



家用录像机技术入门

秦葆珂 编

成都电讯工程学院出版社

内 容 提 要

本书参考国外录象技术资料结合我国实际并吸收国营锦江电机厂多年研制、生产家用录象机的实践经验编写而成。全书系统而全面地介绍了我国采用的PAL制VHS方式和 β 方式录象技术。内容包括：录象原理；磁记录基础；视频信号、彩色信号和音频信号处理；机械伺服系统；控制系统；录象机特殊重放功能；录象机使用、维护和常见故障排除。全书深入浅出、图文并茂、着重于应用。

本书既是一般录象机爱好者了解家用录象机技术的入门指导书，也是从事家用录象机生产、使用、维修人员的实用参考书。

家用录象机技术入门

秦葆珂 编

*

成都电讯工程学院出版社出版

国营锦江电机厂十六车间印刷

四川省新华书店发行

*

开本 787×1092 1/32 印张 9.25 字数 200千字

版次 1986年8月第一版 印次 1986年8月第一次印刷

印数 1—10,000册

统一书号 15452·11 定价 1.75元

前 言

录象机是现代磁记录技术、电子技术和精密机械制造技术综合发展的产物。它的出现给人类带来了更大的进步。自七十年代末，二分之一吋彩色盒式录象机进入家庭后，录象机便进入了突飞猛进大发展的时期。迄今，全世界家用录象机总数已逾一亿台。在一些工业先进国家，家用录象机正逐步普及到每个家庭，给生活带来新的乐趣。目前，我国家用录象机还处于初级阶段，但也拥有数十万台之多，在信息传递、教学和人们文化生活等方面起着积极的作用。因此，人们迫切希望了解录象技术和关于录象机的正确使用、维护检修的知识。为此，我们参考了在日本广为流行的、由NHK综合技术研究所图象记录研究部部长横山克哉工学博士所著《ホームビデオ技術》一书，并结合我国采用的PAL制电视和当前家用录象机的发展情况编写成此书。

所谓家用录象机是指二分之一吋彩色盒式录象机。该机主要有两种：VHS方式录象机，俗称大二分之一录象机； β 方式录象机，俗称小二分之一录象机。其中又以VHS方式录象机占主流。

近年来国内已翻译出版过几种外国录象机技术书，但其内容大多是开盘式广播用录象机和盒式录象机，对家用录象机介绍不多。本书则重点介绍我国采用的PAL制VHS方式和 β 方式录象机技术。本书从讲解最基本的原理入手，通过对各种电路原理图的分析以及使用、维护技术的介绍，通俗而

详细地阐述了家用录象机所采用的高密度记录技术，各种特殊的信号处理技术和专门的伺服跟踪技术，为了减轻重量、方便操作、增加功能而采用新颖的电脑技术以及各种特殊的走带机构等等。本书深入浅出、图文并茂、系统而全面、通俗而实用，以便读者对陌生的录象机技术能迅速入门。

本书适合于从事家用录象机生产、使用、维修人员及广大录象机爱好者阅读，也可作录象机培训班教材。我们将此书献给读者，希望它能对我国普及家用录象机技术起到推动作用。

全书是由国营锦江电机厂情报科组织陈德钦（主编）、江义发、宋虹三位同志编写的。付联慧同志为全书描图。在编写过程中得到曹子义、廖汇芳、谭子明和沈安等同志大力支持协助，四川省电子厅和四川省电子学会给予热情指导和帮助，在此一并表示感谢。

由于编者水平有限，错误缺点难免，恳请广大读者批评指正。

编者 1986年3月

目 录

前 言

第一章 录象机发展史

- 第一节 磁记录的发明及其发展..... (1)
- 第二节 广播用录象机..... (1)
- 第三节 螺旋扫描录象机..... (5)
- 第四节 家用录象机..... (6)
- 第五节 VHS方式和 β 方式录象机..... (7)

第二章 家用录象机的基本原理

- 第一节 磁带录象机的机械特征..... (15)
- 第二节 录象机中伺服的必要性..... (18)
- 第三节 图象记录方法..... (20)
- 第四节 家用录象机的特征及其组成..... (23)

第三章 磁记录基础知识

- 第一节 磁铁..... (27)
- 第二节 磁记录和重放..... (29)
- 第三节 记录波长..... (31)
- 第四节 调频记录的重要性..... (35)

第四章 家用录象机的磁头和磁带

- 第一节 软磁性体和硬磁性体..... (39)
- 第二节 磁头的基本构成..... (40)
- 第三节 磁隙的作用..... (41)
- 第四节 视频磁头..... (47)

