



新编 21 世纪高等院校计算机系列规划教材

网络工程 技术

北京希望电子出版社 总策划

罗琳 主编

赵振华 李超锋 副主编

罗琳 李新国 李功芳 编著

 科学出版社
www.sciencep.com



新编 21 世纪高等院校计算机系列规划教材

网络工程 技术

北京希望电子出版社 总策划

罗琳 主编

赵振华 李超锋 副主编

罗琳 李新国 李功芳 编著

 科学出版社
www.sciencep.com

内 容 简 介

在网络工程中,局域网技术发展迅速,作为最简单的计算机网络类型,局域网是大型网络组建的基础。本书从应用的角度出发,系统地介绍了局域网的基本工作原理、应用技术和组建局域网的工程技术等内容。

全书共12章,内容涵盖网络基础、网络设备、网络布线、网络操作系统、Windows 2000 Server 技术基础、Intranet 常用服务等。本书理论结合实际,逐步介绍局域网技术的基本知识和分析方法;在应用技术方面,侧重培养实际组网的动手能力及解决问题的方法;在操作技术能力方面,秉承“学得会,用得上”的宗旨。

本书可作为普通高等院校计算机网络专业的教材,也可作为局域网技术与组网工程的自学参考书。对于网络工程人员和网络管理人员也有一定的帮助。

图书在版编目(CIP)数据

网络工程技术 / 罗琳主编. —北京: 科学出版社, 2005.7

ISBN 7-03-015577-7

I. 网... II. 罗... III. 计算机网络 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 050825 号

责任编辑: 程 琪 / 责任校对: 娄 艳
责任印刷: 双 青 / 封面设计: 梁运丽

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2005 年 7 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16
2005 年 7 月第一次印刷 印张: 16
印数: 1-3 000 字数: 365 000

定价: 23.00 元

新编 21 世纪高等院校计算机系列规划教材编委会

- 主 任：** 陈火旺 全国工科院校计算机专业教学指导委员会主任
中国工程院院士
- 副主任：** 李国杰 中国计算机学会理事长
计算技术研究所所长
- 杨芙清 中国计算机学会副理事长
中国科学院院士
- 沈复兴 全国高等师范学校计算机教育研究会副理事长
北京师范大学信息科学学院院长
- 何炎祥 武汉大学计算机学院院长
- 桂卫华 中南大学信息科学与工程学院院长
- 李仁发 湖南大学计算机与通信学院院长
- 陆卫民 中国科学出版集团北京希望电子出版社社长

委 员： （按姓氏笔画为序）

王江晴	王行恒	甘 玲	邓志华	孙中胜	刘晓燕	匡 松
任达森	李华贵	李超锋	李节阳	李新国	李龙澍	李建平
何婷婷	何登旭	张友生	张洪瀚	罗 琳	杨 波	杨宪泽
武兆辉	陈浩杰	陈 庄	郑明红	赵振华	洪汝渝	徐建军
徐 谡	唐光海	唐霁虹	唐 雁	高 丽	阎怀志	曹永存
覃 俊	董玉萍	董晓华	谢秉元	詹国华	戴上平	

秘 书： 徐建军

前 言

21 世纪是信息经济的时代, 作为这个时代代表性技术之一——计算机网络技术, 将会在不断创新中得到飞速发展。与此相适应, 大专院校许多与计算机科学与技术相关的专业都设立了“计算机网络”课程, 并在一定程度上不断更新着课程内容。随着网络新标准不断涌现, 网络新技术飞速发展, 这一类的教材更新极快, 且每本教材各具特色。我们博采众长, 结合多年的教学和工作实践, 编写了《网络工程技术》一书。

编写本教材的指导思想是注重基础, 突出新技术, 强调基本理论、基本概念及基本方法, 并体现网络新技术的进展; 在编写方法上, 力求基本概念准确、清晰, 重点突出, 并充分考虑到自学的适用性。

第 1 章 计算机网络初步, 讲述计算机网络的产生和发展; 计算机网络的分类; 计算机网络的工作模式; 网络的应用。

第 2 章 网络的结构设计及协议选择, 讲述计算机网络的结构设计; 通信协议及选择; OSI 模型; TCP/IP 协议的规划与管理。

第 3 章 网络布线材料及综合布线, 讲述双绞线; 同轴电缆; 计算机网络中的光纤; 网络综合布线。

第 4 章 网络连接设备, 讲述网络接口卡; 集线器; 交换机; 窄带接入设备 Modem; 窄带数字接入设备 ISDN; 宽带接入设备 ADSL; 宽带接入设备 Cable Modem; 路由器; 网桥; 网关。

第 5 章 以太网, 讲述以太网概述; 以太网的帧格式; 以太网的访问控制机制; 以太网的标准; 以太网中的数据通信; 以太网中的数据; 以太网中信号的传输; 以太网中数据的传输方式。

第 6 章 组建 Windows 2000 Server 网络平台, 讲述 C/S 网络模式; Windows 2000 Server 的组网特点; Windows 2000 Server 服务器的安装; Windows 2000 Server 网络服务器的配置; 客户端接入 Windows 2000 Server 域服务器的方式。

