

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：**基于知识图谱的研究型混合式教学与实践研究**

单位名称：湖南大学化学化工学院

项目主持人：刘强

团队成员：李滔、赵万祥、刘志刚、杨文

一、项目研究背景

党的二十大报告指出：“坚持为党育人、为国育才，全面提高人才自主培养质量。”全面提高人才自主培养质量，既是党和人民对高等教育提出的时代要求，也是高等教育发展的重大机遇。近些年来，在众多教育工作者的研究中，利用研究型教学模式来提高高等教育人才自主培养质量已取得了一定的进步。但是，传统研究型教学的实践模式仍存在的知识体系碎片化、学生认知差异显著、高阶思维能力培养不足等诸多问题，特别是与教育数字化转型结合不足。

教育数字化转型是我国“数字中国”国家战略的一个重要组成部分，而利用知识图谱等人工智能技术来赋能教育教学已成为教育数字化转型的必然路径。如何构建知识图谱建设框架，增强知识体系的碎片化与系统化融合？如何将知识图谱、生成式 AI 等人工智能技术融入到研究型混合式教学设计，创新人机协同的教学评价体系？如何发挥教育数据对研究型混合式教学的有机融合与驱动作用，实现“知识本位”向“能力本位”培养理念转变，促进教师差异化的教和学生个性化学，从而提高研究型教学的人才培养质量，并为其他专业课程研究型混合式教学的 AI 赋能提供宝贵借鉴与参考，都具有重要的研究意义。

《有机化学》课程是湖南大学国家一流本科专业化学类专业大一学生的专业核心课程，也是拔尖计划 2.0 和强基计划学生的专业核心课程。《有机化学》课程依托湖南大学化学国家一流学科和国家一流专业建设，历史悠久，先后建成国

家精品课程(2007)、国家精品资源共享课(2013)、国家线上一流本科课程(2023)、湖南省线上线下混合式一流课程和湖南省课程思政示范课程(2023),《有机化学》教材也被评为国家精品教材(2008年)。项目组拥有教学经验丰富的资深教授和“四青”人才,成员长期从事有机化学教学研究与实践,先后获国家教学成果二等奖多项(2005、2023)和湖南省教学成果一等奖多项。

二、研究目标、任务和主要思路

1.研究目标

本研究在“以学为中心”的教育理念指导下,围绕我校“基础扎实、视野开阔、德才兼备”的人才培养总目标,为实现“知识为主”向“能力素质为先”的教学转变,结合知识图谱和 AI 助教等先进人工智能技术,开展数据驱动的“有机化学”研究型混合式教学改革,增强学科知识体系系统化与关联性,赋能《有机化学》课程教学创新。通过规模化因材施教和个性化学习,实现转“识”为“智”,从而提升学生高阶思维与能力,使学生成为“智慧型”新质人才。

2.研究任务

基于上述研究目标,本研究依托《有机化学》国家级线上一流课程自主学习平台(<https://www.xueyinonline.com/detail/240822540> 和 <https://www.xueyinonline.com/detail/240826298>),利用超星泛雅平台的知识图谱模块和 AI 助教模块,来研究立体知识图谱框架模型和化学 AI 助教的建设路径,并建设跨课程的化学专业知识图谱,从而建立学生画像与可视化智能教学评价体系,创建并实践数据驱动人机协同教学模式。

3.主要思路

本研究以建构主义学习理论、最近发展区理论、联通主义理论、双主教学理论和掌握学习理论为理论基础,从课程知识体系优化、教学模式创新、教学评价完善和实证研究等多个维度着手设计教学改革方案如图 1 所示。

