



网络工程师

5天



朱小平 施游 编著

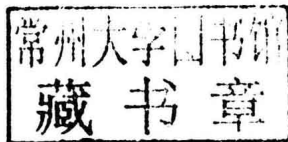
- 攻克要塞**软考研究**团队真情分享
- 5天精华，浓缩著名一线软考讲师10年**黄金经验**
- 基于历年考点频次大数据组织编写，内容科学，重点突出
- 精确匹配新考纲，“攻克要塞”APP提供全天候学习支持
- 方法独特，提炼精辟，已助数万考生轻松通过**网络工程师考试**

网络工程师 5 天修炼

(第三版)

朱小平 施 游 编著

攻克要塞软考研究团队 主审



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

· 北京 ·

内 容 提 要

网络工程师考试是计算机技术与软件专业技术资格(水平)考试系列中的一个重要考试,是计算机专业技术人员获得网络工程师职称的一个重要途径。但网络工程师考试涉及的知识点极广,几乎涵盖了本科计算机专业课程的全部内容,并且有一定的难度。

本书以作者多年从事软考教育培训和试题研究的心得体会建立了一个5天的复习架构。本架构通过深度剖析考试大纲并综合历年的考试情况,将网络工程师考试涉及的各知识点高度概括、整理,以知识图谱的形式将整个考试分解为一个个相互联系的知识点逐一讲解,并附以典型的考试试题和详细的试题分析解答以确保做到触类旁通。读者通过对本书中知识图谱的了解可以快速提高复习效率和准确度,做到复习有的放矢,考试便得心应手。最后还给出了一套全真的模拟试题并详细作了点评。

本书可作为参加网络工程师考试考生的自学用书,也可作为软考培训班的教材。

图书在版编目(CIP)数据

网络工程师5天修炼 / 朱小平, 施游编著. — 3版

— 北京: 中国水利水电出版社, 2018.2 (2018.5重印)

ISBN 978-7-5170-6302-5

I. ①网… II. ①朱… ②施… III. ①计算机网络—
资格考试—自学参考资料 IV. ①TP393

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第019374号

策划编辑: 周春元 责任编辑: 张玉玲 加工编辑: 孙丹 封面设计: 李佳

书 名	网络工程师5天修炼(第三版) WANGLUO GONGCHENGSHI 5 TIAN XIULIAN
作 者	朱小平 施游 编著 攻克要塞软考研究团队 主审
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net(万水) sales@waterpub.com.cn
经 售	电话: (010) 68367658(营销中心)、82562819(万水) 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	三河市鑫金马印装有限公司
规 格	184mm×240mm 16开本 23.5印张 548千字
版 次	2012年4月第1版 2012年4月第1次印刷 2018年2月第3版 2018年5月第2次印刷
印 数	3001—6000册
定 价	58.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

编委会成员

编委：

尹晶海 邓子云 艾教春 朱小平

刘 星 丁知平 陈绍继 周文军

施 游 徐鹏飞 唐一东 黄少年

朱海洋 陈 暄 朱 卿 崔正纲

郑 勇 黄 瑛 吕 博 刘 毅

郝 斌 关志欣 张 岭 伍振彬

李祥忠 王 骏 黄建奇 曾晓宇

I

第三版前言

通过网络工程师考试已成为 IT 技术人员获得薪水和职称提升的必要条件，在企业和政府的信息化过程中也需要大量拥有网络工程师资质的专业人才，同时，随着北上广等大城市积分落户制度的实施，软考中级以上职称证书也是获得积分的重要一项，因此，每年都会有大批的“准网络工程师”参加这个考试。我们每年在全国各地进行的考前辅导中，与很多“准网络工程师”交流过，他们都反映出一个心声：“考试面涉及太广，通过考试不容易”。在这些学员当中，有的基础扎实，有的薄弱；有的是计算机专业科班出身，有的是学其他专业转行的；为什么都会有这样一个感觉呢？有的认为工作很忙，没有工夫来学习；有的认为年纪大了，理论性的知识不用多年，重新拾起不容易；有的认为理论扎实，但是经验欠缺。据此，考生最希望能得到老师给出的所谓的当次考试重点。但软考作为严肃的国家级考试不可能会在考前出现所谓的重点。因此，在这里我给各位准备考试的学员一个真诚的建议，与其等待所谓的重点，不如静下心来，看一看书，将工作的心得体会结合考试来理一理，或许就会有柳暗花明的感觉。考试能不能过关，主要还在于个人的修为。

