

AI赋能下大学物理基础 - 思政 - 工程应用三维知识图谱构建

宫晨

吉林建筑大学, 中国·吉林 长春 130018

摘要: 新一轮高等教育数字化转型中, 人工智能技术快速发展, 大学物理课程亟须重构知识体系与创新教学模式。传统教学围绕理论知识传授展开, 内容结构分散, 难以呈现知识关联, 也无法将思政教育与工程实践有机融合。人工智能支持下的知识图谱技术为课程重构开辟了新方向。本文梳理大学物理基础、思政、工程应用三类内容, 探索依托 AI 搭建三维知识图谱的具体方式, 剖析其在整合课程资源、梳理教学路径、服务学习活动中的作用。通过对知识节点结构化整理与语义关联建模, 可构建多层次知识网络, 使物理理论、价值引领与工程案例形成系统化连接。三维知识图谱能推动课程系统整合, 优化教学资源组织效率, 为个性化学习与智能教学提供支撑, 对大学物理课程改革与课程思政建设发挥正向作用。

关键词: 人工智能; 大学物理; 知识图谱; 课程思政; 工程应用

Construction of a Three-Dimensional Knowledge Graph of College Physics Foundation, Ideological and Political Education, and Engineering Application Empowered by AI

Gong Chen

Jilin Jianzhu University, China Jilin Changchun 130018

Abstract: In the new round of digital transformation in higher education, artificial intelligence (AI) technology is developing rapidly, and the university physics course urgently needs to reconstruct its knowledge system and innovate its teaching mode. Traditional teaching focuses on the imparting of theoretical knowledge, with a scattered content structure that makes it difficult to present the connections between knowledge and integrate ideological and political education with engineering practice organically. The knowledge graph technology supported by AI opens up a new direction for course reconstruction. This paper sorts out the basic physics, ideological and political, and engineering application contents of the university physics course, explores the specific ways to build a three-dimensional knowledge graph based on AI, and analyzes its role in integrating course resources, sorting out teaching paths, and serving learning activities. Through the structured organization of knowledge nodes and semantic association modeling, a multi-level knowledge network can be constructed, enabling systematic connections between physical theories, value guidance, and engineering cases. The three-dimensional knowledge graph can promote the systematic integration of the course, optimize the organization efficiency of teaching resources, provide support for personalized learning and intelligent teaching, and play a positive role in the reform of the university physics course and the construction of ideological and political education in the course.

Keywords: Artificial intelligence; University physics; Knowledge graph; Ideological and political education in the course; Engineering application

0 引言

在高等教育体系中, 大学物理课程占据着基础性、支撑性的关键地位。其内容横跨力学、电磁学、光学及近代物理等多个领域, 是理工科学生认识自然基本规律、掌握现代工程原理的核心基石。然而, 审视长期的教学实践, 大学物理的课程结构多以经典的知识模块划分, 不同章节之间往往缺乏紧密的逻辑衔接, 难以构建起融会贯通的整

体知识框架。与此同时, 随着“课程思政”理念在高校的全面融入, 如何在专业课程教学中潜移默化地传递科学精神、培育家国情怀、塑造工程伦理与责任意识, 已成为课程建设必须回应的时代命题。此外, 现代工程技术的飞速发展, 对人才的跨学科知识整合能力提出了前所未有的高要求。传统的、以理论知识为单一维度的课程结构, 已无法满足培养高素质、创新型工程人才的现实需求。因此,

本文旨在深入分析大学物理课程的特点,对融合“基础—思政—工程”三维知识图谱的构建思路进行系统梳理,并探讨其在教学实践中的应用价值,以期为高校物理课程的数字化改革与内涵式发展提供具有参考价值的方向与路径。

