

# 大语言模型+智能评价的“双智”赋能现代工科 微生物学混合式课程教学研究与实践

谢晖, 朱守平, 刘鹏, 陈雪利\*

西安电子科技大学 生命科学技术学院, 陕西 西安 710126

谢晖, 朱守平, 刘鹏, 陈雪利. 大语言模型+智能评价的“双智”赋能现代工科微生物学混合式课程教学研究与实践[J]. 微生物学通报, 2025, 52(1): 445-456.

XIE Hui, ZHU Shouping, LIU Peng, CHEN Xueli. Research and practice on the blended teaching of Modern Engineering Microbiology empowered by large language model and intelligent evaluation[J]. Microbiology China, 2025, 52(1): 445-456.

**摘要:**教育数字化转型背景下的高等教育呈现出多元化、个性化和智能化的发展趋势,传统的教学模式已不能完全满足学生的多样化学习需求。现代工科微生物学课程结合西安电子科技大学电子信息学科优势,以培养具备跨学科创新型电子信息特色生物医学工程优秀人才及未来领军人才为主要目标,具有很强的应用导向性、学科交叉性和深度挑战性,在当今人工智能+教育背景下,深度融合人工智能手段开展教学改革工作的重要性不言而喻。本文通过对我校生物医学工程专业本课程的混合式教学实践情况,重点探讨了基于大语言模型的人机协同学习模式与团队自主研发全过程深度网络智能评价模型在课程设计和教学过程中的应用。一方面鼓励学生科学利用 AI 技术辅助学习,通过基于大语言模型的人机协同学习模式,充分发挥人工智能技术在辅助教学中的作用。学生与其进行互动式学习,获取所需知识和反馈,提高学习效率。同时,基于全过程智能评价平台发挥引导和监督作用,确保学习质量。研究实践结果表明该教学模式有效提升了教与学的质量和效果,为数字化转型背景下的高等教育课程改革实践提供了一定的范式和经验。

**关键词:**大语言模型; 全过程智能评价; 现代工科微生物学; 混合式教学; 人机协同学习

资助项目: 陕西省重点研发一般项目(2022GY313); 陕西省高等教育教学改革研究重点项目(23ZZ016); 陕西省教师教育改革与教师发展研究重点项目(SJS2023ZD012); 陕西省研究生教育教学改革重点项目(YJSZG2023039); 陕西省学位与研究生教育研究项目(SXGERC2023042); 西安电子科技大学基本科研业务费项目(ZYTS24158)

This work was supported by the Key Research and Development General Projects in Shaanxi Province (2022GY313), the Key Research Project on Higher Education Teaching Reform in Shaanxi Province (23ZZ016), the Key Research Project on Teacher Education Reform and Teacher Development in Shaanxi Province (SJS2023ZD012), the Key Project of Graduate Education and Teaching Reform in Shaanxi Province (YJSZG2023039), the Shaanxi Province Degree and Graduate Education Research Project (SXGERC2023042), and the Basic Research Business Fee Project of Xidian University (ZYTS24158).

\*Corresponding author. E-mail: xlchen@xidian.edu.cn

Received: 2024-04-15; Accepted: 2024-05-30; Published online: 2024-06-26

## Research and practice on the blended teaching of Modern Engineering Microbiology empowered by large language model and intelligent evaluation

XIE Hui, ZHU Shouping, LIU Peng, CHEN Xueli\*

School of Life Science and Technology, Xidian University, Xi'an 710126, Shaanxi, China

**Abstract:** Under the background of digital transformation in education, higher education presents a trend of diversification, personalization, and intelligence. Conventional teaching models cannot fully meet the diverse learning needs of students. Modern Engineering Microbiology, as a course leveraging the strengths of the discipline of electronics and information at Xidian University, aims to cultivate outstanding interdisciplinary and innovative talents in biomedical engineering with a distinctive electronic information character, as well as future leaders in the field. The course is application-oriented, interdisciplinary, and challenging in depth. In the current context of artificial intelligence (AI)+education, it is of great significance to integrate AI into the teaching reform. We investigate the blended teaching practice of this course for the students majoring in biomedical engineering at Xidian University, with focus on the application of human-machine collaborative learning based on the large language model and the team's self-developed deep network intelligent evaluation model throughout the entire process in course design and teaching process. We encourage students to utilize AI to assist learning and fully leverage the role of AI in assisted teaching. The human-machine collaborative learning model enables the interactive learning of students, who can obtain the necessary knowledge and feedback and thus improve the learning efficiency. At the same time, the intelligent evaluation platform throughout the entire process plays a guiding and supervisory role to ensure the quality of learning. The research and practice results indicate that this teaching model improves the quality and effectiveness of teaching and learning, providing a paradigm and experience for the reform of higher education curriculum in the context of digital transformation.

