



思科网络技术学院教程（第6版） 扩展网络

Scaling Networks 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)

扩展网络

Scaling Networks v6

Companion Guide

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

图书在版编目 (CIP) 数据

思科网络技术学院教程：第6版. 扩展网络 / (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. 12

书名原文: Scaling Networks v6 Companion Guide
ISBN 978-7-115-49800-7

I. ①思… II. ①鲍… ②艾… ③思… III. ①计算机
网络—高等学校—教材 IV. ①TP393

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第246409号

版权声明

Authorized translation from the English language edition, entitled SCALING NETWORKS V6 COMPANION GUIDE, 1st Edition, 9781587134349 by CISCO NETWORKING ACADEMY, published by Pearson Education, Inc, publishing as Cisco Press, Copyright © 2018 Cisco Systems, Inc.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without permission from Pearson Education, Inc.

CHINESE SIMPLIFIED language edition published by POSTS & TELECOM PRESS, Copyright © 2018.

本书中文简体字版由美国 Pearson Education 授权人民邮电出版社独家出版。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。

-
- ◆ 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 杨海玲
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>
山东百润本色印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 25.25
字数: 742 千字 2018 年 12 月第 1 版
印数: 1—6 000 册 2018 年 12 月山东第 1 次印刷
著作权合同登记号 图字: 01-2017-7883 号

定价: 65.00 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扩展网络课程的配套教材，由思科讲师编写。本课程侧重于实际应用，同时让读者获得必要的技能和经验，从而能够设计、安装、运营和维护中小型企业网络，以及企业和服务提供商环境中的网络。

本书从基本的概念开始，循序渐进地介绍各种主题，可帮助读者全面认识网络通信。本书共 10 章，主要内容包括 LAN 设计、扩展 VLAN、STP、EtherChannel 和 HSRP、动态路由、EIGRP 及其调优和故障排除、OSPF 及其调优和故障排除。此外，本书每章的最后还提供复习题，并在附录中给出答案和解释。

本书作为思科网络技术学院的指定教材，将为读者选修其他思科网络技术学院课程打下坚实的基础。本书还可为读者获得 CCENT 和 CCNA 路由和交换认证做准备，适合准备参加 CCNA 认证考试的读者阅读，也适合各类网络技术人员阅读及参考。

关于特约作者

要 容 内

Bob Vachon 是加拿大安大略省萨德伯里市坎布里恩学院的教授，负责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。自 2002 年以来，他已在思科网络技术学院的多个 CCNA、CCNA 安全、CCNP、网络安全及 IoT 项目中担任团队领导人、第一作者和项目事务专家。他喜欢弹吉他和做户外运动。

Allan Johnson 于 1999 年进入学术界，他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 以及职业培训与发展专业的教育硕士学位。他曾在高中教过 7 年的 CCNA 课程，并且曾在得克萨斯州 Corpus Christi 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到 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。

命令语法约定

审查对策

本书在介绍命令语法时使用的约定与《IOS 命令参考手册》相同，这些约定具体如下。

- 需要逐字输入的命令和关键字用粗体表示，在配置示例和输出（而不是命令语法）中，需要用户输入的命令用粗体表示（如命令 **show**）。
- 用户必须提供实际值的参数用斜体表示。
- 互斥的元素用 | 隔开。
- 可选元素用 [] 括起。
- 必不可少的选项用 {} 括起。
- 可选元素中必不可少的选项用 [{}] 括起。

审校者序

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”之一，思科网络技术学院自 1997 年面向全球推出以来，已经在 180 个国家（或地区）拥有 10 400 所学院，至今已有超过 780 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，已有 600 余所思科网络技术学院成立。

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“扩展网络”课程的官方学习教材，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，与在线课程相比，本书还提供了一些可选的解释和示例。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 CCNA 的理想图书。

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，本次有幸参加 6.0 新版教材的审校工作。本书内容循序渐进，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，我得到了同事、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。特别感谢我的学生吴晓菲和隋萌萌。在本书的审校工作中，她们做了大量细致有效的工作。

本书内容涉及面广，加之时间仓促，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
2018 年 5 月于青岛

前言

本书是思科网络技术学院“CCNA Routing and Switching Scaling Networks”（CCNA 路由和交换扩展网络）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，同时为你在中小型企业、大型集团公司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亲身实践的机会。

