

高师院校“微生物学”项目式教学的创新与实践： 以科普项目为例

顾赛汝，刘璐，杨乐，许波*

云南师范大学 生命科学学院，云南 昆明 650500

顾赛汝，刘璐，杨乐，许波. 高师院校“微生物学”项目式教学的创新与实践：以科普项目为例[J]. 微生物学通报, 2025, 52(3): 1351-1361.

GU Sairu, LIU Lu, YANG Le, XU Bo. Innovation and practice of project-based teaching of Microbiology in higher teacher colleges and universities: a case study of science popularization project[J]. Microbiology China, 2025, 52(3): 1351-1361.

摘要：生物科学(师范)专业学生既具备相对专业、系统的微生物知识，又具有当下学生和未来教师的双重身份。本文基于社会微生物素养提升的需求，以微生物科普活动为载体，进行项目式教学。实践效果表明，本活动对学生知识理解、教学能力提升、个人价值塑造、社会责任落实等方面均有促进作用，项目成果也可为社会科普提供新思路。

关键词：高等师范院校；微生物学；项目式教学；科普；微生物素养

Innovation and practice of project-based teaching of Microbiology in higher teacher colleges and universities: a case study of science popularization project

GU Sairu, LIU Lu, YANG Le, XU Bo*

School of Life Sciences, Yunnan Normal University, Kunming 650500, Yunnan, China

Abstract: The undergraduates majoring in biological sciences (teacher training) possess both specialized and systematic microbiological knowledge and the dual identity of current students and future teachers. In view of the needs for enhancing microbial literacy in the society, we practiced project-based teaching of Microbiology with microbial science activities as a carrier. The results showed that this new teaching approach improved the knowledge understanding of

资助项目：云南省本科教育教学改革研究项目(JG2023108)

This work was supported by the Research on Undergraduate Education and Teaching Reform in Yunnan Province (JG2023108).

*Corresponding author. E-mail: xubo128028@163.com

Received: 2024-05-29; Accepted: 2024-09-24; Published online: 2024-10-24

students, teaching performance, personal value shaping, and social responsibility implementation. Moreover, the results of this project can provide new ideas for science popularization in the public.

Keywords: higher teacher colleges and universities; Microbiology; project-based learning; science popularization; microbiological literacy

“微生物学”是我校生物科学(师范)专业的核心必修课程,本专业培养践行师德、学会教学、学会育人和学会发展的未来生物学骨干教师。微生物学课程教学助力本专业学生夯实学科知识、锻炼教学技能、树立社会主义核心价值观和民族自豪感,培养创新精神、科学精神,养成专业认同感和责任感,逐步形成正确的生命观和科学的自然观。传统微生物学教学多以教师讲授为主,注重知识构建,学生自主性和创造性受到一定忽视,课堂趣味性不强。针对师范生当下学生和未来教师的双重身份,本文利用项目式教学,以科普的真实情境连接课程教学、学生学习和社会需求,创新课程育人形式。

1 微生物学项目式教学的研究现状

项目式教学具有以学生为中心、注重意义建构、实践性强等特点,能有效培养学生的自主学习能力、团队合作意识、创新精神和实践能力等。传统微生物学实验的项目式教学通常是针对课题或结合生活问题设计实验方案,内容和形式多样。主要包括4种类型:(1)整合多个基础实验,形成综合性实验项目,基于教育信息化背景融合了线上线下混合式教学^[1-3]、翻转课堂^[4-5];(2)以验证实验为驱动,如通过验证科赫法则来推动项目开展^[6];(3)将大项目分为若干小项目,学生分组完成^[7-8];(4)根据学生能力水平,设置全体学生都需完成的基本项目和学有余力进行的提高项目^[9]。而项目式教学在微生物学理论课程中的应用,主要是基于课

本内容划分学习项目,学生课外学习知识点或撰写小论文,课内进行PPT汇报和讨论交流^[10-13]。

2 以科普为驱动项目的缘由

微生物及其活动影响人类健康、生态平衡、社会福祉乃至整个地球,早在2019年,全球知名微生物学家就集体发文倡导全球普及微生物知识,提高社会微生物素养^[14]。由于个体微小,多数微生物需要借助专业显微镜才能观察,且基础教育涉及的微生物知识有限,社会大众对微生物缺乏全面了解^[15]。多项调查显示,由于微生物知识缺乏,民众出现疫苗犹豫^[16]、抗生素滥用^[17]、对微生物持负面看法^[18]、传染病防治素养不高等现象,直接影响社会决策、国家安定和社会可持续发展。

科普以易于被大众理解和接受的方式传播科学知识和科学精神,是提升公众科学素质的重要途径和有效手段。师范生作为未来的教师,是科学知识与精神的传播者,肩负提升公众科学素质的社会责任。因此,将课程教学与科普相结合,不仅是教学方式和课程育人的创新,也可为高校参与社会科普开辟新路径。

