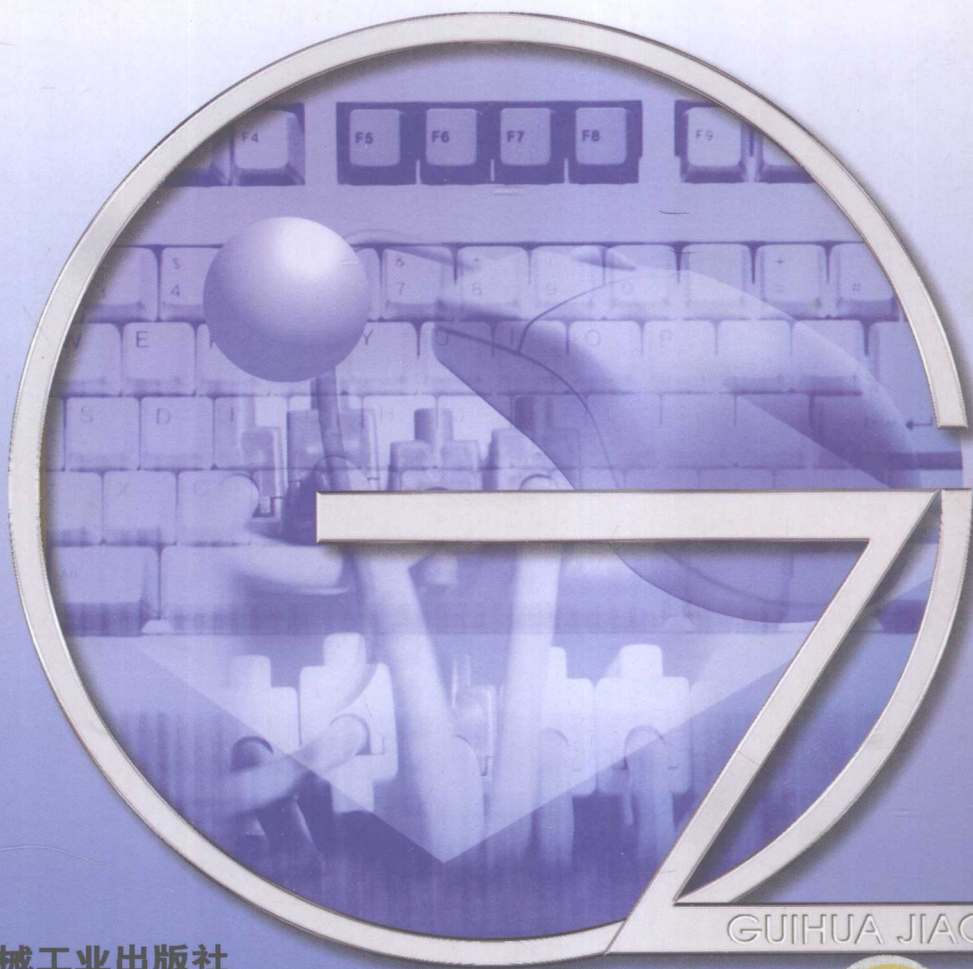




教育部职业教育与成人教育司推荐教材
计算机应用专业教学用书

计算机网络技术

教育部机械职业教育教学指导委员会 组编
中国机械工业教育协会
于明 主编



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

GUIHUA JIAOCAI

gz



教育部职业教育与成人教育司推荐教材
计算机应用专业教学用书

计算机网络技术

主 编 于 明

副主编 刘建平

参 编 李宝清 潘华忠

曲鸣飞

主 审 佟震亚

机械工业出版社

本书是在大力发展职业教育、培养技能型紧缺人才的背景下，作为高等职业教育教材而编写的。本课程主要介绍计算机网络的基本概念与基础知识、网络操作系统与组网技术。依据教学规律，注重理论联系实际，突出知识性与实用性，目的是使读者能够掌握计算机网络的基础知识和网络建设与开发的方法，为建立和使用计算机网络起到参考和指导作用。

本书共分8章，都是从新而实用的计算机网络内容中精选出来的。对计算机网络的基本概念与基本原理（1~3章）、局域网技术、互联网技术、组网实用技术、网络操作系统及广域网等内容作了比较系统而全面的介绍。

本书定位准确，概念清晰，叙述透彻，通俗易懂，突出了当今网络技术重点并结合了组网工程实践，达到了知识性与实用性的协调统一，适合于高等职业教育计算机应用专业与计算机相关专业的学生作为教材使用，也适合于广大从事此类工作的技术人员使用。

图书在版编目（CIP）数据

计算机网络技术 / 于明主编. —北京：机械工业出版社，2005.1

教育部职业教育与成人教育司推荐教材 计算机应用专业教学用书
ISBN 7-111-15848-2

I. 计… II. 于… 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（2004）第133912号

机械工业出版社（北京市百万庄大街22号 邮政编码100037）

责任编辑：王玉鑫 封面设计：姚毅

责任印制：石冉

北京中兴印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2005年1月第1版第1次印刷

787mm×1092mm 1/16·12印张·290千字

定价：16.00元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

本社购书热线电话（010）68993821、88379646

68326294、68320718

本社投稿热线电话（010）88379543

封面无防伪标均为盗版

机电类高等职业技术教育教材建设

领导小组人员名单

顾问：郝广发

组长：杨黎明

成员：刘亚琴 李超群 惠新才 王世刚 姜立增

李向东 刘大康 鲍风雨 储克森 薛涛

计算机应用专业教材编审委员会

姜立增 张卫东 廖哲智 王伟 纪开荣

陈江红 李怀刚 刘丽莉 张运 陈一民

李丕瑾 魏慧琴 章锐 周岳山 于明

佟震亚 赵晓玲

前 言

科技在不断地进步,在不断地改变着人类的学习与生活。今天已经很少见到容量是 1.2MB 的那种软盘,也很难见到一大包用 1.44MB 软盘所储存的软件,取而代之的是光盘和网上下载。同样,从学生的教材中找不到计算机的课本,到“计算机应用基础”成了必修课,再到今天“计算机应用基础”的课本中加上了网络的内容,这一切都好像是顺理成章的事,然而这却标志着科技的发展,人类的进步。

