

网管员必读

NETWORK ADMINISTRATOR

——网络基础



王 达
飞思科技产品研发中心

编著
监制



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

网管员必读

NETWORK ADMINISTRATOR

——网络基础

王达
飞思科技产品研发中心

编著
监制

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内容简介

本书共分两篇，15章。其中前6章为网络理论基础篇，介绍的是基本的网络技术，包括计算机网络分类、网络通信协议、IP地址和网线制作等。在第二篇网络设备篇的9章内容中，介绍了除集线器以外的5种主要网络设备，其中对于交换机、路由器、防火墙和服务器这4类设备，分别介绍了有关于它们的基础知识及相应设备的技术和应用两部分内容。初级读者只需掌握其基础知识，可以把设备的技术和应用介绍章节作为进阶学习的参考资料。对于中级以上的专业网络管理员，特别是在大、中型企业中负责网络管理的网管员来说，本书的内容基本上都是必须掌握的。

本书结合当前有线和无线网络的最新技术和产品，非常全面、系统、专业地介绍了最新的网络技术和网络产品的应用方法，非常适合网络爱好者，特别是网络管理员使用，也可用作各培训机构的教材。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书的部分或全部内容。
版权所有，侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

网管员必读——网络基础 / 王达编著. —北京: 电子工业出版社, 2004.9

ISBN 7-121-00161-6

I.网... II.王... III.计算机网络—基本知识 IV.TP393

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第074492号

责任编辑: 杨 鹂

印刷: 北京天宇星印刷厂

出版发行: 电子工业出版社

北京海淀区万寿路173信箱 邮编: 100036

经销: 各地新华书店

开本: 850×1168 1/16 印张: 33.25 字数: 904.4千字

印次: 2004年9月第1次印刷

印数: 6000册 定价: 45.00元

凡购买电子工业出版社的图书, 如有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系电话: 010-68279077。质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

前 言

关于“网管员必读”

随着网络和信息技术的高速发展和普及，信息化已经成为现代企业生存和发展的必备条件。在此背景下，网管员（Network Administrator）作为一个职业应运而生。劳动和社会保障部日前颁布第四批国家职业标准，明确规定计算机网络管理员已经成为当今社会生活中的一个新兴职业。网管员要求从业者具备一系列专业、高端的计算机及网络操作技能。因此，网管员在从业前必须进行系统的培训和学习。

“网管员必读”系列图书由飞思科技产品研发中心经过周密细致的市场调研与知识体系研发，聘请著名培训学校的资深教师、具有多年经验的专业网管员，以及业内权威杂志《网管员世界》联手打造，从而使内容的广度和深度有所保障。本套书从网管员这个职业切入，以网管员的具体工作内容为线索，分阶段地全面呈现了网管员所需的各项技术，并融入了作者多年工作的经验总结，以及对网管员这个职业的高屋建瓴式的理解，是目前市场上唯一一套从“网管员职业塑身”角度切入的精品图书。“网管员必读”系列首批推出 5 本：

《网管员必读——网络基础》

《网管员必读——网络应用》

《网管员必读——网络管理》

《网管员必读——网络安全》

《网管员必读——故障排除》

本套书具有如下特色：

- 实用。本套书中所选应用实例均来源于实际工作的经验总结，在实际应用中是完全必需的，而不是纯理论的介绍。
- 专业。本套书所介绍的各种技术都有非常专业的理论和实际应用配置介绍，而非泛泛而谈。
- 系统。本套书所介绍的各种网络知识，全部是围绕企业的实际网络应用而选，形成了一个系统而完备的网管知识体系。读者通过对本套书的系统学习，即可掌握网管员日常工作全部知识，并能解决工作中遇到的大部分问题。

关于本书

随着计算机网络的发展、应用和普及，网络技术得到了前所未有的发展，各类网络技术和设备层出不穷，产品的应用也日新月异，令人目不暇接。全面了解和掌握当前最新的网络技术和设备使用，对于每个网络管理员来说更是非常必要。然而遍观当前网络基础类图书，要找一本真正全面、系统、专业地介绍当前最新技术和产品的基础书籍则是难之又难。为此，我们为大家精心制作了这本网络基础图书。本书的主要特点就是全面、系统、专业，既包括了最基本的网络基础知识，又结合最新的网络技术和产品，对一些重点、难点进行了深入的讲解，非常适合初中级网络爱好者和网络管理员使用，是一本难得的网络基础知识手册。

