

家用录像机技术

编 程由马英、丁明耀、周国平、王

耀文等、孙晓松、李

福寿等、任

中国电视出版社

1990年1月

家用录像机技术

〔日〕横山克哉 广田昭 渡边良美 著
康天雄 韩友梅 译
潘桂松 校

中国电影出版社

1993 北京

(京)新登字 076 号

ホーム VTR 入門

(Home VTR for Beginner's)

© 横山克哉・廣田昭・渡邊良美 1981

内 容 说 明

这是一本专门介绍普及于全世界的 VHS 方式(大1/2)和 β 方式(小1/2)这两种家用录像机的著作。本书分为两大部分共16章, 1至9章为基础部分, 10至16章为实用部分。基础部分系统地介绍了录像机的基本原理与构成, 详细地讲解了家用录像机区别于其它种类录像机的特点与不同的各种信号处理方法。实用部分详细介绍了这两种家用录像机中的各种实用电路, 具体说明了为实现各种信号变换和伺服控制为目的的家用录像机中所有各部分的实际电路及电路的设计要点。

本书文字简明准确, 讲解循序渐进、深入浅出, 并充分利用图表形象地说明问题, 便于读者理解和掌握。对于从事家用录像机生产和维修的技术人员来说, 它是一本极有用的参考书; 对于拥有家用录像机的人们来说, 更是一本极好的启蒙书籍, 它会让您增长很多有关方面的知识, 从而指导您更合理地使用和维护自己的录像机。

家用录像机技术

*

中国 电 影 出 版 社 出 版 发 行

(北京北三环东路22号)

北京风华印刷厂印刷 新华书店经销

*

开本: 850×1168毫米1/32 印张: 8.25插页: 2

字数: 160000 印数: 5000册

1993年1月第1版北京第1次印刷

ISBN7-106-00698-X/TB·0078 定价: 4.60元

目 录

I 基础部分	(1)
第 1 章 录像机的历史	(2)
1.1 磁性记录的发明和发展	(2)
1.2 广播级录像机的开发	(2)
1.3 螺旋扫描方式录像机的历史	(3)
1.4 家用录像机的开发	(4)
第 2 章 录像机的形态	(9)
2.1 录像机的基本结构	(9)
2.2 录像机的分类和磁带格式	(9)
第 3 章 录像机的记录方式	(15)
3.1 从磁性记录—重放的原理看录像机的 记录方式	(15)
3.2 录像机磁带—磁头系统的结构及其特征	(19)
3.3 低载波调频信号的记录	(20)
3.3.1 反转现象	(23)
3.3.2 视频信号的加重	(26)
3.3.3 莫尔干扰	(27)
3.4 重放画面的质量和记录密度	(28)

第4章 录像机的彩色化	(33)
4.1 NTSC信号的特征.....	(33)
4.2 记录方式与彩色处理.....	(34)
4.3 副载波频率下移的彩色信号记录方式的 历史回顾.....	(38)
4.3.1 使用频率变换进行彩色处理的设想.....	(38)
4.3.2 在低载波调频信号的低频段叠加彩色 信号的技术.....	(39)
4.3.3 选择彩色信号副载波下移频 率的考虑.....	(39)
4.3.4 副载波频率下移彩色信号记录方式之前的彩 色处理方式.....	(39)
4.4 无保护带记录方式.....	(43)
第5章 录像机的机械系统	(50)
5.1 录像机机械系统的历史.....	(50)
5.2 磁带盒的变迁.....	(55)
第6章 录像磁带	(66)
6.1 磁带的构造.....	(66)
6.2 录像磁带的特征.....	(66)
6.3 录像磁带的制造.....	(68)
6.4 录像磁带高密度化的要点.....	(71)
6.5 用于录像磁带的磁粉.....	(73)
6.5.1 氧化铁系列磁粉.....	(73)
6.5.2 二氧化铬磁粉.....	(74)
6.5.3 合金磁粉.....	(74)
6.6 家用录像磁带的发展过程.....	(75)

