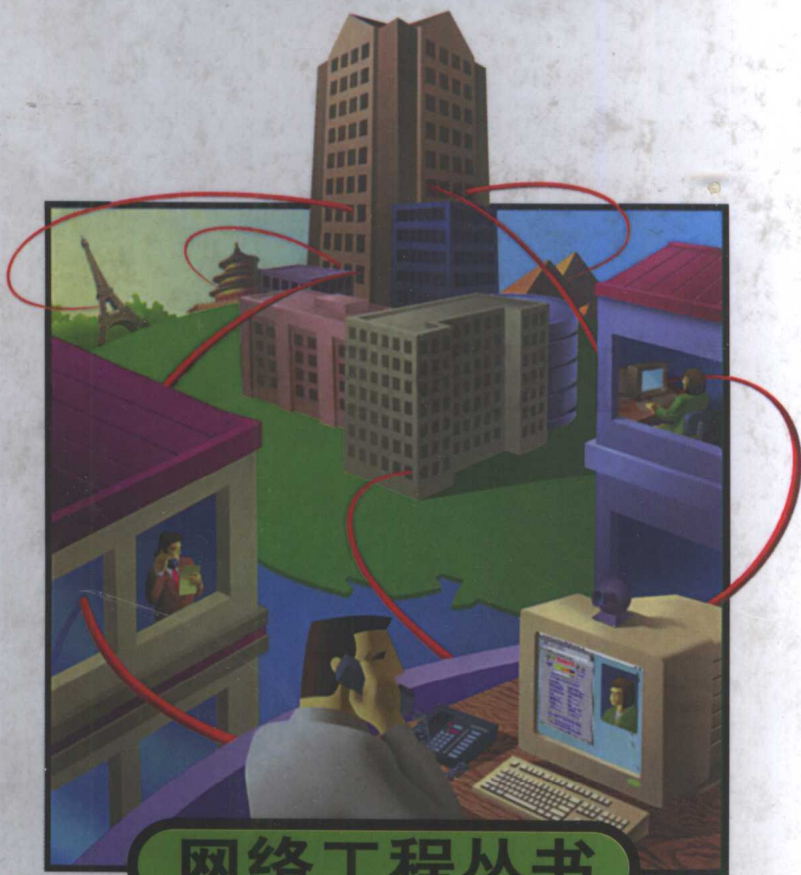


IP 话音基础



网络工程丛书

Voice over IP Fundamentals

[美] Jonathan Davidson James Peters 著

韩柯 等译

CISCO SYSTEMS
CISCO PRESS



電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

URL: <http://www.phei.com.cn>

网络工程丛书

IP 话音基础

Voice over IP Fundamentals

[美] Jonathan Davidson 著
James Peters

韩 柯 等译

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 提 要

IP 语音 (VoIP) 是一种集成语音和数据传输手段的技术, 本书从公共交换电话网的发展入手, 由浅入深地介绍了 IP 语音关键技术、IP 信令协议和 IP 语音应用, 主要内容包括: PSTN 业务和 IP 信令协议以及七号信令; 介绍 IP 语音如何像现有电话网系统那样运行相同的应用, 而且开销更低、可伸缩性更强; 深入展开的 IP 话题, 包括颤抖、延迟、分组丢失、编码器、业务质量工具以及平均主观感觉评分等; 使用 Cisco 网关部署 IP 语音网络所需要的功能组件。通过书中的事例分析, 读者还可了解针对实际问题的分析和解决方法。本书适用于语音传输和网络领域的技术人员。

Authorized translation from the English language edition published by Cisco Press, an imprint of Macmillan Computer Publishing U.S.A.

Copyright ©2000 by Cisco Press

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 the Publisher.

SIMPLIFIED CHINESE language edition published by Publishing House of Electronics Industry, China.

Copyright ©2000

本书中文简体专有翻译出版权由美国 Macmillan Computer Publishing 下属的 Cisco Press 授予电子工业出版社。该专有出版权受法律保护。

图书在版编目(CIP)数据

IP 语音基础/(美)戴维森 (Davidson, J.), (美)彼得斯 (Peters, J.) 著; 韩柯等译.

