

清华 电脑学堂

计算机网络

原理与实践

标准教程

史创明 王立新 王 磊 等编著

- 总结了作者多年教学培训成果，难易适中，实用性强
- 全书按照基础理论—实用技术—实际应用为主线组织编写
- 专门构建了组建校园网实例
- 知识点全面，习题丰富
- 网站提供课件支持

清华大学出版社



清华 电脑学堂

计算机网络

原理与实践

标准教程

■ 史创明 王立新 王 磊 等编著

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书深入浅出地阐述了计算机网络技术的基本原理,介绍了当前常用的先进网络技术以及网络的实际应用知识。全书主要内容包括计算机网络概述、数据通信基础、计算机网络体系结构、局域网技术、广域网技术、网络互联技术、网络操作系统、组建局域网、接入网技术、网络安全及网络管理技术、计算机网络常见故障及排除,本书最后介绍了校园网组建实例。

本书既可以作为高等院校计算机网络课程本科教材,也可以作为计算机网络系统开发和维护工程技术人员、管理人员的参考用书或培训教材。

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

计算机网络原理与实践标准教程 / 史创明等编著. —北京: 清华大学出版社, 2006.9
ISBN 7-302-13464-2

I. 计… II. 史… 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 (2006) 第 093464 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：冯志强

文稿编辑：王冰飞

印 装 者: 清华大学印刷厂

发 行 者：新华书店总店北京发行所

开 本: 185 × 260 印张: 24.5 字数: 614 千字

版次: 2006 年 9 月第 1 版 2006 年 9 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-13464-2/TP · 8449

印 数: 1 ~ 5000

定 价：35.00 元

前 言

进入 20 世纪 90 年代, 计算机技术、通信技术得到了迅猛的发展, 极大地推动了计算机网络技术的发展, 使计算机网络发展进入了一个崭新的阶段。目前, 全球以美国为核心的高速计算机互联网络即 Internet 已经形成, 网络对我们的学习和生活产生了重要的影响。

本书深入浅出地阐述了计算机网络技术的基本原理和当前常用的先进网络技术以及网络的实际应用。全书体系结构合理, 概念清晰, 原理讲述清楚, 既强调介绍基本原理和技术, 又突出了实际应用。

本书共分 14 章, 主要内容包括: 计算机网络概述、数据通信基础、计算机网络体系结构、局域网技术、广域网技术、网络互联技术、网络操作系统、组建局域网、接入网技术、网络安全及网络管理技术、计算机网络常见故障及排除, 以及校园网的组建。

第 1 章学习计算机网络与数据通信基础知识, 其内容包含了计算机网络的形成与发展、计算机网络的组成与结构、计算机网络的分类与应用、计算机网络的发展趋势、数据通信服务、信道及其主要特性、数据编码、多路复用技术和数据交换技术。

第 2 章学习网络体系结构知识, 其内容包含了网络体系结构的基本概念、OSI 参考模型、TCP/IP 参考模型、OSI 参考模型与 TCP/IP 参考模型的比较和其他参考模型。

第 3 章学习物理层知识, 其内容包含了物理层与物理层协议、物理层接口与协议、数字调制技术、调制解调器、XDSL 技术和同步数字体系 SDH。

第 4 章学习数据链路层知识, 其内容包含了数据链路层设计要点、错误检测和纠正、基本数据链路协议、滑动窗口协议、数据链路层协议示例和 Internet 中的数据链路层。

第 5 章学习介质访问控制子层知识, 其内容包含了信道分配问题、多路访问协议、以太网技术、虚拟局域网、无线局域网和数据链路层交换。

第 6 章学习网络层知识, 其内容包含了网络层设计、路由算法、Internet 的路由选择协议、IP 地址与子网、IP 协议、ARP 与 RARP、路由器与第三层交换设备、Internet 控制报文协议和 IPv6 技术。

第 7 章学习传输层和应用层知识, 其主要内容包含了传输服务、传输层的功能、Internet 传输协议 UDP、Internet 传输协议 TCP、应用层、域名系统、电子邮件服务、文件传输服务和 WWW 服务。

第 8 章到第 11 章学习局域网知识, 其主要内容包含了局域网概述、局域网拓扑结构、局域网的类型、以太网的分类和局域网技术。

第 12 章学习广域网技术概述知识, 其主要内容包含了低速广域网、高速广域网和无线广域网。

第 13 章学习网络维护与安全知识, 其主要内容包含了网络维护、病毒防护、防范黑客、防火墙和网络故障分析及排除。本书最后一章介绍组建校园网的知识, 包括如何组

建校园网以及网络布线工程。

全书以基础理论-实用技术-实际应用为主线组织编写，内容以计算机网络的基本原理为主，侧重较成熟的网络技术的应用知识。本书既可以作为高等院校非计算机专业网络课程本科生的教材，也可以作为从事计算机网络系统开发和维护的工程技术人员、管理人员的参考用书或培训教材。

