

Cisco 专业技术丛书



Cisco

与 IP 寻址

Cisco & IP Addressing

(美) Louis D. Rossi Louis R. Rossi Thomas Rossi 著

詹文军 蒋华 曹天伟 等译



机械工业出版社
China Machine Press



McGraw-Hill

本书全面细致地介绍Cisco路由器上IP寻址、子网掩码、IP路由协议等各种配置方法。本书是由资深Cisco认证教员编写，内容准确、清晰易懂，同时还有丰富的配置实例及练习题。另外，本书还附有Cisco资格认证考试的模拟测试题和解答。无论是对网络管理员和网络工程师，还是欲参加Cisco资格认证考试者，本书都是一本不可多得的参考书。

Louis D. Rossi, Louis R. Rossi, Thomas Rossi: Cisco & IP Addressing.

Authorized translation from the English language edition published by The McGraw-Hill Companies, Inc.

Copyright © 1999 by The McGraw-Hill companies, Inc

All rights reserved.

本书中文简体字版由机械工业出版社出版，未经出版者书面许可，不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

版权所有，翻印必究。

本书版权登记号：图字：01-1999-2373

图书在版编目(CIP)数据

Cisco与IP寻址/ (美) 罗丝(Rossi, L.D.)等著; 詹文军等译. -北京: 机械工业出版社, 1999. 9

(Cisco专业技术丛书)

书名原文: Cisco & IP Addressing

ISBN 7-111-07449-1

I .C… II.①罗… ②詹… III. 计算机网络-路由选择 ②传输控制协议 IV.TP393

中国版本图书馆CIP数据核字 (1999) 第37462号

机械工业出版社 (北京市西城区百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑: 吴 怡

三河永和印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

1999年9月第1版第1次印刷

787mm × 1092mm 1/16 · 16.25印张

印数: 0 001-5 000册

定价: 38.00元

凡购本书，如有倒页、脱页、缺页，由本社发行部调换

译者序

随着因特网和内部网技术在我国迅猛发展，IP协议、网络互连和路由选择等技术日益成为人们关注的焦点，为了帮助读者更好地学习和掌握这些网络技术和知识，我们特意翻译了本书。

本书的三位原作者都是经验丰富的网络技术专家，作者Louis D.Rossi 曾经为遍及全美的数以千计的网络专业人员提供过Novell和Cisco专业培训，他于1993年获得Novell CNE资格证书并通过Novell教员资格认证，在1994年获MCNE证书，1996年获CCSI资格证书。作者Louis R.Rossi 曾创办ARI咨询公司，该公司已在美国国内讲授数百场有关Cisco路由器、Catalyst交换机和Novell网络操作系统课程，其本人曾获得多项资格证书，包括：Novell CNE-4、CNI、MCNE、CCNA、CCSI、CCIE等，同时为多家客户提供网络设计、实现和维护服务。作者Thomas Rossi于1996年获得MCSE证书、1997年获CCSI证书，现任Capernaum公司总裁。

本书的最大的特点是避开了一些专门的网络互连技术和术语过于繁杂的讨论，以Cisco路由器的实际配置介绍作为主线，较全面地介绍了IP寻址和路由选择等基本知识。大量的实例和形象的比喻，使得本书内容深入浅出、实用易学，同时针对性强，的确是一本难得的实用参考书。

本书由前导工作室的詹文军、蒋华、曹天伟组织进行翻译，参加本书翻译、录排、校对工作的人员还有：赵军锁、龚波、张巧莉、田丽韞、邓波、邓涛、李林、李卓林、聂宛析、田敏、金光、小光、龚露娜、李节等。全书由李士心进行了全面的审校工作。本书的出版是集体劳动的结晶，在此特别感谢前导工作室的全体工作人员。

另外，对于本书附录中大量的词汇表和缩略语，由于其中许多术语尚无标准译名，译者同时参考了其他书刊。由于时间仓促，且译者经验和水平有限，难免有不妥之处，恳请读者批评指正！

1999年7月

前 言

本书主要是针对初次接触有关IP寻址方面内容的网络管理员和网络工程师，同时对那些已有一些专业经验但是不了解IP寻址原理的人员也适用。

本书介绍以下内容：

- 1) IP地址的概念。
- 2) 如何在Cisco路由器上配置IP地址。
- 3) 如何在Cisco路由器上配置IP路由协议。
- 4) 在Cisco资格认证考试中可能遇到的IP方面的实际问题及解答。

