



# 计算机网络原理与应用技术

黄磊 关忠良 编著  
李学伟 刘世峰

中国铁道出版社

# 计算机网络原理与应用技术

黄磊 关忠良 编著  
李学伟 刘世峰

中国铁道出版社

1998年·北京

(京)新登字 063 号

### 内 容 简 介

本书阐述了计算机网络的基本概念、基本原理、体系结构、网络组建方法和管理策略、远程连网原理以及网络评价等内容。全书共分为十章,内容包括:计算机网络概述、数据通信基础知识、计算机网络体系结构、微机局域网概述、NOVELL 网络的安装和运行、NOVELL 网络文件服务器管理设计、NOVELL 网的其它管理设计、客户机/服务器技术、Windows NT 和 UNIX 网络、网络互连与 Internet、网络规划、性能评价与应用技术等。

本书可作为高等院校非计算机专业的教材,也可作为计算机网络工程技术人员和广大爱好者的技术参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

计算机网络原理与应用技术/黄磊等编著. -北京:中国铁道出版社,1998.8

ISBN 7-113-03113-7

I. 计… II. 黄… III. 计算机网络 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 24461 号

书 名:计算机网络原理与应用技术

著作责任者:黄 磊 关忠良 李学伟 刘世峰

出版·发行:中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)

策划编辑:殷小燕

责任编辑:殷小燕

封面设计:陈东山

印 刷:中国铁道出版社印刷厂

开 本:787×1092 1/16 印张:17.5 字数:439千

版 本:1998年10月第1版 1998年10月第1次印刷

印 数:1-3000册

书 号:ISBN7-113-03113-7/TP·305

定 价:28.00元

**版权所有 盗印必究**

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换。

# 前 言

当前的时代是信息时代,信息在社会经济活动和日常生活中发挥着不可替代的作用,而信息的生产、传播主要依赖于计算机和网络技术。计算机科学技术和通讯技术是世界新一轮科学技术革命的领头羊,而计算机网络作为计算机科学和通讯技术的结合体,又是目前科技领域中发展最快、并且应用最广泛的技术之一。“信息高速公路”计划已纷纷被世界各国采纳和规划建设,Internet 的应用发展之迅速是所有其他媒体都无法比拟的,计算机网络的应用必将像电话、电视那样普及到各企业、公司和千家万户,从而对社会经济生活产生重大深远的影响。在我国,远程计算机网络通信光缆的建设已被列为国家基础设施建设项目,数十万公里的国家高速通信光缆和国际陆上、海底光缆系统相连,构成了连接世界各主要国家的高速、大容量信息网络。计算机局域网在我国许多企事业单位、政府部门有较长的应用历史,取得了良好的应用效果,目前越来越多的计算机局域网正在建设、改造之中,并且采用各种方式实现远程联网以达到进一步的信息共享。

社会的不断信息化对高等院校培养的人才提出了更高的要求。每个大学生在将来的工作岗位上都很可能面临一个现代的计算机网络工作环境,因此必须具备一定的网络基础理论和应用技术知识。高校非计算机专业的学生占总数的 95% 左右,如何使他们具备深浅适度的计算机网络知识是高校非计算机专业计算机网络教学的成败关键。

本书可作为高校非计算机专业的教材,全书共分十章。第一章讲述计算机网络的发展史和发展趋势、一般结构、网络拓扑结构等。第二章主要介绍计算机网络所需的数据通信基础知识。第三章介绍国际通用的开放系统互连 OSI 标准的七层网络体系结构、各层的主要功能、协议内容和基本原理。这三章是以后各章的基础。第四章介绍局域网的原理、各种拓扑结构典型网络介绍、设计规范以及 NOVELL 网络的基本结构。从第五章到第七章主要介绍 NOVELL 网络的组网技术、安装和运行方法、服务器管理设计、网络打印管理设计、远程联网设计等,通过介绍 NetWare 4. x 而使 学生能够掌握实际的计算机网络规划建设和管理的较全面的内容。第八章主要介绍客户机/服务器计算模式和体系结构、Windows NT 和 UNIX 系统结构和网络体系结构、三种计算机网络的比较和集成策略。第九章主要介绍网络互连的基本知识、公共广域网络基础、Internet 和 Intranet 基本知识等,这一章中对最新的 ATM 和千兆位以太网技术作了介绍。第十章主要介绍了一般性的网络规划步骤,对网络性能评价方法、网络方案评价方法的研究成果做了介绍,对计算机网络的安全和密码体系作了介绍,此外对 Sybase、Oracle 两种大型网络数据库系统做了初步介绍。

参加本书编著工作的有:黄磊(第 1、3、5、6、7 章)、关忠良(第 2、9 章)、李学伟(第 4、10 章)、刘世峰(第 8 章),全书由黄磊统一定稿。陈景艳教授主审了全书。朱兵、王英、卢光泽、刘颖、李彪、李壮、徐琳、蔡翔在成书过程中做了一些工作,在此向他们表示感谢。

