



## 基于 SPOC+Problem orientation 的环境微生物学混合式教学设计及初探

孙蕾\* 梁艳 王维生

广西大学资源环境与材料学院 广西 南宁 530004

**摘 要:** 环境微生物学是高校本科环境类专业的重要专业课程, 针对该课程在传统教学中存在的问题, 以智慧教学工具雨课堂为平台, 将小规模限制性在线课程(Small private online course, SPOC)和问题导向(Problem orientation)引入到环境微生物学课程教学, 构建线上和线下相结合的混合式教学模式。该教学模式主要由线上和线下教学内容制订、线上和线下教学实施和教学效果考核、评价及反馈 3 部分组成。该教学模式以学生为主体, 以问题为导向, 充分激发学生的学习兴趣, 赋予学生更多的个性化体验, 增强理论课程教学的互动性。初步教学实践表明, SPOC 和 Problem orientation 的有机结合行之有效, 能有效提高教学质量和教学效果。该混合式教学模式有助于培养具备环境微生物专业知识和技能的环保领域创新型人才, 也可为其它课程教学质量的提高提供参考。

**关键词:** 环境微生物学, 混合式教学, SPOC, 问题导向, 教学改革

## Blended teaching design and preliminary exploration of Environmental Microbiology based on SPOC+Problem orientation

SUN Lei\* LIANG Yan WANG Wei-Sheng

School of Resources, Environment and Materials, Guangxi University, Nanning, Guangxi 530004, China

**Abstract:** Environmental Microbiology is an important professional course for environmental specialty undergraduates. In view of the practical problems that affect teaching effect in the traditional teaching process, an innovative teaching mode is developed by introduction small private online course (SPOC) and Problem orientation into Environmental Microbiology using the intelligent tools of Rain Classroom. This blended teaching mode mainly consists of three parts: production of online teaching content, teaching implementation and effectiveness assessment, evaluation and feedback. This blended teaching mode takes into account the psychology of the students. Problem-oriented teaching can fully stimulate students' interest in learning, giving students more personalized experience and enhancing the interaction between teachers and students. Thus, the preliminary exploration showed that the innovative teaching mode of SPOC and Problem orientation can effectively improve the teaching quality and effectiveness by improving teaching process. The blended teaching mode helps to cultivate innovative talents in the field of environmental protection with professional knowledge and skills of environmental microbiology. It can

**Foundation items:** Guangxi Higher Education Undergraduate Course Teaching Reform Project (2017JGA121, 2016JGA106)

\*Corresponding author: Tel: 86-771-3232200; E-mail: sunlei0620@163.com

**Received:** 29-05-2018; **Accepted:** 10-07-2018; **Published online:** 12-07-2018

**基金项目:** 广西高等教育本科教学改革工程项目(2017JGA121, 2016JGA106)

\*通信作者: Tel: 0771-3232200; E-mail: sunlei0620@163.com

**收稿日期:** 2018-05-29; **接受日期:** 2018-07-10; **网络首发日期:** 2018-07-12

also provide a reference for improving the teaching quality and effectiveness of other courses.

**Keywords:** Environmental Microbiology, Blended teaching, SPOC, Problem orientation, Teaching reform

随着我国环境污染的日益严重和能源危机的不断加剧,微生物在环境污染治理、环境监测以及微生物能源等方面的重要性日益得到了人们的重视。作为传播环境微生物知识的重要载体和媒介,环境微生物学课程已经成为高校本科环境工程和环境科学专业的一门极其重要的专业基础课<sup>[1]</sup>。该课程旨在通过理论知识的系统学习和实践,使学生掌握与环境微生物相关的专业基础知识和基本技能,防止或消除有害微生物对人类的危害;学习微生物与环境污染物间的相互关系,以及如何利用微生物有效降解日趋严重的多种多样的环境污染物,为解决各种环境污染问题提供理论基础和可持续发展的有效方法及技术,造福人类。该课程涉及的知识面广、知识更新迅速、具有很强的专业性、实践性和应用性,对于培养环保领域创新型人才和实践型人才具有重要的地位。

## 1 理论教学中存在的突出问题

环境科学与工程专业本科生的培养目标是培养具有环境影响评价、环境监测、环境污染控制等领域专业知识的复合型人才。微生物在环境监测、污水处理、有机废气净化、有机固体废弃物资源化和无害化等方面都有很好的应用,因此,学好环境微生物学这门课程对于培养环境领域复合型人才非常重要。我们教学团队教师多年来承担本校环境微生物学本科课程的主讲工作,深刻体会到该课程在理论教学中存在的突出问题<sup>[2]</sup>: (1) 内容多,学时少。目前国内开设该门课程的高校多选用周群英、王士芬编著的《环境微生物学》<sup>[3]</sup>为教材(高等教育出版社),该教材内容丰富、知识覆盖面广。但由于配套学时有限,很多理论联系实际的内容无法在课堂上展开; (2) 教学模式和考核方式单一。传统的教师授课,学生听讲的填鸭式教学方式使得教学内容抽象和枯燥,虽然在讲课过程中可以借助

