

# 应用人才培养模式的计算机网络课程教改研究

李向丽

(郑州大学 信息工程学院, 河南 郑州 450052)

**摘要:**通过“计算机网络”课程的学习和实践,学生不仅能够学习计算机网络理论知识,而且能够掌握组建局域网和 Internet 接入的关键技术,以及网络应用能力。传统课程教学中存在着教学目标定位不清、教学内容与新技术脱节,以及实验环节薄弱等问题,教学改革势在必行。根据社会对计算机网络技术人才的需求状况,结合计算机网络课程特点,从理论教学和实验教学两方面,探讨了面向应用性人才培养模式的计算机网络教学改革方案。为培养专业基础扎实、应用能力强的网络技术专业人才,进行了有益尝试,取得了较好的教学效果。

**关键词:**应用型人才;理论教学;实验教学;网络协议分析器;网络模拟器

中图分类号:TP301

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2014)08-0194-05

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2014.08.046

## Research on Teaching Reform Based on Application-oriented Talents Cultivation Model in Computer Network Curriculum

LI Xiang-li

(School of Information and Engineering, Zhengzhou University, Zhengzhou 450052, China)

**Abstract:** By studying and practicing of computer network course, students can not only learn theory knowledge of computer networks, but also can grasp the key technology of building a LAN and the Internet access, and network application ability. There are some problems in traditional course teaching, such as unclear orientation of the teaching goal, teaching content separation from new technologies, as well as weak experiment, teaching reform is imperative. Based on the sense requirement of computer network technicians in society, also combined with the characteristics of computer network curriculum, the individual probes a teaching reformation project of computer network on the application-oriented talents cultivation model from both theoretical teaching and experimental teaching. In cultivating solid fundamental and professional person of network technology, carry on the beneficial attempt and achieve good teaching effect.

**Key words:** application-oriented talents; theoretical teaching; experimental teaching; network protocol sniffer; network simulator

### 0 引言

近几年来,为了满足社会对科技人才的需求,高校已经开始转变观念,由精英教育阶段进入大众化教育阶段,以培养应用型人才为基本目标开展教学和科研活动。应用型人才教育的目的在培养和加强专业基础教育的基础上,注重对学生实践技能的教育<sup>[1]</sup>,培养出满足社会需求的专业基础扎实、知识面宽、实践能力强、素质高级应用型人才。毕业后可以直接服务于生产、管理等岗位<sup>[2]</sup>,能够直接解决实际问题,并具有责任意识和创新精神。

随着计算机网络技术的快速发展以及应用领域的不断拓展,计算机网络技术已经在各个行业中得到了

广泛应用。社会对网络工程、网络组建、网络管理、网络应用技术和开发人才的需求越来越大。高校承担着为各行各业输送合格网络应用人才的重任。

作为本科生主干核心课程之一的“计算机网络”,在计算机专业课教学中起着举足轻重的作用。计算机网络是计算机和通信技术的交叉学科<sup>[3]</sup>,涉及大量错综复杂的概念与新技术。传统教学存在着教学目标定位不清、教学内容与新技术脱节,以及实验环节薄弱等问题,教学改革势在必行。经过十多年的课程建设和教学改革,“计算机网络”课程已经形成了一套先进的、科学的教学体系。在理论教学、课后辅导、实验教学等环节进行了大胆改革和创新,在应用型人才培养方面进行了初步探讨,为培养学生成为具有扎实理论

收稿日期:2013-10-24

修回日期:2014-01-26

网络出版时间:2014-05-21

基金项目:河南省自然科学基金项目(2010A520040);郑州大学2011年教学改革项目(102)

作者简介:李向丽(1965-),女,副教授,CCF会员,从事计算机网络的教学和研究工作。

网络出版地址:<http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20140524.2151.051.html>

基础和较强动手能力的专业人才奠定了基础。

## 1 计算机网络课程理论教学改革

计算机网络课程内容涵盖计算机网络体系结构、网络协议机制、局域网技术、网络互连技术、可靠传输技术等内容。通过本课程的学习,使学生能够熟练掌握计算机网络领域的基本概念和原理,了解现代网络发展的新技术,运用目前流行的、成熟的实用网络技术。

计算机网络是一个非常庞大、高度复杂的系统<sup>[4]</sup>。涉及到大量抽象概念、网络协议和算法,往往会给初学者带来困难。为了使学生更好地理解 and 掌握计算机网络体系结构和协议机制,需要采用生动、直观的多种辅助教学方式,把抽象概念和工作原理具体化,把理论知识与实际应用相结合。在教学手段和教学方法上采取了一系列改革措施。