为了帮助“准网络工程师”们，结合多年来辅导的心得，我想就以历次培训经典的 5 天时间、30 个学时作为学习时序，取名为“网络工程师的 5 天修炼”，寄希望于考生能在 5 天的时间里有所飞跃。5 天的时间很短，但真正深入学习也挺不容易。真诚地希望“准网络工程师”们能抛弃一切杂念，静下心来，花仅仅 5 天的时间，当作一个修炼项目来做，相信您一定会有意外的收获。

然而，考试的范围十分广泛，从信息化的基础知识到软件工程、操作系统、项目管理、知识产权、计算机网络基础，再到网络安全技术等领域知识，下午的案例分析中甚至还涉及华为设备的配置，因此有一定的难度。好在考试涉及的非网络部分知识考点相对集中，复习的时候可以通过一些技巧快速提升学习效果，考试的侧重点还在网络技术部分；因此，必须根据考试的规律，按图索骥，通过一定的技巧和方法，可以快速达到通过考试的目的。

本书的“5 天修炼”是这样来安排的：

第 1 天“打好基础，掌握理论”。先掌握网络工程师考试最基础的内容，以网络体系结构的层次思想为指导，对网络有初步的认识。

第 2 天“夯实基础，再学理论”。在了解网络基本通信模型的基础上，进一步学习网络安全、

无线网络、存储技术和计算机的软硬件知识，涵盖了考试中的前十道非网络部分试题。

第3天“动手操作，案例配置”。掌握网络工程中操作系统和服务器的各种实际操作，对 Windows 系统和 Linux 系统的基本配置有深入了解。

第4天“再接再厉，案例实践”。学习网络工程中最核心的设备配置及综合应用知识，主要考查华为等厂商的交换机、路由器、防火墙的实际配置案例和网络规划设计，充分掌握考试中设备配置和网络规划设计的知识点。

第5天“模拟测试，反复操练”。进入全真的模拟考试，检验自己的学习效果，熟悉考试的题型和题量，进一步提升修炼成果。

不过也提醒“准网络工程师”们，不要只是为了考试而考试，一定是要抱着“修炼”的心态，通过考试只是目标之一，更多是要提高自身水平，将来在工作岗位上有所作为。

此外，要感谢中国水利水电出版社万水分社副总经理周春元，他的辛勤劳动和真诚约稿，也是我能编写此书的动力之一。感谢和我共事多年的邓子云和刘毅先生对本书的编写给出许多宝贵的意见，感谢我的同事们、助手们，是他们帮助我做了大量的资料整理，甚至参与了部分编写工作。

然而，虽经多年锤炼，本人毕竟水平有限，敬请各位考生、各位培训师批评指正，不吝赐教。我的联系邮箱是：zhuxiaoping@hunau.net。

同时，可以关注我们的微信平台，与我们进行实时的互动。我们有专业老师在其中为大家解答考试相关的问题。



编者
2018年4月

II

目 录

第三版前言

第1天 打好基础, 掌握理论	1	2.4.1 考点分析	23
◎冲关前的准备	1	2.4.2 知识点精讲	23
◎考试形式解读	1	2.5 其他知识点	24
◎答题注意事项	1	2.5.1 考点分析	24
◎制定复习计划	2	2.5.2 知识点精讲	25
第1学时 网络体系结构	3	第3学时 数据链路层	25
1.1 OSI参考模型	4	3.1 检错与纠错	26
1.1.1 考点分析	4	3.1.1 考点分析	26
1.1.2 知识点精讲	4	3.1.2 知识点精讲	26
1.2 TCP/IP参考模型	7	3.2 点对点协议	31
1.2.1 考点分析	7	3.2.1 考点分析	31
1.2.2 知识点精讲	8	3.2.2 知识点精讲	31
第2学时 物理层	9	3.3 常见广播方式的数据链路层	32
2.1 数据通信理论知识	9	3.3.1 考点分析	32
2.1.1 考点分析	9	3.3.2 知识点精讲	32
2.1.2 知识点精讲	10	第4学时 网络层	40
2.2 数字传输系统	19	4.1 IP协议与IP地址	40
2.2.1 考点分析	19	4.1.1 考点分析	40
2.2.2 知识点精讲	19	4.1.2 知识点精讲	41
2.3 接入技术	20	4.2 地址规划与子网规划	45
2.3.1 考点分析	20	4.2.1 考点分析	45
2.3.2 知识点精讲	20	4.2.2 知识点精讲	45
2.4 有线传输介质	23	4.3 ICMP	49

