

计算机应用**能力培养丛书**

# 计算机网络技术与 局域网组建简明教程

郭卫泳 李敏 刘美琪 编著



清华大学出版社

计算机应用能力培养丛书

# 计算机网络技术与局域网组建 简明教程

郭卫泳 李敏 刘美琪 编著

清华大学出版社

北 京

## 内 容 简 介

本书系统介绍了计算机网络的基本原理、核心概念,以及局域网的组建和维护。针对当前无线局域网技术的快速发展情况,本书对其原理、协议和组建方法进行了详细说明。

全书共 15 章,分两大部分:第 1~6 章介绍计算机网络的基本概念、体系结构、网络操作系统、互连技术、安全技术和 Internet 等必备知识;第 7~15 章介绍局域网的基础知识、组建前需要做的准备工作、组建过程、服务器的远程访问和管理、局域网的安全配置与管理、局域网的性能优化与升级。

本书内容丰富,结构严谨,理论和实践并重,在使读者深刻理解计算机网络原理的同时,掌握局域网的组建、维护等技能。本书适合作为高等学校、高职学校及社会各类培训班“计算机网络”课程的教材使用,也可以供网络组建及维护人员参考。

**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。**

**版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933**

### 图书在版编目(CIP)数据

计算机网络技术与局域网组建简明教程/郭卫泳,李敏,刘美琪 编著. —北京:清华大学出版社,2009.9  
(计算机应用能力培养丛书)

ISBN 978-7-302-20767-2

I. 计… II. ①郭… ②李… ③刘… III. ①计算机网络—教材 ②局部网络—教材 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 133323 号

**责任编辑:** 王 军 李维杰

**装帧设计:** 孔祥丰

**责任校对:** 胡雁翎

**责任印制:**

**出版发行:** 清华大学出版社

**地 址:** 北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

**邮 编:** 100084

**社 总 机:** 010-62770175

**邮 购:** 010-62786544

**投稿与读者服务:** 010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

**质 量 反 馈:** 010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

**印 刷 者:**

**装 订 者:**

**经 销:** 全国新华书店

**开 本:** 185×260 **印 张:** 17 **字 数:** 421 千字

**版 次:** 2009 年 9 月第 1 版 **印 次:** 2009 年 9 月第 1 次印刷

**印 数:** 1~4000

**定 价:** 25.00 元

---

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:010-62770177 转 3103 产品编号:

# 前 言

高职高专教育以就业为导向，以技术应用型人才为培养目标，担负着为国家经济高速发展输送一线高素质技术应用人才的重任。近年来，随着我国高等职业教育的发展，高职院校数量和在校学生人数激增，已经成为我国高等教育的重要组成部分。

根据目前我国高级应用型人才的紧缺状况，教育部联合六部委推出“国家技能型紧缺人才培养培训项目”，并从 2004 年秋季起，在全国两百多所学校的计算机应用与软件技术、数控项目、汽车维修与护理等专业推行两年制和三年制改革。

为了配合高职高专院校的学制改革和教材建设，清华大学出版社在主管部门的指导下，组织了一批工作在高等职业教育第一线的资深教师和相关行业的优秀工程师，编写了适应新教学要求的计算机系列高职高专教材——《计算机应用能力培养丛书》。

《计算机应用能力培养丛书》主要面向高等职业教育，遵循“以就业为导向”的原则，根据企业的实际需求进行课程体系设置和教材内容选取。根据教材所对应的专业，以实用为基础，以“必需”为尺度，为教材选取理论知识；注重和提高案例教学的比重，突出培养人才的应用能力和解决实际问题的能力，满足高等职业教育“学校评估”和“社会评估”的双重教学特征。

每本教材的内容均由“授课”和“实训”两个互为联系和支持的部分组成，“授课”部分介绍在相应课程中，学生必须掌握或了解的基础知识，每章都设有“学习目标”、“实用问题解答”、“小结”、“习题”等特色段落；“实训”部分设置了一组源于实际应用的上机实例，用于强化学生的计算机操作使用能力和解决实际问题的能力。每本教材配套的习题答案、电子教案和一些教学课件均可在该丛书的信息支持网站(<http://www.tupwk.com.cn/GZGZ>)上下载或通过 Email([wkservice@vip.163.com](mailto:wkservice@vip.163.com))索取，读者在使用过程中遇到了疑惑或困难可以在支持网站的互动论坛上留言，本丛书的作者或技术编辑会提供相应的技术支持。

本书依据教育部《高职高专教育计算机公共基础课程教学基本要求》编写而成，介绍了计算机网络的基本原理、核心概念，以及局域网的组建和维护。针对当前无线网络技术的发展情况，本书花费了一定篇幅对其原理、协议和组建方法进行了详细说明。另外，针对企业网络的安全解决方案日益重要这一情况，对 ISA 的下一代产品——TMG 的基本配置方法作了介绍，以保证企业网络的安全。

全书共 15 章，分两大部分：第 1~6 章介绍计算机网络的基本概念、体系结构、网络操作系统、互连技术、安全技术和 Internet 等必备知识；第 7~15 章介绍局域网的基础知识、组建前需要做的准备工作、组建过程、服务器的远程访问和管理、局域网的安全配置与管理、局域网的性能优化与升级。

