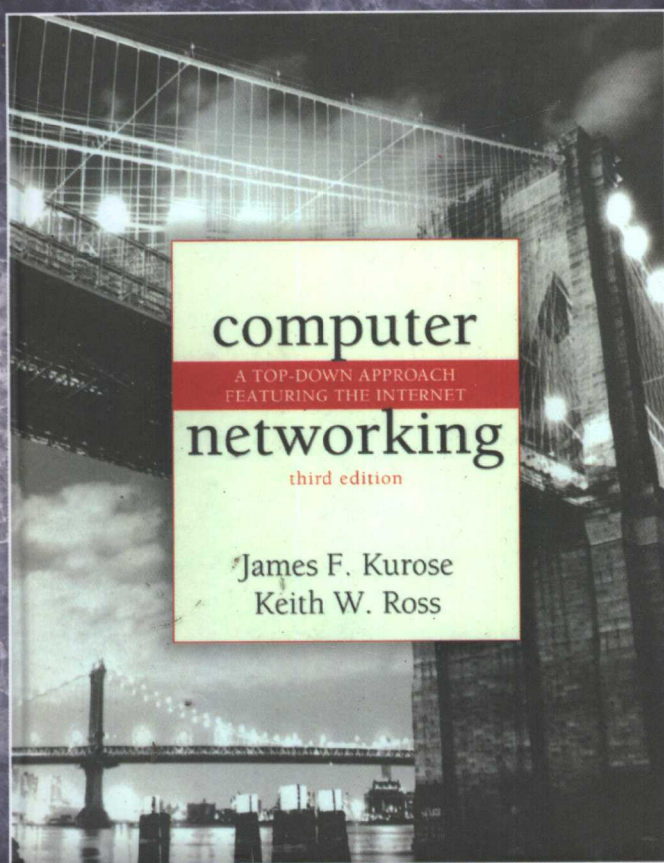


计算机网络

自顶向下方法与Internet特色

(美) James F. Kurose Keith W. Ross 著 陈鸣 等译



Computer Networking

A Top-Down Approach Featuring the Internet, Third Edition

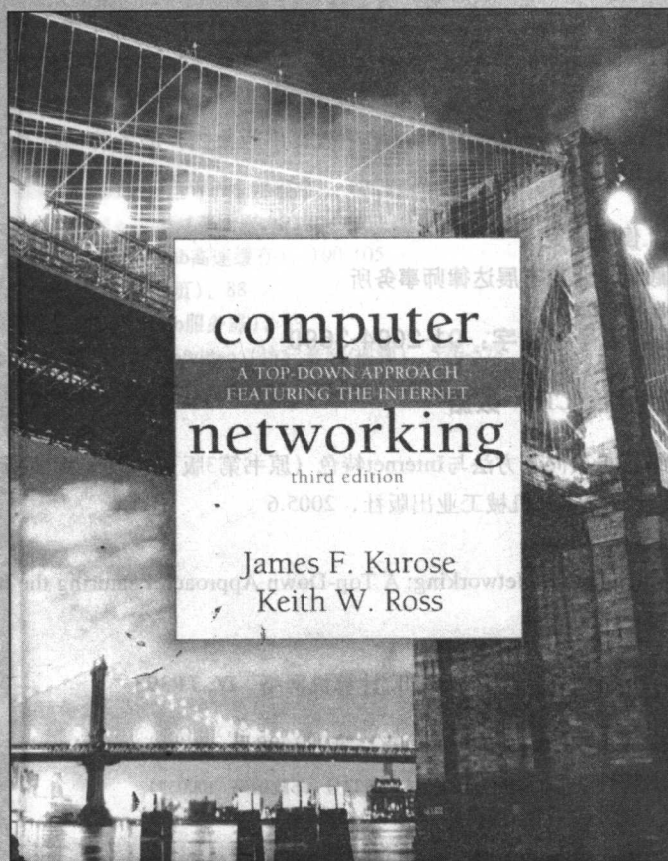
计 算 机 科 学 丛 书

原书第3版

计算机网络

自顶向下方法与Internet特色

(美) James F. Kurose Keith W. Ross 著 陈鸣 等译



Computer Networking

A Top-Down Approach Featuring the Internet, Third Edition



机械工业出版社
China Machine Press

本书采用了独创的自顶向下方法，即从应用层开始沿协议栈向下讲解计算机网络的基本原理，强调应用层范例和应用编程接口，内容深入浅出，注重教学方法，理论与实践相结合。第3版的内容相应更新并反映了网络领域的最新进展，如增加了无线和移动网络一章，扩充了对等网络、BGP、MPLS、网络安全、广播选路和因特网编址及转发方面的内容；还增加了一套实用的实验，并修订了习题。本书适合作为计算机、电子、通信工程相关专业的本科生和研究生的计算机网络课程教科书，对于网络业界甚至网络科研人员，本书也是一本不可多得的参考书。

Simplified Chinese edition copyright © 2005 by Pearson Education Asia Limited and China Machine Press.

Original English language title: *Computer Networking: A Top-Down Approach Featuring the Internet, Third Edition* by James F. Kurose and Keith W. Ross, copyright © 2005.

