

丛书主编 邱玉辉
本册主编 王 康



信息技术应用教育丛书

实用计算机 网络技术

西南师范大学出版社

实用计算机网络技术

本册主编 王 康

编 者 王 康 陈蜀宇 李学明

信息技术应用教育丛书



西南师范大学出版社



丛书策划 谢慈仪

图书在版编目(CIP)数据

实用计算机网络技术 / 王康主编. — 重庆: 西南师范大学出版社, 2000.11

(信息技术应用教育丛书 / 邱玉辉主编)

ISBN 7-5621-2445-0

I. 实... II. 王... III. 计算机网络-教材
IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 57700 号

实用计算机网络技术

丛书主编 邱玉辉

本册主编 王 康

责任编辑	谢慈仪
装帧设计	吕厚聪
出版、发行	西南师范大学出版社
经 销	新华书店
印 刷	重庆建筑大学印刷厂
开 本	787×1092 1/16
印 张	11.5 字数 295 千
版 次	2000 年 11 月第 1 版
印 次	2000 年 11 月第 1 次印刷
印 数	1~3 000
书 号	ISBN 7-5621-2445-0/TP·33

定价: 18.00 元

丛书编委会委员

王行刚 杨士中 李乐民 邱玉辉
刘锦德 潘启敬 沈长富 汪林林

信息技术应用教育丛书





ZONGXU 总序

我们面临的 21 世纪将是信息技术广泛应用的信息时代,信息技术将以其投入产出比大、附加值高、渗透性强、覆盖面大等多方面的优势成为信息时代的核心技术和中坚力量。它将影响和决定现代化技术发展的总体走向。在党中央、国务院高度重视信息科技发展和应用的方针政策指引下,我国的信息科技日新月异,信息产业快速发展,成为国民经济发展中新的增长点。“九五”末,我国的电子信息产业总产值将达到 7 000 亿元,且保持年增长 20% 的速度向前发展。到 2010 年,我国的固定电话用户将达 4.9 亿户,电话普及率将达 38%。移动通信用户几乎连年翻番地增长,预计到 2003 年,移动通信用户将突破 1 亿户。

今天,计算机技术、网络技术、数据库技术以及演绎而来的网络通信终端用户设备的使用及维护水平已不再只是一种经济实力的象征,而是一种衡量社会文明程度和国民基本素质的重要标志。然而,我国的信息技术应用水平明显滞后于世界发达国家,为了提高全社会的信息化水平和国民素质,我们根据目前大、中专院校信息

技术类专业设置的教学要求,组织有关专家和中青年教学骨干编写此套丛书,旨在为培养高素质、厚基础、通技能、会动手的信息技术应用创新人才,作出积极的探索.

此套丛书在编写上将新技术和新知识贯穿其中,尽量做到简化原理,强化操作,尽可能实施实践性教学,以满足信息技术应用教育发展趋势的要求,体现了一定的创新性和较强的实用性.丛书中的《移动通信原理与系统》介绍了即将在我国开始全面推广使用的第三代 CDMA 移动通信系统,有别于其他原有的同类教材;《电话机、寻呼机和手机维修实训教程》和《计算机网络组网与维护实训教程》改进了传统的理工科应用专业的验证性实验教材体系,将基本的原理与专项技术技能设计为课题的形式融入实际环境,为信息技术应用教育的实训课率先提供教材.这两种实训教材与相应的《移动通信原理与系统》、《电话机原理与维修》和《实用计算机网络技术》、《数据库实用技术》配合使用,将会有利于信息技术应用创新人才的培养.为此,丛书的策划者、组织者和编著者投入了极大的热情和精力,力求把我们对发展信息技术应用教育的点滴体会和迫切期望用简捷易懂的文字传播给读者,为共同提高信息技术应用的教学质量抛砖引玉.

限于时间和经验不足,此套丛书存在不足之处在所难免,敬请使用者提出宝贵的意见和建议,使其日臻完善.特序.

邱玉辉

2000 年 1 月



QIANYAN

前言

在 21 世纪来临之际,人类已经进入了信息时代,许多国家都把信息产业作为新世纪经济发展的重要支柱产业.所以,学习信息技术相关知识,并了解它们的发展状况是非常重要的.

