

陈良宽 编著

计算机网络 实用技术教程



科学出版社

计算机网络实用技术教程

陈良宽 编著

科学出版社

2001

511591

内 容 简 介

本书从计算机网络的关键技术入手,以合理的结构和生动的语言讲述了计算机网络的结构、10Mbps 以太网、计算机网络的基本互连构件、快速以太网、千兆位以太网和多层交互、因特网的结构和数据传输协议、内部网和虚拟专用网、Internet 的接入与安全防范、计算机网络的管理、三网融合技术以及计算机网络的组建等内容。

本书适合于本科生、研究生作为选用教材,也适合程序员以及网站的设计师、工程师和科研工作人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络实用技术教程/陈良宽编著. —北京:科学出版社, 2001
ISBN 7-03-009207-4

I. 计… II. 陈… III. 计算机网络—教材 IV. TP393

中国版本图书馆CIP数据核字(2001)第06086号

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号
邮政编码:100717

新蕾印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2001年6月第 一 版 开本:787×1092 1/16
2001年6月第一次印刷 印张:18 1/2
印数:1—4 000 字数:440 000

定价:22.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换(环伟))

前 言

一场以计算机网络为核心的数字化革命正在全球迅速展开，计算机网络以任何技术无可比拟的速度深入人类社会的工作、学习、生活等各个领域。企业上网、政府上网、教育上网、商业上网、单位和个人都纷纷上网，网络已成为现代人的一种生存环境。建好网、用好网已经成为众多行业 and 单位需要解决的重大问题。

对计算机网络本身而言，它是门“科学”，还是门“技术”？科学主要从事发现新事物或对仔细观察到的现象加以系统的、合理的解释等工作，而技术则侧重于实现某种思想，构造出人类需要的东西。利用这一粗浅的解释，加上多年来计算机网络的发展事实，足可证明计算机网络主要是门技术。讲清主要的技术问题，把握技术的现状和发展趋势，是本书的写作重点。

全书共分 12 章：

第一章概述计算机网络的结构，简要介绍 OSI/RM，TCP/IP，IEEE802 以及 ATM 的结构模型，掌握这些结构和模型对于掌握计算机网络的总体概念是十分必要的。

第三章讲解计算机网络的基本组成部件，内容包括各种部件的结构、功能以及工作原理。

第二、四、五章全面、系统地讲解以太网、快速以太网和千兆位以太网，内容包括它们的由来与发展、系统的结构与组成、性能的分析与技术要点等。

第六章重点是因特网的结构与硬件组成，希望读者通过这一章的学习能够知道因特网这个令人感到既神秘又兴奋的庞然大物究竟是如何组成的。

第七章则是希望读者在了解因特网物理组成的基础上进而知道它是如何工作的。

第八章内部网和虚拟专用网和第九章 Internet 的接入与安全防范，围绕如何构建一个局部网络作出较为全面的介绍，所介绍的技术反映了迄今为止的最新成果，具有很强的实用价值。

第十章介绍了计算机网络的管理，相对来说，这一章的概念、模型所占比重较大，这是由网络管理本身所决定的。

第十一章围绕当前 IT 业面临的多媒体信息的数字化要求三网融合重要课题编写的，介绍了三网融合的基础、三网融合的技术要点、相关的国际标准等。通过本章的学习你对三网融合将会有清醒的认识，对其关键技术将会有有一个大概的了解。

第十二章讲解如何构建一个局部网络，这一章的工程性和实践性很强，它也是对前面各章所介绍技术的综合应用。

本书是作者多年来从事教学工作和计算机网络工程工作的总结，也是有关技术资料的摘要和汇总。本书可作为计算机及有关专业的大学生和研究生的教材或教学参考书，也可作为计算机网络工程技术人员的参考书。

