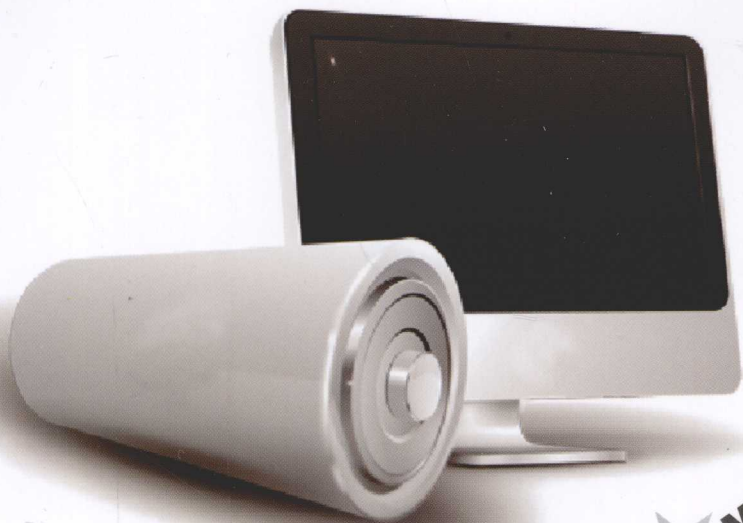




高职高专教育“十一五”规划教材



COMPUTER

计算机网络技术

赵正红 李红 主编



科学出版社

www.sciencep.com

高职高专教育“十一五”规划教材

计算机网络技术

赵正红 李 红 主 编

王慧儒 张海涛 刘红梅 副主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书涵盖了计算机网络技术基础理论和计算机网络组网技术两大部分,体现了理论与实践技能相结合的特色。其主要内容分为5个部分:第1部分为网络基础理论,包括计算机网络基础知识、OSI参考模型、TCP/IP与子网规划;第2部分为基本组网技术,包括以太网交换机基础与配置、路由器基础与配置、广域网协议与配置;第3部分为基本网络管理控制,包括访问控制列表与NAT技术;第4部分为典型网络服务;第5部分为综合实验指导。本书内容严谨、结构合理、实例丰富、可读性强。书中结合H3C系列的网络设备列举了大量的中、小企业组网实例,是作者长期从事计算机网络教学、校园网管理维护实践的心得,旨在培养读者的组网和网络管理应用能力。

本书既可以作为高职高专院校相关专业的教材,也可作为计算机网络专业技术人员的重要参考书,也适合从事网络组建、维护与管理人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络技术/赵正红,李红主编.—北京:科学出版社,2010.6

(高职高专教育“十一五”规划教材)

ISBN 978-7-03-027534-9

I. ①计… II. ①赵… ②李… III. ①计算机网络—高等学校:技术学校—教材 IV. ①TP 393

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第084249号

策划 姜天鹏 王新文

责任编辑:王纯刚 李 瑜 / 责任校对:赵 燕

责任印制:吕春珉 / 封面设计:东方人华平面设计部

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新蕾印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2010年6月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2010年6月第一次印刷 印张:19 1/2

印数:1—3 000 字数:443 000

定价:33.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换<新蕾>)

销售部电话 010-62140850 编辑部电话 010-62135517-2038

版权所有,侵权必究

举报电话:010-64030229; 010-64034315; 13501151303

本书编写人员名单

主 编 赵正红 李 红

副主编 王慧儒 张海涛 刘红梅

参 编 (按姓氏笔画排序)

乔富强 杨煤海 官 谦

前 言

随着信息化时代的到来,以 Internet 为标志的计算机网络得到了飞速的发展,几乎渗透到我们工作和生活的每一个角落。近年来,计算机网络、电信网、有线电视网三网融合的呼声越来越高,其中电信网和有线电视网的 IP 化趋势日益明显,诸如 IP 电话、IPTV 业务等已经进入实际的应用,这标志着计算机网络不仅可以承载传统的数据业务,而且可以较好地承载语音和视频业务,由此可以看出,计算机网络的发展势头强劲,这也催生了对网络建设、网络应用和网络服务人才的需求。要成为优秀的网络从业者,除了要有扎实的理论基础,还要有较强的实践动手能力。为了适应技能性人才培养的需要,我们组织具有丰富网络实战经验的老师,编写了这本既注重基础理论又突显组网实践技能的计算机网络教材,以期让读者能在较短时间内掌握计算机网络的基本理论和组网技能。

