

网络原理与 网络工程

陈学斌 主编

WANGLUO
YUANLI
YU
WANGLUO
GONGCHENG

冶金工业出版社

网络原理与网络工程

主 编 陈学斌

副主编 闫红灿 张淑芬 刘保相

黄伟萌 金殿川

主 审 郭景峰

北 京

冶金工业出版社

2003

内 容 简 介

本书全面讲述了计算机网络建设与管理的基本原理和应用技术。全书内容涉及计算机网络通信原理、网络体系结构、局域网、广域网、Internet 以及网络规划、设计、综合布线及网络安全等技术。

本书可作为高等院校相关专业本科生和研究生计算机网络课程的教学用书,也可供网络建设与管理人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

网络原理与网络工程/陈学斌主编. —北京:冶金工业出版社,2003.9

ISBN 7-5024-3360-0

I. 网… II. 陈… III. 计算机网络 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 080179 号

出版人 曹胜利(北京沙滩嵩祝院北巷 39 号,邮编 100009)

责任编辑 程志宏 美术编辑 李 心 责任校对 符燕蓉 责任印制 李玉山

北京兴顺印刷厂印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销

2003 年 9 月第 1 版,2003 年 9 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16;19.75 印张;472 千字;304 页;1-2000 册

35.00 元

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893

冶金书店 地址:北京东四西大街 46 号(100711) 电话:(010)65289081

(本社图书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

前

言

计算机网络是计算机技术和通信技术紧密结合的产物,它涉及到通信技术与计算机两个领域。它的诞生使计算机体系结构发生了巨大的变化,在当今经济社会中起着非常重要的作用,为人类社会的进步做出了巨大贡献。从某种意义上讲,计算机网络的发展水平不仅反映了一个国家的计算机科学和通信技术的水平,而且也已经成为衡量其国力及现代化程度的重要标志之一。

随着我国各行业信息化的发展,对计算机网络建设和管理人才的需求迅速增加。计算机网络的建设和管理内容复杂,头绪繁多,因此要求相应的网络建设和管理人员必须具备一定的专业素质和实践经验。要成为一名合格的网络工程师,不仅需要全面掌握计算机专业技术,而且还需要掌握网络规划设计、综合布线、机房建设、网络主干系统构建及网络操作系统安装与配置等各方面的知识,熟悉各种网络设备的性能和特点,并了解各种规范和要求。

编者在多年网络教学和组网实践中感觉到,计算机网络技术发展之迅速,新技术、新标准的不断推出,使得人们熟悉的一些网络知识和教材很难适应网络的快速发展,迫切需要一本反映当前技术状况、理论与实践相结合的计算机网络教材。因此,编者依据多年网络教学和网络建设的经验,在阅读了大量的国内外网络技术文献及与一些网络专家、教授进行了系统讨论的基础上,征求了计算机专业和非计算机专业各类学院师生的意见,最终完成了本书的编写工作。

本书力求充分反映当前计算机网络建设发展的现状,注意从实际操作出发,从必须了解的概念和基本知识入手,为网络教学、网络规划、网络建设等人员提供需要掌握的基本知识,提示应该考虑的各方面问题,并且结合实例给出实际操作步骤,因此,本书具有很强的指导作用。

全书内容共10章,第1章介绍计算机网络的基本概念,第

2章介绍计算机网络通信原理知识,第3章介绍计算机网络体系结构,第4~6章分别介绍局域网、广域网和因特网技术,第7章介绍常用网络操作系统特点及性能,第8章介绍计算机网络规划和设计的基本内容,第9、10两章介绍计算机网络管理和网络安全的基本知识。

本书第1、2、4、6、10章由张淑芬执笔,第3、5、9章由阎红灿执笔,第7、8章由陈学斌执笔。在本书的编写过程中,编者参考了大量来自各个方面计算机网络建设和管理的最新资料,并得到了刘保相同志的热情帮助,编者对上述文献作者和为本书做出贡献的同志在此一并致谢。

