

# 基于知识构建的计算机网络课程教学研究与实践<sup>\*</sup>

黄艺美 陈贞翔<sup>\*</sup> 郭庆北 隋永平 荆山

济南大学信息科学与工程学院, 济南, 250022

**摘要** 计算机网络是大学本科计算机类专业的一门专业基础课。针对目前计算机网络课程教学中存在的问题,从知识构建的角度,对计算机网络课程教学进行研究与实践。依托课程教学平台,结合图例、实例等教学方法,借助思维导图,构建课程知识体系;通过跟进网络新技术,结合企业优秀课程资源、考研题目,增强课程知识内容;通过融入课程思政,提升课程知识质量。通过教学实施提升了课程的教学效果,对其他计算机类课程教学具有一定的借鉴作用。

**关键字** 计算机网络, 教学研究, 知识构建, 计算机类

## Research and Practice of Computer Network Teaching Based on Knowledge Construction

Yimei Huang Zhenxiang Chen<sup>\*</sup> Qingbei Guo Yongping Sui Shan Jing

School of Information Science and Engineering  
University of Jinan  
Jinan 250022, China  
ise\_huangym@ujn.edu.cn

**Abstract**—Computer network is a professional basic course for undergraduate majoring in computer related fields. Aiming at the current problems in the teaching of computer network, from the perspective of knowledge construction, research and practice on the teaching of computer network courses are carried out. Relying on the teaching platform, combining teaching methods such as legends and examples, and with the help of mind maps, to build the course knowledge system. By following up the new network technology, combining excellent enterprise course resources and postgraduate entrance examination questions, to enhance the knowledge content. Integrate into curriculum ideology and politics to improve the quality of knowledge. Through the teaching implementation, the teaching effect of the course is improved, which can be used for reference for other computer courses.

**Key words**—Computer Network, Teaching Research, Knowledge Construction, Computer Major

## 1 引言

作为计算机发展的产物,计算机网络已是目前计算机发展的新阶段。作为人类第五大空间,计算机网络空间已经影响着人类工作、学习、生活的方方面面。学习计算机网络的相关知识,对计算机类专业的大学生来说具有必要性和基础性。目前,在大学本科课程中,计算机网络是计算机类专业的专业基础课,课程主要学习计算机网络的基本概念、互联网的系统结构以及各层协议的基本工作原理及其所采用的技术、主要网络设备的工作原理等知识,培养学生掌握计算机网络的通信过程和原理,并具备分析、设计、构建并维护网络系统的初步能力,以及在网络实践中的交流

沟通能力。

目前,计算机网络课程教学中普遍存在以下问题:

- (1) 课程内容理论性强,与实际应用脱节。
- (2) 课程内容大部分停留在教材上,更新较慢,不能及时跟进网络新技术发展。
- (3) 课程思政元素不清晰,缺乏规划。
- (4) 课程知识深度不够,大部分停留在概念、原理上,缺乏知识的灵活应用。

针对以上问题,本文从济南大学计算机网络课程教学的现状出发,从知识构建角度,对计算机网络课程教学进行研究和改革,以提升课程教学效果,提高学生计算机网络应用能力。可将课程教学经验推广至其他计算机类课程,提升计算机类课程教学质量。

## 2 济南大学计算机网络课程教学现状

目前,济南大学计算机类专业均开设计算机网络课程,开设课程情况如表1所示。

<sup>\*</sup>基金资助: 本文得到教育部产学研合作协同育人项目(202102290004, 202102373016)、山东省专业学位研究生教学案例库项目(SDYAL20119)、济南大学教研项目(JDYY2107, J2144)资助。

