



普通高等教育“十一五”国家级规划教材 (高职高专教育)
PUTONG GAODENG JIAOYU SHIYIWU GUOJIAJI GUIHUA JIAOCAI

JISUANJI WANGLUO
JISHU JICHU

计算机网络 技术基础

于 锋 主 编

赵 兵 刘金岭 智德才 副主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



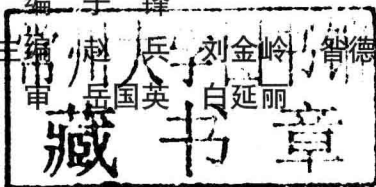
普通高等教育“十一五”国家级规划教材 (高职高专教育)
PUTONG GAODENG JIAOYU SHIYIWU GUOJIAJI GUIHUA JIAOCAI

JISUANJI WANGLUO
JISHU JICHU

计算机网络 技术基础

主 编 于 锋

副主编 刘金岭 智德才
主 审 岳国英 白延丽



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

Information Technology

内 容 提 要

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材（高职高专教育）。

全书共 7 章，主要内容包括：计算机网络概论，数据通信基础知识，局域网技术，广域网与接入技术，网络互联技术，TCP/IP 协议及 Internet 技术，网络应用、管理和安全技术简介。

本书可作为高职高专院校计算机与信息技术等专业的基础平台课教材。

图书在版编目（CIP）数据

计算机网络技术基础 / 于锋主编. —北京：中国电力出版社，2011.6

普通高等教育“十一五”国家级规划教材. 高职高专教育
ISBN 978-7-5123-1762-8

I. ①计… II. ①于… III. ①计算机网络—高等职业教育—教材 IV. ①TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2011）第 101397 号

中国电力出版社出版、发行

（北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>）

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2011 年 6 月第一版 2011 年 6 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 27.5 印张 675 千字

定价 47.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签，加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

前 言

当今人类社会已步入信息时代，信息已成为人类发展的最重要资源。信息资源的有效利用需要有与之相适应的信息技术作为支撑，计算机网络技术已当之无愧地承担起这一使命。计算机网络理论和技术的不断深化和应用普及，必将对人类进步和社会发展产生深远的、不可估量的影响。

21 世纪是一个以网络为核心的信息时代。随着信息技术和信息产业的发展，社会需要大量掌握计算机网络技术的人才。掌握计算机网络技术是成为一个合格的网络从业人员的必备技能，因此计算机网络已成为计算机与信息技术等专业的一门主要课程。

本书遵循高职教育以就业为导向，以技术应用型人才为培养目标的原则，依据普通高等教育“十一五”国家级规划教材（高职高专教育）基本要求编写而成，面向高职高专计算机与信息技术等专业学生。考虑到计算机网络具有涉及面广、概念多、知识体系跨度大、理论性和实践性都较强的特点，本书涉及的内容比较广泛，对计算机网络和数据通信的基础知识、计算机网络的体系结构与协议标准、局域网、广域网、网络设备、网络操作系统、网络服务模式、网络工具、网络安全、网络管理、网络故障诊断与网络维护等都做了必要的介绍。内容安排符合当前网络技术的实际需要，知识点分布合理，难易适度，理实一体，注重基础知识与技能培养。书中配有适量的习题和实训指导，适于作为高职高专院校计算机与信息技术等专业的基础平台课教材。

全书共分 7 章，各章内容既相对独立，又前后贯通，章节内容如下：第 1 章做了计算机网络概论，第 2 章介绍了数据通信基础知识，第 3 章介绍了局域网技术，第 4 章介绍了广域网与接入技术，第 5 章介绍了网络互联技术，第 6 章介绍了 TCP/IP 协议及 Internet 技术，第 7 章介绍了网络应用、管理和安全技术。本书建议教学安排 45~60 学时。

本书由浙江水利水电专科学校于锋主编，浙江机电职业技术学院赵兵、淮阴工学院刘金岭、河北高等工程技术专科学校咎德才为副主编。于锋拟定了编写内容和大纲，编写了第 2、6 章，并统阅了全书。刘金岭编写了第 1 章，咎德才编写了第 3、4、7 章，赵兵编写了第 5 章。浙江经贸职业技术学院陈炜、浙江水利水电专科学校田静华参与了本书编写，从内容拟定到章节修改，提供了大量参考意见。

本书在编写过程中得到了浙江水利水电专科学校岳国英和西安电力高等专科学校白延丽的大力支持和帮助，在此表示衷心感谢！

由于计算机网络涉及的内容极为广泛，发展日新月异，如何组织内容和选材，肯定会有不同的观点。要在一本关于网络基础的教材中包罗全部网络技术内容也是不可能的，本书的目的只是介绍网络基础知识。由于时间仓促和编者水平有限，书中不妥之处和错误在所难免，敬请各位专家、老师和读者批评指正。