1 大学物理课程知识体系重构的现实需求与时代呼唤

1.1 传统大学物理课程知识结构的局限性

传统大学物理多采用章节式结构,按力学、电磁学、光学、近代物理等模块编排。这种线性结构虽具有一定系统性,但模块间关联不足,学生常将各部分知识视为孤立内容,难以搭建整体认知框架。教学过程中,教师依教材顺序讲授,课堂围绕公式推导与习题训练展开,虽能保障基础知识掌握,却无法呈现物理学在现代科技中的应用价值,学生对物理原理在工程技术中的具体作用缺乏认识,课程内容与社会发展、科技创新的连接不够紧密。新工科建设对人才培养提出更高要求,学生需兼具理论基础、工程实践意识与跨学科思维能力,传统知识结构已难以满足需求,重构开放度更高、关联性更强的课程知识模式势在必行。

1.2 课程思政与工程实践深度融合的时代要求

近年来高等教育强化课程思政建设,要求专业课程发挥价值引领作用。物理学发展历程蕴含大量科学精神与创新思想,如求真精神、探索精神、严谨治学态度等,对培育学生科学素养具有不可替代的作用。但现实教学中,思政元素多呈零散状态,如简单提及科学家故事或科技成果,缺乏系统设计,学生难以将之与专业知识建立关联,影响育人效果。唯有将科学精神融入物理知识体系,才能建立有深度的课程思政模式。同时,工程领域技术发展需要物理原理支撑,如通信技术、材料科学、新能源等领域皆源于对物理规律的运用。在教学中引入工程应用案例,可强化课程对接现实产业的属性,让学生感知知识如何转化为技术。将理论知识、思政元素与工程案例有效整合,是新时代课程建设的内在要求。

1.3 人工智能技术推动课程知识结构升级

人工智能技术的发展为教育带来新工具。知识图谱技术可通过语义网络呈现复杂知识结构,将课程知识拆解为独立节点,搭建关系链接,生成兼具层级结构与关联结构的知识网络。大学物理引入知识图谱,可把分散知识点整合为结构化模式。某一物理定律可关联其理论推导、工程应用及科学史背景,学生学习时可依托知识网络梳理不同内容间的联系,建立完整认知框架。AI系统可借助知识图

谱为学生推送个性化学习路径,结合学习状态匹配资源,使教学活动脱离单向传递,转向智能化自主学习,提高教学效率,优化学习体验。

2 三维知识图谱的顶层设计与结构层次

2.1 物理基础知识层: 构筑核心理论框架

在三维知识图谱中,物理基础知识层是整个结构的核心与基石,支撑着思政层和工程应用层的运行。该层系统收纳大学物理课程的基本概念、基本定律、重要公式及核心理论模型,涵盖从牛顿运动定律、电磁场理论到波动光学原理、量子力学基础等内容,构成学生理解自然规律、进行科学探究与工程实践的理论依托。

构建该层首要步骤是全面梳理课程内容,将知识点拆解、归类、提炼,形成清晰完备的知识节点集合。每个节点需标注概念定义、理论来源、适用范围和前提条件,确保知识表达的准确完整。同时重点梳理知识点间的逻辑关系,包括因果关联、推导路径、层级归属及应用方向,使知识网络呈现清晰、系统、逻辑自洽的形态。

具体构建时,每个知识点需标准化描述,标注所属领域及层级位置。以力学为例,可将“牛顿第二定律”作为核心节点,与“加速度”“力”等基础概念连接,并将“动量守恒定律”与“碰撞过程分析”“火箭推进原理”等应用节点关联,形成自上而下的知识结构。此外需关注不同知识模块的横向联系,如电磁学中的“电磁波传播”与光学中的“光波理论”存在共同物理本质,建立跨模块连接有助于学生理解理论统一性。

最终通过可视化技术直观展示知识关系,呈现从经典力学到现代物理的发展脉络。数字化平台上,学生点击节点即可获得公式推导、实验案例等多媒体资源,实现多维学习。这种结构化组织方式既帮助学生建立系统知识框架,也为教师教学设计与学情分析提供精准参考。

