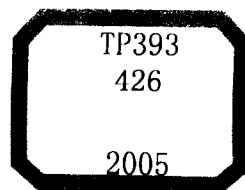


高等学校计算机网络工程专业规划教材

计算机网络技术导论

王宣政 谢晓燕 赵婧如 编著

西安电子科技大学出版社
[http:// www.xduph. com](http://www.xduph.com)



高等学校计算机网络工程专业规划教材

计算机网络技术导论

王宣政 谢晓燕 赵婧如 编著

西安电子科技大学出版社

2005

内 容 简 介

本书重点介绍了计算机网络的基础知识,并详细讨论了计算机网络的实际应用及操作技术。

全书共分7章。第1章主要介绍了计算机网络的基本概念;第2章对常用的网络传输介质及其连接方法进行了详细的描述;第3、4章简单介绍了实际网络架构中经常用到的网络硬件和网络协议,并对硬件的安装、协议的配置和使用进行了详细的描述;第5章重点介绍了网络故障排除的一般方法,特别介绍了简单的网络故障检测和维护工具的使用方法;最后,在第6、7章详细介绍了目前比较流行的 Internet 接入方法和常用的 Internet 服务。各章均附有习题,供参考使用。

本书以目前常用的网络技术为主,以实际操作作为着眼点,因此非常适合作为计算机网络专业本、专科的计算机网络基础课教材使用,也适合作为其他相关专业的计算机网络课程教材使用。

★ 本书配有电子教案,有需要的老师可与出版社联系,免费提供。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络技术导论 / 王宣政等编著. —西安:西安电子科技大学出版社, 2005.8

高等学校计算机网络工程专业规划教材

ISBN 7-5606-1561-9

I. 计… II. 王… III. 计算机网络—高等学校—教材 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 080227 号

策 划 云立实 臧延新

责任编辑 张晓燕

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

http://www.xduph.com E-mail: xdupfb@pub.xaonline.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西宏业印务有限责任公司

版 次 2005年8月第1版 2005年8月第1次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印张 13

字 数 301千字

印 数 1~4 000册

定 价 16.00元

ISBN 7-5606-1561-9/TP·0839

XDUP 1852001-1

如有印装问题可调换

本社图书封面为激光防伪覆膜,谨防盗版。

出版说明

计算机技术和通信技术的结合形成的全球互联网络已经把人类社会带入了以互联网为中心的信息化时代。目前网络技术日新月异,网络已成为承载信息经济运转的高效平台,但是我国的网络工程专业人才还很缺乏,与IT产业的飞速发展很不适应,不能满足社会各行各业对网络专业人才的需求,因此培养具有计算机技术和网络技术方面的理论基础,具备系统工程和综合能力,能够从事网络规划、网络工程设计、网络维护和管理、网络安全防护等工作的专业技术人才成为当务之急。许多高校看到了这一趋势,纷纷开设了网络工程专业,但是缺乏能够满足当前教学要求的系列教材。为此,西安电子科技大学出版社聘请了西安交通大学、华南理工大学、西安电子科技大学、西安理工大学、山东科技大学、空军工程大学、杭州电子科技大学、西安邮电学院、成都信息工程学院等九所高校长期在教学科研第一线的专家教授,组成了高等院校计算机网络工程专业教材编审专家委员会,对网络工程专业的教学计划和课程大纲进行了反复研究、充分讨论,通过招标方式筛选并确定了系列书的主编院校及作者,争取在一年的时间里出版并推出整套教材。

由于网络工程专业是各高校新开办的专业,各高校的课程设置和教学要求不尽相同,因此这套教材尽可能系统地覆盖了网络工程专业的主要课程和相关知识,反映网络技术的最新进展和研究成果,在介绍基本理论和基本方法的基础上,特别突出工程实践的重要性和内容的新颖性,重点培养学生从事实际工程的研发能力。在写作风格上,本套教材力求逻辑严谨,语言明快,形式活泼,可读性强。本套教材的作者都是长期从事网络教学的骨干教师,他们较高的学术水平和丰富的教材编写经验是这套丛书顺利出版的保障,在此向他们表示衷心的感谢。

这套经过精心策划和组织的系列教材的出版,不仅是对网络工程专业教学改革的有益探索,而且也积极推动了该专业的教材建设,我们将听取来自各方面的建议,通过不断的改进,使这套教材能够得到各院校的认可并更趋完善。

系列教材编委会

2005年2月

前 言

网络技术飞速发展，许多人都在学习和使用网络。但是，计算机网络相关知识的学习是一个循序渐进的过程，真正掌握网络知识需要不断地学习和积累。而且，并不是所有学习网络知识的人都打算成为网络方面的专家，有些人只希望了解网络，并且学会使用网络。

