

高速网络与互联网

——性能与服务质量

(第二版)

High-Speed Networks and Internets

Performance and Quality of Service

Second Edition

[美] William Stallings 著

齐望东 薛卫娟 傅麒麟 胡谷雨 等译

谢希仁 审校



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry
www.phei.com.cn

国外计算机科学教材系列

高速网络与互联网

—— 性能与服务质量

(第二版)

High-Speed Networks and Internets
Performance and Quality of Service, Second Edition

[美] William Stallings 著

齐望东 薛卫娟 傅麒麟 胡谷雨 等译

谢希仁 审校

電子工業出版社
Publishing House of Electronics Industry
北京 · BEIJING

内 容 简 介

高速网络现在不仅是局域网而且也是广域网市场的主角。本书对高速网络和TCP/IP互联网的设计技术进行了全面、系统和最新的综述。本书的特点是对高速网络与互联网的讨论围绕性能和服务质量这两个关键设计问题。全书共分七个部分,包括协议与网络基础、各种高速网络、性能建模和估计、拥塞控制与通信量管理、因特网的路由选择、IP网络的服务质量以及压缩。

本书适合计算机科学与工程专业或通信工程专业高年级本科生和研究生使用,亦可供网络研究或工程设计人员作为基础参考书。

Simplified Chinese edition Copyright © 2003 by PEARSON EDUCATION NORTH ASIA LIMITED and Publishing House of Electronics Industry.

High-Speed Networks and Internets: Performance and Quality of Service, Second Edition, ISBN: 0130322210 by William Stallings. Copyright © 2002.

All Rights Reserved.

Published by arrangement with the original publisher, Pearson Education, Inc., publishing as Prentice Hall.

This edition is authorized for sale only in the People's Republic of China (excluding the Special Administrative Region of Hong Kong and Macau).

本书中文简体字翻译版由电子工业出版社和Pearson Education培生教育出版北亚洲有限公司合作出版。未经出版者预先书面许可,不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

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。

版权贸易合同登记号:图字:01-2002-1395

图书在版编目(CIP)数据

高速网络与互联网——性能与服务质量(第二版)/(美)斯托林斯(Stallings, W.)著;齐望东等译.

-北京:电子工业出版社,2003.1

(国外计算机科学教材系列)

书名原文:High-Speed Networks and Internets: Performance and Quality of Service, Second Edition

ISBN 7-5053-7638-1

I. 高... II. ①斯... ②齐... III. 因特网-教材 IV. TP393.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第109301号

责任编辑:史平

印刷者:北京天竺颖华印刷厂

出版发行:电子工业出版社 www.phei.com.cn

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编:100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×1092 1/16 印张:35 字数:896千字

版 次:2003年1月第1版 2003年1月第1次印刷

定 价:49.00元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。联系电话:(010) 68279077

出版说明

21 世纪初的 5 至 10 年是我国国民经济和社会发展的关键时期,也是信息产业快速发展的关键时期。在我国加入 WTO 后的今天,培养一支适应国际化竞争的一流 IT 人才队伍是我国高等教育的重要任务之一。信息科学和技术方面人才的优劣与多寡,是我国面对国际竞争时成败的关键因素。

当前,正值我国高等教育特别是信息科学领域的教育调整、变革的重大时期,为使我国教育体制与国际化接轨,有条件的高等院校正在为某些信息学科和技术课程使用国外优秀教材和优秀原版教材,以使我国在计算机教学上尽快赶上国际先进水平。

电子工业出版社秉承多年来引进国外优秀图书的经验,翻译出版了“国外计算机科学教材系列”丛书,这套教材覆盖学科范围广、领域宽、层次多,既有本科专业课程教材,也有研究生课程教材,以适应不同院系、不同专业、不同层次的师生对教材的需求,广大师生可自由选择 and 自由组合使用。这些教材涉及的学科方向包括网络与通信、操作系统、计算机组织与结构、算法与数据结构、数据库与信息处理、编程语言、图形图像与多媒体、软件工程等。同时,我们也适当引进了一些优秀英文原版教材,本着翻译版本和英文原版并重的原则,对重点图书既提供英文原版又提供相应的翻译版本。

