

全新计算机 网络技术教程



北京希望电子出版社

郭俭水

王宝智 尚小伟

张 炜 崔 剑

总策划

主 编

编 著

本书附盘可从本馆主页 <http://lib.szu.edu.cn/>
上由“馆藏检索”该书详细信息后下载，
也可到视听部复制



北京希望电子出版社

Beijing Hope Electronic Press

www.bhep.com.cn

内 容 简 介

本书全面系统地介绍了计算机网络的新技术,包括计算机网络通信技术、以太网系列技术、宽带 ISDN 技术、IP 路由技术、网络寻址技术、IP 交换技术、VLAN、无线网络技术、宽带 IP 网络、IPSec VPN、QoS 技术等。

本书共由 12 章组成,它们分别是计算机网络技术基础、计算机网络通信基础、10G 以太网技术、宽带 ISDN 技术、计算机网络路由、计算机网络寻址、IP 交换、虚拟局域网 VLAN、无线网络技术、宽带 IP 网、VPN 网络技术和 QoS 技术。

本书体系结构合理,取材新颖,其中 VLAN、VPN、QoS、WAP、HIPERLAN、IP 交换、10G 以太网、流媒体技术等内容很有学习参考价值。

全书内容按照“原理→传统技术→新技术→工程应用”的层次组织,知识模块清晰,先简单后复杂,先原理后应用,符合认知规律,可以作为高等院校计算机专业本科(相关专业研究生)教材、计算机网络工程技术参考书以及技术培训教程。

本版 CD 内容为本书的 PowerPoint 文档,可供教学或自学时参考、使用。

系 列 书 : 21 世纪计算机科学技术教材系列(4)

书 名 : 全新计算机网络技术教程

总 策 划 : 北京希望电子出版社

文 本 著 者 : 郭淦水 主编 王宝智 尚小伟 张炜 崔剑 编著

C D 制 作 者 : 希望多媒体开发中心

C D 测 试 者 : 希望多媒体测试部

责 任 编 辑 : 吴挺

出版、发行者 : 北京希望电子出版社

地 址 : 北京市海淀区知春路甲 63 号卫星大厦三层 100080

网址: www.bhp.com.cn

E-mail: lwm@bhp.com.cn

电话: 010-62520290,62521724,62528991,62630301,62524940,62521921,82610344

(发行) 010-82675588-202(门市) 010-82675588-501,82675588-201(编辑部)

经 销 : 各地新华书店、软件连锁店

排 版 : 希望图书输出中心 马君

C D 生 产 者 : 北京中新联光盘有限责任公司

文 本 印 刷 者 : 北京东升印刷厂

开本 / 规格 : 787 毫米×1092 毫米 1/16 开本 20.5 印张 471 千字

版次 / 印次 : 2002 年 10 月第 1 版 2002 年 10 月第 1 次印刷

印 数 : 0001-4000 册

本 版 号 : ISBN 7-900118-58-6

定 价 : 32.00 元(本版 CD)

说明: 凡我社产品如有残缺,可执相关凭证与本社调换。

前 言

当前计算机网络技术有以下几个发展动向,即网络交换技术分组化趋势、网络基础设施宽带化趋势、网络功能结构扁平化趋势、网络业务应用 IP 化趋势、网络窄带接入的无线化趋势以及网络安全综合化趋势。这 6 大发展趋势是本书成书的指针。

通常意义上的计算机网络技术是指物理网络技术,对应网络体系结构中的下层网络,它们负责将网络数据在物理设备之间进行传输。基于上述观点,物理网络技术主要包括的种类是 2 大类,即局域网技术和广域网技术。局域网技术解决的问题是如何在联网计算机之间交换数据,广域网技术解决的问题是如何在局域网之间交换数据。本书讨论的网络技术的范畴要比物理网络技术大,主要内容如下。

- 1) 计算机网络通信技术(第 2 章):解决计算机网络数据通信。
- 2) 以太网系列技术(第 3 章):解决网卡之间的数据传输。
- 3) 宽带 ISDN 技术(第 4 章):解决各种专用网之间的数据通信。
- 4) 计算机网络路由技术(第 5 章):为计算机网络数据提供传送路径。
- 5) 计算机网络寻址技术(第 6 章):在不同类型的网络中的主机间传送数据。
- 6) IP 交换(第 7 章):新型交换技术与 IP 路由技术结合的产物,使数据传输的效率和質量有了明显地改进。
- 7) 虚拟网络技术(第 8 章):如何在现有网络设施中建立逻辑的区域或数据通道,使数据传输更加安全和灵活。
- 8) 无线网络技术(第 9 章):解决如何通过无线介质传输数据。
- 9) 宽带 IP 网络技术(第 10 章):解决如何在 IP 网络上提供宽带服务。
- 10) VPN 网络技术(第 11 章):解决如何在公共网络中建立私有的专用数据通路,以保证数据传送的安全性。
- 11) QoS 技术(第 12 章):解决在现有网络体系结构中如何通过控制技术提高数据传输的效率及服务质量。

参加本书编著工作的人员还有徐晓良、陈建宇、刘伟、卢忠东、陈士春、吴关鹏、胡子飞、王鹏、詹起航、陈西晓、章道昆、朱勇、张向林、赵三军、蒙奕哲、李静、邹波、韩胜利、曾瑞华、欧阳坚毅以及詮智艺博工作室,作者对他们的辛勤劳动表示衷心的感谢。

