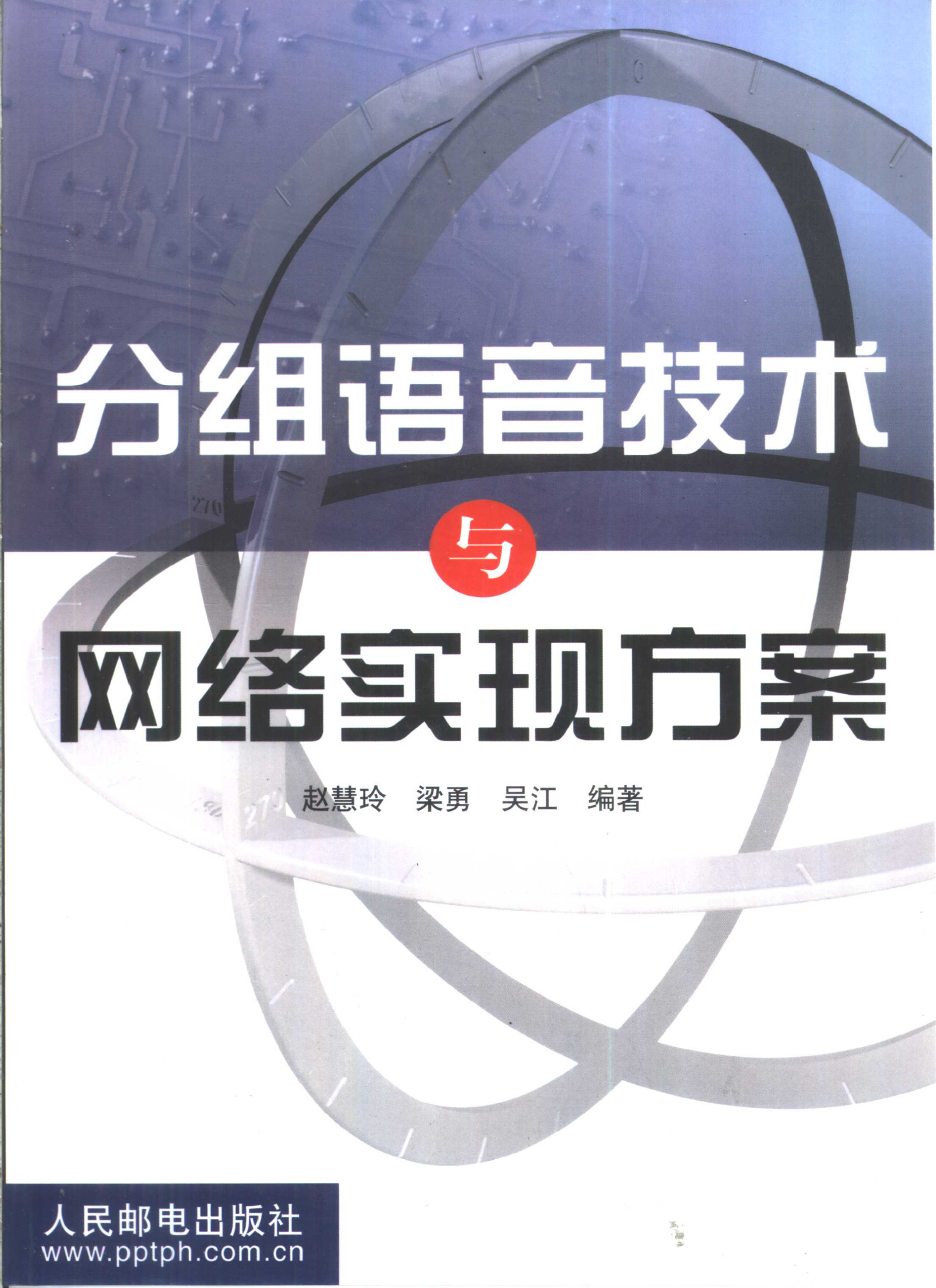




分组语音技术

与

网络实现方案

赵慧玲 梁勇 吴江 编著

人民邮电出版社
www.pptph.com.cn

语音技术与网络 实现方案

袁慧玲 梁勇 吴江 编著

人民邮电出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

分组语音技术与网络实现方案/赵慧玲等编著, —北京: 人民邮电出版社, 2001.2
ISBN 7-115-09044-0

I.分...II.赵...III.通信网—信息传输 IV.TN915

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 86323 号

内 容 提 要

本书阐述了 ATM 网络、帧中继网络以及 IP 网络上传输语音的技术。第 1 章简要介绍基本的语音传输技术。第 2 章对 IP、ATM、帧中继等技术加以讨论。第 3 章介绍语音数字化技术, 重点讨论 ATM 应用中使用的 PCM 编码方式。第 4 章讨论帧中继语音技术。第 5 章介绍 IP 语音技术。第 6 章是 ATM 语音技术, 其中对 AAL1、AAL2、动态带宽利用等问题一一加以阐述。第 7 章是对分组语音方案的性能分析。第 8 章对目前几家公司的新型交换机设备方案加以介绍, 其中包括阿尔卡特的 P3S 和富士通的 E-Cube。第 9 章对电话网演进过程中的网关设备方案进行介绍, 其中包括 Lucent 的 7R/E 和 Nortel Networks 公司的 Succession 网关设备。

