

IP 电话技术

稳定的 VoIP 服务集成

▶ IP Telephony: The Integration of Robust VoIP Services

▶ (美) Bill Douskalis 著

▶ 潇湘工作室 译



机械工业出版社
China Machine Press

Prentice Hall PTR

IP电话技术

稳定的VoIP 服务集成

(美) Bill Douskalis 著

潇湘工作室 译



机械工业出版社
China Machine Press

本书介绍了基于IP技术的开发、网络部署、测试等内容,提供了交付VoIP服务最佳答案和解决方案。本书综合介绍在服务提供方面的协议信号传输、媒体传输方法、参考拓扑考虑因素和语音质量测试。

Bill Douskalis:IP Telephony:The Integration of Robust VoIP Services.

Authorized translation from the English language edition published by Prentice Hall PTR.

Copyright©2000 by Hewlett-Packard Company, Inc.

All rights reserved.

Chinese simplified language edition published by China Machine Press.

Copyright © 2000 by China Machine Press.

本书中文简体字版由美国Prentice Hall PTR公司授权机械工业出版社独家出版。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。

本书版权登记号:图字:01-2000-0078

图书在版编目(CIP)数据

IP电话技术:稳定的VoIP服务集成/(美)道斯克力斯(Douskalis, B.)著;潇湘工作室译. —北京:机械工业出版社, 2000.9

(IP网络技术丛书)

书名原文:IP Telephony The Integration of Robust VoIP Services

ISBN 7-111-08194-3

I. I… II. ①道… ②… III. 计算机网络. 通信协议 IV. TN915.04

中国版本图书馆CIP数据核字(2000)第59870号

机械工业出版社(北京市西城区百万庄大街22号 邮政编码 100037)

责任编辑:郭东青

北京第二外国语学院印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2000年9月第1版第1次印刷

787mm×1092mm 1/16·13.5印张

印数:0 001-7 000册

定价:28.00元

凡购本书,如有倒页、脱页、缺页,由本社发行部调换

序

通信技术的持续进步在很大程度上影响着我们用新的方式交换信息的能力，这种影响使得我们正处在一个新时代的开端。今天，提供语音、数据和多媒体传输服务的、无处不在的高速网络正在由承诺成为现实。本书包括有关IP上的语音（Voice over IP, VoIP）的全面概述及其协议的基本原理。本书是在这个飞速发展、技术非常复杂的领域里很多个月努力的结晶。它建立在MGCP、SIP和H.323领域内的重大工业成就基础上，简化了VoIP协议及其交互的技术复杂性。它还阐述了网络性能损耗对语音质量的影响，以及如何在IP电话网络中使用其他语音带宽应用，如传真（FoIP）等。本书对于理解如何将稳定的VoIP服务集成到今天的网络中是个很有价值的工具，同时也可以作为这个领域中的工程师、咨询人员和网络专家的参考手册。

本书共分引言和其他六章，另外还包含一张光盘。光盘中附有两个用户界面：一个用于VoIP应用，另一个用于FoIP应用及其他与IP电话相关的附加信息。简介中简要地概述了当前的工业结构、发展方向以及剩下的章节是如何覆盖整个内容的。第1、2章介绍了新的VoIP协议、提供了实际使用这些协议时的相关细节、它们的参数、信号和调用流程图。第3章是SS7信号系统的简单概要，该系统的主要部分有望被移植到IP电话网络中。第4章在VoIP网络上传输高质量的语音服务这一重要领域中开辟了新的天地。第5章继续研究语音质量，并从编码转换和网络损耗这两方面说明了它们对语音质量的影响。第6章将IP电话的讨论转向了其他语音带宽应用领域，例如使用T.37和T.38协议传输FoIP。

HP Agilent Technologies是本书及其作者Bill Douskalis的主要赞助商。Bill是很多实现IP电话业务的公司的技术咨询人员，并且曾经在Hewlett-Packard公司做过通信领域的项目。他有电话（Bell Labs, Sprint）和数据通信（通信设备设计）两方面的背景，以及他作为一个从业网络设计工程师的经历将为本书带来了丰富的知识和实用的视点。HP Agilent Technologies资助本书的目的在于让那些在新技术领域，例如IP电话中工作的人能够得到更多的知识，从而使得这些新技术能够实现，并且造福人类。

Mark Klingensmith
HP Agilent 公司

前言

在20世纪的最后五年中，我们目睹了电话网络的发展，它们将影响我们的生活直到进入新的千年。工业界不断取得的大量成就，使得集成化的服务和多媒体最终进入家庭——完全根据您的需要、而且价格也可以接受的日子越来越近了。在20世纪的绝大部分时间，名声显赫的普通旧式电话服务（Plain Old Telephone Service, POTS）正在退出历史舞台，取而代之的是现代化、服务集成，以及语音和数据这两种根本不同的技术的结合。

就像我们这么多年来知道的那样，公用交换电话网络（Public Switched Telephone Network, PSTN）的语音传输质量和可靠性都没有任何问题。相反地，它是稳定性和安全性的典范，我们当中知道其复杂细节的人都对这么庞大、复杂的系统如何运行得如此可靠和完善感到惊叹！但是电话交谈的质量看来已经给其他优先级更高的服务让路，它不再是网络现代化的惟一驱动因素。商业电话和住宅电话市场需求的改变需要全新的电话特性和能力，但是对于服务供应商而言，在PSTN架构上实现这些要求既困难代价又高。这与电话公司目前的生存现实形成了对照。他们已经接近这样一种状况，那就是如果没有极大的开销和相当的延时，他们连提供一个简单的新特性的能力都不具备。在标准的5类服务平台上提供服务和新特性成了一个相当难于处理而且实现非常昂贵的问题。因此，当市场需求和服务供应商的需要达成一致以后，只要很短的时间就可以明显地看出，PSTN不得不以革命的方式、而不是演化的方式来改变和步入现代化。但是我们认同的新的PSTN是否真的会更好呢？谁该来为这个“好”下一个定义呢？所有这些现代化的开销该由谁来承担呢？这三个问题都既有简单的答案，又有复杂的答案。

