



“网管员必读”系列推出之后又一经典力作

网络工程师必读

——网络工程基础

NETWORK ENGINEER

王 达 编著
飞思科技产品研发中心 监制

- ◇ 侧重于网络工程系统设计所需的深层理论基础的介绍
- ◇ 网络协议、网络原理及相关的网络功能讲解深入透彻
- ◇ 自下而上的OSI体系结构分析,符合网络服务规律和阅读习惯
- ◇ 全面、系统的学习框架,同时满足网络工程设计和软考需求



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

网络工程师必读

——网络工程基础

NETWORK ENGINEER

王 达 编著
飞思科技产品研发中心 监制

网络工程基础

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内容简介

本书是一本知识全面、系统、专业的网络工程基础知识必备图书。全书条理清晰、逻辑性强，遵循从全局到细节，从底层基础到高层应用的顺序全面介绍了计算机网络、计算机局域网、计算机网络通信、计算机广域网和 OSI 由低到高的七层体系结构中的各方面基础知识、功能原理和相关通信协议。

本书共分 11 章，前 5 章分别从计算机网络工程基础、计算机网络总体、计算机局域网总体、计算机通信总体到计算机广域网总体介绍了相应各方面的最主要基础理论知识，其中主要包括各种网络类型的发展历程、体系结构和主要相关标准，使读者首先从总体上对以上各方面有一个全局性的认识；随后 6 章则是按照 OSI 七层体系结构从最低的物理层到最高的应用层的顺序介绍了各层的主要功能和通信协议（会话层和表示层在同一章介绍），着重分析各功能实现的技术原理。

本书适合网络工程师和网络管理员朋友自学使用，同时适合即将参加全国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试（网络工程师和网络管理员）的朋友作为培训、自学教材使用。由于本书内容丰富，知识面广，而且原理协议介绍深入、专业，所以也可作为大专院校、培训机构的参考教材。

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

网络工程师必读——网络工程基础 / 王达编著. —北京: 电子工业出版社, 2006.7

ISBN 7-121-02594-9

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 (2006) 第 043139 号

责任编辑: 王树伟

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: 34.5 字数: 938.4 千字

印次: 2006 年 7 月第 1 次印刷

印数: 6 000 册 定价: 55.00 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 zllts@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

“网管员必读”辉煌之后又一经典系列

——“网络工程师必读”

出版说明

汇聚专业智慧 服务技术大众

这是飞思科技产品研发中心的出版使命，正是有了这样的使命，我们丝毫不敢懈怠，一刻不敢放松，认真严谨地对待我们策划的每一个系列、每一本图书。随着网络技术的不断更新，不断给我们带来新的课题和挑战，网络开发、网络管理、网络工程等，都是我们重点研发和出版的领域。

两年前，在电子工业出版社飞思科技产品研发中心的组织策划下，精心孕育的“网管员必读”系列呱呱坠地了，图书上市之后得到了众多读者和经销商的认可，在同类图书中销售排行第一，

每天我们都能收到全国各地的读者打来的电话，询问系列图书后续的出版进度，从中我们感受到了精品品牌图书的力量。“网管员必读”系列以“产品全程策划+品牌营销的项目组”的运作方式取得了成功，可以说团队的力量是巨大的。

“网管员必读”系列累计印数达到十几万册，目前来看，她是成功的，但她也是孤独的。从网络工程的角度来看，网管员工作是整个网络工程链条的后端，前端还有很大一部分的工作需要网络工程师来承担。这也是今天“网管员必读”系列的姐妹篇——“网络工程师必读”系列诞生的原因，先有网络工程，后有网络管理，二者互为补充，形成一个完整的网络知识链条。

成就网络工程师

“网络工程师”这一职业在网络领域中倍受重视，但作为新生职业，市场上缺乏体系化的图书产品，现在有不少计算机培训学校把开办“网络工程师”培训班作为一个主要的课程方向，无论从课程设置、师资力量及收费标准上均可以看出，“网络工程师”是各培训学校招生的热门科目之一。在2004年新修订的全国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试的项目中，也新增了“网络工程师”这一认证项目。这么多机构和学校看好这块市场是有理由的，据有关数据显示，未来10年“网络工程师”潜在人才需求在135万人以上，平均每年人才需求将不低于13.5万人。

市场对“网络工程师”需求的蛋糕既然这么大，前景这么好，是不是随便哪个人都可以成为网络工程师？答案很明确，不是。网络工程师这一职业对从业人员的要求非常高，从网络基础知识、接入网络技术、网络设备到网络存储技术等，知识覆盖面很广，专业涉及度较深。经过一段时间宏观和微观的调查论证之后，我们最终确定了“网络工程师必读”系列作为一个完整知识体系的组成方式。

网络方向

网络开发

网络管理

网络工程

网站
开发
专家
系列

网管
员必
读系
列

网
络
工
程
师
必
读
系
列

学习的方法非常多，抑或参加培训学校，抑或自我摸索学习，正所谓是万变不离其宗，不管什么样的学习方法，都需要通过对相关图书的学习，加上自身动手实践，才能真正掌握技术要点，成为一名高水平的网络工程师。


