

基于翻转课堂的环境生物学实验 PBL 教学设计与实践

肖淑敏* 焦秀梅 赵连梅 张春青 刘月敏

(天津城建大学环境与市政工程学院 天津 300384)

摘 要: 基于翻转课堂理论, 结合以问题为基础的学习(Problem-based learning, PBL)教学法“问题设置”、“问题解决”等特点与优势, 构建了适用于实验操作类课程的教学模式, 并以“水体疑遭粪便污染”这一实际问题作为情景进行的综合设计性实验为例, 对高等教育环境相关本科专业基础课程“环境生物学实验”进行了创新性教学设计和实践。该教学模式通过课前准备、课中实施和课后反馈 3 个过程对实际问题进行分析和解决。课前准备包括教学团队针对实际问题设置若干相关实验场景, 制作和搜集相应教学视频等教学资源, 安排学生学习和完成任务; 课中实施时教师直接指导学生进行实验操作, 强调观察和记录实验现象, 提出问题引导学生思考; 课后反馈为学生提交实验结果与讨论、完成巩固练习和反馈问题等。实践表明, 该教学模式在一线教学中行之有效, 能取得较好的教学效果, 值得推广。

关键词: PBL 教学, 翻转课堂, 环境生物学, 实验教学

Design and application of Problem-based learning teaching model in Environmental Biology Experiment based on flipped classroom

XIAO Shu-Min* JIAO Xiu-Mei ZHAO Lian-Mei ZHANG Chun-Qing LIU Yue-Min

(School of Environmental and Municipal Engineering, Tianjin Chengjian University, Tianjin 300384, China)

Abstract: Combined with the characteristics of “problem setting” and “problem solving” of Problem-based learning (PBL) method, a novel teaching model suitable for the experimental courses was developed based on the theories of Flipped classroom. Taking the practical problem of “water is suspected of being contaminated by feces” as an example, the innovative teaching design and application was explored for the course of Environmental Biology Experiment, which is one of the basic courses for environment specialty undergraduate in higher education. The teaching model was carried out as followed: pre-class preparation, class implementation and after-class feedback. In the pre-class preparation process, the teaching team need to set up a number of related experimental scenarios for the practical problem, prepare the teaching resources such as teaching video, and arrange students to learn and complete the self-learning tasks. During the class, students were directed to perform experiment, observe and record the results, and were inducted to how to think by

Foundation items: Teaching Reform and Research Project of Tianjin Chengjian University (JG-YBZ-1534); National Natural Science Foundation of China (51278174)

*Corresponding author: Tel: 86-22-23085117; E-mail: xiaoshumin@tcu.edu.cn

Received: June 03, 2017; **Accepted:** August 01, 2017; **Published online** (www.cnki.net): August 08, 2017

基金项目: 天津城建大学教育教学改革与研究项目(JG-YBZ-1534); 国家自然科学基金(51278174)

*通信作者: Tel: 86-22-23085117; E-mail: xiaoshumin@tcu.edu.cn

收稿日期: 2017-06-03; 接受日期: 2017-08-01; 网络首发日期(www.cnki.net): 2017-08-08

asking questions. After class, students were required to submit the experiment reports, to complete the consolidation exercises and feedback the problems. The practice showed that this PBL teaching model based on flipped classroom was successful and was worth promoting.

Keywords: Problem-based learning, Flipped classroom, Environmental Biology, Experiment teaching

以问题为基础的学习(Problem-based learning, PBL)教学法是一种以问题为导向、以学生为中心的教学方法^[1]。该方法强调将学习与解决问题紧密联系在一起,通过设置问题情景,经学生自主探究与合作来解决问题,从而学习隐含于问题背后的科学知识,达到提升学生综合思考能力和解决实际问题能力。“翻转课堂”(Flipped classroom)又称“反转课堂”,也是一种以学生为中心但重新调整了课堂内外时间的教学模式。该模式下学生在课前通过观看教师发布的教学微视频及其他教学资料完成自主学习,课堂则变成了师生之间、同学之间的互动场所,包括答疑解惑、知识运用和能力拓展等,学生在课堂内消化所学知识并有更深层次的理解^[2]。这种模式有助于学生提升学习质量,增强学习兴趣和主动性,也能促进师生间建立更加密切的联系,有效提升教师工作的满意度等^[3-4]。

