·实验教学·

“互联网+”背景下大学生物实验教学模式改革与实践

金映虹[1,2,3]，徐志霞[1,2,3]，黄循吟[1,2,3]，张文飞[1,2,3]，王锐萍[1,2,3]，吴红萍[1,2,3]

（1. 海南师范大学 热带岛屿生态学教育部重点实验室，海口 571158；
2. 海南师范大学 海南省热带动植物生态学重点实验室，海口 571158；
3. 海南师范大学 生命科学学院，海口 571158）

摘要：互联网和传统教育手段相结合已成为现代教育领域的新教学模式。在“互联网+”背景下，以微生物实验课程为例，探索以“微课+自测”为主的课前预习模式，将智慧型教学 APP 融入实验教学，虚拟仿真系统作为课外实验的补充，结合实验室安全准入制度和实验考核综合评分体系，实现实验课的“课前–课中–课后”全程式的教学模式的改革和探索。基于“互联网+”技术的实验教学模式改革，一方面有助于提高学生的预习积极性和实验技能的掌握效率，增强学生对生物专业领域“理论↔实践”的双向转化和促进的认识；另一方面有利于教师高效管理和控制教学进程，建立更全面、科学的实验课程考核和评价体系。

关　键　词：互联网+；微生物实验；教学改革；评分体系

中图分类号：Q33　　**文献标志码：**A　　DOI: 10.12179/1672-4550.20200495

Reform and Practice of Biological Experimental Teaching Model Under the Background of “Internet+”

JIN Yinghong[1,2,3], XU Zhixia[1,2,3], HUANG Xunyin[1,2,3],
ZHANG Wenfei[1,2,3], WANG Ruiping[1,2,3], WU Hongping[1,2,3]

（1. Ministry of Education Key Laboratory for Ecology of Tropical Islands, Hainan Normal University, Haikou 571158, China;
2. Key Laboratory of Tropical Animal and Plant Ecology of Hainan Province, Hainan Normal University, Haikou 571158, China;
3. College of Life Sciences, Hainan Normal University, Haikou 571158, China）

Abstract: The combination of internet and traditional educational means has become a new teaching model in the field of modern education. Taking the course of microbiology experiment as an example and under the background of “Internet+”, this paper explores the preview model revolving around the “micro-class and self-check”, integrates the intelligent teaching APP into experimental teaching, and uses virtual simulation system as a complement to the extracurricular experiments. The laboratory safety access system and the laboratory assessment and scoring system are combined to realize the reform and practice of experimental teaching model by covering from “pre-class”, “on-class” to “after-class”. On the one hand, the reform of experimental teaching model based on “Internet+” technology can increase students’ enthusiasm for preview and efficiency of experimental skills mastering, and improve their understanding of the two-way transformation and promotion between the theory and practice in biology. On the other hand, it will be useful for teachers to better manage and control the course, and establish a more comprehensive and science-based evaluation system of experimental course.

Key words: Internet+; microbiology experiment; teaching reform; scoring system

随着信息技术的发展和普及，互联网与传统教育手段相结合的教育模式已成为现代教育领域的发展趋势，越来越多的课程已实现了网络教学。中国大学 MOOC、爱课程、学堂在线、智慧树等在线课程教学平台使学生的学习方式不再受固定时间和场所的限制，也促进了教师通过网络

收稿日期：2020−10−16；**修回日期：**2021−08−06

基金项目：海南师范大学教育教学改革研究项目(hsjg2019-37, hsjg2020-17)。

作者简介：金映虹(1982−)，女，硕士，实验师，主要从事微生物资源开发与应用方面的研究。

通信作者：吴红萍(1982−)，男，硕士，高级实验师，主要从事微生物方面的研究。E-mail: whp789@126.com

进行教学。网络教学极大地拓宽了现代教育的教学模式，丰富了教学手段，也引起了教学方法的探索与改革，取得了卓有成效的教学效果[1−4]。目前网络教学主要集中在理论课程上，实验课程教学过程中运用相对较少。大学生物实验课程是理解和巩固生物专业理论知识，培养大学生实验技能和实验思维的关键课程。实验课程的教学以学生在实验室内进行实验操作为主，而传统的生物实验教学过程中存在教法单一、师生互动有限、教师对学生实验进度掌握不及时、学生实验操作掌握效率低等问题[5−8]。本文在“互联网+”背景下以微生物实验课程为例，对大学生物实验教学模式进行改革与实践，以期为大学生物实验课程教学模式的改革与创新提供参考。