我校计算机网络课程主要围绕着计算机网络体系结构模型来讲解计算机网络的工作原理。课程教材为谢希仁编著的《计算机网络》(第8版)<sup>[1]</sup>, 课程内容分为六部分: 概述、物理层、数据链路层、网络层、运输层和应用层。通过计算机网络课程的学习, 要求学生能够了解计算机网络的基本概念, 掌握互联网的系统结构以及各层协议的基本工作原理及其所采用的技术; 理解几种主要的网络设备的工作原理; 掌握计算机网络的实际操作能力, 培养分析、设计、构建并维护网络系统的初步能力, 通过实践性教学环节促使学生加深对所学的计算机网络原理理论知识的理解, 培养学生的实践能力和交流沟通能力。课程分为理论教学和实验教学, 根据专业的不同, 设置有8-12学时的实验, 实验内容有双绞线制作实验、数据抓包分析实验、网络规划设计实验、拥塞控制编程实验和Socket编程实验等。课程性质为考试课, 实施教考分离, 成绩考核分为期末考试和平时成绩, 平时成绩包括课堂表现、作业、实验和阶段考核。

表 1 济南大学计算机类专业计算机网络课程开设情况

专业	课程名称	学时	学分
网络工程	计算机网络原理	64	3.5
网络空间安全	计算机网络原理	64	3.5
计算机科学与技术	计算机网络原理	48	2.5
计算机科学与技术(创新实验班)	计算机网络原理	64	3.5
计算机科学与技术(智能技术与应用方向)	计算机网络原理	64	3.5
计算机科学与技术(云计算与大数据技术方向)	计算机网络原理	64	3.5

### 3 计算机网络课程教学研究与实践

在目前计算机网络课程教学基础上, 从学生知识构建角度探索计算机网络课程教学的改革与研究。

#### 3.1 通过图例构建知识概念

##### (1) 图例教学法

计算机网络课程的很多原理理解起来较为抽象, 结合图例教学法, 通过画图讲解原理, 可以帮助学生形成知识图形, 构建知识概念, 更好地理解原理。图例教学法是指将计算机网络的理论知识在黑板上用图例的方式进行讲解展示。

图1是图例教学法的一个举例, 图例中反映了两台主机在通过计算机网络进行通信时整个通信过程的具体运作过程。从主机中的APP(举例为QQ)准备好数据, 交给应用层, 再到运输层, 将应用数据送到网卡接口, 进入网络层的作用范围, 数据以分组的形式发送出去, 在网络中经过一个一个路由器, 最终到达接收方主机, 由网卡接收, 再一层层解封装, 最终交

到接收方的APP(QQ)中。在讲解过程中, 可以将每一层次中的重点知识对应到图例中, 比如网络层的路由选择, 路由器对数据的处理过程等。

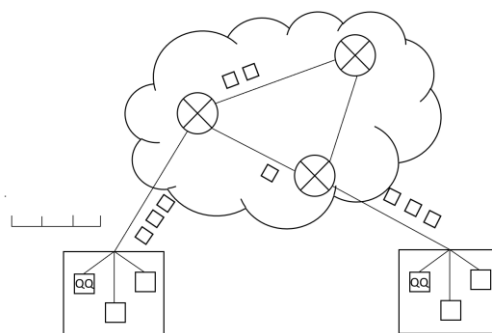


图 1 网络层通信过程图例

##### (2) “U”型通信模型

计算机网络课程主要以计算机网络的体系结构为主线, 从分层模型学习计算机之间通过网络的通信原理。以教材<sup>[1]</sup>中的五层体系结构为例, 每一个发送方到接收方的通信过程都需要经过每一段数据链路的封装、传输和解封装的过程。在发送方, APP准备好数据后交给应用层, 加上应用层首部封装成应用层数据, 交给运输层, 在运输层添加首部变成运输层数据, 再交给网络层, 网络层添加首部进行封装后交给数据链路层, 数据链路层添加首部、尾部, 送到物理层变成无意义的0、1比特流, 再通过网络发射设备转化为光、电等信号形式, 通过通信链路进行传输。在接收端, 将收到的光、电等信号转化为0、1比特流, 交给数据链路层, 解析出帧, 去除帧头、帧尾, 交给网络层, 去除网络层首部, 交给运输层, 去除运输层首部, 还原出应用层的数据交给应用层, 再去掉应用层首部还原出原始APP的数据, 在合适的时机将数据上交接收方的APP, 完成整个通信的过程。

