

Cisco 专业技术丛书



Cisco IOS

技术基础

Cisco IOS Essentials

(美) John Albritton (CCIE # 2833) 著
京京工作室 译



机械工业出版社
China Machine Press



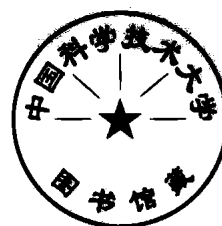
McGraw-Hill

Cisco 专业技术丛书

Cisco IOS 技术基础

(美) John Albritton 著

京京工作室 译



机械工业出版社
China Machine Press

本书详细讲解Cisco网间网操作系统（IOS）的基本命令与配置方法。内容深入浅出、生动活泼，仅具备基本计算机连网知识的人即可完全掌握本书内容。书中许多实例将指点迷津，使初学者迅速入门。另外还有大量简便的和全面覆盖所有IOS命令的快速参考，可供Cisco管理员及网络工程师参考。

John Albritton: Cisco IOS Essentials.

Authorized translation from the English language edition published by McGraw-Hill.

Copyright © 1999 by McGraw-Hill.

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：01-1999-2026

图书在版编目（CIP）数据

Cisco IOS 技术基础 / （美）阿尔布雷登（Albritton, J.）著；京京工作室译.
—北京：机械工业出版社，1999.9

（Cisco专业技术丛书）

书名原文：Cisco IOS Essentials

ISBN 7-111-07403-3

I. C… II. ①阿… ②京… III. 计算机网络—通信协议 IV. TP393

中国版本图书馆CIP数据核字(1999)第33207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

北京市密云县印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

1999年9月第1版·2000年8月第3次印刷

787mm×1092mm 1/16·20印张

印数：9 001-12 000册

定价：39.00元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

前 言

网络路由器负责将不同的计算机网络连接到一起，是它们之间的重要“粘合剂”。路由器不是能自动配置吗？这一说法并不确切。路由器目前的“智力”尚未升华至能准确地、毫无错误地配置自己的那一境界。事实上，它的一切几乎都需人工配置。本书便是为这一目的而设计的。现在假定读者和我一样关心网络路由器的配置。由于几乎每个网络都各不相同，所以作为网络工程师或者管理员，我们必须通晓自己的网络，并能配置路由器，使其成为一个大网络架构的一部分。

为何需要阅读本书

如果让公司的所有计算机都能通过基于Cisco IOS的路由器相互间准确无误地沟通，除需掌握常规连网知识，还需配置Cisco路由器，使运行多种协议的网络实现互通。通过本书的学习与实践，在掌握了几个基本命令之后，就可发现IOS（Internetwork Operating System，网间网操作系统）的配置是多么容易，你可轻松实现网络消息的路由和桥接。当然，IOS的配置并非总是那么直观易懂，这就是你为何需要本书作为参考的原因。

本书包括的内容

本书的目的是使读者对Cisco IOS路由器的配置轻松上手。对于Cisco IOS的新手来说，本书是一个很好的教程；而对多少有些经验的IOS人士而言，本书又是一个基本的参考手册。由于我们探讨的IOS命令达数百个之多，所以并不要求读者记住全部命令——当然，少数几个命令是必须掌握的。随着学习过程的深入，会逐渐指出那些必须记住的命令。

本书也是关于Cisco IOS的一个“面向任务”的程序员参考指南。我们在一些最常遇到的实际配置中，揭示出相关命令的用法，我们还探讨了Cisco IOS路由及桥接特性的一些非常基本的配置。

本书没有包括的内容

本书没有打算帮助读者学习计算机连网，也未就网络协议作更深层次的讨论。本书仅仅是一本非常专业的参考书，介绍如何对采用Cisco IOS的路由器进行基本配置。

学习步骤

我们打算采用循序渐进的方法，首先简要介绍网络路由，以及Cisco IOS在其中扮演的角色。之后，讨论如何配置一个全新的Cisco路由器，将其安装到现有的网络中去。我们准备先用标准的IOS设置工具来做这件事情，之后，再用IOS命令行界面做相同的事情，并稍加拓展。例子将以Cisco 2500系列路由器为准，但在基于Cisco IOS的所有路由器型号中（1000～12000），其IOS配置的原理都是共通的。至于其中存在的一些细微差异，我们也会

及时指出。

本书通过一种所谓“面向任务”的方式对命令进行分组，来配置许多IOS路由及桥接特性。至于每种网络协议的配置（如IP和IPX），都作为一个任务展现出来。对于每种协议，都会按下述步骤加以解释：

- 对协议工作原理简要说明。
- 打开和配置协议所需的命令说明。
- 展示如何运用命令的一些例子。
- 用来确保一切运转无误的命令。

至于书中提到的命令，均是我们认为最有用和最常用的。

章节概览

下面是本书章节的一个列表。对于每章涵盖的内容，均作了简要说明：

- “第1章：路由和桥接理论”：探讨路由器的工作原理，并对Cisco IOS作基本介绍。
- “第2章：初始配置”：利用IOS设置工具，从头说明采用Cisco IOS的路由器的配置。本章不需要掌握任何特别的命令知识。