编 者

2011 年 5 月

目 录

前言

第 1 章 计算机网络概论	1
1.1 计算机网络的产生与发展	1
1.2 计算机网络的定义	7
1.3 计算机网络的功能、特点与应用	9
1.4 计算机网络的分类	11
1.5 计算机网络的组成结构与功能结构	17
1.6 计算机网络体系结构	20
1.7 OSI 参考模型	26
1.8 TCP/IP 模型	39
1.9 OSI 与 TCP/IP 模型的比较	41
1.10 计算机网络的相关标准化组织	43
习题	46
实训一 参观校园网及网络实验室	47
第 2 章 数据通信基础知识	49
2.1 数据通信基本概念	49
2.2 传输介质	58
2.3 数据的基带传输与频带传输	71
2.4 数据的并行传输与串行传输	72
2.5 数据传输过程中的同步方式	73
2.6 数据通信的方向性	75
2.7 数据和信号变换技术——调制与编码	76
2.8 信道的多路复用技术	84
2.9 数据交换技术	89
2.10 差错控制技术	97
习题	105
实训二 双绞线网线的制作与测试	107
第 3 章 局域网技术	110
3.1 局域网基本概念	110
3.2 局域网体系结构与协议标准	114
3.3 以太网技术	119
3.4 高速以太网技术	130
3.5 其他局域网技术简介	136
3.6 现代局域网技术	141

习题	153
实训三 对等网组建与配置	155
第4章 广域网与接入技术	158
4.1 广域网概述	158
4.2 公共电话交换网 PSTN	169
4.3 综合业务数字网 ISDN	170
4.4 X.25 公用分组交换数据网	175
4.5 帧中继 FR	180
4.6 数字数据网 DDN	187
4.7 ATM	190
4.8 常用接入网技术	195
习题	204
第5章 网络互联技术	205
5.1 网络互联的目的与要求	205
5.2 网络互联的类型与层次	207
5.3 网络接入设备	209
5.4 物理层互联设备	214
5.5 数据链路层互联设备	219
5.6 网络层互联设备	231
5.7 高层互联设备	240
5.8 网络互联设备的选择	241
5.9 以太网交换机和路由器配置技术	242
习题	255
实训四 VLAN 的配置	257
实训五 静态路由配置	260
实训六 RIP 动态路由协议的配置	264
实训七 单区域 OSPF 动态路由协议的配置	265
第6章 TCP/IP 协议及 Internet 技术	267
6.1 Internet 概述	267
6.2 网络接口层	271
6.3 网际协议 IP	274
6.4 传输层协议	301
6.5 应用层服务与协议	312
6.6 Intranet 和 Extranet	325
6.7 下一代互联网协议 IPv6	328
习题	331
实训八 常用网络命令的使用	333
第7章 网络应用、管理和安全技术简介	335
7.1 网络应用服务简介	335

7.2 网络管理技术简介	391
7.3 网络安全技术简介	401
习题	424
实训九 活动目录的安装	426
实训十 创建用户账户并分配权限	427
实训十一 DHCP 服务器安装与配置	428
实训十二 DNS 服务器安装与配置	429
实训十三 WWW 服务及 FTP 服务的配置	429
参考文献	432

第1章 计算机网络概论



内容提要

本章是计算机网络的引论，主要介绍计算机网络的基本概念，包括计算机网络的产生与发展过程、网络的定义及分类、网络的组成要素及功能结构、常用网络概念、网络体系结构构建方法、OSI 参考模型和 TCP/IP 参考模型，是今后各章学习的基础。

学习要求

理解网络的概念、发展概况、现状及趋势，网络的定义与分类方法，网络的性能指标，网络体系结构的层次化研究方法及相关的术语。

掌握网络的拓扑结构、网络的组成、OSI 和 TCP/IP 参考模型的层次结构。

了解分层系统结构中数据传输过程、OSI 与 TCP/IP 参考模型的共同点与差异、网络的发展趋势。

1.1 计算机网络的产生与发展

人类进步史上任何一种新技术的出现都必须具备两个条件：一是强烈的社会需求，二是前期技术的成熟。计算机网络技术的产生与发展也同样遵循这样一个发展轨迹。因此，了解计算机网络的产生背景和发展过程对于学习网络技术是必要的，这有助于理解它的应用目的、技术特点、分析方法和发展方向。

1.1.1 计算机网络产生的背景

人类进入 20 世纪后半叶以来，社会的信息化、数据的分布式处理以及各种计算机资源共享等应用需求推动了计算机网络技术的迅猛发展，使计算机网络技术成为 20 世纪最伟大的科学技术成就之一。

早在计算机网络技术产生之前，人类为了满足相互通信的需求，就已经发明了多种通信网络技术，典型的例子如电报网和电话网，已经有 100 多年的历史，实现了人们之间文字和语音信息的通信交流。随后又出现了利用有线和无线介质传输各种声音和图像信息的通信技术。这些技术在一定程度上满足了人们对通信的需求，也为人们提供了多种获取信息的手段，推动着人类社会文明的进步与发展。但是这些早期通信网络的局限性是：分别针对独立的业务开发，各自使用不同的技术，提供的服务类型单一，智能化程度低，且彼此独自投资建设，资源利用率很低。随着信息资源呈现爆炸式的增长和人类对信息资源更加强烈的需求和依赖，这些早期的通信网络已不能满足人们的需要。

