

利用翻转课堂提高学生“细胞与分子生物学实验”课程的自主学习能力

黄心智 许伟榕 沈文红 王保国 孙岳平*

(上海交通大学医学院, 实验教学中心, 细胞与分子生物学实验室, 上海 200025)

摘要 为了促进学生自主学习能力的提高, 提高教学质量, 达到人才培养目标, “细胞与分子生物学实验”在全课程中采用了翻转课堂的教学模式。教师在课前引导预习, 课中引导讨论, 结合多样化评价方式, 运用心理学量表测评翻转课堂的运用效果。结果显示, 翻转课堂教学可使学生的自主学习能力显著提高, 学习目标更明确, 学习习惯得到改善, 动手能力更强, 从而全面提升了实验教学效果和学生素质。

关键词 实验教学; 翻转课堂; 自主学习能力; 心理学量表

Students' Autonomous Learning Ability was Improved by Using Flipped Classroom in Cell and Molecular Biology Experiment Course

HUANG Xinzhi, XU Weirong, SHEN Wenhong, WANG Baoguo, SUN Yueping*

(Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Experimental Teaching Center, Laboratory of Cell and Molecular Biology, Shanghai 200025, China)

Abstract In order to promote the development of students' autonomous learning abilities, improving the quality of teaching and achieving the goal of talent cultivations, cell and molecular biology experiment course adopted the flipped classroom model. The teacher guided previews before class, guided discussions in class, gave a variety of evaluation methods, used psychological scales to judge the effect of flipped classroom. The results showed that the autonomous learning abilities of students were significantly improved after flipped classroom teaching. Therefore students had clearer learning goals, better learning habits and stronger practical abilities. The flipped classroom improved the experimental course teaching effects and students' qualities comprehensively.

Keywords experimental teaching; flipped classroom; autonomous learning ability; psychological scale

“细胞与分子生物学实验”是本校医学专业二年级学生的必修课, 课程的教学目标为“提高学生实践能力、动手能力、研究能力、独立的判断和思考能力、自学能力、合作能力”。自主学习能力是发展以上多项能力的基础, 然而大二学生正处于大学生自主学习能力最低的阶段^[1], 具体体现在学生的课

前预习比例低, 课中学习积极性差, 实验原理掌握程度不高, 实验操作差错多, 实验报告质量不佳, 与教学目标存在差距。翻转课堂不同于传统教学的学习流程和学习要求, 颠覆了知识都由教师在课堂上传授的模式, 大大增加了学生自主学习的环节, 课前预习、在线互动、课堂讨论、自我评价等翻转课堂常

收稿日期: 2019-11-07 接受日期: 2020-01-13

上海交通大学医学院课程建设项目(批准号: (2017) 14)资助的课题

*通讯作者。Tel: 021-63846590-776531, E-mail: jysunyp@shsmu.edu.cn

Received: November 7, 2019 Accepted: January 13, 2020

This work was supported by the Course Construction Project of Shanghai Jiao Tong University School of Medicine (Grant No. (2017) 14)

*Corresponding author. Tel: +86-21-63846590-776531, E-mail: jysunyp@shsmu.edu.cn

URL: <http://www.cjcb.org/arts.asp?id=5251>

用的教学方法能够推动学生自主学习、独立思考、协作研究,从而能提高学生学习能力^[2]。目前国内在实验课施行翻转课堂的比例较低,而且已有的研究成果普遍存在一些问题。首先,没有人使用科学性和可靠性更高的心理学量表^[3];其次,都没有意识到实验课并非孤立课程,因此,没有关注翻转课堂的教学效果与其他课程的相关性^[4]。另外,这些研究都没有深刻认识到学生学习自主性与实验课程教学效果的因果关系,偶有文献提到学习自主性,也都没有深入地研究和探讨^[5]。因此,本研究拟以翻转课堂提高学生学习自主性为切入点,采用经过效度和信度分析的心理学量表来测评教学效果,探讨对“细胞与分子生物学实验”教学效果的影响及其相关效应。

1 翻转课堂的实施方案

1.1 实施对象

选取2017级八年制临床和口腔专业学生为研究对象,全部教学内容均采用翻转课堂教学形式,随机选择两个班级共61人采用翻转课堂,同样随机选取3个班级共80人采用传统教学方式作为对照班。两种班级使用相同的预习测验题、实验操作视频和