环境生物学是把生物学(特别是微生物学)的理论、技术和方法应用于环境污染治理和环境保护的一门实践性和应用性都很强的学科^[5],已渗透到环境工程相关的众多领域,成为认识和解决环境问题的基础。“环境生物学实验”则是课程理论知识与实践应用的纽带,是培养学生应用环境生物学的理论与技术来探索和解决环境问题的有效手段^[6-7]。通过实验教学,不但可巩固和加深学生对理论知识的了解,也对学生掌握基本实验技能、深刻理解微生物在污染治理中的作用、掌握环境中微生物污染调查的技术和方法、提高学生的专业素质及培养创新人才等方面都具有非常重要的意义。

天津城建大学在 1978 年建校之初就为给水排水工程专业本科生开设了环境生物学课程。目前,该课程是面向我校给排水科学与工程、环境工程、环境科学等专业三年级学生的专业基础类必

修课,由环境生物学教学团队的 6 名主讲教师和 3 名实验教师进行教学,每年需要开设 10 余个平行班。近几年,随着网络课程在我国高校教学中的推广应用,翻转课堂教学模式逐步普及,其显著优势可在理论课程和实验课程中均得以发挥^[8-9]。因此,本研究提出了基于翻转课堂的环境生物学实验 PBL 教学设计,并以“水体疑遭粪便污染”这一实际问题作为情景进行的综合设计性实验为例,以个性化高效率学习为目标,探索不同于传统课堂教学的新兴教学模式,并在初步实践中取得了较好的教学效果。在此与同行们进行探讨,期望能推进高校环境生物学实验课教学的改革和交流,并为同类课程教学改革提供借鉴。

1 实验课程翻转课堂-PBL 教学框架的构建

在前人构建的翻转课堂教学框架^[10-12]基础上,结合 PBL 教学的特点与优势以及环境生物学实验的课程特点与教学实践,构建出基于翻转课堂的实验课程 PBL 教学框架(图 1)。该框架主要由课前阶段、课中实施和课后反馈三部分构成。课前准备主要是教学团队针对实际问题设计环环相扣的实验,提供相应微视频等教学资源供学生观看;学生在观看中或观看后完成相应的学习任务、反馈疑难问题;教师根据学生视频观看有关参数和任务完成情况给予课前评价,合格者方可参加课中实验。课中实施教师不再进行课堂统一讲授,而是直接指导学生进行实验操作,针对操作现场答疑并检查实验结果,根据实验操作、安全与卫生意识等情况进行课中评价。课后反馈为学生提交实验结果与讨论、完成巩固练习和反馈问题,通过实验报告和学生的互动交流情况给出课后评价。学生的实验课程成绩则由课前、课中、课后三部分评价综合构成。