计算机及其网络技术是构成信息技术的重要而基本的技术,网络技术基础知识、Internet 技术及应用等内容是学习信息技术中非常重要的内容.为了满足计算机专业的学生、相关的专业技术人员及计算机爱好者的需要,帮助他们较全面地学习计算机网络基本知识、Internet 主要技术、网络设计、网站建设等内容,我们编写了《实用计算机网络技术》教材,以便使广大读者尽快了解、掌握和应用这方面的知识,以紧跟信息时代的步伐.

全书是作者多年从事网络教学、网络科研和应用开发的经验总结,其中主要包括计算机网络基础知识、网络协议、局域网及其组成技术、计算机网络互连技术、常用网络操作系统和网络发展的新技术.本书重点结合

网络的应用,用比较多的篇幅介绍 Internet 基础、技术及其应用. 本书的主要特点在于把计算机网络的基础知识与 Internet 互联网的内容结合,把网络设计、网站建设等内容融为一体.全书简明、易懂,便于教学,易于实践,突出实用性.将本书与《计算机网络组网与维护实训教程》配套使用,更有利于提高读者的学习兴趣和组网与维护的操作技能.

本书是信息技术应用教育丛书中的《实用计算机网络技术》教程.全书共分七章,第一章、第二章、第五章和第七章 7.1 节、7.2 节由陈蜀宇编写,第三章、第四章由李学明编写,第六章和第七章由王康编写.全书由王康负责编审.

本书在编写中参考了其他教材内容及 CERNET、Internet、CNNIC 等国内外部分网站的内容,在此一并致谢.

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中不妥之处在所难免,殷切希望广大读者批评指正.

王 康

2000 年 11 月



NEIRONG JIANJIE

内容简介

本书紧密结合信息技术的应用和发展,较全面地介绍了计算机网络的相关知识,其主要内容包括计算机网络概论;计算机局域网及其组成技术;计算机网络互连技术;常用的网络操作系统;网络发展的最新技术;Internet 基础及其应用的详细内容;网络建设中的方案设计和网站建设等有关内容.全书各章均有习题.

本书是一本较全面地介绍计算机网络技术基础知识及应用的教材,具有实用性,与《计算机网络组网与维护实训教程》一书结合使用,适合作为大、中专院校电子或非电子类专业教材,也是计算机网络爱好者的参考书.



MULU

目录

第一章 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、组成及其类型	7
1.3 计算机网络拓扑结构及其设计	12
1.4 计算机网络体系结构和协议规范	15
1.5 计算机网络中的数据通信基础	21
习题	32
第二章 计算机局域网及其组成技术	33
2.1 计算机局域网概述	33
2.2 局域网的主要类型	33
2.3 局域网体系结构及协议标准	35
2.4 以太网(Ethernet)的组网方式	38
习题	40
第三章 计算机网络互连技术	41
3.1 网络互连概述	41
3.2 网络互连的层次结构及设备	43
3.3 网络互连类型	48
3.4 公用分组交换网的互连	50

3.5 基于 IP 的网络互连	53
习题	55
第四章 常用网络操作系统	56
4.1 Novell/Netware 概述	56
4.2 Windows NT 网络及操作系统	66
4.3 Unix/Linux 简介	75
习题	78
第五章 计算机网络新技术	79
5.1 高速局域网	79
5.2 接入网新技术	82
5.3 ATM 技术与 B-ISDN	85
5.4 “三网合一”及其相关技术	94
5.5 无线网络技术	98
习题	101
第六章 Internet 基础及应用	102
6.1 Internet 概述	102
6.2 Internet 技术基础	116
6.3 Internet 的应用	129
习题	151
第七章 网络方案设计及应用	158
7.1 校园网方案设计	158
7.2 城域网系统简介	164
7.3 网站建设	167
习题	173
参考文献	174

