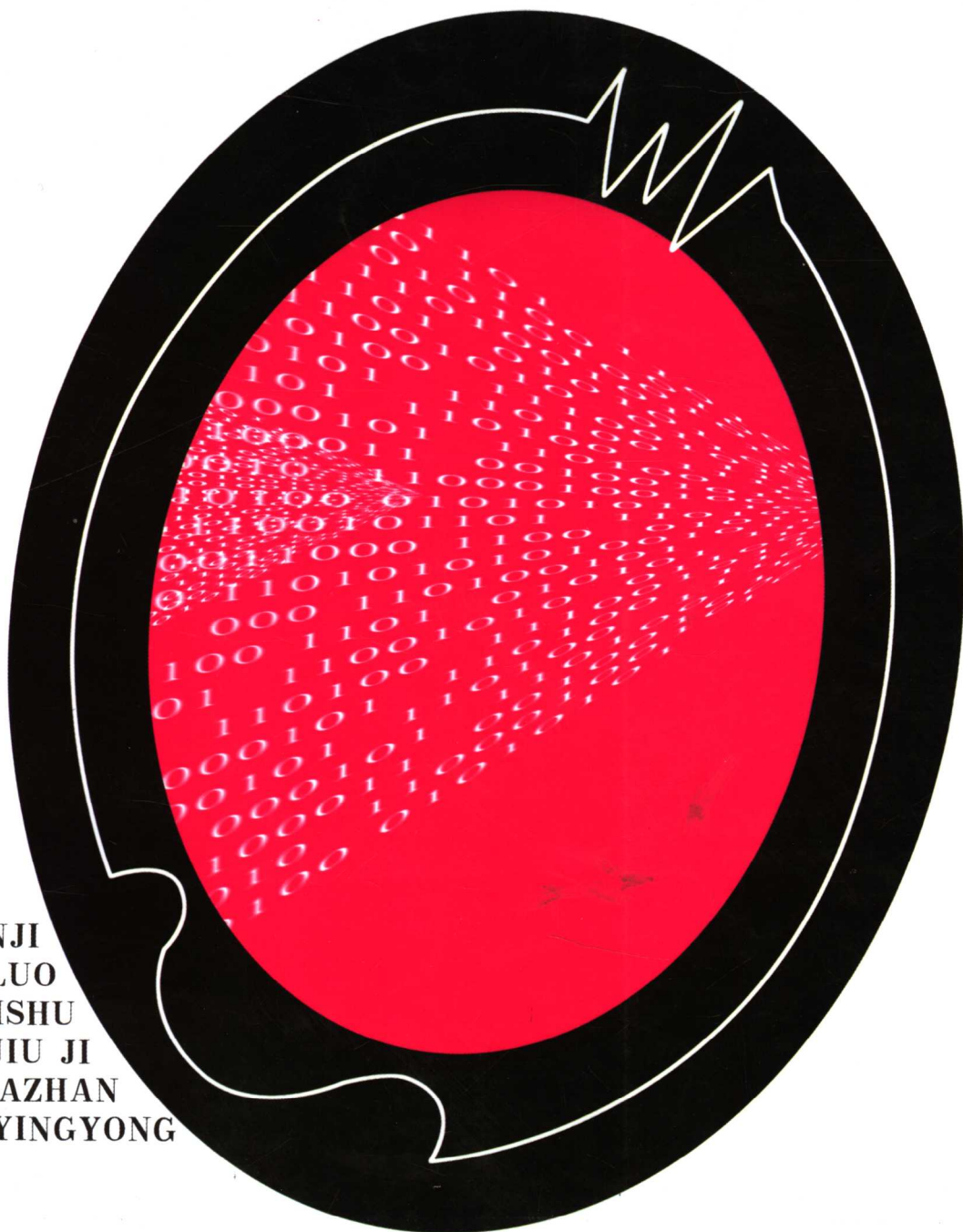


计算机网络

— 技术研究及发展应用

■ 唐伟 闫斐 著



JISUANJI
WANGLUO
JISHU
YANJIU JI
FAZHAN
YINGYONG

Ⓜ 山西科学技术出版社

计算机网络

——技术研究及发展应用

唐伟 闫斐 著

山西科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

计算机网络——技术研究及发展应用 / 唐伟, 闫斐著.
太原: 山西科学技术出版社, 2006.4
ISBN 7-5377-2725-2

I. 计... II. ①唐...②闫... III. 计算机网络—基
本知识 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 030931 号

计算机网络
——技术研究及发展应用
唐伟 闫斐 著

*

山西科学技术出版社出版发行 (太原建设南路 15 号)
山西三铁印业有限公司印刷

*

开本: 787 × 1092 1/16 印张: 9.25 字数: 199 千字
2006 年 4 月第 1 版 2006 年 4 月太原第 1 次印刷

*

ISBN 7-5377-2725-2
T·414 定价: 25.00 元

如发现印、装质量问题, 影响阅读, 请与印厂联系调换。

内 容 简 介

本书是一本研究计算机网络技术的论著。内容覆盖面广、推理准确、阐述清晰,着重研究和探讨了IEEE802.11、HomeRF、蓝牙、IPv6、第四代移动通信(4G)、IPTV等新技术和新理论,在进行充分研究的基础上,展望计算机网络的发展,是通信和计算机网络领域的重要研究成果。

本书的特点是概念准确、论述严谨、内容新颖、图文并茂。全书详细阐述了计算机网络技术的基本原理和基本概念,又介绍了计算机网络的一些最新发展,同时也重视必要的理论分析。

本书由计算机网络基础、计算机网络硬件、计算机网络软件、因特网、网络管理和安全共五章组成。其主要内容包括:计算机网络技术基础、交换机、路由器、传输介质、综合布线、网络软件、无线网络协议标准、IPv6、第四代移动通信(4G)、IPTV、安全标准、防火墙等。

