

高职高专“十五”规划教材

GAOZHI
GAOZHUAN
SHIWU
GUIHUA JIAOCAI

计算机网络基础

张福祥 主编

中国电力出版社
<http://jc.cepp.com.cn>

高职高专“十五”规划教材

GAOZHI
GAOZHUAN
SHIWU
GUIHUA JIAOCAI

计算机网络基础

张福祥	主编
房 华 李秀龙	编写
张凤云	主审
付少川	



中国电力出版社

<http://jc.cepp.com.cn>

内 容 提 要

本书为高职高专“十五”规划教材。

本书共有 11 章, 第一~四章介绍计算机网络的基础知识。包括计算机网络的概念, 计算机网络的发展, 计算机网络的功能及作用, 计算机网络体系结构和拓扑结构, 计算机网络拓扑结构, 计算机网络的物理设备和组建计算机局域网等内容。第五~九章介绍计算机网络的操作系统。包括 Windows 2000 网络操作系统, 配置 DNS、DHCP、WIN 服务器, Windows 2000 用户管理, NTFS 权限与文件夹共享和信息服务器 IIS 的管理等内容。第十章介绍了 Internet 应用。第十一章介绍计算机网络管理基础和网络安全。每章后面都附有习题, 用于巩固理论知识的学习。

本书内容丰富, 具有很强的实用性和指导性。

本书主要作为高职高专计算机专业、通信工程及相关专业的教材, 也可作为计算机工程技术人员参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络基础 / 张福祥主编. —北京: 中国电力出版社, 2003
高职高专“十五”规划教材

ISBN 7-5083-1608-8

I. 计… II. 张… III. 计算机网络-高等学校: 技术学校-教材
IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 049006 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://jc.cepp.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

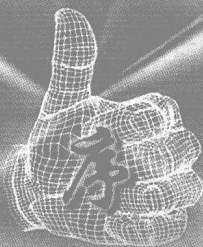
2003 年 7 月第一版 2005 年 9 月北京第二次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 12.5 印张 287 千字

印数 3001—5000 册 定价 18.80 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换)



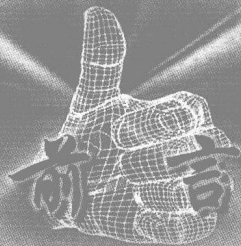
随着新世纪的到来,我国进入全面建设小康社会、加快推进社会主义现代化的新的发展阶段。新世纪新阶段的新任务,对我国高等职业教育提出了新要求。我国加入世界贸易组织和经济全球化迅速发展的新形势,也要求高等职业教育必须开创新局面。

高职高专教材建设是高等职业教育的重要组成部分,是一项极具重要意义的基础性工作,对高等职业教育培养目标的实现起着举足轻重的作用。为贯彻落实《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》精神,进一步推动高等职业教育的发展,加强高职高专教材建设,根据教育部关于通过多层次的教材建设,逐步建立起多学科、多类型、多层次、多品种系列配套的教材体系的精神,中国电力教育协会会同中国高等职业技术教育研究会和中国电力出版社,组织有关专家对高职高专“十五”教材规划工作进行研究,在广泛征求各方面意见的基础上,制订了反映电力及相关行业特点、体现高等职业教育特色的高职高专“十五”教材规划。同时,为适应电力体制改革和电力高等职业教育发展的需要,中国电力教育协会筹备组建全国电力高等职业教育教材建设指导委员会,以便更好地推动新世纪电力高职高专教材的研究、规划与开发。

高职高专“十五”规划教材紧紧围绕培养高等技术应用性专门人才开展编写工作。基础课程教材注重体现以应用为目的,以必需、够用为度,以讲清概念、强化应用为教学重点;专业课程教材着重加强针对性和实用性。同时,“十五”规划教材不仅注重内容和体系的改革,还注重方法和手段的改革,以满足科技发展和生产实际的需求。此外,高职高专“十五”规划教材还着力推动高等职业教育人才培养模式改革,促进高等职业教育协调发展。相信通过我们的不断努力,一批内容新、体系新、方法新、手段新,在内容质量上和出版质量上有突破的高水平高职高专教材,很快就能陆续推出,力争尽快形成一纲多本、优化配套,适用于不同地区、不同学校、特色鲜明的高职高专教育教材体系。

在高职高专“十五”教材规划的组织实施过程中,得到了教育部、国家电力公司、中国电力企业联合会、中国高等职业技术教育研究会、中国电力出版社、有关院校和广大教师的大力支持,在此一并表示衷心的感谢。

教材建设是一项长期而艰巨的任务,不可能一蹴而就,需要不断完善。因此,在教材的使用过程中,请大家随时提出宝贵的意见和建议,以便今后修订或增补。(联系方式:100761北京市宣武区白广路二条1号综合楼9层 中国电力教育协会教材建设办公室 010-63416237)