(1)适当精简教学内容。简化了 OSI 参考模型七层协议体系的介绍。在不影响学生掌握计算机网络体系结构知识的前提下,取消了对帧中继和 ATM 这些不常用网络技术的介绍。

(2)整合授课内容结构。把数据链路层的可靠传输机制移到运输层介绍<sup>[5]</sup>,结合因特网的实际情况,把可靠传输的基本概念和 TCP 协议的滑动窗口机制<sup>[6]</sup>联系在一起,以便激发学生的实践探究兴趣。

(3)针对计算机专业学生学习过程中的薄弱环节,补充通信基础知识。对于大三计算机专业的学生来讲,已经掌握了计算机的基础知识。但是,没有开设“通信原理”课程,因此对于数据通信技术方面的学习比较困难。针对这种情况,将涉及到的通信原理知识补充到课堂中,并引入相关实例,例如,信道带宽的计算、信道复用技术和数字传输系统等。

(4)将协议与协议的实现,以及具体的网络设备的介绍相结合。例如,将以以太网的工作机制与以太网网卡功能的实现,以及与以太网交换机的工作原理相联系;将 IP 编址技术和路由算法与路由器功能的实现联系起来。

(5)使用模拟环境和仿真工具,将抽象原理直观化。一方面,通过运行 Java Applet 演示以太网 CSMA/CD 的工作过程、IP 分片机制和 DNS 工作原理;另一方面,将网络模拟器(Network Simulator, NS)应用在课堂教学中。使用 NS 演示不同网络环境下的协议运行情况。备课时编写好相关协议的 NS 源代码和演示脚本,授课时使用 NS 自带的 NAM 动画演示网络协议或算法,使学生能够“看见”协议的动态运行过程<sup>[7]</sup>。例如,演示丢尾协议、RED 协议、TCP 拥塞控制的慢启动过程和拥塞避免过程,以及快重传和快恢复

过程。帮助学生分析理解拥塞控制的基本原理和各个算法的控制机制。

(6)相似概念的贯穿和比较方法的应用。IP 编址技术是一个非常重要的知识点。IP 协议工作机制,以及路由器功能的实现和工作效率的高低在很大程度上取决于 IP 地址结构。IP 编址技术涉及到子网划分、子网掩码等相关概念,所以又是学习的难点。为了使学生牢固掌握 IP 编址技术,采用对比方法,将 IP 地址与端口号、网卡地址等不同的地址类型进行比较,以突出 IP 地址的特征;然后,分析 IP 地址结构,给出各类地址的应用场合;再举一个实例,说明划分子网的必要性和划分子网的方法。最后,分析 IPv4 地址存在的问题,说明引入 IPv6 地址的必要性。

(7)动手编程实现协议功能,引发学习兴趣,增强学好计算机网络课程的信心。学生经常使用各种网络服务,例如 WWW、E\_mail、FTP 等,会对因特网产生神秘感,具有探究其工作原理和工作过程的浓厚兴趣。在学习过应用层协议,了解了协议的客户端和服务端交互通信过程后,给学生补充 Socket 编程基础,以及客户端/服务器模型应用程序的编程技术等相关知识。鼓励学生使用自己所熟悉的程序设计工具(C++或 Java 等)编写网络应用程序,激发学习兴趣。

(8)课堂授课,除了基本理论和技术原理外,还引入相关科研成果和实践经验,并利用典型案例与实际应用进行说明,这样不仅能够提高学生的学习兴趣,而且还可以使学生加深对基本理论和技术理解,进而掌握这些知识。例如,以一个校园网建设为实例,按照网络工程的思想,从需求分析开始,全面展开介绍网络的规划设计、设备购置、IP 地址分配方案、系统安装、服务器配置、调试运行和管理等内容。

(9)鼓励学生利用因特网资源自主学习计算机网络课程。充分利用网络资源,查找相关技术和应用资料,使学生能够将这些理论和技术应用到实际企业网络系统的案例分析中,从而熟练掌握和灵活运用所学内容;借助于网上答疑技术对某一专题案例进行讨论;利用教学网站或 E-mail 信件,对学习过程中遇到的问题,或感兴趣的问题进行解答,这种方式对培养学生分析问题解决问题的能力,并激发其创造力都是有益的。