本书可供网络工程师及对网络技术感兴趣的读者参考和使用。

前 言

21 世纪是以计算机网络技术为代表的信息时代, Internet 技术发展迅猛, 不断渗透到人们的工作、学习及生活等各个领域, 加快了信息传播的速度。

本书紧随计算机网络发展潮流, 覆盖面广、推理准确、阐述清晰, 着重研究和探讨计算机网络的新技术和新理论, 是一本介绍最新计算机网络技术的论著。

本书共有五章, 第一章计算机网络基础, 研究和探讨了网络定义、形成与发展、功能和应用及分类; 第二章计算机网络硬件, 研究和探讨了网络设备(交换机、路由器等)、传输介质、综合布线系统; 第三章计算机网络软件, 研究和探讨了操作系统、网络协议、通信软件、网络数据库、无线网络协议标准; 第四章因特网, 研究和探讨了 IPv6、第四代移动通信(4G)、IPTV 等新技术; 第五章网络管理和安全, 研究和探讨了网络管理、网络安全、防火墙的应用等。

本书的第一章、第二章、第四章由唐伟撰写, 第三章、第五章由闫斐撰写。

由于作者水平有限, 书中难免还存在一些缺点和错误, 殷切希望广大读者批评指正。

作 者

目 录

第 1 章 计算机网络基础	(1)
1.1 计算机网络概述	(1)
1.1.1 计算机网络的定义	(1)
1.1.2 计算机网络的形成与发展	(1)
1.1.3 计算机网络的功能和应用	(3)
1.2 计算机网络的分类	(4)
1.2.1 根据网络的覆盖范围分类	(4)
1.2.2 根据网络的逻辑结构分类	(5)
1.2.3 按照网络的拓扑结构分类	(6)
第 2 章 计算机网络硬件	(9)
2.1 网络设备	(9)
2.1.1 服务器和工作站	(9)
2.1.2 网络适配器(网卡)	(11)
2.1.3 调制解调器	(14)
2.1.4 中继器	(15)
2.1.5 集线器	(16)
2.1.6 网桥	(20)
2.1.7 交换机	(21)
2.1.8 路由器	(25)
2.2 传输介质	(31)
2.2.1 双绞线	(32)
2.2.2 同轴电缆	(33)
2.2.3 光导纤维	(34)
2.2.4 微波	(37)
2.3 综合布线	(38)
2.3.1 综合布线系统	(38)
2.3.2 综合布线标准	(40)

