

电信技术普及丛书

磁 带 录 象 技 术

张夏阳 赵力珮 编著

人 民 出 版 社

内 容 提 要

本书较全面地讲述了磁带录象技术。在简述了有关电视知识和磁记录、重放基本原理后，重点阐述了各种方式录象机的构成及其基本工作原理，最后介绍了录象新技术，指出了录象技术的发展前景。

本书可供从事录象及电视等专业的有关工人、技术人员和管理干部学习参考。

电信技术普及丛书

磁 带 录 象 技 术

张夏阳 赵力颀 编著

责任编辑：沈成衡

*

人民邮电出版社出版

北京东长安街27号

河南省邮电印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

*

开本：787×1092 1/32 1985年1月第一版

印张：9 16/32 页数：152 1985年1月河南第一次印刷

字数：217千字 插页：2 印数：1—25,500册

统一书号：15045·总2915-无6295

定价：1.30元

前 言

随着我国四化建设的发展，录象技术将日益广泛地应用于工业、教育、科研、国防以及其它各项建设事业中，成为不可缺少的得力助手，并将逐步普及到人民的日常生活之中，成为活跃与丰富人民文化生活的有力工具。

为了促进我国录象事业的普及与发展，我们写了这本普及读物。书中介绍了录象技术的基本原理，使读者通过本书的讲解能够对录象技术的基本内容有一个大概的了解。全书共分十章，其中一至四章是基础预备知识，简单地介绍了录象技术的发展概貌，以及电磁转换、电视技术和调频技术中的基本概念。在第五至第八章中，较全面地介绍了磁头、磁带，以及录象机中的记录与重放系统。其中包括机械系统、伺服系统、电子电路以及时基校正系统。这是本书的重点。读者可以从这部分内容中了解录象技术的基本原理。第九章介绍了编辑的各种方式，第十章指出了近年来录象机中应用的部分新技术以及录象技术的发展前景。

在内容叙述上，为了思路清楚，我们把录象机分成记录与重放两部分来讲解。在制式方面，同时兼顾了垂直扫描方式与螺旋扫描方式。这是因为自1956年首次成功地研制出录象机以来，垂直扫描与螺旋扫描就一直是录象技术的两大分支，它们各有长处。垂直扫描方式结构严谨、电路精密、理论成熟、录放质量很高，一直是高级录象机所采用的方式之一。世界上第一部录象机就是垂直扫描方式的。而螺旋扫描方式具有耗带

少、经济、重量轻、灵活等优点。目前我国较多引进与使用的是螺旋扫描录象机。

本书尽可能以 PAL 制为主介绍录象技术，个别地方也涉及了一些 NTSC 制的内容。

作为录象技术的普及书，本书可供从事录象专业以及对录象技术感兴趣的工人、技术人员阅读与参考。

在本书写作过程中，经北京广播学院王明臣老师审阅，并得到林正豹老师和北京邮电学院方贺桐老师的大力帮助和指导，在此表示衷心地感谢。

文中错误与不妥之处，敬请读者指正，不胜感谢。

作者

目 录

一、概述	1
1. 从图画到录象	1
2. 使用磁带录象技术的优越性	3
3. 如何录象	4
4. 磁带录象机的分类	10
5. 磁带录象机的构成	14
(1) 磁带录象机的外形	14
(2) 磁带录象机的内部结构	15
二、电视技术的基本知识	17
1. 光电转换和图象分解	17
2. 摄像管	19
3. 图象信号的同步	22
4. 隔行扫描	22
5. 同步信号	24
6. 消隐信号	25
7. 三基色和色度图	26
8. 彩色电视基本知识	27
9. 彩色全电视信号	22
三、磁性录放的基本原理	37
1. 磁性录、放的概念	37
(1) 磁化及磁滞回线	37
(2) 电磁铁	42
(3) 磁记录简单原理	43
(4) 重放简单原理	44

(5) 消磁原理	46
(6) 偏磁简单原理	49
2. 记录波长	53
3. 磁录放中的各种损失	54
(1) 记录去磁损失	54
(2) 自消磁损失	55
(3) 间隔损失	55
(4) 缝隙损失	56
(5) 方位损失	57
四、录象技术中的调频技术	59
1. 为什么录象技术中要采用调频技术	59
2. 调频信号	60
3. 录象技术中的调频特性	62
(1) 低载频	62
(2) 低调制指数	63
4. 调频标准	64
5. 如何实现调频	65
6. 压缩相对带宽	67
7. 调频传输系统的特性	68
8. 因调频而产生的干扰	70
五、视频磁头与磁带	72
1. 视频磁头	72
(1) 垂直扫描录象机用视频磁头组件	73
(2) 螺旋扫描录象机用视频磁头组件	80
(3) 视频磁头的录-放特性	84
(4) 视频磁头的寿命及磨损	85
(5) 磁头组件部分引起的失真	87
2. 视频磁带	92