2.2 思政元素知识层: 实现价值引领有机融入

三维知识图谱中的思政元素知识层,主要承担价值引领和科学精神培育的核心功能。该层内容广泛来源于科学家感人事迹、科技发展史及国家重大科技成就。例如,讲解力学与航天时可关联钱学森冲破阻力回国奠基航天事业的爱国情怀;讲述核物理时可关联邓稼先隐姓埋名投身“两弹一星”的奉献精神;介绍光学应用时可关联屠呦呦艰苦探索发现青蒿素的创新品质。将这些闪耀人性光辉与科学精神的内容与物理知识节点关联,让学生在学习理论公式时能同步感知科学发展的历史温度,实现知识学习与价值引领的深度融合。

在知识图谱建设阶段,思政元素可依托特定关系标签与物理知识节点建立精确连接。关系类型可包括“价值引领”(关联科学家精神品质)、“科学精神”(关联探索求真内涵)、“历史背景”(关联理论发现历程)、“家国情怀”(关联我国科技突破)等。通过这种语义关联,学生学习任一物理知识点时,系统可同步推荐相关的科学故事或科技成就案例,拓展学习深度。如讲解麦克斯韦方程组时,可关联麦克斯韦的科学贡献、赫兹的实验探索,并延伸至电磁理论在5G通信、卫星导航等领域的应用,以及我国在这些领域的跨越式发展。

将我国重大科技成就融入物理学习,是激发学生民族自豪感的有效途径。讲解航天时可介绍载人航天“三步走”战略与“天问一号”壮举;学习光学时可结合“墨子号”量子通信与激光核聚变成果。这些鲜活内容帮助学生认识基础研究与国家发展的紧密关联,升腾科技报国的使命感。关键在于思政融入须契合知识逻辑,做到“盐溶于水”,借助知识图谱使思政内容成为知识体系的有机部分。

建立思政元素知识层,使大学物理在知识传授外更有效发挥价值引领作用。学生在知识图谱探索中不断接触科学家精神光芒,理解科技发展的社会意义,逐步内化正确的科学观与价值观。物理基础层与思政层通过知识图谱有机结合,构建起知识传授与价值引领同向同行的三维育人体系,为培养具有科学素养、社会责任感和家国情怀的新时代人才提供坚实支撑。

3 工程应用知识层的构建与应用路径

3.1 典型工程案例的精准知识映射

工程应用知识层的建立,核心在于围绕现代科技与工程技术中的典型案例,完成从抽象物理理论到具体工程实践的精准知识映射。新能源汽车、高速磁浮列车、5G/6G通信系统、激光精密加工、智能传感网络等,都是当代科技发展中极具代表性的工程应用场景。这些鲜活的工程案例,既是物理理论在现实世界中应用价值的集中体现,也为学生理解抽象知识搭建了生动、具体的学习情境。在知识图谱中,将这些工程案例设置为独立的“应用节点”,并通过“应用了”“体现了”“延伸了”等关系链接,与相应的物理理论知识精准关联,能有效帮助学生从实际应用的角度逆向理解物理概念,增强学习的现实感、目的性和探究欲。

以电磁学内容为例,作为核心理论知识的“电磁感应原理”,可以向下延伸连接至发电机、电动机、变压器等经典工程设备。更进一步,可以关联到当代更具代表性的

应用,如电动汽车的驱动系统、手机的无线充电技术、电磁感应加热设备等。在知识图谱的结构中,“法拉第电磁感应定律”作为理论知识节点存在,它可以通过“驱动原理”关系链接到“电动汽车永磁同步电机”这个应用节点。点击该应用节点,学生不仅可以回顾电磁感应定律的公式,还可以学习电机的结构组成、工作原理、能量转换效率分析,甚至了解矢量控制等先进控制策略。通过这种层层递进的学习路径,学生不仅掌握了物理原理的基本概念,更能清晰地认识到该原理在复杂工程技术系统中是如何被巧妙地应用、优化和集成的,从而极大地拓展了对知识应用价值的认知范围。围绕这些工程案例展开讨论和分析,可以有效唤起学生参与科技创新、投身工程设计的浓厚兴趣,帮助他们从学生时代起就建立起初步的工程意识和基本的技术理解能力。