第 7 章 网络的基本管理, 讲述网络管理模式和功能; 配置管理; 安全管理; 性能管理; 故障管理; 计费管理; 网络管理协议; Windows 2000 Server 的网络管理功能; Windows 2000 Server 域控制器中组的管理; Windows 2000 Server 网络中共享资源的管理。

第 8 章 基本网络管理工具及应用, 讲述 Windows 2000 Server 中的网络监视器及应用; Windows 2000 Server 的性能监视器及应用; 网络性能的调整和优化; 系统测试程序的功能和应用。

第 9 章 DHCP 服务器的配置和管理, 讲述静态 IP 地址和动态 IP 地址的比较; DHCP 的功能; DHCP 的优缺点; DHCP 的工作原理; IP 地址的租用; DHCP 服务器的管理。

第 10 章 DNS 服务器的配置和管理, 讲述 DNS 基础知识; DNS 服务器的分类和作用; 转发器的功能和应用; DNS 解析名字的方法; 缓存与生存时间; DNS 服务器的安装; 创建主要区域及其记录; 创建辅助区域; 创建反向区域及其记录; 子域的作用及创建方法; 创建活动目录集成区域及其记录。

第 11 章 WINS 服务器的配置和管理, 讲述 WINS 工作过程和原理; Windows 2000 中的 WINS; WINS 服务器的安装; 静态映射和代理服务; WINS 服务器的管理。

第 12 章 路由技术及配置和管理, 讲述路由技术基础; Windows 2000 中软路由的安装和管理; 路由接口的设置和管理; 路由表和 IP 路由技术及管理; 动态 IP 路由协议及管理。

本教材具有以下显著特点:

1. 对网络原理所涉及的内容纳入了 ISO 分层结构, 强调网络的体系结构与分层功能的独立性及其相互联系。

2. 以 TCP/IP 为主线, 介绍 Internet; 以网络操作系统为主线, 介绍如何组建和管理几种实用网。

3. 着重介绍了近年来网络新技术的一些重要进展, 如综合业务数字网、异步转移模式 ATM、光纤分布式数据接口 FDDI、帧中继 FR 及 WAP 通信协议。

本书主要供高等院校计算机专业本科生学习计算机网络课程使用。考虑到教材的适应性, 本书具有一定深度的章节, 通过内容的取舍, 可以满足不同专业和不同层次的教学要求。本书也可作为通信、电子工程及自动控制等专业的教材或参考书; 还可供有关专业的工程技术人员参考阅读。

本书由重庆大学的罗琳老师主编并完成全书的统稿工作, 由武汉工程大学的赵振华老师和中南民族大学李超锋老师担任副主编, 湖南第一师范学校的李新国老师和沙洋实验中学的李功芳老师也参加了部分编写工作, 在此一致表示感谢。

本书配套有便于教学用的电子教案, 并配有四套模拟试题, 以及习题参考答案。由于篇幅有限, 书中没有列出这些内容, 以上所有内容可到 <http://www.bhp.com.cn> 网站下载, 或向 TextBooks@126.com 发邮件索要以上内容。

由于编者水平有限, 书中难免存在一些不足, 恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

第1章 计算机网络基本知识.....1	2.4 TCP/IP 协议的规划与管理.....40
1.1 计算机网络的产生和发展.....1	2.4.1 TCP / IP 协议与 OSI 参考模型的关系.....40
1.1.1 计算机网络概述.....1	2.4.2 IP 协议.....40
1.1.2 计算机网络的发展及特点.....2	2.4.3 IP 地址.....42
1.2 计算机网络的分类.....8	2.4.4 TCP 协议.....45
1.2.1 局域网 (LAN)8	2.4.5 用户数据报协议 (UDP)46
1.2.2 广域网 (WAN)9	2.4.6 套接字和 TCP 端口.....46
1.3 计算机网络的工作模式.....10	2.4.7 网际控制报文协议 (ICMP)47
1.3.1 对等网.....10	2.4.8 地址解析协议 (ARP)47
1.3.2 基于服务器的网络.....12	2.4.9 应用层协议.....47
1.3.3 混合网络.....16	2.5 思考与练习.....48
1.4 网络的应用.....17	第3章 网络布线材料及综合布线.....49
1.4.1 文件和打印服务.....17	3.1 双绞线.....49
1.4.2 通信服务.....18	3.1.1 双绞线的组成特点.....49
1.4.3 邮件服务.....18	3.1.2 双绞线的分类.....50
1.4.4 Internet 服务.....19	3.1.3 双绞线对应的硬件设备接口的功能.....51
1.4.5 管理服务.....19	3.1.4 双绞线的连接方式.....53
1.5 思考与练习.....20	3.1.5 双绞线的制作和测试方法.....56
第2章 网络的结构设计及协议选择.....21	3.2 同轴电缆.....58
2.1 计算机网络的结构设计.....21	3.2.1 同轴电缆的组成和分类.....58
2.1.1 总线型网络结构.....21	3.2.2 组建同轴电缆网络.....60
2.1.2 星型网络结构.....23	3.2.3 同轴电缆使用特点.....61
2.1.3 环型网络结构.....24	3.3 计算机网络中的光纤.....61
2.1.4 网状网络结构.....25	3.3.1 光纤通信的基本原理.....61
2.1.5 网络拓扑结构的变体.....26	3.3.2 单模光纤和多模光纤.....62
2.2 通信协议及选择.....26	3.3.3 计算机网络中的光纤产品介绍.....63
2.2.1 计算机网络中通信协议的概念.....27	3.3.4 光纤连接器.....64
2.2.2 NetBEUI 协议.....27	3.3.5 光纤通信的特点.....65
2.2.3 IPX / SPX 及其兼容协议.....28	3.4 网络综合布线.....66
2.2.4 TCP / IP 协议.....29	3.4.1 水平布线.....66
2.2.5 选择通信协议.....30	3.4.2 综合布线系统的优点.....69
2.3 OSI 模型.....31	3.4.3 综合布线系统标准.....70
2.3.1 OSI 模型的特点.....31	3.4.4 综合布线系统的设计等级.....71
2.3.2 协议栈及栈间通信.....37	
2.3.3 驱动程序与 OSI 参考模型.....38	