All rights reserved.

Published by arrangement with the original publisher, Pearson Education, Inc., publishing as Addison-Wesley.

本书封面贴有Pearson Education（培生教育出版集团）激光防伪标签，无标签者不得销售。

版权所有，侵权必究。

本书法律顾问 北京市展达律师事务所

本书版权登记号：图字：01-2004-3690

图书在版编目（CIP）数据

计算机网络：自顶向下方法与Internet特色（原书第3版）/（美）库罗斯（Kurose, J. F.）等著；陈鸣等译。—北京：机械工业出版社，2005.6

（计算机科学丛书）

书名原文：Computer Networking: A Top-Down Approach Featuring the Internet

ISBN 7-111-16505-5

I. 计… II. ①库… ②陈… III. 计算机网络 IV. TP393

中国版本图书馆CIP数据核字（2005）第042688号

机械工业出版社（北京市西城区百万庄大街22号 邮政编码 100037）

责任编辑：刘立卿 隋曦

北京瑞德印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2005年6月第1版第1次印刷

787mm×1092mm 1/16·36.5印张

印数：0 001 - 5 000册

定价：55.00元

凡购本书，如有倒页、脱页、缺页，由本社发行部调换
本社购书热线（010）68326294

出版者的话

文艺复兴以降，源远流长的科学精神和逐步形成的学术规范，使西方国家在自然科学的各个领域取得了垄断性的优势；也正是这样的传统，使美国在信息技术发展的六十多年间名家辈出、独领风骚。在商业化的进程中，美国的产业界与教育界越来越紧密地结合，计算机学科中的许多泰山北斗同时身处科研和教学的最前线，由此而产生的经典科学著作，不仅擘划了研究的范畴，还揭橥了学术的源变，既遵循学术规范，又自有学者个性，其价值并不会因年月的流逝而减退。

近年，在全球信息化大潮的推动下，我国的计算机产业发展迅猛，对专业人才的需求日益迫切。这对计算机教育界和出版界都既是机遇，也是挑战；而专业教材的建设在教育战略上显得举足轻重。在我国信息技术发展时间较短、从业人员较少的现状下，美国等发达国家在其计算机科学发展的几十年间积淀的经典教材仍有许多值得借鉴之处。因此，引进一批国外优秀计算机教材将对我国计算机教育事业的发展起积极的推动作用，也是与世界接轨、建设真正的世界一流大学的必由之路。

机械工业出版社华章图文信息有限公司较早意识到“出版要为教育服务”。自1998年始，华章公司就将工作重点放在了遴选、移译国外优秀教材上。经过几年的不懈努力，我们与Prentice Hall, Addison-Wesley, McGraw-Hill, Morgan Kaufmann等世界著名出版公司建立了良好的合作关系，从它们现有的数百种教材中甄选出Tanenbaum, Stroustrup, Kernighan, Jim Gray等大师名家的一批经典作品，以“计算机科学丛书”为总称出版，供读者学习、研究及度藏。大理石纹理的封面，也正体现了这套丛书的品位和格调。

“计算机科学丛书”的出版工作得到了国内外学者的鼎力襄助，国内的专家不仅提供了中肯的选题指导，还不辞劳苦地担任了翻译和审校的工作；而原书的作者也相当关注其作品在中国的传播，有的还专诚为其书的中译本作序。迄今，“计算机科学丛书”已经出版了近百个品种，这些书籍在读者中树立了良好的口碑，并被许多高校采用为正式教材和参考书籍，为进一步推广与发展打下了坚实的基础。

随着学科建设的初步完善和教材改革的逐渐深化，教育界对国外计算机教材的需求和应用都步入一个新的阶段。为此，华章公司将加大引进教材的力度，在“华章教育”的总规划之下出版三个系列的计算机教材：除“计算机科学丛书”之外，对影印版的教材，则单独开辟出“经典原版书库”；同时，引进全美通行的教学辅导书“Schaum's Outlines”系列组成“全美经典学习指导系列”。为了保证这三套丛书的权威性，同时也为了更好地为学校和老师服务，华章公司聘请了中国科学院、北京大学、清华大学、国防科技大学、复旦大学、上海交通大学、南京大学、浙江大学、中国科技大学、哈尔滨工业大学、西安交通大学、中国人民大学、北京航空航天大学、北京邮电大学、中山大学、解放军理工大学、郑州大学、湖北工学院、中国国家信息安全测评认证中心等国内重点大学和科研机构在计算机的各个领域的著名学者组成“专家指导委员会”，为我们提供选题意见和出版监督。

这三套丛书是响应教育部提出的使用外版教材的号召，为国内高校的计算机及相关专业

的教学度身订造的。其中许多教材均已为M. I. T., Stanford, U.C. Berkley, C. M. U. 等世界名牌大学所采用。不仅涵盖了程序设计、数据结构、操作系统、计算机体系结构、数据库、编译原理、软件工程、图形学、通信与网络、离散数学等国内大学计算机专业普遍开设的核心课程,而且各具特色——有的出自语言设计者之手、有的历经三十年而不衰、有的已被全世界的几百所高校采用。在这些圆熟通博的名师大作的指引之下,读者必将在计算机科学的宫殿中由登堂而入室。

