



磁带录象

约瑟夫·鲁宾逊 著

唐志健等 译

中国电影出版社

磁 带 录 象

〔英〕 约瑟夫·鲁宾逊 著
唐 志 健 等 译

中 国 电 影 出 版 社

1981 北京

JOSEPH F. ROBINSON
VIDEOTAPE RECORDING

FOCAL PRESS LONDON AND NEW YORK

1975 年第一版

1975 年第二次印刷

1976 年第三次印刷

本书系根据英国焦点出版社 1976 年版本译出

内 容 说 明

本书综合磁带录象的理论与实践,全面地介绍了世界各国目前采用的不同电视制式及其技术上的差异。全书共分十三章,分别阐述广播电视、闭路电视及磁带录象的原理和基本要求,如广播电视中的信号系统和伺服机构,几何误差、时基误差的校正和速度误差的补偿;闭路电视中的色度校正技术;磁带录象中的编辑技术等等。题材虽然复杂,但作者力求条分缕析,深入浅出,对电视技术具有基础知识和一定实践经验的读者将会发现,内容不仅明白易懂,而且有实用价值。关于磁性记录的基本原理和频率调制理论的两章,以及章末列举的参考书目及书末附录的内容和词汇表,是专为初学者提供的。

本书是磁带录象工程技术人员的参考书,也适于电视广播工作人员、闭路电视使用者以及电视技术的初学者参考学习之用。

磁 带 录 象

〔英〕约瑟夫·鲁宾逊 著

唐志健 陈必源 译
刘树桐 徐海波

郭大梁 校

*

中 国 电 影 出 版 社 出 版

北京印刷一厂印刷 新华书店发行

*

开本: 850×1168 毫米 1/32 印张: 10 $\frac{1}{2}$ 插页: 2 字数: 181,000

1981 年 7 月第 1 版 北京第 1 次印刷 印数: 1—11,300 册

统一书号: 15061·168 定价: 1.70 元

前 言

本书的目的是论述磁带录象的实践和基础理论。虽然题材比较复杂,但每章的内容对于在电视方面具有基本工程知识和一定经验的读者来说,既结合实际,又明白易懂,而且有参考价值,尽管由于题材的复杂性,阅读每章末尾都需要多花费一些力气。对大学生或工程师读者需要作更详尽论述的复杂分析则编入附录,使之不致成为专业学术性知识较少的读者的障碍,这些读者可以从本书的正文部分得到足够的知识。

书中所用的专门名词,尽可能采用美国电影电视工程师学会(SMPTE)所规定的名词,虽然有时须在两个或多个通用名词中进行选择。书末附有完整的词汇解释表,其中包括磁带录象中使用的大部分名词。正文中所避免采用的商用名词也收集在词汇解释表中。

本书对各国在磁带录象上采用不同电视制度所造成的技术上的差异作了充分的阐述,其中包括北美和亚洲采用的 525 行、每秒 60 场的 NTSC 彩色制和欧洲、苏联、非洲及澳大利西亚采用的 625 行、每秒 50 场的帕尔(PAL)和塞康(SEGAM)彩色制。

选择单位是一件困难的事,因为大多数磁带录象机的机械设计采用英尺-磅-秒(FPS)制。尺寸大小按这种单位取整数或分数,但目前国际上已趋向于以米制为标准。

因此,本书基本上采用米-千克-秒单位制(MKS),只是机械零件尺寸仍然采用英尺-磅-秒(FPS)单位制,但在括号中注明相应的米制值。

本书原是为作为磁带录象工程师使用的参考书来写的，因此只要有可能，对各种标准制式都予以介绍和分析，包括广播用的四磁头2英寸宽的、安倍克斯奥米伽1英寸宽的、IVC阿尔发1英寸宽的、VCR的 $\frac{1}{2}$ 英寸宽盒式型的、EIAJ $\frac{1}{2}$ 英寸宽的等制式。每章都列出参考书目，以供深入阅读。