■ “第3章：IOS命令行界面”：解释IOS的重要配置方式——在其命令行界面直接键入命令。

■ “第4章：检查IOS”：解释如何侦察IOS的配置情况。我们用IOS中最常用的命令：show来检查IOS路由器的主要组件。

■ “第5章：IOS常规任务”：在深入配置IOS插手网络通信之前，本章首次对IOS的配置进行了详细说明。本章也提及了另一些任务，比如管理配置文件以及重设界面等等。

■ “第6章：配置IP”：介绍了一系列命令，用来指示路由器开始对IP数据包进行路由选择。强调了界面及IP内部路由协议的配置。

■ “第7章：配置IPX”：介绍了一系列命令，用于指示路由器对Novell IPX数据包进行路由选择。

■ “第8章：配置AppleTalk”：介绍了在路由器上启动AppleTalk协议所需的命令。

■ “第9章：配置DECnet”：介绍了在路由器上启动DECnet所需的命令。本章也提供了DECnet的一个简要说明。

■ “第10章：配置VINES”：涵盖了在路由器上配置Banyan VINES所需的命令。

■ “第11章：配置透明桥接”：解释将路由器转变成一个网桥所需的命令，以及为什么需要这样做。

■ “第12章：配置帧中继”：介绍将Cisco路由器同一个帧中继网络连接所需的命令。

■ “第13章：配置SRB和DLSw”：提供一系列命令，用于对SRB和DLSw加以处理，以便控制令牌环网络通信。

■ “附录A：命令索引”：列出本书介绍的所有IOS命令。每个命令所在的小节号也有相应说明。

■ “附录B：缩语字典”：总结本书用到的全部缩略语。网络专业人士一般都有一套自己的缩略语言。

■ “附录C：最终配置”：Cisco IOS 配置完整实例。

约定

凡以黑体格式印刷的命令，使用时均不可改动，必须原样照搬。若需为命令的某个参数赋值，就用斜体字印出。一个命令的可选参数放在方括号内（[]）。若存在多个条目，但只允许一个，就用管道符分隔所有条目（|）。若存在多个条目，但目前只想使用其中一个，那一个就放在花括弧内（{}）。这些形式可能有不同的组合，以满足某个命令的特殊需要。

