

信息简报

(专题版)

吉林医药学院图书馆 主办

2024 年 6 月

本期主题：知识图谱与智慧教育

- 知识图谱概述
- 智慧教育与知识图谱
- 课程知识图谱面临的挑战
- 基于课程知识图谱的智慧教学创新之处
- 面向智慧教育的课程知识图谱构建设计
- 面向智慧教育的课程知识图谱应用
- 知识图谱在医学领域的应用
- 基于知识图谱的课程教学改革
- 混合式教学中课程知识图谱的构建与应用研究
- 面向智慧教育的学科知识图谱应用场景与挑战
- 大学物理实验课程教学知识图谱构建的基础及策略
- 基于知识图谱理念的生物医学电子学在线课程建设初探

知识图谱概述

知识图谱 (Knowledge Map)，也被称为科学知识图谱，是把应用数学、图形学、信息可视化技术等学科的理论方法与计量学引文分析、共现分析等方法结合，用可视化的图谱形式，形象地展示学科的核心框架、发展历史、前沿领域以及整体知识架构。

知识图谱于 2012 年由谷歌 (Google) 正式提出，其初衷是为了提高搜索引擎的能力，增强用户的搜索质量及搜索体验，主要包括通用知识图谱和领域知识图谱。通用知识图谱更注重广度，强调融合更多的实体，包含大量的常识性内容。领域知识图谱所包含的知识具有很强的专业性，依靠特定领域的数据来进行构建。较通用知识图谱而言，领域知识图谱的准确度较高，具有特定的领域意义。

在知识图谱中，知识通过关系相互联结，构成网状的知识结构。知识图谱以结构化形式描述概念、实体及其关系，便于认知、理解和进行计算机管理，用“实体-关系-实体”三元组形式对知识系统进行资源描述和存储。

知识图谱是完善知识管理和智能服务的新兴技术，以更接近人类认知世界的形式进行信息表示，为组织、管理和理解海量信息提供了更好的方法。利用其强大的语义处理功能和快速分析能力，知识图谱已经成为可以快速、准确地获取信息资源的智能化搜索与组织工具，在金融、公安、电信、医药、农业、政务等领域已得到了深入广泛的应用。

摘自《中国大学教学》2020年第11期 涂建华等

智慧教育与知识图谱

智慧教育是指围绕以学习者为中心的教育理念，通过构建智慧学习环境，运用智慧教学方法，实时反馈教育数据的教育活动。“智慧教育”由 IBM 公司的“智慧地球”衍生而来，美国、韩国等通过制定相关政策推动智慧教育的发展。在国际智慧教育政策的启发下，国内对智慧教育的探索逐步凸显中国特色。相关文献中确立了智慧教育的理论基础，表明其理论框架主要包括智慧环境、智慧教学法、智慧评估和智慧人才 4 个方面，并于2017、2018年进行了两次优化；同时，相关学者也从维度和组成元素等方面对智慧教育的内涵进行了详细界定。随后，更多研究者从技术支撑、智慧学习资源建设、智慧教学模式等方面进行探讨。

在智慧教育环境中，一些研究者对教育知识图谱开展相关研究：在课程本体设计方面，有学者以课程本体、教学大纲本体和主体本体为本体模型，开发基于本体的学习系统，有效提高学生的学习效果；在知识图谱构建方面，有学者从两个方面探讨了学科知识图谱与智慧教育的适切性，描述了学科知识图谱的构建路径和在智慧教育中的六大应用场景，有学者将知识图谱技术用于表示基础教育领域的知识，并将其应用到智慧教育

中；在课程知识图谱应用方面，有学者基于知识图谱设计翻转课堂教学模式，提高课堂教学效果，为智慧教育的发展注入新的动力。

纵观现有的研究成果，国内外学者对教育知识图谱进行了较深入的研究，但也存在着一定不足：①知识图谱中课程本体的设计不够全面，大多数本体侧重于描述课程内容的逻辑结构，忽略了课程目标的要求以及知识的综合应用；②知识点间的关系定义比较单一，除了常见的包含关系、顺序关系等，知识间应划分特殊关系，保证语义关系的全面性；③课程知识图谱的构建缺乏质量评估和更新维护等环节，现有的一次性课程知识图谱无法保证知识的准确性与可延展性。因此，结合智慧教育的基本要求，提升课程知识图谱的构建质量和效率具有重要意义。

摘自《计算机教育》2023年第9期 张慧楠等

课程知识图谱面临的挑战

一、课程资源的多模态特性

随着智慧教学的不断深入发展和教育数字化进度的不断加快，教学资源种类日益丰富，已由传统的以文本为主要形式的教学资源转为集文本、图片、视频、音频于一体的多模态教学资源，提高了学生学习的积极性、主动性，提升了教学成效。然而，不容忽视的是教学资源的多模态特性也给课程知识图谱的构建带来了挑战，一是图片、视频、音频等资源中视觉（听觉）实体、概念、事件、关系等的抽取与文本资源相比难度较大，准确率较低，缺乏成熟的技术；二是由于音频、图片、视频等不同类型资源之间的语义表达存在鸿沟，造成不同模态下数据之间的相互关联、映射和融合存在较大困难；三是为了消除不同模态资源之间的语义鸿沟，需要统一多模态资源的学习方法，提高多模态课程知识图谱的构建效率和质量。

二、课程资源更新频繁

随着大数据时代及大语言模型时代的到来，新技术新知识不断涌现，课程资源每天都在更新，如何高效地将最新的知识、技术、资源融入已有的知识图谱中，成为当前极具挑战性的难题。一方面可以采取知识图谱重构的方式，其优势在于简单直观，不足主要是重构代价较大、效率较低；另一方面可以采取增量更新的方式，在已有知识图谱的基础上，将最新的技术、知识、资源融入进去，提高增量更新策略的效率和准确性。

三、质量控制要求严格

课程知识图谱以服务学习者学习知识、提高学习效率、改善学习效果为目的，保证内容准确无误是其基本要求，也是开展基于课程知识图谱教学的前提。由于数据源的多源、异构、多模态等特性，使得课程知识图谱的质量控制面临着巨大挑战。可从以下三

个方面严格把控课程知识图谱的质量：一是优先选择权威教材、大纲、课件等数据源，对其他数据源的质量和可信度进行严格审核，确保数据源内容的准确性；二是提高知识抽取、知识融合、知识消歧等算法的有效性，确保课程知识图谱内容的准确性；三是借助于众包、强化学习等策略，进一步提高课程知识图谱的质量。

四、知识种类形式多样

随着自然语言处理技术的不断发展，基于文本的实体抽取、关系抽取等相关技术的不断完善，抽取准确率逐步提高，基本能够满足实际应用的需求。但是，课程中的知识点除了以文本形式表示的概念，还有很多其他形式，如公式、命题、定理等。不同形式知识点的抽取技术、方法各不相同，其抽取难度较大，抽取准确性仍面临着较大挑战。

摘自《河南教育(高教)》2024年第2期 马友忠

基于课程知识图谱的智慧教学创新之处

一、由“点状”知识教学向“网状”知识教学转变

传统的教学方法以知识点讲解为核心，对知识点之间的关联关注不够，往往注重局部知识的讲授，却忽略知识点在全局中的地位和作用。以学科知识图谱为基础，以课程核心知识点为对象，对其关联知识点进行系统分析，找出以核心知识点为中心的“知识团”，实现由以知识点为核心的“点状”知识教学向以“知识团”为核心的“网状”知识教学转变，让学生不仅能够掌握知识点本身，还能够充分了解知识点在整个知识体系中的地位，提高学习成效。

二、由“线性”知识教学向“非线性”知识教学转变

传统的教学方法一般按照教材内容的先后顺序进行讲解，没有充分考虑知识点之间的联系，一定程度上影响了教学效果。基于课程知识图谱，可以探索由单一的“线性”知识教学向“非线性”知识教学转变，以当前知识点为核心，分析已学知识点和未学知识点之间的关联，对已学知识点复习巩固，对未学知识点进行适当讲解，优化课程知识点讲授顺序和讲授策略，改善总体教学效果。

三、由“平面式”知识教学向“立体式”知识教学转变

传统的教学方法由任课教师按照各自承担课程的教材内容进行讲解，涉及课程知识点以外的内容和其他课程相关的知识一般不会讲解，只注重单一课程的“平面式”知识教学，不能充分融合不同课程的相关知识点。以课程知识图谱为基础，可以找出不同课程知识点之间的相互关系，打破课程与课程之间的知识边界和壁垒，开展“立体式”知识教学。同时，基于课程知识图谱，任课教师可以发现与课内知识点相关联的其他课程知识点，加强不同课程任课教师之间的沟通与协作，通过协同备课、协同教学等多种途

径，提高学生的知识综合运用能力和水平。

四、辅助新形态教材建设

随着智慧教学应用的不断深化，教学资源种类日益丰富、形式日益多样，传统的以文本为主要形式的教材已经无法完全满足智慧教学的需要。以云教材、网络教材、数字化教材等为代表的新形态教材应运而生。新形态教材以媒体性、交互性、社交化为主要特点，其内容的组织方式与传统的教材有着较大差别。而课程知识图谱的特性与新形态教材的要求大体一致，新形态教材可以辅助课程知识图谱对教材内容进行设计，使其更加科学合理。同时，基于新形态教材的使用数据可以对课程知识图谱进行补充和完善。

五、实现智慧教学评价

现有的教学质量评价形式比较单一。大多数是在期末结课，由学生对教师的教学效果进行评价。而对学生的考核仍以传统的笔试为主，以分数高低评价学习成效，很难考核学生对知识的系统化掌握程度以及培养学生利用所学知识分析问题、解决问题的能力。基于知识图谱的智慧教学大数据平台，可以实现智慧教学研究成果、智慧教学资源共享以及教学过程、学习行为、学习效果等全过程的实时跟踪与管理。在此基础上，可以设计以学科知识图谱为基础的立体化、多维度的教学质量评价体系、确保评价对象的多元化、评价指标的全面化，评价过程的全程化和评价效果的最大化。

六、支持个性化精准教学

基于课程知识图谱可以实现完整的教学资源画像、教师教学画像和学生学情画像。在此基础上，可以从以下两个方面实现个性化精准教学。一是个性化知识点推荐。通过对学生学情画像的分析，可以充分了解学生的学习兴趣、学习规律以及学生对各知识点的掌握情况，再结合教学资源画像，根据学生的学习需求和学习现状推荐个性化的学习资源，从而提高学生学习的积极性，改善学习效果。二是个性化学习路径推荐。通过对学生的学习行为、学习过程的分析，利用协同过滤、深度学习等算法实现个性化学习路径推荐，从而提高学生的学习效率。

七、实现智能问答服务

师生互动是提高学生学习效率、改善学习效果的重要途径，尤其是针对疑难知识点的学习。然而在现实学习中，由于学生与教师的交流机会较少，大多数学生遇到问题不善于向教师求助，问题越积越多，最终积重难返。基于课程知识图谱，尤其是课程知识图谱与大语言模型的有机结合，可以实现基于语义的智能问答服务，学生通过智能问答服务，将学习过程中遇到的知识难点、问题等进行交互式提问，以递进的方式逐步解决问题，不断提高学习的自信心和积极性，有效改善学习效果。

