

程控数字交换机

硬件软件及应用

乐正友 杨为理 编著

清华大学出版社

程 控 数 字 交 换 机

硬 件 软 件 及 应 用

乐正友 杨为理

清华大学出版社

内 容 简 介

程控数字交换机是通信技术、计算机技术与大规模集成电路有机结合的产物,针对这一特点,本书以当前先进的综合业务程控数字交换机为范例,全面、系统而又具体地介绍了程控数字交换机的基本原理、硬件结构、软件系统、维护管理及其在各种网络中的应用。对综合业务数字网以及宽带交换技术的基本内容也作了介绍。

本书既有实用参考价值,又反映了当前信息交换领域中的最新技术。

本书可供从事程控交换机设计、生产、维护及应用人员学习使用,也可作为大专院校有关专业师生的参考读物。

(京)新登字 158 号

程控数字交换机硬件软件及应用

乐正友 杨为理

☆

清华大学出版社出版

北京 清华园

清华大学印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行

☆

开本: 787×1092 1/16 印张: 18 字数: 445 千字

1991 年 10 月第 1 版 1991 年 10 月第 1 次印刷

印数: 00001—10000

ISBN 7-302-00882-5/TN·27

定价: 8.20 元

前 言

近十余年来,通信技术与计算机技术在多层次上的相互渗透结合,标志着当今信息社会又跨入了一个新的发展阶段。在电信交换领域,信息数字化、业务综合化、系统集成化、网络智能化,以及由此而形成的以程控数字交换机为主体结构的综合业务数字网(ISDN),是这一阶段的一个主要目标。

当前,我国程控数字交换机越来越普及,综合业务数字网正在逐步规划实现,宽带交换技术也已着手研究。为适应并促进信息交换领域的这一重大变革,学习和掌握程控数字交换技术已成为有关工程技术人员迫切需要。

程控数字交换机是通信技术、计算机技术与大规模集成电路有机结合的产物。本书在内容编排与具体论述中充分考虑了这一特点,并以此出发,选择目前先进的综合业务程控数字交换机为范例,全面、系统而又具体地介绍了程控数字交换机的硬件、软件及应用。力求使本书既有实用参考价值,又能反映当前交换领域中的最新技术。希望本书能帮助读者在了解一般原理的基础上,较快掌握程控数字交换机的实际知识,并从这方面的新技术及其发展动向中有所借鉴。本书可供程控数字交换机的设计、生产、维护、应用及其它有关人员使用,也可作为大专院校相关专业师生的参考读物。

全书共分七章。第一章概述程控数字交换机的基本特点。第二章重点介绍数字交换原理。第三章以较多的篇幅介绍硬件结构,侧重于外围接口技术及控制原理,具体分析了常用的外围接口电路实例及容错控制原理,对有关的专用大规模集成电路也作了简要介绍。考虑到数字终端技术与非话业务是综合业务数字网的主要研究内容之一,第四章对此作了分析。第五章详细介绍程控交换机的软件系统,重点说明各部分软件的功能、原理及其组成。为使读者了解当前和未来信息网络对程控数字交换机的技术要求,第六章讨论了程控数字交换机的组网方式,同时还介绍了局域网、分组交换网以及宽带交换技术的基本内容。最后一章具体说明程控数字交换机的安装工程设计与维护,并对常用的 OM 指令作了简介。

本书第一、二、四章由杨为理编写,第三、五、六、七章由乐正友编写,黄涛参加了第七章的编写。

本书所用范例选自中国振华电子工业公司、苏州有线电厂、常德有线电厂引进生产的 SOPHO S 综合数字交换系统。本书在编写出版过程中得到了以上三个单位与清华大学出版社的大力支持与帮助,使本书以较快的速度与广大读者见面,在此一并致谢。

限于作者的水平与能力,书中难免有错误与不足之处,敬请读者指正。

作 者

1990 年 12 月于清华

目 录

第一章 概 论	1
§ 1.1 电话交换机的发展过程与分类	1
§ 1.2 程控交换机的特点与技术动向	3
第二章 程控数字交换的基本原理	5
§ 2.1 话音信号数字化技术	5
§ 2.2 时分多路复用技术	9
§ 2.3 程控交换机的基本构成.....	15
2.3.1 交换网络.....	15
2.3.2 用户电路.....	16
2.3.3 出入中继器.....	17
2.3.4 控制设备.....	17
§ 2.4 程控交换机专用集成电路.....	18
§ 2.5 交换网络.....	20
2.5.1 空分接续网络.....	21
2.5.2 时分接续网络.....	22
2.5.3 时分空分组合接续网络.....	23
§ 2.6 信令系统.....	26
2.6.1 用户线信令.....	27
2.6.2 局间信令.....	28
第三章 程控数字交换机的硬件结构	41
§ 3.1 系统概述.....	41
3.1.1 数字交换系统的基本功能.....	41
3.1.2 数字交换机的总体结构.....	45
3.1.3 数字交换机的服务功能.....	49
3.1.4 SOPHO S 系列程控数字交换机	55
§ 3.2 外围模块.....	59
3.2.1 外围模块概述.....	59
3.2.2 外围接口电路.....	60
3.2.3 外围交换及控制.....	85
3.2.4 外围处理单元.....	89
3.2.5 呼叫建立的控制过程.....	93
§ 3.3 交换模块.....	95
3.3.1 概述.....	95
3.3.2 交换及控制单元.....	96

