

“环境工程微生物学”线上线下混合式教学的改革与实践

龚淑芬*, 陈大勇, 贾莉

池州学院材料与工程学院, 安徽 池州 247000

龚淑芬, 陈大勇, 贾莉. “环境工程微生物学”线上线下混合式教学的改革与实践[J]. 微生物学通报, 2023, 50(11): 5203-5218.

GONG Shufen, CHEN Dayong, JIA Li. Reform and practice of online and offline blended teaching of Environmental Engineering Microbiology[J]. Microbiology China, 2023, 50(11): 5203-5218.

摘要: “环境工程微生物学”是环境工程专业的一门基础课程, 但由于环境微生物学概念抽象、内容繁冗, 大部分学生在课堂上注意力不集中, 难以理解和应用生物氧化过程、微生物在环境工程中的作用等内容, 教学效果较差。为提高学生的学习效果和教师的教学感受, 基于超星泛雅网络教学平台, 对环境工程微生物学的教学内容、教学方法、考核方式等进行线上线下混合式教学改革与实践。实践结果表明改革后的课程激发了学生内在学习的动力, 使学生具有了自学和继续学习的能力, 在知识、能力、素质这 3 个方面取得了成效, 并有效提升了学生的专业能力和综合素质; 同时, 课程教师的教学方法、教学能力、教学感受以及信息技术均得到提升和改进, 加强了课程创新实践, 提升了环境工程类专业课程的教学质量。

关键词: 混合式教学; 思维导图; 教学改革; 微生物学

Reform and practice of online and offline blended teaching of Environmental Engineering Microbiology

GONG Shufen*, CHEN Dayong, JIA Li

School of Materials and Environmental Engineering, Chizhou University, Chizhou 247000, Anhui, China

Abstract: “Environmental Engineering Microbiology” is a fundamental course in the field of environmental engineering. However, due to the abstract concepts and extensive content of Environmental Microbiology, most students have difficulty concentrating in class and struggle

资助项目: 池州学院校级教学研究项目(2021XJYXM22); 池州学院线上线下混合式课程(2022XHHKC02)

This work was supported by the Research Project of Teaching Reform in Chizhou University (2021XJYXM22) and the Online and Offline Hybrid Courses in Chizhou University (2022XHHKC02).

*Corresponding author. E-mail: gsf0313@czu.edu.cn

Received: 2023-04-05; Accepted: 2023-06-08; Published online: 2023-07-21

to understand and apply topics such as biological oxidation processes and the role of microorganisms in environmental engineering. As a result, the teaching of effectiveness is undesirable. In order to improve students' learning efficiency and teachers' teaching experience, a blended teaching reform and practice of "Environmental Engineering Microbiology" was carried out based on the Chaoxing Fan Ya online learning platform. The practical results show that the reformed course has stimulated students' intrinsic motivation for learning, developed their ability for self-study and continuous learning, and achieved positive effects in terms of knowledge, skills, and overall qualities. It has effectively enhanced students' professional abilities and comprehensive qualities. At the same time, the teaching methods, teaching abilities, teaching experience, and information technology of the course teachers have been improved and enhanced, strengthening the practice of course innovation and improving the teaching quality of Environmental Engineering courses.

Keywords: blended teaching; mind mapping; teaching reform; Microbiology

现代信息技术的发展推动了大数据、互联网等信息化手段服务教学全过程,线上线下混合式教学已经成为高等院校教学的新方式^[1]。在传统的教学中,教师主要通过线下课堂进行“一对多”的方式传授知识,“填鸭式”地讲解,学生被动式地接受,课堂上学生参与度低,缺乏学习兴趣。如何克服传统教学的弊端,让上课变成一种乐趣,让课堂不再是学生学习的唯一场所成为目前高校教师亟须解决的问题。在信息技术和教学不断融合的过程中,需将线上与线下教学有机融合,优势互补,因此,高校教师应积极探索如何将教学以“学生为中心”进行转变,进行线上线下混合式教学改革的实践,注重学生学习效果和体验,引导学生积极思考、大胆创新,实现知识传授、能力培养和素质塑造三位一体的培养目标。

超星泛雅网络教学平台(学习通)、雨课堂等是集网络课堂和数字化资源为一体的现代智能教学系统,结合现代信息技术进行翻转课堂。网络教学平台上整合了大量的教学资源,可以实现在线学习、在线课堂互动和教学分析^[2-3],教师借助网络平台可以较好地满足教师的课程建设及线下课堂师生互动的需求,让“教”与

“学”不再局限在课堂上,充分调动学生上课的积极性,让学生成为课堂上的主人。课后学生可自主调节学习时间和内容,扭转了学生被动学习的局面^[4]。使网络教学平台成为教师课堂教学的支撑载体同时也促进了教师教学理念的更新,推动了教育理论的发展,有利于提高教学质量和教学效率。

1 “环境工程微生物学”教学改革的必要性

信息化时代给课堂教学带来了许多挑战,这对“环境工程微生物学”课程的教学提出了更高的要求^[5-7]。“环境工程微生物学”课程是我校环境工程专业的一门专业核心基础课程,面向环境工程专业二年级本科生。自2016年环境工程专业招生以来,至今已经开设5年。每年总学时为48课时,实验学时为32学时。环境工程微生物学内容广泛,知识点繁冗,涉及水污染控制工程、大气和固废等知识,在阐明微生物、污染物与环境三者之间的相互关系与作用规律的研究中起到至关重要的作用,同时理论性强,教材中工程案例少。

教师在授课时若采用传统教学方式,师生互动就局限于你问我答,缺乏更深层次的讨论和沟通,学生失去了在教学活动中的主体地位。在课堂上多是被动地接受知识,致使很多学生缺乏主动思考问题的能力,束缚了学生思维的发展。当今社会对学生的职业技能要求很高,企业注重学生的综合创新能力,着重于考查大学生的创新思维开拓与创新能力。本课程的历届学生均反映“环境工程微生物学”课程知识点多,重难点难以区分,大片段的基础知识容易产生疲劳感,上课注意力保持时间短,上课体验感一般。同时教师讲得辛苦,得到的反馈却很少,教学感受不好。学生期末考试成绩基本在60-80分之间,高于80分以上的很少,迫切需要对本课程进行教学改革与探索,因此以学习通平台作为教学软件,与传统“环境工程微生物学”教学课程相结合,构建以学生为主体的新型互动教学模式,进行线上线下互动式教学。对教学内容、教学方法和考核体系等进行改革探索,以期培养出理论与实践并重、专业能力强、创新能力强的复合型专业人才^[8]。同时践行学校“教学活动月”的总体部署,从环境工程专业视角出发深入推进课堂教学改革,提高教育教学质量。

2 课程培养目标与课程建设

2.1 课程目标

通过学习通平台对“环境工程微生物学”课程采用线上线下混合式教学,学生与教师讨论互动式相结合,学科竞赛与教学相结合,提问式、思维导图导入启发式相结合等多种教学方式,进行课程信息化建设的教学实践。可以提高教学质量,激发学生自主学习,增强对专业的求知欲,促进专业建设,培养出环境专业应