作者

2000.10

目 录

第 1 章 计算机网络的结构	1
1.1 数字信息化革命与计算机网络	1
1.2 计算机网络技术的演变	2
1.3 常用定义及术语	4
1.3.1 基带和宽带	4
1.3.2 同步和异步传输	4
1.3.3 带宽和线速度	4
1.3.4 定时服务(Isochronous Service)	5
1.3.5 多路复用(Multiplexing)	5
1.4 计算机网络的结构	6
1.4.1 概述	6
1.4.2 开放式系统互连参考模型	7
1.4.3 网络互连体系结构	10
1.4.4 TCP/IP 体系结构	12
1.5 IEEE 802 标准	14
1.6 ATM(Asynchronous Transfer Mode)网络	15
1.6.1 什么是 ATM?	15
1.6.2 ATM 物理层	16
1.6.3 ATM 层	17
1.6.4 ATM 适配层与 ATM 交换	17
1.7 计算机网络结构的发展回顾	18
1.8 结束语	19
第 2 章 10Mbps 以太网	20
2.1 概述	20
2.2 以太网拓扑结构的变迁	22
2.3 10Mbps 以太网的结构	24
2.4 10Mbps 以太网的物理层	24
2.4.1 10BASE5 和 10BASE2	25
2.4.2 10BASE-T: 双绞线以太网	25
2.4.3 10BASE-F: 光缆	25
2.5 以太网的介质存取控制: MAC	26
2.5.1 介质存取控制帧格式	26
2.5.2 介质存取控制(MAC)子层	29
2.6 以太网接口操作	31

2.6.1 以太网接点的硬件结构与功能	31
2.6.2 发送操作	32
2.6.3 接收操作	32
2.7 逻辑链路控制 LLC	32
2.7.1 LLC 提供的服务	33
2.7.2 逻辑链路控制 LLC	33
2.8 以太网的中继器规则	34
2.9 局域网的网络分析	35
2.10 网络的分段	37
2.11 结束语	38
第3章 计算机网络的基本互连构件	39
3.1 通信媒体	39
3.1.1 同轴电缆	39
3.1.2 双绞线	40
3.1.3 光纤	41
3.2 网络适配器	41
3.3 中继器或集线器	43
3.3.1 中继器的工作原理	43
3.3.2 中继器的类型	44
3.3.3 中继器的性能	45
3.4 网桥	48
3.5 交换机	49
3.5.1 交换机的工作原理	50
3.5.2 交换机的工作模式	52
3.5.3 交换机的体系结构	52
3.6 路由器	54
3.6.1 路由器工作原理	54
3.6.2 体系结构	56
3.7 远程访问服务器	58
3.7.1 点到点通信协议 PPP 及确认	58
3.7.2 远程访问服务器	59
3.8 结束语	60
第4章 快速以太网	61
4.1 快速以太网简介	61
4.1.1 快速以太网的出现	61
4.1.2 快速以太网的物理层	61
4.1.3 100BASE-T 的应用问题	63
4.2 10BASE-T 和 100BASE-T 之间的主要区别	64
4.2.1 介质无关接口(MII)和接入单元接口(AUI)	64

4.2.2	双速 10/100Mb/s 功能	64
4.2.3	I 类和 II 类中继器	65
4.2.4	全双工操作和流量控制	66
4.3	快速以太网的传输介质和拓扑结构	69
4.3.1	100BASE-T4	69
4.3.2	100BASE-TX	69
4.3.3	100BASE-FX	70
4.4	混合交换式以太网拓扑结构	70
4.4.1	100BASE-T 中继规则	70
4.4.2	冲突直径的计算	72
4.4.3	混合交换式以太网拓扑结构	72
4.4.4	主干网的设计	74
4.5	虚拟局域网 VLAN	75
4.5.1	虚拟网的概念	75
4.5.2	虚拟网的分类	76
4.5.3	VLAN 的帧格式	77
4.6	结束语	78
第 5 章	千兆位以太网和多层交换	79
5.1	千兆位以太网的简要介绍	79
5.1.1	千兆位以太网的出现	79
5.1.2	千兆位 MAC 操作	79
5.1.3	千兆位的全双工操作	81
5.2	千兆位以太网的物理层技术	83
5.2.1	物理层概要	83
5.2.2	介质相关接口 (MDI)——光纤连接器	85
5.2.3	短跳线电缆 (1000BASE-CX)	85
5.2.4	中继器操作	85
5.3	千兆位以太网的应用	86
5.4	服务质量 QoS	88
5.4.1	QoS 是应用的需求	88
5.4.2	IP QoS 的体系结构	88
5.5	多层交换	90
5.5.1	交换的好处	90
5.5.2	逐包转发交换	91
5.5.3	Ip 交换	91
5.5.4	标记交换	92
5.5.5	基于路由的 IP 汇聚交换 (ARIS)	94
5.6	高层交换	95
5.6.1	第四层交换	95

