

•专题•

doi: 10.3866/PKU.DXHX202307054

www.dxhx.pku.edu.cn

基于虚拟教研室平台的有机化学课程知识图谱建设探索

白伟¹, 于丽梅¹, 宋汪泽¹, 赵军龙², 陈宁³, 姜翠玉⁴, 伍新燕⁵, 朱桂茹⁶, 陈树峰⁷, 姚赟⁸, 卢然⁹, 翟怡¹⁰, 张秀红¹, 刘迪¹, 姜文凤^{1,*}

¹大连理工大学化学学院, 辽宁 大连 116024

²西北大学医学院, 西安 710069

³北京化工大学化学学院, 北京 100029

⁴中国石油大学(华东)化学化工学院, 山东 青岛 266580

⁵华东理工大学化学与分子工程学院, 上海 200237

⁶中国海洋大学化学化工学院, 山东 青岛 266100

⁷内蒙古大学化学化工学院, 呼和浩特 010021

⁸云南大学化学科学与工程学院, 昆明 650091

⁹吉林大学化学学院, 长春 130012

¹⁰高等教育出版社, 北京 100120

摘要: 依托有机化学课程虚拟教研室优质资源, 建设钉钉平台的有机化学课程知识图谱。知识图谱包含由知识单元、知识点等“节点”的层级结构、通过“节点”间的“关系”形成的网状结构, 将课程内容前后紧密的联系起来。通过融入虚拟教研室共建共享的教学资源, 知识图谱可为有机化学课程的教学活动和人才培养提供全方位的支持。

关键词: 知识图谱; 虚拟教研室; 有机化学

中图分类号: G64; O6

Exploration of Constructing an Organic Chemistry Knowledge Graph Using the Virtual Teaching and Research Platform

Wei Bai¹, Limei Yu¹, Wangze Song¹, Junlong Zhao², Ning Chen³, Cuiyu Jiang⁴, Xinyan Wu⁵, Guiru Zhu⁶, Shufeng Chen⁷, Yun Yao⁸, Ran Lu⁹, Yi Zhai¹⁰, Xiuhong Zhang¹, Di Liu¹, Wenfeng Jiang^{1,*}

¹ School of Chemistry, Dalian University of Technology, Dalian 116024, Liaoning Province, China.

² School of Medicine, Northwest University, Xi'an 710069, China.

³ College of Chemistry, Beijing University of Chemical Technology, Beijing 100029, China.

⁴ College of Chemistry and Chemical Engineering, China University of Petroleum (East China), Qingdao 266580, Shandong Province, China.

⁵ School of Chemistry and Molecular Engineering, East China University of Science & Technology, Shanghai 200237, China.

⁶ College of Chemistry and Chemical Engineering, Ocean University of China, Qingdao 266100, Shandong Province, China.

⁷ College of Chemistry and Chemical Engineering, Inner Mongolia University, Hohhot 010021, China.

⁸ School of Chemical Science and Technology, Yunnan University, Kunming 650091, China.

⁹ College of Chemistry, Jilin University, Changchun 130012, China.

¹⁰ Higher Education Press, Beijing 100120, China.

收稿: 2023-07-19; 录用: 2023-08-13; 网络发表: 2023-09-07

*通讯作者, Email: jiangwf@dlut.edu.cn

基金资助: 教育部虚拟教研室建设试点“有机化学课程虚拟教研室”; 大连理工大学教育教学改革基金项目

Abstract: Drawing upon the high-quality resources of the virtual teaching and research platform for organic chemistry, this study delves into the construction of an organic chemistry knowledge graph. Knowledge units and points shape the hierarchical “nodes”, while the “relations” between these “nodes” weave a network that intimately integrates the course content. Collaboratively developed teaching resources are embedded into the knowledge graph, offering comprehensive support for talent development and pedagogical activities in organic chemistry.

