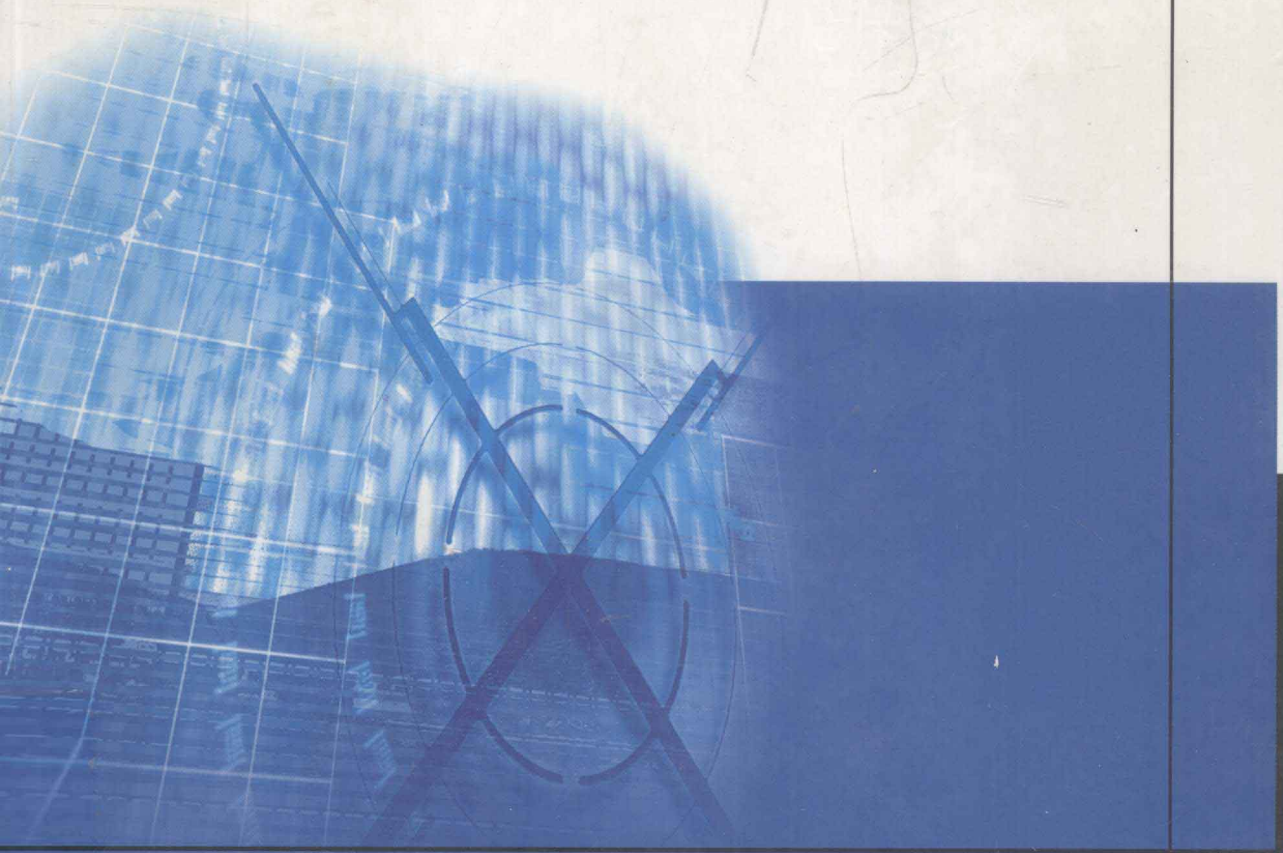
21世纪高校规划教材

计算机网络技术基础

主编　高　峰　曾文英



江西高校出版社

21世纪高校规划教材

计算机网络技术基础

主　编　高　峰　曾文英
副主编　熊美保　邓旭华　胡　超

江西高校出版社

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络技术基础/高峰,曾文英主编 .—南昌:江西高校出版社,2004.8
ISBN 7-81075-457-2

Ⅰ.计… Ⅱ.①高… ②曾… Ⅲ.计算机网络-基本知识 Ⅳ.TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004) 第 080166 号

江西高校出版社出版发行
(江西省南昌市洪都北大道 96 号)
邮编:330046 电话:(0791)8592235,8504319
江西太元科技有限公司照排部照排
江西教育印刷厂印刷
各地新华书店经销

2004 年 8 月第 1 版 2004 年 8 月第 1 次印刷
787mm×1092mm 1/16 18.5 印张 450 千字
印数:1~2000 册

定价:27.80 元
(江西高校版图书如有印刷、装订错误,请随时向承印厂调换)

