

· 高校生物学教学 ·

# “一流本科教育”背景下生物制药混合式教学模式的改革探索

蔡文涛\*, 雷骏雨, 董衍明, 梁继超, 赵晶, 李路军, 陈勇

湖北大学生命科学学院, 湖北 武汉 430062

蔡文涛, 雷骏雨, 董衍明, 梁继超, 赵晶, 李路军, 陈勇. “一流本科教育”背景下生物制药混合式教学模式的改革探索[J]. 生物工程学报, 2023, 39(12): 5014-5023.

CAI Wentao, LEI Junyu, DONG Yanming, LIANG Jichao, ZHAO Jing, LI Lujun, CHEN Yong. Reform and exploration of biopharmaceutics blended teaching in the context of “first-class undergraduate education”[J]. Chinese Journal of Biotechnology, 2023, 39(12): 5014-5023.

**摘要:** 近年来生物制药产业飞速发展, 对高素质、创新应用型人才需求日益迫切。在“一流本科教育”背景下, 进行生物制药课程混合式教学模式的改革探索, 对培养适应产业发展的专业人才具有重要意义。湖北大学生物制药课程基于专属在线课程(small private online course, SPOC)和超星平台开展混合式教学, 瞄准一流课程“两性一度(高阶性、创新性和挑战度)”的要求, 围绕课程目标的达成, 夯实课前、课中和课后3个阶段, 积极创新教学方法, 并有机融入典型案例。此外, 通过加强课程的形成性评价, 来提升考评分辨率; 通过调研学生的学习行为, 并利用边际效用曲线分析小组活动特点, 来指导学生如何提高学习效率; 结合职业生涯规划, 给予学生个性化学习指导。生物制药课程混合式教学模式的改革取得了明显成效, 如学生满意度、学生创新创业能力和课程建设水平平均得到提升, 以期对相关课程教学改革和研究工作提供有益借鉴。

**关键词:** 线上线下混合; 生物技术制药; 教学改革; 成绩评价; 翻转课堂

资助项目: 湖北大学教学改革与研究项目(202023); 荆楚卓越工程师协同育人计划(鄂教高函[2017]29号)

This work was supported by the Teaching Reform and Research Project of Hubei University (202023) and the Jingchu Excellent Engineer Collaborative Education Program (Hubei Provincial Department of Education Notice No. 29 [2017]).

\*Corresponding author. Tel/Fax: +86-27-88661746, E-mail: wtcai@hubu.edu.cn

Received: 2023-03-24; Accepted: 2023-09-25; Published online: 2023-10-11

# Reform and exploration of biopharmaceutics blended teaching in the context of “first-class undergraduate education”

CAI Wentao\*, LEI Junyu, DONG Yanming, LIANG Jichao, ZHAO Jing, LI Lujun, CHEN Yong

School of Life Sciences, Hubei University, Wuhan 430062, Hubei, China

**Abstract:** In recent years, the biopharmaceutical industry has developed rapidly, creating urgent demand for high-quality, innovative, and application-oriented talents. In the context of “first-class undergraduate education”, it is of great significance to reform and explore biopharmaceutics blended learning to foster professional talents who can adapt to the industrial development. The blended teaching of biopharmaceutics course in Hubei University was based on small private online course (SPOC) and ChaoXing platform, aiming to meet the first-class “AIC (advanced, innovation, challenge)”. The course strengthened the three phases of teaching: before, during, and after class, and innovated teaching methods actively to achieve curriculum goals, and integrated typical cases organically. In addition, the course improved the discriminative power of assessment by strengthening the formative performance evaluation. Moreover, the course provided guidance for students to improve the learning efficiency through investigating the students’ learning behavior and employing the marginal utility curve to analyze the characteristics of group activities. Furthermore, the course also offered students personalized learning guidance based on their career planning. The reform of biopharmaceutics blended teaching has achieved significant outcomes, such as improving students’ satisfaction, students’ innovation and entrepreneurship ability, and curriculum construction level, thus may serve as a reference for the teaching reform and research of the related courses.

**Keywords:** online and offline blended; biotechnological pharmaceuticals; teaching reform; performance evaluation; flipped class

生物技术制药(简称生物制药)是在“利用生物活体生产药物”的概念指导下,在微生物学、分子生物学、细胞生物学和免疫学等相关学科及技术推动下,逐渐形成的、目前最具活力的制药产业<sup>[1]</sup>。其研发的药物——生物技术药物在人类抗击肿瘤、自身免疫疾病、病毒性疾病等方面发挥重要作用<sup>[2-3]</sup>。伴随产业的飞速发展,国家和社会对生物制药人才培养提出了较高要求。尽管我国生物制药人才数量和质量不断提升,但仍缺乏创新应用型复合人才<sup>[4]</sup>。生物制药课程讲授生

