



Cisco专业技术丛书



Cisco

路由器

性能测试

Cisco Router Performance Field Guide

(美) Gil Held 著
丁凌峰 王臻 等译



机械工业出版社
China Machine Press



McGraw-Hill

Cisco专业技术丛书

Cisco路由器性能测试

(美) Gil Held 著

丁凌峰 王 臻 译



机械工业出版社
China Machine Press

本书从路由器的硬件、软件组件入手，通过100多个LAN和WAN常见错误及解决方案实例，逐层深入，介绍路由器外部、内部性能测量方法，LAN和WAN尺度，路由器的测试、故障排队方法。本书内容翔实，条理清楚，具有较强的实用性。适合网络系统管理人员、设计人员以及希望了解路由器知识的技术人员参考。

Gil Held: Cisco Router Performance Field Guide.

Original edition copyright © 2000 by McGraw-Hill. All rights reserved.

Chinese edition copyright © 2000 by China Machine Press. All rights reserved.

本书中文简体字版由美国麦格劳-希尔公司授权机械工业出版社独家出版。未经出版者书面许可，不得以任何方式复制或抄袭本书内容。

版权所有，侵权必究。

本书版权登记号：图字：01-2000-1713

图书在版编目（CIP）数据

Cisco路由器性能测试/（美）海德（Held, G.）著；丁凌峰等译. —北京：机械工业出版社，2000.11

（Cisco专业技术丛书）

书名原文：Cisco Router Performance Field Guide

ISBN 7-111-08362-8

I. C… II. ①海… ②丁… III. 路由器-性能测验 IV. TP393

中国版本图书馆CIP数据核字（2000）第54502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

北京牛山世兴印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2000年11月第1版·2001年4月第2次印刷

787mm×1092mm 1/16·12.5印张

印数：4 001-5 000册

定价：25.00元

凡购本书，如有倒页、脱页、缺页，由本社发行部调换

译者序

本书从容易被人们忽略的一个主题，即路由器的性能出发，讲述了路由器的内部和外部性能测量方法，同时讨论了LAN和WAN尺度，并在此基础上，讨论了路由器的测试、故障排除和设计原理。

虽然本书所讲述的内容容易被人们忽略，但它所提供的信息却对用户很有帮助。在学习了此书后，人们不再会简单地将所遇到的路由器问题归结为路由器的功能不足，从而盲目地更换或升级硬件，造成很大的浪费，而会从路由器的性能出发，找到问题之所在，从而找到相应的解决办法。

本书条理清晰，层层深入，具有很强的专业性。对于希望全面掌握路由器知识的人来说，本书无疑为他们提供了一个很好的学习机会。而对于只是希望对路由器增加了解的一般人员来说，本书也无疑是一个不错的选择。

由于时间仓促，翻译中难免存在着很多疏漏。诚挚地希望广大读者对本书中的错误提出宝贵意见。

2000年8月2日

序

因为在Internet和专用Intranet上运行的绝大多数路由器都是Cisco公司生产的，所以关于Cisco路由器的书有许多其主题包括了从路由器配置到路由协议以及访问表的配置。显然每个主题都很重要，但有一个主题被大家忽略了，那就是路由器的性能。

由于路由器这种通信设备在现代网络中很重要，所以了解它的性能也很重要。如果你单位的路由器对于它所执行的活动来说，显得功率不足的话，那么用户和管理员可能会错误地将此归结为带宽有限、服务器功率不足或者其他问题，而意识不到真正的问题之所在。另一种情况是，你可能不时地被诱惑着更换或升级硬件，而这几乎是不必要的。无论是哪一种情形，了解不同的路由器性能尺度以及检索统计信息的方法对于LAN或路由器管理员或网络管理员来说都是很重要的。

本书中，我们主要关注路由器性能的各个方面及其使用方法，以了解连接的通信环境。对于后者，路由器可以提供关于连接的LAN和串行通信通道活动的信息，以包括它们常规水平的使用和错误情形。因此，路由器提供的尺度为我们提供了了解流量的能力，以及标记错误情形并提出合理的解决方案。

路由器一个经常被忽略的特性是可以提供服务级协议(SLA)验证。因为大多数SLA协议需要每月支付一定的费用才能获得更高级的网络性能，所以可以检查你的单位在支付了这笔费用后，是否得到了路由器重要的使用性能。我们还将本书中注意到，Cisco路由器包括启用端到端等待时间验证的TCP/IP应用程序，前者表示通用的SLA尺度。

作为一名专业作家，我诚挚地欢迎你提出宝贵意见。希望你能就本书中所提到的任何内容发表你的看法，或者指出还有哪些内容你觉得应包括在以后的版本中。你可以给我发电子邮件，我的email地址是gil_held@yahoo.com。

