

教学研究

以培养创新型人才为导向的个性化混合式教学设计与实践——以“细胞生物学实验课程”为例

张萍^{1,2*} 秦敏君^{1,2} 蒋海霞¹ 台萃¹ 罗倩¹¹上海交通大学生命科学技术学院, 上海 200240;²生命科学与技术国家级实验教学示范中心(上海交通大学), 上海 200240)

摘要 如何提升本科生在实验课程中的能动性、激发学生深度思考、培养学生综合科学素养是落实高校创新型人才培养的关键。该研究以细胞生物学实验课程为对象, 根据专业培养目标重新整合开发实验课程内容, 并将课程进行分类; 利用“好大学在线”平台建设课程慕课, 完善线上资源; 针对不同类型的实验内容构建“个性化混合式教学”方案; 采用菜单式教学内容, 学生根据自己的兴趣选择并开展探究性实验; 针对学生特质, 开展个性化指导, 做到因人施教, 因材施教; 构建多元化过程性评价体系全面评估学生各项能力。该课程的改革得到了学生的高度认可, 促进了本科生创新能力的培养, 同时学生的能动性和科学素养也得到了全面提升。在实验课程中采用个性化混合式教学的设计为生物学创新人才培养提供了一个良好的改革思路。

关键词 细胞生物学实验; 创新型人才; 个性化混合式教学; 菜单式实验内容

Individualized Blended Teaching Design and Practice Oriented to Cultivate Innovative Talents — Take “Cell Biology Experiment” as an Example

ZHANG Ping^{1,2*}, QIN Minjun^{1,2}, JIANG Haixia¹, TAI Cui¹, LUO Qian¹¹School of Life Sciences & Biotechnology, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200240, China;²National Demonstration Center for Life Sciences and Biotechnology, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200240, China)

Abstract How to improve undergraduates' initiative in experimental courses, stimulate deep thinking and cultivate comprehensive scientific literacy is the key to implement the cultivation of innovative talents in universities. This study takes “Cell Biology Experiment” course as the object. The content of the experimental course is re-integrated and developed according to the professional training goal, and the course content is classified. This study uses the “Good University Online” platform to build courses MOOC and improve online resources. According to different types of experimental content, the “personalized blended teaching” scheme is constructed. Using menu teaching contents, students choose and carry out exploratory experiments according to their own interests. Accord-

收稿日期: 2023-08-28

接受日期: 2023-09-11

上海高校本科重点教改项目(批准号: 沪教委高(2020)55号)、上海市重点课程(批准号: 沪教委高(2021)34号)和上海交通大学教学发展中心基金(批准号: CTLD19J 0052)资助的课题

*通讯作者。Tel: 021-34204103, E-mail: appleping@sjtu.edu.cn

Received: August 28, 2023

Accepted: September 11, 2023

This work was supported by the Undergraduate Teaching Reform Project of Shanghai (Grant No.55 Shanghai Municipal Education Commission (2020)), the Key Courses of Shanghai (Grant No.34 Shanghai Municipal Education Commission (2021)) and the Teaching Development Project of Shanghai Jiao Tong University (Grant No.CTLD19J 0052)

*Corresponding author. Tel: +86-21-34204103, E-mail: appleping@sjtu.edu.cn

ing to the characteristics of students, personalized guidance is carried out, so as to teach students according to their aptitude. The diversified process evaluation system comprehensively evaluates students' abilities. The reform of the course has been highly recognized by students, and students' initiative and scientific literacy have been comprehensively improved, which has promoted the cultivation of undergraduates' innovative ability. This personalized blended teaching in the experimental course provides a good reform model for the cultivation of innovative biological talents.

Keywords Cell Biology Experiment; innovative talent; personalized blended teaching; menu experiment contents

高等教育肩负着培养创新型人才的使命。生命科学相关专业是以实验教学为基础的专业,创新能力的形成需要不断地在实验中培养和提高,实验教学的突出特点是其具有很强的实践性和应用性^[1-2]。

细胞生物学是生命科学专业最为重要的专业基础课程之一,其重要理论的形成与研究发现都离不开实验数据的支撑,通过实验课程培养学生创新能力是必不可少的重要途径。目前,大多数细胞生物学实验教学内容陈旧、教学模式偏重于对所学知识的验证,学生在课堂上按照既定的实验步骤和方法,完成既定的实验内容。在这种教学方式下,学生处于被动学习的状态,不善思考、思维固化,这在很大程度上制约了对学生科研思维与创新能力的培养^[3-4]。如何有效地解决这些问题已然成为高校教师改革的目标。

早在2004年,北京师范大学何克抗教授提出:“混合式学习”就是把传统学习方式和网络学习有效结合起来,做到二者的优势互补,从而获得最佳的学习效果^[5]。随着信息化技术的不断提高,混合式教学已深受教师们的青睐,其优势在于不受时间与空间限制,通过合理的教学设计可以提高学生学习效率,其难点在于如何进行有效的混合式教学设计^[6-8]。近年来,实验课的混合式教学常会出现线上与线下教学“两张皮”的现象,教师只是将各种要素简单叠加,而非通过设计使各种要素产生“化学融合”。另外,还有的课程混合式教学方案一成不变,并未考虑不同实验内容的教学目标差异。针对上述问题,结合上海交通大学人才培养目标,本细胞生物学实验课程将从教学内容、教学方法、评价体系着手,探索以培养创新型人才为导向的个性化混合式教学模式,以期对生物学创新人才培养提供一个良好的改革思路。