在这本书中，我们特别强调的是“深入”和“专业”。那种觉得既然是基础，就应该只是简单地介绍一些路人皆知的东西，对比较难以理解的理论部分只字不提的思路是不正确的。其实这些比较难以理解的部分才是整个理论基础部分的精华和重点，只有正确理解和应用了这部分基础理论，才能得心应手地进行各项网络管理和应用，也只有这样才能深层次地掌握计算机网络原理的真谛和精髓。如果这部分只字不提，读者可能虽然饱览多部书籍，而面对各种网络资格认证考试时同样会遇到许多无从下手的难题，束手无策，不免使人觉得遗憾万分。

在本书的理论基础篇，常见但又通常不被重视的重点、难点有如下几个方面：TCP/IP 协议的工作原理、IP 地址的表示方法、子网的划分和掩码的计算、CDIR 和 VLSM 等。本篇除了要介绍大量的常见理论知识外，还将对以上这些知识要点着重举例加以介绍，以加深读者的理解。使读者觉得难点不难，这也是本书的主要特点之一。

在网络设备篇中同样体现了以上这两个特点。我们对当前最主要的网络设备，结合有线和无线两种网络的最新技术和应用分别做了非常全面的介绍，既包括各网络设备的基础理论，又包括各设备的主要技术应用，同时还结合相应设备的主流应用及未来发展趋势进行分析。为了节省篇幅，没有对集线器这种即将淘汰的设备做专门介绍，而只是就其他设备的相关细节，通过比较的方式介绍集线器的基本工作原理和知识点，使得本书的重点突出，读者易于掌握各种设备的主要知识点。

本书还有一个很重要的特点就是，每章最后都有大量的复习题。这些习题题型丰富、具有相当难度，是根据网络资格认证试题改编的。通过练习，读者可以比较全面地了解并掌握各章主要知识点，同时也为今后通过各种网络资格认证打下基础。相信通过对本书的学习，您一定能成为一个全面、专业的网络管理员！

本书由飞思科技产品研发中心策划并组织编写，王达主笔，参加编写的人员还有何艳辉、沈芝兰、尚宝宏、王珂、马平、何江林、刘凤竹、卢京华、周志雄、洪武。

由于时间仓促，加之编者水平有限，书中不足之处在所难免，恳请广大读者批评指正。我们的联系方式如下：

电 话：(010) 68134545 68131648

电子邮件：support@fecit.com.cn

飞思在线：<http://www.fecit.com.cn> <http://www.fecit.net>

通用网址：计算机图书、飞思、飞思教育、飞思科技、FECIT

编 者

飞思科技产品研发中心

目 录

第1篇 网络理论基础篇	
第1章 计算机网络概述3	
1.1 计算机网络简介.....4	
1.1.1 计算机网络 基本概念.....4	
1.1.2 计算机网络的 发展历史.....5	
1.1.3 计算机网络的 主要作用.....8	
1.2 计算机网络的分类.....9	
1.2.1 按网络所覆盖的 地理范围分类.....9	
1.2.2 按网络拓扑 结构分类.....11	
1.2.3 按网络管理 模式分类.....18	
1.2.4 按数据传输方式 分类.....19	
1.3 OSI/RM 概述.....20	
1.3.1 OSI 的7层 网络结构.....21	
1.3.2 OSI 参考模型 功能概述.....26	
1.3.3 OSI 参考模型的 对等通信原理.....27	
1.4 复习题.....27	
第2章 局域网基础31	
2.1 局域网的组成.....32	
2.1.1 局域网的 硬件组成.....32	
2.1.2 网络的主要 软件系统.....33	
2.1.3 网络的常见 硬件设备.....34	
2.2 几种常见的计算机 局域网.....42	
2.2.1 标准以太网.....42	
2.2.2 快速以太网.....43	
2.2.3 千兆位以太网.....44	
2.2.4 万兆位以太网.....45	
2.2.5 令牌环网.....48	
2.2.6 FDDI 网.....50	
2.2.7 ATM 网.....51	
2.2.8 帧中继.....52	
2.3 无线局域网.....54	
2.3.1 WLAN 简介.....54	
2.3.2 WLAN 的 主要标准.....54	
2.3.3 其他无线 网络技术.....56	
2.4 复习题.....57	
第3章 网络通信协议59	
3.1 计算机网络通信 协议概述.....60	
3.2 TCP/IP 协议.....60	
3.2.1 TCP/IP 协议简介.....60	
3.2.2 TCP/IP 应用协议 (服务).....66	
3.2.3 TCP/IP 协议诊断 工具.....71	
3.2.4 TCP/IP 协议 层次模型.....83	
3.3 TCP 协议.....84	
3.3.1 TCP 协议简介.....84	
3.3.2 TCP 协议的数据段 格式.....84	
3.3.3 TCP 协议的 工作原理.....85	
3.4 IP 协议.....87	
3.5 IPX/SPX 协议.....88	
3.5.1 IPX/SPX 协议简介...88	
3.5.2 IP 与 IPX 的比较...89	
3.6 NetBEUI 协议.....90	
3.7 HTTP 协议.....90	
3.7.1 HTTP 协议 主要特点.....91	
3.7.2 HTTP 协议的 工作原理.....91	

