



CI DAI LU XIANG JI

肖克昌 谢方 陶雨生 曹直文等编

磁带录像机

中国广播电视出版社

广播电视中等专业学校试用教材

磁 带 录 像 机

肖克昌 谢 方 等编
陶雨生 曹直文

中国广播电视出版社

磁 带 录 像 机
肖克昌 谢 方 等编
陶雨生 曹直文

*

中国广播电视出版社出版
(北京复外广播电影电视部灰楼 邮政编码100866)
北京市大兴县沙窝店印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销

*

787×1092毫米 16开 14.625印张 342(千)字
1990年5月第1版 1990年5月第1次印刷
印数1—5000册 定价:6.40元
ISBN 7-5043-0293-7/TN·31

出版者的话

为了适应广播电视中等教育事业发展的需要，改变教材严重缺乏的局面，广播电影电视部教材编审委员会组织力量编写了一批中专工科教材，并由中国广播电视出版社出版，公开发行。这批中专工科的专业教材有：《广播声学》、《广播播控设备》、《有线广播技术》、《电视播控设备》、《彩色电视摄像机》、《磁带录像机》、《数字电视》、《微波技术基础》、《微波中继原理和设备》，共计九种。在教材编写过程中，力求做到立论正确、概念清楚、理论联系实际。

这批教材暂作试用材料，适于招收初中毕业生、学制为四年的学校使用。鉴于目前各学校招生对象、学制、专业划分和课程设置不尽相同，各校可根据情况选用。设有相近专业的其它中等专业学校和职业高中也可选用本教材。

这批教材还可以作为干部培训的中级教材和职工自学的参考书，也可以供具有高中文化程度和一定无线电基础知识的读者阅读。我们殷切希望广大读者对本教材提出意见和建议，帮助我们做好教材出版工作。

前 言

本书是根据广播电影电视部教材编审委员会通过的《磁带录像机》教学大纲编写的。它是广播电视中专工科的主要专业课教材，也可作为广播电视系统和其他行业录像技术人员的培训和自学教材。

本书在编写指导思想上，注意使读者掌握总体概念，力求将录像机的记录、重放原理和实现记录重放的主要技术手段讲清楚，避免过繁的数学分析。在介绍录像机共性的基础上，以VO系列的VO-5850P和VHS系列的NV-450为主要机型进行了分析。

全书共分十一章。第一、二章是基础知识，主要介绍磁性材料、磁性记录的基本原理以及视频磁头和磁带；第三章介绍视频信号的特点和录像机的不同记录方式；第四章介绍高密度记录方式；第五、六、七、八章是本书的重点，分别介绍了录像机的记录、重放电路，机械控制系统和伺服系统；第九章介绍电子编辑系统；第十章介绍数字时基校正器；第十一章对录像机的维护和使用作了简要的介绍。书中的重点章节都留有复习思考题，可供读者参考。

本书第一、二、三章由肖克昌执笔；第四、五、六章由谢方执笔；第七、九章由陶雨生执笔；第八、十、十一章由曹直文执笔，全部书稿经肖克昌统一修改定稿。本书在编写过程中参阅了国内已发行的书刊和有关院校的教材。本书初稿经北京广播学院王明臣副教授和林正豹老师审阅，他们在百忙中为书稿提出了很好的修改意见，在此谨向他们和为本书提供资料或做出贡献的同志和朋友表示谢意。

限于编者的水平，书中会有谬误和不当之处，恳请读者批评指正。

编 者

1989年9月于北京

目 录

绪 论	(1)
第一章 磁性材料和磁性记录的基本原理	(10)
1.1 磁性材料及其特性	(10)
1.2 磁性记录和重放原理	(13)
一、磁性记录与重放的基本原理	(13)
二、声音信号的记录、重放与消磁	(15)
1.3 磁性记录和重放过程中的高频损失	(21)
一、记录过程中的高频损失	(21)
二、重放过程中的高频损失	(23)
第二章 视频磁头与磁带	(25)
2.1 视频磁头的构造与特性	(25)
一、视频磁头的构造	(25)
二、磁头的杂波	(27)
2.2 磁头的使用与维护	(27)
一、磁头的使用条件	(27)
二、磁头的寿命	(28)
三、互换性	(28)
2.3 消磁磁头	(28)
2.4 磁带的构造与特性	(30)
一、磁带的构造	(30)
二、视频磁带的特点	(30)
三、视频磁带的电磁特性	(31)
四、高密度视频磁带	(32)
五、磁带的寿命	(32)
第三章 视频信号的特点与录放原理	(34)
3.1 视频信号的特点	(34)
3.2 录放视频信号采取的措施	(35)
一、采用频率调制方式压缩相对带宽	(35)
二、采用旋转磁头以提高头带速度	(36)
三、采用伺服系统减少时基误差	(37)
3.3 螺旋扫描录像机的分类	(38)
3.4 不分段录像机的非正常重放	(43)
复习思考题	(49)