Key Words: Knowledge graph; Virtual teaching and research platform; Organic chemistry

1 引言

知识图谱(Knowledge Graph)是指一种结构化的语义知识库^[1],这一概念在2012年提出,是人工智能的重要分支技术。在知识图谱中,“节点”表示知识单元、知识点等,用“关系”连接这些“节点”,进而组成了图网络。课程知识图谱属于专业性领域知识图谱,通过专业知识体系构建,形成知识领域、知识单元、知识点的层级嵌套与网状知识组织结构,能够为人才培养和教学活动提供全方位的支持^[2],是进一步推进教育数字化的重要抓手。

有机化学课程虚拟教研室由大连理工大学、天津大学、华东理工大学、华南理工大学、中南大学、中国海洋大学、北京化工大学、中国石油大学(华东)、南京理工大学、新疆大学、云南大学、内蒙古大学、西北大学等高校和高等教育出版社组成(成员单位排名不分先后),基本涵盖中、东、西部各区域,于2022年初获批教育部首批虚拟教研室建设试点^[3],现有来自33所高校的100余名有机化学一线教师成员。试点建设的主要任务包括创新教研形态、加强教学研究、共建优质资源、开展教师培训等,知识图谱的建设是虚拟教研室的重要工作之一,依托钉钉平台,成员协作探索建设有机化学课程知识图谱。

2 有机化学课程知识图谱的建设探索

2.1 “节点”——知识单元、知识点

有机化学是研究有机化合物的结构、性质、制备和应用,阐明有机化合物官能团结构与性质之间关系的一门自然科学类课程。作为化学学科的重要分支,有机化学一直是占据基础学科中心地位的核心基础课程之一,是高等学校应用化学、制药工程、化学工程与工艺、环境工程等相关专业的核心课程。基于大连理工大学有机化学教研室高占先主编的“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材《有机化学(第三版)》^[4]的知识体系,进行知识单元、知识点的层级建设。教材中的章、节、目对应的就是由知识单元到知识点的整体与部分的关系,例如,在第九章“醇、酚、醚”部分,每一类化合物都可以按照分类、结构、物理性质、化学性质几个部分进行介绍,“物理性质”作为知识单元又包含沸点、密度、光谱等知识点。较大或者较为重要的知识单元下可以包含次级知识单元,例如,“醇的化学性质”包含羟基的取代反应、脱水反应等几大类反应,“脱水反应”又具体分为“醇分子间脱水”“醇分子内脱水”“频哪醇的脱水及频哪醇重排”等三个重要的知识点(图1)。知识点是知识图谱中的核心节点,后续的“关系”建设与资源绑定都是以它为中心。知识图谱“节点”的建设有助于梳理知识层次,对于每一个部分的内容有清楚的了解,可以作为教研室青年教师培训的一个环节。

大连理工大学有机化学课程是首批国家精品课程、首批国家双语示范课程、首批国家精品资源共享课程、首批国家级线上一流课程,有着丰富的课程资源。有机化学中、英文课程上线中国大学MOOC、学习强国等平台,累计选课近17万人。虚拟教研室其他成员单位包括北京化工大学、中国石油大学(华东)、南京理工大学等校的有机化学一流课程都有各自的特点和优势。在知识图谱的建设中,我们将线上课程的相关内容(包括教学视频、机理动画、例题解析、章节练习等)通过“描述”与知识单元、知识点等“节点”联系起来,有助于教师备课、帮助学生学习过程中进一步了解知识内容。例如,将中国大学MOOC平台“有机化学(下)”的教学视频链接置入“醇的化学性质”——“羟基的取代反应”的描述中,直接点击即可打开、进行线上学习。后期,结合其他成员高校的优质线上资源,继续对知识图谱进行充实、完善,优中选优。