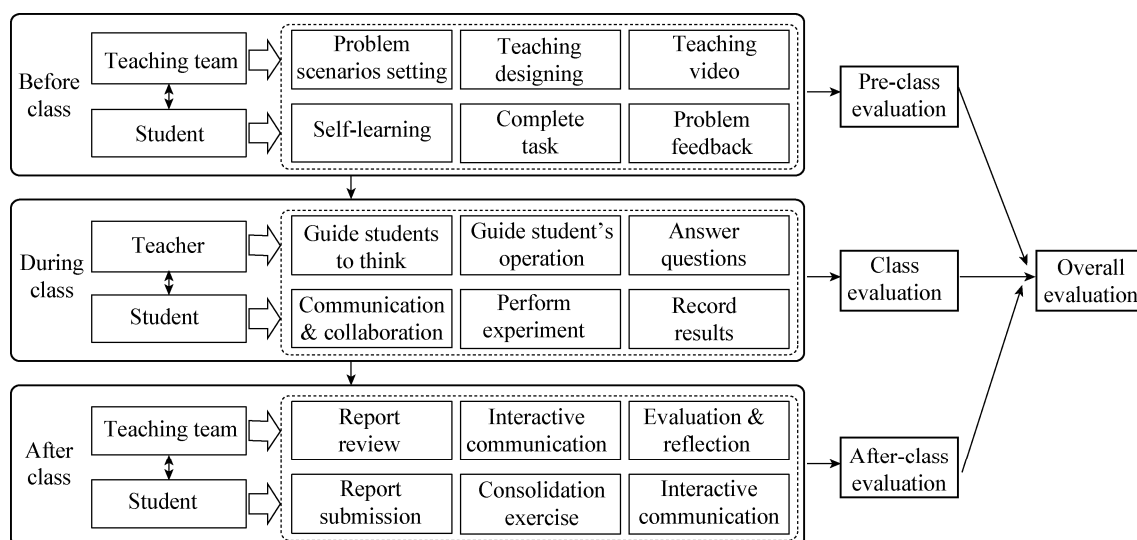


图1 基于翻转课堂的实验课程 PBL 教学框架

Figure 1 PBL teaching model of experiment based on flipped classroom

2 翻转课堂教学过程设计与实施

按照上述教学框架,在 2014 级随机选取了给排水科学与工程专业三班和四班进行初步实践。其中,“水体疑遭粪便污染”综合设计性实验(6 学时)任务在理论课讲完微生物基础等相关内容后就给学生布置,并根据实验室条件,这一实验实施阶段安排在教学周的最后四周,每周完成 5-6 组实验。

2.1 课前阶段

2.1.1 教学资源的准备

教学团队根据制定的教学计划,针对某一知识点进行详细的教学设计,根据教学内容与教学目标以及实验条件,设计出符合课程要求的实际问题,然后根据问题进行微课程设计特点设置知识点细化情境及相应教学视频的制作。实验教学视频的类型包括讲授型和操作型两种。前者主要由教师介绍某一实验项目的基本原理、器材、方法步骤与注意事项、预期结果等内容,每段时长 7-10 min;后者主要由实验教师演示各种器材的使用方法和实验过程中关键步骤的操作,每段时长控制在 5 min 以内。视频中尽量不要出现教师头像

或其他干扰学生注意力的画面。

在“水体疑遭粪便污染”综合性实验中,讲授型视频包括“水质卫生学的指示微生物及其检验方法”、“无菌操作采集水样”、“培养基的制备与灭菌”、“粪大肠菌群的测定”等,操作型视频包括“实验器皿的包装”、“天平的使用”、“培养基的配制”、“水样稀释法”、“菌落的计数”等。根据 PBL 教学法特点,此阶段设置了一系列实验中可能出现的情景问题,让学生思考寻求解决方法。如“采集水样时没能做到无菌操作,结果会怎样?该如何处置?”“水样稀释时为什么要在移液管上端放置一团棉花?”“用一根无菌移液管接种不同浓度的水样时,应从哪个浓度开始?”“配制培养基时称量牛肉膏时若称量纸不够用了怎么办?是否可以使用烧杯或表面皿代替?”这些问题,有的嵌入到教学视频中,有的是在课中根据实验进程适时提出。

2.1.2 学生的自主学习

教师将实际问题和相关教学视频提供给学生,根据问题布置学习任务、明确目标,要求学生根据自己的时间安排进行自学,可以反复观看视

频, 控制学习节奏。对于多数验证性的操作实验而言, 学生只需要在综合性实验前完成规定的“必看”视频或资源的学习, 即可获得进入课中合格评价。为确保学生真正观看视频而不是仅点开视频让其自行播放, 可以在视频中嵌入根据相应内容预先设置的情景问题, 点击在线作答提交后才能继续后面的内容。

在“水体疑遭粪便污染”为问题的综合设计性实验中, 学生除了每人完成视频学习任务外, 还需要创建实验小组。按照每组不超过 5 人的原则, 两个实践班(35 和 36 人)学生根据自己课程时间及兴趣等自由组合, 实际分成 24 组(5 个 4 人组、14 个 3 人组、4 个 2 人组以及特别要求的 1 个 1 人组)。实验小组需要查询文献资料、设计实验技术路线, 并可以到实验室进行预实验。根据预实验结果在实验小组内部或与其他小组讨论交流, 完成最终的实验方案。

此外, 如果学生课前自主学习时有疑难问题, 可以通过网络交流平台(如课程网站讨论区、QQ 群或微信群)与同学交流探讨、互相解答。对于学生解决不了的问题可以反馈给教学团队, 由教师对其进行解答。