用型人才。以提升大学生综合能力和社会竞争力为目的,主要目标有学生目标、教师目标和课程质量目标。

2.1.1 学生目标

通过对“环境工程微生物学”课程教学内容和教学方法进行教学改革,以提升学生学习效果为目标,学生在线上混合式教学过程中,知识、能力和素质这3个方面实现了全面提升。(1)整合零散知识点,组建知识体系:结合学习通、雨课堂等学习平台,学生可在上课前提前理解和掌握各类知识点,构建自己的知识体系。(2)可激发学生自主学习的兴趣:新的课堂教学模式利用了现代信息技术,符合当前学生特点,能够培养学生自主学习的能力与人交流的能力,提高综合素质。(3)提升学生使用网络教学平台的能力:课程改革后,学生通过学习,能熟练运用学习通网络教育平台,具有自学和继续学习的能力。

2.1.2 教师目标

通过课程的教学改革,教师要根据岗位和行业动态变化更新课程资源,改进课程教学方法、提升教学能力、专业知识和信息技术。通过学生的反馈,教师的获得感得到提升,同时加强了课程创新实践,提升了环境工程类专业课程的教学效果,从而全面提高教学质量,有利于高等教育优质资源共享和人才培养,实现教育服务社会的功能。

2.1.3 课程质量目标

1) 实现教学内容、教学方法和教学模式的改革

通过学习通、雨课堂等网络平台对“环境工程微生物学”课程采用线上线下混合式教学,对教学内容、教学方法和教学模式进行改革,获得一套适合于应用型本科院校培养的“环境工程微生物学”课程课堂教学改革方法。

2) 实现教学考核的改革, 通过强化过程考核, 注重能力考核

改变以往以期末考试为主的评价模式, 学习过程中的各个环节都纳入到评价体系, 通过学习通平台签到、章节测试成绩、线上视频观看比例、话题讨论、作业成绩和实践成绩作为平时成绩, 占比 50%, 期末考试成绩占比 50%, 打破传统以期末考试成绩作为最主要的评定依据, 让考核更加全面化、系统化。

3) 实现教学资料系统化

完成“线上线下混合式教学课程”改革思路的课程资料等教学文件。对项目建设过程中的案例、言传身教的有效做法、课外关心关爱学生的活动、课程的有效设计与实施成果进行总结凝练, 形成一整套教学素材库, 包含教学大纲、教学计划进度表、课程视频、课外视频、习题集和延伸资料等。

2.2 知识点重构

“环境工程微生物学”课程采用周群英等^[9]编著的第 4 版教材, 其中主要包含微生物学基础和微生物生态与环境生态工程中的微生物作用以及环境工程微生物学实验。结合本校应用型办校特点, 根据学生的基础特点, 对教材中认知规律的知识体系, 以及学生对知识理解的逻辑思维进行了优化。将内容顺序进行调整, 对不相关内容和重复单元进行删减, 增加课程案例和目前微生物在环境领域的研究前沿。课程章节内容经过调整后, 包含绪论、微生物、热点讨论三大块(图 1)。核心微生物部分以“是什么→有什么用→怎么用”为主线, 从“微生物是什么”引入, 介绍微生物与环境之间的关系, 微生物包含的种类及它们的特点和功能, 微生物在环境工程中的具体作用, 以及如何利用微生物去除废水中的污染物。通过这样的思路更能吸引学生的注意力, 抓住核心关键词, 有利

于把握课程中的重难点。

本校环境工程专业培养方案中“环境工程微生物学”课程理论学时为 48 学时。绪论(2 课时)部分主要介绍环境与微生物之间的关系, 微生物的基本特点。热点讨论(2 课时)为教师与学生进行思想交流碰撞讨论, 可以结合学生感兴趣的点寻找当前环境研究前沿, 带领学生一起查阅文献, 探讨目前微生物与环境处理的研究热点。可开拓学生的创新思维能力, 同时培养学生的科研能力。核心微生物板块中第一部分“微生物是什么”(30 课时), 调整后顺序依次为原核微生物、真核微生物、病毒、微生物的培养与分离、微生物的生长繁殖 5 个章节。然后对真核微生物中真菌章节的与污染治理相关性弱的霉菌和伞菌进行部分删减。对教材中第四章“微生物的生理”和第五章“微生物的生长繁殖”进行了融合, 去掉一些繁冗的知识点并将知识点进行了调整, 让内容更加具有连贯性, 改成“微生物的培养与分离”“微生物的生长繁殖”和“微生物的代谢”3 个章节。板块第二部分内容是“微生物有什么用”(4 课时), 包含微生物的物质循环及微生物的生态作用。第七章“微生物的生态”和第八章“微生物在物质循环中的作用”进行了知识点整合后, 主要对碳、氮、磷的循环进行介绍, 以及微生物在物质循环中的作用、在生态系统中的作用。板块第三部分是“微生物怎么用”(10 课时), 包含微生物的代谢, 以及微生物对水中污染物的降解和转化、微生物在固体废物和废气处理中的应用。第九、十章关于水的内容调整为微生物对水中污染物的降解和转化。第十一章有机固体废物与废气的微生物处理及微生物群落调整为微生物在固体废物和废气处理中的应用。第六章“微生物的遗传和变异”与环境工程相关性较小, 这部分内容让学生通过学习通和雨课堂进行自学, 然后完成相关