由于计算机科学技术发展迅速，再者受作者自身水平和编写时间所限，书中如有错误或不足之处，欢迎广大读者对我们提出意见或建议。

作 者

# 目 录

第 1 章 计算机网络概述 .....	1	2.1.1 OSI 参考模型的逻辑 结构 .....	18
1.1 计算机网络的形成与发展 .....	1	2.1.2 各层之间的关系 .....	19
1.2 计算机网络的定义、功能和基本 结构 .....	2	2.1.3 物理层 .....	20
1.2.1 计算机网络的定义 .....	2	2.1.4 数据链路层 .....	20
1.2.2 计算机网络的功能 .....	3	2.1.5 网络层 .....	21
1.2.3 计算机网络的基本结构及 特点 .....	3	2.1.6 传输层 .....	22
1.3 数据传输速率与误码率 .....	5	2.1.7 会话层、表示层和 应用层 .....	23
1.4 计算机网络的常见类型 .....	6	2.1.8 层间编址 .....	24
1.4.1 广播式网络与点对点式 网络 .....	6	2.2 TCP/IP 参考模型 .....	24
1.4.2 局域网、城域网与广域网 .....	7	2.3 OSI 参考模型和 TCP/IP 参考 模型的比较 .....	26
1.5 计算机网络的拓扑结构 .....	9	2.4 网络标准化组织 .....	27
1.5.1 总线型结构 .....	9	本章小结 .....	28
1.5.2 星型结构 .....	9	习题 .....	29
1.5.3 环型结构 .....	10	第 3 章 网络互连技术 .....	30
1.5.4 其他几种拓扑结构 .....	11	3.1 网络互连概述 .....	30
1.6 计算机网络的组成 .....	11	3.2 网络传输介质 .....	30
1.7 网络计算的研究与应用 .....	13	3.2.1 双绞线 .....	31
1.7.1 移动计算网络 .....	13	3.2.2 同轴电缆 .....	32
1.7.2 多媒体网络 .....	14	3.2.3 光纤 .....	33
1.7.3 网络并行计算 .....	14	3.2.4 无线传输 .....	34
1.7.4 存储区域网络 .....	15	3.2.5 卫星传输 .....	34
本章小结 .....	16	3.3 网络互连设备 .....	35
习题 .....	16	3.3.1 中继器 .....	35
第 2 章 网络体系结构 .....	17	3.3.2 集线器 .....	36
2.1 OSI 参考模型 .....	17	3.3.3 网桥 .....	37
		3.3.4 交换机 .....	38



3.3.5 路由器 .....	39	<b>第 5 章 网络安全技术 .....</b>	<b>63</b>
3.3.6 无线 AP .....	41	5.1 网络安全概述 .....	63
3.3.7 网卡 .....	41	5.1.1 基本概念 .....	63
3.4 TCP/IP 协议基础知识 .....	42	5.1.2 安全威胁 .....	64
3.4.1 TCP/IP 协议概述 .....	42	5.1.3 安全攻击 .....	65
3.4.2 IP 地址 .....	43	5.1.4 安全策略 .....	68
3.4.3 子网掩码 .....	45	5.1.5 安全管理 .....	70
3.4.4 网关 .....	45	5.2 加密技术 .....	71
3.4.5 DNS .....	45	5.2.1 密码学的基础知识 .....	71
3.4.6 其他常用 TCP/IP 协议 .....	46	5.2.2 网络中的加密技术 .....	73
3.5 其他常用网络协议 .....	47	5.2.3 对称加密技术 .....	74
3.5.1 NetBEUI 协议 .....	47	5.2.4 公匙加密技术 .....	75
3.5.2 IPX/SPX 协议 .....	48	5.2.5 密匙的管理 .....	76
本章小结 .....	49	5.3 认证技术 .....	77
习题 .....	50	5.3.1 消息认证 .....	77
<b>第 4 章 网络操作系统 .....</b>	<b>51</b>	5.3.2 数字签名 .....	78
4.1 网络操作系统概述 .....	51	5.3.3 身份验证 .....	79
4.1.1 网络操作系统的功能和 服务 .....	51	5.4 防火墙技术 .....	79
4.1.2 网络操作系统的特性 .....	52	5.4.1 防火墙的基本概念 .....	79
4.1.3 网络操作系统的结构 .....	53	5.4.2 防火墙的技术分类 .....	80
4.2 Windows NT 网络操作系统 .....	54	5.4.3 防火墙应用系统 .....	81
4.2.1 Windows NT 的发展历程 .....	54	本章小结 .....	83
4.2.2 Windows NT 的组成 .....	54	习题 .....	83
4.2.3 工作组模型和域模型 .....	54	<b>第 6 章 Internet 基础知识 .....</b>	<b>84</b>
4.2.4 Windows NT 的特点 .....	55	6.1 Internet 概述 .....	84
4.3 UNIX 网络操作系统 .....	56	6.1.1 Internet 的起源与发展 .....	84
4.3.1 UNIX 的起源和发展 .....	56	6.1.2 Internet 的主要组成部分 .....	85
4.3.2 UNIX 的结构与特性 .....	57	6.1.3 Internet 所提供的服务 类型 .....	86
4.3.3 UNIX 的标准化 .....	57	6.2 WWW 服务 .....	87
4.3.4 UNIX 主流版本 .....	58	6.2.1 超文本和超媒体 .....	87
4.4 Linux 网络操作系统 .....	59	6.2.2 WWW 服务系统 .....	88
4.4.1 Linux 的起源和发展 .....	59	6.2.3 WWW 浏览器 .....	90
4.4.2 Linux 主流版本 .....	59	6.2.4 WWW 的安全性 .....	91
4.5 NetWare 网络操作系统 .....	60	6.2.5 关于搜索引擎 .....	93
本章小结 .....	61	6.3 Internet 提供的其他服务 .....	94
习题 .....	61	6.3.1 电子邮件服务 .....	94

