

计 算 机 网 络

关键技术及应用

JISUANJI WANGLUO
GUANJIAN JISHU JI YINGYONG

马浩 魏芸 张刚 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

计算机网络 关键技术及应用

马 浩 魏 芸 张 刚 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

· 北京 ·

内 容 提 要

由于计算机技术与通信技术的结合,网络技术正在以前所未有的速度向前发展,新技术层出不穷,旧技术不断被淘汰,这也使网络成为新老更替、优胜劣汰最快的领域之一。

本书从先进性和实用性出发,较全面地介绍了当前计算机网络发展中所使用到的主要关键技术,以及当前计算机网络发展中出现的主要新型的计算机网络类型。

本书内容丰富,层次分明,可供从事计算机网络工作的工程技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络关键技术及应用 / 马浩,魏芸,张刚编

著. —北京:中国水利水电出版社,2018.5

ISBN 978-7-5170-6537-1

I. ①计… II. ①马… ②魏… ③张… III. ①计算机网络—研究 IV. ①TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 130130 号

书 名	计算机网络关键技术及应用 JISUANJI WANGLUO GUANJIAN JISHU JI YINGYONG
作 者	马浩 魏芸 张刚 编著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路 1 号 D 座 100038) 网址:www.waterpub.com.cn E-mail:sales@waterpub.com.cn 电话:(010)68367658(营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话:(010)88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京亚吉飞数码科技有限公司
印 刷	三河市元兴印务有限公司
规 格	184mm×260mm 16 开本 17 印张 413 千字
版 次	2019 年 1 月第 1 版 2019 年 1 月第 1 次印刷
印 数	0001—3000 册
定 价	81.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前言

计算机网络是当今计算机科学与工程中迅速发展的新兴技术之一,也是计算机应用中一个空前活跃的领域。随着计算机应用的广泛普及,人们的生活、工作、学习及思维方式都已发生了深刻变化。计算机已经成为人们工作、学习、思维、娱乐和处理日常事务必不可少的工具。网络承载着连通地球的信息传输重任,同时由于计算机与其他学科领域交叉融合,促进了学科发展和专业更新,引发了新兴交叉学科与技术的不断涌现,涉及学科包括计算机科学、网络技术、通信技术、密码技术、信息安全技术、应用数学、数论、信息论等。

计算机网络技术经过近 50 年的发展,已经形成了自身比较完善的体系。计算机网络技术的发展日新月异,新概念、新技术、新协议和新应用不断引入,迫切需要一本系统、全面、面向应用,并且反映网络最新技术的书籍,本书满足了这一要求。

本书分 10 章,对当前计算机网络的一些前沿理论与技术进行全方面的探讨和研究,反映近年来的最新研究成果。第 1 章绪论,对计算机网络的形成、发展、定义、功能、分类等进行了阐述;第 2 章数据通信技术,内容涉及数据通信方式、数据编码技术、多路复用技术、数据交换技术、差错控制技术、传输介质等;第 3 章网络体系结构与协议,主要就 OSI 参考模型和 TCP/IP 参考模型展开讨论;第 4 章局域网与广域网,对局域网与广域网的模型、标准、技术、应用进行了讲解;第 5 章网络互连技术,包括互连设备、路由选择协议、网际互连协议;第 6 章 Internet 接入技术,分别对常见的几种接入技术进行了介绍,如铜线接入技术、光纤接入技术、光纤同轴电缆混合接入技术、无线接入技术;第 7 章无线网络技术,包括无线局域网技术、无线城域网技术、无线传感器网络技术;第 8 章计算机网络安全技术,涉及数据加密技术、病毒防范技术、防火墙技术、入侵检测技术、VPN 技术;第 9 章下一代网络关键技术,内容有多协议标记交换 MPLS、P2P 网络技术、IP 多媒体子系统、IPv6;第 10 章网络技术在未来的应用,精选了几个比较典型的行业对计算机网络的未来应用进行阐述,涉及的系统有远程监控系统、视频会议系统、IPTV 系统、物联网。物联网是当前比较新的一个领域,作者对物联网在智能医疗服务、物业管理与服务、输电线路在线检测系统中的应用展开讨论。本书的内容比较广泛,讨论深入浅出,内容丰富,图文并茂,强调理论与实用相结合,力求做到层次清晰,概念准确,语言简捷流畅,既便于读者循序渐进地系统学习,又能使读者了解到网络技术是如何发展的。