物技术药物研发的基本理论及技术,旨在构建学生扎实的专业知识体系,提升学生创新应用能力,对培养生物制药产业人才具有重要意义。

近年来,一些高校开设了生物制药课程,并开展了课程的相关教学改革<sup>[5-7]</sup>。基于慕课、专属在线课程(small private online course, SPOC)或其他在线课程,运用适当的数字化教学工具,开展的线上线下混合式教学模式在高校生物制药课程的教学改革中得到了一定的应用,如福建医科大学以学生为中心,依托“互联网+”线上资源

和自主研发的虚拟仿真实验平台,开展了沉浸式的混合式教学改革,激发了学生学习的主动性,提高了学生的平均成绩<sup>[8]</sup>。但由于生物制药课程的开设历史普遍较短,混合式教学改革经验积累较为有限,亟待开展适合各校人才培养目标的、针对性的该课程混合式教学改革研究。

生物制药是湖北大学药学和生物类专业课,在本科生大三学年开课,共 32 学时。笔者及团队教师积极推动生物制药课程教学方法改革,已在部分班级中推广混合式教学模式,助力“一流本科教育”建设。

## 1 生物制药课程混合式教学模式的实施

我校生物制药课程于 2020 年建设慕课(massive open online courses, MOOC),已上线国家高等教育智慧教育平台等 3 个平台。在课程平台上有丰富资源,包含各章节内容视频(38 个)、

课件(38 个)、习题(近 400 题)、测验、思考题及参考答案、前沿进展及典型案例等。

本课程基于 SPOC 和超星平台面向本校药学和生物类专业学生开展混合式教学,具体教学模式的实施分为:课前、课中和课后 3 个阶段。混合式教学设计模式图见图 1。课前(线上)完成基本知识学习,课中(线下)翻转课堂,课后(线上/线下)知识内化提升、个性化指导等。整个教学组织过程,发挥线上线下混合式教学优势,围绕知识、能力和素质等方面课程目标的达成,创新教学方法,过程性考核评价,充分体现一流课程“两性一度”的标准——高阶性、创新性和挑战度。

教学前从班级选出 2 位学生作为助教,协助教师管理及开展活动,并将班级学生分为学习小组(每组 4-5 人,自荐或推荐 1 人为组长),便于进行讨论、完成团队参与的教学活动。以下具体说明本课程混合式教学模式的实施过程。

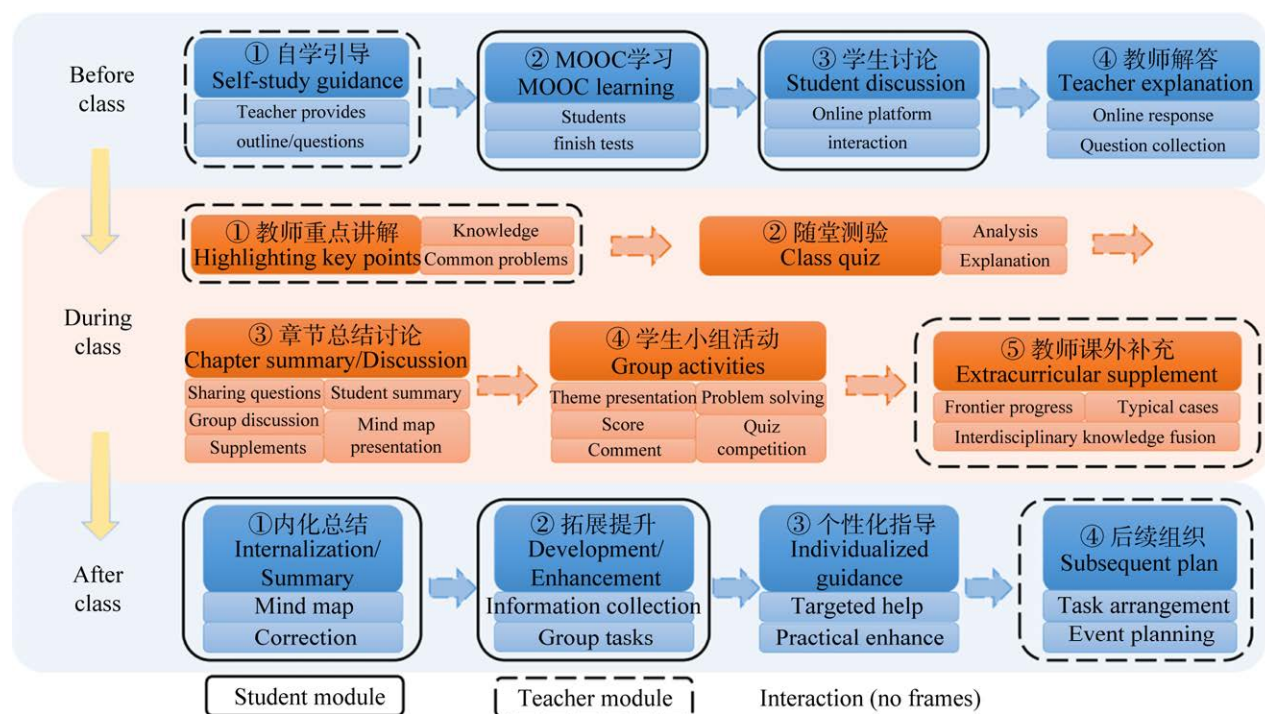


图 1 混合式教学实施流程图

Figure 1 Implementation flow chart of the blended teaching.

