

“环境工程微生物学”面向深度学习的线上线下混合式教学与翻转课堂的探索与实践

符波, 刘和*, 张衍, 王丽红, 王新华

江南大学环境与土木工程学院, 江苏 无锡 214122

符波, 刘和, 张衍, 王丽红, 王新华. “环境工程微生物学”面向深度学习的线上线下混合式教学与翻转课堂的探索与实践[J]. 微生物学通报, 2023, 50(8): 3713-3724.

FU Bo, LIU He, ZHANG Yan, WANG Lihong, WANG Xinhua. Exploration and practice of deep learning-oriented online-offline blending teaching and flipped classroom in Environmental Engineering Microbiology[J]. Microbiology China, 2023, 50(8): 3713-3724.

摘要: 线上线下混合式教学模式是线上和线下教学两者优势相结合的新型教学模式, 可以满足“互联网+”时代和新时期高校本科教学改革的新需求。江南大学“环境工程微生物学”课程基于前期成功建设在线课程的基础上, 连续 3 年实施了面向深度学习的线上线下混合式教学与翻转课堂的探索与实践。探索实践结果表明, 该教学模式中课程内容重构、教学资源建设、多种教学方式融合和考核方式改革对培养学生自主学习、分析解决问题、团队合作、沟通交流能力和国际视野有积极作用, 并取得了显著效果。本文也对该课程线上线下混合式教学和翻转课堂的探索与实践进行了总结和思考, 为高校环境科学与工程类专业课程教学模式改革提供参考。

关键词: 环境工程微生物学; 线上线下混合式教学; 翻转课堂; 教学改革

Exploration and practice of deep learning-oriented online-offline blending teaching and flipped classroom in Environmental Engineering Microbiology

FU Bo, LIU He*, ZHANG Yan, WANG Lihong, WANG Xinhua

School of Environmental and Civil Engineering, Jiangnan University, Wuxi 214122, Jiangsu, China

Abstract: The online-offline blending teaching, a new teaching mode combining the advantages of online teaching and offline teaching, adapts to the background of “Internet plus” and the

资助项目: 2021 年江苏省高等教育教改研究课题(2021JSJG098); 2021 年江南大学本科教育教学改革研究项目(JG2021081)
This work was supported by the Research Project of Teaching Reform in Higher Education of Jiangsu Province (2021JSJG098) and the Research Project of Teaching Reform in Undergraduate Education of Jiangnan University (JG2021081).

*Corresponding author. E-mail: liuhe@jiangnan.edu.cn

Received: 2022-11-23; Accepted: 2023-01-16; Published online: 2023-02-27

undergraduate education reform in China. Since the establishment of the online course Environmental Engineering Microbiology in Jiangnan University, deep learning-oriented online-offline blending teaching and flipped classroom has been performed for three continuous years. The exploration and practice indicated that the reorganization of course content, the integration of teaching resources, the combination of diverse teaching methods, and the reform of examination way in this teaching mode benefited the cultivation of students' abilities of self-study, problem solving, team cooperation and communication as well as international horizon. In this paper, we summarized and reviewed the blending teaching and flipped classroom in this course, hoping to provide valuable references for the reform of teaching mode in specialized courses of environmental science and engineering in colleges and universities of China.

Keywords: environmental engineering microbiology; online-offline blending teaching; flipped classroom; teaching reform

“环境工程微生物学”课程是环境科学与工程类本科生的学科基础课。课程以微生物学理论与技术为基础，重点研究微生物与环境污染的相互关系，特别是如何利用微生物有效降解日趋严重的多种多样环境污染物，从而为解决环境污染问题提出有效的方法、技术和理论基础。课程涉及的知识面广、学科交叉性强，与生命科学、化学、材料科学、工程学等学科有非常紧密的联系。相关部门全面推进一流专业建设“双万计划”和一流课程建设“双万计划”，提出了打造高阶性、创新性、挑战度“两性一度”的金课，各高校正在进行大学“金课”建设的探索和实践^[1-3]。随着“互联网+”时代发展和新时期高校本科教学改革需求，必然对环境工程微生物学课程教学提出了更高的要求^[4-5]。

线上线下混合式教学模式是线上和线下教学两者优势互补的新型教学模式。翻转课堂是把传统课堂上教师讲授知识、学生课后复习巩固的教学模式，翻转为学生课前自主学习、课堂上则在教师指导下进行问题解决、合作探究等深入学习^[6]。翻转课堂的核心在于将大量教师课堂讲授移出至课外，从而利用有限的宝贵

课堂时间进行深层次学习^[7]。线上线下混合式教学过程中，翻转课堂可作为线上教学和线下教学之间的桥梁，学生可以充分利用线上资源进行线上自主学习，线下课堂中则有更多时间进行师生互动、交流讨论、现场参观等深度学习，从而达到重点难点知识的学习和知识运用能力的培养。

江南大学“环境工程微生物学”课程自2000年环境工程专业开设即为学科基础课程，2013年设定为双语课程，2015年建设为江南大学卓越课程，实行小班授课制，2018年建设为江南大学在线课程，2021年认定为江苏省首批一流本科课程。由于40学时课堂上很难将所有内容充分展示和融会贯通，因此，如何在有限的学时内让学生掌握微生物学基础知识并运用其分析解决环境工程问题的能力是本课程的核心任务，也是教学过程中极具挑战性的一面。该课程依托环境工程国家一流本科专业的建设，进行了持续的课程建设和改革实践。课程秉承“以学为中心”的教学理念，进行了面向深度学习的线上线下混合式教学和翻转课堂的探索和实践。学生课前线上自主学习教学视频并完成相

