



全国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试指定用书

# 网络工程师教程 (第4版)

雷震甲 主编 严体华 吴晓葵 副主编

全国计算机专业技术资格考试办公室组编



清华大学出版社

014057015

TP393  
719-5

全国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试指定用书

# 网络工程师教程 (第4版)

雷震甲 主编 严体华 吴晓葵 副主编

全国计算机专业技术资格考试办公室组编



清华大学出版社  
北京



北航

C1742048

TP393  
719-5

## 内 容 简 介

本书是全国计算机技术与软件专业技术资格考试指定用书。作者在前3版的基础上,针对考试的重点内容做了较大篇幅的修订,书中主要内容包括数据通信、广域通信网、局域网、城域网、因特网、网络安全、网络操作系统与应用服务器配置、组网技术、网络管理、网络规划和设计。

本书是参加本考试的必备教材,也可作为网络工程从业人员学习网络技术的教材或日常工作的参考用书。

本书扉页为防伪页,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

网络工程师教程/雷震甲主编;严体华,吴晓葵副主编. —4版. —北京:清华大学出版社,2014  
全国计算机技术与软件专业技术资格(水平)考试指定用书  
ISBN 978-7-302-36771-0

I. ①网… II. ①雷… ②严… ③吴… III. ①计算机网络-工程技术人员-资格考核-教材  
IV. ①TP393

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第124277号

责任编辑:柴文强 王冰飞  
封面设计:傅瑞学  
责任校对:胡伟民  
责任印制:王静怡

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座 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](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质 量 反 馈:010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

印 刷 者:清华大学印刷厂

装 订 者:三河市新茂装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×230mm 印 张:46 防伪页:1 字 数:1120千字

版 次:2004年7月第1版 2014年8月第4版 印 次:2014年8月第1次印刷

印 数:1~20000

定 价:89.00元

产品编号:060344-01



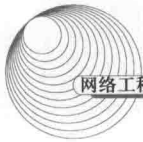


# 序 言

由人力资源和社会保障部、工业和信息化部共同组织的“全国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试”（简称软考），肩负着科学评价选拔软件专业技术人才的光荣使命，肩负着正确引导软件行业专业技术人员潜心钻研、提高能力、加强创新的光荣使命，肩负着加强软件行业专业技术人才队伍建设的光荣使命。自 1991 年开考以来，软考坚持专业化、国际化、品牌化的发展方向，全国累计报名人数 330 万人，培养选拔软件行业专业技术人才 64 万人，部分考试标准与日本、韩国互认，为全国计算机和软件专业技术人员（包括香港、澳门和台湾地区来大陆就业的人员）提供了科学的评价体系和评价机制，为推动“两化”深度融合，提高工业化水平，走新型工业化道路提供了有力支撑。

党中央、国务院一直高度重视信息技术产业发展。以 2000 年的《国务院关于印发鼓励软件产业和集成电路产业发展的若干政策的通知》（国发【2000】18 号文件）和 2011 年的《国务院关于印发进一步鼓励软件产业和集成电路产业发展的若干政策的通知》（国发【2011】4 号文件）为重要标志的一系列政策措施，为软件产业和集成电路产业乃至整个信息技术产业发展提供了强劲动力。2011 年，我国软件产业实现业务收入超过 1.84 万亿元，产业规模是 2005 年的 4.7 倍，同比增长 32.4%，超过“十一五”期间平均增速 4.4 个百分点，实现了“十二五”的良好开局。软件产业占电子信息产业比重从 2000 年的 5.8% 上升到 19.9%。软件企业数量超过 3 万家，从业人数超过 300 万人。2012 年上半年，我国软件产业实现软件业务收入 10988 亿元，同比增长 26.2%。软件和信息服务业的持续快速发展，国民经济和社会信息化建设的深入开展，使软件人才和信息技术人才供给不足的问题依旧突出。按照国发【2011】4 号文件提出的“努力培养国际化、复合型、实用性人才”的要求，工业和信息化部教育与考试中心组织一批理论水平高、实践经验丰富的专家学者和业界精英，结合考试大纲和软件产业技术发展趋势，对原有的“全国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试教材和辅导用书”进行了更新，为广大软件行业从业人员提高学习能力、实践能力、创新能力和职业道德水平提供了依据。