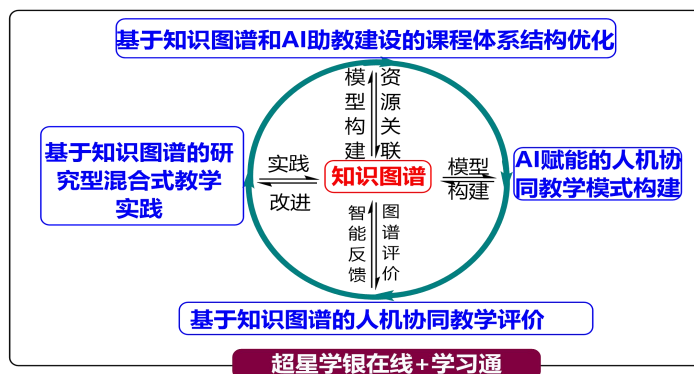


图 1 基于知识图谱的研究型混合式教学与实证研究

1)课程体系结构优化

通过文献调研与基于问题式学习的研究型混合式教学实践,构建立体知识图谱框架,并结合超星知识图谱和 AI 助教工具,关联相关知识点和数字化资源,构建化学知识库,探索化学专业知识图谱和 AI 助教建设路径。

2) AI 赋能的人机协同教学模式构建

在课程体系优化的基础上,以专业核心课《有机化学》课程的研究型混合式教学模式为基础,结合知识图谱和 AI 助教的实践用途,构建基于知识图谱和 AI 助教等 AI 工具的 AI 赋能人机协同教学模式。

3) 基于知识图谱的人机协同教学评价

结合知识图谱和化学助教的建设路径和 AI 赋能的人机协同教学模式构建,建设知识-能力-素养三位一体知识图谱,并通过与评测资源的关联和 AI 协调评价量规的制定,构建可视化智能教学评价体系。

4) 基于知识图谱的研究型混合式教学实证研究

以教育大数据驱动的研究型混合式教学流程为基础,构建 AI 赋能的数据驱动人机协同教学流程,并结合实验研究法、问卷调查法、访谈法,运用 SPSS 等学习分析工具验证人工智能赋能的研究型混合式教学的可行性和应用效果,结合实证研究结果来持续改进。

三、主要工作举措

1. 构建立体知识图谱框架并建设了化学专业知识图谱

为增强知识体系的系统化和培养学生跨学科学习能力,在文献调研和具体实践的基础上,创新性地提出了以研究型教学活动为导向的《有机化学》立体知识图谱框架(AOKG),并建设了《有机化学》课程知识图谱,包含 6 大知识模块、92 个核心知识点,共计 794 个子知识点。在此基础上,基于 OBE 教育理念,将四大化学理论课、实验课和思政课的课程知识图谱实现跨课关联,建设了包含培养目标、毕业要求指标点、专业课程、课程目标和课程知识点在内的化学专业知识图谱(<http://b.mtw.so/5Hgfnl>),如图 2 所示。包含 13 门课程,2225 个知识点,3775 个教学资源。

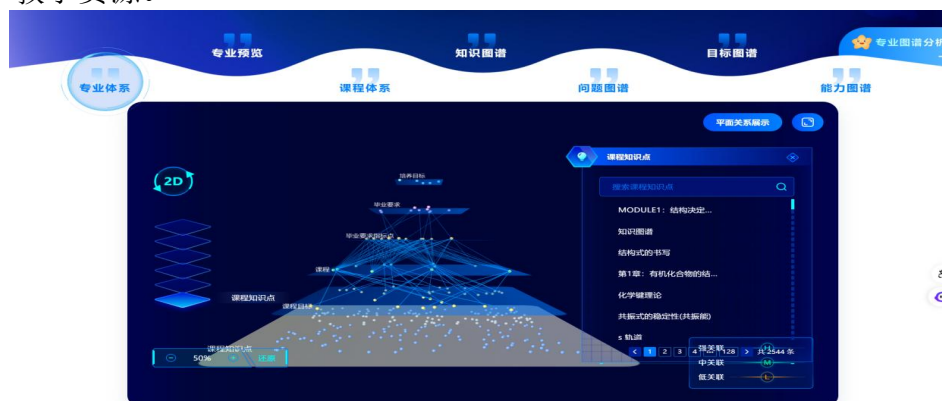


图 2 化学专业知识图谱

该图谱的建设，打破了传统学科知识间的壁垒，极大地增强了学科知识的关联性和系统化程度，让学生即可看见“树木”，又可看见“森林”。相关研究成果发表于北大核心期刊《化学教育》，且作为主要工作获评 2024 年湖南省“人工智能 + 高等教育”典型应用场景案例和湖南大学教学成果奖二等奖，在学术领域和教育实践应用层面均产生了积极影响。

