生成式 AI 结合智能化图谱在“食品微生物学”课程教学中的应用探索

周文文[1*]，张湘薇[1]，范欣怡[1]，苏 奎[2]，谢 亚[1]，孙大兵[3]

（1. 浙江大学 生物系统工程与食品科学学院，浙江 杭州 310058；2. 浙江大学 城市学院计算机与计算科学学院，浙江 杭州 310015；3. 上海卓越睿新数码科技股份有限公司，浙江 杭州 311000）

摘 要 “食品微生物学”涵盖了微生物形态、代谢、生长控制、遗传变异等基础微生物学理论知识以及食品腐败、食物中毒、食品微生物制造等微生物应用方面的内容，是一门集基础知识教学与专业知识应用为一体的综合性专业基础课程。传统教学方式面临着知识点分散且内在联系不清、难以因材施教、理论与实践教学缺乏连贯性等问题。本文将生成式人工智能/生成式 AI（Generative artificial intelligence，GAI）与智能化图谱（Intelligent graph，IG）深度融合应用于课堂教学，并依托智能化图谱构建课程体系，对教学内容进行结构化梳理，以展示各个知识点之间的联系；借助 GAI 开展智能化辅助教学，增加教学趣味性，实现教评融合；利用实验 AI 智能体，辅助学生理解实验难点，同时优化教学内容的组织逻辑，提升教学效率和学习效果。教学实践结果表明，GAI 与 IG 的融合应用，不仅能够显著地提升学生的学习效率和知识掌握程度，还实现了教师的精准教学，从而推动食品微生物学课程的数字化转型。

关键词 生成式 AI；智能化图谱；食品微生物学；教学改革；数字化教学

中图分类号 Q93 **文献标识码** A **文章编号** 1005－7021（2026）04－0136－09

doi：10.3969/j.issn.1005－7021.2026.04.012

Exploration on the Application of Generative AI Combined with Intelligent Graph in the Teaching of "Food Microbiology" Course

ZHOU Wen-wen[1*], ZHANG Xiang-wei[1], FAN Xin-yi[1], SU Kui[2], XIE Ya[1], SUN Da-bing[3]

(1. *College of Biosystems Engineering and Food Science, Zhejiang University, Hangzhou* 310058;
2. *School of Computer and Computational Sciences, Hangzhou City University, Hangzhou* 310015;
3. *Shanghai Able Digital Science & Tech Co., Ltd., Hangzhou* 311000)

Abstract Food Microbiology is a comprehensive professional foundation course that integrates basic microbiological knowledge, such as microbial morphology, metabolism, growth control, and genetic variation, with applied aspects like food spoilage, food poisoning, and microbial food production. However, traditional teaching methods face challenges which knowledge points are scattered and the internal connections are unclear, teaching according to individual aptitude is difficult to implement and coherence is lacked for theoretical and practical teaching. The deep integration of generative AI and intelligent knowledge graphs into classroom teaching is proposed in this paper. The curriculum system is constructed by relying on intelligent knowledge graphs and the teaching content is organized by structurally to illustrate the connections between knowledge points. The intelligent auxiliary teaching is applied by using generative AI agents which have increasing engagement and achieving the integration of teaching and assessment. Using experimental AI agents, the experimental difficulties are assisted for students to understand while the logical organization of teaching

基金项目：浙江省本科教学改革项目（JGCG2025032）；浙江大学第四批 AI for education 实证教学研究项目（251104IV-15）

作者简介：周文文 女，副教授，博士，博士生导师。研究方向为食品微生物与生物技术。Tel：0571-88981934，E-mail：vivianzhou11@zju.edu.cn

* 通讯作者。

收稿日期：2026-07-08

content is optimized, and thereby teaching efficiency and learning effectiveness are enhanced. Teaching practice indicates that not only students′ learning efficiency and knowledge mastery are significantly improved but also precise education from teachers is implemented by using generative AI integrated with knowledge graphs, and thereby the digital transformation of courses is promoted.

Keywords generative AI; intelligent graph; Food Microbiology; teaching reform; digital teaching

食品微生物学是研究食品中微生物的存在形式、活动规律及其调控机制等相关内容的一门学科。作为食品科学及相关专业的基础课和必修核心课程,本课程也是浙江大学、上海交通大学等国内高等院校研究生选拔考试的初试科目。食品微生物学的课程学习对于食品科学及相关专业学生的后续专业课学习、深造以及进入食品相关企事业单位从事相关工作具有重要作用。“新工科”背景下,强调发展新形态课程建设,加快推进教育数字转型和智能升级,实现课程的数字化、结构化、体系化、可视化;在培养方式上也要求应用更多的电子化、信息化技术,这需要不断革新课程的教学方法。作为实践特性鲜明、应用场景广阔的食品微生物学,如何在学科交叉和人工智能技术融合的背景下满足新农科建设的需求,对微生物学课程的教学提出了新的挑战和要求。目前,该课程在传统教学实践中普遍存在知识体系碎片化、理论与实践关联路径模糊以及大规模教学环境下“因材施教”实施困难等问题[1]。生成式人工智能/生成式 AI(Generative artificial intelligence, GAI)与智能化图谱(Intelligent graph, IG)技术的协同应用,为破解上述难题提供了新的思路。生成式 AI 通过动态案例生成与智能纠错机制强化实践交互,智能化图谱依托结构化知识网络实现学情精准诊断[2]。本研究旨在探索生成式 AI 融合图谱体系在“食品微生物学”课程教学中的应用,通过构建高覆盖的知识网络,努力打造符合时代发展特征、引领学科发展前沿的新形态数智课程,为食品微生物学相关领域的教学数字化改革提供参考。