序

磁性记录达到今天的成就是经历了一系列艰苦奋斗、外界的刺激、深入的理论分析以及偶然的突破等复杂而漫长的历史的。战争和经济增长刺激了它的发展。但它的进展在世界的三大主要大陆欧、美、亚洲延续了七十多年。有时获得重要进展的原因是理论研究的成果，但在更多情况下是用理论来解决实践。它所取得的发展并不是国际合作的结果，而是储存和记录信息的国际上的工程需要所促成的。在丹麦、美国、德国、联合王国、荷兰和日本可以看到这一发展中的里程碑。

早在 1880 年，就有磁记录特性的实验证明，但直到 1898 年瓦德马尔·保尔逊 (Valdemar Poulsen) 在丹麦申请录音电话的专利时^[1]，才首次进行磁记录的公开表演。他们使用连续的钢丝作磁记录材料，输出信号小，干扰大，并且失真。尽管性能差，他们并不畏难，终于在 1903 年保尔逊 (Poulsen) 和他的同事派得生 (Pederson) 成立了美国录音电话公司。稍后，在 1906 年申请了直流偏磁专利，虽然此时信噪比仍很差，但改善了失真，输出也增加了。

除了电子放大方面的不多的发展外，一直没有进一步的改进。直至 20 年代后期，在大西洋的对岸取得了两个重要的进展，才出现了我们今天所了解的高质量录放系统。但一直到战后，才充分利用了这些成果。

1. 卡尔生 (Carlson) 和卡本特 (Carpenter) 在美国海军研究工作中导致使用交流偏磁的第一个专利^[2]。它大大改善了钢丝录音机的失真和信噪比。

2. 1928 年弗劳默 (Pfleumer)^[3] 发明了涂磁粉的纸带的制

造与使用方法的专利。用带的观念克服了在钢丝录音机中存在的几个问题，主要是钢丝的卷绕和钢丝的磁通和磁头偶合的困难。随着磁带氧化物的改进^[4]，加上越来越多地用塑料来代替纸张，使用三氧化二铁和塑料带基的磁带保持磁记录材料的垄断地位至少有四十年。1935年德国的 AEG 公司在德国无线电周年展览会上演示了磁带录音机^[5]，这个录音机所采用的基本原理至今还在应用。尽管有许多改进，它们的结构和设计思想几乎与现代的 1/4 英寸开盘式录音机完全一样。

在发展塑料带的同时，也使用了钢带，计有联合王国的马可尼公司的 Marconi-stille^[6]和德国的 Blattnerphone^[7]。这种设备由于使用的记录材料限制了自身的发展，它的直径超过 60 厘米的带盘，装有钨钢带 3000 米，但只能工作 30 多分钟。二次大战期间，德国发展了塑料带基材料而盟国（指美、英）则倾全力于钢丝和钢带。到了 1946 年，哪种方法能取得最大进展的问题已是无可争辩的了。

磁带和磁头的进一步改进，使高质量录音机的带速从每秒 30 英寸降低到 $7\frac{1}{2}$ 英寸/秒， $3\frac{1}{2}$ 英寸/秒，甚至 $1\frac{1}{2}$ 英寸/秒，而性能没有降低。从 1947 年起，根据磁带录音机原理设计的录音机，几乎世界上每一个工业化国家都已生产。现在盒式录音机的质量优于二次大战前的任何录音设备。现在的磁带存贮密度高，打个比喻说，一个人装在衣袋中的这点磁带所存贮的信息，比之使用钢带作记录材料时他用全力所能举起的钢带所存贮信息还要多。

50 年代，由于在医学、物理、机械和电子学研究中记录测量信号的需要，设计出频率响应宽得多的记录器，并带有多信道设备，带速的要求也更为严格。目前这类记录器的响应可超过 3 兆赫，速度高达 120 英寸/秒。

可以认为，视频记录是固定磁头和快速磁带原理的推广。1954 年 RCA 公布了一种工作速度为 360 英寸/秒的纵向磁迹记录器^[8]，它的频带宽度容量还不够，存在三个明显的问题。