2.创建数据驱动人机协同教学模式

为了实现教师差异化的教和学生个性化学，在专业知识图谱建设基础上，我们在研究型混合式教学设计中又与时俱进融入 7×24 小时的化学助教(图 3)和 AI 逆合成分析等 AI 工具，以期增强学生的个性化学习体验感，赋能课堂教学的深度学习，从而提升学生高阶能力。在此基础上，结合 AI-TPACK 模型和知识图谱的精准学情诊断功能，创新提出数据驱动人机协同教学模式(图 4)。

该模式充分发挥了人工智能技术在数据分析、教学资源推荐等方面的优势，赋能教师开展差异化教学，满足不同学生的学习需求；同时助力学生实现个性化学习，提升学习效率与效果。相关研究成果发表学术会议论文一篇，获首批全国高校智慧课程设计最佳案例和湖南大学教学成果奖二等奖，为智慧教学模式创新提供了新的思路与方法。



图 3 超星 AI 化学助教(左)和 AI 逆合成分析工具(右)

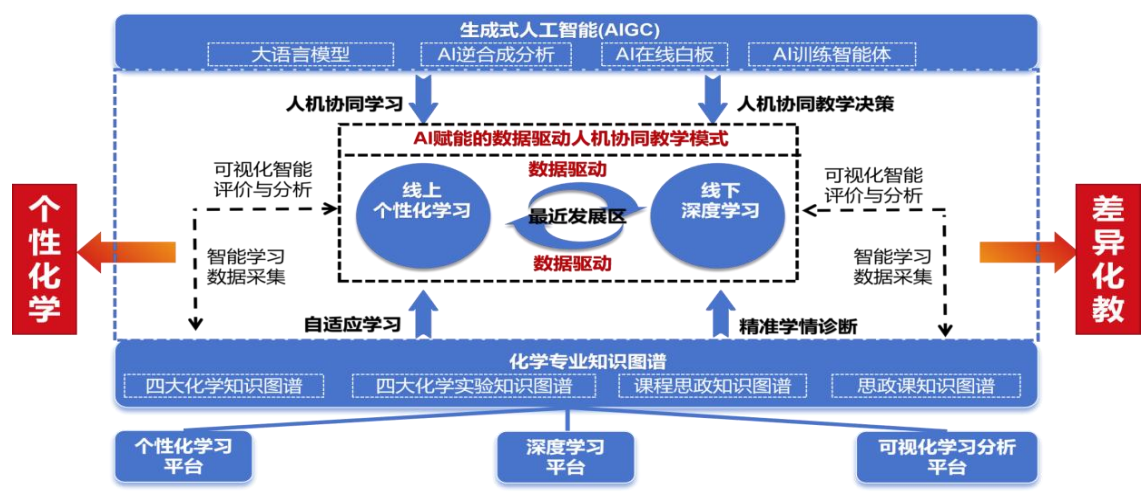


图 4 AI 赋能的数据驱动人机协同教学模式

3)构建学生画像与可视化智能教学评价体系

为了发展学生高阶思维与能力，支持学生深度学习是关键。而控制认知负荷是促使学生浅层学习转向深度学习的重要途径。我们精心构建了基于“知识-能力-素养”三位一体图谱的学生画像，通过对学生多维度学习数据的深度挖掘与分析，将学生的知识掌握情况、能力发展水平以及素养养成状态以直观、可视化的方式呈现，形成了可视化智能教学评价体系(图 5)。这能够精准识别学生在学习过程中的认知差异，可以帮助学生减少认知负荷，为后续开展深度学习提供了有力支撑，从而促进了学生高阶思维与能力的提升。本工作也获得 2024 年湖南大学教学成果奖二等奖。