第 1 章 计算机网络与数据通信基础..... 1

1.1 计算机网络的形成与发展	1
1.1.1 计算机网络的产生	1
1.1.2 计算机网络的发展	2
1.1.3 网络体系结构与协议标准化 的研究	4
1.2 计算机网络的组成与结构	4
1.2.1 计算机网络组成的基本要点	5
1.2.2 计算机网络的组成	5
1.2.3 资源子网和通信子网	6
1.2.4 现代网络结构的特点	7
1.3 计算机网络的分类与应用	7
1.3.1 计算机网络的定义和功能	8
1.3.2 计算机网络的分类	9
1.3.3 计算机网络的应用	10
1.4 计算机网络的发展趋势	12
1.4.1 信息高速公路	12
1.4.2 计算机网络的发展	13
1.5 数据通信服务	13
1.5.1 未来数据通信网络应具备的 特征	14
1.5.2 X.25 网	14
1.5.3 帧中继	16
1.5.4 宽带综合业务数据网	17
1.5.5 异步传输模式	17
1.6 信道及其主要特性	18
1.6.1 信道及其传输损害	19
1.6.2 信道的主要性能参数	19
1.6.3 信道的传输模式	22
1.6.4 串行通信中的同步控制	23
1.7 数据编码	25
1.7.1 模拟数据编码方法	25
1.7.2 数字数据编码方法	26

1.7.3 脉冲编码调制方法	27
1.8 多路复用技术	28
1.8.1 频分多路复用技术	28
1.8.2 时分多路复用技术	29
1.9 数据交换技术	29
1.9.1 电路交换	30
1.9.2 报文交换	31
1.9.3 报文分组交换	31
1.9.4 帧中继交换	33
1.9.5 信元交换技术	34
1.10 思考与练习	35

第 2 章 网络体系结构..... 37

2.1 网络体系结构的基本概念	37
2.2 OSI 参考模型	40
2.2.1 OSI 参考模型遵循原则	40
2.2.2 OSI 参考模型各层功能	41
2.2.3 OSI 参考模型的特性及数 据传输过程	44
2.2.4 面向连接服务与无连接 服务	46
2.3 TCP/IP 参考模型	48
2.3.1 TCP/IP 参考模型的发展	48
2.3.2 TCP/IP 参考模型各层的 功能	49
2.4 OSI 参考模型与 TCP/IP 参考模型 的比较	51
2.5 其他参考模型	52
2.6 思考与练习	54

第 3 章 物理层..... 56

3.1 物理层与物理层协议	56
3.1.1 物理层的基本概念	56

3.1.2 物理层基本服务功能	57	4.2.1 停-等协议	85
3.1.3 物理层向数据链路层提供的服务	57	4.2.2 滑动窗口协议	87
3.2 物理层接口与协议	58	4.2.3 一位滑动窗口协议	89
3.3 数字调制技术	62	4.2.4 全部重发流水线协议	89
3.3.1 振幅、频率和相位	62	4.2.5 选择重发流水线协议	90
3.3.2 幅移键控	64	4.2.6 最大窗口尺寸的确定	91
3.3.3 频移键控	64	4.2.7 全部重发流水线协议的最佳帧长	92
3.3.4 相移键控	65	4.3 差错控制	92
3.3.5 正交振幅调制技术	66	4.3.1 差错的特点	92
3.4 调制解调器	67	4.3.2 差错控制的基本方式	92
3.4.1 数字服务单元和信道服务单元	67	4.3.3 误码控制基本原理	93
3.4.2 语音频带数据通信调制解调器	68	4.3.4 误码控制编码的分类	94
3.4.3 语音频带调制解调器分类	69	4.3.5 简单差错控制编码	95
3.4.4 异步语音频带调制解调器	69	4.3.6 循环冗余码	96
3.4.5 同步语音频带调制解调器	70	4.3.7 海明码	98
3.4.6 调制解调器工作原理	71	4.4 Internet 中的数据链路层	100
3.5 XDSL 技术	72	4.4.1 Internet 数据链路层协议	100
3.5.1 XDSL 编码技术	72	4.4.2 SLIP 协议	101
3.5.2 XDSL 分类	73	4.4.3 CSLIP 协议	102
3.5.3 DSL 的技术特性	75	4.4.4 PPP 协议	103
3.5.4 非对称数字用户线	75	4.4.5 控制帧格式	106
3.6 同步数字体系	76	4.5 思考与练习	107
3.6.1 SDH 发展的背景	76		
3.6.2 SDH 速率和帧结构	76	第 5 章 介质访问控制子层	108
3.6.3 SDH 的复用结构	77	5.1 信道分配问题	108
3.6.4 SDH 的主要技术特点	78	5.1.1 LAN 和 MAN 中的静态信道分配方案	108
3.6.5 SONET 和 SDH	79	5.1.2 LAN 和 MAN 中的动态信道分配方案	109
3.6.6 SDH 的应用与发展趋势	79	5.2 多路访问协议	109
3.7 思考与练习	80	5.2.1 ALOHA	109
第 4 章 数据链路层	82	5.2.2 载波检测多路访问协议	113
4.1 数据链路层设计要点	82	5.2.3 无冲突的协议	114
4.1.1 数据链路层的模型	82	5.2.4 有限竞争协议	116
4.1.2 数据链路层的功能	83	5.2.5 波分多路访问协议	118
4.1.3 数据链路层的服务	84	5.2.6 无线 LAN 协议	120
4.2 流量控制	85	5.3 以太网技术	122
		5.3.1 二元指数后退算法	122

