

全国计算机技术与软件专业技术
资格（水平）考试辅导系列

QUANGUO JISUANJI JISHU YU
RUANJIAN ZHUANYE JISHU
ZIGE (SHUIPING) KAOSHI FUDAO XILIE

网络工程师考试 案例导学

郭春柱 编著

帮你提应试问题

为你找解答思路

应试高手与你分享考试经验



 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

全国计算机技术与软件专业技术
资格（水平）考试辅导系列

QUANGUO JISUANJI JISHU YU
RUANJIAN ZHUANYE JISHU
ZIGE (SHUIPING) KAOSHI FUDAO XILIE

网络工程师考试 案例导学

郭春柱 编著



人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (CIP) 数据

网络工程师考试案例导学/郭春柱编著. —北京: 人民邮电出版社, 2007.3

(全国计算机技术与软件专业技术资格(水平)考试辅导系列)

ISBN 978-7-115-15649-5

I. 网... II. 郭... 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 (2006) 第 155118 号

内 容 提 要

本书依据最新的网络工程师考试大纲, 深入研究了历年网络工程师考试下午试题的命题风格和试题结构, 对考查的知识点进行了提炼, 并对 45 个网络工程案例进行了分类。

本书主要分为网络新技术、Linux 技术、路由器配置技术、虚拟专用网 (VPN) 技术、无线局域网 (WLAN) 技术、组网工程等 6 章, 每章包括学习要点、经典案例、真题链接 3 个部分, 每一个案例均给出了详细的要点解析, 其中不仅就试题进行了解题思路及步骤的讲解, 而且对其考点及难点进行了扩展剖析。最后, 紧扣考试大纲, 按照历年试题的考查风格提供了 3 份模拟试卷, 每份试卷均给出了相应的参考答案及考点解析。

本书可作为广大有志于通过网络工程师考试的考生的应试辅导用书, 也可供各类高等院校的老师作为案例教学用书, 各类计算机、网络工程等专业的高年级学生也可从本书中获取网络工程实践经验。

全国计算机技术与软件专业技术资格 (水平) 考试辅导系列

网络工程师考试案例导学

◆ 编 著 郭春柱

责任编辑 王文娟

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号

邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

北京鸿佳印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 17.5

字数: 426 千字

印数: 1—5 000 册

2007 年 3 月第 1 版

2007 年 3 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-15649-5/TP·5934

定价: 32.00 元

读者服务热线: (010) 67132692 印装质量热线: (010) 67129223

编者的话

► 为什么要写本书

之所以要写《网络工程师考试案例导学》这本书，很大程度上源自作者在网络工程实践过程中对该领域的喜爱。全国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试作为一场由人事部和信息产业部直接领导下的权威性考试，决定了其考试范围的广度和深度。特别是许多考生在应对下午试题的复习过程中感觉无从下手，把握不住重要的知识点，其主要表现为感觉备考知识点分布范围太广泛、缺少相关的应试阅读材料、手中掌握的材料重点不够突出、备考思路无从建立等。

本书主要针对网络工程师下午试题范围广、难度大等考生反映的难点而编写，旨在“帮读者提问题，为读者理思路”，减轻考生备考负担，增强应试能力。

► 应试心得

非常幸运的是，作者于2005年顺利地通过了网络工程师的资格考试，并且考试成绩进入了福建省的前5名，全国的前50名。在此，留下一些个人的应试心得与读者们一起分享。

1. 摆正心态，做时间的主人。对待学习，一定要有主动的精神，无论什么事，只要是自己喜欢的、主动去做的，一定会发出惊人的力量，可能有时候连自己都很难相信在这个事情上会做得这么好。有了主动学习的心态后，接下来非常重要的一件事是，在每天繁忙的学习、工作中至少留出1~2个小时的复习时间。因为考试涉及的知识面较广、考查点深，需要有足够的复习时间来夯实自己的专业基础知识。另外，最好能从周末时间中抽出一个半天或一个晚上的时间，来回顾本周所复习的内容，并对一些重要的知识点进行多角度的思考，预测其可能出题的形式。

2. 厚积薄发，做知识的有心人。考试是一场智慧与毅力的较量，必须以深厚的专业知识作为底蕴，用机敏的智慧沉着冷静地去分析、判断、取舍。一个人的精力和时间是有限的，在考前的复习过程中不能胡子眉毛一把抓，必须分清主次，抓住重点。在应试的复习中，对于诸如本书归纳总结的一些经典知识点要多花力气、多总结、多比较、找异同点、抓规律，并努力做到熟能生巧，以便考试时能灵活变通，节约在这些知识点的解题思考时间；同时也要通过网络、讲座、报纸、学术会议等途径及时了解一些流行的技术热点和业界的最新动态。

学习讲究的是勤奋和坚持，多劳多得，少劳少得，不劳不得。只观望而不学或学而不坚持的人，永远成不了高手。

3. 吃透真题，他山之石可以攻玉。仔细分析一下历年考试的出题点，能拉近你与成功之间的距离。如果能把这一项工作做扎实，你的知识应该就能够覆盖考试大纲中50%以上的知识点。同时，在分析历年考题时，将会发现网络核心设备的配置（交换机、路由器和防火墙的配置，网络主服务器的配置等）、接入网技术（ADSL/HFC/FTTx等）、网络新技术（WLAN/IPv6/IEEE802.3ae）、网络管理及维护技术都可能成为每年考查的重要知识点。只要你真正掌握了这些知识点，通过网络工程师下午的考试也不是件