3.3.3 通信信道	101
§ 3.4 中央模块	102
3.4.1 概述	102
3.4.2 容错原理	103
3.4.3 SOPHO S2500 的中央模块	115
第四章 非话音业务与用户终端设备	121
§ 4.1 常用的非话音业务及其基本要求	121
4.1.1 电话与数字电话	121
4.1.2 用户电报、智能用户电报与数据业务	121
4.1.3 图文传真	122
4.1.4 可视数据与图文传视	123
4.1.5 电子邮件	124
§ 4.2 ISDN 用户-网络接口	125
§ 4.3 数据信号的基带传输	128
§ 4.4 数据信号的调制传输	132
§ 4.5 ISDN 终端与终端适配器	137
4.5.1 线路适配器	137
4.5.2 数字话机	141
§ 4.6 几种常用数据通信接口标准	142
4.6.1 V.24 建议	142
4.6.2 X.21 建议	147
4.6.3 X.25 建议	148
第五章 交换机软件	152
§ 5.1 引言	152
5.1.1 软件的基本特点	152
5.1.2 软件的一般结构	153
5.1.3 程序设计语言及其基本技术	155
§ 5.2 数据结构	158
5.2.1 数据类型	158
5.2.2 数据结构及数据库	160
5.2.3 数据结构实例	165
§ 5.3 操作系统	166
5.3.1 进程管理和调度	167
5.3.2 信号处理	169
5.3.3 存储管理	170
5.3.4 文件管理	174
5.3.5 资源管理	179
§ 5.4 呼叫处理程序	182
5.4.1 呼叫处理的基本原理	182

5.4.2 呼叫处理程序结构	188
§ 5.5 工程设计与运行维护程序	194
5.5.1 概述	194
5.5.2 OM 基本系统	195
5.5.3 命令模块	198
第六章 程控用户交换机的组网	200
§ 6.1 引言	200
§ 6.2 用户专用电话网	201
6.2.1 数字交换机和机电式交换机之间的连接	201
6.2.2 数字交换机和数字交换机之间的连接	204
§ 6.3 公用电话网	204
6.3.1 半自动接入方式	204
6.3.2 全自动接入方式	206
6.3.3 混合接入方式	209
6.3.4 公用电话网中的数据通信	209
§ 6.4 分组交换网	212
6.4.1 分组交换的基本概念	212
6.4.2 开放式系统互连模型	214
6.4.3 数字交换机和分组交换网的连接	217
§ 6.5 局域网	218
6.5.1 局域网的拓扑结构	219
6.5.2 传输介质	220
6.5.3 介质访问方式	220
6.5.4 办公自动化	223
§ 6.6 宽带综合业务数字网	224
6.6.1 概述	224
6.6.2 B-ISDN 的交换技术	226
6.6.3 异步转移方式	227
第七章 程控交换机的工程设计与维护	234
§ 7.1 工程设计	234
7.1.1 系统设计	234
7.1.2 机房设计	240
7.1.3 电源设备	241
7.1.4 设计示例	243
§ 7.2 程控交换机的管理维护	248
7.2.1 程控交换机的管理	249
7.2.2 程控交换机的维护	250
§ 7.3 常用 OM 指令简介	252
参考书目	279

第一章 概 论

§ 1.1 电话交换机的发展过程与分类

自 1876 年美国贝尔发明电话以来,随着社会需求的日益增长和科技水平的不断提高,电话交换技术处于迅速的变革与发展之中。其历程大致可以分成三个阶段:人工交换、机电交换与电子交换。早在 1878 年就出现了人工交换机,它是借助话务员进行电话接续,显然其效率是很低的。15 年后步进制(step-by-step)交换机问世,它标志着交换技术从人工时代迈入机电自动交换时代。这种机电式交换机属于“直接控制”方式,即用户可以通过话机拨号脉冲直接控制步进接线器作升降与旋转动作,从而自动地完成用户间的接续。这种交换机虽然实现了自动接续,但存在着速度慢、效率低、杂音大与机械磨损严重等缺点。直到 1938 年发明了纵横制(cross bar)交换机才部分地解决了上述问题,相对于步进制交换机,它有两方面重要改进:(1)利用由继电器控制的压接触接线阵列代替大幅度动作的步进接线器,从而减小了磨损与杂音,提高了可靠性和接续速度;(2)由直接控制过渡到间接控制方式,这样,用户的拨号脉冲不再直接控制接线器动作,而先由记发器接收、存储,然后通过标志器驱动接线器,以完成用户间接续。这种间接控制方式将控制部分与话路部分分开,提高了灵活性与控制效率,加快了速度。由于纵横制交换机具有一系列优点,因而它在电话交换发展史上占有重要的地位,得到了广泛的应用,直到现在,世界上相当多国家和我国多数地区的公用电话通信网仍主要使用纵横制交换机。