5.6.2 服务器交换	96
5.7 结束语	99
第6章 因特网的结构	100
6.1 因特网的发展史	100
6.2 异构计算机网络的互连	101
6.2.1 同构和异构计算机网络	101
6.2.2 网络互连要求	101
6.2.3 网络互连方法	102
6.2.4 IP 级联网的操作	103
6.3 因特网的物理组成	106
6.3.1 因特网的拓扑结构	107
6.3.2 网关	107
6.3.3 子网与自治系统	109
6.3.4 因特网的体系结构	110
6.4 因特网的地址	111
6.4.1 物理地址	111
6.4.2 IP 地址	112
6.5 因特网的域名系统	116
6.5.1 层次型的域名结构	116
6.5.2 因特网域名的管理	117
6.6 因特网的地址解析	117
6.6.1 域名解析	118
6.6.2 地址解析协议	118
6.6.3 逆向地址解析协议 RARP	123
6.7 TCP/IP 协议族	124
6.8 结束语	126
第7章 因特网数据传输协议	127
7.1 概述	127
7.2 Internet 协议(IP)	127
7.2.1 IP 数据报	128
7.2.2 IP 的头标	128
7.2.3 数据报生存期	131
7.2.4 路由选择与路由协议	132
7.2.5 Internet 控制报文协议(ICMP)	135
7.3 传输控制协议 TCP	139
7.3.1 TCP 提供的服务	139
7.3.2 TCP 工作流程	139
7.3.3 端口和套接口	140
7.3.4 TCP 向上层提供的服务	141

7.3.5 TCP 协议数据单元.....	142
7.3.6 连接的建立与拆除.....	143
7.4 用户数据报协议(UDP).....	146
7.5 电子邮件的表示与传输.....	147
7.5.1 电子邮件的信息格式.....	147
7.5.2 电子邮件的传输.....	148
7.6 超文本传输协议.....	149
7.7 结束语.....	150
第 8 章 内部网和虚拟专用网.....	152
8.1 Intranet 的出现和发展.....	152
8.1.1 什么是内部网(Intranet)?.....	152
8.1.2 内部网的适用范围.....	153
8.2 Intranet 的组成及结构.....	154
8.2.1 内部网的组成.....	154
8.2.2 内部网中计算机的硬件和软件.....	155
8.2.3 Intranet 的特点.....	156
8.3 内部网的功能.....	157
8.3.1 一个典型的主页.....	157
8.3.2 其他页面.....	158
8.4 客户机/服务器交互.....	160
8.4.1 通信的建立.....	160
8.4.2 客户和服务器的.....	160
8.4.3 客户和服务器的交互.....	162
8.4.4 三层结构模式.....	163
8.5 内部网的技术基础.....	164
8.5.1 什么是 Web?.....	164
8.5.2 Web 的软件结构.....	165
8.5.3 Web 中的命名方案.....	165
8.5.4 超文本标记语言.....	166
8.5.5 浏览器结构.....	166
8.5.6 动态文档.....	167
8.6 内部网的安全性.....	169
8.6.1 定义安全性目标.....	169
8.6.2 建立有效的安全性措施.....	170
8.7 虚拟专用网.....	171
8.7.1 什么是 VPN?.....	171
8.7.2 VPN 的工作原理.....	172
8.7.3 隧道协议.....	173
8.8 结束语.....	177