3.2 跨学科知识关联的立体网络构建

现代工程问题的显著特征是高度综合性,任何复杂工程系统的实现都必然涉及多学科领域知识的交叉融合。以新能源汽车技术为例,其核心不仅是电磁学,还深刻依赖材料科学(高能量密度电池)、机械工程(底盘与车身结构)、控制工程(整车控制器)、化学工程(电池管理系统)及信息技术(车联网与智能座舱)等多个学科。因此,在知识图谱构建中必须建立强大的跨学科知识关联机制,以物理核心概念为基础向外延伸,整合其他学科知识,形成结构完整、层次清晰的综合知识网络。

具体设计时,可以物理学核心概念为“锚点”,搭建通往其他学科的“知识桥梁”。例如,在电磁学的“超导现象”知识节点下方,除关联其物理原理(零电阻、完全抗磁性)外,还可接入材料科学领域的“高温超导材料”制备技术,电子工程领域的“超导量子干涉仪”应用,以及能源领域的“超导储能系统”和“托卡马克”磁约束装置。依托这种结构化关联,学生能清晰地看到纯粹的物理现象如何与材料、电子、能源等多个工程领域产生深刻联系,从而理解科学技术发展的高度综合性与交叉性特征。跨学科关联机制的建立,有助于学生在学习过程中逐步打破学科壁垒,形成系统化知识结构,学会从整体论角度认识和解决复杂科学工程问题。

这种跨学科知识网络不仅服务于学生个体知识整合能力的提升,也为教师开展跨学科项目式教学提供了坚实的资源基础。教师可依托知识图谱中预设的跨学科关联,设计综合性学习任务或研究课题。例如,以“设计更高效的无线充电系统”为项目目标,引导学生调动电磁学(谐振

耦合原理)、电路知识(整流滤波电路设计)、材料科学(磁性材料选择)、控制理论(频率跟踪与功率控制)等多学科知识,共同分析问题、提出方案并进行验证。学生在亲身实践中,能够深切感受不同学科知识相互配合、共同解决实际问题的魅力,从而培养未来工程师必备的系统思维和跨界创新能力。

3.3 工程实践能力的渐进式培养路径

在知识图谱中系统加入工程应用节点,极大丰富了课程内容结构,为学生从理论学习走向工程实践梳理出清晰的学习路径。传统物理教学往往止步于理论讲解和习题演练,而依托知识图谱,学生可根据自身兴趣和进度,沿着预设的“理论—应用—实践”路径,逐步接触与理论关联的工程案例,并参与虚拟仿真实验或动手实践,完成“理论学习—案例理解—模拟验证—实践应用”的递进式学习闭环。

以电磁学中“LC 振荡电路”学习为例,学生掌握基本原理后,知识图谱系统可自动推送匹配的实践内容。初级阶段推送制作简易无线电能发射与接收装置的虚拟仿真实验,让学生在模拟环境中观察波形变化、验证理论计算;进阶阶段推送拆解分析无线充电鼠标垫的工程案例,引导学生理解实际产品中的电路设计、线圈优化和屏蔽措施;对于学有余力的学生,进一步引入工程设计任务,如“设计制作可为手机应急充电的简易无线充电装置”,鼓励学生整合多学科知识亲自动手实践,完成从方案设计、元件选型、电路调试到性能测试的全过程。学生通过由浅入深的实践活动,在“做中学”验证理论知识,加深概念理解,逐步养成实验设计、数据分析、动手操作及团队协作能力,最终建立系统的工程实践素养。