4.3.1 考点分析	49	6.7 其他应用协议	86
4.3.2 知识点精讲	49	6.7.1 考点分析	86
4.4 ARP 和 RARP	51	6.7.2 知识点精讲	86
4.4.1 考点分析	51	第 2 天 夯实基础, 再学理论	88
4.4.2 知识点精讲	51	第 1 学时 网络安全	88
4.5 IPv6	53	7.1 安全设计、原则与审计	89
4.5.1 考点分析	53	7.1.1 考点分析	89
4.5.2 知识点精讲	53	7.1.2 知识点精讲	89
4.6 NAT	55	7.2 可靠性	90
4.6.1 考点分析	55	7.2.1 考点分析	90
4.6.2 知识点精讲	55	7.2.2 知识点精讲	90
第 5 学时 传输层	56	7.3 网络安全威胁	93
5.1 TCP	56	7.3.1 考点分析	93
5.1.1 考点分析	56	7.3.2 知识点精讲	93
5.1.2 知识点精讲	56	7.4 加密算法与信息摘要	95
5.2 UDP	65	7.4.1 考点分析	95
5.2.1 考点分析	65	7.4.2 知识点精讲	95
5.2.2 知识点精讲	65	7.5 数字签名与数字证书	97
第 6 学时 应用层	66	7.5.1 考点分析	97
6.1 DNS	67	7.5.2 知识点精讲	97
6.1.1 考点分析	67	7.6 密钥分配	99
6.1.2 知识点精讲	67	7.6.1 考点分析	99
6.2 DHCP	72	7.6.2 知识点精讲	99
6.2.1 考点分析	72	7.7 SSL、HTTPS	101
6.2.2 知识点精讲	72	7.7.1 考点分析	101
6.3 WWW 与 HTTP	74	7.7.2 知识点精讲	101
6.3.1 考点分析	74	7.8 RADIUS	103
6.3.2 知识点精讲	74	7.8.1 考点分析	103
6.4 E-mail	77	7.8.2 知识点精讲	103
6.4.1 考点分析	77	7.9 VPN	104
6.4.2 知识点精讲	77	7.9.1 考点分析	104
6.5 FTP	79	7.9.2 知识点精讲	104
6.5.1 考点分析	79	7.10 网络隔离与入侵检测	108
6.5.2 知识点精讲	79	7.10.1 考点分析	108
6.6 SNMP	81	7.10.2 知识点精讲	108
6.6.1 考点分析	81	第 2 学时 无线基础知识	109
6.6.2 知识点精讲	81	8.1 无线局域网	110