黄磊

于北京 北方交通大学

1998 年 5 月

# 目 录

<b>1 计算机网络概述</b> .....	1
1.1 计算机网络的定义和功能 .....	1
1.2 计算机网络的结构及分类 .....	3
1.3 计算机网络的现状和未来 .....	8
<b>2 数据通信基础知识</b> .....	13
2.1 数据通信基本概念 .....	13
2.2 数据编码技术 .....	15
2.3 数据传输原理 .....	19
2.4 传输介质 .....	29
<b>3 计算机网络体系结构</b> .....	35
3.1 网络体系结构及网络协议 .....	35
3.2 物理层 .....	41
3.3 数据链路层 .....	44
3.4 网络层 .....	51
3.5 传输层 .....	61
3.6 高层协议 .....	64
<b>4 微机局域网概述</b> .....	75
4.1 微机局域网概述 .....	75
4.2 局域网协议 .....	77
4.3 局域网络拓扑结构的设计考虑 .....	84
4.4 NOVELL 网络 .....	86
<b>5 NOVELL 网的安装与运行</b> .....	100
5.1 文件服务器的安装 .....	100
5.2 网络工作站安装与运行 .....	116
5.3 最常用的 NetWare 命令 .....	127
<b>6 NOVELL 网文件服务器管理设计</b> .....	130
6.1 文件服务器管理设计概述 .....	130

6.2	用户和用户组设计 .....	138
6.3	用户权限和文件属性设计 .....	142
6.4	系统注册文本设计 .....	153
<b>7</b>	<b>NOVELL 网的其它管理设计 .....</b>	<b>171</b>
7.1	NetWare 网络打印 .....	171
7.2	NetWare 网桥/路由器 .....	180
7.3	NetWare 远程组网原理 .....	187
<b>8</b>	<b>客户机/服务器技术、Windows NT 和 UNIX 网络 .....</b>	<b>197</b>
8.1	客户机/服务器技术 .....	197
8.2	Windows NT 网络 .....	204
8.3	UNIX 网络 .....	214
<b>9</b>	<b>网络互连与 Internet .....</b>	<b>220</b>
9.1	网络互连概述 .....	220
9.2	公共广域网基础 .....	223
9.3	Internet 介绍 .....	236
9.4	Intranet 介绍 .....	239
<b>10</b>	<b>网络规划、性能评价与应用技术 .....</b>	<b>241</b>
10.1	网络规划的一般方法 .....	241
10.2	计算机网络性能评价 .....	246
10.3	网络方案的评比方法 .....	250
10.4	计算机网络的安全与保密 .....	254
10.5	计算机网络在数据库管理系统中的应用 .....	262
10.6	一个网络规划、应用系统方案实例 .....	269
	<b>参考文献 .....</b>	<b>273</b>

# 1 计算机网络概述

现代社会已是信息的社会,信息技术革命正成为现代科技革命的领头羊,而信息工业是目前全球社会生产中发展最迅速的产业,通过不断更新的信息处理和信息共享技术来推动现代文明的发展。作为计算机技术和通信技术相结合的产物,计算机网络正是全球、全社会信息资源共享的最佳工具。

## 1.1 计算机网络的定义和功能

### 1.1.1 计算机网络的发展和定义

自从 1946 年 2 月第 1 台计算机问世以来,短短的半个世纪计算机取得了飞速的发展。计算机的数学基础是逻辑代数,电路基础是二值开关电路,采用半导体元器件作为其基本逻辑元件。随着半导体工业的发展,计算机采用的逻辑元件从最初的笨重的电子管已进步到今天的超大规模集成电路(VLSI),因此在功能不断完善的基础上,计算机本身的发展也经历了从大型化到微型化的过程。实际上今天的一台微机的综合性能已超过了 60 年代的大型机。

以 IBM 360、DEC VAX 等为代表的大型机、小型机系统由主机(HOST)连接若干终端(Terminal)而成。它们采用多任务分时操作系统,各用户提交的所有数据处理要求和通信控制全部是由主机完成的,而终端仅负责和用户进行交互,即接收用户提出的要求并将主机运行的结果输出给用户,主机和终端之间按照一定的协议进行通信,因此以前也被称作为主机——终端计算机网络。但以目前的观点看,由于系统资源全部由主机管理控制,终端本身不具备独立数据处理的能力,可被看作为 HOST 的输入输出工具之一,所以这种主机——终端结构(也成为多终端系统)已不再被称作计算机网络。

1969 年,冷战时期的美国国防部出于战争的考虑,决定将分布于全国的几个军事指挥中枢用通信线路连接起来,使得各中枢既能独立行使指挥职能,又能及时地相互通信以共享信息数据资源。为此,美国国防部资助将 4 个不同种的军事及研究用大型计算机主机连接起来,成为第一个分组交换计算机网络 ARPANET,采用 NCP(网络控制程序)作为主机间的通信协议,能够实现分布式资源的共享。80 年代初 UNIX 操作系统开始在各种大型机系统中流行,加州大学伯克利分校 1983 年推出了含 TCP/IP 协议的 UNIX 系统,使得 TCP/IP 协议成为 UNIX 系统的标准通信模块,TCP/IP 可以很好地实现不同类型的计算机之间的通信,为各种计算机的大规模联网奠定了技术基础。1985 年美国国家科学基金会 NSF 介入 ARPANET,并采用 TCP/IP 协议作为其干线通信的主要协议。随着连入网络的计算机越来越多,以 ARPANET 为中心连接其他的大型计算机网络,逐渐发展成为今天风靡全球的 Internet。

个人计算机即微机在 70 年代出现后得到了迅速的发展,微机的运算速度和综合性能不断增强,价格也不断下降,在社会生产的各个领域获得了广泛的应用。一个部门、一座大楼或一个工厂内为数众多的微小型计算机间需要相互通信,以实现数据资源、贵重外围设备的共享。由于这些通信往往地理距离较近,而且要求联网费用低、数据传送的速度高及误码率低,因此由服务器和 workstation 组成的计算机局域网应运而生。局域网往往通过路由器等设备及加载 TCP/IP 等远程通信协议连接到广域网上,以实现更大范围内的资源共享。