PowerPoint 课件、播放视频和图片的授课形式暂时加深了学生对理论内容的理解,但一旦离开了课堂,学到的知识很快会被遗忘,并不能真正做到融会贯通,缺少精简扼要和通俗易懂的知识载体以供学生复习巩固知识。同时传统课堂授课方式缺乏学生的参与和互动,理论知识也会因为内容多而产生模糊,甚至混淆。另外,传统的期末考试加平时成绩的考核方式不能即时了解和全面考核学生的学习情况,有些学生只为拿学分、抱有期末考试突击都能及格的心理; (3) 不易因材施教。每个学生的学习能力和学习自主性都有差异,看待问题的角度和思考问题的方式也都有所不同,传统授课方式教师无法兼顾到每个学生对知识的掌握程度,学生也无法掌控学习进度和对学习结果进行自我评估,导致学生学习的积极性和主动性不高。因此,单一的教学手段已经很难满足现在的教学要求。

## 2 SPOC+Problem orientation 混合式教学模式的提出

混合式教学是一种将线上的数字化在线教育与线下的课堂教学相结合的教学方式,强调以学生为中心,充分发挥学生作为学习主体的积极性、主动性、创造性,并借助在线教育资源与信息技术促进课程教学,以达到更加有效的学习效果<sup>[4]</sup>。因此,笔者及教学团队为解决环境微生物学在教学过程中所存在的问题,使学生更好地掌握与环境微生物相关的专业基础知识和基本技能,提出了基于小规模限制性在线课程 SPOC (Small private online course)和问题导向(Problem orientation)的线上和线下相结合的混合教学模式,即 SPOC+Problem orientation 混合式教学模式。SPOC 是在慕课(Massive open online courses, MOOC)的基础上发展起来的一种在线教学模式,是一种专为小众的特定群体开设的在线开放课程,既融合了大规模在线

开放课程的优点,又弥补了传统课堂教学的不足。其中 S (Small, 小规模)和 P (Private, 限制性的)主要是相对于 MOOC 中的 M (Massive, 大规模的)和 O (Open, 开放的)而言。与 MOOC 授课过程不同, SPOC 授课过程对于学生的知识基础和学习人数通常都有相关的设定条件,只有达到了相关的课程学习设定条件,才能够参加 SPOC 的学习<sup>[5-6]</sup>。SPOC 对于学习人数通常设定在几十人到几百人之间,特别适合应用于高等院校专业课程的小班教学。笔者所在高校的环境专业每年招生 3 个班 120 名本科生左右,分班或合班上课人数通常在 40-80 人左右,环境微生物学课程开设在大三上半学期,学生已经学习了环境学导论、生物化学和环境监测等专业课程,并经历过污水处理厂认识实习,具有了一定的专业知识基础,适合参加 SPOC 的学习。将 SPOC 教学引入到课堂教学中有助于提升学生的学习效率、参与度和对知识的理解和掌握,方便教师 and 学生的面对面交流和互动。另外,在基于 SPOC 的教学中引入问题导向(Problem orientation)教学模式,教师通过环境微生物学知识体系的梳理和导向性问题的设计,引导学生思考,更加能够激发学生的学习兴趣,唤起学生的课堂学习热情和学习积极性,愿意主动参与到课堂(线下)面对面互动教学中,并在解决问题的实践中获得必要的知识和技能。肖淑敏等<sup>[7]</sup>构建了以问题为导向的适用于环境微生物实验操作类课程的教学模式,在实践教学中设计导向性问题取得了良好的教学效果。笔者所在的教学团队过去的教学实践表明,要从吸引学生注意力的角度设计课程的组织形式,选择合理的素材,创设能引起学生思考的有趣的导向性问题,同时问题的设计既要与环境微生物学教学大纲中的重点、难点内容紧密相关,又要依据授课对象的性格特点和学习兴趣来控制难度。我们教学团队提出的 SPOC+Problem orientation 的环境微生物学混合教学模式与传统课堂教学模式的比较如表 1 所示。与传统课堂教学模式相比,混合式教学模式充分发挥了在线教学资源与传统课堂的教学优势,相互结合、

相互促进。教学由传统灌输知识的教学转向注重培养学生提出问题、分析问题、解决问题的能力,从根本上提高学生的自主学习能力和创新能力,实现了“学生主体、能力本位”的教学目的。以学习者为中心的混合式教学整体设计思路如图 1 所示,构建 SPOC+Problem orientation 环境微生物学混合教学模式不仅顺应了当前教育改革需求,而且对于提高高校本科生的专业课程学习效果具有重要作用。