本书力图抛开计算机网络的理论知识，以实际操作应用为立足点，主要介绍网络的操作和使用。本书第 1 章介绍计算机网络的基本概念和基础知识；第 2 章介绍网络传输介质(包括同轴电缆、双绞线、光纤等)及其连接方法；第 3 章介绍网络硬件(包括网卡、HUB、交换机、路由器、调制解调器等)及其使用；第 4 章介绍网络协议，包括 NetBEUI、IPX/SPX、TCP/IP，重点介绍了 TCP/IP 协议及其配置，并简单介绍了常用的网络操作系统；第 5 章介绍了网络故障检测工具及检测和排除故障的基本方法；第 6 章介绍了 Internet 接入方法，包括电话拨号、ADSL、代理服务器、NAT 等；第 7 章介绍了主要的网络服务，包括 DNS、WWW、FTP、E-mail 等。

本书由王宣政、谢晓燕、赵婧如三人共同编写。其中，赵婧如编写第 1、2、3 章；谢晓燕编写第 6、7 章；王宣政编写第 4、5 章，并对全书进行了初审。此外，马素刚在本书的编写过程中也作了很多工作，在此表示衷心的感谢。

由于时间仓促，加上编者水平有限，书中如有不妥和错误之处，敬请广大读者不吝赐教。

编 者

2005.7

目 录

第 1 章 计算机网络概述	1
1.1 计算机网络的产生与发展.....	1
1.1.1 计算机网络的诞生.....	1
1.1.2 ARPANet 和分组交换.....	2
1.1.3 网络体系结构的标准化.....	3
1.1.4 Internet 时代.....	4
1.2 计算机网络的定义与组成.....	5
1.2.1 计算机网络的定义.....	5
1.2.2 计算机网络的组成.....	5
1.3 计算机网络的体系结构.....	6
1.3.1 OSI 参考模型.....	6
1.3.2 TCP/IP 参考模型.....	7
1.4 计算机网络分类.....	8
1.4.1 按拓扑结构分类.....	8
1.4.2 按地理范围分类.....	11
习题.....	13
第 2 章 网络传输介质	14
2.1 双绞线.....	14
2.1.1 双绞线的结构.....	14
2.1.2 双绞线的分类与规格型号.....	15
2.1.3 双绞线的识别.....	17
2.1.4 RJ-45 插头与插槽.....	18
2.1.5 双绞线的制作与简单测试.....	19
2.2 同轴电缆.....	23
2.2.1 同轴电缆的结构.....	23
2.2.2 同轴电缆的分类.....	23
2.2.3 使用基带同轴电缆的网络连接.....	24
2.3 光纤.....	29
2.3.1 光纤的结构与工作原理.....	29
2.3.2 光纤的分类与特点.....	29
2.3.3 光纤网络的组件简介.....	30

2.4 无线传输	32
2.4.1 电磁波谱	33
2.4.2 红外线和激光	34
2.4.3 无线电传输	34
习题	35
第3章 网络硬件	36
3.1 网络接口卡	36
3.1.1 网卡的组成和功能	36
3.1.2 网卡的类型	37
3.1.3 网卡的安装与配置	40
3.2 集线器	47
3.2.1 集线器概述	47
3.2.2 集线器的分类	48
3.2.3 集线器的连接	50
3.3 交换机	52
3.3.1 交换机概述	52
3.3.2 交换机的分类	52
3.3.3 交换机的级联与堆叠	54
3.4 路由器	57
3.4.1 路由器概述	57
3.4.2 路由器的分类	58
3.4.3 路由器的端口与连接	60
3.5 调制解调器	63
3.5.1 调制解调器概述	63
3.5.2 传统调制解调器	64
3.5.3 ADSL 调制解调器	67
3.5.4 电缆调制解调器	71
习题	76
第4章 网络通信协议	77
4.1 NetBEUI 与 IPX/SPX 简介	77
4.1.1 NetBEUI 协议介绍	77
4.1.2 IPX/SPX 协议介绍	78
4.2 TCP/IP 协议	78
4.2.1 IP 协议与 IP 地址	79
4.2.2 TCP 与 UDP 协议	85
4.3 协议的安装	86
4.3.1 Windows 98 下协议的安装	87