1946 年第一台数字式电子计算机诞生，人类发明了信息处理的智能工具，为人类处理信息提供了理想的手段，从而使人类向信息社会迈进。

用于信息处理的计算机技术与用于信息传输的通信技术均属 IT 技术，在发展过程中相互

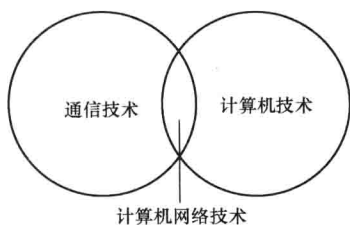


图 1-1 计算机网络技术是计算机技术与通信技术的结合

渗透、融合，随之产生了计算机网络技术，如图 1-1 所示。计算机与通信的相互结合主要体现在两个方面：通信技术为计算机之间进行数据传输、信息交流和资源共享提供了必要的手段；反过来计算机技术又应用于通信技术的各个领域，大大地提高了通信系统的性能和智能，二者相互促进。计算机网络技术还在不断地进一步融合各种信息技术，使得信息采集、信息处理、信息存储、信息传输、信息控制和信息利用等技术不再相互分离，而形成一个有机的整体，这是计算机技术发展和应用的深入，也是 IT 技术发展的必然趋势。

计算机网络的诞生使得计算机的使用环境发生了巨大变化，计算机应用突破了单机资源的限制，可获得网络环境下各种资源的强大支持。计算机的发展已经完全与网络融为一体，网络对用户来说越来越像是一个巨大且透明的计算机系统，体现了“网络就是计算机”的理念。在当前信息社会中，计算机网络改变了传统意义上的时空概念，对人们的生活和工作产生越来越大的影响，已成为信息化社会的基础设施。

1.1.2 计算机网络的发展过程

虽然计算机网络的历史不长，但发展迅速，经历了从简单到复杂、从单机系统到多机系统、从以主机为中心到以网络为中心的发展过程，其演变过程到目前为止大致可分为四个阶段：

- (1) 面向终端的远程联机系统阶段。
- (2) 以通信子网为中心、以共享资源为目的的计算机—计算机网络阶段。
- (3) 开放式标准化网络阶段。
- (4) 以 Internet 为主体的网络互联阶段。

一、远程联机系统阶段

(一) 远程联机系统的诞生

20 世纪 50 年代，在计算机出现不到 10 年的时间里，工业、商业与军事等诸多部门开始涉及计算机应用。当时面临的现实问题是计算机系统价格昂贵、体积庞大，因而远未普及，只集中在少数部门，然而人们对分散在不同地点的数据处理需求却日益迫切。面对这些日益增长的计算机应用需求，人们开始考虑将彼此独立发展的计算机技术与通信技术结合起来，进行计算机通信网络的研究，以实现远程使用计算机，这为计算机网络的产生进行了前期技术准备，是计算机网络发展的萌芽阶段。

由于通信技术早于计算机技术出现且已相对普及，通信和用户终端等设备相对计算机而言便宜，因此，将不同地理位置的用户终端通过通信线路及相应的通信设备与远程的计算机相连，构成了以单台计算机（称为“主机”）为中心的远程联机系统。终端将用户需要处理的数据通过通信线路传输到主机进行处理并得到返回的处理结果，实现了异地远程使用计算机。如图 1-2 所示的系统通常称为远程联机系统，以区别于早期的脱机系统（如图 1-3 所示）。

(二) 远程联机系统的特点

(1) 中央计算机（所谓的主机，Mainframe）是网络的中心和控制者，其主要任务是进行数据的批处理，运行的是分时多用户操作系统，以实现为众多的终端用户提供计算服务。

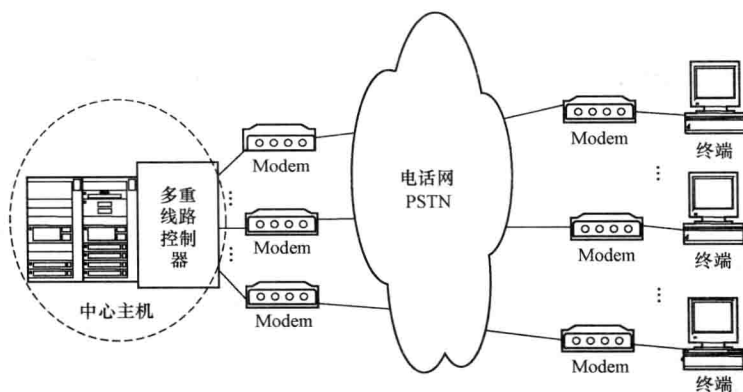


图 1-2 远程联机系统

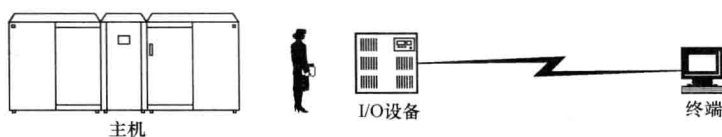


图 1-3 脱机系统

(2) 终端无独立的处理能力，通过远程通信共享主机的硬件和软件资源，因此远程联机系统又称为“面向终端的计算机网络”。

这里调制解调器 Modem 进行主机或终端的数字信号与电话线传输的模拟信号之间的转换。多重线路控制器的主要功能是完成串行（电话线路）和并行（计算机内部传输）传输信号的转换、接收以及简单的差错控制。

