

IT 培训标准系列教材

网络工程师系列

CCNA

实用培训教程



新东方IT教育 教材研发室
潘冰 陈焱 编著



清华大学出版社

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>



IT 培训标准系列教材 网络工程师系列

CCNA 实用培训教程

新东方 IT 教育 教材研发室

潘 冰 陈 焱 编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

Cisco 公司作为互联网技术的领导者,它的路由器、交换机是市场占有率最高的网络产品,了解 Cisco 的设备、掌握 Cisco 设备的使用方法是每个网络技术人员应该具备的能力。因此 CCNA 认证一推出就大受欢迎。

本书对目前非常流行的 CCNA 考试做了详细全面的阐述,包括了 CCNA 考试大纲的全部内容,深入浅出地介绍了网络的基本原理以及 Cisco 路由器、交换机的基本配置。

本书案例丰富,语言清晰,可以作为 CCNA 3.0 考试的培训教材,也可以作为考前冲刺的参考书,同时也是网络技术人员的必备参考书。

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

CCNA 实用培训教程/潘冰,陈焱编著. —北京:清华大学出版社,2003.7

(IT 培训标准系列教材,网络工程师系列)

ISBN 7-302-6792-9

I. C... II. ①潘...②陈... III. 计算机网络—工程技术人员—资格考核—教材
IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 054525 号

出 版 者: 清华大学出版社(北京清华大学学研大厦,邮编 100084)

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

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

责任编辑:陶萃渊

印 刷 者: 北京鑫海金澳胶印有限公司

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 787×1092 1/16 印张:14.5 字数:349 千字

版 次: 2003 年 7 月第 1 版 2003 年 7 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-06792-9/TP·5053

印 数: 0001~4000

定 价: 25.00 元

丛书特点

本丛书是为人们掌握 IT 实用技能,适应 IT 实际工作的需要出版的。丛书贯彻以下宗旨:

1. IT 职业技能与认证兼顾

- 面向 IT 职位需求选材,重点在四大流行 IT 职位上,包括电脑美术设计师、网络工程师、软件程序员、数据库管理员。为了让读者更加容易了解 IT 职位的需求,搞清楚每个职位所需具备的实用技能,丛书按照职位划分系列,每个系列面向一个职位,每一本图书针对职位内的一种 IT 技能,独立成册。
- 大部分图书都是由新东方 IT 教育资深任课教师编写,符合教师授课需要和学员学习要求;与新东方面向职位的就业课程密切结合,读者也可以作为自学教材和认证的教材。

2. 合理的知识结构顺序与阶梯式案例教学完美结合

- 按照学习规律安排全书写作顺序,从而让读者易于把握住技术的整体框架和学习的脉络。
- 采用新东方阶梯式案例教学法组织案例写作。丛书的例子分为“示例”和“案例”两种类型,通过“示例”理解技术点,从而掌握软件技术;通过“案例”掌握 IT 实用技能,达到胜任 IT 职位要求的目的。通过阶梯式案例的写法,可使读者实现三个方面能力的转变:
 - 技术深度上的转变,从技术入门到职业技能的提高;
 - 专业化的转变,由非专业到专业;
 - 能力上的转变,真正掌握 IT 技能的学习方法。

3. IT 职位的技能需求更新与软件版本更新

软件版本会更新,而软件的应用变化则相对缓慢,IT 职位的需求很难发生根本性变化,当然,软件版本更新也会促进应用和职位技能的新需求。丛书立足于 IT 职位,让图书的软件版本跟着 IT 职位需要走,综合考虑 IT 职位需求与软件版本这两方面因素来更新图书的版本。

