



全国信息技术人才培养工程指定培训教材



网络工程师高级职业教育系列教程

# 网络组建与管理



王群 编著

工业和信息化部电子教育与考试中心 组编



人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS



全国信息技术人才培养工程指定培训教材



网络工程师高级职业教育系列教程

# 网络组建与管理

王群 编著

工业和信息化部电子教育与考试中心 组编

人民邮电出版社

北京

## 图书在版编目(CIP)数据

网络组建与管理/王群编著. —北京:人民邮电出版社,  
2009.7  
ISBN 978-7-115-19928-7

I. 网… II. 王… III. 计算机网络 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 065197 号

## 内 容 提 要

本书详细介绍了网络组建与管理的方法, 主要内容包括计算机网络基础知识、计算机网络体系结构、计算机网络通信协议、IP 地址规划和管理、网络传输介质、网络接入和互连设备、交换机的配置和管理、路由器的配置和管理、基于域模式网络的组建与管理、用组策略管理网络、软件补丁的自动分发与管理等。

本书在突出实用性和先进性的同时, 从计算机网络基础知识、基本概念、基本应用、基本管理等方面着手, 全面介绍计算机的网络组建和管理的有关知识、技术和实践操作技能。全书用尽可能简洁和通俗的语言描述了必备的理论知识, 并提供了翔实的操作案例和实训内容。

本书非常适合作为信息与网络应用技术的标准培训教材, 可作为高职高专院校计算机网络技术、网络工程、网络管理、计算机应用、电子商务等专业的教材, 也可供其他专业学生及广大网络爱好者和技术人员学习参考。

## 网络组建与管理

- 
- ◆ 编 著 王 群  
组 编 工业和信息化部电子教育与考试中心  
责任编辑 李 莎
  - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号  
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn  
网址 <http://www.ptpress.com.cn>  
三河市潮河印业有限公司印刷
  - ◆ 开本: 787×1092 1/16  
印张: 17.5  
字数: 423 千字  
印数: 1—4 000 册
- 2009 年 7 月第 1 版  
2009 年 7 月河北第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-19928-7/TP

定价: 32.00 元

读者服务热线: (010)67132692 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154



# 序

当今世界，随着信息技术在经济社会各领域不断地深化应用，信息技术对生产力甚至是人类文明发展的巨大作用越来越明显。党的“十七大”提出要“全面认识工业化、信息化、城镇化、市场化、国际化深入发展的新形势新任务”，“发展现代产业体系，大力推进信息化与工业化融合”，明确了信息化的发展趋势，首次鲜明地提出信息化与工业化融合发展的崭新命题，赋予我国信息化全新的历史使命。近年来，日新月异的信息技术呈现出新的发展趋势，信息技术与其他技术的结合更为紧密，信息技术应用的深度、广度和专业化程度不断提高。

我国的信息产业作为国民经济的支柱产业正面临着有利的国际、国内形势，电子信息产业的规模总量已进入世界大国行列。但是我们也清楚地认识到，与国际先进水平相比，我们在产业结构、核心技术、管理水平、综合效益、普及程度等方面，还存在较大差距，缺乏创新能力与核心竞争力，“大”而不强。国际国内形势的发展，要求信息产业不仅要做大，而且要做强，要从制造大国向制造强国转变，这是信息产业今后的重点工作。要实现这一转变，人才是基础。机遇难得，人才更难得，要抓住本世纪头二十年的重要战略机遇期，加快信息行业发展，关键在于培养和使用好人才资源。《中共中央、国务院关于进一步加强人才工作的决定》指出，人才问题是关系党和国家事业发展的关键问题，人才资源已成为最重要的战略资源，人才在综合国力竞争中越来越具有决定性意义。

为抓住机遇，迎接挑战，实施人才强业战略，原信息产业部于2004年启动了“全国信息技术人才培养工程”。根据工业和信息化部人才工作要点中关于“继续组织实施全国信息技术人才培养工程”的要求，工业和信息化部电子教育与考试中心将继续推进全国信息技术人才培养工程二期工作的开展。该项工程旨在通过政府政策引导，充分发挥全行业和社会教育培训资源的作用，建立规范的信息技术教育培训体系、科学的培训课程体系、严谨的信息技术人才评测服务体系，培养大批行业急需的、结构合理的高素质信息技术应用型人才，以促进信息产业持续、快速、协调、健康的发展。

根据信息产业对技术人才素质与能力的需求，在充分吸取国内外先进信息技术培训课程优点的基础上，工业和信息化部电子教育与考试中心组织各方专家精心编写了信息技术系列培训教材。这些教材注重提升信息技术人才分析问题和解决问题的能力，对各层次信息技术人才的培养工作具有现实的指导意义。我们谨向参与本系列教材规划、组织、编写的同志致以诚挚的感谢，并希望该系列教材在全国信息技术人才培养工作中发挥有益的作用。

