



思科网络技术学院教程 (第6版)

路由和交换基础

Routing and Switching Essentials v6

Companion Guide

[加] 鲍勃·瓦尚 (Bob Vachon) 著
[美] 艾伦·约翰逊 (Allan Johnson) 译
思科系统公司



中国工信出版集团



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

Cisco | Networking Academy®
Mind Wide Open™

思科网络技术学院教程 (第6版)

路由和交换基础

Routing and Switching Essentials v6

Companion Guide

[加] 鲍勃·瓦尚 (Bob Vachon)

[美] 艾伦·约翰逊 (Allan Johnson)

著

思科系统公司 译

人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (C I P) 数据

思科网络技术学院教程 : 第6版. 路由和交换基础 / (加) 鲍勃·瓦尚 (Bob Vachon), (美) 艾伦·约翰逊 (Allan Johnson) 著; 思科系统公司译. — 北京: 人民邮电出版社, 2018. 1

ISBN 978-7-115-47292-2

I. ①思… II. ①鲍… ②艾… ③思… III. ①计算机网络—路由选择—高等学校—教材②计算机网络—信息交换—高等学校—教材 IV. ①TP393

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第286208号

版 权 声 明

Routing and Switching Essentials v6 Companion Guide (ISBN: 1587134284)

Copyright © 2017 Pearson Education, Inc.

Authorized translation from the English language edition published by Cisco Press.

All rights reserved.

本书中文简体字版由美国 **Pearson Education** 授权人民邮电出版社出版。未经出版者书面许可, 对本书任何部分不得以任何方式复制或抄袭。

版权所有, 侵权必究。

-
- ◆ 著 [加]鲍勃·瓦尚 (Bob Vachon)
[美]艾伦·约翰逊 (Allan Johnson)
译 思科系统公司
责任编辑 傅道坤
责任印制 焦志炜
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路 11 号
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京中新伟业印刷有限公司印刷
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 20.5
字数: 602 千字 2018 年 1 月第 1 版
印数: 1—6 000 册 2018 年 1 月北京第 1 次印刷
- 著作权合同登记号 图字: 01-2017-4816 号
-

定价: 50.00 元

读者服务热线: (010)81055410 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

广告经营许可证: 京东工商广登字 20170147 号

内容提要

思科网络技术学院项目是思科公司在全球范围内推出的一个主要面向初级网络工程技术人员的培训项目，旨在让更多的年轻人学习先进的网络技术知识，为互联网时代做好准备。

本书是思科网络技术学院全新版本的配套书面教材，主要内容包括：路由概念，静态路由，动态路由，交换网络，交换机配置，VLAN，访问控制列表（ACL），动态主机配置协议（DHCP），IPv4 NAT，设备发现、管理和维护。本书每章后还提供了复习题，并在附录中给出了答案和解释，以检验读者每章知识的掌握情况。

本书适合准备参加 CCNA 认证考试的读者以及各类网络技术初学人员参考阅读。

审校者序

普 通 高 等 学 校 教 育 出 版 社

思科网络技术学院项目（Cisco Networking Academy Program）是由思科公司携手全球范围内的教育机构、公司、政府和国际组织，以普及最新的网络技术为宗旨的非营利性教育项目。作为“全球最大课堂”，思科网络技术学院自1997年面向全球推出以来，已经在170个国家拥有9600所学院，至今已有超过690万学生参与该项目，通过知识为推动全球经济发展做出贡献。思科网络技术学院项目于1998年正式进入中国，在近20年的时间里，思科网络技术学院已经遍布中国的大江南北，几乎覆盖了所有省份，成立了400余所思科网络技术学院。

作为思科规模最大、持续时间最长的企业社会责任项目，思科网络技术学院将有效的课堂学习与创新的基于云技术的课程、教学工具相结合，致力于把学生培养成为与市场需求接轨的信息技术人才。

本书是思科网络技术学院“路由和交换基础”课程最新版的官方学习教材，本书为解释与在线课程完全相同的网络概念、技术、协议以及设备提供了现成的参考资料。本书紧扣CCNA的考试要求，理论与实践并重，提供了大量的配置示例，是备考CCENT和CCNA考试的绝佳图书。

我从2003年开始加入思科网络技术学院项目，先后使用过思科网络技术学院2.0、3.0、4.0和5.0版本的教材，本次有幸参与6.0新版教材的审校工作，深深地为书本内容的编排和设计所吸引。本书内容设计循序渐进，充分考虑到各种读者的需求。在编排结构上各部分内容相对独立，读者可以从头到尾按序学习，也可以根据需要有选择地跳跃式阅读。相信本书一定能够成为学生和相关技术人员的案头参考书。