最后,希望本丛书能够让广大读者从中获益。

总 序

新东方教育集团董事长 俞敏洪

当今社会是一个需要技能的社会,新东方最初的主要方向就是培训学生英语方面的技能,因为良好的英语技能对于工作、前途都起着非常重要的作用。在过去的几年里,新东方的英语培训取得了长足的发展和辉煌的成就,每年培训几十万学生,并且在全世界建立了十几所分校。大量的新东方学员经过新东方培训后取得了出国深造的资格。但是在世界上除了英语技能,还有许多其他的技能,对提高人们的生活水平和质量起着更加重要的作用,电脑技能就是其中之一。在现代化的技术世界中,电脑已经成为人们生活的一个重要内容。有知识的人离不开英语,但是更离不开电脑,电脑已经成为人们日常学习和工作必不可少的一部分。不可否认,电脑的发展使这个世界更加简单化、条理化、明了化。

新东方一直把为人们谋取更好的工作、更好的生活质量作为目标,所以在英语培训取得了一定的成就以后,新东方一直在思考是否能在电脑方面为学员提供一点帮助,能够像英语一样,经过一定的培训也能让大家获得更好的电脑技能。出于这样的思考,新东方于1999年创立了电脑培训部。经过几年的发展,电脑培训部由原来只有20多台电脑的小小培训部发展到了现在有数百台电脑的培训中心。在发展过程中,电脑培训部得到了微软、联想、Adobe、Macromedia等世界著名电脑公司的培训授权。迄今为止,新东方电脑培训已经为社会培训了上万名学员,为众多公司及企事业输送了大量的电脑专业人才,有些人经过新东方电脑培训部的培训,在国外的电脑公司也找到了理想的工作。

提到新东方电脑培训部,首先必须提到的是我的朋友、新东方董事会成员、新东方电脑培训部的创始人王强老师。王强自1996年回国创业,力推美语思维教学法,使新东方成千上万的学生在口语方面取得了长足的进步。但王强老师实际上还是一位电脑专家,来新东方以前是美国贝尔传讯研究所的软件工程师,曾在贝尔获得过优秀软件工程师的称号。回国后王强老师尽管转入英语教学领域,但对电脑的热情始终不减,力推电脑培训部的建设,终于在1999年使新东方电脑培训部得以成立。

另外一位我要介绍的人是新东方电脑培训部的第一任主任周怀军老师。周怀军在来电脑培训部负责具体业务之前,已经移民加拿大,并在加拿大一家计算机公司找到了一份收入不错的工作。但是他有感于新东方的创业精神,有感于自己想要干一番事业的理念,毅然放弃了在加拿大的职位,放弃了在加拿大和家人团聚的机会,从电脑培训部成立的第一天干起,四年中一直忘我地工作,奠定了电脑培训部发展的基础,确立了电脑培训部的发展思路。正是由于周怀军踏实肯干,对什么事情都勤勤恳恳、认真负责的精神,才使新东方电脑培训部由最初的几十台计算机的规模发展到了现在的几百台计算机的培训中心,学生也由几十人发展到了上万人。由于种种原因,周怀军已经从新东方出去自己创业,我对他的创业十分支持并祝愿他取得更大的成功。当初我就是走上了独立创业的道路,才有了新东方的今天。同时,周怀军依然是新东方电脑培训部的股东,是很好的朋友,对新东方有着真诚的热爱。

2002年,新东方电脑培训部升级为新东方电脑培训公司,现任公司总经理吴雷老师是我不得不说的另外一位新东方重要人物。吴雷毕业于北京联合大学,是一所不算有名的大学。但吴雷是一位非常聪慧、能干而又吃苦耐劳的人,并且有着很好的商业判断能力。在中国的商业圈凭着自己的智慧取得了很好的成就后,他于1998年进入了世界著名的耶鲁大学商学院深造。1999年,他与新东方另一位著名老师钱永强一起回到新东方,帮助新东方参与了和联想公司合作的谈判,和钱永强一起创建了新东方教育在线 TOL24.COM,正式成为了新东方管理团队的重要成员。2001年,吴雷老师回到耶鲁去完成在商学院未竟的学业,2002年以优异成绩毕业。本来吴雷可以留在北美工作,取得比在国内更丰厚的报酬,但出于对新东方的热爱和对国内商机的独到眼光使他毫不犹豫地回到了中国,再次加入到了新东方火热的事业之中。