3 微生物学课程科普项目的设计与实施

3.1 项目设计理念

生物科学(师范)专业学生在高校教师指导下系统学习微生物学知识,他们具有当下学生与未来教师的双重身份,肩负着传播微生物学知识的责任与使命。依托于科普活动开展项目

式教学,使学生在项目设计过程中,深入学习课程内容,并把科普实践技能和理论知识有效结合,形成社会辐射效应(图 1)。通过培养师范生的科普能力,在未来影响学生,并进一步影响家长和社会。该辐射效应,将有益于提升社会微生

物素养,实现微生物学课程更深远的育人价值。

3.2 项目主题选取

根据课程目标与教学进度安排,结合 Timmis 在文献[19]中提到的主题,教师提供四方面共计 13 个主题(表 1)。由学生自由选定主

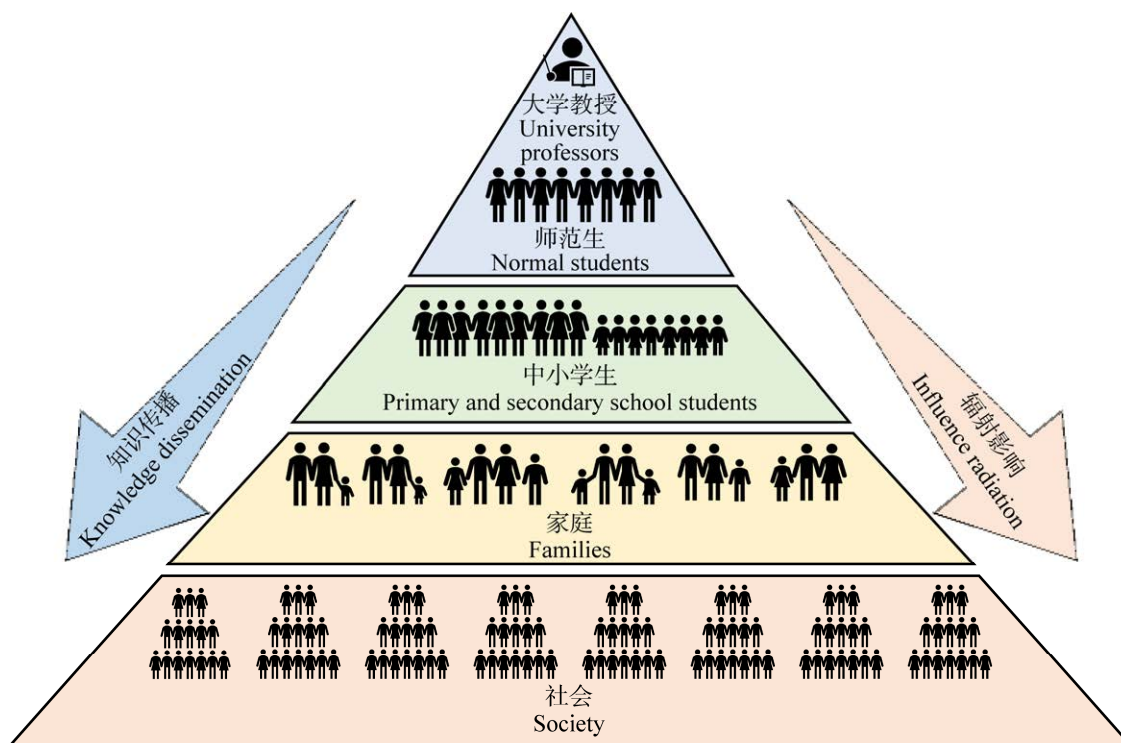


图 1 知识传播结构图

Figure 1 Knowledge dissemination structure.

表 1 科普项目主题

Table 1 Subjects of science popularization projects

维度 Dimension	主题 Theme
微生物与其他生物 Microorganisms and other organisms	我们的植物 Our plants 我们的动物 Our animals
微生物与人类 Microorganisms and humans	我们的食物 Our food 我们的健康 Our health 我们的文明 Our civilization 微生物礼物(生物技术) Microbial gifts (biotechnology) 我们的过去 Our past 我们的未来 Our future
微生物与其他 Microorganisms and others	我们的水源 Our water source 我们的星球 Our planet 全球变暖 Global warming
微生物学之问 Microbiological question	为什么我们需要了解微生物学? Why do we need to understand microbiology? 我们如何学习微生物学? How do we learn microbiology?

题,设计适合所有年龄层次的科普项目,形式包括但不限于科普教育活动、漫画、视频、游戏,或开发相关的教具和材料等,增强受众对微生物及其活动对社会和人类影响的理解,提升其微生物素养。

3.3 项目评价方式

对学生的项目成果进行多维度的评价(图2),项目活动得分占课程总成绩的10%。为保证评价的客观和公正、科普作品的质量和效果,各评分组成均设计有详细的评分标准,在项目实

施前向学生公布。其中大众评委团由不同专业的研究生组成,组间互评除进行量化评分外,还需进行简要描述性评价,一为“亮闪闪”,即做得很好的方面;二为“帮帮你”,即仍需要改进之处;三为“触动我”,即最具特色、给人印象最深刻之处。