难事。

本书在每章后都设置了“真题链接”，帮助读者了解本章内容在历年考试中考查的方式。在复习完全书内容后，可以利用本书第7章提供的3份模拟试卷严格按照考试时间进行实际操练，根据本书所提供的参考答案进行评分，从而了解自己的实际水平和差距。尤为重要的是，务必将所提供的要点解析的知识点一个个进行消化，吸收在该知识点上所提供的应试经验，以期真正理解这些基础知识，逐步做到能够举一反三，以不变应万变。

4. 动手实验，在实践中锻炼提高。“纸上得来终觉浅，绝知此事要躬行”。如果说平时积累的各个知识点是一粒粒宝贵的珍珠的话，那么项目的实践经历则是将这些珍珠串联起来的一根红线。

例如，熟练掌握交换机、路由器的基本配置，是一名网络工程师开展日常技术支持、故障维护等工作的基本本领。新网络工程师考试大纲实施以来，不管是上午试卷还是下午试卷，都十分注重对交换机、路由器基本配置命令的考查，也几乎每年都有这方面的试题。在解答这类试题的过程中，考生除了熟悉有关理论、方法和配置步骤之外，还需要具有丰富的实践配置经验。

特别是近两年来，试题的命题范围越来越窄，所考查的知识点也越来越细，试题难度（主要体现在深度方面）也随之增大。建议读者尽可能地创造条件在实际交换机、路由器上或是在 Boson NetSim 模拟器上熟悉每一条配置命令，并读懂相关的输出信息。此外，读者还应注意本书在相关配置命令的解释风格，在学习过程中可以依照该风格多花心思地解析每一条配置命令，努力做到熟能生巧，以便考试时能灵活变通、节约在这些知识点上的解题思考时间。

5. 掌握评卷专家心理，注意答题技巧。在网络工程师下午试题的考试中，应注意把握评卷专家的心理状况。通常评卷专家不可能把考生的论述一字一句地精读，要让他短时间内了解考生的知识水平并认可你的能力，必须把握好主次关系，对于答案的组织一定要条理清晰，最好能够按主次关系分条进行陈述。此外，下午试题的分值大致按每个空格1分，或每个回答要点1分进行分布。这一点可以间接启示我们答题时可从每个问题的分值中大致估计出所需回答的要点数量。例如，2006年上半年下午试题5的问题1“使用VPN技术，是为了保证内部数据通过Internet安全传输，VPN技术主要采用哪些技术来保证数据安全？（4分）”，从题目中给出“4分”可间接估计出至少回答出4个知识要点才能使答案完整。于是可从“①隧道技术、②加解密技术、③密钥管理技术、④使用者与设备身份认证技术”等4个方面组织问题的答案。

6. 摆正心态，轻装上考场。通过了网络工程师考试并不代表就完全具备网络工程项目分析、设计和维护的能力。证书只是我们漫漫学习路途中一个阶段性的里程碑，通过考试来不断提高自己才是最终目的。考试前摆正心态也是件十分重要的工作，如果在考试前一天晚上还在发奋看书直到凌晨两点，很可能导致第2天在考试时头脑昏昏沉沉，水平发挥失常。因此，应当以一颗平常心去应对考试，轻装上阵，这样很可能更好地发挥出自己的最佳知识水平。

7. 笑对成绩，雄关漫道从头越。对于考试成绩，作者认为更应该保持一个好的心态。其实，考试成绩到底能说明什么呢？说到底它只是纸面上的东西，不一定能代表真正的能力与技术水平。证书只是一份“硬件”，更有价值的、更有用的是自己所掌握的技术和自身的能力等“软件”。各类常用的网络协议、网络设备的名称也许大家可能都知道，但你在自己家庭中或寝室里组建过局域网吗？要想真正成为一个网络工程的高手，还必须要多实践。希望网络工程师下午试题对实践的考查能促进我们动手解决实际问题的能力，理论知识是必须具备的，理论联系实际是最好的。所以，大家把考试看作是促进我们提高理论和实践水平的一次机会，努力修炼自己的内功才是根本。

▶ 本书特点

本书最大的特点是以考试大纲规定的考核点及能力层次为线索,按最新试题结构分章节进行编写。每个章节均列出可能出现的考核知识点,按考试题型编写对应的强化案例,以便读者能扎实、准确地掌握本书所整理的知识内容。本书总共给出了 45 个试题案例和详细的要点解析,其中不仅就试题进行了解题思路及步骤的讲解、推理,而且对其考点及难点进行了展开剖析。每一个案例都融入了作者在本门课程的教学经验,经反复修改后定稿,力求使读者的思路能从对宠杂的网络工程知识点中得到升华。相信本书对于准备参加网络工程师考试的读者,在复习下午试题案例知识点、了解试题形式、提高应试能力等方面均有裨益。

▶ 交流

为了更加有效地帮助读者冲刺下午试题,本书还在 QQ 群(27891542)上,提供本书教学重点的 PPT 课件、相关章节的源程序、在 Boson NetSim 软件上进行实验的文件包,以及在线问题反馈、勘误等。

由于笔者水平有限,书中难免会存在一些错漏和不妥之处,恳请各位专家和读者在使用过程中多提宝贵意见及建议,以利本书质量的进一步改进和提高。本书责任编辑的 E-mail 地址为 wangwenjuan@ptpress.com.cn。