应的线上测验,达到掌握基本知识的目的。线下课堂中融合多种教学方式,以学生为主体,侧重学生重点难点知识的理解和知识运用能力的拓展。

1 环境工程微生物学课程内容重构与教学资源建设

1.1 课程目标

环境工程微生物学课程旨在提升学生运用微生物学基本原理识别和表述复杂环境工程问题的能力,以及分析和解决环境工程研究中机理问题的能力。本课程主要目标有:(1)能够在我国生态文明建设大背景下,初步了解我国环境污染和治理的现状,深刻认识环境微生物在污染治理中的作用,理解人与自然和谐相处;(2)掌握环境工程所涉及的微生物学基础知识,包括各类微生物的形态与构造、微生物的生理与代谢规律、微生物在生态环境中发挥的作用、环境生态工程的微生物原理与应用,理解并系统掌握环境微生物在实际环境工程中的作用原理;(3)可以用英文进行专业问题的基本交流,并用英语完成课程作业和试卷考核,能够在跨文化背景下进行沟通和交流。

1.2 课程内容重构

课程理论学时为40学时,课程内容包括了基础微生物学内容(18学时)、与环境工程密切交叉的环境微生物生态(3学时)、微生物的地球化学元素循环(3学时)、微生物在环境污染治理中的作用(12学时)、环境微生物新技术在环境工程中的应用(4学时)。结合本校环境工程一流本科专业特色和课程设置情况,在课堂教学过程中对教材现有知识体系进行了优化,重构为基础知识、工程应用和技术前沿3个模块8个单元(图1)。从微生物的基础知识到技术应用,

最终到技术前沿,从理论到应用,逐级递进,有助于学生形成系统的知识结构体系。第二章“原核微生物”章节中细菌、蓝细菌、放线菌分别与第三章“真核微生物”中真菌、藻类、霉菌存在相似之处,因此前移第三章部分内容与第二章同时讲授并进行比较分析,有助于学生归纳总结原核微生物与真核微生物的异同之处。由于废水生物处理的技术应用与微生物地球化学元素循环的自然现象具有相似的微生物原理,因此将第八章、第九章和第十章部分内容相结合,分别按照废水好氧厌氧生物处理与碳循环、废水生物脱氮与氮循环、废水生物除磷与磷循环三部分讲解,加强学生的知识迁移能力。

课时有限的条件下,精简部分教材内容可留出时间进行专业英语学习和知识扩展。“微生物的遗传和变异”这一章节内容与环境工程科学相关性较小,仅介绍与分子生物学有关的基础知识,补充讲解目前应用较多的“环境微生物分子生态学”内容,并且内容后移至“微生物生态”之后学习使其更连贯。由于后续开设了环境工程专业核心课程“水污染控制工程”“大气污染控制工程”和“固体废物处理与处置”等课程,因此本课程重点讲授环境生物处理中的微生物学原理,仅对相关的工艺和流程作简单介绍,从而精简内容。最后一章“微生物新技术在环境工程中的应用”教材内容较为陈旧,设置为线上自学章节。同时,节选英文教材中Chapter 2、3、10、16、19、25和26进行对应的英文教学内容学习,提高专业英语水平(图1)。此外,从环境焦点事件、气候热点话题、技术研发进展、科研学术论文、科技最新成果等多个方面入手,拓展技术前沿内容,侧重教学内容的深度,开阔学生的国际视野。