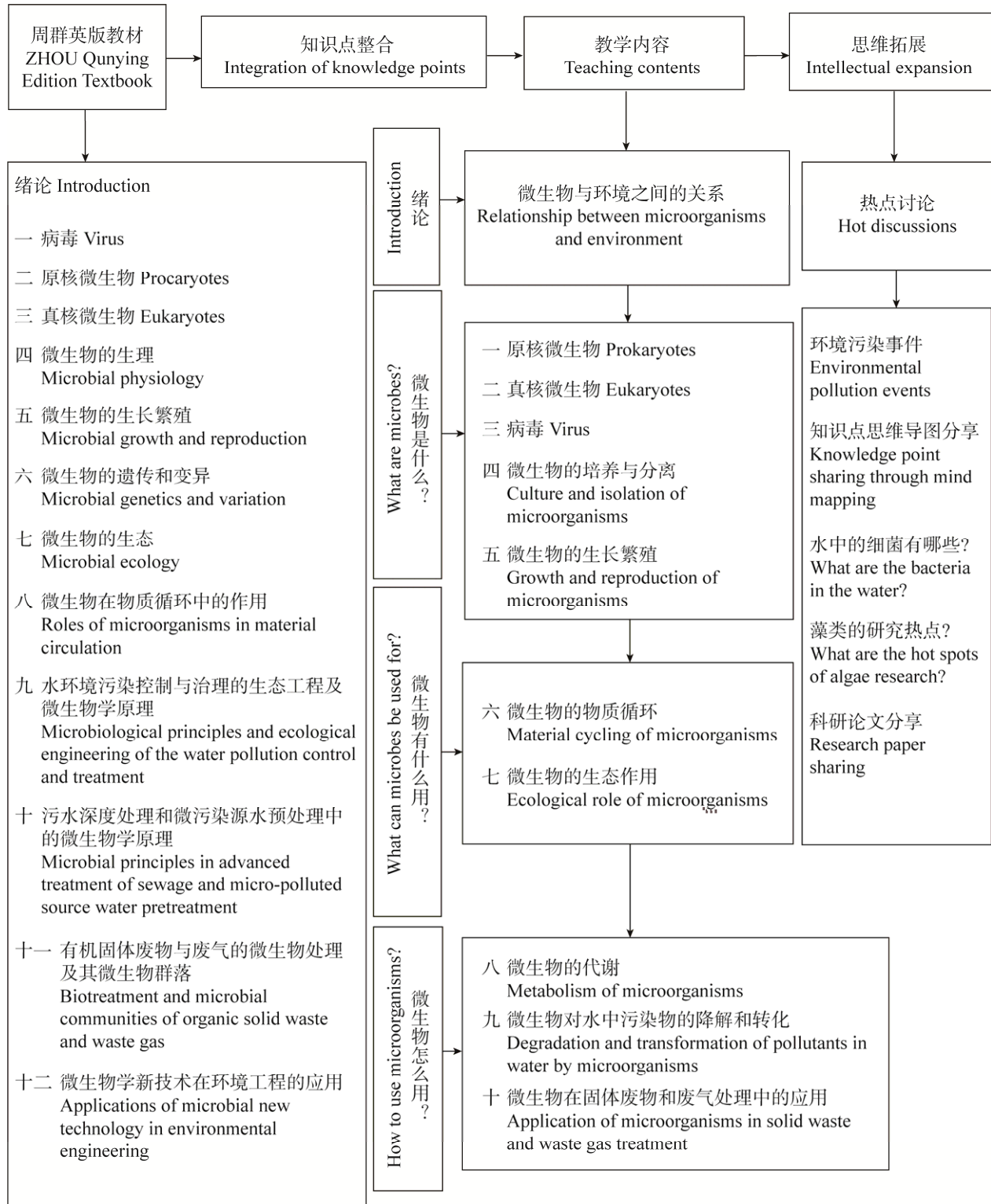


图 1 课程教学内容重构与扩展

Figure 1 The reorganization and extension of course content.

问答。第十二章内容在开放课的环境热点论坛中通过科研论文学习等方式进行分享。

2.3 课程资源建设

池州学院近几年同学习通以及雨课堂进行合作,为教师进行线上线下混合式教学提供了支撑平台,保证混合式教学工作平稳有序地开展。2017年该课程在池州学院在线教育综合平台(<http://eol.czu.edu.cn/meol/umooc.jsp?id=14585>)开始线上教学,授课教师在平台上传了该课程课件及习题,面向2017级环境工程专业学生。2017年并未执行线上线下混合式教学,平台主要是上传了课堂PPT。2018年开始利用学习通平台(<https://mooc1-1.chaoxing.com/course-ans/ps/206748303>)对“环境工程微生物学”进行混合式教学,面向18环境工程1、2班,19环境工程1、2班,20环境工程1、2班,以及21环境工程1班共335名学生,截至目前已上传授课视频59个,课程资源约200项(含课程大纲、进度

表、教学课件、微生物相关电子书、拓展阅读资料、中国慕课视频资源和作业等)。目前习题库有632题[包含试卷(7套)和试题库(522题)],已经发布线上课程作业75次,目前平台访问量达80万余次,线上基础数据具体见图2。

3 教学课程设计与实施

3.1 设计思路

通过“超星尔雅学习通”平台对“环境工程微生物学”课程采用线上线下混合式多种教学方式,进行课程信息化建设的教学实践,结合课程特点分别从以下几点开展教学活动:(1)提前采集学生学情信息。混合式教学对学生的自主学习能力提出了很高的要求。因此要求课前的学习资源和学生的学习能力及知识储备相吻合,了解学生的学习能力、习惯、兴趣和学习时间,以及对相关网络平台、学习通、雨课堂、学校网上教育平台和手机客户端是否有了解和

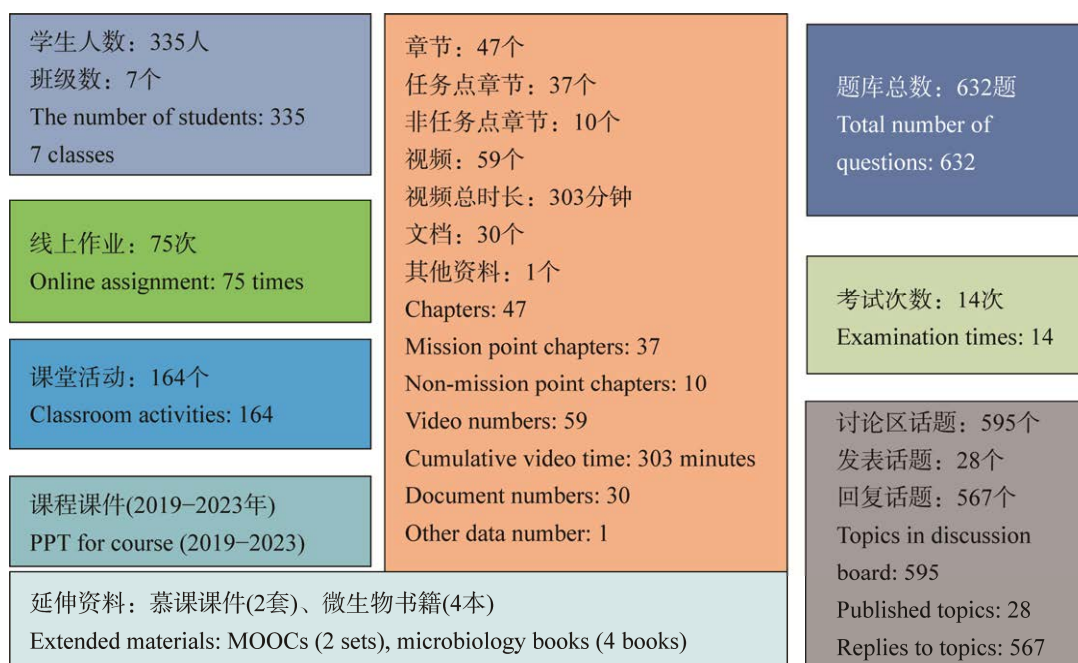


图2 “环境工程微生物学”课程线上基础数据

Figure 2 Environmental Engineering Microbiology online basic data.