在本书的审校过程中，得到了同事、家人和学生的大力支持和帮助，在此表示衷心的感谢。感谢人民邮电出版社给我们这样一个机会，全程参与到本书的审校过程。特别感谢我的学生隋萌萌和陈松，在本书的审校工作中，他们做了大量细致有效的工作。

本书内容涉及面广，由于时间仓促，加之自身水平有限，审校过程中难免有疏漏之处，敬请广大读者批评指正。

肖军弼 中国石油大学（华东）

xiaojb@upc.edu.cn

2017年10月于青岛

关于特约作者

浪客对审

Bob Vachon 是加拿大安大略省萨德伯里市坎布里恩学院计算机系统技术项目的教授，教授网络基础设施课程。自 1984 年以来，他一直从事计算机网络和信息技术领域的教学工作。他曾以团队领导人、第一作者和主题专家的身份参与了思科网络技术学院的多个 CCNA、CCNA 安全、CCNP 以及 IoT 项目。他喜欢弹吉他和户外运动。

Allan Johnson 于 1999 年进入学术界，将所有的精力投入教学中。在此之前，他做了 10 年的企业主和运营人。他拥有 MBA 和职业培训与发展专业的教育硕士学位。他曾在高中教授过 7 年的 CCNA 课程，并且已经在德克萨斯州科帕斯市的 Del Mar 学院教授 CCNA 和 CCNP 课程。2003 年，Allan 开始将大量的时间和精力投入 CCNA 教学支持小组，为全球各地的网络技术学院教师提供服务以及开发培训材料。当前，他在思科网络技术学院担任全职的课程负责人。

前言

本书是思科网络技术学院“CCNA Routing and Switching Essential”（CCNA 路由和交换基础）课程的官方补充教材。思科网络技术学院是在全球范围内面向学生传授信息技术技能的综合性项目。本课程强调现实世界的实践性应用，同时为您在中小型企业、大型集团公司以及服务提供商环境中设计、安装、运行和维护网络提供所需技能和实践经验的机会。

作为教材，本书为解释与在线课程完全相同的网络概念、技术、协议以及设备提供了现成的参考资料。本书强调关键主题、术语和练习，而且与在线课程相比，本书还提供了一些可选的解释和示例。您可以在老师的指导下使用在线课程，然后使用本书来巩固对于所有主题的理解。

本书的读者

本书与在线课程一样，均是对数据网络技术的介绍，主要面向旨在成为网络专家的人，以及为职业提升而需要了解网络技术的人。本书简明地呈现主题，从最基本的概念开始，逐步进入对网络通信的全面理解。本书的内容是其他思科网络技术学院课程的基础，还可以作为备考 CCENT 和 CCNA 路由与交换认证的资料。

本书的特点

本书的教学特色是将重点放在支持主题范围、可读性和课程材料实践几个方面，以便于您充分理解课程材料。

主题范围

以下特点通过全面概述每章所介绍的主题帮助您科学分配学习时间。

- **目标：**在每章的开头列出，指明本章所包含的核心概念。该目标与在线课程中相应章节的目标相匹配；然而，本书中的问题形式是为了鼓励您在阅读本章时勤于思考发现答案。
- **注意：**这些简短的补充内容指出了有趣的事实、节约时间的方法以及重要的安全问题。
- **本章总结：**每章最后是对本章关键概念的总结，它提供了本章的概要，以帮助学习。

实践

实践铸就完美。本书为您提供了充足的机会将所学知识应用于实践。您将发现以下一些有价值且有效的方法帮助您有效巩固所掌握的内容。

- **“检查你的理解”问题和答案：**每章末尾都有复习题，可作为自我评估的工具。这些问题的风格与在线课程中您所看到的问题相同。附录“‘检查你的理解’问题答案”提供了所有问题的答案及其解释。

