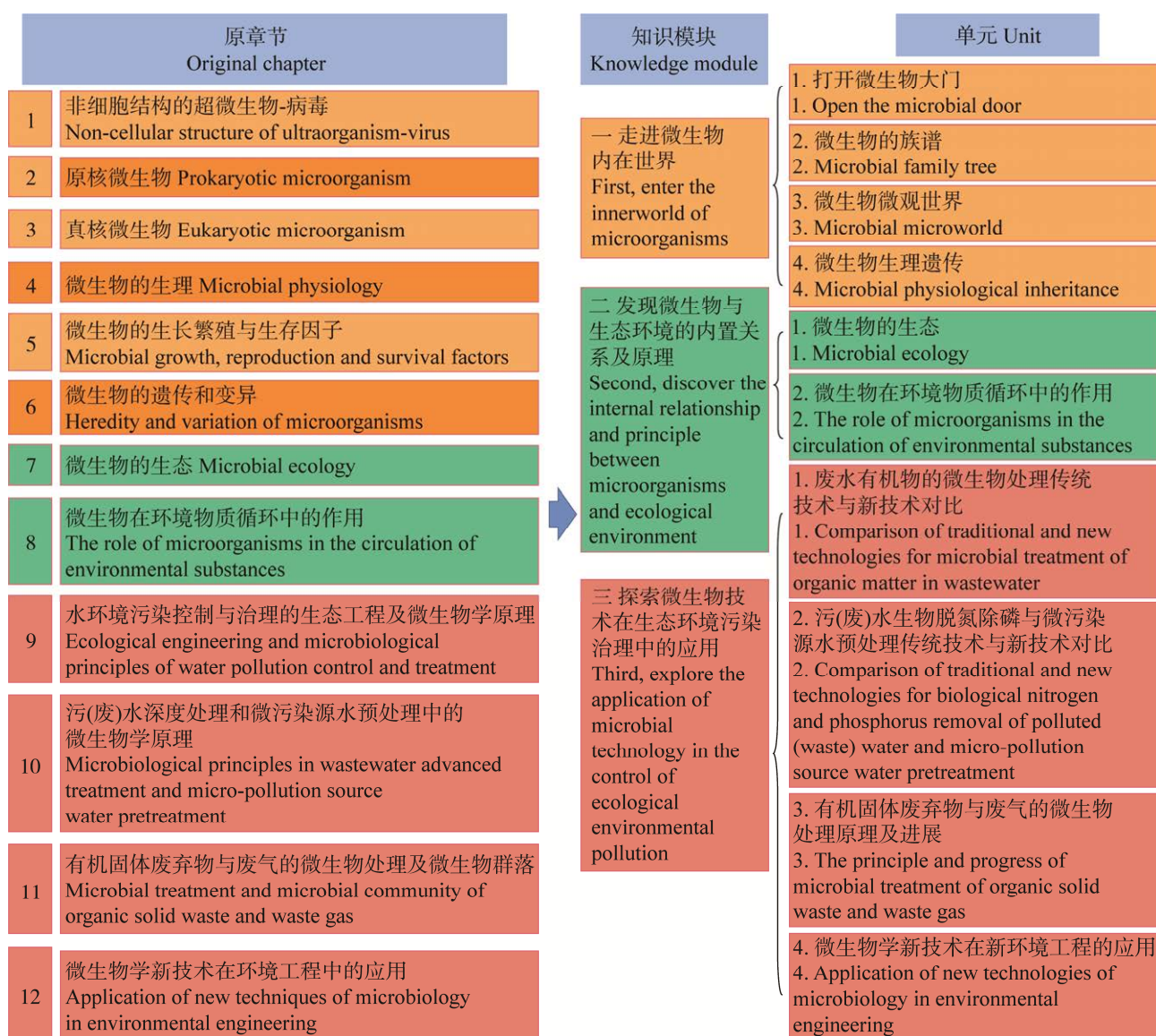


图 1 “环境工程微生物学”知识体系重构

Figure 1 Knowledge system reconstruction of Environmental Engineering Microbiology.