5.3.2	以太网的性能	123	6.3.4	外部网关协议 EGP	155
5.3.3	IEEE 802.2: 逻辑链路控制	123	6.4	IP 地址与子网	158
5.4	虚拟局域网	124	6.4.1	IP 地址	158
5.4.1	虚拟网络的概念	124	6.4.2	子网与子网掩码	160
5.4.2	虚拟局域网的实现技术	125	6.4.3	无类域间路由选择法	161
5.4.3	虚拟局域网分类	126	6.5	IP 协议	161
5.5	无线局域网	127	6.5.1	IP 协议的特点	162
5.5.1	无线局域网的应用	128	6.5.2	IP 数据报的格式	162
5.5.2	红外无线局域网	128	6.5.3	IP 数据报的分片与组装	164
5.5.3	扩频无线局域网	129	6.5.4	IP 数据报路由选项	165
5.5.4	窄带微波无线局域网	131	6.6	ARP 与 RARP	165
5.5.5	无线局域网标准 IEEE802.11	132	6.6.1	地址解析	165
5.6	数据链路层交换	133	6.6.2	IP 地址与物理地址的映射	166
5.6.1	从 802.x 到 802.y 的网桥	133	6.6.3	反向地址解析协议	167
5.6.2	本地的网络互联	136	6.7	路由器与第三层交换设备	167
5.6.3	生成树网桥	137	6.7.1	路由器的基本功能	168
5.6.4	远程网桥	139	6.7.2	路由器的基本工作原理	168
5.7	思考与练习	139	6.7.3	路由器的结构	169
			6.7.4	路由器与第三层交换机	170
第 6 章	网络层	141	6.8	Internet 控制报文协议	171
6.1	网络层设计要点	141	6.8.1	ICMP 机制	171
6.1.1	向传输层提供的服务	141	6.8.2	ICMP 报文格式	172
6.1.2	无连接服务和面向连接服务的实现	142	6.9	IPv6 技术	174
6.1.3	虚电路子网和数据报子网的比较	144	6.10	思考与练习	175
6.2	路由算法	145	第 7 章	传输层和应用层	177
6.2.1	优化原则	146	7.1	传输服务	177
6.2.2	最短路径路由	147	7.2	传输层的基本功能	178
6.2.3	距离矢量路由	149	7.2.1	传输层端-端通信的概念	178
6.2.4	链路状态路由	149	7.2.2	网络服务与服务质量	180
6.2.5	分级路由	150	7.3	Internet 传输协议 UDP	181
6.2.6	移动主机的路由	150	7.4	Internet 传输协议 TCP	182
6.3	Internet 的路由选择协议	151	7.4.1	TCP 协议的主要特点	182
6.3.1	自治系统与路由选择协议	151	7.4.2	TCP 报文格式	182
6.3.2	内部网关协议 RIP	152	7.4.3	TCP 的端口号分配	184
6.3.3	内部网关协议 OSPF	153	7.5	应用层	185
			7.5.1	主要的应用层协议	185
			7.5.2	TCP/IP 协议簇及协议之间的关系	185

