

知识图谱驱动的计算机网络数智化课程建设探索*

尚凤军

重庆邮电大学计算机科学与技术学院, 重庆 400065

摘要 针对传统计算机网络课程结构化和固定化知识问题, 提出数智化课程建设和实践教学模式。在课程建设方面, 引入知识图谱方法, 从数据收集、本体设计、知识获取、知识加工等方面构建面向智慧教育的计算机网络课程知识图谱, 展示教学内容, 向学生图文并茂介绍课程内容, 推进混合式教学改革; 通过知识图谱挖掘课程思政要素, 从国家、社会和学生等多个层面构建了全栈式计算机网络课程思政。在课程资源建设方面, 通过校企合作, 加强产学研协同育人, 建立紧密对接产业链、创新链的专业课程资源; 通过科教融合, 依托国家重点研发计划、国家自然科学基金等重大重点科研项目, 加强项目案例库建设, 丰富课程资源, 培养学生研究探索等能力。通过数智化课程建设, 构建了基于知识图谱的课程体系, 丰富了课程资源, 课程建设效果良好。

关键字 知识图谱, 校企合作, 科教融合, 课程思政, 核心课程知识点

Exploration of Knowledge Graph Driven Computer Network Digitization Course Construction

Shang Fengjun

School of Computer Science and Technology
Chongqing University of Posts and Telecommunications,
Chongqing 400065, China;
shangfj@cqupt.edu.cn

Abstract—In response to the problem of structured and fixed knowledge in traditional computer network courses, this paper proposes the construction of digital intelligence courses and practical teaching models. In terms of curriculum construction, the knowledge graph method is introduced to construct a computer network course knowledge graph for smart education from data collection, ontology design, knowledge acquisition, knowledge processing, and other aspects, promoting the reform of blended learning; By conducting in-depth analysis of network knowledge points, a knowledge graph based on a knowledge graph is constructed; By mining the ideological and political elements of courses through knowledge graphs, a full stack computer network course on ideological and political education has been constructed from multiple levels such as the country, society, and students. In terms of curriculum resource construction, through school enterprise cooperation, we will strengthen the collaborative education of industry, academia and research, and establish professional curriculum resources that are closely linked to the industrial chain and innovation chain; Through the integration of science and education, relying on major scientific research projects such as the National Key Research and Development Program and the National Natural Science Foundation, we will strengthen the construction of project case libraries, enrich curriculum resources, and cultivate students' abilities in research and exploration. Through the construction of digital courses, a knowledge graph based curriculum system has been established, enriching course resources and achieving good results in curriculum development.

Keywords—Knowledge graph, school enterprise cooperation, integration of science and education, ideological and political courses, core course knowledge points

1 引言

国家“十四五”规划发展量子信息、未来网络、深海空天开发等战略性新兴产业;“十四五”国家信息化

***基金资助**: 本文得到重庆市高等教育教学改革研究项目(重大项目)(241020);重庆市研究生教育教学改革研究项目(YJG233085);2023年重庆邮电大学“课程思政”建设项目(XKCSZ2303);2023年度重庆市研究生“课程思政”示范项目(YKCSZ231110);2024年重庆市本科高校课程思政示范项目(计算机网络);重庆市高等教育学会项目(CQGJ19B30)。

通讯作者: 尚凤军 shangfj@cqupt.edu.cn。

规划确定了5G创新应用工程、“智能网联”设施建设和应用推广工程、全国一体化大数据中心体系建设工程、空天地海立体化网络建设和应用示范工程等,而计算机网络技术是其关键和基础。重庆高新技术产业以其强大的创新能力和数字化智能化发展方向,成为推动重庆高质量发展的重要引擎。重庆注重科技创新和人才培养,推动科技成果转化,打造具有国际竞争力的高新技术产业集聚区。数字化是重庆高新技术产业发展的关键驱动力之一,通过数字化技