**Keywords:** large language model; intelligent evaluation throughout the entire process; Modern Engineering Microbiology; blended teaching; human-machine collaborative learning

大语言模型(large language models, LLM)在高等教育领域的应用,特别是在混合式教学中,已经成为推动教学创新的重要力量。由于混合式教学结合了线上与线下教学的优势,为学生提供了更加灵活和个性化的学习体验。在这种教学模式中,LLM作为人工智能的一种先进形式,通过其强大的自然语言处理能力,为教学和学习带来了革命性的变化。其能够根据

学生的学习进度、兴趣和需求提供个性化的学习资源和反馈<sup>[1]</sup>。例如,学生可以通过与LLM的互动来巩固和深化在课堂上学到的知识。LLM可以根据学生的提问提供定制化的答案和解释,使得学习内容更加贴合个人需求,从而提高学习效率和质量。该应用增强了课程的互动性,通过模拟真实的对话场景,引导学生进行深入的思考和讨论,激发他们的好奇心和

探究欲望。此外,LLM 还可以作为模拟实验和虚拟实践活动的辅助工具,提供更加丰富和真实的学习情境<sup>[2]</sup>。

现代工科微生物学课程结合西安电子科技大学电子信息学科优势,以微生物经典知识框架为基础,通过跨学科核心知识点关联重构,深度融合前沿数据科学、计算机科学、人工智能等跨学科内容。以培养具备跨学科创新型电子信息特色生物医学工程优秀人才及未来领军人才为主要目标,具有很强的应用导向性、学科交叉性和深度挑战性。课程于 2012 年率先构建了联通生物医学工程专业数理类及计算机类课程核心知识点的知识图谱框架,初步打通了微生物学课程与其他理工科核心课程的关联,但是课程的高阶性和挑战度也呈指数级增加,因此更需要在教学过程中有机融入先进理念、优质资源、高效手段。同时,该课程是我校生物医学工程专业的唯一生物类的必修核心课程,也是学院唯一国家一流课程及省级虚拟仿真一流课程,其在人才培养过程中的重要性不言而喻。

在当下教育数字化转型及人工智能技术的影响下,结合课程在专业人才培养方案的重要性、课程前期优势及引领示范作用,以大语言模型及智能评价“双智”赋能的现代工科微生物学课程改革已势在必行。为了进一步提高课程的教学质量,教学团队在教学设计和实施过程中积极探索了基于 ChatGPT 类大语言模型(Kimi)及全过程智能评价深度融合的现代工科微生物学混合式教学创新应用,取得了良好的教学效果。

## 1 课程情况与问题

### 1.1 课程基本情况及特色

本课程是西安电子科技大学生物医学工程

专业的核心必修课,先后入选首批国家线上线下混合式一流课程、陕西省课程思政示范课、首批国际海外双语慕课等。课程在大三上学期开设,共 48 学时,其中线上 16 学时,线下 32 学时。部分内容作为全校通识课微生物与人类健康讲授。由于该专业在大一、大二期间先修了大量数学、电子信息、计算机等课程内容,与传统生命科学人才培养体系存在较大差异。因此,课程有机结合微生物学经典理论与学校电子信息学科优势,在近 10 年间逐步打造了电子信息特色的微生物课程。

### 1.2 课程目标

基于上述背景和课程特色,因此在知识目标层面,要求学生能够清晰描述微生物结构功能;绘制微生物核心代谢通路;并能独立系统开展微生物培养及发酵工程核心环节优化工作;能够明确阐述微生物遗传规律,描述微生物生态关系,熟练进行微生物生长繁殖计算建模;能够独立开展微生物进化树构建分析,并能够基于数据库及基本算法独立完成抗微生物药物的设计方法流程。在能力目标层面,培养微生物生长繁殖建模优化的生产实践能力;基于微生物大数据开展信息学分析的科研能力;有效运用微生物人工智能技术解决微生物前沿问题的交叉创新能力。在素质目标层面,培养学生建立国际前沿视野及医工产业报国情怀;基于方法论及工程伦理指导,严谨求真的工科微生物创新驱动精神;具有人类卫生健康共同体格局的医工复合创新人才。

### 1.3 课程面临的问题

我校生物医学工程类专业人才培养初期,存在课程内容和先修的数学、电子信息、计算机等课程内容脱节现象。其次,目前微生物学课程闭环混合式教学虽然已成常态,线上学习资源主要依托慕课及习题开展。部分资源

较多的课程未作区分全盘布置, 给学生带来了一定的课后学习负担, 也忽视了学生的自身能力差异及个性化学习需求。加之由于课业负担过重等多方面原因, 大量学生私下通过搜索引擎及大语言模型等工具不假思索直接获取作业答案, 进一步影响了课程的教学质量。最后, 由于微生物课程部分内容描述性、记忆性内容较多, 往往造成学生考前“抱佛脚”的情况发生, 无法真实反映学生过程学习质量。虽然多元评价的出现一定程度上解决了上述问题, 但是评价维度主要集中在应试、出勤、线上学习完成率等简单数据。上述评价结果在班级人数、评价权重依据、成绩真实性、教师工作量、评价准确性等问题上依旧面临挑战。

## 2 课程改革举措

针对上述问题, 课程团队通过重构生物类及信息类课程知识点, 同时编写理论及实践教材, 结合教师高水平相关科研成果转化融入整门课程, 内容全面涵盖新工科领域工程应用、产业需求、技术创新、前沿科技四大维度; 同时基于理工类课程学习的基本认知规律, 即基于“理论-方法-应用”的内在逻辑, 构建了三层级内涵式理工类课程育人框架<sup>[3]</sup>。

其次, 课程有机引入大语言模型智能助教, 注重线上线下教学的有机结合, 人工智能和自主学习的有机结合, 为学生提供个性化的学习支持。同时基于近十年建立的数字资源, 在“课前-课中-课后”为学生提供自主分级数字化学习资源。课程充分考虑学习者的多样化需求, 采用灵活的混合式教学模式, 如启发式教学、小组头脑风暴、以赛促学等多种教学活动, 指导学生科学运用大语言模型开展深度学习, 促进学生养成创新意识, 掌握创新方法, 提升创新实践能力。

