



# 部署 VoIP 解决方案

## Deploying Cisco Voice over IP Solutions

Learn real-world Voice over IP deployment solutions and strategies from the Cisco experts

[美] Jonathan Davidson 著  
Tina Fox 译  
凡 璇 译



# 如何 VoIP 解決方案

## Complying China Voice over IP Infrastructure

Learn how to comply with Chinese regulations  
and ensure your VoIP infrastructure is secure.

VoIP Infrastructure  
Security Solutions  
Contact Us Today

# 部署 VoIP 解决方案

[美]Jonathan Davidson Tina Fox 著

凡璇 译

人民邮电出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

部署 VoIP 解决方案 / (美) 戴维森 (Davidson, J.), (美) 福克斯 (Fox, T) 著; 凡璇译.  
—北京: 人民邮电出版社, 2003.7

ISBN 7-115-11270-3

I. 部... II. ①戴...②福...③凡... III. 计算机网络—语音数据处理 IV. TN912.34  
中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 038262 号

## 版 权 声 明

Jonathan Davidson Tina Fox: Deploying Cisco Voice over IP Solutions

Authorized translation from English language edition published by Cisco Press.

Copyright ©2002 by Cisco Systems, Inc.

All rights reserved.

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

版权所有, 侵权必究。

## 部署 VoIP 解决方案

- ◆ 著 [美] Jonathan Davidson Tina Fox  
译 凡 璇  
责任编辑 陈 昇
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号  
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn  
网址 <http://www.ptpress.com.cn>  
读者热线 010-67132705  
北京汉魂图文设计有限公司制作  
北京顺义振华印刷厂印刷  
新华书店总店北京发行所经销
- ◆ 开本: 787×1092 1/16  
印张: 28.25  
字数: 682 千字 2003 年 7 月第 1 版  
印数: 1-3 500 册 2003 年 7 月北京第 1 次印刷

著作权合同登记 图字: 01-2001-4103 号

ISBN 7-115-11270-3/TP·3451

定价: 55.00 元

本书如有印装质量问题, 请与本社联系 电话: (010)67129223

# 内容提要

本书旨在给您提供设计和实施 VoIP 网络高级特性的方法。全书共分四个部分，分别介绍了：网络设计建议，内容包括流量分析、回声分析、VoIP QoS、呼叫许可控制；网络设计策略，内容包括为大型 VoIP 网络设计静态拨号方案、设计长途 VoIP 网络；网络业务，内容包括可管理多业务网络和分组语音 VPN、传真业务、统一消息机制、预付费业务；附录，内容包括 Erlang B 流量模型、扩展 Erlang B 流量模型、TCL IVR 脚本等。

本书适合对 VoIP 设计和实施感兴趣的读者，尤其适合熟悉 VoIP 和网络基础的运营商、语音和网络专家。

## 关于编辑与作者

**Jonathan Davidson** (CCIE#2560) 是思科系统公司分组语音服务供应商技术市场部门的经理。他致力于为服务供应商和企业客户的集成数据和语音的新型网络基础设施提供解决方案, 包括客户网络设计和产品选型。

**Jonathan** 已经在分组语音技术方面工作了 3 年。在他长达 7 年的数据网络职业生涯中, 曾经致力于多个方向的研究, 包括网络设计、配置、故障排查和部署数据语音网络等。

**Tina Fox** 目前是思科系统知识管理和传播组 (IOS 技术部门) 的集成解决方案项目经理, 她在思科系统已经工作了 5 年。她在洛杉矶的加州大学获得学士和硕士学位, 并且在加州大学欧文分校获得数据通信证书。

**Phil Bailey** 目前是思科系统公司知识管理和传播组的前期推广使用 IOS 发布的技术文档项目经理。他获得了航空工程学士学位, 教育学硕士学位。他在写作语音和数据通信技术文档方面, 包括 VoIP、VoFR 和 VoATM 等, 具有 15 年工作经验。