前　言

自从20世纪40年代计算机诞生以后，人类社会就进入了计算机时代，迎来了第三次工业革命的浪潮。上个世纪80年代末，由于计算机与通信技术相结合，计算机网络出现了，随后，计算机网络得到了飞速发展，信息化、电子化日益普及。今天人们可以借助计算机网络实现资源和信息的交换和共享，网络技术已经深入到各行各业和人们的日常生活，随处可见计算机网络的应用，可见计算机网络给我们的日常生活带来巨大的便利。

计算机网络作为计算机科学技术的传统分支，近年来的发展速度十分惊人。各行各业，如银行金融网络、异地存取款业务、电子邮件、全国居民身份证查询、大学毕业证网上查询和验证、全国火车票联网售票系统、全国民航售票系统等等都在充分地利用网络的便利。计算机网络技术总是被认为是计算机科学的发展前沿领域。

作为一个计算机专业的高职高专学生，了解一定的计算机网络知识将直接关系到以后从事的工作，我们应该掌握如何利用网络并提高它的运行效率，排除基本的网络故障，并且对计算机网络的构建和计算机网络安全也应该有初步的了解和掌握。同时为互联网开发应用和网络软件开发技术打下一个坚实的基础。

在编写本书时，我们充分考虑到了当前我国的计算机网络课程教学的实际情况，由浅入深地介绍计算机网络技术的基本知识和基本原理。全书共分11章和3个附录，由多名工作在一线的教师合作完成。具体分工为第1、10章由高峰与邓旭华共同编写，第2、8章由熊美保编写，第3章由夏侯赞编写，第4章由何薇编写，第5、6章和附录1、2由曾文英编写，第7章由邓旭华编写，第9章由钟平、邓旭华共同完成，第11章及附录3由万明秀、李文梅和吴阳波共同完成。全书由邓旭华、高峰统稿。

在这本书的编写过程中得到了江西高校出版社和编者所在单位领导的关心和支持，特表示感谢！

由于作者水平有限，加之时间紧迫，书中难免存在缺点和错误，殷切希望各位专家、各位同仁和广大读者批评指正。

编者

2004年7月

目 录

第1章 计算机网络概述

本章要点

- 网络的产生
- 分组交换网的产生
- 网络的不同分类
- 互联网

本章难点

- 不同网络类型之间的比较

1.1 计算机网络的产生与发展

1.1.1 计算机网络的产生

计算机与通信的相互作用主要有两个方面。一方面,通讯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。当然,这两个方面的进展都离不开人们在半导体技术上取得的辉煌成就。

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小些。这样,就出现了图 1-1 所示的线路控制器(Line Controller)。图中的调制解调器 M 是必须加入的,因为电话线路本来是为传送模拟的话音信号而设计的,它不适合于传送计算机的数字信号。调制解调器的主要作用就是:把计算机或终端的数字信号变换成可以在电话线路传送的模拟信号以及完成相反的变换。

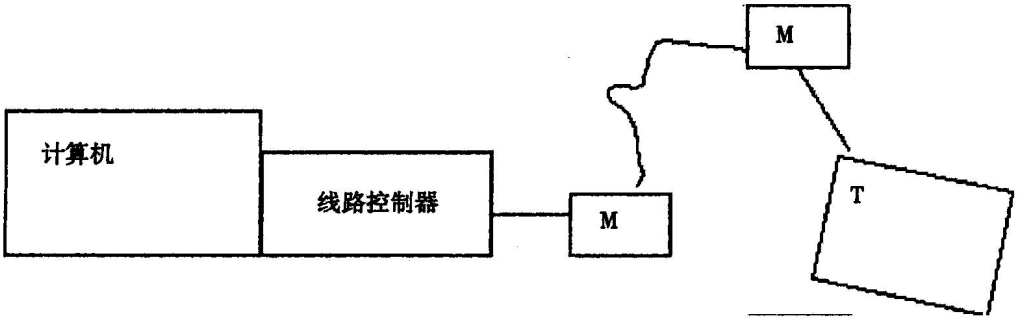


图 1-1 联机系统(M:调制解调器 T:终端)

早期的线路控制器只能和一条通信线路相连,同时也只能适用于某一种传送速率。由于在通信线路上是串行传输,而在计算机内采用的是并行传输,因此这种线路控制器的主要

功能是进行串行传输和并行传输的转换以及简单的差错控制。计算机主要仍用于成批处理。有时,计算机在一天中的部分时间用作成批处理,而在另一部分时间则收集远地的信息进行处理。故图 1-1 所示的系统常称为联机系统,以区别于早先出现的脱机系统。