本书对以下内容未予介绍：

- 1) 有关OSI层模型的知识。
- 2) 有关RFC的内容(但在本书中的附录F中提供了一个RFC列表)。
- 3) 有关Cisco路由器的一些复杂的配置知识。
- 4) 有关某一特定路由协议的原理。

本书的宗旨在于对IP寻址进行全面介绍，同时介绍有关IP路由协议方面的一些简单的知识。本书假定读者已经了解如何登录到Cisco路由器以及如何进入优先级模式(privilege mode)。

目前，介绍IP最基本内容的书籍很少，许多书在介绍IP时总是假定读者具备一定的预备知识，但读者可能有也可能没有这些预备知识，因此并不一定适用。本书则假定读者不具备IP方面的知识，并且从最基本内容开始介绍。另外，有些读者还可能在网络界已具备多年的经验，但是可能并不真正了解IP寻址的原理，因此本书将注重以实例对原理进行解析而不只是对原理干巴巴地介绍。根据我们曾经为上千名学员授课的经验，发现IP寻址的内容是比较难以理解的部分，因此，这种介绍模式将使一些已有丰富经验的读者能够更深入地理解IP寻址并从中受益。

本书对路由协议和HSRP、NAT等的工作原理未进行详细介绍。如果读者对各种路由协议的原理感兴趣，可以参考其他书籍，本书的目的只针对IP寻址以及如何在Cisco路由器上进行IP寻址配置。另外，本书正文内容没有涉及RFC(Internet标准草案)，但在附录F中给出了一个RFC列表供读者查阅。

本书的一些基本配置实例，将有助于初学者了解基本概念和配置方法。本书将从IP地址、VLSM和CIDR开始介绍，然后介绍一些包括IP RIP、IGRP、OSPF和EIGRP在内的路由协议，并用一些实例来说明如何配置它们，第17章和第18章介绍NAT和HSRP的配置。第19章将为读者提供一些Cisco资格认证考试的模拟测试题和解答。

最后一点要向读者说明的是要达到CCIE资格认证，需要大量的专业技能和知识积累，本书介绍的是一些入门级的基本知识和技能。成功总是需要一个好的开始，相信本书将成为读者迈向成功的基础。

再次感谢各位读者的厚爱！

Lou Rossi Sr.

原文书号：ISBN 0-07-134925-1

原出版社站点地址：www.computing.mcgraw-hill.com

目 录

译者序		
前言		
第1章 IP地址	1	
1.1 什么是MAC地址	1	
1.2 什么是网络地址	2	
1.3 什么是IP地址	3	
1.3.1 邮政服务地址	3	
1.3.2 电话号码	3	
1.3.3 网络地址	4	
1.4 IP地址	4	
1.5 网络掩码的作用	5	
1.6 如何计算电缆或网络地址	7	
1.7 本章小结	8	
1.8 练习	8	
1.9 解答	8	
第2章 子网化的奥秘	10	
2.1 为什么要划分子网	10	
2.2 位组合	10	
2.3 位组合和子网	11	
2.3.1 为什么在讨论子网前介绍位组合	11	
2.3.2 修正计算用于标识子网的位组合的公式	11	
2.3.3 修正计算用于标识主机的位组合的公式	12	
2.3.4 确定所需组合数的根据	12	
2.4 四个子网时的网络掩码值	13	
2.5 标识ARI中网络的地址	14	
2.6 标识ARI中主机的地址	14	
2.7 什么地址将视为广播地址	15	
2.8 为ARI实施地址分配方案	15	
2.9 本章小结	16	
2.10 练习	16	
2.11 解答	17	
第3章 子网化与C类地址	19	
3.1 地址数的倍增过程	20	
3.2 本章小结	21	
3.3 练习	22	
3.4 解答	22	
第4章 B类IP地址	24	
4.1 B类IP地址	24	
4.1.1 B类地址示例1	24	
4.1.2 示例1中的网络地址	25	
4.1.3 示例1中的主机地址	25	
4.1.4 B类地址示例2	26	
4.1.5 A类IP地址子网化	26	
4.2 本章小结	27	
4.3 练习	27	
4.4 解答	28	
第5章 IP路由协议简介	30	
5.1 什么是路由协议	30	
5.1.1 距离向量路由协议因何而得名	30	
5.1.2 链路状态路由协议因何而得名	31	
5.2 距离向量和链路状态路由协议的基本差异	32	
5.2.1 距离向量路由协议	32	
5.2.2 链路状态路由协议	32	
5.3 混合路由协议	33	
5.4 路由尺度	33	
5.4.1 什么是路由表	34	
5.4.2 什么是最佳路径	34	
5.4.3 IGRP与IP RIP的不同之处	35	
5.5 管辖距离的含义	35	
5.6 汇聚的含义	36	
5.7 什么是负载共享	36	
5.8 内部网关协议和外部网关协议的区别	37	
5.9 静态路由	37	
5.10 缺省路由	37	
5.11 本章小结	38	
5.12 练习	39	
5.13 解答	39	