随着半导体器件和计算机技术的诞生与迅速发展,猛烈地冲击着传统的机电式电话交换结构,使之走向电子化。美国贝尔系统经过艰苦努力于 1965 年生产了世界上第一台商用存储程序控制的电子交换机(No. 1 ESS),这一成果标志着电话交换从机电时代跃入电子时代,使交换技术发生划时代的变革。由于电子交换机具有体积小、速度快、便于提供有效而可靠的服务等优点,引起世界各国极大的兴趣。在发展过程中相继研制出各种类型的电子交换机。就控制方式而论,主要分两大类:

(1) 布线逻辑控制(WLC, Wired Logic Control) 它是通过布线方法实现交换机的逻辑控制功能。通常这种交换机仍使用机电接线器而将控制部分更新成电子器件,因此称它为布控半电子式交换机。这种交换机相对于机电交换机来说虽然在器件与技术上向电子化迈进了一大步,但它基本上继承与保留了纵横制交换机布控方式的弊端,体积大、业务与维护功能低,缺乏灵活性。因此它只是机电式向电子式演变历程中的过渡性产物。

(2) 存储程序控制(SPC, Stored Program Control) 它是将用户的信息和交换机的控制、维护管理功能预先编成程序,存储到计算机的存储器内。当交换机工作时,控制部分自动监测用户的状态变化和所拨号码,并根据要求执行程序,从而完成各种交换功能。通常这种交换机属于全电子类型,采用程序控制方式,因而称为存储程序控制交换机,或简称为程控交换机。

程控交换机按用途可分为市话、长话和用户交换机;按接续方式可分为空分与时分交换

机。由于程控空分交换机的接续网络(或交换网络)采用空分接线器(或交叉点开关阵列),且在话路部分中一般传送与交换的是模拟话音信号,因而习惯称为程控模拟交换机。这种交换机不需进行话音的模数转换(编解码),用户电路简单,因而成本低,目前主要用作小容量模拟用户交换机。

程控时分交换机一般在话路部分中传送与交换的是数字话音信号,因而又称为程控数字交换机。随着数字通信与脉冲编码调制(PCM)技术的迅速发展和广泛应用,世界各先进国家自 60 年代开始以极大的热情竞相研制程控数字交换机,经过艰苦努力,法国首先于 1970 年在拉尼翁(Lanion)成功地开通了世界上第一个程控数字交换系统 E10,它标志着交换技术从传统的模拟交换进入数字交换时代。由于程控数字交换技术的先进性和设备的经济性,使电话交换跨上一个新的台阶,而且对开通非话业务、实现综合业务数字交换奠定了基础,因而成为当今交换技术发展的主要方向。随着微处理机技术和专用集成电路的飞跃发展,程控数字交换的优越性愈加明显地展现出来。目前所生产的中、大容量程控交换机全部为数字式的。

近十来年,世界各国研制与生产出众多各具特色的程控数字交换机,比较有代表性的有:

No. 5 ESS	(美国 AT&T 公司)
DBX-1200,5000	(美国 STROMBERG-CARLSON 公司)
SCX-1200,5000	(美国 TELEX 公司)
MSX	(美国 TAI 公司)
HARRIS-20-20	(美国 HARRIS 公司)
D60,70	(日本 NTT 公司)
NEAX-61	(日本 NEC 公司)
NEAX2400	(日本 NEC 公司)
FETEX-150	(日本富士通公司)
HDX-10	(日本日立公司)
E10B,S	(法国 CIT-ALCATEL 公司)
MT-35	(法国 THOMSON 公司)
ITT-1240	(比利时 ITT-BTM 公司)
S-1240	(中国、比利时 上海贝尔电话设备公司)
AXE-10	(瑞典 ERICSSON 公司)
MD-110	(瑞典 ERICSSON 公司)
SX-2000	(加拿大 MITEL 公司)
DMS-100,200,300	(加拿大 NORTHERN TELECOM 公司)
MSL-1	(加拿大 NORTHERN TELECOM 公司)
EWSD-601	(德国 SIEMENS 公司)
HICOM	(德国 SIEMENS 公司)
ISDX	(英国 GPT 公司)
SOPHO S	(荷兰 PHILIPS 公司)

我国自 80 年代初以来,开始研制各种中、小容量程控交换机,但基本上处于初期阶段。此期间从国外引进了大量程控交换机,在此基础上经过优选和定点,陆续建立了多条生产线。就程控数字用户交换机(PABX, Private Automatic Branch Exchange)而言,典型优选机型