8.1.1 考点分析	110	11.1.2 知识点精讲	127
8.1.2 知识点精讲	110	11.2 流水线技术	131
8.2 无线局域网安全	114	11.2.1 考点分析	131
8.2.1 考点分析	114	11.2.2 知识点精讲	131
8.2.2 知识点精讲	114	11.3 内存结构与寻址	133
8.3 无线局域网配置	115	11.3.1 考点分析	133
8.3.1 考点分析	115	11.3.2 知识点精讲	133
8.3.2 知识点精讲	115	11.4 数的表示与计算	135
8.4 3G/4G	118	11.4.1 考点分析	135
8.4.1 考点分析	118	11.4.2 知识点精讲	135
8.4.2 知识点精讲	118	11.5 总线与中断	138
第3学时 存储技术基础	119	11.5.1 考点分析	138
9.1 RAID	119	11.5.2 知识点精讲	138
9.1.1 考点分析	119	第6学时 计算机软件知识	139
9.1.2 知识点精讲	119	12.1 操作系统概念	139
9.2 NAS 和 SAN	120	12.1.1 考点分析	139
9.2.1 考点分析	120	12.1.2 知识点精讲	139
9.2.2 知识点精讲	120	12.2 软件开发	142
第4学时 网络规划与设计	121	12.2.1 考点分析	142
10.1 网络生命周期	121	12.2.2 知识点精讲	142
10.1.1 考点分析	121	12.3 项目管理基础	150
10.1.2 知识点精讲	121	12.3.1 考点分析	150
10.2 网络需求分析	122	12.3.2 知识点精讲	150
10.2.1 考点分析	122	12.4 软件知识产权	153
10.2.2 知识点精讲	122	12.4.1 考点分析	153
10.3 通信规范分析	123	12.4.2 知识点精讲	153
10.3.1 考点分析	123	第3天 动手操作, 案例配置	158
10.3.2 知识点精讲	123	第1学时 必考题1——Windows 管理	158
10.4 逻辑网络设计	124	13.1 域与活动目录	158
10.4.1 考点分析	124	13.1.1 考点分析	158
10.4.2 知识点精讲	124	13.1.2 知识点精讲	159
10.5 物理网络设计	125	13.2 用户与组	161
10.5.1 考点分析	125	13.2.1 考点分析	161
10.5.2 知识点精讲	125	13.2.2 知识点精讲	161
第5学时 计算机硬件知识	127	13.3 文件系统与分区管理	163
11.1 CPU 体系结构	127	13.3.1 考点分析	163
11.1.1 考点分析	127	13.3.2 知识点精讲	164

第2学时 上、下午考试共同考点1——	16.5 常见配置文件	211
Windows 命令	16.5.1 考点分析	211
14.1 IP 配置网络命令	16.5.2 知识点精讲	211
14.1.1 考点分析	第5学时 上、下午考试共同考点2——	
14.1.2 知识点精讲	Linux 命令	212
14.2 系统管理命令	17.1 系统与文件管理命令	212
14.2.1 考点分析	17.1.1 考点分析	213
14.2.2 知识点精讲	17.1.2 知识点精讲	213
第3学时 案例难点1——Windows 配置	17.2 网络配置命令	221
15.1 DNS 服务器配置	17.2.1 考点分析	221
15.1.1 考点分析	17.2.2 知识点精讲	221
15.1.2 知识点精讲	第6学时 案例难点2——Linux 配置	228
15.2 DHCP 服务器配置	18.1 DNS 服务器配置	228
15.2.1 考点分析	18.1.1 考点分析	229
15.2.2 知识点精讲	18.1.2 知识点精讲	229
15.3 Web 服务器配置	18.2 DHCP 服务器配置	234
15.3.1 考点分析	18.2.1 考点分析	234
15.3.2 知识点精讲	18.2.2 知识点精讲	234
15.4 FTP 服务器配置	18.3 FTP 服务器配置	238
15.4.1 考点分析	18.3.1 考点分析	238
15.4.2 知识点精讲	18.3.2 知识点精讲	238
15.5 远程访问与路由配置	18.4 Web 服务器配置	242
15.5.1 考点分析	18.4.1 考点分析	242
15.5.2 知识点精讲	18.4.2 知识点精讲	242
第4学时 必考题2——Linux 管理	第4天 再接再厉, 案例实践	245
16.1 分区与文件管理	第1学时 交换基础	245
16.1.1 考点分析	19.1 交换机概述	245
16.1.2 知识点精讲	19.1.1 考点分析	245
16.2 系统启动过程	19.1.2 知识点精讲	246
16.2.1 考点分析	19.2 交换机工作原理	249
16.2.2 知识点精讲	19.2.1 考点分析	249
16.3 系统运行级别	19.2.2 知识点精讲	249
16.3.1 考点分析	第2学时 案例重点1——交换机配置	250
16.3.2 知识点精讲	20.1 交换机基础配置	250
16.4 守护进程	20.1.1 考点分析	250
16.4.1 考点分析	20.1.2 知识点精讲	251
16.4.2 知识点精讲	20.2 端口配置	256