本书可作为高等院校计算机网络课程的教学用书,也可以供从事网络建设和管理人员参考。

由于计算机网络技术发展迅速,编者所掌握的信息不过是沧海一粟,限于水平,书中难免有不当之处,恳请读者与有关专家不吝赐教。

编 者

2003年7月

本社计算机书目

发行号	书 号	书 名	册/包	定 价
F3287	2649-3	Photoshop 6.0 标准教程——计算机自学丛书	8	34.80
F3350	2700-7	Flash 5 动画制作标准教程——计算机自学丛书	9	24.80
F3417	2751-1	Dreamweaver 4.0 网页制作标准教程——计算机自学丛书	7	32.80
F3466	2778-3	3D Studio MAX4.0 动画制作标准教程——计算机自学丛书	7	38.80
F3411	2722-8	Fireworks 4 精彩网页标准教程——计算机自学丛书	9	24.80
F3354	2655-8	Windows Me 标准教程——计算机自学丛书	9	23.80
F3487	2808-9	计算机软件优秀培训用书——CorelDRAW 10 平面设计培训教程	8	24.80
F3415	2712-0	2001 最新电脑装机教程	9	24.80
F3583	2880-1	AutoCAD 2002 标准培训教程		38.80
F3598	2896-8	最新 Office XP 三合一标准培训教程		30.00
F3706	2977-8	Windows XP Professional 中文版与网络应用培训教程	11	19.80
F3515	2834-8	一级 DOS 考试试题与模拟试题精选精析	9	24.00
F3516	2833-X	一级 Windows 考试试题与模拟试题精选精析	10	23.00
F3517	2832-1	二级 FORTRAN77 考试试题与模拟试题精选精析	8	26.00
F3518	2835-6	二级 QBASIC 考试试题与模拟试题精选精析	8	25.00
F3519	2836-4	二级 C 考试试题与模拟试题精选精析	8	27.00
F3776	3043-1	计算机局域网	10	28
F3962	3206-X	计算机新技术 DIY	11	36

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 计算机网络的产生和发展	1
1.2 计算机网络的概念	8
1.3 计算机网络的组成	8
1.4 计算机网络的功能	8
1.5 计算机网络分类	9
第 2 章 数据通信基础知识	13
2.1 基本概念	13
2.2 信道	16
2.3 数据编码	23
2.4 多路复用技术	26
2.5 数据交换技术	28
2.6 差错控制	31
第 3 章 计算机网络体系结构	34
3.1 网络体系结构的概念	34
3.2 开放系统互联参考模型	36
3.3 OSI 各层概述	38
3.4 其他网络体系结构	66
第 4 章 局域网	73
4.1 局域网概述	73
4.2 局域网的体系结构	74
4.3 IEEE802.3 标准:总线局域网 CSMA/CD	79
4.4 IEEE802.5 标准:令牌环局域网 Token Ring	83
4.5 IEEE802.4 标准:令牌总线局域网 Token Bus	85
4.6 交换式以太网	86
4.7 虚拟局域网 VLAN	88
4.8 虚拟专用网 VPN	94
4.9 高速局域网	96
4.10 无线局域网	98

第 5 章 广域网	104
5.1 广域网的基本概念	104
5.2 广域网的路由选择机制	107
5.3 路由选择的一般原理和算法	110
5.4 X.25 分组交换网	117
5.5 帧中继 FR	118
5.6 异步传输模式 ATM	121
5.7 数字数据网 DDN	123
5.8 综合业务数字网 ISDN	126
第 6 章 Internet 技术	128
6.1 Internet 概述	128
6.2 TCP/IP 简介	128
6.3 UDP 协议	131
6.4 TCP 协议	132
6.5 IP 协议	138
6.6 Internet 的路由选择协议	151
6.7 Internet 组管理协议 IGMP	160
6.8 Internet 接入技术	162
6.9 Internet 服务	164
第 7 章 计算机网络操作系统	183
7.1 Windows NT 系统	183
7.2 Windows 2000 系统	190
7.3 UNIX 系统	197
7.4 Linux 系统	198
7.5 NetWare 系统	202
第 8 章 计算机网络规划与设计	205
8.1 网络的规划与设计	205
8.2 网络设备选型	229
8.3 网络综合布线系统	254
8.4 网络系统集成	271
8.5 网络构建实例	272
第 9 章 网络管理	284
9.1 网络管理系统概述	284
9.2 常用的网络管理服务和协议	289
9.3 常见的网络管理系统	292

9.4 网络管理常见故障的诊断与排除	293
第 10 章 计算机网络安全	294
10.1 网络安全问题概述.....	294
10.2 加密算法.....	296
10.3 数字签名.....	300
10.4 链路加密与端到端加密.....	301
10.5 防火墙.....	302
参考文献.....	304

第1章 概 述

1.1 计算机网络的产生和发展

1.1.1 通信与计算机的结合——计算机网络的产生

计算机网络涉及到通信与计算机两个领域。计算机与通信技术日益紧密地结合,已对人类社会进步作出了巨大的贡献。

计算机与通信结合主要表现在两个方面:一方面,通信网络为计算机之间的数据传递和交换提供了必要的手段;另一方面,数字计算技术的发展渗透到通信技术中,又提高了通信网络的各种性能。

