

21 世纪高等院校计算机网络工程专业规划教材

路由与交换型网络 基础与实践教程

唐俊勇 肖锋 容晓峰 主编

可下载教学资料
<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

清华大学出版社



21世纪高等院校计算机网络工程专业规划教材

路由与交换型网络 基础与实践教程

唐俊勇 肖锋 容晓峰 主编

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书从网络工程实践的角度出发,对路由型与交换型网络的主要理论与技术进行了深入浅出的介绍。全书共分为9章,分别介绍计算机组网基础、组网设备、路由器和交换机的基础与高级配置、网络安全与综合实践技术等方面的内容。

全书内容翔实,通俗易懂,讲解清晰,适合自学。本书中给出了丰富的实例以帮助读者深入理解和学习,在每章的后面还配有习题,附录配有上机实验。

本书既适合高等院校的学生作为教材使用,也适合备考网络工程师、CCNA 和 CCNP 的考生以及自学的读者作为学习和使用的参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

路由与交换型网络基础与实践教程/唐俊勇,肖锋,容晓峰主编. —北京:清华大学出版社, 2011.4

(21 世纪高等院校计算机网络工程专业规划教材)

ISBN 978-7-302-24028-0

I. ①路… II. ①唐… ②肖… ③容… III. ①计算机网络—路由选择—教材

IV. ①TN915.05

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 214327 号

责任编辑:魏江江 徐跃进

责任校对:李建庄

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

社 总 机:010-62770175

投稿与读者服务:010-62795954,jsjic@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015,zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

邮 购:010-62786544

印 刷 者:北京季蜂印刷有限公司

装 订 者:三河市金元印装有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:19.5 字 数:488 千字

版 次:2011 年 4 月第 1 版 印 次:2011 年 4 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:29.50 元

产品编号:037990-01



前言

本书从实践出发,从实际工程的角度探讨与组建计算机网络的相关技术,通过对现代企业网络构建中典型的路由型与交换型网络技术的阐述和设计实例的剖析,使读者能够在阅读本书的实践环节后可以更加系统科学地完成企业网络的完整搭建过程。本书还帮助读者分析了网络中常用协议的工作机制以及相关 BPDU 的结构。本书内容包括路由器与交换机的安装配置、使用 wireshark 分析数据包的格式、网络协议工作过程及网络测试与排错,内容覆盖了当今园区网构建中的主流技术。书中有关 Cisco 交换机配置、VLAN 配置、生成树协议配置等内容可以帮助读者快速掌握交换型网络的组建技术,有关 Cisco 路由器配置、路由协议 RIP 配置、路由协议 OSPF 配置、Cisco 路由器高级功能的配置等内容可以帮助读者快速掌握路由型网络的组建技术。

本教程的特色是理论与实践相结合,对组网常用的技术进行深入的剖析并且设计了经典的例题,主要配置命令都结合技术要点和理论进行分析,对读者的知识和能力起到了巩固、拓宽和提高的作用。本书的所有配置过程和命令均结合理论,分步骤、分批次进行讲解,且全部在实际设备中通过调试。本书的目标不仅使读者能够知道相关的配置命令,还要理解为什么、效果怎么样,帮助读者从更深层次的角度理解网络工程中使用的理论与技术,达到举一反三、触类旁通的效果。

本教程共分 9 章。第 1 章“计算机网络基础”和第 2 章“网络协议与体系结构”介绍网络组网基础,主要包括 IP 地址划分和概念、MAC 地址作用和网络协议体系结构等基础内容;第 3 章“组网设备与技术”帮助读者了解网络设备的用途和特点等;第 4 章“交换型网络技术与实践”介绍了 VLAN 和生成树协议(STP)的配置方法以及 VLAN 之间通过第三层交换机转发的配置方法;第 5 章“路由型网络技术与实践”介绍了路由器各种接口配置,以及静态和动态路由配置,主要涉及 RIP、OSPF 协议的配置和讲解;第 6 章“无线网络技术与实践”介绍了如何组建无线局域网和安全性配置;第 7 章“企业网络安全技术与实践”和第 8 章“综合网络实践”从网络安全和实践出发,主要介绍了 ACL、VPN、NAT 等主流技术,这部分内容也是网络工程师考试(下午试题)的重点;第 9 章介绍了网络设计的基本步骤并给出了一个网络规划与设计的实例。