本书适合从事分组语音技术的开发人员、大专院校学生、网络和业务运营部门的相关技术人员阅读, 也可作为网络规划人员的参考书。

分组语音技术与网络实现方案

◆ 编 著 赵慧玲 梁 勇 吴 江
责任编辑 陈万寿

◆ 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@ pptph.com.cn
网址 <http://www.pptph.com.cn>
北京汉魂图文设计有限公司制作
北京鸿佳印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 18
字数: 446 千字 2001 年 2 月第 1 版
印数: 1—5 000 册 2001 年 2 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-09044-0/TN·1689

定价: 29.00 元

前言

几十年来，电信网的发展经历了从模拟网到数字网，从电路网到分组网的演变。网络的规模日趋扩大，21 世纪将是网络的世纪。有人说：“企业就是网络”。一个企业的经济稳定、盈利的能力与取得产品突破的能力，以及维持公司股票市值的能力等都有赖于拥有一个合适的多媒体、多点、多业务、高速的网络。语音的传输，则是企业网络所要支持的最重要的业务之一。

90 年代，在企业网领域刮起了一阵旋风：帧中继业务大量涌现，从桌面到骨干的企业网络的不断升级，因特网应用不断扩展，Intranet 大量出现，ATM 在企业得到使用……，其中分组技术的蓬勃发展是这一变革中鲜明的特征。分组技术，由于本身所固有的特点，相对于传统的电路技术，在数据传输方面展现出了巨大的优势。此时，一些很自然的问题摆在我们面前：在数据网络上传输语音的经济效益如何？性能如何？我们是不是应该改用分组技术来传输语音了呢？用数据网络传输语音主要有三种方法：

- 在帧中继上传语音；
- 在 ATM 上传语音；
- 在 IP 上传语音（即在路由网络上和因特网上传输语音）。

语音技术的发展已经有 100 多年的历史了，而且从 60 年代初已经开始采用数字语音技术，然而分组语音技术至今还是新生事物。

目前已经发现，将小型的办公室或家庭办公室（SOHO）集成在帧中继网络上是非常有效的。而帧中继论坛也通过了一些保证多厂家互操作的建议。在 ATM 领域，关于以一个统一的框架来支持语音应用，ATM 论坛也通过了一系列的类似的建议。由于在 1997 年形成了大量的帧中继语音、ATM 语音的重要标准，因此支持者曾宣称该年为“数据网语音传输年”。自此，分组语音在这一领域内不断渗透，不断发展壮大。分组网络将是未来的发展方向，这一点人们已经不大怀疑了，真正令人困惑的是哪一种分组技术将最终赢得市场，或者说哪一种技术值得为其进行准备？现在看来，除了传统的语音技术外，IP 与帧中继语音似乎在近几年内将有非常好的商业应用机会。

在本书中，将对语音技术、数字化及集成方法、标准以及在高速分组网络上支持语音的各种方法进行一定的回顾，然后将对帧中继语音、IP 语音以及 ATM 语音等三种技术逐一加以介绍与讨论，以期为网络设计者提供参考。

IP 电话是目前 IP 业务的热点之一。本书就 IP 电话的设备、技术、协议功能、业务、标准状态和发展进行了详尽的描述。

本书的目的并非在于进行学术讨论，但是，在下面的各章中将涉及许多实用的新技术。如果读者对于技术的发展有更进一步的兴趣的话，可以直接参考 IEEE 的技术文件以及 IETF 的相关规范。本书的目的仅限于为关心是否应该在其设计的网络中引入这些新技术的网络设计者提供一定的帮助。

本书的第 1 章将对基本的语音传输技术进行回顾。第 2 章将对 IP、ATM、帧中继等技

术加以讨论。第3章将对语音数字化技术做一概述，其中将重点讨论语音应用的各种编码技术。第4章将讨论帧中继语音技术。第5章将介绍IP语音技术。第6章是ATM语音技术，其中将对AAL1、AAL2、CE、动态带宽利用等问题一一加以阐述。第7章是对ATM语音方案的性能分析。第8章将对目前几家公司的新型交换机设备方案加以介绍，其中包括阿尔卡特的P3S和富士通的E-Cube。第9章对电话网演进过程中的网关设备方案进行介绍。其中包括Nortel Networks公司的Succession和Lucent公司的7RE网关设备。

本书讨论了ATM网络，帧中继网络以及IP网络上传输语音的技术。其中，由于现在帧中继通常在ATM之上传输，所以在帧中继的讨论中，ATM的应用仍会占据一席之地。本书适用于从事分组语音技术领域的开发技术人员、大专院校学生、网络和业务运营部门的相关技术人员。本书将从语音的数字化方法、各种技术标准的介绍，各种技术的分析比较，具体设备的介绍、系统概述等方面入手，以期能为读者建立起分组语音的基本概念，特别是本书介绍了实现分组语音的技术方案及设备，以国际上著名公司的设备为例，描述了语音网络演进中的可能实现方案，希望能为网络规划者在分组语音网络的建设中提供一定的参考。