1 细胞生物学实验课程开设情况与课程目标

上海交通大学细胞生物学实验课程为32学时,每学年面向生物技术、生物工程、生物医学工程专业200名左右的本科生开设。2018年以前,所有专业学生的细胞生物学课程教学大纲完全相同,这显然不利于达成各专业学生的培养目标。作为课程负责人,笔者首先依据各专业的培养目标,在充分了解学情的情况下,参考布鲁姆教学目标分类^[9],围绕价值引领、知识探究、能力建设、人格养成的“四位一体”育人理念,确定最终的课程目标。知识探究就是知识目标,能力建设就是能力目标,价值引领及人格养成则是育人目标。

以生物技术专业为例,笔者重新梳理了课程教学目标。知识目标同传统的课程目标一致,也是创新型人才首先需要必备的理论知识与实验技能基础;能力目标中明确了创新型人才所应具备的实践能力(实验设计能力、科学思维能力、终身学习能力)、创新人格(勇于挑战权威,秉持批判性思维,形成创造性思维)、协作精神(团队合作协调、讨论沟通、互帮互助等);育人目标(实事求是、探求真理、精勤进取、勇于创新的科学素养及科学精神)要通过实验课程的全面训练而实现。

2 教学内容的整合与更新

改革前细胞生物学实验多为验证性实验和简单的综合性实验,实验材料单一,课程要求主要关注对学生实验操作技能的培养。随着细胞生物学技术的不断更新,老、旧的实验内容已经不能满足学生对知识、技能的需求。因此,教师梳理课程内容,将以往有价值的教学内容保留并重新进行教学设计,再将合适的科研成果转化为新的教学内容,并将实验内容分为基础性、综合性和探究性实验。例如:

表1 教学内容的重构与革新

Table 1 Restructuring and innovation of teaching content

时期	教学内容	实验类型	实验材料	备注
Period	Teaching contents	Experimental type	Experimental material	Notes
改革前	普通光学显微镜的使用	基础性实验	购买的永久制片	必做
	梯度离心分离细胞器	基础性实验	菠菜	必做
	Feulgen反应显微细胞DNA	基础性实验	四膜虫	必做
	细胞吞噬和酸性磷酸酶染色	基础性实验	四膜虫	必做
	细胞计数和大小测量	基础性实验	四膜虫	必做
	牛蛙骨髓染色体的制备与观察	综合性实验	牛蛙	必做
	CHO细胞的传代培养	基础性实验	CHO细胞	必做
	CHO细胞药物处理离心后波形蛋白的免疫酶标染色	综合性实验	CHO细胞	必做
改革后	荧光显微镜的使用及图像处理方法	基础性实验	自制标本片	必做
	梯度离心分离细胞器	基础性实验	菠菜	必做
	哺乳动物细胞培养技术——细胞复苏、传代、计数与冻存	基础性实验	CHO、HeLa细胞	必做
	哺乳动物细胞药物处理离心后中间纤维的免疫酶标染色	综合性实验	CHO、HeLa细胞	必做
	脂质体法转染EGFP至哺乳动物细胞	综合性实验	CHO、HeLa细胞	必做
	细胞功能模块: 细胞周期、细胞增殖、细胞凋亡、细胞迁移、	探究性实验	CHO、HeLa、U939、THP-	7选3
	细胞自噬、细胞分化、生物材料对细胞行为的影响		1、MCF-7、Jurket等细胞	
	FRET活细胞显微成像系统及应用虚拟仿真实验	拓展性实验	虚拟仿真实验	自选

通过对生物技术专业学生的学情分析, 利用教学设计重新整合设置基础性、综合性实验内容; 围绕细胞功能研究, 将具有典型性的实验方法及代表性的科研成果转化为探究性实验教学内容(表1)。

3 个性化混合式教学设计

利用信息技术辅助教学, 混合式教学方式既强调教师在引导、启发、监控教学过程中的主导作用, 又注重学生作为学习过程主体的主动性、积极性和创造性^[10-11]。课程组教师依托“好大学在线”平台, 充实内容, 完善课程线上资源库(包括授课PPT、实验技术操作视频、推荐文献等阅读资料; 建设在线预习题库; 统一实验报告模板等内容)。

有了完备的线上资源, 再来设计个性化混合式教学。个性化体现在3个方面: 不同类型实验内容的差异化教学方式组合(图1); 不同专业学生的差异化教学设计; 同专业不同学生之间差异化实验内容及教学方式。不同的学生, 不同的内容, 因人施教、因材施教的个性化混合式教学方式更有利于培养创新人才^[12-13]。