2.3.3 综合布线设备	(40)
2.3.4 双绞线接续方法及操作步骤	(46)
2.3.5 光纤接续方法及操作步骤	(47)
第3章 计算机网络软件	(50)
3.1 网络软件	(50)
3.1.1 操作系统	(50)
3.1.2 网络协议	(56)
3.1.3 通信软件	(56)
3.1.4 网络数据库	(57)
3.2 网络协议	(60)
3.2.1 协议	(60)
3.2.2 ISO/OSI 参考模型	(60)
3.2.3 IEEE802 标准	(61)
3.2.4 TCP/IP 协议	(63)
3.3 无线网络协议标准	(66)
3.3.1 IEEE802.11	(66)
3.3.2 HomeRF技术	(69)
3.3.3 蓝牙技术	(69)
第4章 因特网	(71)
4.1 因特网基础	(71)
4.1.1 因特网的前身—ARPANET	(71)
4.1.2 因特网的主要功能	(72)
4.1.3 因特网的管理	(75)
4.1.4 第二代因特网	(76)
4.1.5 IPv6	(77)
4.2 因特网接入	(92)
4.2.1 入网条件	(92)
4.2.2 入网方式	(93)
4.2.3 第四代移动通信(4G)	(95)
4.3 因特网应用	(98)
4.3.1 网络应用	(98)
4.3.2 网络应用新技术—IPTV	(101)
4.3.3 网络技术的发展趋势	(106)

第 5 章 网络管理和安全	(109)
5.1 网络管理简介.....	(109)
5.1.1 网络管理的概念.....	(109)
5.1.2 网络管理技术.....	(109)
5.1.3 网络管理的需求.....	(110)
5.1.4 网络管理的功能.....	(111)
5.2 网络管理系统.....	(113)
5.2.1 网络管理系统的基本构成.....	(113)
5.2.2 网络管理模型.....	(115)
5.2.3 新型的网络管理模式.....	(116)
5.3 网络安全简介.....	(117)
5.3.1 网络安全概述.....	(117)
5.3.2 网络安全的策略.....	(119)
5.3.3 安全标准.....	(120)
5.3.4 安全认证.....	(122)
5.3.5 IDS 入侵检测.....	(123)
5.4 网络防火墙.....	(126)
5.4.1 防火墙基本知识.....	(126)
5.4.2 防火墙的类型.....	(130)
5.4.3 防火墙的技术.....	(137)

第1章 计算机网络基础

计算机网络是计算机技术和通信技术相结合的产物，是目前计算机应用技术中最活跃的分支。计算机技术与通信技术的巨大发展为计算机网络的发展奠定了良好的技术基础，使计算机网络成为信息存储、管理、传播和共享的有力工具，在当今信息社会中，日益发挥越来越重要的作用，甚至影响和改变了人们的工作方式和生活方式。

本章介绍计算机网络的基本概念、特点和知识，为以后各章内容的学习奠定必要的基础。

1.1 计算机网络概述

1.1.1 计算机网络的定义

计算机网络通常定义为：将地理上位置不同且功能独立的多个计算机系统通过通信线路相互连接在一起，由专门的网络操作系统进行管理，能实现资源共享的系统称为计算机网络。

说明：（1）“功能独立的多个计算机系统”是指入网的每一个计算机系统都有自己的软、硬件系统，都能完全独立地进行工作。各个计算机系统之间没有控制、被控制的关系，网络中的每一个计算机系统只在需要使用网络服务时才自愿登录上网，真正进入网络工作环境。