3.4.5 综合布线系统的设计要点.....	72
3.5 思考与练习.....	73
第4章 网络连接设备.....	74
4.1 计算机网络中的网卡.....	74
4.1.1 计算机网络中网卡的类型.....	74
4.1.2 网卡性能的评价和选择标准.....	77
4.2 计算机网络中的集线器.....	79
4.2.1 集线器在网络中的作用.....	79
4.2.2 集线器的分类.....	81
4.2.3 计算机网络收发器.....	82
4.3 计算机网络中的交换机.....	83
4.3.1 交换机的工作方式.....	83
4.3.2 交换机与集线器的区别.....	84
4.3.3 交换机的相关技术.....	84
4.3.4 交换机的分类和特点.....	86
4.4 窄带接入设备 Modem.....	87
4.4.1 Modem 的工作原理.....	87
4.4.2 Modem 的标准.....	88
4.5 窄带数字接入设备 ISDN.....	88
4.5.1 ISDN 的分类和工作方式.....	89
4.5.2 ISDN 的特点.....	89
4.5.3 ISDN 终端设备.....	91
4.6 宽带接入设备 ADSL.....	92
4.6.1 ADSL 技术的特点.....	93
4.6.2 ADSL 的工作过程.....	93
4.6.3 ADSL 的标准与协议.....	94
4.6.4 ADSL 硬件设备介绍.....	95
4.7 宽带接入设备 Cable Modem.....	96
4.7.1 Cable Modem 技术的特点.....	96
4.7.2 Cable Modem 的工作过程.....	97
4.7.3 Cable Modem 的标准.....	97
4.8 路由器.....	98
4.8.1 路由器的特点.....	98
4.8.2 路由器与交换机的区别.....	98
4.9 网桥.....	99
4.10 网关.....	100
4.11 思考与练习.....	101
第5章 以太网.....	102
5.1 以太网概述.....	102

5.2 以太网的帧格式.....	103
5.2.1 以太网 802.2 帧格式.....	103
5.2.2 以太网 802.3 帧格式.....	105
5.2.3 以太网 II 帧格式.....	105
5.2.4 以太网 SNAP 帧格式.....	106
5.3 以太网的访问控制机制.....	107
5.3.1 以太网的主要访问方法.....	107
5.3.2 CSMA / CD.....	107
5.3.3 CSMA / CA.....	109
5.3.4 优先级请求.....	109
5.4 以太网的标准.....	109
5.4.1 IEEE 的 10Mbit / s 标准.....	109
5.4.2 IEEE 的 100Mbit / s 标准.....	112
5.4.3 IEEE 的 1000Mbit / s 标准.....	114
5.5 以太网中的数据通信.....	114
5.6 以太网中的数据.....	115
5.6.1 模拟数据.....	115
5.6.2 数字数据.....	115
5.7 以太网中信号的传输.....	116
5.7.1 基带传输.....	116
5.7.2 频带传输.....	116
5.7.3 宽带传输.....	117
5.8 以太网中数据的传输方式.....	117
5.8.1 并行数据传输和串行数据传输.....	117
5.8.2 同步传输与异步传输.....	118
5.8.3 单工、半双工和全双工.....	118
5.9 思考与练习.....	120
第6章 组建 Windows 2000 Server	
网络平台.....	121
6.1 客户/服务器网络计算机模式.....	121
6.1.1 网络计算模式的发展过程.....	121
6.1.2 客户机 / 服务器模式的工作过程.....	123
6.1.3 客户机 / 服务器模式中的客户机.....	124
6.1.4 客户机 / 服务器模式中的服务器.....	124
6.1.5 客户机 / 服务器模式的优点.....	125
6.2 Windows 2000 Server 的组网特点.....	126
6.2.1 域及其相关概念.....	126
6.2.2 Windows 2000 Server 中的域 和活动目录.....	129