3.1 根据学生专业培养目标设定个性化教学方案

作为生物技术、生物工程、生物医学工程等专业的必修课, 同时也为了更好地匹配各专业人才培养目标该课程设定个性化教学方案, 主要体现在课

程目标、课程内容、教学方法及考核评价方面。例如: 生物医学工程专业的学生是工科背景, 几乎没做过其他生物实验。针对这类学生, 实验内容多为基础性实验, 也有少量综合性实验。教师采用线上线下混合式教学, 课前学生通过线上资源开展自主预习, 课堂上以教师授课为主, 实践时教师引导学生参与部分实验设计, 加强学生对实验结果分析能力的锻炼。其考核方式也类似于常规模式。生物技术专业的学生知识背景及实验能力基础更好, 因此选择的实验内容更具前沿性和实用性。该课程设置少量的基础性实验内容, 重点培养学生良好的实验习惯; 综合性实验是在教师的引导下让学生以组为单位进行设计并完成的, 在教学设计上教师会加入更多能力培养的环节, 为进一步的探究性实验做准备; 探究性实验以学生为主导, 通过师生讨论、生生讨论, 从实验设计、实施、展示等环节全方位地进行系统性的科研思维与创新思维训练。多元化的过程性考核方式全面体现学生的各项能力。

3.2 根据实验类型设计个性化混合式教学

3.2.1 基础性实验 这类实验较为简单, 实验技术难度相对较小, 以培养学生的基本操作技能为目的, 培养学生良好的实验习惯, 为后期的综合实验打下坚实的基础。学生在课前通过线上资源的学习, 根据预习要求及预留问题独立完成线上测试; 课堂中

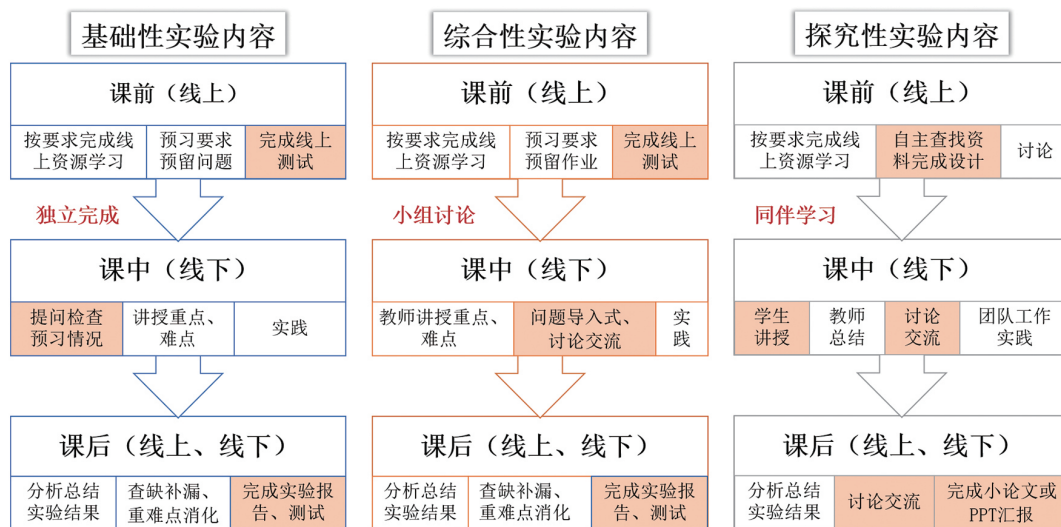


图1 三类教学内容的个性化混合式教学方法

Fig.1 The personalized blended teaching method by three kinds of teaching contents

教师讲授重点及难点问题,并设置提问环节以检查学生的预习情况;课后学生可以通过线上资源进一步查缺补漏,及时消化重难点,分析总结实验结果并完成实验报告。教师会通过课堂小测试检验学生学习效果。

3.2.2 综合性实验 这类实验通常需要将多个实验技术方法贯穿起来才能完成。课前学生在线学习教师提供的各类资料,独立完成预习题目,按要求完成小组讨论并拟定实验方案。课堂上学生介绍各组的实验方案,通过相互提问的方式答疑解惑、消化难点,教师及时总结、点评并指出问题。最后以小组为单位进行实验,采集实验数据,分析结果及相应问题,提交综合性更强的实验报告。此类实验培养学生团队合作意识,激发学生学习兴趣,同时在教师的教学设计与指导下进行实验设计,此类实验可提高学生分析问题和解决问题的综合能力。另外,教师会拓展实验设计方法及小论文的撰写要素等内容。

3.2.3 探究性实验 此类实验为菜单式科研化内容,学生以组为单位选择自己感兴趣的实验内容。课前学生自主查找资料并完成初步的实验设计,同伴学习的优势凸显。课堂上以学生讲授为主,各同学经过讨论提出科学问题,拟定实验方法及实验流程,与教师讨论确认后(教师以引导为主,主要把握原则性问题)完成实验任务。教师在这个过程中及时了解每组情况,根据各组需求及时进行个性化

指导,安排讨论交流,引导学生完成任务。课后作业以培养学生高阶能力为目标,学生需要完成小论文、制作PPT并进行汇报交流。这类实验使学生自主性得到最大的体现,他们通过团队合作,合理分工,进一步提升实验设计能力,在探究过程中训练严谨的科研思维与创新思维。

3.3 菜单式教学内容实现同班学生的个性化指导

为了更好地解决细胞生物学实验技术多、更新快、耗时长,匹配的课时相对较少,学生在学习过程中缺乏主动性等问题,教师采用菜单式教学内容。这部分内容主要为探究性实验,学生以组为单位根据自己的兴趣及能力选择课题,授课方式为讨论式教学,教师通过与学生的深度交流充分了解学生的问题,有针对性地进行个性化指导,深度挖掘学生的创新潜力。