兴趣等基本信息。(2) 多种混合式教学模式下应用型课程“环境工程微生物学”现状与要求。通过收集资料,了解目前各类高校环境工程微生物学应用型课程的混合式教学现状和存在的问题。例如,多种混合式教学推动的开放创新平台搭建情况、环境工程专业用户体验与要求、环境专业相关的企业发展方式和未来趋势、环境专业的高校人才培养计划、环境专业的科学技术研究成果现状等。分析新时代对于环境工程专业复合型专业应用型人才的具体要求,有针对性地在课程中进行教学改革。(3) 对学习通等教学平台进行研究,了解如何有效地使用学习通的阅读功能进行资源学习,利用学习通在课堂中灵活组织活动,实现随时查看学生基本学习情况,实现点名、学生抢答,开启话题讨论、随堂测验,激发学生学习兴趣,增加与学生的互动性,还可进行专题创建,针对不同的学生情况创建不同的专题供学生选择。(4) 构建多种教学方式进行线上线下混合式教学研究,讨论互动式教学。导入启发式、以赛促教式和任务驱动式多种教学方式相结合,着力激发学生学习的主动性,使学生的综合素质与学习能力显著提高,提升“环境工程微生物学”课程的教学效果。

3.2 课程实施途径(教学环节设计)

线上线下混合式教学就是采用多种混合式的教学方法,利用现代信息技术和大数据平台,结合手机学习通 APP 和多媒体教学平台,通过教师与学生之间进行相互连接完成课前信息收集、课中信息整合、课后知识点总结,形成一个完整的闭路循环系统。以学习通网络教学平台为依托,根据调整后的课程内容(表 1)对教学环节进行设计,主要分为教师端和学生端两方面进行设计(图 3)。

3.2.1 教师教学平台端

基于学习通、雨课堂等教学平台,教师在上课前一天晚上发布课前预习内容和上节课知识点回顾,设立教学任务点。通过学习通通知学生完成线上任务,根据每次课程内容设计不同的任务点,包含微视频的观看、课程提纲、回答问题、做练习、主题讨论、热点聚焦、环境事件、项目创新和对课程的想法等。上课前可在在线平台发布签到通知,及时了解学生到场情况。课中教师通过学习通和在线网络实现和学生面对面地知识点传授,对课前的任务完成情况进行学习通投屏和大家分享讨论,话题讨论、通过在线选人、抢答等多种方式可以实现对新知识点进行讨论式、互助式多种方式相结合的方式讲授。提升学生对知识理解的同时改进教师上课的方式方法;课上在教学平台端实时发布小测验考验学生现场对知识点的掌握情况,根据结果及时反馈并对知识点进行补充说明讲解,让掌握好的学生分享自己学习的方法,增加课堂活跃氛围。有效改变上课注意力不集中、不认真听讲的问题,加强学生与教师、学生与学生之间的沟通,构建良好的课堂环境和师生关系。课后通过学习通平台布置课程任务,每章节结束要求学生上传思维导图到学习通,对于优秀作业进行成果展示和分享。同步发布章节测试,要求在课程结束的当天晚上 7:00-9:00 之间完成,并对本次课程的教学方式、教学效果和教学问题设计在线问卷并评分,教师课后在线发放,学生可对本次教学整体情况进行评价,教师根据评价结果对下次课程讲授进行修改和完善,最终形成双向效果的混合式教学方法。

3.2.2 学生手机 APP 端

上课前一天晚上学生手机 APP 端首先会接到教师发布的任务消息,然后根据要求打开学

表1 “环境工程微生物学”课程教学内容、教学方法

Table 1 Teaching contents and methods of Environmental Engineering Microbiology

授课章节 Chapter	学时 Class hours	主要知识点 Key knowledge points	教学方法 Teaching methods
微生物与环境之间的关系 Relationship between microorganisms and environment	2	微生物的特点 Characteristics of microorganisms 微生物的发展史 The developmental history of microbes 微生物与环境问题之间的关系 The relationship between microorganisms and environmental problems	启发式教学 Heuristic teaching 案例式教学 Case teaching
原核微生物 Prokaryotes	10	细菌 Bacteria 古菌 Archaea 放线菌 Actinomyces 蓝细菌 Cyanobacteria	项目式教学 Project-based teaching 讲授式教学 Lecture style teaching
真核微生物 Eukaryotes	10	原生动物 Protozoa 微型后生动物 Miniature metazoans 真菌 Epiphyte 藻类 Algae	案例式教学 Case teaching 讲授式教学 Lecture style teaching
病毒 Virus	2	病毒的特点 Characteristics of the virus 病毒的结构 Structure of the virus 病毒的繁殖 Propagation of the virus 病毒在污水处理中去除方法 Virus removal methods in sewage treatment	案例式教学 Case teaching 翻转课堂 Flipped classroom
微生物的培养与分离 Culture and isolation of microorganisms	4	微生物的营养 Nutrition of microbes 培养基的类型和功能 Types and functions of culture media 培养基的配制 Preparation of culture media 如何培养微生物的菌种 How to cultivate strains of microbes 微生物菌种的分离 Isolation of microbial strains	翻转课堂 Flipped classroom 讲授式教学 Lecture style teaching
微生物的生长繁殖 Growth and reproduction of microorganisms	4	微生物的生长与繁殖 Growth and reproduction of microorganisms 微生物生长的环境因子 Environmental factors for microbial growth 有害物质对微生物生长的影响 Effect of harmful substances on the microbial growth	案例式教学 Case teaching 项目式教学 Project-based learning 翻转课堂 Flipped classroom
微生物的物质循环 Material cycling of microorganisms	2	碳素循环 Carbon cycle 氮素循环 Nitrogen cycle 硫素循环 Sulfur cycle 磷素循环 Phosphorus cycle	项目式教学 Project-based learning 翻转课堂 Flipped classroom

(待续)

(续表 1)

授课章节 Chapter	学时 Class hours	主要知识点 Key knowledge points	教学方法 Teaching methods
微生物的生态作用 Ecological role of microorganisms	2	水环境中的微生物 Microorganisms in the water 土壤中的微生物 Microorganisms in the soil 空气中的微生物 Microorganisms in the air 环境污染与自净 Environmental pollution and self-purification	案例式教学 Case teaching 互动式教学 Interactive teaching
微生物的代谢 Metabolism of microbes	4	代谢的定义 Definition of metabolism 微生物的酶 Enzymes of microorganisms 微生物的产能代谢 Productive metabolism of microorganisms 微生物的合成代谢 Anabolism of microorganisms 微生物代谢与污染物降解的关系 Relationship between microbial metabolism and pollutant degradation	案例式教学 Case teaching 讲授式教学 Lecture style teaching
微生物对水中污染物的降解和转化 Degradation and transformation of pollutants in water by microorganisms	4	微生物对水中有机物的去除 Removal of organic matter in water by microorganisms 微生物对水中氮素的去除 Removal of nitrogen in water by microorganisms 微生物对水中磷素的去除 Removal of phosphorus in water by microorganisms 微生物对难降解有机物的去除 Removal of refractory organic matter by microorganisms	案例式教学 Case teaching 讲授式 Lecture style teaching
微生物在固体废物和废气处理中的应用 Application of microorganisms in solid waste and waste gas treatment	2	大气污染的微生物治理 Microbial treatment of atmospheric pollution 生活垃圾的堆肥与填埋 Composting and landfilling of domestic waste	案例式教学 Case teaching 项目式教学 Project-based learning
热点讨论 Hot discussions	2	环境污染事件 Environmental pollution events 知识点思维导图分享 Knowledge point mind mapping sharing 水中的细菌有哪些? What are the bacteria in the water? 藻类的研究热点? What are the hot spots of algae research? 科研论文分享 Research paper sharing	讨论式教学 Discussion-based learning 案例式教学 Case teaching