6.2.3	Windows 2000 Server 在网络中 充当的 3 种角色	129	7.5.2	配置故障	153
6.3	Windows 2000 Server 服务器的安装	130	7.5.3	系统故障	153
6.3.1	Windows 2000 Server 对硬件 的要求	130	7.6	计费管理	155
6.3.2	查看计算机硬件和软件兼容性	130	7.7	网络管理协议	155
6.3.3	硬盘分区的规划	131	7.7.1	SNMP 协议的特点	155
6.3.4	文件系统的选择	132	7.7.2	SNMP 协议的组成及功能	155
6.3.5	Windows 2000 Server 中采用 NTFS 的好处	132	7.8	Windows 2000 Server 的网络管理功能 ...	157
6.3.6	是否使用多重引导	133	7.8.1	活动目录的特点	157
6.3.7	选择全新安装或升级	133	7.8.2	Windows 2000 Server 中用 户账号的类型	158
6.3.8	安装 Windows 2000 Server 服务器	134	7.8.3	用户账号的命名策略	159
6.4	Windows 2000 Server 网络服务器 的配置	135	7.8.4	创建用户账号	160
6.4.1	安装设置活动目录 (ActiveDirectory) 域控制器	135	7.8.5	设置用户账号的安全属性	160
6.4.2	安装设置其他的域控制器	136	7.8.6	更改用户账号的密码	161
6.5	从 Windows NT Server 4.0 到 Windows 2000 Server 的升级	137	7.8.7	删除用户账号	161
6.5.1	升级前的准备工作和注意事项	138	7.8.8	停用、启用用户账号	162
6.5.2	具体的升级方法	138	7.8.9	用户账号的更名管理	162
6.6	客户端接入 Windows 2000 Server 域服务器的方式	139	7.9	Windows 2000 Server 域控器中 组的管理	162
6.7	思考与练习	140	7.9.1	使用组时应该注意的问题	163
第 7 章	网络的基本管理	141	7.9.2	创建用户组	163
7.1	网络管理模式和功能	141	7.9.3	对组中用户的管理	163
7.1.1	网络管理的模式	142	7.9.4	用户组的删除	164
7.1.2	网络管理的功能	142	7.9.5	用户组的更名	164
7.2	配置管理	142	7.10	Windows 2000 Server 网络中共享 资源的管理	165
7.3	安全管理	143	7.10.1	关于资源共享的几个概念	165
7.3.1	供电安全	143	7.10.2	共享资源的管理	165
7.3.2	物理安全	144	7.10.3	访问网络中的共享资源	166
7.3.3	资源安全	144	7.10.4	网络打印机的设置和管理	167
7.3.4	数据安全	146	7.11	思考与练习	168
7.4	性能管理	151	第 8 章	基本网络管理工具及应用	169
7.5	故障管理	152	8.1	Windows 2000 Server 中的网络 监视器及应用	169
7.5.1	物理故障	153	8.1.1	安装网络监视器	169
			8.1.2	网络监视器的功能	170
			8.1.3	网络监视器的应用	171
			8.2	Windows 2000 Server 的性能 监视器及应用	171

8.2.1 性能监视器的功能.....	172	9.7.4 DHCP 客户端的设置.....	197
8.2.2 性能监视器的应用.....	173	9.8 DHCP 服务器的管理.....	197
8.3 网络性能的调整和优化.....	174	9.8.1 DHCP 数据库的备份与还原.....	197
8.3.1 对内存的调整和优化.....	174	9.8.2 DHCP 数据库的优化.....	198
8.3.2 对 CPU 的调整和优化.....	175	9.8.3 DHCP 数据库的迁移.....	198
8.3.3 调整和优化磁盘系统.....	176	9.8.4 管理网络中的其他 DHCP 服务器.....	200
8.3.4 调整和优化网络接口.....	178	9.9 思考与练习.....	200
8.4 几款系统测试程序的功能和应用.....	179	第 10 章 DNS 服务的配置和管理	201
8.4.1 Ping 工具程序.....	179	10.1 DNS 基础知识.....	201
8.4.2 Ipconfig 工具程序.....	182	10.1.1 使用 Hosts 文件的主机名解析.....	202
8.4.3 网络路由跟踪工具程序 Tracert.....	183	10.1.2 DNS 的功能.....	202
8.4.4 网络协议统计工具程序		10.1.3 DNS 的组成.....	203
Ntstat / Nbtstat.....	185	10.1.4 DNS 的区域.....	204
8.5 思考与练习.....	185	10.2 DNS 服务器的分类和作用.....	205
第 9 章 DHCP 服务的配置和管理	186	10.2.1 主要名称服务器.....	206
9.1 静态 IP 地址和动态 IP 地址的比较.....	186	10.2.2 辅助名称服务器.....	206
9.1.1 静态 IP 地址.....	186	10.2.3 主控名称服务器.....	206
9.1.2 动态 IP 地址.....	187	10.2.4 Cache-Only 名称服务器.....	207
9.2 DHCP 的功能.....	187	10.3 转发器的功能和应用.....	207
9.3 DHCP 的优缺点.....	188	10.4 DNS 解析名字的方式.....	207
9.3.1 DHCP 的优点.....	188	10.4.1 递归型.....	208
9.3.2 DHCP 的缺点.....	188	10.4.2 循环型.....	208
9.4 DHCP 的工作原理.....	189	10.4.3 反向型.....	208
9.4.1 DHCP 发现.....	189	10.5 缓存与生存时间.....	209
9.4.2 DHCP 提供.....	190	10.6 Windows 2000 中的 DNS.....	209
9.4.3 DHCP 请求.....	190	10.6.1 动态 DNS.....	210
9.4.4 DHCP 应答.....	190	10.6.2 DNS 与活动目录.....	210
9.5 网络中 IP 地址的租用和续租.....	191	10.7 DNS 服务器的安装.....	210
9.5.1 DHCP 客户端重新启动时的情况.....	191	10.7.1 安装 DNS 服务器.....	210
9.5.2 IP 地址的租期超过一半时的情况.....	191	10.7.2 DNS 客户端的设置.....	211
9.6 Windows 2000 中 DHCP 的特点.....	193	10.8 创建主要区域及其记录.....	211
9.6.1 自动分配 IP 地址.....	193	10.8.1 Windows 2000 的两种区域类型.....	211
9.6.2 增强的性能监视和服务报告能力.....	193	10.8.2 标准主要区域的创建方法.....	212
9.6.3 DHCP 与 DNS 的集成.....	193	10.8.3 在主要区域内创建主机记录.....	212
9.6.4 检测恶意 DHCP 服务器.....	194	10.8.4 在主要区域内创建别名记录.....	213
9.7 DHCP 服务器的安装和设置.....	194	10.8.5 在主要区域内创建邮件 交换记录.....	213
9.7.1 安装 DHCP 服务器.....	194	10.9 创建辅助区域.....	214
9.7.2 对 DHCP 服务器进行授权.....	195	10.10 创建反向区域及其记录.....	214
9.7.3 设置 IP 地址段.....	195		

