

高等院校计算机应用技术系列教材

组网技术与网络管理

黄中砥
张召贤 编著
周飞菲

- ◆ 提供丰富、多样化、实用的教学辅助资料
- ◆ 赠送教师完整的电子教案



清华大学出版社

网络视频行业商业模式

网络视频行业
商业模式
研究报告

报告出品方：艾瑞咨询
报告编号：艾瑞-1306-016



高等院校计算机应用技术系列教材

组网技术与网络管理

黄中砥 张召贤 周飞菲 编著

清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书系统地介绍了计算机网络的组网技术和网络管理知识。全书共 11 章,包括计算机网络的基本概念和特点,网络标准和协议模型,局域网和广域网技术,网络接入技术,网络的规划和设计,网络综合布线和工程施工标准,网络服务器构建技术和各种网络结构的组建方案,网络维护与管理,网络安全和病毒防范技术与方法等内容。

本书内容丰富,结构清晰,把基础理论和具体的工程实例相结合,具有很强的实用性。不仅可作为高等院校计算机网络及相关专业的教材,还可供计算机网络设计开发、工程建设和系统集成等工程技术人员参考阅读。

本书各章对应的电子课件可以到 <http://www.tupwk.com.cn/downpage/index.asp> 网站下载。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

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。

本书防伪标签采用特殊防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

组网技术与网络管理/黄中砥,张召贤,周飞菲 编著.—北京:清华大学出版社,2006.5

(高等院校计算机应用技术系列教材)

ISBN 7-302-12208-3

I. 组… II. ①黄…②张…③周… III. 计算机网络—高等学校—教材 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 144379 号

出 版 者:清华大学出版社 地 址:北京清华大学学研大厦

<http://www.tup.com.cn> 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 客 户 服 务:010-62776969

组稿编辑:胡辰浩

文稿编辑:袁建华

封面设计:王 永

版式设计:康 博

印 刷 者:北京市世界知识印刷厂

装 订 者:三河市新茂装订有限公司

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×260 印 张:22.75 字 数:525 千字

版 次:2006 年 5 月第 1 版 2006 年 5 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-302-12208-3/TP·7864

印 数:1~5000

定 价:32.00 元

前 言

计算机网络是计算机技术和通信技术紧密结合的产物，它涉及到通信与计算机两个领域。计算机网络作为当今世界最激动人心的高新技术之一，正日益渗透到人们的工作、学习和生活的各个领域。越来越多的人正在迫切地学习网络知识，希望掌握计算机网络技术。本书全面系统地讲述了与计算机组网和网络管理维护的相关技术，涵盖了网络基础理论、网络设备、组网技术和协议、网络布线、网络服务、网络调测和管理维护等相关知识，全方位地向读者介绍计算机网络技术。

本书作为面向高等院校的教材，在讲述基础理论知识的同时，注重结合具体工程和技术实例的讲解，把理论教学和对实践技能的培养结合起来，是一本非常实用的教材。

本书共分为 11 章，按照由浅入深、理论与实例相结合的方式编排内容。

第 1 章介绍了计算机网络的基本概念、原理、技术要点和特点，重点讲述计算机网络的分层体系结构，OSI 参考模型和 TCP/IP 协议簇，互联网协议和 IP 地址结构。主要是使读者对计算机网络有一个整体性的认识，为下一步具体讲解网络知识打下基础。

第 2 章介绍网络设备，网络设备是计算机网络的物质基础，包括服务器、交换机、路由器、集线器等，还包括了各种网络传输介质，例如双绞线、同轴电缆、光纤等。本章重点讲述了各种网络设备的基本概念、工作原理、主要特点，以及网络设备的选择和评价参考要素。

第 3 章重点讲述局域网组网技术，局域网是计算机网络中应用最广泛的一种网络形式。本章讲述了局域网的基本构成和技术特点、拓扑结构、局域网协议标准和分类；此外还介绍了无线局域网技术和虚拟局域网技术；最后结合具体实例讲解了局域网的应用。

第 4 章主要介绍了广域网和网络接入的相关技术，包括广域网技术、ATM、帧中继、SONET 以及 DDN、ADSL、ISDN、x.25 等接入技术，重点讲解了各种技术的标准、协议结构、技术特点，并结合实例讲解了各种技术的应用情况和适用环境。

第 5 章讲述了如何根据用户需求，综合运用前面讲过的技术，结合实际情况进行网络的规划和设计，以及网络工程和网络评估的基本概念。

第 6 章介绍了网络综合布线技术，主要是布线的规范、标准和工程施工标准，以及线缆的架设和测试等技术。

第 7 章主要介绍了网络操作系统和网络应用服务器的架设，首先介绍了网络操作系统的技术特点和常见的几种网络操作系统；然后结合 Windows 操作系统讲述了各种网络服务器的架设，包括 Web、DNS、DHCP 和邮件服务器。