1. 要持续记录适当时间的信息, 需要的磁带数量太多, 带盘的尺寸太大。

2. 控制带速有困难, 特别是使带速的波动维持在电视信号所需的范围之内。对电视信号来说 ± 1 微秒的时基误差就是严重的了, 这意味着要求磁带到达正确位置的时间不超过百万分之一。

3. 视频信号的带宽至少需 18 个倍频程, 而任何磁带系统的理论范围为 10 个倍频程, 不管磁头相对磁带的速度是多少。

1958 年, BBG 可视电子记录设备^[9], 解决了上述最后一个问题, 视频被分成两个独立的频带: 0~100 千赫和 100 千赫~3 兆赫, 低频部分对 750 千赫的载波进行调制后, 记录在一条磁迹上, 另一条磁迹记录未经调制的高频部分, 第三条磁迹记录调频音频信号。

纵向磁迹记录器的发展证明它不能成功, 但它每前进一步都为进一步发展提供条件。四磁头横向磁迹录象机是 1956 年安倍克斯(Ampex)公司提出的^[10], 它的出现, 是由于查理斯 P. 金斯伯格(Charles P. Ginsburg)和查理斯 E. 安特逊(Charles E. Anderson)的设计, 解决了两个重大的问题:

1. 降低带速, 靠磁头的运动来提高磁头相对于磁带的速度。使用 2 英寸宽的磁带, 视频磁头装在直径 2 英寸的轮子上, 用每秒 240/250 转的速度旋转, 从磁带一边横向扫到另一边。

2. 发明了宽频带、低频偏、低载波调频信号, 它的频率在磁带系统的频带范围内。

所有现代录象机都应用这两个原理, 虽然在闭路电视中, 对旋转磁头的原始概念, 作了重新设计。

早期磁带录象机的发展费用和复杂性是如此之大, 以致广播事业成了它明显的唯一的市場。

由于每台价格超过 50,000 英镑, 几乎不能期望它能销售上百台。不过, 只把它作为一种录放设备已不太适应形势了, 而作为生产机械的用途却日益增加。世界上已有数千台广播录象机投

人使用，几乎各个电视网都有。

虽然有立即回放的设施，电视制片人仍希望它也有象电影中剪辑、混录和穿插技术的灵活性，还需要能多次高质量地复制彩色节目。在早期，虽然使用磁带录象机的回放质量不错，有时与原作看不出什么差异，但它的稳定性欠佳，不用说彩色，即使黑白也不理想。经多次复制后，质量很快降低。物理剪辑非常不可靠，换机使用也很冒险。因此渐渐都采用具有程序磁带的记录磁头装置来保证回放质量。有些工程人员将此情况比作萨穆尔·约翰逊(Samual Johnson)博士的“讲道女人”。她就象用后腿走路的狗，这是走不好的，但令人惊讶的是，它竟能走到底。

取得了对第一个旋转磁头录象机作几种改进的专利。这些显然不是不能超越的，因为RCA(美国)、兰克新特尔(Rankcintel, 英国)和芬许(Fernsch, 西德)很快就发展了生产同样制式磁带的各种机械。兰克新特尔公司后来退出了。对于标准磁带制式和一般实践的标准化美国电影电视工程师学会(SMPTE)、欧洲广播联盟(EBC)、国际无线电咨询委员会(GGIR)和国际电气公司(IEG)等团体是有一定功劳的。

大约在1960年，录象机的发展分成广播和闭路电视(CGTV)两条道路，以适应两种不同的需要。

广播录象机的发展达到了回放同步，并改进了稳定性。剪辑也改进了，先是磁带的精确物理剪切，然后是电子剪辑。进一步改进采用可排练的现插入装置和插入移动装置、剪辑的精确度达到一帧。甚至动画的发展前途也通畅无阻。已经实现十分完善的全自动剪辑技术，其中具有对磁带上每一帧讯号独特的数字帧寻址编码、自动快速检索和剪辑。A-B辑技术也是可能的事了。