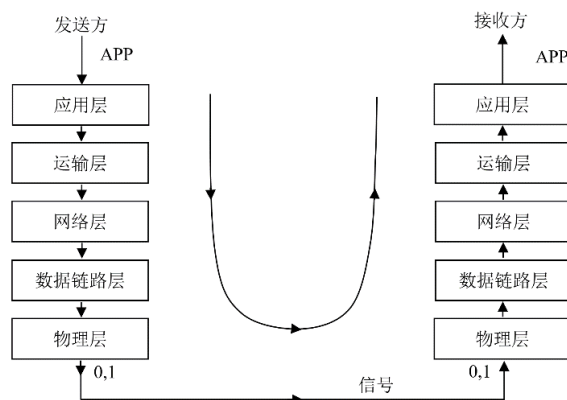


图 2 “U”型计算机通信模型

整个通信阶段可分为封装、传输和解封装三个过程, 从整体上看, 三个过程构成了一个大写的“U”。

如图 2 所示。通过“U”型的形象指代，学生可以更容易的理解计算机通信双方在通信过程中封装、传输、解封装的工作原理，容易帮助学生建立整体的框架结构。掌握了计算机体系结构的整体框架，在具体的章节学习中就可以在这个框架结构基础上，去分析解决诸如“数据在传输过程中在每一层上发生了什么？”、“每一层的主要任务是什么？”等问题。

当然，实际的数据传输需要经过每一段数据链路，中间经过路由器的转发，路由器在收到数据包进行解封装和重新封装的过程中只用到了下三层的功能，即物理层、数据链路层和网络层。图 3 中列出了通信双方 A 和 B 在通信过程中，每一段数据链路上数据封装、解封装的过程图例。可以看出每一段数据链路上的“U”型通信过程。

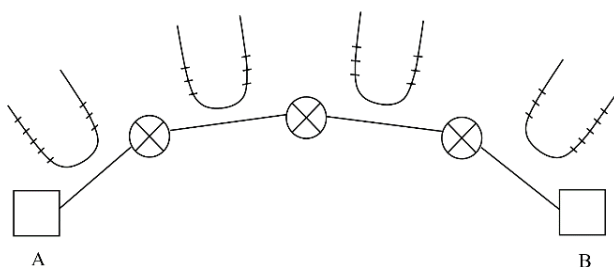


图 3 数据链路上的通信过程

通过构建“U”型通信模型<sup>[3,4]</sup>，有助于学生理解计算机网络通信过程，将“U”型通信过程贯穿课程知识学习始终，将每一层章节知识映射到该通信模型中，让学生形成知识的有机整体。

从以上可以看出，图例教学法对帮助学生掌握复杂的原理有很强的辅助作用。在实际教学效果评价中，学生均表示非常喜欢这种图例教学方法，对学生的学习与知识理解起到很大的帮助作用。

### 3.2 通过实例增强知识理解

#### (1) 实例教学法

通过理论联系实际，可以增强学生对课程知识的理解。计算机网络课程理论性强，内容多，不好理解，可将理论知识结合现实实例进行讲解。

例如，在学习数据的封装和解封装过程，可举例快递的收发过程；在学习 TCP 协议的拥塞控制机制时，可举例现实中的交通拥堵问题；在学习 ARP 协议时，可举例现场提问某个学生；在学习 DNS 时，可举例学

生的姓名和学号；在学习隧道技术时，可举例曾经的青岛轮渡；在学习路由器的路由表时，可举例道路指示牌<sup>[2]</sup>；在学习虚电路和数据报服务时，可举例旅游团和自由行。