(1) 磁带的结构	92
(2) 磁带的性能	93
六、磁带录象机记录系统的工作原理	98
1. 如何在磁带上保留图象	98
(1) 磁迹图	93
(2) 视频信号记录系统	110
(3) 录象机的走带系统	115
2. 如何记录彩色	141
(1) 直接彩色记录方式	143
(2) 间接彩色记录方式	144
3. 如何记录声音	148
(1) 不同的要求	148
(2) 音频信号电路系统	150
(3) 消磁系统	152
(4) 家用录象机的音频系统	155
七、磁带录象机重放系统的工作原理	160
1. 重放系统的基本组成部分	160
2. 视频信号重放系统	162
(1) 磁头信道前置放大器	162
(2) 磁头信道均衡器	163
(3) 切换开关	166
(4) 调频均衡网络	169
(5) 重放网络	170
(6) 解调器	171
(7) 脱落补偿器	176
(8) 消杂波电路	178
3. 伺服问题	179
(1) 什么叫伺服	179
(2) 录象技术中为什么要用伺服	180

(3) 控制磁头、控制磁迹及其信号	181
(4) TACH 信号	182
(5) 鉴相器	184
(6) 伺服系统的基本结构及一般原理	186
(7) 录象机中有哪些伺服	192
(8) 数字式伺服技术	208
八、彩色的重放和时基校正	214
1. 时基抖动和时基校正	214
2. 时基校正器	217
(1) 模拟式时基校正器(ATBC)	217
(2) 数字式时基校正器(DTBC)	231
3. 伪时基校正	247
九、编辑	252
1. 概述	252
2. 实现编辑的方法	253
3. 剪切编辑	254
4. 全电子编辑	256
5. 全电子编辑的控制	262
十、新技术	269
1. 高密度记录	269
2. 特技重放	279
(1) 螺旋扫描录象机中慢动作和静止画面的重放	280
(2) 垂直扫描录象机中慢动作和静止画面的重放	285
(3) 快速搜索重放	287
(4) 自动扫描跟踪技术(AST)	289
3. 录象技术的发展前景	292

一、概 述

1. 从图画到录象

人们总希望并且越来越需要把自己的劳动和生活，尤其是值得纪念的重大事件记录和保存下来。为此，人们进行了大量的探索和研究，终于研制成功了记录图象的一整套方法，并在广泛应用中发展成为一门新技术——录象技术。

什么是录象？它的定义是什么？有人说电影就是录象，有人说电视也是录象。其实，顾名思义，录象就是记录图象。从这个定义出发，电影可以算作一种录象。电视就其本身来说则不是，因为它是实时的，即把甲地的图象实时地传到乙地，并不是一定要有存储、记录图象的过程。

单从记录和保存图象的角度来看，我们可以认为从原始人的壁画到唐代的彩塑，从古老的炭棒画到中世纪的水粉画，都可算作最原始的图象记录。

照相技术的产生，是人们在探索记录图象中的第一次飞跃。然而，绘画和照片却存在着一个共同的缺点，即图象都是一个固定的画面。

电影的出现，是人类在图象记录的探索中的又一次飞跃。根据人眼的视觉惰性，每秒拍摄二十四幅活动的画面，虽然就每一个画面看是静止的，但当它们连续重放时，就会重现活动的画面。从无声到有声，再到立体声电影，从黑白到彩色再到彩色立体电影，电影作为人们记录活动画面的唯一手段，在二

十世纪初期独占了记录图象的全部舞台。

但是，人们在使用中也逐渐发现了用电影胶片记录图象不利的一面。首先是后期制作麻烦、困难。一卷拍摄好的电影胶片，要经过显影、定影、冲洗、烘干和剪辑等工序。若是彩色片，则制作工序更麻烦。某些操作，人们不能直接观察到，只能凭经验、靠钟表计时来掌握。如果有部分图象拍得不够理想，那么这些胶片就要报废重拍，而如果拍摄的恰恰是重大事件等不可能重拍第二遍的内容，那更是无法补偿了。胶片记录图象的另一个缺点是慢。因为上述的几道工序都不是四、五分钟可以完成的。拿拍摄新闻报导片来说，从拍摄完毕到看见第一部影片，以目前技术来看恐怕最快也得两小时以上。如果是故事片，则至少也在一个月左右。