本书组织结构

本书分为 10 章和一个附录。

- 第 1 章，“路由概念”：介绍基本的路由概念，包括如何完成初始路由器配置以及路由器如何做出决策。路由器使用路由表来确定数据包的下一跳。本章探讨如何使用直连的、静态获取的和动态获取的路由构建路由表。
- 第 2 章，“静态路由”：重点介绍 IPv4 和 IPv6 静态路由的配置、验证和故障排除，包括默认路由、浮动静态路由和静态主机路由。
- 第 3 章，“动态路由”：介绍所有重要的 IPv4 和 IPv6 动态路由协议。RIPv2 用于演示基本的路由协议配置。本章最后对 IPv4 和 IPv6 路由表以及路由查找过程进行了深入分析。
- 第 4 章，“交换网络”：介绍融合网络、分层网络设计的概念以及交换机在网络中的作用。本章还讨论了交换工作原理，包括帧转发、广播域和冲突域。
- 第 5 章，“交换机配置”：重点介绍基本交换机配置的实施、验证配置和排除配置故障。随后讨论了交换机的安全性，包括使用 SSH 配置安全的远程访问和保护交换机端口安全。
- 第 6 章，“VLAN”：介绍 VLAN 的概念，包括 VLAN 如何将广播域分段。随后介绍 VLAN 的实施，包括配置、验证和故障排除。本章最后介绍了配置单臂路由器 VLAN 间路由。
- 第 7 章，“访问控制列表 (ACL)”：介绍使用 ACL 过滤流量的概念。本章讨论了标准 IPv4 ACL 的配置、验证和故障排除，还讨论了使用 ACL 保护远程访问的安全。
- 第 8 章，“DHCP”：介绍为主机动态分配 IP 编址，讨论 DHCPv4 和 DHCPv6 的工作原理，DHCPv4 和 DHCPv6 实施的配置、验证和故障排除。
- 第 9 章，“IPv4 NAT”：介绍使用 IPv4 NAT 将私有 IPv4 地址转换为另一个 IPv4 地址。讨论 IPv4 NAT 的配置、验证和故障排除。
- 第 10 章，“设备发现、管理和维护”：介绍使用 CDP 和 LLDP 的设备发现概念。设备管理主题包括 NTP 和系统日志。本章最后讨论了如何管理 IOS 和配置文件以及 IOS 许可证。
- 附录 A，“‘检查你的理解’问题答案”：该附录列出了包含在每章末尾的“检查你的理解”问题的答案。

目 录

第1章 路由概念..... 1	3.1 动态路由协议..... 76
学习目标..... 1	3.1.1 动态路由协议概述..... 76
1.1 路由器初始配置..... 2	3.1.2 动态与静态路由..... 78
1.1.1 路由器的功能..... 2	3.2 RIPv2..... 80
1.1.2 连接设备..... 8	3.3 路由表..... 87
1.1.3 路由器基本设置..... 14	3.3.1 IPv4 路由条目的组成部分..... 87
1.1.4 检验直连网络的连接..... 18	3.3.2 动态获取的 IPv4 路由..... 89
1.2 路由决策..... 23	3.3.3 IPv4 路由查找过程..... 93
1.2.1 在网络间交换数据包..... 23	3.3.4 分析 IPv6 路由表..... 95
1.2.2 确定路径..... 27	3.4 总结..... 98
1.3 路由器操作..... 30	检查你的理解..... 99
1.3.1 分析路由表..... 30	第4章 交换网络..... 101
1.3.2 直连路由..... 32	学习目标..... 101
1.3.3 静态获知路由..... 36	4.1 LAN 设计..... 101
1.3.4 动态路由协议..... 39	4.1.1 融合网络..... 101
1.4 总结..... 42	4.1.2 交换网络..... 106
检查你的理解..... 43	4.2 交换环境..... 109
第2章 静态路由..... 46	4.2.1 帧转发..... 109
学习目标..... 46	4.2.2 交换域..... 113
2.1 实施静态路由..... 46	4.3 总结..... 115
2.1.1 静态路由..... 46	检查你的理解..... 116
2.1.2 静态路由的类型..... 49	第5章 交换机配置..... 118
2.2 配置静态路由和默认路由..... 51	学习目标..... 118
2.2.1 配置 IPv4 静态路由..... 51	5.1 基本交换机配置..... 118
2.2.2 配置 IPv4 默认路由..... 56	5.1.1 使用初始设置配置交换机..... 118
2.2.3 配置 IPv6 静态路由..... 57	5.1.2 配置交换机端口..... 123
2.2.4 配置 IPv6 默认路由..... 63	5.2 交换机的安全性..... 129
2.2.5 配置浮动静态路由..... 64	5.2.1 安全远程访问..... 129
2.2.6 配置静态主机路由..... 67	5.2.2 交换机端口安全..... 133
2.3 静态路由和默认路由故障排除..... 70	5.3 总结..... 138
2.3.1 使用静态路由处理数据包..... 70	检查你的理解..... 139
2.3.2 排除 IPv4 静态和默认路由配置故障..... 71	第6章 VLAN..... 141
2.4 总结..... 74	学习目标..... 141
检查你的理解..... 74	6.1 VLAN 分段..... 141
第3章 动态路由..... 76	6.1.1 VLAN 概述..... 141
学习目标..... 76	6.1.2 多交换环境中的 VLAN..... 145
	6.2 VLAN 实施情况..... 149