计算机网络技术正如本书一开始就介绍给大家的一样,它是许多年来计算机技术与通信技术相结合、相互促进的产物。自 1969 年 ARPANET 问世以来,计算机网络技术发展迅猛,各种新的网络应用也不断涌现。如今电子邮件、Web 服务、网络电话、电子商务及电子政务等也已广泛应用到了人们的工作与生活之中。所以计算机网络技术已不是高级技术人员所掌握的技术了,而是广大从事计算机应用的人员必须掌握的基础知识。在这样的环境与背景下,按照教育部与机械工业出版社有关会议指示精神,并充分结合我国目前的高等职业计算机教育的现状,充分考虑其实用性,减少理论上的难度,编写了本书,希望本书能受到大家的支持与欢迎。

本书系统地介绍了计算机网络的基本概念、工作原理、网络操作系统及组网实用技术等。注重理论与实践的有机结合,侧重实用性,强调实践操作,突出应用技能训练,如拿出专门的章节来介绍组网技术等。使之更适合我国目前高等职业教育的发展方向,更贴近高职高专学生的实际情况。

笔者长期从事计算机网络课程的教学工作,在平时的授课与指导实验的过程中总结了一些经验,真诚地希望通过此教材对更多的将要学习计算机网络知识的人能有所帮助。

本书内容比较全面,结构安排较为合理。全书共分 8 章,第 1 章介绍了计算机网络的定义与发展、功能与应用、分类与特点、组成与结构;第 2 章介绍了通信的基础知识,其中包括数据编码、物理传输媒体及差错控制方法等;第 3 章介绍了计算机网络的体系结构与网络协议,重点讲解了 OSI 参考模型及网络功能的实现过程;第 4 章介绍了局域网的概念,详细阐述了局域网的体系结构与协议标准,还介绍了以太网、令牌环网、令牌总线网和高速局域网等内容;第 5 章介绍了 Internet 和 Intranet 的基本概念,详细讲解了 TCP/IP 协议、IP 地址与域名系统。还介绍了 Internet 的接入方式、Internet 的发展及 Intranet 的功能与应用;第 6 章介绍了组网的概念、组网的规划与设计、网络工程的质量保证体系等。重点讲解了各种不同的网络硬件设备的原理与使用,最后还介绍了综合布线系统;第 7 章主要介绍了 Windows 2000 Server 操作系统的概念与使用;第 8 章介绍了广域网的概念与特点,介绍了网络安全与网络管理。

由于时间和水平有限,书中错误与不足之处在所难免,敬请广大读者给予批评指正。

作 者

目 录

前言

第 1 章 计算机网络概论1	第 5 章 Internet 和 Intranet79
1.1 计算机网络的定义、演变和发展.....1	5.1 Internet 概述.....79
1.2 计算机网络的功能与应用.....9	5.2 TCP/IP 协议.....81
1.3 计算机网络的分类与特点.....11	5.3 IP 地址和域名系统.....87
1.4 计算机网络的组成和结构.....15	5.4 Internet 的接入方式.....93
1.5 本章小节.....17	5.5 Internet 的发展.....100
习题.....18	5.6 Intranet.....102
第 2 章 数据通信基础知识20	5.7 本章小结.....105
2.1 数据通信基础.....20	习题.....106
2.2 数据编码.....24	第 6 章 组网技术109
2.3 多路复用和交换.....29	6.1 组网概论.....109
2.4 物理传输媒体.....32	6.2 网卡.....111
2.5 差错控制方法.....36	6.3 集线器和交换机.....115
2.6 本章小节.....38	6.4 路由器.....121
习题.....38	6.5 服务器.....124
第 3 章 计算机网络体系结构与网络协议39	6.6 综合布线系统.....128
3.1 计算机网络体系结构的形成.....39	6.7 本章小结.....132
3.2 OSI 参考模型.....45	习题.....132
3.3 几个网络协议简介.....50	第 7 章 流行的网络操作系统133
3.4 本章小节.....53	7.1 网络操作系统概述.....133
习题.....54	7.2 Windows 2000 Server 操作系统.....136
第 4 章 局域网56	7.3 UNIX 和 Linux.....155
4.1 局域网概述.....56	7.4 Novell NetWare.....157
4.2 局域网的主要技术.....61	7.5 本章小结.....159
4.3 局域网的体系结构与协议标准.....62	习题.....160
4.4 以太网.....64	第 8 章 网络技术高级主题162
4.5 令牌环网.....68	8.1 广域网基础.....162
4.6 令牌总线网.....70	8.2 网络管理.....169
4.7 高速局域网.....73	8.3 网络安全.....174
4.8 网际互连简介.....75	8.4 本章小节.....180
4.9 本章小节.....77	习题.....181
	参考文献183

第1章 计算机网络概论

计算机与通信技术的结合催生了计算机网络，推动了信息时代的发展。计算机网络已成为继广播、电话和电视之后更加方便快捷的信息交换和共享平台，成为政治、经济、军事、教育、科学、文化、艺术、卫生，以及体育等全时空的信息支持环境，成为继南极洲和外层空间之后又一轮国际竞争的新的战略空间。“网络经济”、“电子商务”、“网络教育”及“电子邮件”等新名词、新技术和新应用的不断涌现，网络已经延伸到世界的每一个角落，渗透到社会生活的各个层面，并且不断改变着人们学习、工作、生活方式。掌握计算机网络基本知识和技能是信息社会的基本要求，是现代人必备的基本素质。

1.1 计算机网络的定义、演变和发展

在人类生活中，四通八达的公路网、铁路网和航空网，方便快捷的电话网、电视网和广播网等，无不是当今社会的基础性设施，它们所提供的人员交流、物质交流、语言交流及信息发布功能是人类社会存在和发展的必需。随着计算机的诞生，人类活动的信息化程度越来越高，越来越多的信息保存在计算机之中。信息社会化、经济全球化和生产一体化，对信息共享和交流的需求日益迫切，计算机网络应运而生。

1.1.1 计算机网络的定义

在网络协议和网络软件的控制和管理下，用通信介质将多台计算机和通信设备连接起来，以实现数据通信和信息传输服务的计算机系统的集合，称为“计算机网络”。

正确理解计算机网络的定义，可以将其看作由多个点互相连接而构成的一个网状结构，其目的是使各点上的信息能够通过连线相互传输和共享。图 1-1 所示为一个简单的计算机网络示意图，其中：