1 食品微生物学教学改革的必要性

1.1 课程特点对智能教学的需求

“食品微生物学”课程涵盖了微生物形态、代谢、生长控制、遗传变异等基础微生物学理论知识,以及食品腐败、食物中毒、食品微生物制造等微生物应用方面的内容,是一门集基础知识教学与专业知识应用的综合性专业基础课程。虽然课程知识体系庞大且知识点繁杂,但各知识点间存在较强的内在关联性,涵盖了食品微生物的分类、各类群的特点、以及微生物与人类健康、食品安全、绿色能源开发、基因编辑等内容[3]。

1.2 传统教学模式现存的核心问题

目前,食品微生物学在传统教学方面存在以下几方面问题(图 1)。①知识点繁多且分散、内在逻辑联系不清:“食品微生物学”课程涉及内容比较宽泛,不仅涵盖了基础微生物学知识,如微生物形态、代谢、生长控制、遗传变异等,还包括微生物应用方面的内容,如食品腐败、食物中毒、食品微生物制造等,知识点之间的联系不易分清。由于学分学时限制,传统教学通常按单元模块进行,易导致学生被动记忆、对知识点的理解深度不足。②难以实行因材施教:传统教学体系难以有效应对学生因专业背景和基础知识差异产生的分层化学习需求,针对不同能力培养目标的侧重点区分度不足,不利于施行因材施教,个性化教学不足。③近似概念多,教材表达存在差异:食品微生物学课程知识覆盖面广,其中包含众多近似概念,如“防腐”“消毒”“灭菌”“商业灭菌”等,学生在理解上易产生知识点混淆、记忆错误或遗忘。不同教材、书籍及视频教学资源中对相同或相近知识点的表述差异,引起理解偏差。④理论-实践教学缺乏连贯性:食品微生物学理论课程和实验课程的授课方式分散独立,理论与实验课程教学时间跨度较大,进度不一致[4]。同时,受教学日历调整、实验器材和材料限制[5]、学时与教学内容矛盾等影响,理论与实践教学缺乏连贯性、教学内容同步性较差,不仅削弱了理论教学与实践操作的协同效应,还导致理论知识教学效果下降,使学生对实践技能掌握度不足。

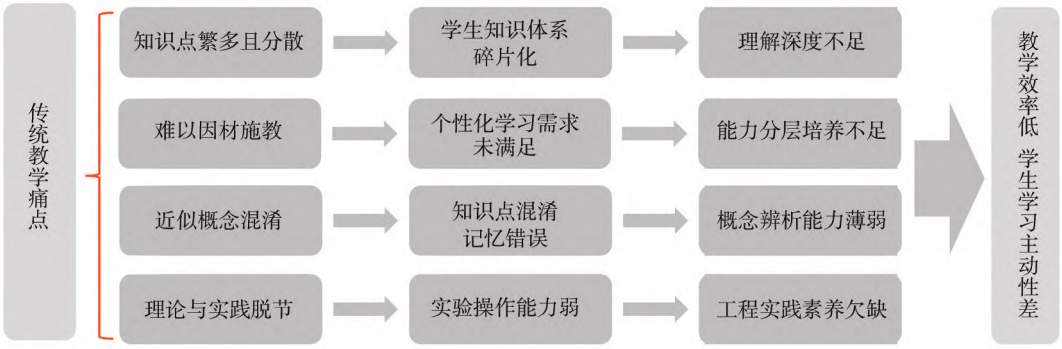


图 1 食品微生物学传统教学模式核心痛点及影响路径

Fig. 1 Diagram of the core pain points and impact paths of the traditional teaching model in food microbiology

2 生成式 AI 结合智能化图谱的核心教学价值

2.1 智能化图谱的教学应用特点

智能化图谱是指依托知识图谱、能力图谱、问题图谱、AI 智能体等形成的可视化智能学习多级图谱体系。该体系多以知识点、能力点、问题点为节点，以相互逻辑关系为链路，是能够自动关联、动态生成、智能推理，实现知识结构化、学习精准化的数字化图谱体系。智能化图谱主要包含三大基础图谱，分别是知识图谱、能力图谱、问题图谱，同时还包含多种衍生图谱，如学情图谱、错题图谱、重难点图谱等，各类图谱共同构成了完整的智能化图谱体系。传统思维导图依靠人工绘制，结构固定，多为简单树状层级关系，不具备智能功能，只能用来梳理框架、辅助记忆；智能化图谱可以将知识点与能力考核点、问题设置点等进行关联，针对不同层次学生进行个性化教学，同时智能化图谱由 AI 协助，动态可变，是网状多维结构，具备智能问答、学情分析、个性化推送等功能，有利于支撑课堂教学、自主学习，实现精准育人。