和生产厂家如表 1.1 所列。为便于说明问题,本书将结合 SOPHO S 系列产品介绍程控数字交换机的基本构成与原理。

表 1.1 我国引进部分程控交换机一览表

型 号	SOPHO S	MSL-1	MD-110	ISDX	HICOM300	HARRIS-20-20	MSX
国外生 产厂家	荷兰 飞利浦 (PHILIPS) 公司	加拿大 北方电讯 (NORTHERN TELECOM)公司	瑞典 爱立信 (ERICSSON) 公司	英国 通用裴利 斯电讯 (GPT)公司	德国 西门子 (SIEMENS) 公司	美国 哈里斯 (HARRIS) 公司	美国 国际技术联合 (TAI) 公司
国内生 产厂家	中国振华电子工业 公司,苏州有线电 厂,常德有线电厂	中国通广-北电 公司	北京有线电 厂	上海国际数 字电话设备 公司	上海新光电 讯厂,北京 239 厂	广州有线电 厂,机电部 54 所	天津天芝通讯 公司
容量 (用户 端口)	S50;20—64 S100;64—128 S250;128—256 S1000;256—1024 S2500;256—2816 (多节点可达 20000)	ST;30—600 NT;200—1500 XT;1000—7000	20;—144 40;—504 90;200— 10000	M;—80 S;32—272 L;—2448 (多节点可 达 10000 以 上)	340;—256 370;—960 390;—5120 391;—20480	M;144—816 LH;384—1920	100—2000 (可扩展至 4800)

§ 1.2 程控交换机的特点与技术动向

程控数字交换机是现代数字通信技术、计算机技术与大规模集成电路相结合的产物。先进的硬件与日臻完美的软件综合于一体,赋予程控交换机以众多的功能和特点,使它与机电交换机相比,有如下优点:

(1) 体积小、重量轻、功耗低 它一般只有纵横制交换机体积的 $1/8—1/4$,大大压缩了机房占用面积,节省了费用。

(2) 能灵活地向用户提供众多的新服务功能 由于采用 SPC 技术,因而可以通过软件方便地增加或修改交换机功能,向用户提供新型服务,如缩位拨号、呼叫等待、呼叫传递、转移呼叫、遇忙回叫、热线电话、会议电话等,给用户带来很大的方便。

(3) 工作稳定可靠、维护方便 由于程控交换机一般采用大规模集成 (LSI) 电路或专用集成电路 (ASIC),因而有很高的可靠性。它通常采用冗余技术或故障自动诊断措施,以进一步提高系统的可靠性。此外,程控交换机借助故障诊断程序对故障自动地进行检测和定位,以及时地发现与排除故障,从而大大地减少了维护工作量。

系统还可方便地提供自动计费、话务量记录、服务质量自动监视、超负荷控制等功能,给维护管理工作带来方便。

(4) 便于采用新型共路信号方式 (CCS, Common Channel Signalling) 由于程控数字交换机与数字传输设备可以直接进行数字联接,提供高速公共信号信道,适于采用先进的 CCITT 7 号信号方式,从而使得信令传送速度快、容量大、效率高,并能适应未来新业务与交换网控制的特点,为实现综合业务数字网 (ISDN, Integrated Services Digital Network) 创造必

要的条件。

(5) 易于与数字终端、数字传输系统联接,实现数字终端、传输与交换的综合与统一。可以扩大通信容量、改善通信质量、降低通信系统投资,并为发展综合数字网(IDN)和综合业务数字网(ISDN)奠定基础。

当前程控交换技术的发展动向和趋势是:

(1) 研制新型专用大规模集成电路,提高硬件集成度与模块化水平,以进一步减小体积、降低成本、增强功能及提高可靠性。

(2) 提高控制的分散、灵活程度与可靠性,逐步采用全分散控制方式。

(3) 采用 CCITT 建议的高级语言(如 CHILL、SDL、MML),提高软件水平和模块化程度。加强支援系统的开发,建立强大的软件生成系统。

(4) 积极推行共路信号方式。

(5) 逐步引入非话业务,如数据、图文传真、用户电报(Telex)与智能用户电报(Teletex)、可视数据(Videotex)、图文传视(Teletext)及电子邮件(Electronic Mail)、图象信息等,开发相应的接口,构成综合信息交换系统。

(6) 增强程控交换系统与其它类型通信网(如传真网、分组交换网或公用数据网、计算机局域网等)的接口、联接与组网能力。

(7) 为适应高速信息业务日益增长的需求和光纤通信的发展,开展宽带综合业务数字网(B-ISDN)环境下交换理论、体制与关键技术的研究。目前研究的重点是异步转移方式(ATM, Asynchronous Transfer Mode)。

第二章 程控数字交换的基本原理

§ 2.1 话音信号数字化技术

数字交换系统可以直接处理、传送与交换数字信息,与模拟交换系统相比,抗干扰性强,易于时分多路复用,便于加密,适于信号处理与控制,便于引入远端集线器,易于集成容量大阻塞率低的数字交换网络,并有利于实现数字交换与数字传输的直接联接,构成综合数字网(IDN),为向 ISDN 过渡奠定基础。

然而,目前的通信网仍以模拟为主,用户终端多为模拟话机。因而来自用户线的话音要进入数字交换机,需先在用户接口电路进行模数变换,将模拟话编码成数字话。

话音信号的数字化方法很多,常用的有脉冲编码调制(PCM)、增量调制(DM)、线性预测编码(LPC),以及某些改进方案,如差值 PCM(DPCM)、自适应差值 PCM(ADPCM)与自适应 DM(ADM)等。在程控数字交换系统中,除个别应用情况外,目前基本上采用 PCM 数字化方法。