Gilbert Held
Macon, Georgia

前言

Cisco路由器已发展为一种非常复杂的硬件及软件产品，所以很难或者几乎不可能提供一本讲述路由器的所有特性和功能的综合性书籍。很多作者都不愿意或者没有经验来写一本涉及到路由器的每一个主题并包含数千页的书籍。同样，几乎也没有读者需要关于Cisco路由器各个方面的深入知识。因此，作者感觉到开发一套丛书，使其中每一本书都致力于Cisco路由器的一系列关键功能或特性会更加实用。因此，本书致力于路由器的性能，虽然主题比较窄，但却是LAN管理员和网络管理员必须了解的最重要的主题，只有了解了路由器的性能，才能最好地使用Cisco路由器和它所连接的网络。

性能测试的原因

在本书的序中已简单提到了定期测试路由器性能的几个原因。检验服务级协议(SLA)以及观察网络错误是很重要的，是路由器性能测试原因之一。其他原因包括考虑何时更换或升级路由器或个别路由器组件，以及如何确定是否需要其他接口来支持网络分段。还有一个原因是确定一个或多个路由器的资源是否可以更有效地用在另一个路由器中，或者确定是否需租用路由器或将路由器还给租赁公司。这是因为不是网络中的所有路由器都使用在同一个级别。因此，如果你的单位购买了许多路由器用在网络中，那么很有可能网络外围的路由器不需要与位于网络核心的路由器有着相同的内存或处理器功能。

有时，路由器性能测量还可以向你的单位提供有关如何重新安排路由器的使用，如何用一台更节省成本的路由器来替换某一种类型的路由器，或者购买一台更适用的路由器以满足单位的通信需求等信息。虽然路由器不能代替诊断网络故障的测试设备，但是注意路由器可以用作局域网(LAN)和广域网(WAN)的接口这一点是很重要的。因此，路由器是网络的焦点，可以用它的显示功能检查不同接口的状态，同时便提供了有关连接到路由器的LAN和WAN的性能级别的信息，尽管LAN和WAN并不直接地影响路由器性能。例如，连接到某路由器接口的以太网LAN上的高级冲突直接影响该路由器通过网络传送或接收LAN信息的能力。

要监视的组件

从硬件的角度来看，路由器是一个复杂的计算机，它运行专门的软件。路由器的硬件之所以与计算机类似是因为它也有一个中央处理单元(CPU)、支持几种内存并且可以支持多种与外围设备进行连接的接口。但是，有的地方与计算机不同，计算机的外围设备是共用打印机、扫描仪以及类似的设备，而路由器的外围设备则是局域网和广域网，它们通过不同类型的路由器接口连接到路由器。

我们可以通过监视路由器的硬件组件来了解它的性能，这些组件包括CPU、内存和各种接口的状态。而且，我们在本书的后面提到各种路由器软件的设置也可以用来加速信息在路由器中的流动，从而实际上增强路由器的性能。这样，监测路由器硬件和软件就可以决定路由器当前和潜在的性能级别。

章节预览

这一部分的信息是一个导航器，向我们展示如何进入本书的主题，即路由器性能。而且，可以将这一部分所提供的信息与目录结合起来使用，以查找你关注的特定信息。虽然我们建议你按照所提供信息的顺序来阅读本书，但是不同的读者可能有不同层次的信息需求。因此，预览部分可以帮助你查找你感兴趣的特定章节并注意主题的顺序变换。

第1章 “路由器硬件和软件总览”

因为掌握路由器硬件和软件的基本知识对于了解其性能问题至关重要，所以我们在第1章通过介绍Cisco路由器的基本组件来了解有关这一主题的基本信息，包括如何指定接口。在讨论路由器的软件组件之前，我们还讨论了路由器的交换模式和它的初始化过程。在讲到软件组件时，我们讨论了Cisco的连网操作系统(Internet Network Operating System, IOS)的基本组件、路由器配置以及命令解释器的使用。

因为命令解释器对于观察不同的路由器性能尺度非常重要，所以我们介绍了路由器命令及其缩写形式。从这一章所提供的信息中，具有不同背景的读者将了解在本书后面的章节中将用到的路由器硬件和软件的基础知识。

第2章 “LAN和WAN尺度”

除非我们熟悉LAN和WAN尺度，否则使用路由器命令观察LAN和WAN尺度可能会获得毫无意义的信息。第2章介绍了各种LAN和WAN尺度。首先，我们重点讲述局域网，介绍局域网中的以太网和令牌环LAN。到目前位置，绝大多数LAN接口都使用Cisco路由器。在介绍LAN尺度时，我们首先回顾了每一种网络的常规帧格式。然后，讲述了每一种帧和可能发生错误类型。在讨论LAN的运行时所得到的信息使我们得以更好地了解Cisco路由器所显示的LAN尺度。关于这一主题，在本书的后面有相当详细的讲述。

