

文章编号: 1004-4353 (2024) 02-00133-06

利用知识图谱实施精准和个性化教学 ——以高等数学为例

王法强¹, 杨晓枫¹, 曹斌照²

(1. 晋中信息学院 数理教学部, 山西 晋中 030800; 2. 太原理工大学 物理学院, 太原 030024)

摘要: 以高等数学为例, 提出了一种利用知识图谱实施精准和个性化教学的方法, 该方法主要包括探索多源融合与知识延伸的教学方法、创新线上与线下相结合的教学模式、改进数字化的评价体系, 以此来实现学生的多元化和个性化培养. 该研究结果可以为大学数学类课程以及其他专业课程的教学提供良好参考.

关键词: 教育数字化转型; 知识图谱; 高等数学; 个性化教学

中图分类号: G642.0 **文献标志码:** A

Use the knowledge graph to implement accurate and personalized teaching —— Take higher mathematics as an example

WANG Faqiang¹, YANG Xiaofeng¹, CAO Binzhao²

(1. Mathematics and Physics Teaching Department, Jinzhong College of Information, Jinzhong 030800, China;
2. College of Physics, Taiyuan University of Technology, Taiyuan 030024, China)

Abstract: Taking higher mathematics as an example, we put forward a method to implement accurate and personalized teaching by using knowledge graph, which mainly includes exploring multi-source fusion and knowledge extension of teaching methods, innovation of online and offline teaching mode, improve the digital evaluation system, thereby realize the students of diversified and personalized training. The research results can provide a good reference for the teaching of university mathematics courses and even other professional courses.

Key words: digital transformation of education; knowledge graph; higher mathematics; personalized teaching

0 引言

教育数字化是将数字化技术应用到教学中, 进而通过数据资源、数字技术与教育的融合来推动教育的变革. 近年来, 许多国家和地区就此先后出台了一系列政策, 如欧盟发布了《数字教育行动计划(2021—2027年)》, 德国出台了《数字教育提倡》, 俄罗斯出台了《高等教育与科技产业的数字化转型战略》等, 教育数字化转型已成为各国提高国家竞争力和发展创新能力的重要举措^[1]. 2022年, 党的二十大首

投稿日期: 2024-04-19

基金项目: 山西省高等学校教学改革创新一般性项目(J20241750); 山西省高等学校教学改革创新一般性项目(J20231760); 山西省教育科学“十四五”规划2023年度一般规划课题(GH-230122)

作者简介: 王法强(1991—), 男, 硕士, 讲师, 研究方向为大学数学教学与研究.

次将“推进教育数字化”写入报告,这标志着推进教育数字化已经从教育工作任务上升为党和国家的集体意志^[2]。

知识图谱(knowledge graph)是一种大规模语义网络,富含概念、实体及各种语义关系,是目前应用较广的一种知识表达和处理工具。由于利用可视化的图谱可形象地展示特定领域知识的核心结构、发展历史、前沿领域以及整体知识架构^[3],因此在教学中运用知识图谱能够辅助教师开展教学和提升教学能力。2020 年教育部办公厅在《关于启动部分领域教学资源建设工作的通知》中指出“要梳理知识图谱”,《中国智慧教育蓝皮书(2022)》指出“要基于系统化的知识点逻辑关系建立数字化知识图谱”。研究显示,在高等教育数字化转型过程中,借助知识图谱构建大学数学课程群的知识体系,不仅能够让学生对知识结构有宏观的认识,而且能够将知识相互关联起来,强化数学逻辑思维的培养。例如:2020 年,涂建华等以微积分课程为例,利用知识图谱和借助图论、统计学、计算机技术等手段,以可视化的图谱方式展示了知识点之间的联系以及知识体系整体框架^[4];2023 年,杨文霞等以线性代数课程为例,通过知识图谱赋能智慧教育,探讨了如何帮助学生定制学习方案和评价学生的学习效果,以及老师如何根据学生的学习效果对教学进行调整^[5]。为加强高校个性化人才的培养,本文以高等数学为例,分析了教育数字化视域下高等数学教学的现状和教育数字化转型视域下的教学新形态,探究了如何利用知识图谱进行精准、个性化教学,以期为大学数学类课程和其他专业类课程的个性化教学提供方法和思路。