▶ 致谢

在此我对每一位对本书给予关心、帮助与支持的朋友表示衷心的感谢,没有他们的帮助,就不可能有本书的面世。恩师郭铁民伯伯、林忠杨老师的谆谆教诲使我受益匪浅,这些都使我感念不尽;感谢我周围的同事及朋友们,他们的支持与帮助使我能够更好地提高本书的质量;最后感谢父母亲的养育之恩、妻子谢秋玲的牺牲精神,他们生活上的照顾使我能够保持在学术的道路上不断进取,孜孜以求。

在本书的编写过程中,要特别感谢全国计算机技术与软件专业技术资格(水平)考试办公室的网络工程师考试命题专家们,在本书“真题链接”中引用了该级别考试中部分原题,同时,参考了一些相关书籍和因特网上的资料,在此对这些参考文献的作者表示感谢。

衷心祝愿各位读者早日通过此项考试,成为一名合格的网络专业人才,也祝福祖国的计算机技术与软件事业蒸蒸日上。

编者

目 录

第 1 章 网络新技术	1
1.1 学习要点	1
1.1.1 考纲要求	1
1.1.2 考点统计	2
1.1.3 学习建议	2
1.2 典型试题分析	3
1.2.1 案例 1 IPv6 技术	3
1.2.2 案例 2 移动认证技术	8
1.2.3 案例 3 PGP 软件操作	13
1.2.4 案例 4 LMDS 技术	18
1.2.5 案例 5 基于 MPLS 的 IP-VPN	21
1.3 真题链接	25
1.3.1 2005 年上半年下午试题 2	25
1.3.2 2006 年上半年下午试题 1	27
1.3.3 2006 年下半年下午试题 4	29
第 2 章 Linux 技术	34
2.1 学习要点	34
2.1.1 考纲要求	34
2.1.2 考点统计	34
2.1.3 学习建议	35
2.2 典型试题分析	35
2.2.1 案例 1 Samba 配置技术	35
2.2.2 案例 2 RPM 的基本操作	40
2.2.3 案例 3 网络配置技术	44
2.2.4 案例 4 Apache 配置技术	48
2.2.5 案例 5 BIND 配置技术	52
2.3 真题链接	56
2.3.1 2005 年下半年下午试题 2	56
2.3.2 2006 年上半年下午试题 2	58



2.3.3	2006 年下半年下午试题 2	62
第 3 章	路由器配置技术	67
3.1	学习要点	67
3.1.1	考纲要求	67
3.1.2	考点统计	67
3.1.3	学习建议	68
3.2	典型试题分析	68
3.2.1	案例 1 RIP 动态路由技术	68
3.2.2	案例 2 OSPF 动态路由技术	74
3.2.3	案例 3 PPP+DDR 配置技术	80
3.2.4	案例 4 NAT 配置技术	85
3.2.5	案例 5 ACL 配置技术	89
3.3	真题链接	95
3.3.1	2001 年下半年下午试题 4	95
3.3.2	2003 年下半年下午试题 3	97
3.3.3	2004 年上半年下午试题 4	99
3.3.4	2005 年上半年下午试题 5	100
3.3.5	2006 年上半年下午试题 5	103
3.3.6	2006 年下半年下午试题 5	105
第 4 章	VPN 技术	109
4.1	学习要点	109
4.1.1	考纲要求	109
4.1.2	考点统计	109
4.1.3	学习建议	109
4.2	典型试题分析	110
4.2.1	案例 1 L2TPv2 配置技术	110
4.2.2	案例 2 L2TP 与 RADIUS 认证	115
4.2.3	案例 3 PPTP 配置技术	119
4.2.4	案例 4 IPSec 配置技术	125
4.2.5	案例 5 SSL-VPN 技术	129
4.3	真题链接	133
4.3.1	2003 年下半年下午试题 6	133
4.3.2	2004 年下半年下午试题 5	136
4.3.3	2005 年下半年下午试题 3	138
4.3.4	2006 年上半年下午试题 5	140
4.3.5	2006 年下半年下午试题 3	140

第 5 章 WLAN 技术	145
5.1 学习要点	145
5.1.1 考纲要求	145
5.1.2 考点统计	145
5.1.3 学习建议	145
5.2 典型试题分析	146
5.2.1 案例 1 公园广场 WLAN 技术	146
5.2.2 案例 2 办公区 WLAN 技术	151
5.2.3 案例 3 图书馆 WLAN 技术	155
5.2.4 案例 4 商务公司 WLAN 技术	159
5.2.5 案例 5 家庭无线网络技术	163
5.3 真题链接	167
5.3.1 2004 年上半年下午试题 1	167
5.3.2 2004 年下半年下午试题 1	170
5.3.3 2005 年上半年下午试题 1	172
5.3.4 2005 年下半年下午试题 1	175
第 6 章 组网工程	178
6.1 学习要点	178
6.1.1 考纲要求	178
6.1.2 考点统计	179
6.1.3 学习建议	179
6.2 典型试题分析	180
6.2.1 案例 1 网络规划技术	180
6.2.2 案例 2 校园网设计技术	184
6.2.3 案例 3 企业网设计技术	189
6.2.4 案例 4 网络测试技术	195
6.2.5 案例 5 网络性能分析技术	199
6.3 真题链接	204
6.3.1 2001 年下半年下午试题 2	204
6.3.2 2002 年下半年下午试题 2	205
6.3.3 2003 年下半年下午试题 1	206
6.3.4 2003 年下半年下午试题 2	208
6.3.5 2005 年下半年下午试题 1	210
6.3.6 2006 年上半年下午试题 1	210
6.3.7 2006 年上半年下午试题 3	210
6.3.8 2006 年下半年下午试题 1	213