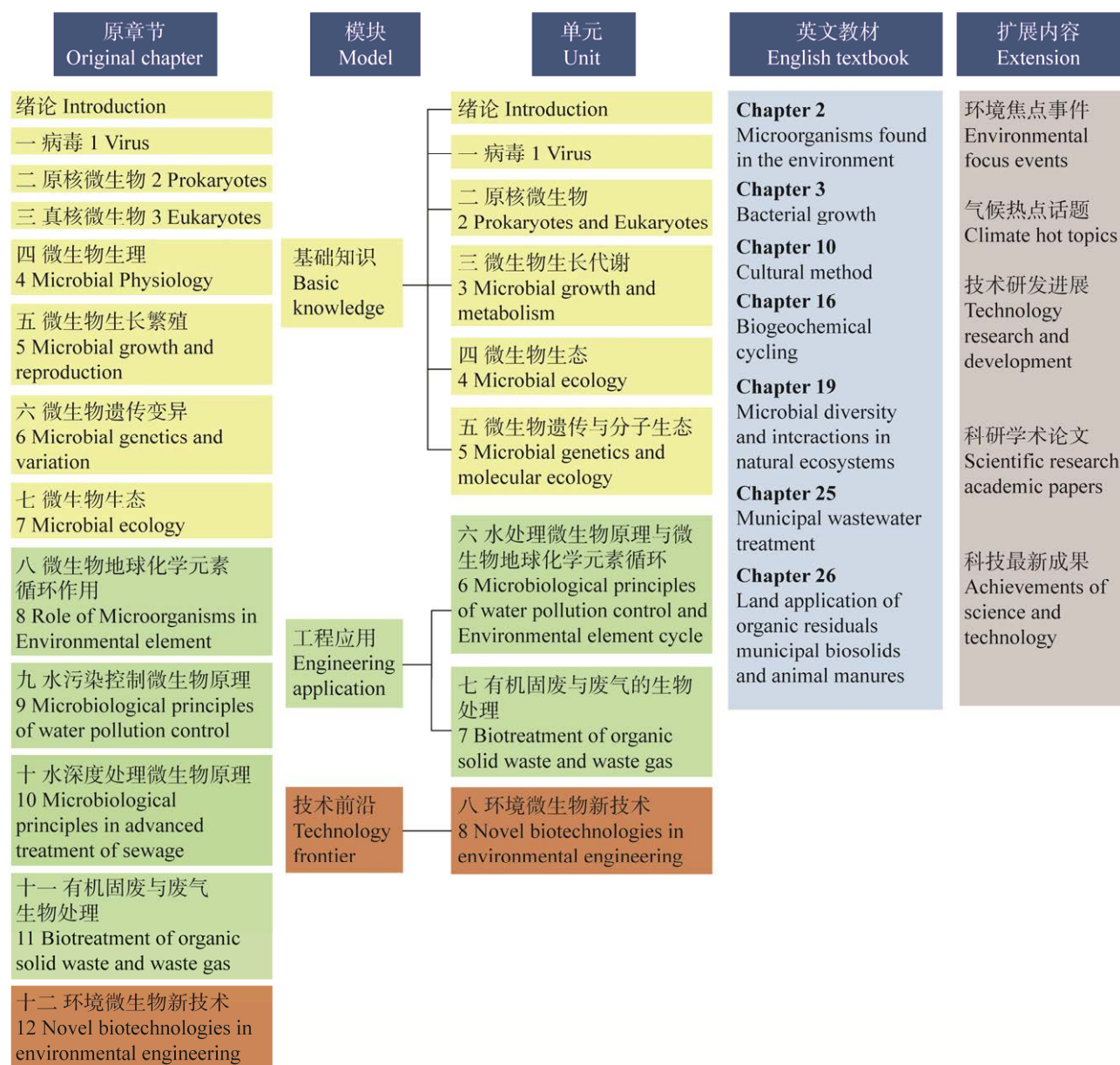


图 1 课程教学内容重构与扩展

Figure 1 The reorganization and extension of course content.

1.3 课程资源建设

课程以中文教材《环境工程微生物学》^[8]为主。依托国际优秀教材 *Environmental microbiology*^[9], 节选英文教材中 Chapter 2、3、10、16、19、25 和 26 进行对应的英文教学内容学习环境工程生物学的基本知识和理论框架。学院图书馆为

每位学生提供一本纸质英文教材, 同时我们也为学生提供了电子版的英文教材。此外, 基于科技论文研究和技术应用报道等前沿进展动态更新最后一章关于环境微生物新技术的内容, 形成了紧跟国际学科前沿的课程教学内容和教学体系。

江南大学近几年建设的“江南大学慕课平台”为教师更好地组织教学和开展线上线下混合式教学提供了坚实的支撑,尤其是在近三年疫情期间发挥了重要作用,有效保障了江南大学教学工作平稳有序地进行。课程团队自编自导录制了 540 min 的 41 个教学视频,已上线江南大学慕课平台(<https://jiangnan.fanya.chaoxing.com/portal>)和中国大学 MOOC 平台 SPOC 课程(<https://www.icourse163.org/spoc/course/JIANGNAN-1462157162>)。其中,基于本校环境工程一流专业的学科特色和主讲教师团队的科研成果,将 3 项科研成果“基于 DNA 微生物检测技术”“污泥厌氧发酵产酸资源化利用技术”和“污泥生物脱水技术”录制为视频替换最后一章“微生物新技术在环境工程中的应用”教材内容,丰富教学案例,重构课程知识体系。此外,还建有 20 个非视频资源、19 个讨论主题和 202 道习题的习题库等线上资源。

2 混合式教学和翻转课堂的教学设计和实施

翻转课堂将学生线上自主学习与线下汇报讨论有机结合,是自主学习、研究型学习和合作学习相结合的新模式,是混合式教学模式中非常重要的一个环节。在混合式教学中,教学团队共同讨论,确定哪些内容适合学生线上自学,哪些内容适合课堂线上线下混合式授课,而哪些内容适合进一步拓展,留给学有余力的学生按需学习等。

课程教学主要通过“课前-课中-课后”这 3 阶段开展实施。课前:学生线上预习教学视频,完成课前测验,初步了解所学理论知识和导向性认识;课中:通过任务式、案例式、启发式、讨论式交流等教学方法,对相关知识和问题进行线下交流,提高学生自主学习和积极思考;

课后:通过测验作业、查阅学习资料、线上讨论答疑等教学活动,巩固和加强理论知识的学习。线上学习的学习数据例子如表 1 所示。

2.1 任务驱动式教学法

通过任务驱动式的教学方法开展线下课堂教学内容,提升学生的自主学习、团队合作和沟通表达能力。教师先讲解任务完成所需资料和方法,并提出任务要求;课前,学生分小组合作讨论,做好任务准备工作;课中,学生就任务进行现场交流并互相评分,教师同时评分并点评;课后,教师发放调查问卷,收集反馈意见并总结改进。以第十二章“微生物新技术在环境工程中的应用”的学习为例,模拟学术会议海报展示交流为任务开展教学活动。

2.1.1 章节目标

学生通过自主查阅文献和小组讨论,制作主题为“一种新型的微生物技术在环境工程中的应用”的英文学术海报并进行展示和交流,同时了解环境工程微生物技术的前沿领域。

2.1.2 内容与资源

采用的教学资源主要包括线上教学视频、文献检索方法(PPT 课件)、学术海报样例、学术期刊数据库。

2.1.3 教学方法与手段

采用的教学方法主要包括任务教学法、讲述教学法、讨论教学法、角色扮演法。

2.1.4 教学过程

第 1 步:教师在课堂上说明“微生物学新技术在环境工程中的应用”的教学内容和要求,并讲解文献检索方法和学术海报的制作方法。学术海报的制作要求具体如下:主题为一种新型的微生物技术在环境工程中的应用;形式为海报展示结合口头介绍(4 人/组,7 组,分工明确,共同合作);内容为查阅环境微生物技术的最新文献报道,制作英文海报,图文并茂,学