第四章 高密度记录方式	(50)
4.1 提高记录密度的方法.....	(50)
4.2 减少邻近串扰的措施.....	(51)
一、采用倾斜方位记录.....	(51)
二、利用电视信号的行间相关性, 进一步消除邻迹色度串扰.....	(52)
4.3 电路举例.....	(55)
第五章 视频信号的记录处理过程	(57)
5.1 全电视信号直接调频记录方式.....	(57)
一、调频波的表达式.....	(57)
二、调频波的有关特性.....	(57)
三、录像机视频信号调频的特点及特征频率.....	(58)
四、全电视信号直接调频记录方式.....	(59)
5.2 亮度调频、色度降频的记录方式.....	(61)
5.3 分量调频记录方式.....	(66)
5.4 输入选择与自动增益控制 (AGC) 电路.....	(68)
5.5 钳位.....	(71)
5.6 预加重.....	(72)
一、主预加重电路.....	(74)
二、局部预加重电路.....	(74)
三、非线性预加重电路.....	(75)
5.7 黑白切割电路和调频电路.....	(77)
5.8 自动色度控制电路 (ACC) 和色度降频电路.....	(79)
一、自动色度控制电路 (ACC).....	(79)
二、色度降频电路.....	(80)
5.9 记录放大器.....	(83)
5.10 电路举例.....	(85)
一、U型 VO-5850P 录像机视频记录电路分析.....	(85)
二、VHS型 NV-450 录像机视频记录电路分析.....	(87)
复习思考题.....	(88)
第六章 视频信号的重放处理过程	(90)
6.1 视频信号重放系统的组成.....	(90)
6.2 预放器与磁头切换开关.....	(94)
6.3 重放幅频特性的补偿.....	(98)
6.4 重放过程的失落补偿.....	(101)
一、射频失落补偿方式.....	(101)
二、视频失落补偿方式.....	(102)
6.5 限幅和解调.....	(105)
一、限幅器.....	(105)
二、解调.....	(106)

6.6	去加重和杂波消除电路	(108)
6.7	色度升频和伪时基校正	(110)
6.8	电路举例	(115)
	一、U型VO-5850P录像机视频重放电路分析	(115)
	二、VHS型NV-450录像机视频重放电路分析	(117)
	复习思考题	(118)
第七章	磁带录像机的机械与控制系统	(119)
7.1	走带系统	(119)
7.2	穿带系统	(122)
	一、VHS型录像机的穿带系统	(122)
	二、U型录像机的穿带系统	(123)
7.3	控制系统	(124)
	一、控制系统的组成	(124)
	二、机能控制	(125)
	三、自动检测与保护	(128)
	复习思考题	(131)
第八章	磁带录像机的伺服系统	(132)
8.1	伺服系统的基本原理	(132)
	一、伺服系统的功能	(132)
	二、伺服系统的组成和基本工作原理	(134)
	三、数字伺服电路的基本原理	(139)
8.2	磁鼓伺服电路	(140)
	一、磁鼓伺服电路的工作原理	(140)
	二、磁鼓伺服电路实例	(142)
8.3	主导伺服电路	(146)
	一、主导伺服电路的工作原理	(146)
	二、主导伺服电路实例	(149)
8.4	磁带张力伺服	(153)
	一、机械方式张力控制	(153)
	二、电控张力伺服	(154)
	复习思考题	(155)
第九章	电子编辑系统	(156)
9.1	电子编辑及其实现方法	(156)
	一、组合编辑工作	(157)
	二、插入编辑方式	(157)
9.2	电子编辑控制过程	(160)
	一、设备连接	(162)
	二、主要开关按钮的设置	(162)
	三、记录电平的调整	(162)

