



万水网络与数据库丛书

数字电话与网络集成

Digital Telephony and Network Integration

[美] Bernhard E. Keiser, Eugene Strange 著

鲍明忠 等译



中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn

万水网络与数据库丛书

数字电话与网络集成

[美] Bernhard E. Keiser 著
Eugene Strange

鲍明忠 谭真 戎爱英 译
鲍明忠 校

中国水利水电出版社

内容简介

本书是一本有关数字电话技术所涉及的各个技术领域的著作,它包含语音的数字化、编码、传输和实用系统的大量的技术问题。这些技术涉及当今最先进的通讯技术,对从事语音通讯和数字通信的技术人员来说,它是一本内容比较全面的好书。

本书共分十五章,分别介绍了语音的数字化、语音编码、数字传输、数字蜂窝系统、微波、光纤传输,以及数字程控交换系统和宽带数字通信网络。

本书几乎每一章后面都有习题和讨论专题,所以,它还特别适合作高年级大学生或研究生的教材。

COPYRIGHT ©1996 by Van Nostrand Reinhold, A Division of International Thomson Publishing 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 any information storage and retrieval system, without permission, in writing, from the Publisher.

图书在版编目(CIP)数据

数字电话与网络集成/(美)凯泽(Keiser, B. E.)等著;鲍明忠等译.-北京:中国水利水电出版社,1999.3

(万水网络与数据库丛书)

书名原文:Digital Telephony and Network Integration

ISBN 7-80124-220-3

I. 数… II. ①凯… ②鲍… III. ①数字通信:电话 ②数字传输系统 W. TN913.24

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 13767 号

书 名	数字电话与网络集成
作 者	Bernhard E. Keiser, Eugene Strange
译 者	鲍明忠 谭 真 戎爱英
出版、发行	中国水利水电出版社(北京市三里河路 6 号 100044) 网址:www.waterpub.com.cn E-mail:sale@waterpub.com.cn 电话:(010)63202266(总机)、68331835(发行部)
经 售	全国各地新华书店
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	北京医科大学印刷厂印刷
规 格	787×1092 毫米 16 开本 29.5 印张 671 千字
版 次	1999 年 3 月北京第一版 1999 年 3 月北京第一次印刷
印 数	0001—5000 册
定 价	45.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责调换

版权所有·翻版必究

前 言

什么是“数字电话”呢？对作者而言，术语数字电话表示从端-端提供一个完整的数字电信系统的技术。这隐含从一端仪器到另一端仪器，通过传输设备和交换中心，应用数字技术。仅仅由于近年半导体技术的蓬勃发展，允许微型化、高可靠性，而且价格低，数字化电话才成为可能。

本书涉及现在和将来。第一章的标题是“演化中的网络”。作为基础，第二章和第十一章从语音数字化和交换原理方面，为读者提供数字电话的当前状态。

本书是作者从 80 年代早期开始，在这一领域的咨询和教学经验的结晶。本书为工程专业的大学生和见习工程师提供当前和未来的以公用交换网络为基础的电信系统的工作知识。在一章结尾包括习题和讨论问题，它使本书可用作高年级的大学生和一年级的研究生的教材。

作者的许多客人和助手，以及数百的其他人为本书提供有用的信息和例子，作者对所有直接或间接作出贡献的人表示感谢。

第一章提供了该领域的一个概貌，它是两位作者的共同努力。第一章~第四章涉及语音数字化问题，第五章和第六章讨论电话网络中（一般用于传输）的数字电话的使用。第七章涉及新兴的、迅速增长的数字蜂窝无线电。第八章~第十章涉及三种主要用于数字传输的设备：微波无线电，通讯卫星系统和光纤。

第十一章涉及数字交换系统一般的结构考虑，第十二章描述一些数字交换系统的结构，这些交换系统目前正在北美网络中运营。北美网络的网络结构、传输和信令（包括市话、长话），以及数字网络同步都在第十三章中讨论，全数字网络继续演变。随着网络越来越数字化，以北美为基础的集成服务数字网的基本实现变得切实可行，这是第十三章的主题，与此同时，引入宽带网络。第十五章是新的一章，它涉及将数字电话扩展到“最后一公里”，局部环路到用户房屋。