6.2.1 VLAN 分配	149	8.3 总结	235
6.2.2 VLAN 中继	155	检查你的理解	235
6.2.3 排除 VLAN 和中继故障	158	第 9 章 IPv4 NAT	238
6.3 使用路由器的 VLAN 间路由	165	学习目标	238
6.3.1 VLAN 间路由操作	165	9.1 NAT 操作	238
6.3.2 配置传统 VLAN 间路由	168	9.1.1 NAT 的特性	239
6.3.3 配置 VLAN 间单臂路由	171	9.1.2 NAT 的类型	242
6.4 总结	174	9.1.3 NAT 优势	246
检查你的理解	175	9.2 配置 NAT	247
第 7 章 访问控制列表 (ACL)	178	9.2.1 配置静态 NAT	247
学习目标	178	9.2.2 配置动态 NAT	250
7.1 ACL 工作原理	178	9.2.3 配置 PAT	254
7.1.1 ACL 的用途	178	9.2.4 配置端口转发	258
7.1.2 ACL 中的通配符掩码	181	9.2.5 NAT 和 IPv6	262
7.1.3 ACL 的创建原则	185	9.3 排除 NAT 故障	264
7.1.4 ACL 的放置原则	186	9.4 总结	268
7.2 标准 IPv4 ACL	187	检查你的理解	268
7.2.1 配置标准 IPv4 ACL	188	第 10 章 设备发现、管理和维护	271
7.2.2 修改 IPv4 ACL	192	学习目标	271
7.2.3 使用标准 IPv4 ACL	195	10.1 设备发现	271
保护 VTY 端口	195	10.1.1 使用 CDP 发现设备	271
7.3 排除 ACL 故障	197	10.1.2 使用 LLDP 发现设备	275
7.3.1 使用 ACL 处理数据包	197	10.2 设备管理	277
7.3.2 常见 IPv4 标准 ACL 错误	201	10.2.1 NTP	277
7.4 总结	203	10.2.2 系统日志操作	280
检查你的理解	204	10.2.3 系统日志配置	283
第 8 章 DHCP	206	10.3 设备维护	286
学习目标	206	10.3.1 路由器和交换机文件	287
8.1 DHCPv4	206	维护	287
8.1.1 DHCPv4 操作	207	10.3.2 IOS 系统文件	293
8.1.2 配置基本 DHCPv4 服务器	211	10.3.3 IOS 映像管理	295
8.1.3 配置 DHCPv4 客户端	217	10.3.4 软件许可	298
8.1.4 对 DHCPv4 进行故障排除	218	10.3.5 许可验证和管理	302
8.2 DHCPv6	221	10.4 总结	305
8.2.1 SLAAC 和 DHCPv6	221	检查你的理解	306
8.2.2 无状态 DHCPv6	227	附录 A “检查你的理解” 问题答案	309
8.2.3 有状态 DHCPv6 服务器	229		
8.2.4 对 DHCPv6 进行故障排除	232		

第 1 章

路由概念

学习目标

通过完成本章的学习，您将能够回答下列问题：

- 路由器的主要功能和特性是什么？
- 在小型路由网络中，如何将设备连接起来？
- 如何使用 CLI 配置路由器上的基本设置，以实现两个直连网络之间的路由？
- 如何检验直连到路由器的两个网络之间的连接？
- 在接口之间交换数据包时，路由器使用的封装和解封装的过程是什么？
- 什么是路由器的路径决定功能？
- 直连网络的路由表条目是什么？
- 路由器如何创建直连网络的路由表？
- 路由器如何使用静态路由创建路由表？
- 路由器如何使用动态路由协议创建路由表？

网络使人们能够通过多种方式进行通信、协作和互动。网络可用于访问网页，拨打 IP 电话，参加视频会议，参与互动游戏比赛，通过互联网购物，完成在线作业等。

以太网交换机在数据链路层（第 2 层）运行，用于在同一网络中的设备之间转发以太网帧。但是，当源 IP 地址和目标 IP 地址位于不同网络时，必须将以太网帧发送到路由器。

路由器的作用就是将各个网络彼此连接起来。路由器负责不同网络之间的数据包传送。IP 数据包的目的地可能是另一国家/地区的 Web 服务器，也可能是局域网中的邮件服务器。

路由器使用路由表来确定用于转发数据包的最佳路径。这些数据包都是由路由器来负责及时传送的。在很大程度上，网际通信的效率取决于路由器的性能，即取决于路由器是否能以最有效的方式转发数据包。

当主机向不同 IP 网络中的设备发送数据包时，数据包将会转发到默认网关，因为主机设备不能直接与本地网络之外的设备通信。默认网关是将流量从本地网络路由到远程网络上的设备的中间设备。它通常用于将本地网络连接到互联网。

本章将回答“对于从一个网络传入，以另一个网络为目的地的数据包，路由器会进行哪些处理？”这一问题，还将介绍路由表的详细信息（包括已连接路由、静态路由和动态路由）。

由于路由器可以在网络之间路由数据包，因此位于不同网络中的设备能够实现通信。本章将介绍路由器、路由器在网络中扮演的角色、路由器的主要硬件和软件组件，以及路由过程，并提供练习以演示如何访问路由器、配置路由器基本设置和验证设置。