第2章的第2部分介绍了广域网，包括提供通过WAN连接传输和接收数据功能的串行接口。因为有些读者可能不熟悉公用的T1线设施的运行速率不同于其数据传输率这一事实，所以我们将在第3章讨论这一重要主题。对于有些读者，这一信息解释了为什么将现有的WAN连接升级到更高运行速率时，没有达到预期效果。

第3章 “获取外部性能测试方法”

在第1章中讲述了路由器硬件和软件的基本知识，以及在第2章中讲述LAN和WAN尺度之后，现在我们可以开始介绍路由器性能测试。第3章关注路由器命令的使用，以显示各种外部性能测试。在此期间，我们假定路由器接口提供影响路由器性能的总体级别的因素的外部视图。我们还学习show interface命令的各种版本，以了解在检查以太网、快速以太网、令牌环网和串行接口时所显示的信息。

第4章 “获取内部性能测试方法”

第3章介绍外部性能测试。在第4章，我们将重点转向内部性能测试。在首先回顾了四种路由器内存的功能后，我们讲述show命令的使用以显示路由器内存和路由器处理的状态。在

这之后，我们将介绍影响路由器性能的总体级别的各种路由器功能的其他命令。这些功能包括将参数项设为路由器的地址解析协议(ARP)表、启用TCP报头数据压缩以及设置各种路由器交换模式。虽然因为这些功能发生在将数据放置在接口之前，所以它们是内部功能还是外部功能可能存在争议，但是作者仍然决定在这一章中对这些特性进行讨论。

第5章 “检测、纠错和设计原理”

测试和纠错之间的关系很好理解，但是要认识到它们与设计原理的关系可能要难一些。然而，如果我们仔细考虑这三者，就可以看到它们彼此之间有相当程度的联系。这是因为多年的测试和排除不同类型的网络故障产生了某些设计原理，这些原理可为合理安排网络内部和网络之间的信息路由提供基础。

虽然本书主要讲述路由器性能，但是认识到没有测试和纠错，可能无法增强路由器性能这一点也是很重要的。而且，通过测试和纠错所提供的信息可能对于建立一个新型网络或修改现有的网络具有很大的价值。因此，在本章中，我们将这三个主题作为一个内容，介绍它们与本书的主题——路由器性能的关系。

因为讨论测试和纠错，所以我们回顾了几个内置的测试工具，这些工具可以从路由器的命令行中获得，或者从另一设备中获得。在此期间，我们还介绍了如何使用这些工具检验某些类型的SLA以及隔离可能的网络瓶颈以确保维护。在这些完成之后，我们通过学习基于路由器的网络设计原理对本章进行小结。本章以及前一章所提供的信息是了解如何建立所期望的性能级别的网络的基础。

第6章 “随时间观察尺度”

最后一章主要讲述克服Cisco路由器的缺陷以提供与性能最密切相关的尺度达5分钟以上。LAN管理员和网络管理员很难根据提供5分钟尺度观察的计数器的值，作出影响网络状态的决定；我们通常希望得到一个范围更大的窗口。因此，本章介绍如何在一段自定义时间之内观察路由器各种性能尺度。

目 录

译者序

序

前言

第1章 路由器硬件和软件总览	1
1.1 基本硬件组件	1
1.1.1 中央处理单元	1
1.1.2 闪存	1
1.1.3 只读存储器	2
1.1.4 随机存储器	2
1.1.5 非易失随机存储器	2
1.1.6 输入/输出端口以及特定媒体转换器	2
1.1.7 端口构成和命令引用	2
1.1.8 交换模式	4
1.1.9 路由器初始化过程	5
1.2 基本软件组件	8
1.2.1 操作系统镜像	8
1.2.2 配置文件	8
1.2.3 数据流	9
1.3 路由器配置过程	10
1.3.1 关于电缆的考虑	10
1.3.2 控制台访问	10
1.4 关于setup的考虑	12
1.4.1 命令解释器	14
1.4.2 用户模式运行	15
1.4.3 特权模式运行	15
1.5 配置命令分类	16
1.5.1 全局配置命令	17
1.5.2 interface命令	18
1.5.3 line命令	19
1.5.4 router命令	20
1.5.5 缩写命令	20
1.6 常规控制台操作	21
1.6.1 主机名称的分配	21
1.6.2 创建标志	22

