

# 《概率论与数理统计》知识图谱的构建与应用研究

赵俊飞\*, 方晓峰, 王世杰

火箭军工程大学基础部, 陕西 西安

收稿日期: 2025年5月22日; 录用日期: 2025年6月20日; 发布日期: 2025年6月27日

## 摘要

在教育数字化转型背景下, 知识图谱作为知识组织与呈现的创新工具, 为高校数学课程改革提供了新路径。本文我们以《概率论与数理统计》课程为例, 以建构主义为理念, 采用自顶向下的策略从8个模块, 122个知识点构建了课程的知识图谱, 并从多个维度提供了完善图谱的可行方法。进一步分析了知识图谱对教学实践中开展个性化学习的帮助, 以及未来知识图谱动态更新与调整的策略。我们还提出了着眼于大学数学课程群网络图谱的建设的想法, 为学生的个性化学习和教师的差异化教学提供有力的帮助。

## 关键词

概率论与数理统计, 知识图谱, 个性化学习, 课程群建设

# A Study on the Construction and Application of Knowledge Mapping in "Probability Theory and Mathematical Statistics"

Junfei Zhao\*, Xiaofeng Fang, Shijie Wang

Department of Basic Education, Rocket Force University of Engineering, Xi'an Shaanxi

Received: May 22<sup>nd</sup>, 2025; accepted: Jun. 20<sup>th</sup>, 2025; published: Jun. 27<sup>th</sup>, 2025

## Abstract

Under the background of digital transformation of education, knowledge mapping, as an innovative tool for knowledge organization and presentation, provides a new path for reforming mathematics

\*通讯作者。

文章引用: 赵俊飞, 方晓峰, 王世杰. 《概率论与数理统计》知识图谱的构建与应用研究[J]. 教育进展, 2025, 15(6): 1039-1043. DOI: 10.12677/ae.2025.1561097

curricula in colleges and universities. In this paper, we take the Probability Theory and Mathematical Statistics course as an example. With the concept of constructivism, we use the top-down strategy to build the knowledge mapping of the course from 8 modules and 122 knowledge points and provide a feasible method for enriching the mapping in multiple dimensions. We also analyze the help of knowledge mapping for personalized learning in teaching practice and strategies for dynamic updating and adjustment of knowledge mapping in the future. We also propose focusing on the construction of network maps for university mathematics course clusters to provide powerful help for students' personalized learning and teachers' differentiated teaching.

## Keywords

Probability Theory and Mathematical Statistics, Knowledge Mapping, Personalized Learning, Course Clustering

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

当前我国教育的知识管理方式正处于从“经验驱动”到“数据驱动”的巨大转变阶段，2022年教育部出台《教育信息化“十四五”规划》指出，“加强知识图谱、虚拟仿真等技术在教学资源建设中的应用”，通过结构化知识网络促进学科逻辑的系统化呈现。基于知识图谱的结构化知识网络让学习不再像过去那么枯燥。知识图谱[1]-[4]作为一种新颖的知识管理技术，可以将零散的教学内容整合成严谨、严密的知识体系。知识图谱网络式表达方式与课程逻辑的高度适配、其可视化和联想的特性为解决长期困扰的困难问题提供了技术可能性。这将是大学数学课程的方向性变革。作为基础性、通用性的课程，大学数学课程中《概率论与数理统计》具有概念抽象、知识碎片化、符号繁杂等特点，让学生感到学习困难，同时在传统教学中也与学生形象思维存在认知差、理论学习与实际应用能力脱节等痛点长期存在！

教育数字化转型背景下需突破传统教学的壁垒，建立起“知识-能力-素养”立体化图谱[5]，西南交通大学力学与航空航天学院建成含《理论力学》等5门课程的知识图谱，已在校内应用一学期并初见成效；云南农业大学基于智慧树平台建成《田间试验与统计分析》课程组知识图谱。同时知识图谱的建设对于新形态教材建设也大有用处[6]。可视化知识网络通过其结构化呈现来减少外部认知负荷，这无疑为知识图谱的认知优化设计提供了一个极佳的理论支撑[7]。