根据对内容的取舍和所涵盖范围的深度不同,本书可以供计算机科学、通信、电子与计算机工程等专业领域人员,以及网络管理从业人员或网络爱好者阅读。

该书能顺利出版,首先,要感谢校领导的大力支持和关怀,还有众多同事的帮助。其次,本书在写作过程中得到了许多专家的指导和建议,在此表示衷心的感谢;撰写时参阅了许多著作和文献资料,引用了一些图表和数据等资料,在此向有关作者致谢。此外,中国水利水电出版社的工作人员为书稿的整理做了许多工作,感谢你们为本书顺利出版所作的努力。

鉴于作者水平有限,经验不足、时间仓促,书中难免存在疏漏及不足之处,竭诚希望各同行专家以及广大读者批评指正,以使本书不断完善。

作者
2018 年 3 月

目 录

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 计算机网络的形成与发展	1
1.2 计算机网络的定义与功能	4
1.3 计算机网络分类及拓扑结构	6
1.4 未来网络技术的发展趋势	11
第 2 章 数据通信技术	13
2.1 数据通信概述	13
2.2 数据通信方式	18
2.3 数据编码技术	21
2.4 多路复用技术	24
2.5 数据交换技术	26
2.6 差错控制技术	30
2.7 传输介质	35
第 3 章 网络体系结构与协议	39
3.1 网络体系结构概述	39
3.2 OSI 参考模型	41
3.3 TCP/IP 参考模型	46
3.4 OSI 与 TCP/IP 参考模型的比较	55
第 4 章 局域网与广域网	57
4.1 局域网概述	57
4.2 局域网的模型与标准	59
4.3 介质访问控制方法	61
4.4 以太网技术	68
4.5 FDDI 网络	77
4.6 虚拟局域网	78
4.7 局域网技术的应用	82
4.8 广域网	85

计算机网络关键技术及应用

第5章 网络互连技术	97
5.1 网络互连概述	97
5.2 网络互连设备	102
5.3 路由选择协议	109
5.4 网际互连协议	123
第6章 Internet 接入技术	129
6.1 Internet 接入概述	129
6.2 铜线接入技术	131
6.3 光纤接入技术	144
6.4 光纤同轴电缆混合接入技术	149
6.5 无线接入技术	150
第7章 无线网络技术	155
7.1 无线网络概述	155
7.2 无线局域网技术	157
7.3 无线城域网技术	163
7.4 无线传感器网络技术	173
第8章 计算机网络安全技术	182
8.1 网络安全概述	182
8.2 数据加密技术	183
8.3 病毒防范技术	191
8.4 防火墙技术	193
8.5 入侵检测技术	198
8.6 VPN 技术	205
第9章 下一代网络关键技术	214
9.1 多协议标记交换 MPLS	214
9.2 P2P 网络技术	218
9.3 IP 多媒体子系统	223
9.4 IPv6	231
第10章 网络技术在未来的应用	244
10.1 远程监控系统	244
10.2 视频会议系统	249
10.3 IPTV 系统	253
10.4 物联网	257
参考文献	265

第 1 章 绪 论

1.1 计算机网络的形成与发展

1.1.1 计算机网络的形成

计算机网络是通信技术和计算机技术相结合的产物,它是信息社会最重要的基础设施,并将构成人类社会的信息高速公路。

通信技术的发展经历了一个漫长的过程。1835 年莫尔斯发明了电报,1876 年贝尔发明了电话,从此开辟了近代通信技术发展的历史。通信技术在人类生活和两次世界大战中都发挥了极其重要的作用。

1946 年诞生了世界上第一台电子数字计算机,从而开辟了向信息社会迈进的新纪元。

20 世纪 50 年代,美国利用计算机技术建立了半自动化的地面防空系统(Semi-Automatic Ground Environment, SAGE),它将雷达信息和其他信号经远程通信线路送达计算机进行处理,第一次利用计算机网络实现了远程集中式控制,这是计算机网络的雏形。

1969 年,美国国防部高级研究计划局(DARPA)建立了世界上第一个分组交换网——ARPANET,即国际互联网的前身。这是一个只有 4 个节点的存储转发方式的分组交换广域网,ARPANET 的远程分组交换技术,于 1972 年在首次国际计算机会议上公开展示。

