

知识图谱赋能智慧教学的研究与实践

——以《高等代数与解析几何》为例

邓伟娜 孔莹莹

黄淮学院 河南 驻马店 463000

【摘要】：随着信息技术的飞速发展，智慧教学成为教育领域的重要发展方向。知识图谱作为一种强大的知识表示和管理技术，能够为智慧教学提供有力支持。本文以《高等代数与解析几何》课程为例，深入研究知识图谱在智慧教育中的应用，探讨如何通过构建课程知识图谱，实现教学资源的整合、个性化学习路径推荐以及智能教学评价，从而提升教学质量和学生学习效果。

【关键词】：知识图谱；智慧教育；实践

DOI:10.12417/2705-1358.25.07.011

引言

在数字化时代，教育面临着新的机遇和挑战。传统教育模式难以满足学生个性化、多样化的学习需求，而智慧教育借助信息技术，旨在创建智能化、个性化的教育环境，实现教育的高效、优质发展。智慧教育强调利用大数据、人工智能、物联网等技术，对教育过程进行全面感知、分析和优化，为学生提供更加精准、个性化的学习支持。知识图谱是一种语义网络，它以图形的方式展示实体之间的关系。在教育领域，知识图谱可以将课程中的知识点、概念、案例等构建成一个有机的知识网络，清晰地呈现知识之间的关联。通过知识图谱，能够整合分散的教学资源，帮助学生更好地理解知识体系，同时为教师提供教学决策支持，实现个性化教学和智能评价。

1 高等代数与解析几何课程特点与教学现状

1.1 课程特点

“高等代数与解析几何”作为数学专业的核心基础课程，在整个数学学科体系中占据关键地位。其抽象性体现在诸多方面，以线性代数中的向量空间概念为例，向量空间并非直观的几何空间，它是对一系列满足特定运算规则的向量集合的抽象定义，学生需摆脱具象思维束缚，从抽象层面理解向量空间的性质与运算。在多项式理论中，多项式的各种运算规则以及因式分解定理等内容，同样具有高度抽象性，要求学生能够把握抽象的数学结构与关系。课程的逻辑性极强。在线性代数部分，从向量的基本运算出发，逐步构建起向量空间、线性变换、矩阵等知识体系，各知识点之间环环相扣。例如，线性变换与矩阵之间存在着一一对应的逻辑关系，通过矩阵可以直观地表示线性变换，而对线性变换性质的研究又能深入理解矩阵的相关

运算。在空间解析几何中，从空间点、线、面的基本方程推导，到各种几何图形之间位置关系的判定，都遵循严格的逻辑推理过程。系统性也是该课程的显著特点。课程内容涵盖线性代数、多项式理论、空间解析几何等多个板块，各板块之间相互关联。线性代数中的向量空间理论为空间解析几何提供了代数工具，使得几何问题能够通过代数方法进行求解。如利用向量的运算来研究空间直线与平面的位置关系，通过向量的内积判断直线与平面的垂直关系等。多项式理论中的一些结论在矩阵的特征值与特征向量求解中也有应用，体现了课程知识体系的系统性与连贯性。

1.2 教学现状

在教学资源方面，当前“高等代数与解析几何”课程面临资源分散的困境。教材版本多样，不同教材在内容编排、侧重点以及例题习题的选取上存在差异。例如，部分教材侧重于理论推导，例题讲解较为简略；而另一些教材则更注重实际应用，理论阐述相对薄弱。课件方面，多由教师根据个人教学经验与授课习惯制作，缺乏统一规范，且不同教师制作的课件在内容完整性、知识呈现方式上参差不齐。习题资源同样分散，既有教材配套的课后习题，也有教师自行收集整理的练习题，这些习题缺乏系统分类与难度分层，学生难以根据自身水平有针对性地进行练习。这种资源分散的状况导致学生在学习过程中，难以快速、准确地获取与知识点对应的优质学习资源，增加了学习成本。从教学过程来看，难以满足学生个性化需求。学生的数学基础存在较大差异，部分学生在高中阶段已对数学知识有深入学习，具备较强的逻辑思维与运算能力；而另一部分学生基础相对薄弱，对数学概念的理解与运用能力有待提高。在学习能力方面，有的学生自主学习能力强，能够快速掌握新知