第一章 计算机网络概论

1.1 计算机网络的产生与发展

1.1.1 面向终端的计算机通信系统——计算机网络的产生

自世界上第一台计算机问世以来,计算机及其相关技术取得了迅猛发展,特别是随着大规模集成电路 LSI(Large Scale Integrated)和超大规模集成电路 VLSI(Vast Large Scale Integrated)技术的发展,计算机的性价比迅速提高,且快速地渗透到各个领域,特别是通信与计算机的结合为人类社会做出了极大贡献.早期的数据通信系统和计算机是分开的,所谓数据通信系统是指用通信线路将不同地理位置的数据终端设备(信息源)联结起来实现信息交换的系统.最初的数据通信系统主要是以传送话音或电报信息为主,这些信息一般是连续的模拟信号,传输线路采用模拟信道的电缆,传输速率较低,可靠性较差,接续较复杂.随着计算机的发展,特别是多终端系统的发展,各终端需要和主计算机系统交互信息,这时就需要进行通信,并逐步发展到计算机和通信紧密结合在一起,这两者的结合一方面使通信系统为计算机之间的数据传输和交换提供了必要手段;另一方面也使数字计算机渗透到通信技术中,提高了通信系统的各种性能.

1. 具有通信功能的联机批处理系统

为了与主计算机系统交互信息,相应的各种终端也出现了.随着一种叫收发器(transceiver)的终端的研制成功,人们使用这种终端首次实现了将穿孔卡片上的数据从电话线路上发送到远地计算机.随后,电传打字机也作为远程终端实现了和计算机的联结.利用这些终端设备,就可以实现将预先存贮在介质(如卡片或纸带等)上的信息通过通信设备送到与计算机联结的终端(也叫 I/O 设备)上,并将这些信息存贮起来,待计算机空闲时,再由操作员从终端上调入信息到计算机进行处理,处理结果也按同样方式转给用户,这种方式叫具有通信功能的脱机批处理系统(off line system).为了提高效率,减少人工干预,可以使远地终端通过通信线路直接与计算机相联,计算机接收终端的信息以及将结果返回给终端不再需要人工干预,这就是具有通信功能的联机批处理系统(on line system),其原理结构如图 1-1 所示.

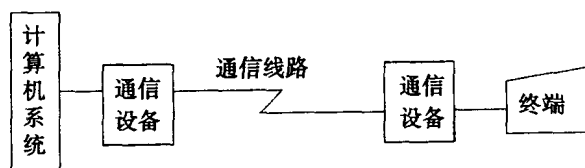
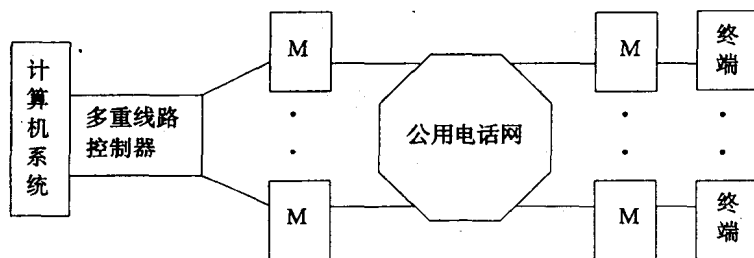


图 1-1 具有通信功能的联机批处理系统框图

2. 具有通信能力的多终端计算机系统

联机批处理系统中计算机主要是进行成批的数据处理,当计算机和通信设备相联时,一般是通过一种叫线路控制器(line controller)的装置实现,线路控制器通常作为计算机的一个外部接口设备,其功能主要是实现串行传输和并行传输的转换以及简单的差错控制,因为计算机内部是并行传输(通常是8位并行),而通信线路上是串行传输.当通信线路是采用传输模拟信号的线路(如电话线)时,通信设备的主要作用就是将数字设备(如计算机数据终端)产生的离散数字信号与连续的模拟信号进行相互转换,而常见的通信设备就是调制解调器(MODEM).