权威的作者、经典的教材、一流的译者、严格的审校、精细的编辑,这些因素使我们的图书有了质量的保证,但我们的目标是尽善尽美,而反馈的意见正是我们达到这一终极目标的重要帮助。教材的出版只是我们的后续服务的起点。华章公司欢迎老师和读者对我们的工作提出建议或给予指正,我们的联系方法如下:

电子邮件: hzedu@hzbook.com

联系电话: (010) 68995264

联系地址: 北京市西城区百万庄南街1号

邮政编码: 100037

专家指导委员会

(按姓氏笔画顺序)

尤晋元
石教英
张立昂
邵维忠
周立柱
范明
袁崇义
谢希仁

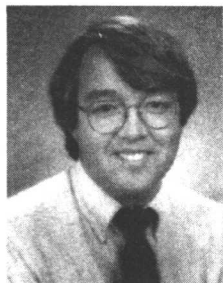
王珊
吕建
李伟琴
陆丽娜
周克定
郑国梁
高传善
裘宗燕

冯博琴
孙玉芳
李师贤
陆鑫达
周傲英
施伯乐
梅宏
戴葵

史忠植
吴世忠
李建中
陈向群
孟小峰
钟玉琢
程旭

史美林
吴时霖
杨冬青
周伯生
岳丽华
唐世渭
程时端

作译者简介



James F. Kurose是美国马萨诸塞大学阿默斯特分校的计算机科学系教授。

Kurose博士的教育工作已经得到了广泛认可，其中包括国家理工大学（8次）、马萨诸塞大学和研究生院东北联合会授予的杰出教师奖。他获得了IEEE Taylor Booth教育奖章，确立了在马萨诸塞共同体信息技术促进会的领导地位。他还获得了通用电气公司研究基金、IBM教职员发展奖和Lilly教学奖。

Kurose博士是《IEEE通信学报》和《IEEE/ACM网络学报》的前任主任编辑。多年来，他一直在IEEE Infocom、ACM SIGCOMM和ACM SIGMETRICS程序委员会中工作，并任职于这些会议的技术程序联合主席。他是IEEE和ACM的会员。他的研究方向包括网络协议和体系结构、网络测量、传感器网络、多媒体通信和建模与性能评价。他具有哥伦比亚大学计算机科学的博士学位。



Keith W. Ross是纽约理工大学（布鲁克林校区）计算机科学的Leonard J. Shustek教授。自1985年到1988年，他是宾夕法尼亚大学系统工程系的教授。自1998年到2003年，他是法国Eurecom学院多媒体通信系的教授。Keith W. Ross也是Wimba的主要创立者和首任CEO，该公司为电子学习市场研发了IP语音技术。

Ross博士发表了多篇学术论文，编著了两本书。他任职于多家主流杂志的编辑委员会，包括《IEEE/ACM网络学报》，同时服务于多个程序委员会，包括ACM SIGCOMM和IEEE Infocom。他指导学生完成了15篇博士论文。他的研究和教学领域包括P2P系统、多媒体网络、网络协议和随机网络。他于密歇根大学获得了博士学位。



陈鸣，江苏无锡人，分别于1982年、1988年和1991年在解放军信息工程大学和理工大学获得学士、硕士和博士学位，现任教授、博士生导师；1999年~2000年为美国哥伦比亚大学访问科学家，任中国计算机学会和中国通信学会等多个学术团体的委员和IEEE会员；长期从事计算机网络、网络工程设计、分布式系统、网络管理等课程本科生、硕士生和博士生的教学工作，研究方向包括计算机网络体系结构、网络管理、网络测量和网络应用等；承担了国家九五重点科技攻关项目、863项目、自然科学基金项目和多项军队、省部级研究及工程任务，撰

写多本著作，发表多篇科技论文，拥有两项国家发明专利。

译者序

Kurose和Ross两位教授的这本书是目前国际上最为流行的计算机网络教材之一。本书第3版最显著的特点是：

(1) 新颖的“自顶向下”教学法。由于计算机网络的复杂性，长期以来按分层体系结构自底向上讲授网络课程内容已成为一种定式。本书特别强调应用层，及早激发学生们的学习热情并及早强调DIY(Do-It-Yourself)开发网络应用程序。

(2) 以因特网为研究对象。由于因特网的成功，今天有关计算机网络的任何严肃讨论都必须与因特网联系起来。本书以因特网体系结构的5层模型来组织材料，为学生们的学习热情提供了原动力。

(3) 着眼原理。计算机网络领域的许多基础性的重要问题已经研究得较为清楚，重点研究这些原则，将使学生获得长“保质期”的知识，并且在飞速发展的网络研究开发中保持判断力和启发创造力。

(4) 及时更新教学内容。从2001年第1版到2003年的第2版，至2004年的第3版，本书及时引入重要的最新知识和抛弃过时的内容。

(5) 注重教学法。为帮助学生们理解关键的技术概念和激发学习积极性，本书包括了许多类比、幽默和实例，引人入胜的历史事件和实践原则，对网络领域声名卓著的创新家们的专访，以及网站上翔实的教学资料和实验内容等。