在此阶段教学团队需要根据每位学生观看视频时长、次数和交流频次, 以及其所在实验小组的实验方案设计等情况作出课前评价。

2.2 课中实施

在实验实施阶段, 我们提前安排了各小组的实验组次, 并要求每个小组从周一或周二开始实验, 连续几天完成系列小实验(例如选择传统发酵检测法的时间安排为: 第 1 天上午完成培养基配制(1 学时), 下午完成初发酵实验(1 学时); 第 2 天下午完成平板划线分离实验(1 学时); 第 3 天下午完成革兰氏染色检查和复发酵实验(2 学时); 第 4 天下午完成结果确定并报告大肠菌群浓度(1 学时)。

在每个小实验中, 我们首先讲述实验注意事

项, 解答学生课前学习中集中反馈的问题, 但不再像传统实验教学那样花较多的时间来讲解实验原理和操作步骤, 可以增加学生实验操作的时间。由于学生已经通过课前自主学习基本了解了实验实施的内容和操作方法, 教师在教学中仅需进行巡视, 根据学生的操作与进程随时提出问题, 让学生自己拿出解决方案。

实验过程中也发现有部分学生记不住或记不全视频中内容或操作要点, 为此, 我们要求上课教师重点关注个别学生, 还在实验室放置播放视频设备满足个别需求(或允许学生课上有遗忘时用手机观看教学视频), 倡议学生间互助, 以及要求学生课前看视频时做笔记等。在实验等待过程中(如高压蒸汽灭菌时), 教师可以组织学生讨论实验过程、分享实验经验, 并对实验结果进行探究。另一方面, 实验过程中教师要强调学生对实验现象进行仔细观察并及时记录。观察和及时记录实验现象不仅可以帮助解决可能出现的问题, 也有利于学生总结实验成功的经验, 是科学研究应当具备的良好习惯。当实验出现一些预料之外的结果或现象时, 教师可根据具体情况, 进行启发式或问题式教学, 而非简单直接给出答案。例如在“固体培养基制备”实验中, 有学生制作的培养基在高压灭菌冷却到一定温度后倒入培养皿, 但出现不凝固现象。若观察并记录到该现象, 则说明培养基配制时忘加琼脂。教师可以先问正确配制的培养基冷却后为什么能凝固? 引导学生寻求正确答案, 加深对实验操作环节的印象, 进一步实现知识的内化, 以提高分析和解决问题的能力。

在此阶段教师还需根据学生的实验操作能力、实验室安全与卫生意识、发现和解决问题能力等情况对学生进行课中评价。由于综合性实验是分组进行的, 为防止有的学生大包大揽, 有的学生滥竽充数, 在上课过程中可以对学生进行抽检, 单独检查实验基本操作。

2.3 课后评价反馈

教师将实验过程中出现的问题进行整理, 将知识点进行总结, 对学生学习状态和效果进行评价和反思, 为下一阶段课程的开展进行准备。学生则不应满足于做出预期结果, 更应当对结果进行分析和评价, 在提交实验结果时要探讨实验成败的原因, 并完成相关的思考题。例如, 在“水体疑遭粪便污染”综合性设计实验过程中, 我们提供的待测水样为自来水与污水组成的人工配水。在 first 周的实验中, 有一个实验组采用滤膜进行检测却一个细菌也不生长(即假阴性), 而另有一组能培养出来细菌但数量太多无法计数。在后续的实验中, 我们将这些可能出现的问题事先告诉学生, 让他们分析原因并在实验中加以注意。同时, 我们对待测样品加以改进, 改为自来水(作为未知样品)、人工配水(作为阳性样品)和灭菌水(作为阴性样品) 3 个待测样品, 让学生同时检测 3 个样品。课后作业要求学生按照科研论文的形式与规范完成小论文(内容包括摘要、前言、材料与方法、实验结果、讨论、参考文献等几部分), 旨在使学生初步了解科研论文的格式、规范和写作方法。讨论部分重点强调对样品检测结果的分析, 特别是对意料之外的结果(如人工配水样品检测为阴性或灭菌水检测为阳性等)进行分析与思考, 以进一步加深对实验知识与技能的理解和掌握。

此阶段教学团队需要及时检查学生提交的实验报告和小论文, 进行评阅并给出实验课后评价成绩。最后, 为全面、科学和客观地评价学生在翻转课堂模式下的学习情况, 在每个实验结束后对学生实验成绩评价时按课前、课中和课后三部分评价按照 1:3:1 比例进行计算得出。实验课程的总成绩则按“水体疑遭粪便污染”综合设计性实验占 40%, 其余基础性实验占 60%进行加合计算。