由于本卷涉及的主题变化迅速的性质，作者希望读者为未来版提出意见、问题和建议。

作者感谢本书的审阅人员提供的有用的意见和建议。特别感谢 Johns Hopkins 大学的 Stuart Yuill 博士和他的学生，他们细致地审阅了本书的发行清样，提供了有用的意见和建议。感谢 TIA 的 Eric Schimmel 先生，休斯网络系统公司的 James Mullen 先生，QUALCOMM 公司的 Andrew Viterbi 博士和 Mark Epstein 博士，Interdigital 通讯公司的 Donald Schilling 博士，贝尔南方蜂窝电话公司的 Keith Radousky 先生和 Omnipoint 通讯公司的 Robert Dixon 先生。在第七章的编写过程中，在提供基本素材方面，他们提供了很大的帮助。同时也感谢 AT&T 贝尔实验室的 Jerry Klein，AT&T 网络系统的 Pat Maluchnik，北方电讯公司的 Wanda Baldwin 和 Kevin Molloy 和西门子 Stromberg-Carlson 的 Jayne Scott，他们提供了第十二章的产品信息。在有关美国 ISDN 的起步信息方面，国家标准和技术研究

所的 Kathleen Roberts 提供了最大的帮助,TA&T 贝尔实验室的 Mark Karol 博士提供了 ATM 交换信息,这两部分在第十四章中介绍。

BERNHARD E. KEISER

EUGENE STRANGE

弗吉尼亚维也纳

目 录

前言

第一章 变化中的网络	1
1.1 介绍	1
1.2 主要的历史里程碑	2
1.3 未来的美景	5
1.4 本书的组织	6
第二章 话音数字化基础	7
2.1 简介	7
2.2 话音编码方法	7
2.3 采样	9
2.4 量化	10
2.5 在带宽上的数字化效果	12
2.6 话音数字化的性能定义	13
2.7 话音编码的优势	14
第三章 波形编码	16
3.1 简介	16
3.2 基本的 PCM 编码	17
3.3 压缩和非一致量化	21
3.4 PCM 性能	24
3.5 特别的 PCM 技术	27
3.6 差分 PCM	31
3.7 Δ 编码	37
3.8 子带编码	45
3.9 自适应转换编码(ATC)	49
3.10 谐波定标	50
3.11 向量技术	50
3.12 有效波形编码技术的性能	52
第四章 参数编码和混合编码	60
4.1 简介	60
4.2 低位率话音原理	61
4.3 声码器	62
4.4 混合(波形-参数)技术	67

4.5 自适应预测编码(APC)	68
4.6 多脉冲 LPC	70
4.7 剩余激励线形预测声码器(RELP).....	70
4.8 代码—激励线形预测(CELP).....	71
4.9 向量—求和—激励线形预测(VSELP)	75
4.10 带有长期预测的规则脉冲激励	76
4.11 语音数字化比较	78
第五章 电话网络中的数字技术	80
5.1 简介	80
5.2 同步	80
5.3 时分多路复用	84
5.4 扰频器	92
5.5 信道编码器	93
5.6 回声消除器	98
5.7 数字语音插值	98
5.8 数字中继器	100
5.9 环路设备的数字化	102
5.10 监控与维护	107
5.11 语音识别	107
5.12 语音响应	110
第六章 数字传输.....	113
6.1 简介.....	113
6.2 数字调制技术	119
6.3 错误控制	138
6.4 多址联结	141
6.5 包传输	142
6.6 更新	146
第七章 数字蜂窝无线电.....	150
7.1 简介	150
7.2 无线电波的传播	151
7.3 蜂窝系统的运营	163
7.4 多址概念	167
7.5 数据传输	181
7.6 频谱效率	182
7.7 数字蜂窝系统特征总结	183
7.8 微蜂窝环境	185
7.9 无线本地环路	188

7.10 PCS 到 PSTN 的接口	190
第八章 微波传输	192
8.1 简介	192
8.2 微波的传播特征	192
8.3 微波系统工程	196
8.4 微波设备的特征	201
8.5 数字微波无线电系统	206
第九章 卫星传输	212
9.1 简介	212
9.2 卫星传输特征	212
9.3 卫星系统设计	215
9.4 卫星系统设备特征	223
9.5 主要的运转通信卫星系统	230
9.6 直接服务于用户的卫星系统	231
9.7 通信卫星系统的未来发展趋势	233
第十章 光纤传输	235
10.1 简介	235
10.2 光纤传输特征	236
10.3 光纤类型	238
10.4 光源	241
10.5 光探测器	246
10.6 中继器	247
10.7 光放大器	248
10.8 噪声源	249
10.9 传输系统和用户线	250
10.10 微分多路复用	253
10.11 光纤分布数据接口(FDDI)	254
10.12 同步光纤网络(SONET)	257
10.13 大气光学	261
10.14 未来光学电话网络	261
第十一章 数字交换结构	263
11.1 简介	263
11.2 终端接口技术	263
11.3 交换网络考虑	267
11.4 服务电路技术	273
11.5 控制结构	277
11.6 维护诊断和管理	280