**Rommel Bajamundi** 是思科系统服务供应商技术市场部门的技术市场工程师。他在思科系统从事各种语音技术工作已经 5 年, 其中 3 年致力于 VoIP 技术。

**Wayne Cheung** 是思科系统服务供应商技术市场部门经理。

**Thu Dao** 已经在思科系统 VoIP 组工作了 4 年, 主要负责开发语音应用。她在 1990 年 12 月获得斯坦福大学计算机科学专业硕士学位。

**Sachin Gupta** (CCIE#3682) 目前是 Cisco IOS 技术市场部门经理。**Sachin** 在思科技术支持部门从事广域网和多服务业务 2 年, 然后作为技术市场工程师在 Cisco IOS 技术部门从事 QoS 和 MPLS 有 2 年多了。**Sachin** 获得普度大学电子工程专业学士学位, 现正在斯坦福大学电子工程专业攻读硕士学位。

**Christina Hattingh** 来自思科系统技术市场部门，主要从事产品管理和工程实施，重点协助 Cisco 销售工程师，合作伙伴和客户设计并优化企业和服务供应商的 VoX 网络。以前她是北电网络 PBX 呼叫中心产品的软件工程师和工程实施经理。她早期的 X.25 和网络管理系统软件开发经验，为目前迁移客户的传统数据和语音网络到基于分组技术的网络提供了雄厚的技术背景。Christina 获得计算机科学和数学统计硕士学位。

**Ted Huff** 在思科系统服务供应商 TME 组担任技术市场工程师大约 5 年。他 1994 年获得加州大学芝加哥分校计算机工程学士学位，通过 Lockheed Martin 加入 Cisco。

Ted 一直在 Cisco TME 部门工作，从事了 VoIP 技术各个方面，包括计费和记账、交互语音响应编程、存储转发传真和网络管理等。

**Stephen Liu** 目前是思科系统服务供应商技术市场部门经理，在这儿他已经工作长达 6 年。他在加州大学圣迭哥分校获得通信系统学士学位，并获得 CCIE 证书 (CCIE#2430)。Stephen 作为 IMTC/ETSI TIPHON 的 Cisco H.323 VoIP 代表，联合主持 IMTC iNOW! H.323 互操作性论坛。

**Curt Mah** (CCIE#3856) 是思科系统技术市场工程师，从事服务供应商商务产品线的 VoIP 和批发语音网络。Curt 1996 年加入思科系统公司，协助客户实施各种数据网络，包括网络设计，培训，实施和故障排查等。Curt 在圣路易斯奥比斯波分校获得电子工程学士学位。

**Greg Mercurio** 是思科系统高级软件工程师，“通过领先的 Internet 传媒提高客户竞争力！”

**Jeremy Pollock** 是思科系统的技术写作人员，从事 Cisco IOS 软件文档开发。他致力于写作功能和解决方案的文档，专注于 VoIP 和接入 VPDN 文档。他 1997 年获得加州大学物理学学士学位，1998 年在圣何塞州立大学获得技术通信证书。

**Jim Rushton** 已经从事了长达 15 年的各种企业网络技术工作，目前是思科系统 IOS 技术部门在加州办公室欧文地区的技术写作人员。

**Ravindar Shankar** 是服务供应商市场部门致力于语音解决方案的高级技术市场工程师。他在思科工作了 8 年，曾经从事客户技术支持，工程管理，最近从事语音技术市场工作。他获得硕士学位，拥有网络管理的一项专利，获得 CCIE 证书 (CCIE#1303)，对数据和语音技术有深入的理解。

---

# 技术审核人

## 简介

Martin Walshaw (CCIE#5629), CCNP, CCDP, 是思科系统企业商务产品线的系统工程师, 在南非工作。他主要致力于语音和视频的集成和安全方面, 工作非常繁忙。过去 12 年中 Martin 曾经从事 IT 业的各个方面的工作, 从 RPG III 编程到销售电脑等。



## 致 谢

本书的完稿依赖于大家共同努力，如果没有 Tina Fox 的专业领导和奉献，本书是不可能完成的。Tina 使这本书的写作提上日程，并充分保证了本书的正确性，她是本书写作的幕后智囊和驱动力，特别感谢她。我同时也要感谢那些主题专家（Subject Matter Experts, SME）他们就是提交材料并完成本书的作者，包括 Tina Fox, Phil Bailey, Jeremy Pollock 和 Jim Rushton 等。