在世界上第一台数字电子计算机刚问世(1946年)后的几年里,计算机和通信并没有什么关系。1954年,人们开始使用一种叫做收发器的终端,将穿孔卡片上的数据从电话线路上发送到远地的计算机。后来,用户可在远地的电传打字机上键入自己的程序,而计算机算出的结果又可从计算机传送到远地的电传打字机打印出来。计算机与通信的结合就由此开始了。

由于当初计算机是为成批处理信息而设计的,所以当计算机在和远程终端相连时,必须在计算机上增加一个接口。显然,这个接口应当对计算机原来的硬件和软件的影响尽可能地小些。这样,就出现了所谓的“线路控制器”。在通信线路的两端还必须各加上一个调制解调器。这是因为电话线路本来是为传送模拟语音信号而设计的,它不适合于传送计算机数字信号。调制解调器的主要作用就是:把计算机或终端使用的数字信号与电话线路上传送的模拟信号进行模数或数模转换。

由于在通信线路上是串行传输而计算机内采用的是并行传输,因此线路控制器的主要功能是进行串行和并行传输的转换以及简单的差错控制,计算机则主要用于成批处理。随着远程终端数量的增多,为了避免一台计算机使用多个线路控制器,在20世纪60年代初期,出现了多重线路控制器。它可以与多个远程终端相连(图1-1)。这种最简单的联机系

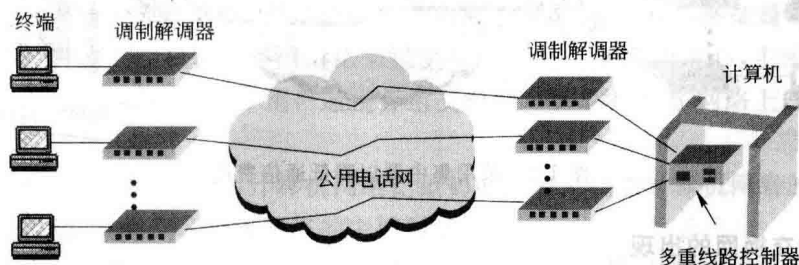


图 1-1 计算机通过多重线路控制器与远程终端相连

统也称为面向终端的计算机通信网,即最原始的计算机网络。在这里,计算机是网络的中心

和控制者,终端围绕中心计算机分布在各处,而计算机的主要任务还是进行成批处理。

当人们认识到计算机还可用作数据处理后,计算机的用户数量就迅速增长。但是,每当需要增加一个新的远程终端,上述的这种线路控制器就要进行许多硬件和软件的改动,以便和新加入的终端的字符集和传输速率等特性相适应。然而,这种线路控制器对主机却造成了相当大的额外开销。人们终于认识到应当设计出另一种不同硬件结构的设备来完成数据通信的任务。这就导致了具有较多智能的通信处理机的出现。通信处理机也称为前端处理机 FEP(Front End Processor)。前端处理机分工完成全部的通信任务,而让主机专门进行数据的处理。这样就大大提高了主机进行数据处理的效率。图 1-2 所示为用一个前端处理机与多个远程终端相连的情况。由于可采用较便宜的小型计算机充当大型计算机的前端处理机,因此这种面向终端的计算机通信网就获得了很大的发展。一直到现在,大型计算机组成的网络仍然使用前端处理机,而对于目前接入局域网的个人计算机,其使用的接口网卡在原理上也就相当于前端处理机。

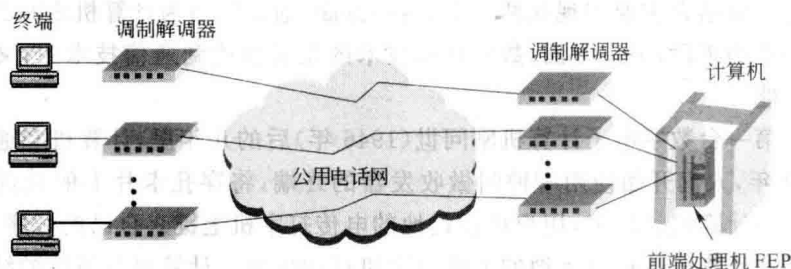


图 1-2 用前端处理机完成通信任务

为了节省通信费用,可在远程终端较密集处加一个集中器。集中器的一端用多条低速线路与各终端相连,而另一端则用一条较高速率的线路与计算机相连(图 1-3)。由于集中器不是简单的多路复用器而是一个智能复用器,它可利用一些终端的空闲时间来传送其他处于工作状态的终端的数据。这样,所用高速线路的容量就可以小于多条低速线路容量的总和,从而明显地降低了通信线路的费用。由于集中器距终端较近,因此在集中器与各终端之间往往可以省去调制解调器。