第 8 章主要介绍了多种形式的网络组建技术，如对等网、C/S 结构网络、家庭网络、企业网、多媒体教室网络和校园网等，结合具体实例讲述了这些网络形式的特点、结构和软硬件配置等内容。

第9章讲述了网络和设备的测试技术，包括网络测试的指标和测试工具、测试方法，交换机和路由器的测试标准和测试方法等；网络故障的检测、调试和排除技术，以及网络故障检测的工具和方法。

第10章重点介绍了网络管理维护的相关技术，包括网络管理的基本概念和体系结构，简单网络管理协议，网络管理系统的组成，介绍了常见的网络管理软件的配置和使用等。

第11章主要讲述了网络安全威胁，网络安全的主要目标，网络安全防范体系结构和安全策略，网络安全技术和协议，网络病毒的相关概念和病毒防治技术，网络机房安全常识等内容。

本书内容翔实，结构紧凑，作者根据自己长期从事网络设计和建设的经验，设计了丰富的实例讲解。不仅适合作为高等院校计算机网络及相关专业的教材，还可以作为从事计算机网络设计开发、工程建设和系统集成等工程技术人员的参考书。

本书在编写过程中参考了很多宝贵的文献，在此，向这些文献的作者表示衷心的感谢！

本书由黄中砥、张召贤和周飞菲执笔编写，参与本书制作的还有唐丽、李敏、李晓辉、张王英、王勇、白新岭、梅胜利、罗峰、宋连凤、孙建伟、李凯红、王新华、白瑞萍、王春英、刘现丽、郭丽、李晓凤、赵瑞杰等同志。在此，编者对以上人员致以诚挚的谢意！

由于编写时间较为仓促，书中难免会有疏漏和不足之处，恳请广大读者提出宝贵意见，我们的邮箱是 huchenhao@263.net。

编 者

目 录

第 1 章 网络基础 1	2.7 网络适配器 42
1.1 计算机网络概述..... 1	2.8 中继器..... 43
1.1.1 计算机网络的定义..... 1	2.9 网关..... 43
1.1.2 网络的功能与服务..... 2	2.10 传输介质..... 44
1.1.3 网络的分类..... 2	2.10.1 双绞线..... 44
1.1.4 网络发展阶段和前景..... 4	2.10.2 同轴电缆..... 46
1.2 计算机网络体系结构..... 5	2.10.3 光纤..... 47
1.2.1 协议和层次结构..... 5	2.10.4 无线传输介质..... 49
1.2.2 OSI 参考模型..... 8	2.11 本章小结..... 51
1.2.3 TCP/IP 协议簇..... 11	2.12 思考与练习..... 51
1.2.4 IEEE 802 参考模型..... 14	
1.3 IP 地址结构..... 16	第 3 章 局域网组网技术 53
1.3.1 互联网协议 IP (Internet Protocol)..... 16	3.1 局域网简介..... 53
1.3.2 IP 地址和子网掩码..... 16	3.1.1 局域网的基本组成..... 53
1.4 本章小结..... 20	3.1.2 局域网的技术特点..... 54
1.5 思考与练习..... 21	3.2 局域网的拓扑结构..... 55
第 2 章 网络设备 23	3.2.1 总线拓扑结构..... 55
2.1 服务器..... 23	3.2.2 环型拓扑结构..... 56
2.1.1 服务器的特性..... 23	3.2.3 星型拓扑结构..... 57
2.1.2 服务器的分类..... 25	3.2.4 网状拓扑结构..... 58
2.1.3 服务器的选择..... 25	3.2.5 星型物理布局中的总线网络..... 59
2.2 交换机..... 26	3.3 局域网的标准..... 59
2.2.1 交换机的工作原理..... 26	3.3.1 以太网: IEEE 802.3 标准..... 59
2.2.2 交换机的分类..... 27	3.3.2 令牌环: IEEE 802.5 标准..... 64
2.2.3 交换机的选购..... 28	3.3.3 令牌总线: IEEE 802.4 标准..... 67
2.3 路由器..... 30	3.3.4 FDDI: ANSI X3T9.5 标准..... 69
2.3.1 路由器的工作原理..... 30	3.4 局域网管理模式..... 70
2.3.2 路由器的分类..... 34	3.4.1 对等网..... 71
2.3.3 路由器的选购..... 35	3.4.2 客户机/服务器网..... 71
2.4 集线器..... 36	3.4.3 无盘工作站网..... 71
2.5 网桥..... 38	3.5 虚拟局域网..... 71
2.6 工作站..... 42	3.5.1 VLAN 的主要特点..... 72
	3.5.2 VLAN 的实现..... 73
	3.5.3 链路聚合技术..... 74