第6章 有类别路由协议与网络结构	40	12.5 配置缺省路由	77
6.1 有类别路由协议概念	40	12.6 本章小结	78
6.2 本章小结	45	12.7 练习	78
6.3 练习	46	12.8 解答	78
6.4 解答	46	第13章 配置IGRP	81
第7章 可变长度子网掩码	47	13.1 配置命令	81
7.1 什么是可变长度子网掩码	47	13.2 验证配置	82
7.2 串行连接网络寻址	48	13.3 查看路由表	84
7.3 何时使用VLSM	50	13.4 本章小结	85
7.4 本章小结	50	13.5 练习	85
7.5 练习	50	13.6 解答	85
7.6 解答	51	第14章 配置OSPF路由协议	88
第8章 无类别路由协议	53	14.1 单区域网络拓扑配置	88
8.1 无类别路由协议的用法	53	14.1.1 配置命令	89
8.2 本章小结	56	14.1.2 验证配置	89
8.3 练习	56	14.1.3 查看路由表	91
8.4 解答	56	14.2 OSPF路由器的类型	91
第9章 通配符掩码	57	14.3 多区域网络结构图配置	92
9.1 通配符掩码概念	57	14.4 完全封闭区域	94
9.2 本章小结	59	14.5 多个自治系统	95
9.3 练习	59	14.6 IP/OSPF协议寻址规划设计	96
9.4 解答	60	14.7 本章小结	98
第10章 路由汇总和无类别域间路由	61	14.8 练习	98
10.1 路由汇总的概念	61	14.9 解答	98
10.2 如何使IP地址连续	62	第15章 配置EIGRP	100
10.3 无类别域间路由	65	15.1 配置命令	101
10.4 本章小结	65	15.2 验证配置	101
10.5 练习	65	15.3 查看路由表	104
10.6 解答	66	15.4 配置命令	105
第11章 配置Cisco路由器的IP地址	67	15.5 验证配置	106
11.1 配置方法	67	15.6 查看路由表	108
11.2 本章小结	71	15.7 本章小结	111
11.3 练习	71	15.8 练习	111
11.4 解答	71	15.9 解答	111
第12章 配置IP RIP	73	第16章 IP访问列表	112
12.1 配置命令	74	16.1 访问列表	112
12.2 验证配置	74	16.2 IP标准访问列表	112
12.3 验证路由表	76	16.3 标准访问列表的配置	114
12.4 配置静态路由	77	16.3.1 验证访问列表配置	115

16.3.2 验证访问列表是否应用于某一接口	116	18.1.2 主机如何了解目的地主机的MAC地址	129
16.4 IP扩展访问列表	117	18.2 HSRP的概念	131
16.4.1 验证访问列表配置	119	18.3 配置HSRP	131
16.4.2 扩展访问列表应使用的位置	119	18.4 本章小结	135
16.4.3 验证访问列表是否应用于某一接口	120	18.5 练习	135
16.5 本章小结	122	18.6 解答	136
16.6 练习	123	第19章 模拟测验	137
16.7 解答	123	19.1 测试题代码说明	137
第17章 Cisco网络地址转换	124	19.1.1 第一位代码说明	137
17.1 公用地址	124	19.1.2 第二位代码说明	137
17.2 私用地址	124	19.1.3 第三位代码说明	138
17.3 NAT的优点	124	19.1.4 第四位代码说明	138
17.3.1 配置NAT	125	19.2 测试题	138
17.3.2 路由器配置命令说明	126	19.3 测试题答案	145
17.4 本章小结	127	附录A 多点传送	154
17.5 练习	127	附录B Cisco CDP协议	156
17.6 解答	128	附录C 二进制/十进制对照表	159
第18章 热备份路由协议	129	附录D 词汇表	162
18.1 地址解析协议	129	附录E 缩略语	168
18.1.1 主机如何了解自己的MAC地址	129	附录F RFC 列表	202