体系性与逻辑性不强、前沿性和创新性不足的问题。通过创新改革,确保教学内容的持续革新,并依照知识间的内在联系重构知识内容,确保知识体系具有先进性和挑战性,为教学目标和毕业要求的达成奠定了坚实的基础。

### 2.3 混合式教学模式初探教学方法创新: 解决痛点三

采用“课前启发式学习—课堂答疑及难点讲解—课堂翻转反馈式教学—沉浸式实践强化理解—科技前沿拓展国际视野”的混合式教学模式,对教学方法进行了改革与创新(图 2)。

#### (1) 课前启发式学习

上课前一周将课程内容的 PPT 和相关资料,例如院士报告视频和相关内容的文献发送到“超星学习通”,学生结合教师发送的线上资料和课本内容提前预习。教师在课堂上通过提

问来考查学生的自学效果。因为新型冠状病毒疫情的原因,原来线下的各种会议转为线上,不仅为学生提供了更丰富的学习资源,更让学生能够观看院士等科学家的一些前沿报告,因此本课程筛选了一些院士报告在课前发到班级群(表 2),让学生了解新时代的生态环境问题、新的技术和发展方向。

#### (2) 课堂答疑及难点讲解

上课前一天老师将该节课程内容相关的问题发送到“超星学习通”,通过测试结果总结出课程的难点,课堂上主要针对课程难点进行讲解并解答学生的问题。这样不仅可以有效解决本校“环境工程微生物学”理论课只有 36 学时的学时不够问题,而且还能提高学生的学习效率,让学生在有限的时间内学习更多的知识。