最后, 课程团队结合科研方向优势, 基于

行为、轨迹和能力特征, 建立全过程在线学习人工智能深度网络评价模型, 并陆续在本课程、生物类课程群、全校核心课程全面应用, 通过6年12轮次10万级数据(总计140余门课程数据)的不断迭代优化, 对标测试、期末考试等主客观成绩, 课程阶段性学习效果超前预测准确率达到96.93%, 预警准确率达99.26%。有效助力学生过程性学习策略的调整和教师针对性教学活动的开展。单次课程结束后, 向师生端实时推送个性化学习效果评价、预警及能力画像等信息。依托能力画像等大数据信息, 智能系统能够精准判断学生线上学习过程中是否借助软件脚本完成慕课学习、线上完成作业过程是否存在抄袭情况等问题, 以便实时修正优化智能评价结果, 有效保障了线上学习的真实有效性<sup>[3]</sup>。

## 3 基于Kimi大语言模型的现代工科微生物学人机协同学习模式研究

在微生物学理论知识的探索阶段, 学生能够通过LLM的互动式对话, 获得对复杂概念的深入阐释和实际示例, 有效补充传统课堂教学的局限; 在实践应用环节, LLM的辅助功能可以显著提升学生在数据分析、模型构建及算法优化等任务中的操作效率; 而在答疑解惑的过程中, LLM的快速响应机制使得学生能够及时获得难题的精确解答, 从而加深对关键知识的理解与掌握<sup>[4]</sup>。

同时, 人机协同学习模式可以显著提升微生物学教学过程的个性化和智能化水平。具体而言, 该模式利用LLM的高度适应性, 根据每位学生的认知背景、先验知识和理解能力, 动态调整其教学策略和内容呈现, 以实现精确且高效的个性化学习支持。通过这种定制化的方法,

LLM 能够为学生提供针对性的解释、示例和练习，从而优化学习成果。此外，在处理和整合大量复杂知识方面展现出的深度理解能力，为学生提供了丰富的知识迁移和创造性思维的机会。LLM 不仅能够关联不同领域的知识点，还能够促进学生在跨学科问题解决中的创新联想，从而拓宽学习的广度和深化理解的深度。课程团队致力于培养学生的自主学习能力、批判性思维和问题解决技能，鼓励学生利用 AI 技术开展深度学习。对我校电子信息特色背景下的学科交叉生命科学人才培养起到了较好的辅助作用。

目前，国内大语言模型 Kimi 的文字能力已全面达到 ChatGPT-4 水平。Kimi 的中英文生成能力已经接近 ChatGPT-4，虽然逻辑推理能力仍存在一定差距，但是其中英文生成、理解及多模态图片理解能力均与 ChatGPT-4 接近，并且效果好于 Gemini 等其他大语言模型，实际使用中生成速度快于 ChatGPT-4 和 Gemini。同时该模型可在国内正规网络环境下合法免费使用全部功能，极大降低了学生快速上手使用大语

言模型的难度和成本。同时，在教师团队前期试点及训练过程中可完全达到智能人机交互水平，完全满足高等教育需求(表 1)。因此本课程的改革研究实践均围绕该大语言模型开展<sup>[5]</sup>。

## 4 课程具体实施案例

在现代工科微生物学课程教学中，团队在“四轮驱动”教学模式基础上(图 1)，进一步设计了多种人机协同学习活动，如基于大语言模型的习题解析、编程实践指导等。以“微生物系统进化树构建及进化树算法优化”教学内容为例(第九章第三节、第四节，计划学时 6，线下 4，线上 2)，具体环节安排如下所述。选择本节为案例的主要依据，首先本节为课程中后段核心重难点内容，涉及大量前期微生物基础知识；其次本节内容涉及大量学科交叉及前沿内容，与我校电子信息特色生物医学工程复合人才培养特色关联紧密；最后本节内容涉及算法构建优化内容，难度较大，历年学生学习掌握程度均不高，且具有一定的畏难倾向。综上，案例以本节内容进行阐述能更好突出人机协同+智

表 1 各主流模型性能在混合式教学应用效果预评估表

Table 1 Excerpt from the pre evaluation of the performance of various mainstream models in blended learning application

Feature	ChatGPT-4	Gemini	Kimi	智谱清言 GLM-4	文心一言 WXYY	通义千问 TYQE
便捷性	虚拟专网	虚拟专网	直接访问	直接访问	直接访问	直接访问
Convenience	VPN	VPN	Direct access	Direct access	Direct access	Direct access
智能性	高	高	高	高	适中	适中
Intelligence	High	High	High	High	Moderate	Moderate
理解性	海量文本	海量文本	海量文本	适量文本	适量文本	适量文本
Understanding	Massive text	Massive text	Massive text	Moderate text	Moderate text	Moderate text
逻辑性	极高	极高	高	高	适中	适中
Logicity	Extremely high	Extremely high	High	High	Moderate	Moderate
交互性	英文最优	英文最优	中英文	中英文	中英文	中英文
Interactivity	Best English	Best English	Chinese and English	Chinese and English	Chinese and English	Chinese and English
功能性	高	高	高	适中	适中	适中
Functionality	High	High	High	Moderate	Moderate	Moderate