3.4 项目实施过程

以学生设计的“微生物大富翁”游戏项目为例,具体阐述科普项目的设计与实施过程(图3)。

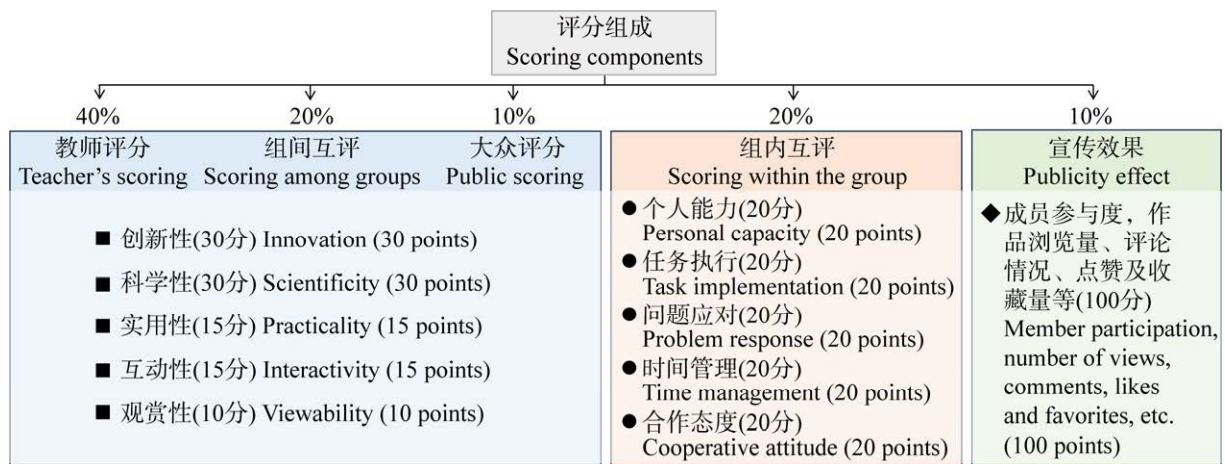


图2 活动评分组成

Figure 2 Activity scoring components.

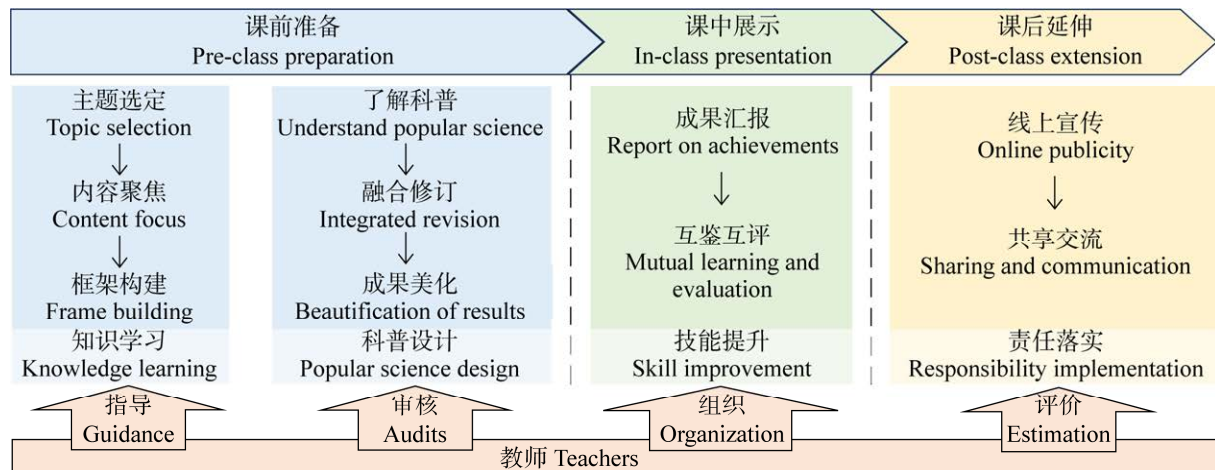


图3 微生物学课程科普项目的设计与实施示意图

Figure 3 Schematic diagram of the design and implementation of a science popularization project for Microbiology.

3.4.1 课前准备

(1) 分组选题,内容聚焦:学生自由组建4人项目小组,选定项目主题为“微生物与我们的星球”,利用课余时间进行文献资料查阅、系统学习。同时,学生需对系统、繁杂的主题内容进行取舍和聚焦。最终,本组将内容聚焦于“微生物与地球生态系统的关系”。该过程需要教师进行监督和提供必要的指导,保证学生对知识理解的正确性。

(2) 思维导图构建知识框架:本组根据上述聚焦内容,将科普设计侧重于“微生物在地球生态系统中的各个角落发挥着不可或缺的作用”,由此绘制思维导图(图4)。

(3) 了解并确定科普形式:学生通过广泛搜集社会科普、高校科普的案例,初步了解科普设计的原则、方法等,选择恰当的形式来进行科普项目的开发。该环节需要充分考虑科普内容与形式的适配性。