术的应用,企业能够提升生产效率、优化管理流程,并实现精细化运营;大数据分析、云计算、物联网等技术的运用,让企业在市场竞争中处于不可忽视的优势地位。

重庆大力发展数字化经济,重庆邮电大学适应国家建设网络强国、数字中国、智慧社会发展的需要和重庆市数字经济发展战略要求,发挥在信息通信领域的学科优势和行业特色,努力建设大数据智能化的实验场所、人才高地和科技高地。学校“十四五”规划中明确提出“坚持立足行业、服务地方、特色办学,发挥信息技术特色与优势,注重学科专业交叉融合,努力提升学科专业和人才队伍建设水平;以创新创业驱动为抓手,深入推进人才培养综合改革;主动适应战略性新兴产业发展需求,拓展学科研究领域,提升自主创新能力”,数字化课程资源建设,能够推动学校大数据智能化人才培养。

2 课程目标设计

计算机网络是信息通信领域中一门重要的专业课,也是计算机类专业的核心课程。通过对本门课程学习,培养学生解决复杂网络系统设计与开发能力,引导学生认识到新一代网络技术变革带来的机遇和挑战,自觉践行社会主义核心价值观[1]。课程坚持“立德树人”根本任务,发挥线上线下教学优势,以产出为导向,开展“以能力培养为核心,融合课程思政元素”的探索。结合社会主义核心价值观,依托重庆邮电大学办学特色,传承通信报国精神,基于线上线下教育的课程特点、提炼课程中蕴含的思政基因,通过恰当的教学设计和教学方法。在知识学习中融入课程思政的“润物细无声”教育理念,培养学生具备一强国(网络强国)、两视角(发展视角和国际视角)、四素养(爱国敬业、批判性思维、团队合作意识、创新意识)。

3 知识图谱驱动的课程建设

知识图谱能够对教学过程中学习效果进行实时监测和统计分析,通过分析学生的学习行为和成绩变化,及时反馈教学中的问题,辅助教师了解学生的

学习情况和学习效果;便于教师及时调整教学策略,优化教学方法。知识图谱能够很好地挖掘科研领域中涉及的知识和方法,并融入教学;通过引入最新的科研成果和学术动态,为学生提供丰富地学习资源,为科研工作者提供有效的学术支持和借鉴。识图谱可以帮助课程建设者整合课程资源,提高课程质量。知识图谱可以帮助课程建设者构建更加科学合理的课程体系,提高课程体系的系统性和完整性。知识图谱可以帮助课程建设者优化课程内容,提高课程内容的针对性和实用性。知识图谱可以帮助课程建设者更加科学地评价课程效果,为课程改进提供有力支持。

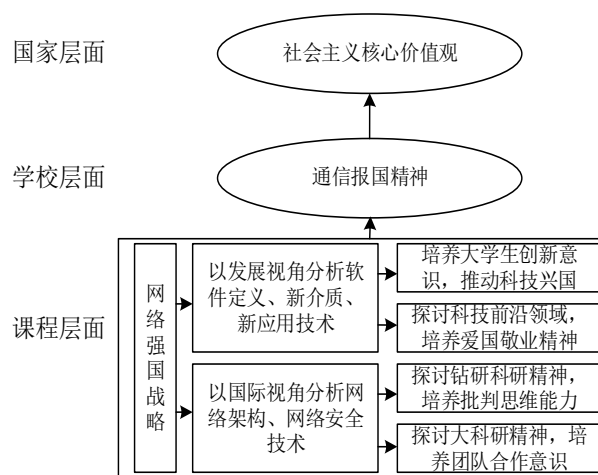


图 1 课程能力目标图谱

3.1 课程知识图谱设计

“数智课程”能够促进智能技术与教育教学、科学研究深度融合,推动人工智能赋能教育教育转型,实现信息技术与教育教学深度融合,提升本科课程建设质量,提升人才培养实效,推进“工程素养-运用能力-网络知识”体系建设,如图2所示。课程知识图谱用于描述课程下知识之间的关系,并将知识组织成一种结构化、可视化、资源嵌入式的语义关系网络[2]。计算机网络知识图谱结合核心课程开展知识图谱及在线课程建设,并开展混合式教学改革[3]。