### 1.1 课前

教师进行自学引导,包括开放 SPOC 中对应章节学习内容、通过超星平台发布章节学习提纲及思考题。学生自主完成 SPOC 学习及对应章节测验、回答思考题,并进行线上讨论。教师线上指导并整理学生的学习问题。线上讨论充分体现师生/生生互动,具体由学生在讨论区反馈学习问题,学生间回帖回答问题。教师查看学生提问,及时在线上给予学生回复,结合测验情况整理学生学习问题。

### 1.2 课中

教师结合课前收集整理学生的学习存在的共性问题(难点)和对应章节重点内容,进行讲解和答疑,发放随堂测验和抢答题检验学生学习效果并针对作答情况进行讲解。组织学生以小组为单位进行学习问题的分享及讨论,开展辅导答疑及个性化指导。教师积极挖掘课程典型案例(表 1),并将案例与课程教学内容有机结合。教师还补充介绍前沿进展,引导学科知识交叉融合,突出生物制药在推进新医科、新农科和新工科建设中的应用。

### 1.3 课后

学生制作思维导图进行归纳总结,并汇报展示。根据针对学生职业生涯规划调查结果,教师进行个性化指导(详见“2.3 学生职业生涯规划”)。围绕重难点、前沿进展、药物研发设计以及科学家事迹等主题,将学生分成若干小组,各小组通过查阅资料、制作 PPT 汇报展示,并进行生生互评、教师点评。

以“第二章 基因工程制药 2.5 重组 DNA 的筛选与鉴定”这一节为例,展示开展混合式教学过程中具体素材,见表 2。

此外,教学团队积极开展观摩实训、校企讲座和生物制药课程知识竞赛等特色活动,提升学生学习的兴趣,培养学生学以致用能力。如利

用我校国家级科研平台——“省部共建生物催化与酶工程国家重点实验室”和“药物高通量筛选技术国家地方联合工程研究中心”,让学生观摩实训。依托我校生物医药产业技术学院与武汉启瑞药业有限公司等公司建立的校企合作平台,开展校企讲座,提升学生对知识的理解和应用能力。

## 2 生物制药课程教学评价与探索

### 2.1 课程成绩评价

课程成绩包括形成性评价(占 60%)和终结性评价(占 40%)。终结性评价是通过期末考试来考核学生对知识的记忆、理解、表述及综合应用能力;形成性评价包括 SPOC 学习、线上讨论、考勤、随堂测验、思维导图和主题汇报等方面情况的评价,可较全面衡量学生时间精力的投入、学习态度及状态,更深入地评价学生对全局知识的关联理解、自学能力、解决问题及团队协作等综合能力及素质。

基于前期生物制药课程混合式教学的实践,笔者在 2019 级药学班继续开展生物制药混合式教学及相关研究。将 2019 级药学班(29 名学生)课程成绩与 2018 级药学班(24 名学生;传统教学)成绩进行了比较。2 个班级期末考试试卷难度系数相当,考卷难度对终结性评价影响差别不大;在形成性评价方面,2019 级增加了 SPOC 学习、思维导图及主题汇报等项目的考查,且线上讨论频率高于 2018 级。

如图 2 所示,2019 级课程成绩(包括形成性、终结性和总成绩 3 个方面)变异系数(coefficient of variant, CV)更高,表明成绩分布的离散程度更大,提示在混合式教学模式,课程成绩评价有更高的分辨率,更能体现学生个性化学习的差异;2019 级学生形成性评价整体偏高,提示学生可能在这一模式下学习活动更活跃。