1 教育数字化视域下高等数学教学现状分析

在教育数字化过程中,高等数学教学已有所提升,如学生兴趣提升、数字资源增多等,但是数字化教学也伴随着一些问题与不足,主要表现在如下几个方面:

1.1 教学模式未能适应数字化要求

教学以传统的教师讲授(课件+板书)为主,辅以基于数字化平台的签到、主题讨论、作业、测验等,对于数字化平台的使用远远不足,使得传统教学未能与数字化教学融合发展。

1.2 数字化教学资源不足

当前高等数学数字化教学资源内容主要包括课程视频、课件、教案、教学计划等教学文件,各个内容之间呈碎片化状态,利用率不足,与教学活动黏合度不高。部分教师认为数字化教学只是简单地将传统教学搬到数字化平台上,没有与之贴切的教学活动、教学设计等,导致数字化教学与实际教学脱离,学生未能真正参与到数字化教学中^[6]。

1.3 数字化教学平台功能单一

社会极速发展,对于人才培养的需求也在不断提升,数字化教学平台单一的功能已经不能够满足智能化教学的需求,也无法满足不同层次的教学要求,因此数字化教学平台功能亟待升级和开发。

1.4 师生数字素养不足

一方面,教师的数字素养不足,减缓了教育数字化的进程,制约了数字化教学资源的构建和应用。另一方面,学生对数字化认识不够,削弱了运用数字资源进行学习的效果。

2 教育数字化转型视域下的教学新形态

教育数字化转型是将数字技术与教学模式、教学过程、教学评价等进行整合。高等数学教学过程中依托学院智慧教室,将传统教学环境与数字化教学空间相结合,构建如图 1 所示的以学生为中心,多源融合

与知识延伸，线上与线下结合，评价体系数字化、准确化、个性化的教学新形态^[7]。

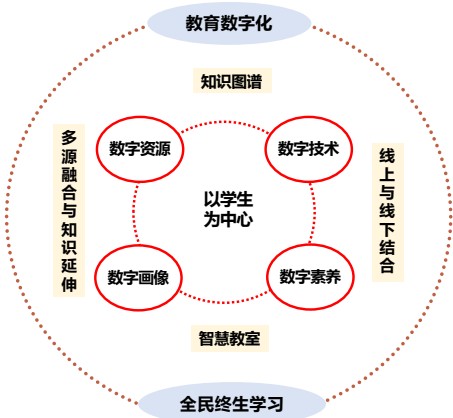


图 1 教育数字化转型新形态的示意图

知识图谱包含了数字资源、数字技术、数字画像、数字素养等内容，能够满足上述教学新形态的要求。

一是可视化的知识结构。知识图谱能够构建全面、系统的知识体系，也能够拓展丰富的视域知识、数学文化、实践应用、科学前沿等内容，开拓学生的视野，加深学生对知识的理解和应用。

二是个性化的学习路径。知识图谱能够根据学生的学习状态、知识需求、学习能力等制定学习路径，满足个性化学习要求，同时通过高阶模块的学习达到对高阶性的要求。

三是信息化的数字教材。新型数字教材通过知识图谱展现知识脉络，同时链接数字化教学资源，呈现立体化的知识展示形式，使得教师的教和学生的学不受时间、空间的限制，构建教材新形态。

四是高效化的学科融合。课程群知识图谱的构建能够展示课程之间的内在联络，能有效促进学科交叉融合，同时让学生对学科交叉有更加直观的认识。

3 高等数学利用知识图谱进行精准、个性化教学的研究

高等数学知识图谱构建以同济大学数学科学学院编著的《高等数学》（第八版）教材作为研究主体，确保权威性和准确性。知识图谱的构建主要以人工的方式进行，尝试利用 Neo4j 等工具实现对知识图谱内容的存储，进而优化教学模式、教学评价等内容^[4]。

高等数学的知识图谱如图 2 所示。由图可以看出，利用知识图谱可将知识通过可视化的图谱展示，并链接教学设计、教学视频、课件、发展史、人物故事、教学案例、思政案例、思维导图、习题库、测试题库、学生作品库、讨论精品库、高阶要求模块（考研数学、科技前沿等）等，构建更加全面的课程知识图谱，最终向基于知识图谱的数字教材迈进。

