

# 微生物学实验技术课程“五阶段”翻转课堂教学模式的探索与实践

原野, 夏洪梅, 刘东波, 李晓雪, 李凡\*

东北师范大学生命科学学院, 吉林 长春 130024

原野, 夏洪梅, 刘东波, 李晓雪, 李凡. 微生物学实验技术课程“五阶段”翻转课堂教学模式的探索与实践[J]. 微生物学通报, 2022, 49(8): 3531-3538

Yuan Ye, Xia Hongmei, Liu Dongbo, Li Xiaoxue, Li Fan. Exploration and practice of “five-stage” flipped classroom teaching in Microbiology Experimental Technology course[J]. Microbiology China, 2022, 49(8): 3531-3538

**摘要:** 依据研究型实验教学的特点及混合式教学的相关理论, 探索将“五阶段”翻转课堂教学模式应用于高校实验教学, 并以微生物学实验技术课程为例, 重点论述该“五阶段”翻转课堂教学模式的设计思路, 即学生课前进行自主学习及实验设计, 课堂上以学生为主体进行讨论, 之后进行开放式实验实施, 最后以课堂展示及课后总结的形式进行实验反思。进一步分析该模式的实施效果, 探讨其优势及不足, 为翻转课堂教学模式在实践类课程中的应用提供借鉴, 以期更好地达成培养学生科研思维及创新能力的目标。

**关键词:** 研究型实验教学; 混合式教学; “五阶段”翻转课堂

## Exploration and practice of “five-stage” flipped classroom teaching in Microbiology Experimental Technology course

YUAN Ye, XIA Hongmei, LIU Dongbo, LI Xiaoxue, LI Fan\*

School of Life Sciences, Northeast Normal University, Changchun 130024, Jilin, China

**Abstract:** The application of the “five-stage” flipped classroom teaching model assisted by Blackboard platform in experimental teaching was explored based on the characteristics of research experimental teaching and related theories of blended teaching. The Microbiology Experimental Technology course was used as an example to expound the design thought of the teaching model, i.e., independent learning and experimental design before class, student discussion in class, implementation of open experiment,

基金项目: 东北师范大学本科教学综合改革项目(第二期)

Supported by: Undergraduate Teaching Reform Project of Northeast Normal University (Phase II)

\*Corresponding author: E-mail: lif885@nenu.edu.cn

Received: 2021-10-28; Accepted: 2022-04-09; Published online: 2022-05-10

class presentation, and summary after class. The teaching effects of this model and existing problems were also discussed. The findings may provide reference for the application of flipped classroom teaching model in practical courses, in hope of cultivating students' scientific thinking and innovation ability.

**Keywords:** research experimental teaching; blended teaching; “five-stage” flipped classroom

翻转课堂(flipped classroom 或 inverted classroom)的教学理念最初由美国林地高中科学教师 Sams 和 Bergmann 提出<sup>[1]</sup>, 近年来国内各大、中、小学纷纷引进并开展了本土化的教学实践, 实践证明, 这种教学模式突破了传统课堂的局限, 在激发学生学习兴趣、提高考试成绩和满足个性化培养需求等方面都具有促进作用<sup>[2-8]</sup>。

推进高校教学改革进而提升卓越人才培养能力已经成为我国高等教育发展的重点<sup>[9]</sup>。近年来, 在这一背景下, 许多高校加强了课程建设与改革, 探索在部分课程中使用包括翻转课堂在内的混合式教学方法并取得了较好的成果, 但总体来看大部分研究局限于理论课程, 在实践类课程中采用翻转课堂教学模式的相对较少。已报道的实验课中对翻转课堂教学模式的应用大都将课程分为“基于慕课、微课等的课程自学”“实验过程实施”及“课后完成报告”这 3 个阶段, 与理论课同质化程度较高。如何应用翻转课堂模式更好地辅助实验教学, 全面提升学生的实践技能 and 创新能力还需要更多地探索和实践<sup>[10-12]</sup>。