编者从多年的工程实践出发,组织并选择了网络集成和网络工程相关的最重要、最流行的技术作为本书内容。同时本书引入 CCNA、CCNP 和网络工程师考试试题(下午试题),将考试内容与实践有机地融合在一起。本书可作为本科计算机专业或相关专业的“网络工程实践”、“局域网组网工程”、“高级交换与路由技术”和“计算机网络”等课程的教材,也可作为备考网络工程师和网络认证的考生、网络工程技术人员与爱好者的技术参考书。

本书第 5 章、第 7 章、第 8 章、第 9 章以及附录部分由唐俊勇编写,第 1 章、第 2 章、

第 4.1 节、第 4.2 节由肖锋编写,第 3 章、第 6 章、第 4.3 节由容晓峰编写,全书由唐俊勇负责统稿。本书电子课件可以在网站 <http://www.tup.com.cn> 免费下载。

在编写本书的过程中,得到了家人和同仁的大力支持,在此一并表示感谢。尽管在编写本书的过程中尽了最大努力,但由于编者水平有限,疏漏及不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2011 年 1 月

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 计算机网络的分类	2
1.1.3 计算机网络的组成	4
1.2 以太网技术标准	6
1.2.1 十兆以太网标准	6
1.2.2 快速以太网标准	8
1.2.3 千兆以太网标准	9
1.2.4 万兆以太网标准	10
1.3 IP 地址	12
1.3.1 结构与分类	12
1.3.2 保留 IP 地址	14
1.3.3 子网与子网掩码	15
1.3.4 可变长子网掩码和无类域间路由	18
1.4 介质访问控制地址	21
1.4.1 介质访问控制地址概述	21
1.4.2 地址解析	22
思考与练习	27
第 2 章 网络协议与体系结构	29
2.1 网络协议	29
2.1.1 不同系统的信息交流	29
2.1.2 网络协议的要素	29
2.2 层次结构	30
2.2.1 协议层次	30
2.2.2 服务与协议	31
2.3 OSI 参考模型	33
2.3.1 网络体系结构的形成	33
2.3.2 OSI 参考模型	34
2.3.3 OSI 各层功能	35

2.4 TCP/IP 协议族	36
2.4.1 TCP/IP 的产生	36
2.4.2 TCP/IP 的体系结构	37
思考与练习	41
第3章 组网设备与技术	43
3.1 物理层设备	43
3.1.1 中继器	43
3.1.2 集线器	43
3.2 数据链路层设备	46
3.2.1 网桥	46
3.2.2 交换机	47
3.3 路由器	54
3.4 网关	54
3.5 网络测试	55
3.5.1 双绞线测试	55
3.5.2 光纤测试	59
3.5.3 网络测试命令	61
思考与练习	69
第4章 交换型网络技术与实践	71
4.1 交换型网络	71
4.2 交换机基础配置	72
4.2.1 交换机的接口类型	72
4.2.2 交换机的管理	74
4.2.3 交换机的配置模式	76
4.2.4 交换机的基本配置	77
4.3 交换机高级配置	84
4.3.1 VLAN 的配置与应用	84
4.3.2 DHCP 服务的配置与应用	94
4.3.3 生成树(STP)配置与应用	102
4.3.4 三层交换的配置与应用	117
思考与练习	122
第5章 路由型网络技术与实践	124
5.1 路由型网络	124
5.1.1 路由型网络的特点	124
5.1.2 路由器原理与结构	124
5.2 路由器基础配置	128

5.2.1	接口配置	128
5.2.2	基本路由器配置	131
5.2.3	静态路由配置	134
5.3	高级路由协议与配置	139
5.3.1	RIPv2 协议	139
5.3.2	RIPv2 的配置	145
5.3.3	OSPF 协议	156
5.3.4	OSPF 协议的配置	164
	思考与练习	179
第 6 章	无线网络技术与实践	184
6.1	无线局域网基础	184
6.1.1	无线局域网的拓扑结构	184
6.1.2	无线局域网的通信方式	187
6.1.3	无线局域网主要硬件设备	189
6.2	无线局域网系列标准	191
6.3	无线局域网的安全机制	193
6.3.1	信息过滤	193
6.3.2	认证与加密	195
	思考与练习	198
第 7 章	企业网络安全技术与实践	200
7.1	访问控制列表的基本原理	200
7.1.1	访问控制列表的概念及工作原理	200
7.1.2	访问控制列表的编写规则	203
7.1.3	访问控制列表的应用	204
7.2	VPN 技术与应用	210
7.2.1	VPN 的概念	210
7.2.2	IPSec 协议	214
	思考与练习	226
第 8 章	综合网络实践	229
8.1	负载均衡技术的应用	229
8.1.1	链路聚合实现负载均衡	229
8.1.2	多实例生成树(mstp)实现负载均衡	238
8.2	PPP 协议和应用技术	244
8.2.1	PPP 协议简介	244
8.2.2	PPP 的身份认证功能	246
8.3	MPLS 标准与应用技术	251