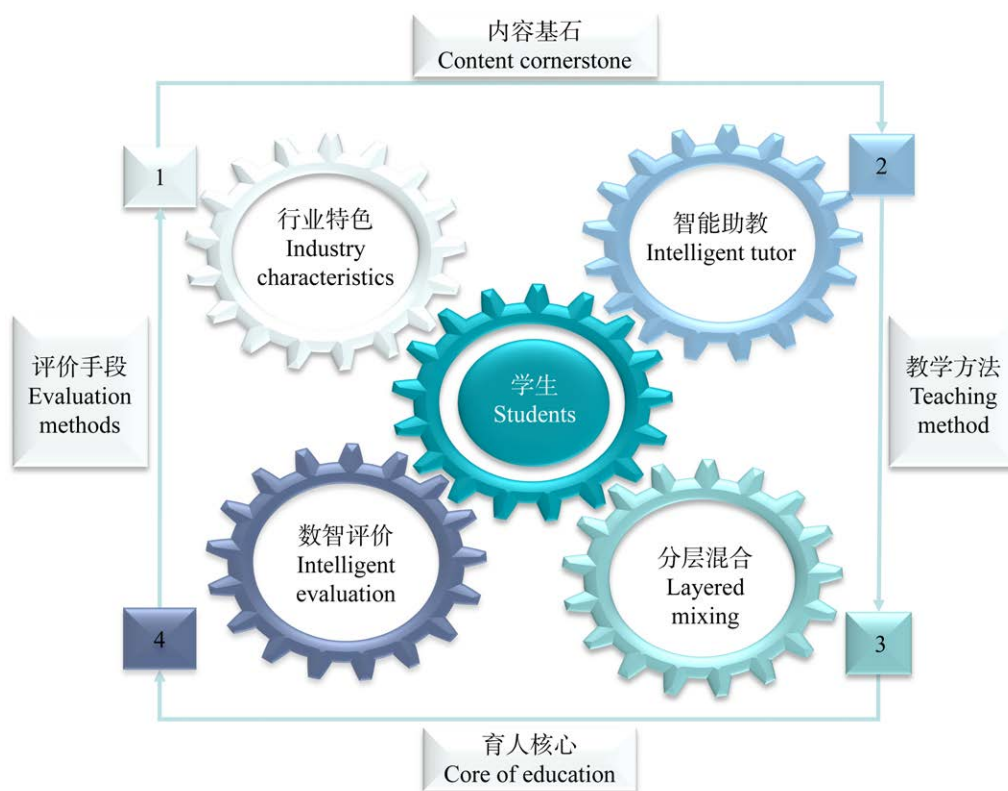


图1 “四轮驱动”课程模式及举措  
Figure 1 Curriculum model measures.

能评价的“双智”赋能教学改革效果，总体组织流程见图2。

#### 4.1 实施案例相关教育学理论基础

首先，在本案例中基于建构主义学习理论<sup>[6]</sup>，教师设计以微生物进化树构建为核心的项目实践，引导学生通过分析微生物基因序列数据，自主探索进化树的构建方法和优化策略。学生通过对现有知识的加工、整合和重组，形成新的认知结构，从而深入理解微生物的系统发育关系。其次，基于情境学习理论，教师设计与微生物学研究相关的情境案例，如模拟微生物群落的系统发育分析，让学生在情境中应用进化树构建的知识。通过分析真实微生物群落的基因序列，学生能够将理论知识与实际研究相结合，提高知识迁移和应用能力。最后，

案例基于多元智能理论，设计了多样化的教学活动，满足不同学生的学习需求。进一步激发和发展学生的多元智能人机交互水平，促进其对微生物学知识的深度学习<sup>[7]</sup>。

#### 4.2 教学目标

学生能够解释微生物系统进化树的生物学意义和构建方法。能够运用基本的生物信息学工具和编程技能，独立构建微生物进化树。能够基于个人知识，理解及大语言模型辅助深度分析和优化进化树算法，提出创新的优化策略。能够在系统进化树构建优化项目的团队合作中有效沟通，培养学生解决学科交叉复杂问题的能力。