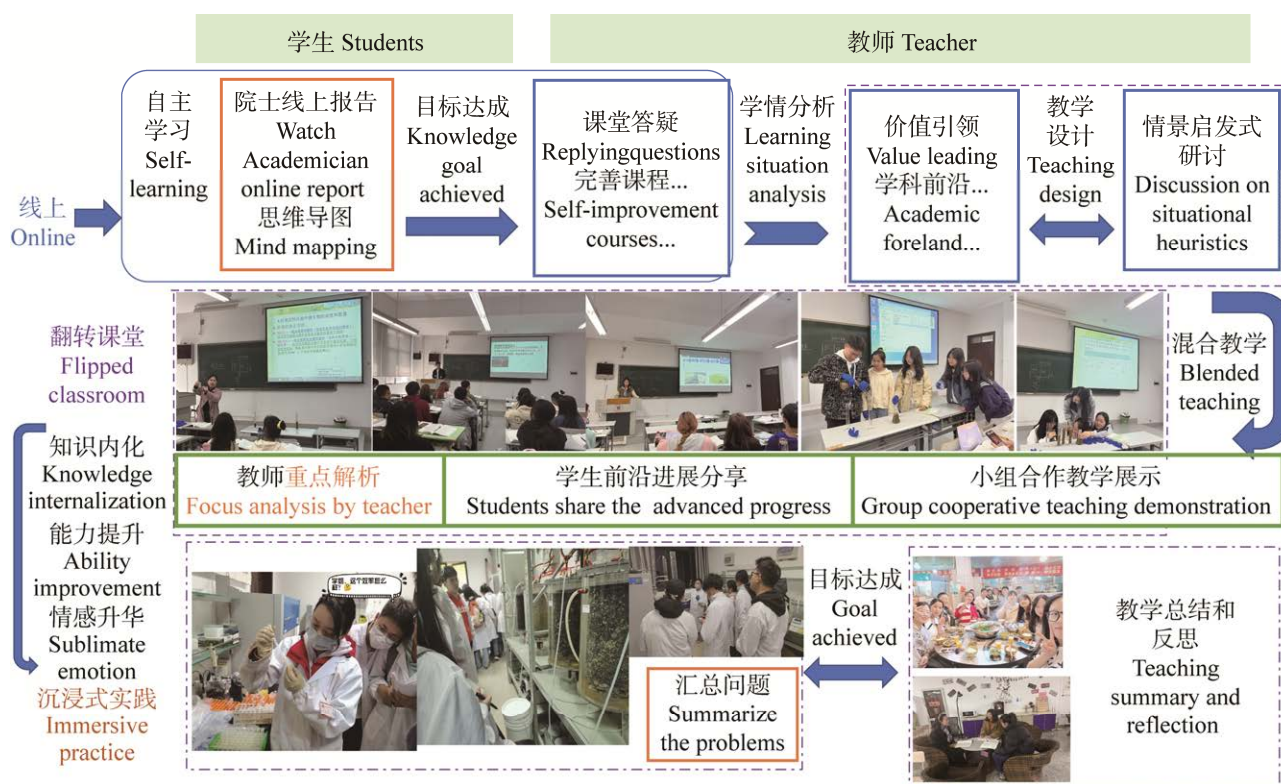


图 2 “环境工程微生物学”混合式教学过程

Figure 2 Blended teaching process of Environmental Engineering Microbiology.

表 2 筛选的线上院士报告汇总  
Table 2 Summary of selected online academician reports

院士姓名 Name of academician	报告标题 Presentation topic
曲久辉院士 Academician QU Jiuhui	环境工程学科几个重要方向性问题 Several important directional problems of environmental engineering major 未来净水技术：低碳与风险控制协同 Future water purification technology: synergy of low carbon and risk control
吴丰昌院士 Academician WU Fengchang	面向 2035 年生态文明建设的水环境安全战略初步研究 Preliminary study on water environment security strategy for ecological civilization construction in 2035 我国水体污染控制与治理十年：成效、支撑与展望 Decade of water pollution control and treatment in China: effectiveness, support and prospect
夏军院士 Academician XIA Jun	变化环境下人与自然和谐需要工程和非工程综合治理措施 The comprehensive engineering and non-engineering management measures of harmony between man and nature under changing environment
侯立安院士 Academician HOU Li'an	新时代中国水安全保障的应对策略 The coping strategy of water security in China in new times
徐祖信院士 Academician XU Zuxin	中国水污染防治形势与挑战 Situation and challenges of water pollution prevention and control in China
彭永臻院士 Academician PENG Yongzhen	我国城市污水处理现状与发展的思考 Consideration on the present situation and development of municipal wastewater treatment in China
杨志峰院士 Academician YANG Zhifeng	生态文明与绿色低碳转型 Transformation towards ecological civilization and green low-carbon
任南琪院士 Academician REN Nanqi	城市水系统污染治理绿色低碳发展 Green and low-carbon development of urban water system pollution control
朱永官院士 Academician ZHU Yongguan	微生物多样性与城市健康 Microbial diversity and urban health 土壤-植物系统中微生物组：进展与思考 Microbiome in soil-plant system: progress and thinking

(3) 课堂翻转反馈式教学

在“环境工程微生物学”的第一堂课就说明将会在每个章节内容学习结束后组织一次分组的课堂讨论，将学生临时分成 8-9 组，每组 5-6 个学生，每组经过讨论后到黑板上写出自己组讨论后认为本章内容一个重要的知识点并用 2 min 阐述原因，且不能和别的组重复。此外，将第十二章“微生物学技术在环境工程中的应用”与微生物在生态环境应用的最新前沿研究相结合进行翻转课堂融合，学生进行自行分组并分工，每组 3-4 个学生，一共分为 10 个小组，自行查