4 多元化过程性考核评价方案

为了能够客观、全面评价学生的学习效果,教师以能力培养为导向设计多元化过程性考核方案(图2)。该方案采用10种考核方法评价学生8个方面的学习效果。例如:通过对学生考勤情况和实验卫生情况的考核培养学生良好的实验习惯;利用信息化手段开展课堂小测试考查学生对知识的掌握情况;通过规范学生实时实验记录的撰写培养学生实事求是、严谨的科学态度;实验报告、小论文的撰写可以反映学生分析、总结及写作等多项能力;竞

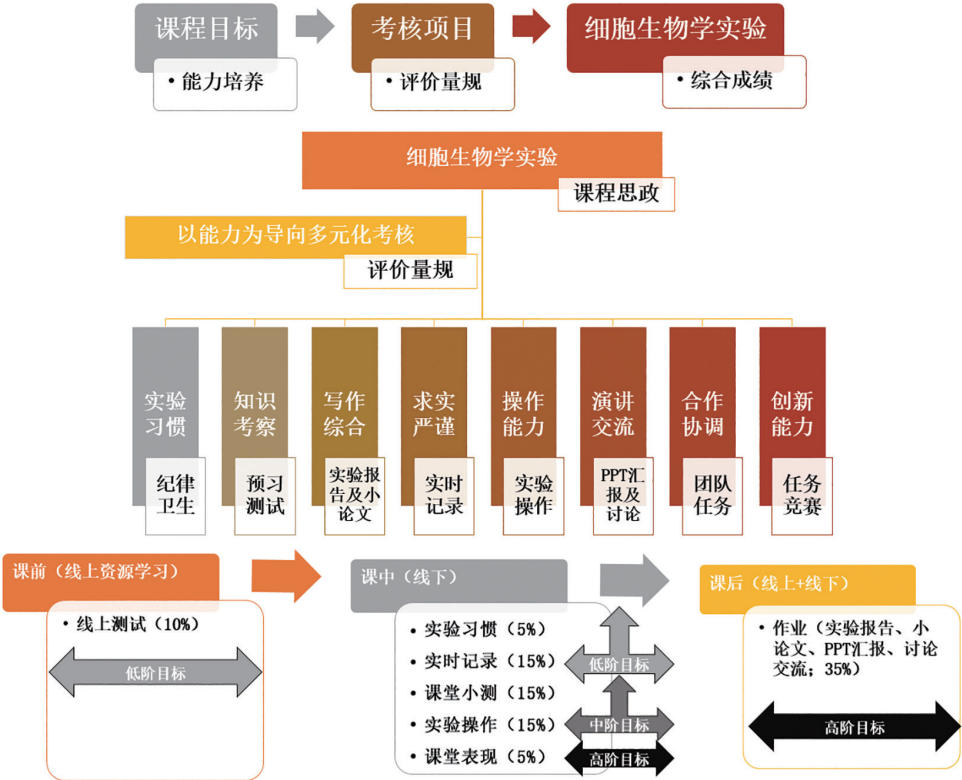


Fig.2 Diversified assessment program oriented on ability training

赛任务、探究性实验的设计可以反映学生的创新思维能力; 等等。

5 实践效果评价

自2018年开始, 教师先后分批针对不同专业的细胞生物学实验课程逐步进行改革, 收集学生对课程的评价(学校教务处收集的学生匿名评价)、课程问卷调查、学生的直接反馈等信息, 得出学生对该课程的改革非常认可。生物技术专业的改革较为全面, 因此以下改革反馈来自于生物技术专业班级的学生。本文中实验课程改革第一阶段和改革第二阶段的数据分别为改革后第1年(2018年)和第4年(2022年)的学生反馈数据。