智能化图谱课程教学质量提升的价值维度见图 2。①知识整合与智能关联：食品微生物学课程知识点繁多、关联性弱且存在重叠[6]，增加了学生对知识理解、记忆和掌握的难度。智能化图谱能够构建更优化、更清晰的知识点联系网络，明确知识点之间的涵盖、并列、逻辑结构、教学语义等层次关系并划分为不同主题与子主题呈现[7]，助力学生完成“认知-理解-深化巩固”的学习闭环；同时跨知识点、跨章节自动建立逻辑关系，贴近应用实际，强化学生应用意识，培养创造性思维。②层次区分：可根据学生的知识水平、能力目标差异，为其推荐相应的学习内容，还可以根据学生的认知风格，为其选择不同形式的媒体资源[8]。③深度掌握：针对课程知识繁多、教材概念表述差异等问题，智能化图谱整合了知识点的

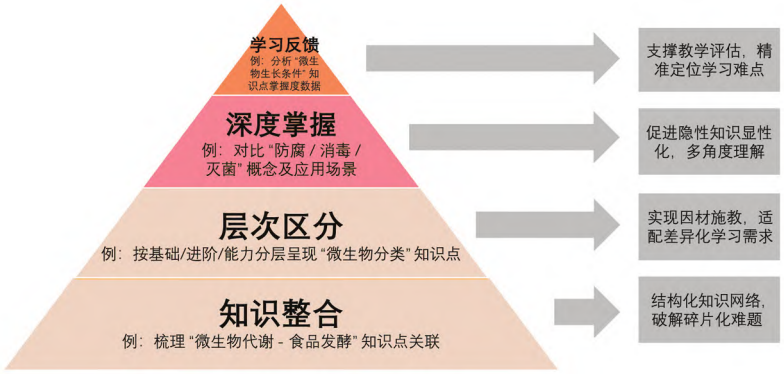


图 2 “食品微生物学”课程智能化图谱的四层教学应用价值体系

Fig. 2 Four-layer teaching application value system diagram of the Intelligent graph in "Food Microbiology" course

基本信息，支持 AI 智能查询，并通过关联知识与测试题的纵向对比，帮助学生多角度理解知识[9]。④学习反馈：由于智能化图谱具备“教学运行-学生数据观测”功能，后台可以呈现学生的学习进度、掌握情况等信息，并生成学习画像反馈教师；同时分析知识点的学习完成率、掌握度，为教师教学评估与知识点微观分析提供依据。

2.2 生成式 AI 的教学赋能能力

生成式 AI 属于人工智能新兴分支，通过学习海量数据规律，可自主生成文本、图像、音视频、代码等全新原创内容；其外延涵盖多模态内容创作、大模型与扩散模型等技术及办公、教育、工业设计、科研等多领域应用。传统 AI 以识别、分类、判断、预测为主，仅对已有数据做分析处理，无原创生成能力。二者核心区别在于传统 AI 侧重感知判别、输出固定结果，生成式 AI 侧重创作生产、产出全新内容。

生成式 AI 依托大语言模型的自然语言理解、智能分析与内容生成能力，可弥补智能化图谱在智能交互、个性化服务方面的不足。①生成式 AI 具备关联解读能力，可对智能化图谱中的知识点进行深度解析，对比近似概念的差异，实现标准化、系统化的知识讲解；②生成式 AI 具备个性化推送能力，结合学情数据为学生推送适配的学习资源与学习路径，满足分层化学习需求[10-11]；③生成式AI 具备智能分析能力，可对学生的学习行为、知识掌握情况进行数据分析，生成学习画像与学情报告[12]；④生成式 AI 具备内容生成能力，除面向公众的开放式应用外，授课教师可借助该智能工具构建专业智能教学体系和案例教学，自动完成智能出题、作业批改、实验场景问题设计等任务，有效提升教学效率[13]。此外，生成式 AI 还可以降低教育成本，为数字化教育发展赋能[11]。

2.3 生成式 AI + 智能化图谱融合的协同教学价值

通过生成式 AI 与智能化图谱的融合，实现了“结构化知识 + 智能化应用”的教学模式升级[14]，二者优势互补，在知识传递、教学实施、学生培养与课程建设四大维度具有重要价值，可以有效破解传统教学痛点，适配新工科数智化教学要求（图 3）。智能化图谱为生成式 AI 提供结构化的知识底座，确保 AI 分析与解答的专业性和准确性；生成式 AI 为智能化图谱赋予智能交互与动态迭代能力，让静态的智能化图谱成为动态的教学工具[15]。二者协同成就了从知识呈现、个性化学习到学情反馈、精准教学的良性循环，能够有效破解传统教学的痛点，推动食品微生物学课程的数字化与智能化转型。