7.6	域名系统	187
7.6.1	域名系统概述	187
7.6.2	Internet 的域名结构	188
7.6.3	域名解析	189
7.7	电子邮件服务	191
7.7.1	电子邮件系统原理	191
7.7.2	电子邮件的格式	192
7.7.3	简单邮件传送协议	193
7.7.4	多用途因特网邮件扩展	194
7.8	文件传输服务	197
7.8.1	文件传输的概念	197
7.8.2	文件传输的工作过程	198
7.8.3	匿名 FTP 服务	199
7.9	WWW 服务	199
7.9.1	WWW 服务概述	199
7.9.2	资源定位器	201
7.9.3	超文本传输协议	201
7.9.4	超文本标记语言	203
7.10	思考与练习	207

第 8 章 局域网基础 209

8.1	局域网概述	209
8.2	局域网拓扑结构	210
8.2.1	拓扑结构	210
8.2.2	常见的局域网拓扑结构	211
8.3	局域网的类型	214
8.3.1	以太网	214
8.3.2	FDDI 网络	215
8.3.3	ATM 网络	216
8.3.4	其他局域网	217
8.4	以太网的分类	217
8.4.1	标准以太网	217
8.4.2	百兆位以太网	219
8.4.3	千兆位以太网	220
8.4.4	万兆位以太网	221
8.5	局域网技术	223
8.5.1	带宽	223
8.5.2	无线通信介质	224
8.5.3	局域网的工作模式	226

8.5.4	网络介质访问控制方法	227
-------	------------	-----

8.6	思考与练习	231
-----	-------	-----

第 9 章 局域网硬件设备与连接 232

9.1	安装网卡	232
9.1.1	网卡概述	232
9.1.2	安装网卡硬件	234
9.1.3	连接网线	235
9.1.4	安装网卡驱动	237
9.2	认识网线	239
9.2.1	同轴电缆	239
9.2.2	双绞线	240
9.2.3	光纤	242
9.2.4	无线通信介质	243
9.3	集线器	244
9.3.1	集线器工作原理	244
9.3.2	集线器的分类	245
9.3.3	安装集线器	247
9.3.4	选用适当的集线器	247
9.4	交换机	248
9.4.1	交换机的特点	248
9.4.2	交换机的分类	249
9.4.3	交换机和集线器的区别	249
9.5	路由器	250
9.6	使用集线器/交换机组建局域网	250
9.7	思考与练习	252

第 10 章 设置对等网 254

10.1	对等网概述	254
10.1.1	对等网的结构	254
10.1.2	组建原则	255
10.2	设置对等网	256
10.2.1	设置 IP 地址和子网掩码	256
10.2.2	设置计算机标识	259
10.3	使用网络测试命令	260
10.3.1	ping 命令	260
10.3.2	IPConfig 命令	262
10.3.3	NET VIEW 命令	264

10.4	双机互联方案	265	12.3.1	蜂窝技术的发展概况	313
10.4.1	使用双绞线连接	265	12.3.2	公用分组无线服务	314
10.4.2	USB 双机直连	268	12.3.3	移动通信	315
10.4.3	三机四网卡联机	268	12.3.4	个人通信业务与个人通信网	319
10.5	思考与练习	269	12.3.5	卫星通信系统	320
第 11 章	设置 C/S 局域网	271	12.4	思考与练习	326
11.1	C/S 局域网概述	271	第 13 章	网络维护与安全	328
11.2	安装 Windows Server 2003	273	13.1	网络维护	328
11.2.1	准备工作	273	13.2	病毒防护	330
11.2.2	简要安装过程	274	13.2.1	病毒定义及其特点	330
11.3	C/S 局域网中的重要概念	278	13.2.2	病毒的分类	332
11.3.1	活动目录与域	278	13.2.3	病毒的破坏行为	333
11.3.2	组与工作组	280	13.2.4	宏病毒与蠕虫	334
11.3.3	服务器在网络中的角色	282	13.2.5	日常防病毒措施	337
11.4	配置 Windows Server 2003 服务器	282	13.2.6	流行杀毒软件	338
11.4.1	安装活动目录服务	282	13.2.7	使用瑞星	340
11.4.2	配置 DNS 服务器	287	13.3	防范黑客	342
11.4.3	配置 DHCP 服务器	292	13.3.1	黑客与特洛伊木马	343
11.5	配置 Windows XP 客户机	296	13.3.2	感染木马后的症状	344
11.6	创建用户账户	297	13.3.3	防范黑客措施	346
11.6.1	Active Directory 的管理工具	297	13.3.4	黑客攻击常见方法	347
11.6.2	用户和计算机账户	298	13.3.5	防范黑客攻击	348
11.6.3	创建用户账户	299	13.4	防火墙	350
11.7	Windows XP 客户机登录域	301	13.4.1	防火墙的功能	351
11.8	思考与练习	302	13.4.2	防火墙的特点	352
第 12 章	广域网技术概述	304	13.4.3	防火墙的类型	352
12.1	低速广域网	304	13.5	网络故障分析与排除	354
12.1.1	公共电话交换网	304	13.5.1	故障分析	355
12.1.2	综合业务数字网	305	13.5.2	网卡故障	355
12.1.3	X.25 分组交换网	306	13.5.3	集线器故障	357
12.2	高速广域网	307	13.5.4	双绞线故障	358
12.2.1	帧中继网	307	13.5.5	软件故障	359
12.2.2	ATM 网	309	13.6	思考与练习	360
12.2.3	同步光纤网	311	第 14 章	组建校园网实例	361
12.3	无线广域网	313	14.1	校园网介绍	361
			14.2	校园网设计	362