微课资源,翻转班使用的预习课件与对照班的上课课件相同,上课时段、课程内容完全一样,教学重点和难点均已在集体备课时达成一致。

1.2 测评方法

为了更科学地判断学生自主学习能力情况,本研究采用了张俐等^[6]制定的“大学生自主学习能力测评量表”。该表共18个题目,涵盖2个因素,第一个因素“自主能力”与不需要外力推动就能主动学习的能力有关,涵盖前10个指标;第二个因素“学习能力”是直接影响大学生学习效率并使学习得以顺利进行的心理特征,涉及后8个指标(表1)。该量表的区分度、信度、效度都经过验证,达到了心理学的要求,可以作为大学生自主学习能力的评价指标和测评工具。关于学生预习习惯、教学效果评价的调查也根据李克特心理学量表(Likert scale)形式设计成五级量表。测评采用翻转班与对照班互相对比以及翻转班自身对比两种方法,相互对比即比较翻转班与对照班课程结束时的情况,自身对比即比较翻转班课程开始与结束时的情况。

1.3 课前促进措施

翻转课堂的效果很大程度上依赖课前的预习,

表1 自主学习能力量表正面评价比例的比较

Table 1 Comparison of the positive options in the self-regulated learning ability scale

自主学习能力评价指标 Evaluation index of self-regulated learning ability	翻转班对比对照班 Flipping class vs Control class	课程结束对比开始 Course ending vs Course beginning
1 I can motivate myself	↑ ($P < 0.001$)	↑ ($P < 0.001$)
2 I can motivate self-learning	↑ ($P < 0.001$)	↑ ($P < 0.001$)
3 I can persevere in learning	↑ ($P < 0.05$)	↑ ($P < 0.001$)
4 I can summarize and reflect on learning methods, processes and effects	↑ ($P > 0.05$)	↑ ($P < 0.05$)
5 I can plan for myself in learning	↑ ($P > 0.05$)	↑ ($P < 0.01$)
6 I can manage myself in learning	↑ ($P < 0.05$)	↑ ($P > 0.05$)
7 I can grasp the law of my own learning	↑ ($P < 0.05$)	↑ ($P < 0.05$)
8 I can master learning strategies	↑ ($P < 0.05$)	↑ ($P < 0.01$)
9 I have flexible learning methods	↑ ($P > 0.05$)	↑ ($P < 0.001$)
10 I can select useful information and knowledge in learning	↑ ($P < 0.05$)	↑ ($P < 0.001$)
11 I can use the Internet or other resources to learn	↑ ($P < 0.05$)	↑ ($P < 0.05$)
12 I can look up literature in case of problems	↑ ($P < 0.01$)	↑ ($P < 0.05$)
13 I can flexibly use what I have learned in case of problems	↑ ($P > 0.05$)	↑ ($P < 0.05$)
14 I can consciously expand my knowledge in learning	↑ ($P > 0.05$)	↑ ($P < 0.01$)
15 I can find problems in learning	↑ ($P < 0.05$)	↑ ($P < 0.001$)
16 I can find the way to acquire knowledge in learning	↑ ($P > 0.05$)	↑ ($P < 0.05$)
17 I can make my own study plan	↑ ($P < 0.05$)	↑ ($P > 0.05$)
18 I can carry out the study plan voluntarily	↑ ($P < 0.05$)	↑ ($P < 0.05$)

↑表示对比有提高。

↑ indicates an increase in contrast.

为更好地促进学生课前自主预习, 采取的措施有: (1)要求学生课前观看学校课程中心网站的实验视频资料; (2)预先发放教学课件; (3)给出预习任务清单, 包括下次课的实验内容、学习目标, 与实验原理、实验操作、注意事项、所用试剂、实验条件等相关的启发性问题等; (4)建立班级微信群, 作为学生在课前预习时提问和班级讨论的实时平台。

1.4 课中引导措施

教师在课堂上既能检验学生课前自主学习效果, 又能进一步加强学生自主学习能力和合作学习能力。采取的措施有: (1)教师在课堂上不再详细介绍实验操作步骤、器材、试剂和注意事项, 学生自行开始操作, 教师从旁观察, 以确认预习效果; (2)教师或学生拍摄学生错误的操作, 当堂发布在微信群中由学生相互讨论点评; (3)实验结果由学生实时发布到微信群中进行互评; (4)教师就实验原理、操作、实验技术的应用等发布讨论题, 随机提问或指定小组当堂查阅资料和讨论。