经过几年的发展,新东方电脑培训积累了大量的理论和实际操作经验。周怀军老师在两年前就开始把电脑部积累的这些经验编写成了书,把电脑方面从低级到高级各个领域方面的经验汇集成册,我感到非常高兴。新东方在英语方面已经出版了很多的图书,电脑书籍的出版填补了新东方图书出版的一个空白,必将对大家尤其是广大电脑爱好者起到强大而明确的指导作用。如今,吴雷老师更是雄心勃勃,要把新东方的电脑培训和新东方的电脑图书推上一个更高的世界舞台,我感到非常兴奋。也为新东方整个教育集团以胡敏总裁为首的新一代管理团队的战略眼光和雄心壮志而深感欣慰。同时,我要向清华大学出版社表示衷心的感谢。清华大学出版社是全国著名的出版社,敢于与新东方这样的民间机构合作,表明了清华大学出版社的心胸与远见。

每个人都在刻画着自己的人生轨迹,每个人都在寻找着自己的奋斗目标,如果一个人连自己的人生目标都不知道,连自己这辈子应该干些什么都不清楚,那生活就会变得平庸和无聊。一个人明确了自己的人生目标,再用英语和电脑把自己武装起来,那就如虎添翼,在社会中成功的机会就会更高,成功的速度也会更快。英语是使你走向世界的必不可少的工具,电脑是使你管理现代化和接受新思想必不可少的工具。我衷心希望所有看到这篇序言的人,都能够在生活和学习中努力掌握这两项技能,让它们一同伴随着你向人生的终极目标前进!

2003年3月

序 言

目前,随着网络技术的发展,网络已是人们日常生活中的一部分,如上网、收发 E-mail、下载等等,人们已经越来越离不开网络了。因此,越来越多的人迫切地希望学习网络的原理、掌握网络的技术。

Cisco 公司是世界著名的网络设备厂商,它生产的路由器、交换机被广泛地应用在世界各地的网络环境中。同时,Cisco 也是网络技术的领先者,由它参与的网络标准规范数不胜数,可以说,掌握了 Cisco 的网络技术,就可以“走遍全天下”。

本书从 Cisco 推出的 CCNA 认证的角度介绍了 Cisco 的技术,面向的是没有网络基础知识的初学者和具备一定知识希望有所提高的网络技术人员。同时,本书也是众多想要学习 CCNA 读者的一本很好的基础参考书。

通过本书,你可以学到:

- 网络最基本的原理,包括 OSI 分层模型、TCP/IP 模型、网络的标准等
- Cisco2500、2600 系列路由器,Catalyst 1900 系列交换机的基本配置
- VLAN
- Cisco 设备在 Novell IPX 环境中的配置
- 广域网的配置

为了更加接近实际工作,突出实用,本书的讲解穿插了丰富案例,为读者学习实用技术提供了快捷的方法。

通过本书的学习,读者可以参加 CCNA 3.0 的认证考试。

本套丛书是根据周怀军老师对 IT 课程的总体设计,针对不同职位和不同用途分成丛书类别,由张剑悦老师组织完成。清华大学出版社副总编焦金生老师在丛书策划和编写过程中,也给予了大力支持,在此表示感谢。

本书由潘冰、陈焱老师编写,在编写过程中,金悦、陈雨老师也为本书的大纲制定和编写提供了很多宝贵的意见和建议,在此表示感谢。

本书经过紧张的策划、设计和创作,到能够在这么短的时间内与广大读者见面,这与清华大学出版社的陶萃渊编辑的辛勤努力是分不开的,对此我们表示深深的谢意。

由于编写时间短促,本书中可能会有一些疏漏,希望广大读者以及新东方学员和教师给予指正,可以发 E-mail 至:books@getjob.com.cn。

如果您对我们的详细课程感兴趣,可以访问:

新东方 IT 教育网站:www.getjob.com.cn

新东方 IT 教育教材研发室
2003 年 4 月

目 录

第 1 章 计算机网络原理	1
1.1 计算机网络发展史	1
1.1.1 第一代计算机网络	1
1.1.2 第二代计算机网络	1
1.1.3 第三代计算机网络	2
1.1.4 电信发展史	2
1.2 网络参考模型	3
1.2.1 概述	3
1.2.2 OSI 模型	3
1.2.3 TCP/IP 模型	5
1.2.4 其他参考模型	6
1.2.5 有关概念	6
1.3 OSI 模型	8
1.3.1 物理层	8
1.3.2 数据链路层	12
1.3.3 网络层	18
1.3.4 传输层	21
1.3.5 会话层	23
1.3.6 表示层	23
1.3.7 应用层	24
第 2 章 Cisco 设备的基本配置	25
2.1 了解 Cisco 设备	25
2.1.1 Cisco 设备在局域网中的应用	25
2.1.2 Cisco 设备在广域网中的应用	27
2.2 IOS 配置基础	32
2.2.1 Cisco 设备的启动	32
2.2.2 Cisco 设备的配置方法	33
2.2.3 用户模式和特权模式	34
2.2.4 其他配置模式	37
2.2.5 IOS 的使用技巧	40
2.2.6 交换机的配置	45
2.2.7 路由器的初始化	46
2.2.8 路由器的 Setup 模式	47

2.2.9	配置路由器的简单命令	48
2.2.10	配置密码	50
2.2.11	配置接口标识	52
2.2.12	配置管理控制台口的其他参数	53
2.2.13	配置文件的管理	54
2.2.14	配置串口参数	54
2.2.15	配置接口的状态	55
2.3	管理网络环境	55
2.3.1	CDP	56
2.3.2	Telnet	57
2.3.3	ping 和 traceroute 命令	59
2.3.4	debug(调试)	60
2.4	路由器的组件和启动顺序	60
2.4.1	路由器的内部组件	60
2.4.2	ROM 的组件	61
2.4.3	配置寄存器地址(configure register)	61
2.4.4	路由器的启动顺序	62
2.4.5	IOS 的备份与恢复	64
第 3 章	TCP/IP	66
3.1	TCP/IP 概述	66
3.2	TCP/IP 中的应用层	67
3.3	TCP/IP 中的传输层	67
3.3.1	TCP	67
3.3.2	UDP	70
3.4	TCP/IP 中的 Internet 层	71
3.4.1	Internet 控制管理协议(ICMP)	71
3.4.2	地址解析协议(ARP)	71
3.4.3	反向 ARP 协议(RARP)	72
3.4.4	Internet 协议(IP)	72
3.5	路由器与交换机的 IP 配置	78
3.5.1	交换机的 IP 配置	78
3.5.2	路由器的 IP 配置	78
第 4 章	局域网交换	82
4.1	局域网概述	82
4.2	局域网交换(第二层交换)	83
4.2.1	局域网交换概述	83
4.2.2	网桥与交换机	84
4.2.3	局域网分割	84

4.3	交换机的功能	85
4.3.1	地址学习	85
4.3.2	交换数据帧	86
4.3.3	生成树算法	86
4.3.4	交换模式	92
4.3.5	交换机的双工模式	94
4.4	Catalyst1900 交换机的高级配置	95
4.4.1	Catalyst1900 交换机的默认配置	95
4.4.2	Catalyst1900 交换机的端口	96
4.4.3	Catalyst1900 交换机 Show 命令	96
4.4.4	Catalyst1900 交换机的双工配置	97
4.4.5	Catalyst1900 交换机配置 MAC 地址表	98
4.4.6	Catalyst1900 交换机配置文件和系统文件的管理	102
4.5	VLAN(虚拟局域网)	103
4.5.1	VLAN 概述	103
4.5.2	VLAN 主干协议	111
4.5.3	VTP 修剪(Pruning)	114
4.5.4	Catalyst1900 交换机 VLAN 的配置	115
第 5 章	路由技术	120
5.1	路由概述	120
5.1.1	为什么要使用路由	120
5.1.2	什么是路由	121
5.1.3	实现路由的前提	122
5.2	路由的分类	123
5.2.1	静态路由	123
5.2.2	动态路由	124
5.2.3	管理开销(Administrative Distance)	125
5.2.4	负载均衡	126
5.2.5	默认路由	127
5.3	启用静态路由	127
5.3.1	静态路由的配置	127
5.3.2	默认路由的配置	129
5.4	动态路由协议	130
5.4.1	动态路由协议的分类	130
5.4.2	距离矢量算法路由协议	132
5.4.3	链路状态算法路由协议	142
5.4.4	平衡混合算法路由协议	143
5.4.5	动态路由协议的基本配置	143