#### (2) 应用通信实例分析

通过现实中的应用通信实例分析，可以让学生更好理解网络通信过程。如果课程知识是自顶向下的教学方式，从课程学习开始，可以让学生自主选择一个现实中的应用通信实例，如 QQ 聊天、网页访问、收发电子邮件等，借助课程知识的各章节学习，逐步推进针对该应用实例通信过程的理解。如果课程知识是自底向上的教学方式，在完成应用层课程知识的学习后，同样让学生选择一个应用通信实例，分析整体通信过程，有助于学生形成知识的整体框架。

对应用通信实例的分析可以让学生形成一个课程报告进行提交。

### 3.3 通过思维导图提升知识记忆

思维导图是一种很好的促进学生思考、提升知识记忆的工具，已被结合到很多课程的教学过程中<sup>[5,6]</sup>。根据计算机网络课程知识的特点，在各章节学习过程中，引导学生构建网络通信体系结构中每一层的思维导图<sup>[7,8]</sup>，及时总结和思考，巩固各层内容。可在完成每一章的教学后布置给学生。

随着思维导图在教学环节中的引入，增强了学生的主动思考，督促学生及时消化每一层次知识内容，逐步构建完整的知识框架。

### 3.4 依托教学平台增强知识过程化学习

因计算机网络课程内容多，理论性强，学生往往会出现学了后面忘了前面，不重视课程内容的复习。利用在线课程网络教学平台<sup>[9]</sup>，可以给学生提供线下课程学习资源，并督促学生完成各项作业的在线提交。在教学平台中增加每一章节的过程化考核，并结合随堂练习，督促学生及时复习、巩固课程内容，一步步阶段性形成整体知识框架，掌握知识内容。通过网络教学平台中的学习数据和统计数据，授课教师可以了解学生的学习状态，及时调整教学方法，学生也可以及时掌握自己的学习情况，查缺补漏，巩固相关知识的学习。图 4 为我校计算机网络课程网络教学平台首页截图，图 5 为计算机网络课程网络教学平台某学期两个班学生的作业统计数据截图。



图 4 计算机网络课程网络教学平台首页



图 5 计算机网络课程网络教学平台作业统计数据

### 3.5 跟进新技术推动知识更新

计算机网络技术日新月异，需要对课程内容进行研讨，跟进网络技术发展状况，及时更新课程内容，让课程内容与时俱进<sup>[10]</sup>。

(1) 在第一章介绍中国互联网信息中心发布的最新“中国互联网络发展状况统计报告”，让学生了解中国互联网发展现状，可布置学生撰写感想报告，督促学生阅读和思考。

(2) 适当加大当下主流技术和新技术的介绍，如 IPv6、无线网络、SDN 等，可通过问题的形式，布置学生通过课下查阅资料，进行课外扩展学习。

### 3.6 通过校企合作拓展知识内容

济南大学计算机类专业很早就与企业合作共建专业、共建课程，如计算机科学与技术（智能技术与应用方向）、计算机科学与技术（云计算与大数据技术方向）两个专业就是济南大学和浪潮集团合作办学专业，已连续多年招生。Linux 系统管理、路由与交换、网络安全技术等多门课程均来源于企业课程。

在计算机网络课程教学过程中，与思科、华为等企业加强合作，利用企业课程资源进行课程拓展学习。近几年计算机网络课程的学生均注册加入了思科网络技术学院的 CCNA R&S: Introduction to Networks 课程，学生需要完成企业课程内容的课下学习，并完成相应章节的测试题和考试题。

通过企业课程内容的扩展学习，可以充分利用合作企业的先进课程资源，拓展学生的知识内容，更有效的掌握相关知识。

### 3.7 增加考研题目深化知识内容

计算机网络是计算机类专业的考研专业课之一。计算机网络课程学习的内容较为基础，课程知识深度不够。计算机网络考研题目是领域专家精心设计的题目，除了包含网络知识点之外，在题目设计上具有较高的水平。在计算机网络课程教学过程中，结合知识点，可适当扩展对往年考研题目的学习和讲解，可以拓展学生思路，提升计算机网络水平，增加学生的学习兴趣。