2.4 实践效果

对教学模式是否有效的评价可以从学习过程和学习结果两个方面来进行^[9]。前者包括教学模式

是否有助于提高学生的自主学习能力, 能否激发学习兴趣、促进理解和深化知识, 以及减少实验操作错误次数、一次性操作成功率等方面; 学习结果则主要为是否提高学习成绩等。为此, 在实验教学结束后, 我们分析比较了同一届 10 个本科班的实验成绩, 并以不记名方式向参与此次翻转课堂改革的 2 个本科班学生对课程满意度发放调查问卷共 71 份, 问卷内容包括课程满意度、能否提高学习兴趣和提高分析与解决问题能力等方面。调查共回收有效问卷 70 份, 占发放问卷总数 98.59%。分析表明, 从学习结果来看, 参与翻转课堂的两个班级与同届以传统模式教学的学生相比平均成绩只高 3.60 分, 没有显著性差异($P=0.095$), 这可能与教学模式和成绩评定方式不同有关。但更为重要的是, 84.29% 的学生对翻转课堂教学表示满意, 值得继续推广到其他课程的教学学习(81.43%)。而且, 从学习过程来看, 绝大多数学生认为翻转课堂能培养和提高自学能力(87.14%), 提高对环境生物学的兴趣和重视(68.57%), 培养发现和解决问题能力(72.86%), 培养实验技能和科研意识(61.43%), 培养团队协作能力(67.14%), 增强师生间的互动交流(64.29%), 以及课程考核评价科学与合理(85.71%)。此外, 部分学生还希望提供更多的专业文献资料(58.57%)和增加科技前沿方面的内容(37.14%)。

3 对基于翻转课堂的 PBL 教学模式的思考

与传统教学模式相比, 翻转课堂教学模式能在不增加课时的条件下提升实验教学内容的广度和深度, 更好地培养学生的科学素养与创新意识。通过课前自学, 提升学生学习兴趣与自主性, 提高实验课程的学习效率^[13]; PBL 教学将课程内容与实际相结合, 注重于发展学生综合思考能力和解决实际问题能力^[1], 顺应了时代发展的要求, 二者的结合更有利于环境生物学实验课的开展, 但在实施过程中也存在一些问题, 需要

在实践中不断探索, 逐渐完善。

3.1 问题和任务是推动学生自主学习的关键

PBL 是以问题为基础, 以学生为中心, 培养学生自学能力, 发展学生综合思考能力和解决实际问题能力的教学方法。其理念为: 遵循以人为本, 强调终身学习, 团队合作, 人际沟通, 批判思维和深刻理解; 手段是通过组建的小组间经讨论合作学习, 以讨论互动的方式来培养沟通技巧, 进而对专业理论的系统掌握^[1]。按照 PBL 教学法的精神, 环境生物学实验课程可从一个实际问题为起点, 并在就解决这一问题过程中设计环环相扣的问题或实验, 通过对问题的分析—相关理论知识的查阅—设计实验方案—动手操作—得出实验结果—进行结果分析等几个步骤, 激发学生自主学习的积极性, 提高学生分析问题、解决问题的综合素质。

将翻转课堂结合到 PBL 教学模式时, 设计的问题除了要符合教学大纲要求外, 还要考虑到教学目标和学生现有知识水平、知识结构等因素, 将其分为课前问题和课后问题。课前问题或任务难度一般较低, 或按照由易到难安排, 保证大多数学生能通过自学完成, 极少数也可以在教师辅导下完成。课后问题难度较课前要高, 需要根据实验原理或查阅相关文献资料才能正确完成。在解决这些问题过程时, 尽量让学生通过查阅文献、预实验或交流、讨论等方式获得正确答案。这样才能将学习的主动权真正交给学生, 而教师的职责更多的是启发、引导和评价。例如, 在本次实践中, 首先, 创设了“水样疑遭粪便污染”这一实际生产中可能出现的真实问题情景, 学生觉得可以解决实际问题, 学习的兴趣和动力自然得到了提高。其次, 对解决问题过程中可能出现的新问题也进行了预先设置, 让学生带着问题学, 减少了实验过程中的错误。