正如本篇开头所言，“汇聚专业智慧，服务技术大众”，电子工业出版社飞思科技产品研发中心希望通过聚拢的专家资源、汇集的专业技术，汲取各家之所长，奉献给广大读者更多的精品图书，希望“网络工程师必读”、“网管员必读”等系列图书的出版，能够成为网络从业人员的案头参考书，在您遇到困难时开卷有益；也能够为那些渴望进入网络相关行业的人，开启智慧之门，伴您顺利起航。

网络工程基础
接入网与交换网
网络系统设计
网络安全系统设计
综合布线
网络设备配置与管理
虚拟专用网
无盘网络
网络存储

科学合理的知识体系
奠定坚实的专业基础

深入应用的核心专题
提高职业竞争能力

电子工业出版社计算机研发部

 联系方式

咨询电话：(010) 68134545 88254160

电子邮件：support@fecit.com.cn

服务网址：<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

前 言

“网络工程师”作为一个新兴的职业，由于发展前景和工资待遇都非常好，正成为许多网络爱好者、网络管理员和大学相关专业朋友的职业追求目标。就目前来说，国内图书市场中的网络工程师方面的图书基本上都是基于全国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试（以下简称软考）角度编写的，多数是各类软考习题分析，一些综合性的知识介绍，对于实际的网络工程应用没有多大参考价值，远不能满足现今网络工程应用和网络工程师的职业发展需求。正是在这一基础上，在电子工业出版社和作者的共同努力下，一套专门针对网络工程应用（同时照顾了网络工程师软考需求）而编写的“网络工程师必读”系列丛书正式诞生了，这必将与我们前期推出的“网管员必读”系列丛书一样受到许许多多读者的喜爱和大力支持，成为市场中最受欢迎的图书之一。

网络工程师相对网络管理员来说，不仅所涉及的知识面广，而且在专业性方面也要深许多。也正是这个原因，目前国内市场中还没有一套比较贴近实际的网络工程师的图书或教程，很多读者也向笔者反映了这一现实问题。说实话，要写这么一套丛书，难度是非常大的，不仅因为它所涉及的技术面广，技术专业性强，更重要的是编写者要有非常全面、丰富的实际网络工程经验，要对各种网络工程技术、产品有全面、深入地掌握。笔者在这方面可能同样存在许多不足，愿各位读者和专家发现问题后及时与出版社或笔者本人联系，我将虚心接受，在此对支持本书的读者表示最真挚的谢意！

关于本书

本书与笔者前期推出的“网管员必读”系列丛书中的《网管员必读——网络基础》一书一样，同属于网络基础类图书，但是它却在内容上与《网管员必读——网络基础》有着本质的区别。

书 名	《网管员必读——网络基础》	《网络工程师必读——网络工程基础》
面向对象	网络管理员	网络工程师
内容区别	侧重于网络组建、应用和管理所必需的网络基础理论和产品介绍，根据实际网络组建、网络应用和网络管理的需求编写	侧重于各种网络工程系统设计所需的理论基础，根据网络工程系统设计所需的OSI七层体系结构编写
深入程度	★★★	★★★★★

主要内容

本书共分 11 章：前 5 章分别从计算机网络工程基础、计算机网络总体、计算机局域网总体、计算机通信总体到计算机广域网总体介绍了相应各方面的最主要基础理论知识，其中主要包括各种网络类型的发展历程、体系结构和主要相关标准，使读者首先从总体上对以上各方面有一个全局性的认识；随后 6 章则是按照 OSI 七层体系结构从最低的物理层到最高的应用层的顺序介绍了各层的主要功能和通信协议（会话层和表示层在同一章介绍），着重分析了各功能实现的技术原理。

本书特别适合网络管理员和网络工程师朋友自学使用，同时适合想参加各种网络管理员和网络工程师软考资格认证的朋友作为培训、自学教材使用。因为本书内容丰富，知识面非常广，而且原理协议介绍非常深入、专业，所以也可作为大专院校、培训机构的参考教材。

主要特色

本书最主要的特点就是：全面、系统、专业。

“全面”是指它所介绍的内容涉及到计算机网络（包括局域网和广域网）各方面的基础知识，从 OSI 体系结构的最低的物理层，一直介绍到最高的应用层，除了安排在本系列其他图书介绍的知识外，关于计算机网络基础方面的知识都可以在本书中找到答案。

“系统”体现在本书的逻辑性强、符合读者学习习惯。在正式介绍 OSI 七层体系结构之

前，先从总体方面对网络工程基础、计算机网络、计算机局域网、网络通信基础、计算机广域网几个方面进行了系统地介绍，使读者可以先从高层次认识一些需要掌握的必备基础知识。然后再在此基础之上，按七层 OSI 体系结构的物理层到应用层的顺序介绍各层的功能实现原理和有关协议、标准。因为在 OSI 体系结构中，下层是为上一层服务的，这样的介绍顺序能更好地帮助读者理解各层功能原理。其实这就是笔者经常提到的书的“灵魂”，也是笔者思想的真实体现。一本没有“灵魂”，没有作者自己思想的图书，无论如何都不能算是一本好书。