知识图谱可根据学习内容复杂程度搭建分层次学习阶梯:基础层设置以验证理论为主的经典实验项目;进阶层引入以分析系统为主的综合性工程案例;高阶层设计以解决开放问题为主的工程设计挑战。学生沿递进路径学习,既能深化物理理论理解,又在解决真实问题过程中锻炼工程思维、批判性思维 and 创新能力,为从事复杂工程技术工作奠定实践基础。

通过梳理典型工程案例的知识映射机制、构建跨学科知识关联网络、设计渐进式实践培养路径,可使知识图谱发挥更大实践指导价值。以工程应用为导向重构的知识结构,能帮助学生深刻理解理论与实践辩证关系,有效提高综合分析及解决问题能力,为培养具备创新意识、系统思维和卓越工程素养的高素质人才铺平道路。

4 三维知识图谱在智慧教学中的创新应用模式

4.1 智能化教学资源的动态组织与管理

在信息技术持续发展的今天,教学资源数量与形式呈现指数级增长。然而,在缺乏科学的组织方式时,海量资源反而成为教师和学生的负担,“资源迷航”和“信息过载”导致查找难度大、内容分散等问题严重制约了资源的有效利用。知识图谱作为一种结构化的知识表示方式,其核心优势在于通过建立知识节点之间的语义关联,将原本孤立分散的教材内容、实验资源、在线课程、文献资料、工程案例等多元资源有机整合,形成脉络清晰、便于导航的“知识资源网络”。

教学实践中,教师可依托课程标准和教材内容,首先完成核心知识节点的拆解与归类。随后,通过知识图谱将不同知识点之间的逻辑关系(如包含、先后、并列、应用等)以可视化方式呈现。在此基础上,将所有相关教学资源——包括 PPT 课件、教学视频、仿真实验程序、拓展阅读材料、习题库、工程案例文档等——都“挂载”到相应的知识节点上。例如,在“光的干涉”节点下,可聚合讲解视频、杨氏双缝干涉虚拟仿真实验、光学镀膜应用案例及相关练习题。教师进行教学设计时,能直观掌握课程知识框架与资源分布,避免内容重复或遗漏,并根据教学目标快速筛选组合最适合的教学资源,形成高质量教学方案。

对学生而言,知识图谱帮助他们理清知识点之间的内在关联,将碎片化信息内化为系统化的认知结构。依托数字化平台,学生点击任一知识节点,即可获得围绕该节点组织的形式多样的学习资源,极大提升学习效率。知识图谱的应用不仅提高了教学资源的组织效率和利用水平,更推动了不同来源、形态资源之间的价值连接与共享,使教学内容形成完整、动态、智能化的生态系统,为个性化、深层次学习提供强有力支撑。

4.2 个性化学习路径的智能规划与推荐

传统班级授课制下,教学内容按统一大纲和进度推进,难以兼顾学生个体差异。学生的学习基础、认知速度、兴趣方向各不相同,对知识的需求千差万别,需要更具适应性的学习支持方式。借助知识图谱搭建的智能化学习系统,可利用大数据分析技术实时记录和分析学生学习行为与路径,结合其知识掌握状态,精准推送适宜的学习内容,真正实现因材施教的教育理想。

学生在智能平台学习时,系统全程跟踪学习轨迹,记录学习时长、答题正确率、视频观看完成度等行为数据。通过深度挖掘,系统将学习状态精准映射到知识图谱各节

点,清晰勾勒出学生已掌握、未理解或存在混淆的知识点。依托这一精准“学情画像”,系统自动启动智能推荐引擎,推送个性化学习资源。例如,若判断学生在“热力学第二定律”上存在困难,会自动推荐精讲微课、针对性练习题及解释“熵”概念的科普文章;若学生在“光的偏振”节点表现出兴趣,则推送液晶显示、3D电影等延伸阅读材料。学生可据此高效查漏补缺、定向拓展,使学习过程更具针对性。