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(Multiline Controller)。它可以和许多个远程终端相连(图 1-2)这种联机系统也称面向终端的计算机通信网。有人将这种最简单的计算机网络称为第一代的计算机网络。这里,计算机是网络中心和控制者,终端是围绕中心计算机而分布在各处,而计算机的主要任务也还是进行成批处理。

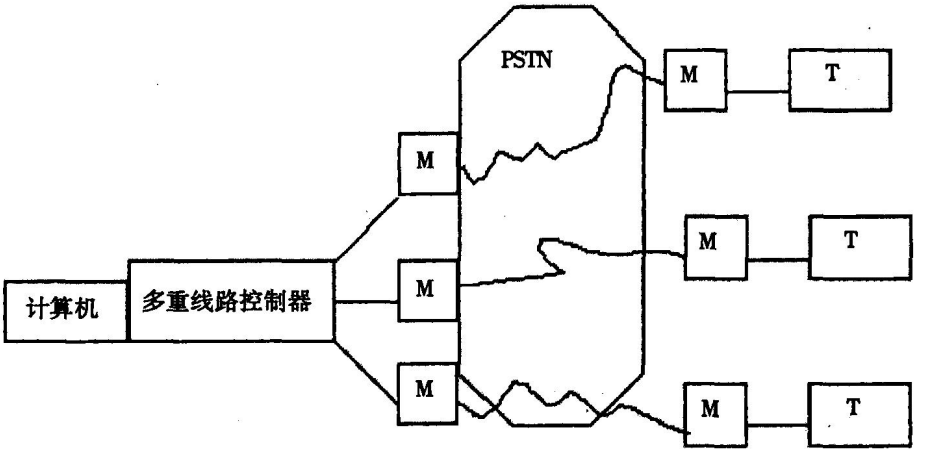


图 1-2 多重线路控制的使用(M:调制解调器 T:终端)

计算机最初只是用来进行科学计算的,然而人们很快就认识到计算机还可以用作数据处理。现在计算机的非数值应用已远比纯粹的科学计算广泛得多。这就使得计算机的用户数量迅速增长。但是,每当需要一个新的远程终端时,上述的这种线路控制器就要进行许多硬件和软件的改动,还要分配更多的存储空间作为缓冲区之用。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。这就导致了通信处理机的出现。通信处理机也称为前端处理机(Front End Processor,FEP),有时简称前端机。前端处理机分工完成全部的通信任务。而让主机(即原来的计算机)专门进行数据处理。这样就大大减少了主机的额外开销,因而显著地提高了主机进行数据处理的效率。图 1-3 表示用一个前端处理机完成数据通信任务。因此从 20 世纪 60 年代初期起,前端处理机就广泛地使用着。一直到现在,前端处理机仍然在计算机网络中起着重要的作用。

远程终端的数量不断增长,使通信费用随之增加。为了节省通讯费用,可以在远程终端较密集处加一个集中器。集中器和前端机相似,也是一种通信处理机,它的一端用多条低速线路与各终端相连,其另一端则用一条较高速率的线路与计算机相连(图 1-4)。由于集中器不是简单多路复用器,而是一个智能复用器,它可以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各低速线路容量的总和,从而明显地降低了通信线路的费用。此外,由于集中器距终端较近,因此,在集中器和各终端之间往往可省去调制解调器。

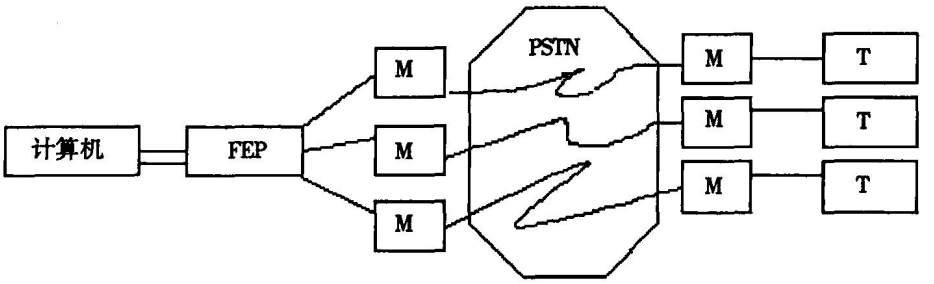


图 1-3 用前端处理机完成通信任务

(FEP:前端处理机 M:调制解调器 T:终端 PSTN:公用电话网)

