



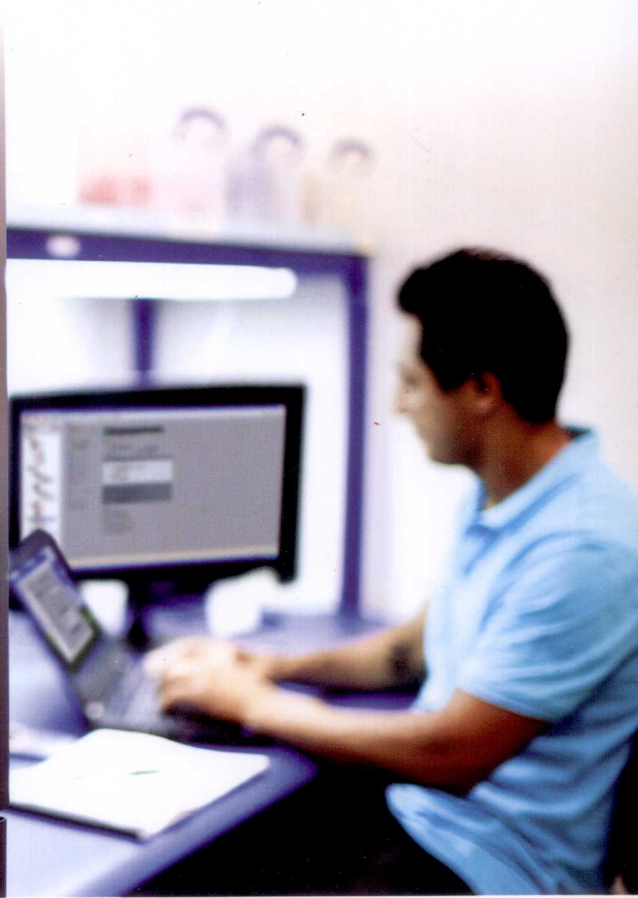
ciscopress.com

CCNA学习指南： Cisco网络设备互连（ICND1）（第4版）

Interconnecting Cisco Network Devices, Part 1 (ICND1)

Foundation Learning Guide

Fourth Edition



 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

〔美〕Anthony Sequeira 著
纪小玲 马东芳 译

ciscopress.com

CCNA学习指南： Cisco网络设备互连（ICND1） （第4版）

**Interconnecting Cisco
Network Devices, Part 1 (ICND1)**

Foundation Learning Guide

Fourth Edition

〔美〕Anthony Sequeira 著
纪小玲 马东芳 译

人民邮电出版社

北京

图书在版编目 (CIP) 数据

CCNA学习指南: Cisco网络设备互连(ICND1): 第4版 / (美) 西奎拉(Sequeira, A.) 著; 纪小玲, 马东芳 译. — 北京: 人民邮电出版社, 2014.5
ISBN 978-7-115-34417-5

I. ①C… II. ①西… ②纪… ③马… III. ①计算机网络—工程技术人员—资格考试—自学参考资料 IV. ①TP393

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第017337号

版权声明

INTERCONNECTING CISCO NETWORK DEVICES, PART 1
(ICND1) FOUNDATION LEARNING GUIDE (ISBN:9781587143762)

Copyright © 2013 Cisco Systems, 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Cisco Press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。

内 容 提 要

本书是Cisco公司授权的、针对最新公布的CCNA考试大纲的ICND1自学指南。本书共分20章, 通过大量配置示例和图示阐述了基本的网络互连术语、概念和部件; 同时每章最后都有大量由Cisco公司认证教员编写的复习题, 以检查读者对该章知识的理解和掌握程度。本书是针对参加CCNA认证考试的读者编写的, 对负责实现和管理中小型企业网的网络管理员等相关人员也颇具参考价值。

-
- ◆ 著 [美] Anthony Sequeira
译 纪小玲 马东芳
责任编辑 赵 轩
责任印制 程彦红 杨林杰
- ◆ 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>
北京隆昌伟业印刷有限公司印刷
- ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 19.5
字数: 545千字
印数: 1-5 000册
- 2014年5月第1版
2014年5月北京第1次印刷
著作权合同登记号 图字: 01-2013-5724号
-

定价: 49.00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: 京崇工商广字第0021号

致谢

至今 13 年的写作生涯使我认为有一些东西很普通，有些是不断重复的，每本书的写作历程感觉相差无几。但现在看来，这种平常中其实孕育着不平常，需要跳出束缚自己的桎梏重新思考问题。

这套书实际上是团队努力的结晶，特别是与之前的版本相比，这个版本更是有过之而无不及。最棒的消息莫过于思科出版社在本书上又增添了新内容。感谢 Dave、Brett、Kourtney、Sandra 和思科出版社的所有员工为本书提供了很多非常有价值的内容，正是因为他们的付出和努力，才使这个“特别”版本有机会面世。我想读者会非常喜爱这些添加的内容。下面就来回顾一下这套书的成书历程。

首先，我要向 Drew Cupp 致谢。我和 Drew 之前没有任何合作，这次一下子就合著了三本书，包括本书与之配套的《ICDN 1》和另一本书，而且这三本书从开始到结束都历时 5 个月。现在一想起来我还会头疼。除了完成本书的相关工作外，Drew 还要考虑在数量众多的印刷品和互联网上收集整理信息，理清如何从一个内容过渡到另一个内容的编写思路。如果没有 Drew，本书则无法完成。谢谢你，Drew，你真的很了不起！