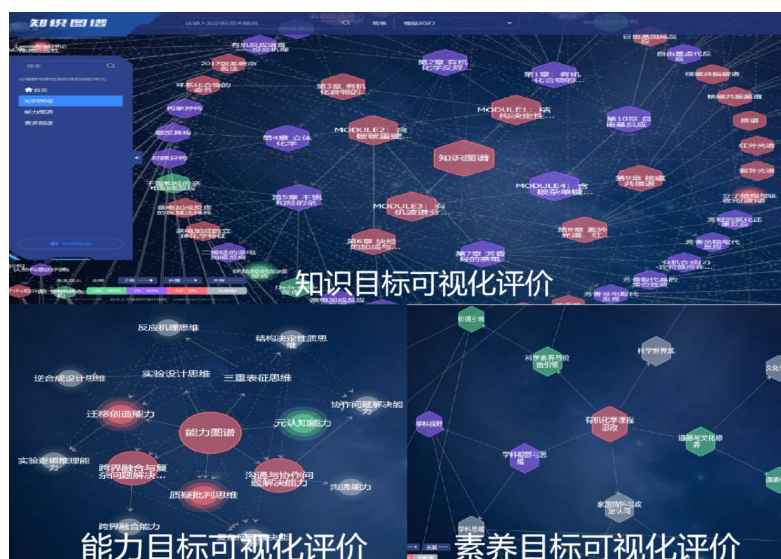


图 5 知识图谱、能力图谱和素养图谱三位一体图谱

4)构建并实践 AI 赋能的数据驱动人机协同教学流程

我们以教育大数据驱动的研究型混合式教学流程为基础，重构了 AI 赋能的数据驱动人机协同教学流程(图 6)，并选取化学专业强基班的有机化学课程作为试点，开展基于知识图谱的研究型混合式教学改革实践。

(<https://zhibo.chaoxing.com/8000259261946739>)



图 6 AI 赋能的数据驱动人机协同教学流程

课前通过“生-机”人机协同学习、“师-机”人机学情分析和人机协同精准决策来实现人机协同预习和协同备课(图 7)，课中通过“师-生-机”人机内容共生、“师-机”协同共教、“师-生-机”协同思辨和探究来实现人机协同授课和协同思究(图 8)，课后通过“生-机”自适应学习、人机协同辅学、“师-机”协同设计评估方案和协同互评来实现人机协同辅导和协同评价(图 9)。通过“人机”协同互动，人机共生了教与学的智慧。课前学生自主学习形成班级初级知识图谱，可以驱动课中的教学内容和教学活动的决策。课中形成的中级知识图谱可以帮助教师找到学生个性化问题，从而驱动课后的人机协同辅学和自适应学习。相关研究成果发表学术会议论文一篇，获首批全国高校智慧课程设计最佳案例。