在90年代中期，当我开始在总部之外的地方进行咨询时，通过电子的方式和客户通信变得必不可少。128Kbps的ISDN BRI服务可以提供足够的数据带宽来进行Web访问，以适度的等待时间收发10Mb+的电子邮件附件，但是ISDN服务从来都没有成为日常的电话产品。实际上，要求PSTN现代化的部分原因就在于服务供应商不可能在合理的价位上提供足够的带宽，因为增加和升级现有的网络设备需要他们花费太多的钱。即使他们这样做以后，我们还是不能享受集成的服务和多媒体功能，原因很简单，128Kbps的带宽不可能合成语音、图像和数据服务。世界上最聪明的人们都在寻找合理而又经济的解决方案，在过去的几年中作出的很多重大决策正在领导着网络革命朝着明确的方向发展。

有关按照客户前提提供集成的电话服务的需求，在过去的几年中已经有很多这方面的文章问世，它们提供了很多信息，但是由于某种原因，它们仍然没有完全描绘出应用全景。部分原因可能是事物改变太快——在本书写作时也是一样。另一个原因是，人们对什么是集成的电话服务的观点不可能总是包含新的公用网络的所有方面。如果不熟知通信技术，那么要形成对公用网络细节的完整的观点将很困难，但我相信，即使以简化的形式描绘高级别的应用全景也是值得的。因此，让我们来简单地看看今天的PSTN是什么，在新的世界中改变的是什么，不变的是什么；这些变化是如何实现的，为这些变化选取参照点的原因又是什么。如果要深入到PSTN结构的每个细节，那么可能需要好几百页、甚至更多页的篇幅，但是我希望

一个简化的描述会使读者更容易理解整个应用全景。

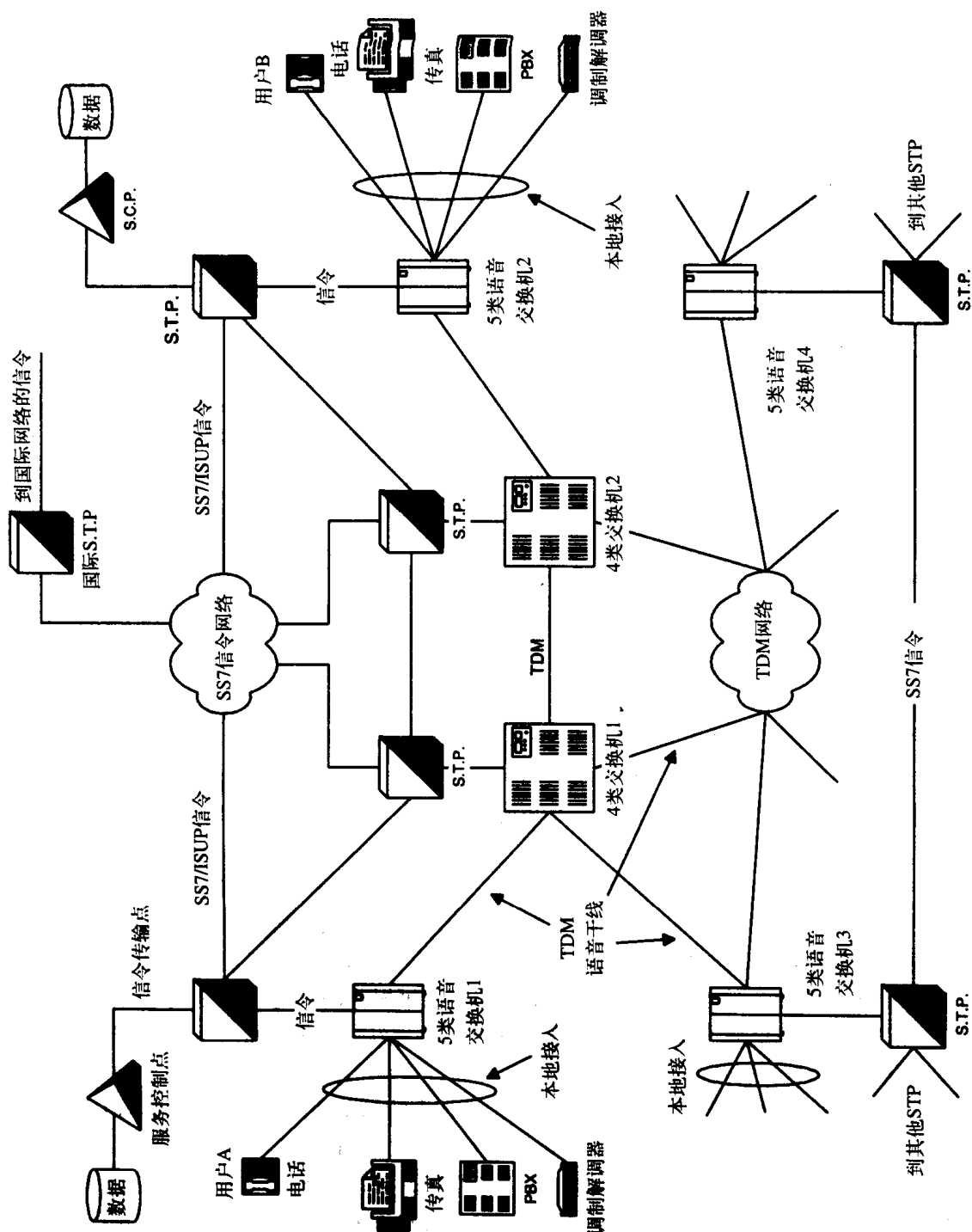
为什么PSTN需要改变

PSTN是所有的交换设备和网络设备的集合，它们都是那些参与提供网络服务的信息运送者。当谈到PSTN时，指的主要是有线电话网络以及它和蜂窝电话、PCS和卫星通信等无线网络的接入点。请求者通过大的语音交换机访问PSTN有线网络，这些交换机放在电话公司的中央局，通过普通的模拟电话或数字PBX系统带给我们基本的电话服务。这种访问既可以通过有线电话也可以通过无线网络实现。