局域网和多终端系统是完全不同的,这主要表现在:多终端系统的终端是不具备独立数据处理能力的,而局域网的工作站具有独立运算和数据处理能力;多终端系统的资源主要是主机资源,而局域网的资源由全网提供;多终端系统由于采用分时操作系统,因此同时运行的终端数目越多,响应速度越慢,而工作站数目对于局域网运行速度影响则不大;多终端系统采用集中式控制,可靠性较差,而局域网可采用多个服务器的分布式控制,因此可靠性较好。

综上所述,计算机网络的定义应该是:通过物理介质将分散的具有独立处理功能的计算机连接起来,使其按照一定的协议进行通信并实现资源共享而形成的体系结构。计算机网络的关键要素是计算机系统和通信设备和协议,因此说计算机网络是计算机技术和通信技术的结合产物。计算机网络的性能依赖于计算机本身的性能,但同时没有联入网络的计算机则被认为是功能不全的。“计算机=网络”、“计算机网络就是计算机”已是目前流行的说法。

### 1.1.2 计算机网络的功能

计算机联网的起始需求构成了计算机网络的最初功能。但随着计算机技术和通信技术的不断发展,计算机网络的功能也在不断被发掘和扩充。综合起来现代的计算机网络主要有如下几个功能:

#### 1. 资源共享

资源包括软件、硬件和数据资源,资源共享是指联网的计算机能够全部地或有限地共享网络上的资源,这是建立计算机网络的核心动力。

将系统程序、应用程序、数据库等放在局域网的主机或服务器上,或将一些昂贵的外部设备设置为面向全网,那么用户通过一台联网的计算机,能够共享这些软件数据资源、硬件设备资源以及主机和服务器的运算能力,从而减少硬件设备的投资和数据存储和处理的平均费用。

现在的网络操作系统如 Windows NT 提供了性能优异的面向应用和执行的协议和软件,可使网络用户使用远程计算机上的资源。如可实现本地计算机和远程计算机相互之间的文件传输;可对远程计算机上的文本、程序及参数进行编辑和修改;可公用远程计算机上的操作系统服务命令和协议;可调用运行远程计算机上的程序并获取运行结果等。远程资源的使用使得用户可以共享广域网范围内的资源,可获得良好的经济效益和社会效益。

#### 2. 信息传输和综合信息服务

信息传输即通信,是计算机网络的基本功能,用以实现计算机之间传送各种信息。在一个企业网络中,利用这一功能,地理位置分散的生产单位或业务部门可通过计算机网络连接起来进行集中的管理和控制。

计算机网络为网络用户提供跨地域的双向实时通信手段,已逐渐成为为全社会提供综合



信息服务的重要工具。网络通信具有许多卓越的优点,如只需花费很少的费用就可随时向远方传递任意容量的电子信件并能几乎实时到达、可在网络上进行交互式的讨论、可在网络上向全社会提供各种经济信息、在网络上进行商业谈判和订货等,这些都是传统的电话、广播、邮政等通信工具所无法比拟的。

### 3. 分布合作

计算机网络也为科学家们提供了远程合作以完成分布式数据处理、群体综合研究的理想工具,从而消除了地理上的限制。如 NSF 的计算机科学研究网 CSNET、美国能源部的聚合能量网 MFENET、英国的联合科学网 JANET 等,都是通过网络将许多研究机构和科学家联系起来以进行大规模的科研协作。目前,分布式数据库及处理技术已投入实用,以分布式模型库、分布式方法库为基础的群体决策支持系统、以分布式知识库为基础的分布知识处理工程等远程合作软件工具已成为研究的热门课题。

### 4. 提高资源的可靠性和可用性

单台计算机由于硬件故障和操作失误而可能导致资源的无法使用甚至无法恢复。在网络中,可将重要的数据资源和软件存放在主机或多台计算机中,当一台机器发生故障时,网络上的备份机器可继续运行从而提高资源的可靠性。这一点在国防、银行等重要部门尤其重要。

提高计算机的可用性是指当网络中某台计算机负担过重时,网络可将新的任务转交给网中较空闲的计算机完成,这样就能均衡各台计算机的负载,提高了每台计算机的可用性。

计算机网络的应用正在迅速地向各个领域扩展和延伸。从家庭到办公室、从企业到政府部门、从一个城市到一个国家、从全世界到太空甚至宇宙,到处分布着计算机网络的用户,网络的应用正在深远地影响着人们的工作和生活方式。

## 1.2 计算机网络的结构及分类

### 1.2.1 计算机网络的一般结构形式

计算机网络一般由计算机、通信处理设备、物理连接介质等组成。为了更好地划分网络的逻辑结构,一般将计算机网络划分为资源子网和通信子网。

资源子网位于网络的外层,主要包含网络中的面向网络用户的各台计算机、外部设备以及存放在其中的各种软件和数据资源,它负责全网的数据处理和向网络用户提供网络资源及网络服务;通信子网位于网络的内层,主要由专门负责网络通信的计算机、通信设备、通信线路组成,负责实现网络中数据无差错的传输。计算机网络的一般结构形式如图 1-1 所示。

网络用户是在资源子网中的计算机上工作的,当他们需要与网络中其他计算机进行数据通信时,资源子网中的软件就会调用通信子网提供透明的服务。网络中可能有許多不同结构、不同类型的计算机和外设,用户的软件和数据格式也是千差万别,为了使任何用户之间都能进行数据通信,通信双方必须遵守一套共同的规则或约定,如:数据通信的步骤、数据传输的格式、数据传输的起始和停止标志、数据传输正确性的保证策略等,这些规则和约定被称为网络协议。通信子网和资源子网都包含有不同层次的网络协议。有关网络协议的内容将在第三章中介绍。