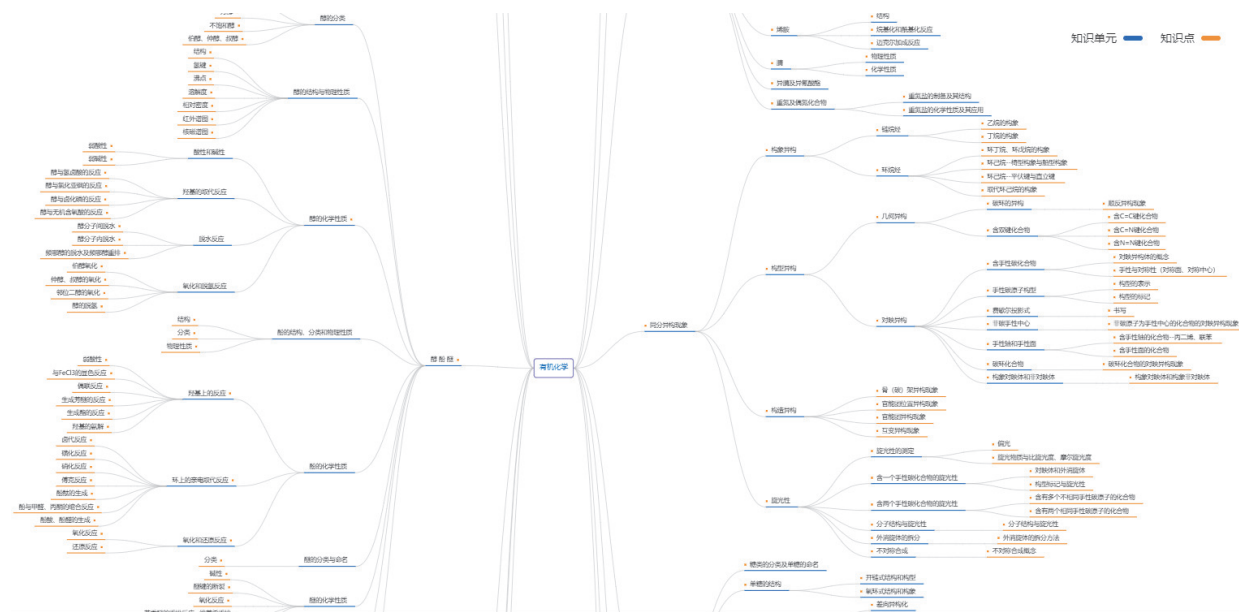


图1 有机化学知识图谱的层级结构

2.2 “关系”——节点之间的联系

课程内容的讲授有先后顺序，知识单元、知识点这些“节点”除了层级关系外，不同的知识单元、不同知识单元下的知识点之间也有关联，经过知识图谱中“关联”或“后序”的关系连接，“节点”间就形成了网状结构，将课程内容前后紧密地联系起来。

化学反应是有机化学最重要的部分，通过化学反应可以完成不同官能团化合物之间的转化，因此化学反应就成为了有机化学学习中连接前后知识单元、知识点的纽带，在知识图谱中呈现为“节点”与“节点”的“关系”(图2)。例如，在“醇、酚、醚”部分，醇的分子间脱水反应生成醚，而醚键断裂会得到醇；醇的分子内脱水反应生成烯烃，而烯烃与水的加成反应较难发生。这些关联与区别是有机化学的重点、难点，在知识图谱中可以清晰地展现出来，一目了然。知识图谱能够帮助学生在有机化学学习中熟悉这些“关系”，“节点”与“节点”不再是孤立的，而是变得可视化，