3.5.4 VLAN 的应用.....	75	第 5 章 网络规划与设计	113
3.6 无线局域网.....	76	5.1 网络规划.....	113
3.6.1 WLAN 协议标准.....	77	5.1.1 网络规划概要.....	113
3.6.2 WLAN 硬件.....	80	5.1.2 网络工程基础.....	114
3.6.3 WLAN 结构分析.....	81	5.1.3 局域网规划.....	118
3.7 局域网应用实例.....	81	5.1.4 广域网规划.....	122
3.8 本章小结.....	84	5.2 网络设计.....	124
3.9 思考与练习.....	84	5.2.1 网络拓扑设计.....	124
第 4 章 广域网组网技术	87	5.2.2 网络协议的选择.....	124
4.1 广域网技术概述.....	87	5.2.3 地址分配与子网设计.....	125
4.2 DDN.....	89	5.2.4 路由和路由选择协议.....	128
4.2.1 DDN 网特点.....	89	5.2.5 物理介质设计.....	130
4.2.2 DDN 网的业务.....	90	5.3 网络工程实施.....	131
4.2.3 DDN 网络结构.....	91	5.3.1 网络设计方案.....	131
4.2.4 DDN 网络实例.....	92	5.3.2 网络实施过程.....	133
4.3 ISDN.....	92	5.4 网络性能评价.....	135
4.3.1 ISDN 的特性.....	93	5.4.1 网络性能的测试.....	135
4.3.2 ISDN 通信业务.....	93	5.4.2 网络性能指标.....	136
4.3.3 ISDN 连接设备.....	94	5.4.3 统计分析.....	140
4.4 xDSL.....	94	5.5 网络规划与设计实例.....	141
4.4.1 DSL 标准.....	94	5.6 本章小结.....	142
4.4.2 DSL 服务类型.....	95	5.7 思考与练习.....	142
4.5 X.25.....	96	第 6 章 综合布线	144
4.6 ATM.....	98	6.1 综合布线的技术特点.....	144
4.6.1 ATM 分层通信.....	98	6.1.1 综合布线概述.....	144
4.6.2 ATM 工作原理.....	100	6.1.2 综合布线系统特点.....	146
4.6.3 ATM 标准网络接口.....	103	6.1.3 综合布线系统标准.....	147
4.6.4 ATM 的应用实例.....	104	6.1.4 综合布线系统的设计等级.....	149
4.7 帧中继.....	104	6.2 布线系统工程设计.....	150
4.8 SONET.....	105	6.2.1 综合布线工程概述.....	150
4.8.1 通信介质和特性.....	106	6.2.2 工作区子系统.....	152
4.8.2 POS 技术.....	106	6.2.3 水平子系统.....	153
4.8.3 光以太网应用.....	108	6.2.4 垂直子系统.....	157
4.9 卫星通信技术.....	108	6.2.5 管理间子系统.....	159
4.10 本章小结.....	109	6.2.6 设备间子系统.....	161
4.11 思考与练习.....	109	6.2.7 建筑群子系统.....	164