(三) 远程联机系统的改进

随着终端设备的增多，远程联机系统在两方面做了改进：①在主机端，为减轻中心计算机的负担，在通信线路和主机之间设置了一个前端处理机 FEP (Front End Processor) 或通信控制器 CCU (Communication Control Unit)；②在用户端，为提高通信线路的利用率，在终端机较集中的地区，采用了终端控制器 TC (Terminal Controller)。

(1) 前端处理机 FEP。在最初的“终端—通信线路—计算机”联机系统中，随着所连接远程终端数量的增多，中心计算机要承担的与各终端间通信任务也必然加重，使得原本以数据处理为主要任务的中心计算机要频繁地中断以接收来自各终端的数据，增加了中心计算机通信方面的额外开销，降低了实际进行数据处理的工作效率。因此，人们开始将数据处理和通信分工，即在中心计算机前面增设一个前端处理机 FEP (简称为前置机) 专门来完成与终端之间的通信工作，代替主机接收来自各终端的数据，从而让中心计算机专注于数据处理，更好地发挥其数据处理能力，这样可显著地提高效率。这可认为是最早的计算机协同处理应用之一。

(2) 终端控制器 TC。若每台远程终端都使用一条专用通信线路与中心计算机相连，则线路利用率很低，且随着终端数量的不断增多，线路成本难以负担。因而，人们开始在终端比较集中的地方设置终端控制器 TC (也称为集中器)。集中器首先通过本地低速线路将附近各终端连接起来，再通过 Modem 及高速通信线路 (多采用公用电话网) 与远程中心计算机的前端处理机 FEP 相连，使用多路复用方法在一条高速线路上传输来自多条慢速终端线路的数据。这种方式可以利用一些终端的空闲时间来传送其他处于工作状态终端的数据，提高了

远程线路利用率，降低了通信费用。

改进的远程联机系统典型结构图如图 1-4 所示，两种远程联机系统对比示意图如图 1-5 所示。

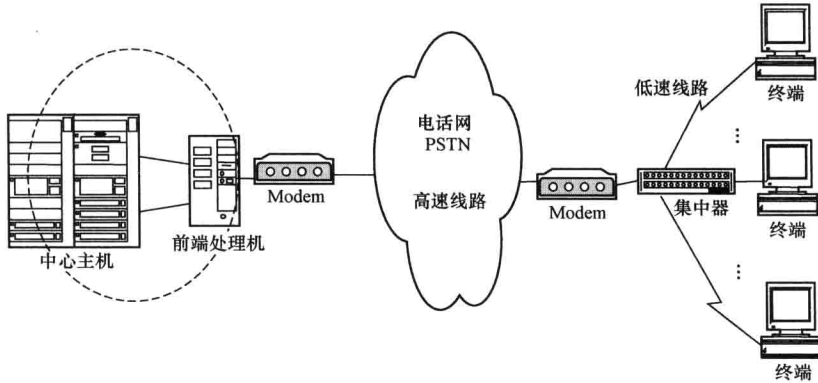


图 1-4 改进的远程联机系统典型结构图

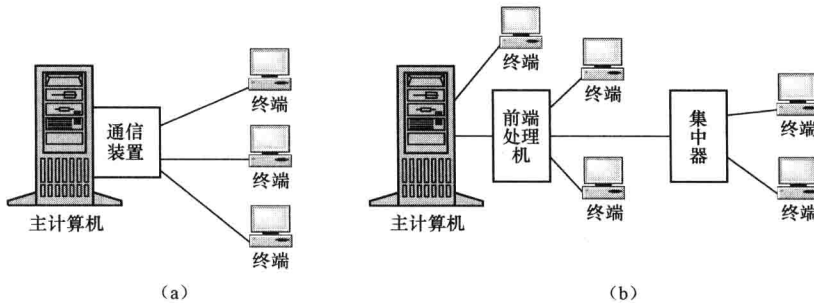


图 1-5 两种远程联机系统对比示意图

(a) 早期的；(b) 改进的

尽管做了这些改进，但这仍然是以单台计算机为中心的远程联机系统，其结构特点是单主机多终端。除了中心计算机外，其余的终端都不具备自主处理能力，属于非智能终端。在这样的系统中，主要是终端和中心计算机间的通信，具有明显的主从关系。虽然历史上也曾称它为第一代计算机网络，但为了更明确地与后来出现的由多台计算机互联的计算机网络相区别，现在一般称其为面向终端的计算机网络，更多的是一种计算机通信网，为计算机网络的低级形式。