表 1 2019–2020 学年第二学期在线学习数据

Table 1 Online learning data of the second semester of 2019–2020 academic year

课程资源分类	分类栏	栏目信息
Course resources	Category	Items
授课视频 Lecture video	总数量 Quantity	41
	总时长 Time	540 min
非视频资源 Non-video resources	数量 Quantity	20
	测验和作业 Quizzes and Assignment	总次数 Times 习题总数 Quantity 习题类型 Type 参与人数 Number of people
考核 Evaluation	次数 Times	8
	试题总数 Quantity	4
	参与人数 Number of participants	100%选课人数 Total participants
	校内使用情况 Service condition on campus	课程通过人数 Number of students passing the course 班级数 Number of classes 班级 Class and grade 选课人数 Number of courses enrolled 在线通过人数 Number of students passing the online course

生们结合海报讲解该技术的微生物原理、特点和应用领域(可举例说明);要求为提前一周上课前将分组名单发送给老师,上课之前将每组海报粘贴于教室墙壁。海报尺寸大小为宽 60 cm×高 90 cm,并标明每组学生的名字;补充说明为海报打印费用将由学习委员统一支出报销,每组限一次海报打印费。

第 2 步:学生们两周时间内进行学术海报的制作;教师准备和打印学生互评表,设置海报内容(充分性、前沿性、美观性)和团队展示(合作度、逻辑性、清晰度)6 个打分项。


第 3 步:学生课堂上将海报张贴至教室,2 个学时的展示和互动交流(图 2),教师进行 1 个学时的总结点评。学生互评和教师评分,将其汇总后计入个人的平时成绩。

第 4 步:课程结束发放学生课程质量调查


问卷,收集学生对海报展示这种教学方式的反馈和建议,评价教学效果并据此整理下一年的改进方向和措施,针对出现的问题进行调整。

2.1.5 评价与反馈

学生们在英文海报制作和展示方面体现了较好的合作能力、自主学习能力和表达沟通能力。课程质量调查问卷中就学生对自主查阅文献、小组讨论、课堂海报展示等教学环节的满意度和学生认为收获较大的教学方式(最多 3 种)进行了相关调查,结果显示学生对查阅文献-小组讨论-海报展示这个教学环节的满意度为 100%,70.4%的学生认为团队合作查阅文献制作学术海报并展示交流这种教学方式收获很大,这表明该教学方式很受欢迎,可有效地提高个人自主学习能力和表达能力、团队合作意识和国际视野(图 3)。总体而言,该教学章节的教学效果不错。



A Novel Intimately Coupling Photocatalysis and Biodegradation (ICPB) System
Yu Ma, Man Zhao, Wei Wu



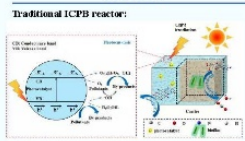
江南大学

Introduction

The direct coupling technology of photocatalytic oxidation and biodegradation was first proposed in 2008. The technology combines the photocatalyst and microorganisms through the macroporous carrier. The photocatalyst is loaded on the external surface of the carrier, and the biofilm is grown on the internal pores of the carrier. Its main working principle is that photocatalyst can degrade organic matter into bioavailable intermediate products, and microorganisms can rapidly utilize the intermediate products, and finally make the pollutants highly degraded and mineralized. ICPB technology combines the high efficiency of photocatalysis technology with the economic and safety advantages of biodegradation technology. It not only overcomes the problems of photocatalysis in salinity and input cost, but also overcomes the shortcomings of microbiological method in tolerance and reaction cycle.

Method

Traditional ICPB reactor:



The improved reactor consists of a photocatalytic zone, a biofilm zone (aerobic biofilm) and a micropore fiber membrane. In the experiment of degradation of 4-FP, microbial photosynthesis provides oxygen for bacteria and photocatalytic degradation of 4-FP. Photocatalytic products and bacterial products provide carbon sources for the production of oxygen and metabolism of microalgae. Photocatalytic fiber can degrade 4-FP quickly and reduce visible light on its surface.

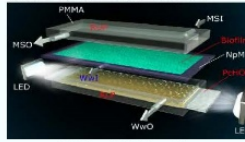


Fig. 1 The photocatalytic fiber biodegradation reactor. PPMMA: porous poly(methyl methacrylate); MSU: silica liquid outlet; MSI: silica liquid inlet; RE: reactor cover plate; NPK: nuclear pore membrane; WWO: waste liquid inlet; WWO: waste liquid outlet; PPH: photocatalytic fiber.

Result & Discussion

Both of the DOC removal rate and decoloration rate of the coupling degradation of photocatalysis and biofilm are significantly higher than those of the single photocatalysis and biofilm degradation, and the degradation activity of the coupled system can maintain multiple cycles.

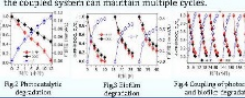


Fig. 2 Photocatalytic degradation




Fig. 3 Coupling of photocatalysis and biofilm degradation

Result & Discussion

In the coupling system of photocatalysis and biofilm, the amount of biofilm increases continuously. This is based on the rapid degradation and decoloration of 4-FP by heterotrophic microorganisms, which makes the microbial biofilm tolerate the toxicity of 4-FP sustainably.

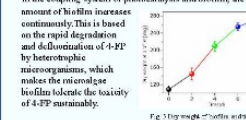


Fig. 3 The growth of biofilm on the fiber

In this process, the number of different kinds of bacteria also changed. Among them, *S. solisphaera* is the most abundant, which has a strong ability to degrade organic matter and resistance to toxic organic compounds. The bacteria have adjusted themselves to adapt to the environment, which has promoted the close cooperation among microalgae, bacteria and photocatalysis. As a result of that, 4-FP can be removed quickly and continuously.