课程知识图谱构建是数字资源新型基础设施建设的重要组成部分，也是教育新基建

中支撑教育高质量发展的核心。各地各级教育部门已把知识图谱建设写入“十四五”教育事业发展规划中，加快推进知识图谱的建设与应用，把知识图谱作为深化智能时代教育教学方式改革的重要手段迫在眉睫。但当前课程知识图谱在构建效率、内容质量、应用方式等方面仍面临着诸多挑战，未来需要进一步加强课程知识图谱关键技术的研发以及知识图谱在智慧教学中的应用研究，尤其是将知识图谱与大语言模型技术相结合。同时，除技术因素外，课程知识图谱的构建和应用是一个系统工程，涉及课程知识图谱构建、教学方式改革、新形态教材建设、立体化教学资源建设、教学评价方式改革等诸多方面，这就需要成立专门的工作小组或组织机构，统筹推进课程知识图谱的构建与应用。

摘自《河南教育(高教)》2024年第2期 马友忠

面向智慧教育的课程知识图谱构建设计

一、智慧教育与课程知识图谱的映射关系

有研究从学科知识图谱助力智慧教育体系框架的构建、智慧教育生态系统的重构两方面探讨了学科知识图谱与智慧教育的适切性，在此基础上，从课程知识图谱的内容、形式和应用 3 方面细化其与智慧教育之间的映射关系，如图 1 所示。课程知识图谱的 3 个方面与智慧教育中以学习者为中心的教育理念有效契合，并为智慧教学和智慧评估提供支撑。

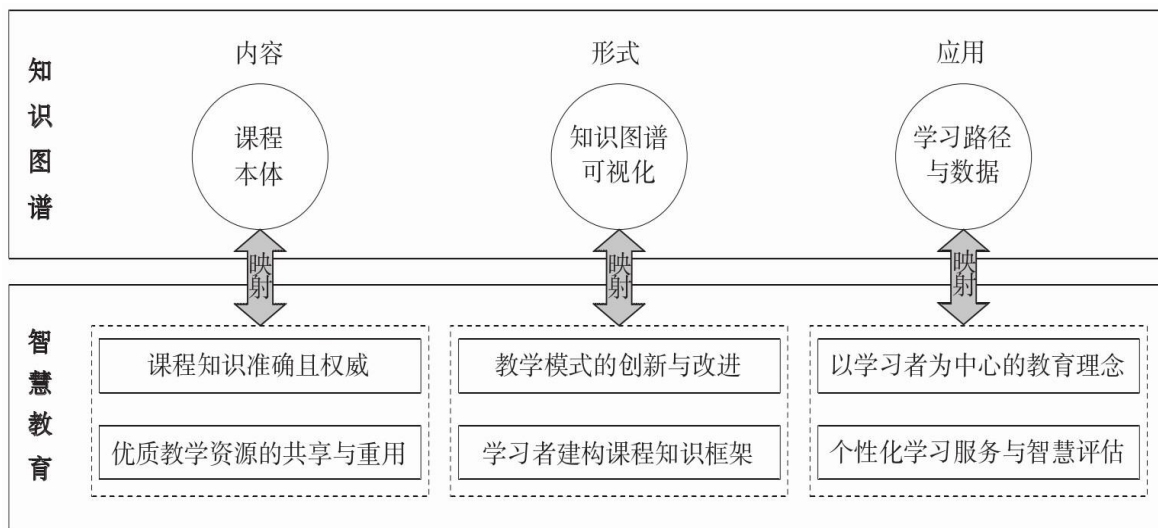


图1 智慧教育与知识图谱的内在映射关系

二、面向智慧教育的《计算机组成原理》课程知识图谱构建设计

为解决现有知识图谱中存在的问题，采用自顶向下的方式构建课程知识图谱，构建框架如图2 所示。在该框架中，构建过程分为数据收集、本体设计、知识获取与存储、知识加工几个阶段。具体地，丰富的数据为本体设计和知识获取与存储两个阶段提供坚实支撑；本体设计阶段提供了理论基础和抽取原则；知识获取与存储阶段通过抽取课程

知识、属性与关系，初步形成课程知识图谱；知识加工阶段通过质量评估与更新维护得到高质量知识图谱。本研究以计算机组成原理课程为例，基于上述构建框架开发课程实例。

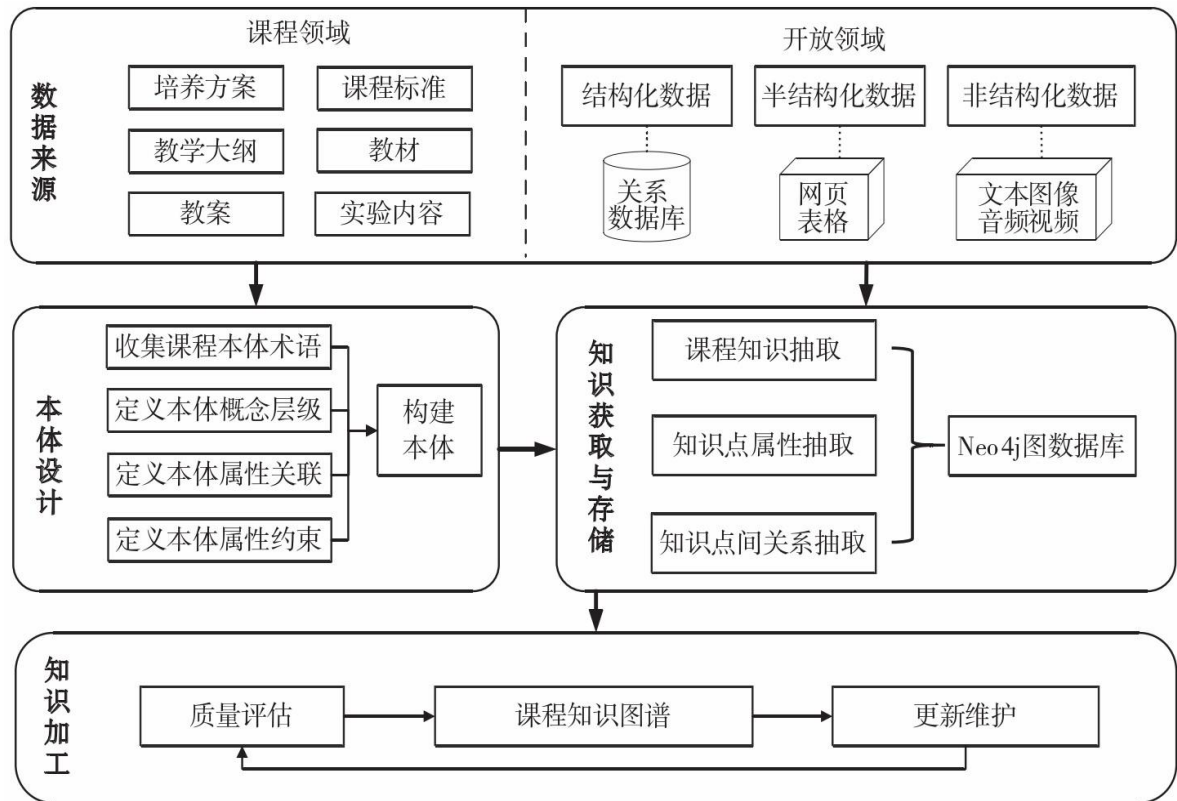


图2 面向智慧教育的课程知识图谱构建框架

1. 数据收集

计算机组成原理课程知识图谱的数据来源包括两方面，一方面来自课程领域，这部分数据能够保证知识点的准确与权威，包括培养方案、教学大纲、教案、习题集、实验教材等；另一方面来自开放领域，包括结构化数据、半结构化数据以及非结构化数据等，由于计算机组成原理课程中所用数据大部分来源于半结构化与非结构化数据，采用基于Python 的网络爬虫技术，从学堂在线、网易公开课、MOOC 和百度百科网站中获取相关知识。

2. 本体设计

本研究结合计算机科学与技术专业的培养方案，参考由唐朔飞编著的《计算机组成原理》（第二版）教材、教案等，借助 Protégé 本体开发工具，采用“七步法”完成计算机组成原理课程本体系统构建，模型如图 3 所示。此本体系统包括课程目标本体、课程知识点本体、课程资源本体 3 个部分。其中，利用课程目标本体描述计算机专业中计算机组成原理的课程目标，指导课程知识点的选择和课程资源的引入；在完成教学大纲的前提下，通过课程知识点本体合理取舍教学内容；课程资源本体实现课堂知识与

教学实验及试题练习的密切配合，注重各习题与各实验间课程知识点间的衔接。

由于计算机组成原理教材中部分章节名称无法呈现出知识点的内在关联，需根据逻辑结构重新划分课程知识。课程知识点本体将教材目录与内在逻辑相结合，根据知识粒度的不同划分为课程知识、知识体系、知识单元、知识集、知识点5类。其中，课程知识是指某一课程名称，如计算机组成原理等；知识体系按照课程的内在逻辑结构划分，一般对应于教材中的章节目录，如“软件”和“硬件”；知识单元是知识集的集合，一般对应于节目录，即“外围设备”等内容；知识集是两个或多个知识点的集合，如“运算器”等；知识点指无法分割的最小单位，如“运算速度”“机器字长”等内容。

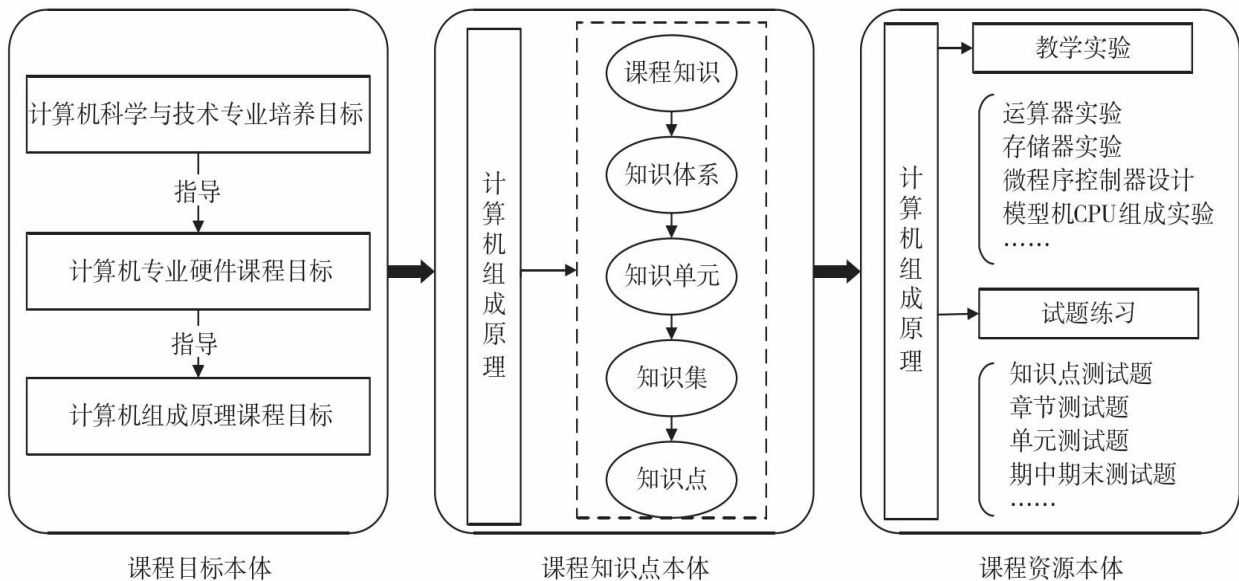


图3 计算机组成原理课程本体系统模型

3. 知识获取与存储

知识获取与存储阶段包括3个步骤：知识点抽取与属性定义、知识点间关系抽取、知识图谱可视化。知识点抽取与属性定义是构建课程知识图谱的基础工作，本研究采用较成熟的 BiLSTMCRF 模型与人工检验相结合的方法抽取知识点。首先确定“概念、组成、功能、原理、指标”5类实体类型，以“字”为单位，采用 BIO 标注策略。然后通过清洗数据、分词等预处理创建语料库，将其划分为训练集、验证集和测试集，训练模型并完成预测。最后学科专家通过统一的评估方法对知识点进行人工检验和查漏补缺，共得到1个课程实体、3个知识体系实体、20个知识单元实体、50个知识集实体、673个知识点实体，总计747个实体。此外，对实体的数据属性进行定义，包括“知识编号、知识名称、知识内容、英文表述、分类、学习目标、学习难度、相关资源、前导课程、后续课程”10个属性类别。其中，“学习目标”与“学习难度”依据课程目标本体得出；“相关资源”指与知识点相关的实验内容、练习题和拓展资料等。