第9章 Internet 的接入与安全防范	178
9.1 Internet 的接入技术	178
9.2 拨号上网	179
9.2.1 单机上网	179
9.2.2 一线多机上网	179
9.3 DDN 专线接入	180
9.3.1 用户终端设备接入 DDN	180
9.3.2 用户网络接入 DDN	181
9.4 ISDN 接入	182
9.4.1 ISDN 简介	182
9.4.2 客户端的 ISDN 设备	183
9.5 数字用户线(xDSL)接入	186
9.5.1 xDSL 的工作原理	186
9.5.2 xDSL 的种类	187
9.5.3 xDSL 的实现	188
9.6 CATV 和无线接入	189
9.6.1 CATV 接入	189
9.6.2 无线接入	189
9.7 计算机网络的安全性	190
9.7.1 计算机网络安全的重要性	190
9.7.2 计算机网络安全的基本状况	191
9.7.3 计算机网络安全性定义与评估	192
9.7.4 网络的安全策略	193
9.8 网络信息安全的关键技术	195
9.8.1 数据加密技术	195
9.8.2 漏洞扫描技术	196
9.8.3 入侵检测技术	196
9.9 防火墙	197
9.9.1 什么叫防火墙	197
9.9.2 防火墙的控制准则	199
9.9.3 防火墙的配置原则	199
9.9.4 防火墙的基本类型	202
9.10 代理服务器	206
9.10.1 代理服务器的工作原理	206
9.10.2 代理服务器结构	207
9.11 病毒的防范和查杀	208
9.12 结束语	209
第10章 计算机网络的管理	210
10.1 概述	210

10.1.1	网络管理的定义	210
10.1.2	网络管理的目标、内容和意义	210
10.1.3	网络管理的标准	211
10.2	网络管理的功能	211
10.3	网络管理系统的一般结构	213
10.4	Internet 的网络管理	214
10.4.1	网络管理模型	214
10.4.2	管理信息的结构	215
10.4.3	管理信息库(MIB)	216
10.4.4	TCP/IP 网络管理协议——SNMP	218
10.5	远程监控(RMON)	226
10.5.1	RMON 的目的	227
10.5.2	RMON 的管理信息库	227
10.5.3	RMON2	228
10.6	结束语	229
第 11 章	三网融合技术	231
11.1	概述	231
11.2	多媒体信息传输的技术标准	231
11.2.1	H.323 的最基本服务单元	232
11.2.2	服务区的结构	233
11.2.3	媒体网关控制协议(MGCP)	233
11.2.4	补充服务协议	233
11.3	宽带 IP	234
11.4	IP 电话的关键技术	235
11.4.1	语音压缩技术	235
11.4.2	静噪抑制技术	235
11.4.3	回声消除技术	236
11.4.4	语音抖动处理技术	236
11.4.5	语音优先技术	236
11.4.6	IP 包分割技术	237
11.4.7	VoIP 前向纠错技术	237
11.4.8	IP 电话的实现方式	237
11.5	IP 网络上的视频通信	239
11.5.1	视频压缩技术	239
11.5.2	视频编码在 IP 网上的传输	240
11.5.3	IP 视频通信控制	241
11.6	IP/TV 网络视频点播系统	243
11.6.1	视频点播的一般性介绍	243
11.6.2	点播电视系统的组成	245

11.6.3 视频服务器	246
11.6.4 IP/TV 网络视频点播系统	251
11.7 LAN 会议电视标准: H.323	252
11.8 Internet 2 和下一代因特网	253
11.8.1 概述	253
11.8.2 下一代因特网的发展规划	254
11.9 下一代的 IP 地址	255
11.9.1 IPv6 的地址格式	255
11.9.2 从 Ipv4 向 IPv6 过度的策略和方法	256
11.10 结束语	257
第 12 章 计算机网络的组建	259
12.1 叙言	259
12.2 结构化布线系统的组成和结构	259
12.2.1 结构化布线系统的由来和发展	259
12.2.2 结构化布线系统的拓扑布局与组成	260
12.2.3 新、老建筑物之间的区别	262
12.3 结构化布线系统的设计准则	262
12.3.1 通讯通路与时空标准	262
12.3.2 布线的接地和保护连接标准	264
12.4 结构化布线系统的测试与验收	265
12.5 计算机网络的总体拥有成本	266
12.6 企业级计算机网络工程的设计	267
12.6.1 一般原则	267
12.6.2 交换机设备的选取与配置	269
12.6.3 中心机房设备的配置	270
12.6.4 远程小型办公室的考虑	271
12.6.5 安全防范与因特网的接入	272
12.7 子网的划分与配置	273
12.7.1 子网掩码的作用	273
12.7.2 子网的规划方案	274
12.8 计算机网络的安装与调试	280
12.9 计算机网络的故障检测与维护	281
12.10 结束语	281