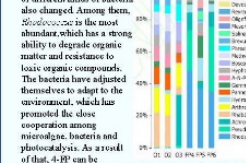



Fig. 4 The relative abundance of the top 20 bacterial genera in the EC-AnMBR, EF-AnMBR, and AnMBR. Taxonomic structure of the bacteria after 5 days.


Conclusion

- ICPB technology is suitable for the treatment of many refractory organic pollutants, including nitrogen-containing compounds, phenolic compounds, and biological and so on, so it can be used to treat medical wastewater and dye wastewater.
- The coupling of photocatalysis and biology overcomes the shortcomings of incomplete photocatalysis alone, and the single biofilm is easily affected by the toxicity of organic pollutants and difficult to be degraded continuously.
- ICPB system will play an important role in many other applications, including heavy metal removal, soil remediation, chemical production, catalytic oxidation of volatile organic compounds and so on. These potential scenarios can be combined with ICPB technology to tap a good application potential.

Reference
LI FQ, LAN XF, WANG LL, KONG XY, XU P, THY Y, LIU GQ, SHI JS. An efficient photocatalyst coating strategy for intimately coupled photocatalysis and biodegradation (ICPB): Powder spraying method. *Chemical engineering journal*. 2020; 383: 123092



Electrochemical anaerobic membrane bioreactor technology
Shuting Xu, Le Yang, Zhiqiang Huo



江南大学

Introduction

The advantages of anaerobic membrane bioreactor (AnMBR) technology, which combines traditional anaerobic digestion with membrane filtration system. However, serious membrane fouling limits the application of anaerobic membrane bioreactors (AnMBRs) in sewage treatment. Herein, a novel electrochemical AnMBR (eAnMBR) was established by integrating electrocoagulation and a conductive membrane into an AnMBR. Compared with the traditional AnMBR, TP average removal rate increased by 24.97% and the membrane service cycle extended by 109.66% in the eAnMBR.

Principle

- The membrane achieved complete separation of HRT and SRT.
- The combined effect of coagulation and electric field induced a porous and hydrophilic cake layer, resulting in excellent water permeation capabilities.
- The conductive membrane cathode effectively suppressed membrane fouling by the electrostatic repulsion and gas scouring.
- The presence of an electric field and iron ions enriched the diversity of the microbial community, which may improve the adaptability of biological systems to environmental changes.

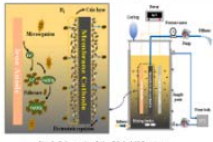


Fig. 1 Schematic of the EC-AnMBR setup.

Analysis and discussion

As shown in Fig. 2, the microbial communities of the EC-AnMBR, EF-AnMBR, AnMBR, and raw anaerobic digester sludge were different due to various physicochemical conditions. In comparison, the proportion of microbial species was distributed relatively evenly in the EC-AnMBR, which may be attributed to the addition of Fe (II).

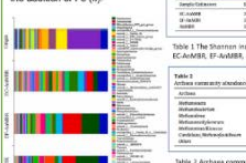


Table 1 The Shannon index of bacteria and archaea in the EC-AnMBR, EF-AnMBR, and AnMBR.

Index	EC-AnMBR	EF-AnMBR	AnMBR
Bacteria	4.21	4.18	4.15
Archaea	1.85	1.82	1.80

Table 2 Archaea community abundance at genus level (%)

Genus	EC-AnMBR	EF-AnMBR	AnMBR
Methanohalobium	45.2%	52.3%	76.2%
Methanohalobium	10.2%	12.1%	18.5%
Methanohalobium	5.1%	6.3%	9.8%
Methanohalobium	3.2%	4.5%	7.1%
Methanohalobium	2.1%	2.8%	4.3%
Methanohalobium	1.5%	2.0%	3.1%
Methanohalobium	1.2%	1.6%	2.4%
Methanohalobium	0.8%	1.1%	1.7%
Methanohalobium	0.5%	0.7%	1.1%
Methanohalobium	0.3%	0.4%	0.6%

Table 3 Archaea community abundance at genus level (%)

Genus	EC-AnMBR	EF-AnMBR	AnMBR
Methanohalobium	45.2%	52.3%	76.2%
Methanohalobium	10.2%	12.1%	18.5%
Methanohalobium	5.1%	6.3%	9.8%
Methanohalobium	3.2%	4.5%	7.1%
Methanohalobium	2.1%	2.8%	4.3%
Methanohalobium	1.5%	2.0%	3.1%
Methanohalobium	1.2%	1.6%	2.4%
Methanohalobium	0.8%	1.1%	1.7%
Methanohalobium	0.5%	0.7%	1.1%
Methanohalobium	0.3%	0.4%	0.6%

Fig. 2 Microbial community analysis of sludge at the genus level in the EC-AnMBR, EF-AnMBR, and AnMBR.

EF application and Fe(II) ion addition increase the diversity of microbial community and facilitate the formation of a diverse and stable system, which would benefit the contaminant removal and nitrification. As shown in Table 2, a shift in the composition of methanogens community was observed with the addition of Fe and Fe (II) ion.

