

知识图谱和大语言模型双驱“通信原理”教学实践探索

胡 晗 王 鸿 何雪云 施 政

(南京邮电大学通信与信息工程学院, 江苏 南京 210003)

摘 要 在新工科背景下, 教育部门对工科课程的教学提出了新的要求。本研究以电子信息类核心课程“通信原理”为切入点, 分析当前教学实践中存在的问题, 并结合学生的学习特点, 从教学理念、教学手段、评估方法等方面进行了全面探索, 创新性地构建了知识图谱-大语言模型双引擎驱动的教学模式。具体来说, 知识图谱系统梳理通信原理知识体系, 构建学科知识网络; 大语言模型通过智能问答系统、个性化学习路径推荐和虚拟仿真对话, 实现教学资源的动态适配。研究坚持以学生为中心, 通过“理论-实践-思政”三维一体的教学改革路径, 旨在提升课程的教学质量以及学生的综合素养和创新能力。通过实际教学实践表明, 这种双驱动教学模式有效实现了知识建构的体系化、能力培养的个性化和价值塑造的潜移默化, 为新时代工科课程改革提供了可推广的范式。

关键词 通信原理; 知识图谱; 大语言模型; 教学改革和实践

DOI: 10.27024/j.wlygc.2025.04.24.01

EXPLORING DUAL-DRIVEN TEACHING PRACTICES IN PRINCIPLES OF COMMUNICATION: INTEGRATING KNOWLEDGE GRAPHS AND LARGE LANGUAGE MODELS

HU Han WANG Hong HE Xueyun SHI Zheng

(School of Communication and Information Engineering, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing, Jiangsu 210003)

Abstract Under the background of new engineering, the education department has put forward new demands for the teaching of engineering courses. Taking the core course in electronic information, “Principles of Communication,” as the entry point, this study analyzes the existing problems in current teaching practice and, in combination with students’ learning characteristics, has comprehensively explored various aspects such as teaching philosophy, teaching methods, and assessment methods, innovatively constructing a dual-engine-driven teaching model powered by knowledge graphs and large-language models. Specifically, the knowledge graph systematically combs the knowledge system of communication principles and builds a disciplinary knowledge network; the large-language model realizes the dynamic adaptation of teaching resources through intelligent Q&A systems, personalized learning path recommendations, and virtual simulation dialogues. The study adheres to the student-centered

收稿日期: 2025-04-24

基金项目: 南京邮电大学教学改革研究项目(JG00224JX56); 南京邮电大学学科建设专项研究项目重点项目(XKZX2024001-012)。

通信作者: 胡晗, han_h@njupt.edu.cn。

引文格式: 胡晗, 王鸿, 何雪云, 等. 知识图谱和大语言模型双驱“通信原理”教学实践探索[J]. 物理与工程, 2026, 36(1): 197-205.

Cite this article: HU H, WANG H, HE X Y, et al. Exploring dual-driven teaching practices in principles of communication: Integrating knowledge graphs and large language models[J]. Physics and Engineering, 2026, 36(1): 197-205. (in Chinese)

approach and, through the “theory practice ideological and political education” three in one teaching reform path, aims to improve the course’s teaching quality as well as students’ comprehensive quality and innovation ability. Actual teaching practice has shown that this dual-driven teaching model effectively realizes the systematization of knowledge construction, the personalization of ability cultivation, and the subtle shaping of values, providing a promotable paradigm for the reform of engineering courses in the new era.

Key words principles of communication; knowledge graph; large language model; teaching reform and practice

0 问题提出

“通信原理”是电子工程、通信工程以及信息技术等领域中的核心课程,其内容涵盖从基本的信号处理到复杂的通信系统设计等多方面知识。由于其理论性强和概念复杂,学生往往难以理解和掌握课程内容,并缺乏将理论知识应用于实际问题解决的能力。这种情况通常会导致学生的学习动机下降和学习成效不佳。此外,传统的教学方法通常侧重于理论讲授和定期考核,较少涉及学生与内容的实际互动,也缺乏针对个别学生差异的教学调整。为了克服这些挑战,需要探索更有效的教学策略和技术应用,以提升教学质量和学生的学习体验。

作为电子信息类专业的核心课程,“通信原理”的内容不仅深度依赖电磁学、信号与系统等物理基础理论,更直接服务于通信工程系统的设计与实现,是“物理原理—工程应用”转化的典型载体。当前教学实践中,“通信原理”面临的核心挑战在物理与工程类课程中具有普遍性:一是抽象概念密集(如载波调制的物理意义、噪声功率谱的物理本质),学生难以建立从物理模型到工程应用的认知链路;二是知识体系呈网状关联(如数字基带传输与高频电子线路的物理衔接),传统教学难以直观呈现跨章节、跨学科的逻辑关系;三是理论与工程实践脱节,学生对“物理原理如何支撑工程创新”的理解薄弱。近年来,知识图谱与大语言模型的进步为物理及工程教育领域应对上述核心挑战提供了创新的解决方案。知识图谱作为一种信息组织和表达方式,可以帮助学生可视化复杂的知识体系和概念关系,从而促进理解和记忆。同时,大语言模型如 GPT 系列通过其强大的自然语言处理能力,可以提供个性化的学习辅导、实时

