

消费类电视及音响产品技术政策研究

广播电视工业综览

国外分册(上) 新技术与新产品



GBDSGYZ

电子工业部通讯广播电视工业管理局
京津沪宁广播电视《五公司》技术经济情报网

封面设计：彭乃川

广播电视工业综览
〈国外分册〉上

编辑：京、津、沪、宁广播电视《五公司》
技术经济情报网

出版：上海市广播电视工业公司
发行：

印刷：上海市印刷十二厂

（内部发行） 定价：上下二册 8.00 元

前 言

电子技术是发展最快的一门技术。近十几年来在这一领域出现的卫星技术, 数字技术, 光纤和激光技术, 信息处理技术等新技术已很快应用在消费电子工业中, 产生了新一代的产品, 使消费电子产品的面貌为之一新。八十年代国外电视和音响产品将不再局限于作为文娱的工具, 而将成为家庭和个人自社会取得各种信息的终端设备。现代电子技术正日益进入人们的日常生活。

党的十一届三中全会以来, 党和政府在经济、文化等各方面的工作中恢复制订了一系列正确的政策。我国社会的主要矛盾是人民日益增长的物质文化需要同落后的社会生产力之间的矛盾。反映在消费电子产品方面, 人民群众对品种、质量、数量等方面的迫切要求与我国消费电子工业落后的生产能力之间也同样存在着矛盾。消费电子产品在建设社会主义的精神文明和物质文明的任务中, 要起重要的作用, 还需要作出艰苦的努力。

卅多年的经验证明, 一项正确的、相对稳定的技术政策是发展消费电子工业的保证。1982年初, 国家科委委托前国家广播电视工业总局组织京、津、沪、宁地区的广播电视专业公司开展消费类电视与音响产品技术政策的研究。作为政策研究的基础, 首先应对国内外现状和国外新技术发展方向进行调查, 同时要与社会经济效益联系起来, 对市场进行预测。我们要面向两个市场, 除了广阔的国内市场外, 还要进入国际市场。因此, 也需要了解国外市场和国外的技术标准。

现在, 制订政策的工作即将完成, 为了便于有关领导机关和广大管理人员参考, 我们把为制定政策而搜集整理的资料汇编成〈国外分册〉。

参加〈国外分册〉编写的单位有: 上海广播电视工业公司(组长)、中国南京无线电公司、北京电视工业公司、北京广播工业公司、天津无线电联合公司。

本资料曾邀请: 李庆梁、吕坚慧、黄仕机、李宝善(上海)、高迺康、杨声昌、谢钜铮、王立华、马骥、楼克明、张斌、刘淦、丁启鸿、邢迪、杨景礼、姚世荣、陈秉义、邵渭斌等专家进行技术审阅。

我们向上述同志、向支持这项工作的京、津、沪、宁四地区的五个广播电视专业公司以及协助本书编辑出版工作的《电子技术》编辑部表示衷心的感谢。

对本资料中存在的错误和缺点, 请读者批评指正。

电子工业部通讯广播电视工业管理局

一九八三年七月。

广播电视工业综览

《国外分册》

课题组长单位 上海市广播电视工业公司

领导小组成员 胡渔年 孙耀仙 刘利吉 朱诚 许金龙

总 审 周华清

编 写 人 员 (按姓氏笔划为序)

马金波 甘受恩 石清镇 孙 林 卢殿元 何其诚 许保庚 朱敬熙

应诗文 李宝善(上海) 张家齐 单振国 周蕴宝 高志忠 杨鸿君

胡南钟 赵俊德 姜士辉 姚丽娟 钱 祥 钱蔓茵 谢钜铮 虞企平

工 作 人 员 王玉芬 王光明 王秋英 孙金瑜 任文辉 伍德威 华涤新 宋幼乐

曲振国 刘铁忠 谷先知 李士英 李宝善(天津) 沈学年 陈隆生

周志芳 张宗奇 范新根 罗新春 贺国庆 杨 津 赵金昌 高时正

袁嘉玲 钱桂森 黄艾叶 黄安妮 常福余 符光国 窦榆秀

上册 目 录

第一编 新技术

第一章 数字技术.....	(3)
第一节 数字音频技术.....	(3)
第二节 数字电视技术.....	(15)
第二章 激光技术.....	(36)
第三章 信息处理.....	(49)
第四章 卫星广播技术.....	(61)
第五章 立体声技术.....	(80)
第六章 其它.....	(92)

第二编 电视新产品

第一章 电视接收机.....	(99)
第一节 黑白电视机.....	(69)
第二节 彩色电视机.....	(112)
第三节 附加新功能的电视机.....	(124)
第四节 投影电视.....	(140)
第五节 平板电视.....	(150)
第六节 共用天线与有线电视.....	(162)
第七节 卫星直播电视接收设备.....	(171)
第八节 双伴音电视.....	(187)
第九节 电视文字广播与可视数据检索系统.....	(295)
第二章 录像机.....	(222)
第三章 电视机唱机与电视唱片.....	(242)
第四章 摄像机.....	(254)
第五章 电视游戏机.....	(259)