1.5 评价的形式

学生自主学习能力的提高, 需要设计多样化的评价指标来巩固。实验原理、定义、操作步骤等事实性知识的掌握程度, 采用每堂课中的小测验和期末考试的形式来评价。运用已有知识对应用型、扩展型问题进行组织加工而解决问题的技能型能力评价, 可以在实验操作时观察学生的表现, 也可以在课堂上给出扩展型、综合性问题, 由学生分组查资料并讨论, 教师根据学生的信息检索能力、分析能力、协作能力等情况评价。涉及学生自我评价、自我反思和自我突破的元认识能力则采用观察学生学习态度、学生给自己的实验报告评分、学生相互给小组主题报告评分的形式评价^[7]。

1.6 量表发放和统计

测评量表均使用问卷网站来形成不记名问卷形式。结果使用IBM SPSS 20.0统计软件进行统计分析, 以 $P < 0.05$ 为显著性差异标准。

2 翻转课堂的实施效果

2.1 对学生自主学习能力提高的影响

课程结束时翻转班和对照班均使用“自主学习能力量表”进行测评, 结果显示, 18项能力中翻转班有12项显著高于对照班, 其余6项的提高没有统计学差异。其中提高最为显著的是“1我能够自我激励”、

“2我能够激发自我学习的动机”($P < 0.001$), 没有变化的是第4、5、9、13、14、16项。翻转班采用“自主学习能力量表”进行自身对比的结果显示, 课程结束时比开始时18项能力中16项明显提高, 2项升高没有统计学差异(表1)。提升最显著的能力是: “1我能够自我激励”、“2我能够激发自我学习的动机”、“3在学习时我能够持之以恒”、“9我有灵活的学习方法”、“10我能筛选对学习有用的信息和知识”、“15我能主动发现问题”($P < 0.001$), 值得注意的是, 这6项提升特别突出的能力中有5项都属于“自主能力”。变化不明显的是第6和17项。

2.2 对学生明确课程目标的影响

调查发现, 翻转班的学生对于本课程的总体培养目标以及每次实验课的具体学习目标都比对照班更加明确。其中“你是否清楚本课程的总体培养目标”一项, 翻转班90%的学生都清楚(非常清楚24.59%、清楚65.57%、不确定8.20%、不清楚1.64%、非常不清楚0), 而对照班只有66%的学生清楚(非常清楚32.50%、清楚33.75%、不确定28.75%、不清楚3.75%、非常不清楚1.25%), 不确定的人数特别多, 甚至还有个别是完全不了解的($P < 0.01$)。此外关于“你是否清楚每个实验的具体学习目标”, 翻转班94%的学生都清楚(非常清楚34.43%、清楚59.02%、不确定3.28%、不清楚3.28%、非常不清楚0), 而对照班只有76%的学生清楚(非常清楚37.50%、清楚38.75%、不确定21.25%、不清楚0、非常不清楚2.50%), 不确定的人数达到21.25%, 差别非常显著($P < 0.01$)。

2.3 对学生预习习惯改善的影响

翻转班课前观看实验操作视频进行预习的比例明显比对照班高, 每次实验前都观看的比例达到了62.26%, 而对照班只有16.90%($P < 0.01$)。翻转班学生自身也能明显感觉到预习习惯的改善, 例如翻转班学生对于自身预习态度的评价比对照班更高: 非常认真53.57%、认真42.86%、不确定0、不认真3.57%、非常不认真0; 而对照班则为: 非常认真28.20%、认真57.79%、不确定0、不认真14.01%、非常不认真0($P < 0.05$)。

2.4 对学生实验操作水平提高的影响

传统实验课中教师讲授操作步骤以及注意事项, 学生往往听不全、记不住, 等到实际操作时常出现不了解操作流程甚至错误操作的情况。翻转

课堂课中少讲甚至不讲操作步骤, 学生必须依靠课前自学, 结果学生在课堂上根据操作步骤、试剂、仪器设备的使用询问教师的频率($P < 0.05$)和实验操作失误率($P < 0.01$)均降低(表2); 期末的实验操作考试表现更好(翻转班平均分9.52、对照班平均分8.78, $P < 0.01$), 表明学生的实验操作能力得到显著提高。调查翻转班学生的主观感受也得到相同的结果, 学生表示这种教学方式“能让我提高实验操作效率”(非常符合18.87%、符合62.26%、不确定13.21%、不符合3.77%、非常不符合1.89%); “能让我提前完成实验, 减少在实验室里逗留的时间”(非常符合36.14%、符合51.81%、不确定15.67%、不符合7.23%、非常不符合1.20%); “能让我提高动手能力”(非常符合28.37%、符合53.19%、不确定16.31%、不符合2.13%、非常不符合0)。