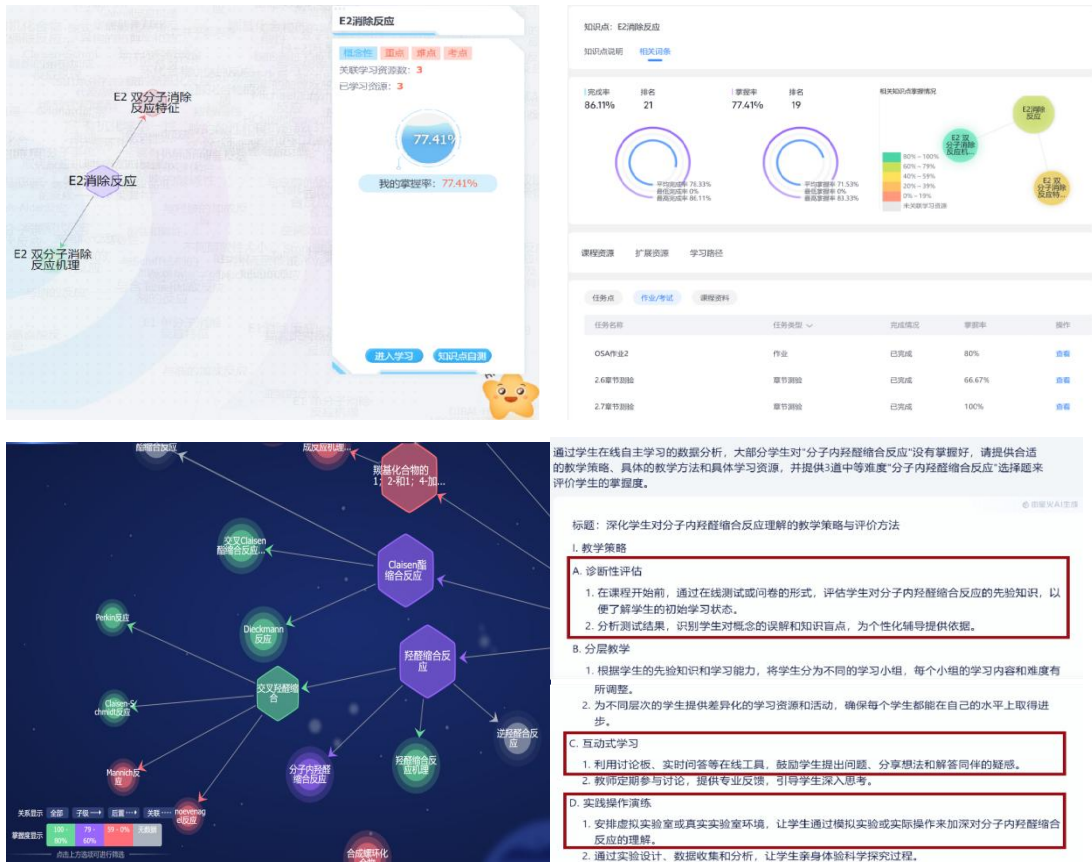


图 7 课前人机协同预习(上图)与备课(下图)

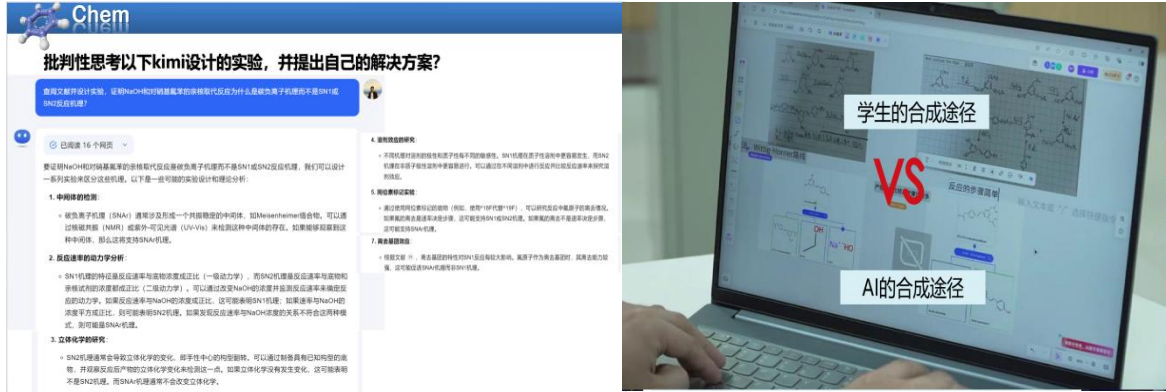
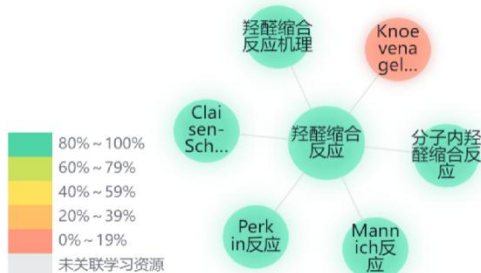


图 8 课中人机协同授课与思究

WTL7 缩合反应

写出下列反应的反应机理，并由苯为原料制备下列化合物，其它试剂任选，提出自己的合成方法，另外一种方法可通过IBM RXN逆合成分析。比较2种方法的优缺点。

相关知识点掌握情况



班级中级知识图谱



我想布置个性化作业，请分栏提供该班平均成绩85分以上的学生和平均成绩小于50分需要重点关注的学生名单和平均成绩。

分析策略：强基2301
分析数据：作业完成数据

数据分析助手：根据您提供的的数据，以下是平均成绩85分以上的学生名单和平均成绩：

学生姓名	平均成绩
周子杰	85.76
谢佳健	87.86
符雅直	86.30

以下是平均成绩小于50分需要重点关注的学生名单和平均成绩：

学生姓名	平均成绩
王沫然	0.00
李浩源	0.00
关泽允	50.00

WTL作业2C

强基2301

作答时间：09-24 11:33至 09-25 19:00

WTL作业2B

强基2301

作答时间：09-24 11:14至 09-25 19:00

WTL作业2A

强基2301

作答时间：09-24 10:59至 09-25 19:00

人机协同个性化作业布置



图9 课后人机协同辅导(上图)与评价(中、下图)