1.1 路由器初始配置

路由器必须使用特定的设置进行配置后才能部署。新的路由器尚未配置。必须使用控制台端口对它们进行初始配置。在本节中，您将学习如何在路由器上配置基本设置。

1.1.1 路由器的功能

现代路由器能够提供许多网络连接功能。本节的重点是研究路由器如何将数据包路由到目的地。

1. 网络的特征

网络已经对我们的生活产生了重大影响。我们的生活、工作和娱乐方式都随之一变。网络使我们能够以前所未有的方式进行通信、协作和互动。我们可以通过各种形式使用网络，其中包括 Web 应用程序、IP 电话、视频会议、互动游戏、电子商务、教育以及其他形式。

如图 1-1 所示，在讨论网络时会涉及许多关键结构和与性能相关的特征。

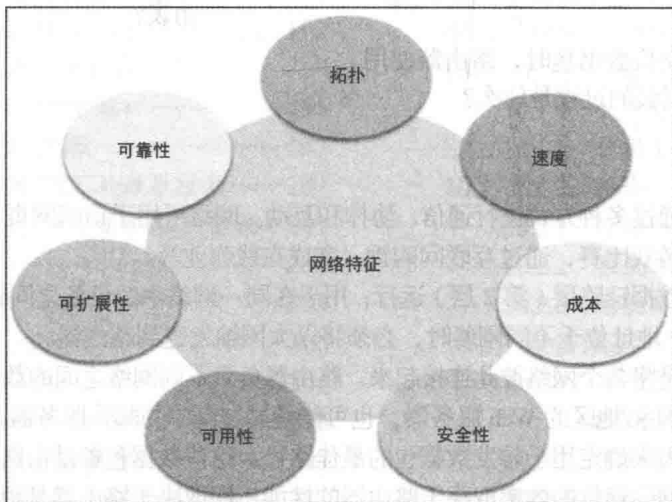


图 1-1 网络特征

- **拓扑**：存在物理拓扑和逻辑拓扑。物理拓扑是电缆、网络设备和终端系统的布局。它说明了网络设备实际上是如何使用导线和电缆实现互连的。逻辑拓扑是数据在网络中传输的路径。它说明了网络设备如何连接到网络用户。
- **速度**：速度是衡量网络中给定链路的数据传输速率的指标，以每秒位数（bit/s）表示。
- **成本**：成本表示购买网络组件及安装和维护网络的整体费用。
- **安全性**：安全性是指网络的安全程度，包括通过网络传输的信息的安全性。安全主题非常重要，而技术和实践也在不断发展。每当执行影响网络的操作时都需要考虑安全性。
- **可用性**：可用性是指在需要时网络可供使用的可能性。
- **可扩展性**：可扩展性表示网络容纳更多用户和满足更多数据传输要求的难易程度。如果对网络设计进行优化后只能满足当前需求，那么若要满足网络增长所产生的新需求，难度就会很大，且成本高昂。

- **可靠性**：可靠性表示构成网络的路由器、交换机、PC 和服务器等组件的可靠程度。可靠性通常用故障概率或平均无故障工作时间（MTBF）来衡量。

这些特征和属性提供了比较不同网络解决方案的方法。

注意： 虽然在涉及网络带宽时经常使用“速度”这一术语，但从技术上来讲它并不精确。位传输的实际速度在通过同一介质时并不改变。产生带宽差异的原因在于每秒传输的位的数量，而不在于它们在有线或无线介质中传输的速度。

2. 为什么需要路由？

为什么点击 Web 浏览器中的链接可以在数秒内返回所需的信息？虽然需要许多设备和技术协同工作才能实现此功能，但主要设备是路由器。简而言之，路由器的作用就是将各个网络彼此连接起来。