由于水平有限,书中不当之处恳请批评指正。作者 E-mail 地址为 w_bz@fm365.com。

为配合本书的发行,出版社还开辟了“《全新计算机网络技术教程》读者反馈和作者答复信息库”。如果在阅读本书的过程中,遇到了问题或产生了想法,请通过 wuting@bhp.com.cn 邮箱或电话 010-82675588-511 与本书的责任编辑联系,我们将及时提供技术支持。

编 者

目 录

第 1 章 计算机网络技术基础	1	2.2.4 模拟传输基础	41
1.1 计算机网络拓扑结构	1	2.2.5 复用技术	42
1.1.1 星型	1	2.2.6 光纤通信的基本原理	44
1.1.2 环型	1	2.3 数字数据交换技术	45
1.1.3 总线型	1	2.3.1 电路交换	46
1.1.4 树型	2	2.3.2 报文交换	52
1.2 计算机网络分类	2	2.3.3 分组交换	55
1.2.1 局域网	3	2.4 差错控制	58
1.2.2 广域网	3	2.4.1 差错控制方法和特征	58
1.2.3 城域网	3	2.4.2 纠错码基本概念	59
1.2.4 互联网	4	2.4.3 常用的检错码	59
1.3 网络体系结构	4	2.5 流量控制	63
1.3.1 体系结构的含义	4	2.5.1 网络拥挤和死锁	63
1.3.2 协议的含义	4	2.5.2 流量控制的含义和目的	66
1.3.3 OSI/RM 协议参考模型	5	2.5.3 流量控制方法	66
1.3.4 TCP/IP 模型	8	2.5.4 流量控制方法的综合应用	70
1.4 TCP/IP 协议	10	2.6 移动通信技术简介	71
1.4.1 IP 协议	10	2.6.1 第一代移动通信系统	71
1.4.2 TCP 协议	18	2.6.2 第二代移动通信系统	71
1.5 网络技术分类	21	2.6.3 第三代移动通信系统	72
1.5.1 计算机网络技术的含义	21	2.7 通信技术新发展—三网合一	73
1.5.2 计算机网络技术分类	22	2.7.1 三网合一的含义	73
1.6 小结	24	2.7.2 三网合一实现中的问题	74
1.7 思考题	24	2.8 小结	75
第 2 章 计算机网络通信基础	26	2.9 思考题	75
2.1 数据传输的编码基础	26	第 3 章 10G 以太网技术	76
2.1.1 有线和无线通信码型	26	3.1 以太网	76
2.1.2 光纤通信码型	30	3.1.1 以太网层次结构	76
2.1.3 频率、频谱和带宽	32	3.1.2 以太网的帧格式	76
2.2 数据传输的电子学基础	34	3.1.3 以太网工作原理	77
2.2.1 概述	34	3.1.4 以太网物理层标准	78
2.2.2 数字传输中的常见电平标准	35	3.1.5 5-4-3 规则	80
2.2.3 数字传输基础	37	3.2 快速以太网	81

3.2.1	快速以太网的层次结构.....	81
3.2.2	快速以太网的工作原理.....	81
3.2.3	快速以太网对以太网的改进.....	83
3.2.4	快速以太网工程指标.....	84
3.3	千兆以太网.....	84
3.3.1	千兆以太网层次结构.....	84
3.3.2	千兆以太网工作原理.....	84
3.3.3	千兆以太网的物理拓扑.....	86
3.3.4	千兆以太网的主要改进.....	87
3.4	10G 以太网.....	88
3.4.1	10G 以太网发展背景.....	88
3.4.2	10G 以太网目标.....	88
3.4.3	10G 以太网的主要差异.....	89
3.4.4	10G 以太网物理层.....	89
3.4.5	10G 以太网 MAC 层.....	91
3.4.6	帧格式.....	92
3.4.7	LAN 与 WAN 的速率适配.....	93
3.4.8	10G 以太网的研发与前景.....	94
3.4.9	10G 以太网优势.....	95
3.5	以太网技术指标比较.....	95
3.6	小结.....	96
3.7	思考题.....	97
第 4 章	宽带 ISDN 技术.....	98
4.1	ISDN.....	98
4.1.1	ISDN 的含义.....	98
4.1.2	ISDN 的基本特点.....	98
4.1.3	ISDN 的功能.....	98
4.1.4	ISDN 支撑业务.....	99
4.1.5	ISDN 的体系结构.....	100
4.1.6	ISDN 用户网络接口 UNI.....	100
4.1.7	ISDN 的发展方向 ——宽带 ISDN.....	102
4.2	帧中继.....	103
4.2.1	技术背景.....	103
4.2.2	帧中继定义.....	103

4.2.3	帧中继网络组成.....	104
4.2.4	帧中继适用场合.....	104
4.2.5	帧中继帧格式.....	104
4.2.6	帧中继数据传输协议.....	105
4.2.7	帧中继工作原理.....	106
4.2.8	阻塞控制.....	107
4.3	ATM.....	108
4.3.1	ATM 的诞生与发展.....	108
4.3.2	ATM 的含义.....	111
4.3.3	ATM 网络元素.....	111
4.3.4	ATM 服务类别.....	112
4.3.5	ATM 服务的 5 个种类.....	112
4.3.6	ATM 协议模型.....	113
4.3.7	ATM 信元结构.....	115
4.3.8	ATM 工作原理.....	116
4.3.9	ATM 适配层 AAL.....	119
4.3.10	AAL 协议.....	120
4.4	小结.....	123
4.5	思考题.....	123
第 5 章	计算机网络路由.....	124
5.1	路由的概念.....	124
5.1.1	路由选择及其算法.....	124
5.1.2	常见的路由选择方法.....	124
5.1.3	路由算法分类.....	125
5.1.4	路由算法应该满足的要求.....	126
5.2	路由算法简介.....	126
5.2.1	固定式路由选择算法.....	126
5.2.2	自适应式路由选择算法.....	129
5.2.3	分层式路由选择.....	131
5.3	Internet 路由技术.....	132
5.3.1	Internet 路由协议分类.....	132
5.3.2	路由信息协议 RIP.....	133
5.3.3	开放最短通路 优先协议 OSPF.....	136
5.3.4	BGP 协议.....	138