“专业”则是指本书在内容介绍上，尽可能做到透彻深入，在阅读方面又尽可能做到通俗易懂，其实这是比较难以做到的。在这里笔者要对大家说的是，理解计算机网络中的各种通信技术原理，一定要结合实际生活的一些浅显的例子。特别是我们通常所进行的打电话、网上聊天等活动，其实所有通信原理都与这些我们平常所见的事情相类似。如 TCP 协议的三次握手就相当于我们打电话：首先，向对方拨号，对方在电话响后查看（有“来电显示”的情况下），或者询问（无“来电显示”的情况下）打电话的是谁，这个过程就相当于 TCP 的第一次握手。然后，接电话的一方问对方打电话做什么事，打电话者答复后，接电话的一方如果愿意继续接听，则会说明（在多数情况下不主动拒绝的话就算愿意继续接听），这就相当于 TCP 协议的第二次握手。当打电话方收到对方愿意继续接听的答复后，便开始讲具体的通话内容，这就是 TCP 协议的第三次握手。OSI 的各层服务原语也一样，为了实现相应的通信功能，也就要有对应的信息表示，这些表示不同愿望的信息就是服务原语。如会话连接的 S-CONNECT（会话连接）原语就有 4 种类型，负责不同的功能，其中 S-CONNECT.request（连接请求）相当于我们打电话、用 MSN 或 QQ 聊天过程中的第一句问候，表示希望与对方通话或聊天；S-CONNECT.indication（连接表示）相当于对方收到打电话或聊天信息；S-CONNECT.response（连接响应）相当于我们打电话或聊天时对方对当次通话或聊天的表态，是同意还是拒绝；S-CONNECT.confirm（连接确认）相当于打电话或发起聊天的一方在收到对方响应后所作出的确认，以进一步向对方确认通话或聊天可以正式开始。

以上仅是一个简单的例子，其他服务原语和功能实现原理基本上一样，只要多联系实际工作或生活中的例子就很容易理解了，千万不要死记这些原语和通信原理。

另外本书还有一个重要特色就是“实用”。这里所指的“实用”是它既可以作为网络工程师的基础用书，也能全面满足目前国内许多读者进行“网络工程师”软考所需，是一本难得的综合的基础类图书。

本书由王达主笔并统稿，参加编写、校验和排版的人员有：何艳辉、王珂、沈芝兰、马平、何江林、刘凤竹、卢京华、周志雄、洪武、高平复、周建辉、孔平、尚宝宏、姚学军、刘学、李翔等，在此一并表示由衷的感谢。由于编者水平有限，加上时间仓促，书中难免存在一些错误和不足，敬请各位批评指正，万分感谢！

王达

2006 年于广州

目 录

第1章 网络工程概述..... 1	2.3.2 有线局域网常见 拓扑结构..... 40
1.1 网络工程师的职业要求..... 2	2.3.3 无线局域网主要 拓扑结构..... 46
1.1.1 “网络工程师”软考 大纲要求..... 2	2.4 计算机网络体系结构..... 47
1.1.2 “网络工程师”与 “网络管理员”职业 要求的区别..... 3	2.4.1 网络体系结构的 几个基本概念..... 47
1.1.3 “网络工程师”的 岗位职责..... 4	2.4.2 OSI 参考七层结构的 划分原则和分层结构 的优点..... 49
1.2 典型的网络工程师职业划分..... 7	2.4.3 OSI 参考模型七层 结构简介..... 50
1.2.1 网络技术支持工程师..... 7	2.4.4 OSI 通信原理..... 55
1.2.2 综合布线工程师..... 9	2.5 计算机网络设备概述..... 57
1.2.3 网站开发、维护工程师... 10	2.5.1 网卡..... 57
1.2.4 网络系统开发工程师..... 11	2.5.2 集线器..... 58
1.2.5 网络安全工程师..... 13	2.5.3 交换机..... 59
1.2.6 网络存储工程师..... 15	2.5.4 路由器..... 59
1.3 网络工程项目实施基本流程..... 18	2.5.5 防火墙..... 61
1.4 网络工程实施的注意事项..... 21	2.5.6 无线 AP..... 63
1.5 网络工程职业前景..... 23	2.5.7 中继器..... 64
1.6 同步训练..... 25	2.5.8 网桥..... 64
第2章 计算机网络概述..... 27	2.5.9 网关..... 65
2.1 计算机网络概述..... 28	2.6 同步训练..... 66
2.2.1 计算机网络定义..... 28	第3章 数据通信基础..... 71
2.2.2 计算机网络发展历史..... 29	3.1 数据通信概述..... 72
2.2.3 “分布式系统”及与 “计算机网络”的 区别..... 32	3.1.1 通信子网与资源子网..... 72
2.2.4 计算机网络的 基本组成..... 33	3.1.2 数据通信系统的 基本组成..... 73
2.2.5 计算机网络的 主要作用..... 35	3.1.3 数据通信系统的 基本模型..... 73
2.2 计算机网络的分类..... 36	3.1.4 数据通信的几个 基本概念..... 75
2.2.1 按网络的分布 范围分类..... 36	3.1.5 数据通信中的几个 技术指标..... 77
2.2.2 按网络的交换 方式分类..... 37	3.2 数据通信系统的数据传输..... 80
2.2.3 按网络配置或 服务方式划分..... 37	3.2.1 数据传输模式..... 80
2.2.4 其他划分方式..... 39	3.2.2 串/并行通信方式..... 82
2.3 计算机网络的拓扑结构..... 40	3.2.3 单/双工数据传输方式..... 82
2.3.1 网络拓扑结构相关的 基本概念..... 40	3.2.4 数据同步方式..... 83
	3.2.5 数字编码方式..... 84
	3.3 多路复用技术..... 86