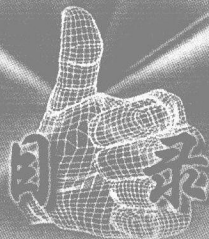
世界正经历着一场信息革命，人类社会正在进入信息爆炸时代，信息的存储处理离不开计算机。信息、物质、能源一起构成了当今社会的三大资源。在社会信息化和信息社会化的进程中，数据通信和计算机网络扮演了越来越重要的角色，随着计算机网络技术的发展及其对社会经济发展影响力的日益提高，社会对计算机网络应用人才的需求也急剧增加，各高职高专院校的计算机专业面临为社会输送大批高质量的计算机网络人才的重要任务，而高职高专计算机专业的教学有不同于本科教学的独特性。本书正是为了适应这个要求而编写的。

本书的编写指导思想是立足培养计算机网络的实用人才，遵循优化结构、突出重点和提高质量的原则。本书内容选择合理，系统性强，包括了计算机网络的基本概念、计算机网络连网技术、Internet 应用介绍等诸多方面内容。本书注重介绍计算机网络中的新知识新内容，选择了目前流行的 Windows 2000 操作系统来介绍了联网技术。本书在教学模式设计中突出了高职高专应用能力培养的主旨，适当删减了理论性较强的部分内容，增加了计算机网络实践中常用的设备介绍、综合布线基本知识等实际操作方面的内容，重点介绍了连网中使用的软硬件技术，注重通过本书的学习提高学生的计算机网络技艺水平，为以后从事计算机网络方面的工作打下坚实的基础。

本书由张福祥主编，李秀龙、房华、张凤云参加编写，全书由山东大学付少川主审。张福祥拟定了编写大纲，最后统阅了全书并定稿。房华编写了第一～四章，李秀龙编写了第五～九章，张凤云与张福祥编写了第十章和第十一章。本书在编写过程中得到了潍坊学院、潍坊职业学院、山东纺织职业学院部分老师的大力帮助，潍坊学院的张维梅老师参加了部分编写工作并在修改中提出了许多宝贵意见，在此一并表示感谢。

由于作者水平有限，加上计算机网络技术的发展很快，因此本书中难免存在一些缺点、错误和过时内容，敬请广大读者批评指教。

编者



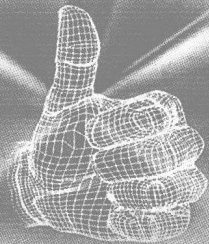
序 前言

第一章 概论	1
第一节 计算机网络的概念	1
第二节 计算机网络的演变与发展	3
第三节 计算机网络的功能和应用	7
第四节 计算机网络系统组成	10
第五节 计算机网络的分类	11
第六节 数据通信技术	12
习题	19
第二章 计算机网络体系结构和拓扑结构	20
第一节 网络体系结构	20
第二节 开放系统和开放系统互连模型	23
第三节 TCP/IP 参考模型与协议	28
第四节 计算机网络拓扑结构	33
第五节 物理地址与 IP 地址	35
习题	41
第三章 计算机网络的物理设备	42
第一节 网络传输媒体	42
第二节 网络连接设备	48
第三节 网络互连设备	54
第四节 路由器的原理与作用	55
习题	60
第四章 组建计算机局域网	61
第一节 综合布线系统	61
第二节 局域网概述	63
第三节 动手做网线	68
第四节 一个简单局域网的组建	72

习题	75
第五章 Windows 2000 网络操作系统	76
第一节 网络模型	76
第二节 活动目录	77
第三节 Windows 2000 Server 的安装	79
习题	86
第六章 配置 DNS、DHCP、WIN 服务器	87
第一节 配置 DNS 服务器	87
第二节 配置 DHCP 服务器	94
第三节 配置 WINS 服务器	97
第四节 客户端的网络配置	100
习题	104
第七章 Windows 2000 用户管理	105
第一节 用户账户的概念	105
第二节 管理用户账号	105
第三节 管理组	107
习题	112
第八章 NTFS 权限与文件夹共享	113
第一节 文件、文件夹的 NTFS 权限	113
第二节 共享文件夹	114
习题	120
第九章 信息服务器 IIS 的管理	121
第一节 建立 WEB 和 FTP 站点	121
第二节 设置 WEB 和 FTP 属性	125
第三节 SMTP 的配置	133
习题	135
第十章 Internet 基础	136
第一节 Internet 概述	136
第二节 浏览网页	137
第三节 电子邮件	158

习题	180
第十一章 计算机网络管理和网络安全	181
第一节 网络管理概述	181
第二节 网络安全	184
习题	191
参考文献	192

第一章



概 论

计算机系统的应用已经深入到社会的各行各业以及家庭。人类社会正在进入信息爆炸时代。信息的存储处理离不开计算机。计算机网络技术把地理上分散的计算机应用系统连接在一起,组成功能强大的计算机网络,从而达到资源共享、分布处理和相互通信等目的。概略地说,计算机网络就是通过各种通信手段相互连接起来的计算机所组成的复合系统。数据通信正是为了适应计算机之间信息传输的需要而产生的一种新的通信方式,它是计算机网络中各计算机间信息传输的基础。