阅微生物在环境中的最新研究并总结，在每次课上选择一个组进行课堂汇报。学生们通过查阅并总结后主要汇报的主题有：利用甲烷氧化菌进行深度脱氮、极端微生物在环境保护中的应用、海洋油污染的微生物处理、微生物在沼气池中的应用、固定反硝化菌对富营养化水体脱氮的实验研究、枯草芽孢杆菌在农业方面的应用、解磷微生物、微生物固定大气中 CO<sub>2</sub>技术等。学生 PPT 汇报时间为 5 min，自由问答时间为 2 min。学生通过查阅文献在课堂上讲解的内容是老师在课堂上未讲过的，同时设置自

由问答环节以提高学生的专注力。通过课堂翻转反馈式教学不仅可以让学生在学的过程中更主动、更认真、学习效果更好,还能培养学生善于总结的能力,让学生主动去了解学习环境工程微生物学的技术前沿。

#### (4) 沉浸式实践强化理解

为了解决学生对课本部分知识和应用理解抽象的问题,例如如何实现好氧和厌氧,如何

控制溶解氧浓度等问题,在本校环境工程系选择正在开展环境微生物学相关的实验让学生分组参观,进行沉浸式实践,并设定一些课程的基本知识引导学生在参观时进行思考,将课程前沿研究和沉浸式学习进行有机结合(表3)。切实落实“学生中心、成果导向、持续改进”的国际工程教育专业认证理念,让学生通过沉浸式实践把“想”“行”“用”有机结合起来。

表3 学生实验室沉浸式学习课题及导向问题

Table 3 Students' lab immersion learning topics and guidance questions

序号 Serial number	项目名称 Project name	导向问题 Orientation problem
1	甲烷氧化菌脱氮研究 Study on nitrogen removal by methanotrophs	1.每个课题的原理是什么? 1. What is the principle of each subject?
2	微生物燃料电池产电及降解新污染研究 Study on electricity generation and degradation of emerging contaminants of microbial fuel cell	2.运用的是什么细菌,从哪里来,是真核还是原核生物? 2. What bacteria are used? Where they come from? Eukaryotic or prokaryotic?
3	氧化亚铁硫杆菌浸矿研究 Bioleaching rock using <i>Acidithiobacillus ferrooxidans</i>	3.好氧培养还是厌氧,如何实现好氧/厌氧? 3. Aerobic or anaerobic culture, how to control aerobic/anaerobic?
4	甲烷氧化菌去除硫酸盐研究 Study on removal of sulfate by methane oxidation bacteria	4.如果是好氧,如何控制溶解氧浓度? 4. If it is aerobic, how to control the concentration of dissolved oxygen?
5	好氧颗粒污泥与藻类共生降解内分泌干扰物研究 Study on degradation of endocrine disruptors by aerobic granular sludge and algae	5.培养条件是什么? 5. What are the culture conditions?
6	好氧颗粒污泥法去除微塑料性能及机理研究 Study on the performance and mechanism of microplastics removal by aerobic granular sludge	6.是分批培养还是连续培养?如果是连续培养,是哪种连续培养? 6. Is it batch culture or continuous culture? If it is continuous culture, what kind of continuous culture is it?
7	可降解微塑料制作花盆对土壤微生物群落的影响 Effects of degradable microplastics on soil microbial community in flowerpots	7.连续培养如何进水和出水? 7. How to feed and discharge water in continuous culture?
8	水稻秸秆与剩余污泥联合厌氧消化性能研究 Study on the performance of combined anaerobic digestion of rice straw and excess sludge	8.确定生物量的方法? 8. How to confirm biomass?
9	剩余污泥厌氧消化资源化利用 Anaerobic digestion resource utilization of excess sludge	9.需要测定哪些指标,每个指标测定的目的是什么? 9. What indicators need to be measured, and what is the purpose of each indicator?
10	高效耐锑约翰逊不动杆菌耐性机制及其对锑矿废水的修复研究 Tolerance mechanism of high-efficiency antimony-resistant <i>Acinetobacter Johnsonii</i> and its remediation of antimony mine wastewater	10.处理效率如何? 10. How about the performance?