本书已经被世界上数以百计的学院和大学采用，被数以万计的学生和专业人士采用；在国内已经被解放军理工大学和许多其他著名高校的计算机、通信等专业采用为本科生、研究生的计算机网络课程教材使用了多年。本书的中译本为缓解在有限时间内有效地学习计算机网络知识（而不是英文）的矛盾能起到重要作用。我们对使用本书进行教学的建议是：前5章内容可作为本科生“计算机网络原理”课程的教材，而后4章内容及前5章要点可作为硕士研究生“计算机网络”课程的基本教材。

在本书的翻译过程中，译者收到并参考了多名专家教授为本书翻译提出的很好建议，原书中多处错漏得到了原书作者的确认；谢希仁教授、贾永兴博士、李兵副教授、博士生邢长友、郝继红、张国敏、周骏和陈剑硕士为第3版的翻译提供了帮助。硕士研究生许博、厉铁师、汪华制作的网站链接了与本书相关教学资源：该网站的URL是：<http://www.nmmtf.org>。希望使用这本教材的学人们以此为平台，交流教学经验，丰富教学辅导和实验材料，共同提高我国计算机网络课程的教学水平。如果您有教学资源可供共享的话，可与我们联系；一旦选用，我们会将这些材料连同其作者（或提供者）的姓名/单位放在该网站上。限于时间和学识，译文错漏难免；如有识者，望不吝赐教。我们的联系方式是：mingchen@public1.ptt.js.cn。

陈 鸣
2005.4

前 言

欢迎阅读本书的第3版。自本书的第1版于4年前问世以来，本书已被数以百计的大学和学院采用，被译为10多种语言并被世界上数以万计的学生和专业人士采用。我们倾听了许多读者的意见，并感谢众多的赞扬。

我们认为本书成功的一个重要原因是，本书为计算机网络教学提供了一种崭新的方法。为什么需要新方法呢？在近几年中，我们见证了网络领域的两个革命性变化，而这两种变化并没有反映在基于20世纪80年代和90年代早期到中期联网方法的网络教科书中。首先，因特网已经接掌了计算机网络。今天有关计算机网络的任何严谨的讨论都必须与因特网联系起来。其次，在网络领域中最大的“增长领域”可能是网络服务和应用程序，这种变化佐证了Web的出现、电子邮件的广泛使用、音频和视频流、因特网电话、即时消息、对等应用程序和在线商务。

第3版的新颖之处

我们在第3版中做了一些改变，但是也保留了本书中我们认为（当然也得到使用本书的教师和学生的证实）最为重要的方面：即它的自顶向下的方法，它关注因特网，它注重原则和实践，以及它易于理解的风格和学习计算机网络的方法。

无论如何，我们已经在第3版中进行了许多重要的改变，包括有关无线和移动网络新的一章。我们当前正在见证着用户接入因特网及其服务的重大变化。无绳用户从办公室、家中和公共场所采用无线方式接入因特网，接入时可以在路上也可以在移动中，使用多种设备如便携机、电话、PDA等。有关无线和移动新的一章包括的内容有：深入的802.11内容，蜂窝因特网接入的概述，以及在因特网和蜂窝网中移动性的广泛讨论。通过增加这一章，本书现在包括了4章先进和专业的内容：无线和移动网络、多媒体网络、网络安全和网络管理。

增加的第2方面主要内容是一套实用的Ethereal实验。Ethereal是一种免费的、公共域分组嗅探和分析工具，它能够运行在所有流行的操作系统上，包括最为普遍的Windows操作系统。它具有丰富的功能，这些功能包括直观的用户界面和分析大约400个协议的能力。除了现有的和新的编程帮助，本书现在具有6个Ethereal实验，它们与书中的内容相配合，并且能在学生自己的个人计算机上完成。（我们也将在未来几年中创建更多的Ethereal实验。）在这些实验中，学生们能够观察到正在运行的网络协议，看到运行在他们计算机上的协议实体是如何与在因特网中别处执行的协议实体交互和交换报文的。学生们通过动手做实验来学习。我们也增加了两个新的套接字编程帮助：一个是UDP帮助，另一个是代理Web服务器帮助。

这些还不是全部。第3版还进行了更新以反映这几年来网络领域的迅速变化。它包括有关对等网络、BGP、MPLS、网络安全、广播选路和因特网编址和转发方面新的和扩充的材料。我们也重新组织了第4章，更清楚地展示了转发和选路的作用，以及它们在网络层中的相互影响。

读者对象

本书适合作为计算机网络学科的入门教材。既适用于计算机科学系的学生，也适用于电子工程系学生。至于编程语言，使用本书的学生需要有C、C++或Java的编程经验（尽管如此，仅在一些地方需要）。与其他许多入门性的计算机网络教材相比，本书表述更为精确，分析更为细致，然而书中很少用到高中阶段没有教授过的数学概念。我们有意避免使用任何高等计算、概率论和随机过程的概念。因此，本书适合作为本科生课程和一年级研究生课程的教科书。它对于电信业的从业人员也应当是有价值的。