3.7.3	HTTP 协议的 几个重要概念	92	4.5.5	细同轴电缆网线的 制作	126
3.8	UDP 协议	93	4.6	网络附件的选购	127
3.9	PPP 协议	94	4.7	复习题	129
3.9.1	PPP 协议简介	95	第 5 章 IPv4 协议基础	131	
3.9.2	PPP 协议封装	95	5.1	IPv4 协议简介	132
3.9.3	PPP 链路建立的 6 个阶段	96	5.2	IP 协议的功能	132
3.10	复习题	98	5.2.1	IP 地址寻址	133
第 4 章 网线制作材料及工具	101		5.2.2	数据报分段	135
4.1	双绞线及水晶头	102	5.3	子网掩码	136
4.1.1	双绞线的分类	102	5.3.1	子网掩码概述	136
4.1.2	主要的双绞线 品牌	104	5.3.2	子网掩码的计算	137
4.1.3	RJ-45 水晶头	105	5.3.3	子网掩码的划分	138
4.2	双绞网线的制作 及布线工具	106	5.3.4	快速计算子网 掩码的方法	140
4.2.1	双绞网线的 制作工具	106	5.3.5	网络地址 与广播地址	141
4.2.2	双绞网线布线材料 及工具	107	5.4	CIDR 和 VLSM	142
4.3	同轴电缆网线制作材料 及工具	108	5.4.1	CIDR	142
4.4	光纤	112	5.4.2	VLSM	143
4.4.1	光纤通信的 主要优点	112	5.5	实例精解	144
4.4.2	光纤的分类	113	5.6	复习题	146
4.4.3	光纤结构 及主要附件	115	第 6 章 IPv6 协议基础	149	
4.4.4	3 种常见光纤的色散 和非线性	117	6.1	IPv6 协议概述	150
4.4.5	G.652 与 G.655 光纤的应用	118	6.1.1	IPv4 协议的 设计缺陷	150
4.4.6	最新的单模 光纤类型	119	6.1.2	IPv6 协议的 新特性	150
4.5	网线制作详解	120	6.2	IPv6 协议寻址	152
4.5.1	双绞线网线的 制作	120	6.2.1	IPv6 的地址空间	152
4.5.2	网线的跳线规则	123	6.2.2	IPv6 的地址 表示方法	153
4.5.3	网线模块的跳线 规则	123	6.2.3	单播 IPv6 地址	154
4.5.4	网线模块的制作	124	6.2.4	多播 IPv6 地址	157
			6.2.5	任播 IPv6 地址	158
			6.2.6	主机和路由器 地址	159
			6.2.7	IPv4 与 IPv6 的 比较	159
			6.3	IPv6 接口标识符	164
			6.4	IPv6 核心协议	167

6.4.1	Internet 控制信息协议 (ICMPv6)	167
6.4.2	多播侦听器 探索 (MLD)	168
6.4.3	邻居探索 (ND)	169
6.5	IPv6 寻址和路由配置	171
6.5.1	IPv6 地址 自动配置	171
6.5.2	IPv6 路由	173
6.6	复习题	174

第 2 篇 网络设备篇

第 7 章 网卡的分类、安装

	与配置	179
7.1	计算机网卡简介	180
7.2	网卡的分类	181
7.2.1	按总线接口 类型划分	181
7.2.2	按网络接口 类型划分	185
7.2.3	按带宽划分	187
7.2.4	按网卡应用 领域划分	188
7.3	网卡的物理安装	189
7.4	安装与配置有线网卡的 驱动程序	191
7.4.1	安装与配置 Win- dows 98 系统网卡	191
7.4.2	安装与配置 Windows 2000 Server 系统网卡	198
7.4.3	安装与配置 Linux 系统网卡	202
7.5	安装与配置 WLAN 无线网卡	205
7.5.1	安装 WLAN 无线 网卡	205
7.5.2	配置 WLAN 无线网卡	206
7.6	复习题	211