第十二章 实际交换系统	285
12.1 简介	285
12.2 西门子 STROMBERG—CARLSON DCO	285
12.3 AT&T 5 ESS 交换机	293
12.4 AT&T 4 ESS 交换机	302
12.5 北方电信 DMS—100 交换机	309
第十三章 发展中的交换数字网	321
13.1 前言	321
13.2 LATA 区域内网络	321
13.3 北美网络	324
13.4 数字网同步	333
13.5 网络数字化实现进程	337
第十四章 集成服务数字网(ISDN)	338
14.1 ISDN 概念.....	338
14.2 用户回路技术	341
14.3 窄带 ISDN 网络拓扑结构	343
14.4 窄带 ISDN 信令协议	343
14.5 ISDN 网络实现进程.....	345
14.6 ISDN (BISDN)	350
14.7 智能网络功能	367
第十五章 闭合环路	372
15.1 北美的环路环境	372
15.2 宽带服务的环路要求	373
15.3 铜线环路上的宽带服务	373
15.4 光纤回路(FITL)	380
15.6 无线访问通信系统(WACS)	387
15.7 趋势和问题	389
附录 A 北美混合网技术	391
附录 B 呼叫中的通信量考虑	430

第一章 变化中的网络

1.1 介绍

说电话处于变化中是描述电话的历史。它一直处于变化之中,可预见将来它仍将继续如此。由于电视、电信,世界的大小不断缩小,电话标准的趋向一直朝向能在世界范围内应用,而不是让每一国家网络单独运行。当国家网络仍然通过网关互连,主要用于话费控制时,国际信令系统正不断地标准化,仅有很小的国家间差别。

本章包含在电话方面主要发展的某些广泛的背景,且以快照的形式囊括了网络,伴随着它们过渡到 21 世纪。因为作者是美国人,且对美国的网络有更加广泛的了解,所以集中讨论这个国家是自然的。由于美国和加拿大的网络透明地越过国际边界运营,所以我们根据北美的标准(即美国和加拿大),考虑电信发展,这些标准适用于两个国家。

固态技术利用了数字技术的可行性。特别是,大规模集成电路(VLSI),它具有可靠地实现很复杂的电路的能力,迎来了数字时代。

数字技术在技术上拥有什么优势呢?首先“数字”指的是什么?通过“数字”,我们意指仅允许一个有限数目的信号状态,或电平。二电平系统被称作二维系统;三电平系统被称作三维系统;四电平系统被称作四维系统;M 级电平系统被称作 M 维系统。

使用有限数目的电平,信号易于监测,因为监测器不需要再生原信号的一个真正拷贝。监测只需要决定被接收的信号是在一个内构阈值的一边或另一边。监测的简单性带来数字通信的许多优点。一个主要优点是波形的再生。如果被接收电平在采样瞬间位于监测的正确的一边,则波形再生允许一个噪音畸变的信号可在一个数字监测器被重构。

有一个有限数目的电平的另一个优势是,用数字传输比用模拟传输能更有意义地降低被接收的载波/噪音比。此外,数字传输不需要 Modem(调制/解调器),因为一个 Modem 的目的就是在模拟网络上传输,将数字信号转换成模拟信号。在此,我们只需保证,数字信号是合适的、用于发送的数字格式。

数字传输使时分多路复用(TDM)很容易地实现,因为位或位组仅需要被合适地插入,以完成 TDM。TDM 比频分多路复用(FDM)节省更大的频谱,因为一个 FDM 系统的每一个信道都存在其频带边缘的群时延畸变。即使使用群时延纠正电路,在频带边缘的频率在一个 FDM 系统中常常是不可用的。在 FDM 系统中,比在 TDM 系统有多得多的频带边缘!