8.3.1 MPLS 概述	251
8.3.2 MPLS 相关概念	253
8.3.3 标签相关概念	253
8.4 NAT 地址转换与应用	260
8.4.1 NAT 基本概念	260
8.4.2 NAT 转化方式	261
8.4.3 NAT 技术应用	262
思考与练习	269
第 9 章 网络规划与设计	271
9.1 网络规划	271
9.1.1 网络的生命周期	271
9.1.2 网络设计目标	272
9.1.3 网络需求分析和可行性分析	272
9.2 方案设计	275
9.2.1 网络分层设计	275
9.2.2 网络硬件平台设计	276
9.3 网络方案设计实例	276
9.3.1 校园网设计原则与要求	277
9.3.2 校园网拓扑组建	278
9.3.3 方案特点	283
思考与练习	283
附录 A 路由与交换型网络实验	285
附录 B CLI 快捷键与历史命令速查表	300
参考文献	301

自 20 世纪 60 年代计算机网络问世以来,计算机网络已经深入到人类工作、学习和生活的各个方面。在家中,可以通过 modem、ISDN 一线通、ADSL 调制解调器以电话线方式或通过网卡以局域网(LAN)方式连接到 Internet 中,享受 Internet 所提供的服务,如 WWW 浏览、FTP 文件下载或上传、BBS 公告板、网上聊天、发送或接收电子邮件、网络游戏等,这些服务不仅拓展了获取信息、与他人交流的渠道,也丰富了人们的生活、工作、学习和娱乐方式。用户不仅在 Internet 上可以获得多种网络服务,在其他许多地方也都可以感受到各种网络应用的存在,如超市、银行、医院、企业和政府部门等。总之,网络与网络应用无处不在。计算机网络技术是计算机技术和通信技术这两大技术相结合的产物,它代表着当前计算机系统结构发展的一个重要方向,它的出现引起了人们的高度重视和极大兴趣,未来的计算机就是网络化的计算机。

1.1 计算机网络概述

1.1.1 计算机网络的定义

什么是计算机网络?多年来一直没有一个严格的定义,并且随着计算机技术和通信技术的发展而具有不同的内涵。目前一些较为权威的看法认为:

所谓计算机网络,就是通过线路互连起来的、自治的计算机集合,确切地讲,就是将分布在不同地理位置上的具有独立工作能力的计算机、终端及其附属设备用通信设备和通信线路连接起来,并配置网络软件,以实现计算机资源共享的系统。

网络资源共享,就是通过连在网络上的工作站(个人计算机)让用户可以使用网络系统的所有硬件和软件(通常根据需要被适当授予使用权),这种功能称为网络系统中的资源共享。

首先,计算机网络是计算机的一个群体,是由多台计算机组成的;其次,它们之间是互连的,即它们之间能彼此交换信息。其基本思想是:通过网络环境实现计算机相互之间的通信和资源共享(包括硬件资源、软件资源和数据信息资源)。所谓自治,是指每台计算机的工作是独立的,任何一台计算机都不能干预其他计算机的工作(例如,计算机启动、关闭或控制其运行等),任何两台计算机之间没有主从关系。

概括起来说,一个计算机网络必须具备以下 3 个基本要素:

- (1) 至少有两个具有独立操作系统的计算机,且它们之间有相互共享某种资源的需求;
- (2) 两个独立的计算机之间必须有某种通信手段将其连接;

(3) 网络中的各个独立的计算机之间要能相互通信,必须制定相互可确认的规范标准或协议。

以上 3 条是组成一个网络的必要条件,三者缺一不可。

在计算机网络中,能够提供信息和服务能力的计算机是网络的资源,而索取信息和请求服务的计算机则是网络的用户。由于网络资源与网络用户之间的连接方式、服务类型及连接范围的不同,从而形成了不同的网络结构及网络系统。