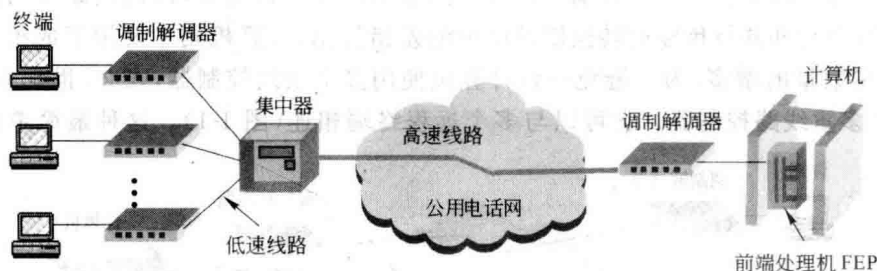


图 1-3 采用集中器以降低通信费用

1.1.2 分组交换网的出现

1.1.2.1 传统的电路交换技术不适合计算机数据的传输

在电话出现后不久,人们便认识到,在所有用户之间架设直达的线路对通信线路的资源

是极大的浪费,必须依靠交换机实现用户的互连。一百多年来,电话交换机经过了多次更新换代,但交换的方式一直都是采用电路交换。使用电路交换时,在通电话之前,必须先呼叫(即拨号),当拨号的信令通过一个个交换机到达被叫用户所连接的交换机时,该交换机就向用户的电话机发送振铃信号。在被叫用户摘机且摘机信令传回到主叫用户所连接的交换机后,呼叫即成功。这时,从主叫端到被叫端就建立了一条物理通路。此后主叫和被叫双方才能互相通电话。电路交换的关键点就是在通话的全部时间内,通话的两个用户始终占用端到端的固定传输带宽。

当使用电路交换来传送计算机数据时,其线路的传输效率往往很低。由于计算机数据是突发式地出现在传输线路上,因此线路上真正用来传送数据的时间往往不到 10%,甚至 1%。在绝大部分时间里,通信线路实际上是空闲的(但对电信公司来说,通信线路已被用户占用因而仍要收费)。例如,当用户阅读终端屏幕上的信息或用键盘输入和编辑一份文件,或计算机正在进行处理而结果尚未返回时,宝贵的通信线路资源实际上并未被充分利用而是白白浪费了。

另外,由于计算机和各种终端的传输速率很不一样,在采用电路交换时,不同类型、不同规格、不同速率的终端很难进行通信,因此应采取一些措施。由此可见,必须寻找出新的、适合于计算机通信的交换技术来。

1.1.2.2 分组交换网的试验成功

存储转发的概念最初是在 1964 年 8 月,由巴兰在美国兰德公司的“论分布式通信”的研究报告中提出的。在 1962~1965 年,美国国防部远景规划局(DARPA)和英国的国家物理实验室(NPL)都在对新型的计算机通信网进行研究。1966 年 6 月,NPL 的戴维斯首次提出“分组”这一名词。1969 年 12 月,美国的分组交换网 ARPANET(当时仅 4 个结点)投入运行。从此,计算机网络的发展就进入了一个崭新的纪元。1973 年英国的 NPL 也开通了分组交换试验网。现在大家都公认 ARPANET 为分组交换网之父,并将分组交换网的出现作为现代电信时代的开始。除英美两国外,法国也在 1973 年开通了分组交换网 CYCLADES。

分组交换网由若干个结点交换机和连接这些交换机的链路组成。结点交换机将收到的分组(将较长的报文划分成为一个个更小的等长数据段,在每一个数据段前面,加上首部后,就构成了一个分组。)先放入缓冲区,再查找路由表,然后确定将该分组交给某个端口转发。

采用存储转发的分组交换,实质上是采用了在数据通信过程中动态分配传输带宽的策略。这对传送突发式的计算机数据非常合适,大大提高了通信线路的利用率。

ARPANET 的试验成功后,使计算机网络的概念发生了根本的变化。图 1-4(a)所示的是早期的面向终端的计算机网络,它是以单个主机为中心的星形网,各终端通过通信线路共享昂贵的中心主机的硬件和软件资源。而分组交换网则是以网络为中心,主机和终端都处在网络的外围,如图 1-4(b)所示。用户通过分组交换网可共享连接在网络上的许多硬件和各种丰富的软件资源。