反馈以及丰富的交互式学习体验。基于此,本文以智慧教育为导向,将知识图谱和大语言模型应用于“通信原理”的教学实践中。通过构建系统智能的课程知识体系,以提升课程的教学质量以及学生的综合素养和创新思维能力。

1 知识图谱和大语言模型双驱的“通信原理”教学改革理论探析

通信原理作为电子和通信工程的基石,其教学历来侧重理论的深入讲解和数学模型的应用。然而,这种传统教学方法通常面临几大挑战:首先,高度抽象的理论和复杂的数学公式使得学生难以理解和吸收;其次,缺乏有效的教学工具将理论与现实世界的应用联系起来,导致学生难以把握知识的实用价值;最后,传统教学往往忽略了学生间的差异,无法提供个性化的学习支持。这些局限性不仅降低了学习效率,也影响了学生的学习动机和成效^[1,2]。

1.1 知识图谱赋能教学改革

知识图谱作为一种先进的信息组织技术,近年来被广泛应用于教育领域。通过构建关键概念、实体及其相互关系的图谱,可帮助学生直观地理解和记忆复杂信息。在科学和工程教育中,知识图谱已被证明能有效提高学生的学习效率和理解深度,特别是在建立复杂概念和理论的联系方面^[3-7]。相关研究表明,知识图谱可辅助梳理课程逻辑架构、提升学习系统自适应能力、助力学生理清复杂知识体系,并能实现“教—学—评”闭环优化。

1.2 大语言模型赋能教学改革

大语言模型(如 GPT 系列),已经开始在教育领域展现潜力。其基于自然语言处理的内容生成、问题解答能力,能为学生提供即时学习支持和

个性化教学互动。研究表明,大语言模型可增强教学互动性,提供定制化反馈,提高学生的理解和参与度^[8-11]。在实践中,其已被应用于医学临床教学辅助、多媒体课程教学创新、数据库课程智能化教学及青少年人工智能教育等场景。

1.3 知识图谱——大语言模型双驱的教学改革

如前文,当前教育技术领域,知识图谱(Knowledge Graph, KG)与大语言模型(Large Language Model, LLM)在教学领域的应用已各自展现出独特价值。知识图谱凭借结构化知识组织能力,在课程核心概念关联、知识体系梳理方面形成优势,为学习者搭建系统化认知框架;大语言模型则依托自然语言交互特性,在个性化学习引导、复杂问题动态解析等场景中发挥作用,增强教学过程的互动性与适应性。

而将二者协同应用于“通信原理”教学,能精准破解课程教学中的多个关键痛点:一方面,针对课程知识体系庞大且抽象概念密集(如香农公式与信道容量关系、数字调制技术分类等)导致的模型理解困惑,知识图谱提供的结构化知识可帮助大语言模型聚焦专业领域核心内容;另一方面,面对庞杂的理论知识与工程实践脱节的难题,大语言模型基于知识图谱的精准知识调用,能动态生成贴合实际通信场景(如 5G 信号传输、光纤通信)的案例解析,让抽象理论具象化。研究显示^[12-14],两类技术的结合能够形成互补优势:

(1) 知识图谱为语言模型提供领域知识边界约束,避免通用模型因缺乏专业背景导致的“信息幻觉”。

(2) 语言模型基于图谱的结构化知识进行动态内容生成(如将香农定理关联至 5G 通信场景),显著提升教学资源的场景适配性。

这种“结构化解构—动态化生成”的协同机制,可有效破解通信原理课程中知识体系复杂、理论与实践脱节等教学痛点。

基于此,本研究构建了知识图谱—大语言模型双驱动框架(KG-LLM Education Framework),通过技术融合实现从知识表征到教学实施的闭环优化,为电子信息类专业课程改革提供可复用的方法论支撑。知识图谱与语言模型的双驱协同机制,本质上是结构化知识解构能力与动态语义生成能力的深度耦合。知识图谱通过本体论框架对领域知识进行层级化解构,构建具有明确

逻辑边界的概念网络,为语言模型提供生成约束与推理路径;大语言模型则通过语义解析挖掘交互数据潜在关联,动态优化知识节点权重分布与关系强度,实现知识网络渐进式演化。这种耦合机制形成闭环,知识图谱的刚性结构提供稳定性锚点,语言模型的柔性生成成为知识体系注入动态适应性,二者通过双向约束与反馈达成“结构不僵化,生成不越界”的均衡状态。

1.4 “理论-实践-思政”三维一体的教学改革

源于信息时代对复合型通信人才的迫切需求与国家高等教育“立德树人”根本任务的深度融合。传统教学模式面临理论抽象、实践脱节、价值引领缺失的困境,重构“理论为基、实践为翼、思政铸魂”的三维育人体系成为必然。