5.4	路由器关键技术.....	140
5.4.1	路由器的 2 大功能.....	140
5.4.2	路由器的关键技术问题....	141
5.4.3	路由器应用展望.....	145
5.5	小结.....	145
5.6	思考题.....	146
第 6 章	计算机网络寻址	146
6.1	主机寻址信息.....	146
6.2	主机寻址过程.....	146
6.3	子网(局域网)寻址.....	147
6.3.1	广播式信道寻址.....	148
6.3.2	点到点信道寻址.....	148
6.4	广域网寻址.....	149
6.5	地址的封装.....	150
6.6	域名解析系统 DNS.....	154
6.6.1	为什么需要 DNS.....	154
6.6.2	域名系统解决的问题.....	155
6.6.3	TCP/IP 互联网域名.....	155
6.6.4	域名解析	157
6.6.5	域服务器报文.....	160
6.7	地址解析 ARP/RARP.....	162
6.7.1	什么是地址解析.....	162
6.7.2	从互联网地址到 物理地址映射.....	163
6.7.3	从物理地址到互联网地址...	164
6.7.4	地址解析报文.....	165
6.8	小结.....	166
6.9	思考题.....	166
第 7 章	IP 交换.....	167
7.1	概述.....	167
7.1.1	传统的 Internet 技术面临挑战.....	167
7.1.2	IP 技术与 ATM 技术结合的难点.....	168
7.1.3	IP+ATM 技术简介	168

7.1.4	IP 与 ATM 结合的模型	168
7.1.5	标准和产品.....	170
7.1.6	应用情况.....	171
7.2	ATM 局域网仿真.....	172
7.2.1	概述.....	172
7.2.2	局域网仿真的配置结构....	173
7.2.3	局域网仿真的协议结构....	174
7.2.4	LANE 帧格式	175
7.2.5	ATM 仿真局域网中的连接..	176
7.2.6	局域网仿真的工作过程....	176
7.2.7	LANE 的网络连接	177
7.2.8	LANE 存在的问题	178
7.3	ATM 支持的 IP 技术	178
7.3.1	概述.....	178
7.3.2	IPOA 的配置	179
7.3.3	IPOA 的协议结构.....	180
7.3.4	IPOA 的地址解析.....	181
7.3.5	IPOA 的网络连接.....	182
7.3.6	IPOA 的优缺点	182
7.3.7	IPOA 与 LANE 的比较	183
7.4	IP 交换	184
7.4.1	IP 交换机	184
7.4.2	IP 交换机内部协议	184
7.4.3	流的分类与处理.....	185
7.4.4	工作原理.....	186
7.4.5	IP 交换网	187
7.4.6	IP 交换的优缺点	188
7.5	ATM 上的多协议规范.....	189
7.5.1	概述.....	189
7.5.2	组成.....	192
7.5.3	工作原理.....	194
7.5.4	MPOA 与 IP 比较.....	196
7.6	标记交换.....	197
7.6.1	概述.....	197
7.6.2	标记.....	197

7.6.3	标记交换网络组成	198
7.6.4	工作原理	198
7.6.5	标记交换的优缺点	201
7.6.6	标记交换与 IP 交换的比较	201
7.7	MPLS 标准化新进展	202
7.7.1	概述	202
7.7.2	MPLS 的相关概念	203
7.7.3	MPLS 网络结构	204
7.7.4	MPLS 的标签	205
7.7.5	标签分发与处理	206
7.7.6	MPLS 数据包的传送流程	207
7.8	小结	207
7.9	思考题	208
第 8 章	虚拟局域网 VLAN	209
8.1	VLAN 的含义	209
8.2	为什么需要 VLAN	209
8.2.1	需求驱动	210
8.2.2	技术驱动	210
8.3	VLAN 的种类	211
8.3.1	基于端口分组的 VLAN	211
8.3.2	基于 MAC 地址分组的 VLAN	212
8.3.3	基于协议的 VLAN	213
8.3.4	基于 IP 的 VLAN	214
8.3.5	将 IP 组播组作为 VLAN	215
8.3.6	VLAN 的组合	216
8.3.7	基于策略的 VLAN	217
8.3.8	VLAN 与 DHCP	218
8.4	VLAN 成员之间信息通信	218
8.4.1	第二层 VLAN 成员间的通信	218
8.4.2	第三层 VLAN 成员间的通信	220
8.4.3	ATM 骨干间的 VLAN 通信	221