从系统实现的造价来看,单信道模拟系统可象单信道的数字系统一样经济地实现,而且可能更便宜,因为不需要模/数转换。多信道信号处理和传输是电话的发展方向,数字系统比模拟系统经济可能在一个多信道的基础上显示出来。

最后,必须提出节省频谱问题。多年来,人们感觉数字传输比模拟传输利用频谱的效力

更低。这种情况已经改变。由于高级数字调制技术的出现和普遍的实现,话音编码的使用,其速率仅为共用交换网络中常使用的速率的一半,所以数字系统被证明,它们比模拟系统更有效地利用频谱。事实上,为在有限的频谱分配中获得更多的信道,蜂窝共用载波将使用数字传输。

数字化话音的一个特别的优点是它可很容易地被加密。因此,在无线电话使用中,为增加有关隐私的公众关心提供了解决办法。

1.2 主要的历史里程碑

我们已经给出五个基本技术发展,它对电话历史有主要的影响。第一个是,发现金属导体上直流电流可由人的语音调制。第二是,发明真空管。第三是,半导体技术的发展,开始于晶体管的发明,包括固体交叉点,结束于固态器件的大规模/超大规模集成电路(LSI/VLSI)。第四是,光传输技术的发展,在玻璃纤维上提供差不多无限的带宽。第五是,无线传输技术和信号处理技术的结合,减轻了无线局域环路环境中多径问题的严重性。这些技术发现的每一种已经使电话在这些发展的限制内被实现,我们相信“光纤时代”和扩展的“无线”使用将很好地将电话带入 21 世纪。

1.2.1 直流调制

1876 年 3 月 10 日,阿历克斯·格拉哈姆·贝尔,在做其发明工作时,将电池酸液溅到衣服上,大叫,“华生先生,过来,我需要你!”华生先生冲了进来,大叫,“贝尔先生,我清晰地听到了你说的每一个字”。振动膜的振动转换成电能,电能可调制一个电池驱动的金属电路,而且在远端再被转换成声波,这种转换标志着电话的开始。

电话的实际应用受到必须有一对用户、由一对铜线连接的限制。通过在一个插口区端接线对,交换板操作员可插入端接插塞线,将一个用户与另一用户相连,来克服这种限制。在电话机上的一个磁石发电机的手摇臂的转动激活交换板上的一个金属落锤提醒接线员。不久开发出共用电池交换板,从叉簧上提起一个电话接收机,交换板上点亮一个灯提醒接线员。

1889 年,阿尔蒙·B·斯创吉申请了第一个可工作的二运动步进交换的专利,它由电话上的按钮控制。在建立一个连接后,主叫通过转动一个磁石发电机的手摇臂,振铃被叫电话。第一个商业化的版本安装于 1892 年。改进很快进行,转盘拨号发明于 1905 年,引导出一个改进的双极步进交换,存在世界的许多地方,而今天仍在使用。它们通过拨出被叫电话号码的数字,用户直接控制连接的建立。其结果是,共用控制系统得到发展,使用面板和纵横制交换。被拨出的数字被存储在发送器中,由继电器组成,然后用来激活交换。共用控制系统使机电交换系统发展到大约 20 000 线(见附录 A)。

传输介质开始是明线对,随后是配对电缆。在固定在电线杆上的明线对上传输,通过在某些范围内变换电线位置补偿导线间的电容,因此减小串音,或在某些范围内使用负载线圈以增加传输范围,传输可得到加强。话音作为一个模拟信号,在一单信道的基础上被传输。大约在 1900 年之前,由电话发送器产生的弱电流能够传送到明线上超过 1 600km 处的接收

器,或地下电缆的大约 160km 处的接收器。线路中继器可加长这些距离,但传输范围已接近这些介质的实际限制。

1.2.2 真空管技术

电话实际应用的限制因素是距离。1906 年多电极真空管的发明是突破,它是发送效率上的一次可能的量的飞跃。1913 年真空管线路放大器的发明使话音可在更长的距离上传播。到 1915 年,在商业上已经实现了海岸-海岸的传输。横跨大西洋的无线电话 1927 年开始服务,它使用抑制载波单边带技术。30 年代的多路复用系统允许多至 12 路会话在两对电缆线上传送,使用频分多路复用(FDM)。原理上,FDM 涉及为每一个电话语音信道使一个唯一的频谱部分。1941 年引进 L1 同轴电缆系统,最初在一对同轴管中提供 480 路双向电话线路,同轴电缆允许电话信号的宽带传输,增加了传输系统的容量和质量。后来的发展使超过 32 000 个电话信道可在一个具有 20 个同轴芯的同轴电缆上传输。每一系统的信道数受用于每一信道的频谱数量和分配给系统的频谱总量所限制。