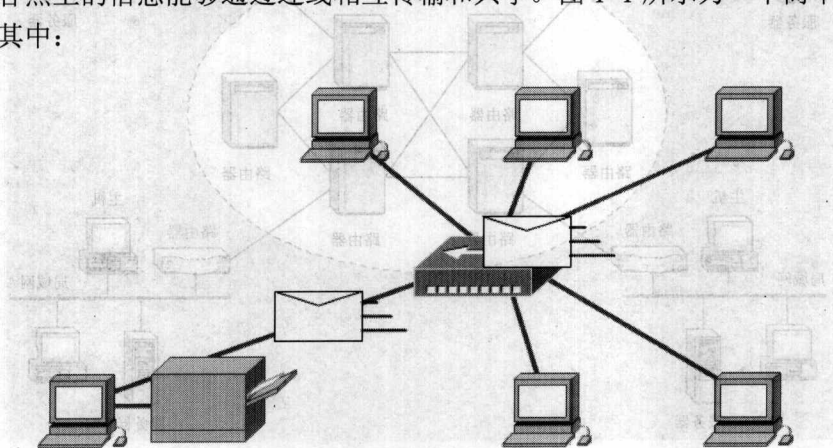


图 1-1 一个简单的计算机网络

1) 计算机是计算机网络中的“点”，它是计算机网络中信息的产生者、处理者、发送者和接收者，是计算机网络的核心。这些计算机可以具有各自独立的功能，以及不同的体系结

构和软件平台。如大型机、小型机或 PC，可能运行 OS2、UNIX、Linux 或 Windows 等不同操作系统。还可分布在不同的地理位置，小到一个房间，大到一个城市、一个国家，甚至跨越海洋。一个实验室或一座办公楼内的计算机可以连接构成一个大规模的计算机网络，一个跨国公司分布在世界各地的各种计算机也可以连接成一个跨地域的计算机网络，例如，Internet（即“因特网”，又称“互联网”）就是一个覆盖了世界五大洲的计算机网络。

2) 传输介质是计算机网络中的“线”，它构成了计算机网络中信息传输通道，它们可以是双绞线、同轴电缆或光纤等有线介质，也可以是微波和卫星等无线介质。有时还需要使用通信设备提高传输性能，完成各种控制和管理功能。

3) 网络协议和网络软件是计算机网络的“大脑”，网络中的计算机、通信介质和通信设备要协调工作必须遵循同一通信规则，即网络协议，并且必须在网络软件的支持下才能实现。

4) 计算机网络对用户是透明的，用户可以得到网络服务并共享网络资源，但不必了解网络的具体结构和各计算机的物理位置。如同人们可以打电话，而无需关心语音是如何在电话之间传输的一样。

在理解和认识计算机网络时，还可参见如图 1-2 所示的互联网结构示意图。

网络不仅提供了共享本地资源（比如，在一个小办公室中多人共享的打印机）的能力，网络的存在也意味着可以将本地网络和其他的网络相连。现在的大多数网络，不论其大小，都和 Internet 相连，这就意味着潜在有无限的资源共享和信息交流能力。公司决定将自己的计算机组网的迫切原因之一，就是使自己的所有用户都能与全球网络 Internet 相连。

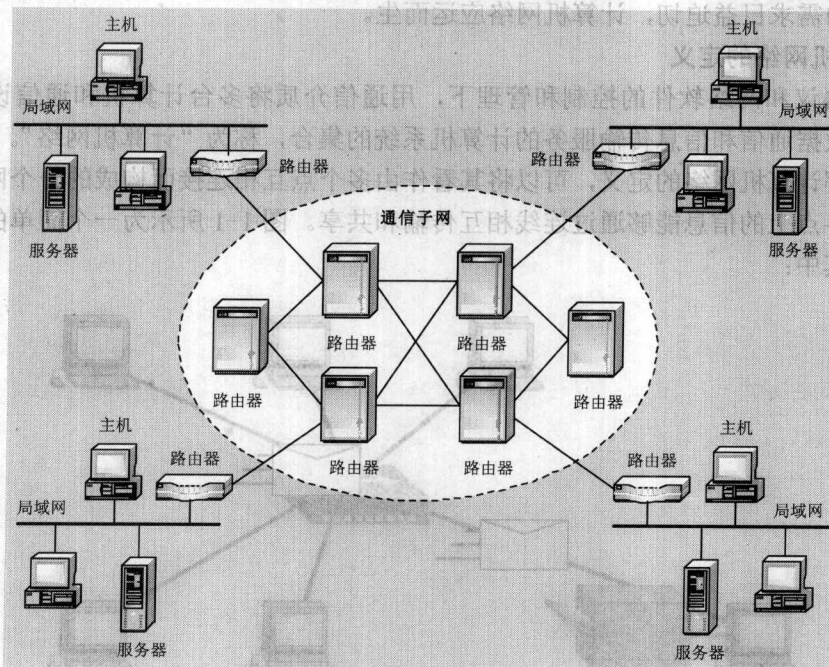


图 1-2 互联网结构示意图

1.1.2 早期的计算机网络

1.1.2.1 面向终端的计算机通信网络

早期的大型、小型计算机价格昂贵，数量很少。一台计算机只能供一个人使用，而且每

次上机，用户都必须进入计算机机房进行操作。这种方式不能充分利用计算机资源，而且用户使用起来也极为不便。后来，随着计算机软、硬件的发展，出现了高速大容量存储器系统，开发了多道程序和分时操作系统，使计算机能够同时处理多个应用进程，并允许多个用户通过终端同时访问一台计算机。但是，由于此时的终端是直接通过异步串行口与计算机相连，因此要使用计算机仍然需要到计算机房的终端上去操作。为了实现计算机的远程操作，以提高对计算机这个昂贵资源的利用率，科学家们利用通信手段，将终端和计算机进行远程连接，使用户在自己的办公室通过终端就可以使用远程的计算机。终端可以处于不同的地理位置，它通过传输介质及相应的通信设备与一台计算机相连，用户可以通过本地终端或远程终端登录到计算机上。使用该计算机系统，远程用户可以在本地方便地使用计算机。这种具有通信功能的面向终端的计算机系统（如图 1-3a 所示），和以单个计算机为中心的远程连机系统（如图 1-3b 所示），被称为第一代计算机网络——即面向终端的计算机通信网络。