这些 SME 写作了每一章的草稿，奉献出了他们在特定领域的专长。本书真正是目前分组语音领域最聪明思想的集大成。这些 SME 掌握实际网络中协议如何运行的深层次知识，因此读者会学习到分组语音领域最新技术知识。这些 SME 是 Christina Hattingh, Sachin Gupta, Rommel Bajamundi, Kevin Connor, Stephen Liu, Thu Dao, Curt Mah, Ted Huff, Wayne Cheung, Greg Mercurio, Ravi Shankar 和 Massimiliano Caranza 等。

——Jonathan Davidson

# 献 辞

献给 Tina， 是她的奉献和决策使这本书成为可能， 并且她一直鼓励我， 使我成为本书作者的一员。

——Phil Bailey

感谢永远在我身边的我的家庭成员；感谢日常给我帮助的部门同事：Jon Davidson, Stephen Liu, Brian Gracely, Wayne Cheung, Conrad Price, Ravi Shankar, Anand Ramachandran, Edmund Lam, David Morgan, Oscar Thomas, Ted Huff, Shyam Kota, Curt Mah, Aseem Srivasta 和 Wei Wang 等。特别感谢伴随我左右的妻子 Josie。

——Rommel Bajamundi

献给我的母亲 Uma Gupta，感谢她给予我的永远的力量，爱和支持。

——Sachin Gupta

我对这本书的贡献主要来自于 Cisco 众多同事的技术指导——特别感谢 Jonathan Davidson, Brian Gracely, Conrad Price 和 Chris Spain 等。同时我把这本书献给 Robert Verkroost，他永不气馁地支持和鼓励我，使我进入出版界。

——Christina Hattingh

献给我的母亲和父亲：感谢他们的智慧和对我多年的指导。献给 Tammy：感谢你给予我的持续的爱和鼓励，来实现我的梦想。

——Curt Mah

献给我的家庭，感谢允许我花费额外时间来实现另一种挑战。

——Greg Mercurio

献给我的父母，在我的人生道路遇到挫折时，他们给予我爱和支持。并且献给 Tammy，他使我接触了除网络之外的生活，并向我展示了写作的力量，这可以使真实世界变得更好。

——Jeremy Pollock

# 前 言

本书是 Cisco Press 2000 年出版的《Voice over IP Fundamentals》电信的续篇。而现在电信产业已经发生了巨大变化，电信服务运营商不再讨论分组语音是否是可靠技术，而是正在寻找部署语音网络的机会。这些运营商要么在积极研究语音技术或者建设试验网，要么在部署 VoIP 网络。同时传统的 TDM 设备制造商也正在提供分组语音设备，因为他们的客户需要这种设备，迫使这些设备制造商走上这条道路。

分组语音网络建设的下一阶段并不是集中在降低设备开支（资金支出）上，而是降低运营成本，这时可以考虑把语音技术、IP 数据 NMS 技术和分组语音网络集成到增值运营商所拥有的网络管理系统（NMS）中。

尽管运营商认识到了分组语音技术的优势，但是分组语音技术也有缺点。最大的问题是多个设备制造商设备的互操作性。虽然已经定义了设备之间进行通信的许多标准，但是很少有标准定义了这些独立的标准相互之间应当如何进行通信。例子之一就是许多现有网络如何使用 H.323 协议传递基于 IP 语音呼叫信令。当前有几个较新的协议弥补这个缺陷，例如 MGCP、MEGACO 和 SIP 等。

好在目前已经做了很多协议互操作的工作，近年来每个主要协议都有了互操作的实现；可以借鉴数据通信网络的经验。当前数据通信网络许多路由选择协议（例如 OSPF、IS-IS 和 BGP 等等）可以用于在不同网络中路由 IP 数据包，这些路由选择协议必须实现互操作以便 IP 网络真正普遍存在。当然，这种互操作性已经实现。分组语音信令协议和 IP 路由选择协议的另一个对比是，每种协议都需要明确适合于特定重要的网络，每一个都不能满足所有需求，不能替代另一个。在分组语音网络中，例如 MEGACO 的较新协议可能更适合于某些特定应用，但是它可能不能解决 H.323 所解决的问题。因此，两种协议都需要，二者之间需要互操作。