1.6.3 日期/时间的设置	23
1.7 终端自定义	24
第2章 LAN和WAN尺度	29
2.1 LAN尺度	29
2.1.1 以太网	29
2.1.2 以太网帧	31
2.1.3 以太网SNAP帧	34
2.1.4 令牌环	35
2.2 WAN尺度	39
2.2.1 T1电路	39
2.2.2 串行封装	41
2.2.3 优先级输出队列	42
2.2.4 优先级分配	43
第3章 获取外部性能测试方法	47
3.1 检查接口状态	47
3.2 show interfaces命令	47
第4章 获取内部性能测试方法	69
4.1 显示存储器信息	69
4.1.1 路由器存储器总览	70
4.1.2 存储器映射	72
4.1.3 show memory命令的选项	73
4.1.4 使用show buffers命令来判定存储器问题	78
4.2 路由器性能特性	85
4.2.1 ARP表格表目	85
4.2.2 TCP头部压缩	87
4.2.3 尝试建立TCP连接的时间	88
4.2.4 交换模式	89
第5章 检测、纠错及设计原理	95
5.1 Ping应用程序	95
5.1.1 概述	95
5.1.2 Windows平台的ping程序	97
5.1.3 路由器ping操作	100
5.2 Traceroute应用程序	104

5.2.1 概述	105	6.1.4 Cisco系统私有MIB	121
5.2.2 Windows平台的tracert程序	105	6.2 使用MRTG	125
5.2.3 路由器trace命令	108	6.2.1 概述	125
5.3 设计原理	111	6.2.2 注册信息	126
第6章 随时间观察尺度	115	6.2.3 使用MRTG的准备	126
6.1 SNMP	115	6.2.4 程序的获得	127
6.1.1 组件	115	6.2.5 配置文件	130
6.1.2 SNMP版本	116	附录 SNMP管理信息数据库	142
6.1.3 MIB	116		

第1章 路由器硬件和软件总览

本章概括讲述了Cisco路由器硬件和软件。首先，讲述Cisco路由器的基本硬件组件，接下来，讲述基本路由器软件模块。在这些主题之后，再介绍路由器操作模型，并描述、讨论和说明不同的路由器函数。

本章总的目的是使你熟悉Cisco路由器的常规操作以及如何对它们进行配置。这些信息为不同背景的用户提供了关于Cisco路由器硬件和软件的公共基础知识，这些基础知识对于了解后面章节中与性能相关的信息很有用。为了使读者掌握公共基础知识，加入了EXEC命令的使用范例。这些范例对于熟悉Cisco产品的读者来说是一种回顾，而对于预先缺乏Cisco产品经验的人来说，则提供了关于各厂商路由器的常规配置的必要信息。而且，根据作者在配置和操作Cisco路由器方面的经验，本章还在适当的地方加入了一些指南和提示。这些提示和指南可望为你节省时间，并通过汲取作者的教训，使你的路由器学习经历更加愉快。

1.1 基本硬件组件

Cisco公司生产多种路由器产品，虽然这些产品在处理能力和所支持的接口数量方面差异很大，但是它们使用的核心硬件是相同的。图1-1是Cisco公司路由器的关键组件的一般略图。虽然CPU、微处理器、ROM和RAM的数量以及I/O端口和媒体转换器的数量和使用方式会随着产品的不同而不同，但是每个路由器都有着如图1-1所示的组件。对每个硬件组件的功能的介绍将展示路由器的各个部分如何组合在一起以提供其功能。

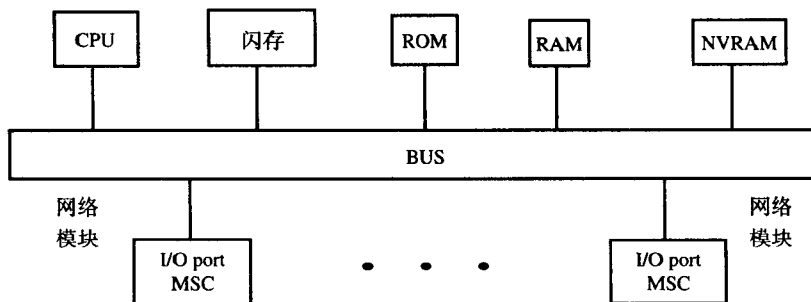


图1-1 基本路由器硬件组件

1.1.1 中央处理单元

CPU（中央处理单元）或微处理器负责执行组成路由器操作系统的指令以及通过控制台或通过远程登录连接而输入的用户命令。因此，CPU的处理功能直接与路由器的处理能力相关。

1.1.2 闪存

Flash memory（闪存）是一种可擦写可编程的ROM内存。在许多路由器上，闪存可用于来存放操作系统的镜像和路由器的微码。因为更新闪存时无需删除并更换芯片，所以这种内存

可以免去芯片更新。只要有足够的空间，闪存中就可以容纳多个操作系统镜像。闪存对于测试新的镜像很有用。路由器的闪存还可用于将操作系统(OS)镜像通过简单文件传输协议(trivial file transfer protocol, tftp)传递给另一个路由器。闪存还可用于存储路由器配置文件的副本，当tftp服务器不可用或者在紧急恢复过程中，这一功能很有用。