第1章 计算机网络的结构

1.1 数字信息化革命与计算机网络

当前社会正在经历着一场数字化信息革命。正如蒸汽机、发电机、电动机把人类带入工业化社会一样，数字信息化革命会将人类带入新的信息社会，再次改变人类的生活和工作方式，再一次引起新的经济飞跃。

何为数字信息化革命？它和计算机网络有着什么样的关系？

对于信息，有各种说法。信息科学（Information Science）这个词最早出现于 1973 年美国 NATO 进修学院的一次讲演上，20 年来，它引起世界各国的极大关注。信息论和控制论的创始人之一 N. Wiener 对信息作过这样的定义：“信息是人们在适应外部世界并且使这种适应反作用于外部世界的过程中，同外部世界交换内容的名称。”现代科学把信息、物质与能源明确地区分开来，将信息看成是表现事物，并由事物发出的消息、情报、数据和信号中所包含的内容，而不是事物本身。一切事物的活动都产生信息，所以说信息是表达事物状态和运动特征的普遍形式。

信息的基本活动包括信息获取、信息传递、信息处理与再生、信息施效等，如图 1.1。

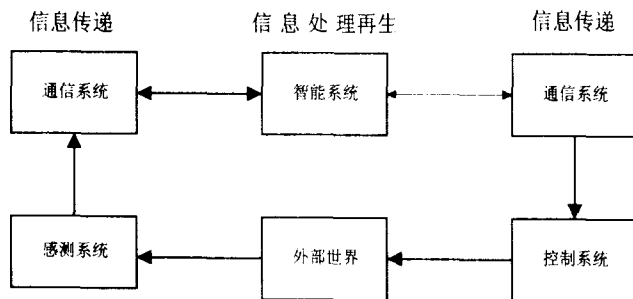


图 1.1 信息的基本活动

信息的主要特征是时效性和综合性，只有及时的、综合的信息才是最有价值的信息。为了保证信息的及时性和综合性，必须运用先进的技术处理信息的各种活动。而计算机网络是所有这些技术的基础。

信息具有多种形式，如文字、数字、声音、图像等。所有这些形式的信息均用数字“0”和“1”表达，就是信息的数字化。对于数字化信息，其基本的组成单位是“0”和“1”，也就是比特（bit），所以信息社会也有人称为比特社会。

数字信息化革命它发源于 3C，即 Computer（计算机）、Communication（通信）、Content（信息内容本身），结合为“三化”：数字化、网络化、信息化。这场数字信息化革命以美国克林顿政府提出建设信息高速公路开始。克林顿政府于 1993 年 9 月成立了信息

基础工作组，发表了建立 NII(National Information Infrastructure)的构想，在其行动日程中，对 NII 作了如下定义：NII 是美国所有的国民，当需用必要的信息时，可以在需要的场所，以适当的价格得到系统的支持。NII 是由相互连接的通信网络、信息设备、信息数据库和人机部分构成。

我国的数字信息化革命以一系列金字工程为代表，金桥、金卡、金关、金税、金智、金企、金农和金策等八个金字化系列工程，代表了我国的信息化框架，包括了国民经济信息化的主要领域，被列为“九五”重点工程。我国信息的概念模型在“九五”期间可以用图 1.2 表示。