在实践层面,已有研究通过“知识-应用-创新”三阶段培养模式,强化校企协同^[15],或依托 Simulink 建模将实践贯穿教学全流程^[16],为理论与实践衔接提供参考。在思政层面,“全过程+迭代式”评价机制^[17]及“基本原理-前沿技术-思政元素”模块化设计^[18],推动了思政与专业知识的协同育人。通信原理课程开展三维融合,既是突破传统教学困境的选择,更是培养家国情怀与创新能力复合型人才的需求。

2 知识图谱和大语言模型双驱的“通信原理”教学框架构建

基于上述相关工作,为了解决“通信原理”课程实践中存在的问题,本文提出了一种基于知识图谱和大语言模型双驱的“理论-实践-思政”三维一体教学框架,旨在通过结构化解构与动态化生成的协同机制,构建系统智能的课程知识体系,以促进其学习和实践能力的提升。

2.1 课程教学目标

2.1.1 知识教学目标

(1) 目标 1:使学生理解通信系统的基本理论和工作原理,包括信号的产生、传输、接收以及处理过程。能够利用知识图谱探索并分析通信原理中的核心概念和相互关联,同时结合大语言模型的实时问答功能,识别和解决通信技术领域中的复杂工程问题。

(2) 目标 2:使学生掌握数字信号处理、调制解调技术和编码理论的应用方法。通过大语言模

型的交互式学习与知识图谱的体系化指引,能够掌握相关公式以及算法,从而对通信原理的相关理论知识有更深入的理解。

2.1.2 能力教学目标。

(1) 目标 1:使学生具有自主学习新技术和获取最新通信领域信息的能力。通过知识图谱构建系统知识框架,结合大语言模型的自然语言交互,鼓励学生独立寻找资源和解决问题,提高他们的自学能力和信息检索能力。

(2) 目标 2:使学生具有系统思考的能力,能站在系统的全局去看待通信技术问题、分析和解决问题。通过知识图谱的整体视角与大语言模型

的场景模拟功能,帮助学生理解复杂通信系统中各部分的相互作用及其对整体性能的影响。

2.2 课程内容知识图谱体系构建

为了提升“通信原理”课程的教学效果并解决现有教学中的问题,本文提出构建“知识图谱一大语言模型”双驱动的课程内容体系。该体系以知识图谱的结构化知识表征为核心,结合大语言模型的动态内容生成能力,形成“静态知识框架—动态知识拓展”的协同机制。其构建过程分为四个关键阶段,技术实现与底层逻辑如下:

2.2.1 构建目标与需求分析

本研究在教学过程中引入知识图谱的核心目

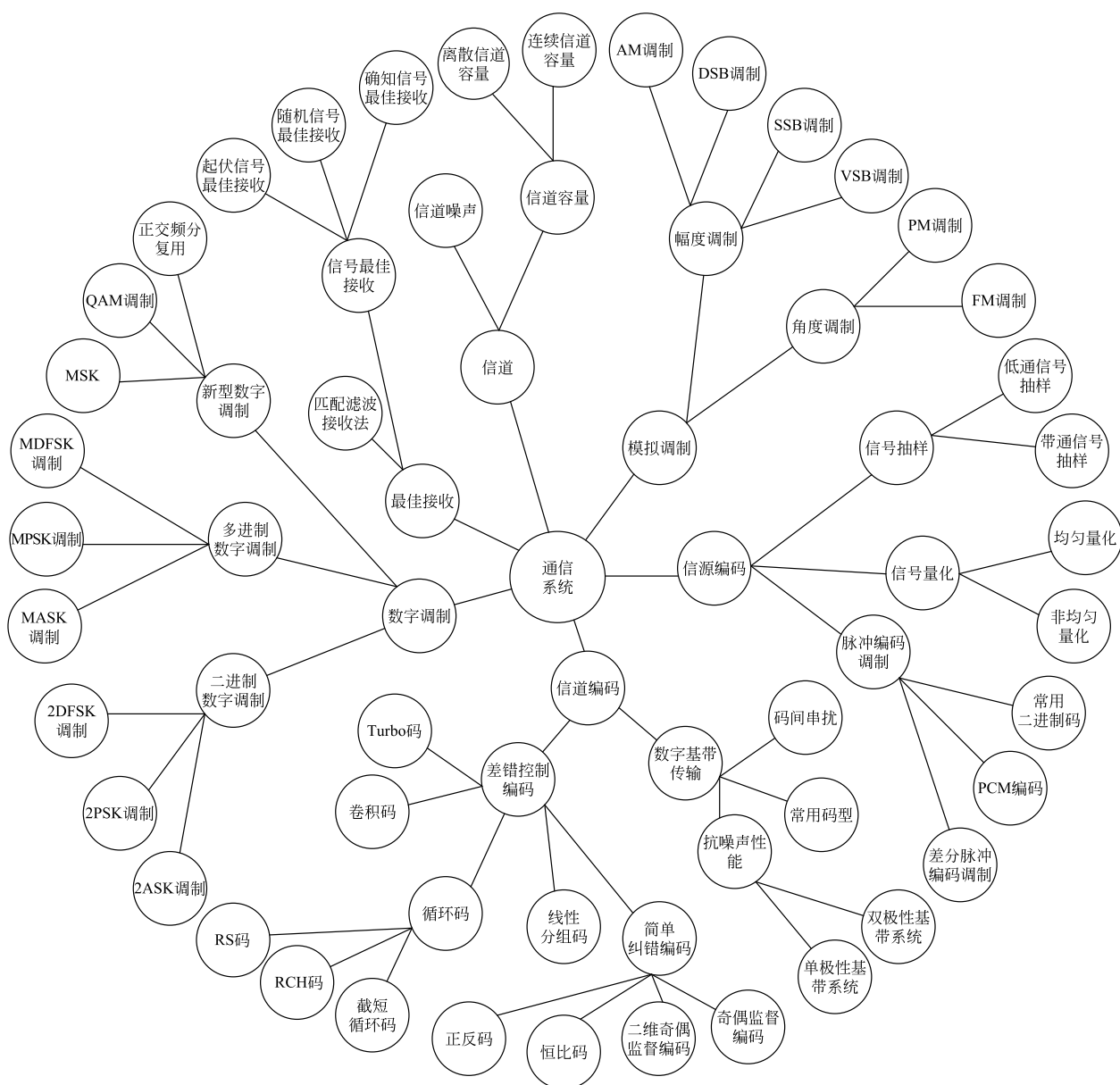


图1 通信原理知识图谱

标是实现“通信原理”课程知识的结构化与可视化关联,具体覆盖三方面需求:首先是理清核心知识间的层级关系,如概念“信道编码”中包含“差错控制编码”这一子概念;其次是支撑与大语言模型的协同交互,具体包括为大语言模型推理过程提供知识辅助以及边界约束。

2.2.2 技术平台与工具选择

本文中知识图谱的初步构建与可视化基于 Neo4j 图数据库^[15]实现,其作为开源图数据库工具,支持节点、关系和属性的灵活定义,能精准映射《通信原理》中概念间的复杂关联。具体构建流程可分为数据准备、模型设计、图谱入库、可视化配置四个环节。首先,在数据准备阶段通过总结教学大纲,通信领域权威教材形成结构化文本语料库;之后,在模型设计阶段为了更好地结合课程知识体系特点,我们通过查询语言对实体、关系和属性分别进行定义(具体定义规则在下一节进行详细介绍),从而得到三层本体模型;接下来,在图谱入库阶段通过批量导入工具将预处理后的数据加载至 Neo4j 数据库;然后,在可视化配置阶段通过自定义图谱中不同节点的大小比例直观呈现不同概念的层级关系。最后,为了确保初步提取的知识图谱的准确性,本文采取了人工校验模式,通过三位通信原理授课教师组成的教学团队对概念及之间关系的进行检查,尤其针对易混淆的专业术语进行优化修正,最终得到如图 1 所示的通信原理知识图谱。

2.2.3 知识图谱定义的底层逻辑

图谱的底层逻辑基于领域本体论框架构建,包含实体-关系-属性三层结构。具体来说,实体定义分为概念实体、公式实体以及技术实体三部分。由于概念实体为知识图谱的基础,由此图 1 所示的知识图谱仅包含关键概念实体,而公式实体和技术实体的定义为后续知识图谱扩展提供了前提基础。关系规则预设“包含”“因果”等 12 种关系类型,为实体间的连接提供了基础。属性约束的定义是为了避免重复概念节点的混淆,通过每个实体在“定义”“数学表达式”“案例”等属性中匹配最优结果,从而为每个实体创建唯一约束。

2.2.4 交互接口开发

为实现与大语言模型的协同交互,基于 Neo4j 构建的可视化知识图谱不仅支持传统的图谱查询功能,还整合大语言模型的对话接口。当学生在

课外自主学习时,可通过查询接口进行提问从而触发知识图谱的智能导航,例如输入“请解释 QAM 调制与 OFDM 技术的关系”,系统将自动定位相关节点,并由大语言模型生成结合当前知识图谱结构的解释说明。同时,构建更新接口接收教学过程中产生的新关联数据(如学生发现的 OFDM 与 MIMO 技术的协同应用),经教师审核后通过更新接口执行关系创建或权重调整,实现知识图谱的动态迭代。

2.3 知识图谱——大语言模型双驱动教学过程

在“通信原理”课程中,为了进一步提高教学质量和学生参与度,我们结合知识图谱——大语言模型开展了一种创新的交互式教学实践。通过整合知识图谱和大语言模型,本文构建了一个高度交互式的教学环境。知识图谱为通信原理的各个概念提供了详尽的视觉表达和关系网,而大语言模型则用于动态生成教学内容和响应学生的查询。

2.3.1 大语言模型技术路线

本研究以通用大语言模型 GPT-3 为基础,构建适配“通信原理”教学的应用体系。在模型构建阶段,重点通过提示工程细化角色指令设计:明确模型需以“通信原理课程授课教师”身份与学生开展交互,要求其输出内容需贴合课程大纲逻辑、符合专业术语规范,且能结合工程实例通俗解释抽象概念。同时,将从教材中提取的核心知识点所构成的知识图谱作为专属知识库,为模型提供领域知识支撑以及推理边界。通过搭建双向交互接口,知识图谱向大语言模型输出结构化知识约束;大语言模型则反馈教学过程中的交互数据(如学生高频疑问、易错知识点),驱动知识图谱动态更新,形成从知识输入到图谱迭代的完整闭环,有效解决通用模型专业知识输出泛化问题。