1.1.3 只读存储器

ROM（只读存储器）中的代码所执行的加电诊断类似于许多PC机所执行的加电自检。而且，ROM中的引导程序用于装载操作系统软件。虽然许多路由器都需要通过删除和更换路由器系统板上的ROM来完成软件更新，但是其他路由器可能使用不同类型的存储来存放操作系统。

1.1.4 随机存储器

RAM（随机存储器）用于存放路由表、执行分组缓冲和当有过多流量路由至一个公共接口而导致无法直接输出时为分组队列提供一定的缓冲区域，以及当设备在运行时为路由器配置文件提供内存。而且，RAM为缓存减少ARP流量并增强连接到路由器的LAN的传输功能的地址解析协议(ARP)信息提供空间。当路由器关掉电源时，RAM的内容被清除。

1.1.5 非易失随机存储器

当路由器关掉电源时，非易失随机存储器（NVRAM）保留其内容。通过将其配置文件的副本存储在NVRAM中，路由器可以快速从电源故障中恢复过来。使用NVRAM，路由器将无需保存其配置文件的硬盘或软盘副本。因此，它是Cisco路由器中没有移动的组件，这意味着组件更经久耐用。计算机系统的大多数硬件故障都是由于诸如硬盘驱动器等移动组件的损耗和磨损。

因为Cisco路由器没有硬盘或软盘，所以常规做法是将配置文件存储在PC机上，在PC机上可以很容易地使用文本编辑器对配置文件进行修改。然后，通过使用tftp将配置文件通过网络直接加载到NVRAM。

当使用网络输入路由器配置时，路由器用作客户端，而文件所在的PC机则必须用作服务器。这意味着必须在PC机上运行tftp服务器软件，这样才能支持文件在计算机之间的移动。在本章后面讨论软件时，还将讨论tftp服务器软件。

1.1.6 输入/输出端口以及特定媒体转换器

I/O port（输入/输出端口）是一个连接点，分组通过这个连接点进入和退出路由器。每个I/O端口都连接到特定媒体转换器（MSC），后者将物理接口提供给特定类型的媒体，如以太网或令牌环LAN或RS-232或V.35 WAN接口。

在Cisco术语中，各种路由器功能（如路由协议更新和访问列表）都应用于接口或与接口相关。但是，接口实际上是通过interface子命令配置的I/O端口。interface子命令，如show interface将显示路由器中所有接口的信息。因为I/O端口的构成在路由器中以及路由器之间会有不同，所以了解如何引用端口是很重要的。

1.1.7 端口构成和命令引用

如果端口构筑在路由器内，那么可以直接用其编号对它进行引用。例如，串行端口0在

interface命令中的引用如下:

```
interface serial0
```

如果一组端口构筑在一个公用适配卡上,以便插入到路由器中的一个插槽中,那么对其中某个端口的引用需要插槽和端口编号。因此,在Cisco 7200和Cisco 7500系列路由器中,应使用以下公式来指定特定的串行端口:

```
interface serial slot#port#
```

除了串行端口,其他端口,包括以太网、快速以太网和令牌环网都以类似的方法进行指定。例如,图1-2例示了show interface命令的使用,该命令形式为FastEthernet1/0,用以显示安装在路由器的插槽1上的适配卡中的端口0上的FastEthernet接口的有关的运行信息。首先,我们故意错误地输入插槽/端口关系,以说明知道并正确输入接口的参数的重要性。通过独自使用show interface命令,可以记录路由器中所使用的接口包括目前未运行的接口组件的配置。因为有关非活动接口的信息也将显示出来。

前面公式中的一个变化发生在Cisco 7x00系列设备上,该设备中有多个端口组成了一个端口适配卡,而多个端口适配卡可以位于一个插槽中。在本例中,应使用以下命令形式来引用特定的串行端口:

```
interface serial slot#/port adapter/port#
```

与上例类似,此命令形式适用于不同类型的接口。这种类型的设备配置的一个例子如图1-3所示。在本例中,我们假定路由器将多个串行端口构筑在一个端口适配卡上,而多个端口适配卡可以安装在一个公用插槽中,在图1-3中,我们使用了show interface serial命令来显示安装在路由器插槽0上的端口适配卡上的串行端口3的信息。