由路由器生成的文字采用细体印刷。键入的文字内容（如关键字），则用黑体印刷。

若需同时按下多个键，这些键全部置于尖括弧内，并用连字号分隔。比如<Ctrl-Shift-6>，它的意思是同时按下Ctrl键、Shift键以及6键。

（英文原书号：ISBN 0-07-134743-7）

目 录

前言

第1章 路由和桥接理论1

1.1 初识连网1

1.1.1 OSI参考模型1

1.1.2 封装3

1.1.3 第2层定址4

1.1.4 第3层定址6

1.2 总论7

1.2.1 桥接7

1.2.2 路由10

1.3 IOS13

第2章 初始配置15

2.1 路由器的基本组成15

2.1.1 处理器15

2.1.2 内存15

2.1.3 接口16

2.1.4 控制台端口16

2.1.5 辅助端口17

2.1.6 配置文件17

2.1.7 进程17

2.2 计划配置18

2.2.1 名字19

2.2.2 接口19

2.2.3 网络协议19

2.2.4 接口地址20

2.2.5 密码22

2.3 连接路由器22

2.3.1 硬件连接22

2.3.2 软件连接23

2.4 打开路由器23

2.4.1 运行引导软件23

2.4.2 运行IOS24

2.5 系统配置对话25

2.5.1 Dallas的设置25

2.5.2 FortWorth的设置32

2.6 路由器设置结果35

2.7 连接接口35

2.8 完成35

第3章 IOS命令行界面36

3.1 登录36

3.2 命令提示和模式37

3.2.1 用户模式37

3.2.2 特权模式38

3.2.3 配置模式39

3.2.4 ROM监视器模式41

3.3 与IOS沟通41

3.3.1 命令行编辑42

3.3.2 缩写44

3.3.3 获取帮助45

3.3.4 命令完成48

3.3.5 命令撤消48

3.3.6 屏幕过载48

3.4 注销50

3.5 小结50

第4章 检查IOS52

4.1 常规路由器信息52

4.2 输入/输出设备54

4.2.1 闪存54

4.2.2 控制器55

4.2.3 接口58

4.2.4 终端线61

4.3 IOS状态63

4.3.1 CPU利用率64

4.3.2 内存利用率64

4.3.3 缓冲利用率66

4.3.4 堆栈67

4.3.5 路由和桥接表68

4.3.6 记录69

4.3.7 时间	72	6.1.1 子网	110
4.3.8 协议	73	6.1.2 公共和私有IP地址	112
4.3.9 环境	74	6.2 IP综述	113
4.4 配置文件	74	6.2.1 第1和第2层	113
4.4.1 运行配置	75	6.2.2 第3层	114
4.4.2 启动配置	76	6.2.3 第4层	115
4.5 小结	77	6.2.4 第5、6和7层	116
第5章 IOS常规任务	78	6.3 IP路由	117
5.1 简单的管理配置任务	78	6.4 配置接口IP	118
5.1.1 主机名	78	6.5 增添一个路由器	119
5.1.2 标题	78	6.5.1 在Dallas Serial0上配置IP	120
5.1.3 密码	80	6.5.2 在FortWorth Serial1上配置IP	120
5.1.4 命令提示	83	6.5.3 配置Austin	121
5.1.5 地址解析	83	6.5.4 检查IP路由表	123
5.2 接口任务	86	6.6 静态路由	124
5.2.1 接口类型	86	6.6.1 用Ping测试连通情况	125
5.2.2 接口编号	89	6.6.2 增加更多的静态路由	127
5.2.3 设置封装	89	6.6.3 删除静态路由	128
5.2.4 设置带宽	90	6.7 动态路由协议	128
5.2.5 建立描述	90	6.7.1 RIP	129
5.2.6 清除	91	6.7.2 IGRP	139
5.2.7 关闭接口	91	6.7.3 EIGRP	145
5.3 终端行任务	92	6.7.4 OSPF	153
5.3.1 设置密码	92	第7章 配置IPX	167
5.3.2 设置超时	92	7.1 IPX定址	167
5.3.3 清除	93	7.2 IPX综述	168
5.4 管理配置文件	93	7.2.1 第1和第2层	168
5.4.1 显示运行配置	93	7.2.2 第3层	169
5.4.2 更新运行配置	94	7.2.3 第4、5、6和7层	169
5.4.3 备份运行配置	96	7.3 IPX路由	170
5.4.4 显示启动配置	98	7.4 IPX配置	172
5.4.5 替换启动配置	98	7.5 IPX校验	175
5.4.6 备份启动配置	100	7.6 IPX EIGRP配置	179
5.5 访问远程路由器	100	7.7 多IPX封装配置	180
5.6 Cisco搜索协议	102	7.8 IPX配置总结	182
5.7 发送消息	104	7.9 删除IPX	185
5.8 调试	105	第8章 配置AppleTalk	186
5.9 重新启动	106	8.1 AppleTalk定址	186
第6章 配置IP	108	8.2 AppleTalk综述	186
6.1 IP定址	108	8.2.1 第1和第2层	187

8.2.2 第3层	188	第11章 配置透明桥接	221
8.2.3 第4层	188	11.1 透明桥接综述	221
8.2.4 第5层	188	11.2 透明桥接配置	223
8.2.5 第6和第7层	188	11.3 透明桥接校验	224
8.3 AppleTalk路由	188	11.4 透明桥接配置总结	227
8.4 AppleTalk配置	190	11.5 删除透明桥接	229
8.5 AppleTalk校验	192	第12章 配置帧中继	230
8.6 AppleTalk EIGRP配置	196	12.1 帧中继综述	230
8.7 AppleTalk配置总结	197	12.2 帧中继配置	231
8.8 删除AppleTalk	199	12.2.1 帧中继NBMA配置和校验	232
第9章 配置DECnet	200	12.2.2 帧中继子接口配置和校验	238
9.1 DECnet定址	200	12.3 帧中继配置总结	240
9.2 DECnet综述	201	第13章 配置SRB和DLSw	242
9.3 DECnet配置	203	13.1 SRB综述	242
9.4 DECnet校验	205	13.2 SRB配置	243
9.5 DECnet配置总结	209	13.3 DLSw综述	245
9.6 删除DECnet	210	13.4 DLSw配置	246
第10章 配置VINES	211	13.5 SRB和DLSw校验	247
10.1 VINES定址	211	13.6 SRB和DLSw总结	248
10.2 VINES综述	212	附录A 命令索引	250
10.3 VINES配置	213	附录B 缩语字典	301
10.4 VINES校验	214	附录C 最终配置	305
10.5 VINES配置总结	218		
10.6 删除VINES	220		

第1章 路由和桥接理论

对Cisco路由器而言，其“网间网操作系统”（Internetwork Operating System, IOS）负责的主要工作就是路由（Routing）与桥接（Bridging）。着手任何IOS配置之前，必须正确地理解路由和桥接的概念。因此，本章将首先介绍计算机网络的一些基本知识。然后以那些知识为基础，学习路由和桥接的理论。

所谓“计算机网络”（Computer Network），是一个广义上的称呼，代表一系列相互连接的、具有“自治”能力的计算机。这些连接到一起的计算机相互间可交换信息。我们将“计算机网络”简单地称呼为“网络”。不同网络相互间用一些特殊的计算机分隔，这些计算机称为“路由器”（Router）或者“网桥”（Bridge）。考虑到本书的目的，我们说一个“网间网”（Internetwork）就是由路由器和/或网桥分隔的一系列网络的总称。