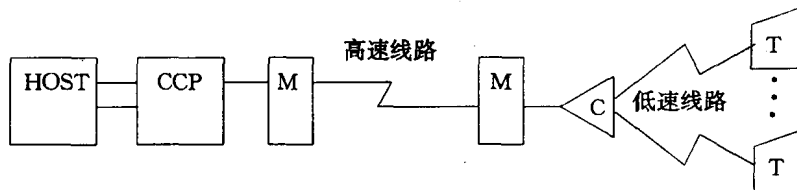
当一台计算机和多个远程终端相联时,可以采用多重线路控制器(multiline controller)和多个远程终端相联,这就是如图1-2所示的具有通信能力的多终端计算机系统,也叫面向终端的计算机网络,称为第一代计算机网络,这时计算机是网络的中心和控制器,通常叫宿主机(或主机HOST),其主要任务是进行成批数据处理和通信,终端分布在不同地方.由于主计算机主要是进行数值计算和信息管理,所以通信就成为主计算机的额外负担(overhead),并且由于通信的速度远远低于数据处理的速度,使主机在通信时效率大大降低.为了解决上述问题,就出现了通信控制处理机CCP(简称通信处理机—Communication Control Processor),也叫前端处理机FEP(Front End Processor),通信处理机负责全部的通信工作,而让主机只进行数据处理等工作,这就大大提高了整个系统的效率.另外,通信处理机通常采用较便宜的微小型计算机,这也使整个系统的性价比提高.



M:表示 MODEM

图1-2 具有通信能力的多终端计算机系统框图

当终端数量很多时,可以在终端较为密集处设置一个特殊的通信处理机——集中器(Concentrator),它的一端用多条低速度线路与各终端相联,另一端用一条较高速率的线路与主机相连,如图1-3所示,集中器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数据,所以,高速线路的带宽就可以少于各低速线路带宽的总和,这显然降低了通信线路的费用.另外,由于集中器距终端较近,可以在集中器与各终端间省去调制解调器.



HOST—主机,CCP—通信处理机,M—MODEM,C—集中器,T—终端

图1-3 采用集中器的多终端计算机系统框图

1.1.2 分组交换网的产生

1. 数据交换概述

数据交换是计算机网络的技术基础,它是指通过某些“交换中心”将数据进行集中和转送,以使计算机之间(包括计算机与终端、终端与终端之间)的通信能尽量分享通信系统中的某些公共的通信线路和通信设备,并使计算机之间的通信能同步进行.数据交换的主要优点是能极大地节省通信线路长度和通信设备,但这也带来了新的问题,如在多个用户同时传输数据时,可能由于争用公共线路而发生冲突,从而导致系统效率下降,这与网络结构、交换中心以及交换中心的设置均有关,需要用一定策略进行解决.

对网络中传输的信息,一般可以分为实时信息和非实时信息两种,实时信息要求即时进行处理;非实时信息不需要进行即时处理.所以,这两种信息的传输方式和交换方式等也不相同.总体而言,网络中的交换方式按其特性可分为电路交换(circuit switching)和存贮交换(storage switching)两种.电路交换按其信道划分方式不同又分为空(间)分(割)交换(space division switching)和时(间)分(割)交换(time division switching);存贮交换按信息的种类不同又分为报文交换(message switching)和(报文)分组交换(packet switching)两种,分组交换又称为包交换,是现代计算机网络中信息交换的基础.

2. 电路交换原理

电路交换主要用于传输实时信息,如话音信息等.采用电路交换技术实现通信时,需预先给通信双方分配传输信道(在通信双方之间由通信线路和通信设备构成的信息传输通路),而传输信道需要占用一定的资源——带宽(允许信道上单位时间内通过的最大信息量,单位为比特/秒(bit/s),记为 bps,又称为比特率).电路交换是利用交换机(或开关群)在多输入线与多输出线之间根据通信需要建立起可以任意切换的物理链路(两个设备之间的物理线路段),从而构成传输信息的传输信道,进行信息交换.