Brian、Teri 和 Steve 作为本书的技术编辑也非常出色。除了修正错误、力求内容精确之外，每个技术编辑在编辑过程中都提出了不同的意见。希望在未来的版本中我们能再度合作。我要特别致谢本行业中最好的技术编辑 Elan Beer，感谢他为这个版本新添加的内容付出了很多心血。

在工作中能有一个可以依托的人感觉非常好，他能不断地给予帮助和支持，直至完成工作，不论是偶然的合作，还是出版图书，他都是如此。而这个人实际上在与自己合作的公司上班时，这就更令人难忘了。我十分幸运能有 Brett Bartow 这样的伙伴，非常感谢陪我走过这次写作旅程。

Mandie Frank 是本书和《ICDN 1》的项目编辑，获得本书的“烫手山芋奖”。本书和《ICDN 1》项目同时进行会面临一些挑战和困难。但 Mandie 都优雅沉着地解决了，与她的团队一起圆满地完成本书整个出版过程。谢谢 Mandie 和整个团队，特别感谢他们为审查本书所做出的工作。

谢谢 Richard Bennett，他在短时间内改进了一些我着实想在本书中囊括的图表，还有包括对问题数据库所做的工作。老兄，Robin Williams 会感到自豪的！

感谢我的读者，尤其是登录思科学习空间（CLN）的读者。感谢你们在线提供很多建议，并且纠正书中可能存在的一些错误。毫无疑问，无论是我直接收到的，还是我偶然在 CLN 上看到的，你们的意见使这一版本更加完善。

最后，感谢我的夫人 Kris 对我写作工作的支持。谢谢她在本书最后完成时间和我们暑假度假计划冲突时所给予的大度和理解。（事实上在编写本书期间，已连续发生了两次，最后我们取消了度假，你真是个好人！）

前言

本书旨在帮助学生全面掌握当今现代互联网中多种不同技术的基础知识。从最重要的网络设备到其配置和故障排除，本书为学生提供了无数示例、图示和真实场景，让学生能在广阔的计算机联网世界中树立信心。

目标和方法

本书的目标非常简单：帮助读者奠定坚实的知识基础，掌握思科公司提供的 ICND 1 版本 2 蓝图所涵盖的计算机联网技术的各个方面。

为达成此目标，我们付出了大量精力，在本书上一版的基础之上重新组织、简化并升级了特定的内容。此外还添加了针对各种技术的复习题，让读者能更好地掌握相关知识。除此之外，每一章均添加了两个新的部分：“其他资源”和“生产网络模拟问题”。所有“其他资源”部分提供作者制作的视频链接。这些视频与对应章节中的资料相辅相成。希望大家喜欢这些内容！“生产网络模拟问题”将学习材料与真实场景相结合，要求读者思考更为“真实”的问题。

本书目标读者

本书的目标读者主要有三类：

- 需要理解当今网络中的重要技术的网络工程师。
- 有意学习计算机联网，但不具备相关经验的读者。
- 有意获得思科 CCNA 认证的读者。

本书结构

你可以通读本书，这是由于本书结构设计的灵活性，以至于你可以从不同的章节轻而易举地挑选出您需要的材料。如果是初学者，本书组织的顺序是你最佳的选择。

本书各个章节主要涵盖以下主题：

- 第 1 章“网络功能”：构建当今网络需要准备哪些主要设备？以及计算机网络为何如此重要？这些问题和与其相关疑问将在本章得到解决。
- 第 2 章“OSI 和 TCP/IP 网络模型”：由于大多数学生在学习这些重要的网络模型时心里会产生畏惧感，从而本章将简化这些网络模型，让大家学习过程充满乐趣！
- 第 3 章“LAN 和以太网”：LAN 以及有助于搭建局域网的以太网连接是现代联网领域中需要学习的最重要的技术。本章将为读者详细介绍了这些重要技术。
- 第 4 章“Cisco IOS 软件的操作”：本章介绍了支持当今大多数思科设备的软件所使用的基础。
- 第 5 章“交换技术”：交换技术取代了网络环境中的集线器需求，因此是现代网络中主要组件。本章探索了这些重要设备的内部工作原理。
- 第 6 章“VLAN 和 Trunk”：VLAN 允许在 LAN 中创建广播域（IP 子网），因此有着极其重要的意义。承载从思科设备间 VLAN 流量的中继链路也非常重要。本章将确保读者充分理解这些技术。
- 第 7 章“TCP/IP 网络层”：在 OSI 模型中，任何网络管理员都必须掌握的关键层之一就是网络层。本章专门介绍该概念。
- 第 8 章“IP 地址和子网”：CCNA 培训课程中最令人畏惧的一个主题是什么？那就是掌握 IP 寻址（包括子网划分）。本将排解畏惧心理，为您的小型网络创建最佳 IP 寻址方案的简单说明。
- 第 9 章“TCP/IP 传输层”：OSI 模型的传输层常常被人误解。本章将确保读者能描述这一重要层的重要意义和工作原理。
- 第 10 章“路由功能”：路由为何如此重要？它是怎样工作的？任何需要进一步理解这些称为“路由器”

的重要网络设备的读者都不能错过这一章。

■ 第 11 章“数据包的传输过程”：当您在 Web 浏览器中键入 `www.ciscopress.com`，并按下回车键后，发生的一切令人惊叹。本章详述了两个系统在当今典型的网络上通信时发生的过程。

■ 第 12 章“配置思科路由器”：在第 10 章中，您全方位地理解了路由器必须执行的功能，以及设备是如何执行功能的。在这一章中，您将学习配置思科路由器以使其执行重要任务的基础知识。