第 7 章 下午试题模拟试卷	219
7.1 模拟试卷 1 下午试题	219
7.2 模拟试卷 1 要点解析及参考答案	228
7.2.1 要点解析	228
7.2.2 参考答案	232
7.3 模拟试卷 2 下午试题	233
7.4 模拟试卷 2 要点解析及参考答案	241
7.4.1 要点解析	241
7.4.2 参考答案	248
7.5 模拟试卷 3 下午试题	249
7.6 模拟试卷 3 要点解析及参考答案	256
7.6.1 要点解析	256
7.6.2 参考答案	267
附录 历年真题知识点分布 (新大纲)	269
参考文献	270

1.1 学习要点

1.1.1 考纲要求

根据考试大纲中相应的考核要求，在网络新技术方面，要求考生掌握以下方面的内容：

1. 光纤网

- ATM-PDS、STM-PDS
- 无源光网 PON (APON、EPON)

2. 无线网

- 移动电话系统 (TD-SCDMA、WCDMA、CDMA2000、WLL)
- 高速固定无线接入 (FWA)
- 802.11a、802.11b、802.11g
- 微波接入 (MMDS、LMDS)
- 卫星接入
- 蓝牙接入

3. 主干网

- IPoverSONET/SDH
- IpoVerOptical
- IpoVerDWDM

4. 通信服务

- 全天候 IP 连接服务 (租用线路 IP 服务)
- 本地 IP 网 (NAPT)
- IPv6

5. 网络管理

- 基于 TMN 的网络管理
- 基于 CORMBA 的网络管理

6. 网络计算



1.1.2 考点统计

自 2004 年下半年实施新大纲考试以来，“网络新技术”在下午试卷中出现的考核知识点见表 1-1。

表 1-1 网络新技术历年考点统计表

次数	年份	题号	知 识 点	分值
1	2004 年 下半年	试题一	考核 IEEE 802.11a、IEEE 802.11b 和 IEEE 802.11g 相关知识点	15 分
2	2005 年 上半年	试题一	考核无线局域网主要体系标准及各自特点、无线网卡配置信息、WEP 加密技术等知识点	15 分
3		试题二	考核 FTTx+LAN 光纤网实现宽带接入等知识点	15 分
4	2005 年 下半年	试题一	考核无线校园网解决方案中采用 Web + DHCP 方式解决用户接入问题、采用 SSL 与 RADIUS 相结合的认证方式等知识点	15 分
5	2006 年 上半年	试题二	考核采用 HFC 光纤网实现宽带接入 Internet 的解决方案等知识点	15 分
6	2006 年 下半年	试题四	考核 Windows Server 2003 操作系统中用 SSL 加密 IIS6.0 的 Web 服务器等知识点	15 分

另外，需指出的是，曾在 2004 年上半年网络工程师考试（这是网络工程师按 2001 年旧考试大纲实施的最后一次考试，属过渡阶段的考试）下午试题一，考核了通过移动电话接入互联网所采用的主要技术、国内采用的第三代移动通信技术标准，以及网络基本通信服务资费计算等知识点，分值为 10 分。

1.1.3 学习建议

IT 产业发展迅速，网络新技术、新方法层出不穷。作为一名合格的网络工程师要不断学习新技术，并尝试把新技术、新方法应用到身边的工程项目中。

从网络工程领域广度和深度的角度看，考生往往在这一章节中感觉无从下手，整体把握不住。主要表现在感觉备考知识点分布范围太广泛，缺少相关的应试阅读材料，手中掌握的材料重点不够突出，备考思路无从建立等问题。从应试的角度出发，建议考生要紧紧围绕新考试大纲中相应的考核要求来准备，并熟读本书所罗列的案例，努力做到熟能生巧，以便考试时能灵活发挥。

从新考试大纲实施以来，在网络新技术专题方面，主要考查近阶段流行技术的一些基础知识，考试难度不大，即要求考生在该技术领域掌握知识的深度不高，大致停留在“了解”的层次。解答此类试题，需要考生平时学习和积累，熟悉当前本领域的新技术和新方法的应用，最好能有一定新技术方面的应用实践经验。如果没有机会实践，则需要多阅读相关案例，尽量从这些案例中间接获取经验，本章也将力求以发展的眼光、实用的角度来预测、挖掘网络新技术的相关考核点，以增强考生学习相关知识点的目的性。

通过本章学习，可获得以下理论知识点及工程实践经验。

- ① IPv6 地址类型、协议栈、命令的使用及其过渡技术；
- ② 移动用户身份认证技术；
- ③ PGP 加密软件应用技巧；
- ④ 宽带无线接入 LMDS 技术；
- ⑤ SSL-VPN 原理及其配置技术。

1.2 典型试题分析

1.2.1 案例 1 IPv6 技术

1.2.1.1 试题描述

认真阅读下列有关 IPv4 向 IPv6 的平稳过渡问题的技术说明，根据要求回答问题 1~问题 4。(15 分)