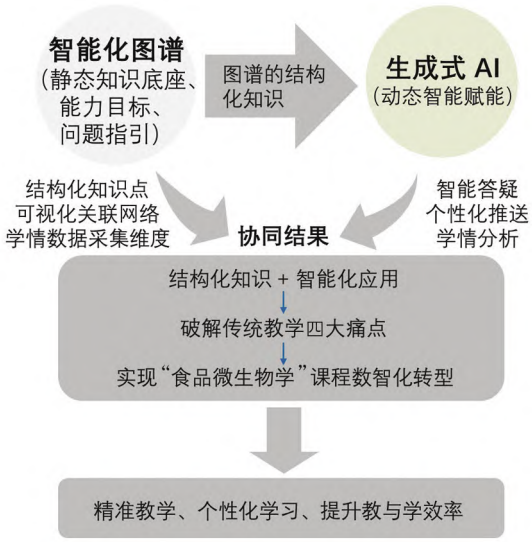


图 3 生成式 AI + 智能化图谱协同教学赋能逻辑图

Fig. 3 Logic diagram of generative AI + Intelligent graph collaborative teaching empowerment

知识传递方面，智能化图谱为生成式 AI 提供静态知识底座、能力目标和问题指引，为其输送结构化的知识，确保生成式 AI 知识解读的准确性，解决生成式 AI 的幻觉问题[15-16]；生成式 AI 则动态赋能智能化图谱，打破智能化图谱可视化局限[17]，有助于学生从被动接收转向主动探究知识，助力学生辨析近似概念、了解知识关联。在教学实施方面，为了减轻教师的备课压力、优化教学方法，生成式 AI 和智能化图谱协同构建了“教-学-评”一体化体系，智能化图谱提供学情数据，AI 再根据学情数据生成学生画像、学情分析，教师依托学情可视化与 AI 生成报告，实现精准教学与科学评估闭环[18]。在学生培养方面，为了使学生梳理知识体系、逐步攻克学习难点，在智能化图谱可视化与 AI 智能解读的帮助下，个性化推送与互动答疑也能激发学生的学习主动性，实现理论与实践的结合，增加学生的应用意识与实践能力，同时契合了行业对人才的需求[19]。在课程建设方面，智能化图谱还有助于构建标准化知识体系，统一教学规范；生成式 AI 可助力课程资源的迭代，形

成良性更新循环。生成式 AI 和智能化图谱融合模式还可为食品类其他课程提供借鉴，推动专业课程数智化、数字化转型。

3 生成式 AI + 智能化图谱在“食品微生物学”课程的教学应用实践

生成式 AI + 智能化图谱为教学方法的革新改进提供了巨大潜力[20]。现阶段课程授课采用线上、线下混合式教学，并基于智能化图谱嵌入 AI 技术，进行课程授课和改革创新，课程设计见图 4。

3.1 构建课程智能化图谱，实现教学内容结构化与可视化

基于食品微生物学的课程大纲、教材及核心教学资源，梳理出 113 个核心知识点、507 个知识节点，以及知识点间的层级、关联、应用等关系，并关联了 393 个教学资源（教学视频、课件、实验操作指南、文献资料等），融入了15个课程思政元素（科学家精神、食品安全责任、爱国情怀等），并基于智能化图谱，构建相应的能力图谱。针对性搭建适配专业学情、贴合不同岗位育人标准的能力图谱。结合食品行业各类工作岗位的实际能力需求，兼顾学生升学备考和就业求职的不同发展需求，针对基础薄弱的新生打牢专业基础，对动手能力强的学生强化实操技能，对准备就业的学生对接岗位需求，分层满足不同学生的学习成长需求，把理论学习、实操训练和今后的岗位工作紧密结合起来。提升食品微生物学课堂的教学适配度、实训落地实效性、职业育人贴合度。分别从知识体系结构、知识点关联、实践应用、能力培养等角度，以树状、环状、网状等多种形态，构建“食品微生物学”课程能力图谱（图 5），实现了从“知识点”到“知识体系”再到“能力体系”的突破，同时支持知识点的检索、溯源，让学生更清晰地把握知识的整体框架与内在关联。

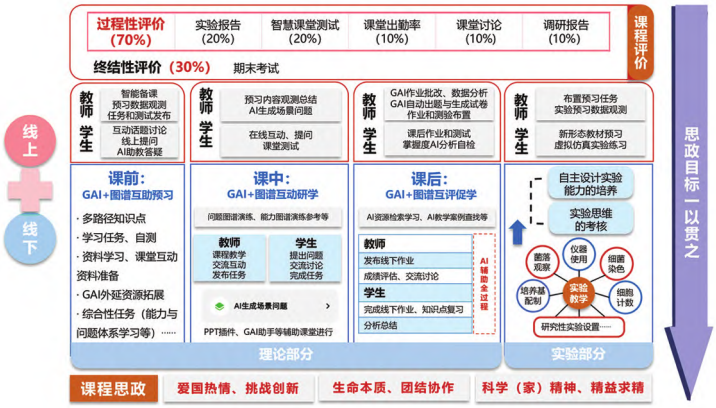


图 4 “食品微生物学”线上、线下混合式 AI 智慧课程教学设计

Fig. 4 Instructional design diagram of the online-offline hybrid AI smart course "Food Microbiology"