6.3 线槽与线缆·····	166	8.1.5 校园网的应用·····	213
6.3.1 金属槽和塑料槽·····	167	8.2 组建对等网·····	214
6.3.2 金属管和塑料管·····	167	8.2.1 对等网简介·····	214
6.3.3 桥架·····	168	8.2.2 对等网组网方案·····	216
6.3.4 槽管的铺设·····	168	8.2.3 对等网硬件配置·····	216
6.4 结构化布线·····	170	8.2.4 对等网的软件配置·····	217
6.5 综合布线测试·····	171	8.2.5 对等网络应用配置·····	221
6.5.1 测试相关标准·····	172	8.3 小型 C/S 局域网组建·····	222
6.5.2 电缆的测试·····	174	8.3.1 Client/Server 局域网简介·····	222
6.5.3 光缆的测试·····	175	8.3.2 小型 C/S 局域网实例·····	223
6.5.4 测试仪的种类·····	177	8.3.3 软件配置·····	224
6.6 办公大楼综合布线实例·····	179	8.3.4 域管理·····	225
6.7 本章小结·····	181	8.4 家庭网络的组建·····	225
6.8 思考与练习·····	181	8.4.1 家庭网络考虑要素·····	225
第 7 章 网络应用服务器构建·····	183	8.4.2 家庭网络的组网技术·····	226
7.1 网络操作系统·····	183	8.4.3 家庭网络的 Internet 连接·····	227
7.1.1 网络操作系统的特点·····	184	8.4.4 家庭网络组网实例·····	231
7.1.2 网络操作系统的分类·····	184	8.5 企业网络组建·····	231
7.1.3 Windows NT 的系统结构·····	186	8.5.1 企业网构建方案·····	232
7.1.4 UNIX 的系统结构·····	188	8.5.2 企业网实例分析·····	234
7.2 局域网服务·····	190	8.6 网吧内部网络的组建与 管理系统·····	236
7.3 Web 服务器·····	191	8.6.1 网吧需求分析·····	236
7.3.1 Web 服务的特点·····	191	8.6.2 网络设计原则·····	237
7.3.2 Windows IIS 配置 Web 服务·····	192	8.6.3 网吧解决方案·····	238
7.4 DNS 服务器·····	195	8.7 多媒体演示教室网络的组建·····	239
7.5 DHCP 服务器·····	198	8.7.1 多媒体演示教室网络需求·····	239
7.6 邮件服务器·····	203	8.7.2 多媒体演示教室网络实例·····	241
7.7 本章小结·····	204	8.8 本章小结·····	242
7.8 思考与练习·····	205	8.9 思考与练习·····	242
第 8 章 网络组建·····	207	第 9 章 网络调测与故障排查·····	244
8.1 校园网建设·····	207	9.1 网络综合测试·····	244
8.1.1 校园网需求·····	207	9.1.1 网络测试的范围·····	244
8.1.2 校园网设计原则·····	208	9.1.2 网络评测指标·····	245
8.1.3 校园网总体规划·····	208	9.1.3 网络测试范畴·····	247
8.1.4 校园网工程实施·····	211	9.1.4 网络测试方法·····	247

9.1.5	网络测试工具	248	10.4	SNMP 网络管理系统 配置实例	297
9.2	交换机测试	256	10.5	本章小结	303
9.2.1	交换机测试内容	256	10.6	思考与练习	304
9.2.2	交换机评测指标	257	第 11 章 网络安全与病毒防护	305	
9.2.3	交换机测试工具和方法	258	11.1	网络安全概述	305
9.3	路由器测试	260	11.1.1	网络安全风险	305
9.3.1	路由器性能技术指标	260	11.1.2	网络攻击手段	308
9.3.2	路由器测试规范	263	11.1.3	常见网络攻击手段分析	309
9.3.3	路由器测试的类型和方法	264	11.1.4	网络安全的目标	316
9.3.4	路由器测试	267	11.1.5	网络安全防范的主要内容	317
9.4	网络故障检测	268	11.2	网络安全防范体系	317
9.4.1	网络故障排查方法	268	11.2.1	网络安全体系结构的框架	317
9.4.2	网络故障分层检测方法	269	11.2.2	网络安全防范体系层次	318
9.4.3	网络故障检测实用工具	270	11.2.3	网络安全防范体系 设计准则	319
9.4.4	网络故障排除实例	272	11.2.4	网络安全防范策略	321
9.5	本章小结	273	11.3	网络安全技术	324
9.6	思考与练习	273	11.3.1	加密技术	325
第 10 章 网络管理与维护	275		11.3.2	防火墙技术	326
10.1	网络管理系统	275	11.3.3	入侵检测技术	329
10.1.1	网络管理的意义	275	11.3.4	VPN	332
10.1.2	网络管理的功能	276	11.4	网络安全协议	334
10.1.3	网络管理系统的组成	278	11.4.1	SSH	334
10.1.4	网络管理体系结构	279	11.4.2	SSL 协议	335
10.1.5	网络管理体系的协议	281	11.4.3	IPSec 协议	335
10.2	简单网管协议(SNMP)	281	11.5	网络病毒与防治	339
10.2.1	简单网管协议(SNMP) 简介	281	11.5.1	网络病毒的特点	339
10.2.2	SNMP 的体系结构	282	11.5.2	网络病毒的防治	340
10.2.3	SNMP 的基本组件	282	11.5.3	网络防毒/杀毒软件	342
10.2.4	SNMP 的基本命令	282	11.6	网络机房安全	346
10.2.5	SNMP MIB	283	11.6.1	机房安全范围	346
10.2.6	SNMP 版本	285	11.6.2	机房安全管理常识	347
10.2.7	RMON	286	11.7	搭建主机防火墙实例	350
10.3	网络管理系统	289	11.8	本章小结	352
10.3.1	网络管理系统概述	289	11.9	思考与练习	353
10.3.2	网络管理软件	290			

第1章 网络基础

以计算机为标志的信息产业的发展，对人类社会的发展和进步产生了极其深远的影响，标志着人类社会进入了信息时代。计算机技术和通信技术的结合宣告了计算机网络的诞生，使计算机体系结构发生了革命性的变化。计算机网络的研究和发展，对全世界科学、经济和社会产生了重大影响。