（2）“通信线路”包括通信媒体和相应的通信设备。通信媒体可以是同轴电缆、光纤、双绞线、微波、卫星通信等多种形式，一个地域范围较大的网络中可能同时采用几种媒体。将计算机系统与媒体连接起来需要一些与媒体类型有关的连接接口设备以及信号转换设备。

（3）“网络操作系统”是指在每个入网的计算机系统的系统软件之上增加的，用来实现网络通信、资源管理，实现网络服务的专门软件。

（4）“资源”是指由网络操作系统管理的所有软、硬件，包括程序、数据库、存储设备、打印机等。

1.1.2 计算机网络的形成与发展

纵观计算机网络的形成与发展历史，大致可以分为计算机终端网络、计算机通信网络、计算机网络三个阶段。

1. 计算机终端网络阶段

此阶段也可称为分时多用户联机系统阶段，可以追溯到 20 世纪 50 年代。那时，计算机系统规模庞大、价格昂贵。为了提高计算机的工作效率和系统资源的利用率，将多个终端通过通信设备和线路连接在计算机上，在通信软件的控制下，计算机系统的资源由各个终端用户分时轮流使用。不过，严格地讲，此时计算机网络只是处于雏形，还不是真正意义上的计算机网络。

当时，人们开始将各自独立发展的计算机技术和通信技术结合起来，开始了数据通信技术和计算机通信网络的研究，并且取得了一些有突破性的成果，为计算机网络的产生和发展奠定了坚实的理论基础。

具有代表性的远程联机系统是 20 世纪 60 年代初在美国建成的全国性航空公司飞机订票系统（SABRE），用一个中央计算机连接了 2000 多个遍布全国的售票终端。

2. 计算机通信网络阶段

到了 20 世纪 60 年代，计算机开始获得广泛的应用。许多计算机终端网络系统分散在一些大型公司、事业部门和政府部门，各个系统之间迫切需要交换数据，进行业务往来。于是，将多个计算机终端网络连接起来，以传输信息为主要目的计算机通信网络就应运而生了。

在计算机通信网络中，从终端设备到主计算机之间增加了一台功能简单的计算机，称为前端处理机 FEP 或通信控制处理机 CCP。它主要用于处理终端设备的通信信息及控制通信线路，并能对用户的作业进行一定的预处理操作；而主机间的数据传输通过各自的前端处理机来实现。此时，全网缺乏统一的软件控制信息交换和资源共享，因此它还只是计算机网络的低级形式。

在 20 世纪 60 年代末，美国国防部高级研究计划局 ARPA 开始了分组交换技术的基本概念和理论的研究，并于 1969 年 12 月应用在 ARPANET 上。此时，计算机网络定义、分类及网络体系结构与网络协议等方面的理论研究取得了重大成果。

3. 计算机网络阶段

随着网络技术的发展及计算机网络的广泛应用，许多大的计算机公司纷纷开展计算机网络研究及产品的开发工作，也提出了各种网络体系结构与网络协议。20 世纪 70 年代中期，国际电报电话咨询委员会 CCITT 制定了分组交换网络标准 X.25。20 世纪 70 年代末，国际标准组织 ISO 制定了开放系统互联参考模型 OSI / RM，这为计算机网络走向国际标准化奠定了基础，并推动了网络体系结构理论的发展。

20 世纪 70 年代中期,国际上各种广域网、局域网、公用分组交换网发展十分迅速。到了 20 世纪 80 年代,局域网技术取得了突破性进展,在局域网领域中,主要是采用 Ethernet、Token Bus、Token Ring 等原理。在 20 世纪 90 年代,局域网技术在传输介质、局域网操作系统及客户机/服务器模式等方面取得了重要的进展。局域网操作系统 Windows NT Server、NetWare、IBM LAN Server 等的应用,标志着局域网技术进入了成熟阶段。在 Ethernet 网络中,发展了网络结构化布线技术,也促进了局域网络在办公自动化环境中的广泛应用。而 Internet 的普及则得利于 TCP / IP 协议的广泛应用。