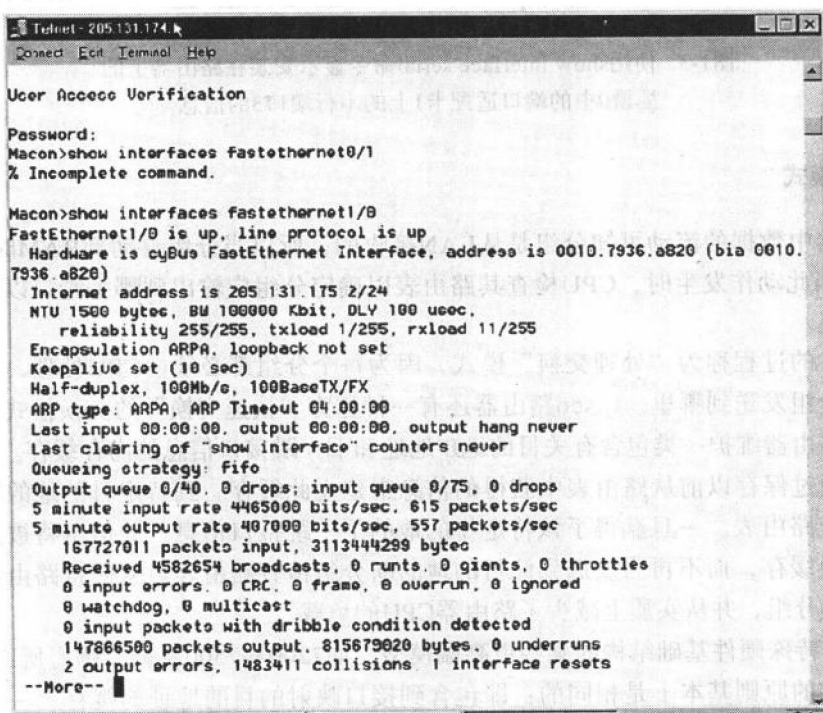


图1-2 使用show interface命令显示安装在路由器上的插槽1中的适配卡上的快速以太网端口0的信息

```

Telnet - 205.131.174.1
Connect Edit Terminal Help

User Access Verification

Password:
Macon>show interfaces serial 0/1/3
Serial0/1/3 is up, line protocol is up
  Hardware is cyBus Serial
  Description: MCI MGBBW4Y80003
  Internet address is 4.0.156.110/30
  MTU 1500 bytes, BW 1544 Kbit, DLY 20000 usec,
    reliability 255/255, txload 231/255, rxload 32/255
  Encapsulation HDLC, crc 16, loopback not set
  Keepalive set (10 sec)
  Last input 00:00:09, output 00:00:00, output hang never
  Last clearing of "show interface" counters never
  Input queue: 0/75/0 (size/max/drops); Total output drops: 1863064
  Queueing strategy: weighted fair
  Output queue: 45/1000/64/1863064 (size/max total/threshold/drops)
    Conversations 16/100/256 (active/max active/max total)
    Reserved Conversations 0/0 (allocated/max allocated)
  10 minute input rate 196000 bits/sec, 194 packets/sec
  10 minute output rate 1402000 bits/sec, 201 packets/sec
    48347439 packets input, 589549327 bytes, 0 no buffer
    Received 0 broadcasts, 0 runts, 0 giants, 0 throttles
    387 input errors, 386 CRC, 0 frame, 0 overrun, 0 ignored, 1 abort
    147090655 packets output, 741890952 bytes, 0 underruns
    0 output errors, 0 collisions, 0 interface resets
    0 output buffer failures, 29983858 output buffers swapped out
  --More--

```

图1-3 使用show interface serial命令显示安装在路由器上的插槽0中的端口适配卡1上的串行端口3的信息

1.1.8 交换模式

从路由器中数据的流动可知分组是从LAN接收的，所以当分组移动到RAM时，第2层报头被删除。当此动作发生时，CPU检查其路由表以确定分组应输出到哪个端口以及应用什么方式封装分组。

刚才描述的过程称为“处理交换”模式，因为每个分组都必须由CPU处理，以参考路由表并确定将分组发送到哪里。Cisco路由器还有一种称为“快速交换”的交换模式。在快速交换模式中，路由器维护一类包含有关目的地IP地址和下一跳接口信息的内存缓存。

路由器通过保存以前从路由表中获得的信息来建立此缓存。到特定目的地的第一个分组使用CPU检查路由表。一旦获得了该特定目的地的下一跳接口信息，此信息将被插入到路由器的快速交换缓存，而不再为发送到此目的地的新分组检查路由表。这使得路由器能够以更快的速度交换分组，并从实质上减少了路由器CPU的负载。

对于使用特殊硬件基础结构的某些更高端模型，如7200和7500系列，则有所不同。但是，所有交换模式的原则基本上是相同的：即包含到接口映射的目的地址的缓存。一个例外是称为“网络流交换”的交换模式，它不仅缓存目的地IP地址，还缓存源IP地址和更上层传输控制协议(TCP)或用户数据报协议(UDP)端口。过去，这种交换模式只有在更高端路由器平台上

才有, 较低端路由器, 如Cisco 1600、2500、2600、3600和4000系列只能进行正常的快速交换。然而, 在最新版本的Cisco IOS即12.0版本中, 它在较低端平台上也已获得支持, 如2600和3600系列路由器; 第4章将对此有相当详细的描述。