知识点间的关系定义是关系抽取的前提条件。常见关系有包含、顺序、相关等，但

有些知识点无法用常见的关系定义，如“控制器的基本功能是取指令、分析指令和执行指令”这句话中“控制器”与“取指令”之间的关系无法利用常见的关系描述，因此将计算机组成原理课程的关系定义为普通关系（包含、前导、后继、同义、参考、平行）和特殊关系（方式方法、功能特点、性能指标、影响因素）两类，共计10种。

详细定义知识点间的关系后，采用依存句法分析的方式对关系进行抽取。首先采用LTP的Python封装工具Pyltp对文本进行分词和词性标注，同时将语料库导入LTP中，然后进行依存句法分析，输出三元组。通过分析结果发现，有些潜在语义关系的挖掘需要剖析例句的深层含义，如“浮点加减运算包括对阶、尾数求和、规格化、舍入4个步骤。”这句话中的实体“对阶”是“尾数求和”的前导知识点，无法采用依存句法分析的方式抽取。因此，通过设置统一的手动抽取规则，前导、后继、参考和特殊关系采用专家手动抽取的方式，最终得到2027个关系。将上述操作得到的知识点与关系进行融合，导入Neo4j图数据库中生成一个相对完整的计算机组成原理课程知识图谱。

4. 知识加工

知识加工主要包括质量评估与更新维护两部分。质量评估贯穿于课程知识图谱的全周期，主要从准确性、完整性、时效性和一致性4个维度考察。准确性用来检验知识图谱中课程知识的准确性；完整性指知识的覆盖范围是否全面；时效性检验知识能否与时俱进。计算机学科领域的专家或教师通过对计算机组成原理课程知识图谱进行抽样质量检测和评估，完成这3个维度的考查。一致性用来测试知识表示方式有无重复，本研究采用Protégé中自带推理机验证本体，若启动推理机后没有错误，则表示本体一致性验证成功。经过上述操作，得到较高质量的课程知识图谱。同时，教师根据学习者的使用与反馈情况，对课程知识图谱中的知识、教学资源、知识图谱可视化展示等方面进行更新和维护，保证知识图谱的质量。经过多轮迭代式扩充与完善的课程知识图谱更能适应智慧教育环境下的培养要求。

摘自《计算机教育》2023年第9期 张慧楠等

面向智慧教育的课程知识图谱应用

基于人机协同的思维，本研究将课程知识图谱作为教学载体，MOOC学习平台作为辅助，以计算机组成原理课程中的“算术逻辑单元”知识点为例，从课前精准定位、课堂精准掌握、课后精准提升3个方面探讨课堂活动实施方案，实现精准化教学，打造高效智慧课堂。

课前精准定位阶段（图1），教师发布预习内容——绘制个人知识框架图，学生通过教材、课程知识图谱、依附于知识点属性中的MOOC资源等方式预习知识点，将掌握的

内容绘制在个人知识框架图中，教师通过布鲁姆认知领域目标中的6个层次对学生预习情况进行精准定位，并将其分为基础组、应用组和创新组，并选择相应的教学活动。

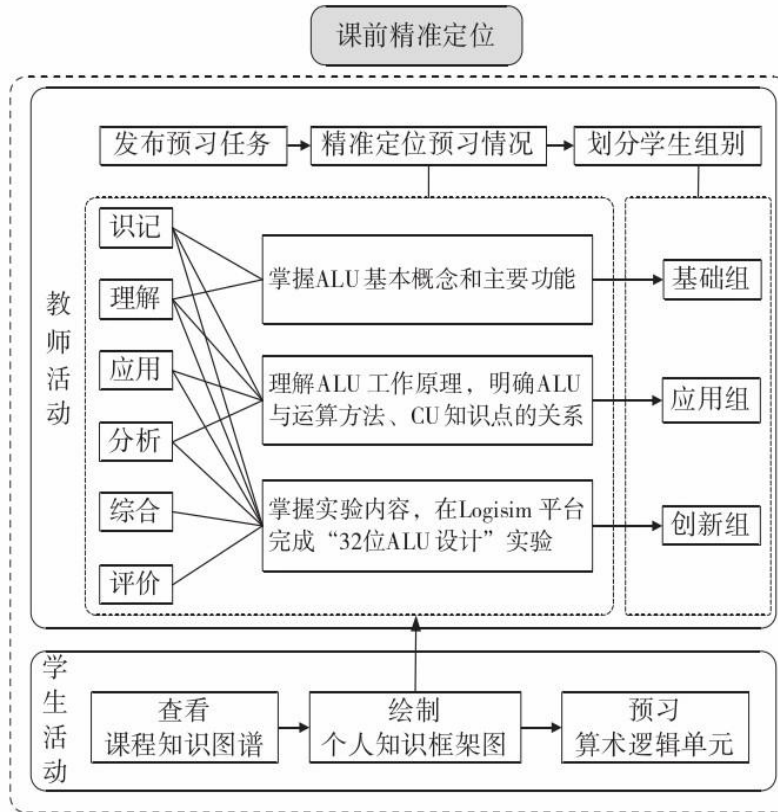


图 1

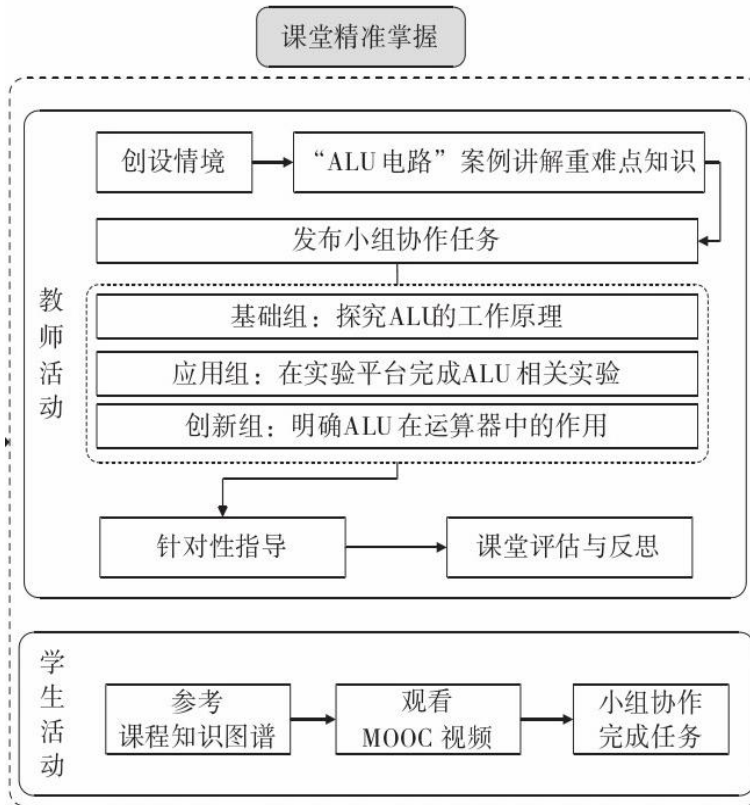


图 2

课堂精准掌握阶段（图2），教师创设教学情境，通过“ALU 电路”案例讲授重点知识，为各小组发布相应任务。学生通过小组协作，利用课程知识图谱中的学习路径和相关资源进行探究，精准掌握学习内容。在此过程中，教师提供针对性指导与教学干预，解决各小组存在的共性问题。最后，从学生课堂表现、小组任务完成度、课程知识图谱使用率³ 方面进行精准评价。

课后精准提升阶段（图3），学生通过试题对知识点进行检验与巩固，采用操作语言 Cypher 在 Neo4j 图数据库中搜索查询，实现对“CU”“运算器”等知识的迁移，完成自身精准提升。同时，教师实时检测评价，为学生提供教学反馈与个性化学习服务。

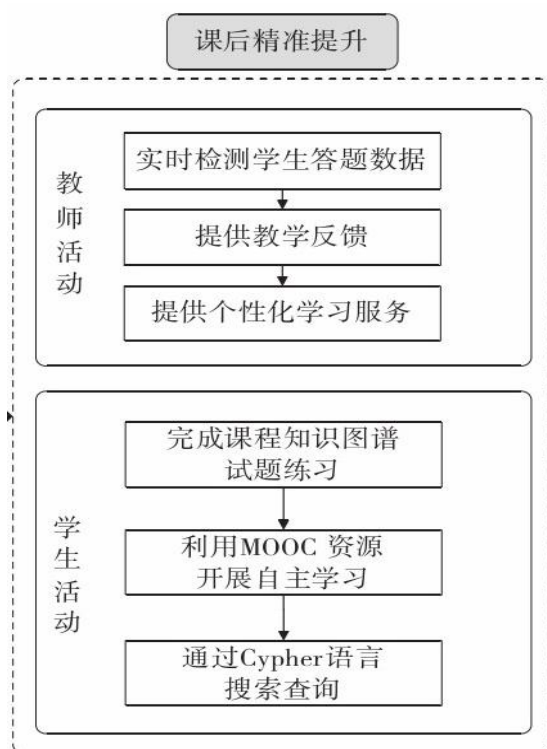


图 3

通过探讨课程知识图谱在实际课堂教学的实施方案，发现知识图谱能够有效支持教学活动的开展，为智慧教育提供了坚实保障。后续研究将进一步探究采用自动化的方式准确获取知识点与关系，同时将结合课程知识图谱和学生行为数据两方面内容，实现精准描绘学习者画像、推荐个性化学习服务、精准评价与反馈等，推动智慧教育持续发展。

摘自《计算机教育》2023年第9期 张慧楠等

知识图谱在医学领域的应用

医学知识图谱以结构化的形式描述医学实体和关系，是整合海量医学资源的重要表示之一。将医学知识图谱与人工智能技术相结合，可以提高医生的诊断效率，在智慧医

疗建设中具有关键性作用。为了探究知识图谱在医学领域中的应用现状与发展前景，本文从药物间关系发现、辅助诊断、个性化推荐、决策支持和智能预测这五个方面讨论了知识图谱在医学领域的具体应用。

一、药物间关系发现

药物的研究历史悠久，但许多药理作用的发现确是偶然的。仅仅依靠传统的方法去探究药理已经不能满足药物研究的需求，知识图谱作为一种新的方法应用到药物研究中，有望弥补传统方法在药物研究方面的不足。目前基于知识图谱的药物研究主要集中在药物再利用、药物间不良反应、联合药物治疗等方面。

新药研发具有周期长、成本高的特点，这使得研发新药成为一项艰巨的任务，而药物再利用作为新药研发的重要补充，有效缓解了新药研发面临的难题。目前基于知识图谱的药物再利用已在识别传统疑难疾病和突发性传染病有效药物的任务中取得一定的成果。在识别传统疑难疾病的有效药物研究中，桑盛田等提出融合知识图谱与深度学习

的药物发现方法，从已发表的文献中挖掘疾病的潜在治疗药物。在识别突发急性传染病有效药物的研究中，Korn 等将现有的生物医学知识图谱与新型冠状病毒感染 (corona virus disease 2019, COVID-19) 最新生物医学文献信息相结合，建立了一个基于 COVID-19 的知识库，通过对知识图节点之间的关系进行推断来确定潜在的候选药物，实现已知药物和临床候选药物的再利用。除此以外，还有更多药物发现相关的工作也在陆续展开。