路由和桥接属于两种不同的通信方式，用于实现不同网络中计算机之间的信息交换。至于具体采用路由还是桥接，取决于网络的类型以及计算机用来交换信息的“协议”（Protocol）。在网络和网间网之中，可供交换的信息类型有许多，比如文档、数据库、电子邮件以及万维网（WWW或Web）网页等等。

由于大多数路由器既具有路由功能，也具有桥接能力，所以我们的讨论也许会产生混淆。因此，有必要先在术语上加以一定的澄清。简单地说，本书提到的“路由器”除非特别声明，指的是具备路由能力的一个设备；提到的“网桥”指的是一个真正的网桥，或者具有桥接能力的一个路由器。

1.1 初识连网

计算机在一个网络中发送信息时，会将信息分割成一些小的片断，称为“数据包”或者“数据封”（Datagram），这些包都包含了目标地址。所以在它们进入网络后，能到达正确的目标计算机。若目标计算机位于另一个网络，就必须通过一个路由器，将其转发（路由选择）至正确的网络。那么路由器是如何做的呢？它会检查数据包中包含的地址，判断应将这些包发向哪个网络。

路由器就像一个邮局。如果将一封信寄给住在堪萨斯的艾玛姑妈，需要在信封上注明正确的地址。邮局会检查这个地址，决定这封信下一站发向何处。换言之，邮局根据目标地址，决定这封信的投递“路由”。当然，你写的地址必须正确无误，否则，艾玛姑妈永远都收不到这封信。非常简单，是不是？

为了解释路由和桥接技术，我们需要掌握计算机连网的一些基本概念。这些概念包括以下几方面：“开放系统互连”（Open Systems Interconnection, OSI）的参考模型、封装以及计算机地址格式。理解了这些概念以后，我们再综合起来运用，阐述路由和桥接具体是如何运转的。

1.1.1 OSI参考模型

所谓“OSI参考模型”，是由“国际标准化组织”（International Organization of

Standardization, ISO) 制定的一项网络标准, 提供了一系列标准术语, 便于我们讨论计算机连网的基本概念。OSI参考模型将网络的功能划分为不同的“层”(Layer), 共计7层。这些层堆积到一起类似建筑物的“楼层”, 图1-1解释了这个7层模型。

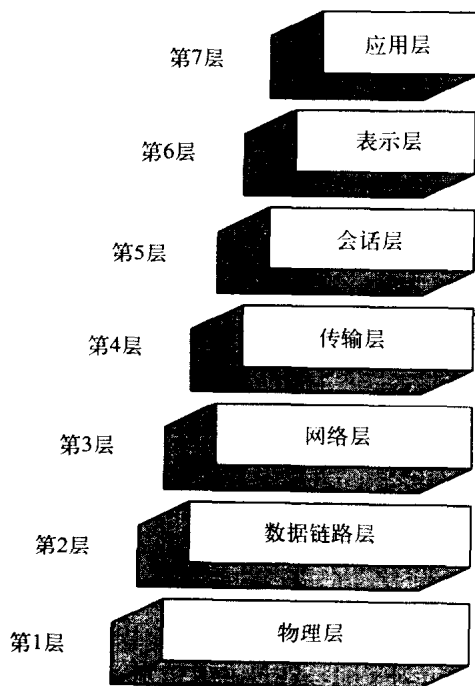


图1-1 OSI参考模型

让我们自最顶层开始简要介绍一下每层的功用, 但重点在于第2和第3层, 它们与路由和桥接有着密切的关系。

■ 第7层: 应用层

在这一层里, 运行着所有网络应用程序。通过这些应用程序, 我们在网络中传送信息、数据。例如, Web浏览器、Web服务器、电子邮件客户和服务软件等等, 它们均属网络应用程序。

■ 第6层: 表示层

负责对网络应用使用的数据进行格式化。例如, 假设数据是来自一家广播电台的声音, 用户则通过Internet收听, 那么表示层就要负责对那些数据格式化, 以便用来收听广播的应用程序能正常工作。

■ 第5层: 会话层

负责通信会话的建立及中断。比如在登录进入本公司的大型机时, 必须建立一个“会话”(Session), 以便与大型机“通话”(通信)。而注销登录时, 本次会话就必须关闭。

■ 第4层: 传输层

负责建立“源与目的地”的连接, 以便进行数据传输。在这个连接的基础上, 传输层可提供流控制与纠错机制。

■ 第3层: 网络层

对路由而言,这是最重要的层。网络层包含着一系列地址,路由软件负责检查这些地址,判断一条消息在网络中的传输路由。

■ 第2层:数据链路层

要以主机连接的媒介为基础。数据链路层负责将来自网络协议的数据与准备用来传输的物理媒介链接起来。

■ 第1层:物理层

定义了由主机建立的网络连接的一系列物理特征,如线缆类型、连接器类型、信号频率、信号强度以及最大的线缆长度等等。物理层决定了“位”或“比特”(二进制的1和0)在网络中以何种形式传送和接收。

凡同一个网络连接的计算设备,我们都称之为“主机”(Host)。例如,我们的计算机和一部Cisco路由器均属于主机。为确保相互间通信正常,主机的设置必须依照一系列规则进行。主机间的通信规则就称为“协议”(Protocol),目前存在着多种这样的协议。主机应该用同样的协议来共享信息。本书将介绍五种协议。