表 1 生物制药课程部分典型案例

Table 1 Partial typical cases of biopharmaceutics course

章节 Chapter	案例名称 Case	人物/团队 Character/Team	核心内容 Contents
绪论 Introduction	自主研发生物药物 Developing biopharmaceutics independently	中国科学家 Chinese scientists	打破生物药物技术壁垒, 研发自主知识产权药物, 守护公众健康安全 Overcoming the technical barriers of biopharmaceutics, developing drugs with independent intellectual property, and protecting public health and safety
基因工程制药 Genetic engineering pharmaceutics	牛胰岛素 Bovine insulin	中国科学院上海生化所 Shanghai Institute of Biochemistry, CAS	1965 年中国人工合成有活性的牛胰岛素 In 1965, Chinese scientists synthesized bioactive bovine insulin
	干扰素 $\alpha$ -1b Interferon $\alpha$ -1b	侯云德院士 Academician HOU Yunde	留学毅然回国, 主持干扰素 $\alpha$ -1b 的研发, 获批我国第一个具有自主知识产权的基因工程药物 After studying abroad, he returned to China and led the development of interferon $\alpha$ -1b, the first genetic-engineering drug with intellectual property in China
	乙肝疫苗 Hepatitis B vaccine	闻玉梅院士 Academician WEN Yumei	赴欧美进修, 回国主持治疗性乙肝疫苗研发 After further education in Europe and America, she returned to China and led the development of a therapeutic hepatitis B vaccine
动物细胞工程制药 Animal cell engineering pharmaceutics	脊髓灰质炎疫苗 Polio vaccine	“糖丸爷爷”、病毒学家顾方舟 “Grandpa sugar pill”, virologist GU Fangzhou	研发中国脊髓灰质炎疫苗 Researching and developing Chinese polio vaccine
	克隆猴 Cloning monkeys	孙强团队 SUN Qiang's team	培育体细胞克隆猴与构建非人灵长类动物模型 Cultivating somatic-cell-cloning monkeys and constructing models of non-human primates
抗体工程制药 Antibody engineering pharmaceutics	活性抗体筛选 Bioactive antibody screening	金艾顺教授 Professor JIN Aishun	学成回国创建微孔阵列芯片检测抗体分泌细胞法, 建立新冠病毒广谱中和活性抗体筛选平台 After studying abroad, she returned to China, invented a detection method of antibody-secretion cells based on microporous chip, and established a screening platform of SARS-CoV-2 board-spectrum neutralized antibody
	新冠药物 SARS-CoV-2 drugs	陈薇院士 Academician CHEN Wei	新冠抗体药物、疫苗新型纳米载体研发 Developing SARS-CoV-2 antibody drugs and new-type nanometer vectors of vaccine
发酵工程制药 Fermentation engineering pharmaceutics	庆大霉素 Gentamicin	王岳教授 Professor WANG Yue	美国留学归国, 负责庆大霉素的研发 After studying abroad in the USA, he returned to China and headed the research of gentamicin
	青蒿素 Artemisinin	屠呦呦、523 项目组 TU Youyou, 523 project team	研发青蒿素用以抗击疟疾 Researching artemisinin to beat back malaria

表2 “第二章 基因工程制药 2.5 重组 DNA 的筛选与鉴定”教学素材

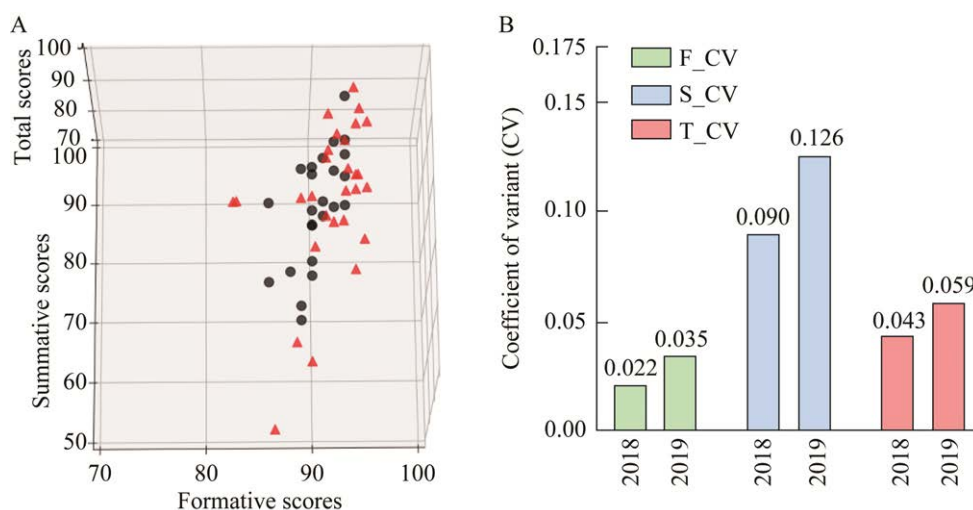
Table 2 Teaching material of “Section 2.5 Screening and identification of recombinant DNA in chapter II genetic engineering pharmaceuticals”