现有药物的未知不良反应会给患者带来巨大的安全隐患，也限制了研究人员对药物成本的准确判断，提前预知药物可能带来的不良反应是有效解决上述问题的突破点，而机器学习与知识图谱相结合具有从现有知识中预测未知不良反应的潜力。Bean 等以药物不良反应 (adverse drug reactions, ADR) 的知识图谱为基础，开发了一种基于简单富集测试的机器学习算法，用于预测和了解临床试验中未观察到的 ADR，该算法可自动检测到 ADR 并报告给相关监管机构，缓解了目前药物上市后监测报告不足的问题，同时减少了药物给患者带来的安全隐患。

联合药物治疗是治疗复杂疾病的一种很有前景的策略，在缺乏有效的单一疗法的情况下，联合用药发挥了重要作用。Du 等提出一种自动化算法，根据从生物医学文献的结论性声明中提取的语义预测，发现有关联合药物治疗的知识，构建联合药物治疗知识图谱并应用到精准医疗中，根据患者基因谱的个体差异进行最佳的疾病管理，可帮助专家高效识别有效的联合疗法。

二、辅助诊断

在临床诊断和治疗的基本过程中，医生收集患者信息，结合自己已有的经验和知识

来决定下一个临床阶段的具体诊疗措施。而医生对患者信息的判断可能会受到特定情况、感觉能力和实践经验的影响，其判断具有主观性，难以统一标准。因此，需要将医生诊断过程的经验转化为知识，使得诊断结果客观可追溯，是目前诊断方式的转变方向。要想完成这一转变，构建可靠的医学知识图谱来辅助诊断是未来的研究重点。

基于知识图谱的辅助诊断，主要采用知识嵌入、深度学习和知识推理等方法，根据医学实体间的关系获得对应的推理路径，最后结合症状和疾病间的关系，明确疾病诊断。Chai 以甲状腺疾病为例，构建医学知识图谱提取生物医学实体之间的关系，然后通过知识嵌入的方法将知识图谱中的实体和关系转化为低维的连续向量，利用已知的病理疾病关系数据，训练双向长短期记忆网络（bidirectional long short-term memory, Bi-LSTM）的疾病诊断模型，结果表明基于深度学习和知识图谱融合的甲状腺疾病诊断比手工诊断更有效，比基于机器学习方法的诊断更准确。在中医诊断领域，Xie 等在中医症状知识图谱中引入了强化学习算法来挖掘实体间的隐性关系并获得推理路径，根据这个推理路径，可以推断出从症状到综合征的路径。Zhang 等提出了一种通过知识图谱上的演绎推理来模拟辨证论治的方法，该方法根据知识图谱中路径的加权得分计算可能性，从而对结果进行推理，以期实现中医的自动化诊断。而针对传统的知识图谱诊断方法多针对静态数据，不适用于具有动态变化特征医学数据的缺点，Song 等提出了一种基于嵌入式表示的深度学习方法，通过使用门控循环单元将时间信息引入知识图谱，并使用知识嵌入的方法保证知识图谱的结构属性，通过医学知识与时间数据的融合，提高了算法的准确性和算术性能，有效提升了诊断方案的可靠性。

三、个性化推荐

随着精准医学的普及和发展，越来越多的患者开始寻求个性化医疗服务，但是患者在疾病和行为方面具有异质性的特点，提供个性化建议是一个巨大的挑战。为了满足患者的需求，医生需要持续关注快速发展的医学研究报告，并在大量领域知识的基础上积累有效的临床治疗案例，因而加重了医生学习领域知识的负担。另一方面，随着人工智能技术的兴起，机器学习和深度学习为基于医学知识图谱的智能推荐提供了核心技术，在个性化推荐中充分应用人工智能技术，可以有效减轻医生的负担。目前，基于知识图谱的智能推荐已应用在科室推荐、药物推荐、处方推荐以及个性化饮食推荐等方面。例如，Liu 等基于区域卫生平台和医疗网站的电子健康档案数据，建立了一个疾病知识图谱，在此基础上开发了一个智能医院指导系统，根据患者和系统的对话来为患者推荐合适的科室。Yang 等使用当前主流的草药数据库来构建草药知识图谱，其中包含草药的名称、功能、禁忌证、疾病、化学成分、靶基因和蛋白质等实体信息，使用知识图中草药的一些属性作为附加的辅助信息，并提出了一种多层信息融合的图卷积（graph

convolutional networks, GCN) 模型, 利用草药特性和融合不同层次的特征表示来增强草药推荐效果, 并在中药处方数据集上的进行实验, 从而证实了该方法的有效性。Wang 等利用中医知识图谱实现了中医病历推荐系统, 根据患者的症状推荐相关处方, 并以真实的中医临床数据验证了该方法的可行性, 推荐的准确率在 85% 以上。

由于传统的系统通常是根据历史记录来推荐药物, 推荐的变化速度无法跟上医疗实践中新疗法和治疗方法的快速更新, 在历史电子病历中, 甚至在完善的知识图谱中, 几乎没有关于新的 ADR 信息, 这使得基于历史记录的推荐模型很难支持新药物的更新推荐。考虑到上述挑战, Gong 等提出了一个框架, 称为安全医学推荐 (safe medical recommendations, SMR)。SMR 通过桥接电子病历和医学知识图谱构建了一个高质量的异质图, 且 SMR 将疾病、药品、患者及其相应的关系共同嵌入到一个共享的低维空间, 最后 SMR 使用嵌入将药品推荐分解为一个链接预测过程, 同时考虑患者的诊断方案和 ADR, 为患者推荐新出现的药品。此外, 还有研究者们基于构建的健康饮食知识图谱, 根据用户的舌相分类, 自动对用户的体质类型进行分类, 并提供个性化的食物建议。

四、决策支持

决策支持系统是实现精准医疗的关键, 高效的决策支持系统可以减轻医生的压力, 尽可能减少误诊情况的发生。为了实现精准医疗的决策支持, 当前主要采用的方法是基于知识图谱来构建监测和分析系统, 从而实时监测和分析患者的状态, 并在系统中引入风险预测模型, 根据患者状态信息, 自动生成诊断方案、评估潜在风险。Shang 等利用面向电子病历的知识图谱, 创建了一个电子病历数据轨迹, 并通过语义规则进行推理, 通过推理的足迹, 识别其他科室被忽视的慢性肾脏病患者, 帮助临床医生做出综合决策。Wang 等将风险预测模型纳入知识图谱, 可以为预防和控制糖尿病及其并发症提供决策支持。Xiong 等从电子病历中提取中成药 (Chinese patent medicine, CPM)、疾病、症状等信息, 构建知识图谱, 基于该图谱生成 CPM 监测的规则库, 对 CPM 的综合使用、重复用药、药与病、药量、循证治疗等情况进行监测, 提供决策支持, 同时对医生的处方进行多项基本审查, 实现处方监控, 确保用药安全。

五、智能预测

智能预测是医学知识图谱研究的热点也是难点, 精准的预测是实现智慧医疗的最终目标。当前智能预测的方法主要包括基于 GCN 的方法、基于神经网络的方法、基于知识图谱和注意力机制结合的方法等。这些方法已经在临床结果预测、疾病预测、癌症致死率预测、医学编码预测等方面取得一定的成果。

临床结果预测对患者和医疗服务提供者均具有重要影响, 现有方法难以捕捉不同数据集特征和临床结果之间的变化关系, 因此会导致多中心临床试验的数据未能充分发挥

其作用。为了缓解以上问题,Chu 等提出了一个对抗性学习模型来捕捉来自多中心异质临床数据集的患者特征表示,这些特征用 GCN 自动编码器来训练,以预测心衰患者的急性肾脏损伤。

疾病间存在着错综复杂的关系,发现疾病之间的联系,可以提前预知患者的潜在疾病,帮助医生及时优化诊断方案,从而提高疾病的治愈率。Sun 等提出一种基于神经网络的疾病预测模型,通过捕捉电子病历和医学数据库的知识,结合患者的症状来归纳推断其嵌入,实现对一般疾病和罕见疾病的准确预测。Pham 等从健康相关数据集和医学领域知识的语料库中学习,构建医学领域知识图谱,基于该图谱开发出一个多疾病预测模型,以预测患者的潜在疾病。

在癌症致死率和医学编码预测研究中,Wang 等提出了一种基于图神经网络的新模型,通过该模型将知识图谱信息纳入合成致死性预测任务中,用于人类癌症综合致死率预测。Teng 等将知识图谱和注意力机制扩展到医学编码预测中,根据医疗记录的内容预测最终的国际疾病分类编码,将数据驱动的方法与医学知识相结合,极大地提高了编码预测的精度,减少了编码人员的工作压力。

六、总结

综上所述,知识图谱作为聚合领域知识的一种有效手段,可以将医生的临床经验转换为医学知识,使得临床诊断的结果更加客观可追溯。随着医学知识图谱与图推理、机器学习、深度学习等人工技术的结合,在药物间关系发现、辅助诊断、个性化推荐、决策支持和智能预测方面取得优异的成果,大大减轻了医生的负担。但是在实际应用中,主要还存在以下两个问题:全科医学知识图谱完整性不足和知识推理结果的可靠性难以保证。对于前者,仍需计算机科学家与医学领域专家的共同努力,继续完善规范医学知识图谱;对于后者,基于知识图谱的推理系统主要是根据特定疾病的特点进行推理和预测,推理的方法还无法推广普及,基于知识图谱的推理系统只能扮演支持和辅助的角色,还不能完全有效保证推理结果的准确性和可靠性。

摘自《生物医学工程学杂志》2023年第5期 王彩云等

基于知识图谱的课程教学改革

伴随教育信息化的发展,线上线下混合式教学是高等教育赶超国际高水平教学的重要抓手之一,成为高等教育教学新常态。毋庸讳言,混合式教学存在学生知识体系碎片化、学习深度不够的问题,阻碍了学生知识体系搭建、深度学习能力及创新能力培养,不能满足“新工科”视域下的人才培养要求。以学生发展为中心,构建基于“新工科”视域下工科专业课程的知识图谱,对于学生知识体系建立和自主学习、提升教学效果和

人才培养质量具有重要意义。

一、基本概念

（一）建构主义理论

建构主义理论认为，学习是学习者在已有经验的基础上通过与外界的相互作用来建构新的理解和认知的过程，强调教学以学生学习为中心，学生是知识的主动建构者，教师是该过程的组织者、指导者和促进者。建构主义认为学习是建立在原有认知基础上的，分析了解学生已有知识背景对于学习任务制定和学习支架搭建有重要作用。

（二）费曼学习法

费曼学习法指不用术语，而是用日常语言把概念讲给别人听，以达到深度理解的一种方法。该学习法认为，对所学知识掌握程度的终极测试，是传授给他人的能力。费曼学习法强调学习者应具备“传授给他人的能力”输出式学习的效果，要远远好于单纯的输入式学习。

二、知识图谱构建

在“新工科”人才培养体系中，课程教学是落实培养目标的重要手段之一，需要深化课堂教学改革，构建面向能力本位教育的教学模式。青岛理工大学机械设计课程是国家级一流课程、山东省一流课程和山东省课程思政示范课程，教学团队为省级教学名师领衔的山东省省级教学团队和黄大年式教师团队，已建成山东省在线开放课程。在机械设计课程教学中，初步进行了基于知识图谱的课堂教学改革，将知识图谱贯穿课程始终，收到了较好效果。