14.2.1	总体设计原则	362	14.3.2	综合布线的特点	370
14.2.2	项目概述	362	14.3.3	综合布线系统简介	371
14.2.3	设计目标	363	14.3.4	光缆传输系统	374
14.2.4	系统平台的选择	364	14.3.5	电源、防护及接地	375
14.2.5	网络系统设计	366	14.3.6	安装工艺要求	376
14.2.6	信息服务系统描述	368	14.4	网络故障的排除方法	377
14.3	综合布线系统	369			
14.3.1	综合布线的发展过程	369	附录	思考与练习答案	379

第1章 计算机网络与数据通信基础

21 世纪是信息社会和知识经济时代。计算技术多年的发展经历表明,信息社会的基础设施就是计算机、通信业和网络。现在,计算机网络技术的迅速发展和 Internet 的普及,使人们更深刻地体会到计算机网络已渗透到人们的工作的各个方面,并且对人们的日常生活甚至思想产生了较大的影响。下面我们就来学习计算机网络的基础知识以及网络通信知识。

本章学习要点:

- 计算机网络的形成与发展
- 计算机网络的组成与结构
- 计算机网络的分类与应用
- 计算机网络的发展趋势
- 数据通信服务
- 信道及其主要特性
- 数据编码
- 多路复用技术
- 数据交换技术

1.1 计算机网络的形成与发展

计算机网络是计算机技术和通信技术紧密结合的产物,它的诞生使计算机体系结构发生了巨大变化,在当今社会经济中起着非常重要的作用,它对人类社会的进步做出了巨大贡献。下面我们来学习计算机网络的产生、发展和未来计算机网络的发展趋势。

1.1.1 计算机网络的产生

自从有了计算机,计算机技术和通信技术就开始结合。早在 1951 年,美国麻省理工学院林肯实验室就开始为美国空军设计称为 SAGE 的自动化地面防空系统,该系统最终于 1963 年建成,被认为是计算机和通信技术结合的先驱。

在 20 世纪 50 年代初,美国航空公司与 IBM 公司开始联合研究计算机通信技术应用民用系统方面的技术,并于 60 年代初投入使用飞机订票系统 SABRE-I。后来,1968 年美国通用电气公司投入运行了最大的商用数据处理网络信息服务系统,该系统具有交互处理和批处理能力,由于地理范围大,因此可以利用时差充分利用资源。

早期的计算机通信网络中,为了提高通信线路的利用率并减轻主机的负担,已经使用了多点通信线路、终端集中器以及前端处理机等技术。这些技术对以后计算机网络的

发展有着深刻的影响。例如,以多点线路连接的终端和主机间的通信建立过程,可以用主机对各终端轮询或者是由各终端连接成维菊链的形式实现。

1966年12月,罗伯茨开始全面负责 ARPA 网的筹建。经过近一年的研究,罗伯茨选择了一种名为 IMP(接口信号处理机,路由器的前身)的技术,来解决网络间计算机的兼容问题,并首次使用了“分组交换”(Packet Switching)作为网间数据传输的标准。这两项关键技术的结合为 ARPA 网奠定了重要的技术基础,创造了一种更高效、更安全的数据传递模式。1968年,一套完整的设计方案正式启用。同年,首套 ARPA 网的硬件设备问世。1969年10月,罗伯茨完成了首个数据包通过 ARPA 网由 UCLA(加州大学洛杉矶分校)出发,经过漫长的海岸线,完整无误地抵达斯坦福大学的实验。在这之后,罗伯茨还不断地完善 ARPA 网技术,从网络协议、操作系统再到电子邮件。