第 1 章 IP地址

本章目标

- 介绍MAC地址的功能。
- 介绍数据链路地址和网络地址以及两者的差异。
- 介绍IP地址的不同种类。
- 介绍网络寻址的两方面内容，同时介绍具体协议寻址的例子。
- 描述网络掩码的作用。
- 描述逻辑与(AND)的过程。

1.1 什么是MAC地址

介质访问控制(Media Access Control, MAC)地址对于每一台网络设备是唯一的，该地址定义了计算机之间的网络连接。

MAC地址的用途是用于对网络中的每一台网络设备进行定位，该地址一般是烧到网络接口卡(Network Interface Card, NIC)上的硬件电路中，因此有时又称为烧录地址(Burned-In Address, BIA)。

MAC地址是由12个十六进制数(0-F)共48位来表示，其中每个十六进制数代表4位二进制数。MAC地址中的前24位用于标识网络接口卡的制造商，又称为制造商代码或组织化唯一标识符(Organizational Unit Identifier, OUI)。

表1-1 组织化唯一标识符

CISCO公司	00 00 0c xx xx xx
Novell公司	00 00 1b xx xx xx
3COM公司	02 60 8c xx xx xx
DECNET公司	AA 00 04 xx xx xx

MAC地址中后24位则用于标识每一个不同的网络接口卡(该24位又称为序列号)，假设路由器C的E0网络接口卡的MAC地址为 00.00.0c.03.df.60，则该地址中的制造商代码为00.00.0c，网络接口卡的序列号则是03.df.60。

MAC地址和BIA地址在许多网络环境中是相同的(如清单1-1所示)，但是也有例外，这将在以后进行讨论。

清单1-1 MAC地址

```
routerC>sh interface e0
Ethernet0 is administratively down, line protocol is down
Hardware is Lance, address is 0060.09c3.df60 (bia 0060.09c3.df60)
MTU 1500 bytes, BW 10000 Kbit, DLY 1000 usec, rely 255/255,
  load 1/255
Encapsulation ARPA, loopback not set, keepalive set (10 sec)
ARP type: ARPA, ARP Timeout 04:00:00
```

```
Last input never, output never, output hang never
Last clearing of "show interface" counters never
Queueing strategy: fifo
Output queue 0/40, 0 drops; input queue 0/75, 0 drops
5 minute input rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
5 minute output rate 0 bits/sec, 0 packets/sec
  0 packets input, 0 bytes, 0 no buffer
    Received 0 broadcasts, 0 runts, 0 giants, 0 throttles
  0 input errors, 0 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored, 0 abort
  0 input packets with dribble condition detected
  0 packets output, 0 bytes, 0 underruns
  0 output errors, 0 collisions, 1 interface resets
  0 babbles, 0 late collision, 0 deferred
  0 lost carrier, 0 no carrier
  0 output buffer failures, 0 output buffers swapped out
```

MAC地址的别名很多，如BIA(烧录地址)、链路层地址、物理地址以及硬件地址等等。如果要改变一台网络设备的MAC地址，则只能重新安装一块新的网络接口卡。

正如其名称所示，MAC地址控制了对网络介质的访问，例如，网络设备要访问传输电缆，则必须具备一个MAC地址，发送的网络帧要到达目的地，则它必须知道目的地的MAC地址。举个日常生活中容易理解的例子，MAC地址就像是邮政编码，如果没有邮政编码，显然是无法收到别人发给我们的邮件。

各位都设置为二进制1(十六进制表示为：ff.ff.ff.ff.ff)MAC地址定义了所有连接到网络电缆上的计算机设备。这一地址又称为广播地址。仍然使用前面的例子来比喻，广播地址就像是标识有“房屋居住者”的邮件，发送者并没有具体标明接收者的名称，但是接受者总能收到邮件。

如果所有的计算机设备都连在同一根网络电缆上，则可以直接使用MAC地址来寻址目标计算机上的网络接口卡。这好比如果所有人都住在同一条街上，则寻找某人时无须使用多余的街区号，只需使用门牌号即可。

有的读者可能会问：发送设备如何知道接受方的MAC地址的呢？答案是使用地址解析协议(ARP)，本书将在以后讨论该协议。

那么，发送设备发送的帧如何才能到达没有连在同一网络电缆上的接收设备呢？换句话说，如果不是所有的人都住在同一条街上，则在寻找某些人时就不能只使用门牌号，而必须加上用于标识街道的街区号，在计算机网络中，类似于加入的街区号的部分称之为网络地址。