6.3.2	FTP 文件传输服务	96	习题	118
6.3.3	远程登录服务	97	<b>第 8 章 组建局域网的前期工作</b>	<b>119</b>
<b>6.4</b>	<b>Internet 的接入技术</b>	<b>98</b>	<b>8.1 组网需求分析</b>	<b>119</b>
6.4.1	ADSL 接入	98	8.1.1 需求分析的过程	119
6.4.2	专线接入	99	8.1.2 需求分析文档的组成	120
6.4.3	小区宽带接入	99	8.1.3 需求分析的方法	123
6.4.4	无线接入	100	<b>8.2 绘制网络拓扑图</b>	<b>123</b>
本章小结		101	8.2.1 使用 Visio 绘制网络拓 扑图	123
习题		101	8.2.2 输出网络拓扑图	126
<b>第 7 章 局域网基础知识</b>		<b>103</b>	<b>8.3 选购网络设备</b>	<b>128</b>
<b>7.1 局域网概述</b>		<b>103</b>	8.3.1 分析网络连接情况	128
7.1.1 局域网的定义及特点		103	8.3.2 选购网卡	129
7.1.2 局域网的拓扑结构和传输 介质		104	8.3.3 选购交换机	130
7.1.3 局域网的介质访问控制 方法		104	8.3.4 选购路由器	130
7.1.4 IEEE 802 局域网体系结构 与标准		106	8.3.5 选购防火墙	131
<b>7.2 高速局域网技术</b>		<b>107</b>	8.3.6 选购无线 AP	132
7.2.1 FDDI		107	<b>8.4 局域网布线技术</b>	<b>133</b>
7.2.2 100Mbps 快速以太网		108	8.4.1 综合布线系统的提出	133
7.2.3 千兆以太网		109	8.4.2 综合布线系统的组成	134
7.2.4 10Gbps 以太网		109	8.4.3 与传统布线系统的比较	135
<b>7.3 交换式局域网</b>		<b>110</b>	8.4.4 综合布线系统的应用 环境	135
7.3.1 交换式局域网的基本 结构		110	<b>8.5 网络工程预算</b>	<b>137</b>
7.3.2 交换式局域网的工作 原理		111	8.5.1 网络布线材料和施工 预算	137
<b>7.4 虚拟局域网</b>		<b>112</b>	8.5.2 网络设备和软件预算	138
7.4.1 虚拟局域网的产生		113	8.5.3 建筑工程与其他费用 预算	139
7.4.2 虚拟局域网的标准		114	本章小结	140
7.4.3 虚拟局域网中的三层交换 技术		114	习题	140
7.4.4 虚拟局域网的实现方法		115	<b>第 9 章 组建小型局域网</b>	<b>141</b>
7.4.5 虚拟局域网的发展趋势		116	<b>9.1 双机互联</b>	<b>141</b>
<b>7.5 无线局域网</b>		<b>117</b>	9.1.1 通过双绞线组网	141
本章小结		117	9.1.2 通过 IEEE 1394 接口 组网	144
			<b>9.2 三机互联</b>	<b>145</b>

9.3 多机互联	145	11.1.3 无线局域网的基本 硬件	180
9.4 家庭局域网组建	146	11.1.4 无线局域网的拓扑 结构	182
9.4.1 家庭组网的意义	146	11.2 组建无线局域网	183
9.4.2 家庭网络布线	147	11.2.1 组建简单的无线对等 网络	183
9.4.3 路由器共享上网	149	11.2.2 组建无线路由器 局域网	185
9.5 宿舍局域网组建	151	11.3 无线网络的安全	188
9.5.1 选择拓扑结构	152	11.4 无线局域网的应用	189
9.5.2 进行网络布线	152	本章小结	192
9.5.3 设置网络中的计算机	153	习题	192
9.5.4 多个宿舍局域网的互联	155	第 12 章 局域网的典型应用	193
9.5.5 进行联机游戏	156	12.1 共享局域网资源	193
本章小结	158	12.1.1 共享文件	193
习题	158	12.1.2 共享打印机	197
第 10 章 组建企业局域网	159	12.1.3 音乐、视频点播和 共享	199
10.1 规划企业局域网	159	12.2 局域网即时通信系统	201
10.1.1 网络的设计原则	159	本章小结	204
10.1.2 需求分析	160	习题	204
10.1.3 设计网络结构	160	第 13 章 服务器的远程访问与维护	205
10.1.4 设计网络布线系统	161	13.1 使用远程桌面	205
10.1.5 所需硬件设备及软件	162	13.2 使用终端服务	207
10.1.6 编写系统设计文档	162	13.2.1 搭建终端服务器	207
10.2 企业网络实施	163	13.2.2 组策略与终端服务器	208
10.2.1 架设企业文件服务器	163	13.2.3 设置终端用户权限	210
10.2.2 架设企业 FTP 服务器	168	13.2.4 终端服务器的日志 审查	211
10.2.3 架设企业 Web 服务器	170	13.3 使用 VPN 服务	212
10.2.4 架设企业邮件服务器	173	13.3.1 配置 VPN 服务器	212
10.3 企业网络安全	175	13.3.2 设置远程用户的权限 账户	214
10.3.1 企业网络安全分析	175	13.3.3 配置 VPN 客户端	214
10.3.2 企业网络安全性急需 重视	176		
本章小结	177		
习题	177		
第 11 章 组建无线局域网	178		
11.1 无线局域网的基础知识	178		
11.1.1 无线局域网的特点	178		
11.1.2 无线局域网的技术 标准	179		