(10)鼓励考取职业资格认证。以培养社会急需的应用型人才为目标,不仅要求学生掌握一定的理论知识,还要着重培养学生的动手能力和创新意识。同时,为了提高学生素质增强就业竞争力,在完成课程学习之后,鼓励学生积极考取网络职业资格认证。为此考虑教学内容与计算机网络的相关认证考试紧密结合,例如,中国计算机软件专业技术资格和水平考试(网络工程师认证)<sup>[8]</sup>、思科 Cisco 认证、华为 3COM

认证等,在理论上增加一定的应用性知识。通过认证考试的学习,把理论基础和实践水平提升到一个新的高度。

(11) 计算机网络课程重视理论分析和应用,并介绍最新的计算机网络技术的发展,从而开拓学生的视野。增加了对因特网前沿技术的介绍。例如 IPv6 技术<sup>[9]</sup>、无线网络技术、多播技术,以及 P2P 对等通信方式。

计算机网络是应用性较强的学科,应该考虑社会对网络型人才的需求。若理论教学与实际应用的网络技术相脱节,必然会导致学生实践能力的降低。为了在“计算机网络”课程的教学过程中体现出应用型需求,使学生切实体会到学以致用感受,适当修改了教学大纲,调整了教学内容,使得教学内容与实际应用紧密相关,为学生今后从事计算机网络相关行业打下坚实的理论基础。

## 2 计算机网络课程实验教学改革

除了网络方面的概念性知识外,计算机网络课程还涉及到网络设备、网络组建、网络布线、网络管理等方面的知识,都与日常所使用的具体网络服务密切相关,这些仅仅依靠教材和教师授课是远远不够的,必须通过案例分析和实验才能使更直观地学习和掌握。

学生通过动手实践,才可以配置和使用各种网络设备,验证各种网络方案的特点,比较各自的性能。借助于实验,不仅能够增加学生对网络设备的感性认识,加深对知识点的深层次了解,而且还能够培养学生的思维能力和动手实践能力,以及团队合作精神。有趣的实验会使学生对理论知识有更透彻的理解,感触到实践的重要性,调动做实验的主动性,进而激发学生学习的积极性,这样就会形成一个良性循环的学习氛围<sup>[10]</sup>。

以培养学生应用能力为主线,与计算机网络课程教学相联系,设计并实施了计算机网络基本实验。例如,学生自由选择网络设备搭建配置网络,在实际网络与理论模型之间建立联系,并进行深层次的认知;利用网络工具制作网线和信息插座,对实际网络布线获得感性认识;利用 Socket 编程再现网络通信过程,实现因特网服务,深刻理解网络协议与网络服务的实现方法。

### 2.1 计算机网络实验室建设

2008年,郑州大学信息工程学院投资一百万元建成了计算机网络实验室,拥有专用服务器、访问路由器、交换机和其他实验设备。实验室支持路由器配置实验、交换机配置实验、无线通信实验、防火墙实验、

IPv6 实验、网络安全实验等等。既可以进行基础性实验,还可以开展实训性实验。学生可以自己组建高速局域网,并与校园网联接,通过网络来获取进行网络实验的基本资源,并验证实验结果,以及实验报告的撰写和提交。教研组老师一起设计了几十个实验,分别用于本科生的“计算机网络”课程和“网络实用技术”课程的教学,以及研究生的实验教学。

基础性实验是对基本知识点学习的实验,使学生能够通过实验加强对知识点的理解和掌握,要求每个学生独立完成实验任务。例如,对交换机进行基本配置、VLAN 划分,以及 VLAN 之间相互访问的实验;可以进行路由器的基本配置、静态路由、地址转换 NAT 等基本实验,还可以进行 RIP、OSPF 等路由协议配置的高级实验。通过这个实验,可以进行实际网络设备的调试与连接,提高学生的动手能力,积累经验,对于以后从事网络管理工作的学生,毕业后能快速适应环境。实验结束后,要求每个学生撰写实验报告,任课教师通过实验过程的表现和实验报告对学生进行考核。

在基础性实验的基础上,还提供实训题目,学生分组分工合作完成,目的在于培养学生的知识点的综合应用能力和团队合作精神。例如,宿舍局域网和校园网的搭建等。学生自选课题,按照网络工程思想进行调研和需求分析,在此基础上进行实验设计、实验实施,记录每个阶段的有关事项和数据。实验结束后,每个课题组提交一篇实验报告,其内容包括课题的需求分析、实验设计、实施过程和实验结果等。教师根据学生实验过程中的表现以及实验报告进行综合考评。