以第九章的“活性污泥法”为例,课前将课程 PPT 发给学生们结合课本预习,并将彭永臻院士的“我国城市污水处理现状与发展的思考”线上报告视频发给学生们学习,然后在课堂上进行难点解答。另外,按照课程进度有序开展学生们的翻转课堂教学,同时将目前污水处理厂存在的环境问题及出现的新技术(如“好氧颗粒污泥”)向学生们介绍,从而使得学生们了解科技前沿进而拓宽国际视野。课后让学生们参观学习研究生课题模拟污水处理厂 SBR 工艺开展的“好氧颗粒污泥与藻类共生降解内分泌干扰物”的研究,强化理解 SBR 工艺以及工艺环节各参数的调节过程与工作流程。

#### 2.4 多元化评价方式,常态化反馈改进:解决痛点四

课程评价方式会在较大程度上影响学生的学习态度,因此,有效解决传统教学过程中评价方式单一的缺陷非常重要<sup>[8-9]</sup>。将原来只有期

终考试的评价模式调整为采用过程性评价和期终考试评价相结合的评价模式,具体考评模式详见图 3。这种考核评价模式加强了对学生整个学习过程的学习态度、学习能力和学习成效的评价,也便于教师反思教学过程中的问题,制定应对措施和改进计划。达到以评促学、以评促教的目的,全面、有效地提升学习效果和教学效果。

### 3 教学创新成果

本教学团队通过近 2 年逐步进行的教学改革与创新,从传统、简单的线下线上教学到现在的混合式教学,从最初的“教师讲、学生听”,到现在的学生参与教学,从最初的课程思政入眼入耳,到现在的入脑入心,不断迭代升级、持续改进。通过对 2018 级和 2020 级学生问卷调查结果的分析,新的教学模式使学生的学习效果得到了显著提升(图 4)。

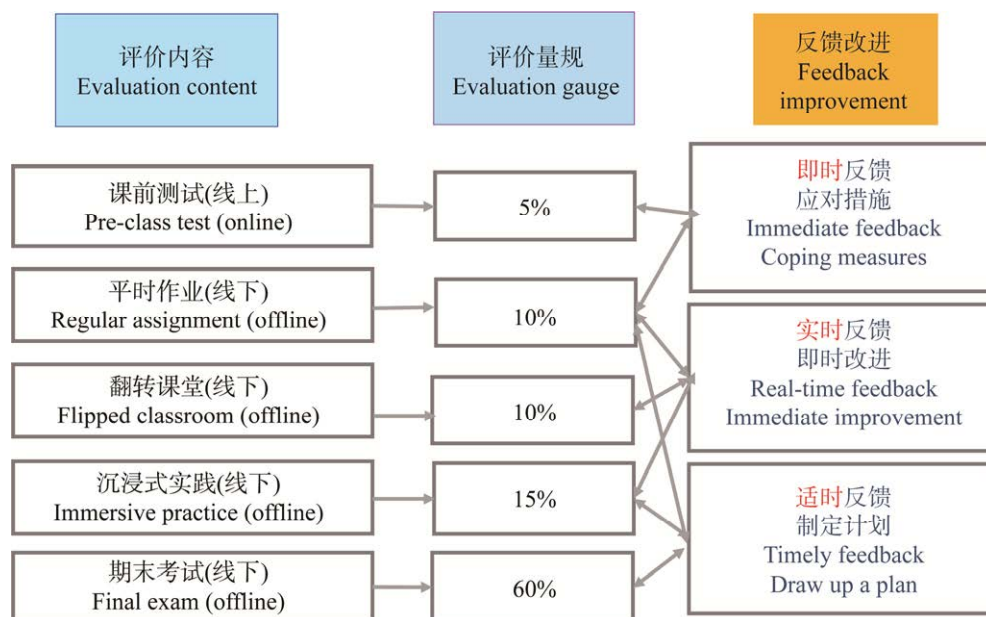


图 3 “环境工程微生物学”评价方法设计

Figure 3 Design of evaluation method for Environmental Engineering Microbiology.