东北师范大学生命科学学院以培养优秀生物学专门人才为目标, 依托国家级生物学基础科学研究与教学人才培养基地, 近年来在本科教学中进行了以培养学生创新意识和开拓精神为目标的综合改革。在此过程中, 我们结合研究型实验教学的现状, 利用 Blackboard 平台(以下简称 Bb 平台)为支撑, 探索将翻转课堂

应用于自然科学实践类课程中的“五阶段”模式, 并以“微生物学实验技术”课程为例, 进行了教学实践。

## 1 微生物学实验技术课程的特点及教学现状

“微生物学实验技术”属于生物学综合实验技能系列课程, 在我校于第四学期开设, 先修课程为专业基础课“微生物学”和“微生物学基础实验”等。本课程的教学目的是提高学生观察、思考、分析问题和解决问题的能力, 培养学生严谨求实的科学态度、科学的逻辑思维方法、积极的创新精神及良好的实验作风。

在前期的教学改革过程中, 本课程对多种实验内容及方法进行了有效整合, 建立了以科学问题为导向的驱动式实验教学体系, 例如课题“产蛋白酶/淀粉酶芽孢杆菌的筛选、鉴定及生长曲线和产酶进程的研究”以解决“如何获得产酶微生物”这一实际问题出发进行设计, 囊括了从菌种筛选到产酶研究的多个微生物学实验训练内容, 而且研究内容与目前的生产实践相对接, 能够有效地加强学生对微生物学实践的认识, 并提高实验技术综合运用能力。然而在实际教学过程中, 受传统学习观念的影响, 学生大多以“听实验”和“做实验”为主, 并未积极地参与到实验的思考和设计中去; 而教师往往更关注知识讲解, 忽视了培养学生分析问题、解决问题和动手实践能力的目标, 不能充分发挥学生的创新潜能; 同时教师和学生之间的

“教”与“学”仅限于课堂,师生间缺乏深层次互动交流,教师不能很好地因材施教,忽视了学生的个性差异。另外,由于实验课时不足、实验室开放时间有限等教学条件限制,学生动手参与实验的实效性也有待提高。研究型实验与基础实验不同,其更关注学生通过自主的实验设计及实施过程养成分析问题及解决问题的科研能力,而上述传统的教学方式显然不能较好地实现这一教学目标。

## 2 “五阶段”翻转课堂模式的设计思路

研究型实验的特点是自主探究性和高阶性,既要兼顾到学生的基础,又要注意学生潜在能力的开发。因此我们以翻转课堂教学模式为基础,引入了探究性学习及小组协作等学习方式,将课程的教学过程分为“课前一课堂 I—开放实践—课堂 II—课后”这 5 个阶段。

(1) 课前: 下发研究课题及背景资料,学生进行自主学习,设计实验方案,并依托 Bb 平台与教师进行讨论修改。在这一过程中,通过成立研究小组引入了协作学习的方式,小组成员可以将学习过程中发现的信息及问题与其他成员共享,并进行充分论证。许多案例都证明了协作学习有利于发展学生的思维能力、增强学生的沟通能力及对个体差异的包容能力;对学生批判性及创新性思维的培养都具有明显的积极作用<sup>[13-15]</sup>。

(2) 课堂 I: 学生以小组为单位进行实验设计的汇报,开展师生及小组间讨论,对实验设计的合理性进行分析,确定最终方案。这一阶段主要注重学生自由表述及交流能力的培养,借助不同方案差异的比较开阔学生思路,培养学生的创新能力。