本书为解释与在线课程完全相同的网络概念、技术、协议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，并且与在线课程相比，本书还提供了一些可选的解释和示例。你可以在老师的指导下使用在线课程，然后使用本书中讲解的学习工具巩固对所有主题的理解。

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，以及为实现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。本书的内容既是其他思科网络技术学院课程的基础，还可以为备考 CCNA 路由与交换认证做好准备。

本书的特点

本书的教学特色是将重点放在支持主题范围和课程材料实践两个方面，以便于你充分理解课程材料。

主题范围

以下特色段落通过全面概述每章所介绍的主题帮助你科学分配学习时间。

- **目标：**在每章的开头列出，指明这一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你在阅读这一章时勤于思考并发现答案。
- **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。
- **总结：**每章最后是对这一章关键概念的总结，提供了这一章的大纲，以帮助学习。

课程材料实践

熟能生巧。本书为你提供充足的机会来将所学知识应用于实践。以下有价值且有效的方法能帮助你有效巩固所接受的指导。

“检查你的理解”问题和答案：每章末尾都有更新后的复习题，可作为自我评估的工具。这些问题的风格与在线课程中你所看到的问题相同。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。

本书的组织结构

本书与思科网络技术学院“扩展网络”课程完全相同，分为 10 章和 1 个附录。

- **第 1 章 LAN 设计：**讨论可用于系统地设计高性能网络的策略，如层次网络设计模型，以及选择合适的设备。网络设计的目标是限制受单个网络设备故障影响的设备数量，为网络发展提供计划和途径，并创建可靠的网络。
- **第 2 章扩展 VLAN：**介绍使用第 3 层交换机实施 VLAN 间路由。这一章还描述在实施 VTP、DTP 和 VLAN 间路由时遇到的问题。
- **第 3 章 STP：**重点介绍用于管理第 2 层冗余的协议。这一章还包含一些潜在的冗余问题及其症状。
- **第 4 章 EtherChannel 和 HSRP：**描述 EtherChannel 以及用于创建 EtherChannel 的方法。这一章还重点介绍一种第一跳冗余协议——热备用路由器协议（HSRP）的操作和配置。最后，这一章介绍一些潜在的冗余问题及其症状。
- **第 5 章动态路由：**介绍动态路由协议。这一章探讨使用动态路由协议的优势、不同路由协议的分类方式以及路由协议用于确定网络流量最佳路径的度量。此外，这一章还介绍动态路由协议的特点以及各种路由协议之间的差异。
- **第 6 章 EIGRP：**介绍 EIGRP 以及在思科 IOS 路由器上启用 EIGRP 的基本配置命令。这一章还探讨路由协议的操作以及 EIGRP 确定最佳路径的细节。
- **第 7 章 EIGRP 调优和故障排除：**描述 EIGRP 的调优功能、为 IPv4 和 IPv6 实施这些功能的配置模式命令，以及用于排除 EIGRP 故障的组件和命令。
- **第 8 章单区域 OSPF：**包含单区域 OSPF 的基本实施和配置。
- **第 9 章多区域 OSPF：**讨论多区域 OSPF 的基本实施和配置。
- **第 10 章 OSPF 调优和故障排除：**描述 OSPF 的调优功能、为 IPv4 和 IPv6 实施这些功能的配置模式命令，以及用于排除 OSPFv2 和 OSPFv3 故障的组件和命令。
- **附录“检查你的理解”问题答案：**列出包含在每章末尾的“检查你的理解”复习问题的答案。

资源与支持

本书由异步社区出品，社区（<https://www.epubit.com/>）为您提供相关资源和后续服务。

提交勘误

作者和编辑尽最大努力来确保书中内容的准确性，但难免会存在疏漏。欢迎您将发现的问题反馈给我们，帮助我们提升图书的质量。

当您发现错误时，请登录异步社区，按书名搜索，进入本书页面，点击“提交勘误”，输入勘误信息，点击“提交”按钮即可。本书的作者和编辑会对您提交的勘误进行审核，确认并接受后，您将获赠异步社区的 100 积分。积分可用于在异步社区兑换优惠券、样书或奖品。