### 3 基于 SPOC+Problem orientation 的混合式教学实施

基于图 1 环境微生物学课程的教学思路设计, SPOC+Problem orientation 线上和线下混合教学模式的具体实施内容如图 2 所示,教学过程主要由 SPOC 思路下在线教学内容制作、线上和线下教学实施、教学效果考核、评价及反馈 3 部分组成。

#### 3.1 SPOC 线上教学内容整理和微视频制作

##### 3.1.1 线上教学内容整理

根据环境微生物学课程教学大纲和教学目标,对每个章节的知识模块进行进一步的划分和梳理。环境微生物学课程理论知识模块分为四大模块:微生物基础知识、微生物生态及其在环境物质循环中的作用、微生物在环境污染防治中的应用及微生物新技术的发展。其中,微生物基础知识主要涉及环境中微生物主要类群及其生理生化特性等;微生物生态主要包括土壤微生物生态、空气微生物生态和水体微生物生态;微生物在环境污染防治中的应用则包括利用微生物对污染的水体、土壤和空气进行生物修复和处理,例如采用活性污泥法、生物膜法、人工湿地系统等对污染水体进行净化;微生物新技术的发展主要介绍微生物产生能源等前沿领域。对应着各知识模块逐一进行知识点细化整理和重点难点梳理,搜索和整理最新的数据信息,遵循 SPOC 理念设计制作微视频资料库和建立测验题库。同时收集相关案例和工程实践等网络资源,扩充微视频教学内容,理论联系实际,使学生对微生物的实际应用进一步加深认识。

表 1 环境微生物学传统课堂教学与基于 SPOC+Problem orientation 的混合教学模式比较  
Table 1 Comparison between the traditional classroom and blended teaching mode based on SPOC+Problem orientation of Environmental Microbiology

对比条目 Contrastive items	环境微生物学传统教学模式 Traditional classroom teaching mode of Environmental Microbiology	环境微生物学混合教学模式 Blended teaching mode of Environmental Microbiology
教师角色 The role of teacher	单一角色: 授课者 Single role as a knowledge imparter	多重角色: 学习指导者、组织者和参与者 Multiple and complex roles as an organizer, instructor and participant of teaching
学生角色 The role of student	被动学习: “我不得不学” Passive learning: “I have to learn”	主动学习: “我想学” Initiative learning: “I want to learn”
教学形式 Teaching form	教学形式单一: 课堂授课+课后作业 Single teaching form with classroom instruction and homework	教学形式多元化: 线上教学+线下教学 Various teaching forms with online and offline teaching
教学特点 Teaching characteristics	平铺直叙, 课堂枯燥乏味, 缺乏互动, 学 习兴趣不高 Simple straightforward teaching mode, tedious classroom, lack of interaction, low interest in learning	以有趣的问题为导向, 引导学生思考, 激发学习兴 趣, 学生参与度高 Orientation with interesting questions, guiding students to think, arousing learning interest, students’ participation degree is high
课堂教学内容(线下) Classroom teaching content (offline)	知识讲解和灌输 Knowledge explanation and instillation	精讲+讨论+问题探究+知识理解 Intensive lecture, discussion, problem inquiry, understanding and mastery of knowledge
课外学习内容(线上) Learning content outside Classroom (online)	课后书本复习, 课后作业 Review of text book and completion of the homework	SPOC 在线自主学习、线上测试和讨论 Online self-directed learning, test and discussion based on SPOC
教学目标 Teaching goal	根据环境微生物学教学大纲设置 Formulating goals according to the syllabus of environmental microbiology	学生主体、能力本位 Students are the main body of learning, focusing on developing students’ ability
评估手段 Evaluation method	考核形式单一: 卷面成绩+平时成绩 Traditional evaluation form according to exam test result, homework and class performance	考核形式多元化: 线上和线下不同模块综合考评, 体现过程考核的原则 Assessment of the overall learning process based on learning modules online and offline

3.1.2 以班级为授课对象的线上学习微视频制作及推送

环境微生物学课程要掌握的知识点多,信息量大,为了能够让学生有兴趣和耐心在线学习完成相关的知识内容,根据每个模块中的知识点和教学要求设计微视频的结构和内容,布设合理的导向性问题,运用多种技术手段相结合的方式,制作成 5-10 min 的教学微视频用于学生的线上学习,通过视频的学习,培养学生思考和解决问题的能力,为线下课堂学习和内化知识做铺垫。微视频的制作可以采用如下几种技术手段<sup>[8-9]</sup>:

(1) Microsoft Office PowerPoint (PPT)法: 将课程中涉及到的微生物理论知识和重点难点用 PPT

的形式制作成知识型微视频。该 PPT 根据教学需要可插入图片、动画、音视频等内容。然后,转换成视频格式,设计 PPT 自动播放功能。

(2) 录屏法: 使用录屏软件(如录屏大师、屏幕录像专家等),把教师在电脑上演示的情况录制、记录下来,制作成应用型微视频供学生学习使用。

(3) 摄像法: 利用手机、摄像机或 DV 等,拍摄环境污染状况的考察实况、活性污泥法污水处理工程现场等视频,然后制作成微视频。

(4) 剪辑法: 对已有的相关视频进行节选、剪辑,主要手段有加工、拆分和重组、添加标注或字幕等,完善成为一节微课。

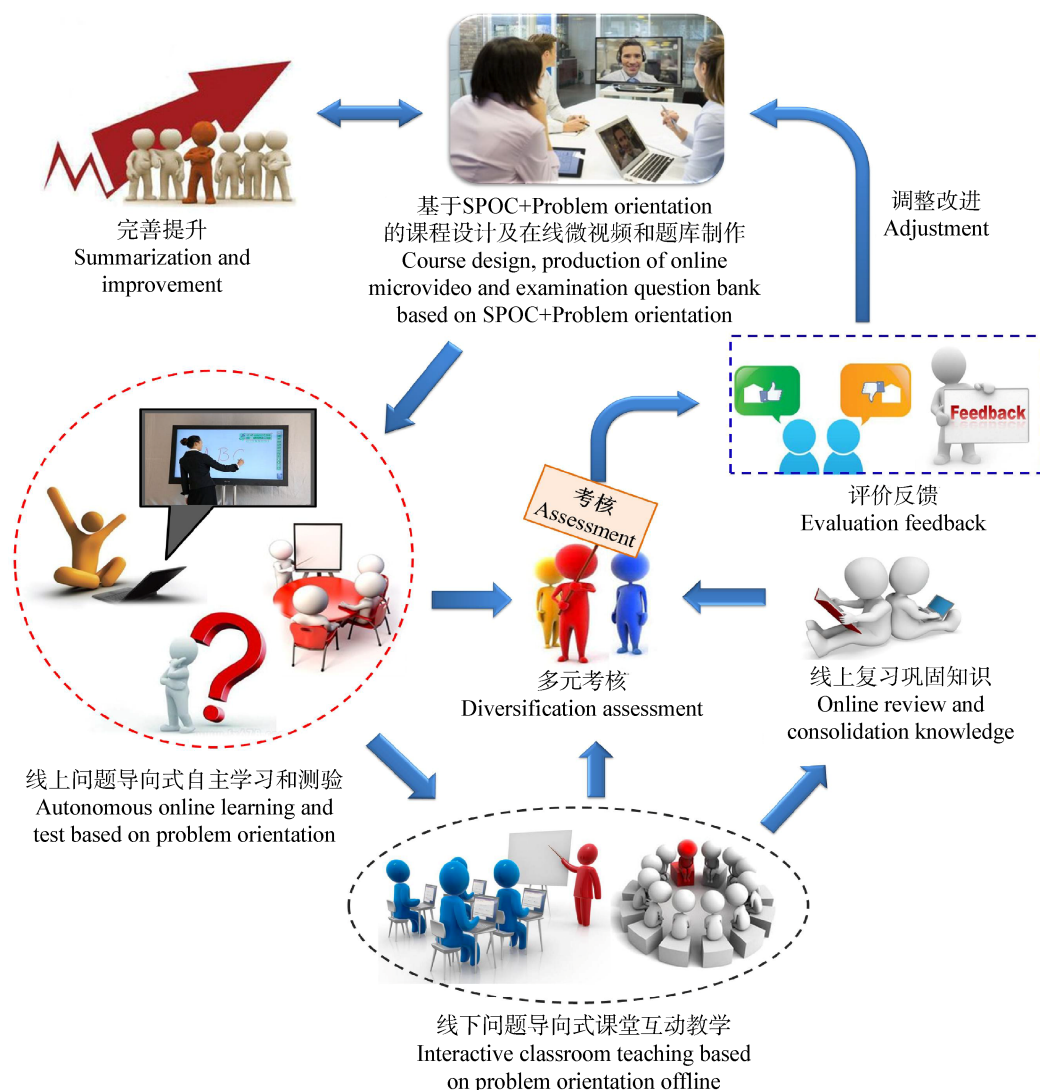


图1 整体教学思路设计

Figure 1 Design of the whole teaching idea

(5) 录播法: 将教师的真实讲授或手写讲解过程录制下来, 根据需要剪辑加工做成微课视频。

### 3.2 教学实施初探

开课前召开环境微生物学课程 SPOC+Problem orientation 混合教学模式介绍动员会, 对教学安排和设计进行逐一介绍, 将学生进行分组, 交代学习中可能面临的困难和问题, 让学生了解通过这种教学模式的学习, 将收获和体验到不一样的学习经历和感受, 并向学生介绍课程将使用到的智慧教学工具——雨课堂。雨课堂是在移动互联网与