本章将介绍计算机网络的基本知识和体系结构，从而使读者对计算机网络有一个概括性的认识。

本章要点：

- 计算机网络的功能
- 计算机网络的体系结构
- OSI 参考模型
- TCP/IP 协议模型
- IP 地址

1.1 计算机网络概述

计算机网络是计算机技术和通信技术紧密结合的产物，它涉及到计算机与通信两个领域。计算机网络的诞生使计算机体系结构发生了巨大的变化，它在当今社会经济中起着非常重要的作用，并对人类社会的进步做出了巨大的贡献。从某种意义上讲，计算机网络的发展水平不仅反映一个国家的计算机科学和通信技术水平，而且还是衡量其国力及现代化程度的重要标志。

1.1.1 计算机网络的定义

在深入学习计算机网络知识之前，笔者有必要对计算机网络作一个明确的讲解和定义。计算机网络指的是通过通信线路互联(Interconnected)起来的自主计算机与其他设备的(Autonomous Computers)集合。“互联”意味着连接着的两台或两台以上的计算机能够互相交换信息，达到资源共享的目的。而“自主计算机”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：启动、停止或控制另一台计算机，也就是说，任意两台计算机之间没有主从关系。

从以上定义可以看出，计算机网络涉及到如下 3 方面的问题：

(1) 两台或两台以上的计算机通过通信线路相互连接起来才能构成网络, 才能达到资源共享的目的。这就为网络提出了一个服务的问题, 即肯定有一方请求服务和另一方提供服务的问题。

(2) 两台或两台以上的计算机连接, 互相通信交换信息, 需要有一条通道, 即通信线路。这条通道的连接是物理的, 由硬件实现, 这些硬件称为连接介质(有时也称为信息传输介质)。它们可以是双绞线、同轴电缆或光纤等“有线”介质, 也可以是激光、微波或通信卫星等“无线”介质。

(3) 网络中的计算机之间需要通信, 进行信息交换, 彼此就需要有某些约定和规则, 即协议。每一个厂商生产的计算机网络产品都有自己的许多协议, 这些协议构成了协议集。

因此, 我们可以把计算机网络定义为: 把物理上分布并且自主的计算机和其他设备的集合, 通过通信线路和互联设备连接起来, 在功能完善的网络软件的管理下, 以实现资源共享为目的的系统。

1.1.2 网络的功能与服务

计算机网络的发展过程大致可以分为具有通信功能的单机系统、具有通信功能的多机系统和计算机网络 3 个阶段。它的发展促进了计算机技术、多媒体技术和通信技术的飞速发展。目前的信息高速公路计划, 就是建立在计算机网络的基础上。计算机网络的规模大小和设计目的虽然各不相同, 但基本上都可以实现以下功能:

- 实时集中管理: 把地理上分散的各个计算机系统相互连接起来, 实现实时集中管理。
- 共享资源: 由多个用户共享资源, 提高系统的经济性。可共享的资源包括硬件、软件和数据。
- 同时访问多个系统的功能: 在计算机网络中, 可提供一点到多点的通信, 即一个计算机系统(或终端)可同时访问多个其他的计算机系统; 同样, 一个计算机系统也可以同时被其他的多个计算机系统(或终端)访问。
- 提高系统的可靠性: 当某个计算机系统出现故障时, 可由别的计算机系统来代替。
- 均衡负荷: 当某个计算机系统的负荷过重时, 可通过网络把某些作业传送到其他系统进行处理, 从而充分地利用网上各计算机的资源进行协同工作。
- 综合信息服务: 计算机网络提供远程通信、电子邮件、电子会议等功能, 它与多媒体技术相结合, 还可提供数字、声音、图像等多种信息的传输, 成为信息社会中传送与处理信息的基本手段。

1.1.3 网络的分类

计算机网络复杂多样, 可以从不同的角度对网络进行分类。实际上, 多数计算机网络系统属于混合型网络。

1. 按网络覆盖范围分

计算机网络按照它们在设计 and 优化时的地理范围和区域进行分类, 可以分为局域网、城域网和广域网, 如表 1-1 所示。局域网(LAN, Local Area Network)提供了几公里以内网站(计算机)的性价比理想的连通性, 这个范围足以覆盖一座办公大楼、一个公司驻地或一座大学校园。城域网(MAN, Metropolitan Area Network)是专为大于 LAN 的物理区域设计的。局域网和城域网一般基于具有广播能力的快速传输链路, 但是, 广域网(WAN, Wide Area Network)则采用不同的技术和方法, 它以性价比理想的方式, 长距离地连接大量的网站(例如电话、电传设备、计算机)并进行优化。