本书的特色

计算机网络这门学科的内容极为复杂，涉及以错综复杂的方式彼此交织的许多概念、协议和技术。为了处理这种大的跨度和复杂性，许多计算机网络教科书都围绕计算机网络体系结构的“层次”来组织内容。借助于这种分层的组织结构，学生们能够透过计算机网络复杂性看到其内部。他们在学习整个体系结构的某个部分中的独特概念和协议的同时，也看清了所有这些部分是如何整合在一起的全貌。从教学法的角度来看，我们的经验是这种分层的教学方法的确是非常必要的。然而，我们发现那种自底向上的传统教学方法，即从物理层到应用层逐层讲解的方法，对于现代的计算机网络课程并非最佳方法。

自顶向下方法

本书于4年前首次以自顶向下的方式来处理网络，这就是说从应用层开始向下一直讲到物理层。这种自顶向下方法有几种重要的好处。首先，它特别强调应用层（它是计算机网络中的“高增长领域”）。实际上，计算机网络领域中的许多革命性创新都发生在应用层，其中包括Web、对等文件共享和媒体流。及早强调应用层问题的方法不同于在多数其他教科书中采用的方法，那些教科书只有少量（甚至没有）关于网络应用及其需求、应用层范式（例如客户机/服务器）以及应用编程接口方面的内容。

其次，我们（和使用本书的许多教师）作为教师的经验是，在课程开始后就教授网络应用的内容，是有力地调动学生们学习积极性的工具。学生们渴望了解诸如Web和电子邮件等网络应用是如何工作的，这些都是多数学生每天都接触的。一旦理解了网络应用，学生们则能理解支持这些应用的网络服务。学生们接下来则会饶有兴致地研究在较底层可能提供和实现这些服务的各种方式。因此，及早地学习应用程序能够激发学生们学习本书其余部分的积极性。

再次，自顶向下方法使得教师能够在教学的早期阶段介绍网络应用程序的开发。学生们不仅能够看到流行的应用程序和协议工作原理，还能体会到创造自己的网络应用程序和应用层协议有多么容易。采用自顶向下的方法后，学生们能够及早搞清应用编程接口（API）、服务模型和协议的概念，这些概念是后继讨论的各层中重新出现的重要概念。通过提供用Java语言编写的套接字编程的例子，我们来强调主要思想，而不会使学生们困惑于复杂的代码。电气工程和计算机科学系的本科生读这些Java代码应当不会有困难。

以因特网为研究目标

正如书名所述，本书以描述因特网特色，并以因特网的体系结构和协议为基本载体从而

学习基本的计算机网络概念。当然，我们也能将概念和协议放入其他网络体系结构中讲解。因为我们是因特网为重点进行讲解的，所以围绕因特网体系结构的5层模型来组织材料，这5个层次分别是应用层、运输层、网络层、链路层和物理层。

强调因特网的另一个好处是，大多数计算机科学和电气工程系的学生急切地希望学习因特网及其协议。他们听说因特网是一种革命性和造成动荡的技术，正极度改变着我们的世界。有了对因特网广泛的认识后，学生们自然而然会对学习其原理有了求知欲。因此，一旦用因特网作为引导的目标，教师就易于调动学生们学习计算机网络基本原理的积极性。

着眼原理

本书的两个特色是它的自顶向下方法和关注因特网，这可从本书的副标题看出。如果我们能够在该副标题中加进第3个词的话，这将可能是原理一词。计算机网络领域已经发展得相当成熟，许多基础性的重要问题已经研究得较为清楚。例如，运输层的基础性问题包括：建立在不可靠的网络层上的可靠通信、连接建立/拆除与握手、拥塞和流量控制以及多路复用。网络层的两个基础性的问题是，在两台路由器之间找到“好的”路径，处理大量异构网络的互联。数据链路层的基础性问题是，共享多址访问信道。在网络安全中，提供机密性、鉴别、报文完整性的技术都基于密码学基本理论。本书在指明基础性网络问题的同时，学习了解决这些问题的方法。学习这些原则的学生将获得具有长“保质期”的知识，在今天的网络标准和协议已经过时很长时间后，其中的原则将仍然重要且中肯。我们相信，因特网将学生引入网络之门后，再结合强调网络基础性问题及其解决方案的方法，会使他们迅速理解几乎任何网络技术。

Web站点

这本教科书的配套Web站点的URL是：<http://www.aw.com/kurose-ross>。该站点包括以下内容：

- 交互式学习材料。该站点包含了交互式Java小程序，阐明了重要的网络概念。它也提供了直接使用的程序如Tracerout程序（通过你的浏览器）显示出分组在因特网中行走的路径。教师们能够使用这些交互式的功能作为小实验。该Web站点也直接提供了用于查找因特网草案的搜索引擎和接入本书讨论主题的新闻组。最后，该站点提供交互测试，这些测试允许学生们检查他们对该专题内容的理解。
- 与相关在线材料的链接。我们将本书的参考文献尽可能多地包括了Web URL。参考书目是在线的，并随链接改变或新材料的出现将相应更新。我们也适当加入了我们感兴趣的主页的链接。这些链接不仅指向RFC文档、期刊和会议文章，而且指向本质上更具教学意义的站点，包括有关因特网技术特定方面原创性页面和若干在商业杂志中出现的文章。教师们可以将这些链接的材料作为补充读物或作为必读读物。
- 实验作业。该实验室站点也提供了一些详细的编程作业和Ethereal实验室作业。编程作业包括了构建一个多线程Web服务器，构建一个具有GUI界面的电子邮件客户机，编制可靠的数据传输协议的发送方和接收方的程序，以及编制分布式选路算法等等。该Web站点也提供了前面讨论的实际训练Ethereal实验的细节。