本书内容安排如下:

第 1 部分:网络基础理论,涵盖了第 1~3 章。首先简明扼要地介绍了计算机网络的一些基本概念,接着较为系统地介绍了 OSI 参考模型和 TCP/IP 协议,最后结合实例介绍了子网规划的方法和技巧。

第 2 部分:基本组网技术,涵盖了第 4~6 章。这是本书的重点内容,主要结合 H3C 网络设备重点介绍了二层组网、三层组网、典型的广域网技术,即以太网交换机的工作原理与组网技术、路由器的工作原理与组网技术、典型的广域网组网以及网络互联。

第 3 部分:网络管理,涵盖了第 7 章。主要介绍了网络管理控制的基本技术和网络地址转换(NAT)技术。

第 4 部分:网络服务,涵盖了第 8 章。介绍了一些典型网络服务的架设,如 DHCP 服务、DNS 服务、FTP 服务等。

第 5 部分:综合实验指导,由 16 个精心设计的实验组成,其内容涵盖了网络设备的基本操作、交换机的基础配置和高级配置、路由器的基本配置、常用广域网协议配置等。

本书由赵正红、李红担任主编,王慧儒、张海涛、刘红梅担任副主编。其中第 1 章和第 7 章由李红编写;第 2 章和第 8 章由王慧儒编写;第 3 章由刘红梅编写;第 4 章和第 5 章由赵正红编写;第 6 章由张海涛编写;附录由宫谦、杨煤海、乔富强编写。

在本书的编写过程中得到了科学出版社编辑李瑜、王新文的关心和指导,在此表示衷心的感谢!由于编者水平有限,书中的疏漏不当之处在所难免,敬请广大读者和同仁批评赐教。

编 者

2010 年 5 月

目 录

第 1 章 计算机网络基础知识	1
1.1 计算机网络的概念	2
1.2 计算机网络的演进	3
1.2.1 简单联接	3
1.2.2 网络化联接	4
1.2.3 网络间互联	4
1.3 计算机网络的分类	5
1.3.1 局域网	5
1.3.2 城域网	5
1.3.3 广域网	6
1.4 计算机网络的拓扑结构	7
1.5 计算机网络的功能	8
1.6 衡量计算机网络的主要性能指标	9
1.7 数据通信中的交换方式	10
1.8 国际标准化组织	11
同步练习 1	12
第 2 章 OSI 参考模型	14
2.1 网络体系结构概述	15
2.2 OSI 参考模型的基本概念	16
2.2.1 OSI 参考模型的 7 层结构	17
2.2.2 对等通信的概念	17
2.2.3 数据封装与解封装	18
2.2.4 OSI 参考模型的优缺点	20
2.3 物理层	21
2.3.1 物理层的基本概念	21
2.3.2 传输介质	22
2.3.3 物理层标准	25
2.4 数据链路层	28
2.4.1 数据链路层的基本概念	28
2.4.2 局域网数据链路层协议	29
2.4.3 广域网数据链路层协议	30
2.4.4 网卡地址	31