二、计算机—计算机网络阶段

(一) 计算机—计算机网络的特点

从 20 世纪 60 年代后期开始到整个 70 年代，随着计算机的广泛应用，出现了多台计算机通过通信系统互联的网络系统，呈现出多处理中心的特点，开创了“计算机—计算机”通信时代。分布在不同地点的计算机通过通信线路互联成为计算机网络，使得网络用户不仅可以使本地计算机的资源，也可以使用其他联网计算机的软件、硬件与数据资源，从而达到资源共享的目的。这一时期的网络被称为第二代计算机网络。

美国的 ARPANET 网是这个阶段的先驱，它的出现标志着现代意义上的计算机网络诞生，

是计算机网络发展史上的一个重要里程碑，为网络技术的发展做出了突出的贡献。其贡献主要表现在：提出并实现了基于“分组交换”的数据传输方式——这被公认为是现代计算机网络的突出标志和核心技术，还提出了计算机网络的逻辑结构是由“通信子网”和“资源子网”两级组成的重要理论。此外，它是第一个以资源共享为目的的计算机网络，使用具有良好开放性的通信协议，为当今最大的、覆盖全球的网络——Internet 的诞生奠定了基础。ARPANET 无论在理论方面还是在技术方面，对其后网络技术的发展都产生了深远影响。ARPANET 的成功使计算机网络的概念发生了根本的变化，由面向终端的计算机网络转变为以通信子网为中心的网络，真正形成了“网”的概念。

单个主计算机为中心的网络如图 1-6 所示，多计算机为中心的网络如图 1-7 所示。

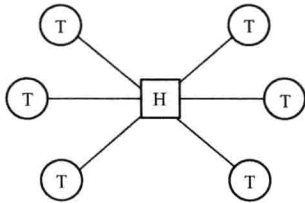


图 1-6 单个主计算机为中心的网络

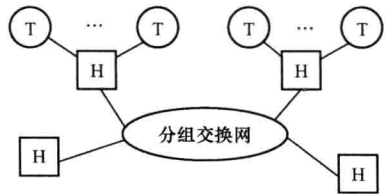


图 1-7 多计算机为中心的网络

ARPANET 中将互联的具有网络地址的计算机统称为主机（Host）。但主机之间并不是通过直接的通信线路互联的，而是通过称为 IMP（Interface Message Processor，接口报文处理机——路由器的前身）的装置间接相联的，主机之间的信息交换需要通过 IMP 转接完成，如图 1-8 所示。

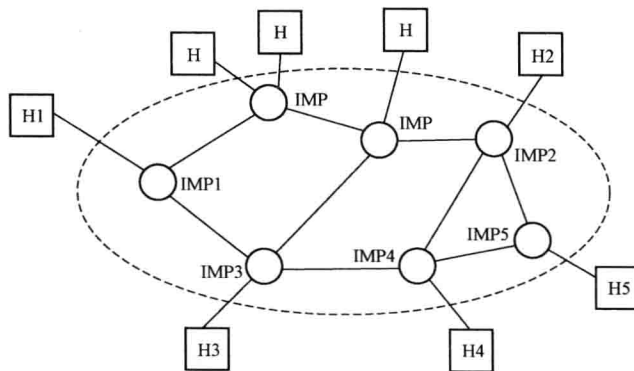


图 1-8 IMP 的作用

（二）ARPANET 中的相关概念

（1）分组。ARPANET 中进行存储转发的基本数据单位称为分组（Packet），也被译为“包”，作为网间数据传输的标准单元。分组交换技术创造了一种高效、灵活的数据传递模式，对现代计算机网络的概念、结构和网络设计方面都产生了重大影响，奠定了坚实的基础。

（2）分组交换网。以“存储转发方式”（Store-and-Forward）传输分组的通信网络称为分组交换网。只有分组交换网才称得上是真正的计算机网络，它实现的是计算机与计算机之间的智能通信，而不是计算机主机与非智能终端之间的通信。

(3) 分组交换结点。IMP 是 ARPANET 中使用的术语, 在其他网络或文献中也称为分组交换结点或通信控制处理机 (Communication Control Processor, CCP)。IMP 或分组交换结点通常是由专用小型计算机或微型机来实现的, 是一种在计算机网络系统中执行通信控制功能的专用计算机, 具有路径选择和存储转发功能。为确保高可靠性, 每个 IMP 至少和另外两个 IMP 用线路连接。

(三) 同时期其他体系结构的计算机网络

在 ARPANET 发展的同时, 整个 20 世纪 70 年代, 为满足计算机联网日益增长的需求, 各计算机厂商相继研发并推出了自己的网络体系结构。例如: IBM 公司的系统网络体系结构 SNA、DEC 公司的分布式网络体系结构 DNA、UNIVAC 公司的分布式通信网络体系结构 DCA 等都是这一时期成功的典例。这些网络基于特定厂商的计算机与设备, 体系结构都采用了层次的技术, 但各自对层次的划分、功能的定义、采用的技术标准等却互不相同, 这种彼此不兼容、自成体系的系统属于“封闭”系统。由于标准不统一, 很难互联实现通信与资源共享, 形成了所谓的“信息孤岛”现象。这种局面严重阻碍了计算机网络的发展, 也给用户带来极大的不便。因此, 第二代计算机网络是一个非标准化的阶段。