(3) 开放实践: 学生以小组为单位进入实验室进行开放实验,并在组内进行过程和结果的

讨论。这一阶段教师最大限度地为学生提供时间和硬件条件,充分锻炼学生的统筹能力和实操能力,同时培养学生的协作精神及结果分析能力。

(4) 课堂 II: 进行不同小组的实验结果展示及讨论,同时教师对实验进行总结和延展。这一阶段的目标是锻炼学生的总结交流能力,并培养学生的批判性思维。

(5) 课后: 学生撰写实验报告并在平台上提交,教师进行评价。这一阶段进行实验的总结反思,促进学生综合素养全面提升。

具体的课程流程及解析见图 1。

## 3 Bb 平台辅助的“五阶段”翻转课堂模式的实施

本文选取“产蛋白酶/淀粉酶芽孢杆菌的筛选、鉴定及生长曲线和产酶进程的研究”课题进行教学设计及实施,具体过程如下。

### 3.1 平台教学内容构建

进行翻转课堂教学,首先要进行平台教学内容的构建。依托 Bb 平台上传与课程相关的文字和视频资料,对学生进行分组,同时构建任务发布模块,保障学生进入该课程平台后能够自主进行学习,而且能够分别以个人和小组完成任务提交和师生交流。

### 3.2 学生课前活动

这一阶段主要完成知识的课前传递。学生利用平台上教师提供的资料进行学习,并根据学习情况进一步自主查阅学习资源;同时组成线上或线下学习小组进行实验设计和讨论。小组成员根据自主学习及讨论结果协作完成实验方案的设计,并提交到 Bb 平台。教师对学生的设计方案进行初步审查,对于重大的设计性错误与学生进行沟通讨论,学生根据教师的反馈结果对实验设计进行修改和完善。