过程/拓展资料 Process/Enhance data	核心主题 Core themes	具体内容 Specific content
I 共性问题 Common problems	载体遗传标记法 Vector genetic markers method	菌落或噬菌斑颜色改变法 Bacterial colony/Plaque color changing
II 重点内容 Key points	核酸分子杂交法 Nucleic acid hybridization method	菌落原位杂交; DNA 印迹分析法 Bacterial colony <i>in situ</i> hybridization; DNA blotting analysis
III 前沿进展 Cutting-edge progress	新冠 DNA 疫苗 SARS-CoV-2 DNA vaccine	原理: 利用真核表达载体将新冠抗原 DNA 编码序列导入人体, 使宿主细胞表达抗原以刺激特异性免疫产生 Theory: using eukaryotic expression vector to transfer SARS-CoV-2 antigen coding sequence into the body, making host cells express antigen, and stimulating specific immunity
IV 典型案例 Typical case	重组人干扰素 $\alpha$ -1b Recombinant human interferon $\alpha$ -1b	侯云德院士团队研发中国第一个具有自主知识产权的基因工程药物——干扰素 $\alpha$ -1b Academician HOU Yunde's team developed the first genetic-engineering drug with intellectual property in China, interferon $\alpha$ -1b
V 分组任务 Group tasks	6 个学生小组汇报主题 Themes of 6 student groups' presentation ① H.YJ; ② M.SY; ③ L.JY; ④ Y.X; ⑤ Z.B; ⑥ L.MY (group leader's name)	① 原位杂交技术 <i>In situ</i> hybridization ② 双脱氧链终止 Dideoxy termination (Sanger) method ③ PCR 技术法 Polymerase chain reaction (PCR) ④ 抗生素抗性筛选法 Antibiotic resistance screening ⑤ 营养缺陷性筛选法 Auxotrophic screening ⑥ Southern 印迹法用于筛选和鉴定重组 DNA Southern blotting for screening and identification of recombinant DNA
VI 拓展内容 Enhance content	抗性筛选改良方法 Modified methods of resistance screening	插入失活法: 采用带有两个抗生素抗性标记的质粒, 其中一个标记带有多克隆位点, 使得具有重组质粒的细胞可被分步筛选 Insertional inactivation: using plasmids that have two antibiotic resistance markers, one of which has multiple cloning sites, to screen cells with recombinant plasmids, step by step

## 2.2 小组活动探索

为了更好地指导学生提高小组活动中主题汇报的准备效率及质量, 笔者用问卷星面向 2019 级药学班(29 名学生)发布问卷。问卷主要调查了每次主题汇报中主讲(speech, S)、PPT 制作(making PPT, P)、资料收集和整理(information collection and arrangement, I)这 3 项任务平均耗

时及在总耗时中占比等情况。全班学生被分为 6 组, 按组长姓名命名各小组(H.JY 组、4 人, Z.B、L.JY、L.MY、M.SY 和 YX 组、5 人/组)。图 3A 和 3B 显示各小组耗时分布有差异。图 3C 显示 I、P、S 这 3 项任务的耗时占比上的差异, 反映出学生在进行各分工任务时的偏好或投入不同。



**图 2 2018、2019 级学生课程成绩** A: 形成性、终结性、总成绩的三向分布. 总分数=60%形成性成绩+40%终结性成绩. 黑色圆形、红色三角形分别代表 2018、2019 级学生样本. 该 3D 散点图由 Python 3.9 编程语言绘制, 使用了 Numpy 1.20.3、Pandas 1.5.2 和 Matplotlib 3.4.3 库. B: 成绩的变异系数(CV). 成绩的 CV 越高代表数据集数据的离散程度越高. F\_CV、S\_CV 和 T\_CV 分别表示形成性成绩、终结性成绩和总成绩的 CV. 2018、2019: 2018 级、2019 级

Figure 2 Curriculum performance of students in grades 2018 and 2019. A: Three-way distribution of formative, summative, and total scores. Total scores=60% formative scores+40% summative scores. Black circles or red triangles represent the samples of students in grade 2018 or 2019, respectively. This 3D scatter diagram was plotted using Python 3.9, with the Numpy 1.20.3, Pandas 1.5.2, and Matplotlib 3.4.3 libraries. B: Coefficient of variant (CV) of scores. Higher CV of scores signifies higher degree of dispersion in a dataset. F\_CV, S\_CV, and T\_CV indicate the CV of formative, summative, and total scores, respectively. 2018 or 2019: Grade 2018 or 2019.

笔者将各小组在 I、P、S 这 3 项分工任务的耗时与 5 次主题汇报总成绩相关联, 利用 Python 3.9 编程语言绘制各小组样本的三维散点图(图 4A), 发现低分组(<70 分, 红色)、高分组(>70 分, 蓝色)样本之间有分离趋势, 除高分组中的一个样本, 各组内样本有聚集趋势; 参照球面, 低分组距离高分组较远, 在 S、P、I 三个方向上, 高分组样本用时均明显高于低分组样本. 图 4B 表明高分组在平均总耗时上也显著长于低分组. 结果提示, 主题汇报任务耗时长短对学生汇报表现有明显影响. 参考边际效用递减型学习曲线<sup>[9]</sup>, 基于小

组汇报分工任务的可操作性及汇报成绩可量化的特点, 假定小组耗时与汇报水平(通过成绩反映)近似于单调递增、趋于平缓的类幂函数或类指数型函数曲线, 笔者分析: 高分组样本(或低分组样本)接近(或远离)学习曲线的平台区域, 边际效用递减特点显著(或不显著), 体现出时间投入与成绩正相关性不明显(或明显). 小组汇报的学习安排受个人偏好、工作效率、选题和分工等因素影响, 从而产生边际效用递减差异. 研究教学实践中的边际效用递减规律, 了解其产生差异的原因, 有望用于指导学生提高学习效率或竞赛成绩.