第三编 音响新产品

第一章 概述.....	(271)
第二章 收音机.....	(276)
第三章 录音机.....	(291)
第四章 电唱机.....	(311)
第五章 组合音响设备.....	(323)
第六章 电声器件.....	(332)
第七章 电子乐器.....	(345)
第八章 彩色音乐设备.....	(355)

第 一 编

新 技 术

第一章 数字技术

脉冲编码调制是一种基本的数字技术，它在国际上首先在通信领域中得到应用，早已发展成为各国广泛使用的脉码调制数字通信。由于数字技术具有许多优点，六十年代中期已开始引起一些国家的广播电视科技工业界的重视，认为数字技术将成为进一步提高广播电视信号质量的新途径，并逐步进行了大量的研究开发工作，取得了很大的进展。大规模、超大规模集成电路的研制成功为数字技术在音频和视频领域中的应用创造了物质条件。迄今为止国际市场上已出现了多种数字音频设备和数字视频设备。有不少技术关键和新产品正在研究开发。数字音频技术和数字视频技术的发展正方兴未艾，这无疑将导致广播电视产品出现更新换代的深刻变化。

下面将数字技术分为数字音频技术和数字视频技术两大类进行简单的介绍。

第一节 数字音频技术

一、数字音频技术的发展过程及其现状

早在 1937 年法国 Reeves 就已提出了脉冲编码调制(PCM)的理论，但是由于当时仍处于电子管时代，如果采用 PCM 技术设计音响产品，需要使用大量真空管，体积非常庞大，无实用价值。只是在集成电路特别是大规模、超大规模集成电路出现后，数字技术在音频和视频产品中的应用才得到迅速发展。表 1 列出了 PCM 技术、半导体技术、PCM 音频技术、PCM 视频技术的相对发展过程。从表中可以看出，1962 年集成电路开始进入实用阶段，有些国家开始进行 PCM 录音机研制，1971 年大规模集成电路问世，到了 1972 年特别是 1977 年以后，不少国家已推出 PCM 录音机、PCM 唱片和唱机，并陆续投产。1979 年第 22 届巴黎国际声学博览会和美国芝加哥消费电子展览会把这些成就作为七十年代后期的重要新成就加以肯定。另外一项重要成就是以微处理机和数字式锁相环为基础的数字调谐技术用于音响产品，如录音机、收音机，现已大量生产、上市销售，使传统的模拟式录音机，收音机出现了新面貌。

随着时间的推移，数字技术将在音频、视频领域中得到更加广泛的应用，将会出现更多的新产品，使音频、视频产品发生根本性变化。

二、脉冲编码调制的基本原理

脉冲编码调制简称脉码调制(Pulse Code Modulation 编写为 PCM)对模拟信号进行数字化，这是数字信号处理的第一道工序，模拟音频信号和模拟视频信号的数字化是采用脉冲编码调制技术来实现的，通过采样、量化、编码三个步骤获得 PCM 数字信号流。

图 1 为 PCM 原理方框图，在进行 PCM 处理时，首先应确定采样频率和模拟信号幅度的量化分层级数，即量化级数。然后按规定的采样频率进行采样，这时可得出采样点的信号幅度值，称为采样值。再对每个采样值取其最接近的量化级数值，这就是量化值。量化值与采样点信号幅度值之间的差值称为量化误差，在接受端表现为噪音，称为量化噪音。确定了量化值后(这是十进制的数值)，再将十进制的量化值转换为二进制代码，最后画出图 3 的 PCM

表1 PCM 音频、PCM 视频技术的发展过程

PCM 理论及半导体技术	PCM 音响技术	PCM 视频技术
1937 法国 Reeves 发明 PCM 理论		
1948 向农提出信息论 (美)贝尔实验室发明晶体 管, 贝尔实验室实验 PCM		
1954 晶体管开始实用化		
1960		R. L. Carbrean 提出彩色数字信号 数字化技术
1962 IC 开始实用化		
1966		美、英开始研究高速 A/D
1967		
1971~1982: 大规模、超大规模集成电路、 微型计算机技术迅速发展	(日) NHK 试制, 使用磁带录象机 的 PCM 录音机	1970~1979:
1971 (美)英特尔最早开发 μP (日)开始普及 LSI	(日)哥伦比亚开始销售 PCM 录音 带。	1. 美、英、法、联邦德国、日本 先后生产多种数字视频设备, 投入使 各国用有数字时校正器、帧同步器、 帧存储器、数字特技发生器、数字 同步器、数字降噪器、数字电视制片 转换器、数字静止视频存储器等等
1972 1K RAM 试生产进入批量生产	(英)BBC 提示磁带 PCM 录音机样 机。	2. (1974~1979)美、英、法、联 邦德国、日本等国提出15种数字彩色 录象实验样机。
1977 16K RAM 试生产进行批量生产	日本、英国试制 PCM 录音机 (利 用录象机)	3. 1978 联邦德国数字彩色电视 发射接收系统卫星传输试验
1979	日本提出 PCM 唱片技术	4. 各国研制高分辨率电视
1981 超 LSI 64K RAM 试销	(日) EIAJ 统一 PCM 录音标准。 (日) EIAJ 统一 PCM 数字唱片标准。 (日)盒式磁带 PCM 录音机研制出 样机, 各国厂商开始出售数字音频 唱片。	
1982 64K RAM 进入批量生产, 256K RAM 进入大批量生产准备		