—北京: 电子工业出版社, 2001.1

(网络工程丛书)

书名原文: Voice over IP Fundamentals

ISBN 7-5053-6394-8

I. I... II. ①戴...②彼...③韩... III. 计算机网络-语音数据处理
IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 80455 号

书 名: IP 语音基础

原 书 名: Voice over IP Fundamentals

著 者: Jonathan Davidson James Peters

译 者: 韩 柯 等

责任编辑: 周宏敏

特约编辑: 唐 雅

排版制作: 电子工业出版社计算机排版室

印 刷 者: 北京东光印刷厂

装 订 者: 三河司庄装订厂

出版发行: 电子工业出版社 URL: <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 850×1168 1/32 印张: 11.75 字数: 338 千字

版 次: 2001 年 1 月第 1 版 2001 年 1 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-5053-6394-8

TP-3470

印 数: 5000 册 定价: 28.00 元

版权贸易合同登记号 图字: 01-2000-1147

凡购买电子工业出版社的图书, 如有缺页、倒页、脱页、所附磁盘或光盘有问题者, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系调换。电话 68279077

译 者 序

电话网可以说是迄今与人类社会生活联系最密切、设备投资最多、规模最大也是最复杂的人工网络。经过 100 多年的发展,电话网已经成为传统电信工业的基石。随着近十多年来 IP 和因特网技术的迅猛发展和广泛应用,IP 话音正成为极具发展前途的话音和数据集成传输技术,倍受业内人士的关注。前不久,国家有关部门正式批准了 IP 电话业务,中国电信、联通、吉通和网通国内四大 IP 电话实验网都取得了预料中的成功。以共享交换为基础的 IP 技术,与以排他独占的传统电信的工作方式相比,具有很大的优越性。不难预言,各种 IP 话音业务不久就会为业界甚至整个社会带来新的冲击。

本书从公共交换电话网的发展入手,由浅入深地介绍了 IP 话音关键技术、IP 信令协议和 IP 话音应用,使读者能够从技术发展的角度,深刻认识 IP 话音网络业务和应用的发展脉络,理解 IP 话音与传统电话网技术结合的发展趋势,了解有关 IP 话音的背景知识、各种信令协议、构成组件和解决方案。通过示例分析,读者可以了解实际问题的具体分析和解决方法。书中给出的参考文献和信息源有助于读者的进一步深入研究。

本书层层深入、论述系统、图文并茂、脉络清晰,是一本了解 IP 话音技术发展和现状的很好的参考书,很适合话音和数据网络工程技术人员及有关专业的院校师生、网络管理规划人员阅读。

在翻译过程中,除对原文的个别文字错误作了相应更正外,力求忠实于原文。但由于译者的知识水平和实际工作经验有限,翻译中的不当之处在所难免,恳请读者批评指正。参加本书翻译、审校和其他辅助工作的还有:原小玲、屈健、李津津、王威、李国学、曹永光、陈秋湖等。

作者简介

Jonathan Davidson(CCIE # 2560)是 Cisco 系统公司的分组话音业务提供商技术市场经理。他的主要工作是帮助业务提供商和企业客户,开发可以在新的数据话音综合基础设施上使用的解决方案,包括设计客户网络和选择产品。

Jonathan 从事分组话音方面的工作已经有三年了。在他七年的数据联网经历中,曾从事过很多工作,包括网络设计、配置、故障处理以及数据话音网络部署等。

James Peters 在为因特网业务提供商和电话公司设计和实现网络方面,已经有了十五年的经验。 he 现在是 Cisco 系统公司的工程经理,负责业务提供商商务方面的解决方案和网络设计,主要从事围绕 Cisco 产品、物理和逻辑标准以及第三方厂商应用系统的话音和数据解决方案的端到端设计。James 曾在加拿大贝尔公司工作过十年,负责很多分组网络的体系结构设计,包括 1993 年完成的加拿大第一个外连网,1995 年完成的客户拨号因特网业务,1996 年完成的基于事务处理的卫生保健网络。

Brian Gracely(CCIE # 3077)是 Cisco 系统公司的技术市场工程师,主要从事 IP 话音、ATM 话音和帧中继话音方面的工作。他目前的工作包括 H.323 和 SIP 以及 IP 电话网、统一消息处理和企业与业务提供商客户的 IP 话音业务质量。