PCM 的构成和原理如图 2.1 所示,它主要包括抽样、量化与编码三种功能单元。首先,模拟话音经防混叠低通滤波器得到限带(300—3400Hz)话路信号,将其抽样变成脉冲调幅(PAM)信号。根据抽样定理,只要抽样频率 f_s 不低于模拟信号最高频率 f_m 的两倍,即 $f_s \geq 2f_m$,则在接收端能够恢复出原模拟信号。CCITT 建议规定 $f_s = 8\text{kHz}$ 。然后将幅度连续的抽样信号用四舍五入办法量化为有限个幅度取值的量化信号,再经编码,转换成二进制数码。对于电话,CCITT G. 711、712 建议规定每抽样值编为 8 位码,这样共有 $2^8(256)$ 个量化级,因而每路模拟话相应的数字话的标准数码率为 64kb/s 。在 PCM 设备中,各路编码信号先经时分多路复用,合成的码流再通过信道(或线路)传送到接收端。在接收端先进行信码再生、定时提取及分路,再经数-模变换(即 PCM 解码),还原为 PAM 抽样保持信号。根据抽样定理,借助低通滤波器便可以从中恢复出模拟话音信号。PCM 的主要波形如图 2.2 所示。

由上述可知,话音信号在量化过程中必然会产生误差(或失真),引起通话时附加量化噪

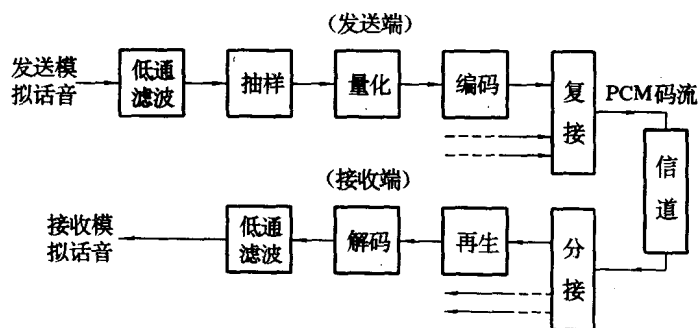


图 2.1 PCM 系统的构成与原理框图

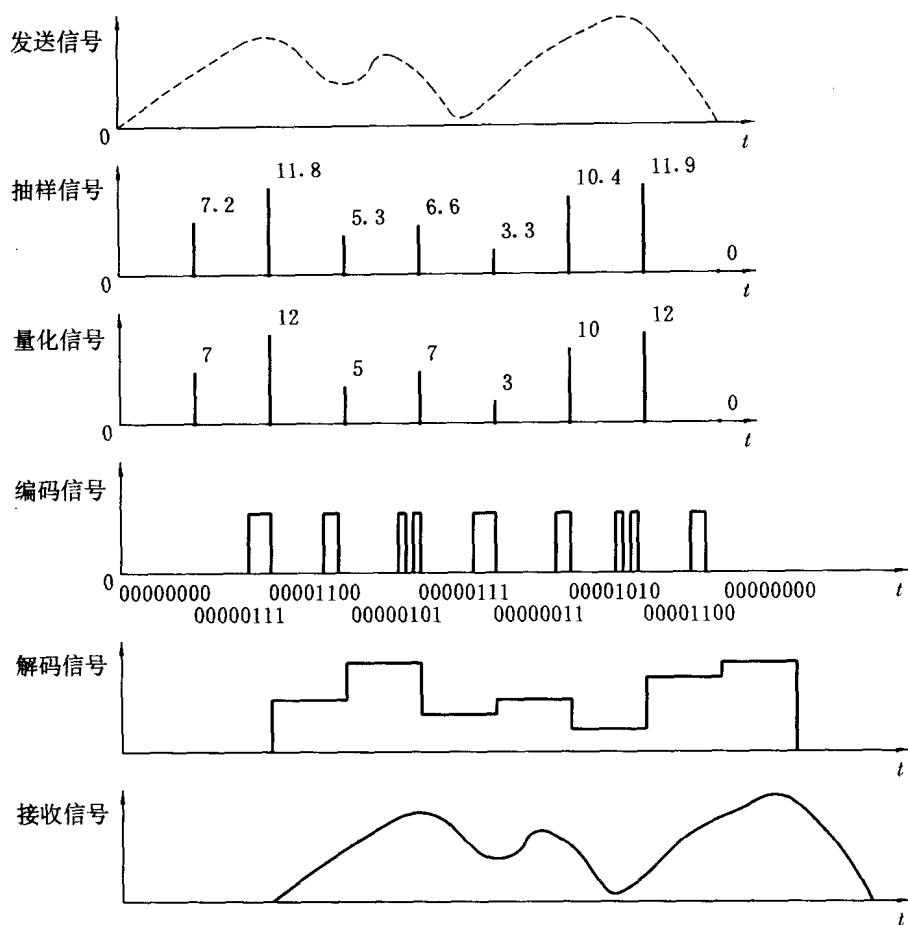


图 2.2 PCM 的主要波形

声。对于线性量化情况,量化噪声功率仅与量化间隔大小有关,因而大信号时信噪比高,小信号时信噪比低。为解决线性量化时小信号音质差的问题,在实际中通常采用不均匀分层的办法,让量化特性在小信号时分层密,即量化间隔小,而在大信号时分层疏,即量化间隔大,如图 2.3 所示。这样就能在编码位数较少的情况下,得到小信号较高的信噪比,以改善通话质量。为此需要在发送端先将话音信号进行非线性幅度压缩,再进行线性量化与编码。与此相对应,在接收端解码后则需对话音信号加以扩张,以补偿因压缩而造成的非线性,如图 2.4 所示。在理想情况下,扩张器与压缩器特性应是完全互补的。