4.3.2	Windows 2000 下协议的安装.....	92
4.3.3	DHCP 及动态 IP 地址分配.....	95
4.4	网络操作系统.....	100
4.4.1	网络操作系统的分类.....	101
4.4.2	典型网络操作系统.....	101
	习题.....	104
第 5 章	网络检测及网络维护.....	105
5.1	网络故障的分类.....	105
5.2	网络故障检测及排除的基本过程.....	105
5.3	常用网络检测命令及使用.....	106
5.4	常用检测工具及使用.....	112
5.4.1	网络测试仪.....	112
5.4.2	Windows 2000 网络监视器.....	114
5.5	局域网环境计算机网络故障检测和维护.....	116
	习题.....	121
第 6 章	Internet 接入.....	122
6.1	接入技术概述.....	122
6.2	拨号接入.....	126
6.2.1	传统 Modem 拨号接入.....	126
6.2.2	ADSL 接入.....	136
6.3	代理接入.....	141
6.3.1	代理技术概述.....	141
6.3.2	代理的工作过程.....	142
6.3.3	代理接入.....	142
6.4	网络地址转换.....	147
6.4.1	因特网专用地址.....	147
6.4.2	网络地址转换的工作原理.....	147
6.4.3	Windows 2000 中 NAT 的配置.....	149
	习题.....	152
第 7 章	Internet 服务.....	154
7.1	Internet 服务概述.....	154
7.2	DNS 域名服务.....	155
7.2.1	DNS 概述.....	155
7.2.2	因特网的域名空间.....	156
7.2.3	域名解析过程.....	158
7.3	万维网 WWW.....	160

7.3.1 WWW 概述.....	160
7.3.2 超文本与超媒体.....	161
7.3.3 统一资源定位器(URL).....	163
7.3.4 WWW 的工作过程.....	164
7.3.5 超文本标记语言(HTML).....	165
7.3.6 IE 浏览器的配置与使用.....	170
7.4 电子邮件服务.....	176
7.4.1 概述.....	176
7.4.2 邮件系统的工作过程.....	177
7.4.3 电子邮件地址.....	178
7.4.4 电子邮件的信息格式.....	178
7.4.5 Outlook Express 的配置与使用.....	179
7.5 文件传输服务.....	190
7.5.1 概述.....	190
7.5.2 FTP 客户软件 CuteFTP.....	193
7.5.3 FTP 命令解释器.....	195
习题.....	198

第1章

计算机网络概述

1.1 计算机网络的产生与发展

计算机网络是计算机技术和通信技术紧密结合的产物。计算机网络的发展大致可以划分为四个阶段：面向终端的计算机联机阶段，以分组交换网为中心的计算机网络阶段，网络体系结构的标准化阶段以及 Internet 阶段。

1.1.1 计算机网络的诞生

1946年世界上第一台电子数字计算机 ENIAC 在美国诞生，这时的计算机技术与通信技术没有直接的联系，是独立发展的两个领域。20世纪50年代初，由于美国军方的需要，美国半自动地面防空系统(SAGE)进行了计算机技术和通信技术相结合的尝试。它将远程雷达与其他测量设施测到的信息通过总长度达 2.41×10^6 km 的通信线路与一台 IBM 计算机连接，进行集中的防空信息处理与控制。通过计算机技术和通信技术的结合，可以将地理位置分散的多个终端通过通信线路连接到中心计算机。

计算机技术和通信技术的结合需要解决这样一个问题：早期的计算机是为成批处理数据而设计的，并没有考虑其通信功能，如何将计算机与通信线缆连接起来呢？

这个问题可以通过增加一个接口元件——线路控制器来解决。线路控制器的主要功能是将计算机中数据的并行传输方式转换为通信线路上的串行传输方式。但是，线路控制器并不承担所有通信任务，在发送和接收数据时，通信事务的处理是由计算机来完成的，这就给计算机带来了额外的负担，影响了计算机的数据处理能力。为了减轻计算机的负担，节省开销，人们又设计了前端处理机(FEP)来代替线路控制器。FEP 类似于现在的网卡，它除了提供通信接口外，几乎包揽了所有的通信任务，让计算机可以专门进行数据处理，从而显著提高了计算机数据处理的效率。

由于当时公用电话网已发展成熟而且是那时主要的通信资源，因而人们利用它来实现计算机之间的数据通信。但是公用电话网是模拟传输系统，而计算机产生的是数字信号，因此还需要完成数字信号与模拟信号之间的相互转换，这一功能由调制解调器来实现。

这一阶段完成了计算机与通信线路的连接，实现了计算机与远程终端的通信，可以用图 1.1 来表示该阶段的网络模型。图中的主机表示计算机网络中可以进行通信的计算机；集水器用来将多条低速线路上的通信量汇集到一条高速线路中，一般在终端密集的地方使用；各低速终端通过调制解调器及高速线路与远程中心计算机的前端处理机相连。这种连接方