随着计算机通信网络的广泛应用和网络技术的发展,计算机用户对网络提出了更高的要求,既希望共享网内的计算机系统资源,又希望调用网内几个计算机系统共同完成某项任务。这就要求用户对计算机网络的资源像使用自己的主机系统资源一样方便。为了实现这个目的,除要有可靠的、有效的计算机和通信系统外,还要求制定一套全网一致遵守的通信规则以及用来控制协调资源共享的网络操作系统。

1.1.2 计算机网络的分类

计算机网络的分类可按不同的分类标准进行划分。

1. 按网络拓扑结构划分

计算机网络的物理连接方式叫做网络的拓扑结构。按照网络的拓扑结构,计算机网络可分为星状拓扑型、总线拓扑型、环状拓扑型、树状拓扑型、网状拓扑型,如图 1.1 所示。

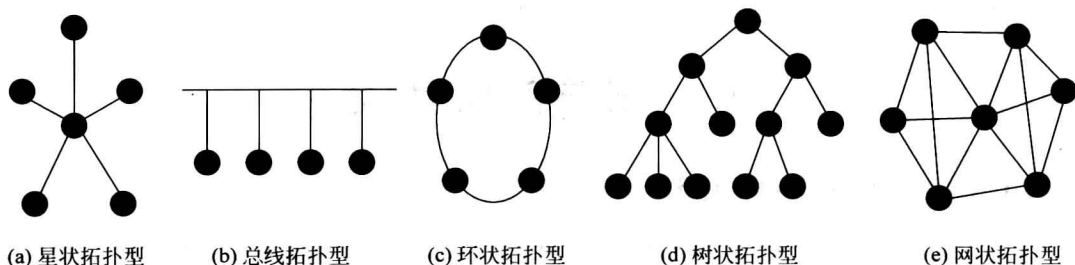


图 1.1 网络拓扑结构

2. 按网络的覆盖范围划分

根据计算机网络所覆盖的地理范围、信息的传输速率及其应用目的,计算机网络通常被分为接入网(AN)、局域网(LAN)、城域网(MAN)、广域网(WAN)。这种分类方法也是目前较为流行的一种分类方法。

1) 广域网(Wide Area Network, WAN)

广域网指的是实现计算机远距离连接的计算机网络,可以把众多的城域网、局域网连接起来,也可以把全球的区域网、局域网连接起来。广域网涉及的范围较大,一般从几百千米到几万千米,用于通信的传输装置和介质一般由电信部门提供,能实现大范围内的资源共享。

2) 城域网(Metropolitan Area Network, MAN)

城域网有时又称之为城市网、区域网、都市网。城域网介于 LAN 和 WAN 之间,其覆盖范围通常为一个城市或地区,距离从几十千米到上百千米。城域网中可包含若干个彼此互联的局域网,可以采用不同的系统硬件、软件和通信传输介质构成,从而使不同类型的局

域网能有效地共享信息资源。城域网通常采用光纤或微波作为网络的主干通道。

3) 局域网(Local Area Network, LAN)

局域网也称局部网,是指将有限的地理区域内的各种通信设备互连在一起的通信网络。它具有很高的传输速率(几十至上吉比特每秒),其覆盖范围一般不超过几十千米,通常将一座大楼或一个校园内分散的计算机连接起来构成 LAN。

4) 接入网(Access Network, AN)

接入网又称为本地接入网或居民接入网。它是近年来由于用户对高速上网需求的增加而出现的一种网络技术。接入网是局域网(或校园网)和城域网之间的桥接区,如图 1.2 所示,接入网提供多种高速接入技术,使用户接入到 Internet 的瓶颈得到某种程度的解决。

