

附件 5

2025 年湖南省普通本科高校教育教学改革 典型分享项目成果简介

项目名称：基于知识图谱的学科知识体系构建与智慧教学应用

单位名称：中南大学

项目主持人：杨柳

团队成员：费洪晓，黄金彩，廖志芳，周诚

一、项目研究背景

习总书记在二十大中强调“教育、科技、人才是全面建设社会主义现代化国家的基础性、战略性支撑”，提出要“加快建设高质量教育体系，推进教育数字化”。《中国教育现代化 2035》明确指出“推进教育现代化要注重因材施教，要通过信息技术打造规模化教育与个性化培养相结合的人才培养新模式”。随着国家对智能教育发展的部署与支撑，如何推进人工智能与教育之间的深度融合，加速教育数字化并促进教育创新发展，已经成为教育领域的全局性、长期性与战略性的问题。

知识图谱作为新一代人工智能关键共性技术体系的重要组成部分，其强大的语义表达能力与知识建模能力，可以为智慧教育有效地集成与融合大规模的多语言跨学科的教育资源，用于辅助挖掘与分析大数据环境下蕴含的学科领域知识，提供数字化教育资源的传播、学术交流以及学科方向发展等智能化教育服务。

学科知识图谱作为人工智能与教育之间深度融合的重要载体，是智能教育发展的核心影响因素。从知识点角度分析，学科知识图谱通过对知识单元或知识群之间网络结构及相互关系的可视化呈现，能够从复杂关联的知识体系中精准定位知识点；从知识体系角度分析，学科知识图谱通过学科领域知识共现等方法呈现知识领域的学科分布等宏观图景，

从而能够促进学科知识体系的体系化构建；从学科知识演化的角度分析，学科知识图谱通过数据挖掘进行网络结构分析，进而深入探索知识涌现和创新的规律。构建学科知识图谱，能够促进学生对于知识的了解、识记、思考和创新，有效提升学科教学中知识传播的表达力和知识创新的穿透力，为新型教学资源建设提供支撑。

然而，教育资源中学科知识点的多源异构性、学科知识的多语言跨学科以及知识的结构化与非结构信息相结合等特点，使得构建的学科知识图谱在知识抽取、知识融合、知识补全等方面存在重大的挑战。因此，本课题面向多源多模态学科知识的教学资源，以计算机领域学科知识图谱与智能服务为应用背景，重点突破多模态学科知识的实体对齐、学科内与跨学科的关联知识推理技术，发展多源多模态知识表示学习方法，旨在建立符合学科知识体系与教学过程的学科领域知识体系，为新型教学资源的智能建设提供技术支撑，促进数字化与智慧教育的落地应用。

二、研究目标、任务和主要思路

2.1 研究目标

课题围绕计算机学科领域的多源异构、时序变化的大规模多模态教学资源，针对学科内的知识体系关联、跨学科的知识交叉融合等关键问题，提出一套基于知识图谱的学科知

识体系构建与智慧教学应用的体系框架。面向结构化与非结构化的教学资源建立学科领域知识的本体模型，解决多源异构数据的抽象知识表示与统一语义建模问题，突破学科知识的实体关系联合抽取与多模态学科关联知识的知识融合的技术瓶颈；实现基于学科知识图谱的知识推理、关联课程或知识点的知识图谱自动生成；形成学科领域的完备知识体系框架，为课程知识点挖掘、学科重点教学资源推荐、课程前后关联分析、教学效果评估、交叉学科知识融合等智慧教学服务提供支撑。课题将开展在计算机学科领域的应用验证，构建湖南省精品在线课《软件度量及应用》的知识图谱与配套教学资源建设。

2.2 研究任务

（1）面向不同学科领域的统一知识体系构建模型

面向多学科、多专业、多课程的学科领域知识所涵盖的多源、多粒度、多模态的教学资源，体系化地构建了能够有效管理多源异构、语义关系复杂的大规模学科领域知识网络。课题利用本体形式化规范方法构建了学科领域知识的统一语义模型，以支持学科领域知识图谱的模式级建模。课题面向多源异构多模态的学科领域资源，包括专业培养方案、课程大纲、课程教材、教材目录结构、课程视频、课程音频、课程 PPT、课程习题、课程试卷、知识点、案例与实践项目以及课程间的前导后续关系、知识点之间的关联、交叉学科