当前，我国正处在全面建成小康社会的决定性阶段。坚持走中国特色新型工业化、信息化、城镇化、农业现代化道路，推动信息化和工业化深度融合、工业化和城镇化良性互动、城镇化和农业现代化相互协调，促进工业化、信息化、城镇化、农业现代化同步发展，是党中央的重要战略部署。造就规模宏大、素质优良的人才队伍，推动我国由人才大国迈向人才强国，既是



构成这一重要战略部署的紧迫任务,也是实施这一重要战略部署的关键措施。从现在起至全面建成小康社会的这一历史时期,信息技术仍然是走中国特色新型工业化、信息化、城镇化、农业现代化道路的先导性技术;全国计算机技术与软件专业技术资格(水平)考试也应该看做是落实党的十八大关于“推进各类人才队伍建设,实施重大人才工程,加大创新创业人才培养支持力度,重视实用人才培养”指示的重要组成部分。好雨知时节,当春乃发生——我相信,全国计算机技术与软件专业技术资格(水平)考试教材和辅导用书的及时更新必将为我国信息技术人才队伍发展壮大、为软件和信息服务业做大做强、为服务经济转型升级做出更大的贡献;同时我们也要注意,近年来,以云计算、物联网、移动互联网和大数据技术等为热点的新一代信息技术,正在对软件和信息服务业带来一系列深刻变化,也对软件和信息服务业在各个领域的应用产生重要影响,我希望,在保持这套教材和辅导用书在一个时期内相对稳定的同时,也要注意及时反映信息技术的新变化、新进展,以跟上软件和信息服务业蓬勃发展的需要,跟上信息化以及新型工业化、城镇化和农业现代化建设蓬勃发展的需要。

苏波

## 第 4 版前言

考虑到无线互联网和 IPv6 技术的应用已经普及,所以这次修订把无线通信网和下一代互联网的有关内容独立出来,经扩充后成为单独的两章,全书增加到 12 章。各章的作者如下:雷震甲编写了第 1 章、第 5 章和第 6 章;张淑平编写了第 2 章;严体华编写了第 3 章和第 9 章,张振江编写了第 4 章;吴晓葵编写了第 7 章和第 10 章;张志钦编写了第 8 章;张武军编写了第 11 章;曹艳龙编写了第 12 章。

作者

2014 年 4 月

# 第3版（修订版）前言

根据新的网络工程师考试大纲，这次再版时对本书内容进行了比较大的调整，对基础知识部分进行了简化，对应用技术部分进行了改写，突出了网络服务器的配置、路由器和交换机的配置，以及网络安全和网络管理等实用技术。在适当调整后，全书分为10章，其主要内容介绍如下。

第1章介绍计算机网络的基本概念，这一章最主要的内容是计算机网络的体系结构——ISO开放系统互连参考模型，其中的基本概念，例如协议实体、协议数据单元、服务数据单元、面向连接的服务和无连接的服务、服务原语、服务访问点、相邻层之间的多路复用，以及各个协议层的功能特性等，都是进行网络分析的理论基础，是网络工程技术人员应该掌握的基础知识。

第2章讲述数据通信的基础知识，这一章主要是属于物理层的内容。网络工程师除了熟悉网络协议的工作原理、能够操作网络互连设备之外，也应该掌握数据通信方面的基础知识，这样，在进行网络故障分析和故障排除时才能做到有的放矢，事半功倍地解决问题。

第3章介绍电话网、数据通信网、帧中继网和综合业务数字网等广域通信网方面的基础知识，这些网络都是进行网络互连时必须要用到的基础设施，这方面的基础知识可以帮助网络工程师根据已有的条件选择网络互连设备。

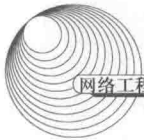
第4章详细介绍局域网和城域网方面的主要技术。这次修改时突出了快速以太网技术，删去了较少使用的令牌环网等，丰富了无线局域网和城域网方面的内容。这一章是网络工程师应该掌握的最重要的基础知识。

第5章讨论了网络互连的基本原理，深入讲解了Internet协议及其提供的网络服务。这一章也是网络工程师应该掌握的重要的基础知识。

第6章包含了网络安全方面的基础知识和应用技术。读者应该掌握诸如数据加密、报文认证、数字签名等基本理论，在此基础上深入理解网络安全协议的工作原理，并能够针对具体的网络系统设计和实现简单的安全解决方案。