(1) 空分交换

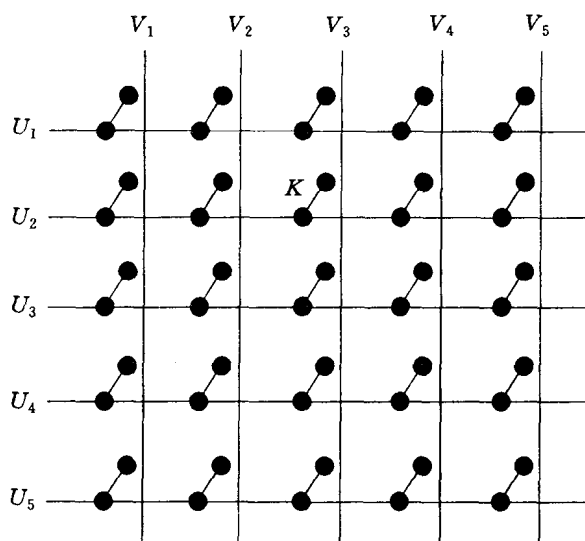


图 1-4 空分交换原理示意图

空分交换的原理是指由其所建立的每一个信道都有一条能够单独使用的实际物理线路相对应,如图 1-4 所示. 它是一个空分交换矩阵,图中的各个输入线和输出线的交叉处设置有一个开关元件,开关的通断就控制了任意一对输入线、输出线的物理通路的连接和断开. 例如,图中开关 K 闭合时,用户 U_2 和 V_3 就接通了.

(2) 时分交换

时分交换的原理就是多个用户共用一个公共传输信道,各对用户按所分配的时间片(固定时间段)轮流使用这个公共传输信道. 如图 1-5 中,当 U_2 需要和 V_2 通信时,开关 K_U 、 K_V 分别接通 U_2 、 V_2 的触点,此时 U_2 、 V_2 就使用该公共传输信道交换信息,当系统分配的时间片 t 一到,则开关自动断开,又去接通另一对需要通信的用户,如此循环往复.

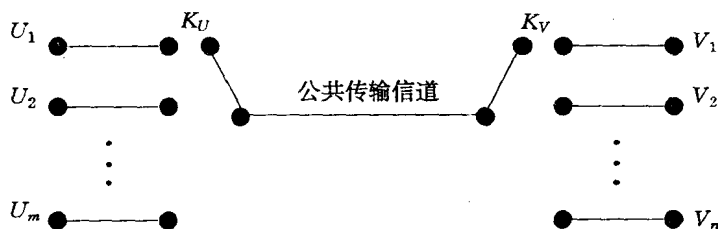


图 1-5 时分交换原理示意图

3. 存贮交换原理

前面所述的电路交换方式在电话网络系统中传送语音信号时用得较多,虽然电话交换机从传统的人工接续、步进制、纵横制发展到现代的程序控制交换机(程控交换机),但其电路交换的本质没有变. 通信双方需要通信时,要申请(例如通过电话拨号)建立一条从发送端到接收端的传输信道,双方通信时要独占该传输信道(即占用一部分带宽资源)直至通信完毕,然后再释放占用的信道交其余用户使用. 电路交换方式对语音信息的传送是比较适合的,但用于计算机或数据终端间的通信就不太适合. 因为计算机等数字系统产生的数据是突发式和间歇式地出现在传输线路上,如果仍然采用申请分配信道的电路交换方式,可能会导致信息丢失;另外,在计算机系统之间进行通信时,信道上真正用来传送数据的时间一般只占信道总的占用时间的 1%~10%,即绝大部分时间里,信道上实际是空闲的,这就会造成资源浪费. 采用电路交换建立通路的呼叫过程对计算机通信来讲也太长,因为传送语音(如打电话)的平均持续时间约为几分钟,其呼叫过程(约 10~20 s)与之比较而言不太长. 但是对于 1 000 bit 的计算机数据在 2 400 bps 的线路上传送时,只需不到 0.5 s 的时间,它与上述的呼叫时间比较,呼叫时间就太长. 还有计算机和各种终端的传输速率很不一致,采用电路交换时,不同类型、规格、速率的计算机和终端很难正确地互相通信,需要采用新的技术加以解决. 最后,计算机通信还要求非常可靠地、正确无误地传送每一个比特,这需要采用新的技术进行有效的差错控制.

存贮交换克服了电路交换的弱点,它在交换系统中设置缓冲存贮器,将输入到交换机中的数据送入缓冲器中存贮(必要时进行预处理),并等待输出线路空闲,当输出线路空闲时就发送出去. 这种方式也称之为“存贮—转发”方式. 图 1-6 中信息从用户 $U_1, U_2, \dots, U_m$ 所在的终端输入到一个交换结点 A (负责对接收的信息进行处理并选择合适的通路转发出去的设备,一般由微机或小型机担任)中,结点 A 将接收的信息送入其内部的缓冲区中,再依信息要发往的目的结点的地址,选择合适的相邻结点(如 B)转发出去.