第 7 章 视频磁头	(79)
7.1 从磁性记录原理看磁头高性能化的要点.....	(79)
7.2 视频磁头的结构和加工方法.....	(81)
7.3 选择磁芯材料的问题.....	(82)
7.4 磁性材料的表面加工技术.....	(85)
7.5 磁头缝隙的成型技术.....	(86)
7.6 视频磁头产生的杂波.....	(88)
第 8 章 伺服理论的基础	(90)
8.1 伺服机构的概念.....	(90)
8.1.1 频率范围.....	(91)
8.1.2 时间常数和响应时间.....	(92)
8.2 频率传递函数.....	(92)
8.2.1 比例要素.....	(95)
8.2.2 微分要素和积分要素.....	(95)
8.2.3 一次要素和一次延迟要素.....	(96)
8.2.4 二次要素和振动性二次延迟要素.....	(96)
8.3 家用录像机伺服理论应用实例.....	(96)
8.4 伺服系统的稳定性.....	(103)
第 9 章 录像机的伺服方式	(107)
9.1 录像机伺服系统的特征.....	(107)
9.2 伺服方式的演变.....	(108)
9.2.1 制动伺服方式 (1)	(108)
9.2.2 辅助马达伺服方式.....	(110)
9.2.3 开环伺服方式.....	(110)
9.2.4 制动伺服方式 (2)	(111)
9.2.5 摄像机同步方式.....	(111)

9.2.6 彩色录像机的伺服方式	(113)
9.2.7 高密度记录的伺服方式	(114)
II 实用部分	(117)
第10章 家用录像机的基本构成	(118)
第11章 机械系统	(120)
11.1 旋转磁头部分	(120)
11.1.1 旋转磁头鼓的结构	(120)
11.1.2 旋转磁头驱动控制机构	(124)
11.2 走带系统	(127)
11.2.1 走带系统的构成	(127)
11.2.2 各种走带机构	(130)
11.2.3 走带径路中磁带张力的分布	(131)
11.2.4 磁头鼓表面的摩擦阻力和磁头的 接触压	(132)
11.2.5 旋转磁头鼓的种类	(133)
11.3 磁带格式的求证方法	(135)
11.4 磁带的互换性	(138)
11.4.1 磁带互换性的必要条件	(139)
11.4.2 磁带互换性的评价	(145)
11.4.3 视频磁迹直线性的测定方法	(146)
第12章 磁带盒与上带方式	(149)
12.1 U型上带方式	(149)
12.1.1 β 方式用的磁带盒	(149)
12.1.2 磁带头尾的检测	(150)
12.1.3 U型上带方式	(153)

12.1.4	旋转磁头鼓	(155)
12.2	平行上带方式	(156)
12.2.1	VHS 方式的磁带盒	(156)
12.2.2	磁带头尾的检测	(157)
12.2.3	平行上带方式	(159)
12.2.4	旋转磁头鼓	(161)
第13章	伺服系统	(162)
13.1	家用录像机中伺服的目的	(162)
13.1.1	记录伺服	(162)
13.1.2	重放伺服	(163)
13.2	伺服系统的构成	(164)
13.2.1	磁头鼓伺服	(164)
13.2.2	直流马达型磁头鼓—主导轴伺服方式	(170)
13.3	数字化伺服	(178)
第14章	信号系统	(182)
14.1	亮度信号系统	(184)
14.1.1	输入低通滤波器	(184)
14.1.2	AGC 电路 (自动增益控制)	(185)
14.1.3	箝位电路	(185)
14.1.4	预加重电路	(186)
14.1.5	切割电路	(187)
14.1.6	频率调制器	(188)
14.1.7	高通滤波器	(189)
14.1.8	记录放大器	(189)
14.1.9	旋转变压器	(192)
14.1.10	重放前置放大器	(193)