## 2. 理论基础与建设理念

### 2.1. 建构主义理论支持

认知结构理论[8]认为学习者将根据自身的认知结构有选择地建构知识。知识图谱构建中“用可视化图谱形式展现的知识体系”能够与认知结构理论紧密衔接，在直观的知识结构图谱搭建中达成知识建构，提供可视化结构促进学生直观理解知识前后过渡的脉络性。例如，在“随机变量分布”的课程中，将课程内容与之前课程内容“概率公理化定义”、后继课程内容“大数定律”进行知识间逻辑的图谱关联，能够让学生理解前后知识与章节间产生的知识过渡脉络，在前后知识关联映射下理解专业知识的逻辑结构体系。

## 2.2. 知识图谱架构设计

课程图谱运用“自顶向下”思路构建三级架构如图 1 所示:



Figure 1. Architectural design of the knowledge graph  
图 1. 知识图谱的架构设计

顶层概念层: 凝练课程理论内容以“概率理论”“随机变量”“统计推断”作为知识体系的核心锚点。

主题模块层: 将课程中的 8 大主要章节作为(如“随机变量”“参数估计”等)作为模块, 各模块通过逻辑关系实现有机衔接;

知识图谱层: 从 8 大模块中抽取出若干一级知识点, 并建立起知识之间的关联关系, 形成网状知识图谱。如“贝叶斯公式”节点, 利用双向联系“条件概率”和“全概率”来突出知识点之间的逻辑联系。

## 2.3. 多维资源整合

图谱也可整合多维资源, 形成以知识点为枢纽的各类素材相关联的网状结构, 推动知识图谱内容建设。比如将题库、问题、教学案例、思政元素等已有资源, 将其融入图谱中, 丰富图谱要素的多元融合。在图谱中的知识点中融入相关的案例, 便于学生在实例中感受抽象知识的具象化, 进一步深入的理解知识, 提升知识的应用能力和应用意识; 针对重要内容、易错内容等知识, 设计带有启发性的问题, 引导学生主动思考, 加深对知识的理解, 强化对知识之间的思辨能力; 深入挖掘知识自身蕴含的科学思维、爱国情怀以及精神文化内涵, 进一步丰富图谱的思政内容, 引导学生良好道德品质的养成。

## 3. 知识图谱的可视化实现

这一部分我们着力于对已建成的课程知识图谱内容进行展示。从概念层出发, 选择《概率论与数理统计》课程中 8 个主题模块, 共搜集了 122 知识点作为知识图谱层。首先对收集数据进行预处理, 提高后续工作效率; 在实体识别和关系抽取中, 主要采取人工标记和咨询专家的传统方法来确保正确性, 提高知识图谱建设的质量; 对 122 个知识点抽取出 275 个关联关系, 包括父子关系、前后置关系等等, 并且用不同的符号对关联关系进行区分。我们以超星为平台, 搭建起交互式的图谱界面(见图 2)。用不同的形状表示概念的大小; 针对重点、难点以及常考的知识点也进行了详细的标注, 便于学生学习和课后复习。对于学生而言, 可从节点导航中自由的选择感兴趣的进行学习; 通过学生的访问信息和观看内容教师端也能实时获取学习情况。

## 4. 应用前景与推广价值

《概率论与数理统计》课程知识图谱应用于实践中也是很有意义的, 未来可设计教学对照组实验, 通过追踪学习行为数据与收集质性反馈, 定量与定性结合验证知识图谱对学习效果的提升作用, 强化其实证支撑。既顺应当下的教育数字化转型的潮流, 更进一步推行因材施教的用力工具, 为后续及其他课程的数智化建设提供借鉴。