3.1 探索多源融合与知识延伸的教学方法

知识图谱是一个知识融合的载体，它具有准确性和科研性，同时它不局限于某种特定的数据源，可以跟踪到网络上相关的多个数据进行数据的推理和融合，从而得到一个比较全面精准的数据库，实现了从碎片化数据到全面化知识网络的提升。例如，在利用高等数学中的积分知识来计算某年段世界石油消耗量时，可以通过政府网站或新闻媒体等追踪到历年世界石油消耗率及近年来石油消耗增长指数。

知识图谱可以让教学实现知识的延伸。知识网络是包罗万象而繁枝错节的，通过某一个知识节点可以延伸到更多的知识节点，这样可以实现学科的交融、课程思政的融合及就业的指引等。例如，在学习高等数学导数的内容时，通过知识节点可链接到 2019 年世界跳水系列赛中杨健夺冠的视频，在得到知识应用的同时，激发了学生的爱国精神与民族自豪感。

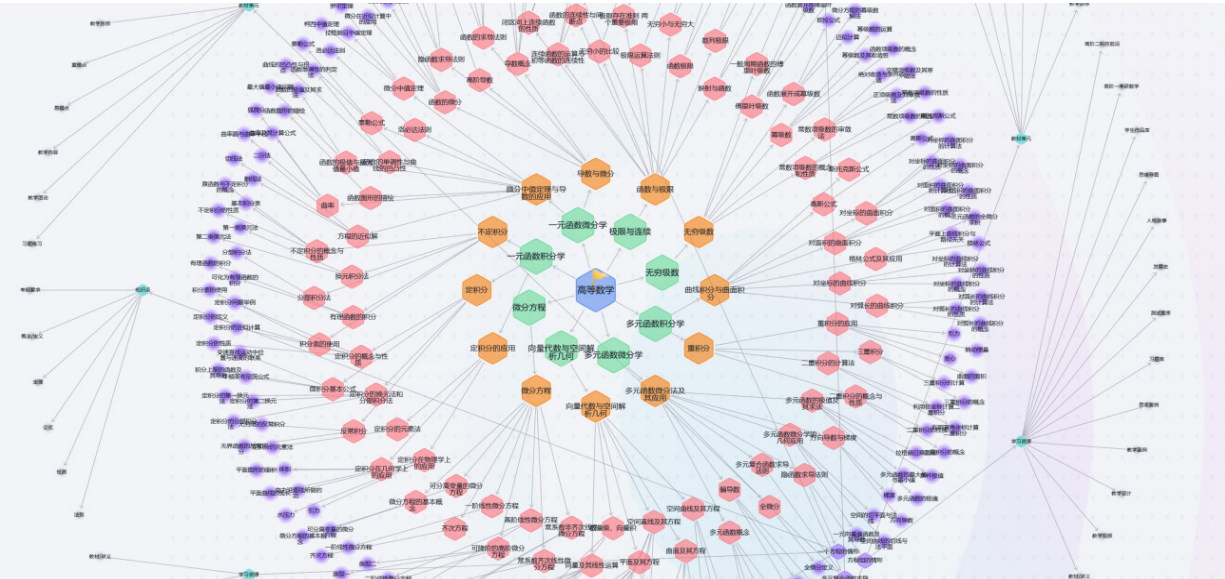


图 2 高等数学的知识图谱

3.2 创新线上与线下相结合的混合式教学模式

知识图谱的构建使得教学更能适应线上与线下相结合的混合式教学模式. 线上与线下相结合的混合式教学模式打破了传统线下教学模式, 是数字化发展的产物, 使得以学生为中心的理念得以充分体现. 高等数学线上与线下相结合的混合式教学模式如表 1 所示.