过去 Brian 曾经协助 Cisco 客户建立 LAN 和 ATM 交换网络。

评阅人介绍

Conrad price: Cisco 系统公司的高级工程师。

Massimo Lucchina: Cisco 系统欧洲公司的咨询工程师经理。

Ida Leung: UUNET, MCI WorldCom 公司网络设计师。

Alan Sawyer: VICNET, 网络操作/工程经理。

Joel Ekis: 系统工程师。

前 言

我的很多朋友都对 Apple Macintosh 计算机的简捷和精巧赞不绝口。但是与很多技术一样,用户在使用上感觉越简单,则其背后的基础设施就越复杂。电话网络同样如此。

目前仅仅在美国就有 4000 多个电话网业务提供商,包括交换机之间业务提供商(IXC)、竞争本地交换业务提供商(CLEC)等等。电话市场整体上的无序化,迫使国有电话业务提供商与新的、通常是革新派的提供商展开竞争。这些新的业务提供商往往利用新的基础设施,因此可以以更低的价格与老的提供商展开竞争。他们利用这些新的基础设施,以比使用老设备更快的速度为自己的客户部署新的应用系统。

很多新的业务提供商都使用 IP 话音(VoIP)降低运营成本,获得进入全球市场所需要的灵活性。

这种灵活性的关键一点就是网间网协议(IP)的统一性。由于因特网技术的流行,也由于 IP 是连接大多数设备的事实上的协议,因此应用系统开发者可以使用 IP 为不同类型的网络只编写一次应用系统。这使得 IP 话音成为下一代应用系统的功能很强的业务平台。

1. 本书的写作目的

什么是 IP 话音?我们怎样使用 IP 话音?IP 话音能够将我们的语音分解成小块(叫做样本),并将其放入 IP 分组处理中。话音和数据联网是很复杂的技术。本书介绍电话网基础设施是如何构造的,今天电话网的工作方式,有关话音和数据联网的主要概念,话音在数据网络上的传输方式,以及当前电话网系统所使用的 IP 信令协议等。本书还将回答以下问题:

- 什么是 IP?
- 在今天的电话网中如何处理话音信号?
- 什么是各种 IP 信令协议?哪种协议对于特定的一种网络是最佳的?

- 什么是业务质量(QoS)? 如何在网络中确保好的话音质量?

除了介绍这些概念之外,本书还将介绍 IP 话音基础知识,以便网络管理员、软件工程师或只是对相关技术感兴趣的人士具备理解 IP 话音网络所必须的基本知识。

本书旨在达到以下目标:

- 介绍企业和公共电话网联网基础知识。
- 介绍 IP 联网概念。
- 详细介绍话音在 IP 网络上传输的原理。
- 介绍综合话音和数据网络应该注意的各种问题。
- 详细介绍各种公共交换电话网(PSTN)和 IP 信令协议的参考信息。

尽管本书提供有大量建立 IP 话音网络所需要的技术信息和建议,但它并不是一本设计和实现指南,没有对业界各种实际的话音网关进行比较。

2. 读者对象

尽管本书是写给希望了解如何使用 IP 传输话音的任何读者的,但是其主要读者对象还是话音和联网专家。过去,话音和数据专家不必知道对方的工作;但是,在今天这个时分复用(TDM)与分组相合并的世界上,了解这些技术的工作原理却是十分重要的。通过本书的详细介绍,话音专家可以开始了解数据网络,反过来,数据专家也可以开始了解话音网络。

这种写作风格又会产生另一类读者,即具有有限的数据和话音网络知识、但是有实际经验、需要了解话音和数据网络的基础知识以及如何将两者结合起来的工程技术人员。

尽管本书讨论了话音和数据联网,但是其详细介绍的重点还是 IP 话音,以及对 IP 话音有很大影响的各种协议。因此本书可以用作设计、建立、部署 IP 话音网络的甚至是编写 IP 话音网络软件的参考指南。

熟悉 IP 网络的读者可以略过第 7 章“IP 介绍”;类似地,话音网络

专家也可以略过第 3 章“基本电话网信令”。

3. 章节安排

第 1 章“公共交换电话网概述及其与 IP 电话的比较”,对比了传统 TDM 网络和运行分组语音的网络的相似点和不同之处。

第 2 章“现代企业电话网”、第 3 章“基本电话网信令”、第 4 章“七号信令”和第 5 章“PSTN 业务”介绍了企业电话网、PSTN 信令基本原理、七号信令以及其他 PSTN 业务。这些内容提供了正在跨入话音领域的数据网络专业人士所必需的背景知识,对于在特定话音领域有实际经验并希望了解其他各种话音网络协议的读者也具有很高的参考价值。