1 引入“互联网+”技术对生物实验教学模式进行改革

根据实验课程的时间安排和课堂要求，将“互联网+”技术有效应用在生物实验教学中，实现从“课前”到“课中”再到“课后”的全面覆盖，如图 1 所示。以学生为教学主体，将线上教学和线下操作有机结合起来，突破实验教学的局限性，以丰富的教学手段和高效的互动模式改变学生被动学习的状态，提高学生的积极性。笔者将从以下 5 个方面阐述如何将该技术引入并对生物实验教学模式进行改革与实践。

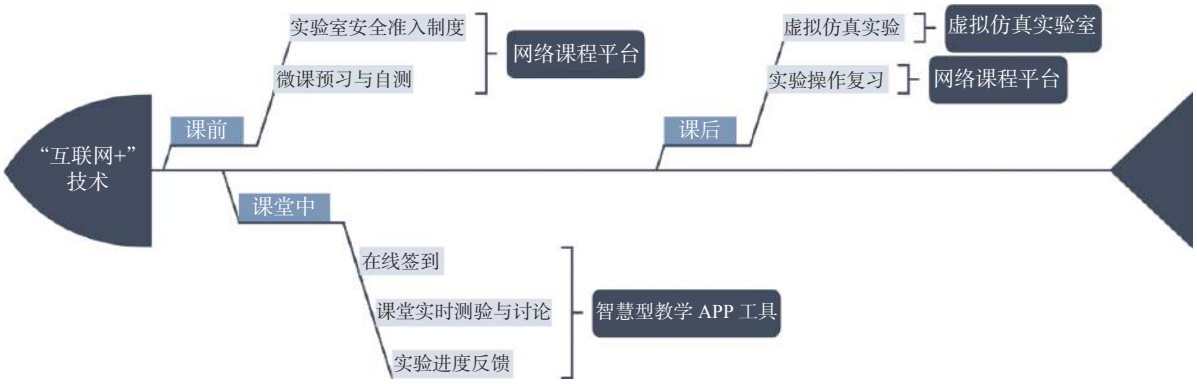

图 1 “互联网+”技术在生物实验课程中的应用

1.1 利用“互联网+”技术建立实验室安全准入制度

近年来，高校实验室安全事故频发，其中 58% 为人为因素引起[9]，充分暴露了学生实验安全意识薄弱、实验防护知识缺乏以及实验操作不规范等问题。为培养和提高学生实验室安全防护意识，首先为大一学生开设实验室安全基础课程，学习实验室安全理论知识；其次要求学生在进入实验室前两周登录智慧树网络平台或“知到”APP，通过实验室安全与防护网络课程学习实验室安全与防护知识，学生自测成绩达到优良以上方可允许进入实验室。在生物实验课程的前两周进行实验室安全与防护网络课程的学习，一方面可以巩固学生的“课前”安全防护知识，另一方面可以提高学生“课中”安全防护意识。线下理论课程学习与线上网络课程复习相结合的模式，有利于实验室安全准入制度的有效实施，培养学生的实验室安全意识。