扫码关注本书

扫描下方二维码，您将会在异步社区微信服务号中看到本书信息及相关的服务提示。



与我们联系

我们的联系邮箱是 contact@epubit.com.cn。

如果您对本书有任何疑问或建议，请您发邮件给我们，请在邮件标题中注明本书书名，以便我们更高效地做出反馈。

如果您有兴趣出版图书、录制教学视频，或者参与图书翻译、技术审校等工作，可以发

邮件给我们;有意出版图书的作者也可以到异步社区在线提交投稿(直接访问 www.epubit.com/selfpublish/submission 即可)。

如果您是学校、培训机构或企业,想批量购买本书或异步社区出版的其他图书,也可以发邮件给我们。

如果您在网上发现有针对异步社区出品图书的各种形式的盗版行为,包括对图书全部或部分内容的非授权传播,请您将怀疑有侵权行为的链接发邮件给我们。您的这一举动是对作者权益的保护,也是我们持续为您提供有价值的内容的动力之源。

关于异步社区和异步图书

“异步社区”是人民邮电出版社旗下 IT 专业图书社区,致力于出版精品 IT 技术图书和相关学习产品,为作译者提供优质出版服务。异步社区创办于 2015 年 8 月,提供大量精品 IT 技术图书和电子书,以及高品质技术文章和视频课程。更多详情请访问异步社区官网 <https://www.epubit.com>。

“异步图书”是由异步社区编辑团队策划出版的精品 IT 专业图书的品牌,依托于人民邮电出版社近 30 年的计算机图书出版积累和专业编辑团队,相关图书在封面上印有异步图书的 LOGO。异步图书的出版领域包括软件开发、大数据、AI、测试、前端、网络技术 etc。



异步社区



微信服务号



目 录

第 1 章 LAN 设计	1	3.1 生成树的概念	70
学习目标	1	3.1.1 生成树的用途	70
1.0 简介	1	3.1.2 STP 操作	75
1.1 园区有线 LAN 设计	1	3.2 生成树协议的变体	92
1.1.1 思科验证设计	2	3.2.1 概述	92
1.1.2 扩展网络	5	3.2.2 PVST+	94
1.2 选择网络设备	11	3.2.3 快速 PVST+	96
1.2.1 交换机硬件	11	3.3 生成树配置	100
1.2.2 路由器硬件	17	3.3.1 PVST+配置	100
1.2.3 管理设备	20	3.3.2 快速 PVST+配置	105
1.3 总结	30	3.3.3 STP 配置问题	107
检查你的理解	30	3.3.4 交换机堆叠和机箱汇聚	110
第 2 章 扩展 VLAN	32	3.4 总结	113
学习目标	32	检查你的理解	113
2.0 简介	32	第 4 章 EtherChannel 和 HSRP	115
2.1 VTP、扩展的 VLAN 和 DTP	32	学习目标	115
2.1.1 VTP 概念和操作	33	4.0 简介	115
2.1.2 VTP 配置	38	4.1 链路汇聚概念	115
2.1.3 扩展的 VLAN	43	4.1.1 链路汇聚	116
2.1.4 动态中继协议	48	4.1.2 EtherChannel 操作	117
2.2 排除多 VLAN 问题	50	4.2 链路汇聚配置	120
2.2.1 VLAN 间配置问题	51	4.2.1 配置 EtherChannel	121
2.2.2 IP 编址问题	57	4.2.2 验证 EtherChannel 并排除故障	123
2.2.3 VTP 和 DTP 问题	60	4.3 第一跳冗余协议	127
2.3 第 3 层交换	61	4.3.1 第一跳冗余协议的概念	127
2.3.1 第 3 层交换操作和配置	61	4.3.2 HSRP 操作	130
2.3.2 排除第 3 层交换故障	64	4.3.3 HSRP 配置	132
2.4 总结	66	4.3.4 排除 HSRP 故障	135
检查你的理解	67	4.4 总结	138
第 3 章 STP	70	检查你的理解	138
学习目标	70	第 5 章 动态路由	141
3.0 简介	70		