参加本书编写的还有吴英桦、段世惠、叶华、高兰、石友康、吴广颖、张国宏、谢炜、陈利欣、章志刚、马卫东等。富士通、上海贝尔、朗讯、北电等公司提供了相关的技术资料，作者在此表示感谢。

在编写本书时，作者力求做到深入浅出。由于分组语音技术正处于发展之中，新的标准和应用仍在不断涌现，加之作者水平有限，书中内容可能有错误与疏漏之处，望读者指正。

作 者

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 问题的提出	1
1.2 分组语音的历史与现状	1
1.3 对各种分组语音技术的要求	4
1.4 分组语音应用的发展方向	5
1.5 主要技术局限及突破	10
第 2 章 IP、帧中继与 ATM 技术	11
2.1 概述	11
2.2 IP 技术	12
2.2.1 概述	12
2.2.2 TCP/IP 协议的结构	12
2.2.3 TCP/IP 协议概况	13
2.2.4 IP 地址	14
2.2.5 IP 数据报与 ICMP	15
2.2.6 TCP 与 UDP	17
2.3 帧中继技术	18
2.3.1 概述	18
2.3.2 帧中继的演进	18
2.3.3 帧中继技术概要	20
2.3.4 帧中继的应用与相关技术问题	22
2.4 ATM 网络	28
2.4.1 概述	28
2.4.2 ATM 网络的应用	28
2.4.3 ATM 技术机制及应用	30
第 3 章 语音编码技术的应用与发展	36
3.1 概述	36
3.2 语音编码技术的类别	36
3.3 脉冲幅度调制(PAM)	37
3.3.1 奈奎斯特抽样速率	38
3.3.2 重叠失真	39
3.4 脉冲编码调制(PCM)	40
3.4.1 噪声	41

3.4.2 均匀编码的 PCM	43
3.4.3 压扩	44
3.4.4 自适应增益编码	51
3.4.5 语音冗余	51
3.4.6 非均匀幅度分布	52
3.4.7 不活动系数	53
3.4.8 非均匀长期频谱密度	53
3.4.9 短期频谱密度	54
3.5 差分脉冲编码 (DPCM)	54
3.6 增量调制	55
3.6.1 斜率过载	56
3.6.2 线性增量调制	56
3.6.3 自适应增量调制	57
3.7 自适应差分脉冲编码调制(ADPCM)	58
3.7.1 概述	58
3.7.2 ADPCM 技术和细节	61
3.8 自适应预测编码	62
3.9 低速率语音编码器的典型构成	62
3.9.1 低速率语音编码器的构成	62
3.9.2 对 G.723.1/G.729 和 G.729A 的比较	63
3.10 小结	65
第 4 章 在帧中继上传送语音	67
4.1 概述	67
4.2 帧中继语音的演进及其特性	68
4.3 帧中继语音质量及其编码标准	70
4.3.1 语音质量的标准	70
4.3.2 语音压缩编码标准	70
4.4 帧中继语音的性能要求	71
4.4.1 语音压缩	71
4.4.2 延时	72
4.4.3 抖动	72
4.4.4 优先级和数据通路的分段	72
4.4.5 回声消除	73
4.4.6 静音压缩	73
4.4.7 丢失分组的补偿	73
4.4.8 分组丢失的侦测与补偿	74
4.4.9 拥塞控制	74
4.5 帧中继语音的标准化与 FRF.11 规范	74
4.5.1 概述	74

4.5.2 帧中继语音参考模型和业务描述	75
第5章 基于IP的语音技术	82
5.1 概述	82
5.2 IP电话的演进与发展	84
5.3 IP电话相关协议及标准组织	86
5.3.1 IP电话相关标准协议	86
5.3.2 IP电话技术的相关标准组织	87
5.4 传统信令概要	88
5.4.1 七号信令综述	88
5.4.2 ISDN信令	89
5.5 IP电话的关键技术及其性能	96
5.5.1 语音编码标准	96
5.5.2 延时	96
5.5.3 抖动	97
5.5.4 回声消除	97
5.5.5 双音多频(DTMF)信号的检测和产生	97
5.5.6 语音活动的侦测与静音压缩	97
5.5.7 分组丢失的侦测与补偿	97
5.6 H.323系统架构及相关协议	98
5.6.1 基于H.323的IP电话系统的概述	98
5.6.2 H.GCP的结构与功能概述	128
5.6.3 RTP/RTCP协议概述	133
5.7 IP电话的业务与应用	134
5.7.1 引言	134
5.7.2 新业务与应用	134
5.8 IP电话技术展望	137
第6章 ATM语音业务	139
6.1 概述	139
6.2 VTOA电路仿真业务	139
6.2.1 af-vtoa-0078.000规范简介	139
6.2.2 结构化的DS1/nx64kbit/s业务	140
6.2.3 DS1/E1/J2非结构化业务	148
6.2.4 非结构化DS3/E3业务	151
6.2.5 ATM虚信道要求	152
6.2.6 CES SVC信令	153
6.3 VTOA动态带宽利用	156
6.3.1 简介	156
6.3.2 互联功能模块(IWF)要求	158