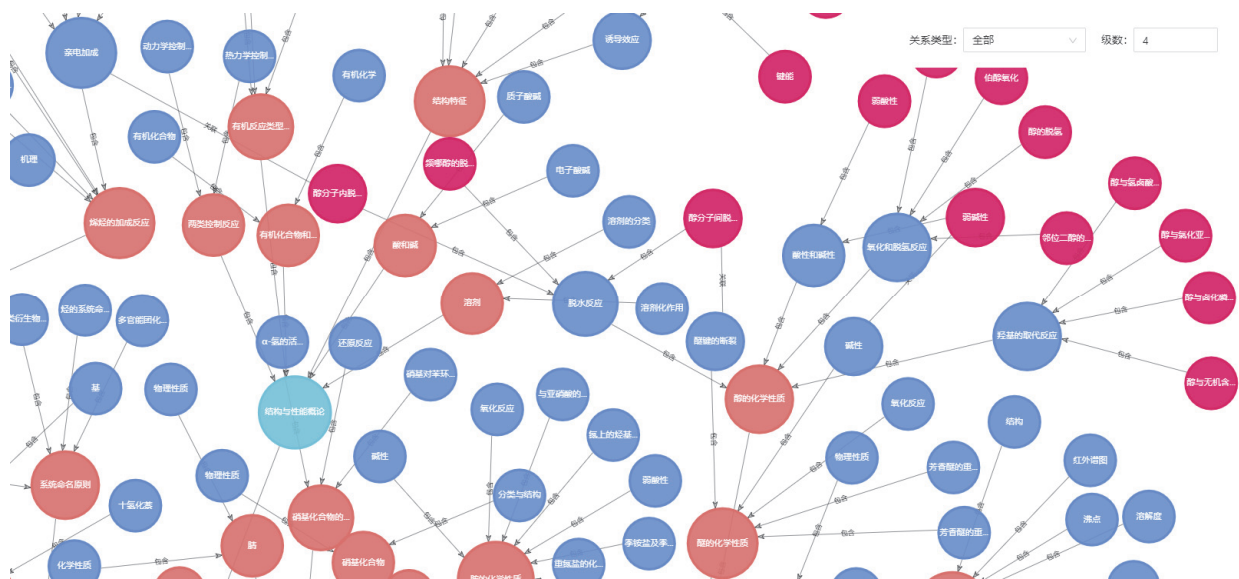


图2 有机化学知识图谱的网状结构

对于知识的理解就会更加连贯、充分。教师备课过程中也可以充分掌握知识点之间的关联,根据课程要求、授课对象等情况进行授课内容的准备。

化合物的物理性质、波谱特征是教学过程中不可缺少的,而这些内容不论是化整为零地在各章节介绍,还是归纳在一起讲解,效果上都会有所欠缺。将不同官能团化合物的相关知识点在知识图谱中关联起来,有助于学生学习过程中随时地联系比较、加强理解。

2.3 虚拟教研室教学资源的绑定

共建共享优质资源是有机化学课程虚拟教研室建设的一项重要工作,核心成员25人分三个小组开展教研工作,包括:有机化学内容与教学方法研究组;课程思政案例建设与应用研究组;教学大纲、教学设计案例等一流课程资源建设组。经过一年多的共同努力,教研室资源库中已有200多项教学资源,包括了教学课件、教学设计、好题分享、演示动画、课程思政案例及素材等(图3)。知识图谱框架建设完成后,将这些优质资源与知识“节点”一一绑定,并不断补充、更新,使得知识图谱能够为有机化学课程的教学活动提供全方位的支持。



名称	知识点数	应用类型	状态	上传者	上传时间	操作
用左手助巧学常见单键的结构式_陈宁	0	文献资料	通过	白伟	2023-06-05 14:16:30	编辑 绑定 更多
气球结合球棍模型在化学结构理论教...	0	文献资料	通过	白伟	2023-06-05 14:16:01	编辑 绑定 更多
课程思政教学案例-中国首个自主研发...	0	案例	通过	白伟	2023-05-29 15:43:54	编辑 绑定 更多
生命起源与化学	0	文献资料	通过	白伟	2023-05-26 12:08:45	编辑 绑定 更多
分子结构的发现和合成艺术	0	文献资料	通过	白伟	2023-05-26 12:08:32	编辑 绑定 更多
羧基化合物的反应	0	作业习题	通过	白伟	2023-05-26 07:55:04	编辑 绑定 更多
卤代烷经消除生成烯烃	0	作业习题	通过	白伟	2023-05-26 07:54:50	编辑 绑定 更多
立体异构	0	作业习题	通过	白伟	2023-05-26 07:54:35	编辑 绑定 更多
课程思政教学案例-我国具有代表性的...	0	案例	通过	白伟	2023-05-25 07:58:22	编辑 绑定 更多
有机化合物命名的发展	0	文献资料	通过	白伟	2023-05-25 07:55:38	编辑 绑定 更多

图3 有机化学课程虚拟教研室教学资源

3 结语

知识图谱的建设是虚拟教研室建设试点的重要组成,相对于以往的知识树等层级结构,知识图谱更加地立体和综合。依托虚拟教研室平台建设知识图谱的过程,可以整合各类资源,促进成员们对教学内容、方法进行全方位的讨论、研究,提高教师教学能力。将建设完成的知识图谱融入课程教学中、移植到其他智慧教学软件使用,可以为教师备课提供丰富的资料,为学生学习提供充足的资源。利用知识图谱可以进行更加精准的学情分析,达到个性化的教学、自学目的,为人才培养和教学活动提供支持、为专业建设和课程建设提供助力。

参 考 文 献

- [1] 黄焕, 元帅, 何婷婷, 吴林静. 现代教育技术, **2019**, 29(12), 7.
- [2] 虚拟教研室知识图谱建设培训会成功召开. 高校智慧教研, **2022**, No. 2, 10.
- [3] 中华人民共和国教育部. 教育部印发《教育部办公厅关于公布首批虚拟教研室建设试点名单的通知》. [2022-02-21]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/202203/t20220322_609822.html
- [4] 高占先. 有机化学. 第3版. 北京: 高等教育出版社, 2018.