

全国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试辅导用书

网络工程师考试辅导

全国计算机专业技术资格考试办公室组编
李 磊 编著

根据2009版大纲编写

清华大学出版社



全国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试辅导用书

网络工程师考试辅导

全国计算机专业技术资格考试办公室组编

李 磊 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是全国计算机技术与软件专业技术资格(水平)考试辅导用书。本书作者是高校计算机网络课程的授课教师,对网络工程师考试有较深的了解。作者以2007年出版的《网络工程师考前辅导》为基础,根据网工2009版大纲与培训指南的要求修改、完善和补充了相关知识,使全书的内容更完整、组织更合理、表达更顺畅。本书力图帮助读者建立清晰的计算机网络知识架构,并且能够更容易地理解和掌握各方面知识。作者大幅度调整了章节结构,剥离了《网络工程师考前辅导》中的四章内容,并将剥离的内容、历次网工考试的试题解析及相关资料共享在作者的[博客http://blog.sina.com.cn/highlandcat](http://blog.sina.com.cn/highlandcat)上。本书调整结构后,知识体系更加完整和紧凑,既适合参加网络工程师考试的考生使用,也可以作为高等院校计算机网络的教材。

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

网络工程师考试辅导 / 李磊编著.—北京:清华大学出版社,2009.9
(全国计算机技术与软件专业技术资格(水平)考试辅导用书)
ISBN 978-7-302-20853-2

I. 网… II. 李… III. 计算机网络—工程技术人员—资格考核—自学参考资料
IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 154159 号

责任编辑:柴文强 薛 阳

责任校对:徐俊伟

责任印制:王秀菊

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:清华大学印刷厂

装 订 者:三河市李旗庄少明装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×230 印 张:50.75 防伪页:1 字 数:1173千字

版 次:2009年9月第1版 印 次:2009年9月第1次印刷

印 数:1~5000

定 价:79.00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:033375-01

前 言

网络工程师考试是软考最重要的考试之一，也是通过率较低的考试之一。我连续多次担任了网络工程师考试的评卷组组长，也多次担任网络工程师考试辅导班教师。在这个过程中，我阅读了大量的计算机网络和网络工程师考试的书籍，逐渐萌发了编写网络工程师考试辅导教材的念头。

自从 2007 年 4 月出版《网络工程师考前辅导》一书后，我一直在构思写它的第二版。读者反馈的意见有些两级化：大部分人认为该书 132 万字、954 页的分量实在是太厚太重了，看起来很吃力；少部分人认为写得不够深入，但可以当做速查字典。

对于第一种意见，我相当认同，因为当我自己最初看到这块“板砖”的时候，也是颇为吃惊。但这也有些无奈，毕竟网络工程师考试大纲的涉及面太广，为了将相关知识点基本覆盖，也只能增加厚度了。当考生从考场出来时，如果感觉不好，会严厉指责书本的内容不够完整；但如果感觉良好，顶多开玩笑说打算拿书去垫床脚。

至于第二种意见，我也相当认同，毕竟这本书的主要读者是参加网络工程师考试的考生和高等院校计算机方面的学生。只要知识深入程度能够满足考试的基本需要以及一般高等院校本科生教学的需要，就达到设计目的了。再深入下去，书的重量和厚度还将增加数倍，这对一般读者来说，无疑是个折磨。因此，建议那些认为该书内容不够深入的读者去下载和阅读相关网络标准的英文原标准。如果对网络理论比较感兴趣的人，看看 Andrew S. Tanenbaum 的 *Computer Networks* 一书会比较好。

在我看来，这两种意见并非完全对立的，在一定程度上可以取得折中。对于第二版，采用了以下编写原则：

1. 根据《网络工程师考试大纲与培训指南（2009 版）》的要求，增加必要的知识点。
2. 继承原书的基本编写思想，将考试大纲与培训指南中的知识点进行合理组织，使读者能够掌握计算机网络的完整知识体系，并尽量用最简明清晰的方法帮助读者掌握知识。
3. 将《网络工程师考前辅导》一书的“第 1 章 计算机系统知识”、“第 2 章 系统开发和运行基础知识”、“第 10 章 网络操作系统”和“第 14 章 标准化与知识产权”这 4 章剥离，并将各章的最后一节“典型试题分析”也全部剥离。其中，第 1 章、第 2 章和第 14 章的内容属于计算机基础知识，将其剥离后，全书知识结构显得更紧密。至于剥离第 10 章，是因为网络操作系统的内容和覆盖范围太大了，市面上随便找一本介绍 Windows 或 Linux 设置的书都有好几百页，而且内容也未必深入。因此，保留第 10 章就成了鸡肋，写得多了太占篇幅，写得少了没有太大价值，最后还是决定剥离。这 4 章的