【说明】

随着 IPv6 核心协议的研究、开发、测试工作的基本结束，开始进入 IPv6 增强功能的研究开发和商业化应用阶段。要实施 IPv6 网络必须充分利用现有的网络条件来构造下一代因特网，以避免造成过多的投资浪费。由于现有的网络设备大部分都是基于 IPv4 的，也不可能在短时间内都更新换代来支持 IPv6，因此在相对比较长的一段时期内，IPv6 网络将和 IPv4 网络共存，然后再逐步实现 IPv4 向 IPv6 的平稳过渡。图 1-1 给出了一种实现 IPv4 网络向 IPv6 网络平稳过渡的解决方案。

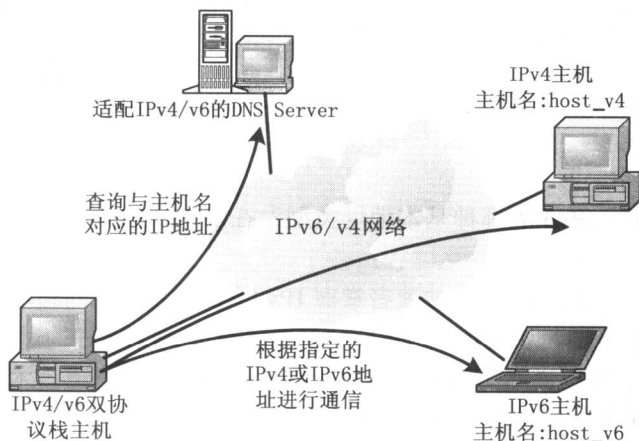


图 1-1 实现 IPv4 向 IPv6 的平稳过渡的解决技术

【问题 1】(3 分)

从 IPv4 向 IPv6 的平稳演进是一个渐进的过程，请列举出三种解决这一过渡问题的方法。

【问题 2】(5 分)

在图 1-1 中有一台同时支持 IPv6 和 IPv4 两种协议的主机，该主机既可以和仅支持 IPv4 协议的主机通信，也可以和仅支持 IPv6 协议的主机通信，这种实现 IPv4 向 IPv6 的平稳过渡的通信方案称为 (1) 技术。基于该技术的协议栈结构如图 1-2 所示。

<u>(5)</u>	
<u>(4)</u>	
<u>(2)</u>	<u>(3)</u>
网络接口层	

图 1-2 IPv4/IPv6 协议栈



请将“①TCP/UDP 协议、②IPv4 协议、③IPv6 协议、④应用层协议”选项填入图 1-2 的适当位置。

【问题 3】(5 分)

Windows XP 操作系统提供对 IPv6 的支持,可在 cmd 命令行窗口中运行 (6) 命令完成 IPv6 的安装。使用 (7) 命令进行路由跟踪,图 1-3 是该命令的结果返回信息。根据图中信息可知,(7) 命令在传输层缺省使用 (8) 协议,源端口使用 32834,目的端口使用 33434,中间路由器回送 (9) 报文,目的端回送 (10) 报文。

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Info
1	0.000000	2001:da8:d800:1075:3478:3dca:32a6:49dd	2001:da8:d800::3	ICMPv6	Echo request
2	0.000455	2001:da8:d800:1075::1	2001:da8:d800:1075:3478:3dca:32a6:49dd	ICMPv6	Time exceeded (In-transit)
3	0.000536	2001:da8:d800:1075:3478:3dca:32a6:49dd	2001:da8:d800::3	ICMPv6	Echo request
4	0.000989	2001:da8:d800:1075::1	2001:da8:d800:1075:3478:3dca:32a6:49dd	ICMPv6	Time exceeded (In-transit)
5	0.001063	2001:da8:d800:1075:3478:3dca:32a6:49dd	2001:da8:d800::3	ICMPv6	Echo request
6	0.001488	2001:da8:d800:1075::1	2001:da8:d800:1075:3478:3dca:32a6:49dd	ICMPv6	Time exceeded (In-transit)
7	1.000900	2001:da8:d800:1075:3478:3dca:32a6:49dd	2001:da8:d800::3	ICMPv6	Echo request
8	1.002121	2001:da8:d800:75::1	2001:da8:d800:1075:3478:3dca:32a6:49dd	ICMPv6	Time exceeded (In-transit)
9	1.002211	2001:da8:d800:1075:3478:3dca:32a6:49dd	2001:da8:d800::3	ICMPv6	Echo request
10	1.003270	2001:da8:d800:75::1	2001:da8:d800:1075:3478:3dca:32a6:49dd	ICMPv6	Time exceeded (In-transit)
11	1.003343	2001:da8:d800:1075:3478:3dca:32a6:49dd	2001:da8:d800::3	ICMPv6	Echo request
12	1.004390	2001:da8:d800:75::1	2001:da8:d800:1075:3478:3dca:32a6:49dd	ICMPv6	Time exceeded (In-transit)
13	2.000882	2001:da8:d800:1075:3478:3dca:32a6:49dd	2001:da8:d800::3	ICMPv6	Echo request
14	2.002102	2001:da8:d800:ffff::1	2001:da8:d800:1075:3478:3dca:32a6:49dd	ICMPv6	Time exceeded (In-transit)
15	2.002194	2001:da8:d800:1075:3478:3dca:32a6:49dd	2001:da8:d800::3	ICMPv6	Echo request
16	2.003335	2001:da8:d800:ffff::1	2001:da8:d800:1075:3478:3dca:32a6:49dd	ICMPv6	Time exceeded (In-transit)
17	2.003410	2001:da8:d800:1075:3478:3dca:32a6:49dd	2001:da8:d800::3	ICMPv6	Echo request
18	2.004508	2001:da8:d800:ffff::1	2001:da8:d800:1075:3478:3dca:32a6:49dd	ICMPv6	Time exceeded (In-transit)
19	3.000894	2001:da8:d800:1075:3478:3dca:32a6:49dd	2001:da8:d800::3	ICMPv6	Echo request
20	3.001899	2001:da8:d800::3	2001:da8:d800:1075:3478:3dca:32a6:49dd	ICMPv6	Echo reply
21	3.001993	2001:da8:d800:1075:3478:3dca:32a6:49dd	2001:da8:d800::3	ICMPv6	Echo request
22	3.002944	2001:da8:d800::3	2001:da8:d800:1075:3478:3dca:32a6:49dd	ICMPv6	Echo reply
23	3.003017	2001:da8:d800:1075:3478:3dca:32a6:49dd	2001:da8:d800::3	ICMPv6	Echo request
24	3.003974	2001:da8:d800::3	2001:da8:d800:1075:3478:3dca:32a6:49dd	ICMPv6	Echo reply