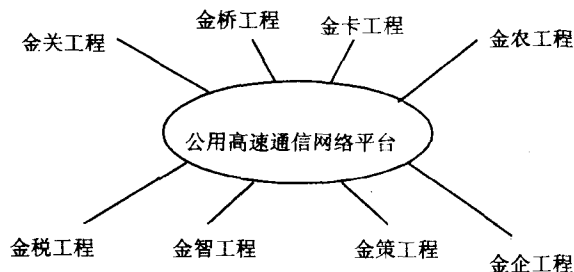


图 1.2 我国信息工程的概念模型

这八大金字号系列工程，代表了我国各专门领域的信息系统。它们分别是：国家经济信息系统，电子货币系统，国家外贸、税收、科研教育系统，国家企业生产与流通信息系统，国家农业综合管理及信息服务系统，国民经济宏观决策服务系统等。此后又有医疗卫生信息系统（金卫工程）、房地产管理信息系统（金房工程）等加入。在这场数字化信息革命中，计算机网络起着十分重要的作用。网络化是实现信息化社会的基础结构。正因为如此，计算机网络近年来获得了高速发展，新的概念、新的技术、新的方法，如雨后春笋不断涌现，令人目不暇接。

1.2 计算机网络技术的演变

从技术的角度来看，计算机网络的发展可分为四个时代，即大型机网络、小型机网络、共享式网络和交换式网络。

大型计算机网络（1967—1975）

这是大型计算机主宰计算技术的年代，所有的计算程序均在大型计算机上运行。通信网络的任务是使远程终端可以共享大型机的资源。为减少与远程终端的通信开销，人们专门设计了一种不同的硬件结构的设备来完成通信任务，这就导致了通信处理机的出现。通信处理机也称前端处理机 FEP (Front End Processor)。FEP 分工完成全部的通信任务，而让原来的主机专门从事数据处理，明显地提高了主机的处理效率。这时通信网络传输的数据主要是文本 (textual)。

在大型计算机网络中，组成通信网络的基本元素是前端处理机和簇 (Cluster) 控制器。簇控制器也称为集中器 (Concentrator)。集中器和前端机相似，也是一种通信处理机，它的一端经多条低速线路与终端相连，另一端用一个较高速度的线路与计算机相连。

集中器不是简单的多路复用,而是一种智能复用,可减低通信费用,节省调制解调器。

小型计算机网络(1975—1985)

随着小型计算机的发展,许多公司将他们的工程、商务转移至小型机上,终端访问以一种基本的方式开始,即用异步终端直接连接到小型机的端口上。统计多路复用技术发展起来,数据 PBX(专用小型交换机)在许多网络中处于中心地位,允许终端用户选用计算机,并争用计算机端口。

小型计算机网络使计算机网络的机构发生了重大变化,由以大型计算机为中心发展为以 PBX 为中心,所需设备和部件可由多个厂商提供,打破了网络上的垄断,使更多的制造商进入网络市场,使计算机和通信技术进一步融合。

共享带宽 LAN 时代(1985—1995)

个人计算机的爆炸性增长,促使了局部网络的发展,使计算机网络进入了共享带宽 LAN 的时代。局部网络有高速局部网、PBX 和 LAN 之分。其中以 LAN 发展最快、应用最广。开始,在 LAN 中的所有计算机采用共享的办法共享通信媒体的带宽。共享的办法有三种,这三种办法是轮转、预约和竞争。轮转是轮流地给每一个工作站一个发送的机会,在此机会期间,工作站可以完成它的发送任务或者只完成发送任务的一部分。当工作站发送完毕或机会时间到,它会施放对媒体的控制,将发送权利按逻辑顺序传给下一个工作站。令牌环和令牌总线 LAN 便是采用这种共享方式。预约是将媒体的传输时间分为许多时间片,要发送信息的工作站可提前申请使用一个或多个时间片,对于所申请时间片的数量可以不加限制。分片环 LAN 就是采用这种办法控制对媒体的访问。在竞争的方式下,没有任何控制可以决定下一个发送应轮到哪一个工作站,所有的工作站都可以竞争使用媒体,最先抓住控制权的便可发送信息。以太网便使用了这种办法去控制对媒体的访问。具体地说,以太网采用了具有冲突检测的载波侦听多路访问的媒体访问控制技术,这种技术简称为 CSMA/CD,应用最为广泛。对于 CSMA/CD,由于竞争碰撞等因素,一个带宽为 10Mbps 的通信媒体,其实际带宽只为 0—4Mbps。