1940 多空真空管的发明和第二次世界大战中雷达的使用导致 1947 年用于电话的第一个商用微波系统(见第八章)的诞生。它在每一个方向提供两个宽带无线信道,每个能处理一个电视信号或 480 个电话线路。从那以后,该容量已经增加了许多倍。

50 年代,横穿大西洋,安装了第一个深海电话电缆系统,它使用二个电缆提供 36 个电话会话的容量,每个传输方向一根电缆。通过使用时间指派语音插值的方法,增加其容量,它是利用了会话中的暂停(当一方正在听说话或停止说话一会儿)。其结果电缆增加容量许多倍。

1.2.3 半导体技术

1948 年晶体管的发明使数字电话成为可行,从而引起电话的变革。1962 年,引入 T-载波,它使用时分多路复用(见第五章)。T-载波,因为经济和传输质量的原因,被首先安装在短程、大容量的干线。固态技术的进步允许 T-载波被多路复用到更高级,且被安装在长距离路径上(见第六章)。脉冲编码调制(PCM)(见第三章)编码模拟信号的离散采样,并用于传送,免除了一般伴随模拟信号传送的噪音。派生的、自适应 PCM(ADPCM)使被编码的模拟信号以 PCM 码率的一半速度被传送。

其他方法的编码比 PCM 更有效,并被用于特殊的应用(见第四章)和移动电话中(见第七章)。用户在移动时,需要寻找服务,这导致了移动电话的要求。由于无线电频谱受到可用性限制,节约频谱的话音编码技术是很重要的。参数话音编码在频谱使用方面是很有效的,而且提供很好的话音可辨度,但在讲话人的识别方面很差。其结果是以参数技术与波形技术为基础开发混合话音编码。此外,通过将地理区域分成蜂窝,让用户同时共享它们的信道,在移动电话中取得更进一步的频谱效果。分时是通过时分多址(TDMA)实现的,信道共享是通过码分多址(CDMA)实现的。

没有 VLSI 技术使器件充分地微型化,蜂窝无线电是不可能的。虽然最初蜂窝实现使用模拟信号,但数字蜂窝正在代替模拟蜂窝,成为流行技术(见第七章和附录 C)。最初部署于

60年代的卫星通讯通过LSI/VLSI技术得到加强,成为一种可靠的用于世界范围内数字通讯媒介(见第九章)。

在模拟交换方面,晶体管首先用于电子共用控制系统中的交换系统。在AT&T的NO.1 ESS中,电子共用控制支持封闭笛簧交换网络,随后,它代替NO.4纵横系统中的机电共用控制。数字信号时分交换随晶体的出现开始,且由于VLSI技术的发展而得到大大的增强。数字交换系统于70年代进入网络(见十一章、十二章),而且第一次完全采用了从中心局到中心局的数字电话连接。局部环路仍然是铜质导体,但现在正在转变为数字技术(见5.9节和第十五章)。公共信道信令比随路信令有明显的优势,而且已经提供了许多新服务(见附录A、第十三章)。

国际标准化组织内的标准化产生了窄带内的语音和数字服务的综合、线路交换、集成服务数字网(ISDN)。随着用户要求的增加,纯数字网的数量激增。私用网络和公用网络都采用了数据包交换,主要使用CCITT X.25标准。10Mb/s的局域网得到广泛的应用,有些与100Mb/s广域网(WAN)互连,以前称作城域网(MAN)。视频压缩技术已经使在更狭窄的频带内,传输视频会议成为可能(见第十四章)。

1.2.4 光纤传输技术

第四个发展是当前光纤传输形式的进展。通过实现光纤线路技术,光纤不断地伸展到越来越广的世界范围,80年代对容量不断提出更高的要求。光纤传输系统允许极高的位率在长距离内传输(见第十章)。快速包交换技术的进展(见6.5节、14.6.5节)允许话音、数据和视频信号由相同的设备交换,产生了宽带ISDN(BISDN)。同步光纤网络(SONET)与异步传输模式(ATM)交换一起被实现(见第十章、第十四章)。

1.2.5 无线技术

在最早电话的时代,人类就了解了无线电波的传播。早在20世纪的第一个十年,无线电传播就以一种粗糙的形式(火花式发射)用于海上船只间的电报通信。真空管的应用导致无线电话的诞生,不久建立了跨洋线路。20年代出现了用于诸如警察、防火这类公共服务应用的无线电设备。那时的技术仅允许笨大的设备,它们不得不安装在车上。