教学特色

我们每个人都教了差不多20年的计算机网络课程。这本书结合了我们35年教授3 000多个学生的教学经验。在这个时期我们也成为计算机网络领域活跃的研究人员。（事实上，Jim和Keith于1979年在哥伦比亚大学初次见面，当时我们是硕士研究生，共同选修了由Mischa Schwartz执教的计算机网络课程。）我们认为所有这些都给了我们对于网络现状和网络未来可能发展的良好洞察力。在组织这本书的材料时，我们抵御住了偏向自己钟爱研究项目的诱惑。如果你对我们的研究感兴趣的话，可以访问我们的个人网站。因此，这是一本关于现代计算机网络的书籍，该书包含了当代协议和技术以及这些协议和技术背后的基本原理。我们也认为学习（和教授）网络能够乐在其中。本书中包括的类比方法、幽默和实例为这些材料增加了趣味性。

历史事件和实践原则

计算机网络领域具有丰富而引人入胜的历史。我们在本书讲解计算机网络历史时做了特别的尝试。我们在第1章中特地安排一节的篇幅介绍了历史，并在其余的各章中分插了10余个历史事件。在这些历史事件的片段中，我们涉及了分组交换技术的发明、因特网的演化、如Cisco和3Com这些网络巨人的崛起以及许多其他重要事件。学生们将会受到这些历史事件的激励。我们包括一个特殊的补充说明（sidebar），重点指出计算机网络中的重要原则。这些补充说明将有助于学生们欣赏应用于计算机网络中的某些基本概念。

人物专访

此外本书还具有另一个原创性特色，用于激发学生们的学习热情，这就是专访网络领域声名卓著的创新家们。其中包括对Len Kleinrock、Tim Berners-Lee、Sally Floyd、Vint Cerf、Simon Lam、Charlie Perkins、Henning Schulzrinne、Steven Bellovin和Jeff Case的专访。

各章间的相关性

本书的第1章提供了对计算机网络的概述。该章介绍了许多重要的概念与术语，为本书的其余部分奠定了基础。其他所有的章节都直接依赖于第1章的内容。在讲解完第1章之后，我们推荐按顺序讲解第2章到第5章，这样就在教学中体现了自顶向下的原理。这5章中任何1章都用到前面各章的内容。

在完成前5章的教学工作后，教师就有了相当大的灵活性。最后4章之间没有任何相关性，因此能够以任何顺序进行教学。然而，最后4章中的每一章都依赖于前5章。许多教师教授前5章，然后教授后4章之一作为点睛之笔。

我们乐于听取您的意见

我们鼓励教师和学生编写新的Java小程序来阐明本书中的概念和协议。如果你有了你认为适合于本书的Java小程序，请将它发送给作者。如果该Java小程序（包括注释和术语）合适的话，我们将乐于将它放在本书的网站上，并附上该Java小程序作者的适当信息。如前所述，我们也鼓励教师们向我们发送新的课后习题（及其解答），这将完善当前的课后习题。我

们将这些习题放在该Web网站的只有教师才能访问部分。

我们还鼓励学生和教师们向我们发送电子邮件，对本书发表任何评论。对我们而言，能够听到来自全世界的教师和学生就本书的前两版的反响，的确是件令人愉快的事。请大家毫无保留地告诉我们有趣的相关URL，指出排版错误，不赞成我们的哪些主张，告诉我们怎样做效果好以及怎样做效果不好。告诉我们你认为在下一版中应当补充哪些内容及应当删除哪些内容。我们的电子邮件地址是kurose@cs.umass.edu和ross@poly.edu。

致谢

自1996年我们开始撰写本书以来，许多人就如何组织和讲授网络课程方面给出了极具价值的建议。在此，我们对那些帮助过我们的人，致以深切的感谢。另外还要感谢成千上万来自世界各地的读者们，包括学生、教职员和实践者们，他们给了我们对于之前版本的想法和评论，以及对未来版本的建议。除此之外，还要特别感谢下面这些人：