交换式计算机网络时代(1995 开始)

微型计算机的迅速增长,推动了网络第三个时代的发展。先进的微型计算机拥有的吞吐速率,远远超过了以太网和令牌网提供的传输速率,服务器尤其如此。随着企业信息功能向应用服务器的转移,要有效地支持大量用户,必须要有更高的数据速率。特别是多媒体技术的发展,对通信媒体的带宽要求更高。在每一个行业和每种类型的应用中,数据更多的是用图像表示而不是文本表示,万维网(WWW)、文档成像、医疗放射学、CAD、录像培训及出版前编辑,就是大量占用带宽的应用例子。其他一些趋势也使网络的负担加重,越来越多的用户加入到计算机网络中来。客户/服务器以及三层结构模式的应用使带宽的需求成倍增长。共享媒体式计算机网络无法满足这些的要求,因而交换式计算机网络应运而生,并得到迅速发展。

交换打破了对媒体共享的传统,使网络效率大大提高。交换技术不仅用于网络的第 2 层,第 3 层交换和面向应用的交换也已得到了实际应用。交换机允许端口同时交换数据包而且速度快了许多。交换机是交换式通信网络的核心,它的工作方式类似于程控交换机,也是在获准通信的双方建立一条线路,挂断后立即取消,并将端口置为空闲状态,允许别人呼叫。交换机的工作原理是通过内部矩阵交换机构或其他交换机构将输入

端进来的数据包传送给输出端, 交换的过程是用硬件实现的, 故而速度快。

1.3 常用定义及术语

为了便于以后内容的讲解, 先对几个常用的定义和术语进行介绍。

1.3.1 基带和宽带

通信系统中传输的信息可用两种信号表示: 模拟信号和数字信号。而通信系统的本身也可以是模拟的或数字的, 即是说信息可以用模拟的或数字的方式在通信网路中传输, 而这两种信号通过一定的办法可以相互转换。传输时如用原来表示信息的信号形式进行, 在通信中称为基带传输。为方便起见, 计算机网络借用通信术语, 把只传输数字信号的技术称为基带传输。基带传输这个词及其含义已被人们广泛接受, 但我们必须注意, 计算机网络中的基带和通信中的基带, 虽然名字相同但其含义不同。

在电信界中, 宽带是指带宽大于语音级信道(4KHz)的任意信道, 而在局部网路中是指采用模拟传输的技术。宽带是基于 CATV 公用天线电视技术, 采用 CATV 技术主要是因为经济上的考虑。宽带的信号传输广泛采用调制解调技术。在数据通信中, 宽带有另外的含义, 当网络的数据传输率大于 2Mbps 时, 则称为宽带网, 而传输率低于 2Mbps, 则为窄带网。

1.3.2 同步和异步传输

数字通信, 不管其采用的是模拟信号还是数字信号, 它最基本的要求是接收装置要能知道所接受的数据是从何处开始以及每一比特持续的时间。否则, 发送和接受装置由于计时的差别会造成数据传输的错误。因此, 收发装置之间应当保持步调一致, 也就是说二者要同步。

为使发送和接收装置同步最早、也最简单的办法是异步传输。异步传输又称为起止传输, 它每次传输一个字符, 用起比特和止比特标志字符的开始和结束, 每一字符由 5 至 8 比特组成。

异步通信简单、便宜, 但对每个字符要求为二至三个比特。因为每个字符的传输是独立的, 故称之为异步。每个字符的发送频率可以不同, 但发送和接收双方必须事先约定好。

在现代的计算机网络中, 对异步传输的定义有了扩展, 把每次传输的数据单元的格式和长度固定的传输也称为异步传输。如 ATM 网, 每个数据单元固定为 53 个字节, 称为信元, 也是一种异步通信。