第7章介绍了Windows和Linux操作系统的基础知识，并详细讲述了常用的各种服务器的配置方法。这一章的内容主要是在具体操作方面，网络工程师要能够熟练地配置各种网络服务器，排除网络服务器中出现的故障。

第8章是有关网络互连设备操作方面的基础知识和实用技术，这一章也是要求能够熟练地



操作,重点是 VLAN 和动态路由配置。要求网络工程师能够熟悉网络互连设备的工作原理,掌握路由器和交换机的配置命令,能够排除网络互连设备的故障。

第 9 章是网络管理,读者除了要熟悉 SNMP 协议的体系结构和操作原理之外,还要能实际操作网络管理系统,熟练地使用常见的网络管理命令,针对具体的网络给出实用的网络管理解决方案。

第 10 章讲述网络规划与设计。网络工程师应该能够根据网络的设计目标,按照系统工程的方法给出解决方案,写出规范的设计和实施方案。另外,这一章还给出了网络规划和设计的案例,作为学习时的参考。

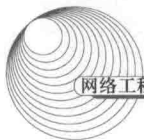
新大纲增加了 IPv6、802.11x、MPLS、光纤主干网等新技术,希望读者给予注意。

编者 二〇〇九年四月

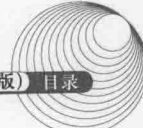


# 目 录

<b>第 1 章 计算机网络概论</b> .....1	
1.1 计算机网络的形成和发展.....1	
1.2 计算机网络的分类和应用.....3	
1.2.1 计算机网络的分类.....3	
1.2.2 计算机网络的应用.....6	
1.3 我国互联网的发展.....7	
1.4 计算机网络体系结构.....9	
1.4.1 计算机网络的功能特性.....9	
1.4.2 开放系统互连参考模型的基本概念.....11	
1.5 几种商用网络的体系结构.....18	
1.5.1 SNA.....18	
1.5.2 X.25.....20	
1.5.3 Novell NetWare.....21	
1.6 OSI 协议集.....22	
<b>第 2 章 数据通信基础</b> .....27	
2.1 数据通信的基本概念.....27	
2.2 信道特性.....28	
2.2.1 信道带宽.....28	
2.2.2 误码率.....30	
2.2.3 信道延迟.....30	
2.3 传输介质.....30	
2.3.1 双绞线.....30	
2.3.2 同轴电缆.....31	
2.3.3 光缆.....33	
2.3.4 无线信道.....34	
2.4 数据编码.....35	
2.5 数字调制技术.....38	
2.6 脉冲编码调制.....40	
2.6.1 取样.....41	
2.6.2 量化.....41	
2.6.3 编码.....41	
2.7 通信方式和交换方式.....41	
2.7.1 数据通信方式.....41	
2.7.2 交换方式.....43	
2.8 多路复用技术.....46	
2.8.1 频分多路复用.....46	
2.8.2 时分多路复用.....47	
2.8.3 波分多路复用.....48	
2.8.4 数字传输系统.....48	
2.8.5 同步数字系列.....50	
2.9 差错控制.....50	
2.9.1 检错码.....51	
2.9.2 海明码.....51	
2.9.3 循环冗余校验码.....53	
<b>第 3 章 广域通信网</b> .....56	
3.1 公共交换电话网.....56	
3.1.1 电话系统的结构.....56	
3.1.2 本地回路.....57	
3.1.3 调制解调器.....61	
3.2 X.25 公共数据网.....63	
3.2.1 流量控制和差错控制.....64	
3.2.2 HDLC 协议.....69	
3.2.3 X.25 PLP 协议.....75	
3.3 帧中继网.....78	
3.3.1 帧中继业务.....78	
3.3.2 帧中继协议.....80	
3.3.3 帧中继的应用.....82	
3.4 ISDN 和 ATM.....83	
3.4.1 综合业务数字网.....83	
3.4.2 ATM 虚电路.....87	
3.4.3 ATM 高层.....88	