采用电子技术改进了时基稳定性，允许彩色磁带多次复制。

信号性能——尤其是彩色信号性能的改进，使体系的频响提高到高频带标准。

这些改进与减轻了手动调节的自动控制结合起来，导致了极

复杂的系统。

尽管广播用录象机的发展给人的印象似乎很深刻，如何研制出成本低、质量合格的录象机以适应闭路电视的要求，也是一个同等重要的难题。早在 1960 年，日本、美国、荷兰就着手解决这个问题了。

解决办法是一致的，即采用螺旋扫描，但是由于各国的发展道路不同，产生了许多不同技术和磁带制式规格。标准化是不可能的。早在 70 年代初期就希望建立欧洲标准盒式磁带录象机，但能否成功，还需拭目以待。

以下各章将详细介绍录象实践所依据的理论。在许多情况下，对于任何一个问题，实际解决方法都是多种多样的，就象闭路电视彩色录象机的情形一样。本书作者对于这些方法力图加以解释，但着重说明的却是一般通用的方法。

参考文献

- [1] POULSEN, V., The Telegraphone, Electrician, Nov. 30, 1900. POULSEN, V., Steel Tape as a Recording Medium, U. S. Pat. No. 661, 619.
- [2] CARPENTER, G. W. and CARLSON, W. L., A. C. Biasing, U. S. Pat. No. 1, 640, 881.
- [3] PFLEUMER, F., Powdered Recording Media, German Pat. No. 500, 900.
- [4] KATO and TAKEI, Preparation of magnetic material by mixing metallic oxide powders, JIEE of Japan 1933.
- [5] VOLK, T., A. E. G. Magnetophone, AEG. Mitteilungen, Sept. 1935.
- [6] RUST, N. M., Marconi-stille recording and reproducing equipment, Marconi Review, Jan-Feb. 1934.
- [7] HAMILTON, H. E., The Blattnerphone, Electrical Digest, Dec. 1935.
- [8] OLSEN, H. F., A system for recording and reproducing television signals, RCA Review, March 1954.
- [9] AXON, P. E., The BBC VERA, EBU Review, Part A Tec-

hnical, 49 May 1959.

[10] GINSBURG, ANDERSON AND DOLBY, Video Tape Recorder Design, JSMPTE, vol. 66, No. 4, April 1957.

[11] ANDERSON, DOLBY, ROIZEN, GINSBURG, BEHREM, Ampex Videotape Recorder, JSMPTE, Vol. 67, No. 11, Nov. 1958.

目 录

前 言	(1)
序	(1)
第一章 磁带记录原理	(1)
磁滞现象	(1)
剪变磁滞现象	(3)
音频记录	(5)
消磁过程	(6)
记录过程	(8)
回放过程	(11)
低频损失	(14)
高频损失	(14)
其它损失	(15)
磁头定位损失	(17)
最终响应	(20)
失真	(21)
直流偏磁	(21)
交流偏磁	(22)
均衡作用	(24)
磁带的特性	(26)
参考文献	(30)
第二章 磁带录象的基本要求	(31)
磁带录象机元件	(31)
磁带使用注意事项	(35)
磁带检查	(35)
带台注意事项	(36)

消磁	(37)
尖端凸出部	(38)
对电子装置的注意事项	(38)
第三章 广播用四磁头制式	(42)
磁迹宽度和间隔	(43)
重叠	(45)
纵向磁迹的用途	(46)
场同步位置	(49)
制式数据	(49)
录象机带台布置	(50)
真空室	(53)
参考文献	(54)
第四章 闭路电视制式	(55)
双磁头包绕	(55)
单磁头包绕	(57)
同步排列	(64)
停止-运行	(64)
控制磁迹	(65)
分割螺旋	(65)
参考文献	(66)
第五章 频率调制理论	(67)
基础频率调制理论	(67)
用于视频记录的频率调制	(71)
频率偏移和调制系数	(74)
频率调制信号的失真	(75)
产生波纹图案的原因	(79)
选择中心频率以消除波纹图案	(82)
导频音调和色度不足	(84)
信号系统的频响要求	(85)
预加重的说明	(87)
结论	(88)
参考文献	(88)