（一）构建优质教学资源库

以学生发展为中心，立足毕业要求和专业认证要求，将多媒体课件、思政元素、题库、视频、教学实物、教学案例库、教材、科研论文、MOOC、SPOC 及创新大赛等与知识点相关联。精准构建基于知识点的优质教学资源库，为学生构建知识框架提供素材准备。

（二）知识图谱创建

知识图谱是知识的搬运工，需要知识源、知识抽取和知识推理。课程组从知识体系、知识领域、知识单元和知识点这4个层级，由上到下逐层级构建课程的知识图谱，形成结构化的知识体系。

第一步，根据教学大纲梳理课程知识点。基于 OBE 理念，以毕业要求为主线，围绕专业培养目标和课程目标，注重先修课和后续课之间的关系，从知识领域出发，关联知识单元（章、节），解构各级知识点（一级、二级），实现“颗粒度”细化。

第二步，设定知识点的教学目标。知识图谱的目标是知识解释与说明，根据课程特点，从知识目标、能力目标和思政目标3个层面，制定知识点的教学目标。

第三步，建立知识点之间关系。基于共生、递进、依赖等不同的逻辑结构关系，将各个知识点联结起来，便于形成知识体系。

三、基于知识图谱，探索新型课堂教学模式

以毕业要求确定专业培养、课程和课堂教学目标，将知识图谱与课堂教学相结合，通过导-教学-评，优化基于 BOPPPS 的混合式教学设计，构建了基于知识图谱的深度学习模式，如图1所示。

首先，“线上学知识”（导）。以案例和自主学习任务（含教学内容、教学目标和讨论话题等）的形式，通过 MOOC 学习、测试和反馈，使学生初步掌握知识点，实现布鲁姆认知规律中的低阶知识学习。

其次，“线下提能力”（教）。教师首先展示各章的“知识图谱”，使学生在线上学习的基础上，通过知识图谱沿“图”学习，从全局把握课程教学目标及重点、难点，进而明晰需要学习的知识点、前验知识及其关联，规划学习路径。通过课前、课中测试，学生明确知识点的掌握情况，通过视频、课件和习题等学习资源库，构建个性化学习模式，提升学生高阶思维能力。

第三，“小组参与创新”（学）。教师对学生前两个环节的学习记录进行分析，基于建构主义理论，进行授课、答疑。学生基于费曼学习法进行小组式、项目式、探究式学习，进一步建构知识体系，通过小组学习和翻转学习，进行课后拓展，绘制出各章节的知识图谱。

第四“图数双驱评测”（评）。通过学生自评、小组互评，教师评价和客观评价，在对知识点测评的同时，监测学生的学习情况，以实现个性化、精准化教学。

通过上述环节，形成了思政引领、以知识图谱为核心的新工科课堂教学新形态，打造新工科优质高效课堂。

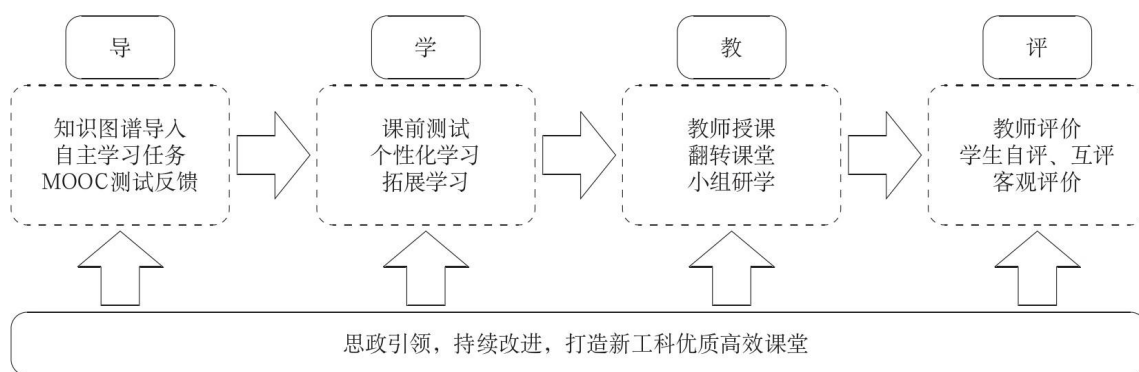


图1 基于“知识图谱”的课堂教学模式

四、知识图谱联动课堂教学实践

为了优化课程教学、提升课堂教学效果和效率，充分利用优质教学资源库，以“线

上+线下”“课内 +课外”“专业 +思政”“个性 +合作”“基础 +拓展”等形式，进行以知识图谱为核心的机械设计课堂教学实践。

（一）知识图谱驱动线下教学

备课时，从知识、能力和素质3个方面绘制课程各章的知识图谱，将知识点分层级次列出，建立各知识点之间的联结。布置线上学习任务，引导学生学习相关课程章节。在每章开始前，为学生展示本章知识点及其关联性。基于建构主义理论，引导学生在已有基础课和专业课基础上建构知识，并将思政元素隐性融入形成思政图谱，为后续的思政育人打下基础。

1. 设置项目课和讨论课

在探索学生“学”与“教师指导学生学”的深度学习策略基础上，重构以项目课和讨论课为载体的知识图谱，通过小组参与式教学，学生搜集资料，进行小组讨论，项目设计等，完成讨论课和项目课任务。将课程所学融于项目课，在答辩过程中，学生以思维导图形式展示运用的知识体系，实现了学以致用。

机械设计制造及其自动化专业2020级卓越班在新型连接的讨论课翻转教学中，学生将讨论中所有涉及的联接以知识图谱的形式给出，并在讨论课答辩中进行了展示，表明学生明晰了该部分知识框架，并进行了创造性应用。为了提升项目课的高阶性，选择全国机械设计大赛题目作为项目课题目，各小组群策群力，从方案设计、三维构型、有限元分析、编程等各方面应用所学设计创新结构，在答辩中结合项目课要求，从机械传动、支承、连接等各方面构建知识体系，提升了复杂机械设计能力和创新能力。

2. 注重“测验效应”

作为课程学习效果的检验，在课堂教学中进行前测，检测知识点的线上学习情况。进行课中测和后测，检测课堂知识点学习情况。通过课前提问，帮助学生搭建前一次课与本次课之间的逻辑关联，助力知识体系的架构。对于难点问题，采用费曼学习法，在课堂教学和小组教学中引导学生上讲台，把自己的理解讲给其他同学听，使得主讲学生在对知识点深度理解的同时，与其他同学思维共鸣，并提升教师教学的针对性。

3. 科教产政融合

在传授专业知识的同时，将科研项目和工程案例引入课堂教学（如国家自然科学基金等科研项目），从精度设计的角度体会精密测量实验台中滚动轴承的设计要求，引出“卡脖子”技术，培养学生的家国情怀和责任意识。在课程教学中引入本校实训中心线切割设备噪声大的案例：实训师傅在维修时发现，噪声大的原因在于滚动轴承处于干涸润滑状态，加入润滑剂后噪声消失，使学生体验滚动轴承润滑的重要性，进而提升解决工程实际问题的素养。

与课堂教学相对应，在课外环节，通过翻转课布置拓展阅读任务和思维导图绘制作业，引导学生架构各章节的知识体系，为后续的课程设计、专业课学习和毕业设计储备知识、提升能力做好准备。

（二）大数据驱动线上学习

通过关注学生线上视频观看时长、在线测试成绩、提交作业成绩、堂测成绩等学习记录数据，分析其对各个知识点及相关内容的掌握程度，形成“学习者画像”，进而给出个性化学习指导。通过线上学习数据和翻转课堂数据，多渠道获取学生课程学习学情数据，及早发现学习困难学生，及早干预。基于线上和线下学习数据制定督学方案，通过调查问卷等及时修正教学手段和教学设计，提升了课堂教学效果。

（三）知识图谱驱动教师教学设计

教师通过向学生展示知识点之间的逻辑关系，使学生理解一节课要解决的重点、难点问题，知识图谱便于教师设计教学思路，让学生通过知识图谱建立本章节的知识框架及与下一章节的联系，并带着问题预习下一章节。

知识图谱有利于知识框架和知识体系的构建，有利于学生个性化学习和教师教学效果提升。调查问卷显示，96.3%学生对于知识图谱的认可度较高。针对“你对绘制知识图谱（思维导图）的感受”问卷题，42.6%学生认为“非常有助于章节知识掌握”，53.7%学生认为“对知识点学习有一定作用”。

摘自《中国冶金教育》2024年第1期 刘晓玲等

混合式教学中课程知识图谱的构建与应用研究

在混合式教学中，优质的课程教学资源及组织方式能更好地促进教学质量的提高。传统的课程资源组织方式是一种扁平化的知识组织方式，不利于学生掌握完整的课程知识体系，也不能很好地满足学生个性化学习的需求。基于知识图谱的新型课程资源组织形式能够将零散的知识点和零散的教学资源与知识点关联在一起，整合多种模态的教学资源，并能提供用户画像、个性化推荐、决策支持等先进的教学技术手段。文章以 Java 程序设计课程为例，构造了课程知识图谱，并探讨了课程知识图谱在混合式教学中的应用，促进信息技术与教育教学的深度融合，提高课程建设的质量。

一、课程知识图谱

1. 知识图谱

知识图谱是人工智能及大数据等新一代信息技术发展的产物，最早由谷歌于2012年提出。知识图谱是一种知识表示、管理和组织的模型，本质是一种语义网络，使用图结构来表示知识，图中的节点表示实体或者概念，边表示实体或者概念之间的关系。知识

图谱将知识使用网状结构组织起来,使用可视化技术描述知识及它们之间的关系,建立知识体系并挖掘和展示知识的隐形关系,给人类提供了一种更易于组织、管理和理解知识的模式。知识图谱是人工智能的基础设施,其应用场景包括搜索引擎、智能推荐、智能问答等。知识图谱可以分为通用知识图谱和领域知识图谱,通用知识图谱由百科知识和常识知识等构成,领域知识图谱则是由专业领域的知识构成,在社会、经济、生活等各方面起着重要的作用。

2. 课程知识图谱

教育知识图谱是知识图谱在教育领域的应用。教育知识图谱将大量零散的、多模态的各类教育资源与各实体关联起来构建语义网络,它侧重实现知识与教育资源之间的关联,展示了知识点之间的关系。沈红叶等人归纳了教育知识图谱的应用场景,包括学习者画像构建、学情分析与评价诊断、学习资源推荐、个性化学习路径规划、智能化管理、知识问答系统等。

教育知识图谱是教育资源的载体,是实现教育现代化的技术手段,可以更好地辅助教师教学和学生学习。教育知识图谱的优点主要体现在以下几点:

(1) 网状的资源组织模式,可以将零散的教学资源与知识点关联在一起,并整合了多种模态的教学资源,包括视频、课件、习题等多种类的教学资源。

(2) 其语义网络的形式,能将知识点之间、知识点与教学资源之间的关系准确地表达出来,能够构建出完整的学科或课程知识框架。

(3) 教育知识图谱是实现教育智能化的先进技术,提供了用户画像、个性化推荐、行为预测、精准分析、决策支持等技术手段。

教育知识图谱的常见形式有学科知识图谱和课程知识图谱。学科知识图谱是以可视化的形式揭示学科发展历程与学科知识结构之间的关系,可用于辅助学科建设,也可以用于学科教学和学习。而课程知识图谱则用于展示单门课程的知识脉络,主要用于辅助课程教学和学习。