工业和信息化部电子教育与考试中心

# 前 言

要想培养高素质的应用型人才，就必须制订符合时代发展要求的高水平的教学计划和课程体系，就必须从整体上精练和优化课程结构，提炼教学内容，在夯实基础的同时，加强实践环节和操作技能的培养，注重综合素质的养成，从而形成知识面广、基础扎实、实践能力强的格局。为了适应此要求，在本书的编写过程中，作者始终强调了以下几点。

一是突出实用性和先进性。其中，实用性表现在所有内容以实际应用为主线，而不是过多地讲解理论和抽象的概念。在讲到网络组建和管理的基础内容时，立足中小型网络用户的实际需要，从系统规则、设备选型、网络组建到管理，都是以实例为主，一步步介绍实现的过程，并对可能出现的问题和故障进行分析。先进性表现为本书内容一方面代表了目前网络用户的基本需求和网络建设的基础现状，另一方面所选方案都是目前实用的，也是较新的。

二是内容循序渐进。网络组建与管理涉及面广，内容多。在一本书中要介绍所有网络组建和管理的知识基本上是不可能的，也是不现实的。在本书的写作过程中，采用循序渐进的写作方式，首先介绍计算机网络的相关概念和基本原理，接着介绍网络组建中涉及的主要软件和硬件，随后介绍网络的组建方法，最后介绍网络的管理技术和方法。如此安排，既考虑到内容与实践紧密结合，又考虑到培训的需要，使读者能够在实验环境中完成这些操作。

三是理论与实践的有机结合。作为一本全国范围内的专业认证教材和高职院校的教材，在内容的写作上既不能与本科院校的计算机专业教材相同，也不能写成产品或系统的操作手册，而是注重理论与实践的有机结合。在理论与实践的结合过程中，必须考虑理论知识与实践操作的联系和内容的取舍。在本书写作过程中，对于涉及的理论知识，都能够围绕实际应用，采用简洁的描述进行介绍。在向读者讲清楚概念后，再介绍有关的操作，使读者既知其然，也知其所以然。

四是强调案例应用。本书在写作过程中，一方面强调案例应用，另一方面强调案例之间的关系，而不是单纯地介绍某一案例的实现。例如，在介绍网络管理的内容时，与前面已介绍的网络组建部分进行前后呼应、有机联系。

五是提供了丰富的习题和练习操作。为便于开展教学和实训，本书提供了大量的练习。这些练习分为两类，一类是每介绍完一个重要配置功能，用“练一练”的形式及时给出一个练习操作；另一类是当介绍完一讲内容之后，以“上机操作”的方式给出系统练习。

在本书编写过程中，得到了作者家人及很多同事的帮助，其中江苏警官学院李馥娟、郭亚峰、印杰、虞正伟、聂明辉、陶慎亮等老师负责了部分实验内容的写作和文字的校对工作，借此机会向他们表示衷心的感谢！

由于编者研究水平有限，书中难免存在一些缺点和错误，殷切希望读者批评指正，作者的 E-mail 为 wqga@yeah.net，本书责任编辑的 E-mail 为 lisha@ptpress.com.cn。

编 者  
2009年4月

# 目 录

## 第 1 讲

计算机网络基础知识	1
1.1 计算机网络的产生和发展过程	2
1.1.1 面向终端的第一代 计算机网络	2
1.1.2 分组交换的出现和应用	3
1.1.3 网络互连标准的制定及影响	3
1.1.4 计算机网络的高速化和 综合化	5
1.2 计算机网络的概念	6
1.2.1 什么是计算机网络	6
1.2.2 计算机网络的组成	6
1.3 计算机网络的分类	7
1.3.1 按连接范围分类	7
1.3.2 按使用范围分类	8
1.3.3 按网络传输方式分类	8
1.3.4 按网络的交换功能分类	9
1.4 计算机网络结构	12
1.4.1 网络拓扑结构的概念	12
1.4.2 局域网的结构	12
1.4.3 广域网的结构	15
1.4.4 计算机网络的组成	15
1.5 本讲小结	17
1.6 思考与练习	17

## 第 2 讲

计算机网络体系结构	18
2.1 网络体系结构的概念	19
2.2 OSI 七层模型	19
2.2.1 OSI 的分层特点	20
2.2.2 OSI 参考模型各层功能介绍	21
2.2.3 OSI 参考模型与网络互连 设备	25
2.2.4 数据的封装与解封	26

2.3 TCP/IP 参考模型	28
2.3.1 TCP/IP 的分层特点	28
2.3.2 TCP/IP 各层的功能介绍	29
2.3.3 TCP/IP 与 OSI 之间的关系	30
2.4 局域网体系结构	31
2.4.1 IEEE 802 体系结构	31
2.4.2 局域网体系结构与 OSI 之间的 关系	32
2.4.3 局域网中各层的功能介绍	32
2.5 本讲小结	33
2.6 思考与练习	33