■ 第 13 章“静态路由”：静态路由在网络基础设施中极其重要。这一章将确保您在基于思科技术的网络中精准、轻松地创建静态路由。

■ 第 14 章“动态路由协议”：路由协议有多种不同的实施。这一章阐述了各种协议及其差异。

■ 第 15 章“OSPF”：OSPF 是当今全球应用最广泛的内部网关协议。这一章专门介绍这种重要协议，为读者打下精通这一复杂路由协议的坚实基础。

■ 第 16 章“DHCP 和 NAT”：如何才能为工作站动态提供正确的 IP 地址信息？如何处理当今 TCP/IP 地址耗尽的问题？这一章将解答这些重要问题。

■ 第 17 章“网络安全”：要成为 CCNA，您必须理解网络安全涉及的基本概念。这一章将提供这些重要知识！

■ 第 18 章“通过访问控制列表管理流量”：访问控制列表是思科设备中的基本构成。如果您希望掌握思科联网，那么就必须充分理解这些组件。

■ 第 19 章“WAN 技术简介”：当今用于在网络中远距离传送数据的方法多种多样。这一章专门介绍这些不同的选项，并简单介绍了 WAN，为读者进一步的深入学习打下基础。

■ 第 20 章“IPv6 简介”这是 TCP/IP 协议的未來！IPv6 将取得长足的发展（至少在未来一段时间内如此）。这一章将向读者介绍 IP 协议版本 6，并指导读者在动态路由的网络环境中配置此协议！

目 录

第 1 章 网络功能	1	2.10 复习题	20
1.1 本章目标	1	2.11 生产网络模拟问题 2-1	22
1.2 什么是网络	2	第 3 章 LAN 和以太网	23
1.3 网络的物理组件	3	3.1 本章目标	23
1.4 网络图说明	4	3.2 理解 LAN	23
1.5 网络用户应用程序	5	3.2.1 LAN 的定义	23
1.6 用户应用程序对网络的影响	5	3.2.2 LAN 组件	24
1.7 网络的特征	6	3.2.3 LAN 功能	25
1.8 物理拓扑与逻辑拓扑的对比	7	3.2.4 LAN 究竟有多大?	25
1.8.1 物理拓扑	7	3.2.5 以太网	25
1.8.2 逻辑拓扑	7	3.2.6 以太网 LAN 标准	26
1.8.3 总线拓扑	8	3.2.7 CSMA/CD 在以太网中的作用	26
1.8.4 星形和扩展星形拓扑	8	3.2.8 以太网帧	27
1.8.5 环形拓扑	9	3.2.9 以太网帧寻址	28
1.8.6 网状和部分网状拓扑	9	3.2.10 以太网地址	28
1.9 连接 Internet	10	3.2.11 MAC 地址和二进制—十六 进制数	29
1.10 本章小结	10	3.3 连接到以太网 LAN	29
1.11 其他资源	11	3.3.1 以太网网络接口卡	29
1.12 复习题	11	3.3.2 以太网介质和连接要求	30
1.13 生产网络模拟问题 1-1	12	3.3.3 连接介质	30
第 2 章 OSI 和 TCP/IP 模型	13	3.3.4 非屏蔽双绞线电缆	31
2.1 本章目标	13	3.3.5 UTP 实施	31
2.2 理解主机到主机的通信模型	13	3.3.6 Auto-MDIX	34
2.3 OSI 参考模型	14	3.3.7 光纤	34
2.3.1 第 7 层: 应用层	15	3.4 本章小结	36
2.3.2 第 6 层: 表示层	15	3.5 其他资源	36
2.3.3 第 5 层: 会话层	15	3.6 复习题	36
2.3.4 第 4 层: 传输层	15	3.7 生产网络模拟问题 3-1	37
2.3.5 第 3 层: 网络层	16	第 4 章 Cisco IOS 软件的操作	38
2.3.6 第 2 层: 数据链路层	16	4.1 本章目标	38
2.3.7 第 1 层: 物理层	16	4.2 Cisco IOS 软件的特点和功能	39
2.4 数据通信流程	16	4.3 Cisco IOS CLI 的功能	39
2.4.1 封装	17	4.4 配置网络设备	40
2.4.2 解封	18	4.5 外部配置来源	40
2.5 点对点通信	18	4.6 进入 EXEC 模式	41
2.6 TCP/IP 协议栈	19	4.7 CLI 帮助	43
2.7 OSI 模型与 TCP/IP 协议栈	20	4.7.1 增强编辑命令	44
2.8 本章小结	20	4.7.2 命令历史记录	45
2.9 其他资源	20		