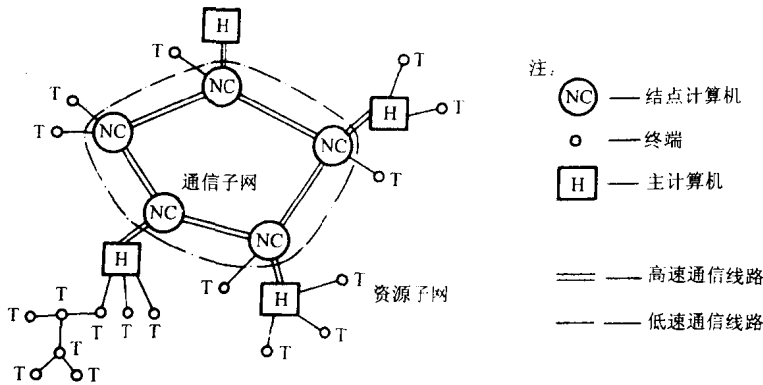


图 1-1 计算机网络的一般结构形式

### 1.2.2 计算机网络的拓扑结构

计算机网络是利用物理传输介质将分散在不同地理位置的网络单元相互连接起来的,这种相互连接的方法和型式称为网络拓扑结构,它反映了网络硬件(计算机、传输设备和介质)整体的布局结构。拓扑是数学中的一个概念,拓扑学主要是研究与大小形状无关的点、线特性的方法。把网络单元定义为结点,两个结点间的连线称为链路,这样网络结点和链路的几何图形就是网络的拓扑结构。

网络结点依据其功能特性可以被分为两类:转接结点和访问结点。其中转接结点包括通信处理机、网卡、集中器、交换机等,它们在网络中只是转接和交换被传送的信息;访问结点包括网络主机和终端等,它们是信息传送的源结点和目标结点。

通信网络的拓扑结构有很多种,主要有星形、总线形、环形、树形和网状结构,如图 1-2 所示。拓扑结构的选择往往和传输介质的选择和介质访问控制方法的确定密切相关。当需要建设一个计算机网络时,首先就需要选择一种网络拓扑结构。

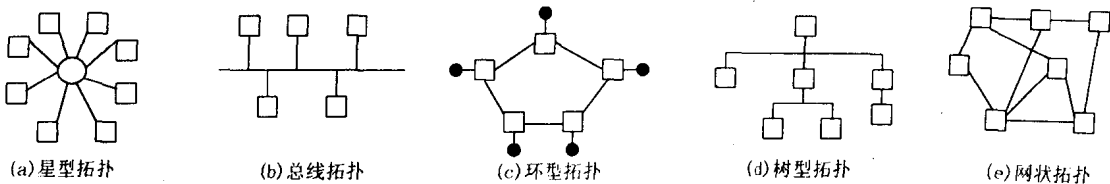


图 1-2 各种网络拓扑结构

#### 1. 星形拓扑结构

星形拓扑结构由一个中心结点和连接到中心结点的各结点(称为分结点)及它们之间的链路组成。

中心结点是网络的主结点,网络中任意两个分结点之间的通信都需要由中心结点转发,因此中心结点具有中继交换和数据处理功能。目前中心结点一般采用交换机或集线器构成,执行集中式通信控制策略。每个分结点通过分支电缆接入中心结点。中心结点的信息交换有线路交换和报文交换两种方式,目前多采用线路交换方式。

星形结构的主要优点是:

(1)故障隔离和监测容易。当网络中任何一个分结点或连接点发生故障时,不会影响网络的其他部分,交换机或集线器可指示该故障结点并将该分结点与网络隔离。

(2)维护、管理容易。由于所有数据通信都必须经过中心结点,因此可以较容易地监测网络中的通信状况,从而可及时发现网络通信的瓶颈所在。当中心结点采用交换机或智能集线器时,分结点的通信处理负担较轻。

(3)重新配置灵活。移去、增加一个分结点或改变一个分结点的设置,只和该分结点和中心结点连接端口有关,因此改变起来较容易,重新配置的适应性强。

(4)访问协议简单。在星形网中,任何一次通信只涉及到中心结点和一个分结点,因此,控制介质访问的方法很简单,从而访问协议也十分简单。

星形结构的主要缺点是:

(1)安装工作量大,所需电缆长度较大。由于各结点都需直接连接到中心结点,因此布线时工作量大,需要大量电缆,同时会产生电缆保护、维护、安装等一系列问题,从而增加费用。

(2)依赖于中心结点。如果中心结点发生故障,则全网瘫痪,所以中心结点的可靠性和冗余度要求很高。

如果网络结点较多,一般不将它们全部直接连入中心结点,而采用将地理位置分布较集中的若干个结点连入至一个集线器,再将这些集线器连入中心结点的梯级星形方式。采用双绞线的以太网,目前大多采用星形结构。例如在智能大楼的布线技术中,一般都在各办公室布设双绞线接口,并连接到该楼层设置的集线器上,最后各楼层集线器再连接到总交换机上。

## 2. 总线拓扑结构

在总线拓扑结构中,由一条公共总线作为网络的公共传输介质,各结点都通过相应的硬件接口直接连到总线上。

公共总线一般由同轴电缆构成,在同轴电缆的两端需加接终结器以防止信号的反射。任一结点都具有介质访问控制功能,它们发送信息在总线上进行广播式的传输,可被所有其他结点接收。接收结点首先识别发送信息中的地址,然后将信息拷贝下来。因此总线结构中网络通信处理的负担较小,由各结点负责信息的发送和接收。