14.1.11	信道开关	(194)
14.1.12	重放高通滤波器	(195)
14.1.13	失落补偿电路	(195)
14.1.14	限幅器	(196)
14.1.15	调频信号解调器	(197)
14.1.16	去加重电路	(198)
14.1.17	重放低通滤波器	(198)
14.1.18	降噪电路	(199)
14.1.19	输出电路	(199)
14.1.20	其它	(200)
14.2	色度信号系统	(201)
14.2.1	带通滤波器	(201)
14.2.2	记录ACC电路 (自动色度电平控制)	(202)
14.2.3	记录消色电路	(204)
14.2.4	记录变频电路	(205)
14.2.5	本机振荡器	(207)
14.2.6	记录低通滤波器	(207)
14.2.7	重放低通滤波器	(208)
14.2.8	重放ACC电路	(208)
14.2.9	重放频率变换电路与重放彩色处理	(208)
14.2.10	压控振荡器	(209)
14.2.11	重放带通滤波器	(209)
14.2.12	重放消色电路	(210)
14.2.13	其它	(211)
14.3	无保护带记录方式的彩色处理	(211)
14.3.1	消除串扰失真	(214)
14.3.2	ID (识别) 电路	(214)
14.3.3	对于欧洲电视制式的无保护带	

记录方式的处理.....	(216)
14.4 音频系统.....	(221)
14.5 信号系统特性及测定方法.....	(223)
14.5.1 频率特性(扫频特性).....	(223)
14.5.2 水平清晰度.....	(224)
14.5.3 亮度信号信杂比.....	(224)
14.5.4 色度信号信杂比.....	(226)
第15章 录像机的关联设备.....	(227)
15.1 与摄像机的连接.....	(228)
15.2 监视器.....	(230)
15.2.1 监看视频信号的监视器.....	(230)
15.2.2 具有视频、音频信号输入输出端子的 电视接收机.....	(230)
15.2.3 小型监视器.....	(230)
15.2.4 监视器及其连接器.....	(231)
15.3 RF(射频)变换器与天线切换开关.....	(232)
15.3.1 RF(射频)变换器.....	(232)
15.3.2 天线切换开关.....	(234)
15.4 话筒.....	(234)
15.5 其它.....	(234)
第16章 特殊功能及其它.....	(236)
16.1 编辑功能.....	(236)
16.1.1 连接记录.....	(236)
16.1.2 组合编辑.....	(237)
16.1.3 插入编辑.....	(239)
16.2 变速重放.....	(240)

16.2.1	倾斜方位角记录方式的静像重放·····	(240)
16.2.2	有图像快速进带和快速倒带方式·····	(241)
16.2.3	无杂波变速重放·····	(242)
16.3	复制和防复制·····	(244)
16.3.1	复制设备·····	(244)
16.3.2	接触式复制·····	(244)
16.3.3	防复制的方法·····	(245)
16.4	便携式设备·····	(245)
16.4.1	体积小、重量轻、耗电少·····	(246)
16.4.2	抗横摇措施·····	(246)
16.4.3	摄像机遥控装置及连接记录·····	(247)
16.4.4	环境适应性与报警系统·····	(247)
附录·····		(248)

I . 基础部分

这一部分分为：

- 录像机的发展史
- 录像机的结构
- 从开盘式录像机到盒式录像机
- 从黑白录像机到彩色录像机
- 视频磁头
- 录像磁带
- 伺服理论和机械结构等

在调频系统和伺服系统中涉及的很多复杂的公式，在本书的讲解中作了适当的省略，而采用了易于读者理解的叙述方式。

第1章 录像机的历史

1.1 磁性记录的发明和发展

磁性录音机是丹麦人V.帕尔森(Poulsen)于1898年发明的,并从此传播开来。然而,利用磁性材料进行信息记录的设想却是很早之前就已经有了。在此10年前的1888年9月号的《电子世界》杂志上,美国人O.史密斯(Smith)就发表了关于磁性记录可行性的论文。这一设想使帕尔森于1900年在巴黎万国展览会上推出了名为录音电话机(Telegraphon)的展品得以实现。当年的《电子世界》杂志对其进行了介绍。此后在A.F.普伏罗依马(Pfleumer德国)的涂敷磁粉的磁带(1928),E.许勒尔(Schüller德国)的环形磁头(1932年),永井、五十岚、石川的交流偏磁法(1938年)等很多前人的发明和努力的基础上,才发展成为今天的磁带录音机。在本书的附录中有磁性记录的发展历史年表供读者参考。