1.2 什么是网络地址

在本书中，作者宁愿将“网络地址”称为“电缆地址”，原因在于我们过于频繁地使用“网络”一词而容易使初学者感到困惑，回想一下网络电缆是用于连接计算机设备的，每一条电缆都应当有一个地址。

有时，网络地址被称为逻辑地址，因为网络管理员可以根据自己的一些逻辑考虑来分配网络地址。

网络地址实质上是一种分级结构，这是因为它定义了网络主机所连接的电缆，就像是邮件上的地址定义了收信方所居住的街区。正由于这一原因，网络地址经常分为两部分：网络

号和主机号。

不同的网络设备制造商具有各自不同对网络地址的使用描述方式，例如以下这些例子：

Novell(IPX)	DAD.0060.09c3.df60
Banyan Vines	30011722:8001
Apple	110.192
DECnet	5.6

以上的每一个例子中的网络地址都分为了两部分，例如IPX主机位于网络电缆DAD，其主机号为0060.09c3.df60。

上面的例子未包含IP地址，这是因为IP地址不属于某一家单独的制造商，它属于公共标准，也是目前在因特网上使用的网络地址，属于最通用、最流行的寻址方式。并且APPLE公司、Novell公司与及其他制造商的各自的网络寻址方案也正由IP地址逐渐代替。

1.3 什么是IP地址

在介绍IP地址之前，首先讨论一下日常生活中常见的两种地址：即邮政服务地址和电话服务地址(电话号码)。

1.3.1 邮政服务地址

为便于讨论，假设读者所在国家的邮政服务地址分为三部分：

第一部分：姓名。

第二部分：街道。

第三部分：所在城市、国家、邮政编码。

下面，我们讨论谁对这些部分感兴趣。显然，收件人将对第一部分感兴趣，而邮递员则对第二部分感兴趣，邮局则只对第三部分感兴趣。

当发件人将信投到所在的本地邮局时，邮局将根据邮政服务地址上的第三部分的内容将其转发到其所描述的当地邮局，而当地邮局又转发给负责在第二部分所描述区域投递的邮递员。邮递员按照第二部分的内容将信投到收件人所在的收件箱，最后，收件人根据第三部分的内容判断信件是否是发给自己的。

邮局不会关心第一部分的内容，而邮递员不会关心第三部分的内容，他只按照邮局已经正确地进行转发这一假设来完成他的职责。而且到最后，在假设邮局和邮递员都各尽其责的前提下，你也不会关心第二部分和第三部分的具体内容。这样，你也许可能会收到投递到你的收件箱而收件人姓名却不是你的信件。

提示 对于信件，必须有一个收件人的邮箱地址才能到达目的地。

1.3.2 电话号码

假设一个电话号码由三部分组成，例如：800-555-1212

第一部分：区号(800)。

第二部分：前缀或交换号(555)。

第三部分：本地网号(1212)。

同样地，让我们讨论一下谁关心这三个部分号码。

在呼叫方的本地交换机将关心第一部分的内容，而远程的中枢交换机将关注第二部分的内容，在被叫方所在的本地交换机则关心第三部分的内容。

当我们呼叫某位朋友时可能使用也可能不使用第一部分，如果是本地呼叫，则本地电话交换机不希望我们在前面加上第一部分，这是因为本地电话交换机不需要第一部分，然后该交换机将根据第二部分内容将其转发到交换机上相应的用户端口。如果是长途呼叫，则本地交换机将按照第一部分的内容进行呼叫转发过程，一直转发到为第二部分内容所指定的区域所服务的本地交换机，最后由该本地交换机转发到相应的用户端口。

提示 对于电话呼叫，必须有一个被叫方的电话号码才能呼叫被叫方。

以上不管是邮政服务地址还是电话号码，要区分三个部分都是很容易的，对于邮政服务地址来说，三个部分是通过换行书写来区分的，而对于电话号码，三个部分之间是通过破折号来分隔的。

1.3.3 网络地址

如果我们想通过网络来发送数据到接收方，同样需要一个唯一的地址来标识接收方。为便于讨论，假设这里所谓的网络是连接到不同电缆的计算机设备的组合。

如果这些计算机设备是连接在同一根网络电缆上，则这种情况下不需要网络地址。此时可以使用诸如Windows 95中的NetBEUI协议地址(例如主机名)。这就像如果所有的人都住在同一条街时，则相互收发信件时就可以不必使用街道地址，而使用门牌号即可。