#### 4.3 教学准备

资源端：小规模限制性在线课程(small private online course, SPOC)、前沿微课、随机

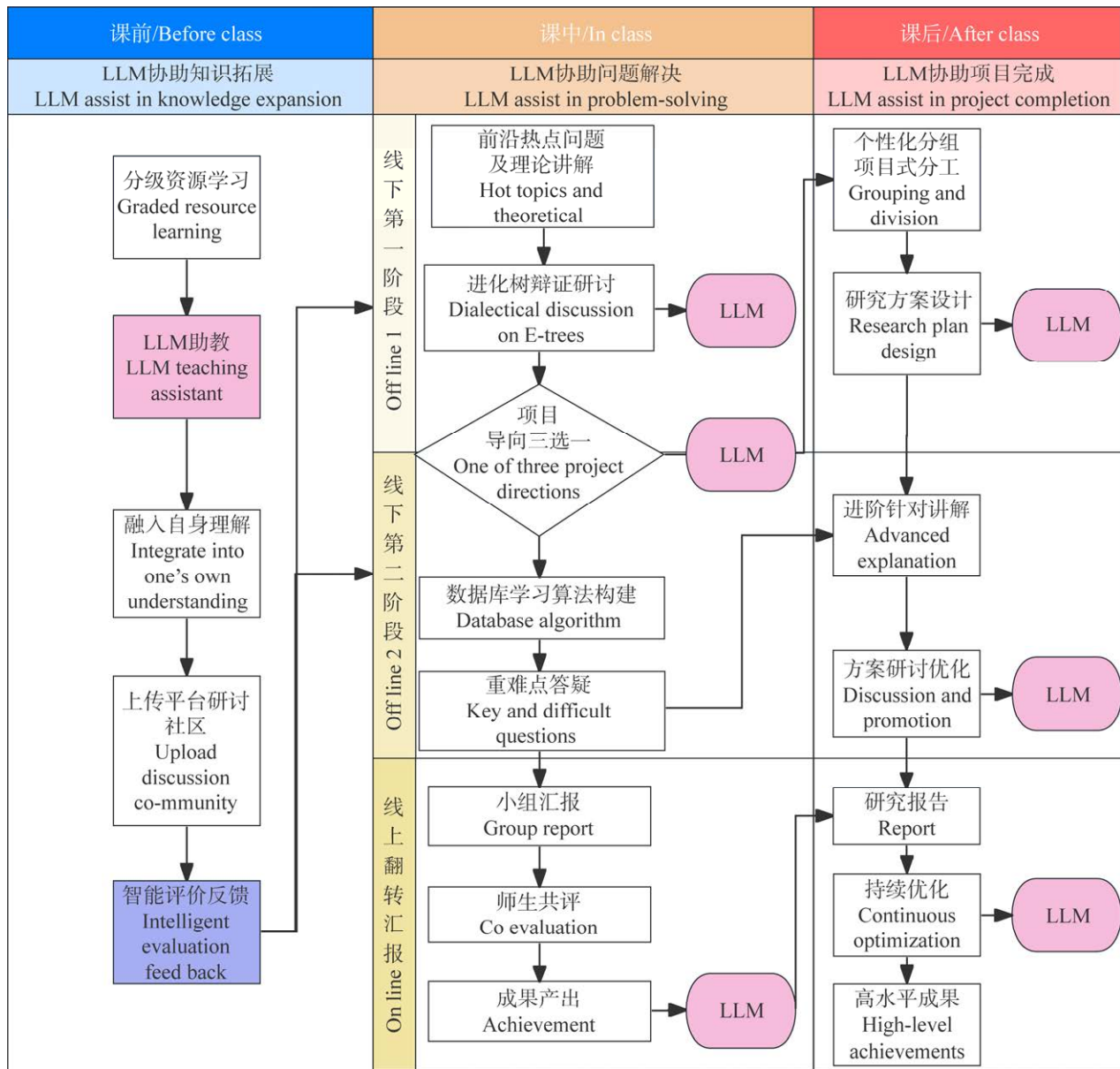


图 2 基于大语言+智能评价模型的混合式教学设计案例流程 图中 LLM 为大语言模型英文缩写。

Figure 2 Case process of hybrid teaching design based on large language and intelligent evaluation model. LLM in the figure is an English abbreviation for the large language model.

分级课前学习题库、社区化研讨题目、项目导向题目、MEGA 建树软件、系统进化前沿拓展资料及文献(选做)若干、系统进化分析虚拟仿真模块。

数据端：教师准备一套包含多个微生物 16S/18S rRNA 基因序列的数据集，用于进化树构建实践。确保学生可以访问具有生物信息学

功能平台，如集 NCBI BLAST、PhyML 等工具。同时设计一系列与微生物进化树构建相关的问题和任务，包括基础概念理解、技术操作步骤、算法优化策略等。

环境端：Kimi 大语言模型平台、三全育人多模态智能评价平台(自主研发)、线上学习平台

(西电智课)、西电生命科学虚拟仿真学习平台、小组研讨型智慧教室。

## 4.4 教学活动设计

### 4.4.1 课前线上组织及学习阶段(1 学时)

教师通过线上教学平台提供包含微生物系统进化树基础知识的 MOOC、教师主讲前沿微课、基于本节内容知识图谱分级限时学习题目、系统进化分析虚拟仿真模块等,内容涵盖进化树的概念、构建方法(如最大简约法、最大似然法等)和生物学意义。学生在课前分级任务学习中通过大语言模型平台进行互动提问,例如:如何选择合适的进化模型来构建树?不同构建方法的优势和局限性是什么?并将互动内容及个人思考分享至课程研讨社区。与此同时,三全育人多模态智能评价平台通过学生前期学习个性化智能肖像、本次课前学习大数据及轨迹,实时生成个人及班级学习效果评价分数、学习能力雷达图等信息推送至教师端及学生端,教师根据学生整体学习及个人学习效果灵活调整线下课程组织方式及课后任务安排。

### 4.4.2 线下学时组织实施(4 学时,理论拔高层 2 学时+应用创新层 2 学时)

基于我国科学家系统进化树最新研究进展——细菌与噬菌体共进化研究引出系统进化树的重要作用及重要意义,启发学生开展深度思考。随后以系统进化标尺的特点、选取 16S/18S rRNA 基因作为衡量微生物乃至整个生物界进化的依据为重点,开展头脑风暴式全员互动答题,同时检验课前任务学习情况及质量。随后以“进化树是否完美无缺”这一问题,引导学生研讨交流,解决上述问题,该过程学生可全程借助大语言模型助教完善研讨结果,并指出大语言模型回答结果存在的核心问题及改进意见,开展师生互动交流。最后,通过大数据系统进化算法优化结合案例式拓展,引出我国

微生物人工智能的产业化需求和“卡脖子”问题,结束第一阶段课程。

课后根据智能评价平台的学生学习情况及分层混合学习表现情况分组,明确项目研究成员分工。教师下发具有不同权重难度差异的项目导向研究题目(三选一):特定肠道共进化菌群系统进化树构建及分析(系数 0.6,基础层);基于经典进化树算法的 Python 环境搭建及特定类群微生物进化树构建(系数 0.8,进阶层);基于深度网络优化的特定类群微生物进化树构建(系数 1.0,创新层),难度系数直接决定最终项目导向学习综合分数。允许学生在准备阶段全程使用大语言模型辅助,包括但不限于辅助查找筛选文献、选题方向分析、协助实验设计、代码框架提供,代码思路优化、数据库推荐等。

