

知识图谱驱动普通物理课程建设

刘祥, 王明超, 杨雄

中国民航大学, 天津 300300

DOI: 10.61369/ETR.2026250043

摘 要 : 随着信息技术的不断发展, 将数智化教育引入本科课堂, 成为了提升学生学习质量、培养自主探索的学习习惯的新途径。本文结合《普通物理》课程教学过程中遇到的问题, 探索了知识图谱在教学环节中的应用。课程团队基于教育部课程教学基本要求和学校人才培养定位, 构建了包含章节—主题—概念三级结构的课程知识图谱。以知识图谱为核心的数字化教学路径, 有效回答了大班教学、多专业背景下因材施教的难题, 为新工科时代公共基础课的高质量发展提供了兼具行业特色、育人深度与技术可行性的范式。

关 键 词 : 知识图谱; 人工智能; 教育数字化; 智慧教育

Knowledge Graph-Driven Construction of General Physics Courses

Liu Xiang, Wang Mingchao, Yang Xiong

Civil Aviation University of China, Tianjin 300300

Abstract : With the continuous development of information technology, the introduction of digital-intelligent education into undergraduate classrooms has become a new approach to improve students' learning quality and cultivate the learning habit of independent exploration. Combining the problems encountered in the teaching process of the General Physics course, this paper explores the application of knowledge graphs in teaching links. Based on the basic requirements of curriculum teaching issued by the Ministry of Education and the school's talent training orientation, the course team has constructed a curriculum knowledge graph with a three-level structure of chapter-theme-concept. The digital teaching path centered on knowledge graphs has effectively addressed the dilemma of teaching students in accordance with their aptitude under the conditions of large-class teaching and multi-major backgrounds, and provided a paradigm with industry characteristics, educational depth and technical feasibility for the high-quality development of public basic courses in the new engineering era.

Keywords : knowledge graph; artificial intelligence; educational digitization; smart education

近年来信息技术快速发展, 不同的在线平台提供的混合式教学工具, 打破了过往课堂的模式, 学生学习的方式也随之发生变化。教育数字是当代教育发展的必然趋势, 将催生新的教育场景和教育形式, 带来教育理念、教学模式、教育治理等方面的深刻变革^[1]。随着最近人工智能等技术的兴起, 高等教育在数字力量的驱动下在不断发展。利用在线平台为基础形成的混合式教学, 慢慢地成为了大学教学改革的一个重要方向。这种变革不仅把以前课程在时间、空间上的限制给解开了, 更是给学生一些更活、更适合自身的学习路子。特别是在普通物理这种满是抽象概念和复杂逻辑的课上, 怎么真的让学生懂得更深一点、能把知识搬到别处用, 一直是教学时候的一个核心。教育数字化给出了解决这个难题的一些新的可能。

线上平台具有可视化、可操作的特点, 能将物理过程、公式推演还有现象变化以动态的方式呈现, 帮助学生在头脑里建起清晰的物理图像。研究表明, 基于思维导图和流程图的学习方法可以提高学习者的元认知知识、元认知体验以及元认知监控, 同时提高学习兴趣和积极性^[2]。因此, 如何将线上可视化内容和线下教学科学地结合, 把普通物理课程的设计与实施做好, 对提升教学成果、培养人才具有重要意义。

一、普通物理课的教学现状与问题

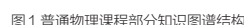
首先, 我校具有鲜明的行业特色, 并坚持研究型特色类大学办学定位。因此, 《普通物理》课程不光要担负起培养学生科学素养的基本职责, 还有必要结合行业特色, 将物理学在民航领域的实际应用教授给学生。在此背景下, 课程组老师们不断建设《普通物理》课程, 融合线上线下混合式教学, 并整合了大量的民航

领域的课程思政案例, 成功将物理知识与实际应用实现有机融合。例如, 将波的干涉与飞机着陆系统、角动量守恒与直升机设计、热力学的循环跟航空发动机的效率等知识与应用紧紧地扣到一起, 让抽象的物理概念在真实的民航场景里长了出来。这样一种“物理加民航”的融合式教学方式, 不仅使课程的内容更有现实意义, 还能让学生自发的产生对专业的认可以及对行业的使命感。另一方面, 通过把中国民航的发展历程、国产大飞机一步步

尽管课程改革取得了一定的成效,但《普通物理》课程中依然存在一些问题。在我校,普通物理课是一门公共基础课,课程的授课对象是学校所有理科与工科专业的学生。课程涵盖的教学内容较宽,同时知识体系复杂,而同一教学班的学生来自多个学院和专业,包括安全科学与工程学院、交通科学与工程学院、空中交通管理学院、航空工程学院、电子信息与自动化学院、计算机与人工智能学院、理学院等。然而,专业基础课的教学任务不光要让学生学会这些基础的理论知识,还要让学生学会理科的逻辑思维方法。因此,在面对如此复杂的教学情景时,难以有效的针对学生专业背景进行针对性的知识拓展,实现因材施教和精准培养。而近年来,以人工智能技术为代表的信息技术迅速发展,为解决这一问题提供了一条可行的道路。

在制作《普通物理》课程的知识图谱前，最重要的工作就是要系统地整理整门课的知识体系。以教育部《理工科大学物理课程教学基本要求》、我校《普通物理》课教学大纲为根本依据，结合我校人才培养目标，对力学、电磁学、振动与波动、光学、热学还有近代物理这些章节逐个进行梳理，重新审视。在此基础上，教学团队采用集体备课、专家研讨、学生反馈等多种方式，确定各章节的核心概念、关键原理与典型应用，明确教学中的重点、难点、考点，将“教—学—评”贯穿于课程全过程，从而保障图谱结构既符合认知逻辑，又契合教学实际需求。