(4) 融合与修订:案例组将科普知识融入大富翁游戏,通过上述思维导图选定知识点设计

游戏卡片,后续结合自我审视与教师建议,不断完善。游戏蓝本中(图5)“霉奇堡”“酷热沙漠”“黄烟田”“蓝湖”“沿海地带”5个特殊地格反映微生物与其生存环境的关系,普通地格则无特殊标注。其中“酷热沙漠”属极端环境不适于所有微生物生长,其余4个为适合不同微生物生长的环境。

(5) 成果美化与多媒体融入:该组按照游戏蓝本,运用彩色卡纸、贴纸、水晶花等进行地图制作和美化(图6)。现场展示时计划融入PPT、电子文档,并在教师建议下准备了多份地图及游戏材料,确保全班参与,达到最优的科普效果。

3.4.2 课中展示

教师按教学进度开设汇报课,各组抽签确定汇报次序,依次进行项目展示。汇报过程全程录像,根据相应评分表进行组间互评、大众评分及教师评分,课上未完成的评价可于课后进行完善提交。案例组展示时(图7),给参与者发放电子版游戏规则并辅以PPT介绍,以组为

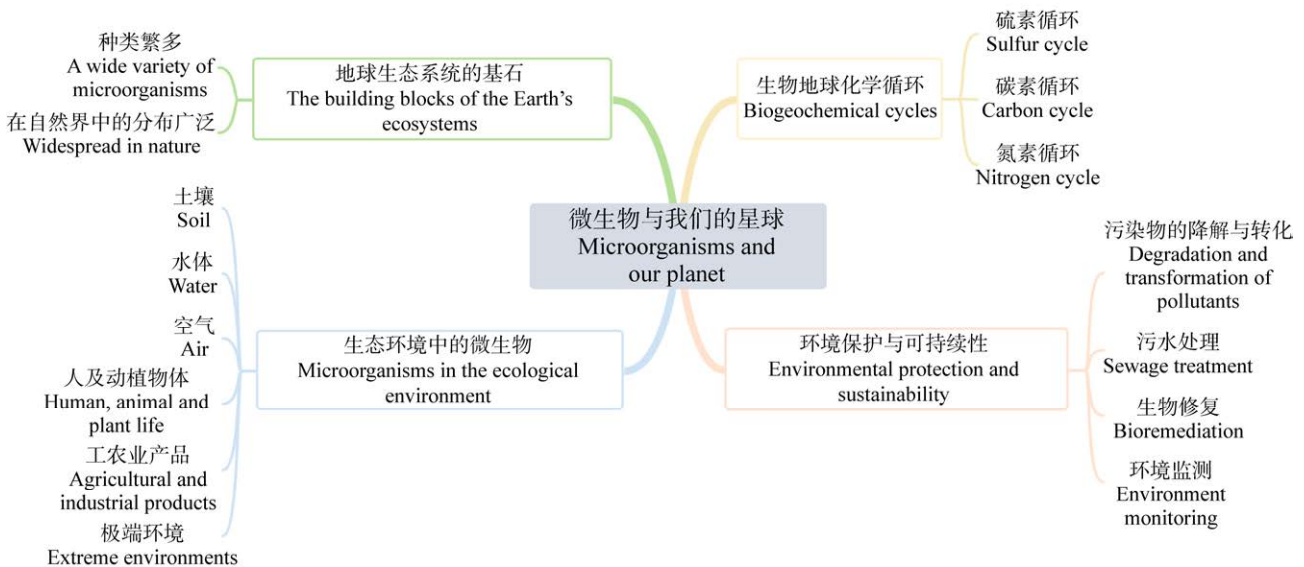


图4 “微生物与我们的星球”科普内容框架

Figure 4 Framework for popularizing science content on “microorganisms and our planet”.

机会 (获取机会或答题) Chance (get the chance or answer the question)	霉奇堡 (霉菌前进1格) Mold-castle (mold moves forward 1 square)	监狱 (轮空1轮) Prison (have a bye in one round)	酷热沙漠 (退1格) Scorching desert (move back 1 square)	机会 (获取机会或答题) Chance (get the chance or answer the question)
游戏规则 Game rules 1. 玩家角色: 蓝细菌、霉菌、放线菌和烟草花叶病毒 1. Player characters: cyanobacteria, mold, actinomycetes and tobacco mosaic virus 2. 游戏开始前, 每位玩家均有10个营养值, 游戏过程累积营养值达35或完整跑完地图3圈可获得胜利 2. Before the game starts, each player has 10 nutritional values, and the player who accumulates 35 nutritional values during the game or completes 3 laps of the map wins 3. 玩家轮流掷骰子, 根据点数移动相应步数 3. Players take turns to roll the dice and move corresponding steps according to the number of points 4. 玩家可在对自身有利的特殊地格买地和建房, 便可向过路玩家收取过路费, 以此赚取更多营养值 4. Players can buy land and build houses in special plots that are favorable to them, and then they can collect tolls from passing players to earn more nutrient values 5. 玩家不可相互借钱 5. Players cannot borrow money from each other				
沿海地带 (放线菌前进1格) Coastal area (actinomycetes moves forward 1 square)				黄烟田 (烟草花叶病毒前进1格) Tobacco field (tobacco mosaic virus moves forward 1 square)
加油站 (前进2格) Gas station (move forward 2 squares)				监狱 (轮空1轮) Prison (have a bye in one round)
起点 Starting point	蓝湖 (蓝细菌前进1格) Blue lake (cyanobacteria moves forward 1 square)	机会 (获取机会或答题) Chance (get the chance or answer the question)	加油站 (前进2格) Gas station (moves forward 2 squares)	机会 (获取机会或答题) Chance (get the chance or answer the question)

图5 “微生物大富翁”游戏蓝本
Figure 5 Microbial Monopoly game blueprints.