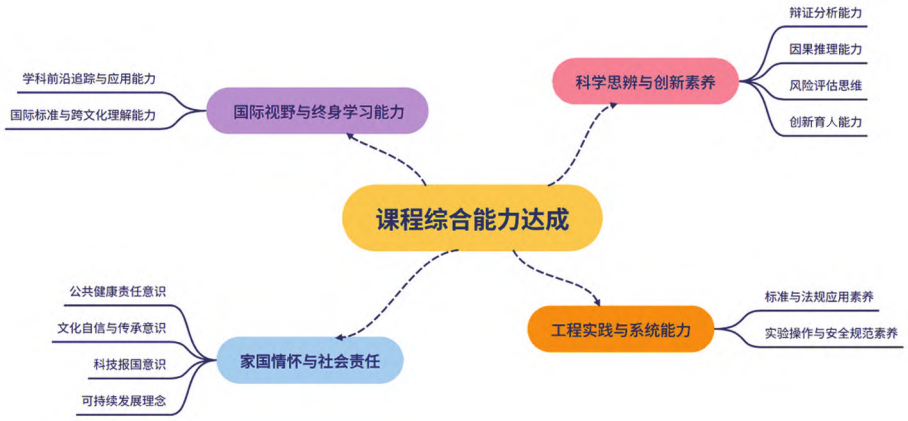


图 5 “食品微生物学”课程能力图谱

Fig. 5 Competency map of the course "Food Microbiology"

3.2 融合生成式 AI,搭建个性化智能学习体系

以课程智能化图谱为基础,接入生成式 AI 搭建智能教学助手,实现对教学的智能化赋能,其核心应用包括以下几个方面。①智能答疑与概念解析:构建 AI 智能问答系统,结合智能化图谱的结构化知识,为学生提供近似概念对比、知识点深度解读、疑难问题解答等服务,帮助学生全面、清晰地掌握课程知识。②个性化资源推送:GAI 通过分析学生的学习行为和知识掌握情况,结合智能化图谱的知识点关联关系,为学生推送适配的学习资源,如向基础薄弱的学生推送概念讲解视频[21],向有能力提升需求的学生推送科研案例与应用拓展资料,实现查漏补缺与个性化提升。③实验智能辅助:在实验教学中,与计算机学院教师合作开发实验智能体,GAI 可支持学生上传实验报告并完成自动批改,同步梳理关键理论知识点、展示优秀实验报告、指导虚拟仿真实验,同时生成实验场景问题,引导学生将理论知识应用于实验操作,使理论与实践教学得到很好的衔接。④智能备课与资源生成:为教师提供 AI 备课助手,支持教学课件快速生成、知识点关联资源检索、教学案例设计。

AI 智能体是以生成式 AI 为内核、以课程知识图谱为边界、以教学任务为导向的系统实体。生成式 AI 提供理解与生成的能力,AI 智能体则将这些能力封装为可执行答疑、推送、批改等教学动作的工具。基于智慧树线上教学平台,构建了“与食品中的微生物聊聊天”AI 智能体,学生可直接在线与 AI 智能体开展互动问答,针对性问询各类食品特色微生物相关问题,系统根据每位学生的知识薄弱点推送适配学习内容,帮助学生完成个性化自主预习、复盘巩固。同时,与该 AI 智能体互动聊天的形式贴合学生日常线上交流习惯,大大降低了微生物微观知识的理解难度,提升了课堂学习的趣味性。相较于传统课堂仅从宏观角度讲述的固化模式,与 AI 智能体互动聊天使得知识变得具象化,例如,学生通过与“与食品中的微生物聊聊天”AI 智能体聊天,细致化了解了大肠埃希菌(*Escherichia coli*)相关知识。整体教学循序渐进,首先通过智能互动学习微观层面微生物形态、生理特性等内容,同时衔接食品加工、品质管控等宏观知识点,实现从微观到宏观的学习过程。“与食品中的微生物聊聊天”AI 智能体与通用 AI 聊天工具异同见表 1。

表 1 “与食品中的微生物聊聊天”AI 智能体与通用 AI 聊天工具异同

Table 1 Similarities and differences between the intelligent agent AI of "Chatting with Microorganisms in Food" and ordinary AI