的知识融合等，建立了一种学科领域知识本体的半自动化构建与扩展框架。

（2）基于学科知识体系的知识图谱自动生成

当前学科知识资源虽然丰富多样且规模庞大，但普遍存在平台异构、重复建设、数据冗余、个性化欠缺等问题，难以适应智慧教学应用模式与新型教学资源建设的需求。课题面向特定学科、特定课程、专门知识或者交叉学科的实际需求，从已构建的学科知识体系中精准抽取多模态知识子图，构建了具有强逻辑性、强关联性的多模态教学资源知识图谱。课题针对课程知识图谱自动生成任务，利用已构建的多源多模态学科领域知识图谱，研究知识图谱的子图匹配与子图抽取策略，用以实现多粒度教学资源的自动按需生成，包括特定学科教学资源、特定课程教学资源、专门知识点教学资源以及交叉学科教学资源等，从而为现代新型教育资源建设提供支撑，为教师学生提供个性化课程资源推荐与资源整合。

2.3 研究思路

课题采用“学科知识本体构建→实体关系抽取→实体对齐与融合→知识推理与补全→知识子图抽取”的技术路线，体系化地构建一套面向多学科多模态的学科领域知识图谱构建方法。整体研究思路如图 1 所示。

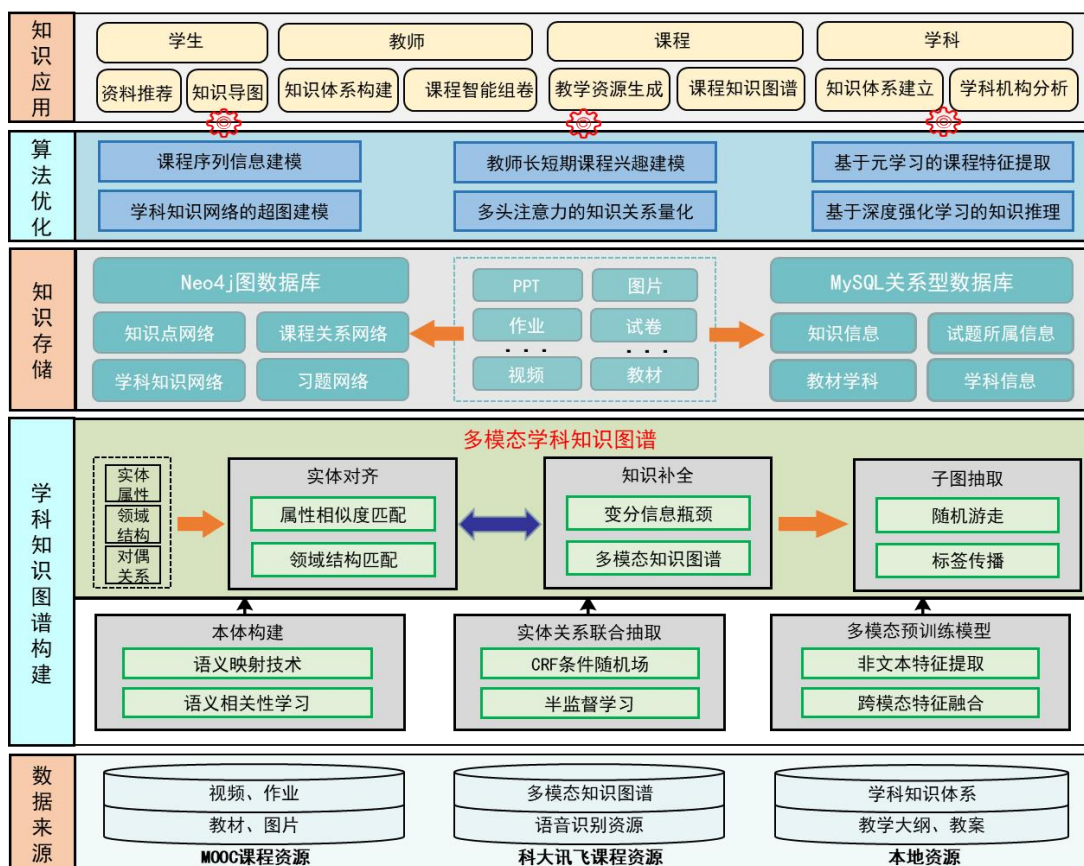


图1 多模态学科领域知识体系构建框架

三、主要工作举措

课题研究的具体实践过程包括：面向多学科领域的统一学科知识本体构建、基于语义标注的端到端知识联合抽取模型、基于图注意力机制的多源多模态实体对齐方法、基于变分信息瓶颈的学科知识推理与知识补全、基于子图抽取的多粒度教学资源知识图谱生成。