在实际中广泛采用两种对数形式的压缩特性,即 A 律和 μ 律,CCITT 与欧洲邮电部长会议 (CEPT) 已对 A 律压缩特性形成了标准,而 CCITT 与北美贝尔系统已对 μ 律压缩特性形成了标准。前者主要用于欧洲,后者主要用于北美和日本。我国采用 A 律压缩方式。

(1) A 律对数压缩特性

这种压缩器的归一化输出 V_o 与输入 V_i 特性表示式为

$$|V_o| = \begin{cases} \frac{A|V_i|}{1 + \ln A} & \left(0 \leq |V_i| \leq \frac{1}{A}\right) \\ \frac{1 + \ln(A|V_i|)}{1 + \ln A} & \left(\frac{1}{A} \leq |V_i| \leq 1\right) \end{cases}$$

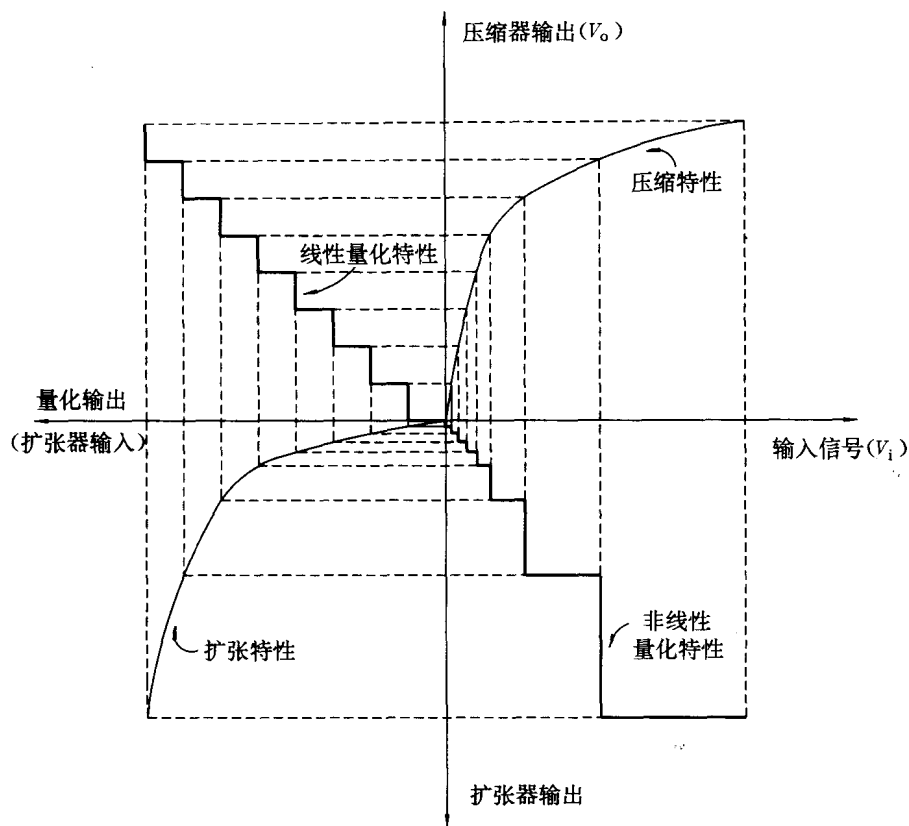


图 2.3 对数压缩与扩张特性

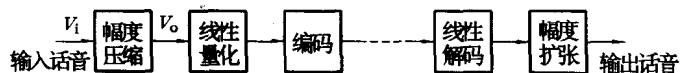


图 2.4 非线性编解码器的功能框图

其中常数 A 称为压缩系数(或压缩比)。当 $A=1$ 时,整个压缩特性是一条斜率为 1 的直线,相当于无压缩状态;随着 A 的增加,压缩曲线愈来愈弯曲,如图 2.5 所示。