3.4.4	ATM 适配层	89
3.4.5	ATM 通信管理	90
<b>第4章</b>	<b>局域网与城域网</b>	<b>93</b>
4.1	局域网技术概论	93
4.1.1	拓扑结构和传输介质	93
4.1.2	LAN/MAN 的 IEEE 802 标准	98
4.2	逻辑链路控制子层	100
4.2.1	LLC 地址	101
4.2.2	LLC 服务	101
4.2.3	LLC 协议	102
4.3	IEEE 802.3 标准	103
4.3.1	CSMA/CD 协议	103
4.3.2	CSMA/CD 协议的性能分析	108
4.3.3	MAC 和 PHY 规范	109
4.3.4	交换式以太网	114
4.3.5	高速以太网	115
4.3.6	虚拟局域网	118
4.4	局域网互连	120
4.4.1	网桥协议的体系结构	120
4.4.2	生成树网桥	123
4.4.3	源路由网桥	129
4.5	城域网	131
4.5.1	城域以太网	132
4.5.2	弹性分组环	135
<b>第5章</b>	<b>无线通信网</b>	<b>139</b>
5.1	移动通信	139
5.1.1	蜂窝通信系统	139
5.1.2	第二代移动通信系统	140
5.1.3	第三代移动通信系统	142
5.2	无线局域网	143
5.2.1	WLAN 的基本概念	143
5.2.2	WLAN 通信技术	145
5.2.3	IEEE 802.11 体系结构	150
5.2.4	移动 Ad Hoc 网络	156
5.2.5	IEEE 802.11 的新进展	165
5.3	无线个人网	169
5.3.1	蓝牙技术	170
5.3.2	ZigBee 技术	175
5.4	无线城域网	181
5.4.1	关键技术	181
5.4.2	MAC 子层	182
5.4.3	向 4G 迈进	183
<b>第6章</b>	<b>网络互连与互联网</b>	<b>186</b>
6.1	网络互连设备	186
6.1.1	中继器	186
6.1.2	网桥	187
6.1.3	路由器	188
6.1.4	网关	189
6.2	广域网互连	190
6.2.1	OSI 网络层内部结构	191
6.2.2	面向连接的网际互连	192
6.2.3	无连接的网际互连	194
6.3	IP 协议	197
6.3.1	IP 地址	197
6.3.2	IP 协议的操作	200
6.3.3	IP 协议数据单元	202
6.4	ICMP 协议	203
6.5	TCP 和 UDP 协议	204
6.5.1	TCP 服务	205
6.5.2	TCP 协议	205
6.5.3	TCP 拥塞控制	208
6.5.4	UDP 协议	211
6.6	域名和地址	211
6.6.1	域名系统	213
6.6.2	地址分解协议	214
6.7	网关协议	218
6.7.1	自治系统	218
6.7.2	外部网关协议	218
6.7.3	内部网关协议	220
6.7.4	核心网关协议	228
6.8	路由器技术	229
6.8.1	NAT 技术	230