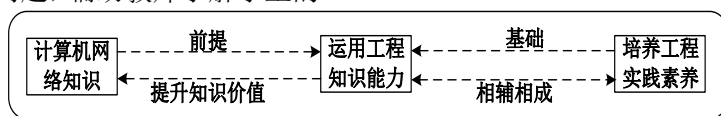


图 2 素质-能力-知识关系图谱

绘制知识图谱,展示教学内容和知识点之间的深度逻辑关系,便于学生深刻理解和把握课程内容。通过绘制图3所示的各知识点图谱,介绍物理层、链路层、网络层、运输层、应用层等7部分课程内容。

分解重点难点,提前知晓要点。利用知识图谱,展示教学内容涵盖物理层功能、工作机制等14个重点,引导学生针对性学习,有的放矢。

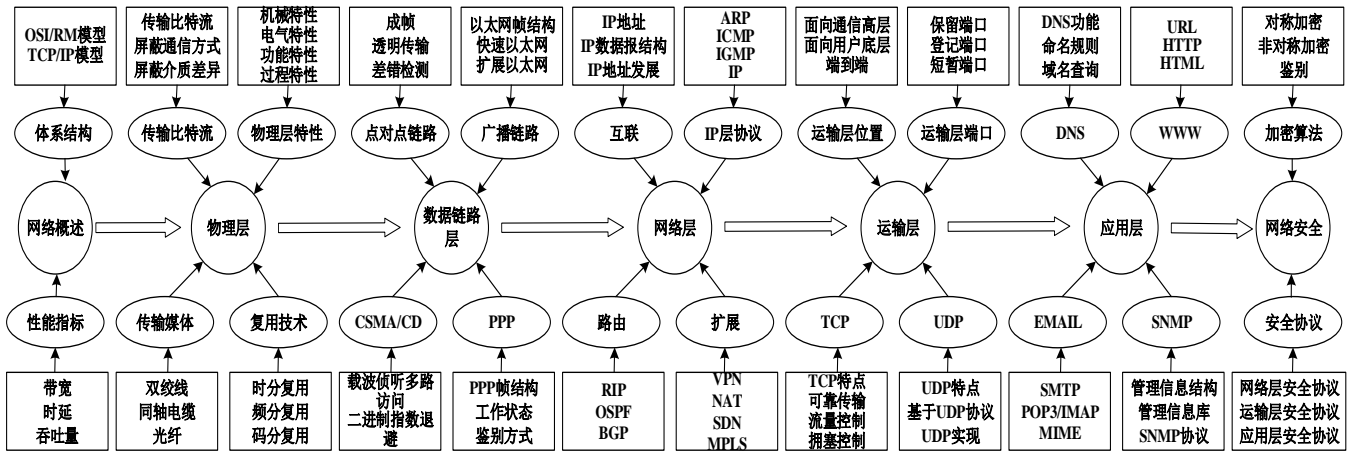


图 3 计算机网络知识图谱

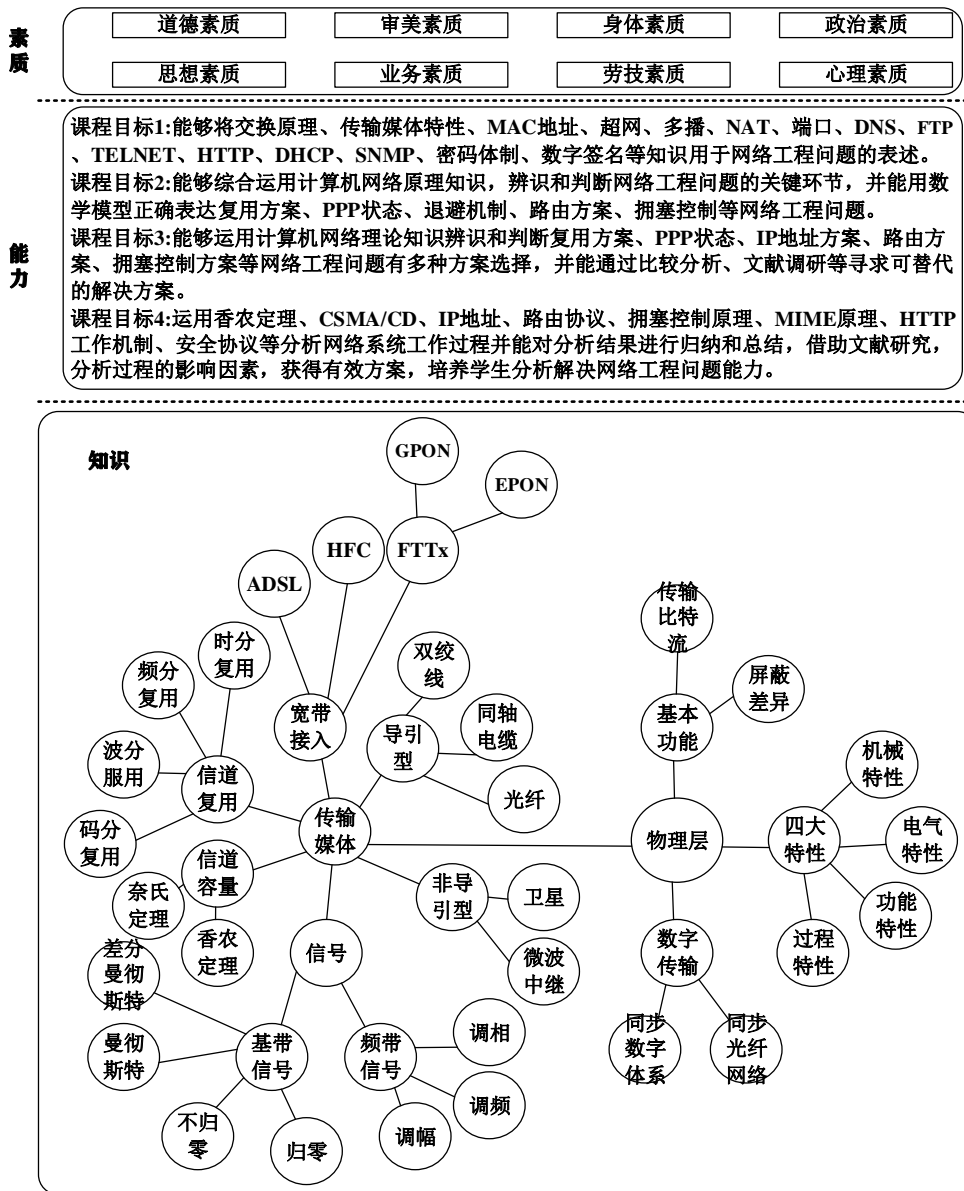


图 4 物理层知识图谱

3.2 章节知识图谱设计

教学内容设计：物理层教学内容包括物理层功能、物理层特性、传输媒体和信道复用等4个知识点，理想香农定理、码分多址等8个知识小点。

其中重点分析香农定理，重点讲解信道极限容量、码分多址等，简要介绍物理层功能、传输媒体等内容。

教学安排设计：课前要求学生自学线上内容，完成线上测试，为课程内容学习做铺垫，课中重点讲解难点和案例；课后进行线上答疑，复习课程核心知识内容。物理层围绕其传输比特流功能，首先介绍基本概念，然后介绍数据通信相关概念，分析了传输媒体原理特点以及信道容量，最后讨论了信道复用和狮子传输技术等，提升学生的网络能力。

通过深入分析物理层知识点，构建了基于知识图谱的知识点架构^[4]，如图4所示。

3.3 课程思政构建

知识图谱技术是人工智能技术的一个重要发展分支，利用可视化技术，以网络分析和可视化为核心方法，将各节点及其关系以图谱的形式表现^[5]。重庆邮电大学深度融入知识图谱构建课程思政图谱，通过大数据训练优化模型，为上层应用提供智慧化的数据服务体系，为后续的教育教学工作提供基础支撑^[6]。在实际实现中，需要将课程按照授课教材的知识点结构进行自然语言+专业词汇的建模处理，提取合适的知识点，并构建出有前后依赖关系的知识点树^[7]。