图 1-3 系统输出信息

【问题 4】(2 分)

地址 FF02::2 属于 IPv6 的哪种基本地址类型? 在 IPv6 地址中,如何表达广播地址?

1.2.1.2 要点解析

【问题 1】(3 分): 这是一道要求读者掌握 IPv4 网络向 IPv6 网络平稳过渡实现技术的问答题。本题的解答思路是,从 IPv4 向 IPv6 的平稳演进是一个渐进的过程,在 IPv4 的网络环境里组建 IPv6 网络,可以通过①双协议栈技术 (dual stack)、②隧道技术和③翻译器技术等技术来实现。这 3 种技术的实现原理及对比参见表 1-2。

表 1-2 IPv4 向 IPv6 的过渡技术对比表

序号	过渡技术	实现原理
①	双协议栈技术	是指在一台主机上同时安装 IPv6 和 IPv4 两种协议,使得该主机既可以和仅支持 IPv4 协议的主机通信,也可以和仅支持 IPv6 协议的主机通信
②	隧道技术	是指在隧道的入口处,路由器将 IPv6 的数据分组封装入 IPv4 中,其中 IPv4 分组的源地址和目的地址分别为隧道入口和出口的 IPv4 地址;在隧道的出口处再将 IPv6 分组取出转发给目的站点
③ 翻 译 器 技 术	SOCKS64 技术	是一种相当于高层协议网关的技术。SOCKS64 服务器也是一个双协议栈主机,它可以同时和 IPv4 或 IPv6 主机进行通信。SOCKS64 客户只与服务器直接通信,客户与其他 IPv4 或 IPv6 主机的通信由 SOCKS64 服务器代理完成
	网络地址转换 NAT 技术	该技术在 IPv4 向 IPv6 的平稳演进时,分别将 IPv4 地址和 IPv6 地址视为 NAT 技术中内部地址和全局地址,它解决了 IPv4 主机与 IPv6 主机互通的问题,而且实现的代价也比 SOCKS 技术低
	传输层中继 (Transport Relay)	是一种通过建立一个中间的传输层中继器来实现的解决方案,该中继器的功能是将一个 IPv4 的 TCP 或 UDP 连接在传输层与一个 IPv6 的 TCP 或 UDP 连接关联起来,从而实现在传输层的“协议翻译”
	应用层代理网关 (ALG: Application Level Gateway)	该代理网关可做应用程序的中间代理,它隐藏了站点信息,而且可以与其他的一些应用层技术(例如缓冲技术等)相结合来提高服务性能。如果一个代理网关同时支持 IPv4 和 IPv6 协议的话,它就可以作为一个 IPv4 和 IPv6 之间的转换器,在应用层执行转换和“翻译”的功能

另外需要注意的几个问题是:

① 由于隧道技术只要求分组在隧道的入口和出口处进行修改, 对其他部分没有要求, 因此该技术在各种通信网络中比较容易实现。目前, 隧道技术是国际 IPv6 试验床 6bone 所采用的技术。

② SOCKS64 技术虽然可以满足 IPv4 和 IPv6 主机之间的互操作, 但是由于 SOCKS64 服务器相当于高层软件网关, 因此实现它的代价比较大, 通常只作为暂时性的过渡技术。

③ 网络地址转换 NAT 技术的缺点在于不能支持所有的应用。例如 FTP 协议需要在高层传递 IP 地址、端口等信息, 如果不将高层报文中的 IP 地址进行变换, 那么 FTP 就不能正常工作。这就要求 NAT 技术对每种类似 FTP 协议的应用做出相应的更改, 但这一通信处理的工作量及所带来的网络延迟是不可忽视的。对于在应用层进行认证、加密的应用协议也无法直接在 NAT 环境中应用, 这一缺点也大大限制了 NAT 技术的广泛应用。

【问题 2】(5 分): 这是一道要求读者掌握双协议栈技术工作原理及其协议栈的分析推理题。本题的解答思路如下。

题干中 (1) 空缺处属于基本概念识记题, 要求结合示意图理解双协议栈技术的工作原理。其解答技巧是仔细阅读图 1-1 中给出的提示信息, 从中提取关键信息进行填写。在图 1-1 中有一台同时支持 IPv6 和 IPv4 两种协议的主机, 它既可与仅支持 IPv4 协议的主机通信, 也可以和仅支持 IPv6 协议的主机通信。图中关键信息“IPv4/v6 双协议栈主机”中“双协议栈”就是 (1) 空缺处的答案。