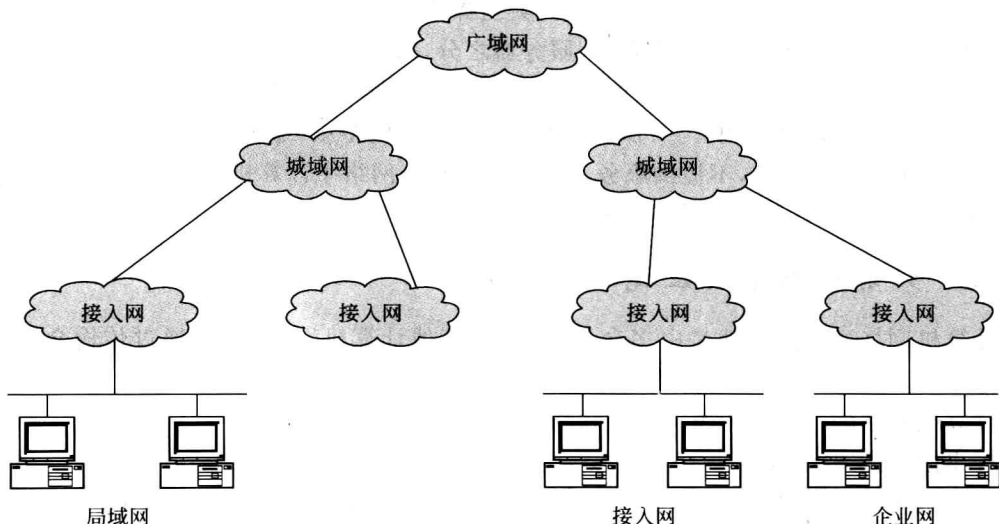


图 1.2 广域网、城域网、接入网和局域网的关系

3. 按传输方式分类

根据数据传输方式的不同,计算机网络又可以分为“广播网络”和“点对点网络”两大类。

广播网络(Broadcasting Network)中的计算机或设备使用一个共享的通信介质进行数据传输,网络中的所有结点都能收到任何结点发出的数据信息。广播网络中的传输方式目前有以下 3 种方式。

(1) 单播(Unicast): 发送的信息中包含明确的目的地地址,所有结点都检查该地址,如果与自己的地址相同,则处理该信息;如果不同,则忽略。

(2) 多播(Multicast): 将信息传输给网络中的部分结点。

(3) 广播(Broadcast): 在发送的信息中使用一个指定的代码标识目的地地址,将信息发送给所有的目标结点。当使用这个指定代码传输信息时,所有结点都接收并处理该信息。

点对点网络(Point to Point Network)中的计算机或设备以点对点的方式进行数据传输,两个结点间可能有多条单独的链路。这种传播方式主要应用于广域网中。

以太网和令牌环网属于广播网络,而 ATM 和帧中继网属于点对点网络。

4. 按通信传输介质划分

按通信传输介质不同可分为有线网络和无线网络。所谓有线网络是指采用有形的传输

介质,如双绞线、同轴电缆、光纤等组建的网络,而使用微波、红外线等无线传输介质作为通信线路的网络就属于无线网络和卫星网络等。

5. 按使用网络的对象分类

按使用网络的对象不同可分为专用网和公用网。专用网一般由某个单位或部门组建,使用权限属于单位或部门内部所有,不允许外单位或部门使用,如银行系统的网络。而公用网由电信部门组建,网络内的传输和交换设备可提供给任何部门和单位使用,如 Internet。

6. 按网络组件的关系分类

按照网络中各组件的功能来划分,常见的有两种类型的网络:对等网络和基于服务器的网络。

对等网络是网络的早期形式,它使用的典型操作系统有 DOS、Windows 95/98。网络上的计算机在功能上是平等的,没有客户/服务器之分,每台计算机既可以提供服务,又可以索取服务。这类网络具有各计算机地位平等,网络配置简单,网络的可管理性差等特点。

基于服务器的网络采用客户/服务器模型,在这种模型中,服务器给予服务,不索取服务;客户机则是索取服务,不提供服务。这类网络具有网络中计算机地位不平等,网络管理集中,便于网络管理,网络配置复杂等特点。

1.1.3 计算机网络的组成

计算机网络通俗地讲就是由多台计算机(或其他计算机网络设备)通过传输介质和软件,物理(或逻辑)连接在一起组成的整体。

计算机网络的组成为逻辑组成和物理组成两个部分。

1. 网络的逻辑组成

计算机网络按逻辑功能可分为资源子网和通信子网两部分,如图 1.3 所示。

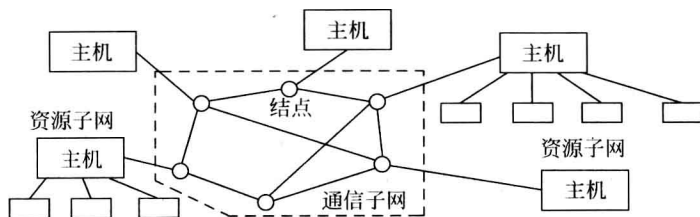


图 1.3 通信子网及资源子网的划分

1) 通信子网

通信子网是由负责数据通信处理的通信控制处理机和传输链路组成的独立的数据通信系统,它负担着全网的数据传输、转接、加工和变换等通信处理工作,它主要包括通信线路、网络连接设备、网络通信协议、通信控制软件等。