第一节 计算机网络的概念

一、计算机网络的定义

计算机网络是为满足应用的需要而发展起来的,从本质上说,它以资源共享为主要目的,借以发挥分散的各不相连的计算机之间的协同功能。据此,对计算机网络可做如下定义:将处于不同地理位置,并具有独立计算能力的计算机系统经过传输介质和通信设备相互连接,在网络操作系统和网络通信软件的控制下,实现资源共享的计算机的集合。

一般说来,计算机网络是一个复合系统,它是由各自具有自主功能而又通过各种通信手段相互连接起来,以便进行信息交换、资源共享或协同工作的计算机组成的。首先,一个计算机网络中包含了多台具有自主功能的计算机,而所谓具有自主功能是指这些计算机离开了网络也能独立运行与工作。其次,这些计算机之间是相互连接的,所使用的通信手段可以形式各异,距离可远可近,连接所用的媒体可以是双绞线(如电话线)、同轴电缆(如闭路有线电视所用的电缆)或光纤,甚至还可以是卫星或其它无线信道,信息在媒体上传输的方式和速率也可以不同。最后,计算机之所以要相互连接是为了进行信息交换、资源共享或协同工作。

从概念上说,计算机网络由通信子网和资源子网两部分构成,如图 1-1 所示,图中的 H 代表主机(Host),它们均与通信子网相连,通信子网如图 1-2 所示,负责计算机间的数据通信,也就是信息的传输。通信子网覆盖的地理范围可能只是很小的局部区域,甚至就在一个房间中、一幢大楼内;也可能是远程的,甚至跨越国界,直至洲际或全球。因为信号在传输过程中有衰减,因此要传输很远的距离时,中间要增加节点(如转发器),节点只负责通信、传递信号。通信子网中除了包括传输信息的物理媒体外,还包括如转发器、交换机之类的通信设备。信息在通信子网中的传输方式可以从源出发,经过若干中间设备的转发或交换

最终到达目的地。通过通信子网互连在一起的计算机则负责运行对信息进行处理的应用程序，它们是网络中信息流动的源与宿，向网络用户提供可共享的硬件、软件和信息资源，就构成了资源子网。

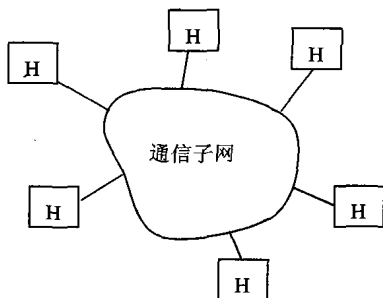


图 1-1 计算机网络的构成

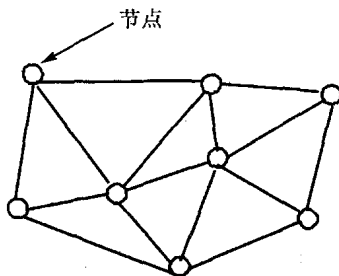


图 1-2 通信子网

对计算机网络的概念，不同的书上有不同的定义，但不管怎样都离不开以下四个基本要素：

- (1) 两台以上的计算机。
- (2) 连接计算机的线路和设备。
- (3) 实现计算机之间通信的协议。
- (4) 按协议制作的软件、硬件。

二、计算机网络的特点

计算机网络具有较强的数据通信能力，成本低，效益高，易于分布处理，系统灵活性高、适应性强。各计算机既相互联系，又相互独立。

例如，用电子邮件，人们能够在计算机之间收发私人信件和公文。电子邮件系统把信息存储在磁盘上，以便于别人读取。收发信息的电子方式——电子邮件，其迅猛发展使某些人相信它将最终会取代邮政服务。这在可预见的未来似乎不太可能，但是电子邮件确实在现实生活和工作中被广泛使用。同时，随着万维网的出现，越来越多的人开始使用这一技术。

如图 1-3 所示，通过电子邮件，你可以身处家中把信息发送到远方。家里有一台 PC 和一台调制解调器，就能访问公司或因特网服务商的计算机。这样，你的 PC 就连上了一个局域网，你可以给网上的其他人发信息。同时，该局域网还连接着一个广域网，通过它，你可以给外地甚至外国发送信息。另一端的局域网接收到信息后，把它传送给所连的 PC。同样，只要有一台 PC 和一台调制解调器，对方就能进行接收。