第 8 章 交换机基础与配置

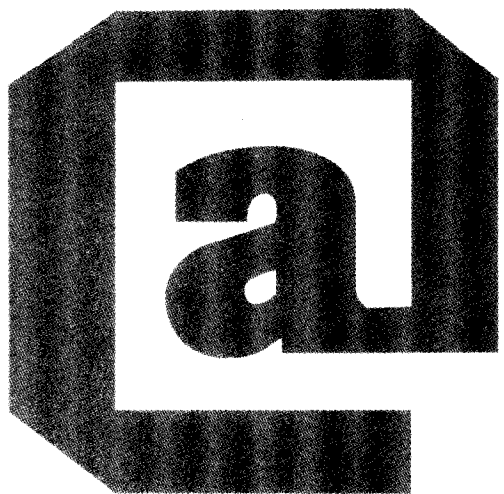
8.1	交换机基础	214
-----	-------------	-----

8.2	交换机的分类	216
8.2.1	广义划分	216
8.2.2	根据网络类型 划分	217
8.2.3	根据应用的网络 层次划分	220
8.2.4	根据交换机的 结构划分	222
8.2.5	根据交换机工作的 协议层次划分	224
8.2.6	根据是否支持网管 功能划分	226
8.3	WLAN 无线交换机	227
8.4	3 种交换机的连接方式	229
8.4.1	级联扩展	230
8.4.2	堆叠扩展模式	231
8.4.3	交换机群集技术	232
8.5	交换机的配置	232
8.5.1	交换机的主要 配置方式	232
8.5.2	交换机的软件 配置	236
8.5.3	交换机的高级 配置	239
8.5.4	交换机的 VLAN 配置	240
8.6	复习题	244
第 9 章	交换机的工作原理 和技术	245
9.1	第二层交换技术 及主要优点	246
9.1.1	第二层交换机 简介	246
9.1.2	第二层交换机的 主要优点	246
9.2	第三层交换技术 及主要优点	247
9.2.1	第三层交换技术 简介	247
9.2.2	第三层交换技术的 主要功能	248

9.2.3 第三层交换技术的主要特点	250	第 10 章 路由器基础与基本配置	279
9.3 第四层和第七层交换技术	252	10.1 路由器概述	280
9.3.1 第四层交换技术	252	10.1.1 路由器的主要功能	280
9.3.2 第七层交换技术	253	10.1.2 路由器的工作原理	281
9.4 交换机的工作原理	254	10.1.3 路由器的基本组成	282
9.4.1 第二层交换机工作原理	254	10.1.4 路由器与网桥的区别	283
9.4.2 第三层交换机工作原理	255	10.2 路由器的主要发展历程	284
9.4.3 第四层交换机工作原理	256	10.3 路由器的分类	286
9.5 主要数据交换技术	257	10.4 路由器的连接	291
9.5.1 主要的数据交换方式	257	10.4.1 路由器接口	291
9.5.2 三层报文转发方式及原理	258	10.4.2 路由器的硬件连接	295
9.6 交换机与其他设备的区别	259	10.5 Cisco 路由器的软件配置	300
9.6.1 交换机与集线器的区别	260	10.5.1 路由器的几种配置方式	300
9.6.2 第三层交换机与路由器的区别	261	10.5.2 路由器的几种常见命令状态	301
9.7 第三层交换机的应用	261	10.5.3 路由器配置的用户模式	302
9.7.1 为什么需要三层交换机	262	10.5.4 设置对话配置过程	303
9.7.2 第三层交换机的市场应用需求	263	10.5.5 路由器的常用命令	304
9.8 第四层交换机技术及应用	264	10.5.6 路由器的基本配置实例	306
9.8.1 第四层交换机的重要技术	264	10.6 Quidway 路由器的基本配置方法	308
9.8.2 第四层交换机应用分析	265	10.6.1 路由器的基本配置连接	308
9.8.3 交换技术的发展趋势	266	10.6.2 路由器的基本配置	309
9.8.4 交换机的技术应用趋势	268	10.6.3 路由器的密码恢复	311
9.9 交换机的选购	274	10.7 宽带路由器的配置	312
9.10 复习题	276	10.7.1 ATCOM 宽带路由器的配置	312