1.1.3 计算机网络的功能和应用

1. 计算机网络的功能

(1) 资源共享功能。充分利用计算机系统软、硬件是组建计算机网络的主要目的之一。进入网络的用户可以方便地使用网络中的共享资源,包括硬件资源、软件资源和信息资源。网络用户可以访问或共享计算机网络上分散在不同区域、不同部门的各种信息,也可以访问或共享网络上的计算机、外围设备、通信线路、系统软件、应用软件等软、硬件资源。

(2) 数据通信功能。分布在不同区域的计算机系统通过网络进行数据传输是网络的最基本的功能。本地计算机要访问网络上另一台计算机的资源就是通过数据传输来实现的。

(3) 信息的集中和综合处理功能。通过网络系统可以将分散在各地计算机系统上的各种数据进行集中或分级管理,经过综合处理形成各种图表、情报,提供给各种用户使用。通过计算机网络向全社会提供各种科技情报、经济和社会情报及各种咨询服务,在国内外越来越普及。

(4) 资源调剂功能。对于许多综合性的大问题,可以采用适当的算法,通过计算机网络,将任务分散到网络上不同的计算机上进行分布式处理。通过计算机网络可以合理调节网络中各种资源的负荷,以均衡负荷,减轻局部负担,缓解用户资源缺乏与工作任务过重的矛盾,从而提高设备的利用率。

(5) 提高系统可靠性和性能价格比。在计算机网络中,即使一台计算机发生故障,并不会影响网络中其他计算机的运行,这样只要将网络中的多台计算机互为备份,就可以提高计算机系统的可靠性。

另外,由多台廉价的个人计算机组成计算机网络系统,采用适当的算法,运行速度可以得到很大的提高,速度可以大大超过一般的小型机,又比大型机的价格便宜很多,因此性能价格比较高。

2. 计算机网络的应用

如今计算机网络已经广泛应用到经济、文化、教育、科学等各个方面，对人们的生活产生越来越大的影响，下面列举了主要的几个方面。

(1) 网络通信。通过 Internet 收发电子邮件(E-mail)已经相当普遍。通过 Internet 网络 IP 电话进行长途通话，特别是国际城市之间的通话，可以大大降低通话费用。而且随着宽带、高速网络技术结合多媒体技术的发展，将给传统的电信业务带来全新的变化。

(2) 电子商务。计算机网络在现代商务活动中也起着举足轻重的作用。电子商务就是以计算机网络为基础，通过网络完成产品订货、产品营销、产品宣传、产品交易及货币支付等的贸易方式。电子商务和传统的商务活动不同，它不受时间和空间的限制，而且电子商务节省时间，也大大降低了成本。它具体包括：网上管理、网上订货、网上银行、网上市场、网上竞拍、网上购物等。

(3) 办公自动化及企业信息管理。办公自动化真正实现还是在计算机网络建立之后。管理人员通过网络可以非常方便地访问和管理各种办公信息，使管理效果成倍增加，而管理成本却大幅度下降。企业可以通过网络及时全面地了解和掌握市场动态、生产、财务等信息，这样才能在竞争激烈的市场中立于不败之地。

(4) 信息检索。随着全球 Internet 迅速的扩展，网上的信息越来越多，也越来越全面。用户可以通过网络轻松地访问这些信息，真正做到了“足不出户，也知天下事”。

(5) 文教卫生。远程异地授课是计算机网络在教育方面带来的巨大变化。通过网络，学生在家中就可以听到、看到千里之外的老师所上的课。网上大学也给许多没机会进大学校园或想继续深造的人们读大学或研究生的机会。在医药领域，医生异地看病、会诊、开药方的情况也逐渐普及。在 Internet 上发布求医问药信息的人也越来越多，效果也非常好。