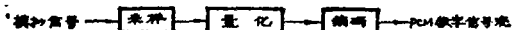


图1 PCM 原理方框图

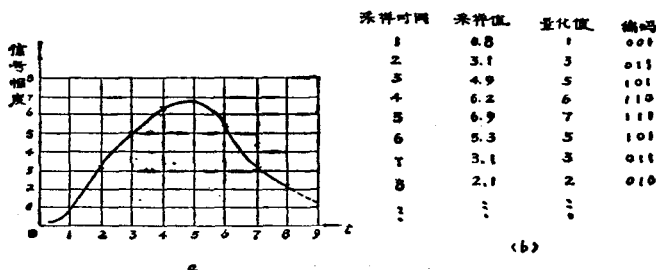


图2 模拟信号的 PCM 采样量化编码

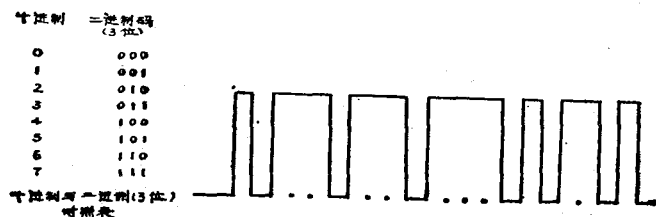


图3 PCM 数字信号图

数字信号图。如果每个十进制数值都用 n 位(比特)二进制数字表示, 则总共可表示 2^n 个十进制数值, 即可表示 $2^n - 1$ 个量化值, 例如用 3 位二进制表示, 则可表示 $2^3 - 1 = 7$ 个量化值, 此时称量化值为 3 比特。

三、数字音频产品的优缺点

(一) 优点:

1. 音响质量好。例如 PCM 录音机放音时频率响应在 0—20 千赫范围内为 ± 0.5 分贝以下, 比模拟式机的好。失真度仅为模拟式机的 1/10, 动态范围达 84 分贝以上, 而模拟式机仅为 40 分贝。

2. 数字音频信号经多次再生信号质量不劣化, 能使录音带多次

重录仍能保持声音质量良好,对于节目制作、编辑、分配、传输质量的提高创造了有利条件。

3. 由于采用了集成电路,特别是大规模集成电路,整机调试方便,性能稳定,可靠性高。

4. 随着集成电路,大规模集成电路的大量生产,成本会进一步降低。

(二) 缺点:

1. 数字设备比模拟设备复杂。

2. 要做到数字设备价格和模拟设备的价格相当,较为困难。

四、数字音频的主要技术

(一) 采样频率的选择

1. 奈奎斯特采样定律:对模拟信号采样量化时,采样频率至少应为信号带宽的2倍,对于音频信号来说,由于其下限频率接近于0,因此音频信号的最低采样频率至少应为信号最高频率的2倍;

2. 除了必须遵守奈奎斯特取样定律以外,选择采样频率时还应考虑下列因素:

(1) 在磁带的录音总比带容量有限的情况下,为了增加录音的时间和通道,提高用更灵敏的奇偶码来防止脱落噪音的可靠性,宜用较低的采样频率;

(2) 根据实验结果认为人的可闻带宽的最高频率为15千赫,设计数字音频系统时,采样频率以复盖20千赫为好;

(3) 采样频率与视频信号的水平(行)扫描频率应保持整数比例关系(例如3:1)。理由为:(a)便于数字音频装置与视频装置连接使用;(b)便于利用录象机作为数字录音设备;(c)数字音频能够容易地转换为电视形式的信号并利用电视通道广播。

(4) 为了把数字音频信号转换为电视形式的信号,采样频率 f_s 和行频 f_H 必须满足下列关系:

$$\frac{f_s}{Kf_H} = \frac{L-B}{L} = \frac{n}{m}$$

K 为每行的数字音频采样的数目, L 为行的总数, B 是垂直消隐期间的行数, m 、 n 为有待选择的正数(以取小数为宜)。

(5) 为了适应将来视频数字化的需要,在确定家用PCM磁带录音机的采样频率时,除了应考虑上述因素外,还应考虑下列各点:(a)应使反混叠滤波器的设计,制造容易以降低成本。(b)A/D转换器的转换速度不宜过高,因为:①如果过高,则价格高。②如果过高,则用小型家用旋转磁头式录象机不能稳定地或方便地录放数字音频信号。(c)普通录象机勿需作任何改动,便可用于PCM录音机。(d)PCM录音机应能以高的时间精度重放记录信号。(e)包括各种计时信号发生器在内,PCM录音机的电路应尽可能地简单、低成本。