## 第 3 讲

计算机网络通信协议	35
3.1 计算机网络通信协议概述	36
3.2 TCP/IP 体系结构中的协议特点	36
3.2.1 TCP/IP 体系结构中各协议之间的 关系	37
3.2.2 TCP/IP 体系结构中数据的封装和 解封装过程	37
3.3 网际层协议	39
3.3.1 网际协议 (IP)	40
3.3.2 网际控制报文协议 (ICMP)	41
3.3.3 地址解析协议 (ARP)	45
3.3.4 反向地址解析协议 (RARP)	46
3.3.5 动态主机配置协议 (DHCP)	47
3.4 传输层协议	48
3.4.1 端口号	49
3.4.2 用户数据报协议 (UDP)	50
3.4.3 传输控制协议 (TCP)	51
3.5 应用层协议	55
3.5.1 超文本传输协议 (HTTP)	55
3.5.2 文件传输协议 (FTP)	55
3.5.3 简单文件传输协议 (TFTP)	56
3.5.4 简单网络管理协议 (SNMP)	56

3.5.5 域名系统 (DNS) 57

3.6 本讲小结 57

3.7 思考与练习 57

## 第4讲

IP 地址规划和管理 59

4.1 计算机网络中的编址 60

4.1.1 TCP/IP 中的地址关系 60

4.1.2 物理地址 60

4.1.3 逻辑地址 61

4.1.4 端口地址 61

4.2 IP 地址的标识 62

4.2.1 IP 地址与接口地址 62

4.2.2 网络地址与主机地址 62

4.3 IP 地址的分类 63

4.3.1 IPv4 的地址空间 63

4.3.2 标准 IP 地址的分类特点 64

4.4 标准 IP 地址划分存在的问题及弥补方案 66

4.4.1 标准 IP 地址划分存在的主要问题 66

4.4.2 对标准 IP 地址划分中存在问题的弥补方案 67

4.5 掩码 68

4.5.1 子网掩码 68

4.5.2 子网掩码的确定方法 69

4.6 IP 寻址基础 70

4.6.1 IP 寻址方式 70

4.6.2 代理 ARP 72

4.7 IP 地址的几种特殊情况 73

4.7.1 全 0 地址和全 1 地址 73

4.7.2 公有地址和私有地址 73

4.7.3 回路地址 74

4.8 子网划分方法 74

4.8.1 子网划分的概念 74

4.8.2 为什么要进行子网划分 75

4.8.3 子网规划的运算 77

4.8.4 VLSM (可变长度子网掩码) 80

4.9 本讲小结 81

4.10 思考与练习 81

## 第5讲

网络传输介质 83

5.1 传输介质 84

5.1.1 传输介质的分类 84

5.1.2 传输介质的主要参数 84

5.2 双绞线 85

5.2.1 双绞线的组成和结构 85

5.2.2 屏蔽双绞线和非屏蔽双绞线的区别 87

5.2.3 双绞线的标准制定 87

5.2.4 双绞线的类别和特性 87

5.2.5 双绞线连网时的特点 89

5.2.6 双绞线与 RJ-45 接头的连接方法 89

5.2.7 直通线和交叉线 90

5.2.8 网络设备的 RJ-45 接口类型 92

5.2.9 双绞线直接连接两台计算机时的线对分布 92

5.2.10 双绞线的制作方法 93

5.2.11 测试导通性 93

5.3 同轴电缆 94

5.3.1 同轴电缆的结构 94

5.3.2 基带同轴电缆 95

5.3.3 细缆的连接方式 95

5.3.4 粗缆的连接方式 96

5.3.5 宽带同轴电缆 97

5.4 光纤 97

5.4.1 光纤的工作原理 97

5.4.2 光缆 98

5.4.3 单模光纤和多模光纤 98

5.4.4 光纤通信的特点 99

5.4.5 光纤在计算机网络中的应用 99

5.4.6 光纤跳线 99

5.4.7 光纤连接器 100

5.4.8 光纤链路 101

5.4.9 光纤的熔接方法 102

5.5 网络传输介质的选择 104

5.5.1 有线与无线之间的选择 104

5.5.2 铜缆与光缆之间的选择 105

5.5 本讲小结	106
5.6 思考与练习	106
<b>第6讲</b>	
<b>网络接入和互连设备</b>	<b>108</b>
6.1 网卡	109
6.1.1 网卡的组成及作用	109
6.1.2 网卡的分类、物理参数及其特点	110
6.1.3 网卡技术参数	112
6.2 中继器与集线器	113
6.2.1 中继器的功能和特点	113
6.2.2 集线器的功能和特点	113
6.3 网桥与交换机	115
6.3.1 网桥的功能和特点	115
6.3.2 网桥的工作过程	115
6.3.3 交换机的学习过程	118
6.3.4 交换机的数据转发和过滤过程	121
6.3.5 多层交换技术	122
6.4 路由器和网关	123
6.4.1 路由器的基本功能	124
6.4.2 路由器的分类及其特点	126
6.4.3 路由器的应用特点	127
6.4.4 网关	127
6.4.5 无线路由器	128