在从家庭中的电话机传送到中央局的过程中，语音要么以基本服务的模拟形式存在，要么在通过PBX访问时以数字形式存在。但是，一旦到达中央局以后，语音在PSTN上都是以数字形式存在——每路都是64Kbps的时分多路复用通道，传送脉冲编码调制语音采样信号。在TDM网络上拨打电话时永远不会经历语音质量之类的困惑，而且呼叫的语音质量也是个不容商量的参数。但是，这种语音质量传输的代价是服务供应商的巨大开销，不管交谈双方实际使用的带宽是多少，都要在整个呼叫过程中绑定网络资源。即使用基本的爱尔兰模型进行的简单流量分析也显示出网络资源和网络所服务的人群数量之间的线形依赖关系。进一步讲，过去几年中，Web访问的巨大吸引力在TDM网络中引起了更大的问题——网络资源。很明显，对于电话公司而言，这是种很不经济的情况。他们发现在当前的公用网络结构中无法增强网络性能、无法提供附加的其他服务。罪魁祸首被公认为是缺少语音和数据的集成，以及在“最后一公里”中的模拟线路的低带宽。

如何解决这个问题呢？这是个很困难的问题，而且代价相当昂贵。从本世纪80年代中期以来，人们普遍认为应该用通用的、无处不在的基于包的网络节点和链路来代替TDM公用网络，这种网络的带宽可以按照用户的要求在传输的整个过程中以动态的方式管理。这个承诺的一部分看来已经由ATM技术实现。ATM技术现在仍然是修补网络使之实现应用合成的关键。但是当ATM技术人员花了好多年开发了正确而又广泛的、支持公用网络新时代的标准时，因特网却面临着爆炸性的增长，也带来集成和合成服务到底是什么样子的概念，前提是只要我们可以合并各种技术和得到假定的足够的带宽。因特网网际协议——我们最钟爱的IP协议，现在是所有网络协议之首。虚拟地提高到该协议的层次，所有的应用看起来都可能成为新的合成网络的一部分。首当其冲的是语音电话和数据应用。尽管如此，语音电话呼叫和要求带宽管理的数据应用的简单合成也被证明不是个轻松的任务。不同的需求经常发生冲突，合成网络的早期的专有实现最终都必须在公用网络中变成互相可操作的，这样才能赢得客户的广泛接受。与此同时，每个供应商都试图在市场份额上获得飞跃。这些问题是所有问题的核心，解决这些问题的努力也一直在进行着。

即使是在今天的公用网络机制中，双方在模拟电话上的简单呼叫也不简单。如图I-1所示，第一点，也是最重要的一点是，PSTN中实际上只有两个“网络云”：一个传送信号，另一个传送语音带宽数据。在当前的网络结构中合并服务的部分问题在于本地访问基本服务的信号是基于硬件的，主要为语音电话定制，同时也对ISDN线路上的点到点的语音信号作了一些基本的考虑，这些考虑主要是针对那些可以支付得起费用的人。这是个严重的限制，也是实施变化的很好的原因。第二点是交互式多媒体应用，如远程教学，带入家庭存在困难。信号传输和带宽不够都是严重的限制。按需的娱乐和网络购物的方便性也是网络现代化的驱动力



图I-1 PSTN 网络元件互连的简化视图

量。在新的电话服务中，不很昂贵的全彩色、全动感的带有白板能力的电视会议也将为期不远。所有这些新性能带来的副作用可能使我们花费很多，但是它们的确为我们带来巨大的好处，那就是使我们可以用一种以前从来没有经历过的方式来方便地交换信息。

公用网络中，什么东西以什么样的方式在改变

如果假定可以解决接入的带宽问题，那么其他技术问题将引发成堆的问题。从住宅客户要求出发，为了完成服务合并，信令和介质传输必须全部重新配置。本地的模拟信号循环将成为过去，语音将以端到端的数字信号存在。