2) 资源子网

资源子网提供访问的能力,主要负责全网的数据处理和向网络用户提供网络资源、网络服务等。在局域网中,资源子网主要是由网络的服务器和 workstation 组成,通信子网主要是由传输介质、集线器、网卡组成。这样,从整体上来说,计算机网络主要由计算机、终端、通信处理机和通信设备经通信线路连接而成。这严格说来,一个完整的计算机网络系统是由网络硬

件系统和网络软件系统组成的,只有这两部分协调工作,才能充分发挥网络的性能。

若只是访问本地计算机,则只在资源子网内部进行,无须通过通信子网。若要访问异地计算机资源,则必须通过通信子网。为了使网络内各计算机之间的通信可靠、有效,通信各方必须共同遵守统一的通信规则,即通信协议。通过它可以使各计算机之间相互理解会话、协调工作,如 OSI 参考模型和 TCP/IP 协议等。

2. 网络的物理组成

计算机网络系统是通信子网和资源子网组成的,而网络软件系统和网络硬件系统是网络系统赖以存在的基础,在网络系统中,硬件对网络的选择起着决定性作用,而网络软件则是挖掘网络潜力的工具。

计算机网络的物理组成由网络硬件和网络软件两大系统组成。

1) 硬件系统

局域网的硬件系统是指构成局域网的所有物理设备总和。主要包括计算机设备和通信传输设备,这些设备按照功能和在网络中的作用可以分为服务器、客户机、网络适配器(网卡)、通信设备、连接设备和连接介质等,主要包括以下部分。

(1) 服务器:一般为高性能计算机,用于网络管理,运行应用程序,处理各网络工作站成员的信息请求等,并可连接一些外部设备如打印机、CD-ROM、调制解调器等。根据其作用的不同分为文件服务器、应用程序服务器和数据库服务器等。

(2) 工作站:由服务器进行管理和提供服务的、连入网络的任何计算机都属于工作站,其性能一般低于服务器。个人计算机接入因特网后,在获取因特网服务的同时,其本身就成为一台因特网上的工作站。

(3) 传输介质:用于网络设备之间通信连接的网络电缆。常用的传输介质有双绞线、细同轴电缆、粗同轴电缆、光缆等。

(4) 网卡:也称网络适配器,在局域网中用于将计算机与网络相连接的设备。

(5) 交换机(switch):用于处理与高带宽相关协议配套的多层设备,具有数据转发、过滤等功能,适用于数据量大、通信频繁的网络。

(6) 集线器(hub):用来连接多台计算机或局域网的设备。对所连接的网络介质上的信号有再生和放大的作用,可使所连接的介质长度达到最大有效长度,需要有电源才能工作。

(7) 调制解调器:用来实现模拟和数字信号之间转换的设备,由于电信网采用模拟信号传输,而计算机内部信号为数字信号,所以该设备就成为计算机拨号上网的必备设备。

(8) 路由器(router):一种网络层设备,可互联局域网和广域网,并且当网络上两端点间存在多条通路时,路由器可以提供交通控制和筛选功能,选择信息通路。

(9) 光纤:玻璃制成的传输介质,通常用于高速通信线路的连接。

(10) 终端(terminal):没有中央处理器(CPU)的网络工作站,在早期网络中采用。现代网络中,可以独立工作的终端称为“客户机”。

2) 软件系统

计算机网络的软件系统包括网络通信协议、网络操作系统和网络应用软件。

(1) 网络通信协议。计算机与计算机之间的通信离不开通信协议,通信协议实际上是一组规定和约定的准则。两台计算机在通信时必须约定好本次通信做什么,是进行文件传

输,还是发送电子邮件,怎样通信,什么时间通信等。因此,通信双方要遵从相互可以接受的协议(相同或兼容的协议)才能进行通信。如目前因特网上使用的 TCP/IP 协议等,任何计算机连入网络后只要运行 TCP/IP 协议,就可访问因特网。目前,局域网中常用的通信协议主要有 NetBEUI、IPX/SPX 及其兼容协议和 TCP/IP 3 类。

(2) 网络操作系统。网络操作系统(Network Operation System,NOS)是指能使网络上多台计算机方便而有效的共享网络资源,为用户提供所需各种服务的操作系统软件。网络操作系统除了具备单机操作系统所需的功能外,还应提供高效可靠的网络通信能力和提供多项网络服务功能,如远程管理、文件传输、电子邮件、远程打印等。目前最为流行的网络操作系统为 Windows NT/2000、UNIX、Linux 等。