8.4.4	LANE	223
8.5	VLAN 标准	223
8.5.1	IEEE802.1D	224
8.5.2	IEEE802.1p	226
8.5.3	IEEE802.1Q	229
8.5.4	IEEE802.10	233
8.6	配置 VLAN 实例	233
8.7	小结	235
8.8	思考题	235
第 9 章	无线网络技术	236
9.1	无线网络原理及标准	236
9.1.1	无线网络的配置方式	236
9.1.2	无线网络的传输技术	236
9.1.3	无线局域网标准	236
9.1.4	无线应用协议 WAP	237
9.1.5	宽带无线网	237
9.1.6	无线网络技术前景展望	238
9.2	无线局域网	238
9.2.1	标准	238
9.2.2	无线局域网组成	240
9.3	WAP	241
9.3.1	WAP 简介	241
9.3.2	WAP 技术	242
9.3.3	WAP 手机上网流程	243
9.4	HiperLAN	243
9.4.1	网络结构	244
9.4.2	主要特征	244
9.4.3	HIPERLAN2 的协议栈结构	246
9.4.4	与 802.11 的比较	247
9.5	蓝牙	247
9.5.1	蓝牙协议结构	247
9.5.2	蓝牙通信系统	248
9.5.3	相关技术比较	249
9.6	小结	250

9.7 思考题.....	250
第 10 章 宽带 IP 网	251
10.1 宽带 IP 网的结构	251
10.1.1 什么是宽带 IP 网	251
10.1.2 宽带 IP 网的平面结构	251
10.1.3 宽带 IP 网的层次结构	252
10.2 SDH 和 DWDM.....	253
10.2.1 SDH 含义	253
10.2.2 SDH 的产生.....	253
10.2.3 SONET 与 SDH 的比较 ...	255
10.2.4 SDH 的特点.....	256
10.2.5 SDH 原理	256
10.2.6 DWDM 原理	259
10.3 宽带 IP 网络技术	261
10.3.1 主要的宽带 IP 网技术	261
10.3.2 IP over ATM	261
10.3.3 IP over SDH.....	262
10.3.4 IP over WDM.....	263
10.3.5 总结	264
10.4 CATV 宽带技术	265
10.4.1 CATV 宽带综合 服务网的特点.....	265
10.4.2 CATV 宽带综合服务网 的一般组成方案.....	265
10.4.3 CATV 宽带综合网的 各种模式及功能发展	269
10.4.4 CATV 宽带综合网的发展方 向——从“频分”到“时分”	270
10.5 接入网.....	272
10.5.1 接入网在电信网中的位置..	272
10.5.2 接入网定义.....	272
10.5.3 接入网的功能.....	273
10.5.4 接入网分类.....	273
10.5.5 基于 SDH 的 宽带接入技术	279
10.6 流媒体技术.....	282

10.6.1 流媒体含义.....	282
10.6.2 流媒体技术主要解决的问题	282
10.6.3 流媒体技术方式	282
10.7 小结.....	286
10.8 思考题.....	286
第 11 章 VPN 网络技术	287
11.1 VPN 概述	287
11.1.1 VPN 是什么	287
11.1.2 为什么需要 VPN	287
11.1.3 VPN 的分类	287
11.1.4 VPN 应用在哪里	290
11.2 IPSec.....	291
11.2.1 认证首部 AH	291
11.2.2 负载安全封装 ESP	293
11.2.3 为什么有 2 个协议	295
11.2.4 因特网密钥交换 IKE	297
11.3 VPN 典型应用设计	297
11.3.1 适用的场合	297
11.3.2 设计要点	298
11.3.3 设计原则	299
11.4 小结	299
11.5 思考题	299
第 12 章 QoS 技术	300
12.1 什么是 QoS 技术	300
12.1.1 服务的含义	300
12.1.2 服务的类型	300
12.1.3 服务质量的含义	301
12.1.4 什么是 QoS 技术	301
12.2 为什么需要 QoS 技术	301
12.2.1 需要 QoS 的原因	301
12.2.2 QoS 解决的问题	302
12.2.3 QoS 技术的目标	302
12.2.4 QoS 技术原则	302
12.3 QoS 技术的类型	302
12.3.1 按资源分配的方式分类	302

12.3.2	按流分类	302	12.8	QoS 体系结构	312
12.3.3	QoS 协议和技术	303	12.8.1	QoS 体系结构的含义	312
12.4	RSVP 资源预留	304	12.8.2	RSVP 和 DiffServ 端到端模型	313
12.4.1	预留建立过程	304	12.8.3	RSVP DCLASS 对象	314
12.4.2	RSVP 集成服务 的基本类型	305	12.8.4	RSVP 对聚合的预留	314
12.4.3	RSVP QoS 参数	305	12.8.5	支持 RSVP 的 MPLS	314
12.4.4	RSVP 协议机制总结	306	12.8.6	支持 DiffServ 的 MPLS	315
12.5	区分服务	307	12.9	支持组播的 QoS	315
12.5.1	区分服务的分类	307	12.9.1	支持组播的 RSVP	315
12.5.2	DiffServ 原理	307	12.9.2	支持组播的 DiffServ	315
12.6	MPLS	308	12.9.3	支持组播的 MPLS	315
12.6.1	MPLS QoS 的特点	308	12.9.4	支持组播的 SBM	316
12.6.2	MPLS QoS 原理	309	12.10	支持策略的 QoS	316
12.7	子网带宽管理 SBM	310	12.11	小结	316
12.7.1	SBM 的作用	310	12.12	思考题	317
12.7.2	SBM 组成	310	参考文献		318
12.7.3	SBM 原理	311			