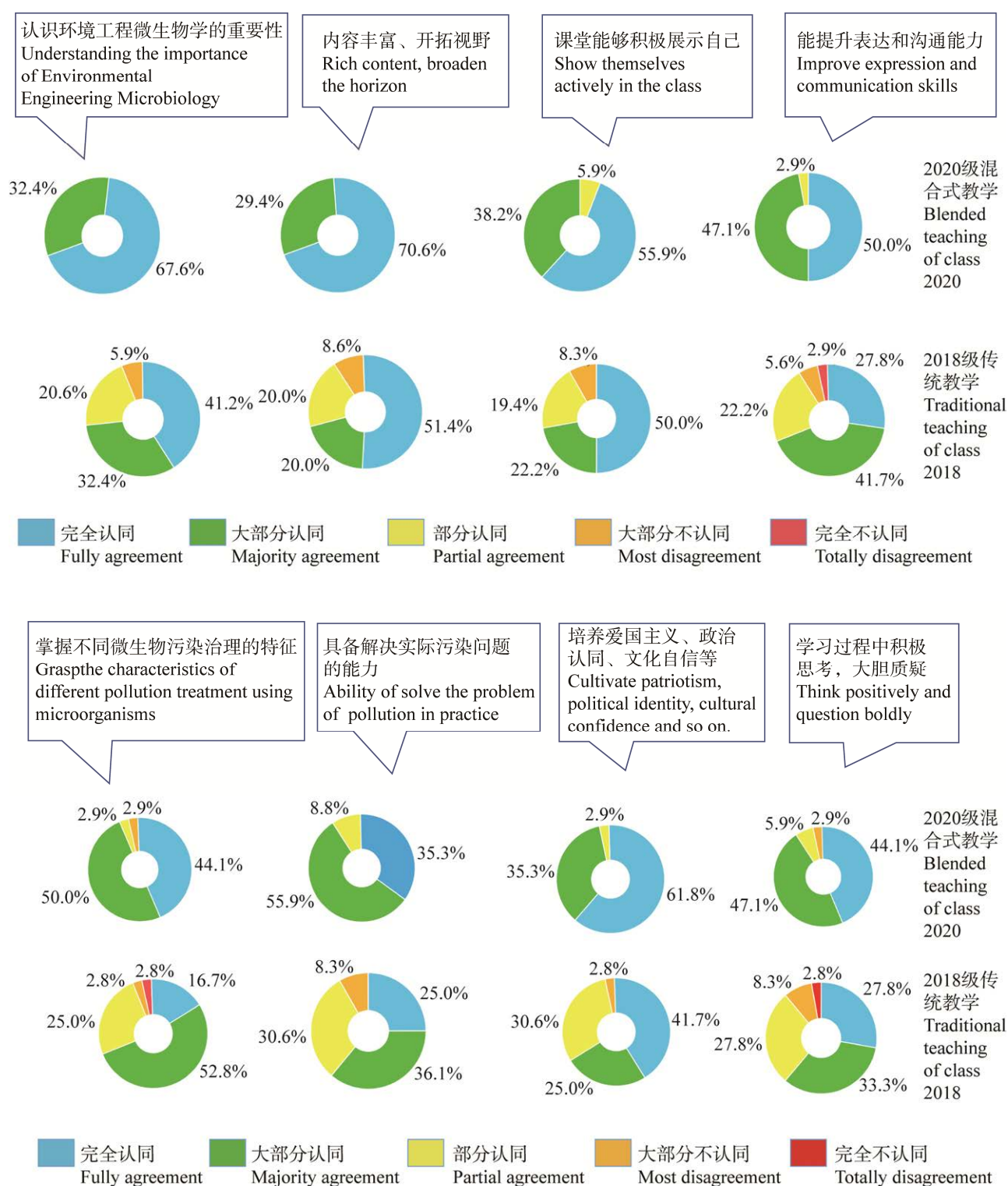


图4 “环境工程微生物学”教学效果

Figure 4 The teaching achievement of Environmental Engineering Microbiology.