识并进行拓展应用；而有的学生则更依赖教师的课堂讲解与指导。然而，目前课程教学大多采用统一的教学进度与教学方法。例如，在讲解线性变换这一重要知识点时，无论学生基础与能力如何，教师均按照既定的教学计划进行授课，无法针对不同学生群体进行个性化教学，使得基础薄弱和学习能力稍差的学生难以跟上教学节奏，无法充分掌握知识。教学评价方式较为单一。目前，该课程主要以期末考试成绩作为学生学习成果的主要评价依据，期末考试成绩通常占总成绩的60%-70%，平时成绩（包括作业、课堂表现等）仅占30%-40%。这种评价方式难以全面、准确地反映学生的学习过程与能力发展。考试成绩只能体现学生在特定时间点对知识的掌握程度，无法展现学生在学习过程中的思维转变、知识应用能力的提升以及学习态度的变化。例如，有些学生在学习过程中积极参与课堂讨论，对知识有深入思考，但由于考试时的紧张情绪或其他偶然因素，导致考试成绩不理想；而有些学生可能通过死记硬背在考试中取得较好成绩，但对知识的理解与应用能力并未得到真正提升。单一的评价方式无法对学生的学习过程进行有效反馈，不利于学生的全面发展与能力培养。

2 知识图谱赋能“高等代数与解析几何”课程的设计与实现

2.1 课程知识图谱的构建

对“高等代数与解析几何”课程的教学大纲和教材进行深入分析，提取关键知识点作为知识节点，如行列式、矩阵、向量空间、线性变换、空间曲面等。明确知识节点之间的关系，包括“先修关系”“包含关系”“关联关系”等。例如，行列式是矩阵运算的基础，存在“先修关系”向量空间包含子空间，存在“包含关系”线性变换与矩阵之间存在“关联关系”通过自然语言处理技术从教材、学术文献等资源中抽取知识，并将其整合到知识图谱中。同时，邀请领域专家对知识图谱进行审核和完善，确保知识的准确性和完整性。

2.2 基于知识图谱的个性化学习路径推荐

利用学习管理系统收集学生的学习数据，包括学习时间、作业完成情况、考试成绩等。通过数据分析和机器学习算法，建立学生的学习状态模型，评估学生对各个知识点的掌握程度。根据学生的学习状态模型和知识图谱，为每个学生生成个性化的学习路径。对于掌握较好的知识点，系统可以推荐拓展性学习资源；对于尚未掌握的知识点，系统推荐相关的基础知识讲解和练习题，引导学生逐步掌握。例如，如果学生在矩阵运算方面存在困难，系统根据知识图谱中矩阵运算与行列式、向量空间等知识点的先修关系，推荐学生复习相关的基础知识，然后再进行矩阵运算的专项练习。

2.3 基于知识图谱的智能教学评价

紧密结合课程知识图谱，构建全面的过程性评价指标体系。在学习进度方面，通过分析学生在知识图谱中的学习路径轨迹，记录学生从一个知识点学习到下一个知识点的时间间隔、跳转顺序等信息，判断学生的学习进度是否符合课程知识的逻辑顺序以及整体教学计划。例如，如果学生在尚未掌握向量空间基本概念的情况下，就直接进入线性变换的学习，且在该知识点上花费过多时间却效果不佳，系统则判定其学习进度不合理。在知识掌握情况评估上，根据学生在知识图谱中各知识点对应的练习和测试结果，统计学生的答题正确率、错题类型分布等数据。例如，对于空间解析几何中关于二次曲面方程的知识点，若学生在相关练习题中频繁出现对曲面方程化简错误、无法准确判断曲面类型等问题，表明学生对该知识点的掌握存在不足。在学习互动评价方面，借助学习管理系统中的讨论区功能，收集学生的发言数量、回复他人的频率、发言内容的质量（如是否能准确阐述观点、是否能对他人观点进行合理分析等）等数据，评价学生的学习积极性和团队协作能力。例如，某学生在讨论区中积极参与关于线性变换与矩阵关系的讨论，不仅能清晰表达自己的理解，还能对其他同学的观点进行建设性回复，说明该学生具有较高的学习积极性和良好的团队协作能力。运用数据挖掘技术中的关联规则挖掘算法，从学生的学习数据中挖掘出不同学习行为与学习效果之间的潜在关联。

3 知识图谱赋能“高等代数与解析几何”课程的实践效果

3.1 学生学习效果提升

在2023-2024学年第二学期，针对“高等代数与解析几何”课程开展了基于知识图谱的个性化学习与智能教学评价实践。参与此次实践的学生来自统计学和信息与计算科学专业2023级的2个班级，共计90人。对该课程期末考试成绩统计分析显示，在引入知识图谱前，学生的平均成绩为72分，而实践后提升至78分，成绩提高了6分。此数据来源于学校教务系统中对该课程成绩的精准记录。以90分及以上为优秀标准，实践前优秀率为15%，实践后提升至25%，提升幅度达10%。这一数据的统计同样基于教务系统中对学生成绩的原始记录，经人工筛选与计算得出。在课程设计环节，如设计一个“利用空间几何图形与线性变换优化机器人运动轨迹规划”的项目。学生借助知识图谱，能够清晰梳理空间向量坐标表示与线性变换矩阵间的关联，将知识融会贯通。实践结束后，通过对90份学生课程设计报告的评估，发现参与实践的学生中，约30%的学生能提出至少一种创新性解决方案。而在传统教学模式下的对比班级中，这一比例仅为15%，对比数据来自于上一学年同专业同课程的课程设计报告审阅结果。