第二次世界大战看到了“边走边说”领域。在这之前,真空管体积和功耗都减小到手持设备是可能实现的程度,但它们的真正尺寸和重量还留下了许多希望。战争之后,60年代通过无线电公用载波实现了公众移动电话,它们中的一些与区域的有线载波相结合,一些是独立的。这些系统利用了“无静电干扰”调频(FM),VHF和UHF频率范围内的硬件发展。早期的许多系统仅提供半双工传输(一次仅一个方向),但一些限制在70年代得到克服。服务提供者企图在主要的市区中心将他们的天线放在尽可能高的地方,以最大其覆盖范围。移动用户使用高达100瓦的发射功率。有限数量的可用无线电信道意味着,仅仅是那些有特殊紧急需求的人,如医生、警察、防火、救灾人员,可以使用这种服务,服务申请的等待时间常常是按月计算。

80年代,使用市区内频率复用技术,蜂窝概念的实现最终带来了无线电话的广泛应用。

1.3 未来的美景

在本书的第一版中,图 1-1 表示 ISDN 的一种可能的存取安排。借助光纤以 SONET 格式使用 ATM,多种服务开始存取局域交换系统,局域公共网络配置正在接近图 1-1 的形式。用户的要求正在增加。随着 BISDN 标准开发的进展,BISDN 将开始代替现存的宽带数据服务,作为一个重叠的网络。大约再过 20 年,随着较老的设备结束其经济生命期,大多数电信将在 BISDN 上进行。无线电技术随着蜂窝和个人通信系统(PCS)的增长,正迅速地集成进该网络。这些系统可能在家中、汽车里、工作场所或其他什么地方,被用作无绳电话。另外,它们也允许个人在他们讲话时,能看到另一个正在实时移动的人,使用在世界的任何地方都可工作的便携式设备。用户辅助登记已在语音单元上投入使用,该计划正准备进一步实现。在用户手机中实现的自动登记能力,使用户可从许多地区打电话和接电话。在人烟稀少的地方的用户可以通过卫星通信,电话号码除了分配给一个特定位置的电话线,同时还分配给一个单独的人。标准化部门正在开发全球个人通信网(PCN)的标准。通过中、低地球轨道的一组卫星提供全球 PCS 的计划正在被实现。电话被认为是可由人带到任何地方的一种设备,而不是作为一个固定位置使用的设备的日子不久就会到来。