Application

EC-AnMBRs can be used as a technology to treat municipal waste water

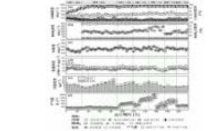


Fig. 3 Long-term operational results of the pilot-scale EC-AnMBR




Fig. 5 Diagram of the pilot-scale EC-AnMBR system

EC-AnMBRs can be used as a technology in the process of kitchen waste treatment

- Reduce greenhouse gas emissions
- Reduce energy consumption
- The higher removal of TP and long membrane service time

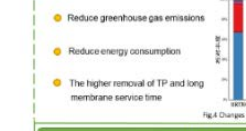


Fig. 4 Changes of Archaea community in reactor

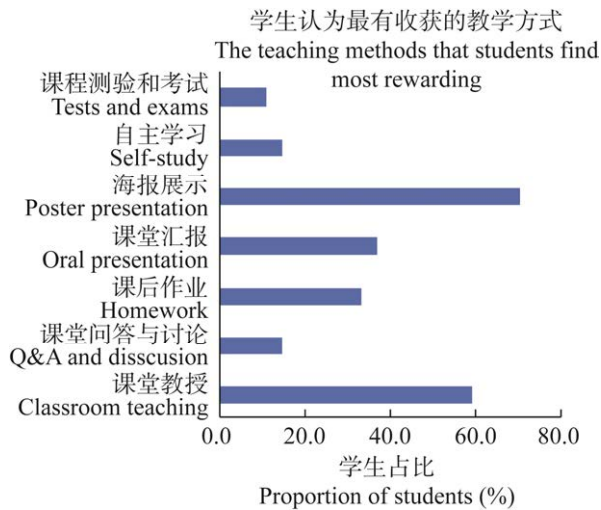
Outlook

It is challenging to directly scale-up the EC-AnMBR technologies from lab to real-scale applications due to the involvement of various parameters. It is necessary to optimize the membrane and process parameters to maximize membrane performance and reduce energy consumption. For the cleaning of biological fouling, the use of chemical solvent is one of the most effective methods, but it is expensive and corrosive, so a more efficient and useful cleaning agent without corrosiveness is needed.



图 2 学生制作的学术海报与模拟学术会议现场交流

Figure 2 Academic posters designed by student and the on-site communication simulating academic conference.



您认为本课程教学有哪些优点或需要改进之处:

优点: 老师很善于与学生们沟通交流, 除了紧扣课本知识外还合理拓展了许多新知识, 和比较先进信息, 一定程度上帮助了我学习其他专业相关课程。课堂形式也多样, 学生易接受, 进行交流后的所得也不少。整体教学方式多样新颖, 很不错。

您认为本课程教学有哪些优点或需要改进之处:

优点: 教学方式灵活多样, 有很大的拓展空间, 提升了同学自主学习、查资料的能力和口头表达交流能力, 学会了制作英文PPT、学术海报的拓展。

您认为本课程教学有哪些优点或需要改进之处:

有很多自主学习阶段, 能够培养自己独立检索、整理文献的能力, 锻炼了自身的交际能力。



图3 学生对模拟学术会议海报展示交流的学习反馈

Figure 3 Learning feedback from students on the simulation of poster presentation in academic conference.

2.2 现场案例式教学法

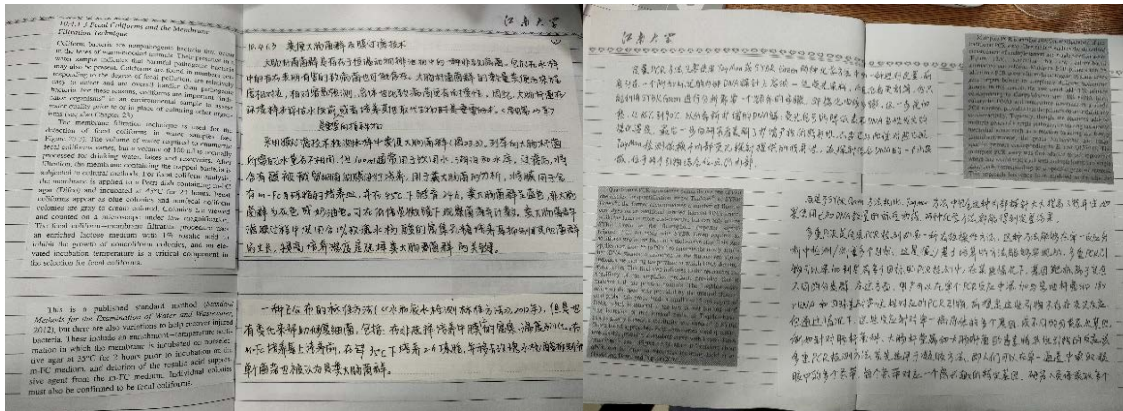
学习第3章原核微生物和第4章真核微生物中蓝细菌和藻类时, 安排学生现场观看富营养化湖泊或参观蓝藻打捞站; 对于第十章和第十一章水环境污染控制与治理的生态工程及微生物学原理, 组织参观污水处理厂或人工湿地, 直观地了解污水处理中生物脱碳脱氮除磷(图4)。结合理论知识, 学生现场观看, 教师和工程师现场讲解, 学生课后完成学习报告。现场案例式教学方法有助于学生理论知识的理解掌握和实践运用。

图4 学生现场案例学习

Figure 4 Case study on site of students.

2.3 双语混合授课

授课教师均具有欧美国家留学背景, 发表过多篇专业领域权威期刊英文论文, 具备较好的英文表达能力。教师根据教学内容节选英文原版教材中对应章节, 并制作专业英语PPT课件进行中英文双语讲授, 其中双语教学的比例占30%。学生课前预习英文专业词汇, 课后完成英文作业和专业英语翻译(图5)。学生获得了优秀的国际教学资源, 提高了专业英语水平, 拓展了学生的国际化视野, 同时提升了教师的国际化教学水平。



期末考试试卷20200615-第一题

姓名: 吴辰钰 班级: 环工1802 成绩: 25.0 仅显示主观题

一、论述题 (题数: 1, 共25.0分) *此题型为主观题, 需要教师打分

1 Please illustrate the structure of a bacteria cell and describe the definition and function of each component. (25.0分)

吴辰钰的答案:

- 1.structure: cell wall;Cytoplasmic membrane;Cytoplasm;Other surface structures.
- ①Cell wall: A layer,usually fairly rigid,lies just outside the plasma membrane. It could be divided into two major groups based on their envelope architecture:gram-positive and gram-negative.
- ②Cytoplasmic membrane: The cytoplasmic membrane is a thin(5~10nm)barrier that surrounds the cell and separates the cytoplasm from the cell's environment. Composition of membranes:a phospholipid bilayer. separate the inside from the outside of the cell ;A permeability barrier;An anchor for many proteins,for solute transportation and bioenergetic reactions;Energy conservation.
- ③Bacterial Cytoplasm: a complex gel-like matrix composed of water,enzymes,nutrients,wastes and gases,as well as ribosomes responsible for protein synthesis,a single circular chromosome and a varied number of small circular auxiliary plasmids ranging up to several thousand base pairs(kbp).
- ④Plasmids: Plasmids are DNA sequences that are separate from the chromosome.Plasmids encode genes that are not mandatory for cell growth and division but that often make the cell more competitive in a particular niche in the environment.
- ⑤Ribosome: Ribosome are the other distinctive feature of the cytoplasm. Ribosomes transcribe messenger RNA into proteins that carry on the basic metabolism of the cell.
- ⑥Capsule and slime layer: Some bacteria have an extracellular layer composed primarily of polysaccharide, but which can also contain proteins and even nucleic acids known as extracellular or eDNA.
- ⑦Flagella : The flagellum (plural flagella) is a complex appendage used for motility.
- ⑧Pili:Pili(singular pilus) are normally less numerous than fimbriae but are longer.They are found only on Gram-negative bacteria,and are involved in a mating process between cells known as conjugation.
- ⑨Endospores: multi-layered structures produced by some gram-positive bacteria during sporulation.Capable of withstanding adverse conditions including radiation.

图 5 英文翻译作业和英文考核试题

Figure 5 English translation assignments and examination questions in English.

2.4 课程考核评价

本课程成绩评定方式包括过程考核和期末考试, 期末考试进行闭卷考试。期末考试成绩占 50%, 过程考核占 50%。综合考虑线下与线

上两部分, 具体为课堂互动交流 10%、翻转课堂学术海报 10%、翻转课堂报告 5%、英文翻译作业 5%、线上作业 5%、线上章节测验 5%、线上视频学习 5%、线上讨论 5%(表 2)。

表 2 课程评价考核方式

Table 2 Course assessment and evaluation methods

平时考核 General evaluation	占比 Proportion (%)	期末考核 Final evaluation	占比 Proportion (%)
诊断性评价 Diagnostic assessment	15	总结性评价 Summative evaluation	50
线上测验 Online test	5	闭卷考试 Closed-book examination	50
课后作业 After-class assignments	5		
英文翻译 English translation	5		
形成性评价 Formative evaluation	35		
课堂互动 Classroom interaction	10		
线上学习 Online learning	5		
线上讨论 Online learning	5		
海报展示 Poster presentation	10		
课程报告 Course report	5		

3 混合式教学实践成效和特色

3.1 混合式教学实践成效

3.1.1 学生满意度提高

课程目标的达成度情况均为 0.7 以上, 达成了学生毕业能力培养要求, 尤其是学生自主学习和沟通能力的达成度高于 0.8 以上。近 3 年学生评教结果也位于学院前列。课程质量调查问卷反馈显示学生对工程知识掌握、问题分析能力培养和沟通能力培养的满意度分别从 85.7%、85.7%和 82.1%提高至 92.6%、96.3%和 96.3%。

3.1.2 学生高阶能力提升

对于考核知识综合运用能力的题目, 近 4 年的期末考试试卷分析统计结果显示, 相较于 2017 级的 32.5%得分率, 2018 级、2019 级和 2020 级逐步提高至 49.4%、49.1%和 60.2%。本课程作为专业基础课, 专业基础知识支撑本科生学习专业核心课程, 或作为哈尔滨工业大学、中国地质大学(武汉)等高校环境类专业考研考试科目之一, 为读研或出国深造以及学生竞赛获奖奠定了良好的学业基础, 读研率持续保持 51%以上。以有机固废生物处理为研究内容, 指导本科生参加第十三届全国大学生节能减排

社会实践与科技竞赛, 参赛作品《基于太阳能保温系统的剩余污泥高效厌氧消化与生物干化组合系统》获得三等奖。从微生物生态学角度指导本科生参加第五届江苏省“互联网+”大学生创新创业大赛, 参赛作品《以废治废的生态链缔造者》获得一等奖。

3.1.3 课程建设有成果

课程获批了 2021 年江苏省首批一流本科课程, 同时申报了 2021 年国家级一流本科课程。此外, 获得 2017、2021 年度江南大学教学成果一等奖。相关教学成果也发表了 3 篇教改论文^[10-12], 其中 1 篇为中文核心期刊。

3.1.4 团队成员成长发展

课程团队成员成为国家一流本科专业负责人, 中国工程教育专业认证协会专家, 受邀教育部高等学校环境科学与工程专业教学指导委员会主办全国教学会议大会报告 5 人次进行经验推广。并且获得江南大学荣智权奖教金 3 人次、江南大学至善青年学者 2 人次和江南大学优秀教育工作者 1 人次。

3.2 课程特色

为更好地应用这种新的教学模式, 对本课程面向深度学习的线上线下混合教学模式进行

了总结和思考。本课程特色主要体现 5 个方面。

(1) 重构课程内容,拓展教学内容,注重课程高阶性

以学生能力培养为主线优化教材现有知识体系,重构为基础知识、工程应用和技术前沿 3 个模块 8 个单元,多方面拓展教学内容。从理论到应用再到前沿,逐级递进,形成有深度和广度的知识结构体系。