1969年12月,Internet 的前身——美国的 ARPA 网投入运行,它标志着计算机网络的兴起。该计算机网络系统是一种分组交换网。分组交换技术使计算机网络的概念、结构和网络设计方面都发生了根本性的变化,并为后来的计算机网络打下了坚实的基础。

20世纪80年代初,随着个人计算机的推广,各种基于个人计算机的局域网纷纷出台。这个时期计算机局域网系统的典型结构是在共享介质通信网平台上的共享文件服务器结构,即为所有联网个人计算机设置一台专用的可共享的网络文件服务器。每台个人计算机用户的主要任务仍在自己的计算机上运行,仅在需要访问共享磁盘文件时才通过网络访问文件服务器,实现了计算机网络中各计算机之间的协同工作。由于使用了较 PSTN 速率高得多的同轴电缆、光纤等高速传输介质,使个人计算机网上访问共享资源的速率和效率大大提高。这种基于文件服务器的计算机网络对网内计算机进行了分工:个人计算机面向用户,计算机服务器专用于提供共享文件资源,这就形成了客户机/服务器模式。

计算机网络系统是非常复杂的系统,计算机之间相互通信涉及到许多复杂的技术问题,为实现计算机网络通信,计算机网络采用的是分层解决网络技术问题的方法。但是,由于存在不同的分层网络系统体系结构,它们的产品之间很难实现互联。为此,在 20 世纪 80 年代早期,国际标准化组织 ISO 正式颁布了“开放系统互联基本参考模型”OSI 国际标准,使计算机网络体系结构实现了标准化。

进入 20 世纪 90 年代,计算机技术、通信技术以及建立在计算机和网络技术基础上的计算机网络技术得到了迅猛的发展。特别是 1993 年美国宣布建立国家信息基础设施 NII 后,全世界许多国家纷纷制定和建立本国的 NII,从而极大地推动了计算机网络技术的发展,使计算机网络进入了一个崭新的阶段。目前,全球以美国为核心的高速计算机互联网络即 Internet 已经形成,Internet 已经成为人类最重要的、最大的知识宝库。

1.1.2 计算机网络的发展

世界上公认的、最成功的第一个远程计算机网络是在 1969 年,由美国高级研究计划署(Advanced Research Projects Agency, ARPA)组织研制成功的。该网络称为 ARPANET,它就是现在 Internet 的前身。随着计算机网络技术的蓬勃发展,计算机网络的发展大致可划分为 4 个阶段。

第一阶段:计算机技术与通信技术相结合(诞生阶段)

20 世纪 60 年代末，计算机网络发展的萌芽阶段。该系统又称终端——计算机网络，是早期计算机网络的主要形式，它是将一台计算机经通信线路与若干终端直接相连。终端是一台计算机的外部设备包括显示器和键盘，无 CPU 和内存。其示意图如图 1-1 所示。其主要特征是：为了增加系统的计算能力和资源共享，把小型计算机连成实验性的网络。

第一个远程分组交换网叫 ARPANET，第一次实现了由通信网络和资源网络复合构成计算机网络系统。标志计算机网络的真正产生，ARPANET 是这一阶段的典型代表。

第二阶段：计算机网络具有通信功能（形成阶段）

第二代计算机网络是以多个主机通过通信线路互联起来，为用户提供服务，主机之间不是直接用线路相连，而是由接口报文处理机（IMP）转接后互联的。IMP 和它们之间互联的通信线路一起负责主机间的通信任务，构成了通信子网。通信子网互联的主机负责运行程序，提供资源共享，组成了资源子网。这个时期，网络概念为“以能够相互共享资源为目的互联起来的具有独立功能的计算机之集合体”，形成了计算机网络的基本概念，如图 1-2 所示。