人们对用胶片记录图象的这些缺陷，不断企图完善和改进它。伴随着电影的发展，它的一支同盟军，同时也是一支竞争的劲旅——电视诞生了。但已如上述，电视技术本身只能传输图象但没有留住时间，没有保存住图象。但是它却促进了录象技术的发展。

二十世纪五十年代，随着广播电视的广泛发展，保留电视图象、存储电视节目的要求越来越迫切。一个大国，从东部到西部，时间要差几个小时，当东部已是晚上七点电视播放的黄金时间，西部城市还只是下午四点钟！这样，重大的电视新闻、精彩的比赛实况就不能在东西部城市同时播放。为此，人们开始进一步探索比电影更简单有效的记录图象的办法。终于在1956年4月，由美国研制成了第一部可以实用的黑白磁带录象机。

磁带录象机的出现，是人类在图象记录研究方面的第三个飞跃。从它一出现，就以其瞬时记录和立即重现的独特优点而

受到人们的重视，因此得到了迅速的发展，被广泛应用于政治、军事、文化教育等各个领域。它不仅是人类用来丰富、美化生活的手段，而且成为生产建设中必不可少的辅助工具。

2. 使用磁带录象技术的优越性

使用磁带录象技术能够及时而迅速地记录图象，并且可以随录随放，不需要经过象电影胶片那样复杂的处理过程。录象磁带可以使用多次，一个节目录得不好，可以象录音带一样把录上的节目“洗去”，重新录制，但电影胶片却只能拍摄一次。这就明显地简化和方便了使用，节约了大量人力物力。录象带比电影胶片便宜，而且一盘高密度录象带比记录同样内容的电影胶片体积小得多，重量轻得多。这些就使录象技术在某些方面代替了电影技术。

由于磁带录象技术有很多优点，使其得到了广泛的应用。在宣传方面，用磁带录象可以把一些重大史实方便地记录下来，并通过电视台或其他传输手段，在适当时机向全国、全世界播放。

由于录象磁带体积小、重量轻、便于携带，所以在国际交往中，出访人员可以使用便携式录象机，随时记录各种见闻和资料，加强国际交流和人民之间的互相了解。目前国际上已停止互送影片拷贝样片的办法，代之以互送录象磁带。

在教育领域，磁带录象技术可以发挥巨大作用。比如在课堂教学上，把教师讲课记录下来反复放映，既可省掉教师反复讲解同样内容的时间，学生又可以随时复习重要教课内容。还可以通过磁带的大量复制，把好的教学内容送到各地，有利于交流和推广经验。对于化学、物理、医学等学科的复杂实验，

使用录象，就用不着每次都由老师亲自示范，只要一次录成，以后每次就可以通过看录象来学习，节省了人力、物力和财力。在儿童教育方面，由于儿童对初次看到的事物很感兴趣，因此可以用录象记录下各种丰富多彩的内容，随时播放出来，用这些活动的图象对儿童进行教育，可以增加儿童学习知识的兴趣，提高他们学习和记忆的能力。

磁带录象技术还可以用到生产管理和各种科学实验中，记录生产过程或实验变化过程，供管理人员、科研人员观察生产情况，变化细节，分析和研究生产各环节和产品质量等等。

在技术培训方面使用磁带录象技术，可以收到良好效果。例如，对新工人、医护人员、驾驶员、运动员、演员等进行培训，都可以使受培训人员反复看老师、名家的示范动作或表演。在有些训练中，学员还可以利用录象，亲眼看到自己存在的问题。这样就容易得到校正，有利于学习人员在短期内掌握正确的技术。

利用磁带录象技术中随录随放的特点，在体育裁判中可以大显身手。如一个动作、一个球是否犯规，双方争执不下，就可以马上重放刚才的录象，以供分析和判定。

公安战线使用录象技术，可以作现场记录、案件分析；还可以利用特种录象机慢速录象，长期监视金库、监狱等重地，有利于及早发现案情，提供可靠情报。

总之，由于磁带录象技术具有的独特优点，使它受到各个领域的注意并得到广泛应用，在短时间内有了突飞猛进的发展。

3. 如何录象

我们从电视机里看到的节目，除实况转播、电影外，为了

保证质量，大都是事先录制好，在预定时间播放的。那么，磁带录象到底是怎么回事，节目又是如何记录到磁带上的呢？我们对录音过程是比较清楚的，它先由话筒(传声器)把声音变成电信号。这个电信号送到录音机内的录音电路，然后录到磁带上。