如果没有路由器确定通往目的地的最佳路径并将流量转发到路径沿途的下一路由器，就不可能实现网络之间的通信。路由器负责网络间流量的路由。

在图 1-2 的拓扑中，路由器在不同站点与网络互连。

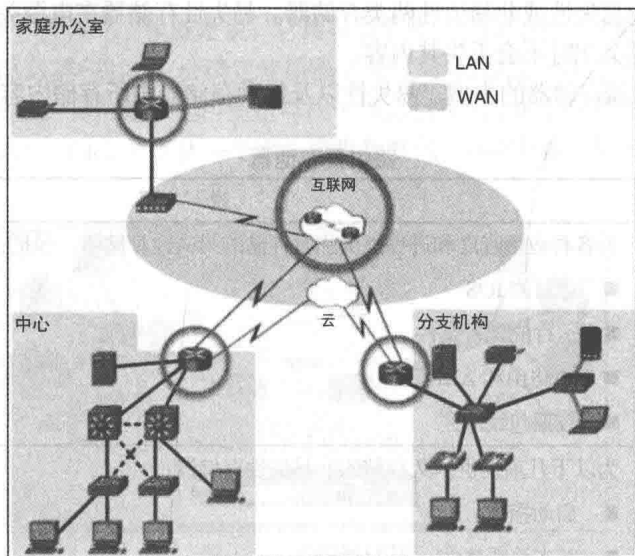


图 1-2 路由器连接

当数据包到达路由器接口时，路由器使用其路由表来确定如何到达目标网络。IP 数据包的目的地可能是另一国家/地区的 Web 服务器，也可能是局域网中的邮件服务器。路由器负责高效传输这些数据包。在很大程度上，网际通信的效率取决于路由器的性能，即取决于路由器是否能以最有效的方式转发数据包。

3. 路由器实质上是计算机

大多数支持网络的设备（如计算机、平板电脑和智能手机）需要使用以下组件才能正常运行，如图 1-3 所示。

- 中央处理器（CPU）。
- 操作系统（OS）。
- 内存和存储（RAM、ROM、NVRAM、闪存、硬盘）。

路由器实质上是一种特殊的计算机。它要求 CPU 与内存临时性和永久性地存储数据，以便执行操作系统指令，例如系统初始化、路由功能和交换功能。

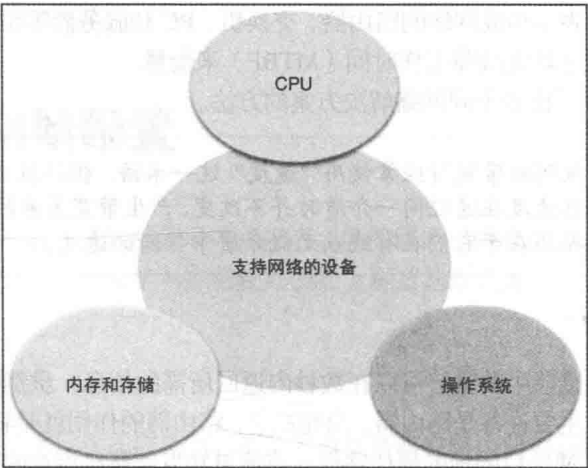


图 1-3 支持网络的设备的组件

思科设备还需要操作系统；思科设备通常使用思科互联网操作系统（IOS）作为其系统软件。

路由器存储器分为易失性或非易失性两类存储器。易失性存储器在电源关闭时会丢失其内容，而非易失性存储器在电源关闭时不会丢失其内容。

表 1-1 总结了路由器存储器的类型、易失性以及每种存储器中所存储内容的示例。

表 1-1 路由器存储器

内 存	说 明
RAM	为各种应用程序和进程提供临时存储的易失性存储器，包括： ■ 运行的 IOS ■ 运行的配置文件 ■ IP 路由和 ARP 表 ■ 数据包缓冲区
ROM	为以下几项提供永久存储的非易失性存储器： ■ 启动指令 ■ 基本诊断软件 ■ 受限的 IOS，以防路由器无法加载全功能 IOS
NVRAM	为以下项目提供永久存储的非易失性存储器： ■ 启动配置文件（startup-config）
Flash	为以下几项提供永久存储的非易失性存储器： ■ IOS ■ 其他系统相关文件

与计算机不同的是，路由器没有视频适配器或声卡适配器。相反，路由器配有专用端口和网络接口卡，用于将设备互连到其他网络。图 1-4 标识了位于思科 1941 集成多业务路由器（ISR）上的其中一些端口和接口。

4. 路由器互联网络

大多数用户并不清楚自己的网络上或互联网上存在许多路由器。用户只希望能够访问网页、发送电子邮件和下载音乐，而不管访问的服务器是在自己的网络上还是在另一网络上。但网络专业人员知

道，负责在网络间将数据包从初始源位置转发到最终目的地的设备，正是路由器。

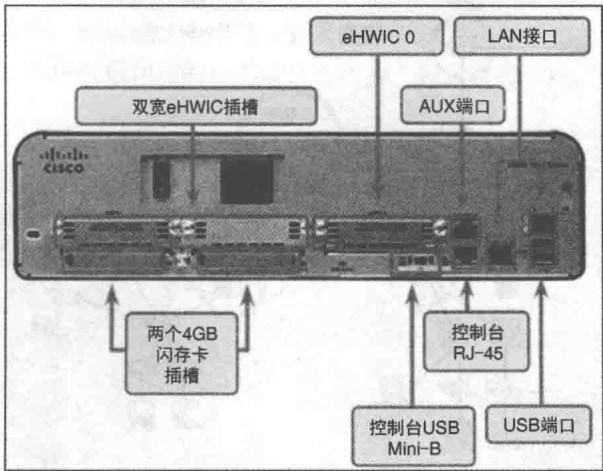


图 1-4 路由器后面板

一台路由器可以连接多个网络，也就是说，它具有多个接口，而每个接口属于不同的 IP 网络。当路由器从某个接口收到 IP 数据包时，它会确定使用哪个接口来将该数据包转发到目的地。路由器用于转发数据包的接口可能是最终目的地，也可能是与用于到达目标网络的另一路由器相连的网络。