设备制造商之间设备的互操作性需要解决，并且下一级的互操作性也需要实现——也就是服务互操作性，或者是用户如何在整个服务区域用类似的方法使用单一应用程序。

## 写作目的

本书意在给您提供设计和实施 VoIP 网络高级特性的方法。基于此，本书旨在达到以下目标：

- 介绍在实施 VoIP 网络之前需要考虑的基础设计元素，例如回声和流量分析、服务质量（QoS）和呼叫许可控制（CAC）；
- 介绍设计高效运营级 VoIP 网络的基本任务；
- 介绍有关目前流行的和广泛需求的 VoIP 业务的信息，例如预付费业务、传真业务和虚拟专用网络（VPN）。

虽然本书包含了技术信息和一些建议，你可照此建立一个 VoIP 网络，但不意味可用作 cookie 记录器的设计和实现。书中所给出的例子仅涉及阐述原理和设计问题。

## 目标读者

虽然对 VoIP 设计和实施感兴趣的任何人都可以阅读本书，但是目标读者是熟悉 VoIP 和网络基础的运营商的语音和网络专家。我们建议在阅读本书之前首先学习《Voice over IP Fundamentals》一书。

## 章节结构

本书分为以下四部分：

- 网络设计依据；
- 网络设计策略；
- 网络业务；
- 附录。

第一部分“网络设计依据”讨论了在实施 VoIP 网络之前需要考虑的一些问题：

- 第 1 章“理解流量分析”描述了实施和测量流量敏感语音网络容量大小的各种技术，给出了几种流量模型，以及说明了流量概率表的使用方法；
- 第 2 章“理解回声分析”描述了回声分析所必需的基本概念，解释了回声消除器原理，以及定位和消除回声的方法；
- 第 3 章“理解 VoIP QoS”描述了语音使用的各种 QoS 特性，并且给出了在各种语音网络中实施特性的例子；
- 第 4 章“理解呼叫许可控制”描述了呼叫许可控制（CAC）、CAC 决策时间、决策 CAC 所需信息的收集方法，语音呼叫所需要的资源类型、如何决定它们以及 CAC 拒绝呼叫的处理方法等。

第二部分“网络设计策略”描述了运营商语音网络设计方法：

- 第 5 章“为大型 VoIP 网络设计静态拨号方案”，描述了支持大规模拨号计划 Cisco H.323 网关和网守的拨号计划推荐配置方法；
- 第 6 章“设计长途 VoIP 网络”描述了设计长途 VoIP 网络的基本任务。

第三部分“网络业务”描述了运营商语音网络可以提供的目前常用的和希望使用的业务：

- 第 7 章“可管理多业务网络和分组语音 VPN”描述了两类语音网络：可管理多业务（MMS）网络和分组语音虚拟专用网络（VPN）；
- 第 8 章“传真业务”讨论了存储转发和实时中继传真业务；
- 第 9 章“统一消息机制”讨论了 Cisco uOne 统一消息解决方案使用的各种统一消息机制的概念和特性；
- 第 10 章“预付费业务”讨论了设计和实施由内部网络基础设施管理或者由 OSP 交易业务管理的预付费业务解决方案的方法。

第四部分“附录”：

- 附录 A“Erlang B 流量模型”给出了 Erlang B 流量分布表的解释和例子，是第 1 章“理解流量分析”的补充材料；
- 附录 B“扩展 Erlang B 流量模型”给出了扩展 Erlang B 流量分布表的解释和例子，也是第 1 章“理解流量模型”的补充材料；
- 附录 C“TCL IVR 脚本”给出交互语音响应（IVR）工具命令语言（TCL）脚本概述和预付费服务使用的常见 IVR TCL 脚本例子，是第 10 章“预付费业务”的补充材料。

### 特点和体例

本书体例设计和内容特点尽力使复杂的 VoIP 清晰易懂。

关键术语都拼写出来并在括号中伴有它们的首字母缩写。

章节总结使您可以回顾每章的学习内容，您也可以使用总结找到适合您阅读的章节。

### 命令体例

本书命令语法遵从以下体例：

- 命令、关键字和参数实际值用黑体字标出；
- 变量（需要用实际值代替）用斜体字标出；
- 可选关键字和变量用中括号[]标出；
- 必需关键字和变量用大括号{}标出。

### 写作时机

本书写作之际，标准组织正在设计和制定许多与 VoIP 有关的新的协议；而且在不同领域中 VoIP 使用所遇到的问题也不同。因此本书意在提供基本的语音网络设计信息。