5.5	VLAN 间的路由	144
5.6	路由信息协议	146
5.6.1	路由信息协议特点	146
5.6.2	RIP 的基本配置	147
5.7	内部网关路由协议	149
5.7.1	内部网关路由协议的特点	149
5.7.2	IGRP 的复合度量	150
5.7.3	IGRP 的基本配置	150
5.7.4	IGRP 的负载均衡	153
第 6 章	访问控制列表 ACL	158
6.1	ACL 概述	158
6.1.1	什么是 ACL	158
6.1.2	ACL 用途	159
6.2	ACL 的工作过程	159
6.2.1	ACL 的操作过程	159
6.2.2	ACL 的逻辑测试过程	161
6.3	ACL 分类	162
6.3.1	标准 ACL	162
6.3.2	扩展 ACL	162
6.4	ACL 配置	163
6.4.1	创建 ACL	163
6.4.2	将 ACL 绑定到某个接口	164
6.5	翻转掩码	164
6.5.1	any 命令	165
6.5.2	host 命令	165
6.6	标准 ACL 的配置	166
6.7	扩展 ACL 的配置	169
6.8	命名 ACL 的配置	171
6.9	使用 ACL 控制虚拟终端的访问	173
6.10	ACL 配置要点	174
第 7 章	Novell IPX	175
7.1	Netware 网络里的 Cisco 路由器	175
7.1.1	Novell IPX 协议簇	175
7.1.2	IPX 特性	176
7.1.3	IPX 地址	176
7.2	Novell 封装	177
7.2.1	Netware 以太网封装术语	177
7.2.2	配置 IPX 接口的封装	178

7.3	服务广播协议 SAP	179
7.4	查找最近服务器协议(GNS).....	179
7.5	Novell 路由.....	180
7.5.1	Novell RIP	180
7.5.2	Novell 路由配置	181
7.6	Novell 访问控制列表.....	181
7.6.1	标准 ACL	181
7.6.2	扩展 ACL	182
7.6.3	SAP ACL	182
7.7	监控和管理 IPX 网络	182
第 8 章	广域网技术	184
8.1	广域网概述	184
8.1.1	什么是广域网(WAN)	184
8.1.2	广域网协议	185
8.1.3	广域网技术概述	185
8.2	广域网技术	187
8.2.1	广域网业务	187
8.2.2	广域网设备	188
8.2.3	广域网与 OSI 模型的关系	190
8.3	点对点协议 PPP	194
8.3.1	PPP 协议概述	194
8.3.2	PPP 建立会话	195
8.3.3	PPP 认证	196
8.3.4	PPP 的配置	197
8.4	综合业务数字网 ISDN	199
8.4.1	ISDN 概述.....	199
8.4.2	ISDN 的体系结构.....	201
8.4.3	ISDN 和 OSI 参考模型.....	203
8.4.4	ISDN 的配置.....	203
8.4.5	DDR	204
8.5	帧中继(Frame-relag)	208
8.5.1	帧中继技术	208
8.5.2	Cisco 帧中继的实现.....	211
8.5.3	帧中继的配置	211
8.5.4	帧中继的监控和管理	212
8.5.5	帧中继的子接口	212
附录	CCNA 认证考试介绍及相关资源	215