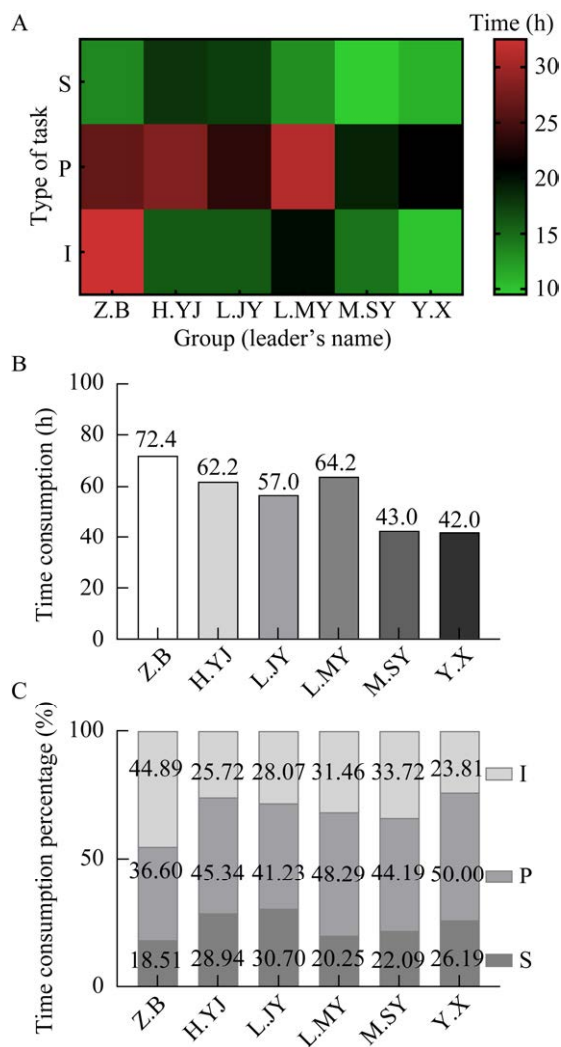


图 3 主题汇报中学生小组分工任务的耗时情况 A: 任务的耗时热图. 颜色指代各组耗时. B: 总耗时. C: 各任务的耗时占比. S: 主讲; P: PPT 制作; I: 资料收集和整理. 耗时以小时计入

Figure 3 Time consumption of Student groups' tasks in theme presentation. A: Time consumption heatmap grouped by task. Colors indicate time consumption of each group. B: Total time consumption. C: Percentage of time consumption on each task. S: Speech; P: Making PPT; I: Information collection and arrangement. Time consumption is counted in hours.

### 2.3 职业生涯规划指导

生物制药课程与产业紧密相连,贯穿产业上下游的全过程,行业内不同的职业生涯规划方向

对应不同的能力需求。因此,基于学生职业生涯规划个性化教育具有实际意义。笔者在课程教学中期,设计问卷调查了 2019 级药学班学生职业生涯规划情况。如图 5 所示,该班级绝大部分学生以“攻读硕士-从事非学术性工作”为主要职业生涯规划;超过 80% 的学生计划从事非学术工作,仅少数学生计划攻读博士学位。以上结果说明学生群体存在主流取向,但需求依然是多样化的,有必要进行个性化教学和引导。基于此,笔者尝试在混合式教学的课后环节,增加立足职业规划的指导内容,即为倾向于非学术性工作的学生提供了更多生物制药企业生产和管理方面的课外学习资料;为倾向于攻读博士学位并从事学术性工作的学生提供了与本课程相关的学术文献阅读资料。