2.5 学生的评价

在课程结束时调查了翻转班的学生对这种教学方式能否接受, 以及在掌握和应用知识的能力、写作能力、表达能力与合作能力方面的主观感受。结果表明, 总计有92%的学生表示“对翻转课堂教学方式满意或非常满意”(非常满意50.82%、满意

40.98%、不确定6.56%、不满意1.64%、非常不满意0), 当然并非全体学生都能接受, 还有少数人持保留态度(不确定)甚至是不满意。绝大多数学生都认为, 翻转课堂“提高了我的学习兴趣和积极性”(非常符合31.15%、符合50.82%、不确定11.48%、不符合6.56%、非常不符合0)。对“提高了我理解和记忆实验原理的能力”表示同意的人数总计88%, 对“提高了我应用实验原理和理论课相关知识的能力”表示同意的人数总计77%, 对“提高了我的思辨能力”表示同意的人数总计85%, 对“提高了我的实验报告写作能力”表示同意的人数总计90%, 对“提高了我的交流沟通和表达能力”表示同意的人数总计80%, 对“提高了我的团队合作意识和合作能力”表示同意的人数总计83%, 均超过四分之三, 其中尤其令人瞩目的目的是实验报告写作能力的提高(表3)。

3 实施翻转课堂的意义和思考

3.1 心理学量表在翻转课堂效果评估中的应用价值

评估人的能力需要使用心理测评, 普通的调查问卷只是一堆问题的集合, 不具备对学生心理特征和行为特征进行量化的价值。量表的编制和实测都

表2 学生实验操作效率的比较

Table 2 Comparison of the students' experimental operation efficiency

翻转班对比对照班 Flipping class vs Control class	询问操作问题 Inquiry about operation	操作失误 Error of operation
Every time	↓	↑
Frequently	↓	↓
Seldom	↑	↑
Never	↑	↓

↑表示对比有提高, ↓表示对比有降低。

↑ indicates an increase in contrast. ↓ indicates a decrease in contrast.

表3 翻转班其他能力的变化

Table 3 Changes in other abilities of flipping classes

自我评价指标 Self evaluation index	非常同意 Fully agree	同意 Agree	不确定 Not sure	不同意 Disagree	非常不同意 Fully disagree
1 My ability to understand and remember the experimental principles improved	42.62%	45.00%	11.67%	1.64%	0
2 My ability to apply experimental principles and knowledge of theoretical courses improved	16.98%	60.38%	18.87%	3.77%	0
3 My ability to think and analyse	18.03%	67.21%	14.75%	0	0
4 My ability to write experimental reports improved	40.98%	49.18%	8.20%	1.64%	0
5 My ability to communicate and express improved	27.87%	52.46%	16.39%	3.28%	0
6 My team-work ability improved	13.21%	69.81%	15.09%	1.89%	0

比问卷要严格和规范,甚至经过信度和效度的检验,因此更加适用于教学研究。要考察翻转课堂对学生自主学习能力、合作能力、思辨能力等多方面能力的影响,需使用规范的心理量表。以往的翻转课堂研究中均忽略了如何用科学的方法来衡量教学效果,本研究首次采用科学性更高的“大学生自主学力量表”,该量表来源于公开发表的文献,经过区分度、信度和效度的检验,具有更高的标准化程度。其他教学效果测评也使用了李克特五级心理量表,做到从心理学角度出发全面地、科学地反映学生经过翻转课堂的训练以后各方面能力变化的情况,结果更加真实可信,也为其他相关教学研究提供了可借鉴的范例。