3.2 教学资源整合与利用效率提高

知识图谱整合了分散于纸质教材、电子课件、在线学习平台以及学术数据库中的教学资源。为了解教师备课情况,对参与实践的10位教师进行问卷调查与时间跟踪记录。数据显示,使用知识图谱辅助备课前,教师平均每次备课时间为3小时,使用后缩短至2小时,备课时间缩短33.3%。在调查过程中,教师反馈借助知识图谱,能快速定位知识点在知识体系中的位置,例如在准备“线性空间同构”的教学内容时,可迅速关联到相关的向量空间性质、同构映射案例以及配套练习题。针对学生获取学习资源的情况,在知识图谱应用前后分别进行了为期一个月的观察统计。在未引入知识图谱前,学生查找特定知识点相关学习资料,平均每次需花费15分钟,引入后缩短至8分钟,时间减少46.7%。例如,在学习矩阵特征值时,学生通过知识图谱平台,能一键获取教材对应章节、教师制作的讲解课件、在线测试题及相关学术论文解读,有效锻炼了自主学习能力。这些数据来源于在学生在学习过程中,通过学习平台后台对学生资源检索行为的记录与分析。

3.3 教师教学体验改善

通过对参与实践的10位教师进行教学反馈调查,结果显示教师对基于知识图谱的教学模式满意度高达80%。调查采用线上问卷与线下访谈相结合的方式,问卷设置了多个维度的评价指标,线下访谈则进一步深入了解教师的教学感受。在空间解析几何部分教学中,智能评价系统显示,2023级统计学和信

息与计算科学专业2班中有40%的学生对二次曲面方程理解困难。该数据通过智能评价系统对学生课堂表现、作业完成情况 & 测试成绩的综合分析得出。教师依据此反馈,及时调整教学策略,增加生活实例讲解,如以抛物面天线、椭球面建筑为例,帮助学生理解二次曲面特征。此外,教师借助知识图谱为不同学生制定差异化辅导计划。对于基础薄弱学生,依据知识图谱先修关系,推荐如“向量运算基础”等基础知识复习资料;对于学有余力学生,推荐数学建模竞赛案例,如“基于高等代数与解析几何的交通流量优化模型”。通过对学生后续学习表现的跟踪,发现采用这种个性化教学方式后,学生在相关知识掌握与应用能力上有明显提升,教师普遍认可该教学模式有助于提高教学质量、促进学生全面发展。

4 结论

本研究以“高等代数与解析几何”课程为例,验证了知识图谱在智慧教育中的应用价值。通过构建课程知识图谱,实现了教学资源的有效整合、个性化学习路径推荐以及智能教学评价,显著提升了学生的学习效果和教师的教学质量。知识图谱为解决传统教学中的问题提供了新的思路和方法,是推动智慧教育发展的重要技术手段。未来,随着技术的不断发展,知识图谱在智慧教育中的应用将更加深入和广泛。一方面,可以进一步完善知识图谱的构建技术,提高知识抽取的准确性和效率,拓展知识图谱的应用场景。另一方面,结合人工智能、虚拟现实等技术,为学生提供更加沉浸式、互动式的学习体验。

参考文献:

- [1] 张根华,蔡瑞林.知识图谱赋能高校劳动教育的三重逻辑[J].江苏高教,2024,(12):68-73.
- [2] 耿彧,刘璐.数字与技术赋能下医学智慧教育研究的知识图谱分析[J].中国医学教育技术,2024,38(04):416-422.
- [3] 谢幼如,陆怡,夏婉,郑芳媛,林秋纯.国家智慧教育平台赋能高校课堂数字化转型探析[J].中国教育信息化,2024,30(03):15-24.
- [4] 杨文霞,王卫华,何朗,韩华.知识图谱赋能智慧教育的研究与实践——以武汉理工大学“线性代数”课程为例[J].高等工程教育研究,2023,(06):111-117.
- [5] 许斌,苏伟杰,刘阳.基础教育知识图谱赋能智慧教育[J].人工智能,2019,(03):37-43.