13.4 远程维护服务器·····	216	14.4.1 发布 Web 服务器·····	240
13.4.1 远程维护打印服务器·····	216	14.4.2 发布 FTP 服务器·····	242
13.4.2 远程维护终端服务器·····	218	14.4.3 发布邮件服务器·····	243
13.4.3 架设并远程维护流媒体 服务器·····	219	14.5 使用网络监控·····	244
本章小结·····	223	本章小结·····	246
习题·····	224	习题·····	246
<b>第 14 章 局域网安全配置与管理·····</b>	<b>225</b>	<b>第 15 章 局域网性能优化与升级·····</b>	<b>247</b>
14.1 TMG 概述·····	225	15.1 网络性能分析与监测·····	247
14.1.1 TMG 与 ISA·····	225	15.1.1 影响网络性能的因素·····	247
14.1.2 TMG 的主要特点·····	227	15.1.2 监视网络性能·····	248
14.1.3 安装 TMG·····	228	15.2 优化网络性能·····	251
14.2 关于访问规则·····	230	15.2.1 优化 CPU·····	251
14.2.1 了解 TMG 的默认规则·····	230	15.2.2 优化内存·····	252
14.2.2 创建并配置访问规则·····	231	15.2.3 优化磁盘系统·····	253
14.3 配置 TMG·····	234	15.2.4 优化服务器进程·····	254
14.3.1 快速配置 TMG·····	234	15.2.5 优化网络接口·····	255
14.3.2 启用 Web 缓存·····	235	15.2.6 分网段管理·····	256
14.3.3 禁止用户访问特定 网站·····	238	15.3 局域网的升级·····	258
14.3.4 禁止 QQ 登录·····	239	本章小结·····	260
14.4 发布网络中的服务器·····	240	习题·····	260

# 第 1 章

## 计算机网络概述

本章介绍计算机网络的基础知识，使读者对计算机网络有一个基本的了解。通过本章的学习，应该完成以下学习目标：

- ✓ 了解计算机网络的形成和发展过程
- ✓ 掌握计算机网络的定义、功能和特点
- ✓ 掌握数据传输速率、误码率等数据通信的基本概念
- ✓ 掌握计算机网络的常见类型及其特点
- ✓ 了解计算机网络的拓扑结构
- ✓ 掌握计算机网络的组成
- ✓ 了解网络计算研究与发展现状

### 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相互渗透、紧密结合的产物，它的发展和应用正改变着人们的工作和生活方式，并在经济、文化、科学研究、军事、政治、教育等各个领域发挥着越来越重要的作用。

计算机网络的形成与发展大致可以分为 4 个阶段：

第 1 代计算机网络大约产生于 20 世纪 50 年代，是一种以单个主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。此时的计算机网络还只是一个“雏形”，在该阶段，人们开始将彼此独立发展的计算机技术和通信技术进行结合，完成了数据通信技术和计算机通信网络的研究，为计算机网络的出现做好了技术准备，奠定了理论基础。

第 2 代计算机网络出现在 20 世纪 60 至 70 年代，以 1969 年美国的 ARPANET 和分组交换技术为标志。ARPANET 是计算机网络技术发展中的一个里程碑，它的研究成果对促进网络技术的发展起到了重要作用，并为 Internet 的形成奠定了基础。第二代计算机网络强调了网络的整体性，用户不仅可以共享主机的资源，而且还可以共享其他用户的软、硬件资源。这种工作方式一直延续到了现在，如今的计算机网络尤其是中小型局域网，更注重和强调整体性，以扩大系统资源的共享范围。

第 3 代计算机网络始于 20 世纪 70 年代中期，是计算机网络的成熟阶段。当时，国际上各种广域网、局域网和公用分组交换网发展十分迅速，各个计算机生产商纷纷发展各自

的计算机网络系统，但随之带来的是网络体系结构和协议的国际标准化问题。为了实现不同厂家生产的计算机能够互连成网，1977年前后，国际标准化组织(ISO, International Standards Organization)推出了一个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连基本参考模型 OSI/RM，简称为 OSI。OSI 模型的提出，为计算机网络的发展开创了一个新纪元，现在的计算机网络便是以 OSI 为标准进行工作的。

第 4 代计算机网络的最主要标识是 Internet 的广泛应用，高速网络技术、网络计算与网络安全技术的研究和发展。

Internet 是全球最大的计算机互联网络，又称为网际网或互联网。它连接了来自不同国家和地区的不计其数的计算机、网络或网络群体，实现了全球信息的有效、快速传播和共享。对于广大用户而言，只要将自己的计算机接入 Internet，便可以浏览 Internet 上的各种信息，并使用电子邮件、文件传输、远程登录等各种其他服务。当前，更高性能的 Internet 2 正处于发展之中，可以提供 100Gbps 级别的带宽。