6.3.3 对活动结构与非活动结构的描述	158
6.3.4 进程	161
6.3.5 其他要求	162
6.4 VTOA 与窄带 ISDN 业务的互通	163
6.4.1 窄带业务中采用 AAL1 ATM 中继简介	163
6.4.2 使用 64kbit/s 信道的可交换中继业务	167
6.5 桌面 ATM 语音电话	172
6.5.1 桌面 ATM 语音电话规范简介	172
6.5.2 本地 ATM 终端设备	173
6.5.3 互联功能单元	176
6.5.4 定时问题	179
6.5.5 时延与回声问题	179
6.5.6 地址问题	179
6.6 语音业务到 ATM 网络的适配	180
6.6.1 介绍	180
6.6.2 AAL2 介绍	180
6.6.3 ATM 适配层	181
6.6.4 在 ATM 网络中传输语音的几种可选方案	189
6.6.5 什么情况下用 AAL1	191
6.6.6 APEX 语音业务模块 (VSM)	192
第 7 章 对分组语音技术的分析	201
7.1 实现 ATM 传送语音的几种技术方式	201
7.1.1 ATM 语音中继综述	201
7.1.2 电路仿真业务	201
7.1.3 动态带宽电路仿真业务	202
7.1.4 用于窄带业务采用 AAL1 的 ATM 中继	203
7.1.5 用于窄带业务使用 AAL2 的 ATM 中继	203
7.2 用于语音的 ATM 适配层	204
7.2.1 AAL1	204
7.2.2 AAL2	205
7.2.3 有关 AAL2 标准的进展及相应的功能开发	206
7.2.4 AAL5	206
7.3 多业务网络实例分析	207
7.3.1 网络实例简介	207
7.3.2 ATM 网络设计	208
7.3.3 IP 网络设计	209
7.3.4 设计比较	210
7.3.5 小结	211
7.4 ATM 语音和 IP 语音性能与带宽效率的比较	211

7.4.1 性能与带宽效率的定量分析	211
7.4.2 ATM 和 IP 解决方案的简单比较	218
7.4.3 小结	219
第 8 章 新型交换机示例	220
8.1 P3S 交换机	220
8.1.1 S12P3S 的网络设计构思	220
8.1.2 S12 P3S 可提供的业务特征	223
8.1.3 网管方案	225
8.1.4 传输网的调配与改造	225
8.1.5 P3S 演进的步骤	226
8.1.6 对现有电信业务的影响	228
8.2 FUJISU FETEX-150 E-Cube 多媒体交换系统	229
8.2.1 一般描述	229
8.2.2 系统概述	231
8.2.3 ATM 交换系统简介	232
8.2.4 ATM 交换系统结构	236
8.2.5 ATM 交换系统功能描述	245
第 9 章 电话网演进的网关方案示例	257
9.1 朗讯公司的 7R/E 系统	257
9.1.1 引言	257
9.1.2 7R/E 概述	260
9.1.3 7R/E 汇接局/长途局解决方案	262
9.1.4 7R/E 分组本地网解决方案	268
9.1.5 7R/E 多业务解决方案	268
9.1.6 7R/E 分组驱动器方案	268
9.1.7 小结	270
9.2 北电的 Succession 网络解决方案示例	271
9.2.1 概述	271
9.2.2 Succession 的结构及应用	271
9.2.3 Succession 网络的特点	276

第1章 概述

本章将从分组语音的历史背景、发展过程与现状，以及未来的发展方向等方面对分组语音作一概述。其中，对于分组语音的三种主要技术 ATM、帧中继和 IP 也将进行简单的阐述与比较。最后，为了便于读者阅读，还将对本书的结构作一简介。

1.1 问题的提出

传统的语音技术已经发展了近百年，数字化语音网络的实施也已经有近 40 年的历史，但是，对于分组语音技术，在网络规划者中一直存在着下列疑问：

- (1) 分组语音到底是一个现实可行的方案还是仅仅一个可能性而已？
- (2) 分组语音中有多少可选的技术？
- (3) 分组语音的经济性如何？
- (4) 现在是否已经有支持分组语音的用户前端设备？
- (5) 分组语音的服务质量如何？
- (6) 分组语音是否已有标准？
- (7) 除了企业网之外，还有没有其他的可能性？
- (8) 帧中继、ATM 与 LAN/路由器交换机与传统的语音交换机之间是否能够完全实现信令过程与互联互通？

本书将逐一讨论这些问题。

1.2 分组语音的历史与现状

人们对于语音通信质量的要求，无论是在发展中国家还是在发达国家，也无论是在一个地区还是在一个国家乃至国际范围内，称之为苛刻都是不为过的，而且这种苛刻的要求在未来也不会改变。从历史发展上来看，60 年代之前，语音业务都是严格地基于模拟技术的。在过去的近 40 年的时间中，语音业务已经可以用数字信号来承载了。然而，直到最近，数字语音还从来没有真正意义上在分组网络（以下简称 PN）中传输过，这样，分组技术所能带来的统计增益与成本的降低也就无法在电信运营领域实现。