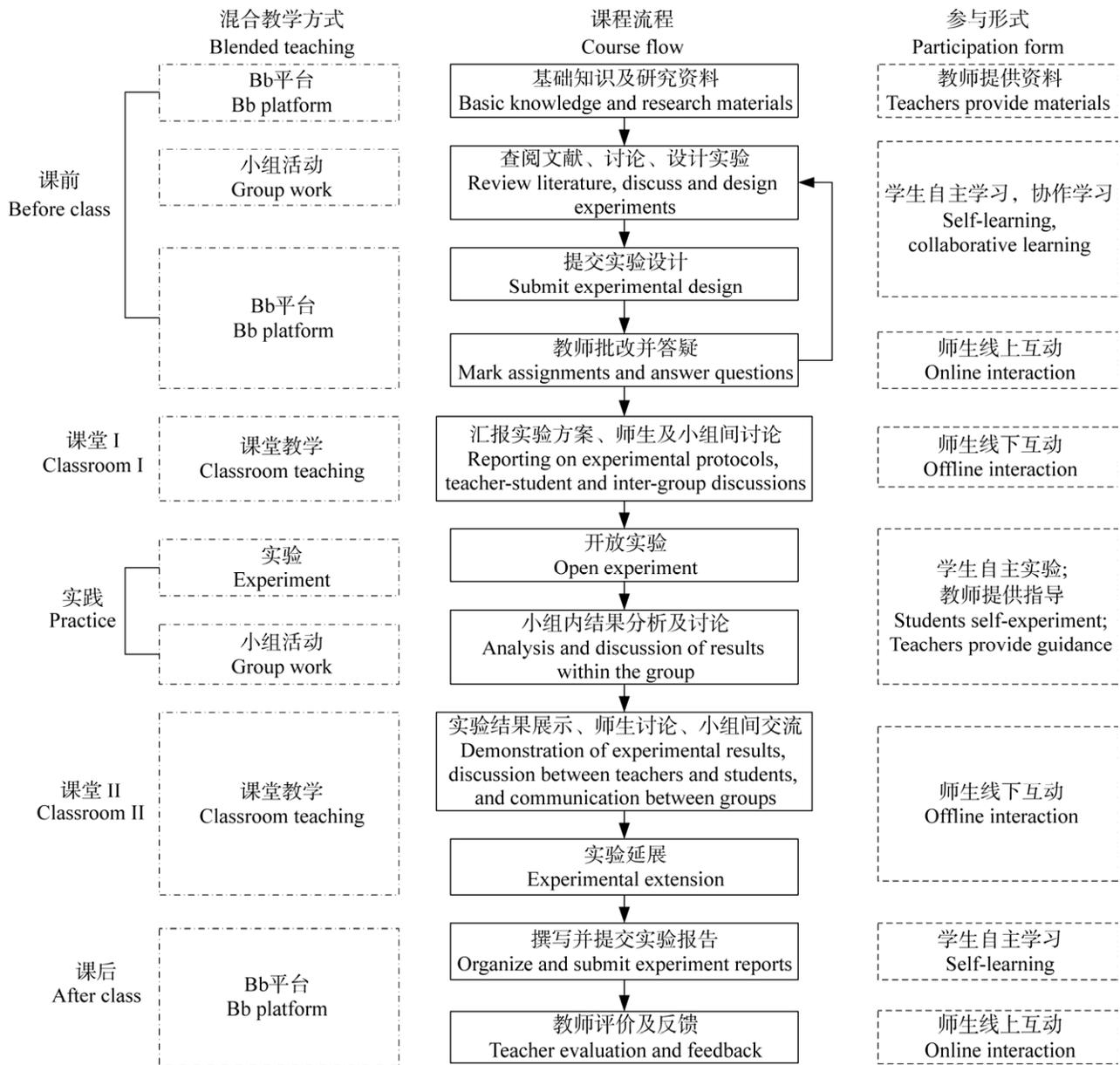


图 1 Bb 平台辅助的翻转课堂教学流程及解析

Figure 1 Teaching process and analysis of flipped classroom with Bb platform assisted.

本实验课题涉及的基本原理和技术在预修课程“微生物学”及“微生物学基础实验”中有所涉及, 学生具有对该课题进行自主学习和实验设计的基础和能力; 但同时相关知识在预修课程中均以模块化的形式在不同的章节中分别呈现, 将这些技术串联在一起进行一个完整课题

的设计对学生来说又具有一定的挑战性。在实施过程中我们发现学生能够很好地进行课前学习, 对实验的基本框架把握较好, 并能够根据文献提出各自的实验延展规划, 但由于科研实践较少, 实验设计中对不同实验的衔接及具体实验数量的设计等往往存在偏差, 需要根据教

师的建议进行二次修改。

在这一阶段我们强调学生不仅要进行资料的学习,而且要通过小组协作及师生互动完成实验设计,将知识更好内化的同时锻炼科研思维及创新能力。

### 3.3 翻转课堂 I 的实施(实验设计的展示与讨论)

小组以 PPT 形式完成实验设计展示,每一组由教师随机选取学生进行讲解,全体学生对有疑惑的部分进行讨论;同时比较各组实验设计的差异,探讨其合理性,完善实验细节。本课题使用的技术及操作流程具有多选性和可替代性,例如菌种分离可选择平板稀释涂布法,也可以选择划线分离法;产酶芽孢杆菌筛选可以先进行酶活性验证再检测是否为芽孢杆菌,也可以先以是否含有芽孢为条件进行筛选,之后再行酶活性验证。这些多样性都体现在了不同组学生的实验设计中,通过展示,学生可以更好地理解实验内容,并且开阔了思路、激发了想象力。

教师根据实际情况参与学生的讨论,并适时针对学生实验设计中出现的共性问题进行解析和引导。在这一点上也体现了翻转课堂的又一优势,以往的课堂中,教师的“教”与学生的“学”主要在课堂完成,忽略了课前的重要性,教师不容易了解学生对知识的掌握情况,因此常做不到有的放矢;而本文的教学模式,教师在课前 Bb 平台上围绕实验设计的沟通中,已经提前了解了学生的学习困难,在课堂上能够给予有效的辅导,同学之间的交流互动则更有助于促进学生知识的吸收内化。

另外,值得一提的是在课堂中教师从小组中随机选取学生进行汇报展示,避免在自主学习和小组讨论阶段有学生“搭顺风车”不积极参与的情况发生,促使全体学生参与到实验方案

的设计及展示准备中,真正理解实验过程,也有助于下一步开放性实验的实施。

### 3.4 开放性实验实施

学生依据实验方案进行实验,在本实验中根据微生物生长的周期,该实验全部完成需要 2-3 周,在此期间实验室日间全时开放。小组内学生根据实验方案进行人员分配,完成目的微生物的富集、筛选、液体发酵、生长曲线及酶活性测定。在实验过程中教师负责提供技术支持及实验指导,实验室提供阳性对照菌株供学生使用,便于后期发酵产酶实验的结果比较和分析。实验结束后,各小组自主进行结果分析和讨论,并在下一次集中课堂中进行展示。