录象也必须大致经过上述类似过程，不过由光信号代替声信号，以摄象机代替话筒，以录象机代替录音机罢了。很明显，这里摄象机的任务是把光学图象变成相应电信号，然后通过电缆送给录象机。在录象机中经过放大、处理，送到录象磁头中，将这个电信号变成磁信号存储到磁带上。这就是简单的录象过程，见图 1.1 中的 (a) 与 (b)。在录象的过程中还需要同时录音。这时就需要外接一个话筒。可以将话筒送来的代表声音的电信号同时送入录象机，也变成磁信号记录到录象磁带上。图象信号与声音信号（还有其他一些辅助信号）在磁带上各占一块地盘。这样，在磁带上就记录下来了一个较完整的节目内容。

在录象的过程中，如果需要同时监看、监听时，可以安装同时监看、监听重放磁头。在没有同时重放磁头的录象机中，则可以从录象机内取出准备记录到磁带上的图象、伴音信号，送到监视器，就能同时看和听到这些节目的图象和声音，从而监测它们的质量。

录有节目的录象磁带通过录象机的重放电路或专门的放象机，磁带上的磁信号又变成电信号，通过监视器重放出来。一般，多数录象机都可以作放象机用（但也有一些录象机不具备重放功能）。有的录象机还自带监视器，可以随时监视录制效果。放象的简单过程见图 1.1(c)。

以上是录象的简单过程，这对于科研、生产和教育等方面

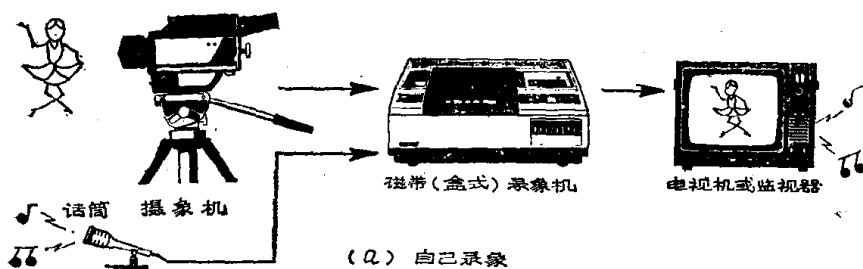


图 1.1 录、放象的简单过程

的应用已是足够的了。但如果需要录制一套高质量的节目，例如电视节目等，则录制过程要复杂得多。虽然在这种情况下唱主角的仍然是录像机，其他角色如摄像机、话筒也是必备的，但不仅这些设备的数量要增多，要有主、备用设备，而且还要有如特技发生器、声源等许多辅助设备。如图 1.2 所示，三台摄像机拍摄下不同角度各个侧面的图象信号，由坐在特技发生器前的导演按动各种按键，把由三台摄像机来的信号通过监视