## 3 生物制药课程教学改革成效

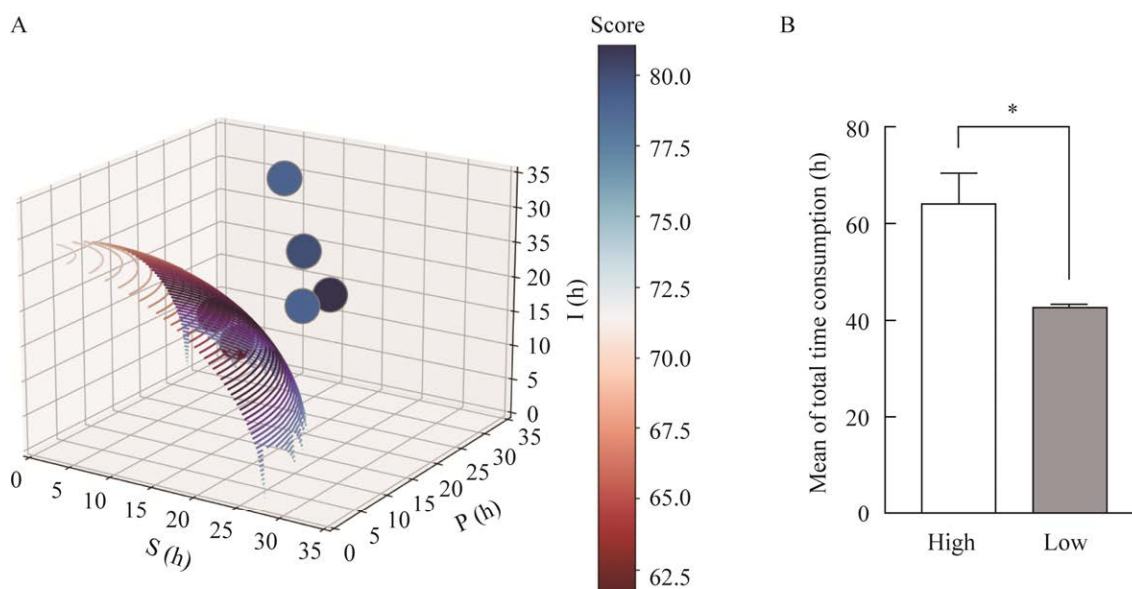
### 3.1 学生成绩和满意度提升

我校生物制药课程开设近 10 年,已开展混合式教学 4 学期。本混合式教学模式以在线学习、互动引导学生自主学习、思考,以思维导图制作、讲评引导学生自主总结、反思,以主题汇报等活动引导学生自主探索、创新,以前沿进展引导学生开阔视野;学生们在信息获取及加工、项目合作、交流和问题解决等方面能力上获得提升。相对传统方式授课班,混合式教学班学生平均成绩明显提升。学生学习的主动性、参与度和满意度相比传统方式讲授课程提升近 20%。

### 3.2 学生创新创业能力提升

学生转化学习成果为科研能力,积极参与相关课题研究。学生近 3 年获国家级创新创业项目 3 项,省级创新创业项目 3 项,获国家级、省级竞赛奖励近 10 项,包括全国大学生生命科学创新创业大赛一等奖 1 项、二等奖 3 项、三等奖 2 项。





**图 4** 主题汇报任务耗时与总成绩的关联 A: 主题汇报任务耗时与总成绩关系散点图. P、S 和 I 代表主题汇报时的 3 种任务, 其数值呈现在图中 3 条坐标轴上, 分别为 5 个章节汇报的任务总耗时. 颜色条表示总成绩. 图中球面(方程:  $\sqrt{S^2 + P^2 + I^2} = 28$ )由 3 轴坐标值平方平均数等于 28 的点组成. 该球面是被选择用于区分高分组(>70)及低分组(<70). 几何平均值越高表示耗时总和越高. 在球面以下, 点的平方平均数均小于 28, 其他点的平方平均数等于或大于 28. 该 3D 散点图由 Python 3.9 编程语言绘制, 使用了 Numpy 1.20.3、Pandas 1.5.2 和 Matplotlib 3.4.3 库. B: 高分组和低分组平均总耗时的比较. 高: 高分组; 低: 低分组. 数据以每组 P、S 和 I 任务中耗时总和的平均值和标准差的形式呈现. 所有的统计比较均采用 *t* 检验(\*:  $P < 0.05$ ). S: 主讲; P: PPT 制作; I: 资料收集和整理. 耗时以小时计入

Figure 4 Relation between time consumption of tasks in theme presentation and total scores. A: Scatter diagram of time consumption of tasks in theme presentation and total scores. P, S, and I represent the 3 tasks in theme presentation, whose values are shown on 3 axes in graph. The values are total time consumption on tasks in 5 chapters' presentations. Color bar indicates total scores. The spherical surface (equation:  $\sqrt{S^2 + P^2 + I^2} = 28$ ) in graph consists of dots whose 3-axis coordinates' quadratic mean is equal to 28, which is chosen to divide high-score (>70) and low-score group (<70). Higher quadratic mean values indicate a higher sum of time consumption. Under the surface, dot's quadratic mean is less than 28, and the others are equal or greater than 28. This 3D scatter diagram was plotted using Python 3.9, with the Numpy 1.20.3, Pandas 1.5.2, and Matplotlib 3.4.3 libraries. B: Mean of total time consumption comparison between high-score and low-score group. High: High-score group; Low: Low-score group. Data are mean values±standard error of the sum of time consumption on P, S, and I for each specific group. All statistical comparisons are made by Student's *t*-test (\*:  $P < 0.05$ ). S: Speech; P: Making PPT; I: Information collection and arrangement. Time consumption is counted in hours.

### 3.3 课程建设水平提升

2020 年 10 月生物制药课程获批校级精品在线开放课程, 并于 2021 年 11 月、12 月和 2022 年

4 月分别上线优课联盟、学银在线和国家高等教育智慧教育平台等 3 个平台. 2022 年该课程获评湖北省一流本科课程(线上线下混合式)。

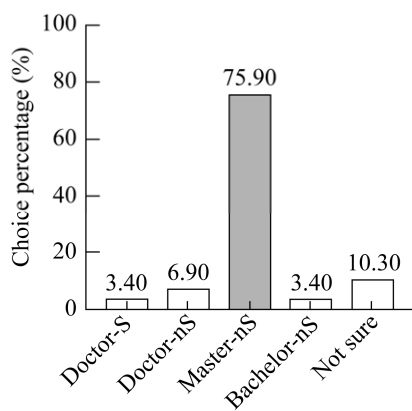


图5 职业生涯规划：计划最高学位与职业方向  
博士、硕士、学士：学生计划取得的最高学位；S：学术职业；nS：非学术职业

Figure 5 Career planning: Planned highest degree and career direction. Doctor, Master, Bachelor: Students' planned highest degree; S: Scholarly professions; nS: Non-scholarly professions.