10.7.2	TP-LINK 宽带路由器的基本配置.....	322	12.3.2	防火墙的应用配置	379
10.8	复习题.....	324	12.4	防火墙的配置	382
第 11 章	路由器技术与协议配置	327	12.4.1	防火墙的基本配置原则	382
11.1	主要路由器技术.....	328	12.4.2	防火墙的初始配置	383
11.1.1	路由算法.....	328	12.4.3	Cisco PIX 防火墙的基本配置	385
11.1.2	路由器的主要硬件技术及最新发展.....	331	12.4.4	包过滤型防火墙的访问控制表 (ACL) 配置	388
11.1.3	路由器的主要软件技术.....	335	12.5	防火墙的选购	391
11.2	主要路由协议.....	339	12.6	复习题	395
11.2.1	RIP 路由协议.....	339	第 13 章	防火墙的技术与应用	397
11.2.2	OSPF 协议	343	13.1	主要的防火墙技术	398
11.2.3	IGRP 路由协议.....	348	13.2	典型的防火墙设计	403
11.2.4	BGP 协议	351	13.2.1	屏蔽路由器模式	403
11.3	路由器的高级配置.....	354	13.2.2	双宿主主机模式	403
11.3.1	路由器的端口配置	354	13.2.3	屏蔽主机模式	404
11.3.2	局域网路由协议配置	357	13.2.4	非军事区结构模式	405
11.4	路由器的选购.....	361	13.3	最新防火墙技术及发展	406
11.5	复习题.....	363	13.3.1	防火墙技术发展概述	406
第 12 章	防火墙基础与配置.....	365	13.3.2	防火墙技术的未来发展趋势	407
12.1	防火墙基础.....	366	13.4	分布式防火墙技术	408
12.1.1	防火墙概述.....	366	13.4.1	分布式防火墙的产生及工作原理	408
12.1.2	防火墙的主要功能.....	367	13.4.2	传统边界防火墙固有的缺点	410
12.2	防火墙的分类.....	370	13.4.3	分布式防火墙的主要特点	411
12.2.1	按防火墙的软、硬件形式划分	370	13.4.4	分布式防火墙的主要优势	412
12.2.2	按防火墙技术划分	370	13.4.5	分布式防火墙的主要功能	413
12.2.3	按防火墙结构划分	372	13.4.6	分布式防火墙产品	414
12.2.4	按防火墙的应用部署位置划分	374			
12.2.5	按防火墙性能划分	374			
12.3	边界防火墙的应用.....	374			
12.3.1	防火墙的主要应用拓扑结构.....	374			

13.5 防火墙的技术	
应用趋势.....	418
13.6 复习题.....	423
第 14 章 服务器基础与分类.....	425
14.1 服务器概述.....	426
14.1.1 服务器的主要特性.....	426
14.1.2 服务器的主要外观特点.....	427
14.2 服务器的主要结构类型...	430
14.3 服务器的分类.....	433
14.3.1 按应用层次分类... 433	
14.3.2 按处理器架构分类.....	437
14.3.3 按处理器的指令执行方式分类.....	438
14.3.4 按用途分类.....	440
14.4 服务器的主要特性.....	441
14.4.1 服务器的可扩展性.....	441
14.4.2 服务器的可用性... 442	
14.4.3 服务器的可管理性.....	449
14.4.4 服务器的可利用性.....	451
14.5 服务器的 CPU.....	454
14.5.1 RISC 处理器.....	455
14.5.2 Intel 的服务器 CPU.....	458
14.5.3 AMD 服务器 CPU.....	461
14.6 服务器主板.....	462
14.6.1 CPU 插槽数.....	463
14.6.2 PCI 或 PCI-X 适配器插槽.....	464
14.7 服务器硬盘.....	465
14.7.1 服务器硬盘的主要优点.....	466
14.7.2 SCSI 的简介.....	466
14.8 服务器内存.....	468
14.8.1 服务器内存与普通 PC 内存的区别....	468
14.8.2 服务器内存技术....	468
14.9 复习题.....	471
第 15 章 服务器技术与应用.....	473
15.1 基本通用服务器技术.....	474
15.2 PCI-Express 总线技术....	475
15.2.1 PCI 标准的发展历史.....	476
15.2.2 PCI 总线的不足... 476	
15.2.3 PCI-Express 总线的优势.....	478
15.2.4 PCI-Express 的系统架构.....	479
15.2.5 PCI-Express 总线的体系结构.....	481
15.2.6 PCI-Express 总线的物理结构.....	486
15.3 服务器分区技术.....	488
15.3.1 UNIX 服务器的分区技术.....	488
15.3.2 IBM 企业级 x 架构的系统分区技术.....	492
15.4 服务器容错技术.....	494
15.4.1 双机热备份技术....	495
15.4.2 单机容错服务器技术.....	496
15.4.3 容错产品方案推荐.....	497
15.5 IBM 企业级 x 架构服务器技术.....	500
15.5.1 IBM 企业级 x 架构服务器概述.....	500
15.5.2 IBM 企业级 x 架构的 NUMA 扩展技术.....	504
15.5.3 IBM 企业级 x 架构的“按需扩展”技术.....	507
15.6 复习题.....	512
附录 复习题客观题部分答案.....	515