### 3.8 融入课程思政提升知识质量

计算机网络课程内容中蕴含着很多的课程思政元素，在学习课程知识过程中，将课程思政元素融入其中，培养学生的爱国情怀，规范学生的行为，养成优良品德。例如，在介绍中国互联网发展状况时，可结合国内外互联网应用的发展状况对比，以及现下的健康码、场所码等在抗疫中发挥的巨大作用，激发学生的爱国情怀和民族自豪感；在学习网络的层次结构时，

引导学生培养解决问题和团队协作能力;学习网络协议时,引导学生要遵循社会规则,强调无规矩不成方圆;在学习检错机制时,引导学生具备明辨是非的能力;在学习交换机的自学习算法时,引导学生增强自我学习能力和终身学习能力;在学习 OSPF 协议的洪泛过程时,引导学生规范网络行为,勿传播、转发各种言论,引发不良后果;在学习 DHCP 协议时,引申介绍 DHCP 欺骗和 DHCP 耗尽攻击,引导学生关注网络安全,增强学生的安全意识。

#### 4 结束语

从知识构建角度出发,探索计算机网络课程的教学研究与实践,有助于学生建立计算机网络知识整体框架,在该知识体系框架下,理解各层次知识,并在知识的广度和深度上进行拓展学习。通过教学实施,依托课程教学平台,结合图例、实例等教学方法,借助思维导图,引导学生主动学习、积极思考,构建知识体系,提升教学效果。通过跟进新技术,结合企业优秀课程资源、考研题目,增强知识内容,提升知识学习的有效性。通过融入课程思政,提升知识学习质量,实现教书育人的教育本质。

通过教学实践,计算机网络课程的教学获得学生好评,近几年的课程学生评教成绩均在 99 分以上。在济南大学计算机科学与技术、网络工程等专业的专业认证过程中,计算机网络课程的整体建设情况受到了认证专家的肯定与好评。目前济南大学计算机网络课程已被评为省级一流课程,并被推荐参加国家一流课程评选,取得了良好的实施效果。

#### 参考文献

- [1] 谢希仁. 计算机网络(第8版)[M]. 北京: 电子工业出版社, 2021
- [2] 郭庆北, 张坤, 隋永平, 荆山. 产学合作下计算机网络的教学改革研究[J]. 软件导刊. 教育技术, 2018, 017(012):26-27
- [3] Yimei Huang, Lei Guo, Shan Jing, and Qian Wang. Research and Practice of Computer Network Courses under the Background of Industry University Cooperation[C]. In: Proc. of the International Conference on Forthcoming Networks and Sustainability in AIoT Era, 2021:202-206
- [4] Yi-mei HUANG, Qing-bei GUO and Yong-ping SUI. Research on the Teaching of Computer Network Course under the Background of Emerging Engineering Education[C]. DEStech Transactions on Social Science, Education and Human Science, 2019:304-308
- [5] 法代东. 思维导图在计算机网络课程中的应用[J]. 科教导刊(中旬刊), 2020(35):137-139
- [6] 雷雪峰, 马军现, 梁锐杰, 黄增芳, 陈绮凡. 思维导图在物理化学知识体系构建中的应用[J]. 广州化工, 2022, 50(11):168-170
- [7] 刘斌. 建构主义教育在计算机网络课程教学中的应用[J]. 安徽科技学院学报, 2018, 32(01):117-120
- [8] 刘斌, 黄勇. 基于建构主义的计算机网络课程教学法实践[J]. 成都中医药大学学报(教育科学版), 2017(03):63-65
- [9] 申海洋, 叶松, 余建立, 乔欣. 基于应用型人才培养的《计算机网络》课程教学改革研究[J]. 电脑知识与技术, 2022, 18(11):159-161
- [10] 王波. 高校《计算机网络》课程教学改革研究[J]. 内江科技, 2019, 40(04):153-154