二、课程知识图谱的构建

1. 构建方法

知识图谱的构建的关键步骤包括命名实体识别、关键词抽取、概念关系抽取三个步骤。命名实体一般是代表人名、地名、机构名称等的单词或者短语,命名实体识别就是从语料库中通过统计、分析、挖掘等方法识别出有哪些命名实体。关键词抽取是提取出用于描述命名实体的一组具有代表性的短语,一般用于表示命名实体的属性。概念关系抽取是对命名实体之间的关系进行识别和判定。

在构建课程知识图谱时,命名实体对应课程中的知识点,也就是课程中的概念、术

语等实体。课程概念的抽取来源主要包括教材、课程教学大纲、授课视频、课件、习题等教学资源，以及维基百科等外部知识库。概念关系抽取则是提取课程知识点之间的关系，主要包括先修关系、关联关系等。

知识图谱的构建方法有自底向上、自顶向下以及二者混合的方法。自底向上的方式是指从海量的信息中抽取实体、属性及实体之间的关系，先构造数据层；再逐步向上抽象进行本体的构建形成模式层。自顶向下的方法是先构建知识图谱的模式层，通过本体学习，从最顶层的概念开始构建顶层本体，再通过实体学习将通过知识抽取得到的实体与模式层本体进行融合。

构建课程知识图谱，可以采用机器学习技术进行自动化或半自动构建，也可以通过领域专家人工进行构建。黄超通过机器学习算法进行课程知识图谱中课程概念的抽取，并使用算法进行课程关系抽取。黄焕等人在构建 Java 程序设计基础课程知识图谱时，采用了自顶向下的方式构建课程知识图谱，对教材内容进行了分析，定义“课程”“章”“节”“知识点”四种类，并定义了“包含”“相关”“逻辑依存”三种关系，构建了 Java 程序设计基础课程知识图谱。

本文在构建 Java 程序设计课程知识图谱时，采用了自顶向下的方式进行构建，但并没有直接按照章节来划分知识点，而是将教学内容按照模块来进行划分，先将内容相关的知识点划分为一个模块，再划分知识点，然后建立知识点之间的联系，最后建立课程教学资源与知识点之间的关联。

2. 具体构建流程

具体构建流程如下：

（1）资源及工具准备

首先要建设好课程知识图谱所需要用到的学习资源，包括课程微视频、课件、习题库、参考资料文档等，将学习资源部署在线上教学平台上；其次要选择构建课程知识图谱的工具。本文使用超星智慧教学平台来部署教学资源，统一在超星平台上建设了各类教学所需的线上资料，并选择了超星教学平台中的知识图谱工具作为构造 Java 程序设计课程知识图谱的工具。

（2）梳理知识层次结构

参照多本教材目录，梳理 Java 程序设计课程的知识结构，厘清概念的层级关系，按照内容的聚合度划分模块，共划分出“Java 语言概述”“Java 语言基础”“Java 面向对象基础”“Java 高级特性”“异常处理”“输入输出流”“常用工具类”等7大模块，作为最上层的概念；然后在各模块内再梳理出各知识点，先以思维导图的形式将各知识点及各知识点之间的关系以树形结构展示出来。

在梳理课程知识点时，知识点分解的粒度要较细，并且做到对教学大纲涉及的内容全覆盖。

（3）创建各级知识点

根据之前梳理的知识结构创建所有的知识点。在创建知识点时，知识点的命名要简明扼要，不宜命名太长。本课程在课程知识图谱中一共建了172个知识点。

（4）建立知识点之间的关系

构建知识点之后，在课程知识图谱中建立知识点之间的关系，知识点之间的关系有“前置”“后置”和“关联”三种。前置关系指的是某个知识点是另外一个知识的先修知识；后置关系指的是某个知识点是另一个知识的后修知识；关联关系指的是两个知识点之间不存在先修和后修的关系，而是知识点之间存在一定的相关性。

（5）关联知识点与学习资源

在课程知识图谱中构建完知识点及知识点之间的关系后，接着是将各类教学资源挂载到相关的知识点上。常见的教学资源包括课程视频、课件、习题、各类文档等，只需选择相应的教学资源和知识点关联在一起即可。

三、混合式教学中知识图谱的应用及效果

1. 应用场景

课程知识图谱是智能教育的基础设施，为混合式教学提供了一种新的技术手段。课程知识图谱的应用场景包括：

（1）辅助开展混合式教学活动

在混合式教学中，可以使用课程知识图谱辅助开展日常教学活动。学生可自主通过课程知识图谱去学习课程知识点，规划自己的学习路径；还可以通过知识图谱中的知识点进行预习、复习、探索等各类学习活动。通过课程知识图谱，还可以提高学生自主学习的积极性和主动性。

（2）辅助教师进行精准决策

通过课程知识图谱可以得到学生群体画像，包括整个班级的总体掌握情况、平均完成率、平均掌握率等数据，并且这些数据使用了可视化的形式进行展示，使得教师能够从整体上较为客观且直观地掌握学生对于知识点的掌握情况，辅助教师从整体上对下一步教学内容及教学方式精准决策和优化。

通过课程知识图谱还统计出学生个人对于某个知识点的掌握情况，包括完成情况、完成率和掌握率，从而教师能够精准掌握每个学生的学习情况，从而可以针对每个学生的情况进行精准督学、助学和促学。

（3）辅助构建科学的评价体系

通过课程知识图谱，可以准确统计出每个学生对于课程中每个知识点的掌握情况，为学生的考核评价提供了客观、科学、精准的科学依据，助力构建多元化的、形成性的学生考核评价体系。

2. 应用效果

通过使用课程知识图谱辅助教学过程，促使学生从被动学习转换为主动学习，在学习的过程中做到“随学随查”，使得学生能够达到“无师自学”。通过对使用了课程知识图谱的同学进行调研，普遍反馈课程知识图谱易学易用、知识点详细、检索知识点方便快捷精确、知识点关联习题易于复习、对学习有一定的促进作用。

四、结束语

课程知识图谱是一种新型教学资源，但在建设的过程中还存在一定的问题有待解决。目前课程知识图谱主要是由任课教师手工构建，由人工来梳理知识点，构建知识点之间的关系，并将各类资源关联到对应的知识点上。首先，知识点的完整性、一致性以及划分的粒度等，受限于构造课程知识图谱的专家，不同的专家划分出的知识点的数量及粒度存在一定的偏差，从而导致了知识图谱的质量不可控；其次，教育知识图谱需要大量的资源来支撑，如果单纯依靠专家手工构造知识图谱，搜集到的资源相对有限，无法满足大量多模态资源挂载的要求。因此，教育知识图谱的进一步发展还有待研究，通过新一代信息技术的发展，使用机器辅助人工的方式更好地构造出高质量的知识图谱；教学工作者也有待进一步研究如何利用教育知识图谱推进教育智能化，推进教育教学与信息技术的深度融合。

摘自《电脑知识与技术》2024年第2期 颜慧

面向智慧教育的学科知识图谱应用场景与挑战

国内外研究学者围绕学科知识图谱在教育领域中的应用已经进行了一系列的探索研究，并取得了一些研究成果。本研究在此基础上结合学科知识图谱在智慧教育中的适切性，进一步提炼了智慧教育中学科知识图谱的应用场景以及可能面临的挑战，从而为学科知识图谱在智慧教育中的创新应用提供新思路。

一、面向智慧教育的学科知识图谱应用场景

基于学科知识图谱的内涵、应用及其与智慧教育的适切性，本研究认为学科知识图谱在智慧教育中的应用场景主要包括六个方面：学科知识点查询、知识关联查询、学科知识自动问答、学科知识资源推荐、个性化学习路径推荐和查询以及学习兴趣迁移。

1. 学科知识点查询

基于学科知识图谱，学习者可以查询某个知识点及其相关的知识点，比如，学习者

想了解和“氢化物”有关的知识点，则在查询框里面输入知识点的名称，与该知识点有关系的知识点便呈现出来。

2. 知识关联查询

学习者可以输入两个知识点的名称来了解这两个知识点之间的关系，首先通过知识点识别技术对应到学科知识图谱中的两个结点，利用图算法在学科知识图谱上将两个结点之间的路径全部搜索出来，并且以可视化的方式呈现给学习者。比如，学习者想了解“肝炎”与“肝硬化”的关系，就可以通过学科知识图谱找出这两个知识点之间的所有路径，从而更好地理清知识点之间的关联关系。

3. 学科知识自动问答

基于学科知识图谱的问答系统会根据学习者的提问为其直接提供学习者想要的答案，提高学习者的学习效率。目前，在搜索引擎中输入与学科相关的知识，其中很多还不能直接给出答案。比如，在百度搜索引擎中输入“固体分为哪几种”，学习者在返回的结果界面中还需要进行二次检索才能找到“晶体和非晶体”这样的正确答案，无法直接获得想要的答案。智慧教育提倡为学习者创设更加便捷、高效的学习环境，并提供更加智能的学习工具，而基于学科知识图谱的问答系统可以利用知识点的关联关系，对学习者的问题利用自然语言理解技术，首先定位到知识点“固体”，然后将学科知识图谱中关系“包括”与问题中“分为哪几种”进行对应，进而找到知识图谱中“晶体”“非晶体”直接呈现给学习者，不再需要学习者进行二次检索或筛选，减轻学习负担，提升学习体验。

4. 学科知识资源推荐

智慧教育的技术特征之一是按需推送，能够为学习者按需推送学习资源、学习服务、学习工具、学习活动等，满足学习者个性化成长与发展的需求。然而，现有互联网中的学习资源大多无序、混乱、质量参差不齐，无法为学习者提供优质、个性化的学习服务。而学科知识图谱以知识点为核心，汇聚多模态的学习资源，各资源间通过知识图谱建立联系，以网状结构的形式呈现学科知识，从而可以利用知识间的关联性为学习者提供更好的资源推送服务。比如：基于学科知识图谱的学习平台可以在诊断学习者问题的基础上，根据图谱间的语义关系为其推送需要强化的知识点，实现知识点的“补弱”；同时，也可以在发现其擅长知识点的基础上为其推送拓展延伸性的知识点，实现知识点的“固强”。因此，学科知识图谱可以根据学习者当前的学习内容、浏览的学习资源、学习停留时间以及学习者标签等信息为学习者推荐个性化的学习资源，满足其个性化学习的需求。

5. 个性化学习路径推荐和查询

智慧学习的目标理念之一是为不同学习者提供不同的学习路径、设置不同的学习进度,以实现学习者的个性化成长与发展。很多研究者提出,通过大数据、人工智能等技术实现学习者的个性化学习,但到目前为止,似乎没有特别成功的个性化学习案例。而学科知识图谱在这方面有望为研究者提供一个新思路,学科知识图谱将相关的学习知识建立联系,能够通过学习者当前学习的知识内容连接到后续相关的学习内容,基于此,可以为学习者推荐一条适合其现有知识水平的个性化学习路径。学科知识图谱根据每位学习者的学习情况为其提供个性化的学习路径,实现学习者的个性化成长。

另外,学科知识图谱还支持学习者学习路径的查询,如果某位学习者已经掌握了化学元素的概念,想要了解“氢化物的性质”,该学习者查询“化学元素的概念”到“氢化物的性质”这两个知识点之间连接关系即可获得最合适的学习路径。需要注意的是,由于学习者学习风格、认知风格以及知识掌握情况等因素的不同,即使是两个相同结点的学习路径也不尽相同。