式节约了线路的投资，提高了线路的利用率，而且省去了给每个终端安装调制解调器的开销。但是，这并不是真正意义上的计算机网络，而是一个面向终端的计算机联机系统。

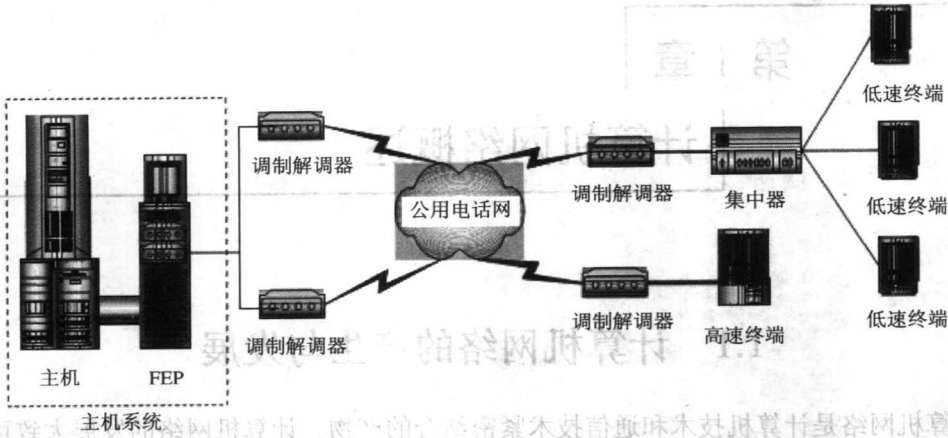


图 1.1 面向终端的计算机联机系统

1.1.2 ARPANet 和分组交换

面向终端的以单个计算机为中心的远程联机系统实现了计算机与大量地理位置分散的终端之间的连接。随着计算机应用的发展，出现了在计算机与计算机之间建立连接的需求，这种需求旨在使用户不仅可以使本地计算机的软硬件资源和数据资源，也可以使用其他计算机上的资源，即达到计算机资源共享的目的。

要实现计算机与计算机之间的互连，需要解决的一个问题是采用怎样的数据交换方式。这里所说的交换，是指按照某种方式动态地分配传输线路的资源。

与联机系统一样，可以考虑直接将公用电话系统中的电路交换方式应用于计算机之间的数据交换。电路交换的特点是用户拨号呼叫对方，呼叫成功就意味着双方之间建立了一条连接，通话过程中双方始终占有这条连接，通话结束即语音数据传输完毕后，用户挂机便释放了先前建立的连接。而计算机之间通信的过程与此不同，一个计算机用户并不确定何时要发送一批数据到另一台计算机，而数据的多少也是不确定的，因此，计算机的数据往往是间歇性的、突发性的。而且，计算机绝大部分的时间是在进行数据处理，通信事务的处理所占时间比例甚微，比如用户在本地编辑处理一个文件用了 20 分钟，而发送文件可能只需三四秒钟。如果使用电路交换来传送计算机数据，连接建立后，由于链路的利用率较低而白白浪费了所占用的带宽。如果改为只在每次发起通信前建立连接，也会因频繁地建立和断开连接而引入大量的时延开销。另外，电路交换也无法适应不同类型计算机系统之间的差异。因此，电路交换并不适合直接用于计算机之间的数据交换，必须寻找新的适合于计算机通信的数据交换技术。

20 世纪 60 年代初，美国国防部高级研究计划局 DARPA(Defence Advanced Research Projects Agency)提出将多个大学、研究机构中的多台计算机互连的课题，希望在战争中，当网络中的部分通信节点或通信线路遭到攻击而被损坏时，网络依然可以正常工作，并希望网络能够满足实时数据传输的各种应用需求。1969 年底，实验性的 ARPANet 开通，当时 ARPANet 选择了洛杉矶的加州大学洛杉矶分校、加州大学圣巴巴拉分校、斯坦福大学、犹

他州大学四所大学的四台不同型号、使用不同操作系统和不同数据格式的大型计算机，采用新的数据交换技术——分组交换，通过专门的接口报文处理机(IMP)和专门的通信线路实现了这四台计算机的互连。

采用分组交换技术，计算机在发送前要将某种应用产生的数据(比如一封邮件、一张图片等)划分成更小的单位，并附加控制信息，构成“分组”，然后将这些分组直接发送到网络中。分组交换不需要建立连接，采用存储转发策略，即网络中的转发节点收到一个分组后会将分组存储下来，分析处理以后再转发出去。因此，同一个计算机发出的不同分组在网络中所经历的路径也可能不同。这一特点使分组交换能很好地适用于战争这样的恶劣环境，因为电路交换一大缺陷就是一旦建立的连接中的某个节点遭到破坏，整个连接就不能再使用了，只能重新建立新的连接；而分组交换中，每个分组是一个独立的单元，中转节点为每个到达的分组独立地选择路由，然后转发。这种方式是动态的，具有很大的灵活性。这一阶段完成了计算机与计算机的连接，实现了以分组交换网为中心的计算机网络，如图 1.2 所示。在计算机网络中，通常将通信处理机称为通信节点。