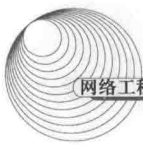
6.8.2	CIDR 技术	232	8.1.2	网络安全漏洞	305
6.8.3	第三层交换技术	234	8.1.3	网络攻击	305
6.9	IP 组播技术	236	8.1.4	安全措施的目标	306
6.9.1	组播模型概述	236	8.1.5	基本安全技术	306
6.9.2	组播地址	237	8.2	信息加密技术	307
6.9.3	因特网组管理协议	238	8.2.1	数据加密原理	307
6.9.4	组播路由协议	242	8.2.2	经典加密技术	308
6.10	IP QoS 技术	247	8.2.3	现代加密技术	308
6.10.1	集成服务	248	8.3	认证	312
6.10.2	区分服务	250	8.3.1	基于共享密钥的认证	312
6.10.3	流量工程	252	8.3.2	Needham-Schroeder 认证协议	313
6.11	Internet 应用	254	8.3.3	基于公钥的认证	314
6.11.1	远程登录协议	255	8.4	数字签名	314
6.11.2	文件传输协议	256	8.4.1	基于密钥的数字签名	314
6.11.3	简单邮件传输协议	256	8.4.2	基于公钥的数字签名	315
6.11.4	超文本传输协议	257	8.5	报文摘要	315
6.11.5	P2P 应用	261	8.5.1	报文摘要算法	316
<b>第 7 章</b>	<b>下一代互联网</b>	<b>265</b>	8.5.2	安全散列算法	317
7.1	IPv6	265	8.5.3	散列式报文认证码	318
7.1.1	IPv6 分组格式	266	8.6	数字证书	319
7.1.2	IPv6 地址	270	8.6.1	数字证书的概念	319
7.1.3	IPv6 路由协议	275	8.6.2	证书的获取	320
7.1.4	IPv6 对 IPv4 的改进	277	8.6.3	证书的吊销	321
7.2	移动 IP	278	8.7	密钥管理	321
7.2.1	移动 IP 的通过程	278	8.7.1	密钥管理概述	321
7.2.2	移动 IPv6	280	8.7.2	密钥管理体制	322
7.3	从 IPv4 向 IPv6 的过渡	284	8.8	虚拟专用网	325
7.3.1	隧道技术	285	8.8.1	虚拟专用网的工作原理	325
7.3.2	协议翻译技术	292	8.8.2	第二层隧道协议	327
7.3.3	双协议栈技术	296	8.8.3	IPSec	333
7.4	下一代互联网的发展	298	8.8.4	安全套接层	337
7.4.1	IP 地址的分配	299	8.9	应用层安全协议	341
7.4.2	我国的下一代互联网研究	301	8.9.1	S-HTTP	341
<b>第 8 章</b>	<b>网络安全</b>	<b>304</b>	8.9.2	PGP	341
8.1	网络安全的基本概念	304	8.9.3	S/MIME	343
8.1.1	网络安全威胁的类型	304			

8.9.4	安全的电子交易	344	9.5	DNS 服务器的配置	411
8.9.5	Kerberos	345	9.5.1	DNS 服务器基础	411
8.10	可信系统	346	9.5.2	Windows Server 2003 DNS 服务器的安装与配置	421
8.11	防火墙	348	9.5.3	Linux BIND DNS 服务器的安装	424
8.11.1	防火墙的基本概念	348	9.6	DHCP 服务器的配置	427
8.11.2	防火墙的功能和拓扑结构	349	9.6.1	DHCP 服务器基础	427
8.12	病毒防护和入侵检测	353	9.6.2	Windows Server 2003 DHCP 服务器的配置	427
8.12.1	病毒防护	353	9.6.3	Linux DHCP 服务器的配置	431
8.12.2	入侵检测	356	9.7	电子邮件服务器的配置	433
<b>第 9 章</b>	<b>网络操作系统与应用服务器</b>	<b>360</b>	9.7.1	电子邮件服务器的安装	433
9.1	网络操作系统	360	9.7.2	邮箱存储位置的设置	434
9.1.1	Windows Server 2003 操作系统	360	9.7.3	域管理	436
9.1.2	Linux 操作系统简介	363	9.7.4	邮箱管理	436
9.2	网络操作系统的基本配置	363	9.8	Samba 服务器的配置	437
9.2.1	Windows Server 2003 本地用户与组	363	9.8.1	Samba 协议基础	437
9.2.2	Windows Server 2003 活动目录	364	9.8.2	Samba 的主要功能	438
9.2.3	Windows Server 2003 终端服务	370	9.8.3	Samba 的简单配置	439
9.2.4	Windows Server 2003 远程管理	373	9.9	Windows Server 2003 安全策略	440
9.2.5	Linux 网络配置	377	9.9.1	安全策略的概念	440
9.2.6	Linux 文件和目录管理	385	9.9.2	账户密码策略设置	443
9.2.7	Linux 用户和组管理	393	9.9.3	IPSec 策略设置	445
9.3	Windows Server 2003 IIS 服务的配置	399	9.9.4	Web 站点数字证书	449
9.3.1	IIS 服务器的基本概念	399	<b>第 10 章</b>	<b>组网技术</b>	<b>453</b>
9.3.2	安装 IIS 服务	400	10.1	交换机和路由器	453
9.3.3	配置 Web 服务器	401	10.1.1	交换机基础	453
9.3.4	配置 FTP 服务器	404	10.1.2	路由器基础	460
9.4	Linux Apache 服务器的配置	407	10.1.3	访问路由器和交换机	462
9.4.1	Apache 的安装与配置	407	10.2	交换机的配置	463
9.4.2	建立基于域名的虚拟主机	408	10.2.1	交换机概述	464
9.4.3	建立基于 IP 地址的虚拟主机	409	10.2.2	交换机的基本配置	465
9.4.4	Apache 中的访问控制	410	10.2.3	配置和管理 VLAN	470
			10.2.4	生成树协议配置	476
			10.3	路由器的配置	479