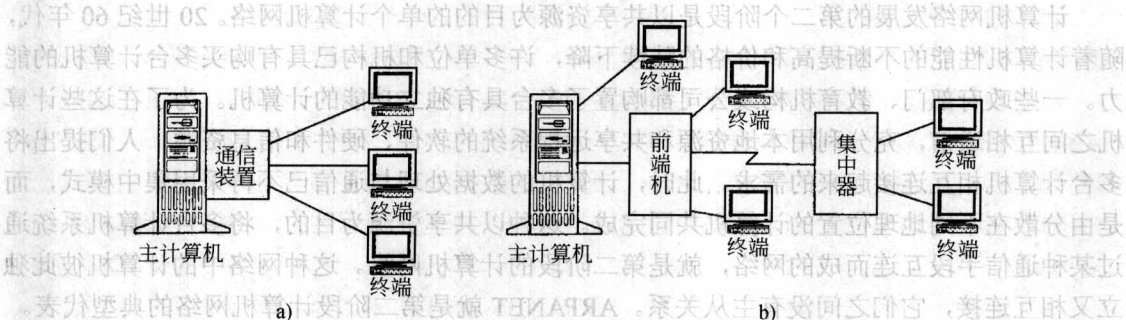


图 1-3 面向终端的计算机通信网络

这里的面向终端的计算机通信网络，是指只有一台主机与多个终端连接的网络，在每个终端和主机之间都有一条专用的通信线路。这种系统的线路利用率很低。另外，主机肩负着数据处理和通信处理两大功能，加重了主机的负担。为了提高通信线路的利用率和减轻主机的压力，在具有通信功能的多终端系统中使用了终端控制器（Terminal Controller——集中器）和前端处理器（Front-End Processor——前端机）。集中器用于连接控制多个终端，让多台终端共用同一条通信线路与主机通信。前端机放在主机的前端，承担通信处理功能，以减轻主机的负担。

面向终端的计算机通信网络的主要特点如下。

1) 终端到计算机的连接，而不是计算机到计算机的连接。终端是一个连接到一台计算机主机的装置。用户在终端的键盘上操作，将从键盘上输入的命令、控制键或启动应用进程的信息直接送给主机，与主机上的进程进行通信。主机则将执行结果回送给终端，并在终端显示器上显示。在终端上操作如同直接在主机的操作台上操作一样。在分时系统中，多个用户可以通过终端“同时”使用一台主机，就好像自己独享该计算机一样。面向终端的计算机通信网络就是通过终端与计算机的通信连接，实现共享计算机资源。

2) 主机负担过重。在面向终端的计算机通信网络中，多个终端共同使用一台主计算机，连在该机上的所有终端提交的任务都由主计算机处理，而且主计算机既要处理通信功能又要处理数据和作业进程，致使计算机主机的负担过重。

面向终端的计算机通信网络的第一个典型实例是 SAGE。SAGE 是美国在 20 世纪 50 年

代中期建立的半自动地面防空系统。该系统共连接了 1000 多个远程终端，主要用于远程的控制导弹制导。该系统能够将远距离雷达设备收集到的数据，由终端通过通信线路传送给一台中央主计算机，由主机进行计算处理，然后将处理结果再通过通信线路回送给远程终端去控制导弹的制导。

另一个面向终端的计算机通信网络的典型实例是 SABRE-1。SABRE-1 是 20 世纪 60 年代美国建立的航空公司飞机订票系统，该系统由一台主机连接美国各地区的 2000 多台终端组成。人们可以通过这个系统在远程终端上预订飞机票。

第一代计算机网络——面向终端的计算机通信网，严格地讲，不能算作现在意义上的计算机网络。这些系统的建立没有资源共享的目的，只是为了能进行终端与小型机之间的远程通信。但是，它实现了计算机技术与通信技术的结合，可以使用户以终端方式与远程主机进行通信，使用远程计算机的资源，因此可以说它是计算机网络的初级阶段。

2. 以共享资源为目标的计算机网络

计算机网络发展的第二个阶段是以共享资源为目的的单个计算机网络。20 世纪 60 年代，随着计算机性能的不断提高和价格的陆续下降，许多单位和机构已具有购买多台计算机的能力。一些政府部门、教育机构或公司都购置了多台具有独立功能的计算机。为了在这些计算机之间互相通信，充分利用本地资源和共享远程系统的软件、硬件和信息资源，人们提出将多台计算机相互连接起来的需求。此时，计算机的数据处理与通信已不再采用集中模式，而是由分散在不同地理位置的计算机共同完成。这种以共享资源为目的，将多台计算机系统通过某种通信手段互连而成的网络，就是第二阶段的计算机网络。这种网络中的计算机彼此独立又相互连接，它们之间没有主从关系。ARPANET 就是第二阶段计算机网络的典型代表。

20 世纪 60 年代后期，美国国防部高级研究计划局（Advanced Research Project Agency——ARPA）提供经费资助，由美国一些大学和公司合作，共同研究开发了这种新型的计算机网络。经过专家们的调查研究，决定建设一个多个节点的分组交换网络，由子网和主机组成。并于 1969 年 12 月建成一个具有四个节点（UCLA、UCSB、SRI 和犹他大学）的实验性网络，并投入运行和使用，这就是著名的 ARPANET。最初的 ARPANET 的网络结构如图 1-4 所示。