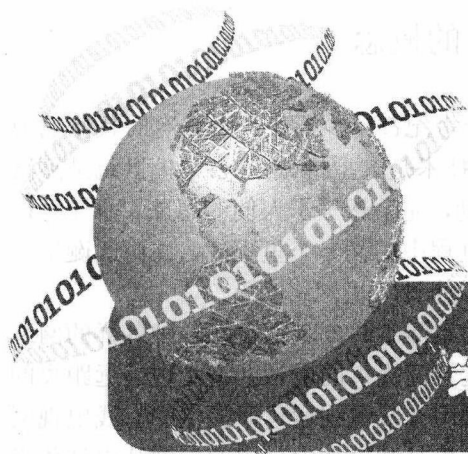
2.5 网络层.....	32
2.5.1 网络层的基本概念.....	32
2.5.2 网络层协议.....	33
2.5.3 网络地址.....	34
2.6 传输层.....	34
2.6.1 传输层的基本概念.....	34
2.6.2 传输层协议.....	35
2.7 会话层、表示层、应用层.....	35
2.7.1 会话层.....	35
2.7.2 表示层.....	35
2.7.3 应用层.....	36
同步练习 2.....	36
第 3 章 TCP/IP 与子网规划	41
3.1 TCP/IP 协议簇概述.....	42
3.1.1 TCP/IP 协议簇简介.....	42
3.1.2 TCP/IP 协议簇框架.....	42
3.2 网络层的主流协议.....	43
3.2.1 IP.....	43
3.2.2 ARP 和 RARP	45
3.2.3 ICMP.....	48
3.3 TCP 和 UDP.....	51
3.3.1 TCP	51
3.3.2 UDP	54
3.3.3 TCP 与 UDP 的比较	54
3.4 IP 地址和子网规划.....	55
3.4.1 IP 地址格式.....	55
3.4.2 IP 地址分类.....	56
3.4.3 IP 地址规划.....	59
3.5 IPv6.....	62
3.5.1 IPv4 的不足	63
3.5.2 IPv6 的特点	63
同步练习 3.....	64
第 4 章 以太网交换机基础与配置	69
4.1 以太网简介.....	70
4.2 CSMA/CD 工作机制	71
4.3 以太网设备.....	72



4.4	以太网交换机的工作原理.....	74
4.5	以太网交换机的配置.....	80
4.6	组网案例.....	88
	同步练习 4.....	90
第 5 章	路由器基础与配置.....	96
5.1	路由的概念.....	97
5.2	路由器的工作原理.....	99
5.3	路由器的配置.....	100
5.3.1	路由器的基本配置.....	100
5.3.2	静态路由的配置.....	103
5.3.3	RIP 协议及配置.....	106
5.3.4	OSPF 协议及配置.....	118
5.4	组网案例.....	128
	同步练习 5.....	130
第 6 章	广域网协议与配置.....	134
6.1	PPP 和 MP.....	135
6.1.1	PPP 协议简介.....	135
6.1.2	PPP 中的 PAP 和 CHAP 验证.....	136
6.1.3	PPP 配置.....	138
6.1.4	MP 协议简介及配置.....	140
6.2	X.25.....	146
6.2.1	X.25 协议简介.....	146
6.2.2	X.25 配置.....	150
6.3	帧中继.....	154
6.3.1	帧中继简介.....	154
6.3.2	帧中继的配置.....	161
6.4	HDLC.....	165
6.4.1	HDLC 简介.....	165
6.4.2	HDLC 配置.....	166
6.5	综合配置案例.....	166
	同步练习 6.....	168
第 7 章	访问控制列表与 NAT 技术.....	173
7.1	访问控制列表.....	174
7.1.1	IP 包过滤技术.....	174
7.1.2	访问控制列表简介.....	175
7.1.3	访问控制列表的配置.....	176



7.2 NAT 技术.....	184
7.2.1 NAT 简介.....	184
7.2.2 NAT 的配置.....	187
7.3 综合配置案例.....	190
同步练习 7.....	191
第 8 章 网络服务.....	198
8.1 DHCP.....	199
8.1.1 DHCP 简介.....	199
8.1.2 DHCP 的 IP 地址分配.....	199
8.1.3 DHCP 服务器的配置.....	200
8.1.4 DHCP 中继的配置.....	204
8.2 DNS.....	206
8.2.1 DNS 简介.....	206
8.2.2 DNS 配置.....	208
8.3 FTP.....	208
8.3.1 FTP 简介.....	208
8.3.2 FTP 的配置.....	209
同步练习 8.....	215
附录 综合实验指导.....	216
实验 1 网络设备的基本操作.....	217
实验 2 网络设备的基本连接与调试.....	228
实验 3 配置 VLAN.....	235
实验 4 配置生成树.....	239
实验 5 交换机端口安全技术.....	243
实验 6 配置链路聚合.....	249
实验 7 ARP.....	251
实验 8 DHCP.....	258
实验 9 IPv6.....	263
实验 10 IP 路由基础.....	269
实验 11 配置 RIP.....	275
实验 12 配置 OSPF.....	279
实验 13 ACL 包过滤.....	282
实验 14 配置 NAT.....	286
实验 15 配置 PPP.....	288
实验 16 配置帧中继.....	295
主要参考文献.....	299