图 1-2 中 (2) ~ (5) 空缺处属于协议层次结构分析题。增加 IPv6 协议后, TCP/IP 协议簇的总体层次结构没有发生较大的变更, 从上而下依然是应用层、运输层 (有时也称为传输层)、网际层 (有时也称为网络层)、网络接口层。依据这一知识点, 可将 ④ 应用层协议定位到 (5) 空缺处; 传输控制协议 TCP/用户数据报协议 UDP 属于运输层的两大协议, 因此, 将 ① TCP/UDP 协议定位到 (4) 空缺处; 因为互联网协议 IPv4 协议、IPv6 协议均属于网际层的协议, 所以, 可将 ② IPv4 协议、③ IPv6 协议分别定位于 (2)、(3) 任一空缺处, 即 (2)、(3) 空缺处所填写的内容可互换。完整的基于双协议栈技术的 IPv4/v6 协议栈如图 1-4 所示。

应用层	应用层协议	
运输层	TCP/UDP 协议	
网际层	IPv6 协议	IPv4 协议
网络接口层	网络接口层协议	

图 1-4 IPv4/v6 双协议栈

【问题 3】(5 分): 这是一道要求读者掌握 IPv6 常用命令及其结果信息分析的实践操作题。本题的分析思路如下。

Windows XP 操作系统提供对 IPv6 的支持, 可在“开始→运行”命令行窗口中运行“IPv6 install”命令完成 IPv6 的安装。安装完成后, 可打开“控制面板/网络连接”中本地连接属性窗口, 查看 IPv6 协议的安装是否成功。网卡中成功绑定 IPv6 协议的示意图如图 1-5。如果想在某台 IPv4/v6 双协议栈主机上卸载所安装的 IPv6 协议栈, 可使用“IPv6 uninstall”命令并重启计算机来完成相应任务。



在 Windows XP 操作系统的“c:\windows\system32”目录中可使用 IPv6 命令来显示 IPv6 配置信息，且可以对接口、地址和路由表进行相应配置；使用 tracert 命令可进行路由跟踪，图 1-3 所示是该命令的结果返回信息。根据图中信息可知，tracert 命令缺省使用 UDP 协议，源端口使用 32834，目的端口使用 33434，中间路由器回送 ICMPv6 Time exceed，目的端回送 ICMPv6 ECHO Reply。对于每个 Hop Limit 值，信源端发送 3 个 UDP 报文；Hop Limit 设置的最大值为 30，IP 载荷为 72B。

其中 (9)、(10) 两个空格可从图 1-3 中“Protocol”和“Info”栏中找到答案。图中冒号十六进制表示的 IPv6 地址“2001:da8:d800:1075:3478:3dca:32a6:49dd”

是信源的地址；地址“2001:da8:d800::3”是信宿的 IPv6 地址；而地址“2001:da8:d800:1075::1”、地址“2001:da8:d800:75::1”、地址“2001:da8:d800:ffff::1”则是中间路由器相应端口的 IPv6 地址。

IPv6 的 IP 地址域为 128 比特，拥有 2^{128} 巨大的地址空间。为便于理解协议，设计者用冒号将其分割成 8 个 16 比特的数组，每个数组用 4 位 16 进制数表示。例如图 1-3 中的信源地址 2001:0da8:d800:1075:3478:3dca:32a6:49dd。

IPv6 规范中对在每个 4 位一组的 16 进制数，如其高位为 0，则可省略。例如将 0da8 写成 da8，0008 写成 8，0000 写成 0。于是图 1-3 中的信源地址“2001:0da8:d800:1075:3478:3dca:32a6:49dd”可缩写成 2001:da8:d800:1075:3478:3dca:32a6:49dd。

为了进一步简化，IPv6 规范中导入了重叠冒号的规则，即用重叠冒号来置换地址中的连续 16 比特的 0。例如，图 1-3 中信宿地址 2001:0da8:d800:0000:0000:0000:0000:0003，可以表示成如下的缩写形式：

2001:da8:d800::3。

提醒注意的是：重叠冒号的规则在一个 IP 地址中只能使用一次。例如，地址 0:0:0:BA98:7654:0:0:0 可缩写成 ::BA98:7654:0:0:0 或 0:0:0:BA98:7654::，但不能写成 ::BA98:7654::。

当网络中共存着 IPv4、IPv6 节点时，可将 IP 地址表达成“X:X:X:X:X:d.d.d.d”形式，其中 X 是地址中 6 个最高位的 16 进制值，d 是 4 个低位的十进制值（即标准 IPv4 点分十进制表示法）。例如，0:0:0:0:0:13.1.68.3 或用压缩形式::13.1.68.3。

另外，需要应试者注意的是，本题的相关考核点在 Linux 操作系统环境中答案是不同的。对于 Linux 操作系统实现 IPv6 路由器配置需要经过以下几个步骤。

- ① 运行 `echo 1 > /proc/sys/net/IPv6/conf/all/forwarding`，打开数据包转发功能；
- ② 登录站点 <http://v6web.litech.org/radvd> 下载并安装路由器公告守护程序 radvd；