1.2 广播级录像机的开发

广播级录像机的需要,当初是作为消除美国东、西部电视广播时差的一种手段而提出的。进入50年代,各地都开始了对录像机的研究工作。美国RCA公司当时的总裁萨诺夫(Surnoff)在1951年下达了将录像机作为三大重要研究项目之一的指示,这已传为佳话。也就是在这一年,当时还是歌手的B.克罗斯贝(Bing Crosby)所经营的研究所研制成功了10条磁迹以时分方式进行记

录的固定磁头型的录像机（用于黑白电视）。

RCA公司于两年后的1953年报告了他们研究的4条磁迹固定磁头方式的录像机（用于彩色电视）。其次，还有英国广播公司（BBC）的研究所于1956年发表了他们研制成功的称为VERA的用于黑白电视的录像机。这些录像机都存在因磁带的行走速度过高而记录时间短、因磁带行走速度不稳而使直接重放的信号产生跳动等多种问题，所以都没有达到实用的水平。

1956年4月在芝加哥举办的NAB大会上美国的安培（Ampex）公司发表了沿磁带的纵向进行扫描的旋转4磁头方式录像机。此种记录方式一举解决了固定磁头方式所存在的所有问题，成为当时唯一的实用录像方式。由于此方式在色调和清晰度方面比屏幕录像法都要好，所以在短时间内就开始应用于电视广播工作之中。在其发表的第2年，也就是1957年，美国的哥伦比亚广播公司（CBS）就将此种录像机应用于电视广播。1958年日本的电视台（OTV, NHK, TBS）也都相继进口了这种录像机并开始使用。当时录像机的重放信号的残留时间误差为 $10(\mu s)$ ，信杂比（SN）约为30dB，录像机频带宽度为2.5MHz，和现在的广播级录像机相比，画面质量是相当低的，并且是黑白的。1958年实现了彩色化，又经过了以后的一系列改进，才成为今天具有良好性能的录像机。

1.3 螺旋扫描方式录像机的历史

从1954年至1955年开始，在日本，东芝、胜利（JVC）等公司开始研制家用录像机的原型记录方式—螺旋扫描记录方式。1959年东芝公司研制成功单磁头录像机，次年日本胜利公司研制成功双磁头录像机。

NHK利用单磁头录像机开发了电视制式的转换装置，并用于罗马奥运会的电视广播工作中。

此后,各国的厂家逐渐将业务级双磁头录像机和一个半磁头录像机形成商品化,使螺旋扫描录像机的技术越来越完善和成熟。从1969年到1970年,围绕将录像机应用于教育的中心问题,社会上对录像机的规格统一问题的讨论变得热烈起来。日本电子机械工业会(EIAJ)制定了统一I型录像机(黑白用)的规格标准,松下电器、日本胜利公司和索尼公司等3家公司联合发表了U格式盒式录像机的规格标准。当时为了反映社会上对录像机规格标准统一化问题的强烈要求,行业报纸(电波新闻)曾以此为中心议题做过大量报道。

螺旋扫描录像机的时基误差比较大,因此初期不能应用于电视广播,直到研制成功数字式时基误差校正器(TBC=Time Base Corrector)后,才解决了螺旋扫描录像机的时基误差问题。1977年末SMPTE(美国电影电视工程师协会)确定了1英寸螺旋扫描录像机(一个半磁头)的规格标准,从此开始,4磁头录像机被1英寸录像机逐步替代。

1.4 家用录像机的开发

1964年以来,以家庭用为目标的小型录像机(几乎全部为1/2英寸磁带宽度,双磁头螺旋扫描录像机)相继问世。

当时商品化的小型录像机的规格、性能和价格等如表1.2所示。

此外,关于磁带盒式化的开发工作也于1969年在录像机统一规格问题的讨论声中变得活跃起来。报纸对有关研制工作的经过所做的报道综合于表1.3中。有趣的是,后来成为实用机型的所有方式在1969至1970的两年间都由日本厂家作为试验样机发表过。