对比类别	对比维度	通用 AI 聊天工具	“与食品中的微生物聊聊天”AI 智能体
共同点	基础交互能力	支持智能对话、知识点问答、文字解析	
	学习辅助功能	可生成学习资料、整理知识点框架	
核心差异(教学赋能重点)	专业知识适配	知识覆盖面广但专业性弱,食品中特定微生物的特征、操作规范、行业标准易出现表述偏差,很多仅能定位到明确属名的微生物总特征	内置食品代表性微生物(具体到种属)专属知识库,适配课程教学需求,课后探究性实验设计,支撑课前预习、课中专业答疑、课后特定种属微生物案例学习等
	场景适配	仅支持纯文字交流,无法准确识别实验图片、菌落图像、操作流程等	具备多模态教学赋能,可解析实验图表、菌落观测图、实训操作画面等,智能识别部分操作不规范等问题
	个性化教学辅导与科研引导	仅提供通用性学习建议,无法深化挖掘提升学生兴趣点	学生对于感兴趣的食品中某一种特定微生物,AI 智能体提供从形态结构、代谢过程、保存方式到安全风险、食品用途等系列介绍,为学生基于课程自主设计研究课题,开展学生科研训练计划(SRTP)提供帮助
	知识点串联	只能单点碎片化辅助,无法串联不同章节知识点	以食品中不同微生物为入口,打通“食品微生物学”课程中的形态结构、遗传育种、腐败变质、生产、安全等代表性章节的全部信息,实现知识点的串联,通过微生物实例加深对不同章节的深度理解。既服务学生自主学习,又帮助学生寻找科研兴趣点

3.3 构建实验 AI 智能体,突破实验难点,优化教学逻辑

依托生成式 AI + 智能化图谱的融合体系,搭建了从学生学习需求到教学资源智能生成、学情数据分析与教学策略优化的“需求-生成-反馈”教学闭环[22-23]。针对以往微生物实验报告批改难度大、普通智能批改工具专业性不足、难以识别实验合理误差等问题,参考历年学生实验、

需求情况，开发了适配食品微生物课程的实验AI智能体。为便于分析预习难点、根据学生困惑讲解重点知识，教师在课前可通过实验AI智能体发布预习任务，并使用智能化图谱梳理实验的核心知识点，实验AI智能体再及时反馈学生的预习数据；为了及时反馈学生的知识掌握情况，实现课堂教学的动态调整，上课时可借助智能化图谱展示微生物实验流程与关键操作要点，提升课堂理论与实践的连贯性；为帮助学生更好地理解实验内容、提升实验报告撰写能力，同时完成微生物实验报告智能批改工作，课后，实验AI智能体可以针对学生的实验报告，生成具体、指导性的个性化批改意见和改进方案。例如在“基础实验——培养基的配置与灭菌”与“探究性实验——自采集食品中的微生物分离与鉴定”实验中，实验AI智能体能判断学生实验报告中的高压蒸汽灭菌的原理、培养基各成分功能、倾注平板法计数等实验原理、实验数据是否合理，通过关键词匹配度修改学生对于实验结果的不准确表述等。这不仅减少了教师的工作量，也有利于教师把精力更多地投入到教学上，实验AI智能体还能自动生成学情分析档案，标注学生的薄弱知识点，为教师实施精准辅导与教学评价提供数据支撑，有利于提升学生的微生物实践水平和实验能力。实验AI智能体功能与具体案例见表2。

表2 实验AI智能体功能与具体案例

Table 2 Functions and specific cases of the developed experimental AI agent

核心目标	AI智能体具体功能	案例（食品微生物学实验课）
提升批改意见的准确性和有效性（判断专业知识、原理及合理误差）	检查实验原理和步骤是否正确，判断实验结果是否在合理误差范围内	学生输入“用显微镜观察细菌，无需染色”；实验AI智能体反馈：“观察细菌一般需要染色，否则看不清”，并指出该步骤遗漏
处理复杂与非标准化内容（解析图表、数据、图像）	识别菌落照片、显微图像中的关键特征，检查计算数据和单位是否正确	学生上传的平板照片上有红色和白色菌落；实验AI智能体反馈：自动标注“红色可能是杂菌”，并提醒学生描述菌落形态
提供个性化反馈（生成具体、有指导意义的批改意见）	根据错误类型给出针对性的解释或建议，推送简短的学习提示或操作改进点	学生输入“大肠埃希菌在EMB平板上是无色菌落”；实验AI智能体反馈：纠正“应为黑色带金属光泽”，并建议复习教材中鉴别培养基的颜色变化原理
减轻教师工作量（自动评分、初步批改、标记重点）	自动评分并生成全班成绩统计，标出需要教师重点关注的“问题报告”	全班30份报告，实验AI智能体先批改出29份的分数并提出建议；教师只看到1份被标记为“照片模糊，无法判断”，其余可直接发布成绩