(1) 构建了学科领域知识的统一本体模型

利用本体形式化规范方法构建了学科领域知识的统一语义模型，以便有效管理多源异构、语义关系复杂的大规模学科领域知识网络，支持学科领域知识图谱的模式级建模。

课题面向多源异构多模态的学科领域资源，包括专业培养方案、课程大纲、教材目录结构课程试卷、知识点、案例与实践项目以及课程间的前导后续关系、知识点之间的关联、交叉学科的知识融合等，设计了一种学科领域知识本体，如图 2 所示。

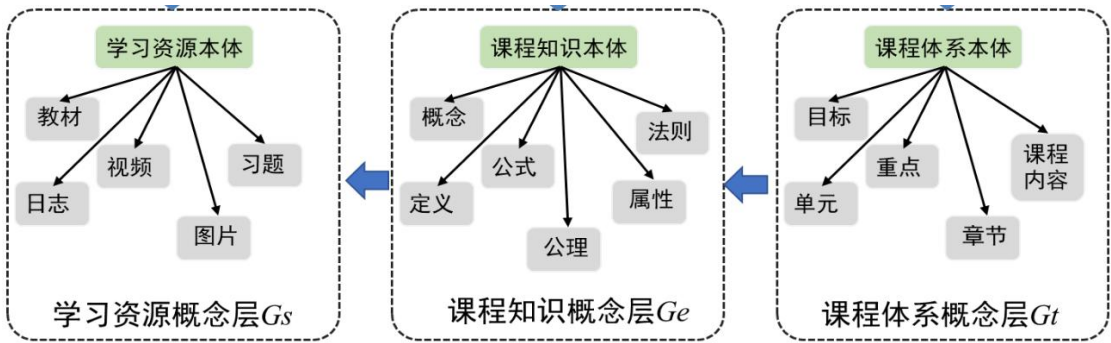


图 2 学科领域知识本体

学科领域知识本体主要包括了课程体系本体、课程知识本体以及学习资源本体，目前已设计了三类本体的概念层结构。

（2）构建了计算机学科代表性知识图谱

课题在构建的学科领域知识的统一本体模型下，研究了一套从“专业课程-专业课程群-学科领域”的体系化知识图谱构建方法。目前从项目负责人讲授的《软件度量及应用》计算机专业课程出发，从学科课程群、软件生命周期主线、课程主要内容以及重难点知识等多个角度构建了知识图谱，如图 3-图 6 所示。