学习目标	141	7.1.2 默认路由传播	242
5.0 简介	141	7.1.3 调优 EIGRP 接口	245
5.1 动态路由协议	141	7.2 排除 EIGRP 故障	250
5.2 距离矢量动态路由	150	7.2.1 排除 EIGRP 故障的组成 部分	250
5.2.1 距离矢量基础知识	151	7.2.2 排除 EIGRP 邻居问题	253
5.2.2 距离矢量路由协议的 运行过程	154	7.2.3 排除 EIGRP 路由表问题	256
5.2.3 距离矢量路由协议的 类型	156	7.3 总结	261
5.3 链路状态动态路由	158	检查你的理解	262
5.3.1 链路状态路由协议的工作 过程	158	第 8 章 单区域 OSPF	264
5.3.2 链路状态更新	160	学习目标	264
5.3.3 链路状态路由协议的 优点	168	8.0 简介	264
5.4 总结	170	8.1 OSPF 的特征	264
检查你的理解	171	8.1.1 开放最短路径优先	264
第 6 章 EIGRP	173	8.1.2 OSPF 消息	271
学习目标	173	8.1.3 OSPF 的运行	275
6.0 简介	173	8.2 单区域 OSPFv2	281
6.1 EIGRP 特征	173	8.2.1 OSPF 路由器 ID	281
6.1.1 EIGRP 的基本功能	173	8.2.2 配置单区域 OSPFv2	286
6.1.2 EIGRP 数据包类型	176	8.2.3 OSPF 开销	290
6.1.3 EIGRP 消息	180	8.2.4 验证 OSPF	298
6.2 实施 IPv4 的 EIGRP	183	8.3 单区域 OSPFv3	301
6.2.1 配置 IPv4 的 EIGRP	183	8.3.1 OSPFv2 与 OSPFv3	301
6.2.2 验证 IPv4 的 EIGRP	192	8.3.2 配置 OSPFv3	303
6.3 EIGRP 的运行	197	8.3.3 验证 OSPFv3	309
6.3.1 EIGRP 初始路由发现	197	8.4 总结	312
6.3.2 EIGRP 度量	199	检查你的理解	312
6.3.3 DUAL 和拓扑表	206	第 9 章 多区域 OSPF	315
6.3.4 DUAL 和收敛	214	学习目标	315
6.4 实施 IPv6 的 EIGRP	218	9.0 简介	315
6.4.1 IPv6 的 EIGRP	219	9.1 多区域 OSPF 的运行	315
6.4.2 配置 IPv6 的 EIGRP	221	9.1.1 为什么采用多区域 OSPF	315
6.4.3 验证 IPv6 的 EIGRP	226	9.1.2 多区域 OSPF LSA 操作	320
6.5 总结	229	9.1.3 OSPF 路由表和路由类型	324
检查你的理解	230	9.2 配置多区域 OSPF	326
第 7 章 EIGRP 调优和故障排除	232	9.2.1 实施多区域 OSPF	326
学习目标	232	9.2.2 验证多区域 OSPF	329
7.0 简介	232	9.3 总结	334
7.1 调优 EIGRP	232	检查你的理解	335
7.1.1 自动汇总	232	第 10 章 OSPF 调优和故障排除	337
		学习目标	337
		10.0 简介	337
		10.1 高级单区域 OSPF 配置	337

10.1.1	多接入网络中的 OSPF	337	10.2.3	排除单区域 OSPFv3 路由问题	370
10.1.2	默认路由传播	350	10.2.4	排除多区域 OSPFv2 和 OSPFv3 故障	375
10.1.3	调优 OSPF 接口	355	10.3	总结	376
10.2	排除单区域 OSPF 实施故障	358		检查你的理解	377
10.2.1	排除单区域 OSPF 故障的组成部分	358	附录	“检查你的理解” 问题答案	379
10.2.2	排除单区域 OSPFv2 路由问题	365			

第 1 章

LAN 设计

学习目标

通过完成本章的学习，读者将能够回答下列问题：

- 有哪些适用于小型企业的分层网络设计？
- 有哪些设计可扩展网络的建议？
- 为满足中小型企业网络的需求，交换机的哪些硬件功能必不可少？
- 适用于中小型企业网络的路由器有哪些类型？
- Cisco IOS 设备的基本设置有哪些？

1.0 简介

现在有这样一种趋势，也就是将网络视为一种简单的管道，认为我们需要考虑的只是管道的尺寸和长度或者链接的速度和源，而认为其他方面并不重要。正如在设计大型体育场或高层建筑的管道时必须考虑规模、用途、冗余性、防止篡改或拒绝无关人员操作、能够处理高峰负荷那样，设计网络时也需要考虑类似问题。用户依赖网络来访问工作所需的绝大部分信息并可靠传输语音或视频，因此，网络必须能够提供可恢复的智能传输。