3. 关于不同的数字音频系统的采样频率如何统一的问题:

国外有些专家认为所有的音频系统都应采用相同的采样频率,如不可能的话,可以选择两个标准频率分别供525行和625行电视使用。选择这两个频率时除了以上各种因素外,还应考虑下列要求:

(1) 在数字音频系统中,采样频率的选择还进一步受到每个部件特殊要求的限制,例如磁带录象机,影片,PCM唱片和调音台等。

(2) 数字音频系统使用的部件要与录象机(NTSC, 525 行, 30 赫, PAL/SECAM, 625 行 25赫)和影片(24 赫)同步。

(3) 录象机(螺旋/旋转)可作为专业应用和家庭使用的 PCM 录音机的部件, 因此所选择的采样频率要能把 PCM 信号转换为满足下列要求的标准复合视频信号(Composite Video Signal): (a)行频、帧频要与标准复合视频信号的速率一致; (b)每行中包含左右通道采样的正数值是适当的; (c)对螺旋扫描型 VTR 应留有消隐区以便包含垂直同步脉冲, 避免由磁头交接噪声引起 PCM 信号的任何损失。

(4) 制作 PCM 唱片的音乐源是从 PCM 录音机获得的, 故两者采样频率必须完全相同, 根据高质量的需要, 为了将来发展成密纹形式, PCM 唱片应在确保 0—20千赫音频范围内之重放能力条件下, 采用尽可能低的采样频率, 以便减少比特密度, 如上所述 PCM是家用的, 故建议采用有逻辑压缩扩展措施的廉价转换器(小于 12 比特)。每个采样的总比特数要选在大约为 13 或 14 比特以下。

(5) 影片每秒 24 帧, 如所有的数字音频系统采用一个采样频率, 则所选择的采样频率要与 24 赫同步或至少有简单的整数关系。

日本根据上述各种因素, 考虑采样频率定为 44.05594 千赫。对于家用 PCM 磁带录音机也可用此采样率作为最低数字。对于 NTSC 525 行制式来说, 数字音频的采样频率采用 44.05594千赫, PAL/SECAM 625 行制式的数字音频的采样频率采用44.1千赫, 两者之差仅为 0.1 %, 实际上接口不成问题。

采样频率要优先标准化, 这对于数字接口是非常重要的, 因为有各种不同的编码方案, 如线性编码、非线性编码、(压缩扩展浮点), 所用比特数也不同, 统一采用一个标准采样频率时, 它们之间的数据转换就容易实现。

表 2 世界各国公司公布的 PCM 系统的数据(1975 年统计)

制 造 者	系统的类型	采 样(千赫)	编 码 形 式	通 道 数
BBC	微波网络	32	13Bit 线性	13
Denon/Nippon columbia	以录象机为基础的 PCM	47.25	13Bit线性	2/4/8
Various	以Betamax./VHS为基础的 PCM 附加器	44.05594	13Bit 非线性	2
TEAC	U-matic PCM附加器	46.08	13Bit 非线性	4
三 菱	固定磁头带	48	14 比特线性	2
三 菱	盒式带	47.52	13比特非线性	2
TEAC/三菱东京电化	激光 PCM 唱片	47	13比特非线性	2
Sound Stream	计算机磁带	37.5/42.5	16比特线性	4
3M mincom	固定磁头带	45.55	16比特线性	32
日 立	固定磁头带	37.5	12比特	
东 芝	固定磁头带	50	14比特非线性	
Technics	固定磁头带	49.2	15比特非线性	

从表 2 可知数字音频技术使用 32—52 千赫范围内的多种采样频率和几种编码形式, 以录象机为基础的 PCM 系统倾向于 44.05594 千赫的采样频率(该频率太低不能用于专业型)和13比特的非线性码形式。专业型设备可用 50 千赫采样频率, 16 比特线性码。考虑将来的发展, 希望以激光 PCM 唱片为基础的家用品应采用 60 千赫和 16 比特线性码。