第 1 章 计算机网络技术基础

1.1 计算机网络拓扑结构

拓扑结构是指网络中计算机及其他设备的连接关系。拓扑结构隐去了网络的具体物理特性（如距离、位置等）而抽象出节点之间的关系加以研究。典型的拓扑结构有以下 4 种。

- 1) 星型。
- 2) 环型。
- 3) 总线型。
- 4) 树型。

1.1.1 星型

星型拓扑技术结构以中央节点为中心，用单独的线路使中央节点与其他站点相连，各站点间的通信都要通过中央节点。这种结构主要用于分级的主从式网络，采用集中控制，中央节点就是控制中心。星型拓扑结构的特点是计算机都连接到 1 个中央节点上，计算机相对于中心节点的位置关系是平等的，如图 1-1（a）所示。星型结构的优点是增加站点容易，成本低；缺点是中央节点出故障时会导致整个系统瘫痪，故可靠性较差。

1.1.2 环型

环型拓扑结构的特点是计算机相互联接而形成 1 个环。实际上，参与连接的不是计算机本身而是环接口（1 种数据收发设备，如图 1-1（b）中的干线耦合器），计算机连接环接口，环接口又逐段连接起来而形成环，如图 1-1（b）所示。例如环型局域网是由 1 组转发器（Repeater，又称中继器）通过点对点链路连接成封闭的环构成。每个工作站在转发器处与网络连接。环型拓扑结构的优点是没有信道选择问题，网络管理比较简单；缺点是网络吞吐量小，不适宜于大信息流量的情况。

1.1.3 总线型

总线型拓扑结构就是将各个节点（服务器、工作站等）用 1 根总线（如同轴缆、双绞线、光纤等）连接起来。总线型拓扑结构的特点是计算机都连接到同一条公共传输介质（总线）上，计算机相对于总线的位置关系是平等的，如图 1-1（c）所示。总线型结构的优点是节点的插入和拆卸比较方便，某个节点的故障不会影响其他节点的工作，网络可靠性较高；缺点是存在介质访问冲突和竞争，不适用于实时环境。

1.1.4 树型

树型拓扑结构的特点是计算机都连接它的父节点（除根节点外）又都连接它的子节点（除叶节点外），连接关系呈树状，如图 1-1（d）所示。

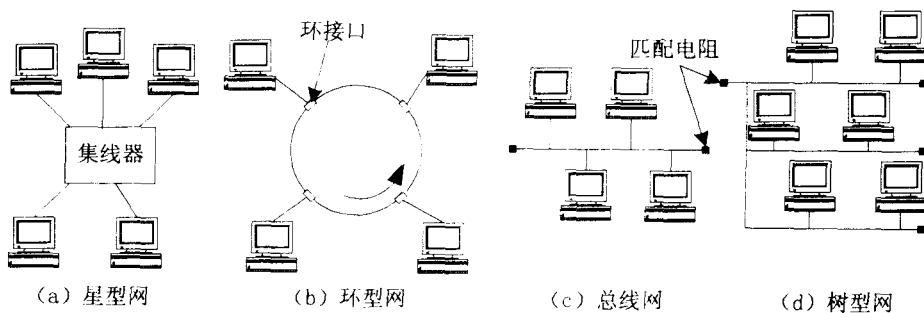


图 1-1 计算机网络拓扑结构

一般地，不同拓扑结构的介质访问技术、性能（包括各种负载下的延迟、吞吐率、可靠性以及信道利用率等）、设备开销等有差别，适用的场合也不同。

近年来，随着局域网技术的发展，在上述 4 种拓扑结构的基础上，出现了混和型结构。如星型 / 总线型结构，星型 / 环型结构。混和型结构可以充分利用各个子拓扑结构的优点，并且相互补充，从而获得较高的拓扑性能。混合型拓扑结构如图 1-2 所示。

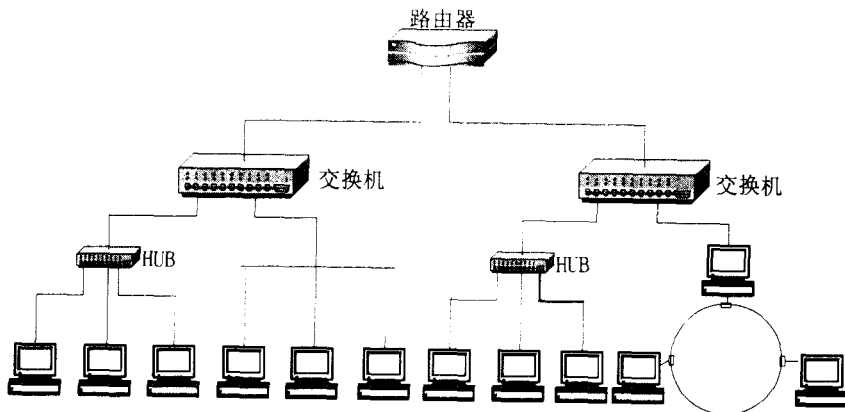


图 1-2 混合型拓扑

1.2 计算机网络分类

计算机网络的分类标准很多，能够反映网络技术本质的分类标准是计算机网络的分布距离。按分布距离的长短，我们将计算机网络分为局域网（LAN）、城域网（MAN）、广域网（WAN）和互联网（Internet），网络类型的比较如表 1-1 所示。

表 1-1 计算机网络类型比较表

分布距离	覆盖范围	网络分类	速度
10 m	房间	局域网	4 Mbit/s~10 Gbit/s
100 m	建筑物		
1 km	校 园		
10 km	城 市	城域网	50 kbit/s~100 Mbit/s
100 km	国 家	广域网	9.6 kbit/s~45 Mbit/s
1000 km	洲或洲际	网间网	9.6 kbit/s~45 Mbit/s