90 年代以来，这种情况发生了改变。越来越多的厂商投入到这一领域的研发工作中来，帧中继业务得到发展，桌面与骨干网得到不断升级，Internet 的应用领域也不断扩展，Intranet 出现了，ATM 技术的应用也日益普遍。这时，人们很自然地要产生这样一个疑问，用分组

网络传输语音真的能比使用电路方式更经济吗？

用分组网络传输语音主要有三种方式：

- 帧中继语音
- ATM 语音
- IP 语音

与语音传输有关的主要问题有经济性、费用、业务量工程能力、用户级服务质量，网络的服务质量与排队、网络设计、语音数字化与压缩、技术的可行性等。在经济性的驱动下，试图用一个集成化的网络来同时传输分组语音与数据业务的设想可以一直追溯到 70 年代中期，当时美国高级研究计划署（ARPA）就支持了对这种技术可行性的研究。随后 ISDN 与 ATM 技术的发展目标主要就是要支持语音，此外还要支持多媒体。在数据传输方面的努力包括对于在局域网中传输语音的支持（例如已有的 IEEE 的 802.9 与 FDDI II 等规范），还包括对于路由器、IP（如 IPv6 以及 RSVP 协议的推出等）以及网络层分组处理技术的增强，如多协议标记交换（MPLS）技术，MPOA，标记交换等等。

在各方努力下，不管传输的是传统的语音还是压缩的语音，分组技术已经能够以相当的质量进行语音传输了。现在，语音既可以在连接型的数据网络（如 ATM、帧中继等）上传输，也可以在 IP 等无连接网络上传输了。

有人说，“分组语音目前还只是处于婴儿时期，只是一种新奇的技术而已。”对不对呢？

财富杂志排名前 500 强中的许多公司已经开始使用分组网络来支持企业数据传输、Intranet、电子商务等应用。业务与媒体集成的问题开始引起人们的兴趣。现在，已经有十几个公司的产品支持分组语音了，帧中继语音的商业前景也逐渐看好。帧中继论坛最近为各个厂商的 On-net 分组语音产品之间的互通制订了一个规范。而 ATM 论坛也制订了一系列类似的规范。有人把 1997 年称为“数据网语音传输年”，这可能正是由于在那一年中产生了大量的此类标准。然而，基于帧中继的语音与公共电话网（PSTN）的互联，至少在实际业务层次上仍然只是一个发展方向。

一些运营者也已经证明，同 IP 语音一样，网络层上（On-net）的 ATM 语音也是可行的。然而，除了一些特定的场合之外，ATM 语音方案并不是最便宜的解决方案。就目前而言，帧中继（FR）的经济性可能要更好些，但是帧中继也有自己的问题，它不能支持一些重要的 QoS 性能。这里必须要提的一点是，ATM 语音、FR 语音、IP 语音三种技术的应用、标准、成熟性以及经济性各不相同。开发者所希望的是在企业网（基于 IP/RSVP 的）上能够传输语音。同时，路由器也正在向着支持 QoS 的方向发展，例如，有序排队控制技术（如 Cisco 的负载公平排队）。目前，人们发现用帧中继来支持小办公室/家庭办公室（SOHO）有很大优势。

为了支持 On-net 与 Off-net 技术的互通性，ATM 论坛制订了 4 个 ATM 语音电话（VTOA）标准，其中包括了电路仿真和其它的 ATM 业务。这些规范的出台确保了专网 ATM 语音与 PSTN 的互联；然而，与 PSTN 的分组语音互联业务仍有待进一步研究。正如我们已经说过的，与 FR 语音相比，ATM 语音并不是很经济。除非某一个组织已经建立了一个 ATM 企业网，这个网络通过边缘复用器使用 ATM，而且该组织目前只关心 On-net 业务。对于 ATM 网络上的 Off-net 语音业务的互联，一些有远见的运营者，例如 TCG（Teleport Communication Group）已经将之作为 ICB（Individual case basis）应用付诸实现了。一些运营者完全把 ATM 在网络的核心用作一种统计复用技术，以期提高其 SDH 的效率。相对于现有的同步时分网

络,这种网络互联方式可以以一种全新的方法支持语音。然而,这种技术的真正完成尚需时日。

90年代企业网发展中,帧中继的兴起、升级的桌面与公共企业网的规划实施、Internet应用的扩展、Intranet的产生以及ATM的企业级实施等等一系列的进步,最终导致了这样一个问题:用分组网络传输语音,特别是用ATM来传输语音,无论从技术上讲,还是从经济上讲,真的要比使用传统技术好吗?虽说ATM有QoS保证,从技术上讲它是传输语音业务的理想方案,然而还有其他的技术,如RSVP、IPv6等,也将能够支持QoS。最近,在用面向连接的数据网支持语音传输方面进行了许多标准化工作,尤其是在ATM领域。然而问题是:在未来的两年到五年内,能否形成真正“物美价廉”的产品与业务?标准的制订仅仅只是问题的第一步,实际上,仅有标准是没有意义的。比如,从1992、1993年以来,就ATM语音的问题,ITU-T已经制订了好几个标准,然而ATM语音的商业应用仍然十分有限。