### 2.2 基于 NS2 的实验

NS<sup>[11]</sup>不仅是进行网络协议性能评价的工具,也是进行网络辅助教学的工具。可以利用 NS 的强大模拟能力进行网络实验,把模拟过程用 NAM (Network Animator) 可视化演示工具进行展示,加深学生对网络协议和算法的理解。将网络模拟实验与理论教学相结合,突破传统教学模式和实验环境的限制。

将 NS 应用在实验教学中,根据学生的不同情况,可以分成两个层次的实验。一个层次是使用 OTCL 编程,学习观察和分析仿真数据,加深对协议交互过程的理解,以及协议中参数对性能的影响。要求学生留意实验过程中特殊数据包在传输过程中的变化,并通过暂停或放慢,捕捉某些数据包进行观察记录,为随后的实验分析铺垫基础。

另一个层次的实验是在 NS 系统中添加新的协议模块。这会涉及到内核层次,实验中,学生独立运行相应脚本,观察实验过程,分析仿真结果,最后根据观测结果写出实验报告。这个层次需要使用 C++ 编程修改 NS 内核模块,有一定难度。因此,把这个层次的实验

设计为可选的课外实验,有兴趣的学生利用业余时间,在教师的指导下完成。

### 2.3 基于 Java Applet 仿真小程序的实验

使用 Java Applet 小程序仿真课程中所学习的主要网络协议的运行过程。

(1)以太网 CSMA/CD 协议的工作过程比较复杂。在共享总线信道的访问过程中,可能会有很多不可预料的事件发生,并涉及到很多算法,这使得初学者难以理解。使用 Java Applet 小程序模拟以太网 CSMA/CD 的工作过程,以动画方式展示以太网可能发生的事件,学生随意控制事件的发生和组合,对掌握该协议起到了积极作用。

(2)域名系统 DNS 能够将节点的域名映射为 IP 地址。使用 Java Applet 小程序实现了模拟 DNS 的递归查询和迭代查询的工作过程。加深学生对两种 DNS 查询方式的理解。

(3)使用 Java Applet 模拟 TCP 流量控制机制。模拟程序演示了一个简单的文件传输过程,发送方根据发送缓冲区大小发送文件,接收方从接收缓冲区中读取文件,发送方不断检测接收方缓冲区。如果缓存区为空,则继续发送,直到文件传输完毕。另外,学生还可以通过调整发送文件和缓冲区的大小来演示不同的传输过程。

### 2.4 基于网络嗅探器 Ethereal 的实验

Ethereal 是一个常见的网络协议嗅探器软件<sup>[12]</sup>,其原理是将网卡设置为混杂工作模式,动态地捕捉发送给所在主机网卡的所有数据包,按照协议进行分析,并显示这些数据包的信息,用户可以查看到网络数据包中每一层协议的详细内容。

利用 Ethereal 可以对 TCP/IP 协议栈中的重要协议进行分析,展示网络数据报文的分层封装结构,深入分析报文首部字段的值及意义,观察协议之间交换的报文序列,把握协议运行细节。学生不仅能更好地理解“计算机网络”课程中所讲到的较为晦涩难懂的知识,而且可以针对某种协议的特定性能进行测试。

这个系列的实验可以指导学生对 TCP/IP 协议栈中的 IP、ICMP、ARP、TCP、HTTP、DNS、FTP 等协议进行逐一分析。例如,捕获和分析 TCP 建立连接时的报文,可以更好地理解 TCP 三次握手机制,以及报文中的标志字段在连接过程的作用和意义。所有实验数据都来自于因特网,能够将复杂抽象的网络协议与实际网络相结合,必将加深学生对 TCP/IP 的理解,提高发现和解决实际问题的能力。

### 2.5 基于 Windows 命令行工具的实验

Windows 提供了很多实用的网络命令行工具。学生可以通过综合运用这些命令来探索计算机网络的奥

妙。下面仅仅列举三个例子进行说明。

#### (1)网络拓扑结构探测。

Ping 命令有很强的网络探测功能,选项 -r 使用 IP 分组的“记录路由选项”记录 IP 分组的出口地址;tracert 命令进行路由跟踪,可以利用 IP 分组的 TTL 字段和 UDP 报文获取 IP 分组的入口 IP 地址。对这两个命令的运行结果进行分析,并结合子网划分知识,判断子网大小,测试一些典型的 IP 地址,就可逐步探测到网络拓扑结构。