4 生成式AI融合智能化图谱教学的实践成效

本研究于2023～2024学年完成了食品微生物学智能化图谱的构建，并在2024～2025学年春夏学期将生成式AI+智能化图谱应用于教学中，通过学生学习效果、教师教学效率、课程建设成果等三方面验证该教学模式的成效。学期末的课程教学质量评价结果显示，76%的学生认为该模式对提升学习效率有重要作用。学生的实验操作能力与科研实践热情均得到提升，约15%的学生基于本课程参与了校级学生科研训练计划（Student Research Training Program，SRTP），较教学改革前提升10个百分点，其中近半数学生已发表相关科研论文。实践结果显示，本学年学生的课程总体成绩较上一学年平均提高8.0分。依托生成式AI+智能化图谱搭建的食品微生物学智慧MOOC课程，自2020年共享运行以来，累计吸引全国19所高校近3万人次选课，课程先后获评“浙江省一流本科课程”“全国食品科学与工程专业实验教学优秀案例”等。在融合教学实践中，借助生成式AI完善了课程试题库，新增试题约400道，同时搭建了AI智能问答与学习反馈系统，形成了集结构化知识、智能化学习、精准化评价于一体的新形态课程体系，为食品类专业课程的数字化建设提供了实践范本。

5 小 结

传统课堂教学虽然有其独特的优势，如师生互动即时、直观；学习氛围好，纪律性强，实践活动

更容易在教室里进行,且安全可控;教师可以按教学大纲系统性地传授知识,层层递进,并通过随堂测验、作业当面批改等方式及时巩固所学知识;同时学校也便于统一进行考勤、评估和资源调配。但是,在食品微生物教学过程中,传统教学方式也面临着知识点分散且内在联系不清、难以因材施教、理论实践教学缺乏连贯性等挑战。因此本文提出将生成式 AI 与智能化图谱深度融合应用于课堂教学,并已在教学实践中取得了显著成效。

将生成式 AI(含自建智能体)和智能化图谱应用于食品微生物学课程教学实践中也面临一些挑战:其一,在技术层面,食品微生物学知识体系更新快,教学资源体量大,智能化图谱的动态迭代与维护难度较大,且生成式 AI 无法快速更新专业知识库[15,24];其二,在教学层面,不同高校的食品微生物学课程教学大纲、学时安排、学生基础存在差异,融合模式需结合各校实际情况进行调整[25-26];其三,在应用层面,部分教师与学生的数字化教学工具使用能力有所欠缺,需加强相关培训以提升融合模式的应用效果。

针对上述问题,后续将从三方面进行研究与实践。第一,优化技术体系,建立课程知识图谱的动态更新机制,结合食品微生物学的学科发展与行业需求及时补充知识点与教学资源[27-28];同时对生成式 AI 自建智能体进行专业领域微调,提升其在食品微生物学专业问题解答的准确性与专业性。第二,完善教学模式,根据不同高校的实际情况,开发模块化、可适配的生成式 AI + 智能化图谱教学体系,增强模式的普适性与可操作性[29-30]。第三,拓展图谱应用,在课程知识图谱的基础上灵活应用构建的能力图谱与问题图谱,实现从知识传递到能力培养的升级,同时将融合模式推广至食品化学、食品分析等其他食品类专业课程,形成食品类专业课程的智能化教学体系。此外,还应加强教师与学生应用数字化能力的培训[31],推动教学理念与学习方式的转变,让生成式 AI + 智能化图谱真正成为教学改革的有效工具,持续提升食品微生物学课程教学质量。

本文以“食品微生物学”课程为例,探索生成式 AI(含自建智能体)与智能化图谱的融合教学应用模式,探究了智能化图谱在知识整合、层次区分、深度掌握与学情反馈等方面的教学价值,以及生成式 AI 在智能解读、个性化推送、学情分析与内容生成上的赋能优势,分析了二者融合在知识传递、教学实施、学生培养与课程建设四个方面的协同价值。结果表明,该融合模式可有效优化教学过程,搭建“教-学-评”一体化体系,帮助学生快速构建知识体系、提升学习效率与实践能力,同时助力教师实现精准教学、提升教学效率,推动食品微生物学课程数字化转型与新形态课程建设。生成式 AI(含自建智能体)与智能化图谱的有效融合能够解决食品微生物学传统教学痛点,为食品类专业课程教学改革提供可行的实践参考与思路,促进新工科背景下食品行业复合型、智能化人才的培养。

参考文献:

[1] Finger JDAFF, Menezes JD, Franco BDM, et al. Challenges of teaching food microbiology in Braz[J]. Brazilian Journal of Microbiology, 2019, 51(1): 279-288.

[2] 黄丹, 周维柏. 生成式 AI 与知识图谱驱动的网页设计教学改革[J]. 计算机时代, 2025, 7: 78-82.

[3] 马慧子, 王燕霞, 熊强, 等. 劳动教育实践在食品微生物学教学中的应用探索[J]. 生物学杂志, 2023, 40(6): 127-130.

[4] 李静, 谭海刚. “食品微生物学”课程以问题为基础的学习与小规模限制性在线课程融合教学模式探索[J]. 微生物学通报, 2021, 48(4): 1410-1416.

[5] 张华江, 韩思瑶, 杨晓雪, 等. 新工科教育背景下《食品微生物学》课程教学模式革新研究[J]. 包装工程, 2024, 45(2): 63-66.

