

张鑫镜 石宪法 杨廉英

录像技术



电子科技大学出版社

录像技术

张鑫镜 石宪法 杨廉英

电子科技大学出版社

• 1994 •

[川]新登字 016 号

内 容 提 要

作为信息记录和存储的强有力手段,录像技术已渗透人类生活的各个方面,并将继续产生越来越大的影响。当前,学习录像技术知识的热潮正在兴起,本书正是为此需要而编写的。

本书内容包括:录像的基本原理、常用录像机的记录方式、记录系统、重放系统、伺服系统、机械系统、控制系统、时基误差校正、电子编辑及录像技术的新发展等。

本书内容全面系统,覆盖面广;问题分析透彻;注意原理与实际机型结合进行分析。精简扼要,图文并茂,可读性较强。本书可作高校有关专业学生的教材,也可供从事录像机科研、生产及维护使用的广大科技人员学习和参考。

录 像 技 术

张鑫镜 石宪法 杨廉英

*

电子科技大学出版社出版
(中国成都市建设北路二段五号)
成都电脑激光印书公司照排
西南财经大学印刷厂印刷
四川省新华书店经销

*

开本 787×1092 1/16 印张 17 版面字数 403 千字
版次 1990 年 11 月第一版 印次 1998 年 3 月第五次印刷
印数 19001—21000 册
中国标准书号 ISBN7—81016—258—6/TN·74
(15452·115) (定价:(压膜)17.00 元)

前 言

本书为高等工科院校电子类无线电技术专业《录像技术》课程的教材。是在总结该课程多年教学经验的基础上结合录像技术的一些科研工作,同时兼顾到广大社会读者的要求,综合编写而成的。

近年来,录像技术发展极为迅速,新技术层出不穷,产品面貌日新月异。本书除着重讲清基本原理外还介绍录像技术的新发展及新技术等。

全书共分十三章,第一章至第四章为基础知识。包括声音、图象记录和重放的基本原理及录像机的组成和分类。第五章介绍常用录像机的技术规格和特点。第六、七章分别分析了视频信号的记录和重放系统,详细讨论各种具体措施和具体电路。第八章介绍录像机的伺服系统。第九章讨论时基误差校正的原理与技术。第十章介绍录像机的机械系统。第十一章分析录像机的控制系统。第十二章介绍电子编辑技术。第十三章介绍录像技术的新发展及最新发展动态与趋势。附录部分对松下 NV-G30 录像机作了简要的介绍。

本书作为教材,建议学时数为 50 至 70 学时。要求在课堂讲授外安排一定数量的实验,以帮助学生理解和掌握有关知识。

本书由张鑫镜主编。第一、二、三、四、五、十、十一、十三章由张鑫镜同志编写;第七、八章及附录由石宪法同志编写;第六、九、十二章由杨廉英同志编写。孟伟同志参加了附录的部分整理工作。

本书由舒标同志审稿。

由于编著者水平有限,加之时间仓促,书中的缺点和错误在所难免,恳请读者批评指正。

编著者

1990 年 1 月

目 录

第一章 概 述

§ 1 录像技术的发展概况	(1)
§ 2 磁录像的特点	(4)
§ 3 录像机的分类	(5)
§ 4 录像机的组成	(8)

第二章 磁性录放基础

§ 1 铁磁物质及其特性	(11)
§ 2 磁性记录与重放的基本原理	(14)
§ 3 磁性记录与重放过程中的各种损失	(17)
§ 4 磁头和磁带	(23)

第三章 磁性录音的基本原理

§ 1 声音信号的录放原理	(29)
§ 2 消磁原理	(31)
§ 3 声音录放系统的方框图	(32)
§ 4 录像机伴音信号录放电路实例	(35)

第四章 图象信号的特点及其录放原理

§ 1 图象信号的特点	(38)
§ 2 记录和重放图象信号采取的措施	(39)
§ 3 图象信号的调频	(41)
§ 4 色度信号的记录和重放	(45)

第五章 常用录像机的特点和技术规格

§ 1 1 英寸 C 型录像机	(49)
§ 2 1 英寸 B 型录像机	(51)
§ 3 3/4 英寸 U 型录像机	(52)
§ 4 VHS 家用录像机	(54)
§ 5 Betamax 家用录像机	(57)
§ 6 几种 1/2 英寸家用录像机主要参数比较	(58)

第六章 视频信号的记录系统

§ 1 视频记录系统的组成	(59)
§ 2 高密度录像方式	(62)
§ 3 视频信号的记录	(66)

第七章 视频信号的重放系统

§ 1 视频信号重放系统的组成	(82)
§ 2 预放器(磁头放大器)	(85)
§ 3 电子切换开关	(88)
§ 4 均衡器	(90)
§ 5 失落补偿电路	(92)
§ 6 限幅器	(95)
§ 7 调频解调器	(98)
§ 8 去加重电路	(102)
§ 9 杂波消除电路	(104)
§ 10 勾边电路	(105)
§ 11 升频电路(以 VHS 为例)	(106)
§ 12 四相移位电路	(107)
§ 13 AFC 和 APC 环路	(110)
§ 14 重放系统色通道电路举例	(114)
§ 15 特殊重放(非正常重放)	(114)