3.2 学生课前学习时间的保证与落实

刘鹏^[14]研究表明, 91.11%的学生认为翻转课堂增加了学习压力, 李远婷等^[8]也发现类似情况。

究其原因主要是翻转课堂在课前需要花大量时间学习教学视频。针对这一问题, 就需要在教学时间安排上予以注意。例如在综合设计性实验中, 我们在理论课上讲解完了相关内容就给学生布置任务, 实验实施过程则安排在最后 4 周, 这样就能充分保证学生的课前学习时间。允许学生利用课余时间提前进行预实验, 既可以检验课前学习效果, 也可增加课中实验一次性成功的可能性。

3.3 提升教师专业能力和组织微视频能力

在翻转课堂教学中, 供学生自主学习的微视频是翻转课堂不可缺少的组成部分, 教学视频制作的质量对学生学习效果有重要影响。例如, 在制作细菌划线分离培养的视频时, 不能只简单地把拍摄的视频分割成合乎时长要求就算完成, 而应该进行剪辑, 把多种划线方法剪辑到一块, 另配上纸笔划线图, 使学生能清晰地看到划线过程, 剪辑好的视频需重新配音说明。另一方面, 在新的教学模式实施过程中, 如何更加有效地与学生间进行交流以及新模式下的课堂组织等都对教师提出了更高的要求。为此, 除了学校组织的相关素质能力培训外, 教师在专业技术人员继续教育学习中可有针对性地选择相关课程(如南开大学宋峰教授等主讲的“海外高校教学方式与经验借鉴”), 提升课程组织能力。

3.4 以问题为基础的实验教学翻转, 提高学生实验设计能力

目前我国大学生有关实验设计的程序性和策略性知识普遍缺乏, 在实验原理的运用方面也存在缺陷^[15]。针对这一现象, 在翻转课堂 PBL 教学中可以就生活中各种实际问题有目的地开设综合设计性实验, 引导学生自主选题和内化为学生自己的问题, 使学生认识到自己是问题解决的主体, 而不是问题解决的旁观者, 从而调动学生自主学习相关实验原理、结合资料设计出解决问题的实验方案, 并对实验过程中可能出现的问题进行预测。另外, 在设计解决方案的同时要拟定备用解决方案。实验完成后要引导学生及时对结果

进行分析, 反思在实验过程中的不足。在本课程中, 我们不仅提出了“水体疑遭粪便污染”这个大的实际问题, 而且还设置了检测过程中可能出现的一系列小的问题, 让学生查阅专业文献、设计解决方案并通过实验验证等来解决问题, 在设计的大肠菌群检测方案时, 多数实验小组除了拟定传统的发酵法外, 还拟定了滤膜法备用方案。

3.5 完善基础设施建设, 提高教师尝试新教学模式的积极性

当下现代移动信息传递和沟通工具已成为普遍的生活方式。通过智能手机、笔记本或台式电脑等不同网络终端设备, 大学生均不同程度地使用着互联网^[16], 实施翻转课堂教学模式基本前提也因此具备了。然而, 现阶段许多高校的网络建设及网络教学平台在翻转课堂的教学实践中还不能满足教师的教学设计需求, 有待进一步完善。例如, 笔者所在单位的校园无线网络尚不能全覆盖, 网络教学平台搭建空间因安全问题或空间大小问题等而不易申请, 这些都在一定程度上影响了基于网络的翻转课堂教学模式的应用。另一方面, 教学平台的应用、课堂外工作量的增加等要求教师从原来的个人授课转向教学团队授课(如我校理论课教师和实验课教师组成的教学团队), 因此教务相关部门也应当加强教师绩效考核体系建设应以对新情景下教学团队工作量的认定与分配, 促进翻转课堂教学模式的改革实践和长期应用。