在图书选题上,我们大都选择国外著名出版公司出版的高校教材,如 Pearson Education 培生教育出版集团、麦格劳-希尔教育出版集团、麻省理工学院出版社、剑桥大学出版社等。撰写教材的许多作者都是蜚声世界的教授、学者,如道格拉斯·科默(Douglas E. Comer)、威廉·斯托林斯(William Stallings)、哈维·戴特尔(Harvey M. Deitel)、尤利斯·布莱克(Uyless Black)等。

为确保教材的选题质量和翻译质量,我们约请了清华大学、北京大学、北京航空航天大学、复旦大学、上海交通大学、南京大学、浙江大学、哈尔滨工业大学、华中科技大学、西安交通大学、国防科学技术大学、解放军理工大学等著名高校的教授和骨干教师参与了本系列教材的选题、翻译和审校工作。他们中既有讲授同类教材的骨干教师、博士,也有积累了几十年教学经验的老教授和博士生导师。

在该系列教材的选题、翻译和编辑加工过程中,为提高教材质量,我们做了大量细致的工作,包括对所选教材进行全面论证;选择编辑时力求达到专业对口;对排版、印制质量进行严格把关。对于英文教材中出现的错误,我们通过与作者联络和网上下载勘误表等方式,逐一进行了修订。

此外,我们还将与国外著名出版公司合作,提供一些教材的教学支持资料,希望能为授课老师提供帮助。今后,我们将继续加强与各高校教师的密切联系,为广大师生引进更多的国外优秀教材和参考书,为我国计算机科学教学体系与国际教学体系的接轨做出努力。

电子工业出版社

教材出版委员会

主任	杨芙清	北京大学教授 中国科学院院士 北京大学信息与工程学部主任 北京大学软件工程研究所所长
委员	王 珊	中国人民大学信息学院院长、教授
	胡道元	清华大学计算机科学与技术系教授 国际信息处理联合会通信系统中国代表
	钟玉琢	清华大学计算机科学与技术系教授 中国计算机学会多媒体专业委员会主任
	谢希仁	中国人民解放军理工大学教授 全军网络技术研究中心主任、博士生导师
	尤晋元	上海交通大学计算机科学与工程系教授 上海分布计算技术中心主任
	施伯乐	上海国际数据库研究中心主任、复旦大学教授 中国计算机学会常务理事、上海市计算机学会理事长
	邹 鹏	国防科学技术大学计算机学院教授、博士生导师 教育部计算机基础课程教学指导委员会副主任委员
	张昆藏	青岛大学信息工程学院教授

译者序

在当今的高速网络和互联网领域,要获得技术进展的全局观念殊非易事。而能够用非常有限的篇幅对此领域的基本内容做出清晰讲解同时又综述有关最新进展的论著尚不多见。William Stallings 以其出版于 1998 年的《高速网络 TCP/IP 和 ATM 的设计原理》(电子工业出版社出版了中译本)一书填补了这个空缺。

本书是 2001 年底出版的该书第二版的中译本。与第一版相比,新版更新了将近三分之一的内容。新版中增添的参考文献(出版于 1998 年之后)就大约有 80 部(篇)。

我们认为这本书在内容的组织上有以下几方面的优点。首先,其广度和深度结合得比较好。从广度上看,本书对所有与高速网络及高速互联网相关的重要技术都做了介绍。从深度上看,本书讨论了高速网络与互联网的性能与服务质量问题。从第一版中译本出版后的反映看,这种写法受到了欢迎。有的书只定性地描述各种技术,读者形成不了任何定量的概念。有的书中包含性能分析,但是其中的大量数学论述使得许多读者望而却步。本书的好处是既能够让你得到网络性能和服务质量方面的定量概念,又不必为此花费太多时间研究大量的数学问题。

其次,作者善于使用图表直观地说明复杂的问题。在运用数学公式时十分重视讲清其物理实质,并尽量附上直观的说明。

另外,作者本人从发表研究进展的原始论文中直接取材,准确地把握了论题的实质。作者特别重视新的研究进展,研读了大量最新的论文,并对这些论文的结论以及意义做出了准确的概述。