表 1-1 基于地理覆盖范围的网络分类

网络类别	覆盖范围	区域
局域网	<5 km	建筑物、公司驻地、校园
城域网	>5km 并<50 km	城市
广域网	>50 km	国家、洲际、全球

2. 按数据交换方式分

计算机网络的数据交换方式可以分为: 电路交换(Circuit Switching)、报文交换(Message Switching)和分组交换(Packet Switching)。因此, 从这个角度看, 计算机网络也可以分为 3 类:

(1) 电路交换网络

电路交换要求在开始传输信息前完成路由选择并实现连接, 并且网络将一直维持这一线路的连接状态, 直到某一方终止通信为止。当两个节点间需要持续通信时, 这种连接方式最为有效, 它将使得传输基本没有延迟。但是, 它并不总是最好的通信方法。首先, 当一个节点呼叫另一节点时, 被叫节点必须立即作出回答。其次, 当呼叫节点和被呼叫节点很少交换信息的情况下, 线路因空闲而没有得到充分利用。

(2) 报文交换网络

报文交换网络是一种数字化网络, 当通信开始时, 源机发出的一个报文被存储在交换器里。交换器根据报文的地址选择合适的路径发送报文, 这种方式被称为存储-转发(Store-and-Forward)方式。

电路交换和报文交换的区别在于: 在报文交换中, 报文被暂时存储在每个节点上, 在电路交换中, 节点只负责转发数据而不暂存数据; 在电路交换中, 两节点间的所有信息交换使用同一条路径, 而在报文交换中, 两节点间的报文可能经过不同的路由, 不同的报文可以分时共享同一公共线路; 在发送数据时, 电路交换要求收发双方共同参与, 而报文交换则不需要; 报文被发送到目的地, 然后存储起来等待取用。

(3) 分组交换网络

分组交换也采用报文传输, 它将一个长的报文划分为许多定长的报文分组, 以分组作为传输的基本单位。由于分组长度小, 因而降低了对网络中间节点的存储器容量的要求,

简化了对计算机存储器的管理，也加速了信息在网络中的传播速度。由于分组交换优于线路交换和报文交换，具有许多优点，因此它已成为目前计算机网络的主流。

在分组交换网络中，有数据报和虚电路两种常用的路由方式。当采用数据报方式传输数据时，每个分组被独立地进行传输，也就是说，网络协议将每一个分组当作单独的一个报文，对它进行路由选择。这种方式允许路由策略考虑网络环境的实际变化，如果某条路径发生阻塞，它可以变更路由。采用虚电路方式传输数据时，网络协议在发送分组之前，首先建立一条线路(虚电路)，所有的分组通过同一条路径进行传输，以确保正确地按次序到达目标节点。这一过程类似于电路交换，但虚电路不是专用的，也就是说，不同的虚电路可以共享一条公共网络线路，每一个节点上的逻辑部件负责存储并转发接收到的分组。

3. 按网络服务性质分

计算机网络作为国家信息基础设施(NII, National Information Infrastructure)，是支持人们生产与生活，支撑社会中一切信息活动的信息基础设施，为社会的发展和进步服务。根据网络的服务性质，可以将计算机网络分为公用计算机网络和专有计算机网络。

(1) 公用计算机网络

为公众提供商业性和公益性通信以及信息服务的通用计算机网络，例如 Internet。

(2) 专有计算机网络

为政府、军队、企业、行业和社会发展等部门提供具有部门特点和特定应用服务功能的计算机网络，例如 Intranet。

1.1.4 网络发展阶段和前景

计算机网络自诞生以来，经历了不断的发展和变化。从历史上看，计算机网络的形成和发展大致可以划分为 4 个阶段：

- 第一阶段：计算机技术与通信技术相结合，形成计算机网络的雏形。
- 第二阶段：在计算机通信网络的基础上，进行网络体系结构与协议的研究，形成了计算机网络。
- 第三阶段：在解决计算机联网与网络互联标准化问题的背景下，提出开放系统互联参考模型与协议，促进了符合国际标准的计算机网络技术的发展。
- 第四阶段：计算机网络向互联、高速、智能化的方向发展，并获得广泛的应用。

计算机网络发展的基本方向是开放、集成、高速、移动、智能以及分布式多媒体应用。开放指的是网络体系结构的开放和操作系统调用界面与用户操作界面的开放。开放的核心问题是标准问题，即不同厂家的计算机或网络产品能够按照统一的标准向高层提供相应的服务和对低层进行服务调用，而不管这些产品在软硬件上的实现细节，使得各种异构系统和产品能够进行相连和互操作。集成则是在开放的基础上，各种异构系统和产品能够融于一个像 Internet 这样的全球性网络中，并能够根据用户的需要，提供各种满足用户服务质量(QoS)需求的分布式多媒体应用。集成包括两个方面：各种产品的集成和各种应用与服务