“数据链路层”(第2层)与主机上运行的协议无关,它只随网络媒介(如以太网和令牌环等)的变化而变化。而相应上层发生的变化就是从一种协议变成另一种。

协议在主机上的软件实现方案叫作“堆栈”(Stack),这是一系列功能性的层“堆”起来使然。对应不同的层,每种单独的协议可能都有不同的名字和编号。然而,7个层的功能会在协议的某个地方表现出来。所以,我们通常可以就用OSI参考模型来讨论协议。

1.1.2 封装

“封装”(Encapsulation)是指在堆栈的每个层将“头”(Header)信息加入数据内部的一种过程。对准备通过网络传送的数据而言,它们将自应用层起,在协议堆栈中向下移动,直至从物理层离开主机。在堆栈中的每一层,都会在数据前面加入一个“头”。这种主体数据与头信息的组合,便构成了一个“数据封”(Datagram),或者,位于第3层(网络层)的数据封称作一个“包”(Packet),它自一个第3层的“头”开始。而第2层(数据链路层)的数据封就叫作一个“帧”(Frame),自一个第2层的“头”开始,即“帧头”(Frame Header)。

数据封的“头”在堆栈中自下而上建立了一个清晰的路径,直至一个具体的网络应用程序。头内必须包含一个数据字段,指出由添加该头的那一层的紧上一层封装的数据类型。比如在计算机从某个Web服务器收到一个网页时,在紧靠网页数据之前的头内,必须包含一个字段,提醒计算机注意正在接收的数据是给Web浏览器专用的。另一个例子是主机用第2层的一个帧头封装一个“包”。在这个帧头内必须包含一个值,指出紧接在帧内第2层头后面的那个第3层头的类型。

再次以邮局服务为例。假定我们向住在Seattle的查理叔叔寄一份礼物。首先将礼物放到盒子内,在盒子外包上包装纸。最后,在包装纸上写好查理叔叔的地址,使邮局知道怎样投递这个包裹(路由方式)。换句话说,我们将这份礼物包装(封装)了两次,在最外面的包装上写上地址。

主机发送数据时,中间的过程与准备礼物完全一致。数据从一个应用开始,必须在堆栈内向下移动。主机对要传输的数据进行封装时,当数据向下经过每一个层时,都会在数据前封上一个“头”。最后一个头包含了目标地址,保证数据能抵达正确的目的地。

在第2层（数据链路层）的头内，肯定包含了一个地址；因为根据帧准备传输的媒介，数据链路（或者帧、头、地址类型）也会相应地发生变化。对某些协议来说，如IP和AppleTalk，第3层也包含了一个地址。对于一个用于网间连接的主机（比如路由器）来说，假如检查的是一个帧的第2层地址，从而决定将一条网络消息传送到哪里，那么网间连接设备就相当于对帧进行“桥接”（Bridging）。但假如网间连接设备利用第3层地址来决定将网络消息传送到哪里，那么这个设备就相当于对数据包进行“路由”或者“路由选择”（Routing）。

查理叔叔收到我们寄的包裹后，他会检视外面写好的目标投寄地址，确定是寄给自己的。然后，拆掉包装纸，打开盒子，最后拿出寄给自己的礼物。

接收网络消息的目标主机与此类似。它会读取目标地址，判断是不是传给自己的。若地址相符，主机就会在堆栈里向上移动数据，在每一个层拆掉封装。每个层都会删掉由始发主机相应的层加上头的一个头，直至最终只剩下原始数据。

1.1.3 第2层定址

第2层地址的格式由使用这个地址的网络的类型决定。其中，局域网（Local Area Network, LAN）和广域网（Wide Area Network, WAN）是两类最主要的网络。在LAN中，各主机直接相连，一个接一个紧靠在一起。负责LAN控制与维护的通常是一个特定的单位。LAN的类型包括以太网（Ethernet）和令牌环（Token Ring）。LAN使用的是位于第2层的一个“媒体访问控制”（Medium Access Control, MAC）地址。另一方面，WAN通常跨越一个比较大的地理范围。WAN的安装与管理通常要求一种远程通信载体（比如电话公司）提供支援，并提供相应的设备。WAN的例子包括帧中继、租线以及拨号线路等等。WAN的第2层地址由WAN的类型决定。

第2层地址之所以非常重要，是由于在一个帧传送出去之前，在封装过程中，主机必须将一个目标地址（有时还包括源地址）置入帧头内。

1.1.3.1 LAN定址

大多数LAN都使用位于第2层的MAC地址。MAC地址负责标识LAN上的一个主机，使帧能在LAN内正确传送。也就是说，它在相同的LAN内使一个帧从一个主机传到另一个。由于LAN通常由路由器分隔，而路由器通常依据第3层地址来作出路由决定，所以MAC地址对于数据的路由方式毫无关系。但假如一个路由器集成了多个LAN接口，并作为网桥使用，LAN就会被当作一个逻辑（或虚拟）LAN对待。由于桥接要求路由器检查第2层地址，以便消息的转发，所以为了让路由器正确决定如何将一条消息从一个物理LAN转发至另一个LAN，MAC地址就变得相当重要。