据预测，今后计算机网络将具有以下几个特点：

(1) 开放式的网络体系结构，使具有不同硬件环境、不同网络协议的网络可以互连，真正达到资源共享、数据通信和分布处理的目标。

(2) 向高性能发展，追求高速、高可靠和高安全性，采用多媒体技术、提供文本、声音、图像等综合性服务。

(3) 计算机网络的智能化，多方面提高网络的性能和综合的多功能服务，并更加合理地

进行网上的各种业务管理，真正以分布和开放的形式向用户提供服务。

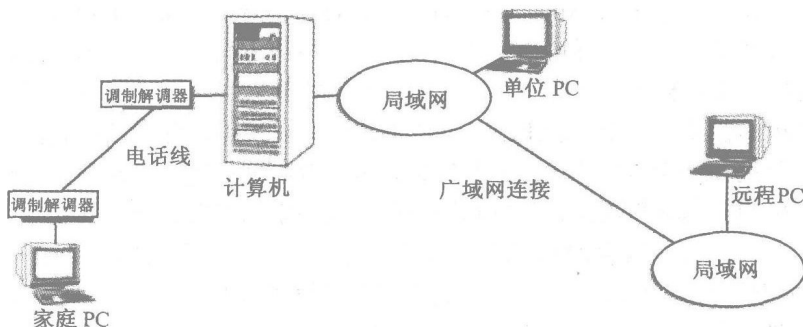


图 1-3 收发电子邮件所需设备连接

第二节 计算机网络的演变与发展

计算机网络发展的推动力是资源共享。计算机网络的发展大致分四个阶段：

- (1) 以单个计算机为中心的远程连机系统，构成面向终端的计算机网络。
- (2) 多个主机互连，各主机相互独立，无主从关系的计算机网络。
- (3) 具有统一的网络体系结构，遵循国际标准化协议的计算机网络。
- (4) 网络互连与高速网络。

一、面向终端的计算机网络

计算机网络出现的历史不长，但发展很快，经历了一个从简单到复杂的演变过程。1946年，世界上第一台电子计算机 ENIAC 在美国诞生时，计算机和通信之间并没有什么联系。早期的计算机系统是高度集中的，所有设备安装在单独的大房间中。最初，一台计算机只能供一个用户使用。后来随着发展出现了批处理和分时系统，当时的一台计算机虽然可同时为多个用户服务，但若不和数据通信相结合，分时系统所连接的多个终端都必须紧挨着主计算机，用户必须到计算中心的终端室去使用，显然是不方便的。后来，许多系统都将地理上分散的多个终端通过通信线路连接到一台中心计算机上。用户可以在自己办公室内的终端上键入程序，通过通信线路送入中心计算机，进行分时访问并使用其资源来进行处理，处理结果再通过通信线路送回到用户的终端上显示或打印出来。这样，就出现了第一代的计算机网络。

第一代计算机网络实际上是以单个计算机为中心的远程连机系统。这样的系统除了一台、中心计算机外，其余的终端都不具备自主处理功能，在系统中主要是终端和中心计算机间的通信。虽然历史上也曾称它为计算机网络，但为了更明确地与后来出现的多台计算机互连的计算机网络相区分，现在也称为面向终端的计算机网络。

在远程连机系统中，随着所连远程终端个数的增多，中心计算机要承担的与各终端间通信的任务也必然加重，使得以数据处理为主要任务的中心计算机增加了许多额外的“开

销”，实际工作效率下降。由此出现了数据处理和通信的分工，即在中心计算机前面增设一个前端处理机 FEP（Front End Processor，有时也简称为前端机）来完成通信工作，而让中心计算机专门进行数据处理，这样可显著地提高效率。另一方面，若每台远程终端都用一条专用通信线路与中心计算机连接，则线路的利用率低，且随着终端个数的不断增多，线路费用将达到难以负担的程度。因而，后来通常在终端比较集中的点设置终端控制器 TC（Terminal Controller）。终端控制器首先通过低速线路将附近各终端连接起来，再通过高速通信线路与远程中心计算机的前端机相连。它可以利用一些终端的空闲时间来传送其它处于工作状态的终端的数据，提高了远程线路的利用率，降低了通信费用。典型的结构如图 1-4 所示。图中，M 代表调制解调器（Modem），它是利用模拟通信线路远程传输数字信号必须附加的设备；T 代表终端（Terminal）。前端机和终端控制器也可以采用比较便宜的小型计算机或微型机来实现。这样的远程联机系统可以认为是计算机和计算机间通信的雏形。