2 目 录

4.8 管理 Cisco IOS 配置	45	7.2 理解 TCP/IP 网络层	83
4.9 改善 CLI 的用户体验	47	7.2.1 IP 网络寻址	84
4.10 本章小结	47	7.2.2 IP 地址分类	85
4.11 其他资源	48	7.2.3 网络地址和广播地址	87
4.12 复习题	48	7.2.4 公有和私有 IP 地址	89
4.13 生产网络模拟问题 4-1	48	7.2.5 地址耗尽	90
第 5 章 交换技术	50	7.3 寻址服务	91
5.1 本章目标	50	7.3.1 动态主机配置协议	92
5.2 交换机的必要性	50	7.3.2 域名系统	92
5.3 交换机的特征	51	7.3.3 使用常见主机工具确定主机的 IP 地址	93
5.4 启动和配置交换机	52	7.4 本章小结	94
5.4.1 交换机安装	52	7.5 其他资源	94
5.4.2 交换机 LED 指示灯	52	7.6 复习题	94
5.4.3 连接至控制台端口	53	7.7 生产网络模拟问题	95
5.4.4 基本交换机配置	53	7.7.1 生产网络模拟问题 7-1	95
5.4.5 验证交换机的初始启动状态	55	7.7.2 生产网络模拟问题 7-2	95
5.5 交换操作	56	7.7.3 生产网络模拟问题 7-3	95
5.6 解决常见交换机介质问题	58	第 8 章 IP 地址和子网	96
5.6.1 介质问题	58	8.1 本章目标	96
5.6.2 端口问题	61	8.2 理解二进制编码	96
5.7 本章小结	62	8.2.1 十进制系统和二进制系统	97
5.8 其他资源	62	8.2.2 2 的幂	98
5.9 复习题	62	8.2.3 十进制到二进制的转换	99
5.10 生产网络模拟问题 5-1	63	8.2.4 二进制到十进制的转换	99
第 6 章 VLAN 和 Trunk	64	8.3 构建网络寻址方案	100
6.1 本章目标	64	8.3.1 子网	100
6.2 实现 VLAN 和 Trunk	65	8.3.2 计算可用的子网数和主机数	102
6.2.1 设计欠佳的网络中存在的问题	65	8.3.3 终端系统使用子网掩码的方法	103
6.2.2 VLAN 概述	65	8.3.4 路由器使用子网掩码的方法	104
6.2.3 理解 802.1Q 中继	66	8.3.5 子网掩码运作机制	106
6.2.4 理解 VLAN 中继协议	68	8.3.6 应用子网掩码操作	107
6.2.5 配置 VLAN 和 Trunk	70	8.3.7 确定网络寻址方案	107
6.2.6 LAN 中的物理冗余	77	8.3.8 C 类地址示例	108
6.3 VLAN 间的路由	79	8.3.9 B 类地址示例	109
6.3.1 理解 VLAN 间路由	79	8.3.10 A 类地址示例	110
6.3.2 使用独臂路由器配置 VLAN 间路由	80	8.4 实施可变长子网掩码	111
6.3.3 使用多层 (第 3 层) 交换机	80	8.4.1 VLSM 简介	111
6.4 本章小结	81	8.4.2 通过 VLSM 实现汇聚路由	113
6.5 其他资源	81	8.5 本章小结	115
6.6 复习题	81	8.6 其他资源	115
6.7 生产网络模拟问题 6-1	82	8.7 复习题	115
第 7 章 TCP/IP 网络层	83	8.8 生产网络模拟问题 8-1	116
7.1 本章目标	83	第 9 章 TCP/IP 传输层	117
		9.1 本章目标	117

9.2 理解 TCP/IP 传输层	117	12.2 启动思科路由器	152
9.2.1 传输层	118	12.2.1 思科路由器的初始启动	152
9.2.2 TCP/IP 应用	119	12.2.2 思科路由器的初始设置	153
9.2.3 传输层功能	120	12.2.3 登录到思科路由器	158
9.3 本章小结	129	12.2.4 显示路由器的初始启动状态	160
9.4 其他资源	129	12.2.5 启动思科路由器的总结	161
9.5 复习题	129	12.3 配置思科路由器	162
9.6 生产网络模拟问题	130	12.3.1 思科路由器配置模式	162
9.6.1 生产网络模拟问题 9-1	130	12.3.2 从 CLI 配置思科路由器	163
9.6.2 生产网络模拟问题 9-2	130	12.3.3 配置思科路由器接口	164
第 10 章 路由功能	131	12.3.4 配置思科路由器的 IP 地址	165
10.1 本章目标	131	12.3.5 验证接口配置	165
10.2 探索路由的功能	131	12.3.6 验证接口配置	168
10.2.1 路由器	131	12.4 本章小结	170
10.2.2 确定路径	132	12.5 其他资源	170
10.2.3 路由表	133	12.6 复习题	170
10.2.4 静态路由、动态路由、直连路由 和默认路由	133	12.7 生产网络模拟问题 12-1	171
10.2.5 动态路由协议	134	第 13 章 静态路由	172
10.3 本章小结	136	13.1 本章目标	172
10.4 其他资源	136	13.2 启用静态路由	172
10.5 复习题	136	13.2.1 路由概述	173
10.6 生产网络模拟问题 10-1	137	13.2.2 静态路由和动态路由的比较	173
第 11 章 数据包的传输过程	138	13.2.3 静态路由配置	173
11.1 本章目标	138	13.2.4 默认的路由转发配置	175
11.2 探索数据包的传输过程	138	13.2.5 静态路由验证	175
11.2.1 第 1 层设备及其功能	138	13.3 本章小结	176
11.2.2 第 2 层设备及其功能	139	13.4 其他资源	176
11.2.3 第 2 层寻址	139	13.5 复习题	176
11.2.4 第 3 层设备及其功能	140	13.6 生产网络模拟问题	177
11.2.5 第 3 层寻址	140	13.6.1 生产网络模拟问题 13-1	177
11.2.6 将第 2 层寻址映射到第 3 层 寻址	140	13.6.2 生产网络模拟问题 13-2	177
11.2.7 ARP 表	141	第 14 章 动态路由协议	178
11.2.8 主机到主机的数据包传输	142	14.1 本章目标	178
11.2.9 默认网关的功能	147	14.2 动态路由协议概述	178
11.2.10 使用常见的主机工具确定同一网 络中两个主机之间的路径	148	14.2.1 动态路由协议的特性	180
11.3 本章小结	150	14.2.2 示例：管理距离	180
11.4 其他资源	150	14.3 有类路由协议与无类路由协议	181
11.5 复习题	150	14.4 距离矢量路由选择	181
11.6 生产网络模拟问题 11-1	151	14.4.1 示例：距离矢量路由协议	182
第 12 章 配置思科路由器	152	14.4.2 示例：信息来源和发现路由	182
12.1 本章目标	152	14.5 理解链路状态路由协议	182
		14.6 本章小结	186
		14.7 其他资源	186
		14.8 复习题	186