10.3.1	路由器概述	479	11.2.2	网络监控系统的配置	559
10.3.2	路由器的基本配置	480	11.2.3	网络监控系统的通信机制	560
10.4	配置路由协议	489	11.3	网络管理功能域	561
10.4.1	配置 RIP 协议	489	11.3.1	性能管理	561
10.4.2	配置 IGRP 协议	493	11.3.2	故障管理	567
10.4.3	配置 OSPF 协议	497	11.3.3	计费管理	568
10.4.4	配置 EIGRP 协议	499	11.3.4	配置管理	569
10.5	配置广域网接入	501	11.3.5	安全管理	571
10.5.1	配置 ISDN	501	11.4	简单网络管理协议	575
10.5.2	配置 PPP 和 DDR	504	11.4.1	SNMPv1	576
10.5.3	配置帧中继	508	11.4.2	SNMPv2	582
10.6	IPSec 配置与测试	511	11.4.3	SNMPv3	585
10.6.1	IPSec 实现的工作流程	511	11.5	管理数据库 MIB-2	588
10.6.2	Cisco 配置举例	513	11.5.1	被管理对象的定义	588
10.6.3	测试时常见的故障	516	11.5.2	MIB-2 的功能组	593
10.7	IPv6 配置与部署	519	11.5.3	SNMPv2 管理信息库	597
10.7.1	IPv6-over-IPv4 GRE 隧道配置	520	11.6	RMON	600
10.7.2	ISATAP 隧道配置	523	11.6.1	RMON 的基本概念	600
10.7.3	NAT-PT	527	11.6.2	RMON 的管理信息库	601
10.8	访问控制列表	531	11.6.3	RMON2 的管理信息库	602
10.8.1	ACL 的基本概念	531	11.7	网络诊断和配置命令	603
10.8.2	ACL 配置命令	532	11.7.1	ipconfig	603
10.8.3	命名的访问控制列表	540	11.7.2	ping	606
10.8.4	ACL 综合应用	541	11.7.3	arp	607
10.9	策略路由	543	11.7.4	netstat	609
10.9.1	策略路由概述	543	11.7.5	tracert	611
10.9.2	策略路由配置	543	11.7.6	pathping	613
10.9.3	策略路由由实例	547	11.7.7	nbtstat	615
11	网络管理	553	11.7.8	route	618
11.1	网络管理系统体系结构	553	11.7.9	netsh	621
11.1.1	网络管理系统的层次结构	553	11.7.10	nslookup	625
11.1.2	网络管理系统的配置	554	11.7.11	net	632
11.1.3	网络管理软件的结构	556	11.8	网络监视和管理工具	633
11.2	网络监控系统的组成	558	11.8.1	网络监听原理	633
11.2.1	管理信息的组成	558	11.8.2	网络嗅探器	634
			11.8.3	Sniffer 软件的功能和使用 方法	634





636	11.8.4 HP OpenView .....	636	671	12.5.1 逻辑网络设计目标 .....	680
638	11.8.5 IBM Tivoli NetView .....	638	681	12.5.2 需要关注的问题 .....	681
640	11.8.6 CiscoWorks for Windows .....	640	682	12.5.3 主要的网络服务 .....	682
642	11.9 网络存储技术 .....	642	683	12.5.4 技术评价 .....	683
642	11.9.1 廉价磁盘冗余阵列 .....	642	684	12.5.5 逻辑网络设计的工作内容 .....	684
646	11.9.2 网络存储 .....	646	685	12.6 网络结构设计 .....	685
649	<b>第12章 网络规划和设计</b> .....	649	685	12.6.1 局域网结构 .....	685
649	12.1 结构化布线系统 .....	649	689	12.6.2 层次化网络设计 .....	689
652	12.2 网络分析与设计过程 .....	652	691	12.6.3 网络冗余设计 .....	691
652	12.2.1 网络系统生命周期 .....	652	693	12.6.4 广域网络技术 .....	693
655	12.2.2 网络开发过程 .....	655	698	12.6.5 广域网互连技术 .....	698
659	12.2.3 网络设计的约束因素 .....	659	705	12.6.6 安全运行与维护 .....	705
660	12.3 网络需求分析 .....	660	710	12.7 网络故障诊断与故障排除工具 .....	710
660	12.3.1 需求分析的范围 .....	660	710	12.7.1 网络故障诊断 .....	710
671	12.3.2 编制需求说明书 .....	671	712	12.7.2 网络故障排除工具 .....	712
673	12.4 通信流量分析 .....	673	714	12.7.3 网络故障分层诊断 .....	714
673	12.4.1 通信流量分析的方法 .....	673	715	12.8 网络规划案例 .....	715
674	12.4.2 通信流量分析的步骤 .....	674	715	12.8.1 案例1 .....	715
680	12.5 逻辑网络设计 .....	680	720	12.8.2 案例2 .....	720