本书第一版的译者包括齐望东副教授(博士)、薛卫娟工程师、谢希仁教授、胡谷雨教授(博士)、傅麒麟教授,审校者是谢希仁教授。按照出版社统一翻译风格的要求,在组织翻译第二版的时候由一人担任全书的翻译工作。最终的安排是谢希仁教授翻译了本书的第 13 章和词汇表,齐望东翻译了其余的部分。全书仍然由谢希仁教授校阅。

在翻译过程中新版译者除了对第二版新增的内容从头翻译之外,对于第一版原有的内容参考了第一版的译文。另外我们在附录 A 和附录 B 中参考了 William Stallings 的另一个译者王海副教授提供的译文,在此表示感谢。需要说明的是,我们对全书的翻译是逐句进行的,不管内容是新加的还是旧有的。即使对于原有的内容,细心的读者也不难发现两个版本之间有许多差异。我们希望这些差异能体现译文质量的改进。如果仍然有遗漏之处,则完全由新版译者负责。

原书的一些错误已在翻译过程中做了改正。对于在作者的勘误表中没有列出的错误,我们曾用电子邮件和作者进行过联系。

欢迎读者指出本书翻译中的错误。本书的英文版不难得到,其英文版《高速网络与因特网:性能与服务质量》(第二版)已经在国内出版。读者可以在本书的任意一个(比如 china-pub 中的)书评栏目指出自己发现的错误,或者直接给译者发送电子邮件。

译者

wangdongqi@hotmail.com; xiexr@public1.ptt.js.cn

2002 年 10 月于解放军理工大学,南京

前 言

本书旨在帮助读者从纷繁错综的事件中辨识出关键的问题并做出重大决策。从头到尾我都尽自己所能忠实地解释过去发生的事件及其发生的背景。

—— Winston Churchill, 《世界危机》(*The World Crisis*)

背景

高速网络现在不仅主宰着局域网市场,而且也主宰广域网市场。广域网市场出现了两种相关的趋势。公用及专用数据网络已经从几十 kbps 到几百 kbps 速率的分组交换网络发展到高达 2 Mbps 的帧中继网络,现在则向 155 Mbps 或更高速率的异步传递方式(ATM, Asynchronous Transfer Mode) 网络发展。而因特网和公司专用互联网的数据率也急剧上升。其中 1996 年建成的 155 Mbps 的因特网主干网是一个值得纪念的里程碑。

在许多年的时间里,最常见的局域网是 10 Mbps 的共享以太网。后来出现了交换式以太网。它能为每一个端系统提供 10 Mbps 的专用带宽。此后出现的是 100 Mbps 的快速以太网(Fast Ethernet) 和现在的千兆位(Gigabit) 以太网以及 10 Gbps 以太网。最近几年也出现了速率高达 3.2 吉比特的光纤通道局域网(Fibre Channel LAN) 和速率高达 54 Mbps 的无线局域网。

这些高速网络的迅速发展促进了新型应用的发展,而后者的普及又反过来推动了高速网络的进展。其中最关键的推动力量来自于静止图像和活动图像数据的广泛使用和万维网(World Wide Web) 的普及。

目标

包括吉比特网络在内的高速网络是本书讨论的焦点。我们将主要讨论两类网络的设计问题:一类是基于网际协议(IP, Internet Protocol) 和整个 TCP/IP 协议族的互联网;一类是 ATM 网络。这两类联网技术是高速网络领域的两种主要技术,它们之间有许多设计方法是相同的。

本书的目标是为这一领域的进展提供最新的综述。网络设计者所面临的核心问题是如何支持多媒体和实时通信量,如何控制网络拥塞以及如何对不同的应用提供各自所需的不同的服务质量(QoS, Quality of Service)。

读者对象

本书既可供学生使用也可供专业人员使用。对于高速联网领域感兴趣的专业人员可将本书作为基础参考书用于自修。

作为教材,本书适于高年级本科生和研究生使用。书中讨论了许多高深的论题,同时也对需要涉及的基本论题进行了简要讨论。在第1部分、第2部分之后的各部分是相互独立的。如果将本书作为一门较简短课程的教材,可以少选几个部分。而各部分之间的教学次序则可以随意安排。

本书各篇的安排

本书共分7个部分:

1. **协议与网络基础知识**: 对 TCP/IP 和网络互联的基本原理进行了简要概述。
2. **高速网络**: 对帧中继网络、ATM 网络和高速局域网进行了概述。
3. **性能建模和估计**: 对通信流量建立合适的模型,这一点对于网络设计、配置以及网络服务的申请都很重要。本部分介绍了用排队分析对吞吐量、时延以及缓存需求进行建模的基本方法。越来越多的证据表明高速网络上的许多通信量是自相似的,而传统的排队分析对此无法奏效。因此这一部分也讨论了自相似通信量的特性以及建模方法。
4. **拥塞控制和通信量管理**: 这一部分先讨论了网络以及互连网络中拥塞控制问题与设计方法。从相对简单的链路级流量控制开篇引入端到端的流量控制问题。然后讨论 TCP 用来提高吞吐量以及控制拥塞所用的端到端性能参数与技术。最后讨论 ATM 网络中的通信量和拥塞控制问题。
5. **因特网的路由选择**: 论述了路由选择的各种主要方式,包括距离向量法、链路状态法以及路径向量法。
6. **IP 网络的服务质量**: 在一个基于 IP 的网络中,需要控制拥塞并为网络应用提供所需 QoS 的技术。这一部分对这些技术做了综述。我们先介绍了综合服务和区分服务,然后研究了与 QoS 有关的协议,包括 RSVP, MPLS 和 RTP。
7. **压缩**: 介绍了无损压缩和有损压缩两类压缩技术。

另外,本书还包括一个范围广泛的名词术语集解、一个常用的缩略语词表以及一份参考书目。每一章都包括习题、我们推荐的可供深入学习的阅读材料以及相关的万维网站。

供教师和学生使用的因特网服务

本书有一个万维网页可为教师和学生提供帮助。这个网页包括了相关网站的链接、以 PDF (Adobe Acrobat) 格式提供的书中图表的透明片、PowerPoint 投影片、连有本书互联网邮件发送清单的登记信息。网页在 WilliamStallings.com/HsNet2e.html, 进一步的细节可以参看第1章。因特网上有一个邮件发送清单供使用本书的教师之间以及与本书作者之间交换信息、建议和问题。书中打印错误或其他错误一经发现,就会在本书的勘误表 (WilliamStallings.com) 上更正。此外,我还在 WilliamStallings.com/StudentSupport.html 维护着计算机科学学生资源站点。

套接字程序设计

本书在附录B中介绍了套接字,而教辅材料中包括了一组程序设计项目。该附录简要介绍了套接字,讨论了这个设施的重要性和套接字使用的基础知识。此外,附录B中还给出了可以得到更多

信息的万维网网站。套接字程序设计是一个“简单”的课题，其中包括适于学生动手的效果很好的项目。

第二版的新增内容

在本书第一版出版以后的4年中，这个领域又有不少的创新和发展。在第二版中，我一方面试图反映这些变化，另一方面仍然对整个领域进行了较全面的讨论。在开始修订的时候，几位教这个科目的教授和本领域的专业人士评阅了本书的第一版。由此使新书在许多地方的叙述更加清晰简明，插图也得到了改进。另外还增加了不少新的教学过程中使用过的习题。

除了这些促进教学以及增进用户友好程度的改进之外，全书的技术内容都进行了更新以反映这个激动人心的领域内的不断变化。另外，我又重新组织了本书以便更好地归类不同的主题。最引人注目的变化有：

- **拥塞控制**：用单独的一章讨论这个主题。这种集中的处理方式使得问题的论述更加清楚。
- **区分服务**：本书第一版出版以来，在增强因特网以便它能够支持各种多媒体和时间敏感通信量方面，已经取得了很大的进展。其中最重要的进展是区分服务（DS），区分服务可能也是基于IP的网络在提供QoS方面最重要的手段。本版对DS进行了详尽的讨论。
- **保证帧速率（GFR）**：第一版出版后，有一种新的ATM业务即GFR得到了标准化。GFR是专门为支持IP主干子网设计的。本版解释了GFR的含义并讨论了实现GFR业务的机制。
- **多协议标记交换（MPLS）**：MPLS实际上已经成为一种很重要的因特网技术，因此本版中也包括了相关的内容。
- **TCP/IP的细节**：我们将第一版中分散在各章的TCP/IP的材料合成了提供背景知识的新的一章。这些材料对于了解基于IP的网络的QoS和性能问题是必不可少的。
- **高速局域网**：对讨论高速局域网的一章进行了大幅度的更新和修订。有关因特网部分的材料现在包括了10 Gbps因特网。该章现在还讨论了光纤通道和高速无线局域网。
- **帧中继**：尽管ATM很重要并且得到了越来越多的应用，但帧中继仍然是使用得最广泛的高速广域网技术。因此这一版对帧中继协议和帧中继拥塞控制的讨论有所增加。
- **小波压缩**：本版讨论了现在越来越常用的小波压缩。