提示 对于网络，发送数据要到达接收方必须有一个接收方的网络地址。

1.4 IP 地址

为便于讨论，本节介绍IP地址假定分为两部分。

第一部分描述了网络或者电缆地址。

第二部分描述了主机地址。

IP地址由32位组成，这32位又分为4个八位位组(如表1-2所示)。每一个八位位组常以十进制形式来表示，整个IP地址表示了网络(电缆)的地址和网络中的主机的地址。这里的主机可以是连接在电缆上的工作站或者其他网络设备，例如连接在电缆上的路由器的某一个接口卡。

表1-2 用八位位组表示的IP地址 192.20.30.1

128 64 32 16 8 4 2 1	128 64 32 16 8 4 2 1	128 64 32 16 8 4 2 1	128 64 32 16 8 4 2 1
1 1 0 0 0 0 0 0	0 0 0 1 0 1 0 0	0 0 0 1 1 1 1 0	0 0 0 0 0 0 0 1

上表中每一位的值按照以下公式进行换算：

$$2^7=128$$

$$2^6=64$$

$$2^5=32$$

$$2^4=16$$

$$2^3=8$$

$$2^2=4$$

$$2^1=2$$

$2^0=1$

第一个八位位组的值为 $128+64$;

第二个八位位组的值为 $16+4$;

第三个八位位组的值为 $16+8+4+2$;

第四个八位位组的值为1;

如果八位位组的每一位都是1, 则此时八位位组换算成十进制值为255:

$128+64+32+16+8+4+2+1=255$;

在本节的结尾还有许多IP地址换算的例子供读者参考。另外, IP地址按种类分共有5类, 在本节我们只关心其中的3类: A类、B类和C类IP地址。

IP地址种类是按照IP地址中第一个八位位组的前三位的值来判断的, 例如IP地址102.116.96.103是一个A类地址, 因为它的第一个八位位组的前一位是0。A类、B类和C类IP地址的具体分类标准如下:

前一位如果是0则为A类地址;

前两位如果是10则为B类地址;

前三位如果是110则为C类地址。

注意 第一个八位位组对应的分类规则:

前一位如果是0则为A类地址;

前两位如果是10则为B类地址;

前三位如果是110则为C类地址;

第一个八位位组的所有位不能出现全0;

第一个八位位组的值为127的地址保留作为回环地址。

通过上述的分类标准可得到以下各类地址的范围:

A类地址: 1-126

B类地址: 128-191

C类地址: 192-223

(顺便介绍224-239为D类地址, 240-255为E类地址)

对应以上每一类地址, 都有一个缺省的网络掩码(mask)。

提示 对应于C类地址的缺省网络掩码为: 255.0.0.0

对应于B类地址的缺省网络掩码为: 255.255.0.0

对应于A类地址的缺省网络掩码为: 255.255.255.0

1.5 网络掩码的作用

前面我们介绍了对应邮政服务地址和电话号码, 都有相应地区分地址的各个部分的方法, 而在IP地址中, 为区分网络部分和主机部分的标识, 则不是通过使用分隔行或者是破折号的方式, 而是使用一种叫做掩码的方式来进行。

掩码同样是由32位二进制数组成, 它的作用在于区分IP地址中的网络部分地址和主机部分地址(别忘记IP地址是由两部分组成), 我们需要掩码知道IP地址中标识网络部分的地址结束位和标识主机部分的地址起始位。而掩码指定IP地址中用于标识网络部分的位数, 剩余的位

数则是用于标识主机部分。

另外要注意在IP地址中由掩码所指定的地址位(指的是标识网络的部分,译者注)是不能变的,换句话说,例如在一个C类地址中,前24位(即前三个八位位组)是不能改变的,而第四个八位位组的位则可以随意处理。这些位还可以用来划分子网。下面是一个使用掩码的例子:

IP地址: 172.20.100.16

掩码: 255.255.0.0

标识网络部分: 172.20(网络ID号)

标识主机部分: 100.16(主机ID号)

在上面的例子中,前16位(172.16)标识了IP地址中的网络部分,剩余的16位(100.16)则标识了主机部分。

记住网络地址即为电缆的地址!