四、编辑操作.....	(163)
9.3 时间码与全自动编辑.....	(164)
复习思考题.....	(167)
第十章 数字时基校正器.....	(168)
10.1 数字时基校正器的基本原理.....	(168)
一、时基误差校正原理.....	(168)
二、视频信号数字化的基本原理.....	(170)
三、数字时基校正器的基本类型.....	(174)
10.2 数字时基校正器的基本电路.....	(177)
一、BVT-500P 数字时基校正器总框图.....	(177)
二、A/D转换电路.....	(178)
三、存储器校正电路.....	(180)
10.3 数字时基校正器的应用.....	(183)
一、数字时基校正器的主要键钮功能.....	(183)
二、数字时基校正器的实际应用.....	(185)
复习思考题.....	(186)
第十一章 录像机的使用和维护.....	(187)
11.1 录像机的配套使用.....	(187)
一、电视节目制作的配套使用.....	(187)
二、收录电视节目的连接.....	(189)
三、复录(转录)电视节目的连接.....	(190)
四、播放电视节目的配套使用.....	(191)
11.2 如何操作使用录像机.....	(193)
一、录像机使用注意事项.....	(193)
二、VO-5850P 录像机的操作使用方法.....	(194)
三、NV-450 录像机的操作使用方法.....	(202)
11.3 录像机的日常维护和常见故障的处理.....	(206)
一、定期清洁.....	(207)
二、定期润滑.....	(207)
三、消磁.....	(208)
四、上磁鼓组件的更换.....	(208)

绪 论

1956年,世界上第一台实用的磁带录像机诞生在美国的安培(Ampex)公司。30多年来,随着磁带录像技术的飞速发展,磁带录像机已不再限于广播电视部门使用,它已扩展到国民经济的各个领域并进入千家万户。磁带录像机在英文中简称VTR(Video Tape Recorder)。它是一种利用电磁转换原理制成的记录图像和声音的设备。其技术是以磁性记录和电视这两门技术结合发展起来而又自成一体的独特系统。这个技术系统除了最基础的源于经典电磁学的磁记录技术外,还溶入了现代微电子技术、微电脑技术和精密机械加工技术。可以说,现代录像机是科学和尖端技术的结晶。

一、磁带录像机的发展过程

早在1880年,就有人开始了磁性记录的实验工作。接着,于1898年丹麦的波尔森发明钢丝录音机。此后,人们便开始设想用磁带记录图像信息,限于当时的技术水平,这一课题一直停留在设想上。直到1951年美国无线电(RCA)公司才在录音技术的基础上制成世界上第一台固定磁头式录像机。1954年该公司又展示一种带速为360英寸/秒的纵向磁迹录像机。这前后还有英国广播(BBC)公司推出的VERA录像装置。不过,这些录像机因难于实现磁带的高速度高稳定运行,而且1小时消耗上万米磁带,因此未能实现商品化而进入实用领域。

1956年,美国安培公司推出第一台达到实用水平的旋转四磁头横向扫描磁带录像机。这是一台电子管式使用2英寸宽磁带的录像机,由于价格昂贵,操作复杂,所以当时只限于广播部门使用。这台机器在解决放慢带速和宽频带记录问题上采取的旋转磁头和调频信号记录这两项根本措施一直为现在的录像机所采用。刚问世的这台分段记录式的录像机尽管有许多缺点,如设备复杂庞大,性能不理想等,但由于它具有即时重放和多次复制等突出的优点,因而颇具生命力,很快受到人们的重视,并吸引了大批有才华的科技工作者投身研究磁带录像技术,此后便出现了各具特色的录像机。

1961年日本胜利(JVC)公司研制成两磁头螺旋扫描录像机,使小型专业用录像机开始步入实用阶段。

1970年日本索尼(SONY)公司和几家公司联合研制了3/4英寸U型盒式磁带录像机。1972年索尼公司开始销售称之为U-matic的录像机系统。往后又开发了供广播部门使用的3/4英寸U型录像机,即BVU高带系列机。

1975年,索尼公司解决了高密度记录问题而研制成Betamax型 $\frac{1}{2}$ 英寸录像机,称 β 方式,由于与另一种VHS家用 $\frac{1}{2}$ 寸机相比其体积稍小,又叫小 $\frac{1}{2}$ 机。它性能好,体积小,价格又大大低于3/4英寸U型机。从此,录像机开始进入家庭。一场家用录像机技术和市场竞争的序幕也随之被揭开。

1976年，胜利公司推出另一种格式的 $\frac{1}{2}$ -英寸录像机，称VHS方式，其体积较 β 型稍大一点，俗称大 $\frac{1}{2}$ 机。这种机器从上市起就成为Betamax机的竞争对手。