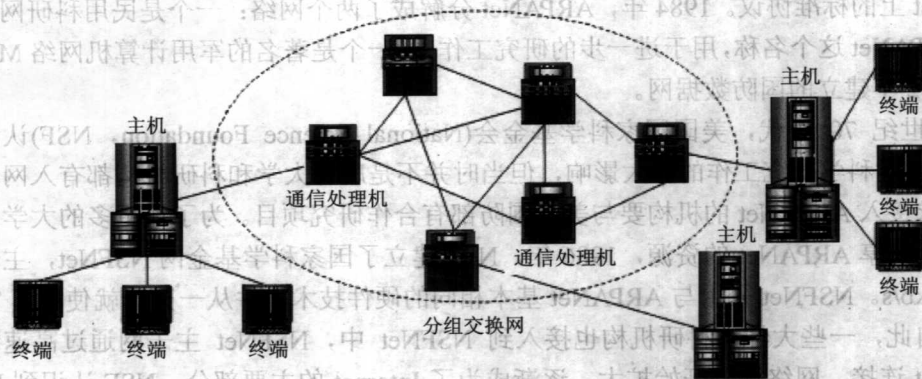


图 1.2 以分组交换网为中心的计算机网络

1.1.3 网络体系结构的标准化

在 20 世纪 80 年代早期，网络的大小和数量开始迅速增长。随着各大公司认识到通过使用网络技术可以节省资金和提高生产效率，新网络的增加和现有网络的扩展几乎和新的网络技术、产品出现的速度同样快。社会的发展迫使符合不同规范的计算机网络通过互联来满足不同网络的用户相互交换信息的需求。而各大公司开始感受到扩展网络所带来的困难，因为两个具有不同体系结构、使用不同设备规范的网络，其相互之间的兼容性和互操作性较差，这使得两个网络间的互联很难实现。于是，各大公司意识到必须摒弃先前的专用网络系统，因为专用意味着一个公司或者一些公司组成的团体控制着对技术的使用和改进，专用网络系统由个别公司自己研发、拥有和控制，并不被所有供应商所支持。

为了解决不同网络系统之间互不兼容和不能相互通信的问题，国际标准化组织(International Organization for Standardization, ISO)成立了专门机构，研究了不同的网络方案，如 IBM 公司研制的系统网络体系结构(Systems Network Architecture, SNA)、数字设备公司(Digital Equipment Corporation, DEC)推出的基于数字网络体系结构(Digital Network Architecture, DNA)的分层网络体系结构 DECNet 等。基于这些研究，ISO 于 1984 年提出了

著名的开放系统互连参考模型 OSI/RM(Open System Interconnection Reference Model), 简称为 OSI 模型。只要遵循 OSI 模型标准, 任何系统都可以实现互联, 进行通信。

1.1.4 Internet 时代

Internet 的起源可以追溯到 ARPANet 时期。20 世纪 70 年代, 随着 ARPANet 中网络节点的不断增加, ARPANet 最初开发的 NCP(Network Control Protocol)协议(这是一个主机到主机间的通信协议)只适用于单个网络, 它无法解决网络的互联问题, 而且该协议没有真正的差错控制机制, 这在当时质量较差的通信环境中引发了不少问题。因此, 人们迫切需要有一套可以解决这些问题的新的网络协议。1975 年, ARPANet 发展到几十个节点, 并移交美国国防部的国防通信局试运行。其间, 在总结前一阶段实验经验的基础上, ARPANet 开始了第二代网络协议的设计工作。1982 年, 第一次提出了关于互联网络的定义, 将“internet”定义为互联网; “Internet”则是通过 TCP/IP 协议连接起来的“internet”。1983 年 1 月 1 日起, TCP/IP 协议(Transmission Control Protocol/Internet Protocol, 传输控制协议/网际协议)成为了 ARPANet 上的标准协议。1984 年, ARPANet 分解成了两个网络: 一个是民用科研网, 仍然沿用 ARPANet 这个名称, 用于进一步的研究工作; 另一个是著名的军用计算机网络 MILNet, 并入 1982 年建立的国防数据网。