(二) 量化比特值的选择

对模拟信号进行采样量化, 量化后的信号与采样点的信号幅度值之间有一个差值, 称为量化误差。在接收端这种误差表现为噪音, 称为量化噪音。量化误差的大小与量化级数的多少有关。量化级越多, 量化误差就越小, 量化噪音也越小。但量化级增多, 随之量化比特数增多, 频带宽度增加, 对录音信号传输不利。同时也会增加设备复杂性, 提高成本。如量化级越少, 则量化误差加大, 量化噪音加大。所以量化级的数目, 也就是说量化比特的数目要加以适当选择。量化比特数同设备对信号幅度的处理能力有密切关系。某种设备对信号的处理能力, 即为该设备的动态范围, 在数字设备中动态范围(分贝)约等于量化比特数乘 6, 用不同的量化比特数计算, 得出不同的动态范围。例如量化比特数为 4、6、10、14、16, 动态范围则分别为 24、36、60(相当于模拟录音机的动态范围)、84、96(分贝)。据统计, 现代音乐演奏时的声压动态范围可达 85—99 分贝。因此, 在高音质的数字音频设备中量化比特数应选择 16 比特, 这比模拟录音机 60 分贝的动态范围好得多。

(三) PCM数字化的四种方法

采用 PCM 技术实现模拟信号数字化的具体方法可以分为: 线性数字法(或称线性 PCM)、非线性数字法(非线性 PCM)两大类, 非线性法又可分为非线性压缩扩展法(例如 13 折线法)、浮点法、近-瞬时压缩扩展法三种。

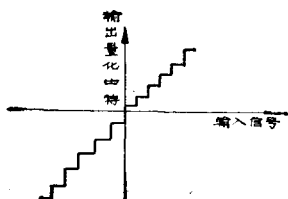


图 4

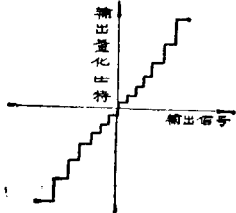


图 5

1. 线性数字法

这就是采取均匀量化分级, 各相邻量化值之差相等。输入信号和输出量化比特数为线性关系, 称为线性数字化, 输入信号与输出量化比特数的线性关系示意如图 4。

2. 非线性压缩扩展法(Nonlinear Companding)

在线性量化法中强信号和弱信号的量化噪音都是一样的, 所以弱信号的信噪比较差。为了改善弱信号的信噪比, 可采用非线性量化法, 13 折线法即其中的一种。在这种方法中, 采用不均匀量化, 在弱信号时量化级分得较细, 量化级差较小; 强信号时量化级分得较大, 量化级差较大。所以弱信号量化噪音小, 强信号量化噪音大, 达到了提高弱信号时信噪比的目的。强信号的信噪比虽有所降低, 但对实际收听影响不大。这种非线性量化法起到了对强信号压缩, 对弱信号扩展的效果。用 13 折线法可实现非线性压缩扩展, 所得到的是近似对数压缩扩展律特性(简称 A 律)。13 折线法易于用数字集成电路实现, 又称为数字化非线性压缩扩展技术(关于 13 折线法的具体内容可阅读有关脉码调制的书籍)。其输入信号与输出量化比特之非线性关系示意于图 5。

3. 浮点法(Floating Digitization)

这是压缩扩展的另一种形式, 其基本原理是根据量化的动态范围确定信号的放大量, 将信号按此放大量进行放大, 然后进行均匀量化。

4. 近-瞬时压缩扩展法(Near-Instantaneous Companding)

当人们听到强声音信号后的几十毫秒时间内不能听到任何噪声, 利用这一特点引出了近-瞬时压缩扩展法, 此法抗误码的能力较差。

兹将上述四种方法作简明比较如下:

线性法：噪音较稳定，但成本比较昂贵。

非线性压缩扩展法：能获得高音质所需的线性要求，噪音差不多与信号幅度成正比。

浮点法：音响质量比一般压缩扩展法差，但此法易实现。

近-瞬时压缩扩展法：抗误码能力较差，如果成本是主要要求时，可用此法，但对于电视伴音的录音不合适。

在上述任何一种数字化方法用于录音时其内部固有噪音(即没有信号输入时的噪音输出)和调制噪音(即输入信号所产生的噪音)都远远小于模拟录音机。

另外，关于检错纠错编码和信道调制编码。在数字音频技术中常用的检错编码有循环码(CRC)，纠错码有最佳正交码(ORC)、交叉字码、b-adjacent 等等。信道调制码有不回零码(NRZ)、不回零倒相码(NRZL)、密勒平方码(M²)、HDM、MFM (modified FM)码等等。

上述各种编码方法，在有关书籍和资料中都有讲述，此处不多作介绍。

五、几种数字音频产品简介

当前国外已出现多种型号的数字磁带录音机(专业型)、数字音频处理机、PCM音频唱片和唱机、数字音频编辑机等等，另外用数字锁相环和微处理机组成的数字式调谐技术已广泛应用于模拟式音响设备(如收录机、收音机等)，并已投入市场。下面重点对数字磁带录音机、PCM音频唱片和唱机、数字音频编辑机简单介绍如下：