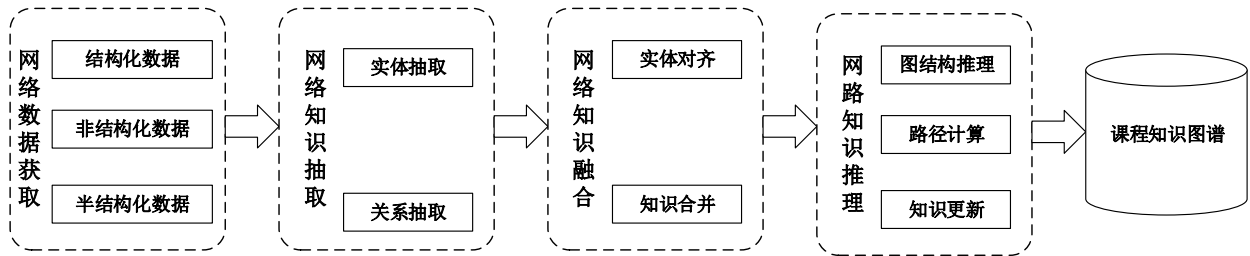


图 5 基于知识图谱的课程思政构建

全栈式课程思政				
教学方法	知识点		课程思政要点	层次
讨论方法	复习数据链路层内容概要，前期基础上要解决远程传输，引出网络层	➡	对比虚电路和数据报，引导学生解决具体问题的方法，激发学生学生学习热情，提升自己的批判思维	学生层面
实验方法	首要问题是网络层应该采用怎么样的服务？讲解虚电路和数据报，分析数据报面向网络层的使用原因	➡	IP层协议，强调IP协议虽然起主导作用，但是也需要其他协议的支持才能完成整个通信流程，介绍团队协作的重要性，借此培养学生的团队合作意识	系部层面
对比方法	网络层位置、作用，IP协议以及相关各协议的功能，对比IP地址和MAC地址	➡	IP地址和MAC地址比较，引导学生采用对比分析方法分析两种地址的区别与联系，培养主动思考，具体问题有更多的分析方法	教师层面
启发方法	网络层基本问题，如何寻址？介绍MAC地址，对比分析，引出MAC地址如何获取？分析ARP协议作用	➡	ARP协议解决地址映射问题，引导学生面对未知领域，要勇闯无人区，踏实做事，学习设计思路更重要，领会这种从无到有、从有到优的发展历程，提升创新意识，不要满足于现有事物的重复	学校层面
案例方法	分析IP地址发展变化、IP地址耗尽问题，进一步介绍解决IPv4地址耗尽问题方法。	➡	IP地址耗尽问题是一个全球需要共同面对的问题，需要大家共同应对，对科学研究更要具有前瞻性，往往对于社会发展、人类命运具有决定性，提升国家认同感，增强对于人类命运共同体的思考意识	社会层面
自主学习	总结，布置课后思考问题。扩展到网络攻击、物联网、IPv6场景下，IP地址和MAC地址都有哪些对应变化？现在出现了一个SDN的概念，通过查阅资料，独立思考，判断SDN到底是一个自主创新的新技术还是现有技术的延伸？	➡	课后自学软件定义网络，提升学生主动性思考和批判性思维，通过查阅资料，独立深入思考，判断软件定义网络到底是一个自主创新的新技术还是现有网络技术的延伸？引导学生要有意识地提升对事物的判断力，推进网络强国建设	国家层面

图 6 全栈式课程思政图谱

计算机网络课程在教学过程中，立足本国国情和本土实践，充分挖掘本课程的思政元素，系统有机地将其融入线上线下教学全过程，形成产出导向的课程思政全栈式协同育人机制，培养具有家国情怀、系统化ICT能力的高素质人才，推进网络强国建设。挖掘课程思政核心要素，构建基于知识图谱的课程思政体系。