### 4.1. 个性化学习支持的逐步深化

结合当下教育的高质量发展背景, 知识图谱在教育数字化改革中起到了至关重要的作用。随着学生对个性化教育的需求越来越高, 未来在知识图谱的帮助下, 通过分析不同学生的学习特点和需求, 设计

个性化学习路径[9]。在系统熟练的条件下，支持学生的学情分析，持续监视学生对某一概念的学习以及页面停留时间，利用数据和算法反馈出学生对知识的掌握情况，潜移默化的对学生的水平进行分层；在此基础上，进行个性化的学习资源推荐，对掌握程度较好的，推荐更高阶的学习资源；对于基础较薄弱的学生，应注重对基础的夯实，并且基于学习数据进行阶段性的调整。为学生差异化学习以及自主学习提供更加精准的帮助。后续可深入挖掘建构主义与图谱网状结构的内在关联，融合认知负荷理论优化可视化设计、多元智能理论适配个性化资源推荐，构建更完善的个性化学习理论框架。

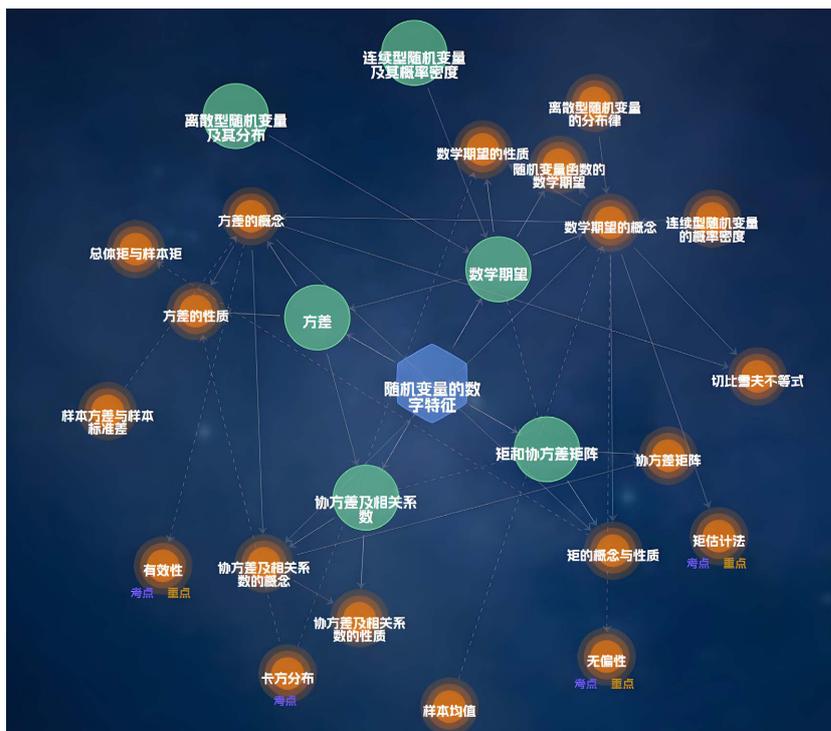
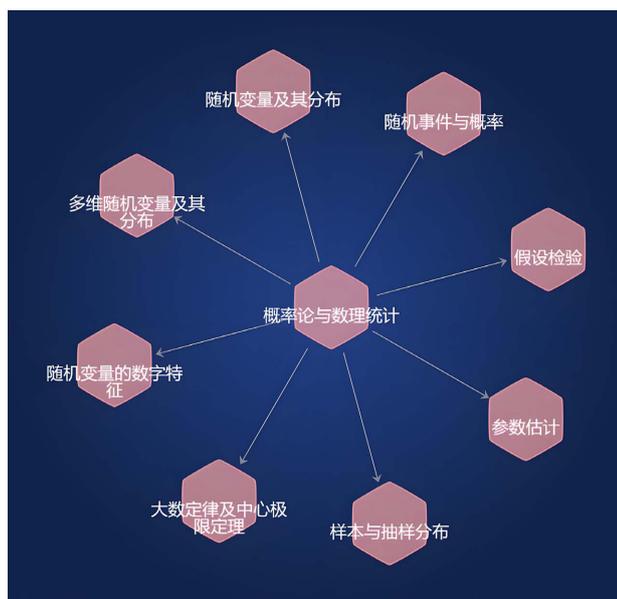