路由器是一种用来将来自某一网络(电缆)的信息包“路由”到另一个网络(电缆)的网络设备,为顺利完成这一任务,它需要有一个电缆(网络)地址。路由器需使用电缆(或网络)地址来确定发送包到接收目的地的传输路径。

下面来看看路由器中的路由表的内容(清单1-2)

清单1-2 路由器A的路由表

```
Router_A#sh ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M - mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
       N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
       E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
       i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, * - candidate default
       U - per-user static route, o - ODR
Gateway of last resort is not set
C 20.0.0.0/8 is directly connected, Serial0/0
I 175.20.0.0/16 [100/90956] via 20.0.0.2, 00:00:48, Serial0/0
C 10.0.0.0/8 is directly connected, Ethernet0/0
I 150.20.0.0/16 [100/10476] via 20.0.0.2, 00:00:48, Serial0/0
```

路由器仅关心网络(电缆)地址,在这种情况下,如果路由器接收到一个目的地址标识为150.20.0.2的数据包时,则该包将发送到路由器接口S0/0,如果该数据包的目的地址标识为10.0.0.14,则被转发到路由器的E0/0接口。

当路由器配置好之后,它通过两部分信息来计算电缆(网络)地址:

1) 接口卡的IP地址(全32位)。

2) 网络掩码。

掩码有时也用一种称为“斜杠”的格式来表示:

/16 表示255.255.0.0。

/8 表示255.0.0.0。

/24 表示255.255.255.0。

/28 表示255.255.255. 240。

作者比较喜欢“斜杠”格式来表示掩码,这不仅使用起来比较短小,而且能够直观地知道IP地址中有多少位来用作网络ID号。例如,如果掩码为 /24,则表明IP地址中前24位用于网

络ID号，而剩余的8位则作为主机ID号($32 - 24 = 8$)。

清单1-2中显示的路由表内容表明路由器A为每一个它直接相连的网络使用的是缺省网络掩码。

1.6 如何计算电缆或网络地址

使用逻辑与方法

假设我们将一台路由器的地址设为150.20.0.2，并且使用缺省掩码255.255.0.0(或/16)，则路由器使用一种叫做“逻辑与”(AND)的运算过程来计算电缆(网络)地址，表1-3列出了由32位IP地址和缺省掩码以及运算所得的电缆(网络)地址。

表1-3 逻辑与

二进制表示	128 64 32 16 8 4 2 1	128 64 32 16 8 4 2 1	128 64 32 16 8 4 2 1	128 64 32 16 8 4 2 1
IP地址	1 0 0 1 0 1 1 0	0 0 0 1 0 1 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 1 0
网络掩码	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0
网络地址	1 0 0 1 0 1 1 0	0 0 0 1 0 1 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0
十进制表示:				
IP地址	150.20.0.2			
网络掩码	255.255.0.0			
网络地址	150.20.0.0			

逻辑与运算可以用以下真值表来说明:

True AND True = True

True AND False = False

False AND False = False

例如，考虑这么一个叙述语句“Lou Rossi 先生今年50岁，需要增肥30磅”，但实际上作者本人虽然是50岁，但是需要减肥30磅，因此在该叙述语句中，虽然前半句正确，但是由于后半句错误，使得整个叙述语句错误。

如果在上述真值表中将“True”视为“1”，“False”视为“0”，则真值表变为:

1 AND 1 = 1

1 AND 0 = 0

0 AND 0 = 0

从以上运算式便不难理解表1-3中IP地址中用于标识网络的部分为150.20.0.0，相应地，标识主机的部分便是IP地址中后两个八位位组，或者是150.20.0.2

当一个八位位组的值为255时，表明该八位位组的所有位都设成1，这样当它与另一个八位位组进行逻辑与运算时，所得的结果与另一个八位位组的初始值是相同的。例如:

134 AND 255 = 134

156 AND 255 = 156

这其中道理好比是如果不告诉你一个陈述语句的后半部分，而只告诉你该语句的后半部分是正确的，则整个语句的正确性便与该语句前半部分的正确性是相同的。用真值表可以直观地表示这一点:

T AND T = T

F AND T = F

1.7 本章小结

- MAC地址是用于网络通讯的。
- 网络地址是用于确定网络设备的位置的逻辑地址。
- IP地址分为5种类型。
- 网络地址分为两个部分：用于标识网络(电缆)的部分和标识主机的部分。
- 网络掩码用于区分IP地址中标识网络的部分和标识主机的部分。
- 逻辑与运算过程用于计算IP地址中标识网络(电缆)地址的部分。

1.8 练习

1) 完成以下表格:

八位位组值	128	64	32	16	8	4	2	1
202	1	1	0	0	1	0	1	0
	1	0	0	0	1	1	0	1
	1	0	1	0	1	0	1	0
	1	1	1	1	0	0	0	1
	0	0	0	1	1	1	1	1
	1	1	1	1	1	1	1	0