MAC地址的格式参见图1-2。如图所示，一个MAC地址的长度是48位。换言之，由48个二进制1和0组成。这些位或比特通常写成十六进制形式。由于1个十六进制数位由4个二进制位构成，所以MAC地址总共包含了12个十六进制数位。

MAC地址的前半部分是“组织唯一标识符”（Organizational Unique Identifier, OUI），有时也简称为“厂家标识码”。举个例子来说，我办公室计算机的MAC地址是00-A0-24-37-8D-9E。前6个十六进制数位是00-A0-24，它是3Com公司的OUI。这样，很容易就知道我的计算机的LAN网卡是由3Com制造的。

MAC地址的后半部分是“序列号”。这是一个独一无二的编号，由厂家分配给自己制造的

每个LAN接口。通过OUI和序列号的组合，便能确保每个LAN接口的MAC地址都是独一无二（或者“唯一”）的，只要厂家按规矩办事。

每种类型的LAN都有自己的封装方式，或者“帧格式”。对以太网来说，共有四种封装方式；令牌环有三种；而光纤分布数据接口（Fiber Distributed Data Interface, FDDI）有两种。

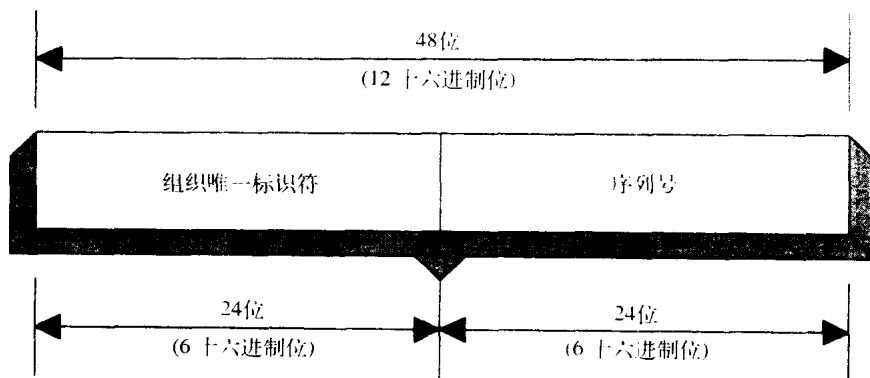


图1-2 MAC地址格式

假如LAN内某个主机用帧头（置于包前）和帧尾（置于包后）来封装一个数据包，以创建一个帧，那么主机在头内必须同时放入起始MAC地址（源地址）以及目标MAC地址（目标地址）。其中，源MAC地址就是该主机自己的MAC地址；而目标MAC地址是指位于同一个物理或逻辑LAN内的另一个主机的MAC地址，源主机准备将帧发至那一个主机。

由于MAC地址是通过LAN传送帧所必需的，那么一个主机怎样知道另一个主机的MAC地址呢？共有三种方法：

- 1) 地址解析协议（Address Resolution Protocol, ARP）。
- 2) 预测。
- 3) 问候。

使用ARP，主机会在LAN内广播一个请求，询问目标主机的MAC地址。目标主机接收到这个请求后，会向源主机发出一个回应，并告诉自己的MAC地址是什么，以便源主机完成一个帧的构建。ARP在IP和AppleTalk中使用。

对于“预测”方法，主机会通过计算，运行另一个主机的第3层地址，调查目标MAC地址是什么。MAC地址的“预测”技术往往在IPX和DECnet中使用。

某些网络协议主机定时发送“问候”消息，或者Hello消息，其中包含了自己的第3和第2层地址。其他主机能侦听到这些问候消息，并将其保存在一张表格中，以便未来参考。在Banyan VINES中，便是利用这种问候方式来获取MAC地址。

以后对各种协议配置方法进行深入讨论，还会接触到有关获取MAC地址更详细的情况。MAC地址总共三种不同的类型：

- 1) 单播。
- 2) 广播。
- 3) 多播。

其中，“单播”（Unicast）地址是指对某个主机来说独一无二的地址。若某个主机想将一条消息发至一个特定的主机，就会使用单播地址。早先提到的我办公室中的计算机采用的便

是单播地址。

“广播”(Broadcast)地址用在主机想把一条消息发给LAN内所有主机的时候。广播MAC地址表示成48个二进制的1,或12个十六进制的F(0xFFFFFFFF)。发给广播地址的消息会由收到它的每个主机加以处理。

而“多播”(Multicast)地址用在想把消息发给LAN内的多个主机,但又不是全部主机的时候。若感觉发送多个单播消息太占LAN资源,而发送广播消息又太占主机资源,就可考虑采用“多播”形式。