关于快速交换有几个需特别注意的地方。首先, 对路由表或ARP缓存的任何更改都将引起快速交换缓存的清除, 因此在拓扑结构发生改变期间, 快速交换缓存将重建。而且, 快速交换缓存中的项将根据路由表的内容而改变, 快速交换缓存中的项与路由表中相应的项相匹配。例如, 如果路由器有一个到10.1.1.0/24网络的路由, 它将缓存目的地10.1.1.0/24; 如果此路由器仅有一个到10.1.0.0/16网络的路由, 它将缓存目的地10.1.0.0/16。如果路由表中没有网络或子网项, 那么路由器将使用默认路由和默认的主网络掩码, 这样它将缓存的目的地为10.0.0.0/8。

如果只有一个到特定目的地的路由, 这种模式是对的。如果有多个、等价的非默认路径, 路由器将缓存整个32位目的地。例如, 如果目的地IP地址是10.1.1.1并且路由器有两个到10.1.1.0/24网络的路由, 那么路由器将缓存值10.1.1.1/32, 并将它与第一跳相匹配。10.1.1.0/24网络上的下一个目的地, 假定为10.1.1.2/32, 它将被缓存并与第二个下一跳相匹配。如果有第三个等价的路径, 10.1.1.0/24网络上的下一个目的地将被缓存并与第三个下一跳相匹配, 等等, 依次类推。请注意这只有对于非默认路由才是正确的。如果路由器必须使用默认路由来发送分组, 那么它将仅缓存主网络编号, 而非这里描述的全32位地址。

基本上, 路由器使用循环法缓存到每一个后继转发的单个目的地。这意味着路由器在每个目的地的基础上共享负载。也就是说, 因为快速缓存包含端目的地和接口之间的映射, 所以一旦已用某一项填充缓存, 那么该目的地将来所有的分组都将使用缓存中的接口。路由器在快速交换缓存中不为同一个目的地放置多个接口。

在处理快速模式中, 路由器在每个分组的基础上共享负载。如果没有快速交换缓存, 每个分组都将以循环的方式发送到每个后继接口。如果有多个路径, 这将导致网络负载的分布更加平均, 所以它还将增加路由器CPU上的负载, 并降低路由器移动分组的速率。在多数情况下, 最好使快速交换保留在打开状态, 并且与多个网络路径中的不等分布共存。

1.1.9 路由器初始化过程

当打开路由器的电源时, 它执行一系列的预定操作。路由器是否执行其他操作取决于你以前是否对此设备进行了配置。为了解路由器的初始化过程, 让我们来看一下当打开电源设备时所发生的主要事件。

图1-4是在路由器初始化过程中所执行的主要功能的流程图。当你给路由器插上电源时, 最初它执行一系列的诊断测试, 以检验处理器、内存和接口电路的运行情况。因为这些测试是在加电时执行的, 所以通常称为“加电自检”(POST)。

一旦POST完成, 将执行引导加载程序。加载程序的主要功能是将操作系统镜像的副本初始化或放入主内存。但是, 要做到这一点, 必须首先确定操作系统镜像的位置, 因为此镜像可能放置在闪存、ROM甚至是网络上。

为了确定操作系统镜像的位置, 引导加载程序检查路由器的配置注册表。根据路由器的型号, 配置注册表的值既可以通过硬件跳线来设置, 也可以通过软件来设置。注册表的设置

表明操作系统的位置，并定义其他的设备功能，如路由器如何响应控制台键盘上空格键的输入，以及是否将诊断信息显示在控制台终端上。

当前大多数型号的路由器中的配置注册表是存储在NVRAM中的16-位值。它不是一个物理实体。在旧型号的路由器，如MGS和AGS+中，配置注册表是一个具有16根引脚的物理跳线。这是术语“注册表”的起源。在软件和硬件配置注册表中，最后4位（在硬件注册表中是引脚）表示启动字段，启动字段告诉路由器到哪里找到它的配置文件。软件注册表显示为4位十六进制数，如：0x2102。可以用命令show version显示注册表配置。每个十六进制数都表示4位，因此从右往左算的第一位是启动字段，启动字段的值可以从0到15。在本例中，启动字段是2。表1-1表示路由器如何解释启动字段中的数值。