以高速以太网(Ethernet)为代表的局域网技术发展迅速，目前，在 10Mbps 以太网广泛应用的基础上，100Mbps 快速以太网和 1Gbps 千兆以太网已经进入使用阶段。传输速率为 10Gbps 的以太网正处于研究之中。此外，交换式局域网、虚拟局域网技术等发展和应用也十分迅速。

宽带网的建设正在全球范围内掀起一个高潮，与传统网络相比，宽带网络是具备较高数据传输率和数据吞吐量的新一代网络。许多国家的政府和企业都投入巨资，将宽带网络作为战略产业来发展。世界上的各大电信运营商也纷纷进行战略重组，采用宽带网络技术建立了新的基础性电信网络，或是用宽带技术来改造现有的网络。

宽带网络可分为宽带骨干网和宽带接入网两个部分，因而，组建宽带网络的关键技术便是骨干网技术和接入网技术。基于光纤通信技术的宽带城域网和接入网技术，以及移动计算网络、网络多媒体计算、网络并行计算、网络计算与存储区域网络正成为网络应用和研究的热点。

## 1.2 计算机网络的定义、功能和基本结构

### 1.2.1 计算机网络的定义

在计算机网络发展过程的不同阶段中，计算机网络有着不同的定义，它们分别反映了当时网络技术发展的水平和人们对网络的认识程度。从当前计算机网络的特点来看，资源共享观点的定义更能准确地描述计算机网络的基本特征。

按照资源共享的观点，计算机网络是通过各种通信设备和传输介质将处于不同位置的多台相互独立的计算机连接起来，并在相应网络软件的管理下实现多台计算机之间信息传递和资源共享的系统。可以从以下几个方面来理解该定义：

- 至少有两台计算机才能构成网络。它们可以是在一间办公室内，也可以分布在地球的不同半球。另外，这些计算机是独立的，也就是说，脱离网络它们也能作为单机正常工作。
- 这些计算机之间要用一些媒介连接起来。媒介即定义中提到的通信设备和传输介

质。在进一步学习前，可先回想一下你在打电话的情景：家中的电话通过电话线连接到电信局的交换机上，再从交换机呼叫你要拨打的电话，当对方拿起电话后，线路就接通，这时，通话双方是由电话线和电话交换机连接的。

- 要有相应的软件进行管理。硬件的工作总是在软件的控制下完成的，有了前面指出的硬件，当然还得有相应的软件才行。
- 连网后的这些计算机即可实现共享资源和互相通信。例如网络中的许多计算机共用一台打印机等。

### 1.2.2 计算机网络的功能

计算机网络的功能主要体现在信息交换、资源共享和分布式处理这3个方面。

- 信息交换：这是计算机网络最基本的功能，主要完成计算机网络中各个节点之间的系统通信。用户可以在网上收发电子邮件、发布新闻消息、进行网上购物、电子贸易、远程教育等。
- 资源共享：在计算机网络中，存在许多昂贵的资源，例如大型数据库、巨型计算机等。这些资源并非(也不可能)所有用户都能独立拥有，而是以共享资源的形式提供。资源共享包括硬件资源的共享，如打印机、大容量磁盘等，也包括软件资源的共享，如程序、数据等。资源共享的结果是避免重复投资和劳动，从而提高了资源的利用率，使系统的整体性能价格比得到提高。
- 分布式处理：单机的处理能力是有限的，且由于种种原因(例如时差)，计算机之间的忙闲程度是不均匀的。从理论上讲，在同一网内的多台计算机可通过协同操作和并行处理来提高整个系统的处理能力，并使网内各计算机负载均衡。

### 1.2.3 计算机网络的基本结构及特点

了解计算机网络的基本结构对于理解网络的发展和设计是十分重要的。在计算机网络的发展过程中，最早出现的是广域网。因而，早期人们研究的计算机网络实际上是广域网的结构。

广域网通过远程通信线路将分布在不同地理位置的大型机或中、小型机互连起来，它要完成数据处理和数据通信两大功能，因而从结构上可以将它分成两个部分：负责数据处理的主机与终端；负责数据通信处理的通信控制处理机与通信线路。从计算机网络组成的角度看，早期的计算机网络从逻辑上可以分为资源子网和通信子网两个部分，如图 1-1 所示。 $H_1 \sim H_4$  代表主机(Host)，T 代表终端(Terminal)，A、B、C、D、E 代表有关的通信设备，如通信控制处理机、前端处理机、集线器等。

- 资源子网：由计算机系统、终端控制器和终端设备、软件和可供共享的数据库等组成。资源子网负责全网面向应用的数据处理工作，向用户提供数据处理能力、数据存储能力、数据管理能力和数据输入、输出能力以及其他数据资源。这些资源原则上可被所有用户共享。换句话说，在网络中任何一台计算机的终端用户都能访问网内任何共享的磁盘文件，使用网内任何共享的打印和绘图设备，要求网中任何一台计算机为其进行处理和计算等。但对于一个具体的计算机网络来说，并不一定所有