知识图谱不仅用于诊断,更能规划清晰学习路径。通过可视化知识网络,学生可直观观察知识点依赖关系,明确学习顺序,科学规划进度与方向。完成节点学习并通过测试后,系统结合学习表现和教学目标,智能推送下一阶段内容,确保学习连贯递进,形成从“学会”到“会学”的完整闭环,有效提升学习效能。

面向教师,知识图谱系统可输出班级整体与个体学情数据报告,直观展示知识点掌握热力图、普遍学习困难点及个体进度差异。教师可据此动态调整教学策略,对高频易错点集中讲解,为困难学生设计辅导,为学有余力者提供挑战性任务。这种模式精准贴合每个学生的学习需求,将“因材施教”教育理想在现代技术支撑下变为现实。借助知识图谱搭建的个性化学习支持机制,帮助学生匹配契合自身特点的学习路径,提高学习效率,推动自主学习能力发展,为现代教育教学注入强大智能化动力,开创智慧教育新范式。

5 结语

人工智能技术发展为高等教育课程创新打开全新空间。依托“大学物理基础—思政—工程应用”三维知识图谱,可将分散课程内容整合为统一整体,理论知识、价值引导、工程实践形成互相支撑的知识网络。这套课程结构提高知识组织效率,帮助学生搭建完整认知模式。随着AI技术持续推进,知识图谱可在教学资源管理、智能学习支持、课程评价等方向发挥更大作用。未来完善知识节点结构与教学应用模式,可推动大学物理课程向数字化、智能化延伸,支撑培养具有创新能力与责任感的高素质工程人才。

参考文献:

[1] 王新绍.从“解题”到“建构”:论复旦大学物理学

系“物理拾贝”原创题目对物理建模和创新思维能力的考查与启示——以第1、4、5、8题为例[J].物理教师,2025,46(S1):52-55.

[2] 高太梅.细推物理须行乐何须浮名绊此身——记复旦大学物理学系孙鑫院士[J].复旦学报(自然科学版),2025,64(03):239-242.DOI:10.15943/j.cnki.fdxb-jns.2025.03.002.

[3] 徐艳茹,郑润廷,刘继安.世界一流大学基础学科博士生培养的组织模式与协同模式——以巴黎萨克雷大学物理学为例[J].大学与学科,2025,6(02):56-67.

[4] 张闻,谢更好.探路光学世界勇攀创新高峰——记复旦大学物理学系教授陶镇生[J].科学中国人,2024,(03):44-46.

[5] 宁夏大学物理学介绍[J].宁夏大学学报(自然科学版),2023,44(02):96+201.

[6] 黎远鹏,孙小军,王广英等.大学物理学专业课程思政的融合——以《光学》课程思政教学为例[J].广西物理,2023,44(02):179-184.

[7] 周聪华,杨兵初,彭政等.强化过程考核,提升大学物理学教学质量[J].物理与工程,2022,32(05):81-86.

[8] 魏其濛.复旦大学物理学系党委:全员育人传承科研报国之志[N].中国青年报,2022-07-13(002).DOI:10.38302/n.cnki.nzgn.2022.002455.

[9] 马艳梅,段彬.大学物理学PBL混合式教学模式探索[J].大学物理实验,2021,34(04):113-115.DOI:10.14139/j.cnki.cn22-1228.2021.04.025.

[10] 冯伟.“新工科”背景下的大学物理学课程思考[J].现代职业教育,2020,(32):214-215.

基金项目:研究课题:吉林省教育科学“十四五”规划2024年度重点课题“大学物理课程与思政相融合的研究”(ZD14119);吉林建筑大学教育科学规划课题“AI赋能的大学物理课程三维知识图谱的构建”(XYB202510)。

作者简介:官晨(1988.01-),女,汉族,吉林省吉林市人,博士研究生,讲师,研究方向:主要从事物理教学相关研究工作。