大数据背景下由 MOOC 平台“学堂在线”与清华大学在线教育办公室共同推出的面向高等教育领域的智慧教学工具。智能手机应用日益普及已成为现代人们与世界联系、相互交流以及获取信息的不可或缺的工具, 雨课堂是内置在 PPT 中的一个小插件, 利用了教师和学生最熟悉的 PPT 和手机微信这两个软件, 适应学生的个性化学习需求<sup>[4,10]</sup>。因此, 我们教学团队选择雨课堂开展混合式教学, 每次课前教师在线推送视频、语音和测试题等到学生的手机端, 创建线上虚拟课堂, 学生根据教师线

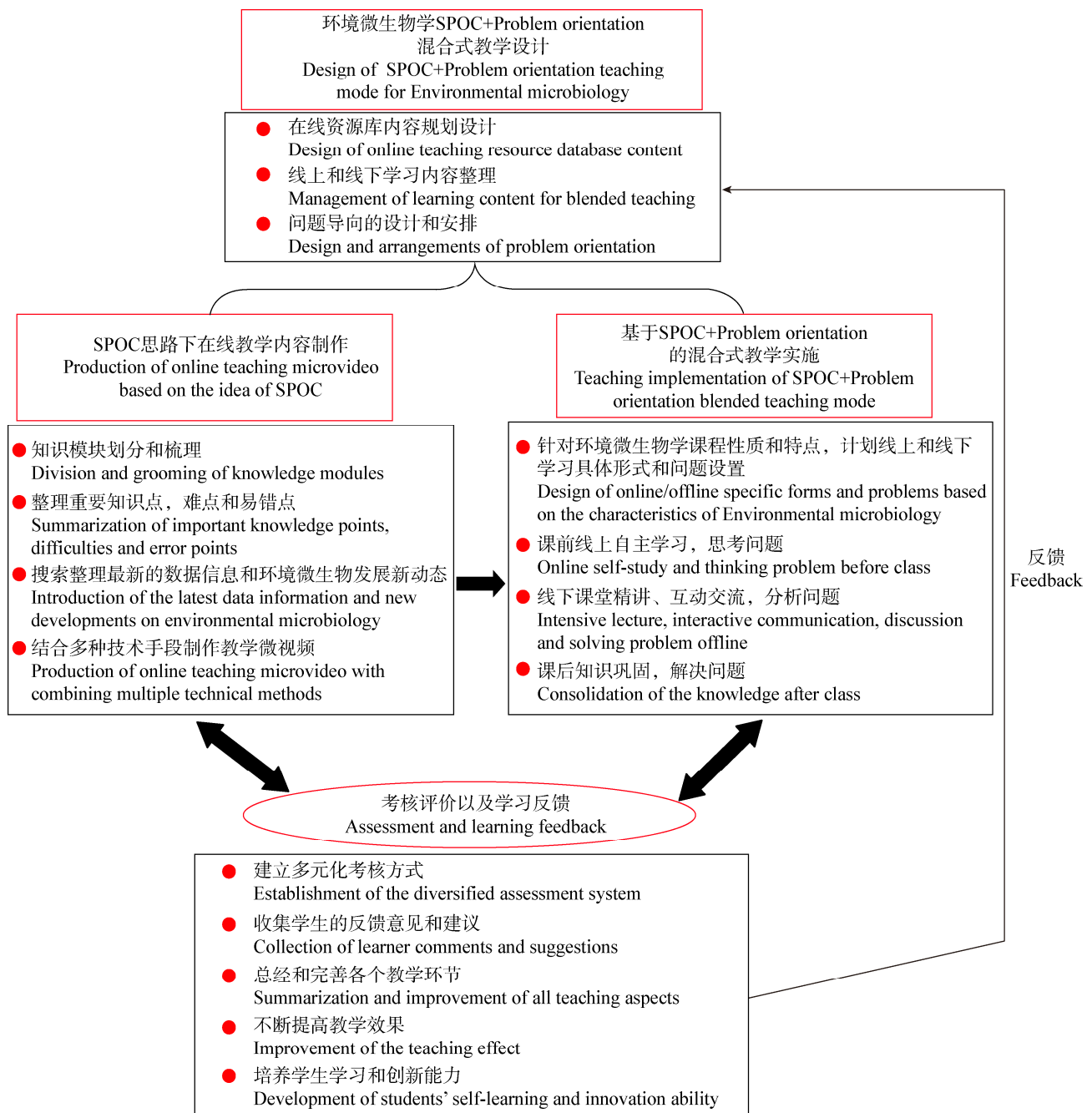


图2 混合式教学的具体实施内容

Figure 2 Specific implementation content of blended teaching

上提出的问题或布置的任务自主学习和对课前学习效果进行自我评测,雨课堂还能够将每个学生在在线学习的完成度和考核情况反馈给教师。学生带着未解决的问题来到课堂,课堂上学生首先用手机扫描微信二维码或输入“课堂暗号”进入雨课堂的学