三、开放式标准化网络阶段

要实现更大范围内的联网, 就应当使不同厂家生产的不同计算机系统 (异构系统) 能够互相通信。因此, 建立“开放”式的网络, 实现网络标准化, 已成为历史发展的必然, 这就需要制定一个国际范围的标准。为适应网络标准化的发展趋势, 1977 年, 国际标准化组织 ISO (International Standards Organization) 在研究分析和综合了已有的各种网络体系结构基础上, 提出了“开放系统互联参考模型”——ISO/OSI RM (Open System Interconnection Reference Model), 于 1984 年正式公布, 即著名的国际标准 ISO 7498。ISO 在推动开放系统互联参考模型与网络协议的研究方面做了大量的工作, 对网络理论体系的形成与网络技术的发展起到了重要推进作用。OSI 参考模型是为实现标准化而制定的概念性框架, 创建了一个有助于开发和理解计算机通信的模型。

OSI RM 迅速得到了国际社会广泛认可 (我国相应的标准是 GB 9387), 成为计算机网络体系结构的标准, 极大地推动了网络标准化的进程。从此, 计算机网络进入了标准化阶段。网络的标准化促进了计算机网络的迅速发展, 标志着计算机网络的发展步入了成熟期。人们把这个阶段的网络称为第三代网络。

四、网络互联阶段

随着全球经济一体化的发展, 人们的活动空间范围越来越大, 单一计算机网络所覆盖的范围已经不能满足人们的需求, 计算机网络之间互联的问题随之提出。20 世纪 90 年代初至今, 是第四代计算机网络时代, 其标志是因特网 Internet (也称为互联网) 的成功普及。Internet 是世界上网络互联数目最多、规模最大的网际网, 是“网络的网络”如图 1-9 所示。

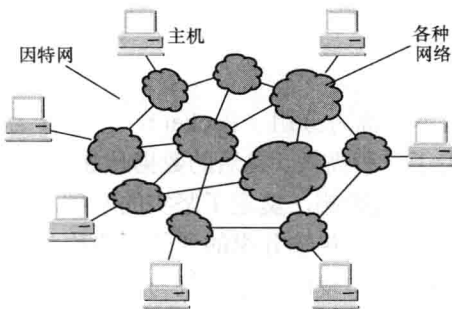


图 1-9 网络互联

Internet 目前覆盖了政府部门、企事业单位、商业领域、学校、家庭以及社会生活的各个角落, 正在改变着各行各业人们的工作、学习和生活方式, 成为人

们打破时空限制进行交流的有力手段。Internet 是人类自印刷术以来通信方面最大的变革,对推动世界经济、社会、科学、文化的发展将产生不可估量的作用。21 世纪是一个以网络为核心的信息时代,网络已经在改变着世界,并将继续改变世界。

综上所述,在计算机网络技术复杂的演变过程中,有以下三个重要的里程碑:

(1) 第一个里程碑以基于存储转发的分组交换技术为标志,如 1968 年美国国防部高级计划研究署开发的 ARPANET。

(2) 第二个里程碑以 1984 年出现的开放系统互联参考模型(OSI RM)为标志。

(3) 第三个里程碑以 Internet 的迅速发展及普及为特征。

1.1.3 计算机网络的发展趋势

进入 21 世纪以来,世界范围内的社会信息化进程突飞猛进,计算机网络技术的发展正处在鼎盛时期。随着人们越来越多地将现实世界的各种应用向网络虚拟世界转移,网络各种应用的新需求作为最基本动力驱动着计算机网络技术向前发展,今后新一代计算机网络技术的发展趋势会表现在以下几个方面:

(1) 开放式的网络体系结构,使各种网络可以方便地互联在一起,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(宽带)、高可靠和高安全性,支持多媒体技术,提供文本、声音、图像、视频等综合性一体化服务。随着多媒体网络的发展和日趋成熟,电话、有线电视和数据三网融合是一个重要的发展方向,可有效地整合各类网络资源,提高信息产业的整体水平,使融合后的网络成为适应新经济发展并具有业务融合能力的网络基础设施。

(3) 计算机网络更加智能化,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络各种业务的管理,真正以分布和开放的形式为用户提供服务。

(4) 通信的可移动性。由于笔记本电脑和个人数字助理(PDA)等便携式智能设备的广泛使用,可移动的无线联网需求将日益增加,无线数字网的发展前景十分可观。

专家们普遍认为:“IP 技术+光网络”将是计算机网络架构发展的方向,网络主干最终将演变成全部使用光纤的网络。在网络的服务层面上看将是 IP 的世界,从传输层面上看将是一个光传输的世界,从接入层面上看将是一个有线和无线的多元化的世界。为此,目前比较关键的技术主要有软交换技术、IPv6 技术、光交换与智能光网络技术、宽带接入技术、3G 或 4G 的移动通信系统技术和新兴的物联网技术等。新一代 Internet——NGI(Next Generation Internet),被人们形象地称为信息高速公路,已经在发展建设中。