(2) 教与学并重,着力培养学生的自主学习能力和知识整合能力

学生课前线上教学视频自学并测验或者查阅文献归纳总结,线下课堂 PPT 口头汇报和学术海报进行展示,生生互评,教师点评,有效提升了学生的自主学习和沟通表达能力。

(3) 课内课外结合,现场案例增强学生问题分析和解决能力

组织学生去太湖、蓝藻打捞站、污水处理厂和湿地等现场参观,理论与实践相结合,增强学生对重点知识的理解和掌握,以及复杂环境工程问题的解决能力。

(4) 双语教学提升学生国际竞争力和教师的国际化教学水平

节选英文教材对应的教学内容进行双语授课和专业英语学习,学生完成英文原版教材的翻译和英文作业,英文试题考核等,提高了挑战性。

(5) 考核方式新颖

本课程考核通过课后作业和线上章节测验等诊断性评价、线上视频学习、课堂口头汇报、学术海报交流、学习报告、讨论等形成性评价和期末考试总结性评价,进行多维考核、多元评价。

4 总结与思考

“环境工程微生物学”是环境科学与工程学

科一门重要的专业基础课程,学习该门课程的重要性不言而喻。线上线下混合式教学是对传统教学模式的改革,需要教师在教学实践中不断摸索适合自己课程学情的模式。目前大多数高校课程混合式教学模式还处在初级阶段,尚存在线上学习与线下课堂的一体化融合问题,尤其是如何将线上自主学习与线下翻转课堂有机结合。对于习惯传统教学模式的学生而言,线上自主学习和翻转课堂毫无疑问在一定程度上增加了学生的学习压力和负担。因此,如何提高学生学习的积极性和自主性非常重要,教师需提供更具有吸引力的课程资源和教学活动。

课程质量调查问卷显示,我系 2019 级 100%、96.4%和 100%的学生认为自己掌握了微生物学基础知识,利用微生物原理阐述污染物生物降解原理的能力,以及就环境微生物技术前沿领域书面口头沟通交流能力;2020 级学生则分别为 100%、100%和 96.3%,但其中虽然前两者认为基本掌握比例分别从 2019 级的 50%和 46.4%降低为 2020 级的 29.6%和 33.3%,后一项的基本掌握比例则为 35.7%–40.7%。由此可见,学生对以上 3 项知识或能力的掌握程度仍有待提高。

针对这些问题,我们将从课程内容和教学资源、教学方法、师资队伍等方面持续建设和改进,未来课程建设改进的方面主要有:(1) 进一步加强课程内容的建设,加强共性问题 and 重点难点的凝练,结合环境微生物技术应用和研究前沿继续拓展教学内容,并根据学生和教师的反馈针对性地优化教学体系;(2) 进一步加强教学资源的建设,优化和完善教学视频、习题库、讨论主题、实际案例等线上教学资源;(3) 继续加强师资队伍建设,深化青年教师的专业能力和教学水平,加强与国内外大学优质教学团

队的合作教学；(4) 开展“环境工程微生物学实验”课程的虚拟仿真建设，争取理论学习与实验操作的线上结合。

REFERENCES

- [1] 刁红丽, 夏世斌, 陈晓国, 黄永炳. 环境微生物学课程线上线下混合式“金课”建设路径探索与思考[J]. 高教学刊, 2021, 7(23): 129-132.
DIAO HL, XIA SB, CHEN XG, HUANG YB. Exploration and thinking on the construction path of online and offline mixed “golden course” of environmental microbiology course[J]. Journal of Higher Education, 2021, 7(23): 129-132 (in Chinese).
- [2] 舒守娟. 高校理科专业课程线上线下混合式教学模式实践[J]. 高教学刊, 2021, 7(16): 79-82, 87.
SHU SJ. Practice of online and offline mixed teaching mode for science majors in colleges and universities[J]. Journal of Higher Education, 2021, 7(16): 79-82, 87 (in Chinese).
- [3] 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).
- [4] 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).
- [5] 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).
- [6] STRELAN P, OSBORN A, PALMER E. The flipped classroom: a meta-analysis of effects on student performance across disciplines and education levels[J]. Educational Research Review, 2020, 30: 100314.
- [7] 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. Flip the classroom teaching mode: variant-unity-variant again[J]. China University Teaching, 2021(6): 77-86 (in Chinese).
- [8] 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 ed. Beijing: Higher Education Press, 2015 (in Chinese).
- [9] MAIER RM, PEPPER IL, GERBA CP. Environmental Microbiology: From Genomes to Biogeochemistry[M]. 3rd ed. San Diego, London, Waltham: Academic Press, 2015.
- [10] 刘和, 符波, 刘宏波, 张光生. 德国大学工程教育项目教学法及其启示[J]. 中国大学教学, 2019(9): 92-96.
LIU H, FU B, LIU HB, ZHANG GS. Project teaching method of engineering education in German universities and its enlightenment[J]. China University Teaching, 2019(9): 92-96 (in Chinese).
- [11] 刘宏波, 刘和, 符波, 郑志永, 张衍, 崔敏华. 环境工程研究生创新实践能力的培养模式研究: 基于污染物控制理念转型背景下的探讨[J]. 教育教学论坛, 2020(29): 171-173.
LIU HB, LIU H, FU B, ZHENG ZY, ZHANG Y, CUI MH. Research on training model of innovation and practice ability of environmental engineering graduate students: based on concept transformation of pollutant control[J]. Education Teaching Forum, 2020(29): 171-173 (in Chinese).
- [12] 符波, 刘和, 成小英, 刘宏波. “工程化、国际化”环境工程本科创新人才培养模式探索与实践[J]. 教育教学论坛. 2017(46): 132-134.
FU B, LIU H, CHENG XY, LIU HB. Exploration and practice of mode cultivating undergraduate student of environmental engineering to be engineering-oriented and international innovative talents[J]. Education Teaching Forum, 2017(46): 132-134 (in Chinese).