2.3.2 双驱动教学过程实践

本教学实践按照课前准备、概念映射、互动探索、技术重点分析、思政案例导入和课后自主学习六个环节展开。教学过程如图 2 所示,其中,在概念映射阶段,知识图谱为学生提供一个全面的通信原理知识结构,通过概念映射帮助学生构建基础知识架构。例如,在教学模拟调制技术时,学生可以通过知识图谱直观看到模拟调制的基本概念和分类,以及应用场景。此外,学生可利用大语言模型对知识图谱进行高效探索,从而进一步了解各种调制技术的优缺点以及它们在不同通信环境

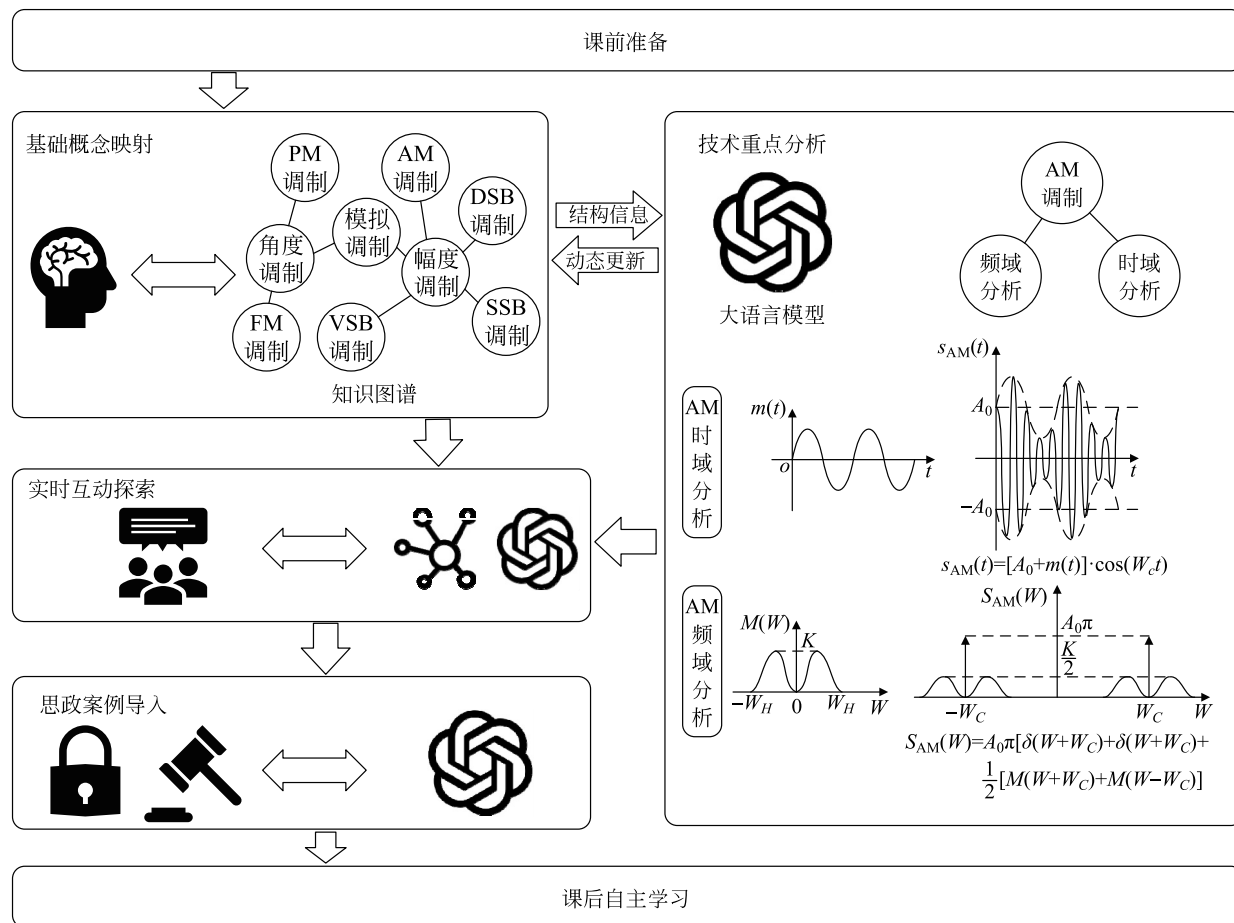


图 2 教学过程

下的应用,帮助其更好地组织学习内容,并提高理解效率。在技术重点分析阶段,基于知识图谱,大语言模型可以针对课程重难点生成更深层次的知识内容,例如,对不同调制技术进行时域和频域分析,以此对比和分析不同调制技术的性能,帮助学生增强对不同调制技术的理解。在互动探索阶段,大语言可以根据学生的前置知识和学习进度提供个性化解释,并结合知识图谱对学生问题进行回答,使答案更加具体和易于理解。