习,课堂中教师在总结线上学习效果的基础上,有针对性的对核心知识难点和易错点进行精讲、组织学生分组或者自由式讨论和答疑,学生的手机端还能同步显示教师的PPT课件,可以随时保存当前页面便于复习。同时雨课堂的课内限时“选择题”、

“不懂”按键和“弹幕互动”等功能有助于教师随时掌握学生的学习状态,同时改变学生喜欢上课玩手机的弊端,让学生在一种轻松愉快的氛围中去学习。教师在手机上还可以获得学生的考勤信息、课上答题速度和准确率、线上测验成绩的系统排名等。在课堂学习和线上线下讨论的基础上,学生根据教师布置的复习思考题、推荐的书籍、文献期刊和网站,利用课后时间进行复习和扩充。也可再次观看线上教学视频,加深对微生物基础知识的理解,了解更多微生物应用的工程实例和新技术前沿。通过这样的教和学让学生真正喜欢上环境微生物学这门课程。

#### 教学实践初探实施例:

教学过程实施例一:教学节段“污水的好氧活性污泥法处理”,首先设计和录制 5 min 微视频,在标记为 A 和 B 二个相同的烧杯中加入相同的污水,其中 A 静置不曝气、B 进行曝气,经过一段时间后,发现 A 烧杯内的污水变得更加黑臭,B 烧杯内的水体变得澄清。引导学生思考为什么 A 和 B 两个烧杯内的污水会出现明显的差别?接下来采用摄像法录制污水处理厂活性污泥法处理工程现场曝气池的短片,并结合 Microsoft Office PowerPoint 法制作微视频介绍污水好氧活性污泥法的生物处理原理及几种典型工艺类型。学生自主观看课前推送的线上微视频后,需在线回答预设的问题,如曝气池的工作原理,好氧活性污泥法对污水处理效果的主要影响因素有哪些,好氧活性污泥法的几种典型处理工艺各有什么特点等。课堂上教师对课前线上测验的情况进行反馈和答疑,精讲好氧活性污泥法处理污水的原理、微生物群落和各种工艺类型的优缺点。通过自由式讨论探讨影响好氧活性污泥法处理污水效果的因素等,让学生分组介绍好氧活性污泥法相关的工艺技术应用和工程实例。通过课堂讨论和答疑对所学知识有更深层次的理解,达到知识的内化。课堂教学结束后布置课后预习题,并通过雨课堂平台线上作答。比如:好氧活

性污泥法与好氧生物膜法有什么区别?各有什么优缺点?为下一节课的学习做准备。

教学过程实施例二:教学节段“微生物新技术的应用——微生物燃料电池”,首先通过雨课堂平台提问,“利用尿液可以为手机充电,这是真的吗?”,学生由手机微信端在线作答,A 是真的;B 不可能;C 不知道。学生作答结束后,在线推送一段科学家自制微生物燃料电池,并利用人类尿液直接为手机电池充电的微视频。课前设置导向性问题“为什么微生物能利用尿液为手机充电呢?”引起学生的学习兴趣,学生带着自己的答案和疑问来到课堂。在课堂上首先让学生参与事先准备好的微生物产电点亮小灯泡的现场实验演示,体验神奇的过程,接下来通过讨论式教学讲授有机物被微生物转化成电能的原理、什么是产电微生物、微生物燃料电池的结构和类型等。特别是引发学生头脑风暴,“全球目前有超过 70 亿人口,每天平均约 105 亿 L 尿液产生并浪费,利用尿液如何实现大规模利用微生物发电技术来缓解人类用电问题”和“微生物燃料电池除了发电还有哪些方面的应用”。学生们积极参与话题讨论,有的说可以在火车站、飞机场等公共场所设置微生物燃料电池装置,利用收集的尿液为手机应急充电;有的学生说在汽车上安装微生物燃料电池装置,前一天晚将自家尿液、剩饭剩菜等废物倒入,第二天白天驱动汽车行驶……课堂深入互动,从而避免了传统课堂上平铺直叙的讲解所带来的枯燥和乏味。布置课后作业,请学生在线作答:你还了解有哪些微生物学新技术在环境工程领域的应用?