第1章 计算机网络基础知识



主要内容

- 计算机网络的概念。
- 计算机网络的演进。
- 计算机网络的分类。
- 计算机网络的拓扑结构。
- 计算机网络的性能指标。
- 计算机网络的国际化标准组织。



学习目标

- 理解和掌握计算机网络的概念、分类、拓扑结构、性能指标。
- 了解计算机网络的演进过程和计算机网络的国际化标准组织。



1.1 计算机网络的概念

在人类科学技术发展的历史长河中,几乎每个世纪都至少诞生一种具有时代影响力的技术。例如,18世纪的工业革命,其标志性的技术是大型机械系统;19世纪是蒸汽机时代;20世纪则是信息时代,其发展势头之强劲,完全超乎了人们的想象。而计算机技术与通信技术的高度融合,是信息化革命发展过程中的又一个里程碑,并由此诞生了计算机网络。那么,什么样的网络才能称得上是一个计算机网络呢?

网络是一个复杂的人或物的互联系统,我们的生活时时刻刻都在和各种各样的网络打交道。例如,我们使用的固定电话,利用电信运营商提供的电话网络实现了远距离的语音通信;我们坐在家里收看的有线电视节目,利用有线电视运营商提供的有线电视网络实现了远距离的视频通信;甚至我们使用的电,也是利用电力公司的电网从电站传送过来的……而计算机网络与这些网络不同之处在于,网络终端不再是电话机、电视机以及普通电器,而是计算机。所以一般来讲,计算机网络就是一个由计算机互联起来的网络,当然,任何一种网络都会根据终端的特点采取相应的通信机制来组网。

根据 IEEE 坦尼鲍姆博士的定义:计算机网络是一组自治计算机互联的集合。所谓自治有两层含义:一是指每个计算机都有自主权,不受别人控制,加入或离开网络完全自主;二是计算机离开网络后,依然能够独立地进行某些工作。但这个定义过于专业化,一般来说,可对计算机网络做如下定义:

计算机网络就是把分布在不同地理区域中的独立自治的计算机和专门的外部设备利用通信信道互联而成的网络,从而实现该网络中的所有计算机之间的相互通信和信息资源共享。这里需要特别注意两点:一是计算机网络的两大主流功能:通信和资源共享;二是不能把计算机网络中的终端设备理解为只能是计算机,事实上随着计算机网络技术的发展,计算机网络中可以兼容的设备越来越丰富,例如打印机、WAP (wireless application protocol) 手机、PDA (personal digital assistant) 等都可以成为计算机网络的终端,甚至家用洗衣机、电冰箱也可以成为计算机网络的终端。

在理解了计算机网络概念的基础上,可能大家会产生这样的疑问:相隔甚远的两台计算机怎么能相互通信、相互沟通呢?这就涉及到一个非常重要的概念——网络协议。先举一个通俗的例子:一个只会讲维吾尔族语的新疆大叔能够与一个只会讲闽南话的福建大妈沟通吗?显然不能,因为他们的语言模式不同。如果他们都学会了说普通话,那么用普通话交流就可以畅所欲言了。显然,两人交流的前提条件是都约定好了用普通话来表达各自的思想,这就是交流的规则,换言之就是实现相互通信的首要规则。但仅仅使用同样的“交流语言”是远远不够的,还必须对通信的过程制定更为详尽而严密的通信规则,通信双方不仅要用统一的“语言格式”交流,而且还要遵守相同的通信规则。网络协议就是为了保障接入网络中的各种设备能实现真正意义上的通信而制定的一系列完备的规则,正是有了这些规则,网络设备们才能彼此理解、相互协作,共同去完成基于网络的通信任务。可以给网络协议下一个比较严密的定义:网络协议是为了使计算