的网络资源都能为网中的所有用户所共享，这取决于设计和应用要求。资源子网中的软件资源包括本地系统软件、应用软件以及用于管理共享资源的网络软件。

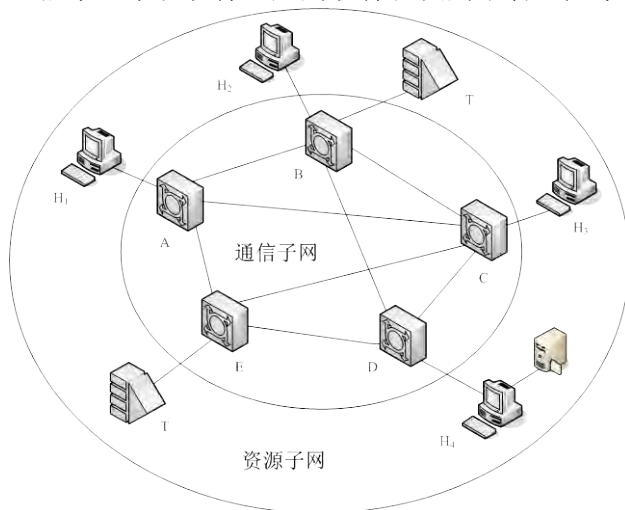


图 1-1 早期计算机网络的結構

- 通信子网：由通信硬件(通信设备和通信线路等)和通信软件组成，其功能是为网内各种网络资源的共享提供必要的通信手段和通信服务。图 1-1 中所标注的各台主机、终端和通信设备等在网络中可称为结点(Node)。结点是由一条或多条通信线路连接的具有一定功能的设备。它们可以分为访问结点和交换结点。访问结点也称端点，通常是指计算机及其附属设备和终端。交换结点的作用是支持网络的连接并提供转发与交换功能，通过所连接的线路来交换信息，该类结点通常为通信设备。

### 什么是主机？什么是终端？

主机就是组成网络的各个计算机，可以是大型机、中型机或小型机。随着微机(PC机)性能的不斷提升和广泛应用，连入网络的微机数量日益增多，它也是主机的一种类型，可以直接通过通信控制处理机连入网内，也可以通过连网的大、中或小型机间接连入网内。主机用于为本地用户访问网络中其他主机或资源提供服务，同时要为远程用户共享本地资源提供服务。

终端是指人与网络打交道时所必需的设备，一个键盘加上一个显示器就可以构成一个终端。终端也可以是带有微处理机的智能终端，智能终端除了具有输入、输出信息的功能外，本身还具备信息存储和处理的能力。因而，将主机看成一台终端是可以的，但不能将终端看成主机。终端可以通过主机连入网内，也可以通过终端控制器、报文分组组装与拆卸装置或通信控制处理机连入。

随着微机和局域网的广泛应用，大量的微机通过局域网连接广域网，使用大型机与中型机的主机用户的减少，使得现代网络结构已经发生变化。在 Internet 中，用户计算机需要通过校园网、企业网或 ISP 连入地区主干网，地区主干网再通过国家主干网连入国家间的高速主干网。局域网与广域网，以及广域网间的互连是通过路由器实现的，这样便形成

了一种由路由器互连的大型、层次结构的互连网络，如图 1-2 所示。

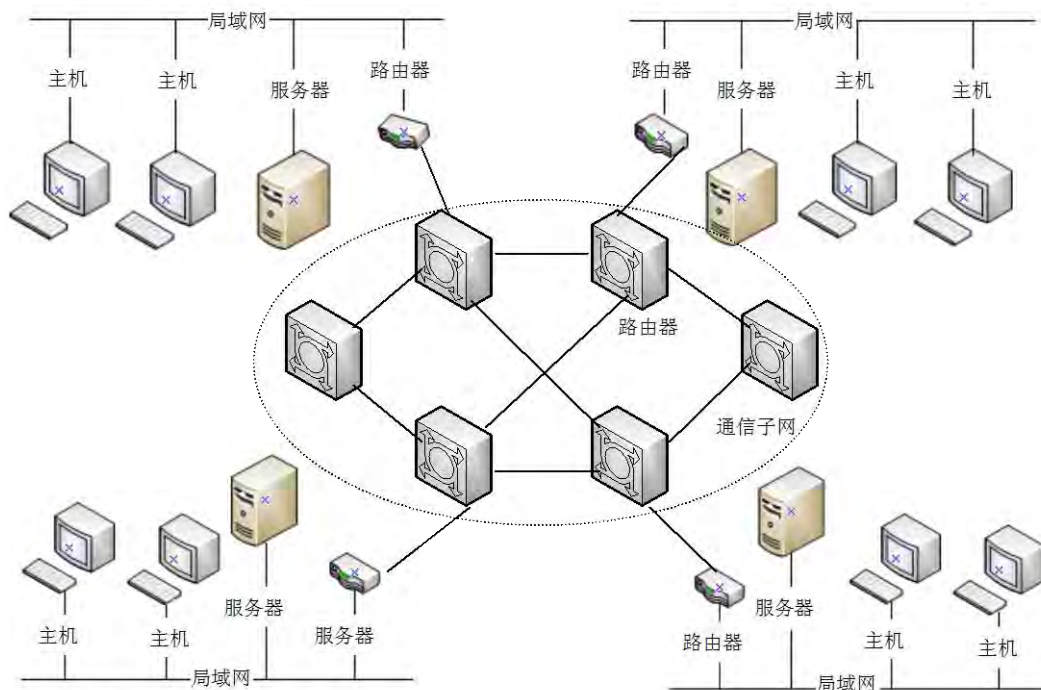


图 1-2 现代计算机网络的结构

### 1.3 数据传输速率与误码率

数据传输速率和误码率是描述计算机网络中数据通信的两个基本技术参数。其中，数据传输率是指单位时间内信道内传输的信息量，单位为比特/秒，记作 b/s，或 bps。在实际应用中，常用的数据传输速率还有 kbps、mbps、gbps，它们间的换算关系如下：