### 3.3 多元化考核方式及评价反馈

传统的理论课教学考核形式通常为出勤率和卷面成绩,只要学生花费足够多的时间与精力,死记硬背也能取得良好的考试成绩。这种考核方式不能完全体现学生对相关理论知识的理解和掌握程度,也不能做到学以致用,构建一个系统的综合性的评价系统显得尤为重要。在 SPOC+Problem

orientation 的混合式教学实施过程中,我们所在的教学团队采取综合考评方式使考核内容及方式多样性,对学生的学习过程进行全面评估。

(1) 线上自主学习情况考核。平时对于未能完成雨课堂线上自主学习和每次测试结果不理想的个别不配合的学生,从主客观因素如学习态度、学习方法、学习时间等多方面寻找原因,鼓励学生通过线上学习进行网上的互动交流,解决线上学习过程中遇到的问题。期末时根据每一名学生在线自主学习的完成情况和测试结果评分,这一环节占总成绩的 20%。

(2) 课堂学习情况考核。通过雨课堂“限时习题功能”推送预先设计好的测试问题到学生的手机上,学生根据自己对知识的掌握情况做出相应的判断和分析。教师根据学生的作答结果评估每一个学生,通过线上和线下学习能否对相关问题做出正确的判断分析以及学生对于知识的理解和掌握情况。并结合学生的出勤率、问题讨论互动情况、问题解决情况、课堂提问和回答情况等对学生的学习效果进行评分,这一环节占总成绩的 30%。

(3) 期末卷面考试。根据教学大纲中的核心知识点及线上线下布置过的任务灵活命题,学生在学期末进行闭卷考核,这一环节占总成绩的 50%,考察学生对知识的全面掌握程度和运用能力。

(4) 学期结束后,每个学习者通过问卷调查或线上互动点评等形式,对采用 SPOC+Problem orientation 混合教学模式学习环境微生物学过程中的心得体会、学习效率、学习效果进行评价和反馈。教师根据学生的反馈意见 and 建议,进一步调整和完善混合式教学中的每一个环节。

#### 4 教学实施效果与教学反思

在教材章节较多,信息量大,课程分配学时相对较少的情况下,我们发现在 SPOC+Problem orientation 线上和线下混合式教学模式实施过程中,除了个别病假和事假,平均出勤率达到 100%。新的教学模式有助于学生对基础知识和基本概念、

难点和易错点的理解和掌握,多元化考核结果分析发现考评成绩两极分化的现象明显降低,新方法教学的期末考试卷面成绩也明显高于传统教学,在学习人数几乎相等的情况下,百分制的卷面成绩优秀和良好的比例分别从传统教学的 13.16%和 28.95%提升至混合教学的 17.5%和 52.5%。另外,通过发放的 38 份问卷调查表明,85%以上的学生表示从对环境微生物学课程的不了解转变为对此门课程产生了浓厚的学习兴趣,愿意积极参与线上和线下课堂教学过程中的各个环节,特别是参加调查问卷的学生均表示愿意使用手机参与到线上学习和课堂互动,在课堂上能够杜绝用手机上网、玩游戏、聊天的现象。参加了混合式互动学习的学生觉得这样的教学手段使得专业课的自主学习积极性和学习能力得到了很大的提高,有助于理论基础知识的掌握和提升,学生们希望有更多的老师将这种混合式教学模式用于环境专业本科课程的教学。另外,环境微生物学是一门实用性很强的课程,只有学生做到学以致用才能有助于对理论知识的理解<sup>[11-12]</sup>,因此,在教学实践中我们很注重将教学、科研与工程应用紧密结合以提高环境微生物学课程的教学水平。例如,我们在讲授大气污染控制时结合自己的研究课题向学生们介绍微生物技术处理有机废气方面的科研思路和研究内容;讲授厌氧处理废水时与学生们分享发表在一流学术刊物上的有关处理淀粉废水的厌氧微生物扫描电镜照片和相关科研结果;讲授固体有机废弃物资源化时介绍教师参加校企合作研发的堆肥产品和回田增产实验效果等。每当课堂中融入相关科研内容的时候,都能明显感觉到同学们非常感兴趣,因为这些都是书本中无法学习到的。学习过程中还专门安排学生到污水处理厂和固体有机废弃物资源化公司参观考察和学习,进一步了解环境微生物在环境保护和污染治理中的实际应用。另外,我们也鼓励学生参与教师的科研项目,学生自己查阅文献、设计实验方案、主动安排时间完成。学生由被动

转为主动,调动学生的积极性和主动性,培养学生解决问题的能力 and 创新性思维。在采用新的教学方法前,班里大概仅有 6%左右的学生主动要求在教师的指导下培养实验动手能力,而采用 SPOC+Problem orientation 混合式教学实施过程中有 15%–20%的学生申请参与教师的科研工作,这表明采用新的教学模式上好一门课带动了学生们的科研热情。如果高校专业课教师不断提高自身的科研水平,更好地将科研融入到教学实践中,那么高校本科生对参与科研的积极性将进一步提高,也会有更多的本科生积极申请国家级、省级、校级大学生创新项目,做到教学与科研相辅相成、以科研促进教学。