第 6 章“IP 话音的优点与应用”,详细对照说明了分组语音如何像目前电话网系统那样运行相同的应用,但是开销更低,可伸缩性更高。

第 7 章“IP 介绍”,将读者带入 IP 世界。这一章介绍了子网划分和开放系统互连(OSI)参考模型,并对比了传输控制协议(TCP)和用户数据报协议(UDP)。

第 8 章“IP 话音:深入分析”和第 9 章“业务质量”,更深入地介绍了 IP 话音以及如何使用各种功能模块形成解决方案的方法。内容包括颤抖、延迟、分组丢失、编码器、业务质量工具、平均主观感觉评分以及在实现分组话音网络时应该注意的事项。

第 10 章“H.323”、第 11 章“SIP(会话发起协议)”、第 12 章“网关控制协议”和第 13 章“虚拟交换控制器”介绍了各种信令协议,以及如何使用 Cisco 的虚拟交换控制器(VSC)进行打包的方法。这些内容可以使实现者能够了解如何使用各种 IP 话音组件建立呼叫、撤消呼叫和提供服务。

第 14 章“IP 话音的配置问题”和第 15 章“IP 话音应用系统和业务”,介绍了使用 Cisco 网关部署 IP 话音网络的功能组件,内容包括配置细节和示例研究。

4. 版式与文本约定

本书所使用的版式和文本约定旨在使复杂的 IP 话音得到简化并易于理解。

关键词在第一次出现时括以引号,并给出英文缩写。

注释框给出不适合在正文中讨论,而又需要特殊关注的内容。有些注释框给出额外的提示、警告,使读者可以避免出现常见的错误。

每章的小结部分帮助读者归纳每章所讨论的主要问题。读者可以通过这部分内容确定自己是否需要阅读这一章。

本书在很多章节的末尾给出可进一步阅读的参考资料,包括很多请求评论(RFC)文献。尽管每章并没有直接引用所给出的所有参考文献,但是这些文献对于本书的编写帮助很大。

5. 其他信息源

在编写本书时,与 IP 话音有关的很多新协议正在由标准化组织制订。另外,在世界各地也经常发生有关 IP 话音的法律问题。因此,本书旨在作为一种指南,提供必要的基础知识。读者可以进一步阅读因特网工程任务协会(IETF, <http://www.ietf.org>)和国际电信联盟(ITU, <http://www.itu.int/>)提供的信令草案。访问国际电信联盟电信标准部(ITU-T)的文档需要注册口令。

6. 展望

IP 话音正在改变着全球范围内电信网络的部署方式。这种改变可等同于因特网对目前我们生活的改变。IP 话音是促使世界向“信息和通信是成功的最重要的工具”方向发展的重要一步。我们在编写本书时已经得到很大的乐趣,希望读者在阅读本书时也同样能够得到乐趣。

目 录

第一部分 公共交换电话网

第 1 章 公共交换电话网概述及其与 IP 电话的比较	(3)
1.1 PSTN 的起源	(3)
1.2 PSTN 的基本概念	(5)
1.2.1 模拟与数字信号	(5)
1.2.2 数字话音信号	(7)
1.2.3 本地环路、干线及交换机之间的通信	(8)
1.2.4 PSTN 信令	(10)
1.3 PSTN 业务和应用	(16)
1.3.1 PSTN 编号计划	(17)
1.4 话音与数字连网合并背后的需求推动	(19)
1.4.1 PSTN 的缺点	(19)
1.4.2 电信规则的打破	(21)
1.5 分组电话网的发展动力	(22)
1.5.1 基于标准的分组基础设施层	(23)
1.5.2 开放呼叫控制层	(25)
1.5.3 IP 电话呼叫控制协议	(26)
1.5.4 开放业务应用层	(31)
1.6 新的 PSTN 网络基础设施模型	(31)
1.7 小结	(33)
第 2 章 现代企业电话网	(34)
2.1 PSTN 与 ET 之间的相似性	(34)
2.2 PSTN 与 ET 之间的差别	(35)
2.2.1 信令处理	(35)
2.2.2 高级功能	(36)
2.3 一般 ET 的设计	(36)