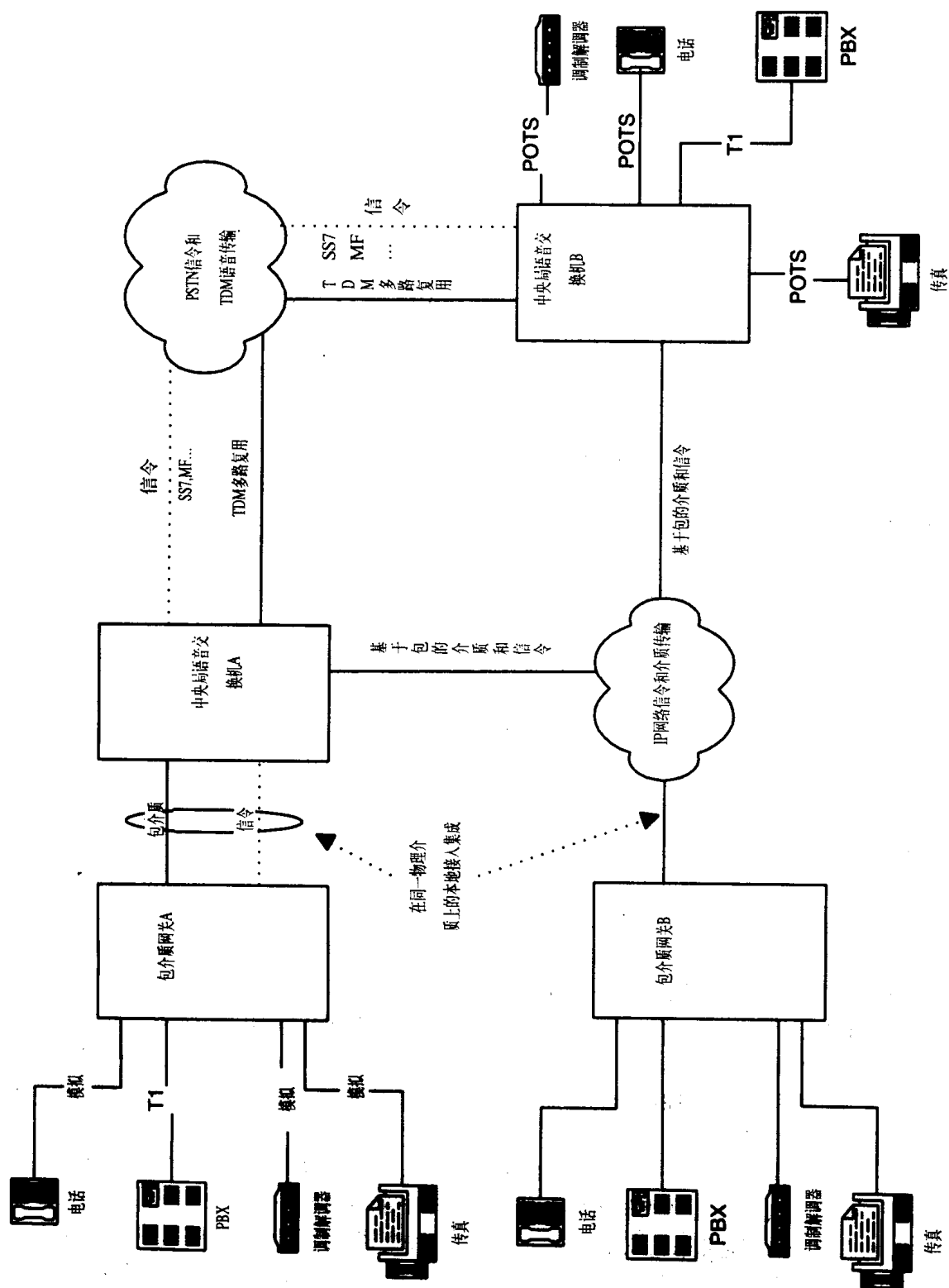
新的结构上的包技术正在IP协议的基础上制定，不同连接层上将提供新的连通性，如ATM。简单的信令技术还没有确定，但是三个先驱，MGCP、SIP和H.323，在所有新的设备和服务设计中都占有一席之地。这意味着我们一开始就在设备的包层次上带有信号的不兼容性，但是，如果不发信号，就不可能建立呼叫。这种潜在的不可行性可以通过伴随即将到来的新的电话服务的自然惯性而避免。既然提供基于包的电话服务要如此大的开销，服务供应商所做的第一步就是分“片”提供。最近几年的工作正在研究第一片，它可以提供直到中央局的集成服务。现在这是个重新配置的5类系统，它提供了TDM网络中的大多数普通的电话特性，但是它是基于IP技术实现的。这一步完成以后，从客户可感知的电话服务质量的观点，我们将更清楚我们的处境；现在供应商开始在基本电话服务中加入新的特性的前景已经清晰起来。

介质传输是基于包的，无论用于建立呼叫的协议是什么，VoIP服务选择的方法都是实时协议（Real Time Protocol, RTP），这一点似乎不存在争议。但是这儿将出现一个PSTN中不存在的令人头疼的问题。在我们为更有效地合并服务和管理带宽努力的同时，压缩语音电话服务将开始影响住宅电话服务。这在市场上存在着相当大的分歧，因为传输语音质量的客观测量只是在最近才变得可行。实际上，语音质量的测量也是本书的一个主要论题。这个问题不可避免地把我们带到服务质量(Quality of Service, QoS)分类的下一步讨论中。在今后的几年中，合成网络的QoS领域内还有很多工作要做，只有时间和实际数据可以告诉我们，有关新的公用网络的设计的开销和努力是否正确。

一旦我们离开5类域开始进入主干网络，真正的问题就出现了。在PSTN中，所有的载波都通过SS7发送信号和PCM语音编码，它们是相互可操作的。普通而又简单。但是，用一个未经测试的、不一致的包网络代替核心PSTN，可能远远超过了承诺的范畴，服务供应商和设备供应商都看到了这一点。因此，PSTN还有望存在一段时间，新的基于包的5类域将成为语音电话到PSTN上的网关。这意味着基于包到SS7的信号互连和介质编码转换将成为必要。它的代价可能是语音质量的降低，但是将带来的直接好处是在完全不同的基于包的VoIP技术和TDM网络之间的相互可操作性。毕竟，如果我们不能使用我们一直都可以用的电话呼叫，新的技术又有什么好处呢？

即使PSTN夹杂在中间的服务集成也仍然是强有力的。新的5类域也将成为数据网络和因特网间的网关。它在其中作为过滤器和集成器。任何一个都不是最终的解决方案，但是在传输合成服务的启动阶段还是很有意义的。要注意的第一件事情是ISP拨号图中的变化，它带来了快速的无处不在的服务访问、服务的高度可移动性以及更多特性集的更多的固定和移动电话。

所有这一切意味着，新的基于包的5类域将把所有的东西都当成数据——包数据，但是有一些数据包之间会更为相似。实际上，主干网中PSTN的不断出现减轻了合成一个单一网络潜



图I-2 集成服务的混合公用网

在的问题，因为在以后的某天我们将无须决定如何处理数据通过简单路由点时的不同优先级。正如我们在新网络中使用服务的出现模式中所得知的那样，在将PSTN的一部分放到单一的基于IP的主干网络时作出的所有决策，在那时候都将更有理由。

还有几个重要问题与网络现代化进程相关。第一个问题是处理安全性。PSTN由于与外部世界完全隔开，所以非常安全。对基于IP的网络却不能这么说，但是过去几年的教训已经提高了对安全领域的关心程度；像IPsec这样的协议也有望起到重要作用。即便如此，新的网络还是可能在相同的链路商发送信号和传输介质，这必然会受到那些合成PSTN的人的怀疑。