的集成,例如电信网的话音传输服务、广播电视的电视与广播的各种节目服务、计算机网络的数据传输服务等正在被集成到一个网络中,目前三网合一的技术已经实现。

1.2 计算机网络体系结构

前面介绍了计算机网络的发展概况以及功能和服务,为了确保计算机网络中的计算机与终端之间能正确地传送信息和数据,必须在数据传输的顺序、数据的格式以及内容等方面有一个约定或规则,这种约定或规则称作协议。

本部分将阐述用于网络的协议和体系结构,解释硬件何以不能单独解决所有的通信问题,讨论网络协议软件必须处理的问题,以及解决问题的技术。

1.2.1 协议和层次结构

网络协议主要由3个部分组成:

- 语义:对协议元素的含义进行解释,不同类型的协议元素所规定的语义也不同。例如需要发出何种控制信息、完成何种动作以及得到的响应等。
- 语法:将若干个协议元素和数据组合在一起用于表达一个完整的内容所应遵循的格式,也就是对信息的数据结构做一种规定。例如用户数据与控制信息的结构与格式等。
- 时序:对事件实现顺序的详细说明。例如在双方进行通信时,发送点发出一个数据报文,如果目标点收到正确的信息,则回答源点接收正确;若接收到错误的信息,则要求源点重发。

由此可以看出,协议(Protocol)实质上是网络通信时所使用的一种语言,也被称为网络协议(network protocol)或计算机通信协议(computer communication protocol)。实现这些规则的软件就称为协议软件(protocol software)。

为了保证这些协议能够很好地协同工作,协议的开发通常是一个完整的设计方案:不是孤立地开发每个协议,而是将协议设计、开发成完整、协作的集合,称为协议系列(protocol suite)或协议族(family)。协议系列中的每个协议解决一部分通信问题,所有协议合起来就解决了整个通信问题。而且,整个协议系列被设计成能在协议之间高效地交互。

1. 协议分层模型

网络通信不是设计一个单一、巨大的协议来为所有可能形式的通信规定完整的细节,而是把通信问题划分成多个子问题,然后为每个子问题设计一个单独的协议。这样做使得每个协议的设计、分析、实现和测试变得容易。有几个工具可以用来帮助协议设计人员理解各个通信子问题,并规划一个完整的协议系列,分层模型(layering model)是其中最重要的工具之一。

从本质上说, 分层模型描述了把通信问题分为几个子问题(称为层, layer)的方法, 一个协议系列可以通过对每一层规定一个协议来设计。计算机网络的通信协议就是采用了这样的分层模型概念, 进行分层结构设计。例如, 国际标准化组织(International Standardization Organization, ISO)定义的 7 层参考模型(7-layer Reference Model), 如图 1-1 所示。

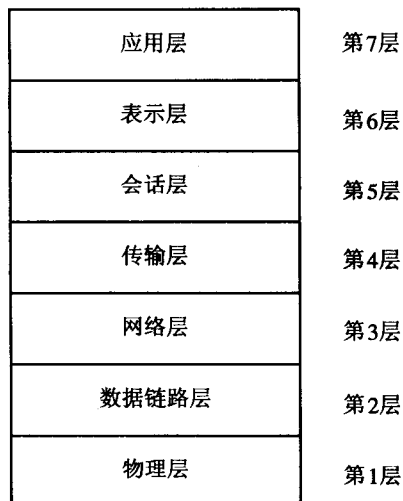


图 1-1 OSI 7 层参考模型

我们将计算机网络层次结构模型与各层协议的集合称为计算机网络体系结构。计算机网络的体系结构多数是层次式的结构, 即将一个计算机网络分为若干层次, 处在高层次的系统利用较低层次的系统提供的接口和功能, 而不需了解较低层次实现该功能所采用的算法和协议, 较低层次仅使用从高层系统传送来的参数, 这就是层次间的无关性。有了这种无关性, 层次间的每个模块可以用一个新的模块替代, 只要新的模块与旧的模块具有相同的功能和接口, 即使它们使用的算法和协议都不一样。