1.2 通过网络平台建设微课，引导学生有效进行课前预习

利用校级网络教学平台建设微课，将实验课按照课前导读、实验原理、操作演示、预习自测 4 个模块进行制作，以“短、精、专”为制作原则[8]，以期达到时间短、内容精、专业度高的效果。学生可通过校园网链接或超星学习通 APP 进行预习，充分利用学生的碎片化时间，将预习分模块进行，结合自测题以提高学生预习的专注力，增强预习效果。课前导读和实验原理采用 PPT 形式展示，通过简洁明了的图文展示与实验原理相关的现象或问题，吸引并激发学生参与、完成和探索本实验项目的兴趣。这种方式既让学生快速、准确地理解实验原理，又让学生主动转变了角色。从知识接受者转变为知识参与者，学生将带着问题去预习，通过查阅教材、文献等资料自行完成问题的“解答”。主动参与式的预习方式，既加深了对实验原理的理解，又提高了学

生发现问题和解决问题的能力。实验操作演示部分，学生通过学习老师制作的 3~5 min 的实验操作演示小视频，既可以提前熟悉本实验项目需要掌握的基本实验技能，又可以了解操作中需要注意的细节。实验技能的重点、难点及注意事项的“可视化”演示，有助于学生在实验课中快速、准确、熟练地掌握该操作。

以细菌的革兰氏染色教学为例，在课前导读栏目给学生设置的问题，如图 2 所示，有利于学生结合理论课中学习的革兰氏染色知识点作为基础，加深对实验操作中各个步骤原理的理解。当讲解到培养基灭菌时，在预习中设置 “为何要达到同样的灭菌效果，干热灭菌需要的温度比高压湿热灭菌的温度高？”等类似问题，让学生带着问题去思考和查找资料，有利于教师根据学生的预习情况在课堂教学过程中有针对性地讲解。

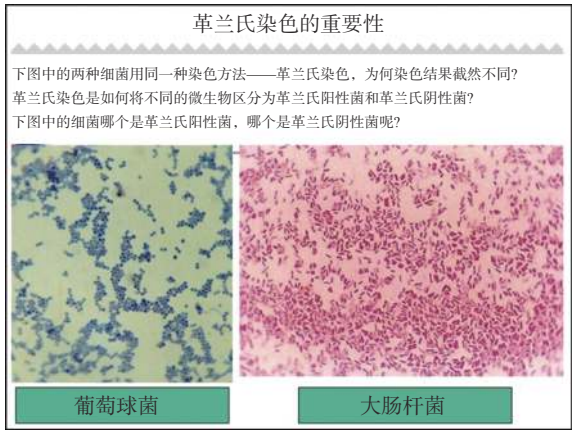

图 2　细菌的革兰氏染色课前导读问题

课前预习结束后，让学生通过预习测试题进行测试，以检验预习效果，查找不足，对掌握不到位的知识点进行标记，通过课堂和实际操作进行理解和纠正。在设置预习题时需考虑学生的知识水平和学习能力，难易适中，题型上以客观题为主，可适当扩展一些实验设计类的主观题，以能否较好地检验学生的预习效果为原则。笔者分析了学院 2017 级生物科学专业学生微生物学实验课程的预习效果，如图 3 所示，大部分的学生成绩在 70~89 分的良好区段，小部分学生成绩偏低，而只有个别学生能取得 90 分以上优秀成绩，这说明预习题的难度适中，学生只要认真阅读教材和学习微课，就能获得良好的预习成绩；另一方面因为设置了一些有难度的主观题，可引导学生独立思考，培养学生的科学探究精神和创新能力。

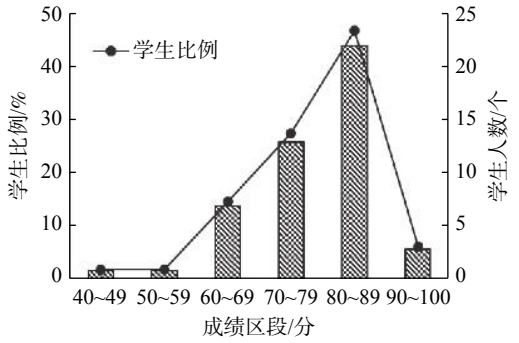

图 3　2017 级生物科学专业学生微生物学实验预习测试平均成绩分布

1.3　引入“学习通”“雨课堂”等教学工具，帮助教师及时掌握教学情况

使用“学习通”“雨课堂”等智慧型教学 APP，可以实现在线签到、课件推送、课堂实时测试与讨论、实验进度反馈等功能，有效帮助教师掌握学生学习情况，针对性地调整课程节奏和重点讲解[10]。教师在选择教学 APP 时尽量使用操作方便快捷的 APP，并提前熟悉 APP 的各项操作，准备好课堂测试的题目。