在这一阶段教师将主动性完全交给学生,小组成员根据实验对人员作出安排,实验的完成需要全体成员的分工协作。这一过程锻炼了学生团结协作的能力,结合后期的实验反思,能够加强学生对团队精神的深入理解。

在开放性实验中需要注意的是安全问题,必须实现实验室安全红线下的开放。在这一方面,我们的应对措施主要有三点:(1) 教师在进行实验项目的设计时要充分考虑学生开放实验的安全性,选择安全系数较高的综合实验,比如本文中提到的实验项目,整个过程只涉及天平、高压灭菌锅、小型离心机、恒温振荡器、超净工作台、分光光度计、水浴锅等仪器,相对安全系数较高。(2) 学生进行开放实验之前务必进行仪器使用的培训及安全技能的考核,考核通过后才允许进入实验室进行实验。本课程开设的前一学期学生即通过微生物学基础实验课程完成了仪器使用的学习及操作考核,同时在进入实验室之前也完成了安全技能考试。(3) 实验室开放期间教师安排轮值,保证在实验进行期间有一名教师或实验员、助教在实验室内值班,负责帮助学生解决突发问题。

### 3.5 翻转课堂 II 的实施(实验后总结、延展与反思)

教师组织集中课堂, 各组学生汇报自己的实验结果, 结合之前不同的实验设计进行小组间讨论, 教师参与讨论并引导共有结论及个性结论的提出。本课题实验思路完整, 与生产实践连接紧密, 后续延展方向较多, 因此在训练学生实践动手能力的同时, 也训练了学生的整体科学思维, 并为学生进一步的科研活动奠定了基础。

另外, 在本阶段教师和学生进行反思, 通过对教学内容、教学组织、教学效果等方面的梳理, 进行再思考并总结出经验和教训, 以此进一步提高课程的教学效果, 这也是实现“教”“学”相长、促进教师发展的途径。

### 3.6 考核评价

与传统实验课教学相比, 在翻转课堂教学模式下, 学生投入了更多的时间和精力用于线上学习、线下资料查阅、组内及组间讨论等, 因此, 在新的教学模式下应着重强调学习过程, 重视并鼓励学生在学习过程中的付出。本课程采用过程性评价与终结性评价相结合的多元化考核评价模式, 其中过程性评价成绩占 50%, 包括:(1) 对 Bb 平台提交的实验设计进行评价;(2) 对汇报展示进行评价;(3) 对课堂讨论进行评价。终结性评价成绩也占总成绩的 50%, 主要指对最终的实验报告进行评价, 着重考核学生对实验结果的分析讨论及对整体实验设计的反思。

## 4 “五阶段”翻转课堂模式的实施效果及反思

### 4.1 实施效果

通过 Bb 平台的跟踪统计功能对学生学习情况进行了分析, 结果显示基础资料下载率达

到 100%, 自主学习的完成率达到 90%以上。对三届共 216 名参加课程学习的学生展开了问卷调查, 结果显示 97.5%的学生认为这种教学模式能够提高自主学习的能力, 对实验内容有深入的理解, 师生间的讨论互动扩展了思路, 对科研能力的培养起到了促进作用。课程综合评价结果的满意度达到 98.25%。对参与课程的教师进行了访谈, 教师认为这种教学方式能够更好地掌握学生的学习动态, 便于教师根据学生学习情况实时地进行引导和课程内容调整, 而且师生关系也在互动交流中变得更加融洽, 有利于师生的“教”“学”相长及和谐发展。