(6) 金融管理。在金融领域，证券交易、期货交易及信用卡等业务也是寸步不离计算机网络。而且随着电子商务的发展，金融业和计算机网络结合愈加紧密，许多金融业务都纷纷移植到了网络上。人们通过 Internet 在家中就可以储蓄或变卖股票。

此外，计算机网络在军事、娱乐等方面也影响巨大。上网已经成为人们休闲消遣的一种方式。

1.2 计算机网络的分类

计算机网络的分类方法多种多样，从不同的角度可以分为不同的类型。

1.2.1 根据网络的覆盖范围分类

由于网络覆盖的地理范围不同，它们所采用的传输技术也不同，因而形成了各自的

网络技术特点和各自的网络服务功能。这种分类方法较好地体现了不同类型网络的技术特征。按覆盖的地理范围分类,计算机网络可以分为广域网(WAN)、局域网(LAN)和城域网(MAN)三类。

1. 广域网(WAN)

广域网又称远程网,它的覆盖范围通常从几十千米到几千千米。广域网的通信子网主要使用分组交换技术,它常借助公用分组交换网、卫星通信网和无线分组交换网。它的传输速率较低,一般为1200bps~45Mbps。另外,由于传输距离远,又主要依靠传统的公用传输线路,所以误码率较高。

2. 局域网(LAN)

局域网的覆盖范围通常在十千米之内,规模如一座写字楼或一所学校。局域网络是在广域网络技术和紧密耦合多处理机系统技术的基础上发展起来的。它有中等或高速的传播速率,一般为1Mbps~1000Mbps。因为局域网的传输距离近,通信传输环境较好,所以传输误码率较低。它是当前计算机网络研究与应用的热点领域,也是目前技术发展最快的领域之一。

3. 城域网(MAN)

城域网的覆盖范围在广域网和局域网之间。它的覆盖范围通常从几千米到几十千米,规模如一个城市。它的运行方式类似局域网。城域网的传播速率一般为45Mbps~150Mbps。它的传播介质一般以光纤为主。如今的城域网已经实现大量的用户之间的数据、语音、图形与视频等多种信息的传输功能。

1.2.2 根据网络的逻辑结构分类

从逻辑结构上可以将计算机网络分为资源子网和通信子网两部分,二者在功能上各负其责,通过一系列网络协议把二者紧密地结合在一起,共同完成网络任务。

1. 资源子网

资源子网负责处理整个网络的数据,向网络用户提供各种网络共享资源及网络服务。资源子网由网络中独立工作的计算机、外围设备、各种软件资源组成。

2. 通信子网

通信子网负责网络内层的数据转发等通信处理工作，如网络中的数据传输、加工、转发和变换等。通信子网由用于信息交换的网络结点和通信线路组成，通信线路一般采用高速传输的线路。

网络结点可以是通信控制器、通信处理机即前置处理机，负责信息的发送、接收和信息的转发等功能。一般来说，不可编程的通信控制部件称为通信控制器，而可编程的通信控制部件称为通信处理机。

1.2.3 按照网络的拓扑结构分类

拓扑学是几何学的一个分支，由图论演变而来。利用拓扑学观点，可以将网络中计算机、通信设备等网络单元抽象成“点”，将网络中传输介质抽象成“线”。网络拓扑就是通过网中结点和通信线路之间的几何关系表示网络结构，反映出网络中各实体的结构关系。

网络拓扑根据通信系统的传输方式可分为两大类：点对点传输结构和广播传输结构。

1. 点对点传输结构

点对点传输结构就是在计算机网络中，每条物理线路连接一对结点。它又分为三类：星形结构、树形结构和网状结构。

(1) 星形结构是用单独线路将各个结点和中心结点相连的结构，如图 1.1 所示。在星形结构中，中心结点控制整个网络的通信，任何两结点之间的通信都要通过中心节点。它的优点是结构简单，易于实现，便于管理。缺点是中心结点负荷重，中心结点出故障时整个网络系统就可能瘫痪。