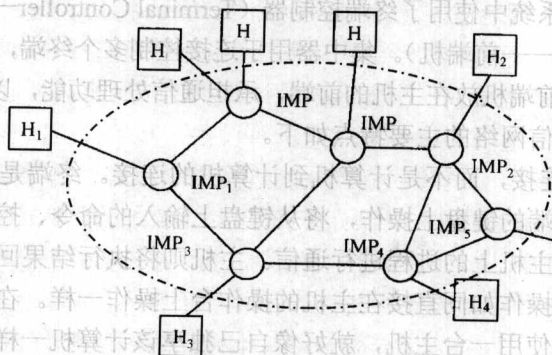


图 1-4 ARPANET 结构示意图

图中：H (HOST) 是计算机主机，IMP (Interface Message Processor) 是接口信息处理机。

从图中可以看出，ARPANET 子网是由接口信息处理机 IMP 组成，IMP 由通信线路连起来。IMP 负责通信处理，它具有路径选择和存储转发功能。在 ARPANET 中，把运行应用程

序的主计算机称为主机。主机之间的信息交换需要通过 IMP 完成。例如, 如果计算机 H_1 要发送一些数据给计算机 H_2 , H_1 首先应将数据送给 IMP_1 , 然后由 IMP_1 把数据转发给 IMP_3 , 再经 IMP_4 到达 IMP_2 , 由 IMP_2 将数据转发给 H_2 。

ARPANET 发展很快, 从 1969 年的 4 个节点, 很快扩展到 35 个节点。特别是 20 世纪 80 年代, ARPANET 采用了开放式网络互连协议 TCP / IP 以后, 发展得更为迅速。到了 1983 年 ARPANET 已拥有 200 台 IMP 和数百台主机。网络覆盖范围也已延伸到夏威夷和欧洲。事实上, ARPANET 是 Internet 的雏形, 是 Internet 初期的主干网。

ARPANET 是计算机网络发展的一个里程碑, 它标志着以资源共享为目的的计算机网络的诞生, 是第二阶段计算机网络的一个典型范例, 它为网络技术的发展做出了突出的贡献。无论在理论方面还是在技术方面, 对其后网络的发展影响都很大。其贡献主要表现在它是第一个以资源共享为目的的计算机网络, 它使用 TCP / IP 协议作为通信协议, 使网络具有很好的开放性, 为 Internet 的诞生奠定了基础。此外, 它还实现了分组交换的数据交换方式, 并提出了计算机网络的逻辑结构由通信子网和资源子网组成的重要基础理论。

1.1.3 个人计算机的出现与局域网的发展

1. PC 的发展推动了局域网技术的发展

1981 年 8 月, IBM PC 投放市场, 虽然 IBM PC 不是 20 世纪 80 年代惟一的重量级 PC, 但由于 IBM PC 的操作系统——DOS (并不完全为 IBM 所有, 微软也为其他的 PC 制造商提供 MS-DOS 操作系统), 使它很快就成为商业标准。所以 IBM PC 兼容机迅速占领了市场, 这使得个人和小企业也能买得起 PC 了。

基于 DOS 操作系统的应用软件开发在 20 世纪 80 年代如火如荼, 从而奠定了 PC 在商业计算机中的基础地位。然而, 由于 PC 之间是独立的, 这就意味着用户不能相互协作和共享资源, PC 实际上隔离了其使用者。

早期的计算机网络大多为广域网, 局域网 (LAN) 的出现与发展是在 20 世纪 70 年代个人计算机 (PC) 在市场推出以后。20 世纪 80 年代, 由于 PC 性能不断地提高、PC 和小型机的价格不断地降低, 计算机从“专家”群里走进“大众”之中, 网络应用也从科学计算扩展到了事务处理, 使得 PC 大量地进入到各行各业的办公室, 甚至家庭。

由于个人计算机的大量涌现和广泛分布, 基于信息交换和资源共享的需求越来越迫切。人们要求把一个办公室、一栋楼或一个园区内的计算机连接起来, 相互之间交换信息, 共享硬件资源 (大容量硬盘、高速打印机等高性能贵重设备) 和软件资源, 于是出现了局域网技术。局域网技术的发展速度极为迅速, 标准化的进程也非常快。自 1980 年 9 月, 由 DEC、Intel 和 Xerox 三家公司 (DIX) 联合研制并公布了以太网的标准规范后, 一系列的局域网标准应运而生。其中以太网技术最为活跃, 应用最为广泛。从 1980 年公布了标准以太网 (传输速率为 10 Mbps) 以来, 很快又制定了百兆快速以太网标准、千兆高速以太网标准及万兆以太网的标准。在 20 多年中, 以太网技术的传输速率从十兆提高到万兆, 传输速率整整提高了 1000 倍。交换局域网技术的问世, 是局域网技术的一场革命性的发展。交换局域网具有独占传输通道、独占带宽的特性, 它给用户提供足够的带宽, 彻底解决了带宽的需求问题。

目前, 在传输速率为 10Mbps 的以太网广泛应用的基础上, 速率为 100Mbps 与 1Gbps 的快速以太网、千兆位以太网已开始进入实用阶段。传输速率为 10Gbps 的以太网正在研究之中。同时交换式局域网与虚拟局域网技术发展十分迅速。基于光纤与 IP 技术的宽带城域网与

宽带接入网技术已经成为当前研究、应用与产业发展的热点问题之一。

近年来,在局域网领域中又推出了无线局域网技术。利用无线局域网,可将园区网延伸到移动用户较多和布线困难的公共区域,使园区网实现全方位的 Internet 连接,达到网络无处不在的标准。在无线局域网的环境中,网络用户可以实现任何时间、任何地点都能上网的目标。局域网的出现与飞速发展,直接影响着计算机网络和计算机互联网的发展。局域网技术的不断更新,在网络发展史上起到重要的推动作用。因此,局域网技术是极为重要的,它将作为全书的重点在后面的章节中进行介绍。

2. 客户机和服务器

虽然现在有一些 PC 操作系统(如 Windows 和苹果 OS)支持对等网络,不过,多数情况下人们都会考虑用客户机和服务器组网。客户机(Client)是一台可供一个或多个用户登录网络并获得网络资源的计算机,客户机将运行客户端操作系统(如 Windows 2000 Professional 或 Windows Me/98 或 Windows XP 等)。客户机为用户提供上网功能,客户端计算机并不要求有服务器那样的处理能力、存储空间和内存空间,因为客户机并不向网络中的其他计算机提供大量资源。

由于客户机和服务器都有处理能力,PC 网络中的工作量就能够在客户机和服务器之间进行分配,这与大型机和小型机提供的集中式的计算功能不同,大型机和小型机的中央计算机为通过亚终端登录的所有用户提供处理能力。