(一) 数字磁带录音机：

数字磁带录音机同模拟磁带录音机比较具有很大的优越性，这可以从表 3 所列数据得到充分证明：

表 3

项 目	模拟磁带录音机	PCM 磁带录音机
(1) 失真度	比 PCM 录音机大 10 倍以上	0.03%
(2) 动态范围	60dB	量化 14Bit 84dB 16Bit 96dB
(3) 抖晃率	高级产品约 0.025~0.03%	不存在此问题
(4) 放音频响	卡式 30Hz~15KHz, ± 2 dB	0~20KHz, ± 0.5 dB 以下
(5) 卷带	录音带在录音时，由于磁带卷在一起，外层磁带的磁场会影响内层磁带的磁场造成声音混浊	“1”，“0”数字符号即使产生影响，变成“0.2”，“0.3”，仍然读做“0”，具有校正功能是数字化的一大特点
(6) 多次复录的质量	逐渐恶化	虽经多次复录，声音质量不变坏

1. 下面介绍一种高性能的 PCM 录音机

主要特点：

(1) 采用标准电视信号方式，可以直接利用各种磁带录象机(VTR)。

(2) 为获得最佳音响质量，采用 16 比特，线性量化、动态范围和最大瞬时 S/N 的理论值可达 98 分贝。

(3) 可以将线性量化的数字信号转换为 13 折线非线性量化或其他各种非线性量化。

(4) 可细致地测量 VTR 失落(dropouts)，并进行大规模计算机模拟，采用了新的纠错码，以校正因失落而产生的差错，万一失落超过校正能力，可用CRC码对误差进行检测和校正。

(5) 信号排列与标准电视信号相同，使用一般的VTR编辑机或人工剪辑方法能以1/10秒的精度进行编辑。

(6) 转录时不必变为声音信号，可以直接以数字/数字方式进行，数字输出也可以进行误差校正，所以转录质量不会变坏。

(7) 体积小、重量轻、搬动容易。电路方框图如图 6。

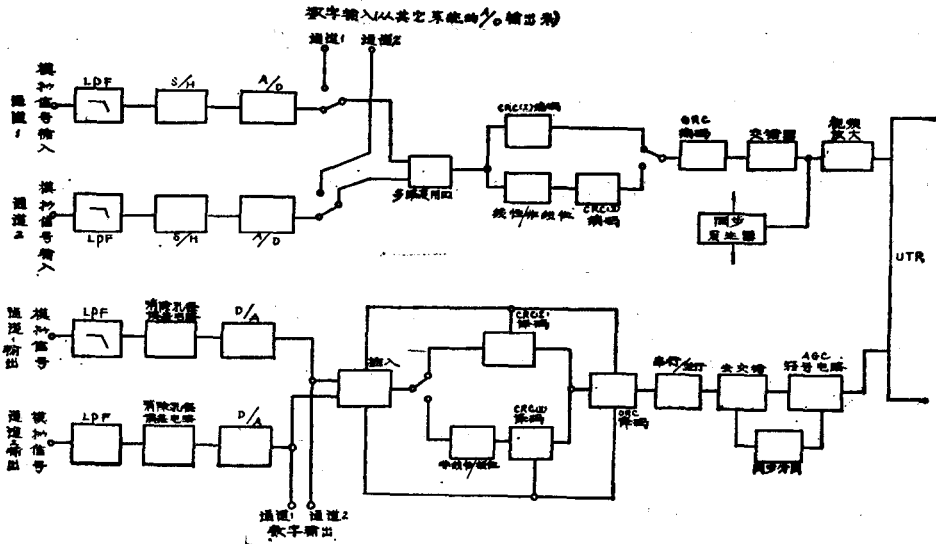


图 6 PCM 录音机方框图

方框图说明：

(a) 录音系统：

从通道 1、2 输入的模拟音频信号，经过契比雪夫低通滤波器，然后以 44.1 千赫的采样频率进行采样并保持，变成脉冲幅度调制信号(PAM)，再通过 A/D 电路将其变成 16 比特线性量化的 PCM 数字信号，然后同其他通道送来的 PCM 数字信号一起进入多路复用器(Multiplexer)进行时分处理，然后由 CRC 编码器，加入 4 比特的检错码。

本机能把 16 比特的线性量化信号进行数字压缩扩展更换成 13 折线非线性量化信号，这是由线性/非线性电路完成的，然后再通过 CRC(II) 编码器加入 8 比特 CRC 检错码，加上检错码后，变成一个字是 20 比特的数字信号，再由 ORC 编码器加入纠错码，结果形成一个字为 30 比特的数字信号，然后加至由 RAM 构成的交错记录电路，为了把它做成标准电视信号，在进行交错记录的同时还要变换成加上消隐期间的串行数据。再加上电视同步信号和数据同步信号，再通过视频放大器进入 VTR，在录象磁带上进行录音。