ATM是一种多媒体、多业务、多点的技术,然而直到现在,信息产业界的主要精力还仅仅集中于ATM在数据业务方面的应用。ATM论坛的各种规范以及局域网仿真(LANE)、MPOA等等,实际上也都仅仅集中于各种数据应用。原则上,与其他技术相比较,ATM技术对于传输语音有下面的一些固有的优势:

1. ATM从诞生之日起就是一种多媒体、多业务的技术。其信元的格式是基于对数据、语音、图像应用净荷的综合考虑而决定的。
2. ATM支持广泛的QoS与服务等级。这使得时延敏感型业务(如语音业务)能够在网络中可靠地、无抖动地传输。对于业务等级的支持将依赖于各种不同的AAL层。
3. ATM交换机具有高效的业务量管理能力,例如,呼叫允许(admission)控制,应用参数控制、业务量整形、信元标记、信元丢弃以及单VC队列管理等等。由于具备了这些能力,ATM交换机可以支持不同应用的各种QoS要求与服务等级要求。
4. 由于ISDN与ATM的相似性(至少在信令上是这样的),ATM与PSTN的互联互通相对而言要简单些。

前三个优点在数据应用中已经得到了利用。然而,在本世纪内,要实现ATM到桌面的广泛应用可能是很困难的。这是因为在这一问题上,ATM面临许多与之竞争的技术,而其中的一些只需对现有的网络做很小的改变。例如,速率高于100Mbit/s的以太网交换技术就很适合这种应用。然而,就宽带广域网应用领域而言,ATM目前仍是唯一可用的技术。因此,在这一领域,ATM或者是作为一种路由器到路由器的技术,或者是作为一种校园网交换机到校园网交换机的技术,都得到了应用。这种业务通过各种组织的WAN或者是公共通信网得到保证。即便设计者不想直接用ATM传输语音,而是希望用IP来传输语音的话,骨干的路由器网络也还是要用ATM技术的。

信息产业界的厂商,特别是路由器的厂商,正在为实现基于企业网的语音通信发展相应的各种技术、标准乃至各种设备。有趣的是,在80年代中期,厂商们努力发展的是语音网络,而最后对语音网络只要做很小的改动,只多收少量的费用就可以传输数据了。而现在它们做的事情则正好相反,它们现在希望是对现有的数据网络只做小小的改变,只增加少量的费用就可以传输语音。

90年代初,在数字信号处理器(DSP)设计领域取得了重大突破。DSP是一种专门用于处理语音、图像应用中的数字信号的微处理器。DSP技术的发展使得低带宽、高质量数字化算法的应用成为可能。另外,语音压缩技术的使用,使得在高效利用带宽的同时,能够

提供高质量的语音传输。

起初, ATM 似乎就打算采用传统的脉冲编码调制 (PCM) 技术了。PCM 虽然生成的数据比特率较高, 但是, 相对于 ATM 支持的吞吐量, 该算法在短期内还是可用的。除非到了某一天, 网络内部普遍都使用 ATM 来获得统计增益, 而 ATM 对于终端用户来说是透明的, 此时, 我们就可能要使用低比特率语音 (LBRV) 处理技术了。例如帧中继技术可以提供低得多的比特率。当网络继续向着基于 IP 的解决方案发展时, 由于 IP 所能保证的实时吞吐量更加有限, 就更需要提供一定的语音合成方法。目前最通用的语音数字化/压缩算法如下所示:

- 脉冲编码调制与自适应脉冲编码调制—ATM 应用
- 码激励线性预测/代数码激励线性预测 (CELP/ACELP) 一帧中继与基于 LAN/Internet 的多媒体
- 专用的待标准化的方法, 如自适应转换编码/改进型多频带激励 (ATC/IMBE) 等。

传统的 PSTN 算法, PCM 和 ADPCM, 获得了很高的 MOS (mean opinion scores) 评分。带宽为 64kbit/s 的 PCM 获得了 4.4 分, 带宽为 32kbit/s 的 ADPCM 获得了 4.1 分。

CELP 与 ACELP 已经在一些研究机构进行了多年的研究。ACELP 的三个要素为: (1) 对音迹 (vocal track) 的线性预测编码 (LPC) 建模; (2) 精密音调提取与编码; (3) 改进的激励模型与编码。一些独立的测试表明, 该技术所取得的语音质量可以达到甚至超过信息产业界已经标准化了的 32kbit/s ADPCM (G.721)。ACELP 的 MOS 得分为 4.2。最近对于 ACELP 的应用使得在帧中继网络中可以获得电信级的传输质量 (toll quality)。ITU 最近采纳了 ACELP 算法的一个版本, 用于 G.723.1 在 5.3kbit/s 比特率下的运行。

一般而言, 只要使用了语音压缩, 技术的复杂性就会增加, 同时传输质量就会下降。然而, 最近在极低比特率语音数字化领域中取得的进展表明, 当语音压缩达到 4.8kbit/s 的比特率时, 语音仍然可以获得电信级的传输质量。有了低成本的电信级语音压缩算法和语音与数据传输参数管理机制, 即便是在大业务量的网络中也可以获得相当的语音传输质量。直到现在, 数据网络上的语音传输还主要限于帧中继环境之中, 它们使用了包括待标准化的 CELP/ACELP 等各种语音压缩技术。