四、取得的工作成效

1. **教学质量提升：**通过改革实践，学生在有机化学及相关课程的学习成绩显著提高。问卷调查显示，学生对课程内容的理解深度、高阶能力特别在问题解决能力、创新思维能力和元认知能力等方面均有明显提升。教师教学满意度也大

幅提高，教学效果得到显著改善。如图 10 所示。

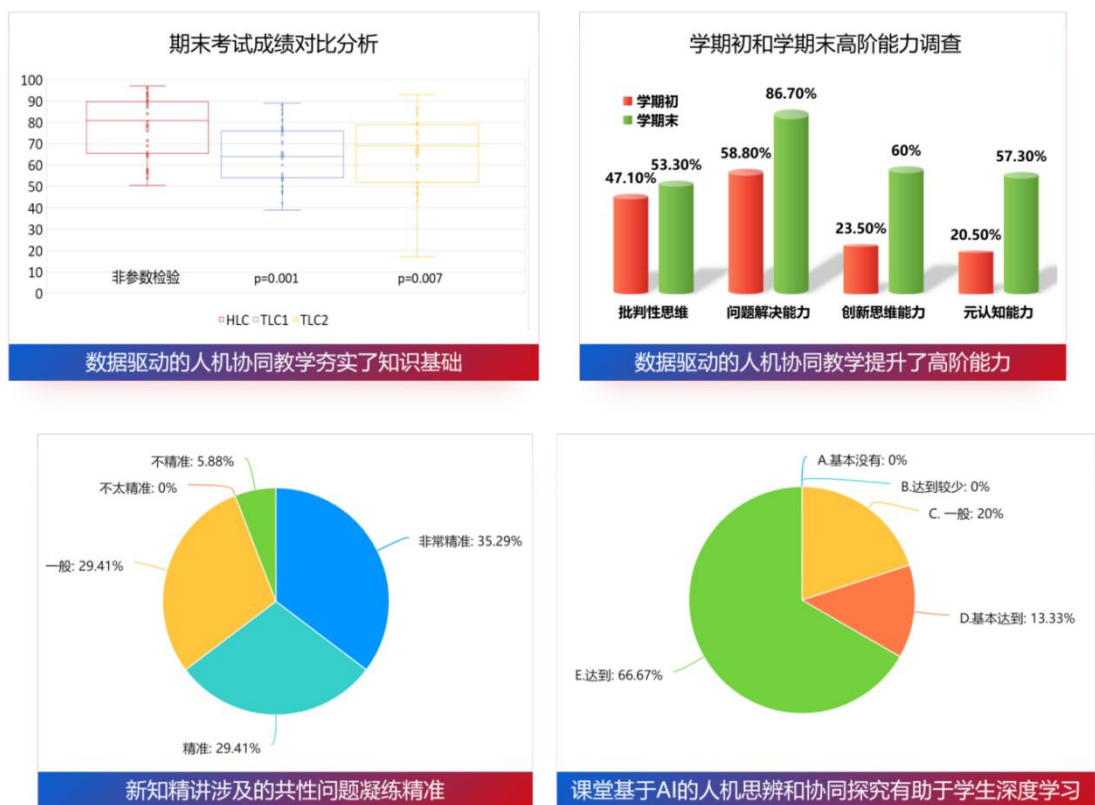


图 10 基于知识图谱研究型混合式教学改革问卷调查

2. 成果产出丰硕：发表了多篇高质量学术论文，包括北大核心期刊论文以及学术会议论文。构建的化学专业知识图谱和数据驱动的人机协同教学模式等成果，获得湖南省“人工智能 + 高等教育”典型应用场景案例、首批全国高校智慧课程最佳案例和湖南大学教学成果奖二等奖等校省级成果，在高校教学实践中得到广泛应用，形成了具有示范效应的教学模式与智慧课程。如图 11 所示。