10.10.1 创建反向标准主要区域.....	214	11.6 思考与练习	228
10.10.2 在反向标准主要区域内 创建记录	215	第 12 章 路由技术及配置和管理	229
10.11 子域的作用及创建方法	215	12.1 路由技术基础	229
10.12 创建活动目录集成区域及其记录	216	12.1.1 路由的概念	229
10.13 思考与练习	216	12.1.2 主机路由和路由器路由	231
第 11 章 WINS 服务的配置和管理	217	12.2 软路由的安装和管理	232
11.1 WINS 的工作过程和原理	217	12.2.1 Windows 2000 中软路由的安装	233
11.1.1 WINS 的工作过程	218	12.2.2 设置和管理 Windows 2000 软路由的范围	233
11.1.2 WINS 的工作原理	218	12.2.3 设备和端口的管理	234
11.2 Windows 2000 中的 WINS	221	12.3 路由接口的设置和管理	234
11.3 WINS 服务器的安装	221	12.3.1 路由接口的两种类型	234
11.3.1 安装 WINS 服务器组件	222	12.3.2 创建请求拨号接口	235
11.3.2 WINS 客户端的设置	222	12.3.3 创建和管理 IP 隧道	236
11.4 静态映射和代理服务	222	12.4 路由表和 IP 路由技术及管理	237
11.4.1 静态映射的功能及管理	222	12.4.1 路由表	237
11.4.2 WINS 代理服务的功能和设置	224	12.4.2 软路由和 IP 路由表	238
11.5 WINS 服务器的管理	225	12.4.3 静态 IP 路由与动态 IP 路由	241
11.5.1 WINS 服务器之间数据库 的复制	225	12.5 动态 IP 路由协议及管理	242
11.5.2 WINS 服务器数据库的优化	227	12.5.1 常用的 IP 路由协议	242
11.5.3 WINS 服务器数据库的备份 和还原	227	12.5.2 IP 路由协议的添加和管理	244
		12.6 思考与练习	246

第1章 计算机网络基本知识

计算机网络是计算机科学技术与通信技术相结合的产物，它已广泛地应用于社会的各个方面。在各种信息交换系统，大型企事业的管理信息系统，办公自动化系统，生产及科研系统，金融财贸系统等等，到处都有大大小小的计算机网络在应用。计算机网络已成为现代高科技的一个重要组成部分。

教学目的和要求：

通过本章的学习，可以使读者对计算机网络的产生、发展、分类、工作模式、主要应用等有一个较为完整的认识，为今后进一步深入学习计算机网络的知识打下坚实的基础。

重点：

- ◇ 计算机网络的产生和发展
- ◇ 计算机网络的分类
- ◇ 计算机网络的工作模式
- ◇ 计算机网络的应用

难点：

- ◇ 计算机网络的分类
- ◇ 计算机网络的工作模式

1.1 计算机网络的产生和发展

随着半导体技术（主要是大规模集成电路LSI和超大规模集成电路VLSI技术）的不断发展，计算机网络迅速地扩展到计算机和通信两个领域。一方面通信网络为计算机之间数据的传输和交换提供了必要的手段，另一方面数字信号技术的发展又推进了通信网络的各项性能的提高。

1.1.1 计算机网络概述

计算机网络（Computer Network）是利用通信线路和通信设备将地理上分散并独立的计算机系统互相连接起来，并实现数据通信和资源共享。计算机网络是涉及计算机硬件、软件和通信、信息处理以及信息工程学的综合性学科，是计算机技术与计算机通信技术相结合的产物，它利用计算机技术进行存储和加工，利用通信技术传播信息，奠定了信息化社会发展的技术基础。

从技术上讲，计算机网络是计算机技术和通信技术相结合的产物。通过计算机来处理各种数据，再通过各种通信线路实现数据的传输。从组成结构来讲，计算机网络是通过外围设备和连线，将分布在相同或不同地域的多台计算机连接在一起所形成的集合。从应用