i) 学科课程群知识图谱

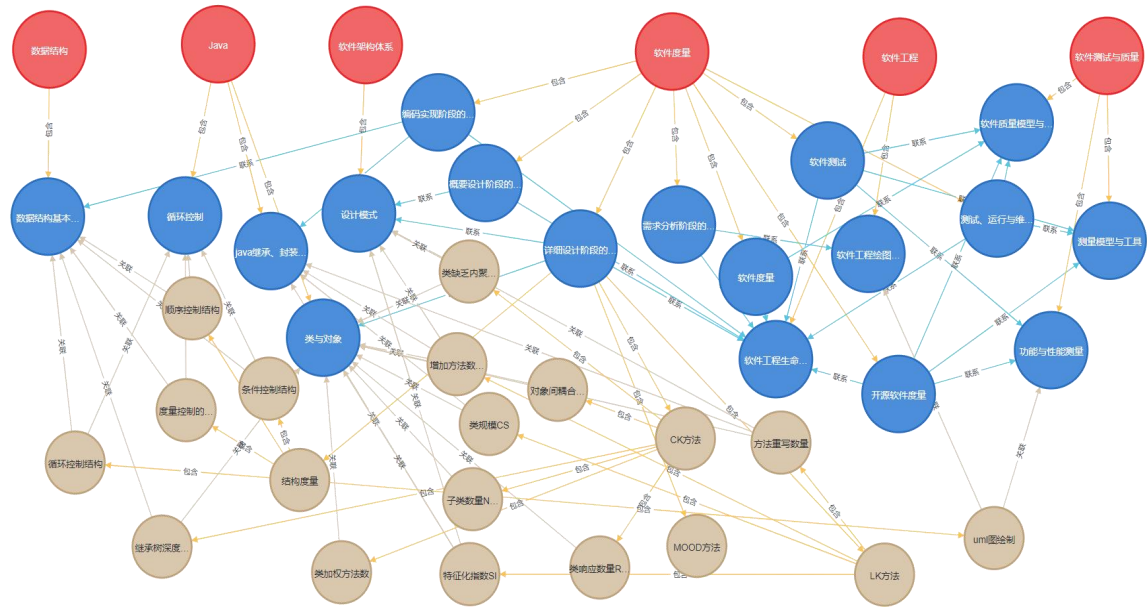


图 3 学科课程群知识图谱

ii) 面向对象度量知识点与其他课程知识点的知识图谱

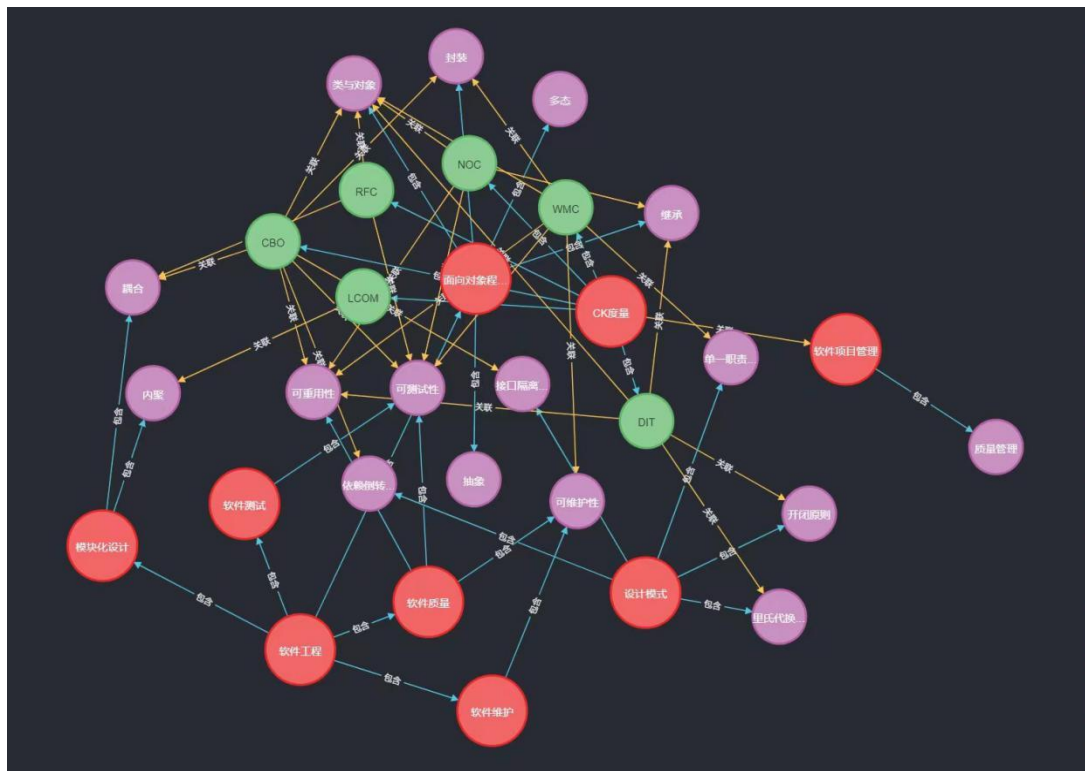


图 4 面向对象度量知识点与其他课程知识点的知识图谱

iii) 以软件生命周期为主线的知识图谱

按照软件生命周期的需求分析、概要设计、详细设计、编码实现、软件测试、试运行与维护等过程，将《软件度量及应用》课程的知识点进行关联，形成以软件生命周期为主线的课程知识图谱。