20.2.1 考点分析	256	22.4.1 考点分析	294
20.2.2 知识点精讲	256	22.4.2 知识点精讲	294
20.3 VLAN 配置	260	22.6 IPv6	295
20.3.1 考点分析	260	22.6.1 考点分析	295
20.3.2 知识点精讲	260	22.6.2 知识点精讲	295
20.4 STP	271	22.7 NAT	298
20.4.1 考点分析	271	22.7.1 考点分析	298
20.4.2 知识点精讲	272	22.7.2 知识点精讲	298
20.5 VRRP	278	第 5 学时 案例难点 3——防火墙配置	304
20.5.1 考点分析	278	23.1 防火墙基本知识	304
20.5.2 知识点精讲	278	23.1.1 考点分析	304
第 3 学时 路由基础	280	23.1.2 知识点精讲	304
21.1 路由器概述	281	23.2 ACL	306
21.1.1 考点分析	281	23.2.1 考点分析	306
21.1.2 知识点精讲	281	23.2.2 知识点精讲	306
21.2 路由器原理	281	23.3 防火墙基本配置	307
21.2.1 考点分析	281	23.3.1 考点分析	307
21.2.2 知识点精讲	282	23.3.2 知识点精讲	307
21.3 端口种类	282	第 6 学时 案例难点 4——VPN 配置	311
21.3.1 考点分析	282	24.1 IPsec VPN 配置基本知识	311
21.3.2 知识点精讲	282	24.2 IPsec VPN 配置	312
第 4 学时 案例重点 2——路由配置	284	第 5 天 模拟测试, 反复操练	316
22.1 路由器基础配置	285	第 1~2 学时 模拟测试 1 (上午试题)	316
22.1.1 考点分析	285	第 3~4 学时 模拟测试 1 (下午试题)	325
22.1.2 知识点精讲	285	第 5~6 学时 模拟测试 1 点评 (上午试题)	331
22.2 RIP	287	第 7~8 学时 模拟测试 1 点评 (下午试题)	341
22.2.1 考点分析	287	附录一 网络工程师考试常考公式、要点	
22.2.2 知识点精讲	287	汇总表	345
22.3 OSPF	288	附录二 网络工程师考试常用术语汇总表	351
22.3.1 考点分析	288	附录三 网络工程师考试华为常用命令集	360
22.3.2 知识点精讲	289	后记	364
22.4 BGP	294	参考文献	365

第 1 天

打好基础，掌握理论

◎冲关前的准备

不管基础如何、学历如何，拿到这本书的就算是有缘人。5天的关键学习并不需要准备太多的东西，不过还是在此罗列出来，以做一些必要的简单准备。

- (1) 本书。如果看不到本书那真是太遗憾了。
- (2) 至少 20 张草稿纸。
- (3) 1 支笔。
- (4) 处理好自己的工作和生活，以使这 5 天能静下心来学习。

◎考试形式解读

网络工程师考试有两场，分为上午考试和下午考试，两场考试都过关才能算这个级别的考试过关。

上午考试的内容是计算机与网络知识，考试时间为 150 分钟，笔试，选择题，而且全部是单项选择题，其中含 5 分的英文题。上午考试总共 75 道题，共计 75 分，按 60% 计，45 分算过关。

下午考试的内容是网络系统设计与管理，考试时间为 150 分钟，笔试，问答题。一般为 5 道大题，每道大题 15 分，有若干个小问，总计 75 分，按 60% 计，45 分算过关。

◎答题注意事项

上午考试答题时要注意以下事项：

(1) 记得带 2B 以上的铅笔和一块比较好用的橡皮。上午考试答题采用填涂答题卡的形式，阅卷是由机器阅卷的，所以需要带 2B 以上的铅笔；带好用的橡皮是为了修改选项时擦得比较干净。

(2) 注意把握考试时间，虽然上午考试时间有 150 分钟，但是题量还是比较大的，一共 75 道题，做一道题还不到 2 分钟，因为还要留出 10 分钟左右来填涂答案卡和检查核对。笔者的考