在实验课堂中，教师可通过“雨课堂”软件在教学开始前开启授课模式并发送课件，学生通过手机的微信小程序扫码签到考勤，接收课件，自行调节翻页速度，并通过“不懂”按钮将信息匿名反馈给教师，教师可根据反馈情况及时调整课程节奏和讲解重点和难点。其次，教师可在课堂中即时发起实时测试和调查，设定学生作答时间，学生通过手机进行回答，保证每位学生都能有效参与到教师的测试问答中，便于教师及时掌握学生的学习状态并以此计入平时成绩考核，学生也能通过回答问题得到相应的成绩，提高学生的课堂注意力。再次，由于学生已通过微课提前预习了操作技能，教师在实际操作演示中可从讲授者变成引导者，通过随机抽查的方式指定某位学生进行操作，教师在一旁指导学生，纠正错误操作，旁观学生也能感同身受，印象深刻。最后，学生在实验操作中可以通过 APP 在课程讨论区发送自己的实验结果，便于教师及时检查实验进度和操作情况，学生之间也可以相互查看交流点赞。此外，课后教师也可通过 APP 向学生推送优秀的实验报告，以便学生互相学习，共同提高。

1.4 增加虚拟仿真实验操作，克服实验教学条件局限

充分利用学院实验教学示范中心的虚拟仿真实验室，安排学生利用课余时间在网上自主学习和进行虚拟实验操作。目前该平台上配备了“流感病毒的胚胎培养虚拟仿真实验”“埃博拉病毒虚拟仿真实验”“细菌性疫苗 GMP 生产虚拟实验”等实验。以“流感病毒的胚胎培养虚拟仿真实验”为例，在虚拟仿真实验平台上利用 2D 交互动画展示流感病毒的培养过程，包括实验简介、实验原理、放置胚蛋、接种注射病毒、恒温培养、撕开壳膜和尿囊膜、收取病毒液等过程，学生可通过虚拟仿真操作，模拟病毒胚胎培养实验。这些实验危险性较大，对实验场地和仪器设备要求较高，无法在常规教学实验室中进行现场操作，利用计算机和互联网技术，可以克服以上困难，通过虚拟互动操作给学生直观感受和交互体验。此外学生也可借助虚拟仿真实验在常规实验室以外的地方巩固基础操作，巩固和锻炼实验技能，比如无菌操作、琼脂糖凝胶电泳等。

1.5 建立多方位实验课程考核体系

以往实验课程考核大致分为两大模块，平时成绩(占总分 70%)和期末考核(占总分 30%)。由于缺少相对细致的量化考核体系，考核主要借助实验报告和期末考试，无法全面量化学生的学习情况，且存在一定的偏差[11]。为解决这一问题，笔者借助“互联网+”的移动便捷性和智能性，结合线上 APP 平台评分和线下实际操作考察，减轻了教师评分负担，也可以更全面更客观地考核学生的实验技能，建立起较为科学的实验课程考核体系，如图 4 所示。平时成绩中的“课前预习”可以结合网上微课预习完成度和自测成绩进行评分；“实验态度”的考勤则借助“雨课堂”等辅助教学工具进行打卡，而安全防护意识以开课前两周的网上课程实验室安全与防护的考核成绩为主；在“实验操作”考核部分，教师可在课堂中随机检查学生实验操作是否规范，而学生需要将实验各阶段结果通过图文等形式发送到“雨课堂”APP 中由教师集中检查；课后教师收齐实验报告并评分，以此作为“实验报告”考核项目的成绩。