1976 年,美国施禾(Xerox)公司开发了基于载波监听多路访问/冲突检测(CSMA/CD)原理的、用同轴电缆连接多台计算机的局域网,取名以太网。

计算机网络是半导体技术、计算机技术、数据通信技术和网络技术相互渗透、相互促进的产物。数据通信的任务是利用通信介质传输信息。

通信网为计算机网络提供了便利而广泛的信息传输通道,而计算机和计算机网络技术的发展也促进了通信技术的发展。

1.1.2 计算机网络的发展

计算机网络是计算机技术与通信技术高度发展、紧密结合的产物。当代计算机体系结构发展的一个重要方向可通过计算机网络来体现。计算机网络技术包括硬件、软件、网络体系结构和通信技术。网络技术的进步正在对当前信息产业的发展产生着重要的影响。计算机网络技术的发展与应用的广泛程度是人们有目共睹的。纵观计算机网络的形成与发展历史,大致可以将它划分为 4 个阶段。

1. 面向终端的计算机通信网络

第一阶段的计算机网络始于 20 世纪 50 年代中期至 60 年代末期,那时人们开始将彼此独立发展的计算机技术与通信技术结合起来,这就是计算机网络最初的样子。当时的计算机网络,是指以单台计算机为中心的远程联机系统。美国 IBM 公司在 1963 年投入使用的飞机订票系统 SABRE-1,就是这类系统的典型代表之一。此系统以一台中央计算机为网络的主体,将全美范围内的 2000 多个终端通过电话线连接到中央计算机上,使得订票业务得以实现并完成,如图 1-1 所示。在单计算机的联机网络中,都已经用到了多种通信技术、多种数据传输与交换设备。从计算机技术看,这种系统是多个用户终端分时使用主机上的资源,此时的主机既要承担数据的通信工作,数据处理的任务也是需要它来完成的。因此,主机负荷较重,效率不高。此外,由于每个分时终端都要独占一条通信线路,致使线路的利用率低,系统费用增加。

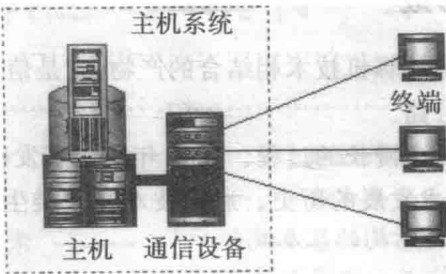


图 1-1 面向终端的网络

2. 初级计算机网络

第二阶段的计算机网络从 20 世纪 60 年代末期至 70 年代中后期开始,以美国的 ARPANET 与分组交换技术为标志,又称计算机-计算机网络。计算机网络在单处理机联机网络互联的基础上,完成了计算机网络体系结构与协议的研究,使初级计算机网络得以形成,这时的计算机网络是以分组交换技术为基础理论的。这一阶段研究的典型代表是美国国防部高级研究计划局(Advanced Research Projects Agency, ARPA)的 ARPANET(通常称为 ARPA 网)。1969 年美国国防部高级计划局提出将多个大学、公司和研究所的多台计算机互连的课题。在 1969 年 ARPANET 只有 4 个节点,到 1973 年 ARPANET 发展到 40 个节点,而到 1983 年已经达到 100 多个节点。ARPANET 通过有线、无线和卫星通信线路,使网络覆盖了从美国本土到欧洲的广阔地域。ARPANET 是计算机网络技术发展的重要里程碑,以下几个方面体现了它对发展计算机网络技术的主要贡献。

- 1) 完成了对计算机网络定义、分类与子课题研究内容的描述。
- 2) 提出了资源子网、通信子网的两级网络结构的概念。
- 3) 研究了报文分组交换的数据交换方法。
- 4) 采用了层次结构的网络体系结构模型与协议体系。
- 5) 促进了 TCP/IP 协议的发展。
- 6) 为 Internet 的形成与发展打下了坚实基础。

ARPANET 网络首先将计算机网络划分为“通信子网”和“资源子网”两大部分,当今的计算机网络仍沿用这种组合方式,如图 1-2 所示。在计算机网络中,计算机通信子网完成全网的数据传输和转发等通信处理工作,计算机资源子网承担全网的数据处理业务,并向用户提供各种网络资源和网络服务。