[6] 邓硕, 闫焱. 知识图谱在数智化教育时代中的教学创新及作用[J]. 河北师范大学学报(教育科学版), 2024, 26(5): 100-102.

[7] 王继茹, 朱靖, 王建, 等. 数据驱动的知识图谱在本科教学信息化改革中的作用[J]. 高等工程教育研究, 2024(3): 121-128.

[8] 黄焕, 元帅, 何婷婷, 等. 面向适应性学习系统的课程知识图谱构建研究:以“Java 程序设计基础”课程为例[J]. 现代教育技术, 2019, 29(12): 89-95.

[9] 崔京菁, 马宁, 余胜泉. 基于知识图谱的翻转课堂教学模式及其应用:以小学语文古诗词教学为例[J]. 现代教育技术, 2018, 28(7): 44-50.

[10] 孙晚妮. 生成式人工智能在教育中的探索与实践应用[N]. 山西科技报, 2025-11-18(A03).

[11] 孙岩, 段鹏瑞. AI 大模型技术在数字化教育中的应用与挑战[J]. 教育教学论坛, 2025, 31: 5-8.

[12] De Silva D, Kaynak O, El-ayoubi M, et al. Opportunities and challenges of generative artificial intelligence: Research, educa-

tion, industry engagement, and social impact[J]. IEEE Industrial Electronics Magazine, 2025, 19(1): 30-45.

[13] Sousa AE, Carddoso P. Use of generative AI by higher education students[J]. Electronics, 2025, 14(7): 1258.

[14] Mladan J, Mark C. Connecting AI: Merging large language models and knowledge graph[J]. Computer, 2023, 56(11): 103-108.

[15] Pan S, Luo L, Wang Y, et al. Unifying large language models and knowledge graphs: A roadmap[J]. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 2024, 36(7): 3580-3599.

[16] Ji Z, Lee N, Frieske R, et al. Survey of hallucination in natural language generation[J]. ACM Computing Surveys, 2023, 55(12): 1-38.

[17] Zhu Y, Wang X, Chen J, et al. LLMs for knowledge graph construction and reasoning: Recent capabilities and future opportunities[J]. World Wide Web, 2024, 27(5): 58.

[18] 李恒, 马祥. 数智时代精准教学的愿景及其实现[J]. 中国教育科学(中英文), 2025, 8(5): 99-107.

[19] 王荣荣, 黄俊超, 李海祺, 等. 基于知识图谱的《食品微生物学》新形态教材建设体系探索[J]. 现代食品, 2025, 24: 31-33.

[20] Cosentino G, Anton J, Sharma K, et al. Hybrid teaching intelligence: Lessons learned from an embodied mathematics learning experience [J]. British Journal of Educational Technology, 2024, 56(2): 621-649.

[21] 薛云, 郑丽. 基于 SPOC 翻转课堂教学模式的探索与反思[J]. 中国电化教育, 2016, 5: 132-137.

[22] 蔡云竹, 董军. AI 赋能精准教学: 个性化路径融合设计[J]. 教育教学论坛, 2025, 45: 29-32.

[23] 洪婷婷, 白永亮, 黄剑波, 等. 基于知识图谱的“食品工程原理”AI 课程体系构建与实施路径探索[J]. 农产品加工, 2026, 3: 127-131.

[24] Yao Y, Wang P, Tian B, et al. Editing large language models: Problem, method and opportunities[C]//Singapore: Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing, 2023: 10222-10240.

[25] O'bryan CA, Dittmar RS, Chalova VI, et al. Assessment of a food microbiology senior undergraduate course as a potential food safety distance education course for poultry science majors [J]. Poultry Science, 2010, 89(11): 2542-2545.

[26] Francisco-IGNACIO RD, Jorge GA, Alicia GP, et al. Digital teaching competence: A systematic review[J]. Sustainability, 2022, 14(11): 6428.

[27] Guan H. An online education course recommendation method based on knowledge graphs and reinforcement learning[J]. Journal of Circuits, Systems and Computers, 2023, 32(6): 2350099.

[28] Jiang J, Zhou K, Dong Z, et al. StructGPT: A general framework for large language model to reason over structured data [C]//Conference on empirical methods in natural language processing (EMNLP). Singapore: Assoc Computational Linguistics-Acl, 2023: 9237-9251.

[29] 魏慧, 李海燕. 高等数学教学改革的探索与思考[J]. 创新教育研究, 2021, 9(5): 1197-1201.

[30] Ge J, Zhou G. Student evaluation design of intelligent teaching system[C]//Tan H. H (ed, eds). International Conference on Future Computer Supported Education (ICFCSE 2011). Chongqing, China: Information Engineering Research Inst, USA, 2011: 282-285.

[31] Fernandez-batanero JM, Montenegro-rueda M, Fernandez-cerero J, et al. Digital competences for teacher professional development: Systematic review[J]. European Journal of Teacher Education, 2022, 45(4): 513-531.