CCITT 建议规定 $A=87.6$,此时相应的压缩特性起始段斜率为 16,因而 A 律压缩器对小信号信噪比的改善量为 24dB。

(2) μ 律对数压缩特性

它的压缩特性归一化表示式为:

$$|V_o| = \frac{\ln(1 + \mu|V_i|)}{\ln(1 + \mu)}, \quad (0 \leq |V_i| \leq 1)$$

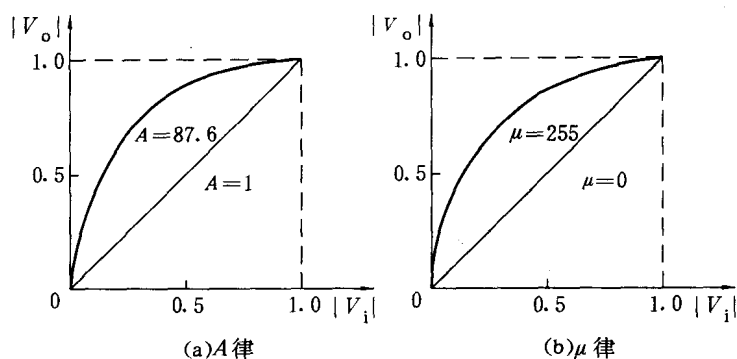


图 2.5 A 律与 μ 律压缩特性

当压缩系数 $\mu=0$, 相当于无压缩, μ 值愈大压缩效果愈明显。CCITT 建议规定 $\mu=255$, 此时起始段斜率约为 46, 因而 μ 律压缩器对小信号信噪比的改善量为 33.3dB。

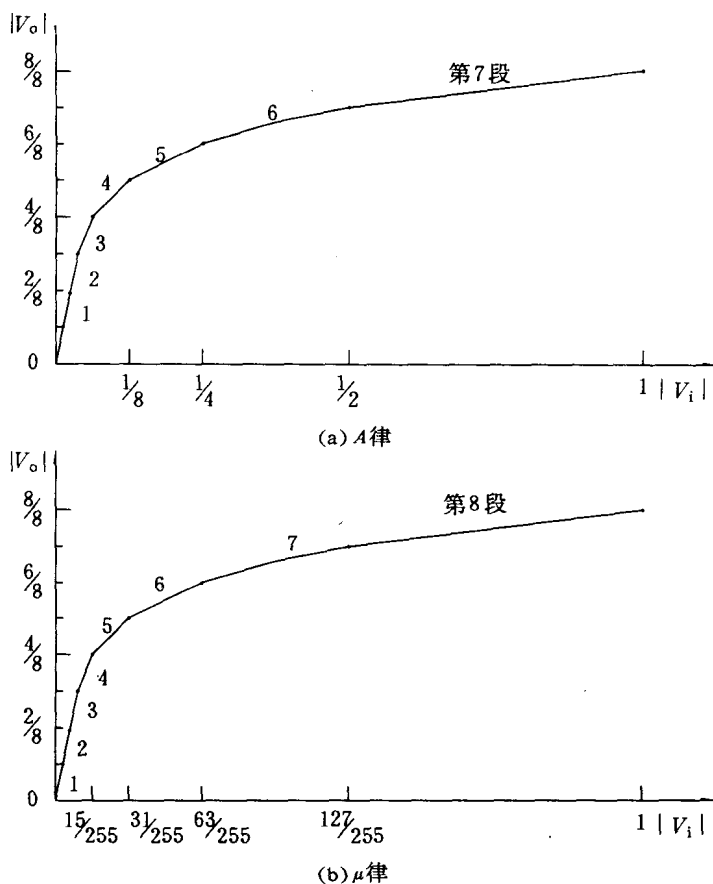


图 2.6 压缩特性的折线表示

为便于压缩特性的实现和保证特性的一致性、稳定性, 在实际中通常采用折线段来近似表示对数压缩特性。目前国际上建议 A 律压缩特性用 13 段折线近似; μ 律用 15 段折线近

似,图 2.6 画出正向半边的近似特性,其各线段的斜率如表 2.1 所示。

表 2.1 压缩特性的折线段斜率

压缩特性 \ 线段号 斜率	1	2	3	4	5	6	7	8
A 律 ($A=87.6$)	16	8	4	2	1	1/2	1/4	
μ 律 ($\mu=255$)	255/8	255/16	255/32	255/64	255/128	255/256	255/512	255/1024

各量化电平的编码形式如图 2.7 所示,常见的有三种:符号/幅度 编码、CCITT A 律编码、CCITT μ 律编码,其中 A 律编码是由符号/幅度 编码的偶位码元取反码(即 ADI 变换)而得到;而 μ 律编码是符号/幅度 编码的反码(但最高位 b7 不变),为避免出现 00000000 码组,通常将 00000000 码改为 00000010 码。