此外,借助大语言模型,该教学实践不仅提供了对通信技术概念的深入解析,还引入了与国家发展、社会责任相关的教学内容。在思政案例导入中,大语言模型能够提供相关历史事件、政策背景的详细信息,使学生在理解通信原理的同时也能理解和思考这些技术在现实世界中的重要影响。在设计交互式教学活动时,我们通过模拟场景和案例分析来考查学生的技术应用能力,并引导他们思考技术实施背后涉及的伦理和社会问

题。例如,在一个关于通信网络设计的项目中,学生需要考虑如何在提高网络效率的同时确保用户数据隐私和安全,而大语言模型可以为此提供相应法律法规、伦理标准等信息以帮助学生进行决策。

3 数据与分析

3.1 问卷调查准备

为了全面评估结合知识图谱和大语言模型的教学方法,本文进行了一系列访谈和问卷调查。这些调查主要围绕学生对这种创新教学方式的认可程度、使用情况以及对其教学效果的感受。通过这种方式,本文深入了解学生对于利用知识图谱和大语言模型辅助教学的看法,包括他们认为的优势、不足,以及对未来使用这些工具的意向。访谈和问卷围绕以下核心问题展开:

学生认为利用知识图谱和大语言模型进行通

信原理辅助教学有何优势和不足?

(1) 学生对利用知识图谱和大语言模型进行通信原理辅助教学持何种态度?

(2) 学生未来是否愿意继续使用知识图谱和大语言模型进行辅助教学?

(3) 学生对这种知识图谱和大语言模型辅助教学方法有哪些改进建议?

在问卷发布前,学生将进行为期五次课的课堂实验教学。具体流程如图3所示,首先,教师根据具体授课内容选择通信原理知识图谱子图发放给学生(如调制技术章节的核心概念关系网络)。之后,学生根据该子图利用大语言模型进行课前预习。然后,在教师完成课堂知识点讲授后,通过测试或互动确认学生是否理解教学内容:若学生未理解,则学生可自行利用大语言模型驱动的实时知识问答,基于知识图谱子图生成针对性解析;若学生已掌握,则学生可利用大语言模型进行课程思政导学融入,同时触发知识图谱的节点扩展,生成个性化子图。接着,教师将收集所有更新后的个性化子图,判断是否需要更新现有通信原理知识图谱。最后,通过大语言模型驱动课后复习环节,根据课堂表现数据生成个性化习题集,并整合扩展知识点形成进阶学习路径。最后,全流程产生的学生反馈数据(如高频误答问题、扩展知识采纳率)将反向输送到知识图谱,驱动图谱节点内容迭代更新(如优化“OFDM 频谱效率”与“多径衰落”的关联强度),最终形成闭环的知识图谱-大

语言模型双驱动教学工作流程。

3.2 数据结果

从调查结果来看,大多数学生对这种教学模式表示认可。调查涵盖了通信专业的125名学生和电子专业的95名学生,其中90%的学生认为知识图谱和大语言模型的图形化和交互式表达方式使得课程内容更加生动和形象,这不仅提高了他们的学习兴趣,而且有助于培养学生的逻辑思维能力。通过图形化的知识结构,学生可以更直观地理解复杂的通信原理,从而更有效地掌握课程内容。

同时,为验证知识图谱-大语言模型双驱动教学框架对学生知识掌握程度的提升效果,本研究选取近三年(2022—2024)通信原理课程期中考试信道容量、信道编码、信源编码三个核心知识点的平均成绩作为对照组基准。如表1所示,实验组在三个维度的成绩分别为9.46、14.32、13.99分(满分分别为10、15、15分),较2024年对照组分别提升3.6%、7.8%、15.5%。值得注意的是,在信源编码这一综合应用型知识点上,实验组成绩较近三年对照组均值(12.28分)提升13.9%,且显著优于传统教学模式下的年度波动区间(11.09~13.65分),表明双驱动框架通过知识图谱的结构化逻辑

表1 部分知识点成绩

	信道容量	信道编码	信源编码
双驱动教学	9.46	14.32	13.99
普通教学(2024年)	9.13	13.28	12.11
普通教学(2023年)	9.25	12.91	11.09
普通教学(2022年)	8.99	13.09	13.65

约束与大语言模型的动态生成能力协同作用,有效提升了学生解决复杂工程问题的能力。此外,学生们也表示,大语言模型作为一种互动工具,极大地提升了他们的学习动力,通过即时反馈机制,他们能够更快地理解和消化新知识。然而,尽管大部分反馈积极,仍有70%的学生指出,使用知识图谱和大语言模型在某些情况下会显得效率不高,尤其是在需要快速组织和表达相关知识内容时。学生们普遍反映,有时候这些工具在处理大量信息或复杂概念时,反应速度较慢,可能会影响学习节奏。