致 谢

本书新版经过许多人的审阅,他们慷慨地花费了许多时间凭借自己的专长审阅书稿,使本书更为完善。下列人士审阅了本书初稿的全部或一部分: 纽约州立大学Buffalo分校的Chunming Qiao, 南佛罗里达大学的Ken Christensen, 加利福尼亚大学San Diego分校的George Polyzoa, 罗得岛大学的Ying Sun 和俄克拉荷马大学的George Scheets。

感谢对单独一章进行了详细技术审阅的下列人士: David Bunde, Dan Li, Ian Sutherland, Wei Zhou, Marc Timme, Brian Borchers, Balbir Singh, Dean Newton, Paul A. Watters, Peter Rabinovitch, Stephen Campbell-Robson, Roger L. Bagula, Diet Ostry, Lars Kristensen, San Skulrattanakulchai, Lieven Marchand, Robert Kolter, Chris Pollett 和 Stefan Katzenbeisser。

我还要感谢为本书制作了PowerPoint投影片的Dean Newton和提供了有关套接字内容与套接字程序设计项目的Zornitza Genova。

此外,我要感谢为本书提供习题的Ahmed A-G Helmy(南加州大学)和Franklin Mendivil(Waterloo 大学)。

最后我要感谢许多负责本书出版的人士,他们都工作得很出色,包括Prentice Hall的编辑人员,特别是编辑Toni Holm 和 Alan Apt 以及制作主任Rose Kernan。另外Warde 出版公司的Jake Warde 负责本书的辅助材料和评论; V&M 的Joanna V. Pomeranz 负责本书的印刷; Patricia M. Daly 负责本书的排版。

受到如此之多的协助,在本书中完全由我自己完成的工作就不多了。然而我可以很自豪地说,我一个人选取了本书各章前的全部引语。

目 录

第一部分 协议与网络基础知识

第1章 引论	2
1.1 联网简史	2
1.2 对高速率与服务质量的需求	9
1.3 先进的 TCP/IP 及 ATM 网络	13
1.4 本书概要	16
附录 1A 因特网与万维网资源	17
第2章 协议与 TCP/IP 协议族	19
2.1 协议体系结构的必要性	19
2.2 TCP/IP 协议的体系结构	20
2.3 OSI 模型	25
2.4 网络互联	27
2.5 推荐读物和万维网站	30
2.6 习题	32
第3章 TCP 和 IP	34
3.1 传输控制协议	34
3.2 用户数据报协议	36
3.3 网际协议	37
3.4 IPv6	43
3.5 推荐读物和万维网站	51
3.6 习题	51

第二部分 高速网络

第4章 帧中继	55
4.1 分组交换网络	55
4.2 帧中继网络	63
4.3 推荐读物和万维网站	67
4.4 习题	68
第5章 异步传递方式	70
5.1 ATM 的协议体系结构	70
5.2 ATM 的逻辑连接	71
5.3 ATM 信元	75
5.4 ATM 的服务种类	80

5.5	ATM 适配层	82
5.6	推荐读物与万维网站	91
5.7	习题	92
第 6 章	高速局域网	95
6.1	高速局域网的出现	95
6.2	以太网	96
6.3	光纤通道	110
6.4	无线局域网	114
6.5	推荐读物和万维网站	120
6.6	习题	121