2.3.1 由 PSTN 提供的 ET 网络	(37)
2.3.2 专用 ET 网络	(40)
2.4 小结	(44)
第 3 章 基本电话网信令	(45)
3.1 信令系统概述	(45)
3.1.1 模拟与数字信令	(46)
3.1.2 直流信令	(46)
3.1.3 带内与带外信令	(47)
3.1.4 环路开始与地线开始信令	(48)
3.1.5 CAS 与 CCS	(48)
3.2 E & M 信令	(49)
3.2.1 类型 I	(49)
3.2.2 类型 II	(49)
3.2.3 类型 III	(50)
3.2.4 类型 IV	(50)
3.2.5 类型 V	(50)
3.3 CAS	(53)
3.3.1 Bell System 的 MF 信令	(54)
3.3.2 CCITT 五号信令	(58)
3.3.3 R1	(60)
3.3.4 R2	(60)
3.4 ISDN	(65)
3.4.1 ISDN 业务	(66)
3.4.2 ISDN 访问接口	(66)
3.4.3 ISDN L2 和 L3 协议	(69)
3.4.4 基本 ISDN 呼叫	(72)
3.5 QSIG	(73)
3.5.1 QSIG 业务	(74)
3.5.2 QSIG 结构和参考点	(74)
3.5.3 QSIG 协议栈	(75)

3.5.4	QSIG 基本呼叫设置和撤销举例	(76)
3.6	DPNSS	(77)
3.7	小结	(78)
第4章	七号信令	(79)
4.1	七号信令网络结构	(80)
4.1.1	信令要素	(80)
4.1.2	信令链路	(85)
4.2	七号信令协议概述	(89)
4.2.1	物理层——MTP L1	(90)
4.2.2	数据层——MTP L2	(91)
4.2.3	网络层——MTP3	(97)
4.2.4	SCCP	(104)
4.2.5	TUP	(107)
4.2.6	ISUP	(107)
4.2.7	TCAP	(112)
4.3	七号信令举例	(114)
4.3.1	基本呼叫建立与撤消举例	(114)
4.3.2	800 数据库查询举例	(116)
4.4	七号信令标准	(118)
4.5	小结	(118)
第5章	PSIN 业务	(120)
5.1	简单老式电话业务	(120)
5.1.1	定制呼叫功能	(121)
5.1.2	CLASS 功能	(121)
5.1.3	语音信箱	(122)
5.2	综合业务数据网	(122)
5.3	商务业务	(123)
5.3.1	虚拟专用语音网	(123)
5.3.2	中心控制器业务	(125)
5.3.3	呼叫中心业务	(125)

5.4 业务供应商业业务	(126)
5.4.1 数据库业务	(126)
5.4.2 接线员业务	(127)
5.5 小结	(128)

第二部分 IP 语音技术

第 6 章 IP 语音的优点与应用	(131)
6.1 IP 语音的主要优点	(131)
6.2 分组电话网呼叫中心	(133)
6.3 业务提供商电话卡实例研究	(140)
6.4 增值业务	(143)
6.4.1 ICW	(144)
6.4.2 V2L	(145)
6.5 企业实例研究:Acme 集团公司	(146)
6.5.1 Acme 集团公司现在的话音和数据网络	(147)
6.5.2 Acme 集团公司的合并计划和目标	(149)
6.5.3 话音和数据网络的综合	(149)
6.6 小结	(151)
第 7 章 IP 介绍	(152)
7.1 OSI 参考模型	(152)
7.1.1 应用层	(153)
7.1.2 表示层	(153)
7.1.3 会话层	(154)
7.1.4 传输层	(154)
7.1.5 网络层	(154)
7.1.6 数据链路层	(155)
7.1.7 物理层	(155)
7.2 网间网协议	(155)
7.3 数据链路层地址	(157)
7.4 IP 编址	(158)