机网络中的不同设备能进行数据通信而预先制定的一整套通信双方相互了解和共同遵守的格式和约定。当前最流行的计算机网络协议是 TCP/IP。

1.2 计算机网络的演进

自从 1946 年世界上第一台电子计算机诞生以来, 计算机技术在其自身的发展历程中, 伴随着硬件性能的不断提高, 其应用的触角很快渗入到网络之中, 由此促进了计算机技术与通信技术两个领域的结合, 它们相互促进、相互影响, 共同推动了计算机网络的发展。纵观计算机网络发展的历史, 从计算机技术与通信技术的耦合度来看, 可以将计算机网络的演进分为 3 个阶段, 即简单联接、网络化联接和网络间互联。

1.2.1 简单联接

第一代计算机网络: 产生于 20 世纪 60 年代初期, 主要是基于主机 (host) 架构的低速串行联接, 如图 1.1 所示。

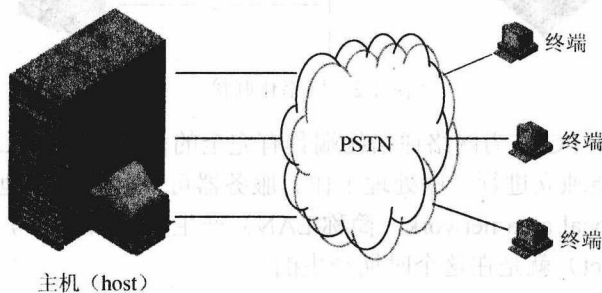


图 1.1 简单联接

其中, 主机是网络的数据加工处理和控制中心, 远程终端只负责数据的输入和输出。一台主机可以带多个终端, 多个终端可以并行地向主机输送作业, 进入主机的作业队列中等待处理, 主机借助于这种队列机制完成批量处理作业的功能。这种面向终端的所谓计算机网络从严格意义上来说还不能算是计算机网络。但是在 20 世纪 60 年代, 这种结构的计算机网络获得了很大的发展, 其中最典型的例子就是 IBM 公司的 SNA (systems network architecture) 结构, 目前我国的很多银行网络仍然采用这种 SNA 结构来组网。

图 1.1 所示结构中的 PSTN (public switched telephone network, 公共交换电话网) 网络并不适合承担主机和终端之间的网络通信任务。首先, 因为用户所支付的通信线路费是按时计费的, 而主机与终端之间的数据业务却是突发式和间歇式的, 从经济利益的角度来看, 利用 PSTN 来传数据很不划算; 其次, 由于主机与各种终端之间的传输速度不一致, 利用 PSTN 进行数据传输交换时, 无法做到主机与不同类型、不同规格、不同速率的终端匹配, 原因在于 PSTN 是采用传统的电路交换的技术; 最后, PSTN 网络只能提供模拟的窄带通信业务, 不能很好地承载高速率、高可靠性的数据业务。基于以上 3 点原因, 第一代计算机网络需要进行改进: 一是引入缓冲机制, 以实现不同速率的通信终端之间的速率匹配; 二是采用一些必要的差错控制技术, 来满足数据通信的可靠性

要求。

1.2.2 网络化联接

第二代计算机网络：产生于 20 世纪 70 年代。随着计算机技术的发展，PC 技术日益成熟，其处理能力越来越强，性价比越来越高，导致了网络化联接的需求，其结构如图 1.2 所示。

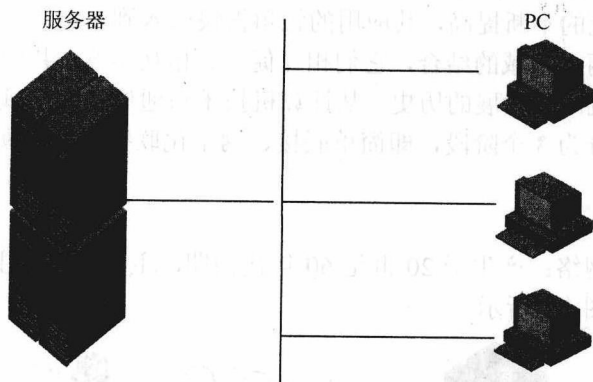


图 1.2 网络化联接

其中，服务器和 PC 作为网络通信终端具有完全的自治性，加入或离开网络完全自愿，离开网络后也能独立进行一些处理工作。服务器可以同时并行地与多台 PC 通信。这个时期局域网（local area network，简称 LAN）产生，例如，当今主流的局域网技术——以太网（ethernet）就是在这个时期产生的。