一个更为有效的通讯方法是同步传输。在这一模式中, 字符或比特不再带有起始和终止比特。这节省了开销, 但每一比特的出发和到达时间要预知。为防止发送和接收装置之间的计时漂移, 它们的时钟应该同步。

1.3.3 带宽和线速度

在电信技术中, 常以频率单位赫、兆赫(Hz、MHz)来定义带宽。而在计算机网路中, 带宽是指一个网路所用的传输频率值范围, 这个术语是网络技术吞吐能力总量的一种描述, 带宽常用每秒可以传输的二进制位数(bps, 即 bits per second 的缩写)来表

示。带宽有时也称为线速度。

带宽或线速度并不代表线路的实际传输能力,传输中会有开销。“开销”是指不是实际传输的部分,如数据包中的头标部分与数据包之间的间隙等。

“利用率”是指线路用来成功地传输数据包的时间,利用率使用百分比或二位分数来表示。“流通量”与利用率是一回事,但用 Mbps 进行测量,而“峰值利用率”是指在给定时间段内所发生的最高利用率。“饱和”则是指网络已经到达它的容量极限。

1.3.4 定时服务(Isochronous Service)

对数据通信来说,定时传送(有时也称为“等时传送”)是一个较新的术语。如果一个事件按已知的、周期性的间隔重复出现,那这个事件就被认为是定时的。在一个提供定时服务的网络中,在一个工作站对网络的两次访问之间,其时间间隔是固定的,或者是其最短时间间隔的整数倍。定时服务网络与同步网络不同,在同步网络中,平均带宽和最大响应时间得到了保证,而在定时服务网络中保证的是特定量的带宽和传输机会之间的固定时间间隔。提供定时服务的网络,支持位传输速率不变的应用,这些应用对时间有严格的要求。这类应用的实例有:位传输率不变的声音、视频和电路模拟信号等。定时服务是网络的 QoS(服务质量)所要求提供的服务之一。

相对于定时服务,传统的网络提供的是突发性服务。一个站点,可能在较长时间内,没有任何的服务要求;但一旦有服务的要求,则可能要传送大量的信息。这类信息传输的要求是准确、无丢失的,对于个别错误的信息,可用重传的办法给予补救。而定时信息却不然,信息对到达的时间有严格的要求,允许有个别数据包的错误,对个别错误信息的处理办法是丢弃不要。

1.3.5 多路复用(Multiplexing)

多路复用是把两个以上的单独信号合并起来,同时在一个通信信道上进行传输的过程。这就是说,应用普通的多路复用技术,一条高容量的传输线就可同时传送声音、视频和数据的复合信息。两个最常用的多路复用方案是时分多路复用 TDM(Time-Division Multiplexing)和统计时分多路复用 STDM(Statistics Time-Division Multiplexing)。

时分多路复用是允许多个通道共享一条通信线路的数字传输技术。当使用 TDM 时,高容量的总带宽被分为若干个同步的时间槽(time slot)。每个通道预先被分配有确定数目的时间槽。

时分多路复用的一个主要缺点是:某些通道没有数据传输时,已分配给这些通道的时间槽不可能再分给其他通道使用,从而造成浪费。统计时分多路复用就是为了克服这一浪费带宽的问题而产生出来的一种数字传输技术。STDM 的技术基础在于,它利用在同一个时间内并不是所有的通道都在进行数据传输的这一事实。与时分多路复用相同,统计多路复用器顺序地扫描输入数据流,并把每个数据流放到时间槽中。但是,与 TDM 不同的是,STDM 通过动态地按需分配时间槽来响应每个通道变化的需求。如果某个通道有大量的数据要传送,就多分一些时间槽给它;反之,如果某个通道没有数据要传送,就不分时间槽给它。

除了以上的多路复用技术外,在现代的光纤传输中,还有波分多路复用技术。光