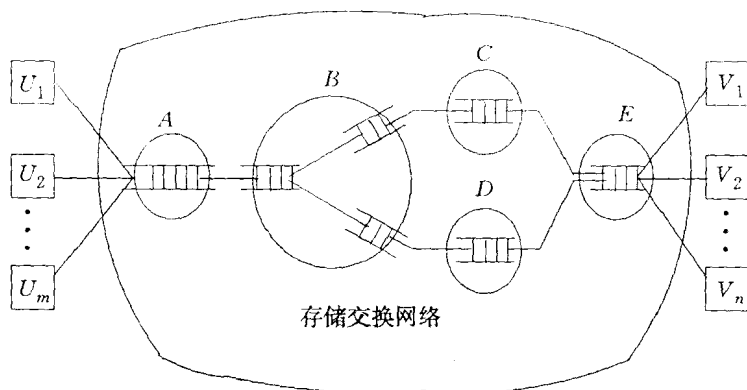


图 1-6 存储-交换方式原理图示意图

(1) 报文交换

报文交换是存贮交换的一种方式,所谓报文是指逻辑意义上完整的信息段文件、记录。报文一般较长(几千字节以上),它通常由说明报文属性的报头(head)、源站和目的站地址、信息正文等几部分构成。采用报文交换传输信息时,是以报文为基本传输单位,报文经过交换结点进行传输时,每个结点都要先存贮该报文内容,经处理后再转发出去。由于报文较长,就要求各交换结点有较大的缓冲区,这对结点的资源要求较高;另外,对较长报文的存贮—转发,也会产生较长的时延,以至就发展了下面的报文分组交换。

(2) 报文分组交换

世界上第一个采用报文分组交换技术的网络是美国的 ARPANET,它是现在风靡全球的 Internet(国际互联网)的基础和骨架。分组交换指采用存贮—转发方式传输信息的基本单位是报文分组(packet),报文分组指将一个长报文分解成若干个长度相等且较短的分组,各分组独立地在网络中进行存贮—转发,并且各个分组可以通过不同的路径到达目的结点。图 1-7 中,由主机 H_1 、 H_2 分别产生两个长报文 m_1 、 m_2 ,它们将分别发往主机 H_5 、 H_6 。首先, H_1 、 H_2 将产生的报文 m_1 、 m_2 分别送至与之相联的第一个交换结点 A、B,由 A、B 分别对 m_1 、 m_2 按分组长度进行分解,然后按分组格式进行封装。如果已将 m_1 、 m_2 分别分解封装成分组 P_{11} 、 P_{12} 和 P_{21} 、 P_{22} ,那么就可以再按分组所示目的结点地址选择合适路径转发出去。例如结点 A 根据网络路径和忙闲情况,分别将 P_{11} 、 P_{12} 送至 A 的相邻结点 B、C,B、C 再分别将收到的 P_{11} 、 P_{12} 分别送至 D、E,最后, P_{11} 、 P_{12} 汇总至交换结点 F,这里 F 收到分组 P_{11} 、 P_{12} 的顺序是任意的,F 根据分组中的序号依次将 P_{11} 、 P_{12} 封装成报文 m_1 再送主机 H_6 ,至此,报文 m_1 从主机 H_1 送到主机 H_6 的过程即结束。同理,报文 m_2 从主机 H_2 送到主机 H_5 的传输原理也一样。从图 1-7 中也可以看出,分组 P_{11} 、 P_{21} 共用链路 BD 进行传送, P_{12} 、 P_{21} 、 P_{22} 共用链路 CE 进行传送,这就是分组交换可以共享传输信道的优点,它不像电路交换那样需要独占信道或带宽。另外,各结点在存贮—转发分组时,由于结点暂存的是短分组,而不是长报文,所以,分组在结点产生的时延比报文在结点产生的时延要小,而短分组由于占存储空间小,就可以存贮在结点的内存中而不必存贮在磁盘上,这也提高了交换速率。图 1-7 中表示出实现具体分组信息传输的通信网络是由交换结点 A、B、C、D、E、F 加上连接各结点的传输线路构成,这些主要负责实现信息传输的软硬件系统叫通信子网,如图 1-7 中封闭圈所包含的部分;除通信子网以外的所有主机或终端以及其