1.2.3 网络间互联

第三代计算机网络：产生于 20 世纪 80 年代到 90 年代。出于通信和资源共享的需要，人们已经不满足于只在一个局域网内相互通信和资源共享，渴望在更大的地理范围内、更宽泛的条件下进行网络化联接，简而言之，就是希望在更大的范围内把各种异构的局域网互联起来，这就是网络间的互联。这个时期出于将分散的局域网互联的目的，出现了覆盖区域更大的广域网（wide area network，简称 WAN），通过广域网实现网络间互联的结构如图 1.3 所示。

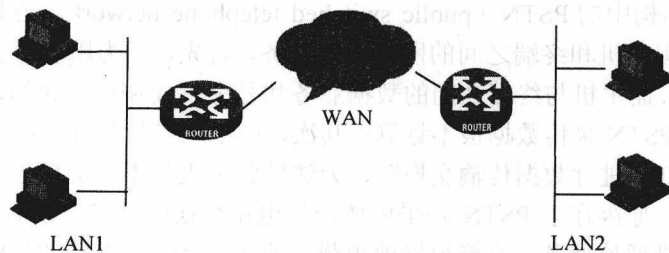


图 1.3 网络互联结构



其中,通过一个 WAN 网络将 LAN1 和 LAN2 两个局域网互联起来,实现了远距离的 LAN1 和 LAN2 内的用户间的网络通信。特别要注意的是,在这种互联结构中所涉及的 3 个网络 LAN1、WAN 和 LAN2 可能是 3 种不同的网络,借助于相应的网络设备实现了异构网络的互联。

在这一时期,Internet 获得了高速发展,成为历史上规模最大、最成功的、无为而治的互联网络,Internet 所采用的 TCP/IP 协议也成为最成功的网络通信协议,并影响着通信业、广播电视业以及计算机业的网络技术发展方向。目前,无论是传统的电信网还是广播电视网,都无一例外地呈现了 IP 化的趋势,计算机网络、通信网、广播电视网络的三网融合之势愈演愈烈,并且已经有了一些成功的尝试,例如 IPTV、IP 电话等都可视为三网融合的典型案列。

1.3 计算机网络的分类

计算机网络的分类标准很多,例如根据介质访问控制方法的不同,可以分为以太网、令牌环网等,但最常见的网络分类标准还是从网络覆盖范围大小的角度来进行分类。根据网络覆盖范围的大小不同,可以将网络分为以下 3 类。

1.3.1 局域网

局域网通常是指覆盖范围在几千米以内,可以通过某种介质互联的计算机、打印机、Modem 或其他网络设备的集合,一般只限于一栋大楼或一个单位的地理范围内。因此,顾名思义,局域网最大的特点就是“小”,但到底小到何种程度,覆盖范围到底是多少千米,其实没有一个统一的标准。在理解局域网的概念时,除了知道它的“小”之外,还要关注它以下两个方面的特征。

① 权属:局域网通常属于一个单位或组织所有,其投资建设、运行维护、管理、使用通常仅限于本单位、本组织,不面向公众开放,是一个非盈利性的网络。

② 性能:局域网虽然规模小,由某个单位或组织所建设,但局域网内的网络通信速率快、延迟小、传输可靠。

1.3.2 城域网

城域网(metropolitan area network,简称 MAN)是一种覆盖范围中等、介于局域网和广域网之间的网络,通常覆盖一个城市的范围。一般来说,城域网是由通信运营商投资兴建,作为本地的公共信息服务平台的组成部分,负责承载各种多媒体业务,为用户提供各种接入方式。城域网从组成上可划分为城域网的城域部分和城域网的接入部分。

① 城域部分:由通信运营商统一规划与建设,它又可分为核心层和汇接层。核心层完成内部信息的高速传送与交换,实现与其他网络的互联互通,而汇接层主要完成信息的汇聚与分发。