试经验是做 20 道左右的试题就在答题卡上填涂完这 20 道题, 这样不会慌张, 也不会明显地影响进度。

(3) 做题先易后难。上午考试一般前面的试题会容易一点, 大多是知识点性质的题目, 但也会有一些计算题, 有些题还会有一定的难度, 个别试题还会出现新概念题(即在教材中找不到答案, 平时工作也可能很少接触), 这些题常出现在 60~70 题之间。考试时建议先将容易做的和自己会的做完, 其他的先跳过去, 在后续的时间中再集中精力做难题。

下午考试答题采用的是专用答题纸, 既有选择题也有填空题。下午考试答题要注意以下事项:

(1) 先易后难。先大致浏览一下 5 道考题, 考试往往既有知识点问答题也有计算题, 同样先将自己最为熟悉和最有把握的题完成, 再重点攻关难题。

(2) 问答题最好以要点形式回答。阅卷时多以要点给分, 不一定要与参考答案一模一样, 但常以关键词语或语句意思表达相同或接近为判断是否给分和给多少分标准。因此答题时要点要多写一些, 以涵盖到参考答案中的要点。比如, 如果题目中某问题给的是 5 分, 则极可能是 5 个要点, 1 个要点 1 分, 回答时最好能写出 7 个左右的要点。

(3) 配置题分数一定要拿到。网络工程师的配置题分值大、形式固定、内容变化也不大, 熟悉基本和常见的配置命令和配置流程就能拿高分。

◎制定复习计划

5 天的关键学习对于每个考生来说都是一个挑战, 这么多的知识点要在短短的 5 天时间内翻个底朝天, 是很不容易的, 也是非常紧张的, 但也是值得的。学习完这 5 天, 相信您会感到非常充实, 考试也会胜券在握。先看看这 5 天的内容是如何安排的呢(如表 1-0-1 所示)。

表 1-0-1 5 天修炼学习计划表

时间	学习内容	
第 1 天 打好基础, 掌握理论	第 1 学时	网络体系结构
	第 2 学时	物理层
	第 3 学时	数据链路层
	第 4 学时	网络层
	第 5 学时	传输层
	第 6 学时	应用层
第 2 天 夯实基础, 再学理论	第 1 学时	网络安全
	第 2 学时	无线基础知识
	第 3 学时	存储技术基础
	第 4 学时	网络规划与设计
	第 5 学时	计算机硬件知识
	第 6 学时	计算机软件知识

续表

时间	学习内容	
第 3 天 动手操作，案例配置	第 1 学时	Windows 管理
	第 2 学时	Windows 命令
	第 3 学时	Windows 配置
	第 4 学时	Linux 管理
	第 5 学时	Linux 命令
	第 6 学时	Linux 配置
第 4 天 再接再厉，案例实践	第 1 学时	交换基础
	第 2 学时	案例重点 1——交换机配置
	第 3 学时	路由基础
	第 4 学时	案例重点 2——路由配置
	第 5 学时	案例难点 3——防火墙配置
	第 6 学时	案例难点 4——VPN 配置
第 5 天 模拟测试，反复操练	第 1~2 学时	模拟测试 1（上午试题）
	第 3~4 学时	模拟测试 1（下午试题）
	第 5~6 学时	模拟测试 1（上午试题点评）
	第 7~8 学时	模拟测试 1（下午试题点评）

从笔者这几年的考试培训经验来看，不怕您基础不牢，怕的就是您不进入状态。闲话不多说了，开始第 1 天的复习吧。

第 1 学时 网络体系结构

第 1 天的第 1 学时主要学习网络体系结构。“网络体系结构”是计算机网络技术的基础知识点，是现代网络技术的整体蓝图，是学习和复习网络工程师考试的前提。根据历年考试的情况来看，每次考试涉及相关知识点的分值在 0~5 分之间，且只有上午考试部分涉及。本章考点知识结构图如图 1-1-1 所示。