## 4 结语

2019年教育部全面启动一流本科课程“双万计划”以提升高等教育质量<sup>[10]</sup>。湖北大学生物制药课程基于SPOC和超星平台开展混合式教学，组织学生进行线上自主学习，并与线下翻转课堂教学有机结合，夯实教学过程，创新教学方法，融入前沿进展及典型案例，开展科研平台的观摩实训、校企讲座和知识竞赛等特色活动，开展形成性评价课程改革，进行小组活动探索和职业生涯规划指导等方面研究和实践。生物制药课程混合式教学改革取得了明显成效。

后续教学中还需密切关注生物制药学科发展前沿，进一步优化课程内容，加强学科交叉融合，创新教学方法，发挥混合式教学优势及科研实验室、校企平台作用，加强学生创新创业指导。

笔者将继续推进生物制药课程混合式教学改革，进一步提升教学效果，并进行推广示范。

## REFERENCES

[1] 谢华玲, 陈芳, Cynthia Liu, Yingzhu Li, Yi Deng, 韩涛, 余敏, 杨艳萍, 王学昭. 全球生物制药领域研发

态势分析[J]. 中国生物工程杂志, 2019, 39(5): 1-10.  
XIE HL, CHEN F, LIU C, LI YZ, DENG Y, HAN T, YU M, YANG YP, WANG XZ. Biologics in therapies research and development trends report[J]. China Biotechnology, 2019, 39(5): 1-10 (in Chinese).

[2] KESIK-BRODACKA M. Progress in biopharmaceutical development[J]. Biotechnology and Applied Biochemistry, 2018, 65(3): 306-322.

[3] PIÑEIRO-CHOUSA J, LÓPEZ-CABARCOS MÁ, QUIÑOÁ-PIÑEIRO L, PÉREZ-PICO AM. US biopharmaceutical companies' stock market reaction to the COVID-19 pandemic. Understanding the concept of the 'paradoxical spiral' from a sustainability perspective[J]. Technological Forecasting and Social Change, 2022, 175: 121365.

[4] 钱景怡, 余正. 我国生物制药产业国际竞争力分析[J]. 中国药事, 2020, 34(5): 549-555.

QIAN JY, YU Z. On the international competitiveness of China's bio-pharmaceutical industry[J]. Chinese Pharmaceutical Affairs, 2020, 34(5): 549-555 (in Chinese).

[5] 杨德龙, 栗孟飞, 李唯. 生物技术制药教学改革与实践[J]. 生物学杂志, 2015, 32(2): 106-109.

YANG DL, LI MF, LI W. Improvement of teaching methods of biotechnological pharmaceuticals[J]. Journal of Biology, 2015, 32(2): 106-109 (in Chinese).

[6] 陈俊, 张革. “双一流”背景下药学专业《生物技术制药》教学改革探索[J]. 教育教学论坛, 2019(16): 81-82.

CHEN J, ZHANG G. Teaching reform of biotechnology pharmaceuticals in pharmacy under the background of double world-class[J]. Education Teaching Forum, 2019(16): 81-82 (in Chinese).

[7] 杨红, 吴春惠, 李顺, 曾红娟, 刘贻尧. 以文献为导向的教学模式在生物技术制药课程中的探索与实践[J]. 生物学杂志, 2019, 36(1): 114-116.

YANG H, WU CH, LI S, ZENG HJ, LIU YY. The exploration and practice of “reference-oriented” teaching model in biotechnological pharmaceuticals course[J]. Journal of Biology, 2019, 36(1): 114-116 (in Chinese).

[8] 杨倩, 陈晓乐, 吴莺, 张南文, 俞昌喜. 新工科背景下沉浸式线上线下混合式教学效果分析: 以“生物技术制药”课程为例[J]. 福建医科大学学报(社会科学版), 2021, 22(6): 60-62.

YANG Q, CHEN XL, WU Y, ZHANG NW, YU CX. Exploration on effect of the immersive online and offline teaching for the course of biotechnological pharmaceuticals under the background of new engineering science[J]. Journal of Fujian Medical University (Social Science Edition), 2021, 22(6): 60-62 (in Chinese).

[9] ANZANELLO MJ, FOGLIATTO FS. Learning curve models and applications: literature review and research directions[J]. International Journal of Industrial Ergonomics, 2011, 41(5): 573-583.

[10] 教育部关于一流本科课程建设的实施意见[EB/OL]. [2023-3-21]. [http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/201910/t20191031\\_406269.html](http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/201910/t20191031_406269.html).

(本文责编 郝丽芳)

(卷终)