书稿，我会将其放在我的博客上，让读者免费阅读。至于“典型试题分析”，就完全没有保留的必要了。我已经将从2004年下半年到2009年下半年网络工程师考试的全部试题和解析都放在我的博客上，读者可以免费阅读，并且与我讨论和交流。此外，《网络工程师考前辅导》一书的全部附录也全部移至博客上。

4. 对《网络工程师考前辅导》一书的内容进行修改、完善和补充，使其内容更完整，组织更合理，表达更顺畅，知识更容易被理解。

经过这次改版，希望将原书的130万字压缩到100万字，并且使新书的质量与原书相比有较大的提高。

在此，要向参与改版工作的所有老师和同学们表示感谢。他们是黄向农、田纯青、王前、刘海、左亚尧、郑首帅、谢夏育、赵耀洪、朱玮琳、潘英朋、徐芳、吴维坤和李文云。此外，要向何英同学表示特别感谢，她投入了大量的时间极其认真地对书稿进行了校对。

由于作者能力有限，书中错漏难以避免，请读者访问我的博客，提出宝贵意见和建议。博客的地址是 <http://blog.sina.com.cn/highlandcat>。

李磊

2009-5-31

于康乐园

目 录

第 1 章	网络体系结构	1
1.1	网络计算模型	1
1.2	网络分类	3
1.2.1	按拓扑结构划分	3
1.2.2	按地理范围划分	7
1.2.3	Internet	8
1.3	体系结构	8
1.3.1	协议分层	8
1.3.2	服务访问点	10
1.3.3	服务类型	11
1.3.4	服务原语	11
1.4	参考模型	12
1.4.1	OSI 参考模型	12
1.4.2	TCP/IP 参考模型	16
1.4.3	OSI 参考模型与 TCP/IP 参考模型的比较	18
第 2 章	通信基础	20
2.1	基本概念	20
2.1.1	模拟和数字	20
2.1.2	波特率、码元速率与比特率	22
2.1.3	频谱与带宽	24
2.1.4	介质带宽与有效带宽	24
2.1.5	信道容量	25
2.1.6	传输模式	25
2.1.7	通信模式	25
2.2	数据通信理论基础	26
2.2.1	傅立叶分析	26
2.2.2	尼奎斯特定理	26
2.2.3	香农公式	27
2.3	传输介质	27
2.3.1	有线介质	28

2.3.2	无线介质	32
2.4	编码和传输	35
2.4.1	数字-数字编码	36
2.4.2	模拟-数字编码	41
2.4.3	数字-模拟编码	43
2.4.4	模拟-模拟编码	48
2.5	传输技术	48
2.5.1	多路复用技术	48
2.5.2	同步控制技术	51
2.5.3	压缩和压缩方法	54
2.6	交换技术	55
2.6.1	电路交换	56
2.6.2	存储转发	57
2.6.3	几种交换方式的比较	61
2.7	流量控制技术	62
2.7.1	停等协议	62
2.7.2	滑动窗口协议	62
2.8	差错控制技术	64
2.8.1	奇偶校验码	65
2.8.2	海明码	67
2.8.3	CRC 码	69
2.8.4	差错控制的基本方式	71
2.8.5	ARQ	72
2.9	公共网络和租用线路	74
2.9.1	公用网络	74
2.9.2	租用线路	75
2.9.3	其他网络	75
2.10	物理层接口协议	75
2.10.1	RS-232 简介	76
2.10.2	V.35 简介	77
2.10.3	G.703/G.704 简介	77
2.10.4	USB 简介	78
2.10.5	1394 接口简介	78
2.11	网络设备	79
2.11.1	按逻辑功能划分网络设备	79