第三部分 性能建模和估计

第 7 章	概率论和随机过程概述	125
7.1	概率	125
7.2	随机变量	129
7.3	随机过程	133
7.4	推荐读物和万维网站	141
7.5	习题	141
第 8 章	排队分析	144
8.1	队列行为的简单实例	144
8.2	进行排队分析的必要性	145
8.3	排队模型	148
8.4	多个单服务器队列	153
8.5	多个多服务器队列	155
8.6	实例	156
8.7	按优先级排队	159
8.8	排队网络	160
8.9	其他排队模型	164
8.10	估计模型参数	164
8.11	推荐读物和万维网站	167
8.12	习题	168
第 9 章	自相似通信量	171
9.1	自相似性	171
9.2	自相似数据通信量	174
9.3	自相似数据通信量的几个例子	181
9.4	自相似性的性能含义	185
9.5	自相似数据通信量的建模和估计	188
9.6	推荐读物和万维网站	190
9.7	习题	191
附录 9A	Hurst 自相似参数	192

第四部分 拥塞控制和通信量管理

第 10 章	数据网络和互联网中的拥塞控制	197
10.1	拥塞的结果	197
10.2	拥塞控制	201
10.3	通信量管理	203
10.4	分组交换网络中的拥塞控制	204
10.5	帧中继拥塞控制	205
10.6	推荐读物及万维网站	209
10.7	习题	210
第 11 章	链路级流量及差错控制	213
11.1	流量控制及差错控制的必要性	213
11.2	链路控制机制	216
11.3	ARQ 的性能	222
11.4	推荐读物	232
11.5	习题	232
附录 11A	高级数据链路控制	234
第 12 章	TCP 通信量控制	239
12.1	TCP 流量控制	239
12.2	TCP 拥塞控制	248
12.3	在 ATM 之上运行 TCP 的性能	262
12.4	推荐读物和万维网站	271
12.5	习题	272
第 13 章	ATM 网络中的通信量和拥塞控制	274
13.1	ATM 通信量和拥塞控制的需求	274
13.2	ATM 的通信量相关属性	278
13.3	通信量管理框架	283
13.4	通信量控制	283
13.5	ABR 通信量管理	293
13.6	GFR 通信量管理	301
13.7	推荐读物	304
13.8	习题	306

第五部分 因特网的路由选择

第 14 章	图论概述和最短路径	309
14.1	图论的基本概念	309
14.2	计算最短路径长度	315
14.3	推荐读物	319
14.4	习题	320

第 15 章	内部路由选择协议	323
15.1	因特网的路由选择原理	323
15.2	距离向量协议：RIP	328
15.3	链路状态协议：OSPF	334
15.4	推荐读物和万维网站	340
15.5	习题	340
第 16 章	外部路由选择协议和多播	342
16.1	路径向量协议：BGP 和 IDRP	342
16.2	多播	347
16.3	推荐读物和万维网站	357
16.4	习题	358

第六部分 IP 网络的服务质量

第 17 章	综合服务和区分服务	361
17.1	综合服务体系结构	361
17.2	排队规则	367
17.3	随机早期检测	374
17.4	区分服务	379
17.5	推荐读物和万维网站	385
17.6	习题	387
附录 17A	实时通信量	388
第 18 章	支持 QoS 的协议	391
18.1	资源预留：RSVP	392
18.2	多协议标记交换	400
18.3	实时运输协议	409
18.4	推荐读物和万维网站	417
18.5	习题	418

第七部分 压 缩

第 19 章	信息论概述	420
19.1	信息和熵	420
19.2	编码	424
19.3	推荐读物	429
19.4	习题	430
第 20 章	无损压缩	431
20.1	游程长度编码技术	431
20.2	传真压缩	434
20.3	算术编码	439
20.4	字符串匹配算法	445

20.5	推荐读物与万维网站	450
20.6	习题	451
第 21 章	有损压缩	453
21.1	离散余弦变换	453
21.2	小波压缩	459
21.3	JPEG 图像压缩	466
21.4	MPEG 视频压缩	475
21.5	推荐读物与万维网站	480
21.6	习题	481
附录 A	标准与制定标准的组织	482
附录 B	套接字	489
	词汇表	521
	参考文献	528