第二个潜在的问题是对在目前的TDM网络中正常工作的应用的持续支持。最大的应用就是传真了，传真占了公司话费的30%~40%，对电话公司而言也是个较大的收入来源。商业用户的需要是降低发送传真的费用，同时至少保持目前的性能和用户使用的整体感受。这种商业需求已经导致了多种方法的出现，它们都可以按照可变的需求和预算将基于IP的传真带给用户。

另一个潜在的问题是有很多保护POTS服务和设备的联邦法律。很难相信这些法律不会改变，但是在目前，要预知客户和服务供应商会在多大程度上受到影响还为时尚早。

最后，不要忘记国际电话网络，我们要使用它们接入PSTN。全球的网络都变成基于包的网络还需要一段时间，这将要求在新的网络现代化的过程中保持国际间相互合作。

图I-2说明了我们把电话服务作为合成网络中的哪个部分，而不管使用什么样的载波实现我们的目标。这个短期的方案图由基于包网络和PSTN相连组成，提供无处不在的电话服务。相同载波的用户之间的呼叫可以通过它们自己的PSTN部分建立路由，也可以不经过PSTN，直接由包结构实现。长期的观点和需要是一个包网络以一种兼容的方式连接所有的载波和服务，但是基于目前的应用现状，要实现这一点还要好多年。但是总有一天，它将成为现实。

新的公用网络中存在技术问题吗

为了使VoIP成为合成网络的先驱，新的服务必须保留用户双方进行简单的POTS电话呼叫的特性。但是，业界一直为这个问题争论不休，即任何一种基于包的技术都将在语音流中引入延时，在用户通话过程中经常可以感受到，其结果将导致用户的不满。公用网络中的VoIP技术必须克服这个潜在的问题，并把延时降低到不可觉察的级别。另一个因素是VoIP语音质量传输和最新的语音压缩技术的结合。如果存在潜在的延时问题，同时又有语音压缩带来的不可避免的语音质量降低，那么结果也将是用户的感受变坏。现在可以用客观的方式测量语音质量，其间的差异也可以用更多的来自实践经验的可用数据、信息和知识来弥补。

最后，电话服务还要根据服务供应商的网络鲁棒程度来测量。服务可用性也是FCC规定的参数之一。PSTN是个“五个九”的网络，指定的可用性是99.999%，事实上可能更多。如果降到“四个九”或者“三个九”，那么将意味着消费者的频繁的抱怨和不满。这就是为什么在革新PSTN之前，要慢慢进入核心网络，同时保证所有的质量特性。

经济因素：对各方来说，到底存在什么问题

在所有的幻想之后，有个明显的事实，即由谁来负担革新公用网络的设备和劳力的巨大开销。当IP上的语音电话第一次出现在因特网上时，公众普遍感到很兴奋，因为免费拨打长途电话成为了可能。时下还是有人把VoIP和数据网络上的免费电话服务关联在一起，但是新的服务不会是免费的，当一些人面对这些新的服务带来的帐单时，他们会感到失望。因此，

该由谁来支付这场革新的开销？消费者就是最好的答案。实际上我们将享受到合并网络的好处，信息将以更高的速度奔跑在信息超级高速公路上，而其价格确是可以支付得起的。服务供应商有朝一日也会享受到一个统一的、多种服务网络的好处，更灵活的升级性将能保证他们的经济持续增长。所有的好处包括极大的信息流和可用性、非常方便的和安全的电子商务、简化的远程教学以及其他我们从没有想过的应用。

本书范围

本书是本技术书籍。我们不会讨论来自公用网络现代化的商业、社会问题，而是集中在新的VoIP服务中的主要技术方面，以阐述相关问题和可能的解决方案。前三章中，我们将讨论新的公用网络和企业界中的新的信号协议，以及在相似和不相似的网络域中介质传输的细节问题。我们将在一个很高的抽象级别上介绍PSTN中的SS7信令协议，但是也会有足够的细节来说明对于集成的VoIP信令存在哪些变化；同时我们也将看到本文中出现的每个定义在同构、异构网络拓扑结构中的调用流程图。读者应该熟悉IP协议以及TCP、UDP，但是对于理解概念而言，却没有必要深入到其中的每个细节。在本书中，我们显示了好几个IP信令包，它们是用HP Agilent公司的Internet Advisor捕获到的实时情形。

第4章中，我们讨论可感知语音编码、语音质量测量的技术，并详细地讨论了感知语音质量测量算法（Perceptual Speech Quality Measurement, PSQM），它用AP Agilent公司的语音质量测试仪（Voice Quality Tester, VQT）实现。第4章也讨论了与语音质量相关的、影响用户感受的网络参数，如回声等。第5章中，我们进入实验室构造一个简单的参考网络，测量其语音质量，并讨论该环境中的延时和清晰度问题。这是我们第一次看到网络损耗和语音压缩以客观的语音质量测量结果的形式出现。最后，第6章中，将讨论IP网络对传真的支持，并以对V.34传真协议的讨论结束全文，该协议看来可能是PSTN中模拟设备发送传真使用的最终协议。

目 录

序

前言

第1章 IP语音和交互应用的协议	1
1.1 IP电话基本原理	4
1.1.1 缩略和缩写	5
1.1.2 信令和信令协议	6
1.1.3 VoIP电话模型	7
1.2 SGCP、MGCP和NCS简介	10
1.2.1 会话描述协议概要	19
1.2.2 S/MGCP小结	21
1.3 H.323——VoIP电话技术的ITU-T方法 简介	22
1.4 会话初始化协议的特性	43
第2章 包网络的介质传输	57
2.1 RTP和RTCP——IP网络中介质传输 的定义	57
2.1.1 性能考虑的背景和其他问题	57
2.1.2 简单介绍RTCP	63
2.1.3 混合器、转换器和其他有趣的 设备	69
2.1.4 小结和技术展望	88
2.2 RSVP——资源保留协议	89
2.3 AAL2用于语音传输	95
2.4 边缘带宽管理——关于AAL2	96
第3章 语音电话的基本呼叫控制	100
3.1 SS7概述	100
3.2 SSCP和TCAP服务	115
3.2.1 高级智能网络中的TCAP	121
3.2.2 IP电话中的SS7和对PSTN信令 最后的思考	123
3.3 包网络中的呼叫控制	123
3.3.1 S/MGCP的基本呼叫流	124