6.5 ADSL Modem	129
6.5.1 ADSL 技术概述	129
6.5.2 ADSL 的技术标准	130
6.5.3 ADSL 的接入方式	130
6.5.4 ADSL 的安装	131
6.6 Cable Modem	132
6.6.1 Cable Modem 技术概述	132
6.6.2 Cable Modem 的通信特点	133
6.6.3 Cable Modem 的连接方式	134
6.7 网络硬件规划及设备选择	135
6.7.1 网络硬件规划中的分层思想	135
6.7.2 接入层设备的特点及选择	136
6.7.3 汇聚层设备的特点及选择	136
6.7.4 核心层设备的特点及选择	139
6.7.5 局域网接入设备的特点及选择	139
6.7.6 网络设备与传输介质之间的配合	140
6.8 本讲小结	141
6.9 思考与练习	142
<b>第7讲</b>	
<b>交换机的配置和管理</b>	<b>144</b>
7.1 交换机的基本操作和配置	145
7.1.1 交换机的应用特点	145
7.1.2 交换机的配置方法	146
7.1.3 交换机的配置过程	146
7.1.4 验证配置结果	149
7.2 端口 VLAN 的设置和应用	150
7.2.1 端口 VLAN 概述	150
7.2.2 配置方法和过程	151
7.2.3 验证配置结果	152
7.3 多交换机之间 VLAN 的设置和应用	153
7.3.1 多交换机之间的 VLAN 通信	153
7.3.2 多交换机之间端口 VLAN 的配置方法和过程	153
7.3.3 验证配置结果	155
7.4 通过三层交换机实现 VLAN 之间的通信	156
7.4.1 VLAN 之间的通信原理	156
7.4.2 利用三层交换机实现不同 VLAN 间通信的配置方法	157
7.4.3 验证配置结果	160
7.5 生成树协议的配置和应用	161
7.5.1 生成树协议概述	161
7.5.2 生成树协议的配置	162
7.5.3 验证配置结果	163
7.6 本讲小结	165
7.7 思考与练习	165
<b>第8讲</b>	
<b>路由器的配置和管理</b>	<b>167</b>
8.1 路由器的硬件连接	168
8.1.1 与局域网之间的连接	168



- 8.1.2 与广域网之间的连接 169
- 8.1.3 路由器配置接口 171
- 8.1.4 模块化路由器 171
- 8.2 路由器的基本操作和配置 172
  - 8.2.1 路由器基本操作方法 172
  - 8.2.2 路由器基本参数的配置方法 172
  - 8.2.3 验证配置结果 174
- 8.3 动态路由、静态路由、直连路由和默认路由 175
  - 8.3.1 静态路由 176
  - 8.3.2 动态路由 176
  - 8.3.3 直连路由 176
  - 8.3.4 默认路由 177
- 8.4 静态路由的配置和应用 178
  - 8.4.1 静态路由的配置命令 178
  - 8.4.2 静态路由的配置方法 179
  - 8.4.3 默认路由的配置 180
  - 8.4.4 验证配置结果 182
- 8.5 RIP 路由协议的配置和应用 183
  - 8.5.1 RIP 路由协议概述 183
  - 8.5.2 RIP 路由协议的配置方法 184
  - 8.5.3 验证配置结果 186
- 8.6 OSPF 路由协议的配置和应用 188
  - 8.6.1 OSPF 路由协议概述 188
  - 8.6.2 OSPF 路由协议的配置方法 189
  - 8.6.3 验证配置结果 192
- 8.7 本讲小结 193
- 8.8 思考与练习 194

## 第9讲

### 基于域模式网络的组建与管理 197

- 9.1 目录服务 198
  - 9.1.1 目录服务的概念 198
  - 9.1.2 活动目录的概念 198
- 9.2 域与活动目录 199
  - 9.2.1 域目录及信任关系 199
  - 9.2.2 域控制器 200
  - 9.2.3 全局编录 201
- 9.3 用户账户管理 201
  - 9.3.1 用户账户的分类和管理 201

- 9.3.2 系统内置的用户账户 202
- 9.4 组账户 203
  - 9.4.1 组的分类 203
  - 9.4.2 组的使用范围 203
  - 9.4.3 系统内置的组 204
- 9.5 组建基于域模式的网络 207
  - 9.5.1 配置域控制器 207
  - 9.5.2 检查已配置的域控制器 210
  - 9.5.3 在域控制器上为用户添加账户 211
  - 9.5.4 将计算机加入域中 213
- 9.6 用组来管理用户账户 215
  - 9.6.1 创建组账户 216
  - 9.6.2 给组指派权限 216
  - 9.6.3 将用户账户添加到组中 217
- 9.7 添加其他的域控制器 218
  - 9.7.1 准备工作 219
  - 9.7.2 具体操作方法 219
- 9.8 本讲小结 221
- 9.9 思考与练习 222