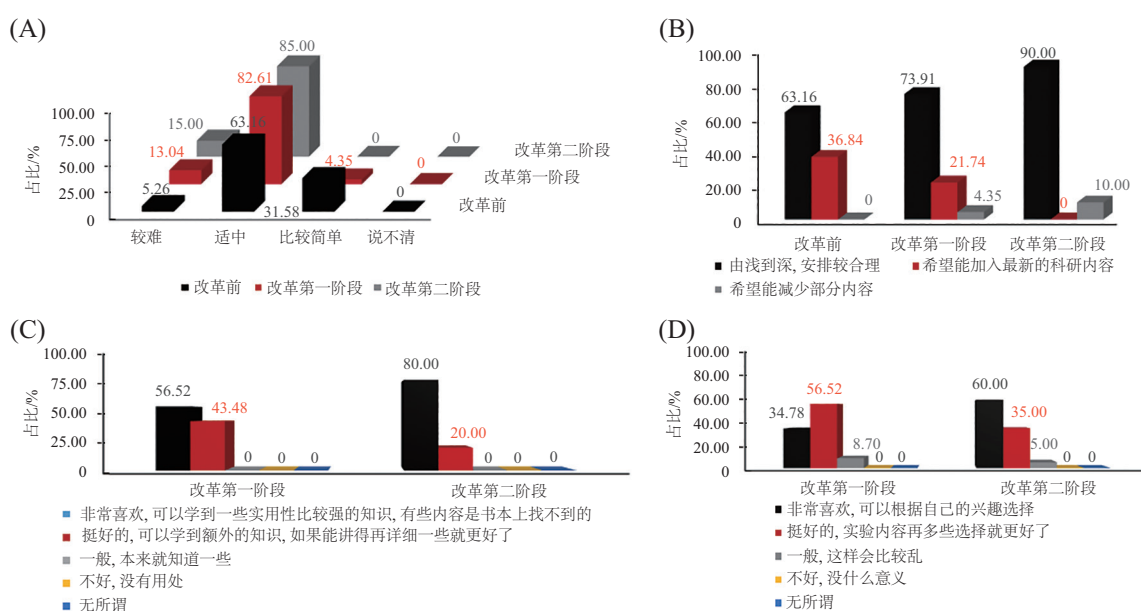
5.1 学生对实验内容改革的反馈

生物技术专业实验内容改革力度最大, 问卷调查显示改革前有31.58%的同学认为实验内容比较简单, 希望能够加入最新的科研内容, 而改革后大于80%的同学认为难度适中, 并有15%同学认为较难, 甚至有10%的同学希望减少部分内容(图3A和图3B)。实验内容的更新, 特别是探究性实验让学生体

会到做科研的感觉, 菜单式实验内容从最开始的4个逐步增加到7个, 更大程度满足学生对探究性实验内容选择的需求。另外, 为了更好地培养学生的科研综合能力, 教师根据每次课程实验内容制定拓展目标内容, 学生们同样也热衷于花时间去学习并完成相关任务(图3C和图3D)。

5.2 学生对教学方法的反馈

合理的混合式教学可以提高课堂效率、促进学习效果。完善的线上资源可以让学生不受时间、空间限制提前进行预习, 课堂上可以有更多的时间进行实验与讨论^[14]。2016年笔者开始建设线上资源, 课前要求学生提前预习, 回收的110份问卷结果显示, 其中有20.00%的同学不预习, 并认为预习对做实验无影响; 8.18%的同学表示会预习, 但觉得预习对实验没有帮助。其实这个现象说明线上线下混合式教学的设计是无效的, 只是表面混合, 认为预习没有帮助的同学主要是他们觉得预习的内容教师在上课时还会讲。2018年改革后, 教师丰富了线上资源, 针对每一节课提出了明确的预习要求, 学生们认为预习要求可以让他们有重点地进行预习, 利于提高效

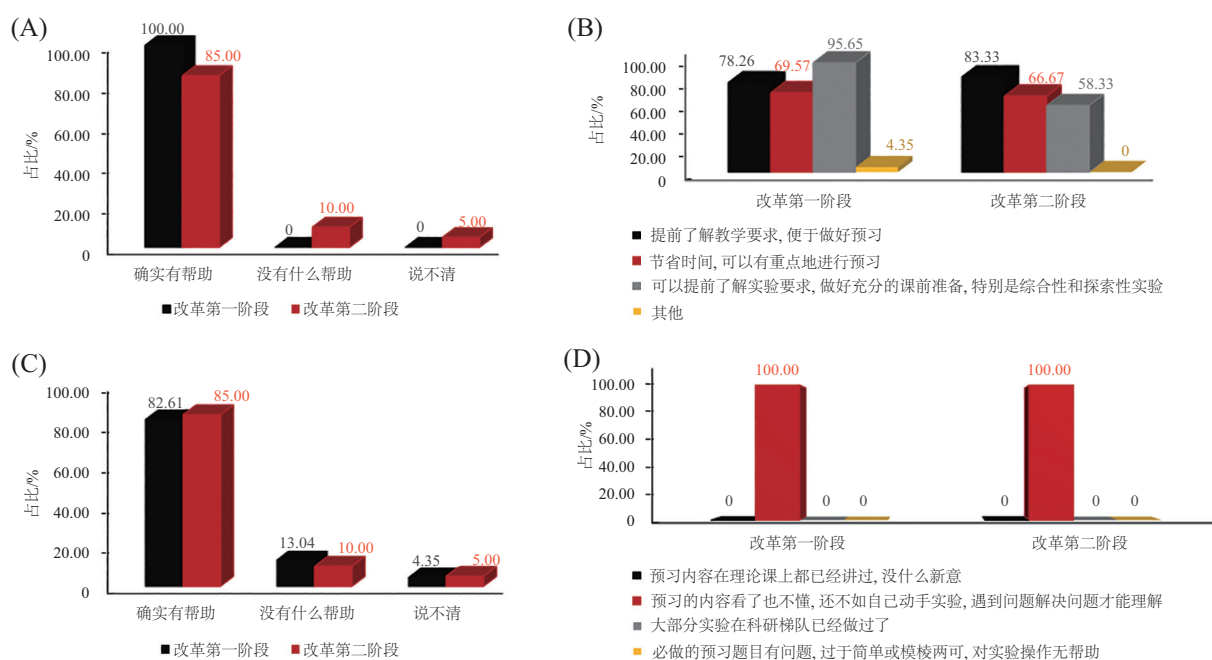


A: 学生对课程内容总体难度的评价; B: 学生对课程安排的评价; C: 学生对拓展目标内容的评价; D: 学生对探究性实验的菜单式实验内容的评价。改革前, $n=19$; 改革第一阶段, $n=23$; 改革第二阶段, $n=20$ 。

A: students' assessment of the overall difficulty of the course content; B: students' comments on the course schedule; C: students' evaluation of the content of the extension target; D: students' evaluation of the menu experimental content of exploratory experiments. Before the reform, $n=19$; the first stage of reform, $n=23$; the second stage of reform, $n=20$.