的角度讲,只要将具有独立功能的多台计算机连接在一起,能够实现各计算机间信息的交换,并可共享计算机资源的系统便可称为网络。

将同一房间中两台计算机互连后所形成的是计算机网络,将同一办公部门的多台计算机互连后所形成的是计算机网络,将同一幢或相邻几幢大楼里的计算机互连后所形成的还是计算机网络,依此类推,将同一城市中分布在不同地区的计算机互连后所形成的是计算机网络,将遍及全球不同角落的计算机互连后所形成的同样是计算机网络。由此可以看出,计算机网络不存在地域的限制,只要根据连接距离的远近采取不问的连接方式,都可以实现不同计算机之间的互连,并进行计算机之间的通信和资源共享。

1.1.2 计算机网络的发展及特点

自从1946年世界上第一台计算机(ENIAC)问世以来,计算机的发展已经历了电子管、晶体管、集成电路、大规模集成电路和超大规模集成电路几个阶段。

而计算机网络最早出现在20世纪50年代,其网络雏形是计算机终端系统,它把多台远程终端设备通过通信线路连接到一台中央计算机上,以实现远程集中处理。随着计算机技术和通信技术的不断发展,计算机网络经历了从简单到复杂,从单机到多机的发展过程,到目前为止,其发展历程可分为4个阶段。

1. 第一代计算机网络的产生和发展

第一代:以主机为中心。人们利用通信线路、线路控制器、多重线路控制器以及公用电话网等设备,将一台计算机与若干个用户终端相连接,用户通过终端命令以交互方式使用计算机系统,从而将单一计算机系统的各种资源分散到了每个用户中。

1946年世界上第一台计算机(ENIAC)问世,此后的几年中,由于计算机的价格较高且数量有限,还没有人会想到将多台计算机连接起来,并实现不同计算机之间的通信。至1954年,随着一种既能发送信息又能接收信息的终端设备——收发器(Transceiver)的研制成功,人们实现了将穿孔卡片上的数据通过电话线路发送到远程计算机上的梦想。此后,电传打字机也作为远程终端与计算机实现了相连,用户可以在远程的电传打字机上键入自己的程序,经计算机处理后,程序又指挥计算机将处理结果再传送给电传打字机,并在电传打字机上打印输出。

(1) 使用线路控制器的计算机网络

因为早期的计算机是为成批处理信息而设计的,所以当计算机在和远程终端相连时,必须在计算机上安装一个叫做线路控制器(Line Controller)的设备,同时在线路的两端还必须各安装一台调制解调器,如图1.1所示。

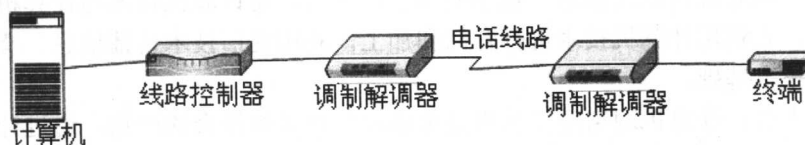


图 1.1 通过线路控制器及调制解调器连接的网络

因为电话线路本来是为传送模拟的语音信号而设计的，它不适合于传送计算机的数字信号，使用调制解调器的主要作用就是把计算机或终端的数字信号转换成可以在电话线路上传送的模拟信号，同时将从电话线路上接收到的模拟信号转换成计算机或终端可以处理的数字信号。

早期的线路控制器只能通过一条通信线路和一个远程的终端互连，随着远程终端数量的增多，为了避免一台计算机同时使用多个线路控制器，在20世纪60年代初便出现了如图1.2所示的多重线路控制器（Multiline Controller）。通过多重线路控制器，一台计算机可以通过公用电话网与多个终端相连。

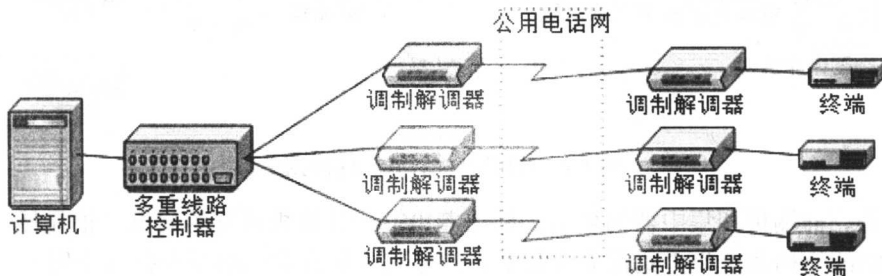


图 1.2 通过多重线路控制器及调制解调器连接的网络

(2) 使用前端处理机的计算机网络

大家知道，计算机最初主要用于科学计算。然而，随着网络的出现和应用，人们逐渐发现计算机在非数值处理方面的应用远比纯粹的科学计算广泛得多，也就是说人们已认识到了计算机在通信中的价值。然而，多重线路控制器严重限制了网络中用户数量的增加，每当增加一个新用户时，都需要对多重线路控制器进行软件和硬件的修改和重新配置，有些程序还需要重新编写。另外，多重线路控制器和线路控制器要占用大量的计算机资源，使计算机增加了相当大的额外开销。因此，人们又研制出了前端处理机（Front End Processor, FED），简称为前端机。前端机可以完成全部的通信任务，而将计算机解放出来专门进行数据的处理，这样就大大减轻了计算机的额外开销。图1.3所示的是通过一台前端机与多个远程终端相连的结构。