期末考试通过综合性、开放性实验考核的模式进行，学生 3~5 人为一组，自主选题，根据所选题目自行查找文献撰写实验设计方案，方案通过现场 PPT 答辩及教师审核通过后，方可自行安排时间开展实验。实验过程中，各小组可通过 APP 的方式线上提交各阶段关键的实验结果、遇到的问题及拟解决的方法，教师可随时、随机抽查学生实验的完成进度和质量，并及时解答学生在综合实验中遇到的问题。实验完成后，学生需通过项目 PPT 汇报的形式，展示实验结果与项目预期的达成度、项目存在的问题及后续的解决方法等情况，同时提交期末综合实验论文和相关资料。该综合实验的考核成绩主要由实验设计方案及报告、实验方案预审及项目答辩、实验实践及问题解决、团队协作等各方面综合评定。

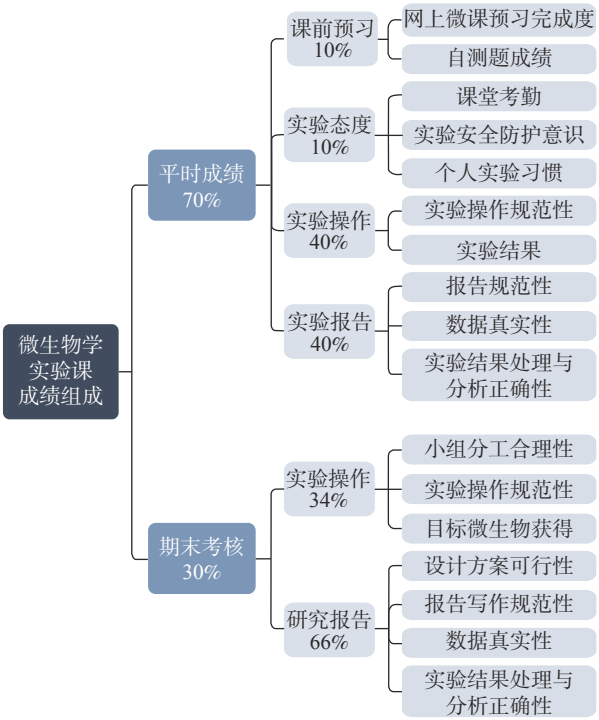

图 4 微生物学实验课成绩组成示意图

2 实践效果

利用“互联网+”对生物实验课程进行改革，打破了传统实验教学的局限性，有效利用网络教学平台和课堂助手，使之成为实验课堂的重要辅助和补充的手段，融会贯通在“课前”“课中”和“课后”的教学模块中，建立了更为合理客观的实验考核体系，增强了学生的自主性，提升了教学效果。

2.1 学生自学意愿提升，预习效果显著

改革前，课前预习一般采取学生自习教材并撰写预习报告的方式进行。一方面，学生自觉性相对较低，缺乏对实验原理的理解，对实验课内

容了解模糊不清，导致对有关实验技能掌握不够牢固；另一方面，学生往往以抄写教材的方式来完成预习报告，缺乏独立思考。采用网络微课自学与测验相结合的方式，通过设置多样化的导读和测验题，有效引导学生结合教材去思考、作答，提高了预习效果。在实验教学过程中学生表现出“有备而来”，教师可缩短实验原理讲解的时间，更多地投入到“答疑解惑”的教学环节中。在实验操作演示方面，学生通过课前观看操作视频和课上教师的现场示范，能快速、高效、规范地掌握操作技能。