#### (2)防御 IP 地址盗用。

ARP 命令可以显示和修改 ARP 缓存中的映射信息。ARP 缓存中包含一个或多个表,用于存储 IP 地址和以太网 MAC 地址的映射关系。

很多情况下,用户会面临着 IP 地址被盗用的问题。在网关中进行 IP 地址绑定可以解决 IP 地址盗用问题。但考虑到网关是重要的网络设备,一般用户没有权限进行 IP 地址绑定,或者连网主机经常变化使得 MAC 地址变化频繁,这样,会给绑定 IP 地址带来不便。因此,很多局域网内部没有绑定 IP 地址。

在 IP 地址未绑定的情况下,如果 IP 地址被盗,可以使用带参数“-d”的 ARP 命令取回被盗用的 IP 地址。

#### (3)探测网络 MTU。

最大传输单元(Maximum Transmission Unit, MTU)是计算机网络中的重要概念。ping 命令的参数“-f”用来控制是否禁止分片;使用参数“-l”设置要发送的包的大小。通过使用这两个参数的 ping 命令,就可以探测出一个网络的 MTU 的大小。笔者在百兆以太网上做实验,探测出其 MTU 的默认值为 1 472 字节。

### 2.6 Socket 网络编程实验

网络编程是基于 TCP/IP 协议簇的编程方式。在学生了解 Socket 编程流程和基本函数功能<sup>[13]</sup>后,就可以编写网络应用程序了。要求学生任选一种因特网服务,根据 RFC 文档所定义的相关协议标准,自己动手进行 Socket 编写程序实现网络服务。

以编程实现电子邮件 E-mail 服务器为例,要求学生首先了解 SMTP 和 POP3 这两个协议的工作机制,然后动手写程序。使用 SMTP 协议编写服务器程序,使其监听 25 号熟知端口,随时准备接收邮件;发送邮件时,与接收方服务器在 25 号端口建立连接,按照 SMTP 定义的命令和邮件格式发送邮件。通过 Socket 编程实现,学生能够真正了解邮件服务器的工作原理,并深刻理解网络服务、协议、端口等抽象概念。

另外,设计几个综合类题目,学生根据自己的兴趣可以自由选择编程实现。例如,聊天程序、端口扫描器的设计与实现、多线程网络文件传输等。

### 3 结束语

“计算机网络”课程是一门理论性和实践性并重的课程<sup>[14]</sup>。按照培养应用型人才的培养目标,一定要把握好理论教学的深度,并考虑到实验教学的实用性,处理好理论教学和实验教学的关系。本课程小组立足于学生应用能力的培养,使教学内容、教学方法随着社会需要的变化而不断进步,切合实际探讨合理、先进的教学改革方案,为推动“计算机网络”课程的建设做了一些大胆改革,并付诸于实际教学过程中。

网络技术日新月异,“计算机网络”课程的教学改革是一个长期的、不断探索的过程,迫切需要投入更多的时间和精力,进一步深入地进行理论教学、实验教学等多方面的改革。将教学内容更加紧密地结合实际,不断地提高教学质量,不断更新实验教学内容和实验技术,促进实验教学水平的提高,培养出更多的高素质计算机网络应用型专业人才。

#### 参考文献:

- [1] 王绍强. 应用型本科计算机网络教学改革的研究与实践[J]. 计算机教育, 2009(18): 16-18.
- [2] 李津蓉, 蔡伟建. 面向应用型人才培养的“计算机网络”教学研究[J]. 中国电力教育, 2010(21): 72-73.
- [3] Kurose J F, Ross K W. Computer networking: a top-down approach featuring the Internet[M]. 3rd ed. Beijing: Higher Ed-

ucation Press, 2005.