1976年至1977年，安培公司和索尼公司相继研制成功不分段记录的采用1英寸磁带的螺旋扫描式录像机，后来它被人们命名为C格式录像机。同时，西德博施(Besch)公司推出一种分段记录的采用1英寸磁带的螺旋扫描式录像机，它被命名为B格式。目前C格式主要在美国、日本和我国使用，B格式主要在欧洲使用。

从70年代末期开始，磁带录像机成了热门产品。同时，数字时基校正器(TBC)、电子编辑机、静帧/绘画处理存取器、数字效果机、特技切换台、高性能小型摄像机等也取得了很大的进步，从而进一步提高了电视节目的制作水平，使电视更受人们的欢迎。可以说，现代录像技术之所以有今天，是几代人付出心血的结果。

二、磁带录像机的特点及其组成

1. 录像机的技术特点

现在，人们用来记录和重放图像和声音信息的主要方法有三种：电影、磁带录像和电视唱片。在这三种方法中，磁带录像机具有这样几个特殊的优点：(1)能即时重放，又可抹去再录；(2)使用电子编辑，节目后期制作时间短，效益高；(3)记录密度高，贮运方便。正因为如此，才使得录像机制造业获得了迅速的发展，录像机也从广播、工业领域进入家庭，成为深受人们喜爱的家电设备。

我们知道，磁带录像技术是从磁带录音技术和其它有关技术发展而来的。它的许多基本理论和技术措施都沿用了磁带录音的传统方式，例如它们都是利用磁带来记录信号，利用磁头来实现电磁变换等等。然而，由于录像机记录的图像信号的频带比音频信号要宽得多，这就使得录像技术和录音技术之间产生了很大的差别，主要有这么几点：

(1)被记录信号的频率范围不同。录音机记录20Hz到20kHz的音频信号，录像机记录的几乎是0Hz到6MHz的视频信号。可见，两者最高频率之比为300倍。由于电磁记录中存在的各种高频损失的影响，要记录几兆赫频率的信号，其难度是相当大的，它要求人们非采取特殊的技术措施不可。

其次，录音机记录音频信号的最高频率与最低频率之比为1000倍。人们把这个比值取以2为底的对数来表示信号的相对频带宽度，称之为倍频程。那么，音频信号的倍频程：

$$N = \log_2 1000 \approx \log_2 2^{10} = 10$$

约为10个倍频程。

对于视频信号，如果我们取其最低频率为25Hz，最高频率为6MHz，则最高、最低频率之比为240000倍，它相当于18个倍频程。

按照电磁感应定律，在没有损耗的理想情况下，重放特性是随着频率的升高按每倍频程6分贝(dB)上升的。显然，要得到平坦的输出特性就需要进行校正。目前的技术水平只能校正十个倍频程的频率范围，因此校正放音特性还比较容易，因为它只有10个倍频程60dB的校正范围。而校正视频重放特性就困难了，因为它有18个倍频程108dB的校正范围。

鉴于上述情况，录像机采用的一个根本性的技术措施是利用调频技术进行频谱搬迁，使相对带宽降到能校正的倍频程范围内。例如将含有6 MHz的视频信号通过频率调制到8MHz载波上，其上边带最高频率为14MHz，下边带最低频率为2 MHz（这里不考虑频偏，只做定性估算），这样处理后，其相对频带宽度就不到3个倍频程了。不过这样做就要求录像机能记录比原来视频上限频率还高的信号。

(2) 磁头与磁带的相对速度不同。通常，录音机的带速为38厘米/秒、19厘米/秒或4.76厘米/秒，由于它采用固定磁头的记录方式，所以其磁头与磁带的相对速度就是带速。

在录像机中，记录信号的频率可以达到10MHz以上。若取记录频率 f 为10MHz，当磁头缝隙宽度 g 为1微米时，由经验公式算出它的磁头与磁带之间相对速度应当为：

$$V \geq 2gf = 2 \times 10^{-6} \times 10 \times 10^6 = 20 \text{米/秒}$$

这个速度比录音机的带速高出约2个数量级。磁头与磁带的相对速度这么高，如果仍像录音机那样，采用简单的固定磁头方式记录，那么磁带的消耗量是很大的，而且机械运转部分也有困难。针对这个问题，录像机中采用的第二个根本性的技术措施是使用旋转磁头，让置于圆周上的磁头以每秒20米左右的线速度对磁带做相对运动，而磁带本身的行进速度则与录音机的带速差不多，此时，磁头与磁带的相对速度也就近似等于磁头的线速度了。这样既满足了相对速度的要求，又降低了磁带的耗用量。这样做，信号所占有的磁迹长度没有变，只是单位面积的磁带上排列了更多条的磁迹，实际上就是提高了记录密度。