基于前 2 学时及课后理论拔高,学生已经具备了基本的进化树知识及构建思路,结合大数据智能评价平台对学生阶段性学习效果进行评估分析,教师在第二周课中针对性线下讲授并指导学生使用 Python 编程语言和生物信息学库(如 Biopython)进行微生物基因序列的进化树构建。课中学生仍可以在大语言模型的辅助下学习并实践进化树构建的基本算法,例如通过其提供的示例代码和操作步骤,逐步完成序列比对、树的构建和可视化。学生在构建进化树的过程中遇到问题时,可以通过大语言模型平台寻求帮助,例如请求优化算法的建议或解决特定编程错误。教师鼓励学生提出创新的算法优化想法,并与大语言模型讨论其可行性,如利用机器学习方法预测进化树最优进化模型等。

### 4.4.3 线上项目导向翻转(1 学时,应用创新层,含学生基于大语言模型准备环节)

每个小组基于选题开展研究。结合大语言模型提供的信息,遵循科学的原理和方法,各组成员为所选微生物群落构建进化树。首先,



小组成员针对进化树的结构和内容进行讨论,提出优化方案,随后进行课堂展示,展示内容包括微生物群落的选取、进化树构建方法、优化过程及结果等。针对展示内容,通过生生互评和师生互评,检验进化树的科学性和准确性。最终各组根据评价反馈,进一步完善进化树,并撰写总结报告,申报大学生项目、撰写论文成果,或形成知识产权,或参与竞赛等。

#### 4.5 教学评价及反思

通过线上平台的互动记录和学生的提问质量评估学生的参与度和理解程度。通过编程作业的完成情况和科学性评估学生的技术应用能力和问题解决能力。通过小组项目的合作过程和最终展示评估学生的团队合作精神和创新思维。以上数据收集整理全部通过团队自主研发智能评价平台完成并推送教师学生双端<sup>[7]</sup>。随后,教师根据学生的反馈、互动记录和项目成果,调整教学计划和活动设计,以更好地满足学生的学习需求。教师与学生共同讨论大语言模型在实践中的应用效果,探讨如何进一步提高其在教学中的有效性和互动体验。通过实践案例,学生不仅能够深入理解微生物系统进化树的构建原理和方法,还能够在大语言模型的辅助下,提升自主学习和科研能力,同时培养团队合作和创新思维。综上,这种人机协同方式能够更好地激发学生的学习动机,培养主动学习习惯和自主解决问题的能力。

### 5 教学效果评价

为全面衡量现代工科微生物学课程教学成效,我们实施了一系列多维度的教学评估策略,从不同角度获取教学效果的数据,进行深入分析和综合评价。

#### 5.1 主观问卷相对定量结果分析

为了全面评估现代工科微生物学课程的教

学成效,团队通过采用李克特量表形式(定量),让学生根据满意度进行评分,从多维度收集学生对课程的反馈,包括:课程内容的适宜性与深度、教学方法的创新性与互动性、教学资源的充足性与有效性、大语言模型在教学互动中的应用效果,以及智能评价系统的准确性与可靠性等方面,确保评估的客观性和统计分析的可行性(图3)。问卷调查试点班级学生59人,发放问卷59份,回收问卷59份,经信度效度验证后有效问卷57份。结果表明,98.56%的学生对“双智”评价教学模式给予了肯定。通过多维度评价策略,不仅能够量化学生满意度的水平,还能够收集到关于如何改进课程的具体建议。这些宝贵的数据将为课程的持续优化提供依据,有助于提升教学质量,增强学生的学习体验,并进一步推动教学方法的创新。

#### 5.2 客观能力水平定量结果分析

为了客观量化评估改革后的学生能力变化,课程开展了系统的学生学习能力测评。包括但不限于理论知识测试、实践技能考核、批判性思维和创新能力的评估。理论知识测试通

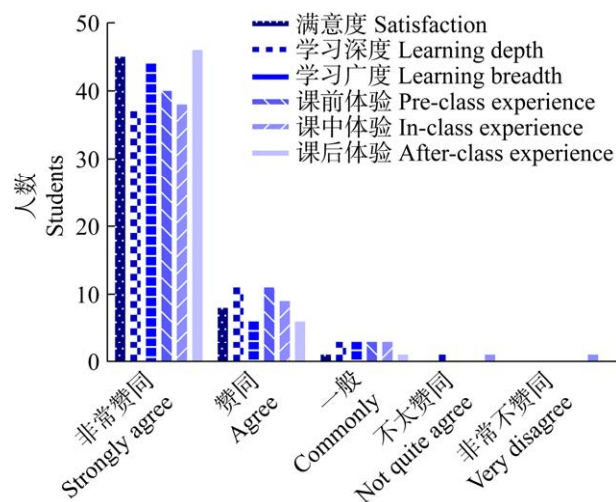


图3 多维度问卷调查结果

Figure 3 Multidimensional questionnaire survey results.