14.9 生产网络模拟问题 14-1	187	17.2 网络保护概述	227
第 15 章 OSPF	188	17.2.1 网络安全性的需求	227
15.1 本章目标	188	17.2.2 平衡网络安全需求	229
15.2 OSPF 简介	188	17.2.3 对手、黑客动机和攻击类别	230
15.2.1 建立 OSPF 邻居邻接关系	189	17.2.4 减轻共同威胁	230
15.2.2 SPF 算法	190	17.3 理解思科设备安全性	232
15.2.3 配置和验证 OSPF	191	17.3.1 物理和环境威胁	232
15.2.4 环回接口	192	17.3.2 配置密码安全	232
15.2.5 验证 OSPF 配置	192	17.3.3 配置登录横幅	233
15.2.6 使用 OSPF debug 命令	197	17.3.4 Telnet 与 SSH 访问	234
15.2.7 OSPF 配置负载均衡	198	17.3.5 交换机上的端口安全配置	234
15.2.8 OSPF 身份验证	199	17.3.6 保护未使用的端口	237
15.3 OSPF 故障排除	201	17.4 本章小结	237
15.3.1 OSPF 故障排除组成部分	201	17.5 其他资源	237
15.3.2 OSPF 邻居邻接性故障排除	202	17.6 复习题	237
15.3.3 OSPF 路由表故障排除	205	17.7 生产网络模拟问题 17-1	238
15.3.4 纯文本密码身份验证故障排除	206	第 18 章 通过访问控制列表管理流量	239
15.4 本章小结	207	18.1 本章目标	239
15.5 其他资源	207	18.2 访问控制列表操作	239
15.6 复习题	207	18.2.1 理解 ACL	239
15.7 生产网络模拟问题 15-1	208	18.2.2 ACL 工作原理	241
第 16 章 DHCP 和 NAT	209	18.2.3 ACL 的类型	242
16.1 本章目标	209	18.2.4 ACL 标识	242
16.2 将思科路由器用作 DHCP 服务器	209	18.2.5 ACL 的其他类型	244
16.2.1 理解 DHCP	209	18.2.6 ACL 通配符掩码	247
16.2.2 将思科路由器配置为 DHCP 客户端	210	18.3 配置 ACL	249
16.2.3 将思科路由器用作 DHCP 服务器	210	18.3.1 配置采用数字编号的标准 IPv4 ACL	249
16.2.4 将思科路由器用作 DHCP 中继代理	211	18.3.2 使用 ACL 控制路由器的访问 权限	252
16.3 使用 NAT 和 PAT 扩展网络	212	18.3.3 配置采用数字编号的扩展 IPv4 ACL	252
16.3.1 NAT 和 PAT 简介	212	18.3.4 配置命名 ACL	256
16.3.2 转换内部源地址	214	18.3.5 向命名或编号 ACL 添加评论	260
16.3.3 过载内部全局地址	217	18.4 ACL 故障排除	260
16.3.4 解决转换表问题	219	18.5 本章小结	263
16.3.5 使用正确转换条目解决问题	220	18.6 其他资源	264
16.4 本章小结	225	18.7 复习题	264
16.5 其他资源	225	18.8 生产网络模拟问题 18-1	265
16.6 复习题	225	第 19 章 WAN 技术简介	266
16.7 生产网络模拟问题	226	19.1 本章目标	266
生产网络模拟问题 16-1	226	19.2 WAN 简介	266
生产网络模拟问题 16-2	226	19.2.1 WAN 与 LAN	267
第 17 章 网络安全	227	19.2.2 路由器在 WAN 中的作用	268
17.1 本章目标	227	19.2.3 WAN 通信链路选项	268

19.2.4 点对点连接	269	20.3.2 邻居发现	276
19.2.5 配置点对点链路	269	20.3.3 无状态自动配置	276
19.3 本章小结	269	20.4 IPv6 路由	277
19.4 其他资源	270	20.4.1 IPv6 基本连接	277
19.5 复习题	270	20.4.2 配置 IPv6 路由	277
19.6 生产网络模拟问题 19-1	270	20.4.3 静态路由	278
第 20 章 IPv6 简介	271	20.4.4 OSPFv3	278
20.1 本章目标	271	20.5 本章小结	278
20.2 IPv6 概述	271	20.6 其他资源	279
20.2.1 VIPv6 特征和地址	272	20.7 复习题	279
20.2.2 IPv6 地址类型	272	20.8 生产网络模拟问题 20-1	279
20.2.3 IPv6 地址分配选项	274	附录 A	280
20.2.4 IPv6 首部的更改及其好处	275	附录 B	289
20.3 其他 IPv6 特征	276	附录 C	290
20.3.1 ICMPv6	276		