市场上已经出现了许多集成化的帧中继接入设备 (FRAD)。从 1990 年起, 就已经有一些 FRAD 的制造者支持语音压缩、回声抵销、静音抑制以及动态比特率适配了; 而传真与数据压缩 (4:1) 也得到了支持。到了 90 年代中期, 已经有许多 FRAD 的制造者支持 ITU-T 的 G.729 规定的标准语音算法 (ACELP) 了, 其语音压缩可以达到低于 16kbit/s 的比特率, 然而此时, 设备的互联互通仍然存在问题。许多厂商采用的是专用的改进技术, 语音压缩甚至能够达到 2.4kbit/s。一些 FRAD 制造者的设备可以选择使用各种压缩技术。由于帧中继的 QoS 能力有限, FRAD 需要使用一系列的技术来保证可以让人接受的语音传输质量, 这些技术包括: 拥塞预测管理、时延抖动缓冲、分段、可变比特率、优先级控制、静音检测以及数字对话的互操作等。

1.3 对各种分组语音技术的要求

图 1-1 显示了本书中要讨论的各种分组网络。网络设计者十分关心这几种方案中哪一种

将会最终胜出或者为使用哪一种方案作准备更合适。就目前的发展而言,除了传统的电话技术以外,在未来的几年内帧中继语音是有前途的。其他几种方案也不容忽视。事实上,从帧中继论坛最近制订的帧中继语音标准 FRF.11 上看,在企业网,包括扩展的广域网(WAN)中,面向连接的数据链路层语音技术的应用将会增加。与此形成对照的是,网络层无连接协议(特别是 IP 协议)上的语音业务由于是在 Internet 上,所以几乎是免费的,利用这一优势,将无需建立用户自己的广域网。这种技术的另一个好处是能够支持 Off-net 语音应用。然而 Internet 的成本,尤其是保证型业务的成本将不断增加,所谓的经济性可能在两三年后就会逆转。而且,真正的好处可能更多地依赖于发端的语音压缩技术,而不是网络(Internet 网络)本身。

在分组语音中,QoS 占据了关键的地位。表 1-1 显示了对支持分组语音的一些关键要求,这些要求是任何一种分组语音技术都要满足的。表 1-1 中也显示了对基于 IP 的解决方案的要求。语音应用需要有 QoS 能力的分组技术。与 ATM 相比,帧中继对于 QoS 的支持就很有有限了。

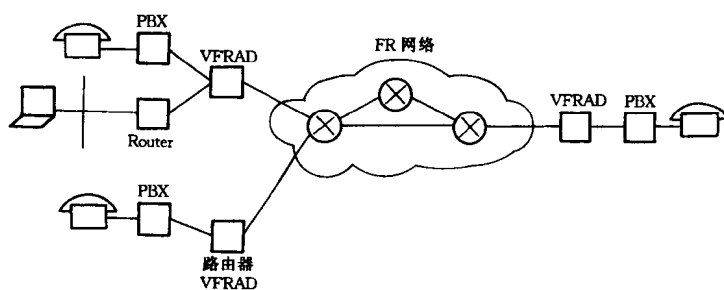
1.4 分组语音应用的发展方向

在未来的几年中,我们将看到的是无连接网络上的语音压缩传输方式同连接型网络上的传统语音数字化与传输方式间的拉锯战。

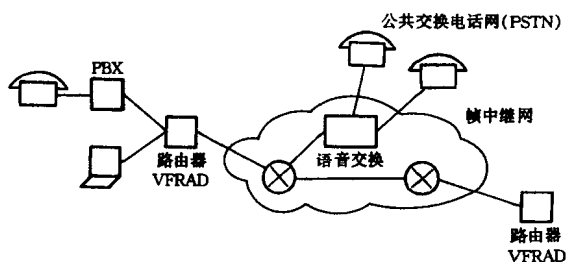
由于技术与业务发展的不确定性,很难预测本书中讨论的三种技术在未来的 2~5 年中谁会最终胜出。目前,因为每一种技术都有各自的优缺点,所以我们不得不对三种技术都进行跟踪。

殊途同归的一点是,PBX 的制造者们正在致力于将其产品改造为基于客户/服务器机制的设备。而基于 ATM 的交换技术,虽说目前的应用还主要是在数据传输领域,然而,它将逐渐完善,最终取代 PBX 传统的 TDM/PCM 结构。这一转变不会是一蹴而就的,Lucent 与 Nortel Networks 都宣称要推出基于 ATM 的 PBX 交换系统,但是与 PBX 有关的一些功能将有明显的变化。Lucent 已经明确指出,这一系统的地位将是一部能够接收、存储、交换、传输多媒体信号的企业通信服务器。而其他的一些 PBX 厂商也将采用相似的技术。这种蜕变的 PBX 将具有开放式的结构、将能够支持多媒体通信、将能够同时提供窄带与宽带信道,并且能够同时提供终端间的有线或者是无线互联。所有主要的 PBX 厂商都在为实现桌面的多媒体通信做准备。Lucent 与 NEC 已经宣称其设备将具有 ATM 接口选项,而 Mitel 与 Intercom 则宣称将使用 ATM/SONET 技术来连接各个远程交换模块。上述进展,特别是 PBX 新的分布式物理特征以及 PBX 将不再是异类而将成为 LAN 服务器等事实,将大大地影响到电信网的概念与设计方法。问题是:这些服务器应当基于 IP 还是基于 ATM 呢?