3.3.2 同类端到端网络中的信令	124
3.4 异类呼叫建立——将SS7映射到基于 IP的呼叫控制	131
3.5 关于混合网络语音电话的结束语	138
第4章 语音质量的度量	139
4.1 合成TMD和IP网络时的语音质量	139
4.1.1 清晰度	140
4.1.2 包丢失	141
4.1.3 语音编解码器	142
4.1.4 静音抑制	142
4.1.5 安慰噪声发生	142
4.1.6 端到端延迟	143
4.1.7 回声	144
4.2 听觉感受和测试方法	144
4.2.1 定义和基本原理	147
4.2.2 感知编码器	149
4.2.3 为语音质量建立度量	150
4.3 感知语音质量的测量	151
4.4 语音质量测试仪器	155
4.4.1 延迟度量	156
4.4.2 清晰度度量	156
4.4.3 语音活性度量	157
4.5 回声的测量与控制	158
4.5.1 脉冲响应测量	160
4.5.2 回声消除参数	161
4.5.3 回声度量	162
4.5.4 DTMF信号质量测量	163
4.6 小结	164
第5章 测量的简单实例研究	165
5.1 目标	165
5.2 从全景到实验室	165
5.3 设备安装与配置	167

5.4 测量基准	170	6.1 T.30协议的实时跟踪记录	183
5.5 网关互连的测试	171	6.2 包网络上的传真	184
5.5.1 直接连接的网关	171	6.3 实时因特网传真——T.38	186
5.5.2 带路由的呼叫	174	6.4 V.34传真基础	188
5.6 观察与结论	177	6.5 3组传真的错误纠正模式	198
第6章 音频带呼叫:对传真的深入考察	178	6.6 再看音频带数据传输——AAL2	200
		6.7 有关传真讨论和可能问题的小结	201

第1章 IP语音和交互应用的协议

通信界已经花了相当大的精力，要定义一个新的信号和介质传输的机制集，以期以同PSTN相当的质量传输语音和语音带宽电话信号。这些工作集中在两个主要的领域：

1) 开发支持普通电话服务的所有呼叫特性的复杂的信令服务，同时也支持下一代交互式多媒体服务。

2) 开发以最高质量传输介质流的传输机制。

在第1章中，将研究IP电话中使用的主流信令协议，并与数据协议进行比较。IP网络中的介质传输机制是实时传输协议（Real-time Transport Protocol, RTP, RFC 1889），而实时传输控制协议（Real-time Transport Control Protocol, RTCP）为呼叫中的参与者提供QoS信息。呼叫建立中的信令因为其内在的复杂性而非常富有挑战性，这种复杂性是因为它支持过多的POTS电话特性和附加的增值服务。POTS服务可能已经过时，但是它的普通性和简单性正是新技术中要实现的。支持客户CLASS[⊖]特性集是VoIP服务要实现的一个艰巨任务，缺少这种支持能力，VoIP在市场上将很难被接受。当在服务全景图中加入集成的实时服务时，不难看出这个问题的严重程度。

在信令和呼叫处理领域中，目前发现的最受欢迎的方法和标准是来自ITU的H.323，即会话初始化协议（Session Initiation Protocol, SIP, RFC 2543）和另一个复杂的协议标准，后面称为S/MGCP。SIP和MGCP是IETF的RFC标准。SGCP是最初的协议，但是结合IPDC协议和它自身的优点以后得到了MGCP，这时就不再使用SGCP协议了。我们将在本章中讨论所有这些术语。作者见到过很多这种情况，即一种特定的设计方法的优点的反馈开始源源不断出现时，该方法的增强性的建议也开始出现，而其中的一些意见往往与市场上建立起来的方法背道而驰。虽然目标是要尽量找到一种无差错地控制VoIP网络的解决方法，但是市场力量最终占了上风，具有最大的市场接受能力的产品将占据主导，而不管新的方法有什么潜在的优点。

其他的基于IP的协议由于对信令协议的支持，也找到了一席之地。这些辅助协议中的一部分通过提供可预报的QoS的方法，增强了基本信令机制的服务性能，其中的一个例子是RSVP。会话描述协议（Session Description Protocol, SDP, RFC 2327）是另一个辅助机制协议，为基本的信令协议提供描述呼叫会话参数的能力。随着服务供应商开始深入讨论提供交互式多媒体服务和VoIP技术的成熟，VoIP呼叫控制有望包含一组基于IP协议的套件，用于实现基本的信令功能。

由于服务供应商相信他们选择的标准将超越其他基于IP的信令实现的建议和标准，使用所有三种主流信令方法的产品有望最早得到接受。点到点和会议式的呼叫标准有时很容易混淆，即使在该领域中富有经验的人也是如此。从阅读RFC和一些规范中很难断定某种特定解决方案被接受的程度。选择实现方案和标准的代价相当高。与工业界的准则一致，VoIP信令中的有些计划离它们的支持者的长期看法有着不小的差距。

⊖ CLASS代表自定义局域信令服务（Custom Local Area Signaling Services），例如呼叫者ID、特色振铃等。

正如普通的新技术的产生一样，VoIP电话的出现给我们带来了太多的术语和缩写词。如果您不是工作于该技术领域，要记住所有的缩写词及其含义和观点是很困难的。因此，我们首先用一个基本的协议栈图来显示每个标准在IP协议套件中的相应位置。在本书中不讨论IP、TCP、UDP以及一般的链路层、网络层协议的细节，因为对每个这样的协议的讨论都会占用一整本书。即使对这些协议只有有限的了解，读者也可以继续看懂我们的讨论。如果对应用层信令协议的讨论部分有任何问题，那么可以从那些有该领域专业知识的人那里找到有关这些协议的参考资料。