20 世纪 70 年代, 美国国家科学基金会(National Science Foundation, NSF)认识到了 ARPANet 对科学研究工作的重大影响, 但当时并不是所有大学和科研机构都有入网机会, 一般要求接入 ARPANet 的机构要与美国国防部有合作研究项目。为了让更多的大学和科研机构可以共享 ARPANet 的资源, 1986 年, NSF 建立了国家科学基金网 NSFNet, 主干网速率为 56 kb/s。NSFNet 采用与 ARPANet 基本相同的硬件技术, 并从一开始就使用了 TCP/IP 协议。自此, 一些大学和科研机构也接入到 NSFNet 中, NSFNet 主干网通过高速链路 with ARPANet 连接, 网络规模开始扩大, 逐渐成为了 Internet 的主要部分。NSF 认识到 Internet 要继续扩大其范围, 而且不会仅限于大学和科研机构。1987 年, NSF 将 NSFNet 主干网的管理权移交给 Merit 网络公司, 后来 Merit 公司与 IBM 公司和 MCI 公司联合成立了美国高级网络服务公司 ANS, 所有接入 Internet 的单位开始向网络服务公司交纳费用。1988 年, NSFNet 主干网速率升级到 T1(1.544 Mb/s)。自 NSFNet 建成以后, 其他国家和地区陆续与 NSFNet 主干网建立连接, 我国于 1994 年通过与 NSFNet 主干网的连接正式连入 Internet。1995 年, NSFNet 恢复成为学术网络, 美国大部分的主干网业务由互联的网络服务提供商办理。任何个人和单位用户只要向 Internet 服务供应商(ISP)交纳费用, 便可以通过该 ISP 接入 Internet。

随着商业网络和大量商业公司进入 Internet, 网上商业应用取得高速发展, 同时也使 Internet 能为用户提供更多的服务, Internet 迅速普及和发展起来。现在, Internet 已经向多元化发展, 不仅仅单纯为科研服务, 正逐步进入到日常生活的各个领域, 使 Internet 在规模和结构上都已经发展成为一个名副其实的“全球互联网”。

1996 年, 美国政府发布了一项称为 NGI(Next-Generation Internet)的下一代 Internet 战略计划, 这项战略计划的目标主要集中于三个方面:

(1) 以百倍于 1996 年 Internet 的速率将至少 100 所大学与国家实验室连接在一起, 其中少部分团体的连接速率将达到当时 Internet 速率的千倍左右。

(2) 推进基于下一代网络协作技术的发展,包括诸如高质量视频会议及语音与视频等流媒体的应用。

(3) 提出着眼于科研、国家安全、远程教育、环境监测及全民卫生保健等国家重要战略目标与任务的示范性新型应用。

NGI 提出的需求主要依托于以下几个方面:全光纤网络,更快速的交换机、路由器,能够实现针对特定实时应用的带宽保留及优先级定义,能够更好地实现网络性能监测,减少瓶颈的软件系统,可以实现更可靠、更安全的信息传输的途径。IPv6 作为一种新型的网络层协议,将成为下一代互联网(NGI)中的重要协议。部分国外电信运营商已经建立了 IPv6 网络,并开始提供接入服务。我国也在 2003 年启动了中国的下一代互联网(CNGI)工程,以促进 NGI 在中国的普及与发展。

1.2 计算机网络的定义与组成

1.2.1 计算机网络的定义

关于计算机网络的定义,最简单的描述是互相连接在一起的、有自治能力的多个计算机系统的集合。计算机网络的基本特征主要表现在以下几个方面:

(1) 计算机网络是一个互连的计算机系统的群体。这些计算机在地理上是分散分布的,可能在一个房间内、一个公司的楼群里,也可能在一个或几个城市里,其分布范围甚至跨越国界乃至全球。

(2) 这些计算机是自治的,即连入网络的计算机可以在网络协议的控制下协同工作,但其自身可以不依赖于网络中的其他计算机而独立工作。

(3) 计算机系统的互连通过通信介质和通信设备来实现。

(4) 系统通过通信设施进行信息交换,实现资源共享、互操作和协作处理,以满足各种应用要求,这需要一种机制来支持网络中异构计算机系统之间的通信。

综上所述,计算机网络可以定义为:把分布在不同地理位置的计算机系统,通过通信系统连接起来,在协议的支持下,实现资源共享和相互通信。

1.2.2 计算机网络的组成

从系统功能角度来看,一个计算机网络包含三个主要组成部分:资源子网、通信子网和一系列网络协议。

(1) 资源子网由用户主机、用户终端、外部设备、各种软件资源和信息资源组成。其中用户主机可以是各种类型的计算机,如大型机、中型机、小型机、工作站或微机;用户终端可以是简单的输入/输出设备,也可以是具有存储和信息处理能力的智能终端。用户主机通过通信介质和通信设备与通信子网连接。用户终端通常通过用户主机连入网络。用户主机可以为本地用户访问网络中的其他主机提供服务,同时也可以为网络中的远程用户访问该主机的本地资源提供服务。