第 1 章 计算机网络原理

本章要点

- 计算机网络发展史
- OSI 模型和 TCP/IP 模型概述
- 物理层的功能
- 数据链路层的功能
- 网络层的功能
- 传输层的功能
- 会话层的功能
- 表示层的功能
- 应用层的功能

1.1 计算机网络发展史

1.1.1 第一代计算机网络

1946 年,出现第一台计算机 ENIAC,早期的计算机系统没有管理程序和操作系统,用户必须到计算机所在的地方,以手工方式上机,浪费了大量的精力。

计算机网络的发展可以追溯到 20 世纪 50 年代末,当时,计算机软件领域出现了批处理操作系统,为计算机网络的产生提供了基本条件。为了将分散在各处的数据统一处理,就出现了将计算机与通信结合起来的需求。

到了 1958 年,美国半自动地面防空系统项目首次将计算机技术和通信技术结合起来,成为第一个联机数据通信系统。

1963 年建成的美国航空公司飞机订票系统,进一步奠定了计算机网络的发展,它由一台在纽约的中央处理器和 2000 个遍布各地的终端组成。但是它只有中心计算机具备自处理能力,通信存在于终端和中心计算机之间。

总而言之,第一代计算机网络是面向终端的网络,它是以单个计算机为中心的远程联机系统。

1.1.2 第二代计算机网络

1968 年,美国国防部高级研究计划局(Advanced Research Projects Agency, ARPA)提出研

究 ARPANet(阿帕网)的计划。

1969 年在美国四所著名的大学建成了具有 4 个节点的实验网。

阿帕网是典型的第二代计算机网络。第二代计算机网络主要是指由多个自主计算机通过通信线路互联形成计算机网络。它的主要特点是:

- 多个计算机都具有自处理能力。
- 计算机之间不存在主从关系。
- 通信存在于计算机和计算机之间。

第二代计算机网络侧重于资源共享,数据传输率较低,一般为几十 K b/s 到几百 K b/s。但是,ARPA 网络对当代计算机网络的发展有着深远的影响,很多概念和思路被继承了下来。

1.1.3 第三代计算机网络

第三代计算机网络出现在 20 世纪 70 年代,第三代计算机网络和第二代计算机网络没有太大的差别,主要的特点是具有了统一的网络体系结构,并且遵循国际标准化协议。

目前国际标准化组织有:

- 国际电信联盟(International Telecommunication Union,简称 ITU),这是 1865 年成立的电信业最有影响的组织,负责管理电话、电报的标准化工作。ITU 有三个部门,无线通信部门、电信标准化部门和开发部门。
- 国际标准化组织(International Standardization Organization,ISO),这是 1946 年成立的国际标准化界最有影响的组织,由 89 个国家的标准化组织组成。
- 电器和电子工程师协会(Institute for Electrical and Electronic Engineers,IEEE),它有一个标准化组织专门制定各种标准。
- Internet 架构委员会(Internet Architectrue Board,IAB),这是 1983 年成立的互联网标准界最有影响的组织,1989 年 IAB 重组,成立了研究任务组和工程任务组;1990 年成立了 Internet 协会,借鉴了 ISO 模式,采用了更正式的标准化程序。

1.1.4 电信发展史

19 世纪末,电信网正逐渐成为世界通信的最新技术。而计算机网络产生于 50 年前,它的产生,对传统电信网的发展不仅产生了巨大冲击,而且形成了巨大的推动力。随后的几十年里,这两种技术不仅各自利用本身的优势继续发展,而且,两者也在相互借鉴,在很大程度上进行着合作。

与计算机网络不同,电信网使用的核心技术是交换技术,最初它使用专用交换机(Private Branch Exchange,PBX)进行人工操作,由几名操作人员在一个开关板上完成所有的连接操作。1920 年,自动专用交换机(Private Automatic Branch eXchange,PABX)出现使自动连接替代了人工操作。第一代的 PBX 采用的是机电技术和模拟信号。

20 世纪 70 年代中期,第二代 PBX 出现了,它采用电子技术替代电磁技术。第二代 PBX 的开关具有编码解码的能力,内部交换为数字化交换,这就是计算机交换分机(Computerized