3.3.1	频分多路复用	86	4.6	IEEE 802.3 协议	137
3.3.2	时分多路复用	88	4.6.1	IEEE 802.3 协议简介	138
3.3.3	波分多路复用	90	4.6.2	IEEE 802.3 媒体访问 控制协议	140
3.4	数据的调制	91	4.6.3	CSMA 工作原理	142
3.4.1	数字调制概述	91	4.6.4	CSMA/CD 工作原理	143
3.4.2	调制方式	92	4.6.5	交换以太网	145
3.5	数据交换方式	98	4.7	Fast Ethernet: 快速以太网 (100 Mbit/s IEEE 802.3u)	146
3.5.1	电路交换	98	4.7.1	快速以太网体系结构	146
3.5.2	报文交换	99	4.7.2	三种快速以太网 标准简介	147
3.5.3	分组交换	100	4.7.3	快速以太网帧格式	149
3.5.4	三种数据交换技术的 比较	102	4.8	Gigabit Ethernet: 千兆位 以太网 (1 000 Mbit/s)	150
3.6	同步训练	103	4.8.1	千兆位以太网的 协议结构	150
第 4 章	局域网基础	105	4.8.2	千兆位以太网的优势	151
4.1	计算机局域网发展历程	106	4.9	Gigabit Ethernet: 万兆位 以太网 (IEEE 802.3ae)	152
4.1.1	以太局域网 (Ethernet LAN) 发展历程	106	4.9.1	万兆位以太网的主要 特性和优势	153
4.1.2	无线局域网 (WLAN) 的发展历程	114	4.9.2	万兆位以太网连网 规范和物理层结构	154
4.2	局域网概述	117	4.9.3	万兆位以太网物理层 工作原理	155
4.2.1	局域的主要特点 和优点	117	4.10	Token Bus: 令牌总线标准 (IEEE 802.4)	156
4.2.2	局域网的基本组成	117	4.10.1	令牌总线网工作原理	157
4.2.3	局域网主要应用	118	4.10.2	协议结构	158
4.3	计算机局域网体系结构	119	4.10.3	ARCNet 网络	159
4.3.1	计算机局域网体系 结构概述	119	4.11	Token Ring: 令牌环网标准 (IEEE 802.5)	159
4.3.2	局域网体系结构 划分依据	120	4.11.1	令牌环网工作原理	160
4.3.3	局域网体系结构 层次简介	121	4.11.2	令牌环媒体访问 控制协议	162
4.3.4	局域网标准与 OSI 结构的关系	122	4.12	FDDI: 光纤分布式 数据接口	163
4.4	IEEE 802.1 系列协议	125	4.12.1	FDDI 网络的工作原理	164
4.4.1	IEEE 802.1d 协议	125	4.12.2	FDDI 的网络组成	165
4.4.2	IEEE 802.1p 协议	128	4.12.3	FDDI 网络的主要特点	166
4.4.3	IEEE 802.1q 协议	129			
4.4.4	IEEE 802.1w 协议	131			
4.4.5	IEEE 802.1s 协议	133			
4.4.6	IEEE 802.1x 协议	134			
4.5	IEEE 802.2 逻辑链路 控制协议	136			