PART

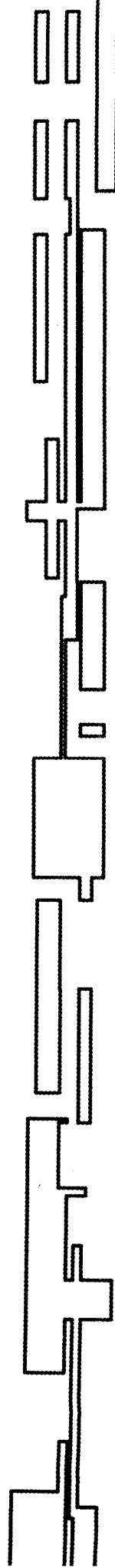


网络理论基础篇

要学好计算机网络，就必须先对计算机网络的相关基础知识进行全面而深入的学习，它们是进行一切网络管理和应用的基础。计算机网络基础知识主要包括两大部分：理论基础和设备基础。本篇仅就理论基础部分进行全面而又深入的介绍。

不过要注意的是，由于现在主流的网络类型分为“有线”和“无线”两大类，目前，这两类都有自己的主流发展和应用，所以本书中的各章同样会介绍与这两种网络有关的理论知识，使大家对它们有一个全面的了解。这正是本书结合当前实际的一大特征。

本篇共分6章，除第1章属于基础概述外，其他各章都有一个或一个以上的重点或难点。之所以不像其他同类书籍那样把所有与计算机网络有关的基础知识在一章中进行介绍，一方面是因为这么多知识放在一起，篇幅较长，不易阅读，不利于读者学习；另一方面，在这些基础知识中有一些内容相当重要，如果不分主次统统放在一起泛泛而谈，势必会使读者难以掌握重点。



CHAPTER

1

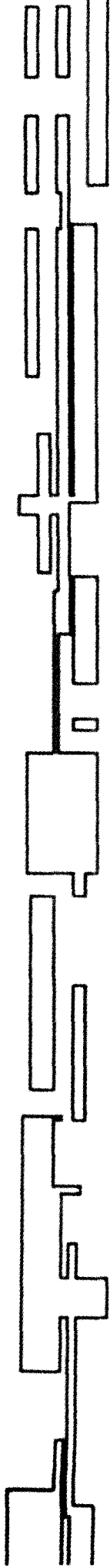
计算机网络概述

本章作为本教程的开始，首先介绍“计算机网络”的基本概念，也就是要让大家明白，什么是“计算机网络”。然后在此基础上，宏观介绍计算机网络的类型及 OSI/RM 网络结构参考模型。对各种计算机网络类型和 OSI 标准的正确理解非常重要，它是以后学习和进行计算机网络管理的基础，大家一定要好好理解。

在本章的后面，我们还将介绍无线网络，特别是 WLAN（无线局域网）的一些基本知识，在随后的章节中还会继续深入介绍这些知识，使读者对目前主流的“有线”和“无线”网络有一个较全面的了解，并可熟练掌握。

本章重点

- 计算机网络的基本概念
- 计算机网络的地理范围分类方法
- 常见的计算机网络拓扑结构
- 计算机网络的管理模式及各自的主要特点
- 计算机网络中的数据传输方式及各自主要特点
- OSI 的 7 层结构及各层的主要作用
- OSI 的对等通信原理
- OSI 的数据封装方式
- 无线网络连接的几种类型
- WLAN 的两种网络结构





1.1 计算机网络简介

本节将介绍计算机网络的各个主要方面，其中包括计算机网络的基本概念、发展历史及主要作用。关于计算机网络的主要类型将在下节具体介绍。

1.1.1 计算机网络基本概念

“网络”顾名思义就是一张“网”，纵横交错，各节点间相互连接。“网络”这个名字现在应用非常广泛，除计算机领域外，还应用于其他许多方面，如我们常说的关系网、公路网、人才网、通信网、电话网等。“计算机网络”有它的特殊性，其特点主要体现在网络的连接和通信方式方面，它是由两台或以上计算机通过传输介质、网络设备及软件相互连接在一起，利用一定的通信协议进行通信的计算机集合体。计算机网络中各计算机之间的交接点被称为“节点”，各计算机就是通过这样的节点来彼此通信的。

计算机或计算机网络设备是整个计算机网络的最小单元，通常也称为“节点”。这里的计算机类型不重要，可以是 PC 机、苹果机，也可以是大型机和微型机，最重要的是所有的这些互联设备有一个共同的语言，那就是网络通信协议。通信协议是一系列规则和约定，它控制网络中的设备之间如何进行信息交换。如有一个国际性的项目，这个项目必须由来自不同国家的专家组成。因为这些来自不同国家的专家讲不同国家的语言，他们就只能用一种公共语言（如现在的英语）进行交流。此时的共同语言就如同计算机网络通信中的网络协议一样。