## 第10讲

### 用组策略管理网络 224

- 10.1 组策略概述 225
  - 10.1.1 组策略的特点 225
  - 10.1.2 组策略的功能 225
- 10.2 组策略应用中的一些概念 227
  - 10.2.1 计算机配置和用户配置 227
  - 10.2.2 组策略对象 227
  - 10.2.3 组策略的应用时机 228
  - 10.2.4 组策略的处理规则 228
- 10.3 利用组策略来管理用户环境 229
  - 10.3.1 管理模板策略 229
  - 10.3.2 账户管理策略的配置和应用 230
  - 10.3.3 用户权限分配策略的配置和应用 233
  - 10.3.4 安全选项策略的配置和应用 234
  - 10.3.5 脚本策略的配置和应用 236

10.3.6	文件夹重定向策略的配置和应用	238
10.4	利用组策略在网络中部署软件	240
10.4.1	软件指派与分发的概念	240
10.4.2	向用户端发布软件	241
10.4.3	安装已发布的软件	242
10.4.4	发布并应用非.msi 的软件	243
10.5	利用软件限制策略管理用户端软件	245
10.5.1	软件限制策略的应用规则	245
10.5.2	软件限制策略的应用实例	246
10.6	本讲小结	247
10.7	思考与练习	248

## 第 11 讲

	软件补丁的自动分发与管理	250
11.1	补丁管理工具的选择	251
11.1.1	微软公司的补丁管理软件	251
11.1.2	WSUS 功能简介	251

11.2	安装 WSUS 服务器	252
11.2.1	安装 WSUS 前的注意事项	252
11.2.2	安装 WSUS 服务器	253
11.2.3	WSUS 服务器的设置	254
11.3	WSUS 客户端的配置	260
11.3.1	WSUS 客户端的配置方式	260
11.3.2	Windows 2000 客户端的设置	260
11.3.3	Windows XP 及以上版本客户端的设置	262
11.3.4	客户端的升级过程	263
11.4	WSUS 补丁服务器的管理	264
11.4.1	管理 WSUS 服务器的补丁更新	264
11.4.2	管理 WSUS 客户端的计算机	266
11.5	本讲小结	268
11.6	思考与练习	269

# 第 1 讲 计算机网络基础知识

## ▶ 本讲要点

- 计算机网络的概念
- 计算机网络的产生和发展过程
- 计算机网络的结构
- 计算机网络的现状和发展趋势
- 计算机网络的主要应用

## ▶ 快速导读

本讲首先介绍了计算机网络的产生和发展历程，随后重点介绍了计算机网络的概念、组成、功能、拓扑结构等基本知识，使读者能较为全面地认识计算机网络。为了拓宽读者的知识面，本讲还对计算机网络的现状、应用和发展趋势进行了较为全面的介绍和分析。

## 1.1 计算机网络的产生和发展过程

电子计算机是 20 世纪人类最伟大、最卓越的发明之一。随着人们在半导体技术 [ 主要包括大规模集成电路 (LSI) 和超大规模集成电路 (VLSI) 技术 ] 上取得的成就, 计算机网络迅速进入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已应用于通信技术, 又提高了通信网络的各项性能。

### 1.1.1 面向终端的第一代计算机网络

1946 年世界上第一台计算机 ENIAC ( Electronic Numerical Integrator And Computer, 电子数字积分计算机 ) 问世。在此后的几年中, 由于用户拥有计算机的数量较少, 而且每台计算机的价格非常昂贵, 所以人们并没有想到计算机之间的关联, 更谈不上计算机之间的联网。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地计算机上的梦想, 计算机网络的雏形开始呈现。

因为早期的计算机是为成批处理信息而设计的, 所以当远程终端与计算机相连时, 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。这时的网络有两点需要强调。一是网络线路的选择。这里采用的是电话线路, 而电话线路本来是为传送模拟的语音信号而设计的, 它不适用于传送计算机的数字信号, 因而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。二是线路控制器的功能, 计算机网络涉及数据处理和数据通信两部分, 线路控制器负责数据通信, 它是一种具有网络通信功能的计算机外部设备, 其功能类似于今天计算机网络中的网卡。

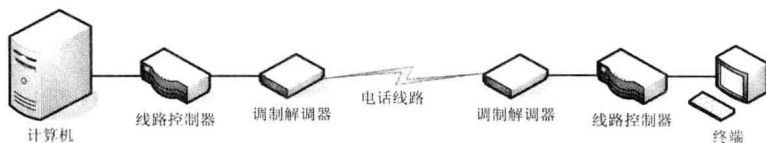


图 1.1 使用线路控制器的计算机网络

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使用多个线路控制器, 随后出现了多重线路控制器 ( multiline controller ) 和前端处理机。其中, 使用多重线路控制器可以使一台计算机通过公用电话网与多个终端相连, 而前端处理机可以完成全部的通信任务, 从而将计算机解放出来专门进行数据处理, 这样就大大减轻了计算机的额外开销。

随着远程终端数量的不断增加, 为了节约通信费用, 可在远程终端密集的地方安装一个集线器 ( concentrator )。集线器和前端处理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 1.2 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，这样能明显降低通信线路的费用。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。