2.2　课堂教学手段多样，教学效率提高，学生实验态度改善

借助“雨课堂”等教学工具，实现线上签到考勤和实验结果的实时提交，提高教学效率，教师可更专注于考察学生实验技能的掌握情况。其次，教师在教学的过程可以利用“随机点名”按钮向学生发送思考题让学生现场抢答；利用投票功能掌握学生动态，发起分组讨论和互评引发学生思考。教学手段的多样性充分调动了学生学习的积极性，提高了参与度和专注力。再次，学生必须通过提交实验结果才能完成课程学习，改变了以往不重视实验课的态度。另外，智慧型教学APP 具备的学生实验结果互评点赞功能，使学生可以从“学习者”的角度交流实验操作经验，形成良性竞争关系，更有利于他们掌握实验技能。

2.3　学生实验技能掌握更加巩固，实验知识面有效扩展

学生课前课后都可以通过网络微课平台预习和复习实验操作，改变了以往实验技能掌握不到位不牢固的现状。针对高温、高压及精密仪器设备的操作，学生可通过微课反复学习来巩固操作要点，保障了仪器使用安全和实验的顺利进行。另外，学生通过虚拟实验的操作，完成对实验危险性较大的实验模拟操作，接触到常规实验室无法进行的实验，进一步扩展了实验知识面，为今后进行科学研究提供了更广阔的实验视野。

2.4　实验考核更全面，更合理，更科学

科学和客观的考评体系会对学生的学习产生积极地导向性作用，是激励学生进行探究性学习的重要保证[12]。通过线上线下的综合实验考核体系建立，改变了以往考核方式的单一化，使成绩评价综合体现学生的实验态度、技能掌握、科学思维等多方面素质与能力，有效避免学生产生“实验成绩=实验报告”的心理偏见，纠正他们不重视实验只重视报告的想法。客观、公正、科学的考核体系还有利于转变学生的实验态度，激发学生实验探究的热情，提高实验质量和教学效果，真正实现教学相长。

3　结束语

大学生物实验课程是理解和巩固生物专业理论知识，培养大学生实验技能和实验思维的关键课程。“互联网+”技术对实验课程的改革与实践，不仅促进学生将理论课程学习到的知识融入实验原理的理解中，而且使学生在实验操作中更好地掌握和巩固理论知识，进一步深刻认识生物专业领域“理论↔实践”的双向转化和促进关系，有助于学生建立更为完整的生物知识结构体系，提高专业科学素养。

参 考 文 献

[1] 魏宝阳. 基于创新创业能力培养的微生物学实验教学体系构建与应用[J]. 实验科学与技术, 2019, 17(5): 72−76.

[2] 钟秉林. 互联网教学与高校人才培养[J]. 中国大学教学, 2015(9): 4−8.

[3] 陈丽艳, 全吉淑, 柳明洙. 基于“互联网+”的生物化学实验教学改革实践[J]. 基础医学教育, 2019, 21(4): 318−320.

[4] 李海霞, 刘辰鹏, 韩贵来, 等. 互联网+实验混合教学模式探索与实践[J]. 实验室研究与探索, 2019, 38(4): 169−172.

[5] 董娜, 田彦辉, 杜铭硕, 等. 构建微生物学实验教学新模式[J]. 实验科学与技术, 2016, 14(3): 160−161.

[6] 李海娟. 微生物学实验教学中存在的问题及改革创新实践[J]. 安徽农学通报, 2019, 25(19): 127−129.

[7] 刘刚, 李佳, 梁晗. “互联网+”时代高校教学创新的思考与对策[J]. 中国高教研究, 2017(2): 93−98.

[8] 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]. 微生物学通报, 2017, 44(5): 1230−1235.

[9] 李志红. 100起实验室安全事故统计分析及对策研究[J]. 实验技术与管理, 2014, 31(4): 210−213.

[10] 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] 李燕华, 金映虹. 植物生理学实验考核体系的建立与实践[J]. 生物学杂志, 2019, 36(3): 118−120.

[12] 于虹漫, 向红, 何丽, 等. 植物生理学课程探究性实验考评体系改革初探[J]. 安徽农业科学, 2012, 40(2): 1223−1224.

编辑　张莉