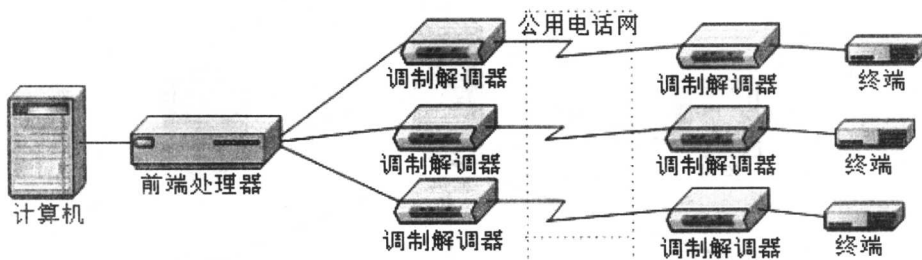


图 1.3 使用前端处理机的计算机网络

(3) 使用集中器的计算机网络

远程终端数量的不断增加，使通信费用也随之增加。为了节约通信费用，可在远程终

端密集的地方安装一个集中器（Concentrator）。集中器和前端机的功能有相似之处，也是一种通信处理机，它的一端用多条低速线路与各终端相连，另一端则用一条高速率的线路与计算机相连，如图1.4所示。集中器可以利用一些终端的空闲时间来传送其他处于工作状态终端的数据，明显降低了通信线路的费用。另外，由于集中器距离终端较近，所以在集中器与终端之间可以省去调制解调器。

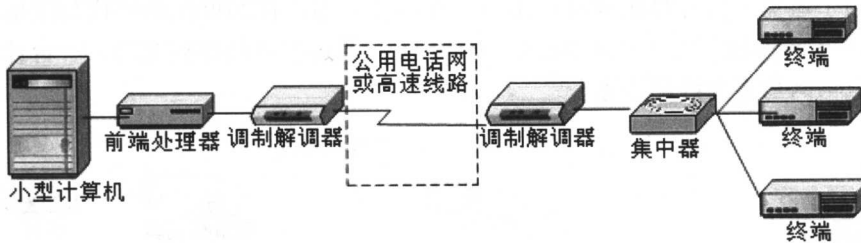


图 1.4 使用集中器的计算机网络

收发器、前端机和集中器的使用，标志着第一代计算机网络的问世。很显然，第一代计算机网络的结构和工作方式都非常简单，但是其中的许多网络至今仍在使用着。

2. 第二代计算机网络产生和发展

第二代：以通信子网为核心，在计算机通信网络的基础上，完成网络体系结构与协议的研究，形成了计算机网络。

第二代计算机网络产生于1969年。第一代计算机网络是面向终端的，是一种以单个计算机为中心的星型网络，各终端通过通信线路共享主机的硬件和软件资源，如图1.5所示。而第二代计算机网络则强调了网络的整体性，用户不仅可以共享与之直接相连的主机的资源，而且还可以通过通信子网共享其他主机或用户的软、硬件资源，如图1.6所示。

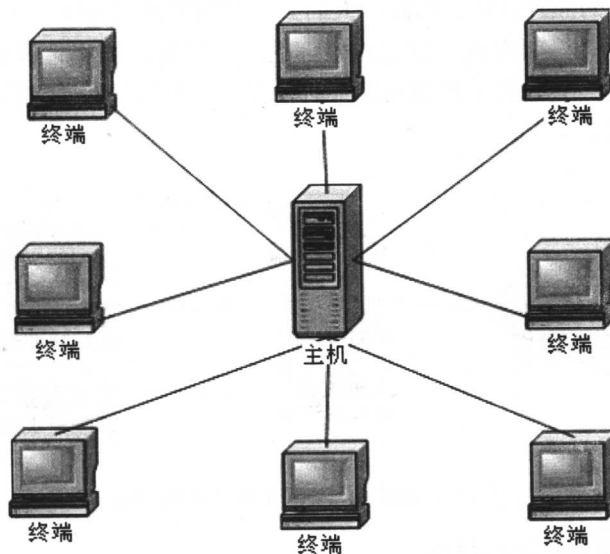


图 1.5 以单个主机为中心的星型网络

在谈到第二代计算机网络时，必须强调分组交换（Packet Switching）概念。分组交换也称为包交换，它产生于第二代计算机网络，同样是现代计算机网络的技术基础。然而，在分组交换出现之前，计算机网络还使用过电路交换（Circuit Switching）的通信方式，下面分别介绍电路交换和分组交换的特点。