图3 学生对课程内容改革的问卷反馈

Fig.3 Students' feedback on the course content reform



A: 学生对预习要求的评价; B: 学生认为预习要求的作用; C: 学生对预习题目的评价; D: 选择预习题目没有帮助的原因。改革前, $n=19$; 改革第一阶段, $n=23$; 改革第二阶段, $n=20$ 。

A: students' comments on the preview requirements; B: students consider the role of preview requirements; C: students' comments on the preview topics; D: deny the reasons why previewing questions is useful. Before the reform, $n=19$; the first stage of reform, $n=23$; second stage of reform, $n=20$.

图4 学生对课前预习方式的问卷反馈

Fig.4 Students' feedback on the pre-class preview method

表2 学生喜爱的教学方法

Table 2 Teaching methods preferred by students

教学方法 Teaching method	占比/% Proportion /%	
	改革后第一阶段 The first stage of reform	改革后第二阶段 The second stage of reform
由教师课上详细讲解原理, 并示范操作, 学生按照步骤一步步地进行实验	26.09	64.29
学生提前在线学习, 课上实验操作前提出问题, 经讨论和教师讲解后再进行实验	86.96	57.14
教师先讲授实验原理和操作, 学生分组讨论确定方案	69.57	64.29
全部由学生在线学习, 到实验室后就开始自主操作, 课后教师再根据大家的结果进行讲解和分析	13.04	5.00

表3 学生认为与教师开展多次面对面讨论可以提升他们的能力

Table 3 Students believe that multiple face-to-face discussions with teachers can improve their ability

能力描述 Capability description	占比/% Proportion /%	
	改革后第一阶段 The first stage of reform	改革后第二阶段 The second stage of reform
实验设计能力	95.24	100
实验结果的整理能力	80.95	78.57
实验结果的分析与讨论能力	95.24	85.71
论文写作能力	71.43	78.57
提升科学素养和综合能力	76.19	71.43

率,特别是综合性及探究性实验;认为没有帮助的同学觉得不看预习要求并不影响上课效果(图4A和图4B)。除此之外,改革前的实验原理问答改为设置好的预习题目,调查问卷结果显示,这样的预习方式更容易被学生所接受(图4C),认为没有帮助的同学是因为他们觉得预习的内容看了也不懂,还不如自己动手实验,遇到问题时通过解决问题更有助于理解(图4D)。

针对教学方法的调查中可以看到不同学生喜欢的教学方法不一(表2),出现这样的现象一方面是由于学生的学习习惯差异,另一方面是由于实验内容的难度、要求差异,因此针对不同类型的实验内容采用个性化的混合式教学是必要的。

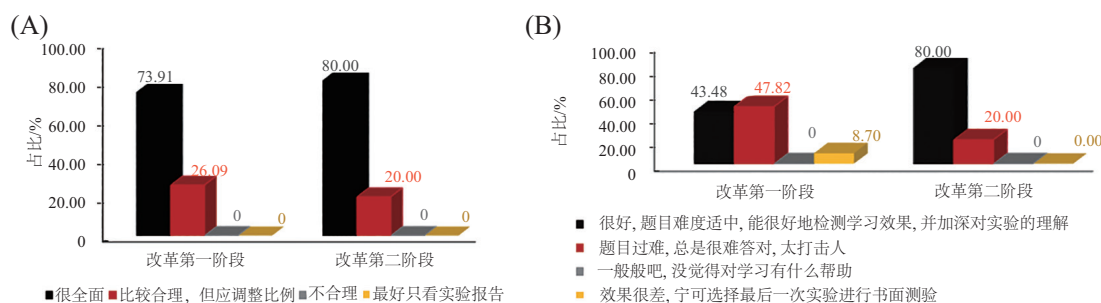
为了满足该课程对学生综合能力的培养,引导学生深度学习,教学过程中设置了比较多的讨论环节,这其中包括生生讨论、师生讨论,全班讨论、分组讨论、个人讨论等形式,对于学生与教师之间的小组讨论,是学生全面提高各项能力的重要环节,从问卷结果来看,所有学生都认为这样的方式有必要,具体表现见表3。

5.3 学生对评价体系的反馈

考核对于教师来说不仅可以检验学生的学习效果,还可以作为督促学生学习的工具与动力。该课程以能力为导向,结合课程思政要点开展的多元化过程性考核得到了学生的高度认可。调查问卷结果显示,70%以上的学生认为这样的设置很合理,其他学生认为比较合理,但应调整比例(图5A)。在以往的教学教师发现学生对于实验操作的细节或难点掌握不足,对于结果的分析或在实验过程中出现的问题不知如何处理,因此改革后的考核加入了操作考核及课堂小测试帮助学生解决此类问题。学生们认为课堂小测试可以提高学习效率,有助于加强理解,当然改革第一阶段进行课堂小测试的同学中有47.82%的同学认为题目过难,太打击人。之后,教师进行了一定的调整,80%的同学认为很好,题目难度适中(图5B)。

5.4 能力目标达成情况

针对细胞生物学实验的改革是从多角度开展的,如何客观评价学生各项能力达成情况是难点。



A: 学生对多元化过程性考核评价体系的看法; B: 学生对课堂小测的看法。改革前, $n=19$; 改革第一阶段, $n=23$; 改革第二阶段, $n=20$ 。

A: students' views on the diversified process assessment system; B: students' views on classroom quizzes. Before the reform, $n=19$; the first stage of reform, $n=23$; the second stage of reform, $n=20$.