图 1-1-1 考点知识结构图

1.1 OSI 参考模型

主要讲述 OSI 参考模型、OSI 各层功能的作用、协议组成等重要基础知识。

1.1.1 考点分析

历年网络工程师考试试题中,涉及本部分的相关知识点有:服务访问点的定义和组成;OSI 参考模型各层的定义、功能和数据单位;OSI 参考模型各子层对应的具体协议。

1.1.2 知识点精讲

设计一个好的网络体系结构是一个复杂的工程,好的网络体系结构使得相互通信的计算终端能够高度协同工作。ARPANET 在早期就提出了分层方法,把复杂问题分割成若干个小问题来解决。1974 年,IBM 第一次提出了系统网络体系结构(System Network Architecture, SNA)概念, SNA 第一个应用了分层的方法。

随着网络飞速发展,用户迫切要求能在不同体系结构的网络间交换信息,不同网络能互连起来。国际标准化组织(International Organization for Standardization, ISO)从 1977 年开始研究这个问题,并于 1979 年提出了一个互联的标准框架,即著名的开放系统互连参考模型(Open System Interconnection/ Reference Model, OSI/RM),简称 OSI 模型。1983 年形成了 OSI/RM 的正式文件——ISO 7498 标准,即常见的七层协议的体系结构。网络体系结构也可以定义为计算机网络各层及协议的集合,这样 OSI 本身就算不上一个网络体系结构,因为没有定义每一层所用到的服务和协议。体系结构是抽象的概念,实现是具体的概念,实际运行的是硬件和软件。

开放系统互连参考模型分七层,从低到高分别是物理层、数据链路层、网络层、传输层、会话层、表示层和应用层。

1. 物理层(Physical Layer)

物理层位于 OSI/RM 参考模型的最底层,为数据链路层实体提供建立、传输、释放所必需的物理连接,并且提供透明的比特流传输。物理层的连接可以是全双工或半双工方式,传输方式可以是异步或同步方式。物理层的数据单位是比特,即一个二进制位。物理层构建在物理传输介质和硬件设备相连接之上,向上服务于紧邻的数据链路层。

物理层通过各类协议定义了网络的机械特性、电气特性、功能特性和规程特性。

- **机械特性:** 规定接口的外形、大小、引脚数和排列、固定位置。
- **电气特性:** 规定接口电缆上各条线路出现的电压范围。
- **功能特性:** 指明某条线上出现某一电平的电压表示何种意义。
- **规程特性:** 指明各种可能事件出现的顺序。

物理层的两个重要概念: DTE 和 DCE。

- **数据终端设备(Data Terminal Equipment, DTE):** 具有一定的数据处理能力和数据收发能

力的设备，用于提供或接收数据。常见的 DTE 设备有路由器、PC、终端等。

- **数据通信设备**（Data Communications Equipment, DCE）：在 DTE 和传输线路之间提供信号变换和编码功能，并负责建立、保持和释放链路的连接。常见的 DCE 设备有 CSU/DSU、NT1、广域网交换机、MODEM 等。

两者的区别是：**DCE提供时钟，而DTE不提供时钟**；DTE的接头是针头（俗称“公头”），而DCE的接头是孔头（俗称“母头”）。

2. 数据链路层（Data Link Layer）

数据链路层将原始的传输线路转变成一条逻辑的传输线路，实现实体间二进制信息块的正确传输，为网络层提供可靠的数据信息。数据链路层的数据单位是**帧**，具有流量控制功能。**链路**是相邻两结点间的物理线路。数据链路与链路是两个不同的概念。**数据链路**可以理解为数据的通道，是物理链路加上必要的通信协议而组成的逻辑链路。

数据链路层应具有的功能：

- **链路连接的建立、拆除和分离**：数据传输所依赖的介质是长期的，但传输数据的实体间的连接是有生存期的。在连接生存期内，收发两端可以进行不等的一次或多次数据通信，每次通信都要经过建立通信联络、数据通信和拆除通信联络这三个过程。
- **帧定界和帧同步**：数据链路层的数据传输单元是帧，由于数据链路层的协议不同，帧的长短和界面也不同，所以必须对帧进行定界和同步。
- **顺序控制**：对帧的收发顺序进行控制。
- **差错检测、恢复**：差错检测多用方阵码校验和循环码校验来检测信道上数据的误码，而帧丢失等用序号检测。各种错误的恢复则常靠反馈重发技术来完成。
- **链路标识、流量/拥塞控制**。