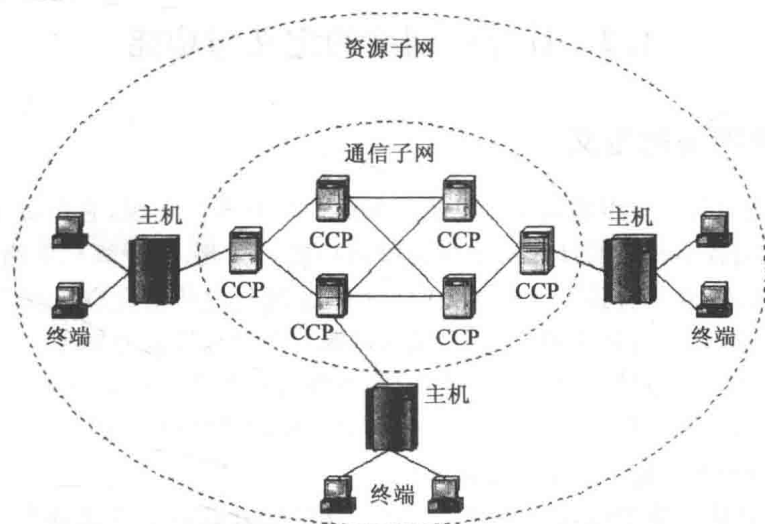


图 1-2 计算机网络结构示意图

3. 开放式的标准化计算机网络

第三阶段的计算机网络从 20 世纪 70 年代中期计起。70 年代中期国际上各种广域网、局域网与公用分组交换网发展十分迅速,各个计算机生产厂商纷纷开发各自的计算机网络系统,但随之而来的是网络体系结构与网络协议的国际标准化问题。国际标准化组织(International Standards Organization, ISO)提出了开放系统的互连参考模型与协议,ISO 在推动开放系统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不可忽视的关键作用,促进了符合国际标准化的计算机网络技术的发展,但它同时面临着 TCP/IP 的严峻挑战。因此,第三代的计算机网络指的是“开放式的计算机网络”。这里的“开放式”是相对于各个计算机厂家按照各自的标准独自开发的封闭的系统而言的。在开放式网络中,所有的计算机网络和通信设备都遵循着共同认可的国际标准,从而可以保证不同厂商的网络产品可以在同一网络中顺利地进行通信。

4. 新一代的计算机综合性、智能化、宽带高速网络

第四阶段的计算机网络要从 20 世纪 90 年代开始。计算机网络向全面互连、高速和智能化发展。Internet、高速通信网络技术、接入网、网络与信息安全技术这些都是该阶段最具有挑战性的话题。Internet 作为国际性的网际网和大型信息系统,正在当今经济、文化、科学研究、教育与人类社会生活等方面发挥着越来越重要的作用,更高性能的 Internet2 正在发展之中。宽带网络技术的发展为社会信息化提供了技术基础,网络与信息安全技术为网络应用提供了

重要安全保障。基于光纤通信技术的宽带城域网与接入技术,以及移动计算网络、网络多媒体计算、网络并行计算、网格计算与存储区域网络已经成为网络应用与研究的热点问题。

由此可见,各种相关的计算机网络技术和产业对 21 世纪的经济、政治、军事、教育和科技的发展产生的影响是不可忽视的。

1.2 计算机网络的定义与功能

1.2.1 计算机网络的定义

计算机网络是为满足应用的需要而发展起来的。从其本质上说,它以资源共享为主要目的,并且发挥分散的各不相同的计算机之间的协同功能。据此,对计算机网络可做如下定义:将处于不同地理位置,并具有独立计算能力的计算机系统经过传输介质和通信设备相互连接,在网络操作系统和网络通信软件的控制下,实现资源共享的计算机的集合。

一般说来,计算机网络是一个复合系统,它是由各自具有自主功能而又通过各种通信手段相互连接起来,以便进行信息交换、资源共享或协同工作的计算机组成的。

从上面的描述中可以看出以下三重含义。
首先,一个计算机网络中包含了多台具有自主功能的计算机。所谓具有自主功能是指这些计算机离开了网络也能独立运行与工作。

其次,这些计算机之间是相互连接的(有机连接),所使用的通信手段形式各异,距离可远可近,连接所用的媒体可以是双绞线(如电话线)、同轴电缆(如闭路有线电视所用的电缆)或光纤,甚至可以是卫星或其他无线信道,信息在媒体上传输的方式和速率也可以不同。