## 5 结语

开展基于 SPOC 的混合式教学实践,采用微课中各种微视频的制作技术手段,在各个教学环节以有趣的问题为导向,引导学生思考,激发学生学习兴趣,实现理论课差异化教学。使学生从“要我学”向“我要学”的角色转变,培养学生自主学习、思考问题和解决问题的能力,进而启迪学生的心智,激发学生的潜能,促进学生的全面发展。从“授人以鱼”的教学过程达到“授人以渔”的教育目标,培养具备环境微生物学专业知识和技能的环保领域创新型人才。

## REFERENCES

- [1] Jiang LJ, Wang XL, Xiao L, et al. Reform of Environmental Microbiology based on flipped classroom[J]. Microbiology China, 2018, 45(7): 1597-1602 (in Chinese)  
蒋丽娟, 王晓琳, 肖琳, 等. 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
- [2] Sun L, Tang YK. Discussion on the problems of course teaching in “Environmental Engineering Microbiology”[J]. Time Education, 2012(2): 35,37 (in Chinese)  
孙蕾, 唐艳葵. 《环境工程微生物学》课程教学中存在的问题探讨[J]. 时代教育, 2012(2): 35,37
- [3] Zhou QY, Wang SF. Environmental engineering microbiology[M]. 4th ed. Beijing: Higher Education Press, 2015 (in Chinese)  
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
- [4] Yang F, Zhang HR, Zhang WX. A study on the blended learning based on MOOC and Rain Classroom—Taking the teaching practice of “Conversational English Skills” MOOC and Rain Classroom as an example[J]. Modern Educational Technology, 2017, 27(5): 33-39 (in Chinese)  
杨芳, 张欢瑞, 张文霞. 基于 MOOC 与雨课堂的混合式教学初探—以“生活英语听说”MOOC 与雨课堂的教学实践为例[J]. 现代教育技术, 2017, 27(5): 33-39
- [5] Kang YQ. An analysis on SPOC: Post-MOOC era of online education[J]. Tsinghua Journal of Education, 2014, 35(1): 85-93 (in Chinese)  
康叶钦. 在线教育的“后 MOOC 时代”—SPOC 解析[J]. 清华大学教育研究, 2014, 35(1): 85-93
- [6] He B, Cao Y. SPOC: MOOC-based innovation of teaching processes[J]. China Educational Technology, 2015(3): 22-29 (in Chinese)  
贺斌, 曹阳. SPOC: 基于 MOOC 的教学流程创新[J]. 中国电化教育, 2015(3): 22-29
- [7] Xiao SM, Jiao XM, Zhao LM, et al. Design and application of problem-based learning teaching model in environmental biology experiment based on flipped classroom[J]. Microbiology China, 2018, 45(1): 207-214 (in Chinese)  
肖淑敏, 焦秀梅, 赵连梅, 等. 基于翻转课堂的环境生物学实验 PBL 教学设计与实践[J]. 微生物学通报, 2018, 45(1): 207-214
- [8] Wang L, Zhao Z. On Production tools and skills of microlecture[J]. Digital Education, 2015, 1(5): 71-78 (in Chinese)  
王磊, 赵铮. 微课制作工具及制作技巧[J]. 数字教育, 2015, 1(5): 71-78
- [9] Meng XZ, Liu RM, Wang GX. The theory and practice of the design and construction of microlectures[J]. Journal of Distance Education, 2014, 32(6): 24-32 (in Chinese)  
孟祥增, 刘瑞梅, 王广新. 微课设计与制作的理论与实践[J]. 远程教育杂志, 2014, 32(6): 24-32
- [10] Wang SG. Rain Classroom: The wisdom teaching tool in the context of mobile internet and big data[J]. Modern Educational Technology, 2017, 27(5): 26-32 (in Chinese)  
王帅国. 雨课堂: 移动互联网与大数据背景下的智慧教学工具[J]. 现代教育技术, 2017, 27(5): 26-32
- [11] Song Y, Wang SW, Chen Z, et al. Exploration and practice on the reform of Microbiology teaching[J]. Microbiology China, 2018, 45(3): 616-621 (in Chinese)  
宋渊, 王世伟, 陈芝, 等. 微生物学教学改革的几点思考. 微生物学通报, 2018, 45(3): 616-621
- [12] Lyu ZT, Zhang XM, Zhao LK, et al. Exploration in reform and practice of research-based designing experiments of Microbiology courses[J]. Microbiology China, 2018, 45(3): 670-675 (in Chinese)  
吕志堂, 张秀敏, 赵丽坤, 等. 微生物学研究型设计性实验教学改革与实践[J]. 微生物学通报, 2018, 45(3): 670-675