图6 “微生物大富翁”游戏地图成品
Figure 6 Finished map of the Microbial Monopoly game.



图7 “微生物大富翁”游戏展示环节

Figure 7 Microbial Monopoly game demonstration session.

单位发放游戏地图及材料包，并在游戏过程中提供即时帮助。

3.4.3 课后延伸

学生须将项目成果在网络平台进行线上宣传，并将宣传效果(包括浏览量、评论交流情况、点赞及收藏量等信息)上传至对分易学习平台，教师根据学生的宣传效果进行综合评分。案例中小组在展示阶段以实地的、线下的形式进行了科普宣传，未进行线上宣传。

3.4.4 案例评价

在活动评分中，案例组以 94.5 分的成绩位列班级第一。从收集的组间描述性评价来看，“亮闪闪”中其他小组对其评价较高，认为其具有创意、寓教于乐、参与性强、制作精美等；在“帮帮你”中也提出了一些改进意见，如“机会卡被抽取的概率较低，科普性不够强”“规则比较复杂，推广性受限”“部分地图标示不够清晰”等；“触动我”中提到“游戏材料准备较充分”“游戏覆盖面较广，参与度较高”等。整体而言，该组的科普项目设计和实施都较成功，但也还有可改进之处。

4 实施效果

4.1 促进课程目标达成

知识理解层面，课程期末考试平均分实验组(71.1分)高于对照组(67.8分)，实验组低分数

段学生比例降低，70–80 分数段比例明显增加(图 8)。表明该教学创新活动能促进学生建构微生物学知识、有效提高学业成绩。调查问卷中近 90% 的学生也表示，本活动在深化对微生物学各层面的认知上发挥了较大作用(表 2)。

能力提升层面，问卷中 90.5% 的学生认为在科普项目设计和实施过程中，提升了做 PPT、做教具、视频剪辑、上台汇报等方面的能力，强化了文献检索、查询资料、小组合作及沟通交流等技能(表 2)。

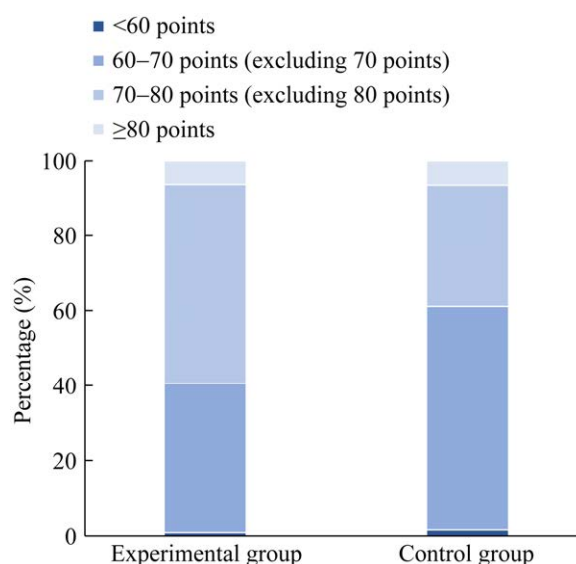


图8 实验组和对照组学生成绩分数段分布情况
Figure 8 Distribution of student achievement score bands in the experimental and control groups.

表2 问卷调查结果

Table 2 Questionnaire results

维度 Dimension	调查内容 Survey content	统计结果 Statistical result (%)			
		非常有帮助 Very helpful	有帮助 Helpful	一般 Average	没有帮助 Not helpful
通用能力 General competence	查询资料 Access to information	37.14	52.38	10.48	0.00
	合作与交流 Cooperation and exchange	47.62	45.41	6.67	0.00
师范生技能 Teaching skills	PPT、教具制作；视频剪辑；上台汇报等 PPT, teaching aids production; video editing; on-stage reporting, etc.	45.71	44.76	9.53	0.00
微生物素养 Microbiological literacy	了解微生物学发展史 Understand the history of microbiology	30.48	59.05	10.48	0.00
	明确微生物在生物界中的地位与作用 Identify the place and role of microorganisms in the biological world	34.29	59.05	10.48	0.00
	了解微生物学的前沿进展 Understand the cutting-edge advances in microbiology	38.10	48.57	13.33	0.00
	辩证看待微生物 Recognize and analyze microorganisms	45.71	49.52	4.76	0.00
	正确认识微生物相关现象 Recognize the phenomena related to microorganisms	43.81	48.57	13.33	0.00
	认识微生物对推动社会发展的贡献 Recognize the contribution of microorganisms to the development of society	39.05	56.19	4.76	0.00
	了解微生物与健康 Understand microorganisms and health	42.86	52.38	4.76	0.00
	对微生物学领域产生了更多好奇心 Become more curious about the field of microbiology	40.95	52.38	6.67	0.00