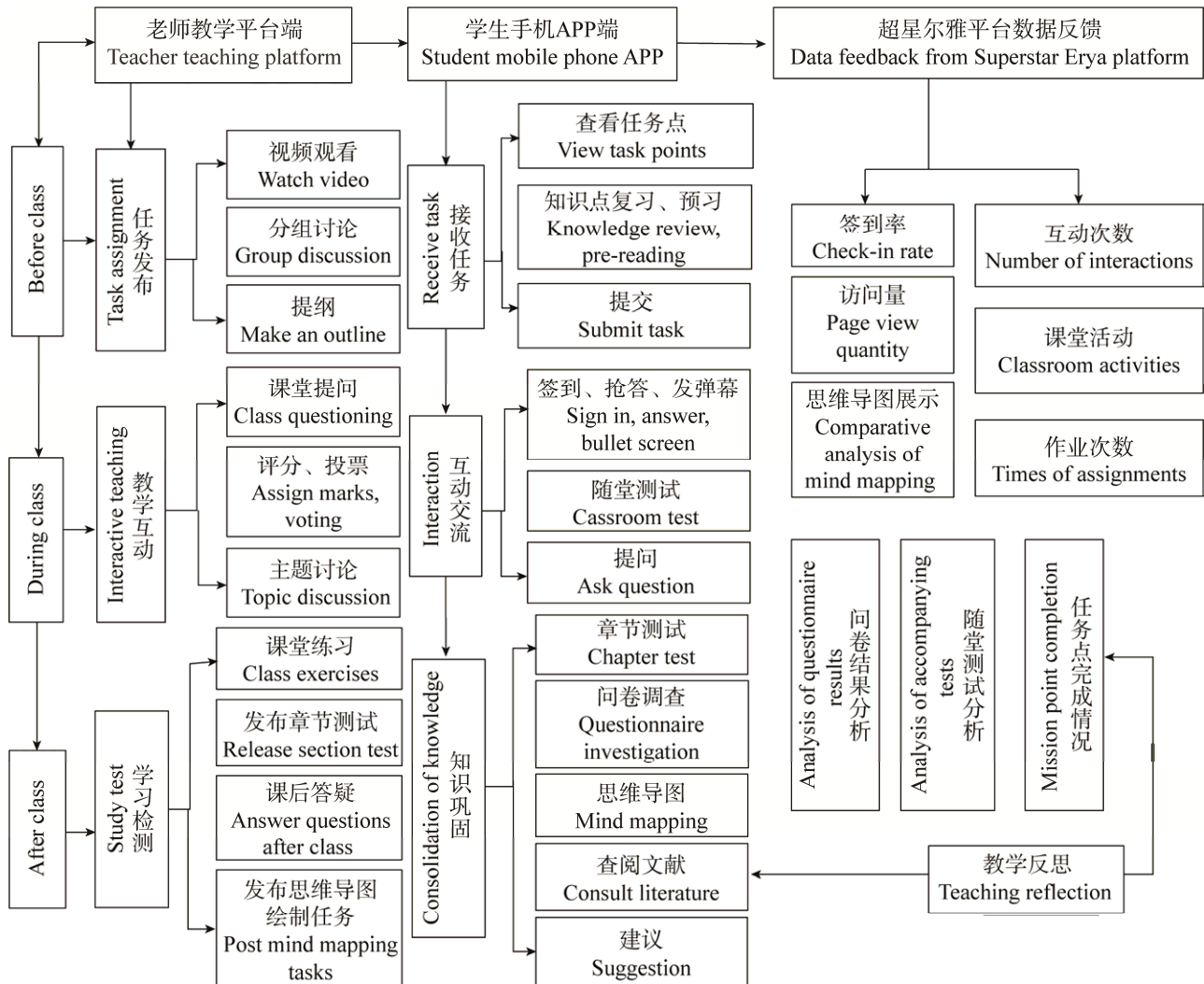


图3 “环境工程微生物学”课程教学实施路径

Figure 3 The implementation path of Environmental Engineering Microbiology.

习通 APP 查看任务点。如果是单人单组的只需要按要求在规定时间内完成，若是组队的基本是4-5人一组，同寝室即可组队完成。结合课本通过查阅学校知网文献和平台课件对知识点进行回顾、预习、总结和完成习题测试等。这样学生对第2天上课的知识已经提前完成了预习，之前的知识点也进行了回顾，上课前通过手机扫码进入课程。在课中跟随教师的思路进行学习，在此期间会有随堂小测只需要在手机端进行填写，参与话题讨论可以发布弹幕等，让学

生一节课不仅仅是盯着黑板发呆，也参与到课堂中，感受学习的乐趣。手机不仅仅是大家放松娱乐的设备，也是课堂学习的工具，在课中有任何问题都可以直接发弹幕给教师，觉得讲得好也可以给教师点赞发布评论，很好地实现双向反馈。课后及时完成教师发布的课程问卷，对本次的课程进行评价和打分，同时完成本次课堂线上作业。提交完成即可查看自己的分数和解析，进而了解自己对这节课知识点的掌握程度。通过手机 APP 端把“课前预习—课中

习—课后巩固”形成一个循环,可充分调动学生主动探究问题的能力和积极性。

3.3 教学改革实践

通过线上线下开展混合式教学改革,采用问题式、案例式、导入式、讨论互动式、以赛促教式、思维引导式结合学习通和多媒体进行现场教学。整个过程主要以“教师教学平台端→学生手机平台端→课上融入碰撞→学生手机平台端→教师教学平台端”为主线。教师通过学习通发布课前任务,学生通过手机端接收任务点,课中教师与学生共同完成新知识的学习过程,开展课题讨论。课后对教学内容进行总结并发布练习题,对该节课进行课程评价。

3.3.1 “问题式”线上线下混合教学

以第四章“微生物的培养与分离”中的第一节“微生物营养”这一知识点进行学习为例。课前,提出问题;课中,根据讲解内容设计问题;课后,根据学习内容回答问题,最后教师发放调查问卷,收集反馈意见并总结改进。通过采用“超星学习通+多媒体教学+现场教学”三者相结合的方式,课中采用案例式、导入式和讨论互动式等教学方法。