另外, 基于本课程的学习内容, 学生在延展讨论中提出了很多科研想法, 部分学生进入科研实验室后进行了相关内容的实施, 在教师的进一步指导下取得了较好的研究成果, 部分研究项目如“一种新型草酸青霉  $\alpha$ -1,3-阿拉伯呋喃糖苷酶的克隆与表达”获得第三届全国大学生生命科学创新创业大赛一等奖, “GH10 家族碱性木聚糖酶嗜碱机制研究”获得了第二届全国大学生生命科学竞赛一等奖等。

然而, 在课程实施过程中也发现了一些有待于改进的不足: 实施过程中绝大多数学生能够积极参与, 但也有个别学生课前学习不充分、小组讨论交流不积极, 今后还需要探讨如何监督学生的课前学习情况, 以及如何营造更好的讨论氛围, 促进全体学生有深度地参与学习讨论, 并保持学习的积极性和持久性。

### 4.2 反思

与传统“三阶段”的翻转课堂模式相比, “五阶段”教学模式的主要特点是以开放实验为中心, 在其前后各实现一次课堂的翻转。通过第一次翻转完成实验设计及其讨论, 培养学生自主学习能力及协作精神, 同时锻炼学生的表达交流能力, 开阔学生思路, 激发其创造力。通

过开放实验后的第二次翻转实现实验结果的总结及交流讨论, 不同于传统模式中的课后完成实验报告, 这种小组之间的讨论能够分享不同的实验设计结果, 学生相当于在自己实验的基础上进行了不同的对比实验, 对实验结果的总结及分析提高了学生分析问题的能力, 培养了其严谨的科学思维。通过三轮实践教学, 我们认为这种教学模式保障了教学时间, 有利于强化实操能力的训练, 同时使学生对实验内容掌握得更深刻, 在提升学生能力方面的作用显著, 适合在研究型实验教学中使用。

这一教学模式的实施已经作为校级立项项目进行了展示讨论, 成为我院实践教学改革“卓越中学生物教师创新能力培养的“四三二”实践课程体系建构与实践研究”的一部分, 整体教改成果受到了专家同行的认可, 获得 2020 年东北师范大学校级成果奖一等奖, 并进一步获批省级教改项目进行推广及更深入地实施研究。

## 5 结语

本文在“微生物学实验技术”课程中进行了“五阶段”翻转课堂教学模式的实践, 探讨将该模式应用于研究型实验教学中。从师生反馈情况来看, 专任教师和学生都认为该教学方式有利于知识的内化, 并能促使科学思维、创新能力及自主学习能力的养成。未来的工作将针对不足, 进一步探索更完善的实践教学体系, 使其更好地在实践教学中发挥作用, 为培养具有创新能力的高素质人才继续努力。