这种以分组交换网为中心的计算机网络比最初的面向终端的计算机网络的功能扩大了很多,成为 20 世纪 70 年代计算机网络的主要形式。

分组交换网之所以能得到迅速的发展,很重要的一个原因是:分组交换技术给用户带来了经济上的好处,其费用比使用电路交换更为低廉。在美国,分组交换的计算机网络能如此迅速发展的其他因素是:(1)已经建成了一个相当发达的电信网络作为物质基础;(2)社会生

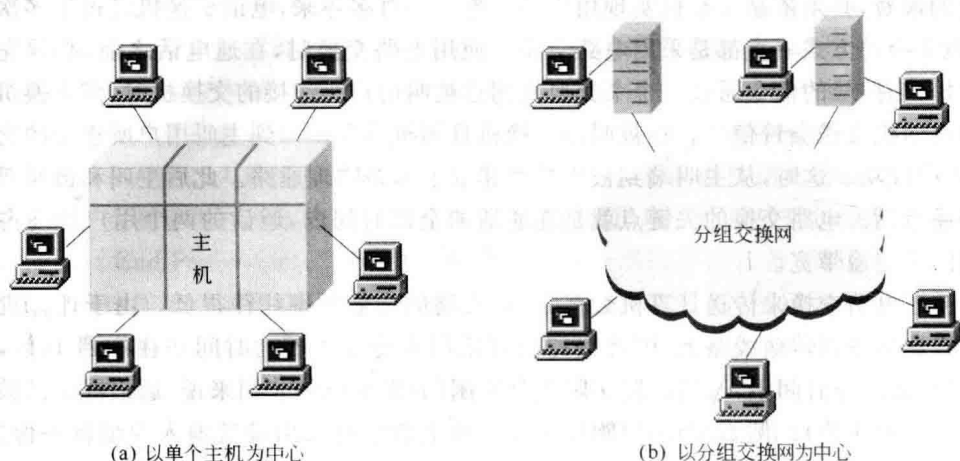


图 1-4 从以单个主机为中心演变到以分组交换网为中心

产力的发展使整个社会对信息的处理、传递与交换有迫切的要求；(3)及时开展了有关计算机网络的理论研究，并在实验网络上进行现场试验。

1.1.3 计算机网络体系结构的形成

计算机网络是个非常复杂的系统，为了说明这一点，可以设想一个最简单的情况：连接在网络上的两台计算机要互相传送文件。

显然，在这两台计算机之间必须有一条传送数据的通路，但这还远远不够，至少还要完成以下几件工作：

- (1)发起通信的计算机必须将数据通信的通路激活。所谓激活就是要发出一些信令，保证要传送的计算机数据能在这条通路上正确发送和接收；
- (2)要告诉网络如何识别接收数据的计算机；
- (3)发起通信的计算机必须查明对方计算机是否已准备好接收数据；
- (4)发起通信的计算机必须弄清楚，在对方计算机中的文件管理程序是否已做好文件接收和存储的准备工作；
- (5)若两个计算机的文件格式不兼容，则至少其中一个计算机应完成格式转换功能；
- (6)对出现的各种差错和意外事故，如数据传送错误、重复或丢失，网络中某个结点交换机出故障等，应当有可靠的措施保证对方计算机最终能够收到正确的文件。

还可以举出一些要做的其他工作。由此可见，相互通信的两个计算机系统必须高度协调工作，而这种协调是相当复杂的。为了设计这种复杂的计算机网络，早在最初的 ARPANET 设计时就提出了分层的方法。“分层”可将庞大而复杂的问题，转化为若干较小的局部问题，而这些较小的局部问题就比较易于研究和处理。

1974 年，美国的 IBM 公司宣布了它研制的系统网络体系结构 SNA(System Network Architecture)。这个著名的网络标准就是按照分层的方法制定的。以后 SNA 又不断得到改进，更新了几个版本。现在它是世界上使用得较为广泛的一种网络体系结构。不久后，其他一些公司也相继推出本公司的一套体系结构，并都采用不同的命名。

网络体系结构出现后，使得一个公司所生产的各种设备都能够很容易地互联成网。这

种情况显然有利于一个公司垄断自己的产品。用户一旦购买了某个公司的产品,在需要扩大容量时,就只能购买原公司的产品。如果同时又购买了其他公司的产品,那么由于网络体系结构的不同,就很难互相连通。