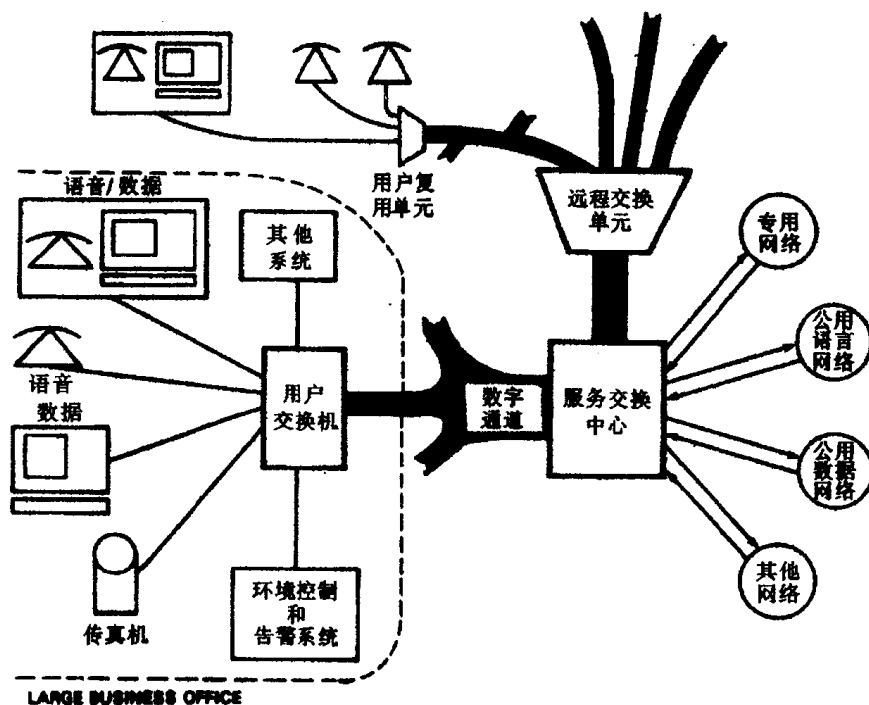


图 1-1

1.4 本书的组织

自从 T 载波的开发、并于 1962 年进入北美网络以来,数字技术已经逐渐地进入其他的模拟网络。人们无法确定从什么时候开始网络从主要模拟形式变成主要数字形式。模拟—混合—全数字的过程还未完成。相当数量的模拟技术仍在网络中使用,特别是在用户环路中。在该第二版的组织中,作者增加了三个附录,它们涉及模拟技术。附录 A 是北美模拟网随着其演变成混合模拟、数字网的一个深入描述。虽然该描述大多数是与模拟技术有关,但也适用于混合模拟/数字网,而且有一些也适用于全数字网。附录 B 是适用于线路交换网络的业务考虑与网络管理的一个简单的讨论。附录 C 包括模拟蜂窝电话。所有三个附录都有某种程度上适用于网络电话,它目前用于北美。这些内容不在正文中讨论。因此,有很少或根本没有该网络的背景知识的读者(该网络在过去的四分之一世界一直在演变),可能在开始学习有关纯数字电话的章节之前,希望自己熟悉这些附录中的内容。

本书的章节顺序,在一定程度上,是基于电话网中一个信号的逻辑进展。对电话发送器讲的话首先被数字化(编码)。相应地,本书从语音编码开始(第二章到第四章)。第二章提供语音编码的一个概貌;第三章描述波形编码,就象公用和非公用有线网络中使用的一样;第四章处理参数编码,它在移动电话方面是有意义的。

因为这是一本有关电话的书、所以重点是话音,但由于本书是关于数字电话的,处理数据和图形(视频)的网络能力也是重要的。第五章讨论许多主题涉及在网络中使用数字技术。

在话音被数字化、相关控制功能被描述之后,随后的内容涉及传输话音和其他信息到另一个地点。相应地,第六章到第十章讨论各种传输技术。在第六章中,通过调制,将信号用于发送。其他一般的传输主题,比如错误控制、多径和数据包传输也包括在第六章中。这很自然地涉及第七章中的无线链路讨论,无线链路主要用于无线用户手机的局部传输。涉及模拟蜂窝的技术在附录 C 中讨论。紧随其后的三章讨论微波、卫星通信和光纤传输的长篇主题。

当然,电话系统的核心是交换功能。其极其重要的功能是第十一章和第十二章的主题。第十一章从线路和中继端、交换网、服务线路、控制、维护诊断费用、数据库管理、业务管理和网络管理的观点,讨论数字交换系统的结构。第十二章讨论目前正在北美运营的 4 个数字交换系统的结构。

第十三、十四章将前面讨论的内容组合在一起,讨论连网,正象它在北美的应用一样。第十三章逐步介绍数字交换和传输设备,附录 A 中讨论的模拟网络中使用这些设备。第十四章讨论有待成熟的集成服务数字网(ISDN),以及它向 BISDN 的演变。最后,第十五章讨论通过将数字技术用于局部环路,将宽带服务引入家庭的各种各样的方法。

第二章 话音数字化基础

2.1 简介

在数字电话中,话音以数字形式被处理。相应地,必须将来自电话发送器的话音从模拟波形转换成一系列的1和0。已经设计了一大批话音数字化方法。这些方法分为波形编码、参数编码和混合编码。波形编码器取真正的波形,产生一系列根据一组规则代表那种波形的0和1。参数编码器,有时称为源编码器,意欲监测话音的某些特征,比如音调和幅度。根据一组描述被监测话音特征,而非波形的规则,产生一系列1和0。混合编码器是在话音数字化中同时使用波形原理和参数原理。

话音波形是一个时间连续函数,但它或它的参数被转换成一系列数字,它们以一个固定的速率出现。相应地,话音必须被周期地采样。因此,采样是话音数字化中的一个重要步骤。

每个采样根据使用的编码类型传送一个量或一组参数。必须将该量表达成一系列数字。该量可以是一个波形幅度或一个话音参量值(在某一采样瞬时或某采样周期)。在一给定时间内,将波形的量或参数转换成一系列数字的过程被称作量化。本章描述的话音数字化过程可能导致要求大于最初模拟话音带宽的带宽。这种增加的原因在本章中描述。

波形、参数和混合数字方法的相对性能在本章尾部进行总结,附带从总体性能和系统造价和可靠性的观点评价话音数字化的优点。

2.2 话音编码方法

波形和参数编码是编码一个音源的两个基本方法。在电话中,我们经常认为该音源产生一个语音波形,但它也可产生诸如拨号音、地址信令脉冲或音调,或振铃和忙音之类的各种信令和监督音。