基于课程的知识图谱，可以将课程的知识体系直观地完整地展示，便于构建课程知识的认知结构，助力知识学习走向思维发展^[8]。针对计算机网络课程思政要素^[9]，引入知识图谱方法，从计算机网络数据获取、知识抽取、知识融合、知识推理等方面构建面向智慧教育的计算机网络课程知识图谱（如图5所示）。

通过知识图谱挖掘课程思政要素后，从国家、社会和学生等多个层面构建了全栈式计算机网络课程思政（如图6所示）。

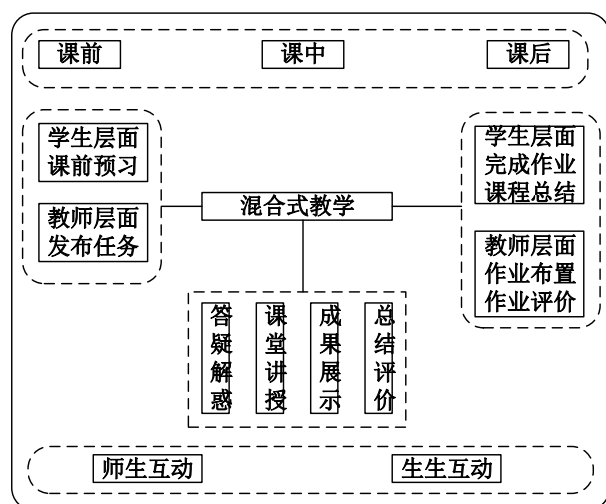


图 7 教学组织

3.4 教学组织

教学组织如图7所示，在课前，教师布置学习任务、测试题，通过测试掌握学习情况；在课中，以教师讲授、学生提问、讨论、作品展示、归纳总结等形式开展课堂教学活动，教师根据学生学习情况进行指导，突出重点、难点；在课后，学生利用网上答疑、课后任务等功能进一步巩固教学内容。

4 教学资源建设

计算机网络以学生产出为导向，引入企业案例资源，校企协同育人。教学过程中，面向学生能力进行教学改革，并制定相应教学评价机制，保证学生学习有效参与。计算机网络堂上讲授48学时，实践24学时，堂下自学至少16学时；堂上讲授采用线下教学，堂下自学采用MOOC自主学习方式。

校企合作，推进与中兴、华为、科大讯飞、京东、浪潮等互联网企业和三大运营商等行业龙头企业对接，加强产学研协同育人。推进企业原创新资源对学生的培养，引领行业发展和进步。本项目与科大讯飞、华为、中兴、京东、浪潮等互联网企业和三大运营商等行业龙头企业签订校企协同育人协议，吸引企业深度参与人才培养知识体系设计、科研选题等培养过程，解决现有教学内容与行业工程实际问题脱节的难题。进一步引入华为公司的优质原创性资源到人才培养的课程体系、实践体系中，帮助学生创新性学习和实践，推动课程体系优化、师资培训、实验平台共建等建设。将鲲鹏芯片理论知识融入到计算机体系结构课程中，提升自主处理器架构知识。将华为云资源引入到理论课程中，在课程云计算与物联网应用技术中结合华为云案例进行讲解，进一步推广华为云资源。充分利用华为网络模拟器完成综合组网实验、DDoS检测、软件定义网络实验等。