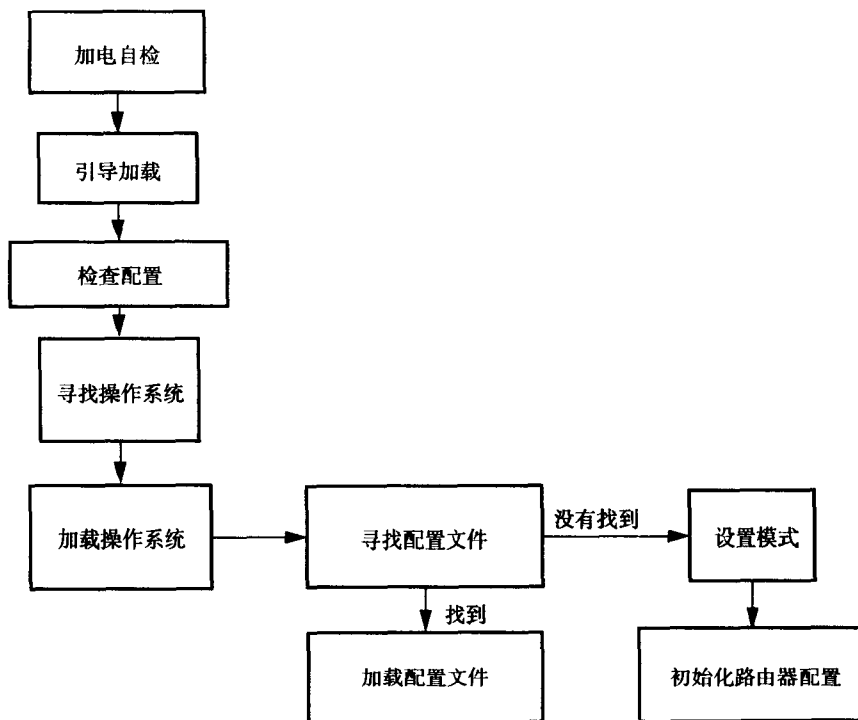


图1-4 路由器初始化过程

表1-1 启动字段设置的意义

启动字段值	路由器解释
0	RXBOOT模式。必须使用b命令手动启动路由器
1	从ROM自动启动
2-F	从boot system命令检查NVRMA中的配置文件内容

在大多数情况下，启动注册表将被设为2，这表示路由器在启动命令从配置文件中获取镜像。如果未找到这个值，路由器将会加载闪存中的第一个镜像。如果闪存中没有有效的IOS镜像，或者未找到闪存，路由器将通过发送一个请求IOS镜像的tftp请求到广播地址，以试图从tftp服务器加载镜像。

一旦配置注册表检查完毕，引导加载程序将知道从哪里将操作系统镜像加载到路由器的

RAM, 并进行这项工作。操作系统加载后, 将在NVRAM中寻找以前创建并保存的配置文件。如果此文件找到, 将被加载到内存, 并逐行执行, 从而使得路由器正常运行, 按照预先定义的网络环境工作。如果以前创建的NVRAM文件不存在, 操作系统将执行一序列预先定义的由问题驱动的配置显示, 即“安装对话”, 在操作员完成了安装对话后, 配置信息将被存储在NVRAM中, 并以默认方式存储在下一个初始化过程中。可以通过设置注册表配置, 指示路由器路由忽略NVRAM的内容。如果从右算起的第二个十六进制值被设为4, 即0x2142, 路由器将忽略NVRAM的内容。在路由器的密码恢复过程中使用此特性, 以便管理员可以跳过配置文件的内容。

清单1-1显示了当插上电源、调用启动程序并将以前定义的配置加载到内存中时, Cisco 4500路由器所产生的最初显示。请注意清单最后的提示, 它很容易从屏幕中跳过, 因此有时会使初学者等待很长的一段时间, 而不知道需按RETURN键来进入系统。

清单1-1 插上电源时, Cisco 4500路由器产生的最初显示

```
System Bootstrap, Version 5.2(7b) [mkamson 7b], RELEASE SOFTWARE
(fc1)
Copyright (c) 1995 by cisco Systems, Inc.
C4500 processor with 8192 Kbytes of main memory

program load complete, entrypt: 0x80008000, size: 0x231afc
Self decompressing the image :
#####
#####
##### [OK]

Restricted Rights Legend

Use, duplication, or disclosure by the Government is
subject to restrictions as set forth in subparagraph
(c) of the Commercial Computer Software - Restricted
Rights clause at FAR sec. 52.227-19 and subparagraph
(c) (1) (ii) of the Rights in Technical Data and Computer
Software clause at DFARS sec. 252.227-7013.

cisco Systems, Inc.
170 West Tasman Drive
San Jose, California 95134-1706

Cisco Internetwork Operating System Software
IOS (tm) 4500 Software (C4500-INR-M), Version 10.3(8), RELEASE
SOFTWARE (fc2)
Copyright (c) 1986-1995 by cisco Systems, Inc.
Compiled Thu 14-Dec-95 22:10 by mkamson
Image text-base: 0x600087E0, data-base: 0x6043C000

cisco 4500 (R4K) processor (revision B) with 8192K/4096K bytes of memory.
```