总线结构的主要优点是:

(1)安装布线容易,所需电缆少。由于各结点都是连接到一条公共总线上,因此所需的电缆长度是各种拓扑结构中最短的,减少了安装费用,易于布线。

(2)易于扩充或删除结点。增加新的结点时,可在总线的任何两个结点间或起止端接入,若连线长度较长,可采用中继器延长总线长度;可将总线任何位置上的结点删除。增加或删除结点不会影响网络中的其他结点。

总线结构的主要缺点是:

(1)故障诊断困难。虽然从硬件角度来说,总线结构简单,可靠性高,但由于采用分布式控制,所以故障监测需在网各个结点上进行。

(2)故障隔离困难。在总线结构中,若结点计算机本身发生故障,是不会影响网络其余部分的。但如传输介质即总线发生故障如断线时,则整个总线段的通信都将被切断,而不像星形结构中介质故障可被隔离。

(3)结点必须负担较多的网络通信功能。由于不是集中式控制,故总线上各结点都必须具

有介质访问控制功能,从而增加了结点的硬件和软件费用。

总线拓扑结构在 80 年代较为流行,由于其介质故障的监测和隔离都较困难,现已较少单独被可靠程度要求较高的网络所采用。

### 3. 环形拓扑结构

环形结构网络是一个封闭的环形,各结点通过中继器连入网内,各中继器的点到点链路首尾相接组成一个闭合环。

每个中继器都连接两条链路,接收其中一条链路上的数据,并以同样速度串行地把数据送到另一条链路上,中继器本身不设缓冲区。链路是单方向的,即数据在一个方向上围绕着环进行循环逐点传输。在环形结构中,需要采用分布控制功能以决定每个结点什么时候可以向环上发送信息以及如何接收信息。

环形结构的主要优点是:

(1)安装工作量小,所需电缆长度较短。由于按环形连接,因此介质长度仅比总线结构略长,而比其他结构短得多。

(2)适用于光纤连接。由于采用单方向环形传输,十分适合传输速度高的光纤传输介质。此外,由于环形网是一个结点一个结点的连接,可以在网络中使用多种介质。

环形结构的主要缺点是:

(1)任一中继器故障将导致全网瘫痪。在环上数据传输是通过每一个结点的,因此单环上的每一个故障都将引起全网故障。

(2)故障诊断困难。环上的故障可能发生在任一结点,因此需对每个结点进行检测。

(3)不易重新配置网络。当环网的某一网段需要改变时,该网段需要被分成两个网段或由两个新段来代替,因此,环网上结点的增加、删除或改变都不容易,即可扩展性和灵活性较差。

实际上真正的环形拓扑网是很少见的,而星形环拓扑网的配置和管理维护更容易,例如令牌环网。在令牌环网中,工作站结点连接到集线器上,虽然在物理结构上是星形结构,但实际上在集线器内形成环,构成逻辑上的环网。这样,由集线器来实现网络的集中维护,可以标识和隔离故障结点,同时具备网络较好的可扩充性。此外,光纤分布式数据接口(FDDI)和城域网(IEEE MAN)标准使用双环配置,以确保单环故障时的正常通信。

### 4. 树形拓扑结构

树形拓扑结构是一种分层结构,其形状如同一棵倒挂的树,顶部是根结点,根结点可下接多个分支,每个分支还可延伸出子分支。

树形拓扑结构可被看成是星形结构的扩充,各结点发送的信息首先被根结点接收,然后在采用广播方式发送到全网。树形结构的网络通常采用同轴电缆作为传输介质,且使用宽带传输技术,适用于分级管理和控制系统。

树形结构的主要优点是:

(1)易于扩展。树形结构的根结点以下各级都可以延伸出很多分支和子分支,因此扩展容易,即新分支或结点易于加入到树形结构中。

(2)故障隔离容易。如果某一分支或某一结点发生故障,只影响局部区域,可以很容易地将这个局部区域从整个网络中隔离开。

树形结构的主要缺点是:

(1)网络的可靠性依赖于根结点。与星形结构类似,若根结点发生故障,则全网不能正常

工作。

(2) 结点必须负担较多的通信功能。由于采用多点广播方式,和总线结构相仿,各结点需监听介质以确定自己是否可发送信息以及检查是否接收网上信息。

#### 5. 网状拓扑结构

网状拓扑结构也称为不规则拓扑结构,主要用于广域网,是网络协议最复杂的一种结构。

在网状拓扑结构中,各结点地理位置较分散,通信线路成为设计中的主要考虑因素。结点之间的通信路径不是唯一的,因此在网络协议中必须考虑信息传输的最优路径选择以及阻塞和死锁的解决方案等问题。

网状结构的主要优点是:

(1) 信息传输线路有冗余,因此容错性能较好。

(2) 故障诊断比较准确。由于每根传输介质相互独立,因此可比较容易地确定出故障所在。

网状结构的主要缺点是:

(1) 拓扑结构复杂,安装和重新配置较困难。由于是分散控制,网络中的信息流监测控制等网管功能较难实现。

(2) 信息传输具有较大延时。由于网络协议复杂,一般采用存储转发的信息传输方式,具有较长的延时。

综上所述,星形结构和树形结构采用集中控制方式,网络管理和故障诊断隔离较容易,网络可靠性主要依赖于主结点;总线结构和环形结构采用分布式控制,安装费用较低,故障诊断和隔离困难。对于采用这4种结构的网络,结点之间的信息传输路径是唯一的,因此通信协议较简单,适合于局域网。网络拓扑结构的选择,需要根据用户对网络的任务要求、网络的可靠性要求、网络结点的可扩充性要求以及投资费用等综合考虑。在稍大规模的网络中,往往选择多种拓扑结构的混合形,较常见的有总线和星形结构的混合形、星形和环形结构的混合形等。

### 1.2.3 计算机网络的分类

计算机网络可按网络拓扑结构、网络覆盖的地理范围、网络通信技术、网络操作系统类型、系统所有者以及服务对象等不同标准进行划分,因此一个网络可以从不同的角度被划分到不同的类别。最常用的分类方法是按照网络覆盖的地理范围来进行划分,可将计算机网络划分为局域网、城域网、广域网三种。

#### 1. 局域网 LAN(Local Area Network)

局域网的覆盖范围一般不超过10km,多数具有较为明确的区域,如一个建筑物内、一个学校内或一个企事业单位内等。局域网具有一致的低误码率,技术标准成熟,产品较为丰富,组网和使用灵活方便,得到了广泛的应用。目前局域网的传输速率为10/100Mbit/s,随着千兆以太网技术和线缆调制解调器的发展,局域网的性能正在得到进一步的提高。

按照网络的拓扑结构和传输介质,局域网通常可划分为以太网(Ethernet)、令牌环网(Token Ring)、光纤分布式数据接口(FDDI)、异步传输模式(ATM)等,其中最常用的是以太网。

局域网常用的设备有:网卡(NIC)、集线器(Hub)、交换机(Switch)等。不同型号的设备可提供多种不同的网络接口,以适应不同的传输介质(如同轴电缆、光缆、双绞线)和速率。

#### 2. 城域网 MAN(Metropolitan Area Network)

城域网是现代网络技术的一个新的发展领域,一般覆盖一个城市或区县,其通信线路一般使用本地交换电信公司提供。城域网已逐渐成为现代城市基础设施的必要组成部分。

城域网介于局域网和广域网之间,一般建立在拨号总线结构上,典型的是采用两条光纤缆以便能够同时从相反方向进行数据传输。

### 3. 广域网 WAN(Wide Area Network)

广域网的覆盖范围从几十公里至数万公里,可以跨越城市、国家和洲际,也可以覆盖全球,一般都是将大量的、相距较远的局域网、城域网连接起来,提供较大范围的资源共享。广域网一般采用电信部门提供的专用或公用通信介质和设施,以及微波和卫星,实现计算机之间的远程通信。Internet 就是最著名的一种广域网。在数字通信技术日益发展的现代社会,广域网的建设正成为新型经济社会的重要通信手段。

广域网涉及的电信通信方式有:公用电话网(PSDN)、综合业务数据网(ISDN)、DDN 专线、X.25 网、帧中继(Frame Relay)以及广域网 ATM。

广域网常用设备有:路由器(Router)和调制解调器(Modem)。

由于现代企业应用计算机网络的迅速发展,企业级网络正逐渐成为一个单独的分类。企业级网络互连一个机构内的所有计算机系统,可能是一个 LAN、MAN 或 WAN,是一个可以连接许多不同设备的平台。企业级网络采用较为严格的网络安全保密机制,资源和数据采用分布式存储,用户可以透明地访问任何资源。一种典型的企业级网络组网模式是采用基于 Web Server 的 Intranet,它采用大量的 Internet 技术来实现企业信息的发布,采用防火墙技术以保证企业网络的安全性。企业级网络已成为目前网络界研究的热点,不断有新的方案和产品被推出。

## 1.3 计算机网络的现状和未来

### 1.3.1 信息高速公路

根据美国《时代》周刊的报道,全球公认的一句话是:“20 世纪最伟大的发明是计算机,而计算机在本世纪最伟大的应用则是 Internet。”计算机网络正在改变社会的认知结构,改变人们的思维和生活习惯。IBM 总裁郭士纳宣布:“网络为中心的计算机时代已经到来”,而微软总裁比尔·盖茨也宣布:“微软将全力进军 Internet 领域,它将成为我们一切工作与开发的中心”。

微软、IBM 等公司开发的网络软件和硬件产品无疑是极其优异的,将全球越来越多的企业、个人吸引加入到网络用户的行列,并正在创造越来越多的社会财富。但是,对于全球性或全国性的计算机网络建设,由于具有深刻的政治、经济、军事和社会意义,任何一个公司都无法单独承担其建设规划和建设费用,因此各国政府纷纷将计算机通信网络当作是社会和经济发展的基础设施全力进行规划和组织建设。网络通信是 21 世纪国家经济持续发展的制高点,这已是不争的事实。

美国作为世界上信息产业最发达的国家,是“信息高速公路”建设的倡导者。“信息高速公路”(Information superhighway)是美国副总统戈尔于 1991 年作为参议员时在《高性能计算机法规网络案》提出的,1993 年美国副总统克林顿又制订了《国家信息结构基础:行动纲领》这一重