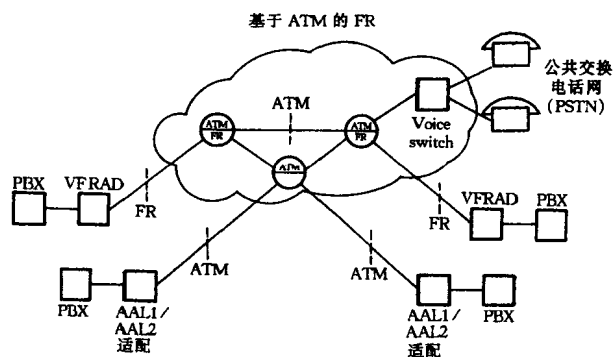
然而,上述改变只是更为广泛的计算机电话集成(CTI)过程的一部分。观察家认为,CTI 将迅速成为一种重要的推动技术。随着 CTI 的发展,电话功能将融入 PC。希望通过 CTI 将通信网的三个层次——设备支持、布线以及应用集成到一个组织之中的愿望是十分明显的。最近,Decisys 公司发布了它在新近命名为语音局域网(voiceLAN)领域中的一种融合策略。作为 CTI 的产物,voiceLAN 互联的市场在不久前获得了新一轮的成功。这正是因为多媒体技术最近已经上升为热门应用中的先锋。该公司经过研究,提出了这一演变过程如下所述的发展轨迹。



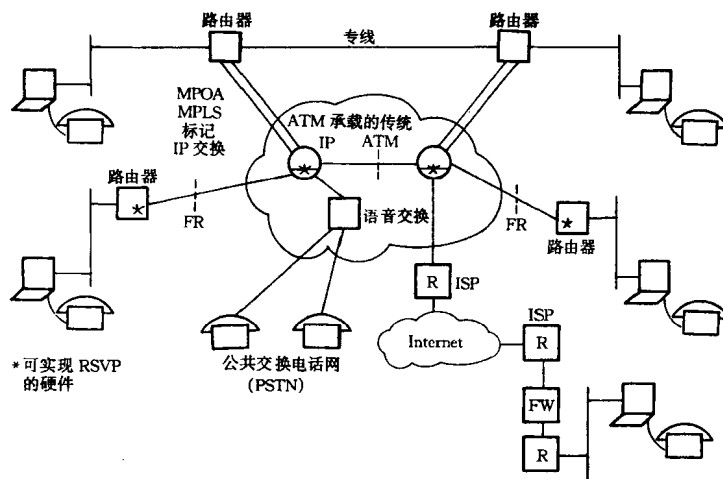
(a) 帧中继语音与PBX的互联之一



(b) 帧中继语音与PBX的互联之二



(c) 帧中继语音与PBX的互联之三



(d) 几种IP语音方案

图 1-1 数据网语音传输实例

表 1-1 分组语音的一些基本特性要求

特 性	描 述	对于 ATM 网络的要求	对于 IP 网络的要求	对于帧中继网络的要求
压缩	使用 Sub-PCM 压缩, 在保持高通话质量的同时, 可以大大地减少语音会话所需的带宽	最好有	必须有	必须有
静音抑制	可以在通话的间隙中将带宽移作它用	最好有	必须有	必须有
QoS	保证语音传输的优先级是非常重要的, 这一特性将确保时延、时延抖动以及丢失率维持在一个可以忍受的水平	必须有。ATM 本身已经发展了重要的 QoS 和业务量管理能力	必须有。目前还很少得到支持 (TOS 在路由器中通常也没有实现)。RSVP 将有望支持这一点。然而 RSVP 只是一个协议, 在进行资源预留之前网络必须能提供其所固有的资源	必须有。帧中继对于 QoS 并没有明确的支持。而最近的研究正试图解决这一限制
语音业务的信令	对于传统的 PBX 信令以及相关的信令的支持都是很重要的	在实际应用中必须有	在实际应用中必须有	在实际应用中必须有
回声控制	回声不仅是令人厌烦的, 有时甚至是毁灭性的。必须对其加以控制	在实际应用中必须有	在实际应用中必须有	在实际应用中必须有
语音交换	数据网设备通常能够支持 On-net 应用。然而 Off-net 应用也很重要。相邻的设备必须至少能够决定对于一个个呼叫是在数据网内部进行选路还是将其接至 PSTN	在实际应用中必须有进行 Off-net 选路的能力	在实际应用中必须有进行 Off-net 选路的能力	在实际应用中必须有进行 Off-net 选路的能力