1) 课前预习

在超星学习通发布导学任务点,任务包括:
(1) 上传视频资源“微生物与污水处理”7 min 21 s;
(2) 根据视频任务在讨论版块发布问题;根据视频讨论“污水处理跟知识点微生物的营养有什么关系”“作为新时代环境工程专业学生,同学们觉得怎么更好地有效利用微生物处理废水、固体废物、大气污染和矿山等,有效地节约成本”。学生接受任务,自主探索,提前预习,了解本次课所学内容。同时可在学习通上与教师进行沟通提出疑问,在线讨论,为本次课学习预热。

2) 课程回顾

回顾上一节知识点微生物有哪些,如何生

存;思考污染物质如何被微生物降解和转化;学习通选取学生回答问题,学生积极思索、回忆和梳理上一节课知识。

3) 导入新课

以“民以食为天”引入本次课题内容,引入问题“那微生物吃什么?”首先要了解微生物是什么,以及微生物细胞的化学组成,从而开展本次课程的讲解。采用导入式讲解课程,引入课题内容,引导学生学习,激发学生学习兴趣。

4) 课中

采用启发式讲解微生物细胞的化学组成,师生互动通过学习通投屏提出问题:污水指标中常见的污染因子有哪些?思考污染因子与微生物的营养有什么关联?提出问题,培养学生的自主学习和思考的能力,并且为下面的知识点做铺垫,使学生掌握知识点的重难点,加深学生的理解和记忆。然后开始知识点讲解,介绍微生物的营养物质及其生理功能,引入教师自己研究的工程案例,如在污水处理中实际最常用的碳源是乙酸钠(占地面积大)和甲醇(主要考虑的是经济实惠),但甲醇易燃易爆,让学生牢记“安全生产”,严格遵守公司“规章制度”,不能有侥幸心理。同时引入课程思政内容,无论在学习还是工作中都要做到遵纪守法、勤俭节约。通过观看利用酵母菌在处理高浓度的有机废水和苯酚废水中的应用,提出问题“有机物污染物与营养物质有什么关系?”利用形象的案例将抽象知识形象化,对难点进行讲解,通过提问加深学生的记忆。

5) 课上总结(巩固新课)

教师总结营养物质及其生理功能,学生回答微生物的营养与污水处理的关系,体现“小循环多反馈”的教学思想,使教师能更好地把握学生的学习状况,从而及时调整教法,因材施教。同时承上启下,总结并链接下一课内容。

6) 拓展巩固(通过学习通)

发布拓展学习任务及相关资源,发布线上测验作业和问卷,数字化反馈并答疑,了解学生的学习情况、教学过程的记录、总结与教学计划的调整。

7) 课后预习

通过学习通发布下次课任务点,学习微生物的营养物质如何配制以及污水处理中的污染物质与培养基的关联。

3.3.2 “思维引导”教学法

结合学习通采用思维引导的方式对课程内容进行讲解,引导学生用思维导图的方式记笔记,对章节内容进行拆分。课前在学习通上先对章节内容预习后进行绘制初步思维导图大纲,在上课过程中根据教师讲解对内容进行填充。让学生在 学习过程中的思考更加多维度立体化;通过对学习内容的整理和凝练,学生对知识内容的理解更加透彻,提高了学生的学习效率。待课程章节全部结束,在学习通上传个人的思维导图。教师选择优秀作业在学习通和班级进行分享讨论,在一定程度上锻炼了学生的思维能力。

以第四章第二节“微生物的培养与分离”为例。第 1 步,学习通发布学习任务点,绘制该章节思维大纲包含哪几个部分内容、重难点是什么。第 2 步,教师讲解,课中对思维导图进行补充,这一章节包含四大内容:微生物的营养物质是什么,培养基如何配制,营养物质如何进入微生物细胞,以及微生物如何分离提纯。第 3 步,学生补充,学生结合理论知识完善思维导图,这种教学方法有助于学生理解微生物烦琐的知识点和框架的搭设,激发了学生学习的兴趣。第 4 步,思维导图分享,每章的思维导图通过教师评价、生生互评、自评得分选出最佳的 1-3 组进行分享。通过学习他人优秀的

思维导图激发了学生学习的动力和兴趣,也学习了他人良好的总结方法和思路。

在对影响微生物的培养与配制章节绘制思维导图时,鼓励学生通过多种途径,如手绘、EdrawMax、PowerPoint、XMind 和 CAD 等软件绘制。要求学生采用独立绘图方式;后续的“微生物代谢与微生物对污水的降解”部分内容综合性较强,可采用小组绘图方式,通过组员间的相互讨论补充和完善思维导图。

部分章节学生优秀思维导图展示见图 4。

3.3.3 教学总结

教师根据学习通上学生对这次授课的评分和建议,以及学生课上参与话题讨论情况,精准地掌握学生对本次章节知识点的掌握情况,从而对这次教学进行总结和思考,针对性地设置下次课程的教学目标和要求,在下次课前、课中和课后采取多种教学方式,以促进学生个性化地学习和发展^[10]。

4 教学评价与教学效果

“环境工程微生物学”通过线上线下混合式教学,教师针对学生在学习通上的学习情况,包括课前任务点和课后任务点学习、学生参与课题讨论情况、课上与老师互动情况和上课练习习题情况,构建了新的教学评价体系。教师从学生对教学满意度和学生成绩分布等方面考查了教学效果。

4.1 构建教学体系,完善教学评价

本课程成绩评定主要包含平时考核和期末考核,期末考核采用闭卷考试形式,平时考核占 50%,期末考核成绩占 50%。平时考核主要包括线上和线下两部分组成,具体包括签到完成占 5%、课前预习占 15%、课中课堂互动占 10%、线上主题讨论占 15%、线上习题占 15%、课后作业占 30%、思维导图绘制占 10%(表 2)。