第一部分 协议与网络基础知识

第一部分要解决的问题

第一部分的目的是为本书的其余部分提供背景知识和上下文关系。本部分阐述计算机通信协议的基本概念。

导读

第1章：引论

第1章对全书做了概述。归结起来，本书讨论两个主题：通信网络的性能和服务质量（QoS, Quality of Service）。性能和QoS是高速网络的关键设计要求，高速网络既包括帧中继和异步传递方式（ATM, Asynchronous Transfer Mode）这样的通信网络，也包括因特网和内联网（intranet）这样的互联网络。第1章预览了这些论题。

第2章：协议与TCP/IP协议族

数据网络的通信和分布式应用依赖于下层的通信软件，这种通信软件独立于上层的应用，免除了上层应用为可靠地交换数据而必须做的大量工作。通信软件被组织成一个协议体系结构（protocol architecture），其中最著名的就是TCP/IP协议族。第2章介绍协议体系结构的概念，并给出TCP/IP的概述。另一种体系结构，即开放系统互连（OSI, open systems interconnection）参考模型，也在本章简要地进行了介绍。最后还讨论了网络互联的概念以及如何使用TCP/IP进行网络互联。

第3章：TCP和IP

第3章较详细地讨论了TCP和IP。我们概述了这两种协议分组首部的格式和协议机制。在IP部分，既讨论了现在的IPv4也讨论了IPv6。

第1章 引 论

如果读者想要理解这个故事和讲故事者的观点,他应该跟随作者的思路弄清楚各种主要事件的前因后果。他不仅应该熟悉在战争爆发时陆军和海军的情况,而且还应该熟悉此前发生的事件。他必须了解元帅们和将军们的情况,研究海军和陆军的组织及其在海上和陆上的战略简况,甚至不应该忽略战舰和大炮的设计性能,他必须了解各个现代国家的形成以及它们之间逐渐产生的对立状态,把这种情况和各种政党之间微不足道但又不可避免的冲突以及各种政治力量和政治人物之间的相互作用联系起来。

——Winston Churchill,《世界危机》(*The World Crisis*)

关于这个领域的论题很广泛:包括从路由器或交换机上如何在队列中处理一个分组或信元这样的细节,到为某一给定类型的通信量预留网络资源的通用技术;从对于一个数据流特性的定义,到为减少网络负担而采用的压缩数据的方法。翻阅一下目录表,可以看到本书共21章,所处理的就是这些论题及其相关论题。

我们的研究主题是如何在支持高速数据率的网络上传送大量有不同服务质量要求的通信量。我们研究相关设计问题的两个平台是基于IP的互联网和ATM网络^①。

无论是互联网领域还是ATM网络领域都正在发生急剧的变化。就互联网而言,其承载的通信总量最近几年有了巨大的增长,同时通信量成分也已经由以前的数据业务扩展到包括多媒体与实时业务的综合通信量。就ATM而言,其内在的高数据率特性不仅吸引了话音和活动图像通信量,而且也吸引了越来越多的基于TCP/IP的突发数据通信量。对于有关专业技术人员来说,这种迅速的前所未有的变化在协议、拥塞控制和通信量特征分析与管理等方面都提出了许多有趣的设计问题。本书就是为上述技术人员而写的。

另一方面,企业信息系统主管或最终用户则关心的是网络能否满足各种应用的需求。虽然这不是一本供管理人员使用的书,更不是为最终用户而写的书,我们却可以通过简短地评述用户需求来说明应用对于高速网络及其通信量管理的要求。本章就是用来讨论用户需求的。

本章首先回顾基于IP的互联网和ATM网络的发展趋势。然后我们讨论促进保证QoS的高速、高容量网络的出现和发展的主要因素。接着介绍基于IP的互联网和ATM网络所提供的服务种类。在这些一般性的叙述之后,本章最后将对全书的其余各章进行简要介绍。

本章后面的附录列出了对于读者和教师可能有用的基于因特网和基于万维网的各种资源。

1.1 联网简史

最近几年基于IP的互联网及ATM网络领域都出现了许多新的协议和技术。第1.2节中将对此

^① 我们用“基于IP的互联网”这一术语称呼任一由使用互联网协议(IP, Internet Protocol)的路由器连接并用传输控制协议/互联网协议(TCP/IP, Transmission Control Protocol/Internet Protocol)协议族承载通信量的网络。ATM网络则使用ATM及相关协议。