网络功能

本章内容：

- 本章目标
- 什么是网络
- 网络的物理组件
- 网络图说明
- 网络用户应用程序
- 用户应用程序对网络的影响
- 网络的特征
- 物理拓扑与逻辑拓扑的对比
- 连接 Internet
- 本章小结
- 其他资源
- 复习题
- 生产网络模拟问题 1-1

规划、构建或支持网络时，需要处理的任务和组件有时极为繁杂。这让我想起了当初看我的父亲设计新家，随后动手建设和维护新家的场景。在我年幼时，这看上去就像是不可能完成的任务。我当时认为我的父亲一定有超人的特技！直到长大后，我才真正懂得了他当时是如何做到这一切的。他将这项无比复杂的庞大工作拆分为多个小任务或者说模块，使之大为简化。

实际上，这正是我们处理联网和网络功能的方法。我们可以将这一复杂的领域拆分成多个不同的模块和层。本书介绍了将在这方面帮助我们的一些“蓝图”。“OSI 和 TCP/IP 模型”具体介绍了这些蓝图，但在此之前，首先要讨论网络究竟是什么？网络对于当今的组织和个人而言为何如此重要？

在这一章中，我们还会理解到，学习计算机网络的关键在于充分认识网络通信的基础。

搭建复杂网络的关键在于理解简单网络的物理组件和逻辑组件。为了成为联网方面的专家，必须理解为何要构建网络，为何要在现代网络设计中使用协议。本章探讨了计算机联网的基础知识，为您全面掌握联网技术打下坚实的基础。

1.1 本章目标

完成本章内容的学习后，您将理解计算机联网的基本功能，还能描述多种不同的网络组件及其功能。这些能力包括满足以下目标：

- 定义网络并描述网络示例
- 按照功能识别常见网络组件
- 网络图说明
- 描述用户应用程序对网络的影响

- 列举网络的特征
- 比较和对比逻辑拓扑和物理拓扑

1.2 什么是网络

网络就是一组通过特定介质相互连接的设备和终端系统（如计算机和服务器等），它们可以相互通信。如今，我们已经将网络视为理所当然的事物，忘记了在很久之前办公室要通过如今称为“步行网络”的方式相互联系。所谓“步行网络”，就是指需要将文件复制到磁盘介质，然后亲自将它交给需要文件的人（当然，要穿着不会造成噪音的运动鞋）。

如今，运动鞋已经不再是我们用于传递重要数据的介质，这无疑是一大进步，因为有越来越多的企业开始将员工分布在全球各地。如今，数据传递介质可能是铜线、光纤连接，甚至是在空中传播的无线电波。网络可以在家庭、小型企业和大型企业等各种环境中传输数据。大型企业网络可能在许多需要频繁互相沟通的不同位置。网络位置取决于工作人员所在的位置。企业网络位置的常见类别如下。

- **总部：**总部是每个人能够通过网络连接到的位置，也是大部分企业信息所在之处。总部可以容纳成百上千依靠网络工作的人。总部可以采用多个网络相连的布局，从而覆盖办公大楼的多个楼层，或者是覆盖拥有多栋建筑的园区。通常，总部也称为公司总部。
- **远程位置：**多个远程访问位置可使用网络连接到总部或互相连接。远程位置的一个示例就是存储总部备份数据的设施。
- **分支机构：**分支机构的人数相对较少，他们通过网络实现彼此间的协作和通信。尽管分支机构也可能会存储部分企业信息，但更多时候却更可能只是拥有本地网络资源（如，打印机），因此必须直接从总部访问所需信息。您将在本课程中理解到，通常可以建立虚拟专用网（VPN）连接，为分支机构提供通过 Internet 连接安全接入总部网络的能力。公司也可能会投资搭建完全专用化的广域网（WAN）连接，即通常所说的“租用线路”。
- **家庭办公室：**如果个人在家里工作，则其工作地点就称为家庭办公室。家庭办公室的人员通常要求按需连接到总部或分支机构，以查阅信息或使用网络资源（如，文件服务器）。同样，这些连接通常采用基于 Internet 的 VPN。家庭办公室用户通常也称为远程工作者或远程办公人员。
- **移动用户：**移动用户要连接总部网络。移动用户的位置决定了其网络访问需求，而其位置往往是旅馆或会议中心，甚至是高速公路休息区。虚拟专用网通常是为移动用户提供其所需网络访问的重要技术。移动用户支持是当今网络领域中发展速度最快的方面之一，越来越多的员工开始希望利用各种各样的设备（例如，智能手机、iPad 和其他便携设备）实现这种级别的网络访问。这促成了计算机联网的新范畴，也就是我们所说的“自带设备”（BYOD）。可想而知，这给连接和安全方面带来了艰巨的挑战。如果您想理解 BYOD 和思科针对这一迅速发展的联网领域而推出的解决方案，请访问 www.cisco.com/go/byod。

注意：本书刚刚开篇就使用了许多缩写词。请不要忘记，除了明晰的网络术语表之外，本书还提供了一份便捷的网络缩写词参考。

在办公室中使用网络可以通过访问互联网查找信息、下达购货订单并且给朋友发送消息。您或许拥有一间搭建了网络的小型办公室，该网络连接了办公室内的其他计算机和打印机。同样，您可能是在大型企业工作，企业中有许多用于通信和存储信息的计算机、打印机、存储设备和服务器，这些信息来自于分布在广阔地理范围中的诸多部门。

幸运的是，所有这些网络位置能够共享许多通用组件。

图 1-1 展示了本节中将探讨的部分常见网络位置，这些网络位置可使用户连接到业务应用程序。请注意，随着 VPN 技术的发展，Internet 日渐成为将不同网络位置接合在一起的“黏合剂”。