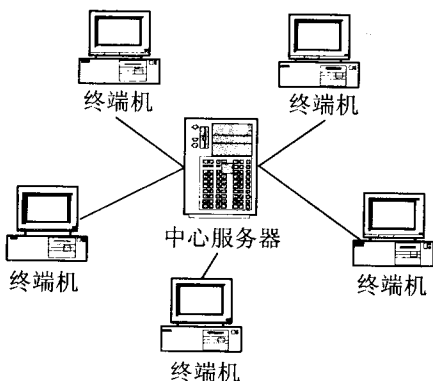


图 1-1 第一阶段计算机网络

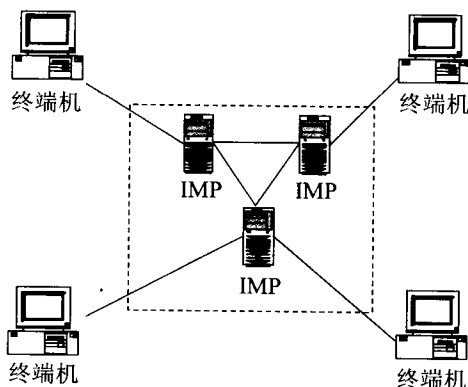


图 1-2 第二阶段计算机

两个主机间通信时对传送信息内容的理解、信息表示形式以及各种情况下的应答信号都必须遵守一个共同的约定，称为协议。

第三阶段：计算机网络互联标准化（互联互通阶段）

计算机网络互联标准化是指具有统一的网络体系结构并遵循国际标准的开放式和标准化的网络。ARPANET 兴起后，计算机网络发展迅猛，各大计算机公司相继推出自己的网络体系结构及实现这些结构的软硬件产品。由于没有统一的标准，不同厂商的产品之间互联很困难，人们迫切需要一种开放性的标准化实用网络环境，这样两种国际通用的最重要的体系结构应运而生，即 TCP/IP 体系结构和国际标准化组织的 OSI 体系结构。

第四阶段：计算机网络高速和智能化发展（高速网络技术阶段）

20 世纪 90 年代初至今是计算机网络飞速发展的阶段，其主要特征是：计算机网络化，协同计算能力发展以及全球互连网络（Internet）的盛行。计算机的发展已经完全与网络融为一体，体现了“网络就是计算机”的口号。目前，计算机网络已经真正进入社会各行各业。另外，虚拟网络 FDDI 及 ATM 技术的应用，使网络技术蓬勃发展并迅速走向市场，走进平民百姓的生活。

1.1.3 网络体系结构与协议标准化的研究

随着网络技术的发展与计算机网络的广泛应用,一些大的计算机公司纷纷开展计算机网络研究与产品开发工作,同时也提出了各种网络体系结构与网络协议,例如,IBM公司的SNA(System Network Architecture),DEC公司的DNA(Digital Network Architecture)和UNIVAC公司的DCA(Distributed Computer Architecture)。

由于网络体系结构与网络协议繁多、不统一,已经造成异型机联网与异型网互联的困难,这些问题限制计算机网络自身的发展和应用。因此,网络体系结构与网络协议必须走国际化的道路。

国际标准化组织(International Standards Organization, ISO)成立了计算机与信息处理标准化技术委员会(TC97/SC16),从事网络体系结构与网络协议国际化问题的研究,正式制订与颁布了“开放系统互连参考模型”,即ISO/IEC 7498国际标准。

ISO/IEC 7498标准,定义了网络互联的七层框架,也就是开放系统互连(Open System Internetwork, OSI)参考模型。在OSI框架下,进一步详细规定了每一层的功能,以实现开放系统环境中的互联性、互操作性与应用的可移植性。国际电报与电话咨询委员会(Consultative Committee on International Telegraph and Telephone, CCITT)的建议书X.400也定义了一些相似的内容。

ISO/OSI参考模型与协议的研究成果对推动网络体系结构理论发展起了重大的作用。

如果说广域网的作用是扩大了信息社会中资源共享的范围,那么局域网的作用则是进一步增强了信息社会中资源共享的深度;广域网技术与微型机的广泛应用推动了局域网技术研究的发展。

在20世纪80年代,局域网技术出现了新的亮点。在局域网领域中,采用Ethernet、Token Bus、Token Ring原理的局域网产品形成了三足鼎立之势,并形成了国际标准。光纤分布式数字接口FDDI产品在高速与主干网应用方面起了重要的作用。

在20世纪90年代,局域网技术在传输介质、局域网操作系统与客户机/服务器计算模式等方面取得了重大成功。

在局域网中,用非屏蔽双绞线实现了10Mb/s的数据传输,并在此基础上形成了网络结构化布线技术,使局域网在办公自动化环境中得到更为广泛的应用。而操作系统NetWare、Windows NT Server、IBM LAN Server及UNIX的应用,使局域网技术进入成熟阶段。另外,在计算机网络中,客户机/服务器(Client/Server)模式的应用,使网络服务功能达到更高水平。