② 接入部分:由通信运营商、ISP(internet service provider,因特网服务提供商)、



企业、建筑商以及物业管理部门建设, 不仅提供接入功能, 还可能需要向用户提供本地业务, 它也分为接入汇接层和用户接入层。接入汇接层完成信息的汇接与分发, 实现用户管理, 而用户接入层为用户提供具体的接入手段。

目前城域网建设主要采用 IP 技术和 ATM 技术

1.3.3 广域网

广域网是一种覆盖范围更广(通常覆盖多个城市)、规模更大的串行联接网络。一般来说, 广域网都是由通信运营商或政府投资建设、维护和管理, 例如隶属于中国电信的 PSTN、广电系统的 CATV、军事系统的通信专网等。通常, 企业网往往通过广域网接入到本地的 ISP, 它可以提供全部时间和部分时间的联接, 允许通过串行接口工作在不同的速率上。

目前有多种公共广域网络, 按照其所提供业务的带宽不同, 可以分为窄带广域网和宽带广域网。现有的窄带广域网有以下几种。

- ① 公共交换电话网(PSTN)。
- ② 综合业务数字网(integrated services digital network, 简称 ISDN)。
- ③ 数字数据网(digital data network, 简称 DDN)。
- ④ X.25 网。
- ⑤ 帧中继网(frame relay)。

现有的宽带广域网有以下几种。

- ① 异步传输模式(asynchronous transfer mode, 简称 ATM)。
- ② 同步数字传输(synchronous digital hierarchy, 简称 SDH)。

下面介绍 4 种比较典型的广域网。

(1) PSTN

PSTN 是以电路交换技术为基础的用于传输模拟语音的网络。用户可以使用调制解调器拨号电话线或租用一条电话专线进行数据传输, 使用 PSTN 实现计算机之间的数据通信的带宽很有限, 最高速率不超过 64Kbps。

(2) ISDN

ISDN 是自 20 世纪 70 年代发展起来的一种提供端到端的用户全数字服务, 实现了语音、数据、图形、视频等综合业务的数字化传递方式。简言之, 就是通过数字技术将各种专用网络集成在一起, 以统一的接口向用户同时提供各种综合业务, 我国将 ISDN 服务称为一线通。

(3) X.25

X.25 是一种国际通用的标准 WAN, 基于分组交换技术, 内置的差错纠正、流量控制和丢包重传机制, 使之具有高度的可靠性, 适合于长途噪声线路。最大速率仅仅为 64Kbps, 吞吐率低、延时较大。

(4) 帧中继

帧中继是一种应用很广的服务, 是一种简化了的 X.25 广域网, 采用统计复用技术,

实现在单一的物理传输线路上提供多条虚电路。它是一个无错误控制、无流控制、面向连接的网络，相对于 X.25 来说，它的吞吐率大、延时小，适合于高可靠性的通信线路。

1.4 计算机网络的拓扑结构

谈到网络的拓扑结构，首先必须明确一个概念，即这里所说的网络拓扑结构是指一种逻辑上的结构，并非指实际的、物理的网络布局结构。例如，我们平时所说的以太网，其拓扑结构是总线型，但以太网组网时的物理联接结构却经常采用星型。简单地说，计算机网络的拓扑结构就是指一组网络设备连接起来的逻辑结构。

计算机网络的拓扑结构一般分为总线型、星型、环型、树型、网状型（也叫 mesh 型）共 5 种，其结构分别如图 1.4 所示。

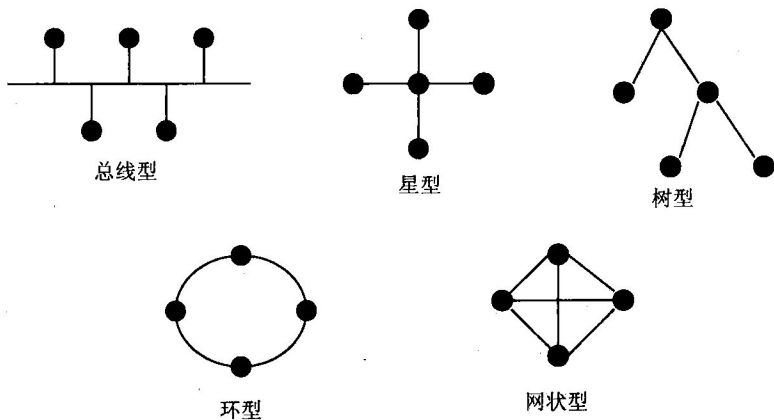


图 1.4 计算机网络常见的几种拓扑结构

(1) 总线型 (bus)