2024 年第 45 卷第 4 期		化 学 教 育(中英文)(http://www.hxjy.chemsoc.org.cn)	• 113 •	附件:
信息技术与化学		以活动为导向的有机化学知识图谱构建与实践		
摘要		赵万祥 李 滔 刘 强* 王玉枝* (湖南大学化学化工学院 湖南长沙 410082)		
关键词		知识图谱 混合式教学 活动导向 构建 有机化学		
DOI: 10.13884/j.1003-3807.hxjy.2023080162				
教育数字化转型是我国“数字中国”国家战略的一个重要组成部分，是数字时代赋能教育高质量发展的必然路径，也是中国式现代化的本质要求之“实现高质量发展”的重要构成 ^[1] 。2022 年 10 月党的二十大报告强调“推进教育数字化” ^[2] ，在 2023 年 2 月召开的世界数字教育大会上，怀进鹏指出“数字化转型是我们世界范围内教育转型的重要载体和方向” ^[3] 。此次会议上发布的《中国智慧教育蓝皮书》指明了在我国数字时代教学范式要进行新的转变，“实现规模化教育与个性化培养的有机结合”，而基于系统化的知识逻辑关系来建立数字化知识图谱成为新范式的重要技术支撑 ^[4] 。此外，在教育部推进“四新”建设、虚拟教研室建		中的实体(概念)及其相互关系，具有语义搜索、智能问答、个性化推荐等功能 ^[5] 。知识图谱作为人工智能发展的基石，可以可视化地呈现学科知识关联性，并动态可视化地诊断学生知识的掌握程度，为学习者提供个性化学习路径、丰富学习资源和深度学习体验，从而为规模化的因材施教提供了一种新的解决方案。		
		1 基于知识图谱的有机化学教学改革缘由		
		1.1 有机化学混合式教学存在的问题		
		湖南大学有机化学课程 2007 年获评国家精品课程，2013 年获评国家精品共享资源课程，2023 年获评国家线上一流课程。2019 年，开展了基于问题式学习的数据驱动混合式教学改革 ^[6] 。但现		
		2024 年湖南省“人工智能+高等教育”典型应用场景案例认定名单 (按通讯录排序)		
序号	高校名称	案例名称		
1	中南大学	基于人工智能的全过程交互式助教系统		
2	湖南大学	人工智能赋能基础化学智慧课程群的建设与教学创新		
4	湖南师范大学	汉智大学堂一面向留华学生汉语学习的多模态个性化智能导学系统		
3	湘潭大学	人工智能赋能信息类课程“教-学-考-评-管”全场景解决方案		
5	长沙理工大学	“AI 赋能，电亮未来”地方高校电力系统暂态分析课程教学实践		
6	湖南中医药大学	基于“教学-科研-应用”一体化协同平台的医工融合人才培养及成果转化创新实践		
7	南华大学	人工智能赋能临床技能学新质课堂--实践教学系统的建设与应用		
8	吉首大学	人工智能赋能乒乓球“三动式”教学模式创新实践		
9	湖南工业大学	基于 AI 智能体和知识图谱的《计算机系统导论》数智化教学创新实践		
10	湖南工商大学	AI 赋能课程群：智能助教创新数智人才培养		
11	湖南理工学院	基于人工智能的“国瓷”智慧教学应用平台		
12	湖南工程学院	创新“AI+”专业图谱，贯通“教·学·管·评·用”全链路		
13	邵阳学院	基于数智技术的电子动态可视化教学应用——二胡演奏课程		
14	湘南学院	星火编舟—大模型赋能的智能编程教学平台		
15	湖南警察学院	人工智能赋能的交通安全治理课程群教学创新实践		
16	湖南女子学院	智慧选、学、教——人工智能赋能体美劳融合教育应用场景		