6. 学习兴趣迁移

学习兴趣迁移是设计一条由学习者兴趣点到学习目标之间的有效学习路径,创设“人人皆学、处处能学、时时可学”的学习型社会,实现智慧教育终身学习的目标。而学科知识图谱则能够根据学习者的知识特点、学习兴趣,构建学习兴趣迁移路径,将某类学科的学习兴趣迁移到另一类学科,以提高学习者的学习兴趣,实现学习者学习的常态化与动态化,从而树立终身教育的理念与体系。比如:在化学教学中,如果学生对生物学中的植物有较浓厚的兴趣,教师在引入新的化学知识的同时,便可以利用学科知识图谱构建学科知识内容间的关系,从植物引到化学知识;“欧洲白蜡”作为瑞典的国树引出“瑞典”,再由“瑞典”与“诺贝尔”的关系引出“诺贝尔”,之后则可以根据由“诺贝尔”命名的化学元素引出化学元素“诺”,从而将学习者对植物的兴趣迁移到化学知识的学习中,实现学习者学习兴趣的迁移,提高学习者的学习兴趣与学习效果。

二、面向智慧教育的学科知识图谱应用挑战

学科知识图谱在智慧教育中能够发挥重要的价值,助力智慧教育服务体系走向智能化、个性化以及终身化,但其在智慧教育中的应用仍面临以下挑战:

1. 学科知识验证挑战大

垂直领域的知识图谱构建强调知识的深度和精确度,尤其是面向教育领域的学科知识图谱,所以其数据来源必须权威准确,得到教育领域专家和教师的认可。然而,目前还缺少针对学科知识图谱的知识验证模型和算法,知识验证需要确保知识之间的一致性与准确性。所谓一致性就是指正确的知识应该与其他知识是相容的而不是矛盾的,准确性主要是指没有拼写错误、不存在重复数据等。

2. 学科知识融合挑战大

学习资源是知识的载体，是教学和学习活动的基础与参照。未来学习资源的发展将走向生成性、情境性、分布式、社会性以及开放性等。不同机构将构建针对不同学科、不同学段的学科知识图谱，但是如何将来自多源的知识图谱进行融合，从而使得学科知识图谱能够在教育中发挥更大作用，将会是学科知识图谱面临的一大挑战。这主要包括学科知识图谱本体的融合以及学科知识图谱知识点层面的融合，如不同教材同一知识点的名称可能有所不同，这就需要对两种不同描述的知识点进行标准化处理。此外，不同教材学科内容不同，甚至知识点之间的关系也会有所不同，这都增大了学科知识融合的难度。另外，智慧教育的发展需要全球教学资源无缝整合共享，这是突破教学资源地域限制的有效途径，同时，也借此缩小世界教育鸿沟，提升欠发达国家和地区的教育质量。然而教学资源全球整合共享是基于跨语言学科知识图谱构建基础上的，跨语言知识点对齐、跨语言学科知识本体对齐等都还存在非常大的挑战。

3. 学科知识图谱的自适应可视化挑战大

相同的知识点针对不同学段的学习者，其教学目标、教学内容以及教学资源等都是不同的，如何针对学习者画像提供自适应的学科知识图谱可视化服务，与学习者已有的知识体系建立关联，同时，支持学习者自身知识体系的动态演进，具有一定的挑战性。首先，学科知识图谱可视化内容的确定具有一定的难度，需要根据学习者的知识体系、画像特征等确定；其次，学科知识图谱的可视化设计也具有一定的难度，即便相同的学科知识图谱由于学习者的认知方法和学习方法等方面的差异，导致学科知识图谱可视化的设计更加复杂多样。

摘自《电化教育研究》2022年第8期 李艳燕等

大学物理实验课程教学知识图谱构建的基础及策略

一、大学物理实验课程教学知识图谱构建的基础

要构建大学物理实验课程教学知识图谱，一方面，应紧密结合教学应用环节，梳理出课程教学目标、教学知识点、知识点类型、教学资源、教学方式和教学考核内容；另一方面，通过构建的知识图谱，应能够清晰地定位每个知识点和考核点的内容，最终以知识地图的形式，直观地体现出课程教学内容的整体画像。总之，构建的知识图谱，不但要系统全面地展示出大学物理实验课程的教学内容和教学逻辑，还要为学生更好地掌握和应用课程教学内容奠定基础。

从教师的角度而言，构建教学知识图谱，需要教师以教学目标为基础，首先系统地梳理出大学物理实验课程教学内容中的各个知识点，明确各部分知识点之间的内在逻辑

关系,同时还要准备好相应的教学资源。而为了能够实现这一点,教师既要对传统的课程教学内容进行系统的归纳和总结,还要能够把握教学研究前沿。特别是针对大学物理实验课程,重点对近年来发表的与课程教学内容相关的论文、与实验技术相关的授权专利情况进行全面了解。

二、大学物理实验课程教学知识图谱的构建策略

在对大学物理实验课程所涉及的具体实验项目中的各教学知识点进行系统梳理后,结合国内其他国家级实验教学示范中心大学物理实验教材中的教学内容,参考相关实验项目已经公开发表的论文以及授权的专利等,可进行教学知识图谱的实际构建。考虑到大学物理实验课程的教学特点,构建的教学知识图谱宏观而言可分三大模块,分别为“实验项目名称”“教学考核”和“技术应用”。

“实验项目名称”是所构建教学知识图谱的基础模块,包含实验背景、实验原理、实验仪器、实验内容等四部分内容,涉及实验项目中所有的教学内容。具体而言,在实验背景部分,可通过实验项目的设计理念,润物细无声地将课程思政的育人功能引入到教学中。在实验原理部分,所涉及实验项目的理论知识部分,需具有逻辑性地展示。在实验仪器部分,需将实验仪器的调节方法、注意事项等进行详细阐述。在实验内容部分,需将实验项目要完成的实验任务逐一进行阐述,并给出具体的数据处理(含不确定度分析)方法等。

“教学考核”是所构建知识图谱的教学效果考核模块,不但包含传统大学物理实验课程常用的实验报告评分、操作考试等内容,而且还应以本科生能够取得的创新性成果为目标,进一步检验学生对实验项目的学习效果。

“技术应用”是所构建教学知识图谱的拓展应用模块,是实验教学考核的升华。在该模块中,可通过讲解与实验项目相关的、近期发表的研究论文和授权发明专利等创新性成果,引导学生不但能够深入掌握实验项目所涉及的物理理论知识和实验技术,而且还能将其应用到其他物理量的测量过程中。整体而言,“教学考核”和“技术应用”模块互相配合和支持,最终使学生通过学习实验项目中掌握的理论知识和实验技术,具备解决不同学科领域实际问题的能力。

本文以“迈克耳孙干涉”这一大学物理实验课程所涉及的实验项目为例,详细阐述利用上述策略构建课程教学知识图谱的过程及结果(所构建的教学知识图谱如图1所示)。

针对“实验项目名称”模块,国内的大学物理实验课程教学均包含四部分基础教学内容,分别为“实验背景”“实验原理”“实验仪器”“实验内容”。第一步,“实验背景”应从该实验项目的设计目的讲解出发,通过讲解该实验项目的具体设计目的和过程,进

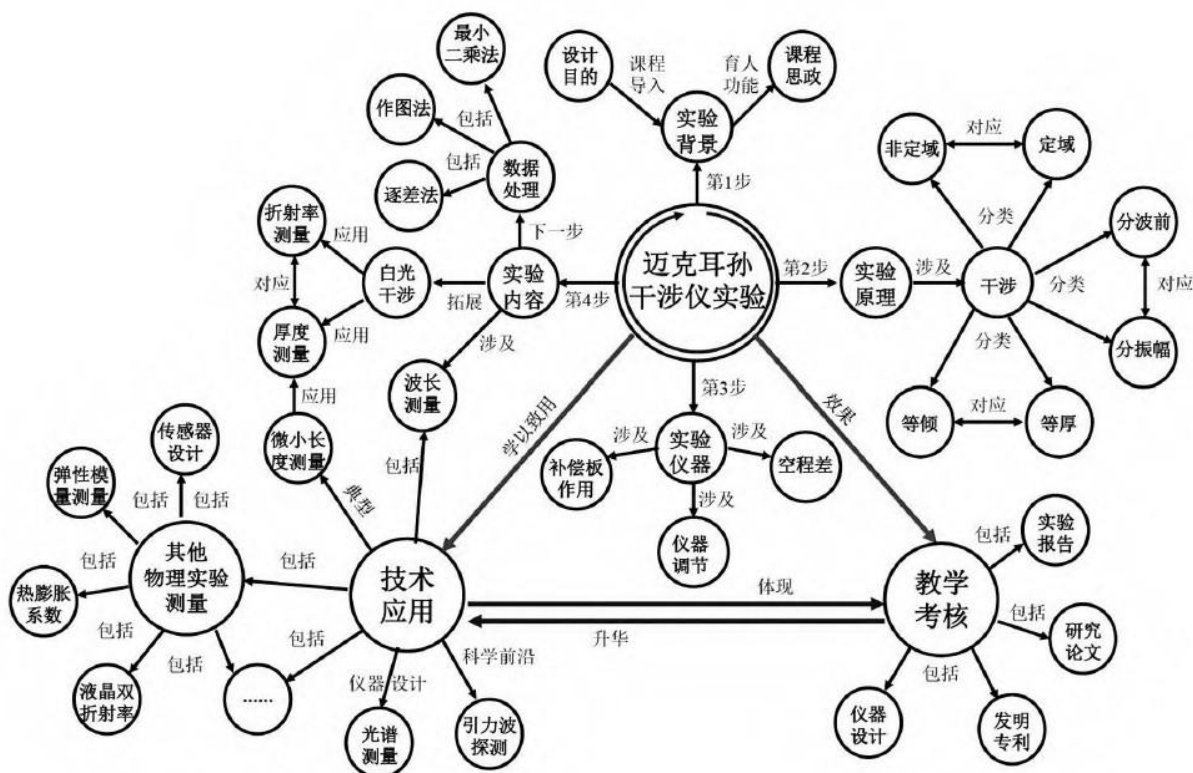


图1 “迈克耳孙干涉”实验教学知识图谱

一步给学生传递科学家在设计实验时体现出的永攀科学高峰等科学精神，巧妙将“课程思政”的育人功能润物细无声地渗透在教学过程中。第二步，关于“实验原理”的讲解，应将该实验项目相关的实验原理进行全覆盖。相关干涉条纹的研究是该实验项目中的重要教学内容。针对实验原理中理论知识的特点，可分别以定域—非定域干涉、分振幅—分波前干涉、等倾—等厚干涉等几个方面为学生进行对比化的讲解，加深学生对该部分知识点的深层次学习。第三步，关于“实验仪器”的讲解，由于该实验项目中定镜位置坐标采用螺杆方式实现精度为 0.0001mm 的变化及读数，因此该类实验仪器的“空程差”问题将会对测量精度带来不可忽略的影响，需要向学生明确原理及消除的方法。同时，实验原理中通常不涉及的补偿版色散补偿功能，也需在该部分进行明确。第四步，关于“实验内容”的讲解。经统计，各高校最常见的内容为激光波长的测量，部分高校在此基础上还将白光干涉现象的调节和观察等作为了教学内容的拓展。而利用白光干涉现象，可进一步拓展到液体或透明固体介质折射率（厚度）的精确测量等，该部分内容可作为该实验项目内容的进一步拓展和补充。同时，完成实验后，还需对实验测量数据进行处理。因此，实验教学中常用的逐差法、最小二乘法和作图法等实验数据处理方法，可在这一部分为学生进行讲解。

针对“教学考核”模块，一方面可沿用目前各高校均在使用的传统实验报告进行体现。在此基础上，还可以通过学生撰写研究论文、发明专利和新型仪器设计等多元化

的方式进行体现。

“技术应用”模块是所构建的教学知识图谱的重点部分。目前，基于“迈克耳孙干涉”原理而制作的如傅里叶变换光谱仪，已成功实现了在教学科研方面的应用。利用“迈克耳孙干涉”原理，美国 LIGO 实验室也于2016 年成功实现了引力波的探测，并于2017