(2) 通信子网由一些专用的通信控制处理机和连接它们的通信线路组成,完成网络数据传输任务。通信控制处理机被称为网络节点,往往指交换机、路由器等设备,通常扮演中

转站的角色，主要负责接收、存储、校验和转发网络中的数据包。

(3) 网络协议是通信双方通过网络进行通信和数据交换时必须遵循的规则、标准或约定。这些网络协议用于控制主机与主机、主机与通信子网或通信子网中各节点之间的通信。

1.3 计算机网络的体系结构

计算机网络通信的全过程是一个十分复杂的过程，涉及到太多的技术问题。如果把计算机网络看作一个整体来研究，那么理解它的处理过程会感到非常困难。为了将庞大而复杂的问题转化为许多易于研究和处理的局部问题，计算机网络研究中采用了层次结构，即把整个网络通信划分为一系列的层，每一层负责网络通信的一个特定部分，完成相对独立的功能，每个分层只与它的上、下层相互联系。计算机网络的各层及其规范的集合就构成了网络体系结构。早在最初的 ARPANet 设计过程中，就采用了分层的网络体系结构。

1.3.1 OSI 参考模型

在计算机网络体系结构的国际化阶段，ISO 推出的 OSI 参考模型就采用了七层结构，如图 1.3 所示。OSI 参考模型对每一层都规定了其功能、要求、技术特性等，但没有规定具体的实现方法。网络开发者可以根据这个标准开发网络系统，制定网络协议；网络用户可以用这个标准来考察网络系统，分析网络协议。事实上，没有哪个产品完全实现了 OSI 参考模型，但是该模型是目前帮助人们认识和理解计算机网络通信过程的最好工具。

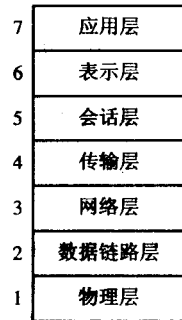


图 1.3 OSI 参考模型

1. 物理层(Physical Layer)

物理层是整个 OSI 参考模型的最底层，它为激活、维持和释放系统间的物理连接定义了物理接口的机械、电气、规程和功能特性，其作用是使原始的数据比特流能在物理介质上传输，具体涉及到接插件的规格，“0”、“1”信号的电平表示，信号的收发及收发过程的协调等内容。

2. 数据链路层(Data Link Layer)

在数据链路层，比特流被组织成数据链路协议数据单元(通常称为帧)，并以帧为单位进行传输。帧中包含地址、控制、数据及校验码等信息。数据链路层的主要作用是通过校验、确认和重发等手段，将不可靠的物理链路改造成对网络层来说无差错的数据链路，在相邻点之间实现无差错的传输。数据链路层还要协调收发双方的数据传输速率，即进行流量控制，以防止接收方因来不及处理发送方来的高速数据而导致缓冲器溢出及线路阻塞。

3. 网络层(Network Layer)

网络层属于 OSI 中较复杂的层次，用于解决如何将数据包从发送方传输到接收方这一问题，其主要功能是路径选择，即选择到达目标主机的最佳路径，并沿该路径传送数据包。网络层的功能可能还包括建立和拆除网络连接、网络连接多路复用、分段和重组、服务选择等。

4. 传输层(Transport Layer)

传输层向高层屏蔽了底层的传输细节，利用差错控制、流量控制和拥塞控制来提供可靠的端到端的数据传输。

5. 会话层(Session Layer)

会话层建立、管理和终止两个通信主机之间的会话。会话可能是一个用户通过网络登录到一个主机，或一个正在建立的用于传输文件的会话。会话层的功能主要有：会话连接到传输连接的映射、数据传输、会话连接的恢复和释放、会话管理等。

6. 表示层(Presentation Layer)

表示层提供格式化的表示和转换数据服务。表示层确保一个系统的应用层发送的信息能够被另一个系统的应用层正确读取。如果通信双方用不同的数据表示方法，则不能互相理解，而表示层被用于屏蔽这种不同之处。表示层的功能主要有：数据语法转换、语法表示、表示连接管理、数据加密和数据压缩。

7. 应用层(Application Layer)

应用层是 OSI 参考模型中最靠近用户的层次，提供网络与用户应用软件之间的接口服务。应用层包含用户应用程序执行通信任务所需要的协议和功能。

1.3.2 TCP/IP 参考模型

1983年，ARPANet 的实验人员规定连入 ARPANet 的计算机都必须采用 TCP/IP 协议。随着 ARPANet 逐渐发展成为 Internet, TCP/IP 系列协议成为了建立 Internet 架构的技术基础。TCP/IP 虽不是国际标准，但它是为全世界广大用户和厂商所接受的网络互联的事实标准。