第八章 伺服系统

§ 1 概 述	(121)
§ 2 单电机(AC 同步电机)制动伺服方式	(123)
§ 3 直流电机鼓伺服方式	(128)
§ 4 直流电机主导轴伺服方式	(135)
§ 5 数字伺服电路	(141)

第九章 时基误差校正

§ 1 概 述	(151)
§ 2 模拟时基误差校正器(ATBC)	(155)
§ 3 数字时基误差校正器(DTBC)	(160)
§ 4 TBC—2B 型数字时基校正器	(165)

第十章 机械系统

§ 1 机械系统的组成和作用	(170)
§ 2 磁头鼓组件及其驱动方式	(171)
§ 3 走带机构	(173)
§ 4 自动穿带机构	(178)

§ 5 磁带盒的自动装卸机构	(181)
----------------------	-------

第十一章 控制系统

§ 1 控制系统基本功能	(182)
§ 2 控制系统组成	(182)
§ 3 控制系统输入设备	(185)
§ 4 控制系统总框图	(192)

第十二章 电子编辑

§ 1 概 述	(196)
§ 2 电子编辑方式	(197)
§ 3 编辑控制	(198)

第十三章 录像技术的新发展

§ 1 家用录像机的发展	(205)
§ 2 广播用录像机的发展	(222)
§ 3 高清晰度电视录像机	(231)
§ 4 新型记录方式	(233)
附录 NV—G30MC 录像机电路简介	(235)

第一章 概 述

信息的记录和存储是人类文化发生和发展的基础;记录和存储技术的发展直接推动着人类文化和科学技术的进步。从结绳记事开始,甲骨文、竹简、造纸和印刷、留声机、照相和电影等等都是人类不断探索新的信息记录和存储手段所取得的成果。在磁记录技术、电视技术、集成电路技术、精密机械、自动控制和计算技术等现代技术基础上发展起来的磁录像技术,又给人类提供了一种新的强有力的信息记录和存储手段,它对人类生活的多个方面已经产生并将继续产生巨大的影响,录像机惊人的生产增长速度就是一个有力的证明。以日本为例,自 1975 年至 1976 年家用录像机问世以来,1975 年产量为 11.90 万台,1985 年产量则高达 3150 万台。十年增长了 265 倍,而成本和价格也在不断下降。目前录像机的年产量比彩色电视机的年产量还要大一倍,到 1988 年底全世界录像机总数已达 1.8 亿台以上。每年空白录像带的销售量已超过 5 亿盒,节目磁带销售量为 7 千多万盒。录像机在现代社会中的广泛应用使传统的“纸张文化”正在局部地被新的“磁带文化”所取代。这个过程将进一步增加对录像机的需求。

在我国,随着录像机的不断引进,它在各个领域正在发挥越来越大的作用,产生着巨大而深远的影响。录像机已经成为我国电子工业的一个新热点。一些工厂和单位已经批量组装了录像机、放像机投放市场。录像机生产在我国大发展的局面正在形成。这将大大促进我国电视工业的发展并带动整个电子工业的全面进步。录像机会继彩色电视机之后迅速进入家庭,对我们的生活产生重要的影响。

录像机是技术高度密集的高技术产品。虽然我国录像机试制工作从 1976 年已经开始,起步并不算晚,但一直没有形成生产能力,技术水平也不高,引进技术又障碍重重。因此,发展我国录像机生产的任务是艰巨的,迫切需要大批专业技术人才。有关专业的大学生渴望学习录像技术的课程。为了适应这种需要,我们编写了这本教材,希望能对录像机专业技术人才的培养起到应有作用。

§ 1 录像技术的发展概况

录像技术近年来得到了高速的发展,这是磁记录技术与电视技术、微电子技术、精密机械及自动控制等现代技术结合的产物。从磁记录概念的产生到今天的录像机已经经历了百多年漫长岁月。各国的科学家和工程技术人员一代接一代地为此而付出了艰苦的劳动。

早在 1880 年磁记录方面的实验工作就已经开始。1888 年美国史密斯在《电世界》杂志上发表了第一篇关于磁记录可能性的文章。1898 年丹麦的波尔森发明了磁录音装置,并在 1900 年巴黎万国博览会上作了公开表演。他当时使用的是钢丝作记录材料。虽然输出信号小、失真大、噪音也大,但“磁记录”第一次变为现实,因此,具有十分重大的意义。1906 年他们提出了直流偏磁能使记录声音的失真减小,输出增加,性能有较大改进,但信噪比仍很低。1927 年美国卡尔松提出了交流偏磁法,大大改善了钢丝录音机的信噪比,减小了失真。