另一方面,服务器(Server)的处理能力通常都比较强,并运行网络操作系统(NOS),服务器对网络进行集中式的管理,并提供网上的可用资源,比如打印机和文件(这都是 NOS 为服务器提供的功能)。服务器管理员负责决定谁可以上网,谁不能上网,并决定不同的用户可以访问哪些资源。

多数局域网都有许多客户机和若干台服务器,一台服务器总是控制用户登录,其他的服务器则提供特定种类的资源(如打印服务器和文件服务器,这将在后面介绍)。图 1-5 为一个典型的 PC 网络。

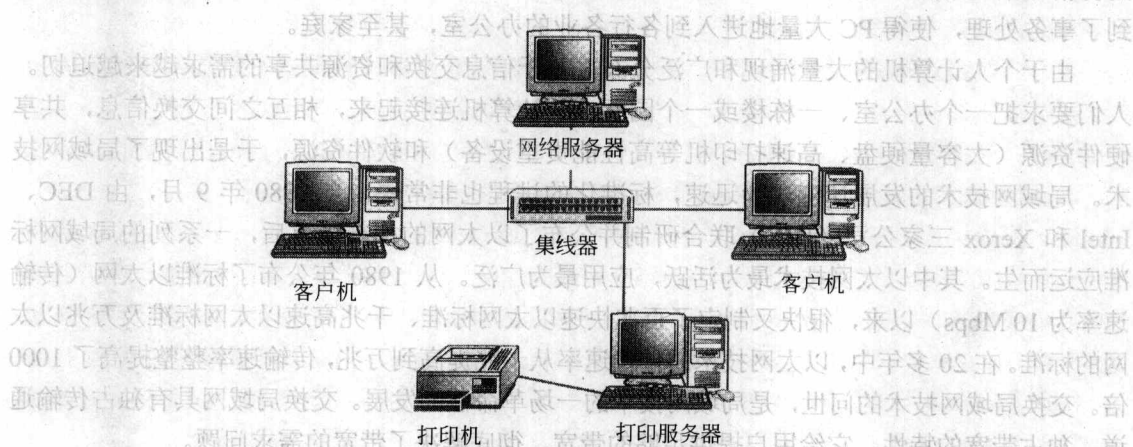


图 1-5 由客户机和服务器组成的 PC 网络

网络的规模当然取决于使用者究竟是大公司还是家庭应用,比如,家用网络和商用网络

可能都会用集线器在物理上连接计算机，不过家用网络不必有网络服务器和打印服务器，而拥有众多用户的大公司则需要这些服务器。

你可能听说过工作站（Workstation）这个名词，它和网络用户访问网络时，所使用的计算机引用的“客户机”一词可以互换。而实际上，工作站更多时候指的是高端客户机，它需要有更大的内存和更强的处理能力来运行更复杂的软件，如工程师使用的设计软件。

3. 用户和管理员

由于有客户机和服务器这两种网络计算机，就意味着网络成员也扮演不同的角色。用户是 PC 网络中的大部分成员，他们访问网络资源。用户需要用自己的账号和密码登录并访问网络。负责管理网络的人就是网络管理员，他们控制着网络服务器，即利用网络操作系统提供的工具对网络访问和访问级别进行控制。

大多数网络操作系统都为网络管理员提供了监视网络使用情况的能力，包括对用户登录的管理，此外，还能对硬件参数进行监视，比如，对服务器的内存和处理器使用情况进行监视。网络管理员还要负责对意外情况的处理，保护网络资源免受外部攻击和病毒的入侵。网络管理员另外一个非常艰巨的任务是要让用户相信，网络中使用的访问级别和安全策略都是为了这样一个目的——保护网上宝贵的单位资源，实际上网络管理员要花大量时间和精力来维护网络的正常运行。

4. 理解局域网数据传输

在深入探究 PC 网络的细节之前，我们得先了解一下数据如何在网络上传输。数据在网络介质（如铜线和光纤）中的传输方式与其在计算机内部各部件之间的传输不同。

首先定义什么是比特。比特（bit）是计算机中的最小数据单位，它的值要么是 0，要么是 1。当输入一个字符或创建一个电子表格时，我们看到的是段落中的文字或表格栏中的数据，计算机则把这些数据看成是二进制数——由 0 和 1 组成。

在计算机中，数据以比特流的形式在主机板线路中并行传输，主板上这些并行的线路称为数据总线。当处理器需要计算机硬盘中的数据时，数据沿着总线并行传输，形成若干同时传输的比特流，就像多车道高速公路一样。

为了将数据在网络上从一台计算机传给另一台计算机，就需要某种网络传输介质，铜线是最常用的网络传输介质。无论选择何种介质，数据只能以单比特流进行传输，这种传输方式称为串行传输。

这样，就需要有一种将计算机中的并行数据（多车道高速公路）转换成串行数据（单车道）进行传输的设备，由它将 PC 和网络传输介质连接起来。

这里所谈到的设备就是网络接口卡（Network Interface Card），即网卡，或称 NIC。网络接口卡中有收发器（一个发射器和一个接收器），它可以把并行数据转换为串行数据，或者将串行数据转换为并行数据。NIC 可以是安装在计算机上的独立的接口卡（因此有许多不同的 NIC 制造商），安装 NIC 时需要计算机中有与之兼容的总线槽，而有的 PC 网卡是集成在主板上。

NIC 在计算机（客户机和服务器）和网络传输介质之间提供物理连接，同时将并行数据转换为串行数据，网卡是连网计算机的重要组成部分。

1.1.4 广域网的发展

ARPANET 是第一个分组交换网，它的出现标志着以资源共享为目的的计算机网络的诞生，广域网（WAN）的发展也是从 ARPANET 的诞生开始的。这一时期美国许多计算机公司

开始大力发展计算机网络,纷纷推出自己的产品和结构。与此同时,网络应用正在向各行各业乃至个人普及和发展,网络的需求十分迫切,这就促进了计算机网络的发展。许多国家加强了基础设施的建设,开始建设公用数据网。早期的公用数据网,采用模拟的公用交换电话网,通过调制解调器 (Modem),将计算机的数字信号调制为模拟信号,经交换电话网,传递给另一端的 Modem,再经 Modem 的解调,把模拟信号恢复为数字信号,送给接收端计算机接收,以实现通过公共交换电话网的数字通信。