第五节	磁带的磁特性·····	(49)
第六节	磁带的构成·····	(51)
第七节	磁带的噪声·····	(52)
第八节	磁带必备的性能·····	(54)
第九节	录象磁带的改进过程·····	(55)

第五章 视频信号处理

第一节	家用录象机的记录方式·····	(58)
第二节	亮度信号电路组成·····	(61)
第三节	低载波调频记录的特点·····	(65)

第六章 高密度记录技术

第一节	怎样实现长时间记录·····	(70)
第二节	方位记录方式·····	(71)
第三节	反转现象及其措施·····	(74)
第四节	降噪方式·····	(78)
第五节	“行对齐”和画面质量·····	(80)
第六节	改善长时间盒式机画质的技术·····	(82)

第七章 彩色信号处理

第一节	彩色电视信号的组成·····	(89)
第二节	家用录象机彩色化的基本技术·····	(94)
第三节	VHS方式和 β 方式的色信号处理·····	(103)
第四节	色信号处理电路实例·····	(108)

第八章 伺服系统

第一节	家用录象机和伺服·····	(120)
第二节	伺服的概念·····	(122)
第三节	重放图象与图象抖晃·····	(123)
第四节	磁鼓伺服举例·····	(127)

第五节	改进伺服系统性能的技术·····	(131)
第六节	主导轴伺服实例·····	(137)
第七节	磁带张力伺服·····	(140)
第八节	新的跟踪技术·····	(141)
第九章 音频系统		
第一节	家用录象机的音频系统·····	(144)
第二节	交流偏磁记录原理·····	(146)
第三节	记录多声道电视伴音的措施·····	(148)
第四节	音频通道的降噪方法·····	(151)
第十章 机械系统		
第一节	走带机构·····	(157)
第二节	旋转磁鼓·····	(159)
第三节	磁带加载机构·····	(164)
第四节	磁带盒的构造及规格·····	(165)
第十一章 系统控制		
第一节	概述·····	(169)
第二节	系统控制的主要功能·····	(170)
第三节	以微处理器为中心的系统控制·····	(176)
第四节	系统控制电路介绍·····	(178)
第十二章 家用录象机的IC化		
第一节	关于IC化·····	(194)
第二节	亮度信号系统·····	(195)
第三节	数字伺服系统·····	(210)
第四节	今后的IC化·····	(222)
第十三章 特殊重放功能		
第一节	螺旋扫描机构中的磁迹·····	(223)

第二节	静止图象重放·····	(225)
第三节	倍速重放·····	(230)
第四节	慢速重放·····	(232)
第五节	高速图象搜索·····	(235)
第十四章 家用录象机的使用、维护与一般故障排除		
第一节	各按键开关名称及功能·····	(237)
第二节	与电视接收机连接·····	(241)
第三节	广播节目的记录和重放·····	(243)
第四节	与摄像机的配合使用·····	(244)
第五节	维护与一般故障排除·····	(249)
第十五章 VHS和β以外的录象机		
第一节	磁带格式和磁头扫描方式·····	(260)
第二节	磁带加载方式和带盒结构·····	(266)
第三节	8毫米录象机·····	(270)
附录一	磁力线和磁通·····	(281)
附录二	磁粒子的大小和矫顽磁力·····	(282)
附录三	关于AGC·····	(284)
附录四	VHS方式家用录象机标准·····	(285)
附录五	β 方式家用录象机标准·····	(286)

第一章 录象机发展史

第一节 磁记录的发明及其发展

录象机是在录音机的基础上发展起来的。录音机的发展，已经历了一个漫长的岁月，而磁记录的实验及其特性的研究则是从1880年才开始的。1888年，美国的欧伯林·史密斯在《电世界》杂志9月号上发表了世界上第一篇关于磁记录可能性的论文。十年后，丹麦的瓦德马尔·波尔森发明了磁录音机。他用钢丝作磁记录材料，在1900年的巴黎万国博览会上作了公开表演，这在当时是个了不起的成就。