- [4] Forouzan B A, Mosharra F. Computer networks: a top down approach[M]. Beijing: China Machine Press, 2013.
- [5] 谢希仁. 计算机网络[M]. 北京: 电子工业出版社, 2013.
- [6] MIT. MIT OpenCourseware[EB/OL]. 2013-10-12. <http://www.myoops.org/cocw/mit/Electrical-Engineering-and-Computer-Science/6-829Computer-NetworksFall2002/CourseHome/index.htm>.
- [7] 李向丽, 李磊, 陈静. 网络实验仿真与网络技术实践[J]. 计算机技术与发展, 2006, 16(3): 74-76.
- [8] 全国计算机软件专业技术资格(水平)考试中心办公室. 全国计算机软件专业技术资格(水平)考试网络工程师考试大纲[M]. 北京: 清华大学出版社, 2003.
- [9] 李向丽. 高级计算机网络[M]. 北京: 清华大学出版社, 2010.
- [10] 胡晓娅. 基于创新能力培养的计算机网络课程教改研究[J]. 理工高教研究, 2008, 27(4): 116-118.
- [11] 徐雷鸣, 庞博, 赵耀. NS 与网络模拟[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2003.
- [12] 李向丽, 李磊, 陈静. 计算机网络技术与应用[M]. 北京: 机械工业出版社, 2006.
- [13] Donahoo M J, Calvert K L. TCP/IP sockets in C[M]. 陈宗斌, 译. 第 2 版. 北京: 清华大学出版社, 2009.
- [14] 李成忠. 计算机网络教学研究[J]. 重庆邮电学院学报: 社会科学版, 2004, 16(6): 131-133.

(上接第 193 页)

术在多径衰落下的传输性能,并对 MIMO-OFDM 系统的性能进行了仿真。结果表明,随着接收天线数目的增加, MIMO-OFDM 系统的误码率逐渐下降,同时,误码率随着多径数目的递增而递减,抗多径干扰的性能不断加强。从而表明集频率、空间和时间 3 种分集技术为一体的 MIMO-OFDM 技术可以有效地对抗多径衰落,适合于矿井无线通信。

#### 参考文献:

- [1] Ng B K, Sousa E S. On bandwidth-efficient multi-user-space-time signal design and detection[J]. IEEE Journal on Selected Areas in Communications, 2002, 20(2): 320-329.
- [2] Gartner M E, Boloskei H. Multi-user space-time/frequency code design[C]//Proc of ISIT. [s. l.]: IEEE, 2006: 2819-2823.
- [3] Zhang Wei, Letaief K B. A systematic design of multiuser space-frequency codes for MIMO-OFDM systems[C]//Proc of IEEE international conference on communications. Glasgow: IEEE, 2007: 1054-1058.
- [4] 黄韬, 袁超伟, 杨睿哲, 等. MIMO 相关技术与应用[M]. 北京: 机械工业出版社, 2007.
- [5] 郑红党. 煤矿井巷电波传播理论和 MIMO 信道建模关键技

术研究[D]. 徐州: 中国矿业大学, 2010.

- [6] Kermoal J P, Schumacher L, Mogensen P E, et al. Experimental investigation of correlation properties of MIMO radio channels for indoor picocell scenarios[C]//Proc of IEEE vehicular technology conference. Boston, USA: IEEE, 2000: 14-21.
- [7] Al-Dhahir N, Fragouli C, Stamoulis A, et al. Space-time processing for broadband wireless access[J]. IEEE Communications Magazine, 2002, 40(9): 136-142.
- [8] 周琳凯, 周井泉. 一种新的 OFDMA 系统上行同步的联合估算方法[J]. 计算机技术与发展, 2012, 22(7): 102-105.
- [9] 王业胜, 季薇, 侯晓赞. 认知 OFDM 系统中一种改进的注水功率分配算法[J]. 计算机技术与发展, 2013, 23(1): 79-82.
- [10] 李滢. 受限空间无线信道统计建模及 OFDM 调制技术研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2007.
- [11] 杨维, 李滢, 孙继平. 类矩形矿井巷道中 UHF 宽带电磁波统计信道建模[J]. 煤炭学报, 2008, 33(4): 467-472.
- [12] 姚善化, 吴先良. 空间相关特性对矿井 MIMO 系统性能的影响[J]. 合肥工业大学学报: 自然科学版, 2010, 33(4): 506-509.
- [13] 王文博. 宽带无线通信 OFDM 技术[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2007.
- [14] 蔡翠翠. 矿井无线通信的抗多径关键技术研究[D]. 淮南: 安徽理工大学, 2012.

# 应用人才培养模式的计算机网络课程教改研究

作者: [李向丽, LI Xiang-li](#)  
作者单位: [郑州大学 信息工程学院, 河南 郑州, 450052](#)  
刊名: [计算机技术与发展](#)   
英文刊名: [Computer Technology and Development](#)  
年, 卷(期): 2014(8)

本文链接: [http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_wjfz201408046.aspx](http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjfz201408046.aspx)