图1-1是简化的示意图，也是IP电话中使用的基于IP的传输协议的参考指南。

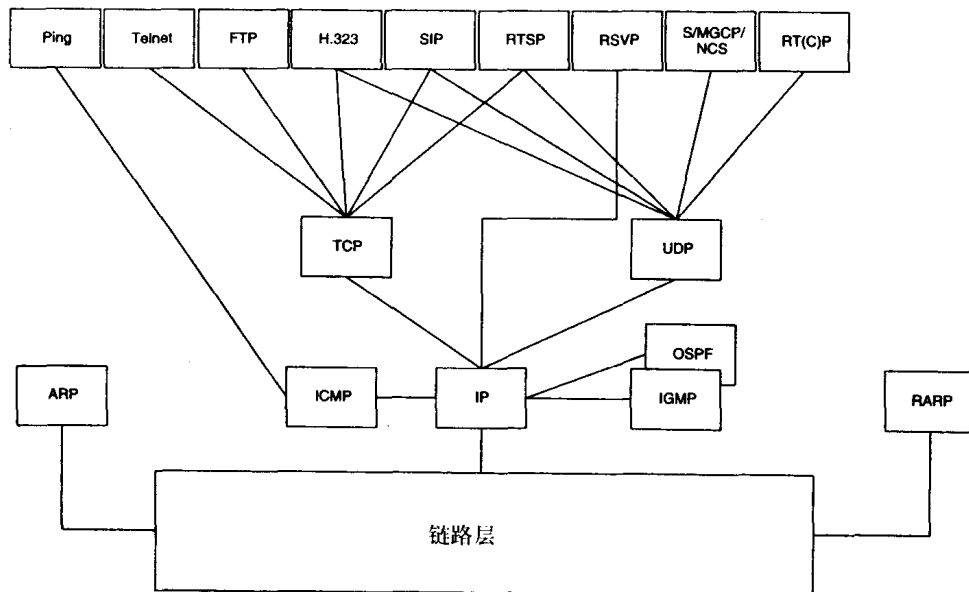


图1-1 部分IP协议栈

我们在调用图中给出了H.323、SIP、S/MGCP、RSVP、RTP和RTCP协议，以及在实时跟踪中捕获的包。新的信令套件中的绝大多数协议都被设计成可与同一主机或路由器上的所有其他网络层协议共存。但是我们在本书中将会看到，为了使提供的每项服务获得特殊的操作性能，对实现的限制可能导致介质流的分隔。性能问题的范围包括从简单的服务性能到服务的可靠性，以及可以提供给用户的特性的种类和数量。本书给出的异构呼叫处理的参考图中，将通过实例研究性能和其他限制。

在处理IP电话这个主题时，将多次涉及一些关键术语和概念。本章中要给出的最基本的定义是介质网关、介质网关控制器、交换机、路由器和PSTN。

介质网关（Media Gateway，MG）是通过端点和连接的集合来刻画的。MG是个不同形态的盒子，依赖于它所支持的用户、主干线和服务。MG是安装在客户范围内的设备，连接您选择的供应商提供的POTS电话、数据网络，以及其他多媒体服务。介质网关也有可能安装在电话公司的出现点（Points of Presence，POP）上，但是这样会限制在客户范围内提供的集成服务的类型。

端点被定义成介质流的入口和出口^①。用简单的术语来说，端点是MG内部的软件和硬件

^① 来自“MEGACO协议的结构和要求”，Nancy Greene 和 Michael Ramalho。

的集合，它可通过中央局发送信号来访问，这样您的呼叫才能完成。这些入口和出口点可以是物理的或者虚拟的。物理端点的例子包括RTP端口、T1干线接口上的DS0、MG上结束POTS线路的接口、ATM虚拟信道等等。虚拟端点的例子包括音频源和音频服务器。

住宅用的POTS链路到住宅客户之间的终止介质网关也叫做“住宅网关”。还有其他一些区别MG性能的名词，但是在本书中将只使用这些名词，对于商业环境中的大规模应用也不失一般性。

连接是网络间不同网关上，或者一个网关上的端点之间的一种关联，用于在这些端点间传输数据。用简单的术语来说，连接使得你可以在端到端的呼叫中听到对方的话。这意味着VoIP电话中可能用比PSTN更为简单的术语实现会议式呼叫。这里的重点在于通过控制信令来动态创建连接，还有使用三种主流协议的例子。也有一些情况中，在特殊目的的端点之间存在永久连接，但是它们的静态特性不会在呼叫建立和控制中给设计人员带来多少棘手的问题。

呼叫是两个或多个端点间的连接的逻辑关联。端到端的呼叫包括两个端点间的一个连接。一个有效的三方呼叫包含三个端点间的两个连接。呼叫的连接可能是有效的，也可能是停止的。也就是说，如果连接是停止的，那么它的确是建立在两个端点之间，但是即使双方之间有介质流在流动，介质流也不会传给另一方的物理或逻辑端点。各个端点的连接的状态由信令协议分别控制。

信令协议的目的在于创建和管理端点之间的连接，同时创建和管理呼叫。信令协议在介质网关控制器（Media Gateway Controller, MGC）和MG之间运转。当前的VoIP信令协议套件是不对称的。这意味着信令协议的不同部分在MG中和MGC服务器的不同部分中运行。这一点与客户服务器技术的概念类似。

一些信令协议内嵌的健壮性可以获得解释来自MG、连接和已建立的呼叫的物理状态。大多数早期的信令协议通过状态机可以充分地描述，如ITU-T Q.931协议。新一代的IETF的VoIP信令协议定义了无状态的信令协议，ITU的MEGACO也在朝着这个方向发展。基于文本的协议简化了协议栈本身和部分实现，但随之带来了其他一些与系统相关的问题。这些问题必须引起注意，并用其他的方法加以解决。在进入协议描述以后我们会逐步展开这些问题。