TCP/IP 是一组通信协议的代名词，是由一系列协议组成的协议簇。TCP/IP 参考模型是一个为 TCP/IP 协议栈量身制作的抽象的分层模型，在这个模型中，所有的 TCP/IP 系列网络协议都被归类到四个层次中，这四个层次分别是应用层(Application Layer)、传输层(Transport Layer)、网际层(Internet Layer)和网络接口层(Network Interface Layer)。图 1.4 所示是 TCP/IP 参考模型与 OSI 参考模型比较。

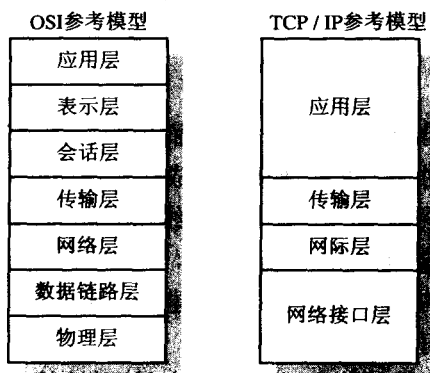


图 1.4 TCP/IP 参考模型与 OSI 参考模型比较

从图 1.4 中可以看到, TCP/IP 参考模型中的网络接口层虽与 OSI 的物理层和数据链路层对应, 但 TCP/IP 并没有定义任何物理层和数据链路层协议, 它允许底层使用任何标准协议或专用协议, 只要这些协议支持 TCP/IP, 这使得 TCP/IP 几乎能适应所有软硬件平台。一个支持 TCP/IP 的网络可以是局域网、城域网或者广域网, 如 Ethernet (以太网)、Token Ring (令牌环)网、FDDI (光线分布数据接口)网、PPP (点对点协议)网、X.25 网、FR(帧中继)网, ATM 网、SONet 及 SDH 网等。

如图 1.5 所示, 在网际层, TCP/IP 参考模型规定了网际协议 IP(Internet Protocol); 在传输层, TCP/IP 参考模型定义了两大协议: 传输控制协议(Transmission Control Protocol, TCP)和用户数据报协议(User Datagram Protocol, UDP); 在应用层, TCP/IP 参考模型定义了非常丰富的协议, 对应于各种各样的网络应用都有相应的网络协议支持, 如 Web 应用使用的 HTTP 协议、电子邮件应用使用的 SMTP 协议等。

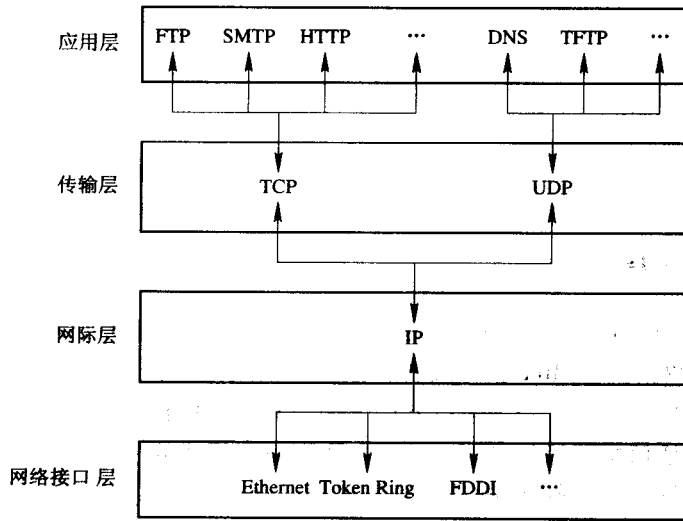


图 1.5 TCP/IP 协议栈

1.4 计算机网络分类

1.4.1 按拓扑结构分类

拓扑学是几何学的一个分支, 是从图论演变而来的。拓扑学把研究对象抽象成与其大小、形状无关的点, 将研究对象之间的连接抽象成线, 进而研究各点之间的关系。

计算机网络拓扑是通过网络中的节点与通信线路之间的几何关系来表示网络结构的, 它反映出网络中各实体间的结构关系。换句话说, 网络拓扑描述了通信线路和网络设备的布局及数据传输时可以通过的路径。拓扑设计是建设计算机网络的第一步, 它对网络性能、系统的可靠性与通信费用都有重大影响。

各种网络设备需要以一定的结构方式进行连接, 这种连接方式就叫做“网络拓扑结构”。网络拓扑结构通常包括总线型、星型、环型、网状等结构形式。以下在讨论拓扑结构时, 将接入网络的设备称为节点, 节点间的通信线路称为链路。