上的软硬件资源叫资源子网,所以一个完整的网络系统是由通信子网和资源子网构成,通信子网中为了实现各结点间传输信息的有效性、可靠性等,需要有一个统一的传输控制策略,或叫通信控制规程,在网络中叫网络协议。

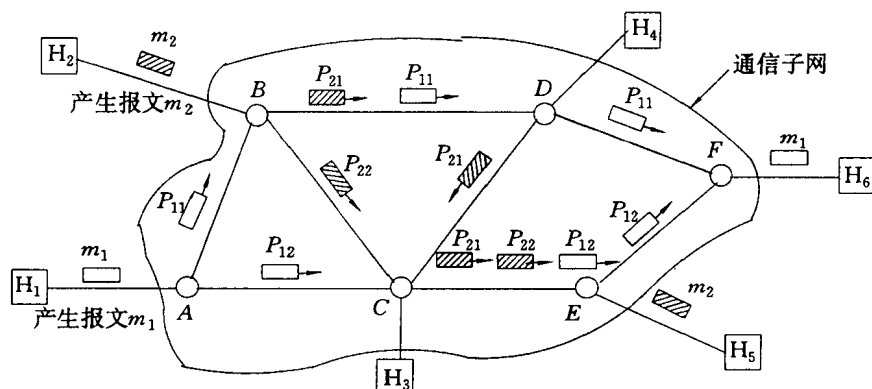


图 1-7 第二代计算机网络示意图

上述实现分组交换的以通信子网为中心的计算机网络称为第二代计算机网络,它比第一代面向终端的计算机网络的功能扩大了很多。实现分组交换的分组交换网不仅使网络中的用户可以共享通信子网中的资源,还可以共享资源子网的软硬件资源,这使在一个分组交换网中可以容许很多主机同时进行通信,而且一个主机中的多个进程(处于执行状态的多道程序)也可以和不同主机中的不同进程进行通信。

分组交换网提高了系统的效率和资源的利用率,但是为了提高通信子网的可靠性,常采用较复杂的网络连接结构,以保证当少数结点或链路出现故障时,不致引起全网瘫痪,这就增加了网络成本和管理复杂性;另外,分组在各结点存贮—转发时要进行排队处理,这同样会产生一定的时延,并且当分组较多,业务量过大时,这种时延可能会更大;最后,各组必须携带的控制信息也会造成一定的额外开销,这会降低系统的有效率,并且系统的管理与控制也比较复杂。

1.1.3 计算机网络体系结构的产生

发展计算机网络的目的是为了实现信息交互,随着网络的发展,资源共享就成为计算机网络的主要功能。在地理位置上相互独立的计算机系统,通过网络就可以互相利用对方的软硬件资源,如磁盘空间、打印机、数据库信息等,这对实现并行计算、分布式处理、资源合理配置及互补等都会带来极大好处,实现这些功能的基础还是通信。所以,现代计算机网络的主要功能就是数据通信和资源共享。但是在网络中的信息交互中,要考虑许多因素,如保证数据传输的可靠性以防止数据丢失或错误;确保网络中信息的安全性以防止泄密或产生误解;进行数据流量控制以防止系统效率下降或信息丢失。总之,要使网络中的各个独立的计算机系统实现完善的数据传输和资源共享,则必须使整个网络系统高度协调工作,而这种协调是十分复杂的,它需要一个庞大的控制和管理机制通过软件实现,这样一套机制或系统就是计算机网络协议。如果严格从网络通信的角度来讲,只需要网络通信协议,它是指通信双方事先约定好的和必须遵守的规则。而计算机网络协议既要管理通信问题,还要管理资源共享甚至用户的应用问题,因而比一般的通信协议更复杂,这样就不可能将对整个计算机网络的管理功能都放在一个协