价值塑造层面，教学基于现有课程资源，密切结合时代特点和育人需求，在科普教育活动真实情境中巧妙融入社会责任担当、家国情怀、全球视野、文化自信等元素，进一步拓展了课程思政的实施路径。项目开展过程中，学生积极查阅国内外文献并进行规范引用，深入了解负责主题所涉及微生物领域的国内外前沿进展，部分学生还将视野聚焦于国内外微生物学发展史对比、我国传统发酵工艺和全球环境问题等领域。

4.2 收到学生积极反馈

学生对教师和课程教学给出了较高评价，期末问卷中，学生对课程教学非常满意及满意

率达 97.2%，对授课教师非常满意及满意率达 99.1%。问卷中学生众多真实的评论和反馈表明，教学创新对激发学生学习兴趣、正确认识微生物具有积极的作用。学生表示“微生物科普的汇报任务提升了我对微生物的兴趣”“活动让我更加主动地去了解微生物”“课程让我了解到微生物的存在对人类和整个地球的重要意义”“老师的教学比较新颖，布置的小组任务和其他课程不太一样，更加有趣”“对微生物有了一些新的认识，不只停留在课本”“小组成员之间合作，多次修改我们的作品，在完善的过程中也对微生物有了更多的了解”“对微生物与生活联系的了解更加深入”等。

4.3 丰富社会科普形式

活动过程中学生展现出较强的创新思维和实践能力，设计了大富翁、飞行棋、宣传手册、手绘漫画、情景剧、黏土动画、现场问答等丰富的科普形式(图 9)。这些项目成果可为社会科普机构及高校开展科普活动提供一些启发，为新时代背景下进一步推动科普工作贡献一份力量。学生通过微信朋友圈、视频号、抖音、B 站、QQ 空间等途径进行宣传，均获得一定的点击量，部分作品还能在评论区看到他人从中学到了微生物相关的知识，实现项目落到实处，

惠及他人。

此外，教师秉持“以赛促教、以赛促学、以赛促改”的思想，不断优化教学过程，创新教学形式，近两年获全国高校教师教学创新大赛云南赛区二等奖 1 项、省级教改项目 2 项，教师指导学生参加青少年科学影像节活动，获省级一等奖 1 项，真正体现师生共同发展。