随着计算机局域网的不断推广,TCP/IP协议也得到了广泛应用,使网络互联技术发展到一个崭新的阶段。

1.2 计算机网络的组成与结构

所谓互联网是指将两个或两个以上的计算机网络连接而成的更大的计算机网络。例如,现在已经渗透到全球所有角落的Internet就是世界上最大的互联网络。

下面介绍计算机网络或互联网络的组成部分——计算机及其网络连接设备。

1.2.1 计算机网络组成的基本要点

计算机网络必须具备以下三个基本要素：

- 至少有两台独立操作系统的计算机，它们之间有相互共享某种资源的需求；
- 两台独立的计算机之间必须有某种通信手段将其连接；
- 网络中的各个独立的计算机之间要能相互通信，必须制定相互可确定的规范标准或者协议。

以上三条是组成一个网络的必要条件，三者缺一不可。计算机网络也是由各种可连起来的网络单元组成的。



网络单元是指网络中各种数据处理设备、数据通信控制设备和数据终端设备。

1.2.2 计算机网络的组成

大型的计算机网络是一个复杂的系统。例如，现在所使用的 Internet 网络。它是一个集计算机软件系统、通信设备、计算机硬件设备以及数据处理能力为一体的，能够实现资源共享的现代化综合服务系统。一般网络系统的组成可分为 3 部分：硬件系统、软件系统和网络信息。

1. 硬件系统

硬件系统是计算机网络的基础，硬件系统由计算机、通信设备、连接设备及辅助设备组成，通过这些设备的组成形成了计算机网络的类型。下面来学习几种常用的设备。

(1) 服务器 (Server)

在计算机网络中，核心的组成部分是服务器。服务器是计算机网络中向其他计算机或网络设备提供服务的计算机，并按提供的服务被冠以不同的名称，如数据库服务器、邮件服务器等。

常用的服务器有文件服务器、打印服务器、通信服务器、数据库服务器、邮件服务器、信息浏览服务器和文件下载服务器等。

文件服务器是存放网络中的各种文件，运行的是网络操作系统，并且配有大容量磁盘存储器。文件服务器的基本任务是协调处理各工作站提出的网络服务请求。一般影响服务器性能的主要因素包括：处理器的类型和速度、内存容量的大小和内存通道的访问速度、缓冲能力、磁盘存储容量等，在同等条件下，网络操作系统的性能起决定作用。

打印服务器是接收来自用户的打印任务，并将用户的打印内容存放到打印队列中，当队列中轮到该任务时，送打印机打印。

通信服务器是负责网络中各用户对主计算机的通信联系，以及网与网之间的通信。

(2) 客户机 (Client)

客户机是与服务器相对的一个概念。在计算机网络中享受其他计算机提供的服务的计算机就称为客户机。

(3) 网卡

网卡是安装在计算机主机板上的电路板插卡, 又称网络适配器或者网络接口卡 (Network Interface Board)。网卡的作用是将计算机与通信设备相连接, 负责传输或者接收数字信息。

(4) 调制解调器

调制解调器 (俗称 Modem) 是一种信号转换装置, 它可以将计算机中传输的数字信号转换成通信线路中传输的模拟信号, 或者将通信线路中传输的模拟信号转换成数字信号。

一般将数字信号转换成模拟信号, 称为“调制”过程; 将模拟信号转换成数字信号, 称为“解调”过程。

调制解调器的作用是将计算机与公用电话线相连, 使得现有网络系统以外的计算机用户能够通过拨号的方式利用公用事业电话网访问远程计算机网络系统。

(5) 集线器

集线器是局域网中常用的连接设备, 它有多个端口, 可以连接多台本地计算机。

(6) 网桥

网桥 (Bridge) 也是局域网常用的连接设备。网桥又称桥接器, 是一种在链路层实现局域网互联的存储转发设备。

(7) 路由器

路由器是互联网中常用的连接设备, 它可以将两个网络连接在一起, 组成更大的网络。路由器可以将局域网与 Internet 互联。

(8) 中继器

中继器工作可用来扩展网络长度。中继器的作用是在信号传输较长距离后, 进行整形和放大, 但不进行信号校验处理等。

2. 软件系统

网络系统软件包括网络操作系统和网络协议等。网络操作系统是指能够控制和管理网络资源的软件, 是由多个系统软件组成, 在基本系统上有多种配置和选项可供选择, 使得用户可根据不同的需要和设备构成最佳组合的互联网络操作系统。网络协议是保证网络中两台设备之间正确传送数据。

3. 网络信息

计算机网络上存储、传输的信息称为网络信息。网络信息是计算机网络中最重要的资源, 它存储于服务器上, 由网络系统软件对其进行管理和维护。

1.2.3 资源子网和通信子网

计算机网络是一个通信网络, 各计算机之间通过通信媒体、通信设备进行数字通信,