Figure 2. Knowledge graph visualization  
图 2. 知识图谱可视化

## 4.2. 数学课程群知识网络图谱的建设

大学数学课程作为理工科学生的基础必修课程，主要侧重于理论方面的学习，且每学期学习的内容大不一样，往往容易造成知识的遗忘或分不清知识点之间的关联性，也难以做到知识跨学期的迁移学习。建立起大学数学课程群体系的网络图谱，让学生在一个网络图谱中学习概率论与数理统计课程的同时，还能兼顾对高等数学、线性代数相关知识点的回顾，比如“概率密度函数”学习时要用到微积分的知识，也能让学生联系到微积分在其他方面的应用。建立起学科之间，不同课程的桥梁，打破局限于单一课程的壁垒。并且在教学实践中，动态地改变其中的知识联系颗粒度，建立一个网络图谱，这是非常有用的，这将在学生学习数学思维方式的连贯性和跨学科学习的应用上开辟一个新的空间。

## 4.3. 图谱的动态更新和调整机制

知识图谱的建设，为教学提供新的有力手段，为学生带来了更全面的学习资源，允许教师开展分层教学，允许学生进行个性化学习。对于课程知识图谱的建设要目光长远，紧跟教育和时代的发展，它也要有自我优化的发展过程。通过发现学生的学习薄弱点，及时的调整显示的优先级，习题推荐也更有侧重点。教师也要及时补充和完善学科发展的最新动态，注入学术和教学动态，新颖的应用案例等新资源，及时掌握学生的学习情况，相应的调整教学重难点。

## 5. 结论

本文通过知识图谱给出了解决传统数学课程中知识碎片化、知识薄弱的有效方案，可以提升教学的连贯性以及学生的学习效率，然而未来如何将知识图谱应用于教学环境仍然任重道远，也促使我们不断地探求知识图谱的活力，助力于课程多元化教学。

## 致 谢

作者衷心感谢编辑和审稿人的意见和建议。

## 基金项目

本文得到了军队联席会教学改革项目(批准号：JY24B013)的支持。

## 参考文献

- [1] 张勇, 杨进才. 基于学科知识图谱的高校教学模式研究[J]. 计算机教育, 2021(6): 141-144.
- [2] 林健, 柯清超, 黄正华, 等. 学科知识图谱的动态生成及其在资源智能组织中的应用[J]. 远程教育杂志, 2022, 40(4): 23-34.
- [3] 谢振平, 刘渊. 借助知识图谱建模的数字媒体课程知识教学改革探索[J]. 软件导刊, 2017, 16(11): 230-232.
- [4] 李涛, 王次臣, 李华康. 知识图谱的发展与构建[J]. 南京理工大学报报, 2017, 41(1): 22-34.
- [5] 刘志明, 黄建华, 王晓. 基于创新能力培养的数理方程课程的改革与实践[J]. 高等数学研究, 2023, 26(4): 85-88.
- [6] 刘超, 黄荣怀, 王宏宇. 基于知识图谱的新型教材建设与应用路径探索[J]. 中国大学教学, 2023(8): 10-16.
- [7] Mayer, R.E. (2017) Using Multimedia for E-Learning. *Journal of Computer Assisted Learning*, **33**, 403-423. <https://doi.org/10.1111/jcal.12197>
- [8] Mussen, P.H. (1970) *Carmichael's Manual of Child Psychology*. 3rd Edition, John Wiley & Sons.
- [9] 赵宇博, 张丽萍, 闫盛, 等. 个性化学习中学科知识图谱构建与应用综述[J]. 计算机工程与应用, 2023, 59(10): 1-21.