2.11.2	按体系结构划分网络设备	80
第3章	局域网与城域网	82
3.1	局域网体系结构	82
3.1.1	局域网的定义	82
3.1.2	局域网与广域网的比较	82
3.1.3	IEEE 802 体系结构	83
3.1.4	逻辑链路控制子层	85
3.1.5	媒体访问控制子层	87
3.2	IEEE 802.3 和以太网	88
3.2.1	以太网概述	88
3.2.2	以太网的媒体访问控制方法	89
3.2.3	以太网的帧结构	96
3.2.4	10 兆以太网	97
3.2.5	快速以太网	98
3.2.6	千兆以太网	100
3.2.7	交换以太网	103
3.2.8	全双工以太网	109
3.2.9	万兆以太网	110
3.2.10	以太网的链路聚合技术	111
3.3	IEEE 802.4 和令牌总线	112
3.4	IEEE 802.5、令牌环网和 FDDI	113
3.4.1	令牌环的结构及主要设备	113
3.4.2	令牌环的工作原理	115
3.4.3	令牌环的特点	116
3.4.4	令牌环的帧格式	117
3.4.5	令牌环监控站	120
3.4.6	FDDI 的结构与主要设备	120
3.4.7	FDDI 的工作原理	122
3.4.8	FDDI 的特点	125
3.4.9	FDDI 的帧格式	126
3.4.10	CDDI 简介	126
3.4.11	IEEE 802.3/802.4/802.5 与 FDDI 的比较	127
3.5	IEEE 802.6 (DQDB) 和 SMDS	127
3.5.1	分布式队列双总线	127
3.5.2	交换式多兆位数据服务	128

3.6	IEEE 802.11 无线局域网	129
3.6.1	无线局域网的基本概念	129
3.6.2	IEEE 802.11 标准概述	129
3.6.3	DSSS、FHSS 和 OFDM	130
3.6.4	CSMA/CA	134
3.6.5	IEEE 802.11 系列标准	138
3.6.6	无线网络的拓扑结构	141
3.6.7	中继与漫游	142
3.7	100VG-AnyLAN 网络	142
3.8	其他无线局域网	144
3.8.1	HiperLAN 标准	144
3.8.2	HomeRF	145
3.8.3	802.11、蓝牙、HomeRF 和 HiperLAN 的比较	145
3.9	无线个人网	145
3.9.1	蓝牙技术的发展历史	146
3.9.2	蓝牙技术的体系结构	146
3.9.3	蓝牙技术的帧结构	148
3.9.4	其他 IEEE 802.15 标准	149
3.10	无线城域网	149
3.10.1	IEEE 802.16 标准系列	150
3.10.2	IEEE 802.16 的技术特点	151
3.11	网桥	153
3.11.1	网桥的作用与工作原理	153
3.11.2	透明网桥与源路由网桥	155
3.11.3	交换机与网桥的比较	156
3.12	IEEE 802.1 中的一些重要协议	156
3.13	VLAN	158
3.13.1	VLAN 的优点	158
3.13.2	VLAN 划分方法	159
3.13.3	IEEE 802.1q 协议及帧格式	162
3.13.4	VTP 及 VTP 修剪	163
第 4 章	广域网与接入网	165
4.1	广域网与接入网的组成	165
4.1.1	广域网的组成	165
4.1.2	接入网的组成	166

4.1.3	接入网的体系结构	168
4.2	数据链路层协议	168
4.2.1	数据链路控制规程	168
4.2.2	高级数据链路控制	169
4.2.3	串行线路 IP	174
4.2.4	点对点协议	175
4.2.5	基于以太网的 PPP	179
4.2.6	基于 ATM AAL5 的 PPP	180
4.3	公共交换电话网	180
4.3.1	PSTN 结构	180
4.3.2	调制解调器	182
4.3.3	信令系统	183
4.4	分组交换网 X.25	184
4.4.1	X.25 概述	184
4.4.2	X.25 协议结构	184
4.5	帧中继网	186
4.5.1	FR 概述	186
4.5.2	FR 术语	188
4.5.3	FR 的层次结构	189
4.5.4	FR 虚电路的管理	190
4.5.5	FR 帧格式	191
4.6	电信数字通信系统	194
4.6.1	DDN	194
4.6.2	T 载波/E 载波	197
4.6.3	SONET	200
4.7	综合业务数字网	203
4.7.1	ISDN 概述	203
4.7.2	ISDN 的网络结构	204
4.7.3	ISDN 的信道	205
4.7.4	ISDN 的协议结构	207
4.7.5	B-ISDN	208
4.8	异步传输模式	208
4.8.1	ATM 概述	208
4.8.2	ATM 信元结构	209
4.8.3	ATM 参考模型	211