同步发生器使用 14.3325 兆赫晶体振荡，形成脉冲，提供电视同步信号和数据同步信号和整个系统工作的时钟脉冲。

(b) 放音系统：

从 VTR 来的放音信号通过 AGC 电路和箝位电路分离出电视同步信号、数据信号和数据同步信号。同时，还把判断偶数场和奇数场的偶数基准信号分离出来。

因放音系统中含有失落引起的成串误码，所以数据信号当然会出现混乱，同时在同步信号系统中也出现混乱，这种混乱靠同步分离电路进行修复，并用去交错记录电路对信号进行处理，在记录端由交错记录电路进行了时间压缩的数据，要用去交错记录电路解调成原来的 30 比特一个字的信号，从去交错记录电路输出的串行数据，通过串/并电路变成并列信号

后,用 ORC 解码器进行纠错,万一不能纠错时,要靠 CRC 解码器和 ORC 的检测功能,检
出错误。加到插入电路中去。

在插入电路中,要判断出是一个字的差错、还是连续差错。若只是一个字发生差错,可
采用前后字的平均值,否则就保持和托入前一个字的数值,然后经 16 比特的 D/A 电路把数
据变成 PAM 信号。

PAM 信号通过校正电路后,再经过一个和记录端特性相同的低通滤波器,把它解调成原
始声音。

校正电路位于 D/A 交换器和低通滤波器之间是为了补偿孔径效应和除掉信号中的偏差而
设置的。

(c) 本机还有下列几个部分:进行数字/数字转录的数字输入输出端子,监视输入输出电
平的峰值电平表。录放自动判断电路和改善小信号失落的高频振荡电路等。

本机系为专业用设备,家用数字音响录音机可根据本机原理进行设计。技术规格应根据
家用要求考虑,电路可简化。家庭用数字音响录音机仍处于研制阶段。本机规格如表 4。

表 4 本机规格

通道数	PCM 双通道
调制方式	PCM(采用标准电视信号)
采样频率	44.1 KHz
传输率	3.583125Mb/s
码的构成	1 行内 6 个字(采用交错记录)
分辨率	16Bit/取样
量化特性	16Bit 线性量化(动态范围 98dB, 瞬时 S/N98dB) 12Bit 非线性量化13折线(A特性)
谐波失真	0.03%以下
抖晃	测不出来(晶体精度)
频率特性	20KHz ($\pm 0.5\text{dB}$ 以下)
失落校正法	用串行 ORC 码纠错,用 CRC 码检测误差
编辑精度	1/30 秒
功耗	小于 200W
体积	483(长) $\times$ 250(高) $\times$ 420(宽)
重量	29 公斤
可连接磁带录像机	U-matic 1 吋螺旋扫描 UTR 4 磁头 UTR

表 5 旋转磁头数字音响录音机

型 号	PCM-1600	PCM-1	型号较多
制 造 厂	Sony	Sony	EIAJ
格 式	A	B	C
VTR	U-matic 或更高级的	Beta-Max; UHS 或其它	同左
通道数	2	2	2
量 化	16Bit 线性	13Bit 非线性	14Bit 线性
调 制	NRZ-FM(Ntsc-视频)		
采样频率 KHz/s	44.056	44.056	44.056
比特率 Mb/s	3.579545	1.764	2.64
封装密度 Kb/in ²		6.43	9.62
迹数/in	185	868	868
Mb/in ²	1.64	5.58	8.35
冗 余 度	60%	35%	(54.3%)
纠 错 码	CRCC 交错交叉字	CRCC 交错	CRCC 交错 b-Adjacent

2. 当前国际已出现了多种固定磁头数字音响录音机和旋转磁头数字音响录音机,现选择几种产品的规格表列如表 5 和表 6。

表 6 固定磁头数字音响录音机

制 造 厂	Mitsubishi	Matsushita	3M	Ampex	Sony	Sony
型 号	X-80				PCM-3200	PCM-3300
通 道 数	2	2 24-32	2/4 32	2 24 48	2/4 12 24	8 24 48
磁带宽度(in.)	1/4	1/4 1	1/2 1	1/4 1 2	1/4 1/2 1	1/4 1/2 1
迹/通道	8/2	4	1	2	2	1
带速(时/秒)	15	15	45	30	15	30
采样频率 f_s (KHz)	50.4	50.4	50	50	50.4/44.1	50.4/44.1
量化 Bits	16	16	16	16	16	16
调 制	MF _M	MF _M	M ¹ FM	M ¹ FM	HDM	HDM
封装密度						
Kb/in.	20.24	20.16	28	25	40.32	40.32
迹/in.	32	32	32	24	48	48
Kb/in ² .	564	645	896	600	1935	1935
冗 余 度	35.4%	33%	36%	53.3%	33%	33%
纠 错	CRCC	CRCC	CRCC	CRCC	CRCC	CRCC
	b-adjacent	ERASURE	交错 Erasure	Erasure	cross interleave	cross interleave