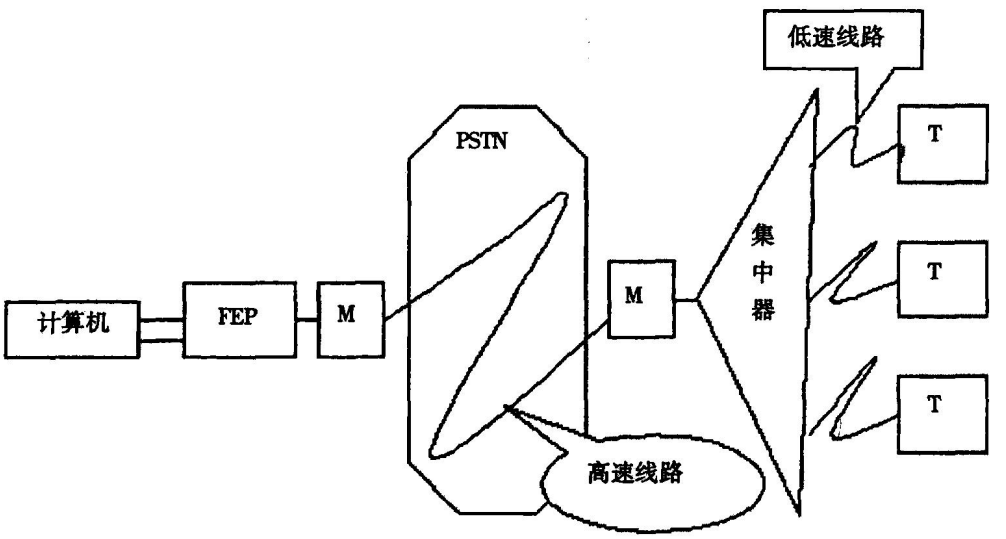


图 1-4 采用集中器以降低通信费用

(FEP:前端处理机 M:调制解调器 T:终端 PSTN:公用电话网)

在20世纪60年代,这种面向终端的计算机通信网获得了很大的发展。其中许多网络至今仍在使用。

计算机网络的发展经历了由简单到复杂、由低级到高级的发展过程。它是计算机及其应用技术与通信技术密切结合的产物。

随着计算机应用的发展,为了使计算机之间能够交换数据、资源共享,这样就诞生了计算机——计算机网络,简称为计算机网络。

1.1.2 分组交换网的产生

在研究计算机网络的发展时,必须着重介绍分组交换网(Packet Switching)。分组交换网也称为包交换网,它是现代计算机网络的技术基础。下面介绍分组交换网的产生过程以及分组交换的要点。

1. 传统的电路交换技术不适合计算机数据的传输

在电话出现不久,人们便认识到,在所有用户之间架设直达的线路将对通信资源造成极

大的浪费。必须依靠交换机来实现用户之间的互联。近百年来,电话交换机经过多次更新换代,但本质上都是采用电路交换。电路交换也称为线路交换。从通信资源的分配方法来看,电路交换是预先分配传输带宽。用户在开始通话之前,先要申请建立一条从发话端到受话端的物理通路。只有在此物理通路建立之后,双方才能开始通话。在通话的全部时间里,用户始终占用端到端的固定传输带宽。

然而,当这种通信系统用来传送计算机或总段的数据时,就出现了新的问题。这是因为计算机的数据是突发地和间歇性地出现在传输线路上,而用户应支付的通信线路费用是按占用线路的时间计算的。和打电话传送连续的话音信号不同,在计算机通信时,线路上真正用来传送数据的时间往往不到10%甚至1%。在绝大多数的时间里,通信线路实际上是空闲的。

不仅如此,电路交换建立通路的呼叫过程对计算机通信而言也太长。电路交换本来是为打电话而设计的。打电话的平均持续时间约为几分钟,其呼叫过程为10s~20s就不算太长。但是1kb的计算机数据在2.4kb/s的线路上传送时,只需不到半秒的时间。相比之下,10s~20s的呼叫过程占用的相对时间就太多了。

由此可见,必须找出新的适合于计算机通信的交换技术。这样分组交换就呼之欲出了。

2. 分组交换网的试验成功

分组交换采用了存储转发技术。存储转发的概念最初是在1964年8月由巴兰(Baran)在美国兰德(Rand)公司的《论分布式通信》的研究报告中提出的,在1962年至1965年,美国国防部远景规划局DARPA(Defense Advanced Research Project Agency)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(Davies)首次提出"分组"(packet)这一名词。1969年12月,美国的分组交换网ARPANET(当时仅有4个节点)投入运行。从此,计算机的发展就进入了一个崭新的时代。