REFERENCES

- [1] Liu JM, Du JM, Zeng AB, et al. Exploration of PBL teaching method in Environmental Microbiology experiment teaching[J]. Chinese Journal of Microecology, 2013, 25(9): 1109-1110 (in Chinese)
刘佳明, 杜季梅, 曾爱兵, 等. PBL 教学法在《环境微生物学》实验教学中探索与实践[J]. 中国微生态学杂志, 2013, 25(9): 1109-1110
- [2] Lage MJ, Platt GJ, Treglia M. Inverting the classroom: a gateway to creating an inclusive learning environment[J]. The Journal of Economic Education, 2000, 31(1): 30-43
- [3] Davies RS, Dean DL, Ball N. Flipping the classroom and instructional technology integration in a college-level information systems spreadsheet course[J]. Educational Technology Research and Development, 2013, 61(4): 563-580
- [4] Herreid C, Schiller N. Case studies and the flipped classroom[J]. Journal of College Science Teaching, 2013, 42(5): 62-66
- [5] Lei ZX, Tao XQ, Li YS, et al. Reform and exploration of Environmental Biology Course teaching[J]. Education Teaching Forum, 2015(30): 68-69 (in Chinese)
雷泽湘, 陶雪琴, 李永胜, 等. 环境生物学课程教学的改革与探索[J]. 教育教学论坛, 2015(30): 68-69
- [6] Wang GH. Construction and practice of comprehensive experimental teaching system of Environmental Engineering Microbiology[J]. Microbiology China, 2017, 44(1): 232-237 (in Chinese)
王国惠. 环境工程微生物学综合性实验教学体系的构建与实践[J]. 微生物学通报, 2017, 44(1): 232-237
- [7] Jiang LJ, Wang XL, Yin Y, et al. Reform and exploration on environmental microbiological experiment teaching[J]. Research and Exploration in Laboratory, 2015, 34(3): 226-227 (in Chinese)
蒋丽娟, 王晓琳, 尹颖, 等. 环境微生物学实验教学改革与探索[J]. 实验室研究与探索, 2015, 34(3): 226-227
- [8] Li YT, Ma XL, Tian YZ, et al. The exploration and practice of flipped classroom in Immunology teaching[J]. Microbiology China, 2017, 44(5): 1242-1248 (in Chinese)
李远婷, 马晓林, 田永芝, 等. 翻转课堂在免疫学教学中的探索与实践[J]. 微生物学通报, 2017, 44(5): 1242-1248
- [9] Wang DH, Xu HQ, Wei GY. The application of flipped classroom in food microbiology experiment teaching based on micro-lecture[J]. Microbiology China, 2017, 44(5): 1230-1235 (in Chinese)
王大慧, 许宏庆, 卫功元. 基于微课的翻转课堂实践在“食品微生物学实验”教学中的应用[J]. 微生物通报, 2017, 44(5): 1230-1235
- [10] Wang Y, Wang YN, Li J, et al. Design and application of flipped classroom-based teaching of cell biology experiments[J]. Chinese Journal of Cell Biology, 2016, 38(7): 843-849 (in Chinese)
王煜, 王亚男, 李姣, 等. 基于翻转课堂的细胞生物学实验教学设计 and 实例应用[J]. 中国细胞生物学报, 2016, 38(7): 843-849
- [11] Zhang SM, Wang YM, Liu YL, et al. Preliminary application and assessment of flipped classroom in physiological experiments[J]. Chinese Heart Journal, 2017, 29(1): 127-129 (in Chinese)
张淑苗, 王跃民, 刘亚莉, 等. “翻转课堂”的教学模式在生理学实验课教学中的初步应用与评价[J]. 心脏杂志, 2017, 29(1): 127-129
- [12] Lin QS. Design of experiment course “modern educational technology” based on flipped classroom[J]. Research and Exploration in Laboratory, 2014, 33(1): 194-198 (in Chinese)
林青松. 基于翻转课堂的“现代教育技术”实验课程设计[J]. 实

验室研究与探索, 2014, 33(1): 194-198

- [13] Lin YB, Yan X, Qiu L, et al. Reflections on 'the flipped classroom' teaching model in microbiological experiments[J]. Progress in Veterinary Medicine, 2015, 36(12): 168-171 (in Chinese)

林雁冰, 颜霞, 邱立, 等. 翻转课堂教学模式在微生物实验教学中的设计与思考[J]. 动物医学进展, 2015, 36(12): 168-171

- [14] Liu P. Application of flipped classroom in vocational practice teaching of pathogenic biology and immunology[J]. China Medical Education Technology, 2015, 29(1): 59-62 (in Chinese)