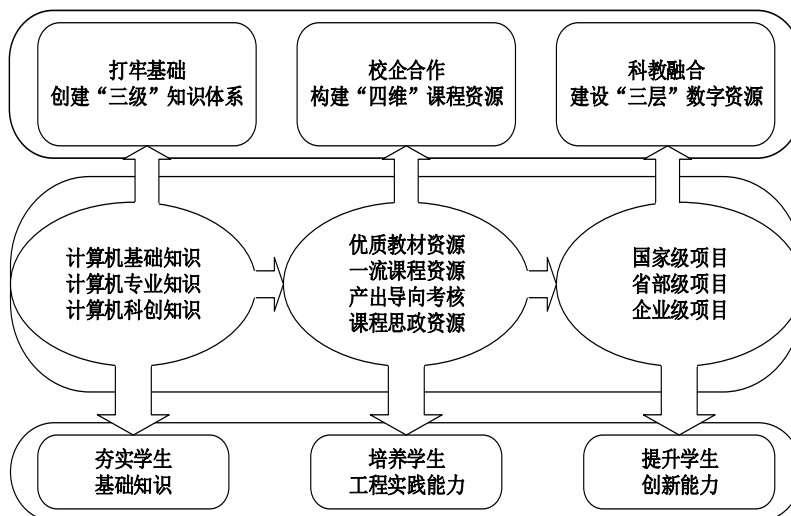


图 8 产教/科教融合教学资源建设图谱

科教融合, 依托国家重点研发计划、国家自然科学基金等重大重点科研项目, 加强学科竞赛引导, 搭建“以科研项目为主线、以竞赛为载体的创新创业(双创)竞技舞台”, 培养学生研究探索等能力。大数据、云计算、人工智能、区块链、虚拟现实、智能科学与技术等新兴产业和新经济需要的是实践能力强、创新能力强、具备国际竞争力的高素质复合型人才, 因此更需要大力培养创新型人才为新型产业服务。要深入推进产教/科教融合与人才培养模式创新, 引导学生面向云计算、大数据、人工智能等国家战略需求, 激发学术志趣和内在动力, 服务国家人工智能、大数据等重大需求, 鼓励学生在云计算、大数据、人工智能等领域深入探索, 面向云计算、大数据、人工智能等方向培养创新人才。把科研成果引入课堂, 转变为教学资源, 提升课程教学内容, 很好地激发学生的学习兴趣和创新愿望。计算机网络教学团队在新一代网络、网络安全、无线通信和智能技术等多个研究方向有丰硕的科研成果。科研成果入课堂, 建设了新一代网络技术及应用在线课程, 供学生在线学习, 包括软件定义网络和云计算, 传感网、物联网和车联网, 无线局域网, 新一代无线通信技术, 区块链技术及应用, 包交换网络路由算法、网络安全新技术等。

依托“华为优质资源和平台”、“云计算与云服务研发平台”面向全校提供云计算存储服务, 开设三维重现、智慧校园等实验, 培养学生云计算与大数据处理相关知识技能; 依托“大数据智能分析与处理科研平台”提供大数据分析与服务, 支持大数据与分析、数据挖掘、算法分析与设计等课程建设, 培养学生专业的大数据处理能力; 依托科技部大数据智能国际科技合

作基地、计算智能重庆市重点实验室、重庆市大数据协同创新中心等平台面向全校提供大数据智能分析处理服务, 培养学生的数据分析管理能力, 构建“产、教、学、研”四维协同育人平台。产教/科教融合教学资源建设体系如图8所示。

5 教学成效

计算机网络是信息通信领域中一门重要的专业课, 被评为重庆市一流本科课程, 每年授课本科学生900余人, 涉及计算机科学与技术、数据科学与大数据技术等6个计算机类专业, 受到学生广泛好评。每轮教学实践后围绕着课程目标的达成情况进行定量评估与分析, 近三年课程目标达成度总体持续提升, 如图9所示。