随着公司的成长，客户对网络的需求也开始增长。公司依赖网络基础架构来提供任务关键型服务。网络中断会导致经济损失和客户的流失。网络设计人员必须设计并构建可扩展且高度可用的企业网络。

园区局域网（LAN）是支持一个场所的人们使用设备连接信息的网络。园区局域网可以是小型远程站点的单台交换机，也可以是大型的多建筑基础设施，支持教室、办公区域及人们使用设备的类似地方。园区设计兼具有线和无线连接，实现完整的网络接入解决方案。

本章将介绍在系统设计具有强大功能的网络时使用的策略，例如分层网络设计模型、合适设备的选择等。网络设计的目标是限制受单个网络设备故障影响的设备数量，为网络需求的增长提供规划和路径，并创建可靠的网络。

1.1 园区有线 LAN 设计

企业网络有各种规模：由少量主机组成的小型网络、由几百台主机组成的中型网络，以及由数千台主机组成的大型网络。除了这些网络必须支持的主机数量外，还需要考虑必须支持的应用程序及服务以满足企业目标。

幸运的是，经过验证的方法可用于设计各种类型的网络。思科企业架构是经过验证的校园网络设计的一个例子。

本节将介绍为什么设计可扩展的分层网络非常重要。

1.1.1 思科验证设计

网络必须具有可扩展性，这意味着它们必须能够适应规模的扩大或减小。本节的重点是了解如何使用分层设计模型来完成此任务。

1. 扩展网络的需求

公司越来越依赖网络基础架构来提供任务关键型服务。随着公司的成长和发展，它们会雇用更多的员工、设立分支机构并进军全球市场。这些变化会直接影响对网络的需求。

局域网是为分布在一个楼层或一座建筑物中的最终用户和设备提供网络通信服务和资源的接入方式的网络基础设施。可以通过相互连接一群散布在小型地理区域的局域网来创建一个园区网络。