$$1\text{kbps}=10^3\text{bps}$$

$$1\text{mbps}=10^6\text{bps}$$

$$1\text{gbps}=10^9\text{bps}$$

**信道**是指以传输介质为基础的信号传输通道，可分为物理信道和逻辑信道两种。物理信道是指用来传输信息的物理通路，由传输介质和端接设备组成；逻辑信道则是在物理信道基础上建立起来的发送端和接收端之间的信息传输通路，一条物理信道可以对应一条或多条逻辑信道。

决定信道内数据传输速率的主要因素是信道的带宽和信噪比，奈奎斯特(Nyquist)准则和香农(Shannon)定律描述了带宽、信噪比和数据传输速率之间的关系。

奈奎斯特准则指出：如果间隔为  $\pi/\omega$  ( $\omega=2\pi f$ ) 的窄脉冲信号通过理想信道传输，则前后码元之间不产生窜扰。因此，对于二进制数据信号的最大数据传输速率  $R_{\max}$  与信道带宽  $B$  ( $B=f$ ，单位是 Hz) 的关系为：

$$R_{\max}=2f$$

例如，信道带宽为 3000Hz，则最大数据传输速率为 6kbps。

奈奎斯特准则是在理想信道的前提下得出的，但实际情况是任何信道都不是理想的，也就是说，信道带宽总是有限的，信道干扰也是存在的。香农定理指出：在有随机热噪声的信道上传输数据信号时，数据传输率  $R_{\max}$  与信道带宽  $B$ 、信噪比  $S/N$  的关系为：

$$R_{\max}=B\log_2(1+S/N)$$

根据香农定理，如果  $S/N=1000$ ，信道带宽为 3000Hz，则  $R_{\max}$  约等于 30Kbps，也就是说，对于带宽只有 3000Hz 的通信信道，信噪比为 1000 时，无论数据采用二进制还是其他更多离散电平值，都不能用超过 30Kbps 的速率传输数据。正因为信道的最大传输率与带宽之间有着这种明确的关系，所以人们总是以“带宽”来表示信道的数据传输速率。

误码率则是衡量数据传输可靠性的一个参数，指二进制码元在传输系统中被传错的概率。当传输的数字序列足够长时，它近似地等于被传错的二进制的比特数与所传输总比特数的比值。在计算机通信中，误码率通常应低于 0.000001。

通常，电话网络的误码率在 0.0001~0.001 之间，这对语音(打电话)通信是可以容忍的，但对数据通信则是绝对不能接受的。用传统电信网络进行数据通信，中间通信设备要进行比较复杂、费时的差错控制，校正处理，且传输率难以提高。现代网络采用的是光纤通信网，其误码率在  $10^{-11}$ ~ $10^{-9}$  之间，中间通信设备无需进行复杂的差错校正处理，因而可获得极高的传输率。

传输时出错比特数与总传输比特数之比，用公式表示为：

$$P_b=B_e/B$$

其中， $P_b$  表示比特出错率，一般用百分数%表示； $B_e$  表示传输出错比特数； $B$  表示总传输比特数。

## 1.4 计算机网络的常见类型

计算机网络在经历了多年的发展之后，形成了多种类型的网络，可以从不同的角度对它们加以分类。其中，最主要的两种方法是：根据网络所使用的传输技术分类，根据网络的覆盖范围与规模分类。

### 1.4.1 广播式网络与点对点式网络

从通信技术的角度来说，通信信道可分为两类：广播信道和点对点信道。在广播通信信道中，多个结点共享一个通信信道，结点以广播的形式发布信息，一个结点发出的信息被其他所有结点接收。在点对点信道中，每条通信信道连接一对结点，任意的两个结点间要么有直接相连的信道，要么通过其他结点转发来传输信息。

显然，网络要通过通信信道完成数据传输任务，因此网络所采用的传输技术也只能有两类：广播方式与点对点方式。这样，相应的计算机网络也就可以分为广播式网络和点对点式网络。

在广播式网络中，所有的计算机共享一个公共通信信道。当网络中的一台计算机向另

一台计算机发送信息时，发送的信息中含有目的地址和源地址，这一信息被广播到网络中的每一台计算机。网络中的每台计算机接收信息后检查信息中包含的目的地址，若目的地址为本机地址则接收该信息，否则丢弃该信息。

与广播式网络相反，在点对点式网络中，每条物理线路连接一对计算机。一台计算机向另一台计算机发送信息时，如果两台计算机之间没有直接的物理线路连接，信息就要通过一些中间计算机的接收、存储、转发，直至最终到达目的计算机。

## 1.4.2 局域网、城域网与广域网

按照计算机网络所覆盖的地理范围进行分类，可以很好地反映不同类型网络的技术特征。由于网络覆盖的地理范围不同，它们所采取的传输技术也就不同，因而形成了不同的网络技术特点和网络服务功能。