二十年后，美国海军研究所的卡尔生和卡本特发明了交流偏磁，大大改善了钢丝录音机的失真和信噪比。

1928年，弗劳默发明了涂磁粉的纸带，用它来代替钢丝，克服了钢丝卷绕及钢丝与磁头耦合的困难。随着塑料工业的发展，塑料带基又取代了纸带。

1932年德国的舒勒发明了环形磁头，紧接着在1935年，AEG公司发明了磁带录音机。人们经过半个世纪的努力，磁带录音机终于问世并实用化了。

第二节 广播用录象机

磁带录象机简称VTR(Video Tape Recorder的缩写)。美国为了解决东西部之间电视广播的时差问题而最早提出

了广播用VTR。关于电视录象的问题,在美国1941年开始电视广播之前就存在了。早在1935年,柏林无线电展览会上就公开了使用阴极射线管进行的胶片录象。这种录象方式,作为实用化的屏幕录象可能还是有使用的。但这种录象方式存在着图象要进行显影处理,不能消去以及介质不能反复记录等缺点。

随着磁记录技术的发展,电视录象就自然想到运用磁记录技术。从五十年代起,各国都开始了开发VTR的研究。当时最引人注目的是1951年美国RCA公司经理萨罗夫指示把开发VTR作为三大重要研究项目之一(另外两项是电子冷暖气和光放大器)。他在同年9月RCA公司四十五周年纪念会上号召全公司的工程技术人员研究制出VTR来向公司五十周年献礼。

在这一年里,美国歌手克劳斯伯经营的研究所采用10个磁头和时间分割制记录方式,进行了黑白电视的录象实验。图1-1为其实验装置示意图。

两年后(1953年),RCA的工程技术人员发表了4磁头方式的彩色电视录象机的研究报告。除此之外,英国广播公司(BBC)的研究所在1956年发表了称为VERA(视频电子记录装置)的黑白电视用录象装置。上述录象方式都采用固定磁头、高速传送磁带(每秒数米以上)的方式。由于存在录放时间很短、走带也不稳定、产生重放图象抖动等问题而未能实用化。

1956年,美国安培公司(Ampex)发表了在磁带宽度方向上进行扫描的旋转磁头录象方式,即所谓4磁头方式VTR,它解决了固定磁头方式所存在的问题。这比当时唯一能实用

的屏幕录象方式在图象灰度等级和清晰度方面都好得多，所以很快就成为广播用录象装置。旋转磁头方式为VTR的实用化开创了新局面，它几乎成为一切VTR的基本工作方式。

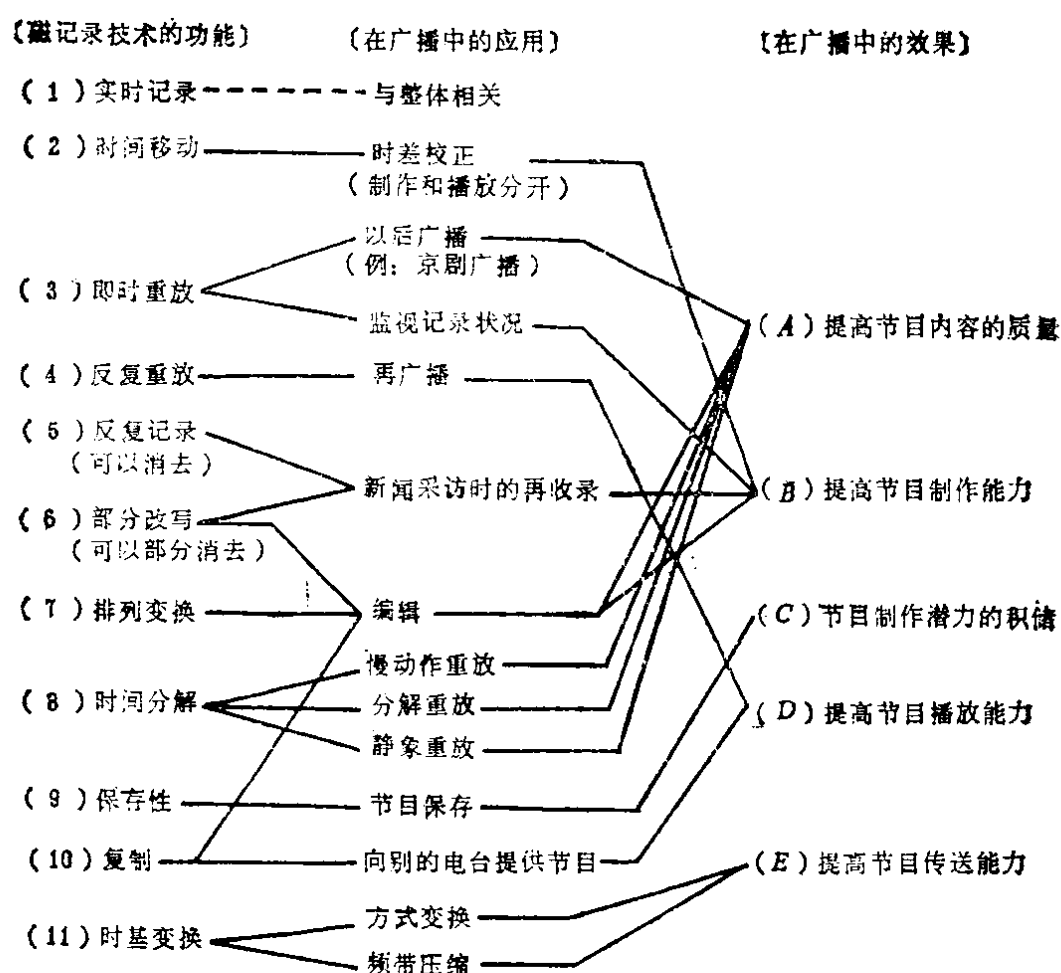
次年(1957年)，美国哥伦比亚广播公司(CBS)向安培公司购买了10台这种VTR作广播用，从而使VTR进入实用化阶段。1958年，日本几家广播电台也相继引进了这种录象机。