园区网络设计包括从采用一台 LAN 交换机的小型网络直至具有数千个连接的超大型网络。例如，在图 1-1 中，该公司只有一个与互联网连接的办事处。

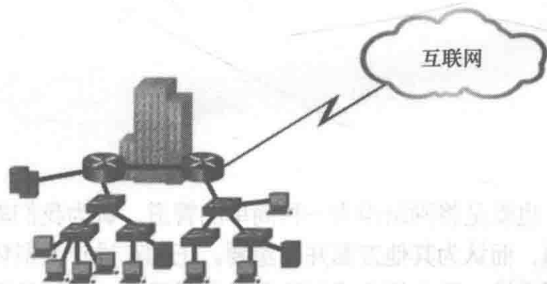


图 1-1 只有一个办事处的一家小型公司

在图 1-2 中，公司要在同一座城市设立多个办事处。

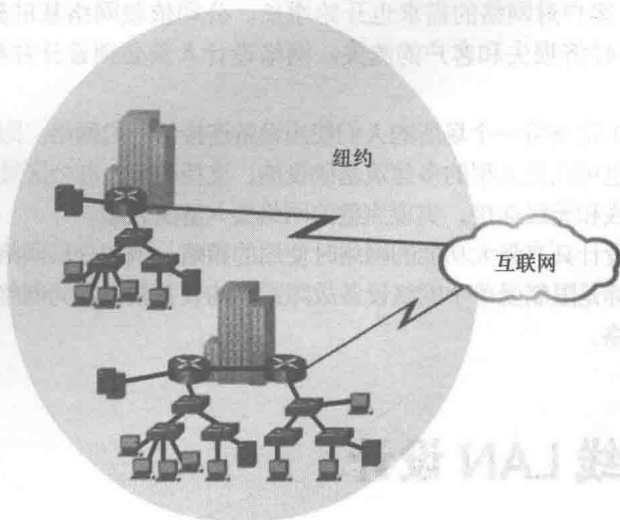


图 1-2 公司要在同一座城市设立多个办事处

在图 1-3 中，企业扩张到多座城市，并且雇用远程工作人员。

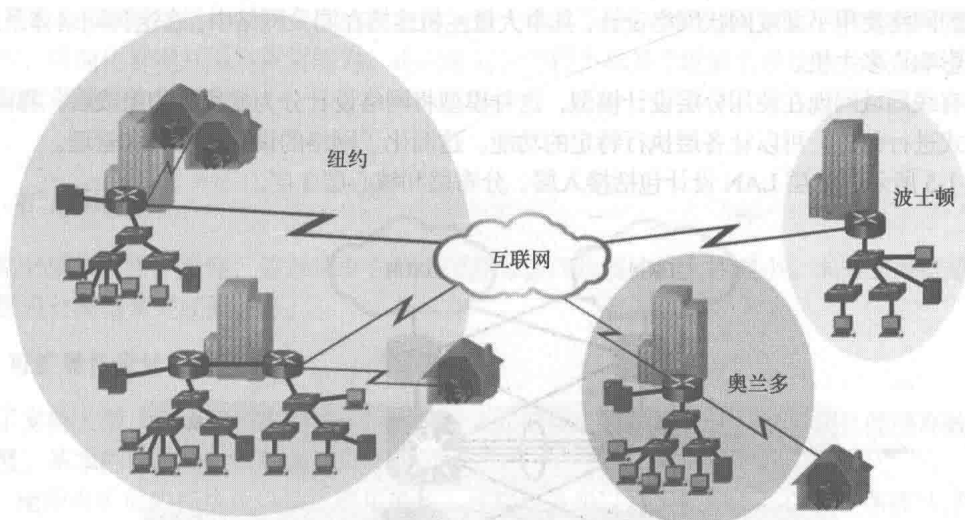


图 1-3 企业扩张到多座城市并增加远程工作人员

在图 1-4 中，企业扩张到其他国家，并且由网络运营中心（NOC）集中管理网络。

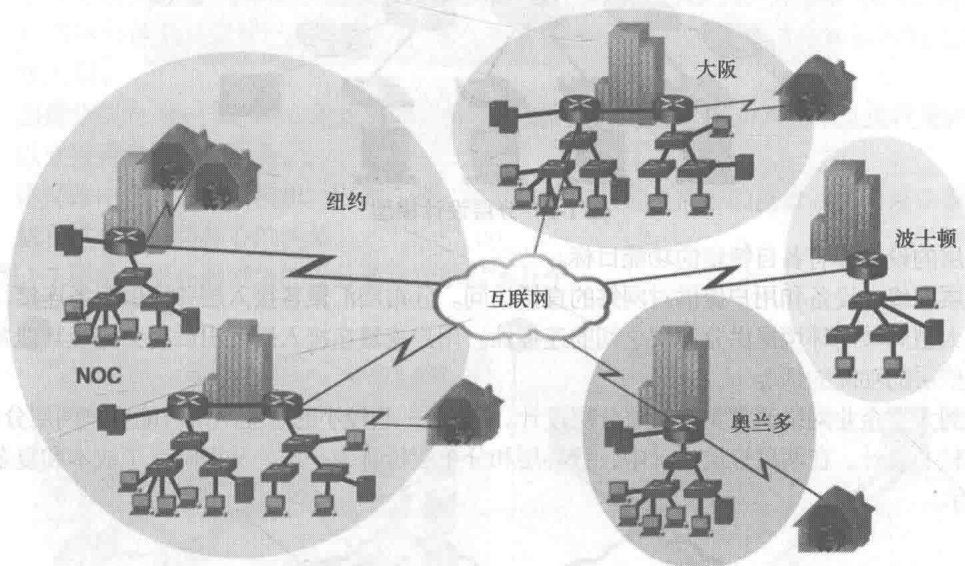


图 1-4 企业实现全球化，网络运行集中化

除支持物理增长外，为了支持多元化的业务，网络必须支持各种类型的网络流量的交换，包括数据文件、电子邮件、IP 电话和视频应用等。

具体来说，所有企业网络必须：

- 支持任务关键型服务和应用程序；
- 支持收敛的网络流量；
- 支持不同的业务需求；
- 提供集中管理控制。

为了帮助园区局域网满足这些要求，这里使用了分层设计模型。

2. 分层设计模型

园区有线局域网可实现一幢建筑或建筑群中设备之间的通信，以及在网络核心实现与广域网和互联网边缘的互连。