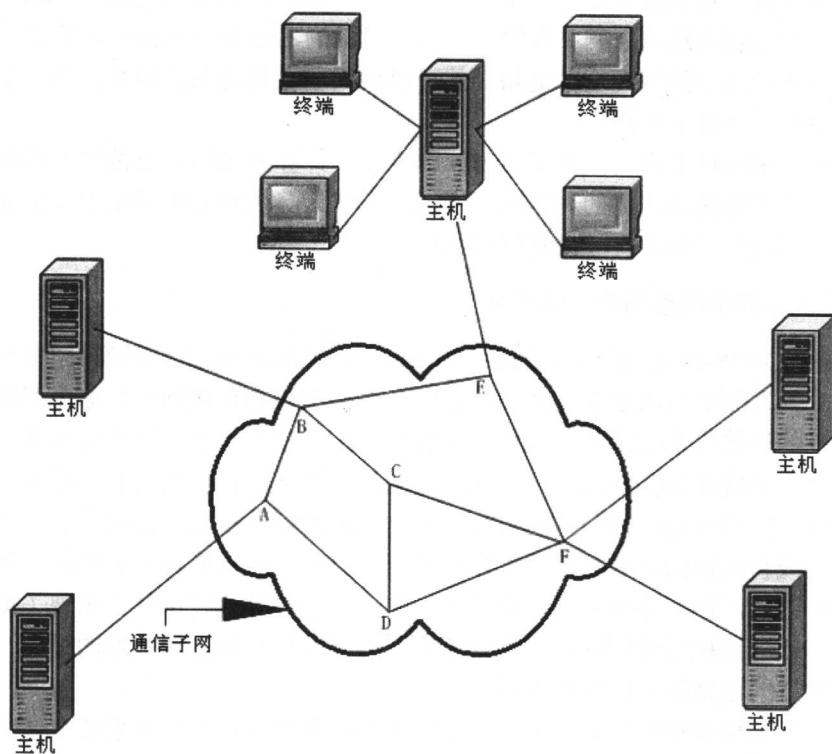


图 1.6 使用通讯子网的计算机网络

（1）电路交换

以电话为例，如果在所有用户之间架设直达的线路对通信线路的资源是极大的浪费，所以必须依靠交换机实现用户之间的互连。一百多年来，电话交换机已经历了多次技术上的更新，从人工接续、步进制、纵横制到现在广泛使用的程序控制交换机（程控交换机），但其本质始终未发生变化，都是采用电路交换方式。电路交换也可称之为线路交换，从通信资源的分配来看，电路交换是预先分配传输带宽。用户在开始通话之前，先要申请（一般通过拨号）建立一条从发送端到接收端的物理通路，只有在物理通路建立之后双方才能互相通话。在通话的全部时间里，用户终端占用端到端的固定传输带宽。

由此可见，电路交换方式对计算机之间或计算机与终端之间的数据通信存在着明显地限制。这是因为计算机中数据的传输具有突发性和间歇性，当使用电路交换方式时，通信双方要长久占用通信线路，这将造成很大的资源浪费。另外，电路交换中双方建立通路的时间过长，不适合于现代计算机之间的通信要求。所以，电路交换一般只能用于电话，现代计算机通信已不再使用。

(2) 分组交换

分组交换是现代计算机网络的理论基础。图1.6所示的是一个分组交换的示意图，当其中一台主机要向另一台或多台主机发送数据时，首先将要发送的数据分成一个个等长的分组，或称为数据段或数据包，然后再将这些等长的数据包一个接一个地发送出去。当数据包送往通信子网时，数据包可以选择不同的链路进行传输，直到到达目的主机为止。需要说明的是，当数据包在通信子网中传输时，已建立的通信链路并不被目前的通信双方所占用，在数据包传输的空闲期间这条链路仍然可以被其他主机用来传输数据包。分组交换中的通信子网也称为分组交换网。

从以上的介绍可以看出，分组交换方式非常适合计算机之间突发性和间歇性数据的传输方式，可大大提高通信线路的利用率。所以，现代计算机网络仍然使用分组交换方式。第二代计算机网络的工作方式一直延续到了现在。

3. 第三代计算机网络的产生和发展

第三代：建立OSI参考模型，加速了体系结构与协议国际化的研究与应用。

早期计算机之间的组网是有条件的，在同一网络中只能存在同一厂家生产的计算机，其他厂家生产的计算机无法接入。这种现象的出现，一方面与当时的条件有关，因为当时的计算机还远不如现在这样普及，一个人用户能够用上一台计算机就算不错了，根本谈不上实现计算机之间的互连；另一方面也与未建立相关的标准有关，当时的计算机网络只是部分高等学校或科研机构针对自己的工作特点所建立的，还未能在大范围内（如不同的单位之间）进行连接，他们各自为政，缺乏统一的标准。针对这种情况，出现了第三代计算机网络，第三代计算机网络的特点是制定了统一的不同计算机之间互连的标准，从而实现了不同厂家生产的计算机之间互连成网。

1977年，国际标准化组织成立了一个专门机构，提出了各种计算机能够在世界范围内互连成网的标准框架，即著名的开放系统互联基本参考模型OSI / RM (Open System Interconnect / Reference Model)，简称为OSI。OSI模型共分为七层，从下到上依次是物理层、数据链路层、网络层、传输层、会话层、表示层和应用层，如图1.7所示。OSI参考模型的提出，解决了不同厂家生产的计算机之间的互连问题，同时也解决了运行有不同操作系统的两台计算机之间的互连问题（如图1.8所示）。OSI模型的提出，为计算机网络技术的发展开创了一个新纪元。现代的计算机网络便是以OSI模型为标准进行工作的。对于许多初学计算机网络的人来说，OSI模型显得非常抽象，为此下面将OSI七层模型中每一层的功能用较直观的语言表述。

应用层
表示层
会话层
传输层
网络层
数据链路层
物理层

图 1.7 OSI 参考模型