早期的这种VTR，重放信号的残留时间误差为数十微秒，信噪比大于30分贝，视频带宽为2.5兆赫，和现在广播用VTR的性能相比，画面质量相当低劣，也没有实现彩色化。1958年实现彩色化之后，因提高了录象磁带和视频磁头的性能，改进了记录信号的处理方式和重放信号时基误差的补偿方式，从而获得了表1-1所示的高性能VTR。从表1-2看出，VTR所具有的功能给电视广播带来了很好的效果。

表 1-1 早期VTR和近代VTR的性能比较

		广播用 4 磁头VTR的视频特性	
		近 代 的	早 期 的
视 频 带 宽		4.5MHz (平坦) 5.0MHz(-3dB) 偏差±0.5dB	2.5MHz
信 噪 比		大于46dB	约30dB
残留时间误差		0.002μs _{P-P} 以下	数10μs _{P-P}
彩 色 特 性	微分增益 微分相位 信号延迟量 波纹图	最大 4 % 最大 4° 最大 25ns - 40dB	

表 1-2 VTR在广播中的作用



第三节 螺旋扫描录象机

日本从1954年起,东芝、胜利等公司对螺旋扫描方式磁带录象机进行了研究。1959年,东芝公司发表了单磁头方式的螺旋扫描磁带录象机。1960年,胜利公司发表了2磁头方式螺旋扫描磁带录象机。NHK以这种单磁头方式的螺旋扫描VTR

为基础，开发了把欧洲制式的电视信号转换成日本标准制式的电视信号的转换装置，这样就能把在罗马举行奥运会的电视广播节目向日本观众播放。这是螺旋扫描VTR开始实用的早期情况。以后，世界各地相继出现了2磁头方式、1.5磁头方式等商品化的业务用螺旋扫描磁带录象机，这就更加确立了螺旋扫描磁带录象机技术的地位。

此外，教育部门强烈要求把螺旋扫描磁带录象机用于教育事业。日本电子机械工业协会(EIAJ)在1969年进行了统一I型磁带录象机(黑白)的标准化工作，并在1970年正式列为日本工业标准(JIS)。1977年底，1吋螺旋扫描磁带录象机(1.5磁头方式)又分别列入广播用VTR的美国电影电视工程师协会(SMPTE)标准和国际电工委员会(IEC)标准。

第四节 家用录象机

1964年11月，日本索尼公司报道了使用1/2吋磁带2磁头方式的螺旋扫描VTR为家用VTR。次年春天出售了世界上首批家用VTR。在此之后，各制造厂相继发表了家用VTR的开发公报。而且从1969年以来开始不断发表磁带盒式化的VTR(表1-3)。1969年至1970年期间，各公司都相继推出了实用化的样机，并在技术上展开了激烈竞争。1970年索尼、松下和胜利三家公司联合推出了3/4吋盒式磁带2磁头螺旋扫描录象机，称为U-matic方式VTR。该录象机已成为国际统一的专业用录象机。这种录象机也是当前我国电化教育和其它企事业单位的业务用机。在此基础上，索尼公司于