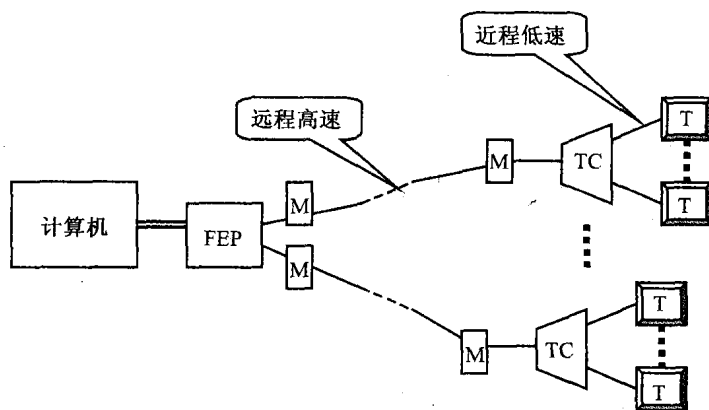


图 1-4 远程联机系统

二、计算机—计算机网络

第二代计算机网络是多台主计算机通过通信线路互连起来为用户提供服务，即所谓计算机—计算机网络。这类网络是 20 世纪 60 年代后期开始兴起的，它和以单台计算机为中心的远程联机系统的显著区别在于：这里的多台主计算机都具有自主处理能力，它们之间不存在主从关系。这样的多台主计算机互连的网络才是我们目前通称的计算机网络。在这种系统中，终端和中心计算机间的通信已发展到计算机和计算机间的通信，用单台中心计算机为所有用户需求服务的模式，被分散而又互连在一起的多台主计算机共同完成的模式所替代。第二代计算机网络的典型代表是 ARPA 网（ARPAnet）。20 世纪 60 年代后期，美国国防部高级研究计划署 ARPA（目前称为 DARPA——Defense Advanced Research Projects Agency）提供经费给美国许多大学和公司，以促进对多台主计算机互连网络的研究，最终一个实验性的 4 节点网络开始运行并投入使用。ARPA 网后来扩展到连接数百台计算机，从欧洲到夏威夷，地理范围跨越了半个地球。目前我们有关计算机网络的许多知识都与 ARPA 网有关，ARPA 网中提出的一些概念和术语至今仍被引用。

ARPA 网中互连的运行用户应用程序的主计算机称为主机 (Host)。但主机之间并不是通过直接的通信线路互连, 而是通过称为接口报文处理机 IMP (Interface Message Processor) 的装置连接后互连的, 如图 1-5 所示。当某台主机上的用户要访问网络上远地另一台主机时, 主机首先将信息送至本地直接与其相连的 IMP, 通过通信线路沿着适当的路径, 经若干 IMP 中途转接后, 最终传送至远地的目标 IMP, 并送入与其直接相连的目标主机。这种方式类似于邮政信件的传送, 称为存储转发 (store and forward)。就远程通信而言, 目前通信线路仍然是较昂贵的资源。采用存储转发方式的好处在于通信线路不为某对通信所独占, 因而大大提高了通信线路的有效利用率。

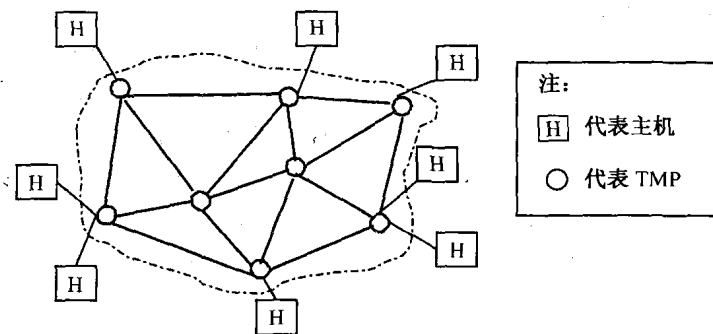


图 1-5 存储转发的计算机网络

图 1-5 中 IMP 和它们之间互连的通信线路一起负责完成主机之间的数据通信任务, 构成了通信子网 (Communication Subnet)。通过通信子网互连的主机负责运行用户应用程序, 向网络用户提供可供共享的软硬件资源, 它们组成了资源子网。ARPA 网采用的就是这种两级子网的结构。ARPA 网中存储转发的信息基本单位叫作分组 (Packet)。以存储转发方式传输分组的通信子网又被称作为分组交换网 (Packet Switching Network)。IMP 是 ARPA 网中使用的术语, 在其它网络或文献中也称为分组交换节点 (Packet Switch Node)。IMP 或分组交换节点通常也是由小型计算机或微型机来实现的, 为了和资源子网中的主机相区别, 也被称作为节点机, 或简称节点。

比较图 1-4 和图 1-5 可见, 作为第一代计算机网络的远程联机系统和第二代计算机网络的差别之一是, 前者以被各终端共享的单台计算机为中心, 而后者以通信子网为中心, 用户共享的资源子网则在通信子网的外围。

以 ARPA 网以及英国国家物理实验室 NPL 的分组交换网为先驱, 20 世纪 70 年代和 80 年代, 第二代计算机网络得到了迅猛发展。在这段时期内, 各大计算机公司都陆续推出自己的网络体系结构, 以及实现这些网络体系结构的软硬件产品。用户购买计算机公司提供的网络产品, 自己提供或租用通信线路, 就可自己组建计算机网络。IBM 公司的 SNA (System Network Architecture) 和原有 DEC 公司的 DNA (Digital Network Architecture) 就是两个最著名的例子。凡是按 SNA 组建的网络都可称为 SNA 网, 而凡是按 DNA 组建的网络都可称为 DNA 网或 DECNET。