4.13	WLAN: 无线局域网 (IEEE 802.11)	167	第 6 章	物理层	207
4.13.1	主要无线局域网 标准	167	6.1	物理层概述	208
4.13.2	协议结构	170	6.2	导向传输媒体	209
4.14	局域网操作系统	171	6.2.1	双绞线的主要特性	209
4.14.1	局域网操作系统的 结构类型	171	6.2.2	同轴电缆的主要特性	210
4.14.2	局域网操作系统 基本服务功能	172	6.2.3	光纤的主要特性	211
4.14.3	主要网络操作系统	173	6.3	非导向媒体	213
4.15	同步训练	174	6.3.1	无线电短波传输	213
第 5 章	广域网基础	179	6.3.2	地面微波传输	214
5.1	广域网概述	180	6.3.3	卫星通信	215
5.1.1	广域网与局域网的 区分	180	6.3.4	激光传输	216
5.1.2	广域网的主要特点	181	6.3.5	传输媒体的选择	217
5.2	广域网体系结构	181	6.4	双绞线	217
5.2.1	广域网体系结构概述	182	6.4.1	双绞线的分类	218
5.2.2	广域网的数据链路层 协议	183	6.4.2	双绞线的主要测试 指标	219
5.2.3	网络层的数据报和 虚电路服务	183	6.4.3	超 5 类双绞线	220
5.3	广域网连接	185	6.4.4	6 类双绞线标准简介	221
5.3.1	广域网设备	185	6.4.5	6 类双绞线	222
5.3.2	广域网连接类型	187	6.4.6	6 类双绞线标准的好处	223
5.3.3	专线连接	188	6.4.7	7 类双绞线标准	224
5.3.4	分组交换连接	191	6.4.8	7 类双绞线的主要 优势	225
5.3.5	电路交换连接	191	6.5	光纤的分类	226
5.3.6	信元交换	193	6.5.1	按传输模式来分类	227
5.4	广域网的连接形式	194	6.5.2	按纤芯直径来分类	227
5.5	广域网技术概述	195	6.5.3	按光纤纤芯折射率 分布分类	228
5.5.1	公用电话网 PSTN	195	6.5.4	按光纤的组成材料 分类	228
5.5.2	综合业务数字网 (ISDN)	196	6.5.5	按光纤的套塑层分类	230
5.5.3	公用分组交换数据网	199	6.6	光纤结构及主要应用	231
5.5.4	数字数据网 DDN	200	6.6.1	光纤结构及主要附件	231
5.5.5	帧中继 FR	201	6.6.2	三种常见光纤的 色散和非线性	232
5.5.6	ATM	202	6.6.3	G.652 与 G.655 光纤的应用	233
5.5.7	SONET/SDH 传输 技术	203	6.7	物理层接口	234
5.6	同步训练	205	6.7.1	串行接口标准	235
			6.7.2	RS-232 串行接口标准	236
			6.7.3	其他 EIA 标准接口	239

6.7.4	X.21、X.24、X.36 和 EIA-530 接口规范.....	241	7.5.4	1 位滑动窗口协议.....	274
6.7.5	串行通信的信号 调制与解调.....	243	7.5.5	GO-BACK-N 协议的 窗口机制.....	275
6.8	中继器简介.....	244	7.5.6	选择性重传协议的 窗口机制.....	276
6.9	同步训练.....	245	7.6	数据链路层服务.....	277
第 7 章	数据链路层	249	7.6.1	LLC 向网络层提供的 基础呼叫服务.....	277
7.1	数据链路层基础.....	250	7.6.2	MAC 子层向 LLC 子层 提供的基础呼叫服务.....	279
7.1.1	数据链路层协议 和设备.....	250	7.6.3	LLC 子层间的 通信协议.....	279
7.1.2	数据链路层的分层 结构及各自作用.....	251	7.7	数据链路层协议实例.....	280
7.1.3	数据链路层主要 功能概述.....	251	7.7.1	媒体访问控制及 MAC 地址.....	280
7.1.4	链路层向网络层 提供的服务.....	253	7.7.2	LAN 中的数据链路层.....	281
7.2	成帧功能.....	254	7.7.3	Internet 数据链路层.....	281
7.2.1	字符计数法.....	254	7.7.4	WLAN 的数据链路层.....	283
7.2.2	字符填充的首尾 定界符法.....	255	7.8	同步训练.....	284
7.2.3	比特填充的首尾 定界符法.....	257	第 8 章	网络层	289
7.2.4	违法编码法.....	258	8.1	网络层概述.....	290
7.3	差错控制功能.....	258	8.2	虚电路和数据报.....	291
7.3.1	差错控制概述.....	259	8.2.1	通信交换技术.....	292
7.3.2	纠错码方案.....	259	8.2.2	虚电路操作方式和 虚电路服务.....	292
7.3.3	检错码方案.....	260	8.2.3	数据报操作方式及 数据报服务.....	294
7.4	数据链路层协议.....	262	8.2.4	两种操作方式/网络 服务的特点和比较.....	295
7.4.1	简单数据链路 协议分析.....	262	8.3	路由算法.....	296
7.4.2	反馈检测法.....	264	8.3.1	路由和路由算法.....	296
7.4.3	自动重发请求 (ARQ) 协议.....	265	8.3.2	路由算法中的几个 基本概念.....	298
7.4.4	停等 ARQ 协议.....	265	8.3.3	路由算法设计目标和 设计考虑.....	300
7.4.5	实用的停止等待协议.....	267	8.4	几种主要的路由算法.....	302
7.4.6	连续 ARQ 协议.....	268	8.4.1	最短路径路由算法.....	302
7.4.7	选择重发 ARQ 协议.....	270	8.4.2	扩散算法 (Flooding).....	305
7.5	流量控制功能.....	270	8.4.3	距离矢量路由算法 (Distance Vector Routing).....	306
7.5.1	XON/XOFF 方案.....	271	8.4.4	链路状态路由算法 (Link State Routing).....	308
7.5.2	复杂链路层协议的 窗口协议.....	271			
7.5.3	窗口协议机制.....	273			