(3) 网络应用软件。网络应用软件是构建在网络操作系统上的应用程序,不同的应用软件,可以满足网络用户不同的需求,例如网络数据库软件、网络通信软件等。

1.2 以太网技术标准

以太网(Ethernet)自 Xerox、DEC 和 Intel 公司推出以来获得了巨大成功。1985 年,IEEE 802 委员会制定了以太网 IEEE 802.3 标准。IEEE 802.3 标准描述了运行在各种介质上的、数据传输率 1~10Mbps 的所有采用 CSMA/CD 协议的局域网,定义了 OSI 参考模型中的数据链路层的一个子层(介质访问控制子层)和物理层,而数据链路层的逻辑链路控制(LLC)子层由 IEEE 802.2 描述。随着技术的发展,以太网推出了扩展的版本。IEEE 802.3 系列标准主要有:

- IEEE 802.3ac 描述 VLAN 的帧扩展(1998)。
- IEEE 802.3ad 描述多重链接分段的聚合协议(Aggregation of multiple link segments)(2000)。
- IEEE 802.3an 描述 10GBase-T 媒体介质访问方式和相关物理层规范。
- IEEE 802.3ab 它定义了 1000Base-T 媒体接入控制方式法和相关物理层规范。
- IEEE 802.3i 它定义了 10Base-T 媒体接入控制方式和相关物理层规范。
- IEEE 802.3u 它定义了 100Base-T 媒体接入控制方式和相关物理层规范。
- IEEE 802.3z 它定义了 1000Base-X 媒体接入控制方式和相关物理层规范。
- IEEE 802.3ae 它定义了 10GBase-X 媒体接入控制方式和相关物理层规范。

以太网的速度也从最初的 10Mbps 升级到 100Mbps、1000Mbps 以至于现在最高的 10Gbps。

1.2.1 十兆以太网标准

10 兆以太网在物理层可以使用粗同轴电缆、细同轴电缆、非屏蔽双绞线(UTP)、屏蔽双绞线、光缆等多种传输介质,并且在 IEEE 802.3i 标准中,规定了介质访问控制规则为 CSMA/CD(带冲突检测的载波侦听多路访问),为不同的传输介质制定了不同的物理层标准,IEEE 803.3i 体系结构如图 1.4 所示。

IEEE 802.3i 标准也规定了不同物理层标准的传输特性,用户可以根据需要选择合适的标准,这些传输特性见表 1.1。

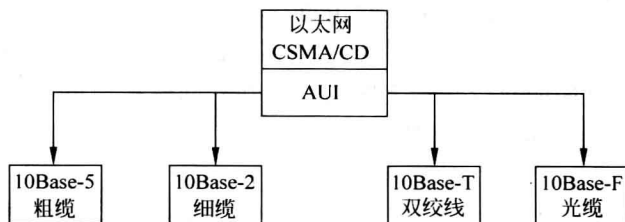


图 1.4 10 兆以太网的体系结构

表 1.1 IEEE 802.3i 10Mbps 以太网的物理层传输特性

特 性	10Base-5	10Base-2	10Base-T	10Base-F
速率/Mbps	10	10	10	10
传输方法	基带	基带	基带	基带
最大网段长度/m	500	185	100	2000
站间最小距离/m	2.5	0.5	—	—
最大长度	2.5km	925m	500m	
传输介质	50 粗缆	50 细缆	UTP	多模光缆
网站拓扑	总线状	总线状	星状	星状

1. 10Base-5 标准

10Base-5 也称为粗缆以太网,其中,10 表示信号的传输速率为 10Mbps,Base 表示信道上传输的是基带信号,5 表示每段电缆的最大长度为 500m。10Base-5 采用曼彻斯特编码方式。采用直径为 1.27cm,阻抗为 50Ω 粗同轴电缆作为传输介质。10Base-5 的组网主要由网卡、中继器、收发器、收发器电缆、粗缆、端接器等部件组成。在粗缆以太网中,所有的工作站必须先通过屏蔽双绞线电缆与收发器相连,再通过收发器与干线电缆相连。粗缆两端必须连接 50Ω 的终端匹配电阻,粗缆以太网的一个网段中最多容纳 100 个结点,结点到收发器最大距离 50m,收发器之间最小间距 2.5m。10Base-5 在使用中继器进行扩展时必须遵循 5-4-3 规则。因此 10Base-5 网络的最大长度可达 2500m,最大主机规模为 300 台。