当前世界上仍有不少第二代计算机网络在运行和提供服务。但是,第二代计算机网络有不少弊病,已不能适应信息社会日益发展的需要。其中最主要的缺点是,第二代计算机网络大都是由研究单位、大学应用部门或计算机公司各自研制的,没有统一的网络体系结构。为实现更大范围内的信息交换与共享,把不同的第二代计算机网络互连起来十分困难。比如说,只要增购一些网络产品,就可以把一台 IBM 公司的计算机接入一个 SNA 网,但把一台 HP 公司生产的计算机接入 SNA 网就是一件不容易的事情。同样,把一台 IBM 公司生产的计算机接入 DECNET 也不是容易的,而把多种不同的计算机的网络互连在一起就更难了。因而,计算机网络必然要向更新的一代发展。

三、开放式标准化网络

第三代计算机网络是开放式标准化网络,它具有统一的网络体系结构,遵循国际标准化协议。标准化使得不同的计算机能方便地互连在一起。20 世纪 70 年代后期,人们认识到第二代计算机网络的不足后,已开始提出发展新一代计算机网络的问题。国际标准化组织 ISO (International Standards Organization) 下属的计算机与信息处理标准化技术委员会 (Technical Committee) TC97 成立了一个专门研究此问题的委员会 (Sub-Committee)。经过若干年卓有成效的工作,ISO 制定并在 1984 年正式颁布了一个称为开放系统互连基本参考模型 (Open System Interconnection Basic Reference Model, OSI/RM) 的国际标准 ISO 7498。这里,“开放系统”是相对于第二代计算机网络(如 SNA 和 DNA 等)中只能和同种计算机互连的每个厂商各自封闭的系统而言的,它可以和任何其它系统(当然要遵循同样的国际标准)通信而相互开放。该模型分为七个层次,有时也称为 OSI 七层模型。OSI 模型目前已被国际社会普遍接受,并公认为计算机网络体系结构的基础。

20 世纪 80 年代,以 OSI 模型为参照,ISO 以及当时的国际电话电报咨询委员会 CCITT (法文为 Comité Consultatif International de Télégraphique et Téléphonique 的缩写)等为各个层次开发了一系列的协议标准,组成了一个庞大的 OSI 基本标准集。CCITT 是联合国国际电信联盟 (International Telecommunication Union, ITU) 下属的一个组织,目前已被撤消,该组织更名为 IYU-TSS (Telecommunication standardization Sector——国际标准化部)或简称为 ITU-T。由 CCITT 制定的标准都称为建议 (Recommendation)。虽然现在已没有了 CCITT,但有些资料习惯上仍称其为 CCITT 建议。最著名的 CCITT 建议是在公用数据网中广泛采用的,它们是 X.25, X.3, X.28, X.29 和 X.75。

遵循公开标准组建的网络通常都是开放的。遵守上述 CCITT X 系列建议组建的公用分组交换数据网,是开放式标准化网络的一个典型例子。许多国家都有自己的公用分组交换数据网,如加拿大的 DATAPAC 和法国的 TRANSPAC、德国的 DATEX-P、日本的 DDX-P,以及我国已于 1989 年开通并正式对外提供服务的 CHINAPAC 等。虽然这些网络内部的结构、采用信道及设备不尽相同,但它们向外部用户提供的界面是相同,互连的界面也是相同的,因而,也易于互通。另一个开放式标准化网络的著名例子是 Internet (也译为国际互联网)。它是在原 ARPAnet 技术上经过改造而逐步发展起来的,它对任何计算机开放,只要遵循 TCP/IP 协议的标准并申请到 IP 地址,就可以通过信道接入 Internet。这里 TCP 和 IP 是 Internet 所采用的一套协议中最核心的两个,分别称传输控制协议 (Transmission Control

Protocol, TCP) 和网际协议或互联网协议 (Internet Protocol, IP)。它们虽然不是某个国际官方组织制定的标准, 但由于被广泛采用, 已成为事实上的国际标准。