## 4 总结

针对本校“环境工程微生物学”教学中存在的痛点问题,在思政元素融入、课程体系、教学方法、评价体系等方面进行了改革创新实践,学生们对本教学课程的满意度、认可度得以显著提升。通过本校“环境工程微生物学”的教学改革,使得课程从多维度、全方位进行革新,让学生更易汲取知识要点。当前正处于我国生态文明建设负重前行的关键期时期,唯有坚定不移地立足于新发展阶段,并从始至终地贯彻新发展理念,才能培养出综合能力强、专业素养高、服务于生态环境保护的创新型环保人才。

## REFERENCES

- [1] 蒋丽娟, 王晓琳, 肖琳, 杨柳燕. 环境微生物学翻转课堂教学改革探索[J]. 微生物学通报, 2018, 45(7): 1597-1602.  
JIANG LJ, WANG XL, XIAO L, YANG LY. Reform of Environmental Microbiology based on flipped classroom[J]. Microbiology China, 2018, 45(7): 1597-1602 (in Chinese).
- [2] 王世梅. 环境工程微生物学教学改革探索与学生创新能力的培养[J]. 微生物学通报, 2019, 46(4): 940-943.  
WANG SM. Exploration on the curriculum reform of Environmental Engineering Microbiology and cultivation of students innovative ability[J]. Microbiology China, 2019, 46(4): 940-943 (in Chinese).
- [3] 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 HH, HUANG TL, ZHU LL, YANG FL, PAN SX, ZHANG H. 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 (in Chinese).
- [4] 廖雅, 侯晓姝, 任晓红. “三水”统筹视角下京津冀地区城市水生态环境保护策略分析[J]. 环境科学, 2022, 43(4): 1853-1862.  
LIAO Y, HOU XS, REN XH. Analysis of the urban water eco-environment protection strategy in the Beijing-Tianjin-Hebei region from “three waters” overall planning[J]. Environmental Science, 2022, 43(4): 1853-1862 (in Chinese).
- [5] 李月辉, 胡远满, 王正文. 山水林田湖草沙一体化保护和修复工程与景观生态学[J]. 应用生态学报, 2023, 34(1): 249-256.  
LI YH, HU YM, WANG ZW. Mountain-water-forest-farmland-lake-grassland-sandland holistic protection and restoration engineering and landscape ecology[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2023, 34(1): 249-256 (in Chinese).
- [6] 王深, 吕连宏, 张保留, 王斯一, 吴静, 付加锋, 罗宏. 基于多目标模型的中国低成本碳达峰、碳中和路径[J]. 环境科学研究, 2021, 34(9): 2044-2055.  
WANG S, LÜ LH, ZHANG BL, WANG SY, WU J, FU JF, LUO H. Multi objective programming model of low-cost path for China's peaking carbon dioxide emissions and carbon neutrality[J]. Research of Environmental Sciences, 2021, 34(9): 2044-2055 (in Chinese).
- [7] 郝英君, 石鹏. 识微知著, 盐溶于汤: 环境微生物学课程思政教学实践探索[J]. 现代职业教育, 2022(39): 37-39.  
HAO YJ, SHI P. Know little and know well, salt in soup: exploration of ideological and political teaching practice in Environmental Microbiology course[J]. Curriculum Teaching Topics, 2022(39): 37-39 (in Chinese).
- [8] 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 China, 2009, 36(11): 1766-1771 (in Chinese).
- [9] 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, 32(9): 1432-1435.  
ZHANG QF, CHI NY. Establishment and implementation of the evaluation system in microbiology experimental education[J]. Microbiology China, 2009, 32(9): 1432-1435 (in Chinese).