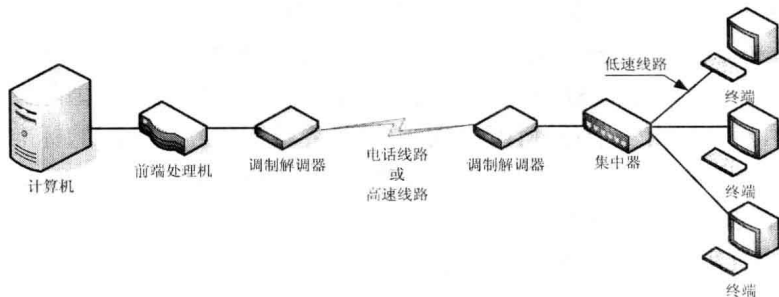


图 1.2 使用集中器的计算机网络

线路控制器、前端处理机和集中器的使用，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比较简单，但是其中的许多网络至今仍在使用。

### 1.1.2 分组交换的出现和应用

早期的计算机网络一般使用的是模拟电话线路，而电话网络的工作方式为电路交换（circuit switching）。电路交换就是在两个需要通信的节点之间，在开始通信前由交换机建立一条专用的通信线路。两个通信节点在开始通信后一直到通信结束之前都占用这条通信线路，数据在通信过程中始终在这条通信线路中传输，只有当通信结束后才会释放该通信线路。采用电路交换方式的网络使用效率不高，大多数情况下不适合计算机网络的通信需要。

在计算机网络中为了克服电路交换带来的不足，在 20 世纪 60 年代末产生了分组交换（packet switching）技术。分组交换主要解决了两个主要问题：一是解决了电路交换中两个通信节点之间长期占用通信线路的问题，使通信节点按需要分配和使用通信线路；二是在发送一个大数据块时，先将其划分成为小的数据块，并为每一个数据块进行编号，将编号后的小数据块称为分组。每一个分组单独选择线路进行传输，在接收端再根据编号将小的数据块组合成大数据块。分组交换为现代计算机网络奠定了数据交换的基础。有关电路交换和分组交换的内容将在本讲随后的内容中介绍。

### 1.1.3 网络互连标准的制定及影响

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。例如，系统网络体系结构（System Network Architecture, SNA）就是 IBM 公司针对本公司生产的计算机开发的网络体系结构，另外还有 DEC 公司的数字网络体系结构（Digital Network Architecture, DNA）、UNIVAC 公司的分布式计算机体系结构（Distributed Computer Architecture, DCA）等。需要说明的是：虽然这些早期的网络体系结构存在着一定的局限性，但为后来通用标准的制定提供了理论基础。尤其是这些网络体系都采用了分层结构，利用分层来细化网络的协议及功能实现，从而为通用标准的制定提供了参考。



## 1. OSI 参考模型

为了解决早期的网络体系结构各异、缺乏统一的通信协议等问题，加快网络体系结构和协议标准的统一和国际化，促进计算机网络应用的发展，国际标准化组织（International Organization for Standardization, ISO）成立了计算机与信息处理标准化技术委员会（TC97），并专门成立了一个分委员会（SC16）从事网络体系结构与网络协议的国际标准化问题的研究和制定，其目标是提出一个各种计算机能够在世界范围内互连成网的标准框架。经过几年的努力，ISO 于 1984 年正式发布了开放系统互连（Open System Interconnect, OSI）参考模型，即 OSI/IEC 7498 国际标准，并相继为各个层制定了一系列的协议标准，形成了一个庞大的 OSI 协议集。OSI 参考模型的提出和应用，标志着第 3 代计算机网络的出现，并在很大程度上推动了计算机网络技术的发展。

## 2. TCP/IP 体系结构

在 OSI 参考模型逐步完善和发展的过程中，伴随着 ARPAnet 的出现和快速发展，TCP/IP 体系结构开始引起业界的重视。

ARPAnet（Internet 的雏形）是应用最早的计算机网络类型之一，现代计算机网络的许多概念均源自于 ARPAnet。ARPAnet 是由美国国防部资助的一个研究性网络，当初它通过租用的电话线将几百所大学和政府部门的计算机设备连接起来，要求通过一种灵活的网络体系结构实现不同设备、不同网络的互连和互通。后来卫星通信系统和无线电通信系统快速发展并应用到了 ARPAnet 中，这时 ARPAnet 最初开发的网络协议使用在通信可靠性较差的通信子网中时出现了问题，这就导致了 TCP/IP 协议的出现。

在 20 世纪 80 年代初，ARPAnet 中的主机开始转向使用 TCP/IP 协议。1983 年 1 月，ARPAnet 已经成为一个纯 TCP/IP 的网络。TCP/IP 协议及体系结构的成功主要归功于两个方面：一是 OSI 参考模型与相关产品迟迟没有得到广泛应用，影响了相关厂商开发相应的硬件和软件，从而使 OSI 产品在期待中渐渐缩小了应用范围；二是 Internet 的迅猛发展导致 TCP/IP 体系结构的影响逐渐扩大，不但 IBM、DEC、Oracle、Novell 等国际大公司纷纷宣布支持 TCP/IP 协议，而且后来开发的操作系统和数据库系统也都使用 TCP/IP 协议。