四、网络计算的新时代

近年来, 随着信息高速公路计划的提出与实施, Internet 在地域、用户、功能和应用等多方面的不断拓展, 其技术越来越广泛的应用, 计算机的发展已进入了网络计算的新时代, 换句话说就是以网络为中心的时代。现在, 任何一台计算机都必须以某种形式连网, 以共享信息或协同工作, 否则就无法充分发挥其效能。计算机网络本身的发展也进入了一个新的阶段。当前计算机网络的发展有若干引人注目的方向。首先, 是计算机网络向高速化发展。早期的以太网 (Ethernet) 的数据速率只 10Mb/s (Bits Per Second), 即每秒传送 1000 万 bit (即二进制位), 目前速度高 10 倍的 100Mb/s 的以太网已相当普及, 而速度再提高 10 倍, 达 Gb/s (即 1000Mb/s) 的产品也亦很多。从远距离网络来看, 早期按照 CCITT X 建议组建的公用分组交换数据网的数据速率只有 64Kb/s; 后来采用了帧中继 (Frame Relay) 技术, 已可提高至 2Mb/s; 近年来出现的异步传输模式 ATM (Asynchronous Transfer Mode) 可达到 155Mb/s、622Mb/s, 甚至 2.5Gb/s 的数据速率; 更新的波分多路复用 WDM (Wave Division Multiplexing) 技术已开始展露其姿容。其次, 早期计算机网络中传输的主要是数字、文字和程序等数据, 随着应用的扩展, 提出了越来越多的图形、图像、声音和影像等多媒体信息在网络中传输的需求, 这不但要求网络有更高的数据速率, 或者说带宽, 而且对延迟时间 (实时性)、时间抖动 (等时性)、服务质量等方面都提出了更高的要求。目前, 电话、有线电视和通信数据通信等都有各自不同的网络, 随着多媒体网络的建立和日趋成熟, 三网融合甚至多网融合是一个重要的发展方向。

未来的计算机网络结构处于核心的是能传输各种多媒体信息的高速宽带主干网, 它外连许多汇聚点 (Point Of Presence POP)。端用户 (User) 可以通过电话线、电视电缆、光缆、无线信道等不同的传输媒体进入由形形色色的技术组成的不同接入网 (Access Network), 再由汇聚点集中后连入主干网。由于因特网的巨大影响及成功运行, 在整个网络中, 核心协议将采用 Internet 的网际协议 IP, 通过它把各种各样的通信子网互连在一起, 并向上支持多种多媒体应用。这就是所谓的统一的 IP 网, 即 “IP over everything” 和 “Everything on IP”。网络覆盖的地理范围将不断扩大, 向全球延伸, 并逐步深入到每个单位, 每个办公室以至于每个家庭。有人描述未来通信和网络的目标是实现 5W 的个人通信, 即任何人 (Whoever) 在任何时间 (Whenever), 任何地方 (Wherever) 都可以和任何另一个人 (Whomever) 通过网络进行通信, 以传送任何信息 (Whatever), 这是很诱人的发展前景。

第三节 计算机网络的功能和应用

人类社会已进入信息化时代, 社会信息量在迅猛增长, 信息的计算和处理从集中化 (组织计算中心) 向分散化发展, 单机在许多方面很难满足应用要求, 这就使计算机网络成为信息革命中最先进、最理想的技术。

一、网络的功能

计算机网络的功能可归纳为资源共享、提供人际通信手段、提高可靠性、节省费用、便于扩充、分担负荷及协同处理等方面。这些方面的功能本身也是相辅相成的，下面我们将分别介绍。

计算机网络最早是从消除地理距离的限制以共享资源而发展起来的。在第一代面向终端的计算机网络中，多个终端通过通信线路共享中心计算机的资源。在第二代计算机网络中资源子网中的所有主机都可成为网络用户共享的资源。这里资源可以是硬件，如巨型计算机，具有特殊功能的处理部件（如快速傅里叶变换处理器），高性能的输入/输出设备（如高分辨率的激光打印机、大型号绘图仪等以及大容量的外部存储器等）。在一段时间内，曾有一些局部区域网就是逻辑上以提供共享的硬盘和打印机的服务器为中心连接若干简单的 PC 机构成的。共享的资源也可以是软件或数据，从而避免软件研制上的重复劳动以及数据资源的重复存储，也便于集中管理。通过 Internet 可以检索许多联机数据库，包括专利索引、文献索引、新书书目、定期期刊杂志、读者指南以及许多著名图书馆的馆藏书目等，这都是数据资源共享的例子。又如，1996 年开通的上海热线（Shanghai Online），又名上海公共信息网，就是为配合上海信息港建设而兴建的公共信息服务系统。当时通过它可以查阅到许多可共享的信息资源，包括：经济纵横（金融、证券、期货、商品、贸易、房地产等信息），新闻总汇（综合信息、杂志信息、集邮信息、邮政业务信息、邮政商品信息等），上海黄页（企事业单位地址和电话，以及传呼和私人电话等信息），神州旅游（城市旅游、旅游文化、旅游线路、古迹揽胜等信息）以及世界博览和教育园地等。