## REFERENCES

- [1] Sams A, Bergmann J. Flip your students' learning[J]. *Educational Leadership*, 2013, 70(6): 16-20
- [2] 陈雯莉, 胡胜. 课堂之外: 微生物学“翻转课堂”的改革实践[J]. *微生物学通报*, 2016, 43(4): 735-741  
Chen WL, Hu S. Outside the classroom: teaching reform practices of Microbiology by flipped classroom[J]. *Microbiology China*, 2016, 43(4): 735-741 (in Chinese)
- [3] 李彩兰, 鲁强. 基于翻转课堂和活性筛选的药理学实验教学改革[J]. *基础医学教育*, 2021, 23(12): 861-865  
Li CL, Lu Q. Teaching reform in the Pharmacological Experiment course based on flipped classroom and activity screening[J]. *Basic Medical Education*, 2021, 23(12): 861-865 (in Chinese)
- [4] 俞远志, 刘赫扬, 张立庆. “无机及分析化学实验”混合式教学改革与实践[J]. *教育教学论坛*, 2022(1): 46-49  
Yu YZ, Liu HY, Zhang LQ. Reform and practice of mixed teaching of experiment of Inorganic and Analytical Chemistry[J]. *Education and Teaching Forum*, 2022(1): 46-49 (in Chinese)
- [5] 毛全兴, 张渝阳, 娄振宁, 王月娇, 许旭, 刘琳. 基于案例分析与翻转课堂的分析化学实验混合式教学实践[J]. *大学化学*, 2022, 37(X): 2111001  
Mao QX, Zhang YY, Lou ZN, Wang YJ, Xu X, Liu L. Practice of blended teaching mode based on case analysis and flipped classroom in Analytical Chemistry laboratory teaching[J]. *University Chemistry*, 2022, 37(X): 2111001 (in Chinese)
- [6] 吴莎, 施珊珊. 基于微视频的翻转课堂在医学微生物学实验教学中的探索[J]. *微生物学杂志*, 2021, 41(6): 123-128  
Wu S, Shi SS. Flipped classroom in Medical Microbiology experimental teaching based on micro-video[J]. *Journal of Microbiology*, 2021, 41(6): 123-128 (in Chinese)
- [7] Al-Samarraie H, Shamsuddin A, Alzahrani AI. A flipped classroom model in higher education: a review of the evidence across disciplines[J]. *Educational Technology Research and Development*, 2020, 68(3): 1017-1051
- [8] Walsh JN, Risquez A. Using cluster analysis to explore the engagement with a flipped classroom of native and non-native English-speaking management students[J]. *The International Journal of Management Education*, 2020, 18(2): 100381
- [9] 杨俊威. 浅析翻转课堂在大学体育教学中的应用[J]. *湖南城市学院学报(自然科学版)*, 2016, 25(5): 349-350  
Yang JW. Analysis on the application of flipped classroom in college physical education[J]. *Journal of Hunan City University: Natural Science*, 2016, 25(5): 349-350

- 349-350 (in Chinese)
- [10] 李云峰, 张杰良. 基于微课的翻转课堂在生物工程实验课的教学设计和应用[J]. 化工设计通讯, 2022, 48(2): 121-123, 147  
Li YF, Zhang JL. Application and practice on the Bioengineering experiment course based on the micro-lecture mode in a flipped classroom[J]. Chemical Engineering Design Communications, 2022, 48(2): 121-123, 147 (in Chinese)
- [11] 晏贤春, 曹秀丽, 卜歆, 韩骅, 梁亮. PBL 联合翻转课堂教学法在医学分子生物学实验教学中的探索和应用[J]. 生物学杂志, 2022, 39(1): 115-117, 122  
Yan XC, Cao XL, Bu X, Han H, Liang L. Exploration and application of PBL combined flipped classroom teaching model in Medical Molecular Biology experiment teaching[J]. Journal of Biology, 2022, 39(1): 115-117, 122 (in Chinese)
- [12] 郭建鹏. 翻转课堂教学模式: 变式与统一[J]. 中国高教研究, 2019(6): 8-14  
Guo JP. Flipped classroom teaching model: variation and integration[J]. China Higher Education Research, 2019(6): 8-14 (in Chinese)
- [13] 陈奕彬. 智慧学习环境支持的协作学习活动设计与实践[D]. 成都: 四川师范大学硕士学位论文, 2020  
Chen YB. Design and practice of collaborative learning activities supported by smart learning environment[D]. Chengdu: Master's thesis of Sichuan Normal University, 2020 (in Chinese)
- [14] 彭红超, 姜雨晴, 马珊珊. 基于翻转课堂的协作学习效果实证分析——以大学生“计算机网络与应用”课程为例[J]. 中国远程教育, 2020(1): 62-72  
Peng HC, Jiang YQ, Ma SS. An empirical analysis of the effect of collaborative learning based on flipped classroom: taking the course of “Computer Network and Application” as an example[J]. Distance Education in China, 2020(1): 62-72 (in Chinese)
- [15] 李艳燕, 彭禹, 康佳, 包昊罡, 苏友. 在线协作学习中小组学习投入的分析模型构建及应用[J]. 中国远程教育, 2020(2): 40-48, 77  
Li YY, Peng Y, Kang J, Bao HG, Su Y. Construction and application of an analytical model for group learning input in online collaborative learning[J]. Distance Education in China, 2020(2): 40-48, 77 (in Chinese)