然而全球经济的发展使得不同网络体系结构的用户迫切要求能够互相交换信息。为了使不同体系结构的计算机网络都能互联,国际标准化组织 ISO 于 1997 年成立了专门机构研究该问题。不久,它们就提出了一个试图使各种计算机在世界范围内互联成网的标准框架,即著名的开放系统互联参考模型 OSI/RM (Open System Interconnection Reference Model), 简称为 OSI。“开放”的意思是:只要遵循 OSI 标准,一个系统就可以和位于世界上任何地方的、也遵循这一标准的其他任何系统进行通信。这一点很像世界范围的电话和邮政系统,这两个系统都是开放系统。这里所说的“系统”,只是在现实的系统中与互联有关的部分。所以开放系统互联参考模型 OSI/RM 是个抽象的概念。在 1983 年形成了开放系统互联参考模型的正式文件,即著名的 ISO 7498 国际标准。在 20 世纪 80 年代,网络互联已成为计算机网络领域中的一个重要研究内容,因而 OSI 的各种活动就引起了全世界计算机网络设计者和使用者的极大关注。

在计算机网络的发展过程中,另一个重要事件就是 20 世纪 70 年代末出现的局域网。局域网可使在一个单位范围内许多微型计算机互联在一起以交换信息。局域网网简单,只要在微型计算机中插入一个接口板就能接上电缆实现联网。由于局域网价格便宜,传输速率高,使用方便,因此局域网在 20 世纪 80 年代得到了很大的发展。微型计算机的大量普及,对局域网的发展也起到了很大的推动作用。

1.1.4 Internet 时代

自 20 世纪 80 年代末期以来,在网络领域最引人注目的就是起源于美国的 Internet 的飞速发展。现在,Internet 已发展成为世界上最大的国际性计算机互联网。由于 Internet 已影响到人们生活的各个方面,这就使得 20 世纪 90 年代成为 Internet 时代。下面简单介绍 Internet 的发展过程。

自 1969 年美国的 ARPANET 问世后,其规模一直增长很快。1984 年 ARPANET 上的主机已超过 1000 台。ARPANET 于 1983 年分解成两个网络。一个仍称为 ARPANET,是民用科研网;另一个是军用计算机网络 MILNET。

美国国家科学基金会 NSF 认识到计算机网络对科学研究的重要性,因此从 1985 年起,美国国家科学基金会就围绕其 6 个大型计算机中心建设计算机网络。1986 年,NSF 建立了国家科学基金网 NSFNET,它是一个三级计算机网络,分为主干网、地区网和校园网,覆盖了全美国主要的大学 and 研究所。NSFNET 后来接管了 ARPANET,并将网络改名为 Internet,即因特网。1987 年因特网上的主机超过 1 万台。最初,NSFNET 的主干网的速率不高,仅为 56kbit/s。1989 年,NSFNET 主干网的速率提高到 1.544Mbit/s,并且成为因特网中的主要部分。到了 1990 年,鉴于 ARPANET 的实验任务已经完成,在历史上起过非常重要作用的 ARPANET 就正式宣布关闭。

1991 年,NSF 和美国的其它政府机构开始认识到,因特网必将扩大其使用范围,不会仅限于大学和研究机构。世界上的许多公司纷纷接入到因特网,网络上的通信量急剧增大,每日传送的分组数达 10 亿个之多。因特网的容量已满足不了需要了,于是美国政府决定将因

特网的主干网转交给私人公司来经营,并开始对接入因特网的单位收费。1992年因特网上的主机超过100万台。1993年因特网主干网的速率提高到45Mbit/s。到1996年速率为155Mbit/s的主干网vBNS(very high-speed Backbone Service)建成。1998年又开始建造更快的主干网Abilene,数据率最高达2.5Gbit/s。1999年MCI和Worldcom公司开始将美国的因特网主干网速率提高到2.5Gbit/s。到1999年底,因特网上注册的主机已超过1000万台。

因特网已经成为世界上规模最大和增长速率最快的计算机网络,没有人能够准确地说出因特网究竟有多大。因特网的迅猛发展始于20世纪90年代。由欧洲原子核研究组织CERN开发的万维网WWW(World Wide Web)被广泛使用在因特网上,大大方便了广大非网络专业人员对网络的使用,成为因特网的这种指数级增长的主要驱动力。万维网的站点数目也急剧增长。1993年底只有627个,1994年底就超过1万个,1997年底超过160万个,而1999年底则超过950万个,上网用户数则超过2亿。在因特网上的数据通信量每月约增加10%。