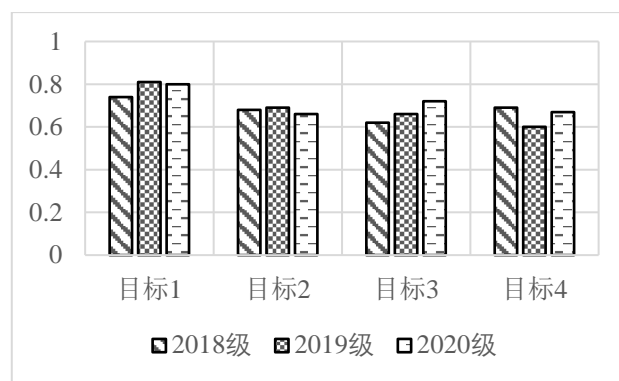


图9 课程目标分析

课程采用了线上线下结合的方式, 学生学习积极性较高, 学习效果良好, 最近一学期学习效果如表1所示。

表1 课程线上学习统计表

课程概述	资源统计	互动交流	作业	考试
选课人数: 566人	课件总数: 77个	讨论帖子总数: 1749个	作业总次数: 14490次	考试总次数: 1538次
课程公告: 10个	视频课件数: 35个	教师发帖数: 19个	作业参与人数: 14490人	考试参与人数: 1549人
教师团队: 7人	视频课件时长: 5.8小时	学生发帖数: 1730个	作业习题总数: 41个	考试习题总数: 4个
	其他课件数: 42个	参与互动人数: 310人		考试通过人数/率: 1520人/98.13%

近5年, 通过线上线下教育培养5000余名毕业生, 毕业生在工作岗位上屡创佳绩, 所培养的学生高质量就业率较高(2021届达63%), 有较大社会影响和贡献(76%以上就业岗位与专业完全吻合, 研发岗比例高于技术支持类, 64%以上的毕业生认可自己的分析研究能力, 90%的毕业生对自己的专业能力感到满意)。

6 结束语

计算机网络课程开展知识图谱及在线课程建设, 并开展混合式教学改革。绘制了知识图谱, 展示教学

内容, 向学生图文并茂的介绍课程内容包括物理层、链路层、网络层、运输层、应用层等7部分内容。

利用知识图谱, 展示教学内容涵盖物理层功能、工作机制等14个重点, 引导学生针对性学习, 有的放矢。物理层围绕其传输比特流功能, 首先介绍基本概念, 然后介绍数据通信相关概念, 分析了传输媒体原理特点以及信道容量, 最后讨论了信道复用和狮子传输技术等, 提升学生的网络能力。通过深入分析物理层知识点, 构建了基于知识图谱的知识点架构。

针对计算机网络课程思政要素, 引入知识图谱方

法,从数据收集、本体设计、知识获取、知识加工等方面构建面向智慧教育的计算机网络课程知识图谱。通过知识图谱挖掘课程思政要素后,从国家、社会和学生等多个层面构建了全栈式计算机网络课程思政。

校企合作,推进与中兴、华为、科大讯飞、京东、浪潮等互联网企业和三大运营商等行业龙头企业对接,加强产学研协同育人,扩大校企合作科研的溢出效应,建立了紧密对接产业链、创新链的知识体系。

科教融合,依托国家重点研发计划、国家自然科学基金等重大重点科研项目,加强学科竞赛引导,搭建“以科研项目为主线、以竞赛为载体的创新创业(双创)竞技舞台”,培养学生网络技术研究探索等能力。

参考文献

- [1] 尚凤军. 面向产出的计算机网络线上线下混合式教学研究及实践[J]. 计算机技术与教育学报, 2022, 10(5): 91-96.
- [2] 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.
- [3] 郭宏伟. 基于智能教育的高校在线课程知识图谱构建研究——以中国医学史为例[J]. 中国电化教育, 2021(2): 123-130.
- [4] 马燕, 陈敏, 廖家利. 基于知识图谱的智慧教育研究热点及发展趋势探析[J]. 数字教育, 2023, 9(3): 8-14.
- [5] 钟卓, 唐焯伟, 钟绍春 等. 人工智能支持下教育知识图谱模型构建研究[J]. 电化教育研究, 2020, 41(4): 62-70.
- [6] 杨娟, 杜旭, 李浩. 自适应学习系统中教育知识图谱模型构建研究[J]. 中国教育信息化, 2021, 27(24): 24-29.
- [7] 马友忠. 基于课程知识图谱的智慧教学应用研究[J]. 河南教育(高教版)(中), 2024(2): 84-86.
- [8] 肖祯怀. 基于知识图谱推荐系统的高校“汇编语言程序设计”课程教学改革[J]. 镇江高专学报, 2024(1): 101-105.
- [9] 傅继彬. 构建计算机网络课程中的思政教育协议栈[J]. 计算机技术与教育学报, 2022, 10(5), 23-26.