# 第1章 计算机网络概论

计算机网络是计算机技术与通信技术相结合的产物。计算机网络是信息收集、分发、存储、处理和消费的重要载体。计算机网络作为一种生产和生活工具被人们广泛接纳和使用之后,对人类社会的经济、政治和文化生活产生了重大影响。本章讲述计算机网络的基本概念和发展简史,以及国际标准化组织定义的开放系统互连参考模型,后者是分析和认识计算机网络的理论基础。

## 1.1 计算机网络的形成和发展

### 1. 早期的计算机网络

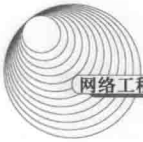
自从有了计算机,就有了计算机技术与通信技术的结合。早在1951年,美国麻省理工学院林肯实验室就开始为美国空军设计称为SAGE的半自动化地面防空系统,该系统最终于1963年建成,被认为是计算机和通信技术结合的先驱。

计算机通信技术应用于民用系统方面,最早的当数美国航空公司与IBM公司在20世纪50年代初开始联合研究、60年代初投入使用的飞机订票系统SABRE-I。美国通用电气公司的信息服务系统则是世界上最大的商用数据处理网络,其地理范围从美国本土延伸到欧洲、澳洲和亚洲的日本。该系统于1968年投入运行,具有交互式处理和批处理能力,由于地理范围大,可以利用时差达到资源的充分利用。

在这一类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现代通信技术。这些技术对以后计算机网络的发展有着深刻的影响。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是由各终端连接成雏菊链的形式实现。考虑到远程通信的特殊情况,对传输的信息还要按照一定的通信规程进行特别的处理。

### 2. 现代计算机网络的发展

20世纪60年代中期出现了大型主机,同时也出现了大型主机资源远程共享的要求。以程控交换为特征的电信技术的发展则为这种远程通信需求提供了实现的手段。现代意义上的计算机网络是从1969年美国国防部高级研究计划局(DARPA)建成的ARPAnet实验网开始的。



该网络当时只有 4 个节点,以电话线路作为主干通信网络,两年后,建成 15 个节点,进入工作阶段。此后,ARPANet 的规模不断扩大。到了 20 世纪 70 年代后期,网络节点超过 60 个,主机 100 多台,地理范围跨越了美洲大陆,连通了美国东部和西部的许多大学和研究机构,而且通过通信卫星与夏威夷和欧洲地区的计算机网络相互连通。

ARPANet 的主要特点是:

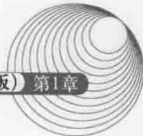
- (1) 资源共享;
- (2) 分散控制;
- (3) 分组交换;
- (4) 采用专门的通信控制处理机;
- (5) 分层的网络协议。

这些特点被认为是现代计算机网络的一般特征。

20 世纪 70 年代中后期是广域通信网大发展的时期。各发达国家的政府部门、研究机构和电报电话公司都在发展分组交换网络。例如,英国邮政局的 EPSS 公用分组交换网络(1973)、法国信息与自动化研究所(IRIA)的 CYCLADES 分布式数据处理网络(1975)、加拿大的 DATAPAC 公用分组交换网(1976)以及日本电报电话公司的 DDX-3 公用数据网(1979)等。这些网络都以实现计算机之间的远程数据传输和信息共享为主要目的,通信线路大多采用租用电话线路,少数铺设专用线路,数据传输速率在 50Kbps 左右。这一时期的网络被称为第二代网络,以远程大规模互连为其主要特点。