(3) 对速度的稳定性要求不同。我们知道，在录放过程中，磁头与磁带相对速度偏离标准值，就会引起重放信号的频率和相位的变化。录音机中速度的轻微变化，使重放频率和相位也随之发生变化，人耳对这种轻微的变化并不敏感。但是在录像机中，这种变化将会使重放信号产生人眼能感觉到的相位误差，引起黑白图像出现几何失真以及彩色图像的色调发生变化。

为了稳定磁头与磁带之间的相对速度，人们给录像机设置了一套精密的机械系统和完善的伺服系统，使得它的时基抖动降低到只有 $0.1\mu\text{s}$ 的水平，这已基本满足记录黑白电视信号的要求，再加上时基误差校正电路，将上述误差进一步减小到 $0.01\mu\text{s}$ 以下，就能大致满足记录彩色电视信号的要求了。实际上，现代广播用录像机使用内装时基误差校正器就能将输出信号的时基误差控制在 $0.0025\mu\text{s}$ 以内，完全能够满足重放彩色电视信号的要求。可见，录像机对速度稳定性的要求比录音机高得多。正因为如此，录像机的机械部分的加工精度非常高。精密的机械再配上一套复杂的伺服电路，使录像机变得既精密又复杂。

此外，录像机还有许多地方与录音机有区别：如视频信号调频后送去记录，记录时不另加偏磁电流；一部分录像机采用磁头倾斜方位记录等等。

2. 录像机及其系统的组成

先看看磁带录像机。粗略地说，磁带录像机可以看成是由信号处理和机械控制两大部分组成。稍细一点而论，它由视频记录和重放系统、声音记录和重放系统、机械系统、控制系统和伺服系统组成，有些机器还装有电子编辑系统和数字时基校正系统等。而家用录像机则往往设有定时系统、电视接收系统和射频变换器等，如图1所示。

其次，看看磁带录像系统的组成。按用途可分类为：新闻及外景节目制作系统、演播室摄像系统、编辑系统、磁带复制系统、电视形象创作系统、放像系统等。按使用部门可分

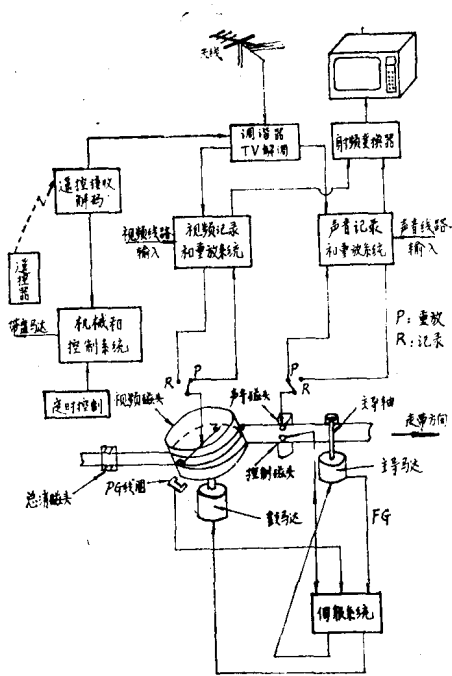


图1 家用录像机的组成

为：广播用系统、工业专用系统和家用系统。每个系统都包含有各自的信号源部分、记录与重放部分和显示部分。广播用系统最复杂，当然功能也最全，设备质量的级别也最高，工业用系统则次之，而家用系统再次之。与系统相应的录像机又分成广播用录像机、专业用录像机和家用录像机。其相同之处在于它们都是用磁头在磁带上完成磁性记录，区别是它们的性能指标不同，因而在功能和价格上差异甚大。

广播用磁带录像机的图像质量高，功能完善，可靠性好。通常它们都能即时重放，播出过程可以由计算机控制，配上数字式时基误差校正器，可以得到很稳定的图像信号。这种录像机往往具有电子编辑功能，有些机器还能将每帧图像编上绝对地址码（帧码）。广播主要使用1英寸机、分量记录式 $\frac{1}{2}$ 英寸机和 $\frac{3}{4}$ 英寸高带机。