要文件,全面阐述了建设国家信息基础结构(NII, National Information Infrastructure)的重大意义以及政府应采取的行动,将 NII 定义为:“是一个能给用户随时提供大量信息的,由通信网络、计算机、数据库及日用电子产品组成的无缝网络”,通讯网、信息源、终端设备和人是其四大要素。NII 是信息高速公路的完整内涵,这是一个世界性的电子通信网,能把任何人与其他地方的任何人联系起来,并在任何时间和地点,通过声音、数据、图像、影像等互相传递信息。为此,美国政府成立了由戈尔副总统领导的“信息基础结构特别工作小组”和“美国 NII 顾问委员会”,全部投资 4000 亿美元(其中政府投资 300 亿美元,其余鼓励社会私人企业投资),制订 NII 开发标准,着手兴建全国光纤信息网,以确保在下世纪初建成信息高速公路。

就在信息高速公路建设方兴未艾之际,1995 年美国商务部又出台了《全球信息基础设施(GII)合作议事书》。GII 是 NII 的扩充和外延,是信息共享扩展到全球规模的网络,也是技术汇集和全球竞争的一种产物,也充分表示了美国希望藉此将世界各地的信息化建设纳入其总体控制之中的企图。随后,西方七国和欧盟在布鲁塞尔举行有关信息高速公路的部长级会议,首次从政治上确立了将来信息社会建立的方向与设计策略,强调加强有关国家和企业的多层次合作,同时认真研讨全球信息基础结构,信息社会应遵循的商业运作规范及信息技术对人类经济文化生活可能带来的影响。布鲁塞尔会议还确定了 11 项指导性的计划:

1. 全球信息目录计划。建立一个推动信息社会发展的主要计划(项目)的信息多媒体清单。
2. 全球宽带交互网络计划。目的在于推动洲际高速电信网络的建设和发展。
3. 教育和培训计划。在七国建立全球计算机网,为语言教师交换培训资料。
4. 电子图书馆计划。建立电子图书馆,包含文字、图像、声音和数据,为广大公众所利用。
5. 电子博物馆和艺术画廊计划。通过多媒体计算机网络展示世界文化资源。
6. 环境和自然资源管理计划。建立网络环境下的大型自然资源数据库。
7. 全球紧急情况管理计划。将国家管理自然灾害的信息系统链接到网络上,实现全球自然灾害管理信息的共享。
8. 全球卫生应用计划。建设全球范围内的医疗卫生网络合作环境,并展示和这种合作的成果,推动它的发展。
9. 政府“入网”计划。推动政府更多地使用网络电子邮件和其他网络服务技术作为其事务处理的手段。
10. 中小规模商业的全球市场计划。为中小商业提供低成本高效益的全球电子网络商业联系手段。
11. 海事信息计划。推动有线和无线信息网络的建设,改善海上安全与环境保护检测手段。

1995 年 2 月,国际民间组织“全球信息基础设施委员会(GIIC)”成立,它吸纳各国、各行业、各组织和研究领域的首脑和专家参加,以便消除政府、产业间的地理和管理障碍,帮助协调公共和私营部门,推进信息和通信技术在关键产业的应用和发展,从而加速各国的经济增长。我国国务院信息化工作领导小组也参加了 GIIC。GIIC 虽然是一个民间组织,但它却是全球信息基础设施建设协调、交流方面的国际权威机构。它的成立和运作,大大推动了世界各国尤其是发展中国家信息基础设施的建设。

1996 年 4 月,在北京召开了“信息基础结构国际会议”,发表了《信息时代宣言》,提出了“确立信息合作原则,净化全球信息环境,创造良好的信息秩序,建设全球信息基础结构,建立

国际信息论坛”的合作原则。占全球电信市场总额 93% 的 68 个成员国签订的“全球基础电信协议”已于 1998 年 1 月 1 日正式生效,要求不迟于 2000 年 1 月 1 日将各成员国的信息技术贸易产品关税降至零,预示着全球信息市场整体开放程度的加快。

以 Internet 为雏形的信息高速公路发展极为迅速。Internet 开通仅 4 年多其上网人数已超过 5000 万,而达到这一数字无线广播用了 38 年,电视用了 13 年。据统计,Internet 的信息流量每 100 天翻一番,截至 1997 年底,全球使用 Internet 的人数超过 1 亿人。Internet 方兴未艾,但下一代 Internet 已在建设之中。新一代 Internet 采用新的 IP 技术,速度比现在的 Internet 快 100~1000 倍,能够快速地传送声音、图像、文字、数据等交互的多媒体信息。信息高速公路正在成为兼具各种媒体优点的 21 世纪新型全球性大众媒体。目前,全球范围的通信网络光纤干线已经铺设完毕或正在大规模的铺设之中,环球光缆、亚欧光缆等都长达数万公里至十几万公里,光纤数据传输速率达 20~40Gbit/s,每对光缆可提供 24 万条数字电路。随着新的光纤传输技术的发展,速度更快的全球光缆系统正在规划和设计中。

此外,由美国政府组织的数家大公司正在组织实施由低轨道、多卫星组成的全球个人通信系统(PCS)“依星系统”将在 1998 年 9 月 23 日投入使用,并面向个人服务。“依星系统”由摩托罗拉公司设计,耗资 50 亿美元,在距离地球高度为 677 公里左右的轨道上,按化学元素“铱”的原子序数排列,在 6 个运行面上共需布放卫星 66 颗。截止 1998 年 6 月,全部“依星”升空,其中美国发射 9 次 48 颗,俄罗斯 2 次 14 颗,中国 2 次 4 颗。“依星”系统的最大特点是拥有星际数据链路和星上数据处理功能,将向大约 50 万用户提供声音、数据和影像通信服务的信息高速公路。除铱公司外,环球卫星系统公司、环球通信公司也在争夺这一市场,正在耗巨资执行各自的卫星发射计划。