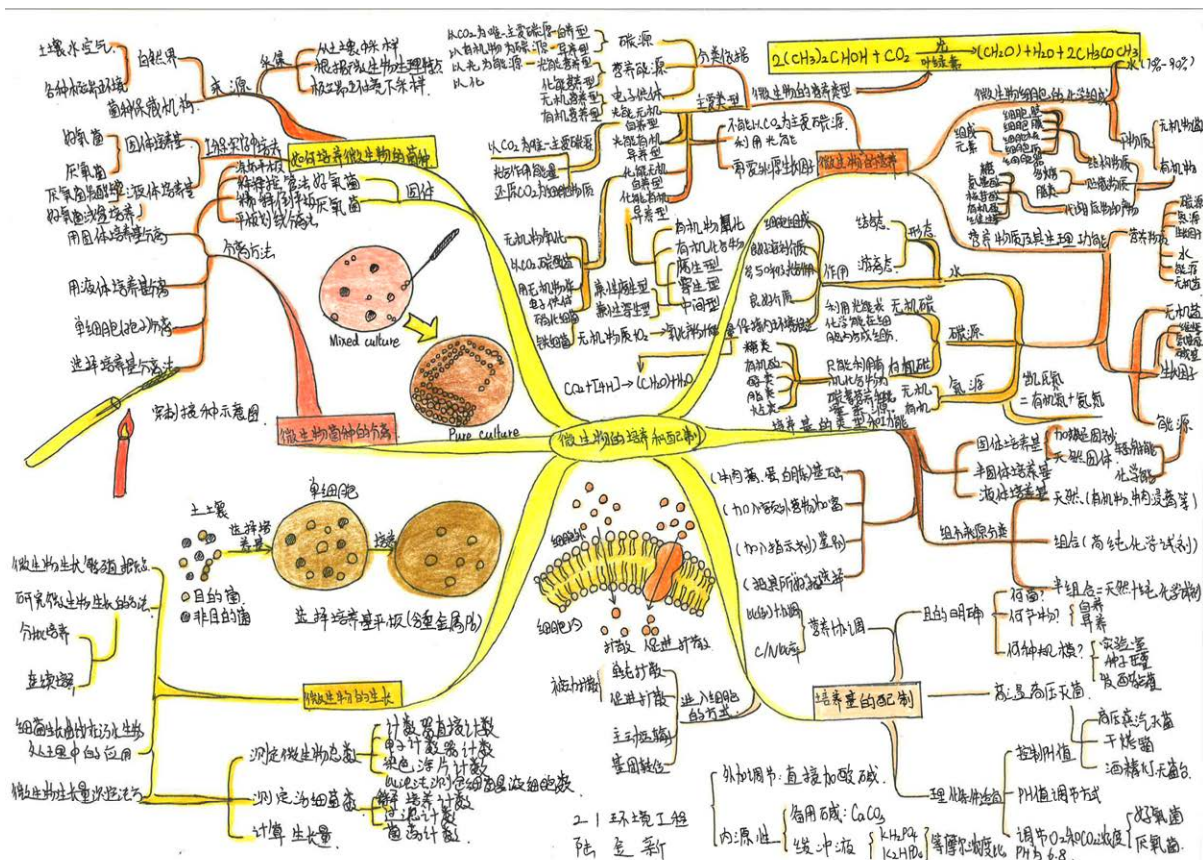


图 4 学生制作的思维导图
Figure 4 Mind mapping made by students.

表 2 课程考核评价方式
Table 2 Course assessment and evaluation methods

课程考核 Course assessment			综合成绩占比 Overall grade (100) ratio
平时考核 General evaluation	课前 Before class (20%)	签到 Check in (5%)	50%
	课中 During class (40%)	课前预习 Preview before class (15%) 课堂互动 Classroom interaction (10%) 线上主题讨论 Online topic discussion (15%) 线上习题 Online exercises (15%)	
	课后 After class (40%)	课后作业 After-class assignments (30%) 思维导图绘制 Mind mapping (10%)	
期末考核 Final evaluation	闭卷考试 Closed-book examination		

4.2 课程改革实施后的教学效果

4.2.1 学生满意度提高

教学团队选用了学习通平台对“环境工程微生物学”的教学质量进行过程监控和效果评

价，针对教学方式、教学手段、考核方式等方面，对经过一学期学习的 20 级环境工程 93 名学生进行无记名问卷调查。调查内容和结果如图 5 所示，学生对教学内容、查阅文献能力、

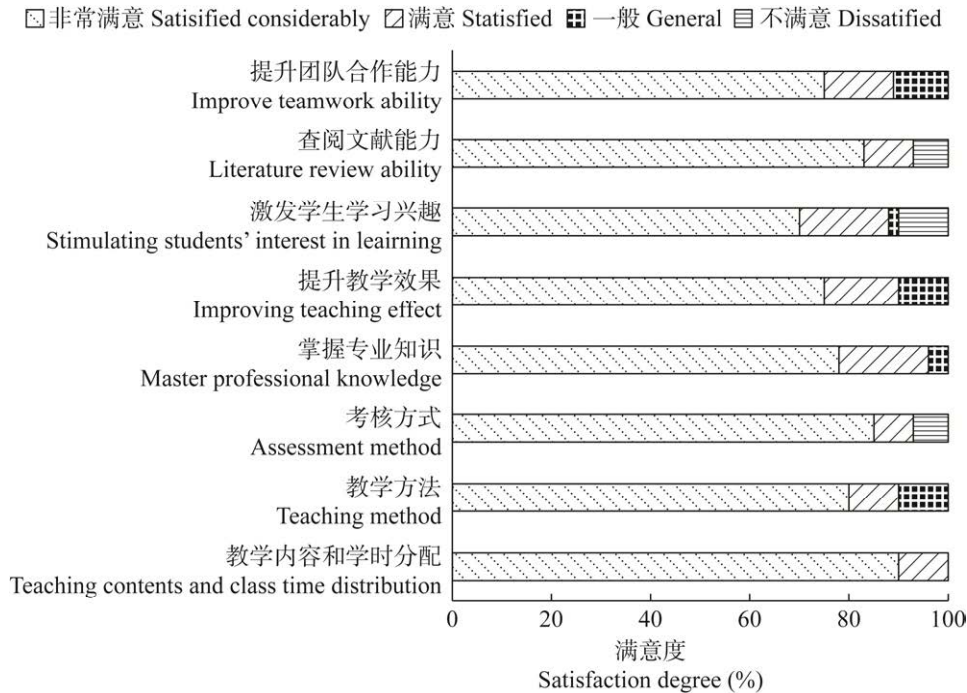


图 5 教改后教学满意度调查

Figure 5 Survey of teaching satisfaction after reform.

考核方式的满意度均达到 93%以上, 有 96%的学生认为这种教学方式容易掌握专业知识, 有 88%的学生认为激发了学习兴趣, 90%的学生认为课上的分组任务讨论、主题活动等可提升团队的合作能力, 89%的学生认为采用这种教学方式可以提升教学效果。学习通目前的访问量达到了 80 万人次, 改革后的“环境工程微生物学”明显提高了学生学习的主动性, 学生将学习变成了习惯。

4.2.2 课程成绩分布

为评价教学效果, 分别选择教改前 2017 级 53 名学生和教改后 2020 级 2 班 47 名学生“环境工程微生物学”课程的成绩进行比较, 结果分别如表 3 和图 6 所示。包括对比分析线上成绩数据和期末综合成绩, 以及改革前后学生的出勤率、线上学习次数和平时习题的数据等, 判断学生运用知识的综合能力。

表 3 课程改革前后学生的成绩比较

Table 3 Comparison of students' grade before and after the curriculum reform

项目	教改前	教改后
Items	Before the curriculum reform	After the curriculum reform
班级 Class	2017 级 Grade 2017	2020 级 2 班 Class 2 Grade 2020
人数 Number	53	47
出勤率 Attendance (%)	95	100
平时成绩及格率 Passing rate of usual results (%)	93	100
平时成绩优良率 Excellent rate of usual results (%)	35	80
总成绩及格率 Passing rate of total mark (%)	54.3	100
总成绩优良率 Excellent rate of total mark (%)	5.70	22.22

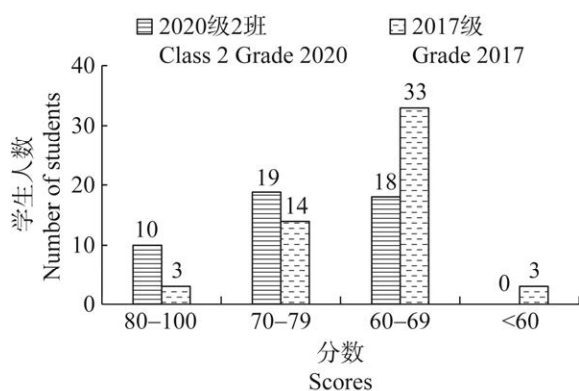


图6 教改前后期末综合成绩分布对比

Figure 6 Comparison of final comprehensive grade distribution before and after teaching reform.