Al Aho (哥伦比亚大学)
 Pratima Akkunoor (亚利桑那州立大学)
 Paul Amer (特拉华大学)
 Shamiul Azom (亚利桑那州立大学)
 Paul Barford (威斯康星大学)
 Bobby Bhattacharjee (马里兰大学)
 Steven Bellovin (AT&T研究院)
 Pravin Bhagwat (Wibhu)
 Supratik Bhattacharyya (Sprint公司)
 Shahid Bokhari (工程技术大学Lahore分校)
 Ernst Biersack (Eurécom研究所)
 Daniel Brushteyn (前宾夕法尼亚大学学生)
 Ken Calvert (肯塔基大学)
 Evandro Cantu (Santa Catarina联合大学)
 Jeff Case (SNMP国际研究院)
 Vinton Cerf (MCI WorldCom)
 Byung Kyu Choi (密歇根理工大学)
 John Daigle (密西西比大学)
 Edmundo A. de Souza e Silva (Rio de Janiero联合大学)
 Philippe Decuetos (Eurécom研究所)
 Christophe Diot (Sprint公司)
 Michalis Faloutsos (加利福尼亚大学Riverside分校)
 Wu-chi Feng (俄勒冈研究生院)
 Charles M. Fleckenstein (Sprint公司)
 David Flessas (Sprint公司)
 Sally Floyd (ICIR, 加利福尼亚大学伯克利分校)
 Paul Francis (康奈尔大学)

Lixin Gao (马萨诸塞大学)
JJ Garcia-Luna-Aceves (加利福尼亚大学圣克鲁兹分校)
Mario Gerla (加利福尼亚大学洛杉矶分校)
David Goodman (工业大学)
Tim Griffin (AT&T研究院)
Max Hailperin (Gustavus Adolphus学院)
Bruce Harvey (佛罗里达A&M大学, 佛罗里达州立大学)
Carl Hauser (华盛顿州立大学)
Phillipp Hoschka (INRIA/W3C)
Albert Huang (前宾夕法尼亚大学学生)
Esther A. Hughes (弗吉尼亚联邦大学)
Jobin James (加利福尼亚大学Riverside分校)
Sugih Jamin (密歇根大学)
Shivkumar Kalyanaraman (Rensselaer工艺学院)
Jussi Kangasharju (Darmstadt大学)
Sneha Kasera (犹他大学)
Hyojin Kim (前宾夕法尼亚大学学生)
Leonard Kleinrock (加利福尼亚大学洛杉矶分校)
David Kotz (达特茅斯学院)
Beshan Kulapala (亚利桑那州立大学)
Miguel A. Labrador (南佛罗里达大学)
Steve Lai (俄亥俄州立大学)
Tim-Berners Lee (万维网研究所)
Brian Levine (马萨诸塞大学)
William Liang (前宾夕法尼亚大学学生)
Willis Marti (德州A&M大学)
Deep Medhi (密苏里大学堪萨斯市分校)
Bob Metcalfe (国际数据小组)
Sue Moon (KAIST)
Erich Nahum (IBM研究院)
Christos Papadopoulos (南加州大学)
Craig Partridge (BBN技术)
Radia Perlman (Sun公司)
Jitendra Padhye (微软研究院)
Kevin Phillips (Sprint公司)
George Polyzos (加利福尼亚大学圣地亚哥分校)
Sriram Rajagopalan (亚利桑那州立大学)
Ken Reek (罗切斯特理工学院)
Martin Reisslein (亚利桑那州立大学)

Jennifer Rexford (AT&T研究院)
 Sumit Roy (华盛顿大学)
 Avi Rubin (约翰斯霍普金斯大学)
 Dan Rubenstein (哥伦比亚大学)
 Despina Saporilla (朗讯贝尔实验室)
 Henning Schulzrinne (哥伦比亚大学)
 Mischa Schwartz (哥伦比亚大学)
 Harish Sethu (Drexel大学)
 K. Sam Shanmugan (堪萨斯大学)
 Prashant Shenoy (马萨诸塞大学)
 Clay Shields (乔治顿大学)
 Subin Shrestha (宾夕法尼亚大学)
 Peter Steenkiste (卡内基-梅隆大学)
 Tatsuya Suda (加利福尼亚大学艾尔温分校)
 Kin Sun Tam (纽约州立大学Albany分校)
 Don Towsley (马萨诸塞大学)
 David Turner (加州州立大学圣贝纳迪诺分校)
 David Wetherall (华盛顿大学)
 Ira Winston (宾夕法尼亚大学)
 Raj Yavatkar (Intel公司)
 Yechiarm Yemini (哥伦比亚大学)
 Ellen Zegura (佐治亚理工大学)
 Hui Zhang (卡内基-梅隆大学)
 Lixia Zhang (加利福尼亚大学洛杉矶分校)
 ZhiLi Zhang (明尼苏达大学)
 Shuchun Zhang (前宾夕法尼亚大学学生)
 Phil Zimmermann (独立顾问)

我们也要感谢Addison-Wesley出版公司的整个团队，他们很出色，还容忍了两位要求苛刻的作者，他们是：Marilyn Lloyd、Susan Hartman Sullivan、Patty Mahtani和Beth Paquin。感谢Janet Theurer和Patrice Rossi Calkin两位艺术家为第2版和第3版设计的美丽的插图。感谢Nancy Kotary和Daniel Rausch对本版的出色运作。最后，特别感谢我们在Addison-Wesley出版公司的编辑Susan。没有她有效的管理、积极的鼓励，近乎无限的耐心、幽默以及坚定不移，这本书不会如此出色。