第六章 信号系统	(89)
记录电路	(89)
调频器	(89)
自动频率控制	(93)
记录激励器	(94)
最优化	(96)
回放	(97)
高输入阻抗放大器	(98)
低输入阻抗分路放大器	(99)
均衡器	(99)
余弦均衡器	(100)
转换开关	(102)
消隐开关(四磁头)	(102)
开关转换级(四磁头)	(106)
开关波形的产生(四磁头)	(106)
前肩开关的产生	(107)
解调	(108)
产生倍频脉冲的方法	(110)
开关抑制和反馈箝位	(110)
信号失落的补偿	(112)
自动均衡作用	(114)
第七章 伺服机构	(116)
速度控制方法	(116)
伺服元件	(117)
相位比较器	(118)
双向计数器	(120)
鉴频器	(122)
电机控制	(123)
环形计数器	(126)
交流供电的振幅和脉冲宽度控制	(127)
直流控制	(127)
实用四磁头伺服系统	(130)

帧脉冲识别	(137)
磁头轮伺服系统	(138)
磁头轮比较器	(140)
自动寻迹(主导轴)	(142)
实用螺线式伺服系统	(143)
回放方式	(145)
不稳定性	(147)
参考文献	(147)
第八章 几何误差	(148)
四磁头机的机械调节	(148)
方位角(预先调整)	(149)
轴向位移(预先调整)	(149)
导向器位置误差(可调的)	(151)
速度误差	(154)
导向器半径	(155)
磁带传送机构局部表面形状	(156)
温度和湿度	(157)
磁带张力	(158)
结论	(158)
螺线式录象机的机械调节	(158)
磁头位置	(160)
磁头行径和互换性	(160)
兼容系数	(161)
定时误差	(164)
环境变化	(165)
磁带张力	(167)
自动张力控制	(170)
结论	(171)
参考文献	(172)
第九章 时基误差的校正	(173)
定时误差的性质	(174)
单色校正的方法	(174)

应用延迟的方法	(176)
二进制延迟开关	(178)
延迟量的确定	(180)
四次方定律	(181)
稳定基准脉冲	(183)
数字化门电路	(184)
二进制误差检测	(184)
彩色校正	(187)
同步反馈	(189)
误差消除	(191)
同步副载波锁定	(192)
速度误差校正(四磁头系统)	(192)
数字技术	(200)
第十章 闭路电视中的色度校正	(201)
扩大误差容限法	(201)
电子稳定法	(204)
导频法	(206)
色同步信号锁定振荡器	(207)
稳定方法	(207)
带宽缩减	(211)
导频色度载波	(212)
结论	(215)
参考文献	(216)
第十一章 盒式录象	(217)
广播盒式录象	(217)
螺旋盒式录象	(220)
结论	(224)
参考文献	(224)
第十二章 剪辑	(225)
物理剪辑	(225)
电子剪辑	(228)
消磁和射频接通	(230)

回放和记录相位	(238)
彩色场序的剪辑	(239)
电子剪辑概述	(241)
剪辑暗号指令程序	(241)
时间码定址	(243)
记录码	(243)
SMPTE 地址码	(247)
SMPTE 编码制式	(248)
同步字码的作用	(253)
第 10 位(帧跌落标志)	(253)
第 11 位(标准二进制组)	(254)
第 27、43、58、59 位	(254)
自动剪辑	(255)
参考文献	(257)
第十三章 录像磁盘和慢动作技术	(258)
记录和回放程序	(260)
停止动作	(262)
NTSC 色度校正	(263)
半行延时逻辑(HL)	(264)
录像磁盘的信号通道	(266)
帕尔色度校正	(266)
慢速和快速动作	(269)
结论	(271)
参考文献	(272)
附录	(273)
词汇表	(316)