4.8.4	ATM 服务类型	214
4.8.5	AAL	215
4.8.6	AAL5 的封装	218
4.8.7	ATM 连接的建立与释放	219
4.8.8	ATM 交换原理	220
4.8.9	ATM 交换机	222
4.8.10	LANE	223
4.9	数字用户线路技术	225
4.9.1	xDSL	225
4.9.2	非对称数字用户线路	228
4.9.3	甚高数据速率数字用户线路	234
4.9.4	高速率数字用户线路	235
4.9.5	其他 DSL 技术	237
4.10	混合光纤同轴电缆网	238
4.10.1	HFC 概述	238
4.10.2	HFC 网络结构	240
4.10.3	HFC 网络设备	241
4.10.4	HFC 频带	241
4.10.5	HFC 的噪声问题	242
4.11	CDMA	243
4.11.1	CDMA 的基本概念	243
4.11.2	CDMA 技术	244
4.11.3	CDMA2000	245
4.11.4	WCDMA	246
4.11.5	TD-SCDMA	248
4.11.6	CDMA2000、WCDMA 和 TD-SCDMA 的比较	248
4.12	固定无线接入	249
4.13	微波接入	250
4.13.1	MMDS	250
4.13.2	LMDS	251
4.14	卫星通信	251
第 5 章	TCP/IP 协议族	253
5.1	TCP/IP 协议概述	253
5.1.1	TCP/IP 协议的历史	253
5.1.2	TCP/IP 协议族	254

5.1.3	其他参考模型与协议族	255
5.1.4	TCP/IP 各层的主要协议	256
5.2	网络接口层协议	258
5.2.1	ARP	259
5.2.2	RARP	262
5.3	网际层协议	264
5.3.1	IP 地址	265
5.3.2	子网掩码	268
5.3.3	VLSM	271
5.3.4	CIDR	274
5.3.5	IP 协议	275
5.3.6	ICMP	280
5.3.7	IGMP	283
5.3.8	移动 IP	286
5.4	传输层协议	289
5.4.1	传输层端口	289
5.4.2	UDP	292
5.4.3	TCP	295
5.5	应用层协议	305
5.5.1	DNS	307
5.5.2	HTTP	311
5.5.3	FTP	313
5.5.4	DHCP / BOOTP	318
5.5.5	电子邮件	323
5.5.6	Telnet	332
5.5.7	NAT	333
5.6	IPv6	336
5.6.1	IPv6 概述	337
5.6.2	IPv6 地址	337
5.6.3	IPv6 包结构	340
5.6.4	IPv6 首部	341
5.6.5	IPv6 流标签	342
5.6.6	IPv6 的部署	343
第 6 章	路由与交换	345
6.1	交换机技术	345

6.1.1	交换机工作原理	345
6.1.2	交换机结构	345
6.1.3	交换方式	348
6.2	路由基本概念	350
6.2.1	直接寻径和间接寻径	351
6.2.2	路由表、默认路由	352
6.2.3	静态路由和动态路由	353
6.3	路由选择算法	355
6.3.1	D-V 算法	355
6.3.2	L-S 算法	362
6.3.3	D-V 和 L-S 算法的比较	366
6.4	IGPs 和 EGP	367
6.4.1	AS	368
6.4.2	IGPs	370
6.4.3	EGPs	370
6.5	常见路由协议	371
6.5.1	RIP	371
6.5.2	IGRP/EIGRP	375
6.5.3	OSPF	377
6.5.4	IS-IS	381
6.5.5	GGP	385
6.5.6	BGP	386
6.6	第三层交换	391
6.6.1	第三层交换技术的解决方案及技术路线	392
6.6.2	Cisco 的 NetFlow 交换	393
6.6.3	Cisco 的 Tag Switching	394
6.6.4	3COM 的 FastIP 交换	395
6.6.5	3COM 的 FIRE 交换	397
6.6.6	Ipsilon 的 IP Switching	398
6.6.7	MPLS	400
6.7	VLAN 交换与路由	401
6.7.1	VLAN 交换技术	401
6.7.2	VLAN 间路由与通信	402
6.8	多层交换	406
6.8.1	第四层交换	406

6.8.2	第七层交换	407
第 7 章	网络管理	408
7.1	网络管理概述	408
7.1.1	配置管理	408
7.1.2	故障管理	409
7.1.3	性能管理	409
7.1.4	安全管理	410
7.1.5	计费管理	411
7.2	网络管理协议	412
7.2.1	CMIS/CMIP 协议	412
7.2.2	SNMP	412
7.2.3	MIB	418
7.2.4	RMON 协议	420
7.3	网络管理工具	421
7.3.1	常用命令	421
7.3.2	Sniffer	424
7.3.3	Analyzer	425
7.4	网络管理平台	426
7.4.1	HP OpenView	426
7.4.2	IBM NetView	427
7.4.3	SUN SunNet Manager	427
7.5	分布式网络管理	428
7.5.1	基于 Web 的分布式网络管理系统	429
7.5.2	基于移动代理的分布式网络管理系统	431
7.6	网络管理新技术	433
7.6.1	基于 TMN 的网络管理	433
7.6.2	基于 CORBA 的网络管理	437
7.7	网络存储技术	438
7.7.1	直接连接存储	439
7.7.2	网络连接存储	439
7.7.3	存储区域网络	440
第 8 章	网络安全	444
8.1	网络安全概述	444
8.1.1	网络安全的目标	444
8.1.2	网络安全的脆弱性	445