最开始的计算机网络只是少数几台独立的计算机的相互连接，所以此时的计算机网络独立于计算机单元的集合。随着计算机网络应用的不断深入，计算机网络的规模越来越大，有的网络还包括了许多小的计算机子网，如广域网、城域网和因特网（这些将在本章后面详细介绍）。特别是因特网，它可以说是包括了全球连接在一起的独立计算机和计算机网络，是最大的一种计算机网络类型。这类计算机网络就不再是单纯的独立计算机单元连接，还包括了各类计算机网络之间的连接（可能还是不同的网络类型）。

随着计算机网络应用的不断深入，人们对计算机网络的解释也不断加深，所以出现了相对专业的计算机网络的解释。计算机网络就是利用通信线路和通信设备，用一定的连接方法，将分布在不同地点（相对来说的，也可是同一地点）的具有独立功能的多台计算机系统（可包括独立计算机和网络两种）相互连接起来，在网络软件的支持下进行数据通信，实现资源共享的系统。当然对计算机网络的定义并不重要，重要的是要正确理解计算机网络的内涵。

或许各位通常认为以上解释是仅对有线计算机网络的解释，其实它同样适用于无线计算机网络。我们知道，无线网络与有线网络的最主要区别就在于，无线网络不需物理的传输介质进行设备的连接，它是通过空气以电磁波的形式进行数据传输的。正因如此，无线网络相对有线网络来说，在网络连接上要简单和自由得多，更方便用户的移动。但这同时也带来了无线网络的致命弱点——安全性差。因为无线网络的传输介质是公用共享的空气，所以理论上来说，无论是谁，只要在某无线网络覆盖的范围内都可以与该无线网络进行连接。虽然也采取了多种安全措施，如数据加密和身份验证，但事实证明，这样的安全措施都是从有线网络中移植过来的，根本无法保证无线网络数据传输的安全性。也正因如此，现在国内主推一种与国际标准无线局域网（WLAN, Wireless Local Area Network）并不完全兼容的无线网络安全标准 WAPI（World Association of Professional Investigator）。在安全性方面，我国的 WAPI 比标准的 WLAN 安全标准要严格有效得多，据悉将在 2004 年 6 月正式实施，届时，未能通

过 WAPI 认证的 WLAN 设备将不能在国内销售。不过, 这种技术目前仍未正式定论。

1.1.2 计算机网络的发展历史



因为前面我们已经知道, 计算机网络目前主要分为“有线”和“无线”两类, 所以在此也要针对这两种计算机网络类型进行介绍。

1. 有线计算机网络的发展历史

虽然计算机网络是出现在计算机之后, 但至今也有几十年的发展历史。整个计算机网络的发展历史, 到目前为止可以分为 4 个基本时期。目前的计算机网络通常被称为第四代计算机网络, 不过第五代, 也就是当前常见的“下一代计算机网络(NGN, Next Generation Network)”标准正在制定和部分实施之中, 其中最重要的一点就是新一代的 IP 通信协议——IPv6, 这也将在本教程的后续章节中详细介绍。

早期的计算机系统是高度集中的, 所有的设备安装在单独的大机房中。后来出现了批处理和分时系统, 分时系统所连接的多个终端必须紧连着主计算机, 那时的大多数计算机都必须安装在一个大的机房中。20 世纪 50 年代中后期, 许多系统都将地理上分散的多个终端通过通信线路连接到一台中心计算机上, 这样就出现了第一代计算机网络。

第一代计算机网络是以单个计算机为中心的远程联机系统。典型应用是由一台计算机和全美范围内 2 000 多个终端组成的飞机订票系统。这里所说的终端就是指由一台计算机的外部设备组成的简单计算机, 有点儿像我们现在所提的“瘦客户机”, 它仅包括 CRT 控制器和键盘, 没有 CPU、内存和硬盘等。

随着远程终端的增多, 在主机前增加了前端机(FEP, Front-End Processor)。当时, 人们把计算机网络定义为“以传输信息为目的而连接起来, 以实现远程信息处理或进一步达到资源共享的计算机系统”, 这样的计算机系统已具备了通信的雏形。在这个时期, 计算机网络的组成单元都是独立的计算机, 还没有现在所说的“子网”。当然这里的网络还处于雏形, 规模都很小, 在几十个节点以内。

第二代计算机网络以多个主机通过通信线路互联, 为用户提供服务, 兴起于 20 世纪 60 年代后期。典型代表是美国国防部高级研究计划局协助开发的 ARPAnet。在这种网络中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。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。