2. 10Base-2 标准

10Base-2 也称为细缆以太网,有人称为廉价网。它采用的传输介质是基带细同轴电缆,特征阻抗为 50Ω ,数据传输速率为 10Mbps。网卡上提供 BNC 接头,细同轴电缆通过 BNC-T 型连接器与网卡 BNC 接头直接连接。为了防止同轴电缆端头信号反射,在同轴电缆的两个端头需要连接两个阻抗为 50Ω 的终端匹配器。

每一个网段的最远距离为 185m,每一干线段中最多能安装 30 个结点。结点之间的最小距离为 0.5m。当用中继器进行网络扩展时,由于也同样要遵循 5-4-3 规则,所以扩展后的细缆以太网的最大网络长度为 925m。

3. 10Base-T 标准

10Base-T 是以太网中最常用的一种标准,使用双绞线电缆作为传输介质。编码也采用曼彻斯特编码方式。但其在网络拓扑结构上采用了以 10Mbps 集线器或 10Mbps 交换机为

中心的星状拓扑结构。10Base-T 的组网由网卡、集线器、交换机、双绞线等部件组成。10Base-T 特点是以一个中央结点构建星状拓扑,所有的结点都通过传输介质连接到中央结点设备上,结点与 PC 之间的双绞线最大距离为 100m,网络扩展可以采用多个中央结点如 hub 来实现,在使用时也要遵守集线器的 5-4-3 规则。hub 之间的连接可以用双绞线、同轴电缆或粗缆线。

10Base-T 以太网与 10Base-5 和 10Base-2 相比,10Base-T 以太网有如下特点:

- 安装简单、扩展方便;网络的建立灵活、方便,可以根据网络的大小,选择不同规格的 hub 或交换机连接在一起。形成所需要的网络拓扑结构。
- 网络的可扩展性强。因为扩充与减少结点都不会影响或中断整个网络的工作。
- 集线器具有很好的故障隔离作用。当某个结点与中央结点之间的连接出现故障时,也不会影响其他结点的正常运行;甚至当网络中某一个集线器出现故障时,也只会影响到与该集线器直接相连的结点。

4. 10Base-F 标准

10Base-F 标准与 10Base-T 标准类似,只是规定使用光纤作为传输介质,由于没有传输速度的优势,该标准应用并不广泛。

1.2.2 快速以太网标准

快速以太网技术是由 10Base-T 标准以太网发展而来,主要解决网络带宽在局域网络应用中的瓶颈问题。其协议标准为 1995 年颁布的 IEEE 802.3u,可支持 100Mbps 的数据传输速率,并且与 10Base-T 一样可支持共享式与交换式两种使用环境,在交换式以太网环境中可以实现全双工通信。IEEE 802.3u 在介质访问控制(MAC)子层仍采用 CSMA/CD 作为介质访问控制方法,并保留了 IEEE 802.3 的帧格式。但是,为了实现 100Mbps 的传输速率,在物理层做了一些重要的改进。例如在编码上,采用了效率更高的 4B/5B 编码方式,而没有采用曼彻斯特编码。

图 1.5 给出了 IEEE 802.3u 标准的体系结构,对应于 OSI 模型的数据链路层和物理层。

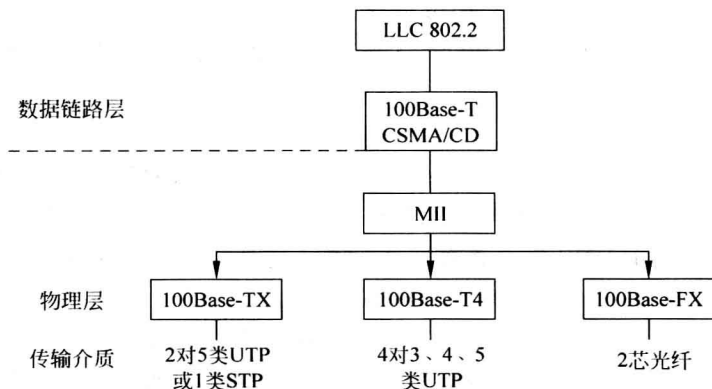


图 1.5 快速以太网的体系结构

IEEE 802.3u 标准同时规定了不同物理层标准的传输特性,这些传输特性如表 1.2 所示。