年获得了诺贝尔物理学奖。因此，通过大学物理实验课程中某一具体实验项目的学习，学生不但能够掌握该实验项目中涉及的理论知识和实验技能，还能够将所学的知识和技术应用于解决实际问题之中。由于“迈克耳孙干涉”实验装置提供了一种精确测量微小长度变化量（可精确到光波长量级，如对可见光范围，其波长量级为百纳米）的方法，因此其在其他物理量的精确测量中也可以发挥重要的作用。

教师在应用该知识图谱进行教学的过程中，通过“实验背景”的讲解，可将课程思政有机融入到课程教学内容中；通过“实验原理”的讲解，可以将物理课程中涉及的各部分知识点传授给学生；通过“实验仪器”的讲解，可使学生掌握基本的实验仪器操作和数据测量方法；通过“实验内容”的具体实施，可使学生掌握实验数据的科学处理方法等。最终，通过“教学考核”和“技术应用”，进一步提高学生利用所学的物理实验技术，解决其专业领域实际问题的能力。

近年来，西南交通大学物理实验中心针对大学物理实验课程，广泛应用教学知识图谱开展各项实验教学活动。这些教学活动的具体实施，使得大学物理实验课程中涉及的每一个实验项目，授课教师均形成了完整统一的分层次化教学模式。这种教学模式不但包含了传统实验课程教学内容中的每一个知识点，还进一步提升了课程教学内容的高阶性和挑战度，同时也驱动了教师不断对自己的教学能力进行提升。而基于教学知识图谱开展的大学物理实验课程教学中取得的成果，也成为了学校大学物理实验课程获批国家首批线下一流本科课程的重要支撑。

摘自《教育理论与实践》2023年第12期 樊代和等

基于知识图谱理念的生物医学电子学在线课程建设初探

结合我院（上海健康医学院）生物医学电子学教学实践经验以及疫情以来线上教学情况，在知识图谱理念指导下，以学生为中心，以“学生学得好不好”为检验标准，从知识、问题、能力3 个维度，分别构建基于知识维度的初级知识图谱、映射基于问题维度的中级知识图谱、关联基于能力维度的中级知识图谱。3 个维度层层递进，一方面充分发挥学生的主观能动性，另一方面自上而下构建学生的专业知识体系，打造新型立体化、多层次、开放式课程体系。

一、课程建设步骤

1. 构建基于知识维度的初级知识图谱

知识图谱理念下课程的核心是帮助学习者在清晰目标的引领下展开学习，有目的地让学生运用“框架思维”来思考，即“先见森林，再见树木”。因此，第一步是要构建基于知识维度的初级知识图谱，为学习者搭建课程知识框架。新的课程模式采用“框架+细节”形式，能够让学生更高效地学习新的知识和技能。

根据生物医学电子学教学大纲要求对相关知识进行抽取、关联和融合，教材内容被重新划分为三大模块，分别为生物医学信号、传感器与接口电路、生物医学信号检测，其中生物医学信号围绕生物医学信号特点和处理过程分为六大类。在此基础上，教学团队再细化切割和关联每一部分的知识点，包括定义、性质、分类、应用等，形成围绕某一知识点的知识网络结构（见图1）。

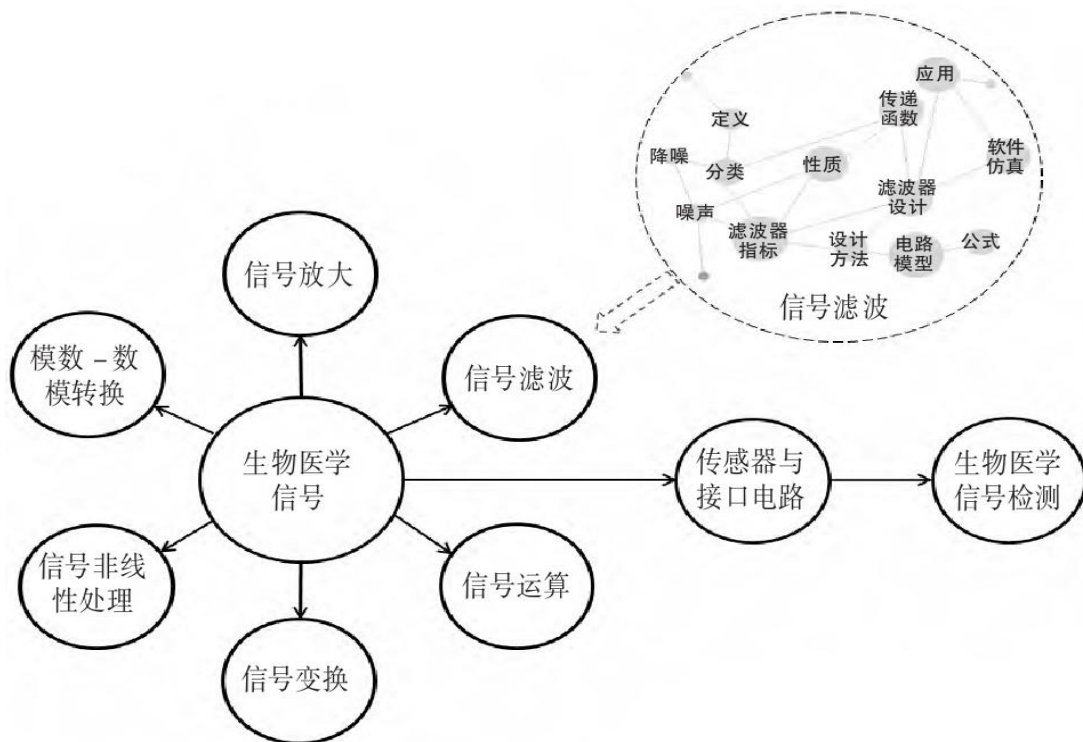


图 1 生物医学电子学初级知识图谱

基于知识图谱理念的课程教学，通过信息化手段对知识进行抓取、转换、分类、聚类等操作，知识模块被有机瓦解和重新组合。学生个体只需要根据自己的学情需求，自由选取课程模块中的相关知识元进行主动学习。通过学生个体或群体与学习元之间的直接交互，能够最大限度地调动学生的积极性，满足开放、个性、精准的智慧教育需求。

2. 映射基于问题维度的中级知识图谱

基于问题的学习（problem-based learning, PBL）模式最初由国外引入，其效果已经在传统线下课程中得到广泛验证。线下课程中通常将学生划分为若干小组，共同

解决某个实际问题。学生通过解决实际问题获取相关知识，将课本知识真正吸收内化为自己的知识。从知识图谱角度来看，基于知识维度的知识图谱是一种较为初级的知识图谱，仅仅在知识元的抽取、关联上做到了逻辑上的排列组合，其效果类似于思维导图。随着教学的深入，要着力映射基于问题维度的知识图谱，引导学生对知识进行深层剖析、再加工和拓展迁移，有利于个人知识体系的完善。此外，以问题为引导，在对基础知识再次深入思考和吸收内化的过程中，会生成个体和群体的创造性知识，进一步扩展和丰富知识图谱。

3. 关联基于能力维度的高级知识图谱

作为一所应用型本科院校，我院生物医学电子学课程专注培养学生应用理论知识解决医疗器械实际问题能力，开阔国际视野，培养医学应用服务能力。在问题维度的中级知识图谱基础上，学生通过问题引导、自主学习和思考，有助于发展高层次思维能力，实现从不思到寻思、从浅思到深思、从顺思到反思。

通过这种有目的的训练，将基于问题维度的中级知识图谱上升到基于能力维度的高级知识图谱。此外，在基于能力维度的高级知识图谱创建中，不断充实实践教学资源库，如行业见习、项目创新研发等素材，使得知识图谱理念下的课程建设趋于完善、走向成熟，从而真正体现教、学、做一体化。最后，关联基于能力维度的高级知识图谱，培养医工结合的工程技术应用型人才。

二、教学评价方案

传统教学评价方案以学生考试成绩为考查目标，忽略了学生的平时表现和能力提升，导致培养出刻板的“答题型”学生，整体专业水平、实践技能、创新能力不高。基于知识图谱理念的教学评价体系，从课程建设的知识维度、问题维度、能力维度3个方面出发，建立多维考核指标，不断扩充和完善知识图谱评价体系，使其逐渐智能化、全面化、立体化。基于知识图谱理念的教学评价体系的特点主要体现在以下3个方面。

1. 自评与他评结合

学生是学习的主体，人才培养应以学生为中心。然而，在传统课程建设中，教师处于绝对领导地位，学生是被评价的对象，并且教师以学习成绩作为评价和考查学生的唯一指标。而将师生评价纳入评价体系，让学生参与自评和互评有助于调动其学习积极性，也有助于提高学生的团队合作能力。此外，学生也可以对教师进行评价，能促进教师个人不断学习和提升，促进课程建设不断完善，使教学工作规范化、常态化、制度化。总之，自评与他评相结合的评价方案，使得师生地位更加平等，评价方式更加民主化、人性化。

2. 理论与实践结合

生物学电子学是理论与实践并重的课程,我院传统课程设计中,将理论课与实践课分为上下两个学期授课,造成理论与实践脱节,学生知识掌握效率低下,整体教学效果较差。基于知识图谱理念的生物学电子学在线课程建设中,在相关知识点中加强实验环节,比如在信号放大、信号滤波、信号变换等课程知识元中,链接实验动画演示模块、Multisim 软件电路设计模块等,用实验来检验和巩固理论知识。在教学评价体系中,也将学生实验训练作为问题维度和能力维度的考核指标之一,在教学评价方案中再次强调学生实践能力的培养。

3. 过程性评价与成果性评价并重

传统教育注重学生考试分数,导致很长时间以来“应试型学生”成为我国教育的一大特点。实际上,学生知识获得和能力培养是综合的、多元化的,因此需要从根本考核目标上进行改革。基于知识图谱理念的生物学电子学在线课程建设制定了更为细化的评价标准,将线上学时完成情况、课堂参与情况、课后作业、师生评价纳入过程性评价,将调研报告、实验训练、期末考试归为成果性评价。过程性评价有利于引导学生养成良好的自主学习习惯、增强自信心,而成果性评价有利于培养学生科研报告撰写能力、实验综合应用能力等。只有推崇过程性评价与成果性评价并重、强调过程性评价,才能相对全面、真实、准确地了解学生的知识掌握情况。

三、优势与劣势

基于知识图谱理念的在线课程建设有助于对不同教学平台资源进行有效整合,形成包含丰富知识元联系的知识网络结构,立体化完善学生的知识体系。并且不再规定教师必须在同一时间内完成相关教学任务,学生也可以根据实际学情自主学习。这种课程体系下的教学模式更加灵活、自由,符合精准教育、智慧教育新理念。此外,该模式有助于培养学生的自主学习能力、逻辑思维能力、知识创造能力,为终身学习奠定基础。

然而基于知识图谱理念的在线课程建设中,由于前期建设需要强大的人工智能团队给予技术支持,投入的经费、时间、精力等成本相较传统在线课程多数倍,并且后期课程建设也需要教学团队投入极大精力持续更新和维护。此外,新课程体系的应用对学生的自律性和自主性要求极高,教学效果很可能出现两极分化现象。因此,这种在线课程更适合小班教学,必要时还需融入其他教学手段辅助管理。

摘自《卫生职业教育》2023年第11期 涂华婷等

主 办: 吉林医药学院图书馆

地址: 吉林市吉林大街 5 号

主 编: 郭秀梅 徐 坤

邮编: 132013

副主编: 蔚晓慧

网址: <http://tsg.jlmu.cn>

本期编辑: 蔚晓慧

电话: 64560908