8.5	主要路由协议	309	8.13	IPv6 地址类型	364
8.5.1	路由协议的演进发展	310	8.13.1	IPv6 单播地址	364
8.5.2	RIP 路由协议	313	8.13.2	IPv6 接口标识符	367
8.5.3	OSPF 协议	317	8.13.3	IPv6 多播地址	370
8.5.4	IGRP 路由协议	320	8.13.4	IPv4 和 IPv6 编址比较	372
8.5.5	BGP 协议	322	8.14	子网划分	373
8.5.6	路由协议的选择	324	8.14.1	划分子网的意义	373
8.6	阻塞控制	327	8.14.2	子网掩码	375
8.6.1	网络阻塞控制方法	327	8.14.3	网络地址和广播 地址的计算	378
8.6.2	死锁防止	328	8.14.4	子网的划分方法	379
8.7	服务质量控制	329	8.14.5	子网划分示例	382
8.8	无线网络的 TCP/IP 协议 网络互联	331	8.15	同步训练	382
8.8.1	无线网络中的 路由协议	331	第 9 章	传输层	389
8.8.2	VxWorks 操作系统 无线路由器的设计	335	9.1	传输层概述	390
8.9	网络互联	337	9.1.1	传输层的基本功能	390
8.9.1	用于网络互联的设备	337	9.1.2	传输层的特殊位置	391
8.9.2	网络互联的方式	338	9.1.3	传输协议数据单元	393
8.9.3	隧道连接	338	9.2	传输层服务	394
8.9.4	网际互联	339	9.2.1	传输层服务内容	395
8.10	IP v4 协议	340	9.2.2	传输服务原语	396
8.10.1	IPv4 协议简介	340	9.2.3	应用程序编程接口	398
8.10.2	子网掩码	342	9.2.4	Windows 系统中的 TCP/IP 命名方案	400
8.10.3	IPv4 Internet 层 协议族	343	9.2.5	数据包多路复用和 多路分解	401
8.11	IPv4 地址	346	9.2.6	传输层服务质量	402
8.11.1	IPv4 地址语法及二进制 数与十进制数的转换	346	9.3	传输层服务功能	403
8.11.2	IPv4 地址前缀	348	9.3.1	标识端点	404
8.11.3	IPv4 地址的类型	350	9.3.2	连接管理 (Connection Management)	405
8.11.4	CIDR (无类别域间路由) 地址表示	353	9.3.3	流量控制和缓冲策略	407
8.11.5	与 IP 地址有关的 几个术语	354	9.3.4	其他功能	409
8.12	IPv6 协议	356	9.4	TCP/IP 协议	409
8.12.1	IPv4 协议的 设计缺陷	356	9.4.1	TCP/IP 发展历史	409
8.12.2	IPv6 新特性	357	9.4.2	Internet 标准的 处理过程	410
8.12.3	IPv6 Internet 层	358	9.4.3	TCP/IP 术语	411
8.12.4	IPv6 编址	362	9.4.4	TCP/IP 协议组件	412
			9.4.5	Windows 中的 TCP/IP 组件	414

9.5	TCP 协议	415	10.5.5	表示上下文技术	449
9.5.1	TCP 协议的数据段格式	415	10.5.6	其他功能	450
9.5.2	端口和套接字	417	10.6	表示层服务	451
9.5.3	TCP 协议的“三次握手”	418	10.6.1	表示层服务类型	451
9.5.4	TCP 的拥塞控制	419	10.6.2	表示服务原语和协议	452
9.5.5	TCP 重传定时器	423	10.7	同步训练	453
9.6	用户数据报协议 (UDP)	425	第 11 章	应用层	457
9.6.1	UDP 协议概述	426	11.1	应用层概述	458
9.6.2	UDP 数据报的首部格式	427	11.2	应用层主要协议标准	459
9.7	同步训练	428	11.2.1	报文处理系统 MHS	459
第 10 章	会话层与表示层	431	11.2.2	基于计算机的文电系统 CBMS	461
10.1	会话层概述	432	11.2.3	文件传送、访问和管理 (FTAM) 协议	462
10.1.1	划分“会话层”的必要性	432	11.2.4	虚拟终端协议 VTP	464
10.1.2	会话层服务和模型	432	11.3	HTTP (超文本传输) 协议	465
10.2	会话层主要功能	433	11.3.1	HTTP 简介	465
10.2.1	实现会话连接到传输连接的映射	433	11.3.2	HTTP 请求头和应答头	466
10.2.2	会话和同步原理	434	11.3.3	HTTP 协议工作原理	469
10.2.3	令牌技术和对话管理	436	11.3.4	HTTP 报文格式	470
10.2.4	“活动”与对话单元管理	436	11.4	Cookie	474
10.2.5	会话连接的释放	437	11.4.1	Cookie 工作原理	474
10.3	会话层服务	438	11.4.2	Cookie 的限制与安全性	475
10.3.1	会话层协议	438	11.4.3	编写 Cookie	476
10.3.2	OSI 会话服务	439	11.4.4	查看 Cookie	478
10.3.3	会话连接的数据交换过程	442	11.4.5	Cookie 的有效范围和有效期	480
10.4	表示层概述	444	11.4.6	读取 Cookie 和 Cookie 集合	481
10.4.1	划分表示层的必要性	445	11.4.7	修改和删除 Cookie	484
10.4.2	表示层功能与模型	445	11.4.8	检查浏览器是否接受 Cookie	485
10.5	表示层主要功能	446	11.4.9	Cookie 和会话状态	486
10.5.1	抽象语法及基本编码规则	446	11.5	Telnet 协议 (远程登录协议)	487
10.5.2	抽象语法的 主要作用	447	11.5.1	Telnet 工作原理	487
10.5.3	语法转换技术	448	11.5.2	Telnet 语法与远程登录实现	488
10.5.4	传送语法	449			