由于因特网存在着技术上和功能上的不足,加上用户数量猛增,现有的因特网不堪重负。因此,1996年美国的一些研究机构和34所大学提出研制和建造新一代因特网的设想,同年10月美国总统克林顿宣布:在今后5年内用5亿美元的联邦资金实施“下一代因特网计划”即“NGI计划”(Next Generation Internet Initiative)。

NGI计划要实现的一个目标是:开发下一代网络结构,以比现有的因特网高100倍的速率连接至少100个研究机构,以比现有的因特网高1000倍的速率连接10个类似的网点,其端到端的传输速率要超过100Mbit/s~10Gbit/s。另一个目标是:使用更加先进的网络服务技术,并开发许多带有革命性的应用,如远程医疗、远程教育、有关能源和地球系统的研究、高性能的全球通信、环境监测和预报以及紧急情况处理等。NGI计划将使用超高速全光网络,能实现更快速的交换和路由选择,同时具有为一些实时应用保留带宽的能力。在整个因特网的管理和保证信息的可靠性和安全性方面也会有很大的改进。

1.1.5 计算机网络在我国的发展

下面根据公开发表的材料,简单介绍一下计算机网络在我国的发展情况。

我国最早着手建设专用计算机广域网的是铁道部。铁道部在1980年即开始进行计算机联网实验,其目的是建立一个为铁路指挥和调度服务的运输管理系统。当时的几个结点分别设在北京、济南、上海等铁路局及其所属的11个分局。现在铁道部的计算机网络已覆盖了12个铁路局和56个分局。目前这个计算机网络正在扩建,并以建设铁路客票发售和预定系统为突破口,加快我国铁路客票管理和发售工作现代化步伐。

1989年11月我国第一个公用分组交换网CNPAC建成运行。CNPAC分组交换网由3个分组结点交换机,8个集中器和一个双机组成的网络管理中心所组成。1993年9月建成新的中国公用分组交换网,并改称为CHINAPAC,由国家主干网和各省、区、市的省内网组成。网络管理中心仍设在北京。主干网的覆盖范围从原来的10个城市扩大到2300个市、县以及乡镇,而端口容量多达13万个。扩大后的分组交换网每个结点的吞吐量为3200~6400pkt/s(分组/秒),每秒可处理250次呼叫,通信速率也有了很大的提高。用户的通信速率为1.2~64kb/s,而中继线的通信速率为64kb/s至2.048Mb/s。在北京、上海设有国际

出入口。

在 20 世纪 80 年代后期,公安、银行、军队以及其他一些部门也相继建立了各自的专用计算机广域网,这些专用计算机广域网对迅速传递重要的数据信息起着重要的作用。

除了上述广域网外,从 20 世纪 80 年代起,国内的许多单位都陆续组建了大量的局域网。局域网的价格便宜,其所有权和使用权都属于本单位,因此非常便于开发、管理和维护。局域网的发展很快,对各行各业的管理现代化和办公自动化起了积极的作用。

这里应当特别提到的是自 20 世纪 90 年代起,我国陆续建造了基于 Internet 技术的并可以和 Internet 互联的四个全国范围的公用计算机网络。这就是:中国公用计算机互联网 CHINANET,中国金桥信息网 CHINAGBN,中国教育和科研计算机网 CERNET,以及中国科学技术网 CSTNET。其中前两个是经营性网络,而后两个是公益性网络。截止到 1998 年底,我国上网计算机数有 74.7 万台,上网用户达到 210 万,WWW 站点数量为 5300 个。我国国际线路的总带宽已超过 143Mb/s。

CHINANET 始建于 1995 年,由中国电信负责运营,它是上述四个网络中最大的一个,与其他的三个网络都有专线互联互通。CHINANET 由主干网和接入网组成。主干网是 CHINANET 的主要信息通路,由各直辖市和各省会城市的网络结点构成;接入网则由各省、自治区内建设的网络结点构成。在全国各地的用户均可拨 163 上网。目前,CHINANET 主干网的速率以 2.048Mb/s 为主,并将逐步提高到 E3(34Mb/s)甚至更高的速率。CHINANET 在北京、上海和广州分别设有高速国际出口线路与 Internet 互联。现在 CHINANET 的用户每月增长率约为 20%,网络的能力还是赶不上用户的需要。