3. 数字磁带录音机的技术关键

现在国外引出的数字式磁带录音机还只是利用录象机的专业型产品,至于数字式小型盒式家用录音机仍处于研制阶段,还未达到实用要求,有两个技术关键有待解决:第一是要制造高密度磁头较困难,有资料报导日本已研制薄膜磁头作为录音磁头,可录几十个磁道,需

表 7

项 目	薄 膜 磁 头		普 通 磁 头		三 洋
	夏 普	索 尼	(口)胜利		
采样频率 KHz	44.054	44.1	33.6	44.1	44.056
量化位数 Bit	16(直线)	16(直线)	相当14	14(直线)	14(直线)
磁带速度 cm/s	9.5	4.75	7.1	9.5	7
录音时间(分)	22.5	45	30×2	22.5	30
改错方式	P.Q.订正	CIRC	奇偶		
调制方式	MF _M	HDM	MF _M	MF _M	MF _M
磁 带	Co-氧化铁	Co-氧化铁	提高 Hc 的金属	改良 Co-氧化铁	金属
录音磁头	薄膜磁头 (公共偏压式)	薄膜磁头 (公共偏压式)	} 铁硅铝 磁合金	铁氧体	铁硅
放音磁头	屏蔽型 MR	非屏蔽型 MR			
磁迹数 { 数据	16	32	8	8	10
	控制	6(记录 5)	1	0	0
磁迹间距 μm	200	95	210	470	300
磁迹宽度 { 记录	120	75	} 150	230	180
	放音	50			
记录线密度(Bit/时)	36K	36.1K	46.3K	50K	74.6K
记录面密度(Bit/时 ²)	4.6M	9.6M	5.6M	2.7M	6.3M
记录比特率(Bit/s)	2.15M	2.16M	1.04M	1.5M	2.06M
音频比特率	1.23M	1.41M	(0.81M)	1.23M	1.23M

要用抗磁力的磁带，要用大电流录音。放音磁头同传统的磁头不同，是采用阻值随磁通大小而改变的磁阻元件(MR)。需要解决的第二个技术关键是数字信号总比特率很高，录音磁带耗用量很大，整机价格将很高，需解决高密度录音的一系列技术问题，使磁带耗用量降至用模拟录音机的磁带耗用量相当。

下面再介绍日本1981年音频展览会展示的几种小型盒式录音机实验样机的规格指标，从表7中可重点看出有关磁头、磁带和记录密度有关的数据，值得重视。

(二) PCM数字音频唱片和唱机

1. PCM数字音频唱片同现在模拟式高级密纹(LP)唱片相比具有很大的优越性，从表8所得到的数据可以得到充分证明，日本各有关厂商正集中精力以1982年上市为目标，进行最后阶段努力，有些其他国家也研制出数字音频唱片唱机。

表 8		
项目	PCM数字音频唱片	高级密纹唱片(模拟式)
1. 放音频率	20Hz~20KHz(±1dB)	30Hz~30KHz(±3dB)
2. 动态范围	90dB以上	约60dB
3. 信噪比	66dB以上	约60dB
4. 失真度	0.05以下(目标0.01%)	1~2%
5. 波道分离度	90dB以上	30~40dB
6. 抖晃率(声波动)	晶体振荡器的精度	0.03%
7. 唱片尺寸	412mm	430mm
8. 演唱时间	约60分钟(最长75分钟)	20~25分钟
9. 自动装置大小	小型	大
10. 操作和可靠性		
寿命: 唱盘	半永久	数10次后高频特性变坏
唱针	约 5 千小时半导体激光寿命	数百小时
操作	已经电子控制	针压需调整
维护	不易损坏	产生杂音

2. 介绍几种 PCM 数字唱片的技术性能如表 9。

表 9			
内容	小型唱片(Ccompact. Disc)	高密度唱片(AHD)	微型唱片MD
开发厂商	philips	JVC	联邦德国Telefunken
唱片直径	12cm	26cm	13.5cm
传送通道	立体声 2CH 4CH	4CH (3CH彩色静止画)	立体声2CH·4CH
S/N	90dB	90dB	85dB
演唱时间	60分钟/片面	50分钟/片面	60分钟/片面
拾音器	激光束(非接触)	静止容量式(接触)	压电式(接触)
唱片材料	透明塑料加反射膜	氯乙稀加碳	氯乙稀
保护盒	不要	必要	必要
信息磁迹	沟槽	沟槽	沟槽
磁迹内距	1.6μm	1.35μm	2.4μm
量化	16Bit线性	16Bit线性	14Bit线性(有纠错编码)
取样频率	44.1KHz	47.25KHz	48KHz
比特率	2.03Mb/s	6.14Mb/s	1.824Mb/s
备注	音响专用携带	与视频VHD共用	音响专用

3. 日本有关厂商认为，用激光拾音的小型数字音频唱片和唱机(Compact Disc)同传统的模拟式密纹唱片和唱机相比，有很大的优越性。很明显，将在一定的时候取代密纹唱片，