此外,91%的学生认为,这种教学方式在培养

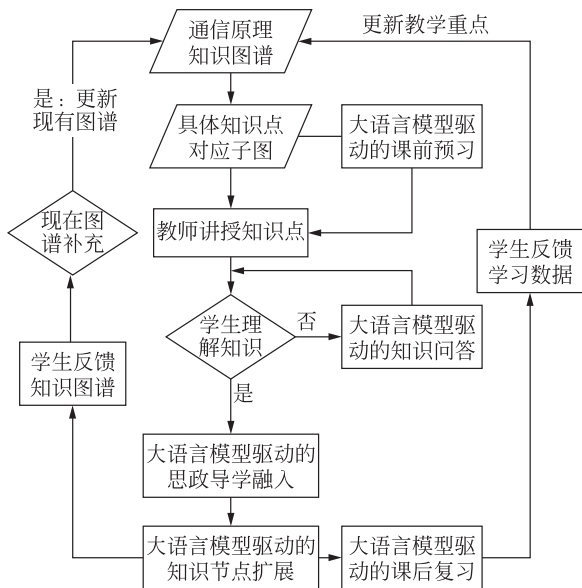


图3 具体教学工作流程

学生的思维能力和对课程整体结构及内容的理解上具有明显优势。学生们普遍表示,他们对这种教学方式持肯定态度,认为它有助于提高他们的学习效率和成绩。同时,他们也表达了在未来学习中愿意继续使用这些工具的意愿,尤其在时间充裕和考试压力较小的情况下。根据学生的反馈,我们认识到了结合知识图谱和大语言模型的教学方法在提高学生学习成效和改善学习体验方面的潜力。未来,我们计划根据学生的反馈继续优化这种教学策略,尤其是提高工具的响应速度和信息处理能力,以进一步提升教学质量和学生满意度。总之,这种基于先进技术的教学方法为传统教育模式带来了创新的可能,展示了教育技术在促进学生深度学习和理解复杂概念中的重要作用。

4 结语

本文通过构建“知识图谱—大语言模型”双驱动框架,在“通信原理”课程中实现了从知识体系构建到教学实施的闭环优化。知识图谱通过结构化表征技术,系统化解构了通信原理课程中抽象概念间的复杂关联,为学生提供了全局性认知框架;而大语言模型基于自然语言交互能力,动态生成个性化教学案例与实时反馈,显著提升了教学资源的场景适配性与互动深度。二者的协同作用形成了“静态知识框架—动态知识拓展”的融合机制,有效破解了传统教学中知识碎片化、理论与实践脱节的痛点。实践表明,这种双驱模式不仅提升了学生对香农定理、数字调制等复杂理论的理解效率,更通过大语言模型的智能问答与案例生成功能,培养了学生解决 5G 通信系统设计等实际工程问题的能力。值得注意的是,思政教育元素的有机融入使学生在掌握专业技术的同时,深化了对通信技术社会价值的认知。未来研究将聚焦于双驱框架在电子信息类专业群的推广适配性,并探索基于知识图谱约束的大语言模型微调策略,以进一步提升教学交互的精准度与可靠性。本研究为新一代信息技术赋能工程教育改革提供了可复用的方法论支撑。

参 考 文 献

- [1] 吴莉莉,李宝方,樊彩霞,等. 通信原理课程思政教学探索与实践[J]. 高教学刊, 2024, 10(22): 192-196.
- [2] 周慧,赵盛萍,赵海茹,等. 通信原理课程教学之我见[J]. 西部素质教育, 2017, 3(16): 203.
- [3] 何凯,陈湛,孔维广,等. 基于知识图谱重构的“一体两翼”模块化教学实践——以 C 语言程序设计课程为例[J]. 软件导刊, 2024, 23(1): 215-220.
- [4] ZOU X, LIN H, WU J, et al. The modular teaching practice of “one body and two wings” based on knowledge graph reconstruction: A case study of C language programming course[J]. Software Guide, 2024, 23(1): 215-220. (in Chinese)
- [5] ZOU X, LIN H, WU J, et al. Constructing a Knowledge Graph for the Database Course Group via Deep Learning [C]. International Conference on Educational and Information Technology, 2024: 334-339.
- [6] QIN Y, CAO H, XUE L. Research and Application of Knowledge Graph in Teaching: Take the database course as an example [C]. Journal of Physics: Conference Series. Bristol: IOP Publishing, 2020. 012127.
- [7] 丁国富,王淑营,马术文,等. 基于知识图谱的产教融合课程体系建设模式探索[J]. 高等工程教育研究, 2024(2): 79-83,90.
- [8] DING G F, WANG S Y, MA S W, et al. Exploration of Construction Model for Industry-Education Integration Curriculum System Based on Knowledge Graph[J]. Higher Engineering Education Studies, 2024(2): 79-83, 90. (in Chinese)
- [9] 谢幼如,陆怡,彭志扬,等. 知识图谱赋能高校课程“教—学—评”一体化的探究[J]. 中国电化教育, 2024(12): 1-7.
- [10] XIE Y R, LV Y, PENG Z Y, et al. Inquiry on the Integration of “Teaching-Learning-Evaluating” of College Courses Empowered by Knowledge Graph[J]. China Educational Technology, 2024(12): 1-7. (in Chinese)
- [11] 刘晖,任曼,寇丽圆,等. ChatGPT 对医学临床实践教学的影响与思考[J]. 中国医学教育技术, 2024, 38(4): 389-393.
- [12] LIU H, REN M, KOU L Y, et al. Impact and thinking of ChatGPT on medical clinical practice teaching [J]. China Medical Education Technology, 2024, 38(4): 389-393. (in Chinese)
- [13] 刘江,章晓庆,巫晓,等. “ChatGPT+”驱动的课程教学创新设计——以南方科技大学多媒体信息处理课程为例[J]. 软件导刊, 2024, 23(2): 172-176.
- [14] LIU J, ZHANG X Q, WU X, et al. ChatGPT+-Driven In-