随着录像机的发展,记录密度不断得到提高,这方面的情况归纳于图1.1中。由图可知,值得注意的是最近的家用录像机的

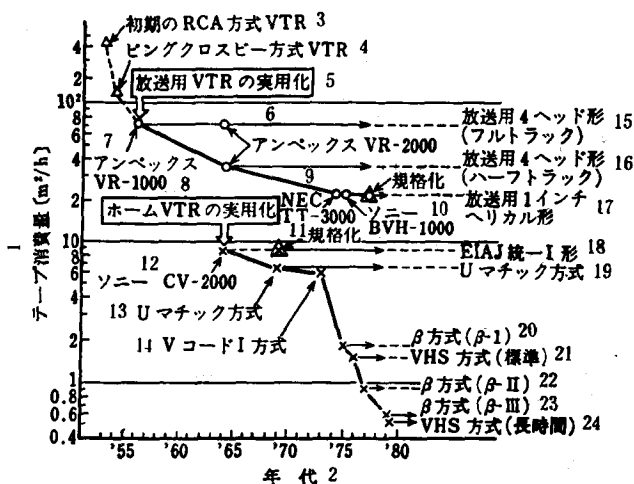


图 1.1 从磁带消耗量看记录密度随年代的变迁

1. 磁带的消耗量 (m²/h)
2. 年代
3. 初期的RCA方式录像机
4. 宾·克罗斯贝方式录像机
5. 广播级录像机的实用化
6. 安培公司的VR-2000
7. 安培公司的VR-1000
8. 家用录像机的实用化
9. NEC公司的TT-3000
10. 索尼公司的BVH-1000
11. 统一规格化
12. 索尼公司的CV-2000
13. U格式方式
14. V码I方式
15. 广播级4磁头方式(全磁迹记录)
16. 广播级4磁头方式(半磁迹记录)
17. 广播级1英寸螺旋扫描方式
18. EIAJ统一I形
19. U格式方式
20. β方式(β-I型)
21. VHS方式(标准型)
22. β方式(β-II型)
23. β方式(β-III型)
24. VHS方式(长时间型)

β方式和VHS方式的曲线变化很陡，这显示了在提高记录密度方面实现了重要的技术革新。

表 1.2 1968年底—1969年初的小型VTR

VTR 型号名称	CV-2000	SV-700	NV-1010	KV-800
厂 家	索 尼	东芝电气	松下电器	日本胜利
记录方式	旋转双磁头 /调频记录	同左	同左	同左
磁带宽度(mm)	12.7	12.7	12.7	12.7
磁带速度(cm/s)	19	19.05	30	24
带 盘	7 号	7 号	7 号	8 号
记录时间(分)	连续60以上	约60	40	最高63
视频信号输入(V) (75 Ω 不平衡)	1.4	0.5—1.0	1.0	1.0
视频信号输出(V) (75 Ω 不平衡)	1.4	1.0	1.0	1.0
清晰度(线)	220线以上	270线以上	220线以上	220线以上
信杂比(dB)	40以上	40以上	40以上	40以上
静帧放像	不可能	可能	可能	可能
音频话筒输入(dB)	-60 (600 Ω 不平衡) -20 (高阻抗)	-60以上 (10k Ω 不平衡)	-60 (20k Ω 不平衡)	-60 (10k Ω 不平衡)
音频线路输入(dB)	平衡	-20以上 (10k Ω 不平衡)	-20 (1M Ω 不平衡)	-10 (30k Ω 不平衡)
频率带宽(Hz)	80~10000	50~10000	80~10000	70~10000
信杂比(dB)	40以上	40以上	40以上	40以上
音频插入方式	不可能	可能	可能	可能
磁鼓直径(mm)	117	150	127	147
磁带与磁头相对速度	约11	14	12	13.7
视频磁迹宽度(mm)	0.2	0.1	0.17	0.125