第一批全国高校智慧课程“最佳案例”				
序号	学校	课程负责人	课程名称	课程学科分类
1	西安电子科技大学	尚安华	计算智能导论	工
2	西安电子科技大学	谢晖	现代工科微生物学	理工
3	安徽大学	白琳	管理沟通	文
4	西南交通大学	龚晖	材料力学	工
5	北京体育大学	王宏	健身操舞数智教学	术
6	东莞理工学院	孙瑞、于雅文	工程招投标与合同管理	理工
7	火箭军工程大学	刘延飞、杨晶晶	数字电子技术	工
8	北京联合大学	陈道志	新媒体营销	文
9	湖南信息学院	彭琛	数据挖掘及应用	工
10	重庆第二师范学院	冯咏薇	新媒体写作	文
11	济南大学	丁广乾	电力电子技术	工
12	成都理工大学	黄子鉴	Web 应用开发技术	工
13	武汉大学	唐飞	电气工程基础(上)	工
14	昆明理工大学	方娟莉	C 语言程序设计	工
15	衡水学院	陈丽媛	国际汉语技能教学	文
16	广东石油化工学院	薛鹏	大学物理	理
17	安徽工程大学	周鹏	电磁场与电磁波 II	工
18	石家庄铁道大学	张增强	工程设计软件与应用	工
19	西南交通大学	潘小东	高等数学 I	理
20	江南大学	王志军	在线课程设计与开发	理
21	黄冈师范学院	张薇薇	翻译技巧与实践	文
22	贵州大学	杨新	机械设计基础	工
23	湖南大学	刘强	有机化学	理
24	山东科技大学	刘洪霞	线性代数	理
25	长春工业大学	谷东伟	机械制造基础	工
26	西京学院	卢静	管理学	文
27	北方民族大学	蒋亮	金属材料热处理	理工

图 11 项目获奖情况

3. **人才培养成效显著：**培养了一批具有创新思维和实践能力的学生，学生在各类学科竞赛、科研项目中表现优异。同时，提升了教师的教学创新能力和专业素养，打造了一支高素质的教学科研团队。

4. 成果应用辐射广

1) **校内应用：**基于知识图谱的智慧课程建设与研究型混合式教学模式在学校通过组织教学观摩、经验交流等活动，促进教师之间的学习与借鉴，推动全校教学改革的深入开展。不仅在化学专业课程中持续深化应用，还逐渐拓展到其他相关专业课程。

2) **校外推广：**通过参加各类教育教研研讨会、学术交流活动等，向全国其他高校介绍项目研究成果与实践经验。项目负责人受邀参加教育部高等学校化学类专业教学指导委员会、湖南省高等教育学会、湖北省高等教育学会等学会、优师化学联盟、中原在线课程联盟等联盟机构，以及北京大学、四川大学、大连理工大学、兰州大学、同济大学、华南师范大学等多所高校培训会议，主讲基于知识图谱的混合式教学能力提升、一流本科课程建设等 10 多场次的报告，5000 多名专任教师或教学管理者等聆听了报告。项目成果在全国范围内产生了积极的示范引领作用，推动了教育数字化转型背景下智慧教学改革的广泛开展。如图 12 所示。



2023 年高等学校应用化学专业教学研讨会



2023 人工智能助推数字化改革与知识图谱建设研讨会



第五届湖南省高等院校卓越教师发展年会
暨高校教师数智胜任力研讨会(2023)

2023 高校教师数字技术运用能力提升培训班

图 12.基于知识图谱的混合式教学能力提升与一流本科课程建设报告

五、特色和创新点

1.人工智能技术赋能化学专业协同育人平台建设，实现了育人模式创新

在理论层面，突破了传统教学模式中对知识孤立看待的局限，将知识图谱理论引入研究型混合式教学，创新提出了“以活动为导向”的立体知识图谱的建构模型。基于 OBE 教育理念，将孤立的专业课程思政与思政课程知识图谱进行跨课关联，形成了“目标同向、资源同步、评价同行”的化学专业图谱，实现了课程思政与思政课程建设的同向同行，形成了育人合力，解决了化学专业课程之间和课程思政与思政课程建设两张皮的问题。

2.创新探索了数据驱动的人机协同教学，实现了知识图谱和生成式人工智能技术赋能教师差异化教和学生个性化学

在实践层面，通过将知识图谱等人工智能技术与教学过程的深度融合，创新提出数据驱动人机协同教学模式和流程，打造了全新的研究型混合式教学形态。通过“知识 - 能力 - 素养”三位一体图谱的学生画像建设，丰富了教育评价体系，为精准识别学生认知差异提供了新的理论依据，也为教师和学生个性化教与学提供了有力支持，有效提升了教学质量与效率。