工业专用（又称专业用）录像机的性能和图像质量低于广播用录像机。在保证较高质量的前提下要求其价格不能太高。这类机器主要用于工业控制、闭路电视、电化教育、办公室自动化及小型电视台等。其主要使用 $\frac{3}{4}$ 英寸机和 $\frac{1}{2}$ 英寸VHS型录像机，这类机器的复制代数往往在4代以下。

家用录像机则要求设备轻小，操作方便，价钱便宜。这类机器功能较少，磁带复制质量低。它主要使用 $\frac{1}{2}$ 英寸 β 机和VHS机，但目前VHS机已拥有很大的优势。此外，新开发的8毫米录像机开始进入家用录像机市场，其发展趋势咄咄逼人。表1为广播、专业、家用录像机部分产品性能表。

三、磁带录像机的发展近况及前景

进入80年代末期以来，随着磁带、磁头以及录像机电路不断地采用最新技术，使得磁记录密度有了进一步的提高，录像机的电性能又有了新的改善。广播用录像机除了原来的复合记录方式外，又新增加了分量记录方式，分量方式由于其图像质量高，日益受广播部门欢迎。专业用 $\frac{3}{4}$ 英寸机除了原有的高带机外，又推出了超高性能机(SP)，以满足多种需要。家用录像机则是沿着高质量、小型化、多功能的道路不断发展。下面分叙如下：

1. 广播用录像机

高级的广播用1英寸录像机，在今后数年中仍将是主流机型，这主要是因为它的图像质量好，可靠性高。目前主要生产公司是安培公司、索尼公司和西德博施(Bosch)公司等。近几年的代表产品分别为VPR-6、BVH-3100PS和BCN52/53等。前二种为C格式，后一种为B

格式。这些1英寸机的视频带宽都达到5.5MHz,甚至6MHz,视频信噪比为43~45dB。它们都装有自动跟踪磁头,改善了非正常重放状态下的图像质量。像VPR-6机,还能显示预置功能和55个故障原因。而BVH-3100PS则除了上述功能外,还实现了内装数字时基校正器,将彩色状态下的残留时基误差降低到 ± 3 ns以内,这样既提高了输出信号的质量,又提高了机器的可靠性,降低了成本(相对外置数字时基校正器而言)。该机在静像状态时,由场存储器提供静场图像,免去了磁头和磁带之间的损耗。此外,这台机器还能利用空气进行自动穿带,为自动化播出创造了条件。BCN52/53除了提供静帧功能外,在耐用上很下功夫,磁鼓的保证寿命为1500小时。

高质量小型化的录像机也非常受广播部门欢迎。较为有代表性的机型是索尼公司为广播部门设计开发的 $\frac{1}{2}$ 英寸模拟分量记录式Betacam型录像机,这种格式从1982年产生以来经历了多次改进,目前流行产品是BVW-75P,它属于Betacam机型中的超高性能(SP)的新机种。该机可使用金属磁带,将亮度信号的记录带宽由4.1MHz提高到5.5MHz,色度信号的带宽为1.5MHz,其分量状态下的视频信噪比为50dB,比1英寸机还高出5dB以上。机上还装有DT动态跟踪磁头,以提高非正常重放的信号质量。由于这种录像机采用分量记录方式,亮色之间串扰小,图象质量高,加上机器的体积小,容易实现摄录一体化等,使得它日益被广播部门接纳。鉴于这一状况,安培公司、博施公司和法国汤姆逊(Thomson)公司纷纷加入索尼公司的行列,生产这种机器。有人估计,在全世界广播电视部门使用分量记录的 $\frac{1}{2}$ 英寸的机型中,它的占有率为90%,另外,供广播电视部门使用的分量记录式 $\frac{1}{2}$ 英寸录像机中还有松下公司的MII格式,其性能和Betacam格式接近,不过两者的节目磁带不能互换。

曾被中、小型电视台广泛使用的 $\frac{3}{4}$ 英寸U型机,近来也有了新发展。索尼公司新推出的BVU-950P是U-maticSP新机种,它使用KSP磁带,将高带机的亮度调频的载波频率又提高了0.8MHz,从而将彩色状态下的水平分解力由260线提高到300线。该机的视频信噪比为46dB,它还在U-matic历史上首创采用内装数字时基校正器,其校正窗口宽达31行,其残留时基误差在彩色状态时仅 $\pm 2.5\mu s$ 。这台新型录像机还可以通过内装时码发生读出器来进一步增加机器自身的能力。