在图 1-5 中，路由器 R1 和 R2 负责从一个网络接收数据包，并将数据包转发至另一个通往目标网络的网络。

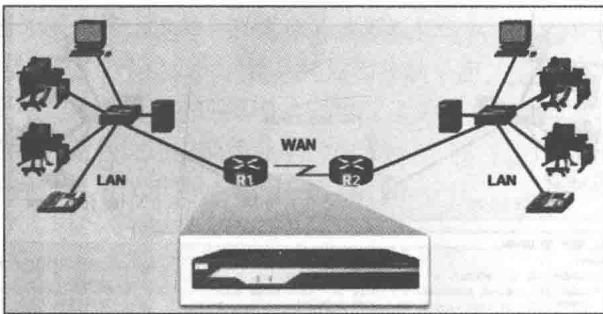


图 1-5 路由器连接

路由器连接的每个网络通常需要单独的接口。这些接口同时用于连接局域网（LAN）和广域网（WAN）。LAN 通常为以太网，其中包含各种设备（如 PC、打印机和服务器）。WAN 用于连接分布在广阔地域中的网络。例如，WAN 连接通常用于将 LAN 连接到互联网服务提供商（ISP）网络。

注意，图 1-6 中的每个站点都要求使用路由器以互连到其他站点。即使是家庭办公室也要求使用路由器。在该拓扑中，位于家庭办公室中的路由器是一种专用设备，可以为家庭网络执行多种服务。

5. 路由器选择最佳路径

路由器的主要功能如下：

- 确定发送数据包的最佳路径；
- 将数据包转发到其目的地。

路由器使用路由表来确定用于转发数据包的最佳路径。当路由器收到数据包时，它会检查数据包的目标地址并使用路由表来查找通向该网络的最佳路径。路由表还包括用于转发每个已知网络的数据包的接口。当找到匹配条目时，路由器就会将数据包封装到传出接口或送出接口的数据链路帧中，并将数据包转发到其目的地。

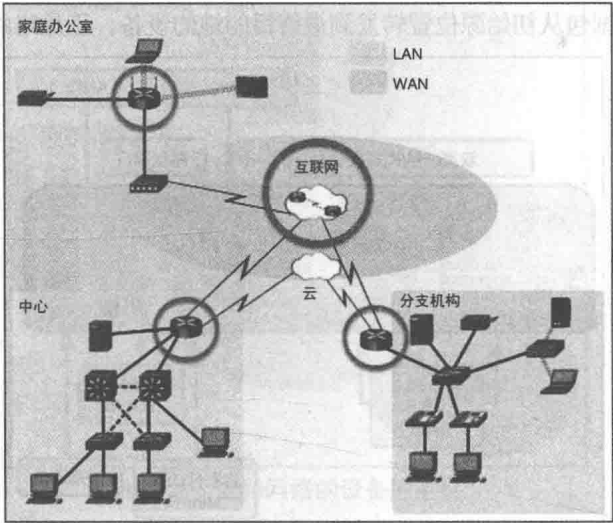


图 1-6 路由器连接

可以使路由器接收封装到一种类型的数据链路帧中的数据包，而从使用另一种类型数据链路帧的接口将数据包转发出去。例如，路由器可能会在以太网接口接收数据包，但必须从配置了点对点协议（PPP）的接口将数据包转发出去。数据链路封装取决于路由器接口的类型及其连接的介质类型。路由器可以连接的不同数据链路技术包括以太网、PPP、帧中继、DSL、电缆和无线（802.11，蓝牙等）。