1.2.1 局域网

局域网（LAN, Local Area Network）分布距离最短，是最常见的计算机网络。由于局域网分布范围极小，一方面容易管理与配置，另一方面容易构成简洁规整的拓扑结构，加上速度快，延迟小的优点，使之得到广泛应用，成为了实现有限区域内信息交换与共享的典型有效的途径。局域网典型的应用如教学科研单位的内部 LAN、办公室自动化 OA 网、校园网等。

1.2.2 广域网

广域网（WAN, Wide Area Network）分布距离远，网络本身往往不具备规则的拓扑结构。由于速度慢，延迟大，入网站点无法参与网络管理，所以，它要包含复杂的互联设备（如交换机、路由器），互联设备通过通信线路连接，构成网状结构（通信子网）。广域网中互联设备负责路由等重要的管理工作，入网站点只管收发数据。

由上可见，广域网与局域网除在分布范围上的区别外，局域网不具有像路由器这样的专用设备；局域网有规则的拓扑结构，广域网没有；局域网采用广播传输方式，广域网采用点到点传输方式；而且局域网不存在路由问题。

当前，局域网已经不能适应全球性信息共享的发展，计算机广域网技术迅速发展了起来。虽然，广域网不具备局域网结构规整、成本低、速度快、易管理的优点，但随着广域网速度的迅速提高，计算机广域网的应用范围正在日益加大，逐渐成为了实现国家级信息交换与共享的典型有效的途径。广域网典型的应用如信息高速公路、“三金”工程、电子海关、电子银行、电子政务等。

1.2.3 城域网

城域网（MAN, Metropolitan Area Network）的指标介于局域网和广域网之间，它是 1 种新型的物理网络技术，覆盖范围为中等规模区域（相当于 1 座大城市）。城域网中包含有负责路由的交换单元。

随着城市信息化的发展,以及电子政务等新应用的推动,计算机城域网呈现出前所未有的发展势头,已经成为了实现城市信息交换与共享的典型有效的途径。城域网典型的应用如城市电子政务、园区网、Intranet 等。

1.2.4 互联网

互联网(Internet)不是1种具体的物理网络技术,它是将不同的物理网络技术及其子技术统一起来的1种高层技术。

互联网集各种计算机网络技术和通信技术之精华,已经成为了当前全球性的网络应用的博物馆和超级市场,而且是全球性的经济增长热点。国际互联网为计算机网络技术的应用开辟了无限广阔的空间,是建设未来全球信息高速公路的模型和推动力。国际互联网已经成为了实现洲际信息交换与共享的典型有效的途径。国际互联网典型的应用如国际电子邮件 E-mail、WWW、国际语音/数据网集成、电子商务、远程教育等。

从表 1-1 可以看出,网络分布距离越长,数据传输速度越慢。广域网之所以采用点到点信道技术,而局域网一般采用广播信道技术,跟速度有很大的关系。距离、速度和技术三者之间,通常存在这样的依赖关系:距离影响速度,速度影响技术细节。这就是以距离作为计算机网络分类根据的根本原因。

1.3 网络体系结构

1.3.1 体系结构的含义

计算机网络体系结构是指网络的层次结构和协议。

层次结构就是按一定层次组合起来的某种结构。层次结构包含两方面的含义:第一方面的含义是结构的层次性,第二方面的含义是层次的结构性。典型的层次结构如图 1-3 所示。

由图 1-3 可以看出,层次结构具有如下特点。

- 1) 结构是严格单向依赖的,由外向里。
- 2) 外层的结构便于理解操作,但抽象、脱离细节;里层的结构原始、不易操作,但比较具体。

1.3.2 协议的含义

协议(Protocol)是计算机网络协议的简称,它是指网络中计算机与计算机之间、网络设备与网络设备之间、计算机与网络设备之间进行信息交换的规则。一般来说,通信的双方只有遵循相同的协议才能实现连接,进行数据的传输,完成信息的交换。使用不同

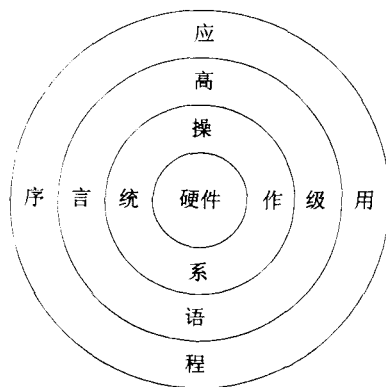


图 1-3 计算机单机系统层次结构

协议的两台计算机要进行通信，必须要经过中间协议转换设备的转换，才能实现通信。

协议软件就是实现协议规则和功能的软件，它在网络计算机和设备中运行。写在书面上的协议条款只有通过计算机软件才能在网络中得到执行。所谓通信双方使用相同的协议也就是指它们的计算机中安装了相同的协议软件。另外，还有一些进行数据传输的通信软件已经固化在芯片中，安插到设备上，使它的运行速度更快，性能更高。一般主流协议软件集成在操作系统中，用户安装操作系统的同时，就把协议软件安装在计算机中了。例如 Windows 系统中的 TCP/IP 协议。当用户进行网络协议设置时，只需要在操作系统中使用特定的工具，通过一系列简单的操作步骤就可以完成。