刘鹏. 翻转课堂在高职病原生物与免疫学实训教学中的应用[J]. 中国医学教育技术, 2015, 29(1): 59-62

- [15] Zhao JH, Ke DS. Observation and reflection on process of experimental design for college students[J]. Experimental Technology and Management, 2015, 32(8): 27-30 (in Chinese)

赵建华, 柯德森. 对大学生实验设计过程的观察与思考[J]. 实验技术与管理, 2015, 32(8): 27-30

- [16] Wang Y, Tian H, Wang YN. Analyzing the status of sexual behavior, attitude towards sex, contraception and unexpected pregnancy of college students in network times[J]. Chinese Health Service Management, 2015, 32(7): 546-549 (in Chinese)

王煜, 田华, 王亚男. 网络背景下大学生性行为性观念、避孕和意外妊娠的现状分析[J]. 中国卫生事业管理, 2015, 32(7): 546-549

(上接 p.154)

征稿简则

3.5 参考文献: 参考文献按文内引用的先后顺序排序编码, 未公开发表的资料请勿引用。我刊参考文献需要注明著者(文献作者不超过 3 人时全部列出, 多于 3 人时列出前 3 人, 后加“等”或“et al.”, 作者姓前、名后, 名字之间用逗号隔开)、文献名、刊名、年卷期及页码。国外期刊名必须写完整, 不用缩写, 不用斜体。参考文献数量不限。

参考文献格式举例:

- [1] Marcella C, Claudia E, Pier GR, et al. Oxidation of cystine to cysteic acid in proteins by peroyacids as monitored by immobilized pH gradients[J]. Electrophoresis, 1991, 12(5): 376-377
- [2] Wang BJ, Liu SJ. Perspectives on the cultivability of environmental microorganisms[J]. Microbiology China, 2013, 40(1): 6-17 (in Chinese)
- 王保军, 刘双江. 环境微生物培养新技术的研究进展[J]. 微生物学通报, 2013, 40(1): 6-17
- [3] Shen T, Wang JY. Biochemistry[M]. Beijing: Higher Education Press, 1990: 87 (in Chinese)
- 沈同, 王镜岩. 生物化学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1990: 87
- [4] Liu X. Diversity and temporal-spatial variability of sediment bacterial communities in Jiaozhou Bay[D]. Qingdao: Doctoral Dissertation of Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, 2010 (in Chinese)
- 刘欣. 胶州湾沉积物细菌多样性及菌群时空分布规律[D]. 青岛: 中国科学院海洋研究所博士学位论文, 2010

4 特别说明

4.1 关于测序类论文: 凡涉及测定 DNA、RNA 或蛋白质序列的论文, 请先通过国际基因库 EMBL (欧洲) 或 GenBank (美国) 或 DDBJ (日本), 申请得到国际基因库登录号 (Accession No.) 后再投来。

4.2 关于版权: (1) 本刊只接受未公开发表的文章, 请勿一稿两投。(2) 凡在本刊通过审稿、同意刊出的文章, 所有形式的 (即各种文字、各种介质的) 版权均属本刊编辑部所有。作者如有异议, 敬请事先声明。(3) 对录用的稿件编辑部有权进行文字加工, 但如涉及内容的大量改动, 将请作者过目同意。(4) 文责自负。作者必须保证论文的真实性, 因抄袭剽窃、弄虚作假等行为引发的一切后果, 由作者自负。

4.3 审稿程序及提前发表: (1) 来稿刊登与否由编委会最后审定。对不录用的稿件, 一般在收稿 2 个月之内通过 E-mail 说明原因, 作者登录我刊系统也可查看。稿件经过初审、终审通过后, 作者根据编辑部返回的退修意见进行修改补充, 然后以投稿时的用户名和密码登录我刊系统上传修改稿, 编辑部复审通过后将发出稿件录用通知单, 稿件按照投稿先后排队发表。(2) 本刊对投稿的个人和单位一视同仁。坚持文稿质量为唯一标准, 对稿件采取择优先登的原则。

5 发表费及稿费

论文一经录用, 将在发表前根据版面收取一定的发表费并酌付稿酬、赠送样刊。

6 联系方式

地址: 北京市朝阳区北辰西路 1 号院 3 号中国科学院微生物研究所《微生物学通报》编辑部(100101)

Tel: 010-64807511; E-mail: tongbao@im.ac.cn; 网址: <http://journals.im.ac.cn/WSWXTBCN>