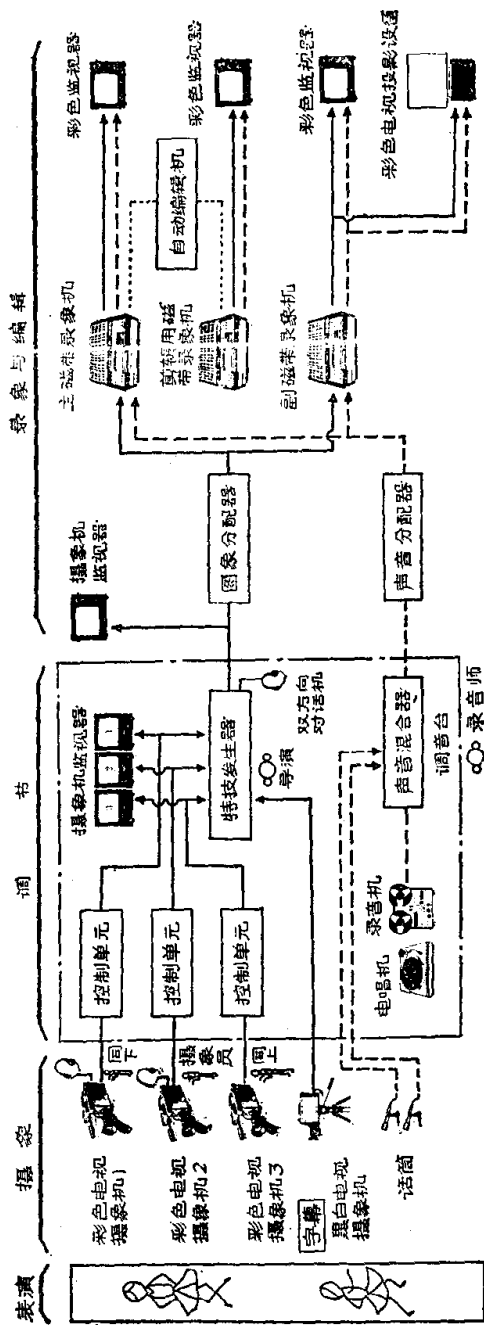


图 1.2 多信号源录像

器进行比较，选出最美、最能充分表现节目内容的镜头，再加入各种特技，才送入录象机。伴音信号也要经过坐在声音混合器前的录音师的精心调整送入录象机。因此我们从电视机中看到的节目画面不断变换，一会儿是人物特写镜头，一会是舞台全景，有时演员出现在花朵里；还有时这一画面没有消失，另外一个角度的图象又出现了，真是象变魔术一样。其实这些都是导演在录制节目时充分发挥了摄象机、录象机、特技发生器等设备的作用而产生的奇异效果。

录象节目的录制一般分为：A. 演播室或现场直接录制；B. 电视剧录制；C. 新闻采访录制；D. 收录电视台的节目；E. 复制。

演播室与现场直接录制，从技术角度来看完全一样，其过程如图 1.2 所示。只是灯光、效果和演员的表演等，在演播室里比实况场面容易控制。而且实况录象是要开出录象车到现场的，在现场工作的摄象机通过长长的电缆连到装在车内的特技发生器和录象机上。

电视剧录制、新闻采访录制与拍电影、用摄影机采访非常相似。只不过是用摄象机、录象机代替了摄影机；用录象磁带代替了电影胶片。与录制电视剧不一样的是，新闻采访要求所用录象设备尽量小巧、轻便、灵活而且坚固。

收录电视台的电视节目，这一般都是家用录象机的工作。当有较好的节目或日后经常可参阅的节目就可以用录象录下来，以备以后再看。如果有家用“电子服务员”也可以事先编好自动程序，当你不在家时，录象机会按照指令在预定时间进行工作，把你希望看的节目录下来。

我们常常要将录成的节目转录到另外一些磁带上，以应各方面的需求。我们称这个转录过程为“复制”，也就是电影技术

中常说的“拷贝”。在复制中，被转录的磁带称为“母带”，转录的带称为“子带”。目前比较实用的复制手段有两种，一种是放——录方式，即采用两台录象机，一台放象，一台录制。也可以有数台录象机同时装上“子带”，通过外加的视频和音频放大分配器，连接到放“母带”的机器的视频输出端上。理论上讲，一个“母带”可以同时供给很多个“子带”，但有多少“子带”就意味着要有多少台录象机，这就限制了同时复制的数量。这种复制方法的优点是不需要特殊的“母带”和复制设备，方法简单易行。但其缺点是复制时间长、效率低。这种方式适于小批量复制。

另一种复制方式是磁接触式复制法。这种复制技术脱离了录象机本体，纯粹是磁记录原理的直接应用。用这种方法才能大量复制。简单讲，这种方法就是把两卷磁带各自从卷带盘上拉出来，顺着导柱贴合在一起。使用压带轮把两条磁带紧紧贴在一起，彻底排除磁带之间的空气，然后将贴在一起的磁带卷好，向它们施加几秒钟的转印磁场。这样，“母带”上的磁迹就完全“印”到了“子带”上，如图 1.3 所示。最后把磁带匀速卷回

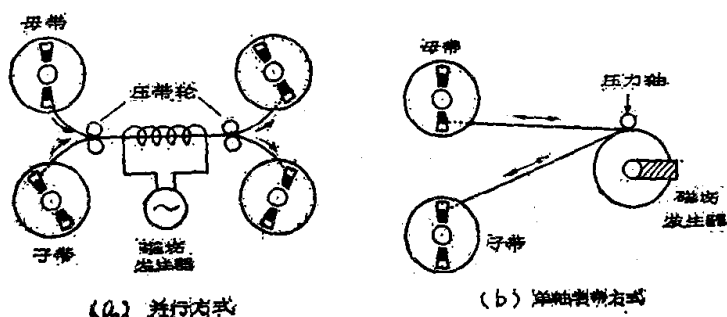


图 1.3 磁场复制方式

各自的卷带轴上。应该说明的是这里用的“母带”是特殊的，它的矫顽力比一般磁带要高，而且这一“母带”上的节目是事先用特殊录象机录制的，它上面记录的信号磁迹与正常记录的磁带