### 未来之路...

分组语音技术已经扎下根。这种技术有许多应用，不管是使用它提供永久业务，还是过渡，或是可管理业务等。这种技术潜在的迁移路径如下：

- 企业迁移

——企业客户可以把语音网关连接到 PBX，以允许使用 VoIP 的 PBX 间通信。这时用可以提供更大效率和额外应用的 IP PBX 替换当前的 PBX。

- 运营商迁移

——运营商可以使用分组语音，不必扩容 TDM 网络，来替换或者扩大服务。首先可以使用 Tandem4 类组网，由 IP 而不是 TDM 互连其他运营商，然后迁移到商务本地服务和最终消费者；

——无线语音的迁移路径和企业以及运营商客户类似，首先建设单独的数据网络，然后提供包括 VoIP 的所有服务。

# 目 录

## 第一部分 网络设计依据

第 1 章 理解流量分析 .....	5
1.1 流量理论基础 .....	5
1.1.1 测量流量负载 .....	6
1.1.2 忙时流量 .....	6
1.1.3 服务级别 .....	7
1.1.4 流量类型 .....	7
1.1.5 取样方法 .....	7
1.2 流量模型 .....	8
1.2.1 呼叫到达模式 .....	9
1.2.2 阻塞呼叫 .....	10
1.2.3 源数目 .....	10
1.2.4 保持时间 .....	11
1.3 流量模型选择 .....	11
1.3.1 Erlang B 流量模型 .....	11
1.3.2 扩展 Erlang B 流量模型 .....	12
1.3.3 Erlang C 流量模型 .....	13
1.3.4 Engset 流量模型 .....	14
1.3.5 Poisson 流量模型 .....	14
1.3.6 EART/EARC 和 Neal-Wilkerson 流量模型 .....	15
1.4 对 VoIP 网络进行流量分析 .....	15
1.4.1 语音编码 .....	15
1.4.2 采样 .....	16
1.4.3 语音活动性检测 .....	16
1.4.4 RTP 头的压缩 .....	16
1.4.5 点到点和点到多点 .....	17
1.5 端到端流量分析示例 .....	19
1.5.1 端到端流量分析: 问题 .....	19
1.5.2 端到端流量分析: 解决方案 .....	19
1.6 小结 .....	20



<b>第 2 章 理解回声分析</b> .....	23
2.1 回声分析基础 .....	23
2.2 回声定位 .....	24
2.3 网络元素对回声的影响 .....	26
2.3.1 混合转换器对回声的影响 .....	27
2.3.2 电话对回声的影响 .....	27
2.3.3 路由器对回声的影响 .....	28
2.3.4 QoS 对回声的影响 .....	29
2.4 回声消除器 .....	29
2.4.1 回声消除器实现基础 .....	30
2.4.2 回声测量 .....	31
2.4.3 ERL 不足 .....	32
2.4.4 回声消除器覆盖范围 .....	32
2.4.5 不可消除的回声问题 .....	33
2.4.6 回声消除器实现验证 .....	34
2.5 客户对回声的期望 .....	34
2.6 运营商对回声的期望 .....	34
2.7 配置网关以减小回声影响 .....	35
2.8 定位和消除回声过程 .....	35
2.8.1 识别强回声 .....	36
2.8.2 识别长回声 .....	36
2.8.3 定位和减小尾电路回声 .....	36
2.9 回声分析案例研究 .....	37
2.9.1 回声问题描述 .....	37
2.9.2 回声消除 .....	39
2.9.3 案例总结 .....	41
2.10 小结 .....	41
<b>第 3 章 理解 VoIP QoS</b> .....	45
3.1 服务质量需求 .....	45
3.2 数据分组分类 .....	46
3.3 QoS 排队机制 .....	49
3.3.1 低延迟排队 .....	49
3.3.2 其他 QoS 排队机制 .....	51
3.4 分片和交错操作 .....	51
3.5 流量整形 .....	54
3.6 IP RTP 分组头的压缩 .....	55
3.7 VoIP 差分服务 .....	56
3.7.1 DS 和 DS 编码点(RFC 2474, RFC 2475) .....	56
3.7.2 VoIP DS 实施: PHB 加速转发(RFC 2598) .....	58
3.8 专线(PPP)上实施 VoIP QoS 示例 .....	59