图5 学生对于评价体系相关内容的反馈

Fig.5 Student feedback on the relevant content of the evaluation system

表4 细胞生物学实验课程目标达成度分析

Table 4 The analysis of the degree of achievement of cell biology experimental course objectives

名称 Name	目标项对应分值 The target item corresponds to the score value	知识目标 Knowledge goal	能力目标 Ability goal	育人目标 Education goal	总分 Total score
		30	50	20	100
改革第一阶段 ($n=23$)	目标项均分	23.947 8	41.235 7	16.312 4	81.495 9
	目标达成度	0.798 26	0.824 71	0.815 62	0.814 96
改革第二阶段 ($n=20$)	目标项均分	24.216 6	42.515 3	17.550 0	84.281 9
	目标达成度	0.807 22	0.850 31	0.877 50	0.842 82

(表4)。根据课程目标对应的考核指标, 参考工程认证的方式进行各指标点学生达成度分析, 结果显示3项课程目标(知识目标、能力目标、育人目标)均超过预期(0.75)的达成度。其中知识目标的达成度最低, 此部分中包含了每节课的小测试环节, 这种方式在实验课中并不多见, 可以更准确地检验学生的学习效果。能力目标的达成本应是最困难的部分, 为了更好地达成该目标, 教师在能力培养及个性化指导上付出了较多的精力, 并采用了评价量规辅助学生得到了更好的训练^[15], 从达成度结果来看效果良好。育人目标也是目前所倡导的课程思政, 在建设过程中, 教师以该课程的目标能力培养为导向, 结合课程内容挖掘思政元素、设计思政方案, 通过“润物无声”地插入课程, 将知识传授、能力培养和价值引领三者融为一体, 从达成度来看该项也获得了不错的效果^[16]。

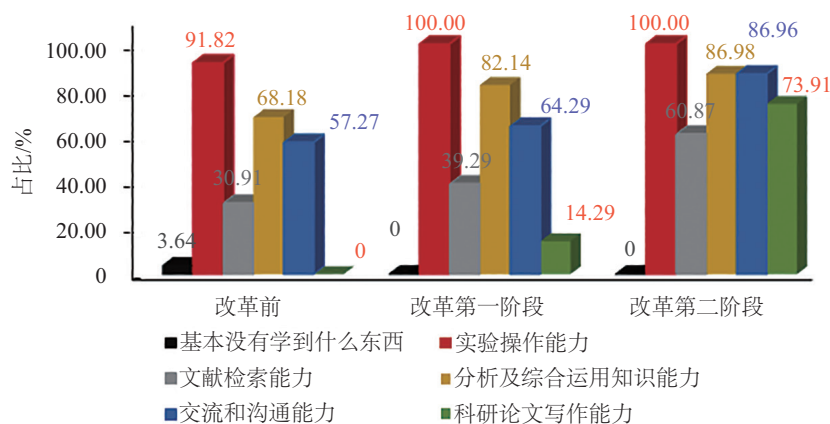
学生成绩反映了改革效果和课程达成度, 学生在教务处主观评价栏目中的匿名评价也真实地体现了课程改革的成功。例如: “自己第一次这么投入到实验中, 找到了实验的乐趣也学习到了与科研有关

的知识。”“利用自己大量课余时间还是值得的, 体验感非常好, 可以自己进行实验设计。”“这是一次全新的实验课改革, 学会了很多东西。”“自主设计实验对自主学习、实验设计与探究很有帮助。”“课程结束后, 还会继续完成自选题。”“课程内容非常好, 花费的时间比较多, 希望在不减少内容的情况下增加学分。”等。

课程结束后, 问卷调查结果显示, 改革后学生各项能力的提高均比较明显, 特别是改革前同学们认为课程中没有任何科研论文写作能力的培养, 文献检索能力的获得也很有限, 改革后这两项能力的提升非常明显(图6)。

6 结语

创新型人才的培养不是一蹴而就的, 需要长期的积累。在实验课程的学习过程中, 首先, 学生要消化吸收继承前人的智慧成果, 学习生物相关技术; 其次, 在学习过程中发现问题, 提出自己的想法; 最后, 通过实验并验证自己的想法, 而这一过程正是创新和培养创新人才的重要手段。因此, 在课程设计与



改革前, $n=19$; 改革第一阶段, $n=23$; 改革第二阶段, $n=20$ 。

Before the reform, $n=19$; the first stage of reform, $n=23$; the second stage of reform, $n=20$.

图6 课程改革对学生能力培养的影响

Fig.6 The effect of curriculum reform on the cultivation of students' ability

教学模式上, 教师分层次、阶梯式地引导学生进行创新思维的训练非常关键。

该课程的改革采用了应时代而生的混合式教学, 在此基础上充分考虑到每个学生的特质及每个实验内容的特质, 加强个性化设计与指导, 最大限度地提高课堂效率。课程内容的选择围绕目前科研的常用技术, 科研化的教学模式更容易让学生形成良好的科学素养及创新思维。从改革成效来看, 这样的改革让学生“有利可图”, 他们不再会计较花费的时间与精力, 极大程度地激发了学生的学习能动性; 实验结果的不确定性、复杂程度超出预期, 查找资料、讨论解释实验现象都会让他们有极大的成就感; 小组学习不再是个别同学的事情, 明确的分工、相互补位让他们体会到了团队优势。目前, 针对细胞生物学实验课程的改革效果较好, 也为实验课程开展创新型人才培养提供了新的思路。然而, 改革不是目的, 改革方法也不是一成不变的, 面对不同的学生、不同的课程, 只有找出教学痛点有针对性地开展改革才是有意义的改革。