## 3. 局域网技术

OSI 参考模型和 TCP/IP 体系结构主要支持的对象是广域网。到了 20 世纪 80 年代，随着微型计算机的出现，使计算机技术和应用需求发生了重大变革，原来以大型机为主和采用低速通信链路的广域网数据通信方式受到了应用上的限制。在这种历史背景下，局域网技术和产品开始出现，并很快得到了广泛应用和快速发展。

局域网体系结构的制定借鉴了 OSI 参考模型，并对 OSI 参考模型中部分层的功能进行了细化。1980 年 2 月，国际电子和电气工程师协会（Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE）专门成立了 IEEE 802 委员会，专门制定局域网的国际标准，即 IEEE 802 参考模型。随后各类局域网技术和产品大量出现，主要有以太网（Ethernet）、令牌网（Token）、光纤分布式数据接口（Fiber Distributed Data Interface, FDDI）等。局域网传输介质不断丰富，主要有同轴电缆、双绞线、光纤等。以以太网为例，一般都能够提供至少 10Mbit/s 的数据传输速率，网络主干的数据传输速率已经达到了 10Gbit/s。目前使用无线介质的无线

局域网技术已相当成熟，产品也相当丰富，无线局域网不但成为有线局域网的很好补充，而且全网采用无线技术的局域网开始大量应用。

局域网操作系统是整个局域网的核心。NetWare、IBM LAN Server、UNIX/Linux、Windows NT 等局域网操作系统在功能上不断完善，不断满足用户的应用需求。另外，客户机/服务器（Client/Server）计算模式使局域网的服务功能提升，对 NetBEUI、TCP/IP、IPX/SPX 等多协议的支持使局域网的应用范围不断扩大，SNMP 网络管理协议的应用增强了局域网的可靠性和可管理性。

#### 1.1.4 计算机网络的高速化和综合化

进入 20 世纪 90 年代后，随着数字通信的出现和应用，计算机网络开始向着综合化和高速化等方面发展。综合化是指采用交换的数据传送方式将多种业务综合到一个网络中完成。例如人们一直在使用一种与计算机网络很不相同的电话网传送语音信息，但是，现在已经可以将多种业务，如语音、数据、图像等信息以二进制代码的数字形式综合到一个网络之中进行传送。网络的高速化在近年来显得尤为突出。仅以以太网来说，在短短的十几年中就从当初的 10Mbit/s，发展到 100Mbit/s、1000Mbit/s，现在数据传输速率达到 10Gbit/s 的 10 吉比特以太网也得到了广泛应用。

2008 年 2 月 23 日，日本发射的超高速互连网卫星“纽带”（kizuna）的单向数据传输速率达到了 1.2Gbit/s，可以为边远地区的家庭及企业用户提供上行 1.5Mbit/s 和下行 155Mbit/s，或上行和下行都为 155Mbit/s 的高速因特网接入服务，同时也能在大的自然灾害发生时为亚洲地区用户提供强有力的备用通信保障。

网络向综合化和高速化发展关键有两个原因：技术发展和应用需求。其中，进入 20 世纪 90 年代后，计算机技术、通信技术以及以互连网络为基础的计算机网络技术得到了突飞猛进的发展，Internet 规模和用户不断增加，依托 Internet 的各种应用进一步丰富，Internet 已不仅是一种资源共享、数据通信和信息查询的工具，而且已成为人们了解世界、讨论问题、购物休闲、进行商务活动、教育、学术研究，甚至是政治、军事活动的重要领域。同时，世界经济也进入了一个全新的发展阶段。世界经济的发展推动着信息技术与网络应用的快速发展。1993 年 9 月 15 日，美国政府发布了一个在全世界引起很大反应的文件《国家信息基础设施（NII）行动计划》。NII 是 National Information Infrastructure 的缩写，为此该文件也称为“NII 行动计划”，也被通俗地称为“信息高速公路”。NII 行动计划明确了美国国家信息基础设施建设的总体目标，随即，全世界其他国家也纷纷制订和建立本国的 NII。1994 年 9 月美国政府又提出了建立全球信息基础设施（Global Information Infrastructure, GII），建议将各国的 NII 互连起来组成世界范围的 NII，在协调各国信息技术与信息服务的同时，也极大地推动了计算机网络的发展。

今天，计算机网络已经具有计算、数据存储、数据传输等超强的功能，通过计算机网络，人们可以传输语音、视频或进行不同语种之间的在线同步翻译，可以协作完成大型的工程设计和科学计算，可以登录数字图书馆查阅文献资料等。与此同时，像网格计算、网络并行计算、多媒体网络等技术的投入应用，计算机网络、有线电视网络、公共电话交换网络逐渐走向融合（我国称之为“三网合一”），有线网络和无线网络各取特长并相互补充，这些技术、政策和应用的出现使得计算机网络的高速化和综合化等特征更加明显。