5 总结与展望

鉴于师范生兼有当下学生和未来教师双重身份的特殊性，我们在教学中融入了“提升社会

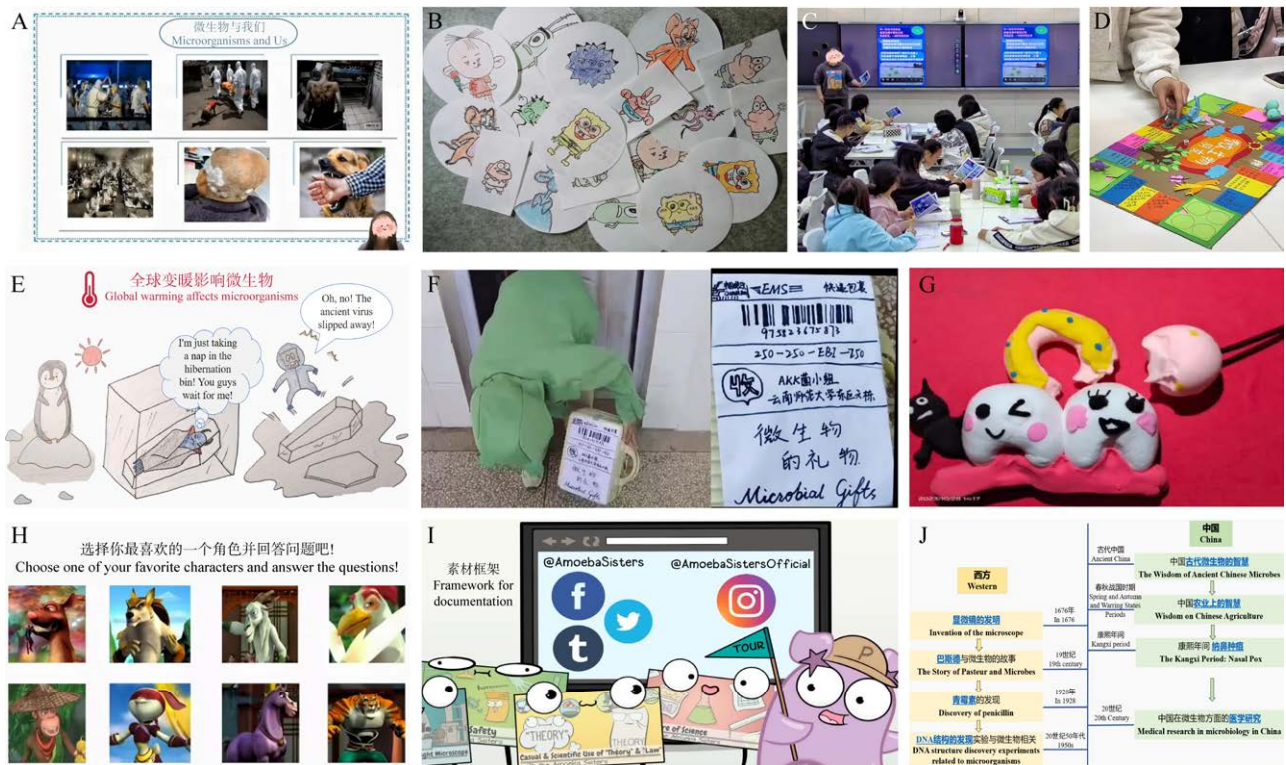


图 9 部分学生科普项目形式 A: 微课视频; B: 现场互动知识卡片; C: 现场发放宣传手册; D: 飞行棋游戏; E: PPT 插入手绘漫画; F: 情景剧演绎; G: 黏土动画; H: 与十二生肖相关的微生物知识问答; I: 借鉴国外科普动画; J: 中西方微生物学发展史时间轴。

Figure 9 Format of some student science projects. A: Micro-lesson video; B: On-site interactive knowledge card; C: On-site distribution of publicity brochures; D: Flying chess game; E: PPT insertion of hand-drawn cartoon; F: Scenario interpretation; G: Clay animation; H: Quiz on microbiology related to the Chinese zodiac; I: Drawing on foreign science animations; J: Timeline of the development history of microbiology in China and the West.

微生物素养”的社会需求,通过科普项目驱动学生自主学习、设计和实施项目,在实操过程中夯实微生物学知识、训练教学实践能力、提升团队协作和创新能力,理解微生物对生态、资源、环境和社会可持续发展的影响,养成专业认同感和使命感。意在让学生看到时代需求,积极将习得的专业知识回馈社会,落实社会责任,从而实现知识传授、能力培养和价值塑造的有机融合。

未来的教育教学实践中,需要更多教师和学生继续探索。一方面,结合师范生培养需求,培养符合新时代要求的卓越教师,助力培养未来学生的必备品格和关键能力;另一方面,发挥专业资源优势,促进科学知识回馈社会,助力科学普及,推动社会进步。

REFERENCES

- [1] 徐晓宇,王睿,邱立朋. 制药工程“微生物学实验”课程的项目化教学探索与实践[J]. 微生物学通报, 2023, 50(12): 5604-5613.
XU XY, WANG R, QIU LM. Exploration and practice of project-based teaching in Microbiology Experiment of pharmaceutical engineering[J]. Microbiology China, 2023, 50(12): 5604-5613 (in Chinese).
- [2] 杜国丰,孙兆楠,杨薇,韩璐,刘凤翊. “环境微生物学实验”项目化教学模式改革初探[J]. 轻工科技, 2023, 39(1): 166-168.
DU GF, SUN ZN, YANG W, HAN L, LIU FX. A preliminary study on the reform of project-based teaching mode of “Environmental Microbiology Experiment”[J]. Light Industry Science and Technology, 2023, 39(1): 166-168 (in Chinese).
- [3] 宁豫昌,张晓静,潘春梅. “线上+线下”环境下基于高阶思维能力培养的“食品微生物学”项目式教学:以“高产淀粉酶芽孢杆菌的筛选与诱变育种”为例[J]. 农产品加工, 2022(1): 109-112.
NING YC, ZHANG XJ, PANG CM. Project-based teaching of Food Microbiology based on the cultivation of high-order thinking ability under the environment of “online+offline”: taking “screening and mutation breeding of high-amylase-producing bacillus” as an example[J]. Agricultural Products Processing, 2022(1): 109-112 (in Chinese).
- [4] 崔泽林,姚玉峰,刘畅,李擎天,郭晓奎,冯婷婷. 通过基于功能微生物的项目式学习来提升本科生科研素养[J]. 微生物学通报, 2024, 51(4): 1355-1362.
CUI ZL, YAO YF, LIU C, LI QT, GUO XK, FENG TT. Project-based learning on functional microorganisms helps to cultivate undergraduates’ scientific research literacy[J]. Microbiology China, 2024, 51(4): 1355-1362 (in Chinese).
- [5] 贾彩凤,姜雪,蒋德明,何云东,金明飞. 基于翻转课堂的微生物学实验项目式教学探索与实践[J]. 高校生物学教学研究(电子版), 2023, 13(3): 40-44.
JIA CF, JIANG X, JIANG DM, HE YD, JIN MF. The exploration and practice of project-based teaching of Microbiology Experiment based on intelligent teaching system[J]. Biology Teaching in University (Electronic Edition), 2023, 13(3): 40-44 (in Chinese).
- [6] 周璇,徐一梦,曾焱,张波. 基于项目式学习的高校微生物学实验课教学改革[J]. 微生物学通报, 2024, 51(4): 1281-1289.
ZHOU X, XU YM, ZENG Y, ZHANG B. Revamping of Microbiology laboratory teaching in universities through project-based learning[J]. Microbiology China, 2024, 51(4): 1281-1289 (in Chinese).
- [7] 刘荣,王磊,郑婷,张玉莹. 项目驱动教学法在“食品微生物检验技术”中的运用[J]. 教育现代化, 2019, 6(23): 59-60.
LIU R, WANG L, ZHENG T, ZHANG YY. The use of project-driven teaching method in Food Microbiology Testing Technology[J]. Education Modernization, 2019, 6(23): 59-60 (in Chinese).
- [8] 彭剑军. 项目教学法在食品微生物实验课中的实践[J]. 新课程, 2022(39): 78-79.
PENG JJ. The practice of project teaching method in Food Microbiology laboratory class[J]. New Curriculum, 2022(39): 78-79 (in Chinese).
- [9] 张海龙,张帆,高玲美,徐琛. 基于师范类专业认证的“微生物学”课程教学改革[J]. 微生物学通报, 2024, 51(4): 1209-1218.
ZHANG HL, ZHANG Z, GAO LM, XU C. Teaching reform of Microbiology based on professional certification of teacher education[J]. Microbiology China, 2024, 51(4): 1209-1218 (in Chinese).
- [10] 杜林娜,吴铭,杨晶,董浩. 项目驱动式教学法在微生物学教学中的应用[J]. 微生物学通报, 2020, 47(4): 1278-1285.
DU LN, WU M, YANG J, DONG H. The application of project-based teaching method in Microbiology teaching[J]. Microbiology China, 2020, 47(4): 1278-1285 (in Chinese).
- [11] 赵志娟. 项目驱动式教学在环境工程微生物学课程中的应用[J]. 大学教育, 2019(11): 79-81.
ZHAO ZJ. Application of project-driven teaching in Environmental Engineering Microbiology course[J]. University Education, 2019(11): 79-81 (in Chinese).
- [12] 黎婉婷,庞启华,张松. 线上线下混合式教学中微生物学项目式讨论课的实践与评价:以“微生物生态学”章节为例[J]. 高校生物学教学研究(电子版), 2022, 12(2): 29-33.
LI WT, PANG QH, ZHANG S. Practice and evaluation of project-based discussion classes of Microbiology under the blended teaching: taking “Microbial Ecology” as an example[J]. Biology Teaching in