过在线或纸笔考试的形式, 检验学生对微生物学基本概念和高阶方法的掌握情况。实践技能考核则通过实验室操作、项目作业和编程任务来评估学生的技术应用能力。批判性思维和创新能力的评估则通过案例分析、研究设计和问题解决等任务来实现。通过与平行班级的相同内容横向对比发现, 学生各项能力值均有显著提升(均由本文团队负责人主讲, 试点改革于 2021 年实施, 2021 年后已推广应用于全部专业学生)。分析数据包含 5 个主要方面: 基础理论、方法掌握、高阶交叉、实践应用和参与度。基础理论中试点课程(90)和平行课程(92)分数接近, 差异较小。另外, 在高阶交叉层(93/70)、实践应用层(96/78)、课程参与度(98/65)三个评价维度, 试点课程评分均显著高于平行课程。这一结果进一步强调了试点课程在培养学生高阶思维、跨学科能力、激发学习热情等方面的有效性(图 4)。

### 5.3 教学投入产出评估

在教学资源投入方面, 团队采用了线上线

下相结合的混合式教学模式, 这一策略显著减少了对传统课堂教学设施的依赖, 从而降低了硬件设备的投入和场地使用成本。同时, 通过整合 Kimi 大语言模型作为教学辅助工具, 教师能够更高效地管理和分配教学任务, 有效减轻教学负担, 使得教师能够将更多的精力投入到课程内容创新和学生指导中。同时, 学生对微生物跨学科理解和应用能力得到了增强, 这不仅反映在理论知识的掌握上, 更体现在解决实际问题的能力和创新思维的发展上。这种提升为培养具备复合技能的人才打下了坚实的基础。此外, 教师在本次实践中也获得了宝贵的经验, 特别是在创新教学设计和有效运用大语言模型技术方面的能力得到了显著提升, 这对于教师在新时代教育背景下的专业发展具有重要意义。同时, 教师将学生在实践中创作的优秀作品进行了整理和汇编, 转化为教学资源, 这些资源不仅丰富了课程内容, 也为后续的教学活动提供了实践案例和参考素材。这一举措

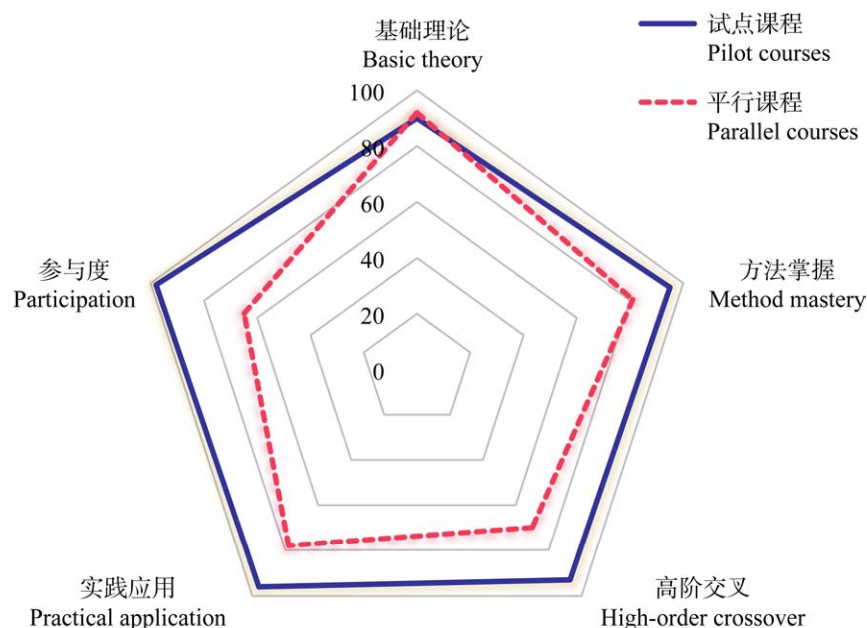


图 4 试点课程和平行课程五维雷达图比较结果

Figure 4 Comparison of five dimensional radar charts between pilot courses and parallel courses.

不仅肯定了学生的学习成果，也为其他学生提供了学习榜样，激励他们在未来的学习和实践中追求卓越。

在学生课程直接相关成果产出方面的数量及质量均有显著提升(课程直接相关成果仅限于本文团队教师直接指导，微生物、生物类，微生物交叉类相关内容，且部分成果为课程结束后学生团队持续参与产生，不局限于授课学期内)，在全面实施全过程智能评价个性化混合式教学的 6 年<sup>[8]</sup>(2018 年起)及本文提及的大语言模型+智能评价“双智”赋能教学改革 4 年(2020 年起)中(由于 Kimi 推出较晚，2022 年前使用大语言模型为 ChatGPT)，学生产出研究成果、项目参与人数及项目数量、竞赛参与的覆盖率、获奖率、获奖质量较 6/4 年前均有显著提升(图 5)，另外，课程班级平均人数在 45–60 人之间，近 3 年的学生课程直接相关成果产出及项目导向参与人数覆盖率均超过班级总人数的 50%，深度拔高拓展和创新能力培养已经不再是个别学生的“独角戏”，这一结果对于我校医

工交叉拔尖人才培养的重要性不言而喻(图 5)。

## 6 结语

通过现代工科微生物学课程教学实践，有机融入人工智能技术，构建了基于大语言模型的人机协同学习模式，更好地激发学生的学习动机，培养其创新能力和实践能力，提高了人才培养质量。当然，教育数字化转型和人工智能赋能新形势下的混合式教学改革是一个长期而艰巨的系统工程，需要我们在教育理念、模式创新、技术支撑等多方面持续努力和探索。在未来课程建设发展中。首先，在教育智能化发展方面，应该加大投入和科研力度，进一步优化人工智能在教学中的应用场景和路径，提升人机协同学习的质量和效率。其次，在教学内容和课程设置上，团队需要根据新技术发展和市场需求，及时调整更新，使教学内容与实际应用紧密对接，缩短学习与应用之间的距离。同时，还可以进一步加强跨学科交叉和综合性训练，培养学生的系统思维和复合能力。最后，