1975年首先开发出 β 方式家用录象机。紧接着于1976年，胜利公司开发出VHS方式家用录象机。从此，录象机在日本进入了大发展时期。

表 1-3 日本家用VTR发展史

1969年	索尼：4月发表彩色盒式VTR 胜利：6月发表彩色盒式VTR 松下：10月发表彩色盒式VTR 索尼：11月发表U-matic方式VTR的原形机
1970年	索尼、松下、胜利：12月发表U-matic方式标准
1972年	EIAJ：决定盒式VTR的统一标准(CP-508)
1975年	索尼：4月发表 β 方式VTR 松下：试销VX方式VTR(VX-100型)
1976年	胜利：9月发表VHS方式VTR
1977年	索尼、东芝、三洋：2月发表 β -format方式VTR

第五节 VHS方式和 β 方式录象机

在录象机的发展史中，发展最快、产量最高、影响最大的是VHS方式和 β 方式家用录象机。日本生产的这两种录象机，在世界家用录象机市场上占统治地位。我国研制、生产的家用录象机也是这两种。

VHS方式和 β 方式使用的都是1/2吋彩色盒式录象带，从外观上看两者差不多。但是，由于两种方式各自使用的磁带盒的尺寸、走带机构、信号处理方法等方面完全不同，使得它们之间完全没有互换性。关于这两种方式技术上的区别，

在本书有关章节中将予以具体说明，这里仅从使用角度出发来看两种录象机。

首先从家用录象机的发展史来看，VHS方式和 β 方式一开始就围绕最长录放时间展开了激烈竞争。

β 方式发表于1975年，使用比本书还要小的磁带盒，最长只能录放1小时电视节目，这就是所谓的 β I 方式。接着在1976年发表了VHS方式，最长录放时间达2小时。虽然VHS方式也使用同 β 方式相同的1/2吋宽的磁带，但装在带盒里的磁带较长，带盒也比 β 的大，所以记录时间长些。紧接着，1977年 β 方式提高记录密度把录放时间增长到2小时，和VHS一样了，这就是所谓的 β II 方式。然而在1979年，VHS方式又把记录密度提高3倍(NTSC制式录象机即所谓3倍方式)，录放时间可达6小时。在同一年， β 方式又对 β II 型机进行了改进，使记录密度提高1.5倍，使用普通磁带可录放3小时，这就是 β III 型机。同时又对磁带进行了改进，使用新型更薄的L-750型磁带，录放时间达到4.5小时。

1982年，VHS方式采用薄的T-160磁带，实现8小时录放， β 方式也采用更薄的L-830磁带达到5小时录放。目前我国所用的PAL制式磁带中，常见的有E-180磁带，可录放3小时，也有更薄的E-240磁带，可录放4小时。

从记录方式来讲(NTSC机)， β 方式有三种，即 β I、 β II、 β III，最长记录时间为5小时；VHS方式有两种，即标准方式和3倍方式，最长记录时间为8小时(目前PAL-VHS机只有标准方式一种)。 β 方式中由于 β I 规格陈旧，目前一般已不使用了。

我们知道，家用录象机分台式和便携式两种。台式一般

固定在室内与电视机配合使用，由于其主要任务是对节目进行记录和重放，所以，在结构上考虑的是定位状态使用，而且内设电视调谐器。便携式通常是和摄象机配合使用，以摄录图象为其主要目的，这样就要求它重量轻、体积小、携带方便，一般不内设电视调谐器。如果需要时可配接专门的电视调谐器。

在便携式录象机向着体积更小重量更轻的方向发展的同时， β 方式和VHS方式又向着摄象机和便携式录象机合二为一的一体化方向发展。1983年5月，索尼公司首先推出了这种一体化的机器BMC-100P，取名叫 β -movie，重量为2.64公斤。它使用的带盒与一般台式 β 机的一样，按 β Ⅱ型机的带速进行记录，录制好的磁带可在 β Ⅱ台式机上重放，可见其互换性较好。但是，由于 β 摄录机采用特殊的记录方式，它只能记录而不能重放，这是其不足之处。

VHS阵营也不示弱，胜利公司紧接着在同年年底推出了VHS方式摄录一体化机GR-C1，取名为Videomovie，重量只有1.9公斤。它的最大特点是突破了VHS大磁带盒的限制，发明了VHS-C型磁带盒，其大小与盒式录音机的带盒相当。它通过一个转接盒就能在VHS台式机上重放，其互换性也好。该摄录机在录制后立刻可以通过寻象器检查录制效果，这是它的优点。其不足之处是由于带盒小，最多只能记录20分钟左右。

1985年，索尼公司采用CCD器件(电耦合器件)发展了它的摄录一体化机为BMC-500。松下公司开发出VHS-movie为NV-M1，它没有采用胜利公司的VHS-C型带盒，而是一般的VHS带盒，使之互换性更好，记录时间长，可达160分钟。