- University (Electronic Edition), 2022, 12(2): 29-33 (in Chinese).
- [13] 阎春兰, 程国军, 裴国凤, 李晓华, 何冬兰. 项目实训在微生物学课程中的应用[J]. 微生物学杂志, 2020, 40(6): 122-128.
YAN CL, CHENG GJ, PEI GF, LI XH, HE DL. Application of project training in Microbiology course[J]. Journal of Microbiology, 2020, 40(6): 122-128 (in Chinese).
- [14] TIMMIS K, CAVICCHIOLI R, GARCIA JL, NOGALES B, CHAVARRÍA M, STEIN L, McGENITY TJ, WEBSTER N, SINGH BK, HANDELSMAN J, de LORENZO V, PRUZZO C, TIMMIS J, MARTÍN JLR, VERSTRAETE W, JETTEN M, DANCHIN A, HUANG W, GILBERT J, LAL R, et al. The urgent need for microbiology literacy in society[J]. Environmental Microbiology, 2019, 21(5): 1513-1528.
- [15] 陈青, 王红妹, 谭小艳, 尉鸿飞, 王丽虹. 提高社会微生物素养: 生活中的微生物通识教育选修课程建设与实践[J]. 高教学刊, 2022, 8(30): 101-104.
CHEN Q, WANG HM, TAN XY, YU HF, WANG LH. Improving social microbiology literacy: construction and practice of elective course of microbiology general education in life[J]. Journal of Higher Education, 2022, 8(30): 101-104 (in Chinese).
- [16] LANE S, MacDONALD NE, MARTI M, DUMOLARD L. Vaccine hesitancy around the globe: Analysis of three years of WHO/UNICEF Joint Reporting Form data-2015-2017[J]. Vaccine, 2018, 36(26): 3861-3867.
- [17] McNULTY CAM, COLLIN SM, COOPER E, LECKY DM, BUTLER CC. Public understanding and use of antibiotics in England: findings from a household survey in 2017[J]. BMJ Open, 2019, 9(10): e030845.
- [18] KARAYANNI H, MOTSIU E, SAPOUNTZI V, MEGGOU L, PAGKOUTSOU M, TRIANTAFYLLIDI A, MARKOUTI AK, ZERVOU S, ANASTASOPOULOS S, EFTHIMIOU G. Microbes and us: microbiology literacy in Greece[J]. FEMS Microbiology Letters, 2024, 371: fnae008.
- [19] TIMMIS K. A road to microbiology literacy (and more): an opportunity for a paradigm change in teaching[J]. Journal of Microbiology & Biology Education, 2023, 24(1): e00019-23.