- 2) 一个八位位组中有多少位?
- 3) 一个IP地址中有多少位?
- 4) 一个IP地址中有多少个八位位组?
- 5) 一个八位位组的值最大能达到多少?
- 6) 哪一个八位位组用于区分IP地址的类别?
- 7) 确定一个B类IP地址需要多少位?
- 8) 完成以下表格:

IP地址	缺省掩码	地址类别	网络地址	主机地址
123.34.56.7	255.0.0.0	A	123.0.0.0	0.34.56.7
12.43.98.3				
191.76.5.34				
212.45.6.5				
192.34.5.67				

- 9) 对于一个使用缺省掩码的C类IP地址而言, 有多少位是可以随意改变的?
- 10) 对于一个使用缺省掩码的B类IP地址而言, 有多少位是可以随意改变的?
- 11) 对于一个使用缺省掩码的A类IP地址而言, 有多少位是可以随意改变的?

1.9 解答

1)

八位位组值	128	64	32	16	8	4	2	1
202	1	1	0	0	1	0	1	0
141	1	0	0	0	1	1	0	1

(续)

八位位组值	128	64	32	16	8	4	2	1
170	1	0	1	0	1	0	1	0
241	1	1	1	1	0	0	0	1
31	0	0	0	1	1	1	1	1
254	1	1	1	1	1	1	1	0

- 2) 1个八位位组包含8位。
- 3) 1个IP地址包括32位。
- 4) 1个IP地址包括4个八位位组。
- 5) 一个八位位组的值最大能达到255。
- 6) 第一个八位位组用于区分IP地址的类别。
- 7) 确定一个B类IP地址需要2位。
- 8) 如下:

IP地址	缺省掩码	地址类别	网络地址	主机地址
123.34.56.7	255.0.0.0	A	123.0.0.0	0.34.56.7
12.43.98.3	255.0.0.0	A	12.0.0.0	0.43.98.3
191.76.5.34	255.255.0.0	B	191.76.0.0	0.0.5.34
212.45.6.5	255.255.255.0	C	212.45.6.0	0.0.0.5
192.34.5.67	255.255.255.0	C	192.34.5.0	0.0.0.67

- 9) 对于一个使用缺省掩码的C类IP地址而言，可以改变其中的8位。
- 10) 对于一个使用缺省掩码的B类IP地址而言，可以改变其中的16位。
- 11) 对于一个使用缺省掩码的A类IP地址而言，可以改变其中的24位。

第2章 子网化的奥秘

本章目标

- 介绍划分子网的原因。
- 介绍位的组合的计算。
- 描述确定子网如何使用的过程。
- 为一个虚拟组织实施IP寻址方案。
- 介绍广播地址。

2.1 为什么要划分子网

IP寻址方案的开发始于本世纪60年代后期，当初并没有考虑到会有如此众多的组织机构对现在所谓的Internet网络的访问需求，有限的32位地址空间使得人们陷入了IP地址的分配无法满足众多需求的窘境。

有趣的是，在电话号码的分配上人们也曾遇到相同类型的问题。例如，作者本人电话的区号从904改成850，这是因为电话公司已经快耗尽以区号904开始的电话号码资源了，因此需要新建一个不同的区号来产生新的电话号码资源，现在以850开头的区号已经从地理上覆盖了原来以904区号开头的电话号码资源。

在IP地址分配过程中，也采用了以上的思路作为解决地址紧张问题的解决方案，即把一个网络设置到另一个网络中，这种操作称为子网化(subnetting)。

假设一个组织机构分配了一个B类IP地址132.10.0.0，从第1章我们知道该IP地址的网络号为132.10.0.0，该网络号实际上只标识了一个单一的网络。

而该组织机构可能具有几百个网络，那么它该如何对这些网络进行寻址呢？

提示 子网化是一种解决IP地址资源紧张的解决方案。

在我们进行对子网化的讨论之前，先简短介绍一下位组合(combination)。

2.2 位组合

在上面的例子中，如果只看IP地址132.10.0.0中的主机号部分，则具有65536种不同的组合，这65536是由2的N次方运算而得。其中N是主机号所占用的所有位数16($2^{16}=65536$)。

假设只利用主机号占用共16位数的其中4位来产生组合，则2的4次方为16，即共有16种组合，如表2-1所示。

表2-1 4位的组合

	位1	位2	位3	位4
组合1	0	0	0	0
组合2	0	0	0	1
组合3	0	0	1	0
组合4	0	0	1	1