1.4 网络图说明

对现代网络管理员来说，文档非常重要。联网的复杂性日益提高，涉及的新技术日渐增多（例如，无线技术、IP 语音（VoIP）、IP 视频等），网络文档对于顺利维护和操作设备有着至关重要的意义。网络文档中的主要元素之一就是网络图。

网络图包含网络相关信息。信息量和详细信息因组织不同而异。网络拓扑通常由一系列的线和图标来表示。思科开发了一组图标，用于在网络图中以一致的方式表示其设备（以及其他供应商的设备）。当然，本文中也一致地应用了这些符号。对于 CCENT（和 CCNA）认证考试，您应掌握的图标如图 1-3 所示。



图 1-3 网络示意图中常见的图标

如果空间允许，网络图中也可能包括其他信息。例如，通常可以标识设备接口，用 S0/0/0 标识串行接口，用 Fa0/0 标识快速以太网接口，或者用 Gi0/1 标识吉比特以太网接口。应该认识到，0/0/0 这种表示方式标识的是模块、插槽和端口标识符，也就是它们思科设备中的位置。此外，192.168.1.0/24 格式的网段网络地址也很常见。图 1-4 提供了典型网络图的示例。在图中所示的示例中，192.168.1.0 表示网络地址，/24 表示子网掩码，设备端部的 .1 和 .2 表示接口的 IP 地址（例如，.1 对应于 192.168.1.1）。

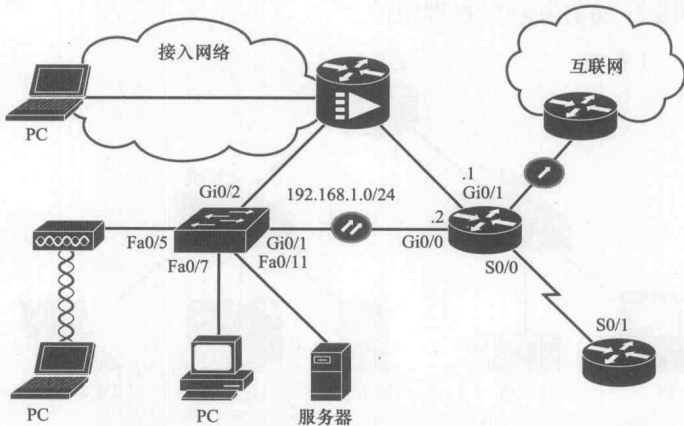


图 1-4 典型的网络示意图

1.5 网络用户应用程序

在数据网络中利用多种资源的关键在于采用能识别这些通信机制的应用程序。尽管在网络环境中，用户可以使用的应用程序可能多种多样，但某些应用程序几乎是所有用户都在使用。

当今最常见的网络用户应用程序包括以下一些。

- **电子邮件**：对于大多数网络用户来说，电子邮件是非常有价值的应用程序。用户可以通过电子的方式及时交流信息（消息和文件），而且不仅可与同一网络内的其他用户交流，还能与自身网络以外的其他用户交流（例如，供应商、信息资源和客户）。电子邮件程序的示例包括 Microsoft Outlook 和基于 Web 的 Google Gmail。
- **Web 浏览器**：Web 浏览器支持用户通过通用的界面访问 Internet。Internet 提供了丰富的信息，对提高家庭用户和商业用户的工作效率有着重要的意义。例如与供应商和客户沟通、处理订单和履约、查找信息这样的事情如今大多已经在 Internet 上通过电子的方式完成，这能节约时间，提高整体工作效率。最常用的浏览器包括 Internet Explorer、Safari、Firefox 和 Chrome。
- **即时消息传递**：即时消息传递最初用于个人用户之间的沟通。但是，这种技术很快就在企业环境中体现出了可观的价值。如今，许多即时消息传递应用程序（例如，Microsoft 和 Google 推出的此类应用程序）都提供了数据加密和日志记录功能，这些都是企业应用中的重要功能。
- **协作**：无论是以个人形式，还是以小组形式协同工作，在协作者接入网络时，协作效率都会大大提升。举例来说，负责制作年度报表或商业计划各个部分的人员可以将其数据文件传输到中央资源进行编译，也可使用工作组软件应用程序创建和修改整个文档，而无须交换纸质文档。Lotus Notes 就是一款最为知名的传统协作软件程序。如今，Lotus Notes 仍然应用广泛，但目前已经更名为 IBM Notes。今天，几乎所有类别的网络应用程序都内置协作工具。
- **数据库**：这类应用程序允许网络上的用户将信息存储在一种集中的位置（例如，存储设备），以便网络上的其他用户按照对其最为有用的格式轻松检索并选定信息。当今企业中应用最广泛的数据库包括 Oracle 和 Microsoft SQL（结构化查询语言）Server。Microsoft 提供的 SharePoint 是一款广受欢迎的新应用程序，该应用程序实际上就是依赖于 Microsoft 自己的数据库产品 SQL Server。

1.6 用户应用程序对网络的影响

用户应用程序的重要意义在于，它们允许用户通过各种类型的应用程序彼此联系。企业逐渐开始依靠这些应用程序保持日常业务流程的正常运转，因此运行应用程序的网络随之成为企业的一个重要环节。这些应用程序与网络之间存在着一种特殊的关系。应用程序会影响网络性能，而网络性能亦会影响应用程序。因此，需要理解用户应用程序与网络之间的某些常见交互。