值得一提的是,上述这些广播用录像机除了保证视频信号质量外,还注意改善音频信号的质量,音频高端响应都达到了15kHz,音频信噪比均在50dB以上。

最为引人注目的数字式录像机业已成为商品进入市场。主要产品是索尼公司的分量式数字录像机DVR-1000(磁带传输部分)/DVPC-1000(信息处理部分)和复合式数字录像机DVR-10。前者属于D-1格式,其亮度带宽为5.75MHz,色差带宽2.75MHz,信噪比均为56dB,它的四路音频带宽从20Hz到20kHz,动态范围达90dB以上,该机能保证复制20代仍维持高质量图像。不过它的价格也高得惊人,约是1英寸机的4倍。后者属于D-2格式,设计思想是用来取代现行的C格式,因此它具有目前C格式录像机的工作特点与重放方式,这种格式的录像机价格比前者要经济得多。顺便说一下,从模拟到数字,记录密度须要增加20到30倍,如果采用沿磁带厚度方向记录的垂直记录方式,则能将记录密度提高10倍以上,不过这种记录方式目前还没有进入实用阶段。

人们之所以乐于发展从目前看性能价格比还不十分理想的数字录像机,主要原因是基于

表 1 广播用、专业用和家用

格 式	厂 家	机 型		音 频 带 宽
C 型录像机	安培公司	VPR-3 VPR-6 VPR-5 VPR-80	VPR-6	50Hz~18kHz ± 2dB
	索尼公司	BVH-500APS BVH-2500PS BVH-3000PS BVH-3100PS	BVH-3100PS	50Hz~15kHz +1.5dB -3dB
B型录像机	博施公司	BCN52/53 BCN41/51	一般机型	
Betacam 分量式录像机	索尼公司	BVW-22P BVW-35P BVW-65P BVW-70P BVW-75P	BVW-75P SP模式, 金属带	纵向模拟 50Hz~15kHz +1dB -2dB FM 20Hz~20kHz +0.5dB -2dB
	安培公司	CVR505(一体) CVR-35 CVR503A/530 CVR-75		
	博施公司	BCB10 BCB15 BCB21 BCB25 BCB40		
MI 分量式 录像机	松下公司	Au-400(一体化) Au-500 Au-650	Au-650 (NTSC制)	纵向模拟 50Hz~15kHz +1.5dB -3dB FM 20Hz~20kHz +1dB -2dB
U 型录像机	索尼公司	BVU-150P BVU-800P/820P BVU-870P (SP) BVU-900P(SP) BVU-950P(SP)	BVU-800P	50Hz~15kHz
			BVU-950P(SP)	50Hz~15kHz ± 3dB
		VO-2630P VO-4800P VO-5630P VO-5800PS VO-6800PS VO-7630 VO-7040 VO-9600P VP-9000P	VO-5850P	50Hz~15kHz
			VO-9600P(SP)	50Hz~15kHz
VHS专业录 像 机	松下公司	AG-500 AG-6100 AG-6200 AG-6400 AG-6500 AG-6810S	AG-6500S	普通 50Hz~12kHz 立体 20Hz~20kHz
	胜利公司	BR-5300TR BR-6400TR BR-7000ER BR-8600ER	BR-8600ER	40Hz~12kHz
VHS家用录 像 机	松下公司	NV-250 NV-340 NV-370 NV-450 NV-850 NV-G10 NV-G12MC NV-G30 NV-G33	NV-G12MC	80Hz~10kHz
			NV-850	高保真20Hz~20kHz
β家用录像机	索尼公司	SL-C5CH SL-C30CH		

录像机部分产品性能表

音频 S/N	带 速	DG	DP	视频 S/N	视频带宽或水平分解力
56dB	23.98cm/s	4/0	4°	43dB	5MHz ± 0.5dB 6MHz - 3dB
>56dB	23.98cm/s	<4%	<4°	>45dB	5MHz ± 0.5dB 5.5MHz - 3dB
				45dB	5MHz ± 0.5dB 5.5MHz - 3dB
>53dB 动态>85dB	10.15cm/s	<2%	<2°	>50dB	亮度 25Hz~5.5MHz ^{+0.5dB} / _{-3dB} 色度 25Hz~1.5MHz ^{+0.5dB} / _{-3dB}
56dB 动态>80dB	6.77cm/s	2%	2°	49dB	亮度 30Hz~4.5MHz ^{+0.5dB} / _{-3dB} 色度 30Hz~1.5MHz ^{+0.5dB} / _{-3dB}
48dB	9.53cm/s			46dB	370线 (黑白) 260线 (彩)
52dB, 杜比 72dB	9.53cm/s	<3%	3°	46dB(彩) 49dB(黑白)	300线 (彩)
48dB	9.53cm/s			46dB	>250线 (彩) >340线 (黑白)
52dB	9.53cm/s			46dB	300线 (彩)
>50dB	2.34cm/s			45dB	250线 (彩) 300线 (黑白)
43dB, 杜比 48dB	2.34cm/s			45dB	250线 (彩) 300线 (黑白)
>43dB	2.34cm/s			>43dB	>240线 (彩)
动态 80dB	2.34cm/s			>43dB	>240线 (彩)