最后,计算机之所以要相互连接是为了进行信息交换、资源共享或协同工作。
从概念上说,计算机网络由通信子网和资源子网两部分构成,如图 1-3 所示。图中的资源子网由互连的主机或提供共享资源的其他设备组成。而通信子网负责计算机间的数据传输。通信子网覆盖的地理范围可以是很小的局部区域,也可以是很大的区域。通信子网中除了包括传输信息的物理媒体外,还包括诸如转发器(Repeater)、交换机(Switch)之类的通信设备。

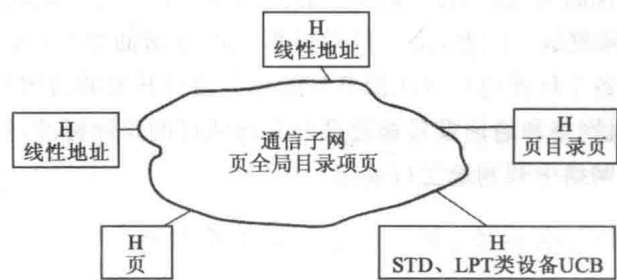


图 1-3 计算机网络的组成

通过通信子网互连在一起的计算机负责运行对信息进行处理的应用程序,它们是网络中信息流动的源和宿,这些计算机负责向用户提供可供共享的硬件、软件和信息资源,构成资源子网。

通常将通信子网和资源子网分离开来,使得这两部分可以单独规划与管理,简化整个网络的设计和管理。在近程局部范围内,一个单位可同时拥有通信子网和资源子网,在远程广域范围内,通信子网可以由政府部门或电信经营公司拥有,它们向社会开放服务。拥有计算机资源的单位可以通过申请接入通信子网,成为计算机网络中的成员,使用网络提供的服务。

对计算机网络的概念,不同的书中有不同的定义,但不管怎样都离不开4个基本要素。

- 1) 两台以上的计算机。
- 2) 连接计算机的线路和设备。
- 3) 实现计算机之间通信的协议。
- 4) 按协议制作的软件、硬件。

1.2.2 计算机网络的功能

随着计算机网络技术的不断发展和网络规模的不断扩大,计算机网络的功能越来越强大,而其应用面也越来越广,目前其功能主要体现在以下几个方面。

1. 资源共享

资源共享是计算机网络的基本功能之一。共享的资源包括硬件资源、软件资源和信息资源,如处理器、大容量存储器、打印机、应用软件、数据库中的信息等。

2. 数据通信

数据通信包括网络用户之间、各处理器之间以及用户与处理器之间的数据通信,包括文本、声音、图像和视频等多媒体数据,这些均为传输的内容。传输速率随着网络技术和网络基础设施的不断发展越来越高。

3. 分布计算

分布计算是指对于大型任务,当网络中的某个节点的性能跟实际要求有一定差距时,可采用合适的算法将任务分散到网络中的其他计算机上进行分布式处理,进行分工合作来共同完成任务的计算模式。如网格计算,它通过网络连接地理上分布的各类计算机、数据库和各类设备等,建立对用户相对透明的虚拟的高性能计算环境,它被定义为一个广域范围的“无缝的集成和协同计算环境”。

4. 负载均衡

负载均衡是指当网络的某个或某些节点负载过重时,由网络内的其他较为空闲的计算机通过协同操作和并行处理等方式来负担负载。例如,对于一个用户访问量非常大的热点网站,当它的单台服务器不能满足用户的访问需求时,可以用多台服务器构成一个服务器集群来保证负载均衡,从而使用户享有更好、更有效的服务。

5. 安全可靠

建立网络之后,可以提高系统的可靠性。由于可将重要资源分布到不同地方的计算机

上,即使某台计算机出现故障,用户还可以访问其他计算机上的资源,用户对同类资源的访问不会受到任何影响,减少了用户对某台计算机的依赖性。正是由于网络可以提供“信息冗余”,也就提高了信息的安全系数——1969年美国国防部高级研究计划局建立世界上第一个分组交换网 ARPANET 的初衷就是为了提高安全性,提高战争情况下的指挥和控制能力。