两个主机间通信时对传送信息内容的理解、信息的表示形式, 以及各种情况下的应答信号都必须遵守一个共同的约定, 就是我们现在所说的“协议”。在 ARPA 网中, 将协议按功能分成了若干层次。如何分层, 以及各层中具体采用的协议总和, 称为网络体系结构。体系结构是个抽象的概念, 具体实现是通过特定的硬件和软件来完成的。

20 世纪 70 年代至 80 年代中期第二代网络得到迅猛发展。第二代计算机网络开始以通信子网为中心, 所以这时的网络已经比较大, 实现了多种不同子网共存。这个时期的网络概念开始转变为“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的集合体”, 形成了计算机网络的基本概念。

随着计算机网络技术的日益成熟, 网络应用也越来越广泛。这时在发展过程中就出现了一些严重的技术障碍。最明显的表现是由于网络规模的增大, 一些网络设备开始得到应用, 使得网络通信变得复杂, 网络通信效率和兼容性受到严重挑战。这时国际标准化组织(ISO)就站出来了, 制订了一系列标准以解决以上问题, 其中最重要的就是 OSI/RM 网络结构参考



模型标准。这个标准在 1984 年的推出标志着第三代计算机网络的诞生。此时的计算机网络在共同遵循 OSI 标准的基础上,形成了一个具有统一网络体系结构,并遵循国际标准的开放式和标准化的网络。OSI/RM 参考模型把整个网络分为 7 个层次。在 OSI/RM 标准中规定,在这 7 个层次中,计算机之间只能在对应层之间进行通信,大大简化了网络通信原理,是公认的新一代计算机网络体系结构的基础,为普及局域网奠定了基础(有关 OSI/RM 参考模型标准也将在本章后面详细介绍)。

20 世纪 70 年代后期,随着大规模集成电路的出现,局域网由于投资少、方便灵活而得到了广泛的应用和迅猛发展。

从 20 世纪 80 年代末开始,局域网技术发展成熟,出现了光纤及高速网络技术,整个网络就像一个对用户透明的、大的计算机系统,发展为以 Internet 为代表的因特网,这就是直到现在的第四代计算机网络时期。

此时在人们心中的计算机网络就是“将多个具有独立工作能力的计算机系统通过通信设备和线路由功能完善的网络软件实现资源共享和数据通信的系统”。它就是我们网络所下的定义。但这并不是一个标准定义,事实上对于计算机网络也从未有过一个标准的定义。其实计算机网络有点儿像我们的社会组成,任何个人的力量都非常有限,但是如果把许多不同的人组合在一起从事一项工作就会显示出巨大的力量。如在一个单位中,一个人要全面生产一套产品非常困难,但许多人在一起分工合作,每天就能生产出大量的产品,创造出无穷的财富。计算机网络也一样,如果把网络中的每一台计算机分离开来,它能完成的工作也只能局限于个人电脑的应用,由于资源、通信等方面所带来的困难,根本无法实现一个大的工程项目。

从上面对第四代计算机网络的定义中可以看出,当代的计算机网络所必须具备的 3 个基本要素是:

- 至少两台计算机。
- 通信设备与线路介质。
- 网络软件、通信协议和网络操作系统(NOS, Network Operation System)。

下一代计算机网络(NGN),也就是第五代计算机网络,普遍认为是因特网、移动通信网络、固定电话通信网络的融合,IP 网络和光网络的融合;是可以提供包括话音、数据和多媒体等各种业务的综合开放的网络构架;是业务驱动、业务与呼叫控制分离、呼叫与承载分离的网络;是基于统一协议的、基于分组的网络。

在功能上 NGN 可分为 4 层,即接入和传输层、媒体层、控制层、网络服务层。NGN 技术包含了电信网络各个层面的新技术,这里仅就下一代网络涉及的软交换、MPLS、E-ENUM 等技术特点做一简单描述。

软交换是 NGN 的核心,软交换体系按功能可分为 4 层:媒体接入层(边缘层)、传送层、控制层、业务及应用层。其主要设计思想是业务/控制与传送/接入分离,各实体之间通过标准的协议进行连接和通信,以便在网上更加灵活地提供业务。

MPLS(多协议标签交换技术,Multi-Protocol Label Switching)是一种新兴的路由交换技术,是面向连接的转发技术和 IP 路由协议的结合,它采用了 ATM 中的信元交换思想和高速分组转发技术。MPLS 对下一代 IP 网络的 QoS 及 IP 分组直接在光网络中承载都起着非常重要的作用。

ENUM 是 IETF 的电话号码映射工作组(Telephone Number Mapping working group,简称 ENUM)定义的一个协议——RFC2916,它定义了将 E.164 号码转换为域名形式,并放在 DNS 服务器的数据库中的方法。每个由 E.164 号码转化而成的域名可以对应一系列的统一资源标