所有的通信节点全部“挂”在一根公共的信息通道（即总线）上，各节点共享总线。在早期的局域网组网中，这是广泛采用的一种拓扑结构。即便是现在，在计算机内部的通信中也广泛采用了总线结构来实现 CPU 与内存之间的通信。总线型结构的优点是：结构简单，线路投资成本低。缺点是：线路一旦出现单点故障将导致整个网络瘫痪，并且由于所有通信节点共享总线，在某一时刻只能有一对通信节点占用该总线进行通信，必须采用某种机制来化解因多个通信节点同时抢占总线造成的冲突，这在网络通信负载加重时，冲突将会频繁发生，这势必造成网络性能的急剧下降。以太网采用的就是总线型拓扑结构。

(2) 星型 (star)

星型是一种以中央节点为中心，将若干个外围节点连接起来呈辐射状的结构，任意两个节点的通信都将由中央节点作转接，因此中央节点是整个网络的信息交换和控制中心。其优点是：可靠性较高，单一的线路故障不会影响到其他通信节点，并且增/删通信节点方便，利用中央节点可以方便地控制和管理网络。缺点是：线缆的投资较大，远远

超过总线型；对中央节点的可靠性和处理能力要求较高，中央节点一旦发生故障，将立即导致全网瘫痪。

(3) 环型 (ring)

通过一条首尾相连的环将所有的通信节点串联起来，每个节点都只能直接与它的邻节点通信，如果需要与其他节点通信，则必须依靠中间各个节点一站一站式地“接力”才能完成。一般来说，环型网可以是单向的，也可以是双向的。单向是指传输方向是单向的，而双向是指通信可以在两个方向上进行，显然双向环可以比单向环提供更好的可靠性。这种环型拓扑结构在欧美一些国家比较流行，比如令牌环网就是采用这种结构来组网的。其优点是：结构简单，各通信节点地位相等；建网容易，增/删节点容易；可实现数据传送的实时控制，可预知网络的性能。缺点是：单向环类似于总线型结构，也容易发生单点故障；因各个节点都要参与数据的转发工作，对节点转发性能要求较高。

(4) 树型 (tree)

树型是一种由星型结构叠加而形成的树状结构。在实际的组网中用得非常普遍。其优点是：网络层次分明，便于管理控制；增/删节点容易；故障排查容易。缺点同星型结构类似。另外，树的深度不易太深，否则网络的性能会随树的深度增加而急剧下降。

(5) 网状型 (mesh)

网状型可分为全网状和部分网状。全网状是指参与通信的任意两个节点间均通过传输信道直接相互连接，这是一种极其安全可靠的方案。部分网状没有将任意节点都直连，但仍有部分节点存在直达链路。其优点是：由于任意两个节点存在多条链路，因而可靠性高。缺点是：高的网络可靠性是靠付出了昂贵的线路投资代价换来的。一般来说，这种拓扑结构只适合在节点数量很少的情况下采用，否则随着节点数量的增加，线缆投资将会呈几何级数式地增长。

除了以上介绍的 5 种基本的计算机网络拓扑结构外，在实际的组网过程中，往往选择其中的两种或两种以上的拓扑结构，形成一种复合型的网络拓扑结构。

1.5 计算机网络的功能

计算机网络的功能主要体现在以下 3 个方面，如图 1.5 所示。

1. 资源共享

资源共享包括软件资源共享和硬件资源的共享。软件资源的共享包括各种数字信息、消息、声音、图像等；硬件资源的共享包括各种硬件设备，如打印机、FAX、modem 等，在日常办公中，多个员工共用一台网络打印机就是硬件资源共享。

2. 分布式处理与负载均衡

随着网络化程度的提高，网络服务的对象越来越多，利用计算机网络将海量的处理任务分散到全球的不同主机上，以实现分布式处理与负载均衡。例如，一个大型的 ICP