11.6	FTP (文件传输协议)	490	11.10.1	DHCP 简介.....	511
11.6.1	FTP 协议简介	490	11.10.2	DHCP 服务工作 原理	511
11.6.2	FTP 的工作模式	491	11.10.3	DHCP 术语.....	512
11.6.3	FTP 语法.....	492	11.11	SIP 协议.....	513
11.6.4	FTP 子命令	493	11.11.1	协议设计	513
11.6.5	TFTP (小文件传输 协议)	496	11.11.2	SIP 协议网络部件.....	514
11.7	SNMP 协议.....	497	11.11.3	SIP 协议的商业 应用	515
11.7.1	SNMP 协议简介	497	11.12	SMTP 协议.....	516
11.7.2	SNMP 协议架构和 使用	498	11.12.1	SMTP 协议简介.....	516
11.7.3	SNMP 协议结构	499	11.12.2	SMTP 协议命令和 工作原理	517
11.8	DNS 协议.....	502	11.13	其他 TCP/IP 应用层协议	518
11.8.1	DNS 技术引入的 背景	502	11.13.1	BT (比特洪流 协议)	518
11.8.2	DNS 服务器服务的 RFC	503	11.13.2	Gopher 协议	520
11.8.3	DNS 域名	503	11.13.3	IMAP 协议	520
11.9	DNS 服务器的工作原理	506	11.13.4	SSH 协议.....	521
11.9.1	DNS 的查询 工作原理.....	506	11.13.5	Finger (信息查询 协议)	522
11.9.2	可选的查询响应	508	11.13.6	RCP (远程复制 协议)	523
11.9.3	迭代的工作原理	509	11.14	同步训练.....	525
11.9.4	缓存的工作原理	510	附录 A	同步训练客观题参考答案	529
11.10	DHCP 协议.....	510			

CHAPTER

I

网络工程概述

“网络工程师”是新兴的信息产业职业之一，由于它对入职者的专业技能要求比较高，岗位薪金比起一般的网络管理员要高许多，在企业中的地位也较高，受到许多网络爱好者和网络管理员朋友的追捧。然而由于它是一个新兴职业，加上它的岗位职责和所要求掌握的技能与“网络管理员”职业看上去有许多相似之处，所以绝大多数想入行的朋友对它是既熟悉又陌生。熟悉的是经常可以在各种职业招聘中见到“网络工程师”这个职业，陌生的是这一职业到底包括哪些主要工作，需要掌握哪些专业知识和技能，它与“网络管理员”职业的区别又何在。要注意的是，这里所说的“网络工程师”仅限于“计算机网络工程师”，不包括电信、通信领域的“网络工程师”，因为在电信、通信领域同样存在“网络”，也有相应的“网络工程师”。但是“计算机网络”与“通信网络”并不是完全不一样的，尽管在许多通信原理方面是兼容或相似的，因为计算机网络通信原理最初也是从电信通信开始的。

本章将从国家的“网络工程师”职业认证和典型的企业“网络工程师”职位招聘要求分析“网络工程师”的职业要求和岗位职责。同时对我国目前的网络工程师职业发展前景进行分析，以帮助希望从事网络工程师职业的朋友有针对性地提高自己的网络工程师职业水平，正确规划自己的网络工程师职业发展方向。

本章重点

- 2005年“网络工程师”软考大纲要求
- “网络工程师”与“网络管理员”职业要求的区别
- “网络工程师”的职业划分及各自主要的岗位职责
- 网络工程实施的一般流程



1.1 网络工程师的职业要求

“网络工程师”这一职业我们并不陌生，但真正清楚这一职业的职业要求和岗位职责，以及它与“网络管理员”职业的区别的人却不多。这主要是因为“网络工程师”职业中所规定的要掌握和理解的知识点与技能很多，并且有些知识点看上去好像与“网络管理员”的相应要求有些重复，其实这是表面的，在真正理解两个职业的职业要求后就会明白它们之间的区别。在看似重复的知识点上，“网络工程师”职业的要求比“网络管理员”职业的要求更高，在“网络管理员”职业中仅要求“熟悉”的知识点，在“网络工程师”职业中的起码要求是“掌握”，甚至要求更加深入“理解”；对于“网络管理员”职业仅要求掌握基础（或基本）内容的，在“网络工程师”中则要求全面掌握。当然“网络工程师”的职业所要求掌握的知识面比“网络管理员”职业更广、更深，它是在“网络管理员”基础之上建立的一门更加专业的职业。本节先从国家的“网络工程师”考试大纲分析这一职业的要求，然后总结出这一职业的岗位职责。与此同时，还要与“网络管理员”进行职业要求比较，以清楚两种职业的区别。