计算机网络为分布在各地的用户提供了强有力的人际通信手段。通过计算机网络传送电子邮件和发布新闻消息已经得到了普遍的应用。当生活在不同地方的许多个人进行合作时，若其中一个人修改了某些文件，那么其它人通过网络立即可看到这个变化，从而大大地缩短了过去靠信件来往所需要的时间。效率的提高可以轻易地实现过去绝无可能的合作。电子邮件长期以来是 Internet 上一项最重要的应用功能，现在许多人的名片上不仅有邮政地址、电话和传真号码，还有电子邮件（E-mail）地址。电子邮件的使用极大地缩短了人际通信的时间和空间距离。Internet 上还有许多特殊兴趣组（Special Intersting Group, SIG），加入了某一组后就能和分布在世界各地的许多人就某一共同感兴趣的课题不断交换意见，并展开讨论。你既可以通过网络了解别人的看法，也可以通过网络对别人的看法进行评论与注解以及随时发表自己对有关问题的观点。网络公告牌系统 BBS（Bulletin Board System）从某种意义上也有类似的功能，其作用如其名，这个网络上的电子公告栏既可供公众阅读，也可张贴布告。

计算机网络中拥有可替代的资源提高了整个系统的可靠性。比如说，存储在某一台计算机中的文件若被偶然破坏了，在网络中其它计算机中仍可找到副本供使用。又如，某一台计算机失效了，网络中的其它计算机就可承担起它所处理的任务，有时性能会降低一些，但系统不会崩溃。这种在故障情况下仍可降格运行的性能对某些实时控制要求可靠性高的应用场合（如军事、银行等）是非常重要的。

一般说来，小型计算机比大型计算机有更高的性能价格比。比如说，大型计算机的速度

和处理能力可能是微型计算机的数十倍，但价格可能千倍以上。一百个用户每人拥有一台微型计算机，互连成网络而共享某些资源，就比他们分时共享一台大型计算机的资源要合算得多，既方便又节省费用。

随着工作负荷的不断增长，计算机系统常需要不断扩充。单个计算机系统扩充达到某种极限时，就不得不以更大的计算机来取代它。计算机网络中的主机资源是通过通信线路松耦合的，不受共享存储器、内部系统总线互连等紧耦合系统所受到的能力限制，易于扩充。

计算机网络管理可以在各资源主机间分担负荷，使得在某时该负荷特重的主机可以将任务送给远地空闲的计算机去处理。尤其对于地理跨度大的远程网，还可利用时间差来均衡日夜负荷的不均现象。

二、网络的应用

正因为计算机网络有如此的功能，使得它在工业、农业、交通运输、邮电通信、文化教育、商业、国防以及科学研究等领域获得越来越广泛的应用。工厂企业可用网络来实现生产的监测、过程控制、管理和辅助决策。铁路部门可用网络来实现报表收集、运行管理和行车调度。邮电部门可利用网络来提供世界范围内快速而廉价的电子邮件、传真和 IP 电话服务。教育科研部门可利用网络的通信和资源共享来进行情报资料的检索、计算机辅助教育和计算机辅助设计、科技协作、虚拟会议以及远程教育。计划部门可利用网络来实现普查、统计、综合、平衡和预测等。国防工程能利用网络来进行情报的快速收集、跟踪、控制与指挥。商用服务系统可利用网络实现制造企业、商店、银行和顾客间的自动电子销售转账服务或更广泛意义下的电子商务。计算机网络的应用范围是如此广泛，我们难以一一列举。下面我们仅举一个航空方面的例子，看一下它是多么离不开计算机网络这样一个现代化的信息处理和传输工具。

航空公司在世界范围内的主要城市都设有售票点，各地的售票员应能在旅客未到的情况下了解他所要求的航班的机座情况，这样售出的机票才不会冲突。当旅客不能直达目的地时，还需要及时了解其所在航空公司的信息以安排转机。航空公司还可能需要安排到达和离开机场的地面交通、转机旅客的旅馆和货运的调度。为了航班的正确运行，必须随时掌握气象情况、飞机燃料及其它用品的供应、机组人员的搭配和维护日程的安排。当某目标机场因气象原因而被关闭时，必须及时通知机长改变降落地点并通知机场做好相应的准备。航空公司可能还需要及时了解客流，计算盈亏，掌握营业情况，以确定增减航班及调整飞机的大小。所有这一切都需要有远程快速和精确的信息收集、传递、处理和控制在计算机网络是难以完成的。

从以上所述可见，计算机网络的应用已经深入到社会的各个方面。我们还可以举出许多例子。比如说，1999 年我国在政府上网方面迈进一大步。这一方面可以将许多政务信息、政策法规、办事制度通过网络更快更广泛地向民众宣传，向民众公开；另一方面也可以更及时地获得民众的反馈意见，进一步缩短政府和民众间的距离。而且，通过政府内部网络实现政务办公自动化，逐步向无纸办公的方向发展，也可大大提高政府部门的办事效率，从而更好更有效地为人民服务。又如，社会保障网络的建立，将有利于住房公积金、养老保险金以及医疗保险金等的统一管理、使用与监控，进一步完善我国的社会保障体系。网络的普及与应