下述三种功能是模拟式录像机所无法胜任的：(1) 理论上讲数字式录像机对节目带的复制代数似乎不受限制，多次复制后的图像质量仍然完好无损。(2) 数字式录像机几乎无需操作者做任何调整，它们要么运行状态完美无缺，要么出现灾难性故障，而在这两者之间的中间状态几乎不出现。出现故障时，内装诊断程序能立即将它显示出来。(3) 具有数字处理技术的优秀图像质量，使得输入和输出的图像看起来毫无改变。可以说，数字式录像技术是今后最有发展前途的新技术。

2. 专业用录像机

这个领域原来由3/4英寸录像机占据，现在不仅1/2英寸VHS机加入进来了，就连8毫米录像机也有专业用的产品，如索尼公司的EVO-720P录像机等。

3/4英寸的新产品有索尼公司的VO-9600P等，这种专业用U型录像机除了能使用低带模式外，还能兼容高带模式和SP模式。它采用了许多新技术，如新型亮/色分离电路、噪波抑制器和CCD信号失落补偿器等，能提供高质量的图像信号，是一种较为理想的专业用复制录像机。配上相应的选购件后，该机就能使用帧码对信号进行精确的提取。这台录像机在3种模式下的水平分解力（彩色状态）分别为250线、260线和300线，信噪比均优于46dB。在3/4英寸的专业用录像机，该机在性能上是最具有代表性的产品。

1/2英寸专业用录像机主要是VHS格式，主要生产厂家有松下公司和胜利公司等，其较为有代表性的产品分别有AG-6500和BR-8600E。这两种机器都带有电子编辑功能，其彩色状态下的水平分解力为250线，视频信噪比45dB。AG-6500机将白电平钳位值提高20%以提高图像清晰度。这台录像机还设有二路音频调频记录系统，使音频响应从20Hz到20kHz，动态范围达90dB。而BR-8600E机则设有一对静止和慢动作重放磁头，以获取优质稳定的静止画面。此外，这两种录像机都采用了许多措施来改善复制质量。

3. 家用录像机

人们认为，家用录像机的发展与索尼公司Betamax格式和胜利、松下公司的VHS格式激烈竞争过程相关。在这两种1/2英寸复合式录像机中，VHS格式的录像机在家用录像机市场上的拥有率已达到90%以上，普通Betamax录像机的市场拥有率已退到10%以下。

1987年，胜利公司发表了“S-VHS”（Super-high band VHS）新机型，它除了利用声音旋转磁头进行深层的高保真双声道伴音记录和采用数字式场储存器实现多画面慢动作外，最大改进是将水平分解力提高到400线以上。而且，由于提高调频频率，还减弱了亮色串扰，进一步提高了信噪比。为了提高分解力，“S-VHS”采用了新开发的高性能渗钴氧化铁磁带（其磁粉又称伊比达粒子，由伽钬氧化铁和钴铁分按水晶状组合而成）和窄缝高精度视频磁头，使该机记录在磁带上的频率高达10MHz以上，将亮度载频提高2MHz多，所以实现了高质量的记录与重放。

随后，索尼公司推出了分解力达500线的高性能的“ED-β”家用录像机，这种新格式Betamax型录像机使用金属磁带和TSS磁头（由铁氧体上喷铁铝硅薄膜制成），大幅度提高亮度调频的载频，使分解力达到500线。其图像质量明显超过“S-VHS”格式录像机。

除上述两种新格式外，8毫米录像机业已进入家庭。这种机器最大特点是体积小，其磁带盒体积还不到VHS格式的五分之一。它的一盒磁带能记录1到3个小时。由于它采用了许多新技术，使得它的记录和重放质量和普通VHS机相当，某些指标甚至优于VHS机，从发展趋势看，是大有前途的一种机型。