## 1.2 计算机网络的概念

信息化和全球化是当今世界知识经济的两个重要特点，而信息化和全球化的实现必须依靠完善的网络。这里所说的网络是广义的网络，包括电信网络、有线电视网络和计算机网络，统称为“三网”。三网的核心是计算机网络，目前发展最快的也是计算机网络。本书介绍的重点也是计算机网络。

### 1.2.1 什么是计算机网络

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互相交换，并可共享计算机资源的系统便可称为网络。综合各方面的因素，我们对计算机网络的定义为：将分布在不同地理位置的多台具有独立功能的计算机通过外围设置和通信线路互连起来、在功能完善的管理软件的支持下实现相互资源共享的系统。此定义强调了计算机网络应具备的3个主要特征：

- (1) 建设计算机网络的主要目的是实现不同计算机之间资源的共享；
- (2) 组建网络的计算机是分布在不同地理位置的具有独立处理能力的“自治计算机”；
- (3) 同一网络中的计算机必须使用相同的通信协议。

### 1.2.2 计算机网络的组成

计算机网络不存在地域的限制，只需要根据连接距离的远近采取不同的连接方式，都可以实现不同计算机之间的互连，并进行计算机之间的资源共享和通信。一个完整的计算机网络包括以下3个组成部分。

- (1) 计算机。根据在网络中所提供的服务的不同，可分为服务器和 workstation。
- (2) 外围设施。包括连接设备和传输介质两部分，其中主要的连接设备有网卡、交换机（早期也使用集线器）、路由器、防火墙等，传输介质主要有同轴电缆、双绞线、光纤、微波和红外线等。
- (3) 通信协议。计算机之间在通信时必须遵守的规则，是通信双方使用的通信语言。

关于外围设施我们将在本书随后的内容中进行详细介绍，下面主要介绍通信协议的有关概念。协议是一组规则的集合，是进行交互的双方必须遵守的约定。在网络系统中，为了保证计算机之间能够正确地进行通信，针对通信中的各种问题，制定了一整套约定，将这套约定称为通信协议。通信协议是一套语义和语法规则，用来规定有关功能部件在通信过程中的操作。

由于网络体系结构具有层次性，所以通信协议也是分层的。通信协议分成多个层次，每个层次内部又被分成不同的子层。不同层次负责不同的操作。网络协议由以下3个要素组成。

- (1) 语法。语法是数据与控制信息的结构或格式。包括数据格式、编码、信号电平等等。

(2) 语义。语义是用于协调和进行差错处理的控制信息。包括需要发生何种控制信息, 完成何种操作, 做出何种应答, 等等。

(3) 同步(定时)。同步是对事件实现顺序的详细说明。包括速度匹配、排序等。

通信协议对通信软件和硬件的开发具有指导作用。通信协议描述要做什么, 对于怎么做不进行限定。这一特征为软硬件开发商提供了便利, 他们只需要根据协议要求开发出产品即可, 至于选择什么电子元件、使用何种语言开发等则不受约束。

## 1.3 计算机网络的分类

可以从不同的角度对计算机网络分类, 例如按照网络的交换功能可以把计算机网络分为电路交换、报文交换、分组交换和混合交换(同时采用电路交换和分组交换)4种, 按通信介质的不同可以分为有线网络、无线网络和混合网络(有线和无线混合网络)3种。下面着重介绍计算机网络的其他两种分类方法。

### 1.3.1 按连接范围分类

根据网络连接范围的大小, 可以将计算机网络分为局域网、城域网和广域网3种。

#### 1. 局域网

局域网(LAN, Local Area Network)也叫局部网络, 一般是将一个相对较小区域(一般在几百米到几千米以内)内的计算机通过高速通信线路相连(现在传输速度一般在10Mbit/s以上)后所形成的网络。

随着计算机技术的发展和应用范围的拓宽, 局域网的作用和地位显得越来越突出。几年前, 只有一些大中学校、科研院所、大型企业才拥有局域网, 但是近年来伴随着计算机的普遍应用, 单机操作存在的弊端日渐突出, 人们的需要已不仅仅是计算机之间的资源共享, 大型软件的开发、大型CAD系统的设计、大批量视频影像的处理等, 都需要通过局域网协同工作, 如果离开了局域网, 这些工作将很难正常进行下去。综合技术和应用特点, 局域网具有以下几个特点:

- (1) 局域网主要供学校、企业等单位内部计算机之间互连, 其连接范围有限;
- (2) 局域网的通信质量较高, 具有高速(目前可达10Gbit/s)和低误码率(在 $10^{-8}$ ~ $10^{-11}$ 之间)等特点;
- (3) 从组网类型来看, 既可以采用有线介质, 也可以采用无线介质, 或有线与无线的混合;
- (4) 从工作方式来看, 既可以采用共享方式, 也可以采用交换方式, 或共享与交换的结合。

#### 2. 城域网

城域网(MAN, Metropolitan Area Network), 基本上是一种大型的LAN, 通常使用与LAN相同的技术。城域网的应用功能是满足几十公里范围内的大量企业、公司、学校等多