1.1.1 “网络工程师”软考大纲要求

随着网络技术的不断发展和网络应用的普及，现在几乎所有的企事业单位都存在着对网络管理员和网络工程师这两种职业的需求，整个市场需求量非常庞大。加上“网络工程师”职业本身技术含量比较高，对入职者的要求也比较高，所以这一职业的待遇和发展前景都非常好，是近年来最热门的职业之一，也是许多网络专业的大学毕业生和网络爱好者理想职业追求。本节通过最新的2005年“网络工程师”软考大纲分析一下“网络工程师”的职业要求。

以下是2005年最新的“网络工程师”软考大纲要求（具体的“网络工程师”软考大纲见附录）。

- 熟悉计算机系统的基础知识；
- 熟悉网络操作系统的基础知识；
- 理解计算机应用系统的设计和开发方法；
- 熟悉数据通信的基础知识；
- 熟悉系统安全和数据安全的基础知识；
- 掌握网络安全的基本技术和主要的安全协议与安全系统；
- 掌握计算机网络体系结构和网络协议的基本原理；
- 掌握计算机网络有关的标准化知识；
- 掌握局域网组网技术，理解城域网和广域网基本技术；
- 掌握计算机网络互联技术；
- 掌握TCP/IP协议网络的联网方法和网络应用服务技术；
- 理解接入网与接入技术；
- 掌握网络管理的基本原理和操作方法；
- 熟悉网络系统的性能测试和优化技术，以及可靠性设计技术；
- 理解网络应用的基本原理和技术；
- 理解网络新技术及其发展趋势；
- 了解有关知识产权和因特网的法律法规；

- 正确阅读和理解本领域的英文资料。

从以上大纲要求可以看出，“网络工程师”的职业要求是非常高的，所涉及的知识体系也非常庞大。除了一些有关知识产权和因特网法规只做“了解”要求外，其他基本上都是要求“掌握”的，甚至“理解”，最低也是要求“熟悉”的。所要求掌握的知识面也非常广，不仅需要熟悉基础的计算机系统，而且要求在计算机网络数据通信、各种局域网和广域网标准、接入技术的工作原理、网络安全、网络管理、网络系统设计、最新网络产品和技术等有全面的掌握，可以说涉及到网络技术应用、管理和系统设计的各个方面。



1.1.2 “网络工程师”与“网络管理员”职业要求的区别

因为许多企业本身对“网络工程师”职业要求与“网络管理员”职业要求区别得不很清楚，所以许多单位在发布招聘广告时对“网络工程师”这一岗位的要求也是各种各样的。多数企业纯粹是按自身企业的实际需求来决定岗位要求的，如有些企业对网络工程师要求具有网站和数据库系统的开发与维护的能力，甚至还要求具备一定的程序开发能力。其实这些都是比网络工程师要求更高的信息分析师的职业要求，或者是程序员的职责。当然也有些中小型企业，在招聘网络工程师时所给出的要求与普通的网络管理员没什么两样，要求求职者能维护好本公司网络的正常运行，及时解决员工在日常的计算机和网络应用中存在的问题。正因为许多没有严格符合职业规范的招聘要求，使得一些求职者对网络工程师的职业要求产生了错误认识。本书主要按国家规定的“网络工程师”职业软考大纲进行介绍。下面先从软考大纲对比“网络工程师”和“网络管理员”职业要求的区别，然后再从典型的招聘广告职位要求进行分析。

1. 2005年最新“网络管理员”软考大纲要求

最新的2005年“网络管理员”软考大纲要求如下。

- 熟悉计算机系统基础知识；
- 熟悉数据通信的基本知识；
- 熟悉计算机网络的体系结构，了解TCP/IP协议的基本知识；
- 熟悉常用计算机网络互联设备和通信传输介质的性能和特点；
- 熟悉Internet的基本知识和应用；
- 掌握局域网体系结构和局域网技术基础；
- 掌握以太网的性能、特点、组网方法及简单管理；
- 掌握主流操作系统的安装、设置和管理方法；
- 熟悉DNS、WWW、MAIL、FTP和代理服务器的配置与管理；
- 掌握Web网站的建立、管理与维护方法，熟悉网页制作技术；
- 熟悉综合布线基础技术；
- 熟悉计算机网络安全的相关问题和防范技术；
- 了解计算机网络有关的法律、法规，以及信息化的基础知识；
- 了解计算机网络的新技术和新发展；
- 正确阅读和理解本领域的简单英文资料。

2. “网络工程师”与“网络管理员”软考大纲要求对比

对比前面介绍的“网络工程师”软考大纲要求可以看出，在知识点方面两者有较多交叉点。但除了基础的计算机系统基础知识外，在计算机网络专业知识和技能方面，“网络管理员”的大纲要求比“网络工程师”的大纲相应知识点的要求低许多。如基本的数据通信知识、基