1.2 计算机网络的定义

1.2.1 计算机网络定义的观点

计算机网络的精确定义到目前为止尚未统一,原因在于计算机网络是一门不断发展的技术,人们在不同时期对计算机网络的理解和要求不同,也受各个时期所能提供的技术条件的限制,人们提出了各种不同的观点,给出过不尽相同的定义。

归纳起来,有三种理解和定义计算机网络的观点:

一、广义的观点

以传输信息、实现通信为主要目的,认为计算机网络是由通信线路将多个计算机连接起

来的计算机系统的集合,从通信的角度定义了计算机通信网络。按此观点,最早的面向终端的远程联机系统也可算作计算机网络。

二、资源共享的观点

以能够相互共享资源的方式连接起来,并且各自具备独立计算功能的计算机系统的集合。计算机网络中的计算机相互依赖的实质是为了共享资源。

三、用户透明性的观点

通过一个建立在网络基础之上的能为用户自动管理资源的高层网络管理软件,由它调用完成用户任务所需的资源,使得整个网络像一个大的计算机系统一样对用户透明。以此观点的定义的是一种分布式计算机系统。

在计算机网络的概念中,“透明”是一个很重要的概念和术语。它表示:某一个实际存在的事物看起来却好像不存在一样,即被它的某一个上层实体所屏蔽。

现今阶段人们普遍认同的计算机网络定义是基于资源共享的观点:通过数据通信系统把地理位置上分散的自治计算机系统互联起来,通过功能完善的网络软件(包括网络通信协议、网络操作系统等)实现数据通信和资源共享的系统。简单地说,计算机网络就是一些互联的自主计算机系统的集合。

1.2.2 计算机网络的基本特征

上面关于计算机网络的定义反映了当代计算机网络具有如下几个基本特征:

(1)“互联”。不仅是指通过各种传输介质实现的物理“互连”,连接在一起的计算机必须能够互相交换信息才能称为“互联”。

(2)自治计算机系统的集合。自治计算机系统是指具有独立运算能力的计算机,可以独立运行用户的作业,属于智能结点,它排除了具有主从关系的多终端分时多用户系统。自治计算机系统脱离计算机网络后,也能独立的工作和运行。按此定义,则早期的面向终端的网络不能算是计算机网络,而只能称为联机系统,因为那时的许多终端不能算是自治的计算机,无独立计算能力。

(3)以资源共享为核心目的。“资源”是指构成系统的所有要素。计算机网络中的资源主要包括硬件资源、软件资源和数据资源。在网络中共享资源通常需要被授予适当的权限。

(4)计算机技术和通信技术相结合。计算机网络是在计算机技术和通信技术高度发展的基础上,两者相互结合的产物。一方面,通信系统为计算机之间的数据传送和资源共享提供了重要的支持;另一方面,由于计算机技术渗透到通信领域中,又极大地提高了通信网络的性能与智能。

(5)通过网络软件进行控制和管理,其中通信协议是关键内容。联网的计算机在通信过程中必须遵循统一的网络协议,是计算机网络得以运行的控制机制。网络中的各个独立的计算机之间要能互联并通信,必须制定相互遵循的规范标准或协议。

(6)从用户的角度看,计算机网络可以理解为一个具有透明的数据传输机制和资源共享、协同工作的综合信息处理系统。

1.2.3 计算机网络的资源

计算机网络的资源一般分为三大类:

一、硬件资源

共享硬件资源就是连接在网络上的用户可以共享网络上各种不同类型的硬件设备,如巨

型计算机或专用高性能计算机、大容量磁盘、高分辨率打印机、高精度大型绘图设备，以及通信线路和通信设施等。

共享硬件资源的好处是显而易见的，一个低性能的计算机，可以通过网络使用各种不同类型的设备，既解决了部分资源贫乏的问题，同时也有效地利用了现有的资源，充分发挥了资源的潜能，提高了资源利用率，从而节省了用户投资，也便于资源的集中管理与采取安全措施。

二、软件资源

网络允许不同用户远程调用其他计算机中的软件资源以实现共享，也可以通过一些网络应用程序（如 FTP）将共享软件下载到本地机使用。

三、数据资源

数据资源即信息资源。Internet 是一个巨大的信息资源库，每个接入 Internet 的网络都提供信息资源供用户共享。Internet 上的信息资源涉及各个领域，内容极为丰富。