7.5 路由协议	(160)
7.5.1 距离向量路由	(161)
7.5.2 链路状态路由	(161)
7.5.3 BGP	(161)
7.5.4 IS-IS	(161)
7.5.5 OSPF	(162)
7.5.6 IGRP	(162)
7.6 EIGRP	(162)
7.6.1 RIP	(163)
7.7 传输机制	(163)
7.7.1 TCP	(164)
7.7.2 UDP	(165)
7.8 小结	(166)
7.9 参考书目	(166)
第8章 IP电话:深入分析	(168)
8.1 延迟/迟到	(168)
8.1.1 传输延迟	(169)
8.1.2 处理延迟	(169)
8.1.3 队列延迟	(170)
8.2 颤抖	(171)
8.3 脉冲编码调制	(172)
8.3.1 什么是PCM	(173)
8.3.2 卫星网络的采样举例	(173)
8.4 语音压缩	(174)
8.4.1 语音编码标准	(174)
8.4.2 平均主观感觉得分	(175)
8.4.3 感觉语音质量度量	(176)
8.5 回声	(177)
8.6 分组丢失	(178)
8.7 话音活动检测	(180)

8.8	数模转换	(181)
8.9	串行编码	(181)
8.10	传输协议	(184)
8.10.1	RTP	(185)
8.10.2	可靠用户数据协议	(186)
8.11	拨号计划设计	(186)
8.12	末端局交换机呼叫处理流程与 IP 电话呼叫	(188)
8.13	小结	(191)
8.14	参考文献	(191)
第 9 章	业务质量	(192)
9.1	QoS 网络工具包	(192)
9.2	边缘功能	(195)
9.2.1	带宽限制	(195)
9.2.2	cRTP	(196)
9.2.3	排队	(198)
9.2.4	分组分类	(204)
9.3	传输数据策略	(213)
9.3.1	传输数据整形	(215)
9.3.2	边缘 QoS 打包	(226)
9.4	骨干网络	(226)
9.4.1	高速传输	(226)
9.4.2	拥塞回避	(228)
9.4.3	骨干 QoS 打包	(230)
9.5	QoS 的经验规则	(230)
9.6	Cisco 实验室的 QoS 测试	(231)
9.7	小结	(232)

第三部分 IP 信令协议

第 10 章	H.323	(237)
10.1	H.323 要素	(237)

10.1.1 终端	(238)
10.1.2 网关	(240)
10.1.3 看门器	(240)
10.1.4 MCU 与要素	(242)
10.1.5 H.323 代理服务器	(242)
10.2 H.323 协议套件	(243)
10.2.1 RAS 信令	(243)
10.2.2 呼叫控制信令(H.225)	(248)
10.2.3 媒体控制与传输(H.245 与 RTP/RTCP)	(250)
10.3 H.323 呼叫处理流程	(253)
10.4 小结	(256)
第 11 章 SIP(会话发起协议)	(258)
11.1 SIP 概述	(259)
11.1.1 用户代理	(259)
11.1.2 网络服务器	(259)
11.1.3 编址	(259)
11.1.4 定位服务器	(260)
11.1.5 SIP 事务	(260)
11.1.6 定位用户	(261)
11.2 SIP 消息	(261)
11.2.1 消息的报头	(261)
11.2.2 消息请求	(263)
11.2.3 消息应答	(263)
11.3 SIP 的基本操作	(265)
11.3.1 代理服务器举例	(266)
11.3.2 重定向服务器举例	(267)
11.4 小结	(268)
第 12 章 网关控制协议	(269)
12.1 简单网关控制协议	(269)
12.1.1 与其他标准的关系	(270)

12.1.2	会话描述协议	(270)
12.1.3	UDP 上的传输	(271)
12.1.4	SGCP 的概念	(271)
12.1.5	控制功能	(273)
12.1.6	呼叫处理流程	(278)
12.2	媒体网关控制协议	(280)
12.2.1	事件包	(282)
12.2.2	控制功能	(285)
12.2.3	通知	(286)
12.3	小结	(290)
第 13 章	虚拟交换控制器	(292)
13.1	虚拟交换概述	(292)
13.2	开放分组电话网	(293)
13.3	分组话音网络概述	(295)
13.3.1	网络要素	(295)
13.3.2	网络接口	(298)
13.4	VSC 体系结构与操作	(301)
13.4.1	VSC 支持的协议	(302)
13.4.2	执行环境	(303)
13.4.3	北美地区编号计划	(304)
13.5	VSC 实现	(307)
13.5.1	应用系统检查点	(308)
13.5.2	虚拟交换管理器	(309)
13.5.3	记账	(311)
13.6	小结	(312)

第四部分 IP 语音应用

第 14 章	IP 语音的配置问题	(315)
14.1	拨号计划考虑	(315)
14.1.1	拨号计划问题	(316)