为了提高传输速率,电信部门又建立了公用交换数据网。典型的公用交换数据网有:美国的 Telenet,日本的 DDX,加拿大的 DATAPAC。我国于 1993 年也开通了公用数据网 CHINAPAC,进而又开通了提供数字专线服务的 CHINADDN,使广域网的传输速率提高到 2 Mbps。这些都为广域网的发展打下了基础。随着网络的发展和互联网的出现,广域网又开发了诸如,帧中继 (Frame Relay)、综合业务数据网 (ISDN)、交换多兆位数据服务 (SMDS) 等公用数据网。这些公用数据网的诞生与发展极大地促进了广域网的发展,但是这些技术仍然不能满足网络应用对高带宽的需求。目前,一些高速的广域网技术相继问世,如基于光纤的同步数据网络交换技术 (POS / SONET)、波分多路复用技术 (WDM / DWDM) 等都能为广域网连接提供高带宽,这些技术将广域网的传输速率提高到 10Gbps。另外,最新的万兆以太网技术也可以支持广域网连接,传输速率也是 10Gbps。这些高速广域网技术的出现使广域网的发展开始了一个新的里程碑。

1.1.5 互联网 (Internet) 的应用与网络技术的发展

随着计算机网络的发展,在全球建立了不计其数的局域网和广域网,为了扩大网络规模以实现更大范围的资源共享,人们又提出了将这些网络互连在一起的迫切需求,因此国际互联网 (Internet) 应运而生。

计算机网络的发展和网络应用的普及与深入促进了 Internet 的发展。自 Internet 诞生以来,就呈爆炸式的发展。而 Internet 上提供的丰富资源及各种信息服务又深深地吸引着人们,各个国家接入 Internet 的热情非常高涨,纷纷将自己的园区网与 Internet 相连。于是,接入 Internet 的计算机越来越多,Internet 的规模也越来越大,覆盖的地理区域也越来越广。可以说 Internet 是全球规模最大,覆盖面积最广的计算机互联网。互联网的诞生极大地促进了计算机网络的发展,是计算机网络发展的强大推动力。事实证明,自进入互联网阶段以来,网络的发展极为迅速,新的网络技术不断涌现。因此,互联网也是网络发展的重要阶段。

目前,Internet 已发展为全球最大和最具影响力的计算机互联网络,也是世界范围的信息资源宝库。Internet 是通过路由器实现多个广域网和局域网互连的大型网际网 (参见图 1-2 互联网结构),它对推动世界科学、文化、经济和社会的发展有着不可估量的作用。如果用户将自己的计算机连入 Internet,便可以在这个信息资源宝库中漫游。Internet 中的信息资源涉及商业、金融、政府、医疗卫生、信息服务、科研教育、休闲娱乐等方面。用户还可以使用 Internet 的 WWW 服务、电子邮件服务、IP 电话服务,也可以通过 Internet 与未曾谋面的网友聊天,或在 Internet 上发表自己的见解或寻求帮助。

进入 20 世纪 90 年代以来,世界经济已经进入了一个全新的发展阶段。世界经济的发展推动着信息产业的发展,信息技术与网络的应用已成为 21 世纪衡量综合国力与企业竞争力的重要标志。在 1993 年 9 月,美国宣布了国家信息基础设施 (National Information Infrastructure——NII) 建设计划,NII 被形象地称为信息高速公路。美国建设信息高速公路的计划触动了世界

各国，人们开始认识到信息技术的应用与信息产业发展将对各国经济发展产生重要的影响，因此很多国家开始制定各自的信息高速公路建设计划。在 1995 年 2 月，全球信息基础设施委员会（Global Information Infrastructure Committee—GIIC）成立，目的是推动与协调各国信息技术与信息服务的发展与应用。在这种情况下，全球信息化的发展趋势已经不可逆转。

未来的计算机网络将覆盖所有的企业、学校、科研部门、政府及家庭，其覆盖范围可能要超过现有的电话通信网。此外，网上电话、视频会议等应用对网络传输的实时性要求很高，所以为了支持各种信息的传输，未来的网络必须具有足够的带宽、很好的服务质量与完善的安全机制，以满足电子政务、电子商务、远程教育、远程医疗、分布式计算、数字图书馆与视频点播等不同应用的需求。

1.2 计算机网络的功能与应用

计算机网络最基本的功能是资源共享和数据通信，在此基础上逐步形成和发展了各具特色的网络服务，使其应用不断深入与普及。

1.2.1 资源共享

早期由于计算机价格昂贵且数量很少，所以计算资源非常宝贵，促使人们通过远程终端共享一些大型计算机的计算资源，从而开创了计算机技术和通信技术结合的先河。资源共享是计算机网络诞生的最初动力，主要包括硬件共享、软件共享和信息共享。

1. 硬件共享

硬件共享主要包括共享网络中的输入输出设备、存储设备和大型计算机等资源，通过共享这些资源可以避免购买价格昂贵或不经常使用的设备，从而节省经费或便于管理。常用共享硬件包括打印机、光驱、硬盘、通信设备和线路等，图 1-6 所示为多个部门通过网络共享同一台打印机。

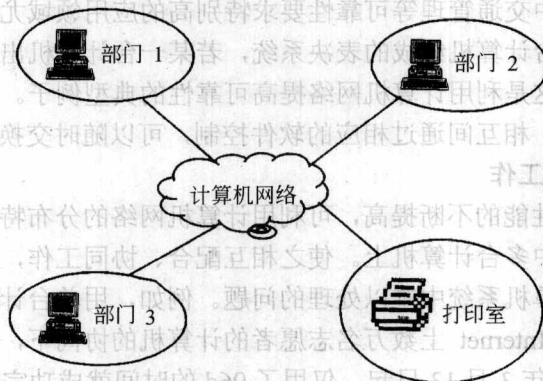


图 1-6 共享网络打印机

2. 软件共享

大量网络版软件可以供网络上多个用户同时使用，不但能节省软件费用，还能共享网络软件产生的数据。有时可将软件安装在网络中的某台或某几台计算机上，供其他计算机远程调用或下载，既降低了软件安装和维护工作量，又方便了用户的使用和管理。