考虑网络和网络上所运行应用程序之间的交互时，传统上主要考虑的因素是带宽。

文件传输协议（FTP）、小型文件传输协议（TFTP）和库存更新等批处理应用程序仅利用网络在系统间批量传输数据，这些应用程序可由用户启动，随后软件运行直至完成，无须直接的人工交互。只要完成应用程序执行所需的时间不太长，就没有人会关心网络性能。因此，尽管带宽对于这些应用程序来说非常重要，但这些应用程序的运行方式本身也降低了人们对于带宽的关注。这不禁让我回想起，我经常在晚上边通过网络传输大型文件时边睡着，清早起床时很高兴地发现文件已经顺利传输完成。

企业资源规划（ERP）软件等交互式应用程序需要执行任务，例如库存查询和数据库更新等，这些任务需要更多的人工交互。用户会向服务器查询某种类型的信息，然后等待回复。对于此类应用程序，带宽更加重要，因为用户无法容忍响应缓慢的情况。然而，应用程序响应速度不仅仅取决于网络带宽，服务器和存储设备对响应速度也有一定的影响。但如果网络带宽存在问题，服务质量（QoS）等其他特性能够在一定程度上缓解带宽限制，因为它们能优先处理来自交互应用程序的流量，稍后再处理批处理应用程序的流量。

另外一种受网络影响较大的应用程序就是实时应用程序。与交互应用程序类似，IP 语音（VoIP）和视频应用程序等实时应用程序也需要人工交互。考虑到视频传输的信息量很大，带宽就变得非常关

键。有趣的是，带宽对于 VoIP 应用程序并不是那么重要，因为这类应用程序中的数据包非常小，但 VoIP 应用程序对于延迟极度敏感。延迟表示数据包通过数据网络移动时的延时。实际上，延迟量的变化（抖动）会对 VoIP 应用程序产生极大的影响。许多此类实时应用程序不仅要求充足的带宽，还要求必须具备很好的 QoS 特性。通常情况下，VoIP 和视频应用程序必须获得最高优先级。

在当今的环境中，最终用户面对着各种 VoIP 广告的狂轰滥炸，这些广告纷纷宣传转为采用 VoIP 能节约很多钱，安装无比轻松，只需将 VoIP 路由器装到网络中即可。尽管这在家庭网络中通常属实，但在小型办公室网络中则可能引发灾难。举例来说，在有人拨打 VoIP 电话时，平时工作正常的应用程序开始变得极为缓慢，甚至达到了无法正常使用的程度，而且通话质量也非常糟糕。这类实施无法保证充足的 Internet 带宽，也不能提供合理的 QoS 方案。

当然也有好消息，通过合理的网络设计与实施完全可以克服所有这些问题。

表 1-1 汇总了常见的各类应用程序及其特征。

表 1-1 典型的网络应用程序类别

应用程序类别	示例	特征
批处理应用程序	FTP、TFTP、库存更新	无直接人工交互；带宽较为重要，但并非至关重要
交互式应用程序	库存查询、数据库更新	人机交互；人工等待响应；响应时间很重要，但并非关键因素，除非等待时间过长
实时应用程序	VoIP、视频	人机交互；端到端的延迟极为关键；对于视频来说，带宽极为关键

1.7 网络的特征

通常有许多特性可用于描述和对比不同的网络设计。在确定如何搭建网络时，必须考虑其中的每项特征，还要考虑网络中将运行哪些应用程序。搭建优秀网络的关键就是在这些特征之间实现平衡。此外，还应始终竭力满足组织的所有需求。举例来说，如果企业的电子商务服务必须保证最高级别的可用性（例如 Amazon.com），就必须预先保证网络能满足这项需求。

可根据网络性能和结构对网络进行描述和对比，具体如下。

- **速度**：速度是衡量通过网络传输数据有多快的一项指标。更精确的术语应该是数据速率。
- **成本**：表示网络的组件、安装和维护的一般费用。衡量成本的方法有很多种。例如，初始投资（资本支出）与长期开销（运营支出）的对比情况如何？
- **安全性**：安全性是指网络的安全程度，包括通过网络传输的数据的安全性。安全性主要涉及两个领域，即网络内部和网络外部。许多组织都专注于外部安全性，防范来自组织以外的攻击。但防范组织内部攻击的内部安全性机制也不容忽视。
- **可用性**：可用性是衡量网络在被请求时可用概率的指标。对于要全年不间断使用的网络，其可用性的计算方法为：用一年中的可用时间除以一年的总时间，然后乘以 100%，即可得到百分比。

例如，如果一年中由网络中断造成的网络不可用时间是 15 分钟，则网络可用性的百分比可按照如下方法计算。

$$([\text{一年的分钟数} - \text{中断时间}] / [\text{一年的分钟数}]) \times 100\% = \text{可用性百分比}$$
$$([525600 - 15] / [525600]) \times 100\% = 99.9971\%$$

对许多企业来说，可用性的成功标准是实现五个九，即 99.999% 的正常运行时间。您或许不相信，在某些组织中，即便 99.999% 也会被视为存在故障！

- **可扩展性**：可扩展性显示了网络容纳更多用户和满足更多数据传输要求的能力。如果网络只是根据当前需求进行设计和优化，那么若要满足网络增长所产生的新需求，难度就会很大，并且成本高昂。
- **可靠性**：可靠性表示构成网络的路由器、交换机、PC 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。可想而知，可靠性常常会与可用性混淆。我更倾向于将可靠性视为一种衡量网络满足组织需求的能力的指标，而可用性则是衡量网络有多长时间可以正常使用。