Branch Exchange, CBX), 或者称为数字化的 PBX。CBX 最重要的特征是数据和数字化的声音在内部综合处理, 两者使用相同的交换机制, 遵循相同的协议。

1.2 网络参考模型

1.2.1 概述

计算机网络系统是一个很复杂的信息系统, 它要用高度结构化的方式来进行设计, 结构化设计是工程实际中的一种重要手段, 是指将一个比较复杂的系统设计问题分解成一个个容易处理的子问题逐个地加以解决, 这是一种“分而治之”的设计思想。

把复杂的通信过程分成若干个小的具体任务, 这和生产汽车的过程类似。从整体看, 汽车的设计、生产和组装是个很复杂的过程。一个人是不可能知道如何执行从零件构造一辆汽车的所有过程的。这就是为什么机械工程师们只是设计汽车, 制造工程师们设计生产各个部件的模具, 而组装技师们各自组装汽车的一个部分。

在网络体系结构中, 分层结构用来进行网络的结构化设计。网络体系的分层结构简单地说就是指把网络系统所提供的功能, 按照功能分明的层次来划分层, 各层执行自己所承担的任务, 依靠各层之间的功能组合, 为用户或应用程序提供与另一端点之间的访问通路。

在这种分层结构中, 通信过程是在同层之间进行的, 例如发送方的第三层和接收方的第三层进行通信。

网络体系的分层结构是一种人为的网络设计理念, 主要是为了使复杂的网络变成一种“模块化”的结构, 便于网络的设计和实施。

但是, 分层网络体系结构没有规定更详细的标准, 因此按照不同的标准设计和生产的网络设备很不一致, 不能兼容。这是因为它们虽然采用了分层结构, 但是它们采用的层次和协议不同。为解决这个问题, ISO 研究了许多组网方案, 认识到需要建立一种可以有助于网络实现商建网, 并且有很好互操作性的网络模型。

1.2.2 OSI 模型

在 1984 年 ISO 提出了开放式系统互连模型(Open System Interconnection, OSI)参考模型, “开放式系统”是指任何信息系统只要遵循这个标准, 它就能够与世界上任何遵循着同一标准的信息系统通信。

OSI 参考模型有七层, 每一层有不同的网络功能。并按协议互相通信。每层向上层提供所需的服务, 各层的功能是相对独立的。将网络分为七层有如下好处:

- 将网络通信分解成更小更简单的模块。
- 将网络部件标准化, 从而可以允许多供应商的发展和支支持。
- 允许不同类型的网络硬件和软件相互通信。
- 防止一层的变更影响其他层, 从而使得它们可以更快地发展。
- 将网络通信分成较小的部分可以变得更容易学习和理解。

在计算机间进行数据传递,可以按照 OSI 参考模型分成 7 个较小而且更容易解决的过程。每一个过程对应模型中一层。这七层名称如下。

- Layer 7:应用层(Application layer)
- Layer 6:表示层(Presentation layer)
- Layer 5:会话层(Session layer)
- Layer 4:传输层(Transport layer)
- Layer 3:网络层(Network layer)
- Layer 2:数据链路层(Data link layer)
- Layer 1:物理层(Physical layer)

OSI 模型的每一层都有它必须实现的一套功能,以保证数据的传输,下面是各层的简单介绍。

1. 应用层

应用层是 OSI 参考模型中最靠近用户的一层,它为用户应用程序提供网络服务。与其他 OSI 层不同的是,它不为任何其他 OSI 层提供服务,而只是为 OSI 模型以外的应用程序提供服务。应用层提供了用户访问网络的接口。

2. 表示层

表示层确保一个系统应用层发送的信息可以被另一种系统的应用层读取。在必要时,表示层需要把各种不同的数据格式转换成一种通用格式。另外它还负责数据的加密和解密。

3. 会话层

顾名思义,会话层建立、管理和终止两台通信主机间的会话。会话层为表示层提供服务。它也同步两台主机表示层的对话,并管理其数据交换。除会话以外,会话层为有效用户传输、服务类别、会话层、表示层以及应用层的差错报告提供条件。