3. 信息共享

Internet 已成为世界上最大的信息资源库, 政府部门、企业、团体、院校, 以及个人均可通过 Internet 发布信息, 每一个网络用户也可以通过 Internet 搜集所需信息。例如, 教育部每年将高考成绩放到 Internet 上, 考生在家里即可上网查询考试成绩; 企业设计部门将设计数据上载到内部计算机网络上, 即可供工艺部门、生产加工部门访问和使用。利用计算机网络共享信息, 一方面避免了数据的重复存储, 简化了信息发布、访问和共享流程, 降低了信息管理、存储和使用成本, 同时也方便了用户的使用和访问, 大大提高了信息利用率。

1.2.2 数据通信

计算机网络为分布在不同地域的用户提供了最快捷且最经济的传输数据和交换信息的手段, 例如, 电子邮件 (E-mail) 不仅可传递文字, 还可以传递声音及图像等多媒体信息, 比传统的邮政系统更方便、更快捷并更经济。表 1-1 对比了利用航空信、传真及电子邮件从北京发送一封 1000 字的信件到纽约所需的时间和费用。利用计算机网络还可实现地理上分散的生产系统的实时控制, 完成分散业务的统一处理。例如, 企业的生产调度控制, 民航及铁路的自动订票系统, 银行系统的通存通兑业务等都依赖于计算机网络系统提供的数据通信服务。

表 1-1 几种通信方式的比较

从北京发送一封 1000 字的信件到纽约			
	航空信	传 真	电子邮件
时间	至少 5 d	至少 10 min	约 2 s
费用	约 20 元	约 20 元	约 0.1 元

1.2.3 提高系统可靠性

在计算机网络中, 同一资源可以分布在系统中的多处。一旦系统某部分出现故障, 即可从其另一部分获得同样资源, 从而避免了因个别部件或局部故障而导致整个系统失效, 这对军事、电力、银行及空中交通管理等可靠性要求特别高的应用领域尤其重要。美国航天飞机的控制系统中采用了 4 台计算机组成的表决系统, 若某一台计算机出现故障, 则另外 3 台通过“表决”将其剔除, 这是利用计算机网络提高可靠性的典型例子。当然这 4 台计算机是连在一个高可靠的网络里, 相互间通过相应的软件控制, 可以随时交换信息。

1.2.4 分布计算与协同工作

随着计算机功能和性能的不断提高, 可利用计算机网络的分布特性, 将一些大型且复杂的处理任务分布到网络中多台计算机上。使之相互配合、协同工作, 从而获得更高的处理能力和效率, 解决一些在单机系统中难以处理的问题。例如, 用单台计算机破译 64 位的 DES 密码几乎不可能, 但在 Internet 上数万名志愿者的计算机的协同下, 美国克罗拉多州的程序员 Rocke Verser 从 1997 年 3 月 13 日起, 仅用了 96d 的时间就成功完成了破译。

分布式计算机系统 (Distributed Computer System) 通常简称为分布式系统, 它与计算机网络是两个常被混淆的概念。分布式计算机系统的定义是: 计算机网络中存在着一个能为用户自动管理资源的网络操作系统, 由它调用完成用户任务所需要的资源, 而整个网络像一个大的计算机系统一样对用户是透明的。

从以上定义中可以看出, 两者的共同点主要表现在: 一般的分布式系统是建立在计算机网络之上的, 因此分布式系统与计算机网络在物理结构上基本相同。两者的区别主要表现在: 分布式操作系统与网络操作系统的设计思想是不同的, 因此它们的结构、工作方式与功能也

不同。业金原交合致此因，更衣照管且书，办对本组且就限固的致数率网，办率高致，办率

1.2.5 其他一些典型的应用

随着计算机网络逐渐融入日常生活，它已经由专用计算环境逐渐演变为通用信息传输环境。为方便普通用户，大量软件提供了更为丰富的网络服务并得到广泛的应用，典型的服务如下：

- 1) 收发电子邮件。
- 2) 新闻浏览与信息检索。
- 3) 电子公告牌。
- 4) 文件传输服务。
- 5) 远程教育、远程医疗，如网络课堂、网络教学和远程会诊等。
- 6) 电子商务，如网上购物、网上支付与汇兑等。
- 7) 网络电话，如 IP 电话和网络短消息服务等。

计算机网络，特别是 Internet 的发展和运用，改变了人们学习、工作和生活方式。而且这种改变仅仅才拉开序幕，21 世纪是计算机网络的年代，网络对人类社会的影响必将越来越深入。

1.3 计算机网络的分类与特点

我们可以从不同角度对计算机网络进行分类，我们有很多对网络不同的称呼，如局域网、广域网、总线网、分组交换网、对等网、宽带网等等，这都是因为从不同角度对计算机网络进行分类的结果。下面我们就来学习几种重要的分类方法，并了解各自的特点。

1.3.1 按网络作用范围分类

计算机网络按其覆盖范围的大小，可分为局域网（Local Area Network——LAN）、城域网（Metropolitan Area Network——MAN）和广域网（Wide Area Network——WAN），其技术特征见表 1-2。

表 1-2 局域网、城域网和广域网的技术特征

分 类	缩 写	大约分布距离	覆 盖 范 围	传 输 速 率
局域网	LAN	10m	房间	4Mbps~2Gbps
		100m	楼	
		1~10km	校园	
城域网	MAN	10~50km	城市	50kbps~100Mbps
广域网	WAN	≥50km	国家	9.6kbps~45Mbps

1. 局域网（LAN）

局域网通常是一个部门或一个单位组建和管理的小规模计算机网络，其覆盖范围一般在几公里以内。例如，连接一个实验室或一座办公楼内的计算机即可构建成一个局域网。

局域网在小型机和 PC 大量推广后迅速发展起来，它通常采用星形、总线型或由星形结构中的中心节点级联而成的树形结构。数据传输一般采用控制简单的广播方式，通信线路通常采用有线传输介质，如光纤、双绞线、同轴电缆等。局域网的规模小、结构简单、传输速