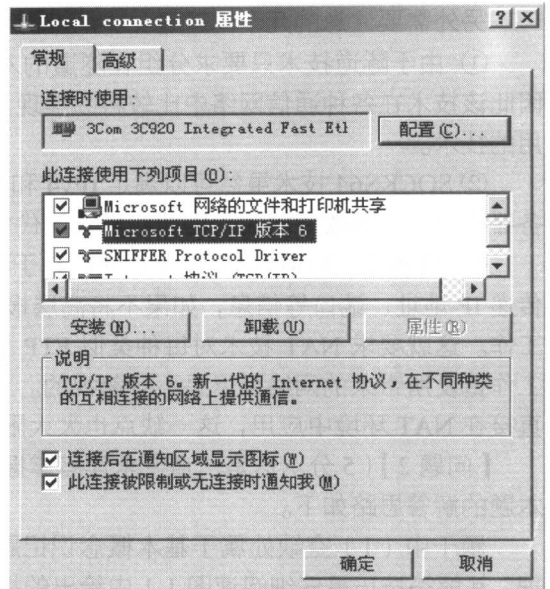


图 1-5 网卡中成功绑定 IPv6 协议的示意图

- ③ 配置相应的路由器公告，其缺省文件是 `radvd.conf`;
- ④ 启动 `radvd` 进程。

与 Windows XP 操作系统不同的是，在 Linux 操作系统中使用 `tracert6` 命令进行路由跟踪。该命令缺省使用 UDP 协议，源端口使用 32834，目的端口 33434，中间路由器回送 ICMPv6 Time exceed，目的端回送 ICMPv6 UDP port unreachable；对于每个 Hop Limit 值，信源端发送 3 个 UDP 报文；Hop Limit 设置的最大值为 30，IP 载荷为 24 字节。另外，在 Linux 操作系统中可使用 `ifconfig` 命令来显示和配置 IPv6 接口信息；使用 `route` 命令显示和配置 IPv6 路由信息；使用 `ip` 命令配置和显示 IPv6 地址、路由、相邻主机缓存等信息。

【问题 4】(2 分)：这是一道要求读者掌握 IPv6 地址类型的理解题。本题的分析思路如下。

① IPv6 支持 3 种基本地址类型：单播 (unicast) 地址、组播 (multicast) 地址、任意播 (anycast) 地址。这 3 种地址类型的定义及其相互间区别见表 1-3。

表 1-3 IPv6 基本地址类型表

地址类型	定义	备注
单播地址	是点对点通信时使用的地址，目的地址为某一台计算机或路由器的 IP 地址	此地址仅标识一个接口。网络负责把对单播地址发送的分组送到该接口上
组播地址	用于表示主机组，即标识一组接口。该组可包括属于不同系统的多个接口。当分组的目的地址是组播地址时，网络尽可能将分组发到该组的所有接口上	单播地址与组播地址的区别体现在地址的最高字节上，如果值为 0FFH (1111 1111) 的就是一个组播地址，任何其他值都是单播地址
任意播地址	也用于标识一个接口组，即其目的地是共享同一个公网 IP 地址的计算机的集合。当数据分组选择一条最短路径到达目的网络后，分组将只送达该组中最近 (寻路协议意义上的最近) 的一个成员	它是 IPv6 中新导入的功能。它与组播地址的区别在于发送分组的方法，即向任意播地址发送的分组并未被分发给组内的所有成员，而只发往由该地址标识的“最近的”那个接口。任意播地址可取自单播地址空间，且从语法上与单播地址没有区别

② 在 IPv6 基本地址类型中，预定义的组播地址又分为保留的组播地址、全节点地址、全路由器地址、被请求的节点地址等 4 种类型，它们之间的区别如表 1-4 所示。

表 1-4 预定义的组播地址表

地址类型	组标志	地址或地址取值范围	备注
保留的组播地址	0	FF00:0:0:0:0:0:0:0 FF03:0:0:0:0:0:0:0 FF06:0:0:0:0:0:0:0 FF09:0:0:0:0:0:0:0 FF0C:0:0:0:0:0:0:0 FF0F:0:0:0:0:0:0:0 FF01:0:0:0:0:0:0:0 FF04:0:0:0:0:0:0:0 FF07:0:0:0:0:0:0:0 FF0A:0:0:0:0:0:0:0 FF0D:0:0:0:0:0:0:0 FF02:0:0:0:0:0:0:0 FF05:0:0:0:0:0:0:0 FF08:0:0:0:0:0:0:0 FF0B:0:0:0:0:0:0:0 FF0E:0:0:0:0:0:0:0	这些保留的地址绝不可以分配给任何组播组
全节点地址	1	如区域标志位为 1，就用于标识此系统的所有节点，记作 FF01::1 如区域标志位为 2，就能标识此链路上的所有节点，记作 FF02::1	所有 IPv6 节点的地址
全路由器地址	2	如区域标志位为 1，就能标识此节点上的所有路由器，记作 FF01::2； 如区域标志位为 2 或 5，就能标识链路上或节点上所有的路由器，记作 FF02::2 或 FF05::2	所有 IPv6 路由器的地址
被请求的节点地址		FF02:0:0:0:1:FF00:0000 ~ FF02:0:0:0:1:FFFF:FFFF (取单播或任意播地址的低 24 比特，再加上前缀 FF02:0:0:0:1:FF00::/104，就可生成这个范围内的一个组播地址)	此组播地址由一个节点的单播或任意播地址生成

③ 需要注意的是：组播地址和任意播地址均不可用作 IPv6 的信源地址；同时组播地址