1.3 计算机网络分类及拓扑结构

1.3.1 计算机网络的分类

计算机网络的分类方法很多,站在不同的角度有不同的分类方法。其中最主要的是分类方法为根据网络所采用的传输技术分类和根据网络覆盖范围分类。

1. 根据网络所采用的传输技术分类

网络所采用的传输技术决定了网络的主要技术特点,因此,根据网络所采用的传输技术对网络进行分类是一种很重要的分类方法。

在通信技术中,通信信道的类型有两类,即广播通信信道与点到点通信信道。在广播通信信道中,多个节点共享一个通信信道、一个节点广播信息,其他节点必须接收信息。而在点到点通信信道中,一条通信信道只能连接一对节点,如果两个节点之间没有直接连接的线路,那么它们只能通过中间节点转接。显然,网络要通过通信信道完成数据传输任务,因此,网络所采用的传输技术也只可能有两类,即广播(Broadcast)方式和点到点(Point-to-Point)方式。这样,相应的计算机网络也可以分为两类,即广播式网络(Broadcast Network)和点到点式网络(Point-to-Point Network)。

(1)广播式网络

在广播式网络中,所有联网的计算机都共享一个公共通信信道。当一台计算机利用共享通信信道发送报文分组时,所有其他的计算机都会“收听”到这个分组。由于发送的分组中带有目的地址与源地址,接收到该分组的计算机将检查目的地址是否与本节点地址相同。如果被接收报文分组的目的地址与本节点地址相同,则接收该分组,否则丢弃该分组。显然,在广播式网络中,发送报文分组的目的地址可以有三类,即单一节点地址、多节点地址与广播地址。

(2)点到点式网络

点到点式网络指网络中每两台主机、两台节点交换机之间或主机与节点交换机之间都存在一条物理信道,即每条物理线路连接一对计算机,机器(包括主机和节点交换机)沿某信道发送的数据确定无疑地只有信道另一端的唯一一台机器收到。

假如两台计算机之间没有直接连接的线路,那么它们之间的分组传输就要通过中间节点的接收、存储、转发直至目的节点。由于连接多台计算机之间的线路结构可能是复杂的,因此,从源节点到目的节点可能存在多条路由,决定分组从通信子网的源节点到达目的节点的路由需要有路由选择算法。采用分组存储转发是点到点式网络与广播式网络的重要区别之一。

2. 根据网络覆盖范围分类

计算机网络根据其覆盖的地理范围进行分类,可以很好地反映不同类型网络的技术特征。由于网络覆盖的地理范围不同,它们所采用的传输技术也就不同,因而形成了不同的网络技术特点与网络服务功能。

根据覆盖的地理范围进行分类,计算机网络可以分为3类,即局域网(Local Area Network, LAN)、城域网(Metropolitan Area Network, MAN)和广域网(Wide Area Network, WAN)。

(1) 局域网

局域网用于将有限范围内(如一个实验室、一幢大楼、一个校园)的各种计算机、终端与外部设备互联成网。局域网按照采用的技术、应用范围和协议标准的不同可以分为共享局域网与交换局域网。局域网技术发展非常迅速,并且应用日益广泛,是计算机网络中最为活跃的领域之一。

从局域网应用的角度看,局域网的技术特点主要表现在以下几个方面。

1) 局域网覆盖有限的地理范围,它适用于机关、校园、工厂等有限范围内的计算机、终端及各类信息处理设备联网的需求。

2) 局域网提供高数据传输速率(10Mb/s~10Gb/s)、低误码率的高质量数据传输环境。

3) 局域网一般属于一个单位所有,易于建立、维护和扩展。

4) 从介质访问控制方法的角度,局域网可分为共享介质式局域网与交换式局域网两类。

局域网可以用于个人计算机局域网、大型计算设备群的后端网络与存储区域网络、高速办公室网络、企业与学校的主干网络。

(2) 城域网

城市地区网络常简称为城域网。城域网是介于广域网与局域网之间的一种高速网络。城域网设计的目标是要满足几十千米范围内的大量企业、机关、公司的多个局域网互联的需求,以实现大量用户之间的数据、语音、图形与视频等多种信息的传输功能。