3.2 自主学习能力提高有助于达成实验教学目标

翻转课堂这种教学模式被引进国内已经十多年,然而在实验课程中实施的案例很少,以维普数据库文献为例,仅占全部翻转课堂文献的3%,其中研究性论文更少。本研究注意到翻转课堂与自主学习都符合构建主义倡导的创设问题情境、支持协作探究、开展会话交流的教育理念,具有共同的理论基础^[2];同时翻转课堂的教学目标与实验课注重培养学生实践能力、动手能力、独立的判断和思考能力、合作能力、自学能力的教学目标高度契合^[8],而这两者之间的桥梁就是学生自主学习能力。重视培养学生自主学习能力也符合《教育部关于进一步加强高校实践育人工作的若干意见》中的“积极发挥学生在实践教学中的自我教育、自我管理、自我服务作用,提高学生自主学习能力”的要求,因此,在实验课中实施翻转课堂很有必要。

根据自主学力量表的测评结果,翻转课堂使得学生的自主学习能力全面提高,与之相对应的教学效果体现在(1)学生能够自我激励和激发自我学习的动机,使得他们对自身的学习要求更高,对整个课程要达到的学习目的更加明确,对每次课的教学目标也更加了解,这点在实验报告当中可以得到充分体现。(2)学生自我管理能力加强,能把握自身学习规律,使得他们能养成更好的预习习惯,实验操作效率和动手能力由此得到提高。由于课中不再讲授操作事宜,逼迫学生加强预习,使得操作时询问教师、搞错试剂和操作步骤的频率大大下降。例如“细胞融合实验”中有3次离心,每次离心前加入Hank's液的体积都不相同,离心后弃去上清的要求也不相

同,翻转班的学生基本不出差错。(3)学生在学习时能自我总结和反思学习方法、过程、效果,自我规划,掌握学习策略,使得他们能更好地理解和记忆实验原理,实验报告的质量也提高了。例如“动物染色体制备”实验中影响实验结果的环节较多,学生在课堂讨论中能全面地总结,在实验报告中均能根据自身的具体结果做到针对性地讨论和反思操作过程。(4)学生有了更灵活的学习方法、学会通过网络查文献等方法筛选有用的信息,并能够在在学习时发现问题,这些都有助于提高他们应用知识的能力和思辨能力,提高实验报告的写作水平,例如在课程结束时全部翻转班学生都能在实验报告中主动引用文献,并根据文献信息探讨自己的实验结果。(5)翻转课堂注重课前、课中和课后的交流讨论,比如课前和课后学生在微信群里讨论,课中则小组讨论,当堂回答,相互点评。学生自主学习能力提高后也表现出愿意更主动地在群里发起讨论、在课堂上参与讨论交流和发言,提高了学习积极性与交流合作能力。

3.3 本课程实施翻转课堂对其他课程的辐射效应

研究表明,大学生自主学习能力呈现先高后低再高的特点^[1],这批学生均处于学习自主性最低的大二阶段。本课程历时一年,且全部内容均采用翻转课堂教学模式,在本校其他同期课程中基本没有,因此,可以认为最终学生自主学习能力的提高主要受到本课程的影响。良好的预习习惯、思辨能力、交流沟通和表达能力、团队合作意识和合作能力、文献和网络信息的查找能力也是其他课程都需要的学习能力,特别是与本实验课程相关的“细胞生物学”、“遗传学”、“免疫学”等理论课程。另外,如同学生表示的“我应用理论课相关知识的能力得到提高”,本实验课程实施翻转课堂后促使学生将理论知识与实验课实践更好地联系起来。动手能力和实验报告写作能力的提高则有利于其他实验课程的学习和后期科研训练课程的开展,例如,本校八年制学生在大二的学期末将进入各个科研团队进行为期一年的科研训练,刚好与本课程衔接。因此,学生自主学习能力的改变,尤其是“自主能力”的提升,扭转了学习自主性低的“大二现象”,不仅有助于达到本实验课程的教学目标,而且有助于其他课程的学习。

3.4 存在的问题和反思

以上结果表明,翻转课堂教学模式全面提高学

生自主学习能力,虽然,翻转班有少数几项能力的提升与对照班相比差异不大,造成该现象的原因可能是对照班教师也要求学生预习,并配有相同的预习测验,但这个结果也从侧面证明了预习对自主学习能力提升的有效性,翻转课堂则加强了学生预习的习惯。从翻转班的自身对照来看,“在学习时我能够做到自我管理”,“我能够制定适合自己的学习计划”这两项变化不显著,表明这些方面的能力还有待提高,需要教师在后续的翻转课堂教学中加强引导。