### 1. 广域网

广域网(Wide Area Network, WAN)，也称为远程网，它所覆盖的地理范围从几十公里到几千公里，可以是一个地区、一个国家、甚至是全球，能够形成国际性的远程网络。Internet就是典型的广域网，它把全世界各个国家和地区的数千万台计算机主机和用户紧密地连在一起，使用户之间能够互通信息，共享计算机和各种信息资源。

早期的广域网采用的是分组交换网 X.25 协议，由于传输介质是电缆，因而传输速率较低、误码率也较高。为了保证数据传输的可靠性，X.25 协议包括了差错控制、流量控制、拥塞控制等功能。X.25 协议的复杂执行过程必然要增大网络传输的延迟时间。

随着传输介质由电缆逐步走向光纤，光纤的误码率很低，带宽却很宽。同时，用户设备的性能也越来越高，产生了帧中继技术。该协议比较简单，网络传输延迟被降到最小，差错控制功能则由用户设备来完成。

随着信息技术的高速发展，实现通信业务的可视化、智能化和个人化已经成为发展的方向。通信网络研究的热点已经转移到宽带综合业务数据网 B-ISDN 上。B-ISDN 采用异步传输模式 ATM 作为数据传输技术。当前，网络应用已经不仅仅局限于传统的语音通信和基于文本的数据传输，在多媒体网络中，需要同时传输语音、数字、文字、图形与视频等多种类型的数据，不同类型的数据对传输的服务要求不同，对数据传输的实时性要求越来越高，ATM 技术能满足此类要求。

### 2. 局域网

从广义上讲，局域网(Local Area Network, LAN)是连网距离有限的通信系统。它支持各种通信设备的互连，并以廉价的媒介提供宽频带的通信来完成信息交换和资源共享，而且通常是为用户自己所专有的。

根据网络规模的大小，局域网又可以分为大型局域网和小型局域网。大型局域网主要指企业 Intranet 网络、学校的校园网等，其特点是设备多，管理和维护比较复杂。小型局域网是指家庭、办公室、网吧等组织所构建的小型网络，其特点是设备较少，管理和维护比较简单，图 1-3 所示就是一个简单的小型局域网。

### 3. 城域网

随着办公自动化技术的发展，各个机关、企业、学校都建立了大量的局域网。各个局

域网用户之间要交换信息，按照用户交换信息量的多少来看，局域网内部用户之间的信息交换量最大，同一个城市内局域网之间的信息交换量不断增加。为了解决同一个城市内大量局域网之间的信息高速交换问题，出现了城域网。

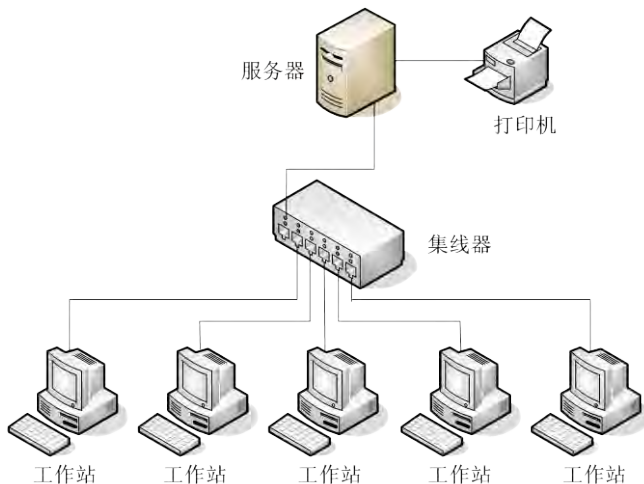


图 1-3 小型局域网

城域网(Metropolitan Area Network, MAN)是介于广域网与局域网之间的一种高速网络。城域网的设计目标是满足几十公里范围内的大量企业、机关、公司与社会服务部门的计算机连网需求，实现大量用户之间的多种信息(数据、语音、图像)的传输功能，如图 1-4 所示。

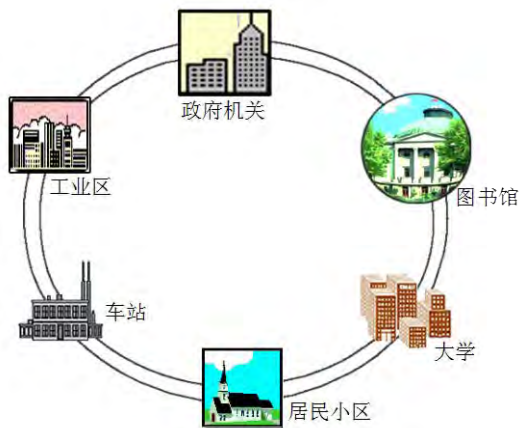


图 1-4 城域网示意图

早期的城域网采用的是光纤分布式数据接口(FDDI, Fiber Distributed Interface)，随着企业、机关局域网建设与个人访问 Internet 需求的不断增长，传统的 FDDI 技术与产品已经不能满足宽带城域网建设的需要。现在，通常采用的城域网方案是：传输介质采用光纤；交换结点采用基于 IP 交换的高速路由交换机或 ATM 交换机；在体系结构上采用核心交换层、业务汇聚层和接入层的三层模式，以适应不同业务需求、不同协议和不同类型用户的接入需要。