8.1.3	网络攻击的主要手段	445
8.1.4	网络安全机制与技术	447
8.2	信息加密技术	448
8.2.1	密码学基础	448
8.2.2	传统基础加密方法	451
8.2.3	现代密码体制分类	452
8.2.4	联邦数据加密标准	454
8.2.5	欧洲加密标准	457
8.2.6	RC 系列算法	457
8.2.7	Diffie-Hellman 算法	458
8.2.8	RSA 公钥加密算法	458
8.2.9	其他加密算法	459
8.3	消息摘要	460
8.3.1	MD5	460
8.3.2	安全散列算法	462
8.3.3	散列式报文认证码	462
8.4	实体认证	464
8.4.1	实体认证概述	464
8.4.2	基于共享密钥的认证	465
8.4.3	基于公钥的认证	470
8.5	访问控制	470
8.5.1	访问控制概述	471
8.5.2	AAA 访问控制体系	471
8.6	数字签名和数字水印	472
8.6.1	RSA 数字签名	473
8.6.2	DSS	473
8.6.3	数字水印与数字防伪	474
8.7	数字证书	476
8.7.1	数字证书	476
8.7.2	认证中心	477
8.7.3	证书管理	479
8.7.4	基于数字证书的认证	480
8.8	密钥管理	481
8.8.1	KMI	481
8.8.2	PKI	484

8.8.3	SPK/SDK	485
8.8.4	PMI	488
8.9	网络安全体系结构	489
8.10	网络接口层的安全协议	492
8.10.1	PAP/CHAP	492
8.10.2	隧道协议	494
8.10.3	无线局域网安全协议	500
8.11	网际层安全协议	505
8.11.1	IPSec	505
8.11.2	GRE	511
8.12	传输层安全协议	512
8.12.1	SSL/TLS 协议	512
8.12.2	SOCKS 协议	516
8.13	应用层安全协议	517
8.13.1	SSH 协议	517
8.13.2	Kerberos 协议	519
8.13.3	PGP 和 S/MIME 协议	522
8.13.4	S-HTTP 协议	526
8.13.5	HTTPS	527
8.13.6	SET 协议	529
8.13.7	RADIUS 协议	532
8.13.8	IEEE 802.1x 协议	534
8.14	虚拟专用网	536
8.14.1	概述及基本原理	536
8.14.2	隧道技术和隧道协议	538
8.14.3	管理方式和服务类型	538
8.14.4	常见 VPN 实现方式	539
8.15	防火墙	541
8.15.1	防火墙概述	541
8.15.2	防火墙的基本类型	543
8.15.3	防火墙应用的常见网络结构	546
8.16	入侵检测	551
8.16.1	入侵检测概述	551
8.16.2	IDS 的分析方法	552
8.16.3	IDS 原理与配置	552

8.16.4	IDS 的类型	554
8.16.5	分布式入侵检测	555
8.16.6	IPS	557
8.17	网络安全标准	559
8.17.1	信息安全等级标准	559
8.17.2	信息安全管理体系统	562
8.17.3	其他安全标准	565
8.18	计算机病毒防护	566
8.18.1	病毒定义	566
8.18.2	病毒的分类	567
8.18.3	计算机病毒的防御措施	568
第 9 章	网络设备的管理和配置	570
9.1	网络设备	570
9.1.1	设备分类	570
9.1.2	常见网络设备端口	571
9.1.3	设备的指标	572
9.2	网络设备的基本配置	573
9.2.1	常见连接方式	573
9.2.2	IOS 命令模式	577
9.2.3	IOS 文件管理	579
9.2.4	IOS 常用命令	580
9.2.5	交换机/路由器基本配置模板	582
9.3	交换机的端口配置	583
9.3.1	二层端口的配置	583
9.3.2	三层端口的配置	585
9.3.3	监控及维护端口	586
9.3.4	维护 MAC 地址表	588
9.4	VLAN 的配置	589
9.4.1	静态 VLAN 的配置	589
9.4.2	VLAN Trunk 的配置	591
9.4.3	VTP 的配置	593
9.5	STP、RSTP 的配置	595
9.5.1	STP 的配置	596
9.5.2	快速收敛的配置	602
9.5.3	RSTP 的配置	603