在图 1-7 中，请注意，路由器的责任是在其路由表中查找目标网络，然后将数据包转发到目的地。

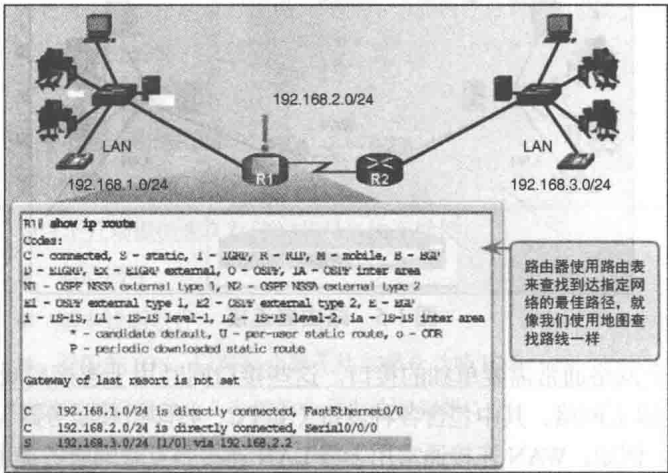


图 1-7 路由器的工作原理

在本例中，路由器 R1 收到封装到以太网帧中的数据包。将数据包解封之后，R1 使用数据包的目标 IP 地址搜索路由表，查找匹配的网络地址。在路由表中找到目标网络地址后，R1 将数据包封装到 PPP 帧中，然后将数据包转发到 R2。R2 接着执行类似的过程。

注意： 路由器使用静态路由和动态路由协议来获知远程网络和构建路由表。

6. 数据包转发机制

路由器支持 3 种数据包转发机制。

- **进程交换：**如图 1-8 所示，这是一种较早版本的数据包转发机制，在思科路由器上仍然可用。

当数据包到达某个接口时，将其转发到控制平面，在控制平面上 CPU 将目的地址与其路由表中的条目进行匹配，然后确定送出接口并转发数据包。重要的是要了解路由器会对每个数据包执行此操作，即使数据包流的目的地是相同的。这种进程交换机制非常慢，在现代网络中很少实施。

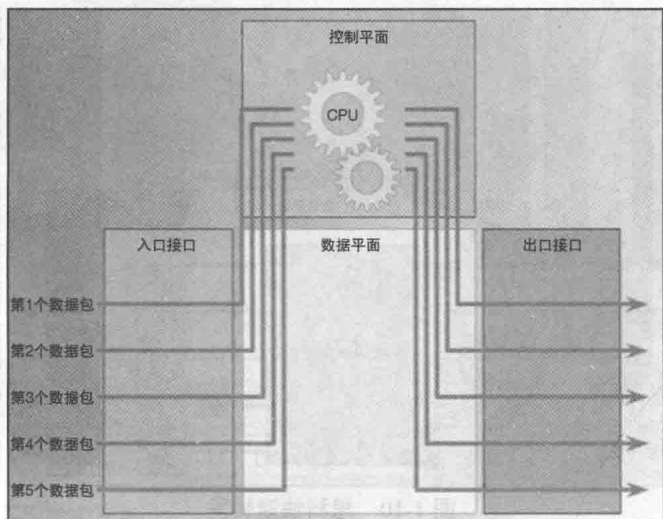


图 1-8 进程交换

- **快速交换：**如图 1-9 所示，这是一种常见的数据包转发机制，使用快速交换缓存来存储下一跳信息。当数据包到达某个接口时，将其转发到控制平面，在控制平面上 CPU 将在快速交换缓存中搜索匹配项。如果不存在匹配项，则数据包采用进程交换并将转发到送出接口。数据包的流向信息也会存储到快速交换缓存中。如果通往同一目的地的另一个数据包到达接口，则缓存中的下一跳信息可以重复使用，无需 CPU 的干预。

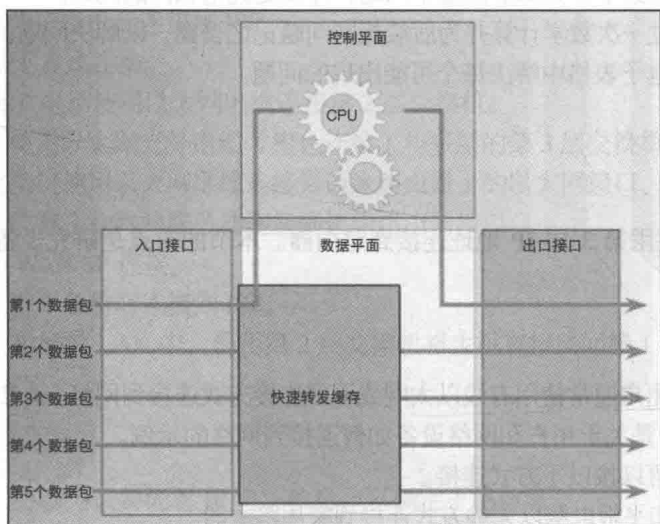


图 1-9 快速交换

- **思科快速转发（CEF）：**如图 1-10 所示，CEF 是最近推出和首选使用的思科 IOS 数据包转发机制。与快速交换相似，CEF 将构建转发信息库（FIB）和邻接表。但是，表中的条目不是像快速交换一样由数据包触发，而是由更改触发，例如当网络拓扑发生更改时。因此，当网络