表 1 “线上 + 线下”混合式教学模式

教学流程	教学目的	教学方式	教学活动
课前 (线上) 自主预习	基础知识 自主学习	任务驱动 问题驱动	教师: 1. 课前发布学习任务清单 2. 根据任务完成情况, 合理调整教学活动、教学设计 学生: 1. 自主完成学习任务清单 2. 总结预习中的问题, 带着问题听课
课中 (线上 + 线下) 强化、巩固 提升	知识内容巩固 强调知识应用	案例分析 问题驱动 小组讨论 寓教于乐	教师: 线上: 1. 知识图谱知识结构展示 2. 发布主题讨论、习题演练、分组讨论展示 线下: 1. 内容精讲, 课堂巩固, 分析重难点 2. 课程思政融入、知识应用讲解与拓展 学生: 线上: 完成主题讨论、习题演练、分组讨论展示等 线下: 1. 课堂练习, 达到基础要求 2. 小组讨论、分析案例, 培养数学思维
课后 (线上) 巩固、拓展 高阶要求	知识巩固 高阶学习	线上生生互评 个别指导	教师: 1. 线上布置课后作业, 巩固所学 2. 知识图谱查看学生数字画像, 掌握学生学习情况 3. 针对薄弱内容加强练习与引导 4. 调查问卷、教学反思, 调整教学设计, 改进教学方法 学生: 1. 完成课后作业, 并生生互评, 提交调查问卷 2. 知识图谱查看自己学习的数字画像与学习排名情况 3. 根据数字画像及时查漏补缺 4. 有能力的同学完成高阶要求 (考研数学、科技前沿等), 实现个性化教育

课前通过线上发布任务清单引导学生自主完成预习任务。线上丰富的学习资源能够满足不同需求的学生学习,学生可以通过教材学习、课件学习、视频学习等不同方式完成预习任务,教师通过查看学生预习情况及时调整教学设计、教学活动。比如,在教授可分离变量的微分方程一节中,教师在线上发布预习任务:

①预习本节教材、观看本节教学视频;②回答可分离变量的微分方程有什么特点;③求解可分离变量的微分方程步骤有哪些?

课中采取线上与线下相结合的混合式教学模式。线下组织面对面的教学能更加直观地展示教学内容,强化学生对重难点的理解。同时,线下进行课程思政教学,学生的感触更深,也更直观。线上,教师一方面通过知识图谱展示知识结构、视域、应用拓展等模块内容,另一方面,通过主题讨论、习题演练、分组讨论加强学生对知识的掌握与认知。比如,在教授可分离变量的微分方程一节中,线上,教师通过知识图谱展示本节内容的知识结构等模块,同时发布关于可分离变量微分方程的主题讨论及习题演练。线下,教师通过引入电影《热辣滚烫》中的减肥片段,分析问题,构建可分离变量的微分方程并求解,同时引入课程思政元素——尊重科学、脚踏实地,切不可轻信“七天瘦成一道闪电”的谎言。线下,学生加强练习,强化求解步骤的准确,拓展可分离变量的微分方程在医疗、物理等方面的应用。

课后则主要通过线上方式完成对学生学习的检验。学生在线上完成作业、测验等内容,并生生互评;填写调查问卷,搭建师生沟通桥梁;通过知识图谱查看自我数字画像,及时发现不足之处并加强巩固。对于主动学习能力弱、排名又靠后的同学,教师要进行个别指导,让其紧跟步伐;对于学有余力的同学,教师可以完成考研数学、科技前沿等高阶要求模块,实现个性化教育。

3.3 改进个性化、数字化的评价体系

在基本要求之外,教师要注重对学生两性一度的考核,建立可追溯的个性化数字评价体系,根据学生的学习变化情况及时做出教学反馈,根据学生学习要求的不同,设置不同的目标达成度。

线上教学主要依托知识图谱,知识图谱能够记录学生学习的全过程,对学生进行数字画像。通过数字画像,教师能够观察学生的学习状态、知识掌握情况、共性问题和个性问题,对教学及时做出调整。学生通过查看自我数字画像,知晓学习情况与不足,并根据学情分析推荐的学习路径加强对知识的学习与巩固。比如,在定积分的分部积分法一节中,知识图谱记录学生对知识点的完成率、掌握率,以及对应习题的准确率等,教师通过学生的数字画像,分析出45%的学生对定积分分部积分法的计算掌握得不是很好,因此教学上及时增加题目演练。学生根据推荐的学习路径,首先复习巩固不定积分的分部积分法,再选择由易到难的定积分题目练习强化。

为打造更加个性化的评价体系,满足学生学习差异化的要求,教师可增加高阶模块^[8],线下侧重对学生高阶能力的拓展。学生可以团队的形式探索生活中的数学,并运用所学知识分析解释,做到理论联系实际。此外,学生参加全国大学生数学建模竞赛和全国大学生数学竞赛等学科竞赛是对知识的再巩固,竞赛取得优异成绩更是对学生学习能力的认可。