目 录

出版者的话

专家指导委员会

作译者简介

译者序

前言

第1章 计算机网络和因特网1

1.1 什么是因特网1

1.1.1 具体构成描述1

1.1.2 服务描述3

1.1.3 什么是协议4

1.2 网络边缘6

1.2.1 端系统、客户机和服务器6

1.2.2 无连接服务和面向连接服务8

1.3 网络核心9

1.3.1 电路交换和分组交换9

1.3.2 分组交换网络：数据报网络和虚电路网络15

1.4 接入网和物理媒体17

1.4.1 网络接入17

1.4.2 物理媒体21

1.5 ISP和因特网主干23

1.6 分组交换网络中的时延和分组丢失25

1.6.1 时延的类型25

1.6.2 排队时延和分组丢失27

1.6.3 因特网中的时延和路由29

1.7 协议层次和它们的服务模型30

1.7.1 分层的体系结构30

1.7.2 分层、报文、报文段、数据报和帧33

1.8 计算机网络和因特网的历史34

1.8.1 分组交换的发展：1961—197234

1.8.2 专用网络和国际互连：1972—198036

1.8.3 网络的激增：1980—199036

1.8.4 因特网爆炸：20世纪90年代37

1.8.5 最新发展38

1.9 小结39

本书的路线图39

课后习题和问题40

复习题40

习题41

讨论题44

Ethereal实验145

人物专访46

第2章 应用层49

2.1 应用层协议原理49

2.1.1 网络应用程序体系结构50

2.1.2 进程通信52

2.1.3 应用层协议54

2.1.4 应用需要什么样的服务55

2.1.5 因特网运输协议提供的服务56

2.1.6 本书涉及的网络应用58

2.2 Web应用和HTTP协议58

2.2.1 HTTP概况59

2.2.2 非持久连接和持久连接60

2.2.3 HTTP报文格式62

2.2.4 用户与服务器交互：Cookie65

2.2.5 HTTP内容67

2.2.6 Web缓存67

2.2.7 条件GET方法69

2.3 文件传送协议：FTP70

2.4 因特网中的电子邮件72

2.4.1 SMTP74

2.4.2 与HTTP的对比76

2.4.3 邮件报文格式和MIME76

2.4.4 邮件访问协议78

2.5 DNS：因特网的目录服务82

2.5.1 DNS提供的服务	82	3.6.2 拥塞控制方法	173
2.5.2 DNS工作机理概述	84	3.6.3 网络辅助的拥塞控制例子: ATM ABR拥塞控制	174
2.5.3 DNS记录和报文	87	3.7 TCP拥塞控制	175
2.6 P2P文件共享	90	3.7.1 公平性	180
2.7 TCP套接字编程	97	3.7.2 TCP时延建模	182
2.7.1 TCP套接字编程	98	3.8 小结	188
2.7.2 一个Java客户机/服务器应用 程序例子	99	课后习题和问题	189
2.8 UDP套接字编程	104	复习题	189
2.9 构造一个简单的Web服务器	109	习题	190
2.10 小结	112	讨论题	194
课后习题和问题	113	编程作业	195
复习题	113	Ethereal实验室: 探究TCP	195
习题	114	人物专访	196
讨论题	117	第4章 网络层	199
套接字编程作业	117	4.1 概述	199
Ethereal实验	119	4.1.1 转发和选路	200
人物专访	120	4.1.2 网络服务模型	202
第3章 运输层	121	4.2 虚电路和数据报网络	203
3.1 概述和运输层服务	121	4.2.1 虚电路网络	204
3.1.1 运输层和网络层的关系	122	4.2.2 数据报网络	206
3.1.2 因特网运输层概述	123	4.2.3 虚电路和数据报网络的由来	208
3.2 多路复用与多路分解	124	4.3 路由器工作原理	208
3.3 无连接运输: UDP	129	4.3.1 输入端口	210
3.3.1 UDP报文段结构	132	4.3.2 交换结构	211
3.3.2 UDP检查和	132	4.3.3 输出端口	212
3.4 可靠数据传输的原理	133	4.3.4 何时出现排队	213
3.4.1 构造可靠数据传输协议	134	4.4 网际协议: 因特网中的转发和编址	215
3.4.2 流水线可靠数据传输协议	141	4.4.1 数据报格式	215
3.4.3 Go-Back-N	143	4.4.2 IPv4编址	219
3.4.4 选择重传	147	4.4.3 ICMP: 网际控制报文协议	228
3.5 面向连接的运输: TCP	151	4.4.4 IPv6	229
3.5.1 TCP连接	151	4.5 选路算法	233
3.5.2 TCP报文段结构	153	4.5.1 链路状态选路算法	236
3.5.3 往返时延的估计与超时	156	4.5.2 距离向量选路算法	238
3.5.4 可靠数据传输	158	4.5.3 层次选路	244
3.5.5 流量控制	163	4.6 因特网中的选路	247
3.5.6 TCP连接管理	164	4.6.1 因特网中自治系统内部选路: RIP	247
3.6 拥塞控制原理	168		
3.6.1 拥塞原因与开销	169		