随着Internet应用的发展,Internet接入技术使得城域网在概念、技术与网络结构上都发生了非常大的变化,宽带城域网的概念逐渐取代了传统意义上的城域网的地位,是目前研究、应用与产业发展的一个重要的领域。

(3) 广域网

广域网也称为远程网,它所覆盖的地理范围从几十千米到几千千米。广域网覆盖一个国家、地区或横跨几个洲,形成国际性的远程网络。广域网的通信子网主要使用分组交换技术。广域网的通信子网可以利用公用分组交换网、卫星通信网和无线分组网。它将分布在不同地区的计算机系统互连起来,达到资源共享的目的。

随着网络技术的发展,LAN和MAN的界限越来越模糊,各种网络技术的统一,已成为发展的趋势。

1.3.2 计算机网络的拓扑结构

计算机网络设计的第一步就是要解决在给定计算机的位置及保证一定的网络响应时间、

吞吐量和可靠性的条件下,通过选择适当的线路、线路容量、连接方式,使整个网络的结构合理,并且成本低廉。为了应付复杂的网络结构设计问题,人们引入了网络拓扑的概念。

拓扑学是几何学的一个分支,它是从图论演变过来的。拓扑学首先把实体抽象成与其大小、形状无关的点,用连接实体的线路之间的几何关系表示网络结构,反映网络中各实体间的结构关系。

拓扑结构设计是建设计算机网络的第一步,也是实现各种网络协议的基础,它对网络性能、系统可靠性与通信费用都有重大影响。计算机网络拓扑结构主要是指通信子网的拓扑构型。

网络的拓扑结构是抛开网络物理连接来讨论网络系统的连接形式,网络中各站点相互连接的方法和形式称为网络拓扑。拓扑结构图给出网络服务器、工作站的网络配置和相互间的连接方式,它的结构主要有总线形结构、星形结构、树形结构、网状结构、环形结构等。

1. 总线形结构

总线形结构采用一条单根的通信线路(总线)作为公共的传输通道,所有的节点都通过相应的接口直接连接到总线上,并通过总线进行数据传输,如图 1-4 所示。

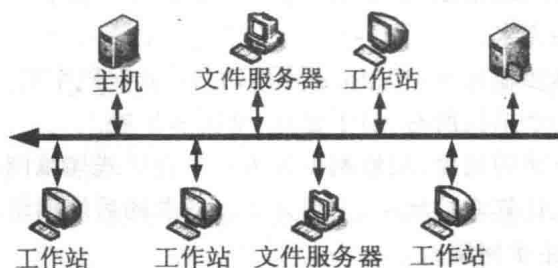


图 1-4 总线形拓扑结构

总线形网络使用广播式传输技术,总线上的所有节点都可以发送数据到总线上,数据沿总线传播。但是,由于所有节点共享同一条公共通道,所以在任何时候只允许一个站点发送数据。当一个节点发送数据,并在总线上传播时,数据可以被总线上的其他所有节点接收。各站点在接收数据后,分析目的物理地址再决定是否接收该数据。

总线形拓扑结构具有如下特点。

- 1) 结构简单、灵活,易于扩展;共享能力强,便于广播式传输。
- 2) 网络响应速度快,但负荷重时性能迅速下降;局部站点故障不影响整体,可靠性较高。但是,总线出现故障,将影响整个网络。
- 3) 易于安装,费用低。

2. 星形结构

星形结构的每个节点都由一条点对点链路与中心节点相连,采用集中控制,即任何两点之间的通信都要通过中心节点,如图 1-5 所示。

星形网络中的一个节点如果向另一个节点发送数据,首先将数据发送到中央设备,然后由中央设备将数据转发到目标节点。信息的传输是通过中心节点的存储转发技术实现的,并且

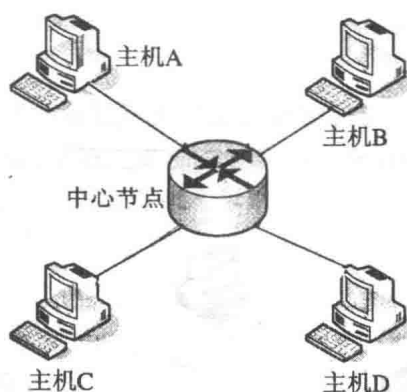


图 1-5 星形拓扑结构

只能通过中心节点与其他节点通信。

星形拓扑结构具有如下特点。

- 1) 结构简单,便于管理和维护;易实现结构化布线;结构易扩充,易升级。
- 2) 通信线路专用,电缆成本高。
- 3) 星形结构的网络由中心节点控制与管理,中心节点的可靠性基本上决定了整个网络的可靠性。
- 4) 中心节点负担重,易成为信息传输的瓶颈,且中心节点一旦出现故障,会导致全网瘫痪。