- novative Design for Course Teaching[J]. Software Guide, 2024, 23(2): 172-176. (in Chinese)
- [10] 嵇圣础, 李新路. 大语言模型赋能高校智能化教学——以数据库原理与应用课程为例[J]. 电脑知识与技术, 2024, 20(16): 23-25.
- JI S K, LI X L. Empowering Intelligent Teaching in Higher Education with Large Language Models: A Case Study of Database Principles and Applications Course[J]. Computer Knowledge and Technology, 2024, 20(16): 23-25. (in Chinese)
- [11] 褚乐阳, 王浩, 陈向东. 面向大语言模型的青少年人工智能教育[J]. 中国电化教育, 2024(4): 32-44.
- CHU L Y, WANG H, CHEN X D. AI Education for Young Learners with a Focus on Large Language Models[J]. China Educational Technology, 2024(4): 32-44. (in Chinese)
- [12] 刘红玉, 廉文媛, 陈余彦. 基于知识图谱的 ChatGPT 研究热点与趋势展望[J]. 科技管理研究, 2024, 44(7): 135-141.
- LIU H Y, LIAN W Y, CHEN Y Y. Research Hotspots and Trends of ChatGPT Based on Knowledge Graph[J]. Science and Technology Management Research, 2024, 44(7): 135-141. (in Chinese)
- [13] 张坤丽, 王影, 付文慧, 等. 大语言模型驱动下知识图谱的构建及应用综述[J/OL]. 郑州大学学报(理学版), 1-9 [2025-04-23].
- ZHANG K L, WANG Y, FUI W H, et al. A Survey on the Construction and Application of Knowledge Graphs Driven by Large Language Models[J/OL]. J. Zhengzhou Univ. (Nat. Sci. Ed.), 1-9 [2025-04-23]. (in Chinese)
- [14] 曹荣荣, 柳林, 于艳东, 等. 融合知识图谱的大语言模型研究综述[J/OL]. 计算机应用研究, 1-14 [2025-04-23].
- CAO R R, LIU L, YU Y D, et al. Review of large language models integrating knowledge graph[J/OL]. Application Research of Computers, 1-14 [2025-04-23]. (in Chinese)
- [15] 王大伟, 宫予涵, 闵令通. 新工科视域下信息与通信工程拔尖人才培养模式探索与实践[J]. 高教学刊, 2024, 10(8): 161-164.
- WANG D W, GONG Y H, MIN L T. Exploration and Practice of Talents Cultivation Model for Information and Communication Engineering under the Perspective of New Engineering Disciplines[J]. Journal of Higher Education, 2024, 10(8): 161-164. (in Chinese)
- [16] 梁源, 鞠明, 王猛, 等. 通信原理课程全程实践贯穿式教学方法探索[J]. 中国现代教育装备, 2023(23): 164-166, 179.
- LIANG Y, JU M, WANG M, et al. Exploration of the Whole Process Practical and Penetrating Teaching Method of Communication Principle Course[J]. China Modern Educational Equipment, 2023(23): 164-166, 179. (in Chinese)
- [17] 邓娜, 孙怡, 李明, 等. 通信原理课程嵌入式思政教学探索与实践[J]. 高教学刊, 2025, 11(11): 116-119.
- DENG N, SUN Y, LI M, et al. Exploration and Practice of Embedded Ideological and Political Education in Communication Principles Course[J]. Journal of Higher Education, 2025, 11(11): 116-119. (in Chinese)
- [18] 宋毅, 杨裕翠, 王晖. 课程思政背景下“通信原理”课程教学改革实践探索[J]. 工业和信息化教育, 2024(3): 71-74, 79.
- SONG Y, YANG Y C, WANG H. Exploration of Teaching Reform Practices in the Course “Principles of Communication” under the Background of Ideological and Political Education in Curriculum[J]. Industry and Information Technology Education, 2024(3): 71-74, 79. (in Chinese)
- [19] 周丽霞, 赵建平, 陈昭宇. 基于 Neo4j 的知识产权课程图谱构建研究[J]. 黑龙江教育(高教研究与评估), 2024(9): 71-74.
- ZHOU L X, ZHAO J P, CHEN Z Y. Research on the Construction of Intellectual Property Course Mapping Based on Neo4j[J]. Heilongjiang Education (Research and Evaluation of Higher Education), 2024(9): 71-74. (in Chinese)