3. 分组交换网的主要特点

在今天的有关计算机网络的基本概念中,人们公认的一般看法是计算机网络可以被划分为:利用公用电话通信线路进行通信的通信子网;利用计算机在网络中充当关键节点提供资源的资源子网,即通信子网以外的一些独立的,并且可以进行通信的计算机——主机。他们共同构成了计算机的分组交换网。把分组交换网中的节点上的计算机称为节点交换机。而在ARPANET建网初期,把节点交换机曾称为接口报文处理机IMP(Interface Message Processor)。

在分组交换网中,进行数据传送时,把数据进行划分为一个个等长的分组——数据包,然后就将这些分组一个接一个地发往目的地———即网络中的节点交换机。节点交换机将接收到分组,先放入缓冲区,再按照一定的路由算法,确定接收到的数据分组到下一步该发往网络中哪个节点交换机。可见各节点的分组交换机的主要任务是:负责分组的存储、转发以及选择合适的路由。可见,每个发送的分组在其中必须携带一些有关目的地址的信息,否则分组交换机就无法确定每个具体的分组的目的地。注意,在节点中暂时存储的是短短的数据分组,而不是要传送的整个报文。短分组不必存储在磁盘中,而是暂时存在节点交换机的内存中,这样就保证了较高的数据交换速率。

在分组交换网中,采用存储转发的分组交换,实质上采用了断续或动态分配传输带宽的策略。这非常适应适合传送突发的计算机数据,可以大大提高通信线路的利用率。

在分组交换网中,为了提高通信子网的可靠性,常采用复杂的拓扑结构,使得少数节点或链路出现故障时,不至于引起全网络的瘫痪。此外,通信网络的主干线路往往是由一些高速链路构成,以便迅速传送大量的计算机数据。在传送计算机数据时,分组交换网的主要优点可归纳如表1-1所示。

表1-1 分组交换的优点

优点	所采用的手段
高效	动态或断续分配传输带宽
灵活	每个节点均有智能,可根据情况决定路由和对数据作必要的处理
迅速	以不太长的分组为传送单位,在每个节点存储时间很短
可靠	网上的网络协议;分布式多路由的通信子网

同时,分组交换也带来了一些新的问题。例如,分组在各节点存储转发时要排队,总会造成一定的时延。当网络的业务量过大时,这种时延的可能性也会很大。此外,各分组必须携带的控制信息也造成了一定的额外开销。整个分组交换网的管理与控制也都比较复杂。

在分组交换网中,从本质上讲,这种断续分配传输带宽的存储转发远非新概念。古代就已有了邮政通信,就其本质来说也是属于存储转发方式。早在20世纪40年代,电报通信也采用了基于存储转发的原理的报文交换。在报文交换中心,一封封电报被接收下来,并串成带。操作员以每份报文为单位,撕下纸带,根据报文的目的站地址,拿到相应的发报机转发出去。这种报文交换的时延较长,从几分钟到几小时不等。分组交换也采用存储转发原理,但由于在交换节点上使用了计算机,并且分组为定长,每个分组的长度不长,完全可以放在交换节点计算机的内存中进行处理,这样就使分组的转化非常迅速。例如ARPANET的经验表明,在正常的网络负荷下,全网从端到端的平均时延小于0.1秒。这样,分组交换虽然采用了某些古老的交换原理,但它实际上已变成了一种新式的交换技术。

在计算机网络中,有三种交换:电路交换、报文交换、分组交换。如图1-5中,A和D分别是源节点和目的节点,而B和C是在A和B之间的节点。在6.1.4中我们会给出它们之间的比较。

1.1.3 计算机网络体系结构简介

计算机网络是一个非常复杂的系统。相互通信的计算机系统必须高度协调地工作,而这种"协调"又是相当复杂的。为了设计出这样复杂的计算机网络,早在最初的ARPANET就提出了分层方法。"分层"可将庞大的复杂的问题,转化为若干较小的局部问题,而这些较小的局部的问题就比较容易研究和处理。

1974年美国的IBM公司宣布了它研制的网络系统体系结构SNA(System Network Architecture)。SNA就是按照分层的方法制定的。以后SNA又不断地改进和完善,更新了多个版本。SNA是当今被广泛使用的一种网络体系。不久后,其他一些公司也相继推出了本公司的一套网络体系结构,并都采用不同的名称。不同的网络体系结构之间存在通信上的困难,这阻碍了网络的发展。

然而社会的发展使得不同网络体系结构的用户迫切要求能够互相方便地交换信息。为了使不同体系结构的计算机网络都能互连,国际标准化组织(ISO)于1977年成立了专门机