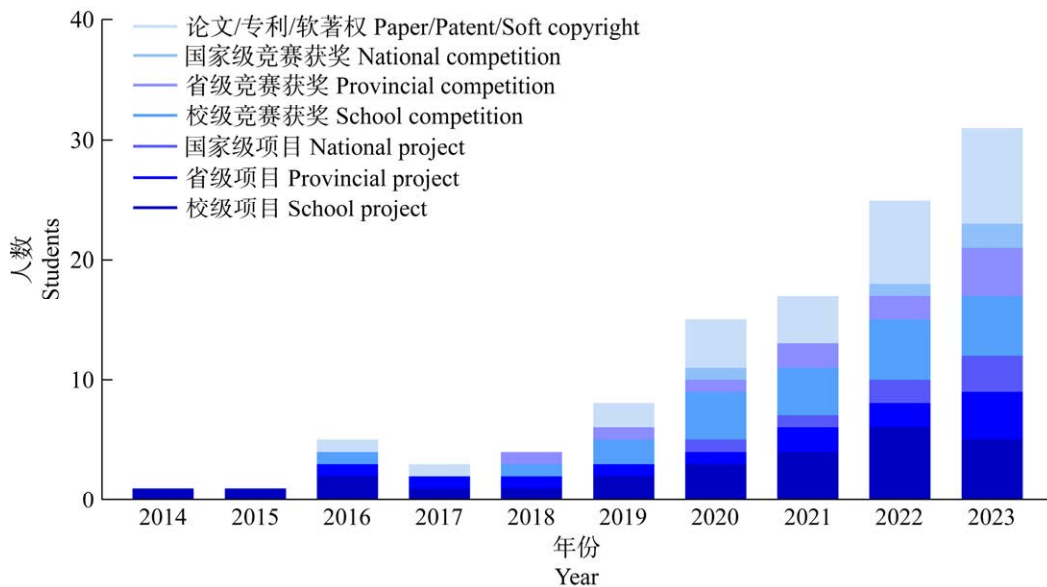


图 5 课程直接相关学生成果产出情况统计(2014–2023)

Figure 5 Statistics on student achievement output directly related to the course (2014–2023).

在教学形式上, 要继续推进线上线下混合式教学模式改革, 优化教学流程和组织方式, 发挥智能信息技术在个性化学习支持、学习行为分析等方面的优势, 努力构建智能化的新型教与学环境。

## REFERENCES

- [1] 周景文, 刘松, 刘龙, 李江华, 堵国成, 陈坚. 多学科交叉发酵工程复合型研究生培养[J]. 生物工程学报, 2021, 37(2): 689-695.  
ZHOU JW, LIU S, LIU L, LI JH, DU GC, CHEN J. Interdisciplinary education of fermentation engineering graduates[J]. Chinese Journal of Biotechnology, 2021, 37(2): 689-695 (in Chinese).
- [2] 李新房, 李静, 刘名卓. 新兴技术在高等教育中的应用、发展趋势与挑战研究: 《2017 地平线报告(高等教育版)》解读与启示[J]. 现代远程教育, 2017(4): 3-11.  
LI XF, LI J, LIU MZ. Research on the applications, trends and challenges of emerging technology in higher education: the interpretation and enlightenment of NMC Horizon Report: 2017 (Higher Education Edition)[J]. Modern Distance Education, 2017(4): 3-11 (in Chinese).
- [3] 谢晖, 应琼琼, 董明皓, 沈晓敏, 朱守平, 陈雪利. 基于“五位一体”新工科智能信息化教学理念的微生物学线上线下混合式教学改革及实践[J]. 微生物学通报, 2022, 49(4): 1386-1396.  
XIE H, YING QQ, DONG MH, SHEN XM, ZHU SP, CHEN XL. Online and offline blended teaching for the national first-class blended course of Microbiology based on the “five-in-one” intelligent information teaching concept of emerging engineering[J]. Microbiology China, 2022, 49(4): 1386-1396 (in Chinese).
- [4] 苗建花, 韩兴国, 宋君丽. 大数据背景下统计学课程混合式教学模式的探索与实践[J]. 西部素质教育, 2020, 6(3): 111-112.  
MIAO JH, HAN XG, SONG JL. Exploration and practice of blended teaching mode in Statistics course under the background of big data[J]. Western Quality Education, 2020, 6(3): 111-112 (in Chinese).
- [5] 魏小东, 习鹏飞. 大语言模型驱动下的虚拟数字人第二语言教育应用研究[J]. 电化教育研究, 2024, 45(5): 75-82.  
WEI XD, XI PF. Research on the application of virtual digital human second language education driven by the large language model[J]. E-education Research, 2024, 45(5): 75-82 (in Chinese).
- [6] VASQUEZ C, SMITH B. The role of large language models in personalized education: a case study in higher education[J]. Journal of Educational Technology & Society, 26(1): 123-135.
- [7] LIU M, LIANG J. Research on foreign language writing teaching based on AI+SPOC+BOPPPS teaching model[C]//Proceedings of the 4th International Conference on Education: Current Issues and Digital Technologies (ICECIDT 2024), 2024.
- [8] 谢晖, 罗艳霞, 沈晓敏, 应琼琼, 陈雪利. 虚拟仿真课程的“行为-能力”双模态智能评价: 以“现代工科微生物学仿真实验”课程为例[J]. 现代教育技术, 2020, 30(10): 105-111.  
XIE H, LUO YX, SHEN XM, YING QQ, CHEN XL. Dual modal intelligent evaluation of “behavior ability” in virtual simulation courses: a case study of “Modern Engineering Microbiology Simulation Experiment”[J]. Modern Educational Technology, 2020, 30(10): 105-111 (in Chinese).