从表3可知教学改革后的各项指标均有提高,对于出勤率,2020级学生无旷课学生。现场采用学习通签到,每次都会设置不同的手势还有定位的方式进行签名,一旦有学生缺勤即可发现。出勤率由原来的95%增加到100%。教改前学生的平时成绩主要由线下习题和教师对学生的主观感知组成,学生在整个过程中参与度低。教改后平时成绩评价由签到、线上习题、章节学习和互动等组成,学生在整个过程中参与度较高。从表3可以看到平时成绩及格率、总成绩及格率均提高到100%,平时成绩优良率和期末总成绩优良率均有明显的提高。图6分别对2个班级的期末综合成绩进行了对比分析,可以明显看出教改后2020级2班学生80分以上的人数明显提高,各分数段人数分布更加合理,无不及格人数,2017级环工班学生的分数主要集中在60-69分,不及格人数有3人,说明教改后的教学方式有利于学生更好地掌握知识,有利于激发学生自主学习的能力。

4.2.3 团队成果

目前“环境工程微生物学”课程获批池州学院校级教学质量研究项目、校级线上线下混合式课程。团队成员获得智慧教学比赛校级一等

奖、校级创新大赛一等奖、省级智慧教学一等奖。

5 总结与课程特色

“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,基于超星泛雅网络教学平台开展了线上线下混合式课程。通过对教学方法、教学内容和考核方式从课前、课中和课后分别进行了改革,取得了一定的成效。

(1) 以学生为主,强化学生自主学习能力培养。在设计中话题讨论、案例讲解、绘制思维导图等环节充分激发了学生自主学习的兴趣和主观能动性,体现了“学生为主体”的观念,强化了学生自主学习、探究式学习。

(2) 注重理论与实践相结合,突显学校的办学地位。讲授课程中以实际工程应用为案例,与学校培养应用型专业人才相契合,通过案例逐步引导学生思考,使学生从“听”到“看”到“实践”、再到“总结归纳”,完成启发→思考→收获的理论到应用的过程。

(3) 混合式教学方法有效提升学习效率。环境工程微生物学知识点多、细,但又在辩证性和综合性上要求较高的知识点。混合式教学,通过线上完成了基本知识的学习,线下课堂就有充足的时间和空间进行师生互动,深化理解知识。线上线下混合式教学充分提升教学深度和教学效果。

(4) 重视及时的互动反馈。线上线下混合式教学使学情、学习效果和反馈更加迅速及时地呈现。通过前后对比,更好地把握学生的知识掌握情况,师生共同参与、相互探讨,改善了师生关系,使师生平等、愉快的相处。

“环境工程微生物学”的改革保证了教学质量,极大地激发了学生学习的兴趣,提高了学习效果,全面提升了学生的综合应用与创新能力,本课程教学改革的成果为信息化时代下

高等教育开放式教育模式改革提供了有益的借鉴。

REFERENCES

- [1] 付思, 宗立新, 关宁. 基于“互联网+”的多元混合 ESP 教学研究[J]. 创新创业理论与实践, 2022, 5(1): 22-25.
FU S, ZONG LX, GUAN N. Study on Multiple ESP Teaching based on “Internet plus”[J]. The Theory and Practice of Innovation and Entrepreneurship, 2022, 5(1): 22-25 (in Chinese).
- [2] 张炜强, 吴志春, 郭福生. “一平三端”智慧教学系统应用初探[J]. 东华理工大学学报(社会科学版), 2019, 38(4): 395-398.
ZHANG WQ, WU ZC, GUO FS. Preliminary study on the application of “one level and three ends” wisdom teaching system[J]. Journal of East China Institute of Technology (Social Science Edition), 2019, 38(4): 395-398 (in Chinese).
- [3] 吴永祥, 胡长玉, 周讯, 楚文靖, 胡晓倩, 余新松. “工业微生物学”课程线上教学的改革与实践[J]. 微生物学通报, 2020, 47(11): 3733-3740.
WU YX, HU CY, ZHOU X, CHU WJ, HU XQ, SHE XS. Reform and practice of the online teaching of Industrial Microbiology[J]. Microbiology China, 2020, 47(11): 3733-3740 (in Chinese).
- [4] 刘秋, 陈超, 刘长建, 于基成. 基于网络教学资源建设的微生物学课程内容设计与教学效果评价[J]. 微生物学通报, 2020, 47(4): 1117-1125.
LIU Q, CHEN C, LIU CJ, YU JC. Content design and teaching effect evaluation of Microbiology course based on the construction of network teaching resources[J]. Microbiology China, 2020, 47(4): 1117-1125 (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] 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).
- [7] 张伟平, 陈梦婷, 赵晓娜, 白雪. 教育信息化 2.0 时代课堂教学新生态的构建[J]. 苏州大学学报(教育科学版), 2020, 8(1): 9-17.
ZHANG WP, CHEN MT, ZHAO XN, BAI X. The construction of new ecology of classroom teaching in the era of educational informatization 2.0[J]. Journal of Suzhou University (Educational Science Edition), 2020, 8(1): 9-17 (in Chinese).
- [8] 赵萌萌, 薛林贵. “线上线下混合式”微生物学课程教学改革与实践[J]. 微生物学通报, 2021, 48(11): 4432-4443.
ZHAO MM, XUE LG. “Online and offline blended” teaching reform practice in Microbiology[J]. Microbiology China, 2021, 48(11): 4432-4443 (in Chinese).
- [9] 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. Microbiology of Environmental Engineering[M]. 4th ed. Beijing: Higher Education Press, 2015 (in Chinese).
- [10] 赵露. 大数据背景下基于“一平三端”的精准化教学的设计与研究[J]. 电脑知识与技术, 2019, 15(17): 183-185.
ZHAO L. Design and research of precision teaching based on “one platform, three ends” under the background of big data[J]. Computer Knowledge and Technology, 2019, 15(17): 183-185 (in Chinese).