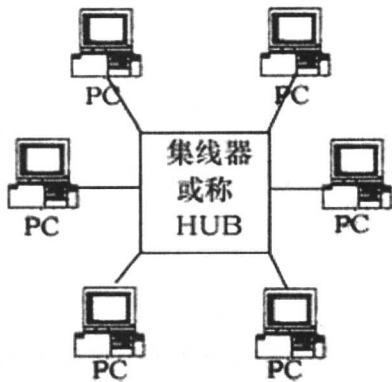


图 1.1 星形拓扑结构

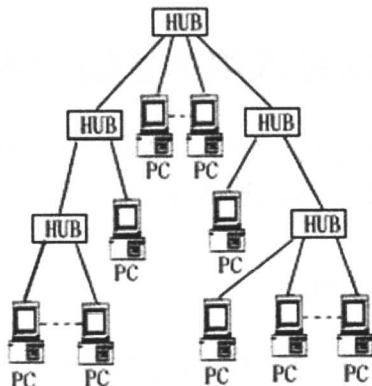


图 1.2 树形拓扑结构

(2) 树形结构的特点是结点按层次进行连接,如图 1.2 所示。信息交换主要在上、下结点之间进行,同层次的结点之间很少有数据交换。实际上,树形结构是星形结构的扩展,只是有多个中心节点。树形结构的优点是:通信线路连接简单,网络容易管理维护。它的缺点是中心结点的负荷重,资源共享能力差。

(3) 网状结构的特点是网络中的结点之间的连接是任意的,无规律的,如图 1.3 所示。在网状结构中,结点之间可能有多条路径选择。因此,其中个别结点发生故障对整个网络影响不大。网状结构的主要优点是系统可靠性高。它的缺点是网络系统结构复杂,一般成本较高(一般只有在广域网中采用),实际工作中并不是任意两点之间都有连接,只有需要的结点之间才有连接,如图 1.4 所示。

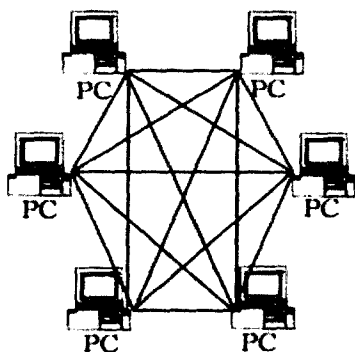


图 1.3 网状形拓扑结构(全互联型)

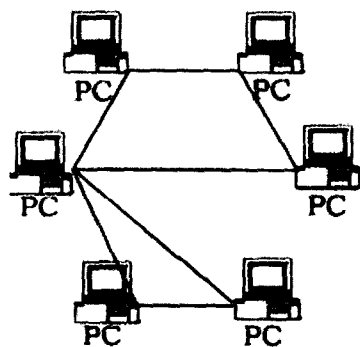


图 1.4 不完全网状拓扑结构

2. 广播传输结构

广播传输结构是网络中的所有结点由一个共同的传输介质连接的结构。它一般分为总线形、环形两种结构。

(1) 总线形结构是网络中的各个节点连接在一条公共的通信线路上的结构,如图 1.5 所示。在总线形结构中,任何时刻只允许一个结点占用公共通信线路,并且占用结点拥有通信线路的所有带宽。在网络中的所有结点都可以收到由占用结点发送的数据。这种结构安装简单,易于网络的扩充。目前大部分的局域网采用这种结构。

(2) 环形结构是网络中的结点通过点到点通信线路连接成闭合环路的结构,如图 1.6 所示。环形连接的网络通信方式也是一个站点发出信息,网上的其他各站点全都可以接收。在环形结构中,环中数据将沿一个方向一个一个结点地传送。环形结构也较简单,网络中传输延时也是确定的。但是环中任何一个结点出现故障都可能造成可能瘫痪,而且环形结构的维护也较复杂。