波形编码将波形本身转变成一系列的数字。用于获得这种转换的规则可应用于波形自身,或该波形的不同变形。该不同变形由当前值减去基于最近的前采样值形成,如图2-1所示。正如从图中所见到的一样,一般情况下,差分波形比原波形有更小的幅度值。这是因为原波形是限带的,因此,在很短的时间范围内,值不会发生迅速的变化。从差分形式恢复原波形使用积分方法。第三章详细描述波形编码。

在传输期间,相应它们的数字值适应不同的波形特征,编码参数可能会发生变化。这种可变技术被称作自适应编码。自适应编码在处理可能变化的话音波形,如从男声到女声,或处理音量和音调迅速变化的波形中,是很有用的。

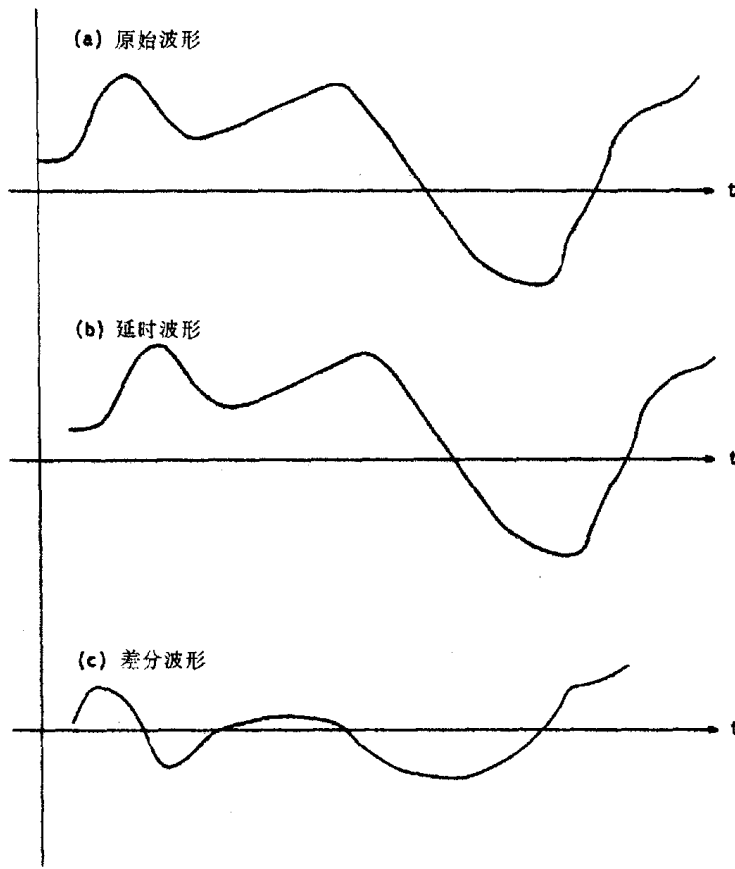


图 2-1 一个波形的微分形式的格式 a. 原波形; b. 被延时波形; c. 微分波形

参数编码器根本不打算处理话音或信号波形,而是它们提取波形的某些特征。参数编码器被设计以寻找话音特征,且再生发声就象原话音一样的波形,但可能不同于原声,特别是就相对相位值而言。因为人的耳朵对相位相当不敏感,参数编码器不打算准确地再生相位。作为一个结果,任何相位调制的数字信号都不能被合适地再生。通常,波形由具有音调、幅度和其他频谱特征的话音构成。这些特征由一组参数表达。其他方法涉及取一个波形的富立叶变换或其他变换,然后传输该变换的参数。第四章详细讨论参数编码。

预测概念常在源编码中出现。许多话音编码器预测下一个输入的数字值,且将该预测值与真正的下一个值相结合,产生一个被量化的微分。该预测是最近的前驱值的加权和,在接收器,这些差值被累加,获得信号总的值。

今天电话技术中最普遍使用的话音编码技术是一种波形编码方案,其名称是脉冲编码调制(PCM);在第三章中详细叙述。对 PCM 的编码目前在中心局。在远程单元或在私用网络中完成。现在的 PCM 编码器以很低的代价,在一个单芯片中实现,因此允许它们放在电话手机里。为了接受和广泛应用这些技术,需要数字用户线,就象 5.7 节和第十四章描述的一样。