介质网关控制器是个较大的服务器，它支持所有用户和他们要求的电话特性。MGC在MG内部给端点发信号，它们对应着连接到其上的设备，如电话机、传真机或LAN路由器。MGC根据技术细节有一些特定的称呼。例如，H.323网络中的MGC被叫做关守，它的功能可能包括网关的功能，我们将在后面讨论它。公用网络电话中的MGC驻留在中央局，取代了5类局部交换的电话特性。

图1-2是我们在讨论VoIP信号协议时的参考指南。与该图中相似的观点也出现在工业标准制定组中，我们将根据需要在适当的时候对其进行修改。这里将在用户范围内放上分界参考点A，以及介质网关。参考点B是居民用户和商业应用使用的高速接入，它可以是铜导线（ADSL, T1, 电缆等等），也可以是光纤如SONET，还可以是T3光纤。工业界为住宅和小型办公室应用提供ADSL和电缆接入，但是最高的速率一般是基于光纤的，其服务对象是商业应用。

标注为交换机/路由器集中器（switch/Router Concentrator）的设备可以是也可以不是真实的设备，甚至可以是多个设备的集合。对于企业应用，它可以是本地的LAN，或者多个区分MG与MGC的实际的LAN网段。在分布式的企业LAN中和提供VoIP服务的中央局中会出现交换机和路由器。在所有的VoIP传输的例子中，介质在RTP协议上传输，同时有底层协议的辅助。

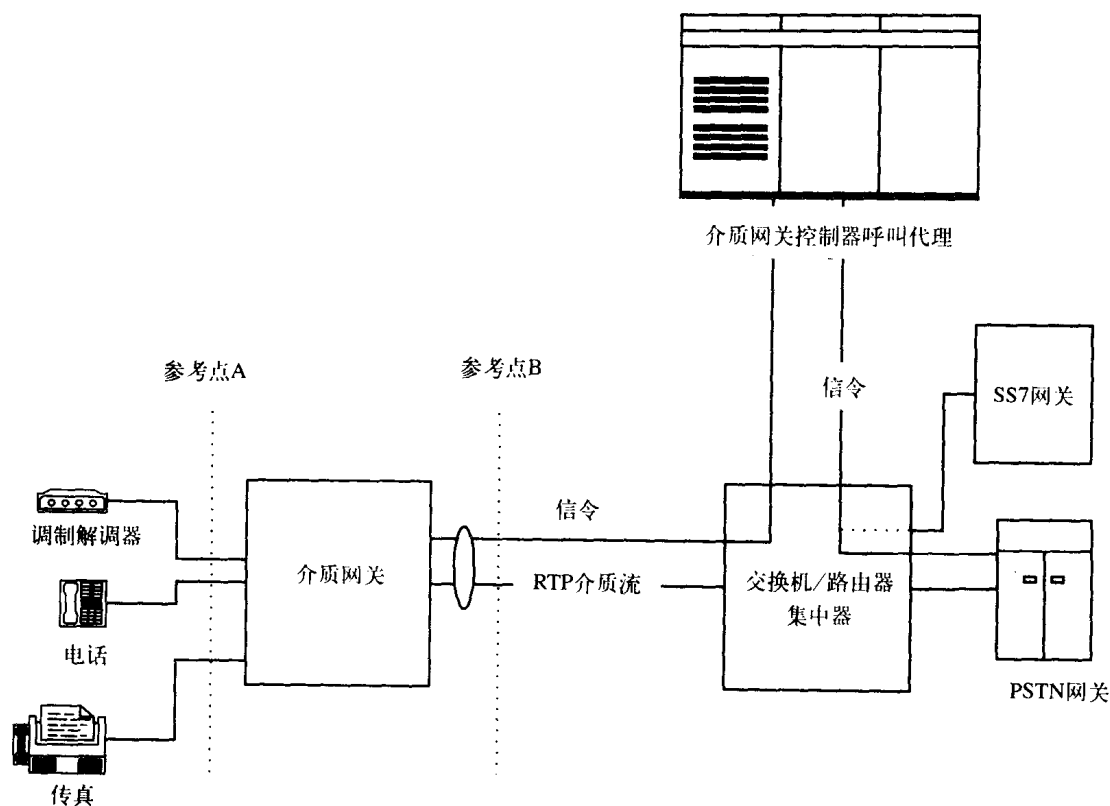


图1-2 VoIP参考图

在PSTN上支持电话时，必须在网络的某个地方提供PSTN网关，它可以接收由MGC发送的信号。这种设备通常在CO中出现，虽然PSTN网关可能不会和MGC在同一个地方。

现在可以开始讨论VoIP信令了。我们将先讨论基本需要，然后再讨论信令协议。

1.1 IP电话基本原理

我们先来看看有关IP网络上的语言及音频带电话的信令和呼叫控制的概念和基本原理。IP上的普通语音电话和音频带电话之间存在着差别如对传真机和调制解调器的支持。这里讨论的VoIP信令协议定义了一种使用两种电话应用的方法，只是程度和复杂性不同。

我们从S/MGCP协议开始，先讨论其基本构造、消息格式、包的定义，并简单介绍它在控制连接中的使用。接着将讨论ITU-T的H.323协议，最后是会话初始协议（Session Initiation Protocol, SIP）。S/MGCP和SIP来自于提出了基于文本的协议的思想。文本协议的一个最大优点是它消除了对不同机器平台的依赖性。再也不用考虑不同平台之间的兼容性了。开发和调试协议软件也更加简单和经济。SGCP不再有人问津，而MGCP却被电缆电话广泛接受，并且成为NCS规范的主要部分。另一方面，用于VoIP控制的H.323是个二元协议。后面章节将讨论和比较这两种协议的优点。

在本书付印的时候，IETF和ITU正在合作制订一个通用的VoIP信令协议，这样可以联合双方的力量达到一种实现下一代VoIP网络的通用方法。有消息表明，IETF和ITU将接纳一个简单的用于IP上的语音和语音带宽电话的呼叫控制和信令标准。这是IETF的MEGACO工作组和ITU的H.GCP工作组之间的议事日程。