1.3.3 OSI/RM 协议参考模型

1) OSI/RM 的层次结构。计算机网络层次结构的国际标准是 ISO 制定的“开放系统互连参考模型”(Open Systems Interconnection Reference Model, OSI/RM)。该模型将两台计算机通过网络进行信息交换的问题细分成七个更小、更易于设计实现的子问题，每个子问题对应 1 个特定层次的结构，如图 1-4 所示。

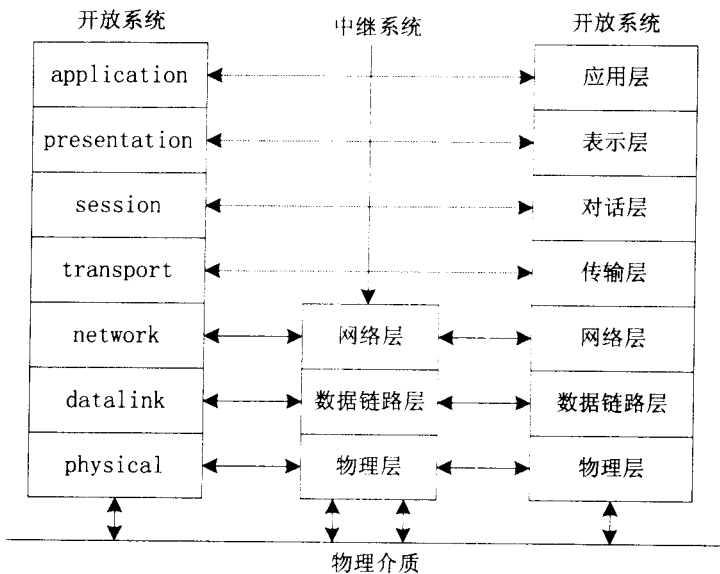


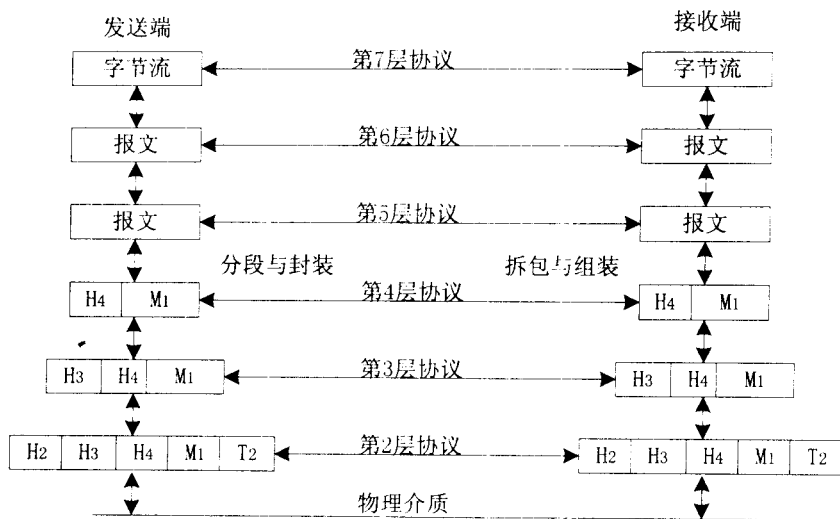
图 1-4 开放系统互连参考模型

2) OSI/RM 模型的特点。OSI/RM 模型具有以下特点。

- (1) 第 n 层 (上层) 隐藏第 $n-1$ 层 (下层) 的细节。
- (2) 上层统一下层的差异。
- (3) 第 n 层 (上层) 弥补第 $n-1$ 层 (下层) 的缺陷和不足，为高层提供更完善的服务。
- (4) 信宿第 n 层结构接收的内容与信源第 n 层 (对等层) 发出的内容完全相同。

这4个特点已经成为网络体系结构设计和实现的原则。

3) OSI/RM 中的数据通信。实际上,不同主机系统的对等层是通过各自系统的较低层发生联系的,对等层之间并不存在直接的物理通路实现两者的通信,通信的实现是依赖上下层次间的服务传递完成的。这种关系如图 1-5 所示。



H、T、M分别表示数据单元的首部、尾部、信息

图 1-5 OSI 七层模型中各层数据单元的形成及流动

4) 高层网络与低层网络。在 OSI/RM 中,通常将七层结构分成高层网络和低层网络。应用层、表示层、对话层和传输层构成高层网络,网络层、数据链路层和物理层构成低层网络。

5) OSI/RM 与其他标准的层次结构的关系。在计算机网络的发展历程中,先后出现了各种不同的网络系统。它们按照各自的应用需要提出了不同的层次结构,如 X.25 标准、IEEE802 标准等。OSI/RM 在制定时,参考了这些网络结构,所以 OSI/RM 低层结构的标准与各种典型的网络系统比较接近。同时 OSI/RM 又考虑到计算机网络发展的需要,在其他标准没能涉及的高层结构方面制定了较详细的规范。

6) OSI/RM 各层的含义及功能概述。

(1) 应用层(application)。应用层主体是一些用户网络应用程序,如电子邮件、电子表格、电视会议、WWW 应用、电子商务等。

应用层负责建立通信伙伴之间的连接关系(如用户拨号上网的连接过程),实现操作同步、错误恢复、控制数据完整性等网络管理任务。

(2) 表示层(presentation)。表示层主体是标准的例行程序,其工作与用户数据的表示和格式有关,而且与程序所使用的数据结构有关。该层涉及的主要问题是数据的格式和结构。