参考文献 (References)

- [1] 易红. 高校实验教学与创新人才培养[J]. 实验室研究与探索 (YI H. Experimental teaching of university and cultivation of innovative talent [J]. Research and Exploration in Laboratory), 2008, 27(2): 1-4.
- [2] 田东亮, 钱建刚, 翟锦, 等. 创新能力培养为导向的大学化学实验教学改革[J]. 实验室研究与探索 (TIAN D L, QIAN J G, ZHAI J, et al. Teaching reform of general chemistry experiment oriented by innovation ability training [J]. Research and Exploration in Laboratory), 2022, 41(2): 219-23.
- [3] 王东恩, 吕毅, 杨周岐, 等. 细胞生物学实验教学改革探索[J]. 创新创业理论与实践(WANG D E, LÜ Y, YANG Z Q, et al. Exploration of teaching in cell biology experiment [J]. The Theory and Practice of Innovation and Entrepreneurship), 2021, 4(2): 56-8.
- [4] 王洁, 张智海, 蔡亮. 启发式细胞生物学实验教学的设计与尝试[J]. 中国细胞生物学学报(WANG J, ZHANG Z H, CAI L. Pedagogical design and practice of heuristic teaching in cell biology laboratory course [J]. Chinese Journal of Cell Biology), 2017, 39(10): 1329-37.
- [5] 何克抗. 从Blending learning看教育技术理论的新发展[J]. 中小学信息技术教育(HE K K. The new development of educational technology theory through Blending learning [J]. Information Technology Education in Elementary and Secondary School), 2004(4): 21-31.
- [6] 李军林, 崔继红, 王翠玲, 等. 细胞生物学线上线下混合式教学思考与实践[J]. 生物学杂志(LI J L, CUI J H, WANG C L, et al. Speculation and practice of the online plus offline blending teaching in cell biology [J]. Journal of Biology), 2023, 40(2): 115-8,22.
- [7] 钟霞, 刘颖, 刘雪菲丹, 等. 高校“互联网+”混合式教学模式的创新与实践[J]. 科技资讯(ZHONG X, LIU Y, LIU X F D, et al. Innovation and practice of “Internet+” hybrid teaching mode in colleges and universities [J]. Science & Technology Information), 2023, 21(2): 187-90,40.
- [8] DIEP A N, ZHU C, STRUYVEN K, et al. Who or what contributes to student satisfaction in different blended learning modalities [J]. British J Edu Technol, 2017, 48(2): 473-89.
- [9] 王延霞, 李鹏, 邓岳川, 等. 基于布鲁姆教育目标分类法的课程持续改进研究[J]. 榆林学院学报(WANG Y X, LI P, DENG Y C, et al. Research on continual improvement based on Blum's taxonomy [J]. Journal of Yulin University), 2022, 32(2): 59-63.
- [10] 魏朝晖, 骆紫燕, 杜鹃. 以提高学生学习主动性为目标的混合式教学研究[J]. 教育理论与实践(WEI C H, LUO Z Y, DU J. Research on the blended teaching aimed for improving students' learning initiative [J]. Theory and Practice of Education), 2020, 40(33): 59-61.
- [11] 李逢庆. 混合式教学的理论基础与教学设计[J]. 现代教育技术(LI F Q. The theoretical basis and instructional design of blend-

- ing teaching [J]. Modern Educational Technology), 2016, 26(9): 18-24.
- [12] 付佳, 范志祥, 樊群超, 等. 基于平时行为多维度数据分析的个性化人才培养[J]. 高教学刊(FU J, FAN Z X, FAN Q C, et al. Personalized talent training based on multidimensional data analysis of daily behavior [J]. Journal of Higher Education), 2023, 9(11): 169-71,75.
- [13] 冯家勋, 白先放, 何勇强, 等. 生物技术专业创新人才培养模式探索与实践[J]. 安徽农业科学(FENG J X, BAI X F, HE Y Q, et al. Exploration and practice on the training model of innovative talent in biotechnology specialty [J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences), 2018, 46(31): 222-5.
- [14] 张锦, 杜尚荣. 混合式教学的内涵、价值诉求及实施路径[J]. 教学与管理(ZHANG J, DU S R. Connotation, value claim and implementation path of mixed teaching [J]. Teaching & Administration), 2020(9): 11-3.
- [15] 张萍, 秦敏君, 郑有丽. 基于评价量规的多元化过程性考核评价模式[J]. 高校生物学教学研究(电子版)(ZHANG P, QIN M J, ZHENG Y L. Diversified process assessment evaluation model based on rubric [J]. Biology Teaching in University, Electronic Edition), 2023, 13(3): 14-22.
- [16] 张萍, 秦敏君, 郑有丽, 等. 以能力培养为导向的细胞生物学实验课程思政建设[J]. 实验室研究与探索(ZHANG P, QIN M J, ZHENG Y L, et al. Curriculum ideological and political education construction in cell biology experimental course oriented by ability cultivating [J]. Research and Exploration in Laboratory), 2023, 42(2): 226-30.