1.1.3.2 WAN定址

WAN的定址只要求在帧头内设置一个地址。原因是大多数WAN数据通路都采用“点到点”的形式。换言之,WAN的每个数据通路都只包含了两个主机。一个主机通过WAN直接发出一个帧后,它只有一个地方可去——位于数据通路另一端的那个主机。同样,当主机接收到一个帧时,它的来源也只能有一个——数据通路另一端的那个主机。

WAN数据通路既可以是物理的,亦可是逻辑(虚拟)的。例如,一条专用的T1租线属于物理数据通路;而一个帧中继的“永久虚拟回路”(Permanent Virtual Circuit, PVC)就属于一个逻辑数据通路。一个主机想与另一个主机通信时,没有必要在帧头中标明自己的身份。事实上,每个主机都已知道谁在链路的另一端。

在物理性的点到点WAN中(比如租线和拨号线),地址是主机地址;而在逻辑性的点到点WAN中(如帧中继),地址就是数据通路的地址。

1.1.4 第3层定址

封装时,需在第3层头内置入一个第3层地址。只有根据这个地址,路由器才能为那些准备路由出去的协议决定正确的路径。并非所有协议都在第3层有一个地址。若协议没有第3层地址,必须对它们进行桥接处理。

位于第3层的一个地址由两部分构成:网络与节点。其中,“网络”部分是指LAN或WAN的地址;而“节点”部分是指同那个LAN或WAN连接的主机的地址。

一幢建筑物的地址与此类似。比如“道林街1600号”这个地址,它由一个街道名和一个数字构成。建筑物所在的街道有个自己的名字,而且街道名在整个城市中必须是独一无二的。另外,建筑物也有个自己的编号,而这个编号在整个城市中并不一定独一无二。现在,将街道想象成网络(LAN或WAN),建筑物就是网络中的“节点”(Node)或设备。在一个网间网中,网络地址必须具有唯一性,不得重复。但就这个地址的节点部分而言,它只需在一个网络中保持独一无二就可以了,不必在整个网间网中都保持唯一。完整的主机地址便是第3层地址的网络及节点两部分的一个组合。在整个网间网中,主机地址必须独一无二。图1-3展示了用于三种协议的第3层地址的例子。

书写时,通常用一个小数点(.)来分隔第3层地址的网络及节点部分,我们把它念作“点”。例如图1-3的IP地址,可把它念作:“172点16点126点99”。

拥有第3层地址的任何协议都可以路由。在未来的章节中,还会深入学习如何配置这些协议。路由器决定一个传送路径时,依据的是第3层头的目标地址的“网络”部分。每种能够路由的协议都有其不同的第3层地址格式。在接触到具体的协议时,才来讨论它们各自的协议地址格式。

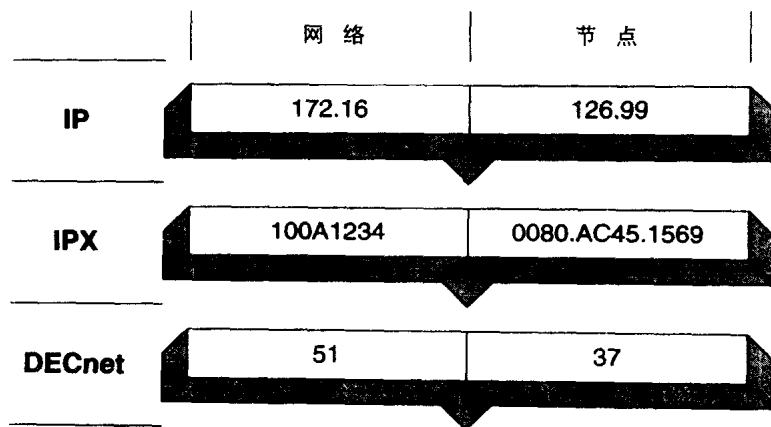


图1-3 第3层地址示例

1.2 总论

迄今为止，我们接触到的都是一些支离破碎的东西（但非常重要）。现在，让我们将其组合到一起，得到一个“总论”。封装、定址与路由、桥接存在什么关系呢？它们在各方面都存在密切的联系！

图1-4展示的是一张路由器工作流程图，通过它可了解一个路由器在进行路由选择或桥接时，它的一部分工作原理。我们将稍微深入地探讨这些步骤，但要注意的是，我们的讨论仍然非常简略，并未考虑到所有的可能性。

路由器准备处理一条消息之前，必须通过它的某个接口，以帧的形式，接收到这条消息（图1-4，1号框）。如果是由LAN接口接收到帧，路由器就会检查帧的目标MAC地址，判断这个帧是否发给本网的某个主机（图1-4，2号框）。如果帧确实应该进入本网，同时其中封装数据的协议已在路由器上配置好了，路由器就会尝试对其进行路由选择（图1-4，3号框）。如果这个帧不该由本网接收，同时已在路由器上配置好了桥接功能（图1-4，4号框），而且路由器上尚未配置好封装数据采用的协议（图1-4，6号框），路由器就会试着对其进行桥接处理。