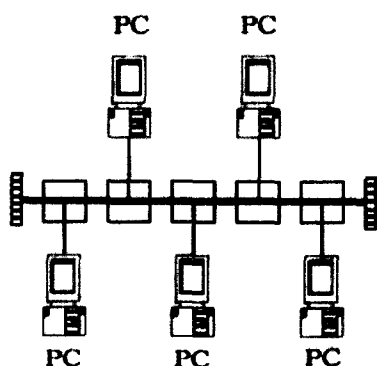


图 1.5 总线形拓扑结构

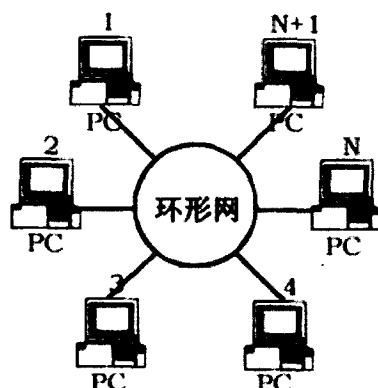


图 1.6 环形拓扑结构

1.2.4 按其他方式分类

计算机网络按照网络的组网技术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。从通信介质的角度可将计算机网络分为有线网和无线网。从传输带宽角度可将计算机网络分为基带网和宽带网。按照信息交换方式可将计算机网络分为电路交换网、报文交换网和分组交换网。从网络使用所有权的角度可将计算机网络分为公用网和专用网。

第2章 计算机网络硬件

尽管现在的计算机网络很多,但不同的计算机网络都有一个共同的特点,就是它们都由三个部分组成,即网络硬件、网络软件、传输介质。本章将介绍计算机网络中的硬件及传输介质,网络软件将在第3章中介绍。

2.1 网络设备

网络硬件系统是计算机网络系统的物质基础。一个正常的计算机网络系统,最基本的就是通过网络连接设备和通信线路连接处于不同地区的各种计算机硬件,在物理上实现连接。它主要由可独立工作的计算机、网络设备、外围设备等组成。

2.1.1 服务器和工作站

可独立工作的计算机是计算机网络中的核心,也是使用者主要的网络资源。根据用途不同还可将计算机分为网络服务器和网络工作站。

(1) 网络服务器。网络服务器是网络的核心,它拥有大量可共享的硬件资源和软件资源,并具有管理这些资源和协调网络用户访问资源的能力。服务器是大负荷的机器,主要是在为整个网络服务,服务器的工作量是普通工作站的几倍甚至几十倍。一旦网络投入运行,服务器就要长时间地运行,所以服务器一般由功能强大的计算机担任,如高档微机或小型机。在服务器上运行的是网络操作系统。服务器与普通计算机的主要区别在于其运算速度快,存储容量大(包括硬盘和内存容量),有较高的可靠性和稳定性。

按服务器的处理器架构(也就是服务器CPU所采用的指令系统)划分把服务器分为CISC架构服务器、RISC架构服务器和VLIW架构服务器三种。

①CISC架构服务器

CISC的英文全称为“Complex Instruction Set Computer”,即“复杂指令系统计算机”,从计算机诞生以来,人们一直沿用CISC指令集方式。早期的桌面软件是按CISC设计的,并一直沿用到现在,因此,微处理器(CPU)厂商一直在走CISC的发展道路,包括Intel、AMD,还有其他一些现在已经更名的厂商,如TI(德州仪器)、Cyrix以及VIA(威盛)等。在CISC微处理器中,程序的各条指令是按顺序串行执行的,每条指令中的各个操作也是按顺序串行执行的。顺序执行的优点是控制简单,但计算机各部分的利用率不高,执行速度慢。CISC架构的服务器主要以IA-32架构(Intel Architecture,英特尔架构)为主,而且多数为中低档服务器所采用。