在构建知识图谱的过程中,为了增强知识图谱的层次与易用性,教师团队设计并采用了三级知识点层级,如图1所示。第一级知识点为课程中涉及到的核心章节,如质点运动学、静电场、量子物理等;第二级知识点为各章节下的核心主题,如圆周运动、库仑定律、黑体辐射等;第三级知识点细化为具体概念或定律,如圆周运动的加速度、电场叠加原理、普朗克量子假说等。在这样的三层知识结构设计下,既体现了知识从宏观到微观的递进过程,也为知识图谱的可视化呈现、个性化学习以及思政元素的渗透提供了逻辑基础。



（一）优化课前预习效果，构建关联知识认知体系

(二)多模态资源链接, 知识点—习题—视频—资料一体化

[illegible]

（三）打破章节知识孤岛，促进知识融合

Copyright © This Work is Licensed under A Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License. | 133

有教学过程中不具备的优势，其多样化的知识呈现方式能够支持知识点跨章节关联，例如简谐振动与 LC 振荡电路；介质中的光速与电介质、磁介质；电磁感应与原子核结构。这样的知识关联，能够在学生在学习的过程中将多个章节的知识串联起来，使学生在解决真实工程问题中实现知识迁移与综合应用，契合新工科人才培养对系统思维和交叉能力的要求。

（四）支撑课程思政的精准融入与价值引领

我校《普通物理》课程作为教育部课程思政示范课程，在建设知识图谱的过程中，进一步实现了思政元素的精准嵌入与动态呈现。在特定知识点节点设置“思政标签”。例如，在讲授驻波时，引入明朝学者朱载堉对音乐领域的贡献^[3]；在讲述光学的发展历史时介绍墨子对光学的贡献^[4]；在迈克耳孙干涉仪的应用处介绍中国的天琴计划等。这种知识点即育人点的设计，避免了思政内容的生硬嫁接，实现了知识传授与价值塑造的同频共振。

（五）赋能 AI 助教，促进教学资源智能化

知识图谱是教育人工智能落地的关键基础设施。基于图谱，可以开发出多种智能教学工具，比如虚拟助教、智能问答机器人、个性化学习路径推荐、自动组卷与学情诊断等。这些 AI 工具不仅减轻教师重复性工作负担，更提升了教学的响应速度与精准度，助力打造智慧物理课堂。知识图谱的引入为教学资源提供了统一的语义框架，支持资源的智能分类、标签化管理与跨课程复用。教师可基于图谱快速检索、组合、更新教学素材，为不同专业根据需求定制子图谱，实现一图多用。

在 2025-2026 学年第一学期，作者面向班级内的 158 名工科专业学生（涵盖空中交通管理、航空工程、计算机与人工智能等学院）讲授《普通物理（2）》课程，首次将课程知识图谱引入教学，并作为支撑教学的工具。该学期课程内容包括静电场、电场中的介质、磁场、电磁感应、量子物理与相对论等内容。为了评估采用知识图谱对教学的实际作用，我们将本学期与上一学年未启用图谱的教学情况进行对比，两轮教学过程仅在知识图谱方面存在区别。通过对期末成绩进行对比，启用知识图谱后，学生在学业成绩、难点掌握、学习行为及教学效率等多个方面均取得提

升。图 3 为采用知识图谱后对学生知识点掌握情况的统计结果。结合对学生进行问卷调查，89% 的学生认为图谱帮助其理清了知识点间的逻辑脉络，78% 表示更愿意主动复习前置知识，资源获取满意度达 91%。同时，教师重复性答疑频次下降，作业中跨章节迁移类题目的完成质量评分得到提升。上述成果充分表明，课程知识图谱不仅有效缓解了大班教学中因专业背景差异带来的学习分化问题，还通过智能化、结构化手段切实提升了学生对抽象物理理论的理解深度与工程应用能力。



图 3 线上平台给出的学生对不同知识点的掌握情况

四、总结

本文系统阐述了在中国民航大学《普通物理》课程教学改革中，以教育数字化为驱动、以知识图谱为核心工具的创新路径。面对课程覆盖面广、学生专业背景多元、传统教学难以因材施教等现实挑战，课程团队基于本课程作为教育部课程思政示范课程的优势，深度融合物理学原理与民航行业应用，构建了具有“物理 + 民航 + 思政”特色的多级结构化知识图谱。该图谱不仅系统梳理了力学、电磁学、热学等模块的重点难点，还显性化呈现了跨章节知识关联，打破知识孤岛，形成有机互联的认知网络。在此基础上，知识图谱赋能五大教学改革方向，探索教育数字化、课程思政与行业特色的有机统一，不仅提升了大学物理课程的教学质量与学生科学素养，也为新工科背景下公共基础课的高质量发展提供了可复制、可推广的实践范式。

参考文献

[1] 王金龙. 把握数字化机遇 支撑教育强国建设 [N/OL]. 人民政协报, 2025-10-27. <http://www.cppcc.gov.cn/zxww/2025/10/27/ART11761549257898774.shtml>.
[2] 彭晓丽. 基于思维可视化学习支架的大学生元认知能力发展研究 [D]. 浙江师范大学, 2023.
[3] 郭树群. “返本开新”: 试论朱载堉的钟律情怀 [J]. 中国音乐学, 2026, (1): 5-19.
[4] 罗一涛. 墨家的科学思想研究 [D]. 湖南大学, 2001.