1993 年,国务院启动了国民经济信息化的网络工程,即金桥工程,并确定吉通通信有限责任公司为金桥工程的业主。到 1996 年 9 月,中国金桥信息网 CHINAGBN 正式对社会提供服务。CHINAGBN 是一个开放式的互联网,是一个覆盖全国、天地一体(即天上的卫星网和地面的光纤网互联在一起)的中速信息网。它可以传输数据、话音、图像等业务,为金融、海关、外贸、旅游、气象、交通、国家安全等各种信息业务系统提供服务。所有的“金”字头工程都是在“金桥工程”这个基础设施上运行的信息化应用工程。CHINAGBN 主干网的速率现在是 128kb/s~8Mb/s。

中国教育和科研计算机网 CERNET 于 1994 年开始建设。这是我国第一个完全依靠自己的科技人员设计、建设和运行的全国性计算机网络。CERNET 是一个三级网络,包括主干网(用速率为 64kb/s 的 DDN 专线连接)、地区网(全国共分 8 个地区)和校园网。CERNET 的网络中心设在清华大学。到 1995 年底已有 108 所高等学校接入 CERNET。到 2000 年连接了全国大部分高等学校入网,并将主干网的速率提高到了 2Mb/s 以上,同时提供更丰富的网络应用资源。

中国科学技术网 CSTNET 是中国科学院负责建设和管理的网络。CSTNET 于 1994 年 4 月接入 Internet,是我国最早完成与 Internet 相连接的互联网络。CSTNET 主要包括三大部分:(1)北京中关村地区教育与科研示范网,这是 CSTNET 的核心部分。(2)中科院院网,即在北京的中科院院网的基础上延伸到全国 25 个城市的 120 多个科研机构的“百所大联网”。(3)用微波、卫星等公用和专线连接有关部委和地区的一批接入网和用户电话拨号入网,这是中科院院外科技界网络部分。现在我国的“中国互联网络信息中心(CNNIC)”就是在 CSTNET 和中科院网络信息中心的基础上成立的。

1.2 计算机网络的概念

对于计算机网络,在不同阶段或从不同的观点有着不甚相同的定义。ARPANET 建成后,把计算机网络定义为“以相互共享资源(硬件、软件和数据)方式而连接起来,且各自具有独立功能的计算机系统之集合”。这个定义着重于应用目的,而没有指出物理结构。当联机终端网络发展到计算机-计算机网时,为了使后者和前者相区分,从物理结构看,计算机网络应被定义为“在网络协议控制下,由多台主计算机、若干台终端、数据传输设备以及计算机与计算机间进行通信的设备所组成的计算机复合系统”。

我国有些计算机专家把计算机网络定义为“利用各种通信手段,把地理上分散的计算机有机地连在一起,达到相互通信且共享软件、硬件和数据等资源的系统”。

1.3 计算机网络的组成

计算机网络系统由通信子网和资源子网组成。

1.3.1 通信子网

通信子网是网络中面向数据传输或者数据通信部分的资源集合,主要支持用户数据的传输;该子网包括传输线路、网络设备和网络控制中心等硬软件设施。电信部门提供的网络(如 X.25 网、DDN 网、帧中继网等)一般都作为通信子网;企业网、校园网中除了服务器和计算机外的所有网络设备和网络线路构成的网络也可称为通信子网,通信子网与具体的应用无关。

1.3.2 资源子网

资源子网是网络中面向数据处理的资源集合,主要支持用户的应用;资源子网由拥有资源的用户主机和请求资源的用户终端组成,包括接入网络的用户主机,以及面向应用的外设(例如:终端)、软件和可共享的数据(例如:公共数据库)等。

1.4 计算机网络的功能

1.4.1 计算机网络的主要功能

1.4.1.1 数据通信

计算机联网之后,便可以互相传递数据,进行通信。随着因特网在世界各地的风行,传统的电话、电报、邮递通信方式受到很大冲击,电子邮件已为世人广泛接受,网上电话、视频会议等各种通信方式正在迅速发展。

1.4.1.2 资源共享

计算机网络的主要目的是共享资源,计算机在广大的地域范围联网后,资源子网中各主机的资源原理上都可以共享,可突破地域范围的限制。共享的资源有:硬件资源、软件资源和数据资源。硬件资源包括:海量存储器、特殊的外部设备以及大型、巨型机的 CPU 处理能力等。共享硬件资源是共享其他资源的物质基础。软件资源包括:各种语言处理程序、服务程序和各種应用程序等。数据资源包括:各种数据文件、各种数据库等。共享数据资源是