如某个主机正在运行路由的协议，并希望从另一个网络的另一个主机得到一条消息，主机通常会将帧发给路由器，令其路由出去。反之，假若主机正在运行的是一种桥接过的协议，那么主机就不会注意到一个网桥的存在。所以，主机永远不会将一个帧直接发给网桥。

1.2.1 桥接

所谓“桥接”，是指依据网络消息的第2层头内的一个地址，对其进行转发的过程。IOS支持多种类型的桥接方式：

- 透明桥接。
- 封装桥接。
- 源路由桥接。
- 源路由透明桥接。
- 源路由转换桥接。

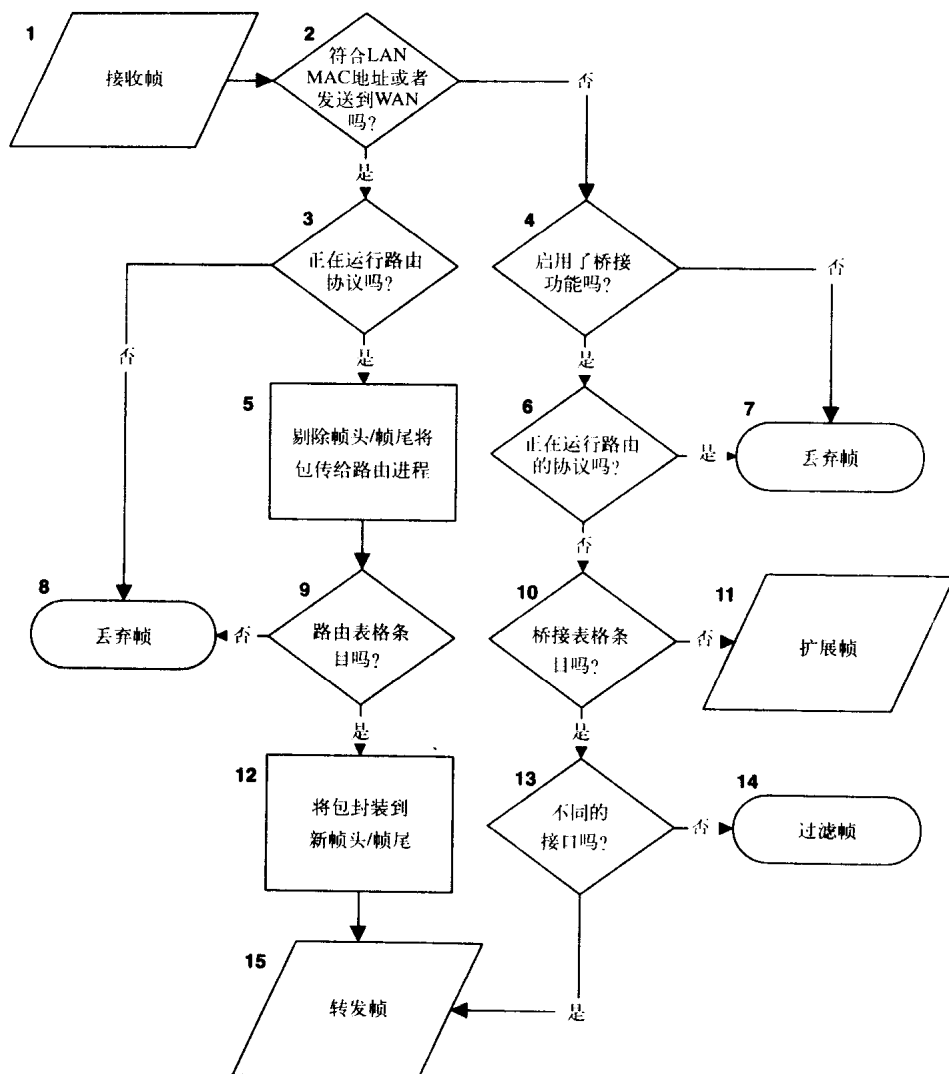


图1-4 路由器工作流程图（每个框的编号位于左上部）

为了理解桥接的过程，首先让我们简要讨论一下透明桥接。之所以认为这种桥接是“透明”的，是由于主机同一个路由器的接口LAN连接之后，在那些主机的眼中，是“瞧不见”那个路由器的。注意在图1-4的4号框中，只有在路由器收到一个并非发给自己（本网）的帧时，才会考虑桥接选项。如果路由器收到一个并非发给自己的帧，而且自己没有配置桥接功能，就简单地将那个帧“扔掉”（如图1-4的7号框）。进行透明桥接的路由器（网桥）具有下述功能：

■调查主机位置。

■根据第2层地址，对帧进行扩散、转发以及过滤处理。

网桥会处理所有接口上的所有帧，并实时调查每个主机的位置。若网桥在某个接口上收到一个帧，就会在其桥接表内置入一个条目（入口），显示出始发主机和接收到帧的那个接口的MAC地址。利用这种技术，网桥就能完善自己的桥接表，以便正确决定路由。网桥不断掌握每个主机的位置时，它会执行三个F，即Flooding（扩散）、Forwarding（转发）及Filtering（过滤）。