### 3. 计算机网络标准化阶段

经过 20 世纪六七十年代前期的发展,人们对组网的技术、方法和理论的研究日趋成熟。为了促进网络产品的开发,各大计算机公司纷纷制定自己的网络技术标准。IBM 首先于 1974 年推出了该公司的系统网络体系结构(System Network Architecture, SNA),为用户提供能够互连互通的成套通信产品;1975 年,DEC 公司宣布了自己的数字网络体系结构(Digital Network Architecture, DNA);1976 年,UNIVAC 宣布了该公司的分布式通信体系结构(Distributed Communication Architecture)。这些网络技术标准只是在一个公司范围内有效,遵从某种标准的、能够互连的网络通信产品,只是同一公司生产的同构型设备。网络通信市场这种各自为政的状况使得用户在投资方向上无所适从,也不利于多厂商之间的公平竞争。1977 年,国际标准化组织(ISO)的 TC97 信息处理系统技术委员会 SC16 分技术委员会开始着手制定开放系统互连参考模型 OSI/RM。作为国际标准,OSI 规定了可以互连的计算机系统之间的通信协议,遵从 OSI 协议的网络通信产品都是所谓的“开放系统”。今天,几乎所有的网络产品厂商都声称自己的产品是开放系统,不遵从国际标准的产品逐渐失去了市场。这种统一的、标准化产品互相竞争的市场进一步促进了网络技术的发展。



#### 4. 微型机局域网的发展时期

20世纪80年代初期出现了微型计算机,这种更适合办公室环境和家庭使用的新机种对社会生活的各个方面都产生了深刻的影响。1972年,Xerox公司发明了以太网,以太网与微型机的结合使得微型机局域网得到了快速的发展。在一个单位内部的微型计算机和智能设备互相连接起来,提供了办公自动化的环境和信息共享的平台。1980年2月,IEEE组织了一个802委员会,开始制定局域网标准。局域网的发展道路不同于广域网,局域网厂商从一开始就按照标准化、互相兼容的方式展开竞争。用户在建设自己的局域网时选择面更宽,设备更新更快。

#### 5. 国际因特网的发展时期

1985年,美国国家科学基金会(National Science Foundation, NSF)利用ARPAnet协议建立了用于科学研究和教育的骨干网络NSFnet。1990年,NSFnet代替ARPAnet成为美国国家骨干网,并且走出了大学和研究机构进入社会。从此,网上的电子邮件、文件下载和消息传输受到越来越多人的欢迎并被广泛使用。1992年,Internet学会成立,该学会把Internet定义为“组织松散的、独立的国际合作互连网络”,“通过自主遵守计算协议和过程支持主机对主机的通信”。1993年,美国伊利诺斯大学国家超级计算中心开发成功了网上浏览工具Mosaic(后来发展成Netscape),使得各种信息都可以方便地在网上交流。浏览工具的实现引发了Internet发展和普及的高潮。上网不再是网络操作人员和科学人员的专利,而成为一般人进行远程通信和交流的工具。在这种形势下,美国总统克林顿于1993年宣布正式实施国家信息基础设施(National Information Infrastructure, NII)计划,从此在世界范围内展开了争夺信息化社会领导权和制高点的竞争。与此同时,NSF不再向Internet注入资金,使其完全进入商业化运作。到了20世纪90年代后期,Internet以惊人的高速度发展,网上的主机数量、上网人数、网络的信息流量每年都在成倍地增长。

## 1.2 计算机网络的分类和应用

### 1.2.1 计算机网络的分类

“计算机网络”这一术语是指由通信线路互相连接的许多自主工作的计算机构成的集合体。这里强调构成网络的计算机是自主工作的,这是为了和多终端分时系统相区别。在后一种系统中,终端无论是本地的还是远程的,只是主机和用户之间的接口,它本身并不拥有计算资源,全部资源集中在主机中。主机以自己拥有的资源分时地为各终端用户服务。在计算机网络中的各个计算机(工作站)本身拥有计算资源,能独立工作,能完成一定的计算任务。同时,用户