翻转课堂固然是以学生自主学习为前提的,但是也要避免出现“重学轻教”的情况^[9]。在实施过程中把握好讲授的范围和侧重点,即控制翻转的“度”很重要。例如,一些操作的细节和注意事项在课前预习资料中没有给出,或者只有文字描述,就需要教师在课堂上加强讲授、演示和带教,比如“抓取小鼠时如何避免被咬伤”这一操作可以通过示教来展示。实验操作部分的自学效果在课堂操作阶段就可以直观地显示出来,而要评价实验原理部分的自学效果除了通过随堂小测验以外,还可通过增加课堂讨论来加强和扩展学生对实验原理的掌握,这都需要教师合理设计讨论题,充分观察和记录每个学生的具体表现。一些课程相关的科学史故事、思政教育的举例、实验技术的应用案例等知识点通常难以通过学生的自主学习来获得,这部分内容也需要由教师在课堂中讲授,较之学生自学更加生动,能获得更好的教学效果,比如在要求学生真实、规范地记录实验结果时引用了屠呦呦的实验记录照片来举例。另外,不同班级对此教学模式的接受度、自主学习能力以及其他能力的提高程度、自我评价情况均存在着一定差异,因此,需要教师有针对性地加强薄弱项的引导,设计出更适合每个班级的个性化翻转课堂教学方案。

总之,翻转课堂并非教师不讲全靠学生自学,而是靠教师更少地讲授、更多地引导,通过激发学生自主学习能力来取得更好的学习效果,真正实现教育心理学家布鲁纳提出的:“学习者不应是信息的被动接受者,而应该是知识获取过程中的主动参与

者。”但这个过程对教师的教学经验和教学能力有较高的要求。

参考文献 (References)

- [1] 张晓霞. 大学生自主学习能力的特点及差异性研究[J]. 科教文汇(ZHANG X X. Research on the characteristics and differences of college students' autonomous learning ability [J]. The Science Education Article Collects), 2018, 7(20): 26-7.
- [2] 熊磊. 翻转课堂下大学生自主学习能力培养模式构建[J]. 当代教育理论与实践(XIONG L. The construction of the cultivation model of college students' autonomous learning ability in flipped classroom [J]. Theory and Practice of Contemporary Education), 2016, 8(7): 89-92.
- [3] 郭慧芳, 成凡, 陈鹏. 翻转课堂与医学分子生物学实验课教学[J]. 现代医药卫生(GUO H F, CHENG F, CHEN P. Flipped classroom and experimental teaching of medical molecular biology [J]. Journal of Modern Medicine Health), 2018, 30(7): 1100-3.
- [4] 李远婷, 王晗, 安登第. 基于翻转课堂的动物细胞原代培养实验教学设计与应用[J]. 中国细胞生物学学报(LI Y T, WANG H, AN D D. The flipped classroom-based experimental teaching design and application for the primary animal cell culture [J]. Chinese Journal of Cell Biology), 2018, 40(9): 1559-63.
- [5] 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]. 中国细胞生物学学报(WANG Y, WANG Y N, 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): 843-49.
- [6] 张俐, 张霞, 刘云波, 等. 大学生自主学习能力评价指标及测评量表的研究[J]. 中国高等医学教育(ZHANG L, ZHANG X, LIU Y B, et al. Research on the evaluation index and scale of college students' autonomous learning ability [J]. China Higher Medical Education), 2014, (1): 11-2.
- [7] 王蕊. 翻转课堂下学生自主学习能力培养模型研究[J]. 时代经贸(WANG R. Research on the cultivation model of students' autonomous learning ability in flipped classroom [J]. Economic & Trade Update), 2018, (25): 66-8.
- [8] 刘艳, 江冰, 朱昌平, 等. 本科实验课程翻转课堂教学设计与实践[J]. 实验室研究与探索(LIU Y, JIANG B, ZHU C P, et al. Design and practice research of flipped classroom in bachelor experimental curriculum [J]. Research and Exploration in Laboratory), 2016, 35(4): 201-4.
- [9] 丁东粮. 翻转课堂本土化移植的局限性及解决路径[J]. 教育理论与实践(DING D L. Limitations and solutions of the localization transplantation of flipped classroom [J]. Theory and Practice of Education), 2018, 38(2): 9-11.