### 1.3.2 计算机网络对社会经济和生活的影响

信息革命和信息高速公路带来的是对国民经济的巨大促进。美国经济在 90 年代实现了持续的高增长和低通货膨胀、低失业率即“一高两低”的理想态势,这当然与美国联邦储备委员会连续提高利率调控得当有关,但一个十分重要的原因是信息产业的迅速发展。据美国商务部 1998 年 5 月发表的报告,美国的信息技术产业正以比全美经济增长速度快一倍的速度增长,如果不是信息技术的发展,美国 1997 年的通货膨胀率应为 3.1%。目前,信息产业在发达国家,不论是其产值占国民生产总值的比例,还是其就业人口占劳动力总量的比例,都早已超过 50%,成为第一大产业。

信息产业包括计算机软硬件、通信网络、广播电视、新闻出版、科技教育等相关产业,其中计算机以及通信网络无疑是整个信息产业的领头羊,并带动整个信息产业发生从量变到质变的飞跃。全球的信息产业市场正在不断扩大,电信市场和信息技术市场贸易额已超过 10 000 亿美元,成为全球第一大产业,相当于农产品、汽车和纺织品全球贸易额的总和,并正在进一步扩大。

以全球信息网络普及和全球信息共享为标志的“全球信息网络化革命”已经蓬勃兴起,其实质是人类信息交流方式的现代化革命。由于信息交流是人类社会赖以形成和发展的重要支柱,因此这次革命正在推进社会进入一个崭新的文明阶段——信息社会。

信息社会的重要特征就是打破了工业社会中人类以地理位置相对集中为主要特征的工作、生活和交往方式。在发达国家如德国的光缆已铺设连接 150 万户家庭,其密度之大居于世界前列;美国预计到 2000 年光纤网络将连接 1500 万户家庭。因此,不受地理位置限制的上班



办公、学校教育、科研协作、医疗保健、银行、商业贸易、会议论坛、图书馆等都将能够借助网络信息手段实现,办公自动化(Office Automation)、家庭自动化(Home Automation)和工厂自动化(Factory Automation)即“3A”革命正在实现。

办公自动化已从最早的财务会计管理现代化普及到办公业务的各个方面。在较大的政府部门、现代化的企业办公室中,每人一台联网的电脑并通过电脑进行大部分的办公业务已成为现实。通过计算机网络提供的文件/数据库服务器、电子邮件系统、B-ISDN 综合业务数字宽带网以及电子数据交换 EDI 等技术,政府部门和企业可以实现网络上的各种信息发布、网络上的对话交流、网络上的电视电话会议,以加快信息流动,逐步达到无纸办公,减少上下级之间的人员往来交通费用和往返时间。

企业可以在 Internet 网络上开设站点,发布产品信息,制作发布网上商业广告可以以相对较低的成本向全球作广告宣传。在银行信用网络、国家和银行等各级认证中心建设成功后,电子商务将会有极大的发展。上网的企业可以实现电子票据如各种银行帐单、订货出货凭单等的自动传递,从而提高自身的竞争能力。电子票据具有严格的安全保密和审核措施,各种电子协议、合同与原手工办理的相比具有同样的法律效力。据统计,1997 年 Internet 网上各企业广告开支达到 9 亿美元,比 1996 年增长 240%。尽管网上广告所占的总量还远远落后于其他媒体,但其增长率却是其他媒体望尘莫及的。据美国商务部的报告,网上交易额可望于 2002 年突破 3000 亿美元。各大企业目前都把 Internet 作为自己产品走向世界的一个重要捷径,IBM、HP 等大公司也正在纷纷推出各种面向企业的电子商务解决方案。1997 年震惊我国企业界的香港公司抢注大陆企业域名的风波从一个侧面反映了网络上的商业机会已越来越大。据管理 Internet 域名注册的公司 Network Solutions 统计,新的域名注册正以创记录的速度增长,1998 年一季度新注册了 34 万个 Internet 域名,比去年同期增长 73%,目前的域名总数已达 186 万个。

网络商业行为的不断扩大也在促进家庭自动化的发展。全世界到 1996 年在 Internet 网络上发行的报刊达到近 2 000 种;许多图书馆、博物馆也已实现网络开放;全美近 60% 的银行通过电视、网络和自动出纳机运行;一些公司已在开展网络商业零售、网上楼宇销售、网上计算机销售等业务。将来许多百货商店可能根本没有店面,只需一个货物仓库,然后在网上开辟站点进行广告宣传和订货、送货业务即可。而每个家庭只需有在银行开设的帐户,就可在家中通过互连网浏览报刊、杂志,通过访问博物馆的站点参观、浏览历史、文物和古迹,更可以通过电子购物采购各种商品,然后坐等商家送货上门。

工厂自动化是现代大工业发展的必然趋势。工厂全套生产计划、采购、领料、车间生产、库存、销售等管理软件即 MRP 系列软件已在许多大型现代化工厂运行,为生产、销售的科学管理、降低生产成本等作出了卓有成效的贡献。目前西方国家钢铁生产规模相当与我国首钢的企业只有 2 000 多工人,这就是工厂自动化的巨大魅力。日本、德国等还在进行雇员更少的无人工厂的试验。

### 1.3.3 我国计算机网络现状和未来

我国目前的信息产业和计算机网络市场正处于飞速发展的阶段。据国家统计局公布的统计结果,1997 年上半年我国电子信息产业完成总产值 1626 亿元,比 1996 年同期增长 26.5%;出口额达到 110 亿美元,比 1996 年同期增长 24%。国家公众电话网交换机总容量突破 1 亿