局域网中的数据链路层可以分为**逻辑链路控制**（Logical Link Control, LLC）和**介质访问控制**（Media Access Control, MAC）两个子层。其中 LLC 只在使用 IEEE 802.3 格式的时候才会用到，而如今很少使用 IEEE 802.3 格式，取而代之的是以太帧格式，而使用以太帧格式则不会有 LLC 存在。

3. 网络层（Network Layer）

网络层控制子网的通信，其主要功能是提供**路由选择**，即选择到达目的主机的最优路径，并沿着该路径传输数据包。网络层还应具备的功能有：路由选择和中继；激活和终止网络连接；链路复用；差错检测和恢复；流量/拥塞控制等。

4. 传输层（Transport Layer）

传输层利用实现可靠的**端到端的数据传输**能实现数据分段、**传输和组装**，还提供差错控制和流量/拥塞控制等功能。

5. 会话层（Session Layer）

会话层允许不同机器上的用户之间建立会话。会话就是指各种服务，包括对话控制（记录该由谁来传递数据）、令牌管理（防止多方同时执行同一关键操作）、同步功能（在传输过程中设置检查点，以便在系统崩溃后还能在检查点上继续运行）。

建立和释放会话连接还应做以下工作:

- 将会话地址映射为传输层地址。
- 进行数据传输。
- 释放连接。

6. 表示层 (Presentation Layer)

表示层提供一种通用的数据描述格式,便于不同系统间的机器进行信息转换和相互操作,如会话层完成 EBCDIC 编码(大型机上使用)和 ASCII 码(PC 机上使用)之间的转换。表示层的主要功能有:数据语法转换、语法表示、数据加密和解密、数据压缩和解压。

7. 应用层 (Application Layer)

应用层位于 OSI/RM 参考模型的最高层,直接针对用户的需要。应用层向应用程序提供服务,这些服务按其向应用程序提供的特性分成组,并称为服务元素。应用层服务元素又分为公共应用服务元素(Common Application Service Element, CASE)和特定应用服务元素(Specific Application Service Element, SASE)。

下面再介绍几个网络工程师考试涉及的重要考点及概念:

(1) 封装。OSI/RM 参考模型的许多层都使用特定方式描述信道中来回传送的数据。数据在从高层向低层传送的过程中,每层都对接收到的原始数据添加信息,通常是附加一个报头和报尾,这个过程称为封装。

(2) 网络协议。网络协议(简称**协议**)是网络中的数据交换建立的一系列规则、标准或约定。协议是控制两个(或多个)对等实体进行通信的集合。

网络协议由**语法、语义和时序关系**三个要素组成。

- 语法:数据与控制信息的结构或形式。
- 语义:根据需要发出哪种控制信息,依据情况完成哪种动作以及作出哪种响应。
- 时序关系:又称为同步,即事件实现顺序的详细说明。

(3) PDU。协议数据单元(Protocol Data Unit, PDU)是指对等层次之间传送的数据单位。如在数据从会话层传送到传输层的过程中,传输层把数据 PDU 封装在一个传输层数据段中。如图 1-1-2 所示描述了 OSI 参考模型数据封装流程及各层对应的 PDU。

(4) 实体。任何可以接收或发送信息的硬件/软件进程通常是一个特定的软件模块。

(5) 服务。在协议的控制下,两个对等实体间的通信使得本层能为上一层提供服务。要实现本层协议,还需要使用下一层所提供的服务。

协议和服务区别是:本层服务实体只能看见服务而无法看见下面的协议。协议是“水平的”,是针对两个对等实体的通信规则;服务是“垂直的”,是由下层向上层通过层间接口提供的。只有能被高一层实体“看见”的功能才能称为服务。

(6) 服务原语。上层使用下层所提供的服务必须通过与下层交换一些命令,这些命令就称为服务原语。

(7) 服务数据单元。OSI 把层与层之间交换的数据的单位称为服务数据单元(Service Data