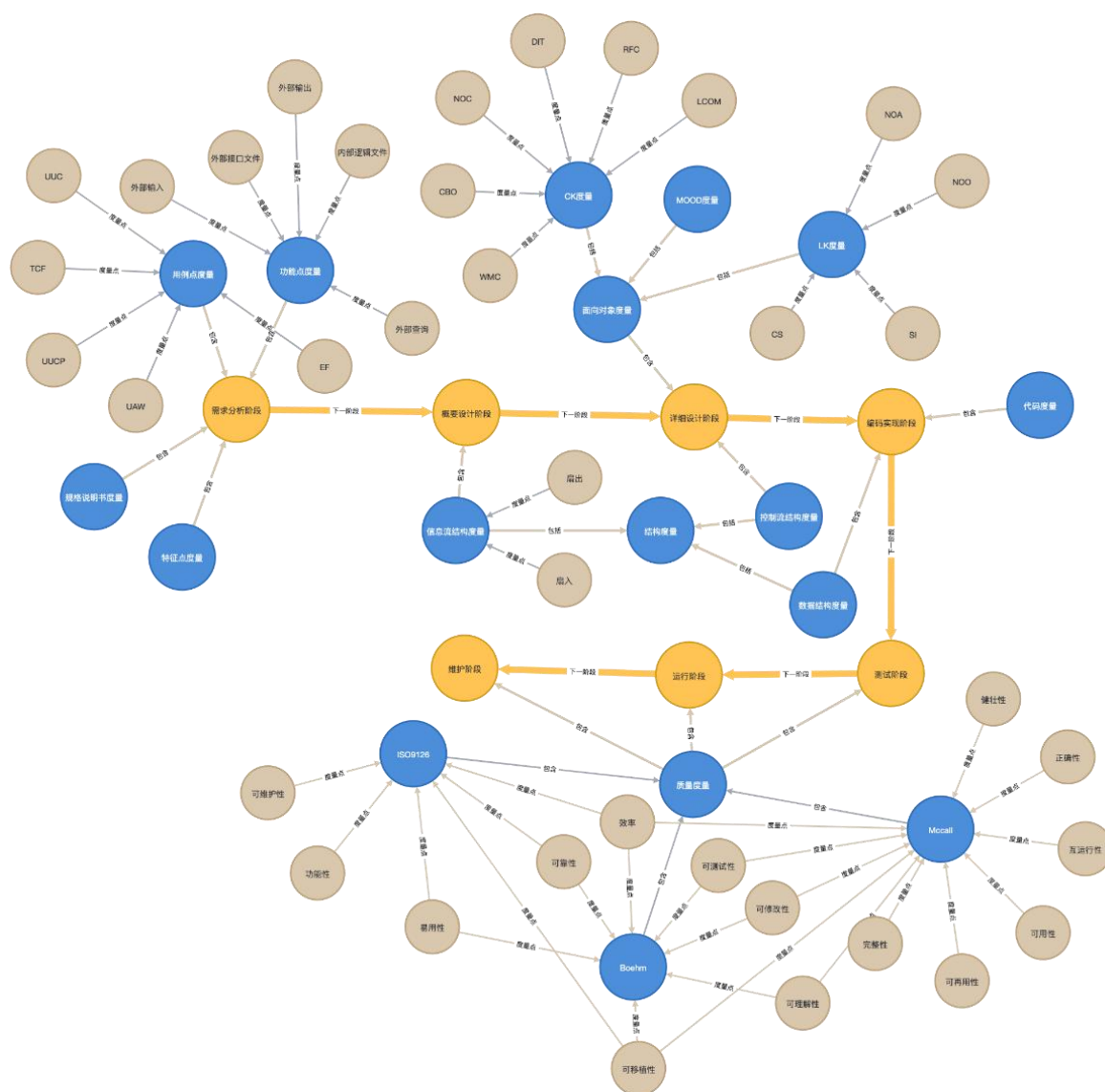


图 5 以软件生命周期为主线的知识图谱

iv) CK 度量方法与其他专业课程知识点的知识图谱

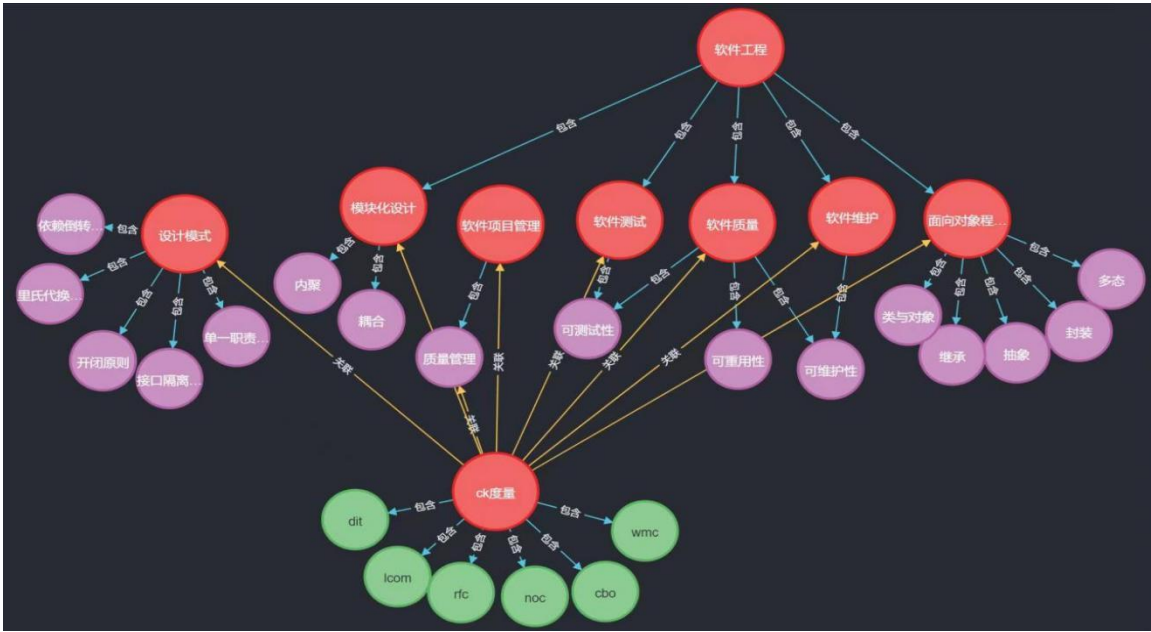


图 6 CK 度量方法与其他专业课程知识点的知识图谱

四、取得的工作成效

课题研究内容与实现方案在计算机专业课程《软件度量及应用》MOOC 平台以及相关智慧课程中进行实践与落地。如图 7-图 10 所示。



图 7 《软件度量及应用》MOOC 平台



图 8 智慧树上的应用

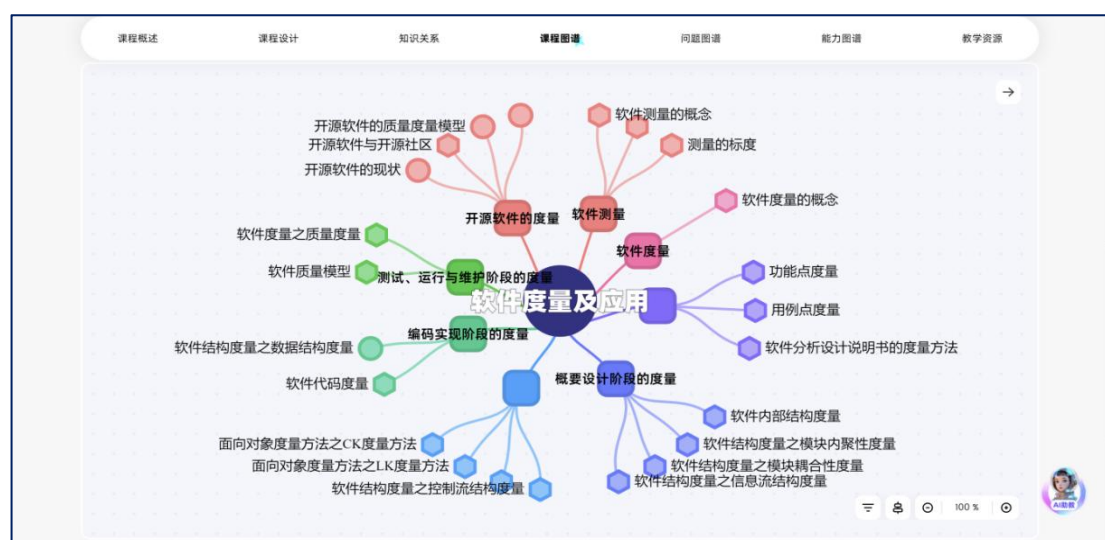


图 9 智慧树上的课程知识图谱

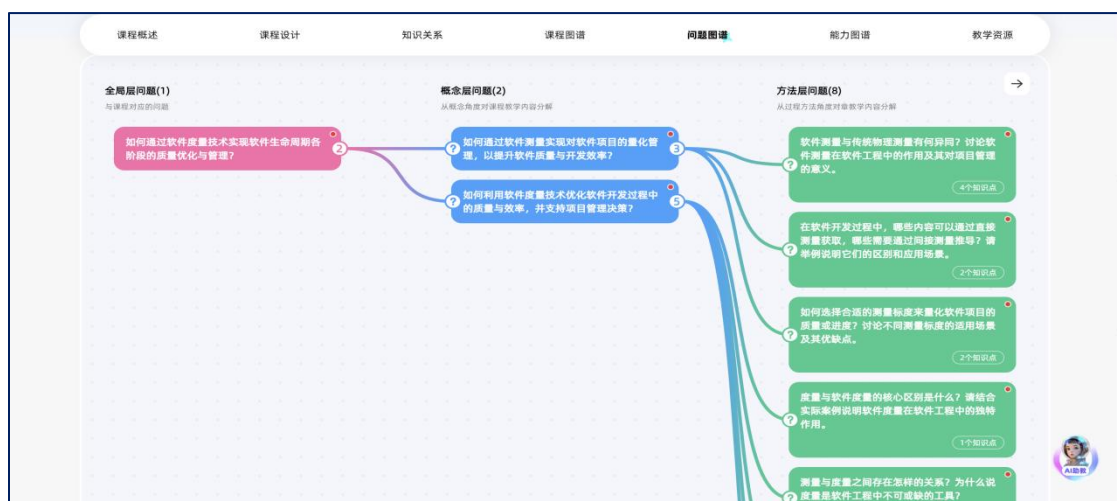


图 10 智慧树上的问题知识图谱

五、特色和创新点

5.1 项目特色

(1) 科教相结合，结合教师科学研究构建了一套基于知识图谱的学科知识体系构建与智慧教学应用的体系框架