表示层完成数据格式转换, 确保一个主机系统应用层发送的信息能被另外一个系统的应用层识别, 另外还负责文件的加密和压缩。

(3) 对话层 (session)。对话层专为解决远程终端访问问题而设置。对话包括 2 个或多个表示层实体之间的连接, 它是应用层建立连接动作的下级执行者。

对话层是建立、管理和终止 2 个应用系统之间连接的功能层。对话层提供在 2 个进程之间建立、维护和结束连接的手段; 负责数据传递、服务分类。

(4) 传输层 (transport)。传输层提供数据传输服务, 使上面几层避开传输实现的细节, 所以传输层可以被看作高层协议与下层协议之间的边界; 其下四层与数据传输问题有关, 其上三层与应用问题有关。

传输层在端与端之间提供无差错可靠的、透明的数据传输; 提供端到端的差错恢复和流量控制。

(5) 网络层 (network)。网络层是主机与通信子网的接口, 它以数据链路层提供的无差错传输为基础, 向高层 (传输层) 提供 2 个主机间的数据传输服务。

网络层的任务包括 4 个方面。

- 将逐段的数据链路组织起来, 通过复用物理链路, 为分组提供逻辑通道 (虚电路或数据报), 建立主机-主机网络连接。
- 提供路由。
- 网络连接与重置, 报告不可恢复的错误。
- 流量控制及阻塞控制。

由于网络层提供主机间的数据传输, 所以网络层数据的传输通道是逻辑通道 (虚电路)。此时逻辑通道号称为网络地址。网络层的信息传输单位是分组。

(6) 数据链路层 (data link)。数据链路层的传输单位是帧。一般来说, 帧是由地址段、数据段、标志段及校验段等字段组成的具有一定格式的数据传输单元。

数据链路是为传输数据帧而建立的节点间的逻辑连接, 它是数据帧的通路。围绕帧的传输所制定的规则就是数据链路协议, 又叫控制规程。

数据链路层把传输介质的不可靠因素尽可能地屏蔽起来, 保证数据链路上相邻节点间数据的正确传输。

物理层比特流在传输过程发生的错误, 物理层协议是无能为力的。在数据链路层中, 位流以一定结构组织成帧, 我们以帧为单位来考察数据的传输, 就能解决以“比特”为单位传输数据时出现的问题。当你以帧的角度来看待数据传输问题时, 你就“站”到了数据链路层。

(7) 物理层 (physical)。物理层是网络中的最低层, 它是连接数据终端设备 (data terminal equipment, DTE) 和数据传输设备 (data communication equipment, DCE) 的接口。物理层协议是进行原始比特流传输所遵循的规则, 有时称为物理接口。

物理层协议的内容涵盖了数据通信系统的所有方面。具体来讲, 物理层涉及的问题诸

如以多大电压代表码元“1”和“0”、位宽多少、接口的插脚数、插脚功能、如何建立初始连接、如何终止初始连接等。

物理层解决的核心问题是怎样有效地在 DTE 和 DCE 之间传输控制信息和状态信息，以及如何在介质上传输比特流。

物理层处理的信息单元是 bit。物理层不考虑比特流的意义和格式问题。

1.3.4 TCP/IP 模型

TCP/IP (transmission control protocol/Internet protocol) 是 70 年代中期美国国防部 (DOD) 为 ARPANET 广域网制定的网络体系结构和体系标准。以 TCP/IP 为基础的 Internet 成为了目前国际上规模最大的互联网。TCP/IP 已经成为目前最重要的互联网络协议。TCP/IP 是 1 族通信协议的代名词，其中重要的协议族是传送控制协议 (TCP) 和网际协议 (IP)。

1) TCP/IP 的层次结构。TCP/IP 的层次结构如图 1-6 所示。

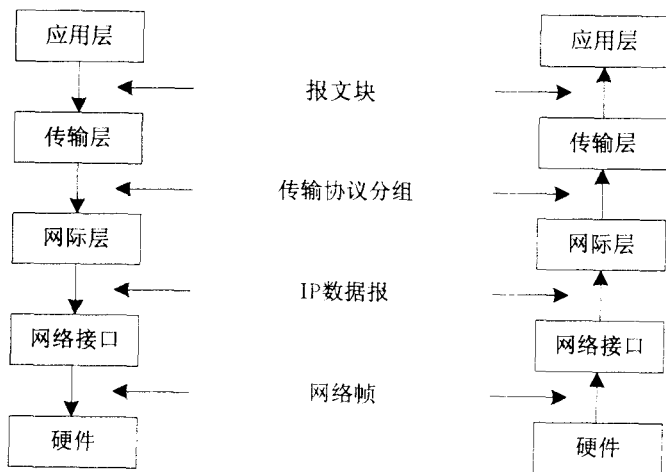


图 1-6 TCP/IP 层次结构

(1) 应用层。应用层向用户提供 1 组应用程序，比如文件传输、电子邮件等。

(2) 传输层。传输层提供应用程序间（即端到端）的通信。其功能如下。

- 格式化信息流。
- 提供可靠传输。传输层协议规定接收端必须发回确认，假如分组丢失，必须重新发送。
- 解决不同应用程序的识别问题。因为互联网常常同时被多个应用程序访问，为区别它们，传输层在每一分组中增加识别信源和信宿应用程序的信息。

(3) 网际层。该层是网络互联层，负责相邻计算机之间的通信。其功能包括 3 个方面。

- 处理来自传输层的分组发送请求。收到请求后，将传输层分组装入 IP 数据报，填充报头，选择去往信宿机的路径，然后将数据发往适当的网络接口。