1.2.4 计算机网络与其他系统的区别

在计算机技术中存在着一些与计算机网络系统极为相似的其他系统，如联机分时多用户系统和分布式系统。为了避免概念上出现混淆，有必要进行区分。

一、计算机网络系统与联机分时多用户系统的区别

计算机网络系统与联机分时多用户系统的区别可从资源共享和并发工作情况两个角度来对比：

(1) 计算机网络系统。网络中各计算机系统之间能够相互共享资源。网络中的计算机具有独立的数据处理能力，各计算机间可并发式的工作。

(2) 联机分时多用户系统。它由一台主机和多个非智能终端组成，各个终端不具备独立的数据处理能力。各终端用户只能分时共享中心计算机资源，由同一操作系统集中式控制分配计算资源，各终端用户不能并发式的工作。

二、计算机网络与分布式系统的区别

计算机网络与分布式系统是两个易被混淆的概念。二者存在相同的物理结构，主要的区别在于高层软件系统上。分布式系统强调多个计算机组成系统的整体性，强调各计算机在分布式操作系统的协调下共同完成一项工作，系统拥有并整合多种资源动态地分配任务，各计算机的分工和合作对用户是透明的，类似于一个虚拟的单处理机。而计算机网络则往往不要求这种透明性，在共享资源时需要人为地指定资源位置进行操作。

分布式系统是在计算机网络平台基础上为用户提供了一个透明的集成应用环境，是一个建造在网络之上的系统。所以，计算机网络和分布式系统之间的区别在软件（尤其是操作系统）上，而不是硬件。计算机网络为分布式系统提供了基础平台，分布式系统的底层是计算机网络，而分布式系统是计算机网络技术发展的高级阶段。目前随着网络技术的发展，计算机网络系统已逐渐具备一些分布式系统的功能与特征。

1.3 计算机网络的功能、特点与应用

1.3.1 计算机网络的功能与特点

计算机网络作为计算机技术和通信技术紧密结合的产物，使计算机的作用范围超越了地理位置的限制，而且也大大加强了计算机本身的能力。计算机网络具有单个计算机所不具备

的下述主要功能:

一、数据通信

从通信角度看, 计算机网络其实也是一种通信系统。利用计算机网络可在计算机之间或计算机与终端之间快速、可靠地传递各种数据。例如, 电子邮件 (E-mail) 可以使身处异地的用户快速、准确地相互通信, 电子数据交换 (EDI) 可以实现在商业部门或公司之间进行订单、发票、单据等商业文件安全准确的交换, 文件传输服务 (FTP) 可以实现文件的快速传递 (上传和下载), 另外还有电子公告牌 (BBS)、IP 电话、视频会议、在线音视频聊天、交互式娱乐、音视频点播等, 这些极大地方便了用户, 提高了工作效率, 消除了地理上的距离限制。数据通信能力是计算机网络最基本的功能, 是实现其他功能的基础。

二、资源共享

资源共享是计算机网络的主要功能和目标, 也是计算机网络最具吸引力的地方。通过资源共享, 可使网络中分散在异地的各种资源互通有无, 分工协作, 使用户解脱地理位置的束缚, 从而提高系统资源的利用率。由于资源共享, 联网用户获得了网络支持, 从而提高了用户本地计算机系统的性能。

三、提高系统的可靠性和可用性

单独的计算机系统或设备难免出现故障, 导致系统瘫痪。而计算机网络能提供一个多机系统的环境, 实现多机容错技术, 彼此互为备份, 从而使系统的冗余度提高, 避免了单点失效对用户产生的影响, 提高了系统整体的可靠性。

对于单机难以完成的大型复杂任务, 网络可以平均分配计算机资源, 由多台计算机协同工作共同完成, 这样充分利用了网络资源, 起到均衡负载、提高可用性的作用, 改善了整个系统的性能。

四、促进分布式计算环境的发展

在网络环境支持下, 可以构建分布式处理系统, 以提高系统的处理能力, 高效地完成一些大型应用系统的程序计算及大型数据库的访问等, 使计算机网络除了可以共享文件、数据和设备外, 还能共享计算能力和处理能力, 如分布式计算系统、分布式数据库管理系统等, 改变了单机环境下的集中处理模式。这就是计算机网络结点地理上分布的广阔性带来的分布处理的社会性。

五、提高系统性能价格比

计算机组成网络后, 由于资源共享, 明显提高了整个系统的性能价格比, 降低了系统的投资和维护费用, 且易于扩充, 方便系统维护。

1.3.2 计算机网络的应用

正是由于计算机网络具有以上所述的功能和特点, 使得它已经广泛应用到经济、文化、教育、科学等各个领域, 对人们的生活产生越来越大的影响。随着网络技术的发展和各种应用的需求, 计算机网络应用的范围还在不断地扩大, 应用领域也越来越宽广和深入, 许多新的计算机网络应用不断地涌现出来。

计算机网络典型应用涉及: 办公自动化 (OA)、电子数据交换 (EDI)、远程信息访问、家庭娱乐、工业自动化、军事指挥自动化、辅助决策、网上教学、远程教育、远程医疗、管理信息系统、数字图书馆、电子博物馆、全球情报检索与查询、网上购物、网上订票、电子商务、电子政务、IP 电话、视频会议、视频广播与点播、过程控制、网上即时通信和 E-mail