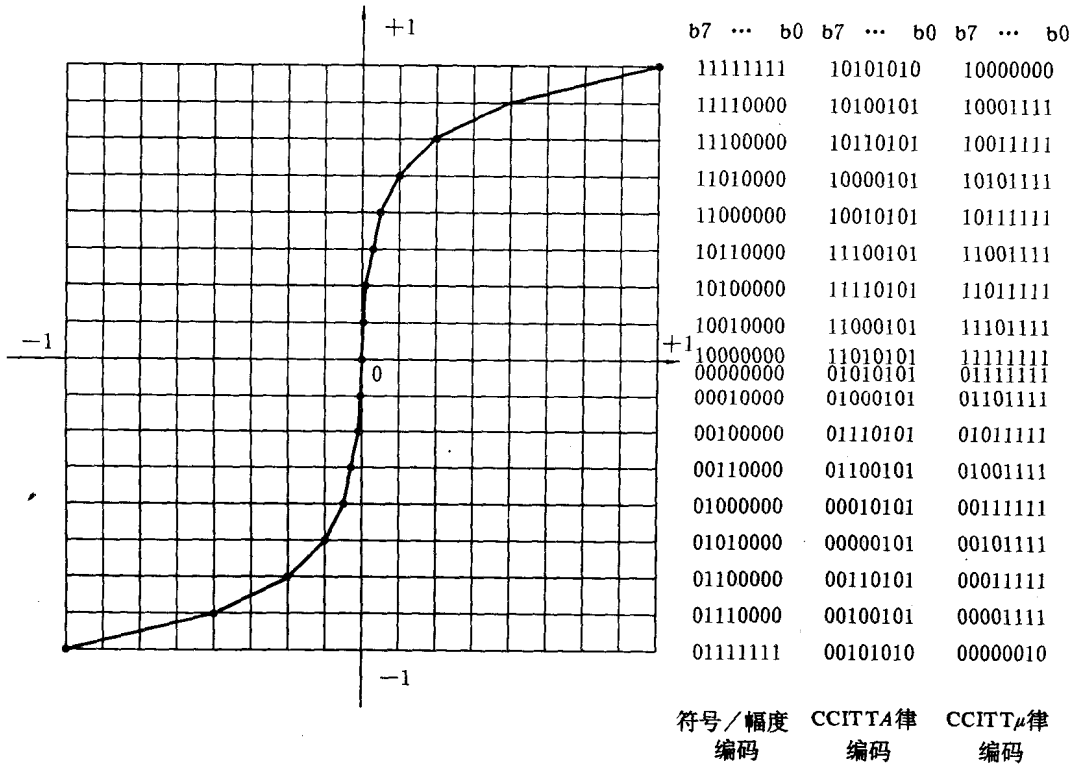


图 2.7 PCM 的编码形式

§ 2.2 时分多路复用技术

为提高传输信道的利用率,通常采用多路复用(Multiplex)技术将若干路信息综合于同

一信道进行传送。目前常用的复用方式主要有两类：频分复用(FDM)与时分复用(TDM)，它们分别按频率或时间划分信道，如图 2.8 所示。

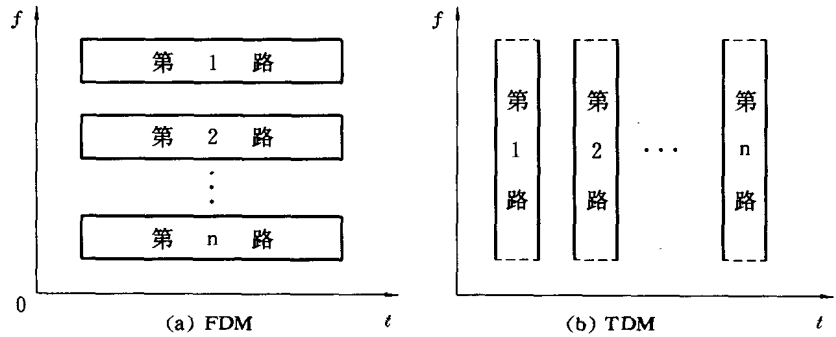


图 2.8 FDM 与 TDM 信道的划分

对于频分复用，信道的可用频带被分割成若干互不交叠的频段，每路信号的频谱占用其一，以实现多路相加的 FDM 信号在同一信道中传输。在接收端，借助适当的带通滤波器加以分路，分别进行解调。图 2.9 为 FDM 的构成框图，其中基本功能单元是幅度调制器、解调器与带通滤波器及载波产生器等，用以实现信号频谱的搬移和分割。FDM 是一种传统的技术，目前广泛用于载波电话通信，在程控交换系统中有时也利用用户载波技术进行线对增容。三路载波电话的频谱如图 2.10 所示。

时分复用是将信道按时间加以分割，各路话音抽样信息依一定的次序轮流地占用某一时段(或时隙)，从而实现多路复用，如图 2.11 所示。

在程控数字交换系统中，为提高传输速率和交换容量，通常采用 PCM 复用方式。对于 PCM 基群系统，目前国际上有两种复用制式：30/32 路帧结构与 24 路帧结构。我国采用 30/32 路结构方式，即一帧占 $125\mu\text{s}$ ，分为 32 个时隙(TS0—TS31)，而只传送 30 路话音编码信息。CCITT G. 732 建议对基群(一次群)规定的技术数据如表 2.2 所列。

表 2.2 PCM 基群的主要技术参数

参 数 \ 制 式	30/32 路制式	24 路制式
话音频带 (Hz)	300—3400	300—3400
抽样率 (kHz)	8	8
量化层数	256	256
压缩律	A 律($A=87.6$)	μ 律($\mu=255$)
编码位数/抽样	8	8
单路数码率 (kb/s)	64	64
帧长 (μs)	125	125
时隙/帧	32	24
话路/帧	30	24
复用码流速率 (kb/s)	2048	1544