课题围绕计算机学科领域的多源异构、时序变化的大规模多模态教学资源，针对学科内的知识体系关联、跨学科的知识交叉融合等关键问题，结合教师科研中的本体知识建模、知识表示学习、知识推理等智能化技术与研究成果，形成了一套基于知识图谱的从“专业课程-专业课程群-学科领域”学科知识体系构建与智慧教学应用的体系框架。

(2) 理论实践结合，将学科课程知识图谱在“智慧树”、中国大学 MOOC 等在线教育平台上应用，并赋能于智慧课程

课题将计算机学科领域《软件度量及应用》课程群知识图谱应用于实际的“智慧树”、中国大学 MOOC 等在线教育平台，用知识图谱赋能智慧课程，实现了课程知识关联、课程多模态资源关联、学生学习资源智能推送、教学实时反馈等，推进了人工智能技术与教育教学深度融合。学科课程知识图谱在智慧树线上平台的应用如图 7-9 所示。

(3) 社会影响：构建的课程知识图谱在“智慧树”、中国大学 MOOC 等在线教育平台上应用，研究成果辐射于线下课堂与线上平台，辅助相关的教师与学生开展智慧课堂。

课程科教相结合，将教师科学研究成果有效应用于课程教学，该教学改革的方法对于计算机的相关课程以及其他学科课程的教学改革均有良好的借鉴作用。

5.2 项目创新

（1）理论上的创新

理论上，提出了一种学科知识体系自动化构建的方法。通过学科知识领域的本体构建、学科领域实体关系联合抽取、多模态学科知识的实体对齐与知识融合、学科知识推理与知识补全、多粒度教学资源知识图谱自动生成等，实现多学科多模态学科领域知识图谱构建，形成领域学科知识体系，推进新型教学资源建设与智慧教学的创新应用。

（2）实践上的创新

课题基于上述理论研究，基于构建的学科领域知识统一本体模型，研究并实践了一套从“专业课程-专业课程群-学科领域”的体系化知识图谱构建方法。目前从项目负责人讲授的《软件度量及应用》计算机专业课程出发，从学科课程群、软件生命周期主线、课程主要内容以及重难点知识等多个角度构建了计算机学科领域《软件度量及应用》课程群知识图谱，并应用于课程群教学、智慧树上发布的智慧课程中。