4. 传输层

传输层在发送方系统上把要发送的数据分段,在接收方完成数据段到数据流的重组。传输层和会话层之间的边界可以认为是应用协议和数据流协议的分界。应用层、表示层、会话层需要顾及应用细节,而底下四层只需要考虑数据传输问题。

传输层试图提供一种可以向上层屏蔽传输实现细节的数据传输服务。像如何在两台主机间实现可靠传输的问题就是传输层需要关心的。在提供通信服务时,传输层建立、维护和适当时候终止虚拟电路。在提供可靠服务时,传输层用到了错误检测和恢复以及信息流控制。

5. 网络层

网络层是复杂的一层,它提供两台主机间的连接和路径选择,这些主机可能是在地理上分布很分散的网络上。

6. 数据链路层

数据链路层提供数据在物理链路上的可靠传输。这就涉及物理寻址、网络拓扑、网络访问、差错报告、帧的按序发送和流控制。数据链路层包含两个子层:逻辑链路控制子层(Logical Link Control, LLC)和媒体访问控制子层(Media Access Control, MAC)。

7. 物理层

物理层为激活、维护和释放端系统间的物理链路定义电气、机械、过程和功能标准。这些特性如电压、物理数据速率、最大传输距离、物理连接器和其他在物理层规范中定义的类似特性。

1.2.3 TCP/IP 模型

尽管 OSI 参考模型得到了全世界的认同,但是对 Internet,无论是历史上还是技术上的开放标准是 TCP/IP(Transmission Control Protocol/Internet Protocol)模型。TCP/IP 的起源可以追溯到 1969 年的阿帕网,它是 1982 年开发的阿帕网的第二代协议。

TCP/IP 模型及其协议栈使得几乎世界上任意两台计算机间的通信成为可能,并且通信速度接近光速。TCP/IP 模型在历史上的重要性,与那些使得电话、电源、铁路、电视以及图像工业迅速繁荣的标准不分伯仲。

每层的功能

TCP/IP 模型是由美国国防部创建的。因为美国国防部需要一个能在任何条件下都可以生存的网络。也就是说,这种网络允许各种不同的连接介质和连接方式,从而使之遭到破坏应尽可能小。TCP/IP 模型已经成为如今 Internet 的实际标准。

TCP/IP 模型分为四层:应用层、传输层、互联网络层和网络访问层。其中的名字有些和 OSI 参考模型中的一样,但是不要混淆两种模型中的对应层次,因为它们各有不同的功能。

1. 应用层

TCP/IP 的设计者认为高层协议应该包括会话和表示的细节。它们简单地创建了应用层来处理高层协议、有关表示的问题、编码和对话控制等方面的内容。TCP/IP 将所有与应用相关的事情都归为一层,并保证为下一层适当地将数据打包。

2. 传输层

传输层处理服务质量问题,如可靠性、流控制和差错纠正。其中一种协议传输控制协议 TCP(Transmission Control Protocol),提供很好和很灵活的方式来创建可靠的网络通信。TCP 是一种面向连接的协议。在把应用层数据打包成数据单元时,源端和目的端间需要进行对话。面向连接并不意味着通信的计算机间存在电路,只是指第四层数据单元需要在两台主机间来回传输,进行在一段时间内连接存在的确认。

3. 互联网络层

互联网络层的目的是把数据从源端通过互联网络上的任何网络独立发送到目的地,而与它们通过的路径和网络无关。管理这一层的协议称为 IP 协议(Internet Protocol)。这一层进行最佳路径选择和分组交换。考虑一下在邮政系统中,当寄一封信时,并不需要知道它是如何到达目的地的,但是需要关心它是否到达了。

4. 网络接口层

这一层的名称含义非常广泛,并且有点让人困惑。它也被称为主机-网络层(host-to-network layer)。这一层涉及与 IP 分组要求选择一条物理链路并转到那条物理链路有关的所有问题。