3. 树形结构

树形结构(也称星形总线拓扑结构)是从总线形结构和星形结构中演变来的。树形拓扑结构主要用于信息的分层传递。相邻主机之间不进行或很少进行数据交换。现代的大型局域网都采用树形拓扑结构,如图 1-6 所示。

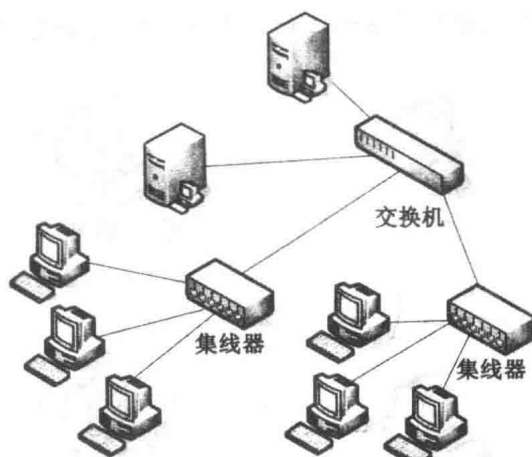


图 1-6 树形拓扑结构

树形拓扑结构的主要特点如下。

- 1) 易于扩展,故障易隔离,可靠性高;电缆成本高。
- 2) 对根节点的依赖性大,一旦根节点出现故障,将导致全网不能工作。

4. 网状结构

网状结构是指将各网络节点与通信线路连接成不规则的形状,每个节点至少与其他两个节点相连,或者说每个节点至少要有两条链路与其他节点相连,如图 1-7 所示。大型互联网一般都采用这种结构。

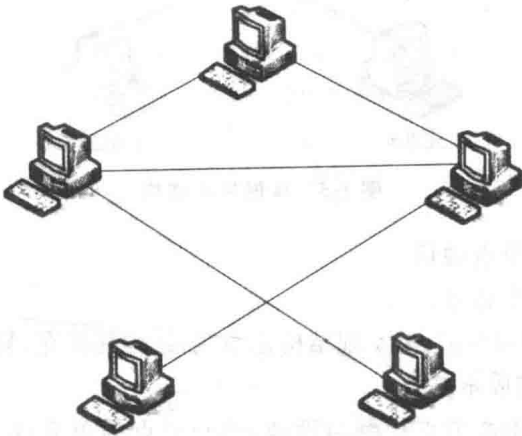


图 1-7 网状拓扑结构

网状拓扑结构有以下主要特点。

- 1)可靠性高;结构复杂,不易管理和维护;线路成本高;适用于大型广域网。
- 2)因为有多条路径,所以可以选择最佳路径,减少时延,改善流量分配,提高网络性能,但路径选择比较复杂。

5. 环形结构

环形结构是各个网络节点通过环接口连在一条首尾相接的闭合环形通信线路中,如图 1-8 所示。

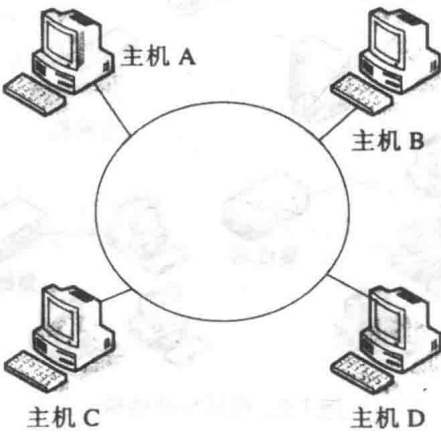


图 1-8 环形拓扑结构

在环形拓扑结构中,设备被连接成环。每个节点设备只能与它相邻的一个或两个节点设