2. 协议栈

当根据分层模型设计协议时, 目标协议软件按层次进行组织, 每层协议软件负责解决一部分通信问题。每台计算机上的协议软件被分成许多模块, 每个模块对应一个层。更重要的是, 分层决定了模块间的相互作用: 从理论上讲, 当协议软件发送或接收数据时, 每个模块只和它紧相邻的上层模块和下层模块进行通信, 发送出的数据向下通过每一层, 接收到的数据向上通过每一层。发送计算机的特定层的软件在需要传送的数据上附加一些信息, 接收计算机的相应层的软件则使用这些附加信息来处理收到的数据。通常将实现整套协议的软件称为协议栈(Stack)。如图 1-2 所示表示了这一概念, 当一个发送帧到达计算机 1 的数据链路(Data Link)层软件时, 该软件将在帧中加上校验和, 然后在网络上传输该帧。当一个接收帧到达计算机 2 的数据链路(Data Link)层软件时, 该软件将验证并除去校验和, 然后把帧传送到网络(Network)层。

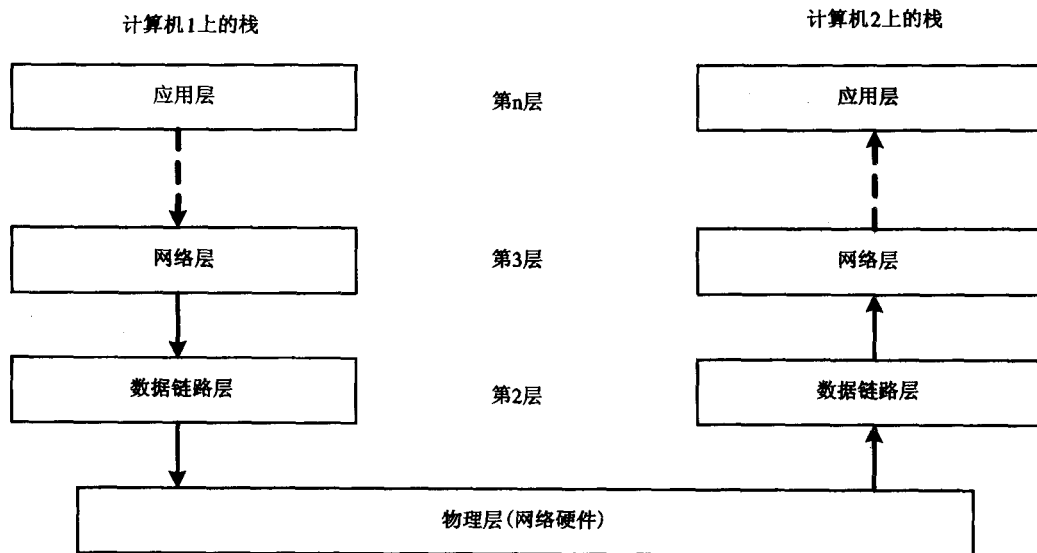


图 1-2 数据从一台计算机上的一个应用程序通过网络传送到另一台计算机上的一个应用程序的概念路径

由于每个栈是独立开发的，一个特定栈的协议不能与另一个栈的协议交互。因此，如果在一台计算机上使用 Novell 公司的 NetWare 栈，则该计算机就只能和其他使用 NetWare 栈的计算机通信。同时两个栈可以在同一台计算机上运行，通过同一个物理网络传送数据而不会互相干扰，因为根据每个帧中的类型域可识别出该消息应该由哪个栈进行处理。

3. 数据的多层嵌套

通常情况下，每一层在把数据传送到低一层之前都在头部加入一些附加信息。因此，在网络中传输的帧包含一系列嵌套的头部，如图 1-3 所示。

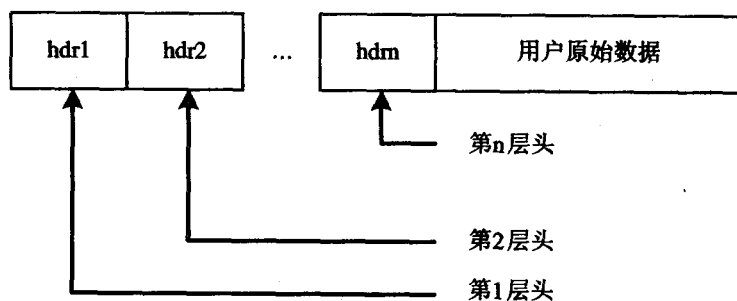


图 1-3 把一个头部加到每层协议帧结构中

如图 1-3 所示，对应于最底层协议的头部最先出现。在 ISO 参考模型中，对应于数据链路层的头部最先出现，其后是网络层、传输层、……、直到应用层，最后才是用户数据。图 1-3 只是示范了一个通用概念，并没有指出所有的可能性。有些协议软件并不只在发送出的数据中附加头部，例如，有些数据链路协议规定附加一个特殊字符来标识帧头，附加另一个特殊字符来标识帧尾，在中间插入一些额外字符以避免出现特殊字符。同样，有些