4 高等数学课程数字化转型的优化路径

高等数学课程数字化转型要有系统的规划,及时更新数字化教学资源、构建问题图谱、完善全方位的评价体系、提升师生数字素养,使课程不断符合数字化教学的要求^[9]。

4.1 数字教学资源长建常新

加快完善教学资源的数字化建设,教学资源要符合学生的发展规律,长建常新。知识图谱中关联的教学视频、教学案例、课程思政案例、教学活动设计等要及时更新,紧跟时事、热点新闻,激发学生的学习兴趣。

趣与激情。知识图谱的构建也要多结合实际教学效果做出调整,以更加符合学生的认知过程。

4.2 构建课程问题图谱

学生在学习的过程中往往会遇到同类型的问题,构建问题图谱,通过搜索关键词信息,学生能够找到相关问题的答疑解惑与相关知识点以及需要巩固的内容,并完成给出的同类型练习,加强对知识的理解与掌握。

增加智慧问答模块,根据学生提出的问题,选择匹配度较高的内容进行回复,提升回答问题的效率,同时搜集问题图谱中没出现的问题并进行研究补充。

4.3 增强学生数字画像的全面性、准确性

学生的数字画像能够很好地反映学生的学习过程,教师应完善对学生全方位的数字画像,进而实现对学生的过程性考核。教师应重视学生对知识点的学习、做题准确率、知识巩固练习、知识应用模块等显性的学习记录,同时兼顾学生视频学习速度、做题速度、高阶要求学习等隐性的学习记录,实现学生学习全方位画像的呈现。学生根据自我画像及时查漏补缺,教师根据学生画像因材施教,实施个性化教育。

4.4 提高师生数字素养

教师在知识讲解过程中借助知识图谱给学生展示课程体系的整体架构,让学生对课程有全面的认知,理清知识点之间的逻辑关系。在讲解具体知识点时,教师能通过知识图谱展现知识点相关的视域、前置知识点、后置知识点、前沿应用等。另外,教师要注意对学生隐私数据的保护和尊重学生发展特点。

教师是数字化教学的实施者,要增强教师对于数字化教学的认可度和数字化平台的应用;学生是数字化教学的最终受益者,要培养学生的数字思维和数字化学习的能力。全民终身学习的要求给包括师生在内的每一位公民以数字身份,师生要自觉主动地提升自己的数字素养,紧跟数字化潮流,如加强师生数字素养培训、加强智慧教室的使用培训等。

5 结语

高等教育实施数字化转型是社会发展的需求,是机遇也是对传统教学的挑战。在数字化转型过程中,学院要积极完善数字化教学设备,加强数字化平台的建设,打造数字化教学环境。教师在数字化转型过程中,要不断提升自身数字素养,完善知识图谱与问题图谱的构建,设计符合数字化的教学活动、教学设计,让学生真正体会到数字化教学的优势。

参考文献:

- [1] 张民选,薛淑敏.高等教育数字化转型的全球迭代与发展[J].中国高等教育,2023(Z3):27-30.
- [2] 习近平.高举中国特色社会主义伟大旗帜 为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗[N].人民日报,2022-10-26(第01版).
- [3] 李振,周东岱,王勇.“人工智能+”视域下的教育知识图谱:内涵、技术框架与应用研究[J].远程教育杂志,2019(4):42-53.
- [4] 涂建华,肖珺怡,姜广峰.构建微积分知识图谱 助推一流课程建设[J].中国大学教学,2020(11):33-37.
- [5] 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(6):111-117.
- [6] 吴砥,冯倩怡,郭庆.教育强国背景下数字教育的内涵、特点、难点与进路[J].新疆师范大学学报(哲学社会科学版),2024,45(4):80-89.
- [7] 郑永和,王一岩,郑宁,杨杰.教学数字化转型:表征样态与实践路径[J].电化教育研究,2023(8):5-11.
- [8] 郭绍青.教育数字化赋能新课程实施与教师培训转型策略研究[J].中国电化教育,2023(7):51-60.
- [9] 袁振国.教育数字化转型:转什么,怎么转[J].华东师范大学学报(教育科学版),2023(3):1-11.