1928年德国人弗里姆发明了涂敷磁粉的纸带,用来代替钢丝作记录媒介,克服了钢丝卷绕及与磁头耦合的困难,奠定了磁带录音的基础。接着是磁粉及带基的改进。在塑料带基上涂敷氧化铁的磁带一直用到现在。1935年德国 AEG 公司制成了磁带录音机。录音机的研制花了半个多世纪,但录像机的生产还是在第二次世界大战以后才迅速发展起来的。

关于磁带录像,最早的方案是仿照录音的方式,通过改进固定磁头和增加带速(达10m/s左右)来实施。美国 RCA 和英国 BBC 公司在 50 年代中期先后作出了相应的实验装置,但因录放时间短,走带不稳定,重放图象抖动等问题无法解决而未能实用化。

1956年美国安培(Ampex)公司研制成功了用四个旋转磁头在磁带宽度方向上进行记录的横向扫描的录像机,所用的磁带宽度为2英寸。这是世界上第一部达到实用水平的录像机,为录像机的发展奠定了理论与技术基础。到目前为止,所有实用化的录像机,几乎都毫无例外采用了它首先采用的旋转磁头方式,及低载频的调频记录方式。1956年10月这部“手工制作”的表演样机即被美国哥伦比亚广播公司用于广播、记录和重放新闻。1957年哥伦比亚广播公司向安培公司订购了10台这种录像机,正式开始了广播应用。

早期的录像机虽然还有一系列缺点,但由于具有能立即重放和易于复制等突出优点而显示了强大的生命力。1959年日本东芝公司开发出了世界上第一台螺旋扫描录像机。此后,各种螺旋扫描录像机如雨后春笋般发展起来。有单磁头的、1.5磁头的、2磁头的;使用的磁带有2英寸、1英寸、3/4英寸、1/2英寸的等等。

1969年索尼、胜利、松下等公司先后研制出盒式磁带录像机。接着,这三个公司于1970年联合研制成功3/4英寸U型盒式磁带录像机。该机由于图象质量好、操作简便、体积小和价格低而迅速被广泛应用。在科研、生产和教育等方面发挥了巨大作用,成为国际统一标准的专业用机。在专业用机中一直占据着主导地位。

1978年安培公司和索尼公司正式生产了定名为C格式的1英寸螺旋扫描录像机。由于它性能和价格上的突出优点,使它迅速成为世界上各广播电视台使用的主要机型。

70年代中期,随着高密度记录方式的出现及磁头、磁带和集成电路技术的迅速发展,录像机的小型、轻量、多功能、价廉得以实现,开始进入家用阶段。1975年索尼公司的Beta型,以及1976年胜利、松下公司的VHS型家用录像机问世。由于家用录像机的广阔市场给录像技术的发展提供了广阔的天地,录像机生产迅速形成了强大的产业,产量直线上升。其中日本录像机生产发展最快,在世界录像机生产中占统治地位。VHS和Beta型录像机的两大生产集团为了进一步占领市场不断更新产品,在录放时间、音像质量及使用性能等方面不断改进,产品不断翻新。通过提高记录密度,改进磁带等把最长的录放时间由最初的1个小时提高到8个小时以上;在改善音像质量方面,1983年至1985年两集团先后开发出Beta-HiFi、VHS-HiFi及高带Beta、VHS-HQ录像机使音像质量提高了一大步。1987年1月胜利公司又宣告了Super-VHS录像机的诞生,其图象水平清晰度达到430行。两个月后索尼公司研制成功ED-Beta型录像机,进一步把水平清晰度提高到500行。这两种录像机改变了家用录像机低清晰度的面貌,使家用录像机的质量大大提高了一步,其清晰度已赶上甚至超过了1英寸的广播用录像机。

在竭力改善录像机音像质量的同时,两个集团在减少录像机的体积和重量及录像机与摄像机一体化方面也作了大量的工作。1980年7月、1980年9月及1981年2月,索尼、日立和松下先后分别发表了它们各自研制的摄录一体化机,所采用的磁带分别为8mm、

6.25mm 和 7mm。通过几年的标准化工作,于 1984 年确定了 8mm 录像机的国际通用标准。索尼公司在 Beta 与 VHS 家用录像机的市场竞争中失利之后,主要致力于 8mm 录像机的开发。VHS 集团为了保持其市场优势,一直特别注意新产品与原有产品的兼容性,于 1982 年 4 月开发出 VHS-C 超小型的录像机。胜利、夏普、日立、松下等都开始出售这种机器。1985 年 1 月索尼公司推出 8mm 摄录一体化 CCD-V8AF,1986 年 1 月胜利公司又推出 VHS-C 的摄录一体化机 GR-C7。两种机器均采用 CCD 作摄像器件,重量分别为 2.3kg 和 1.3kg。接着两公司为了进一步减小体积和重量,又分别推出了不重放的摄录一体化机 CCD-M10 和 GR-C9,重量分别为 1kg 和 0.75kg。后者与普通照相机的重量已很接近了。另外,南朝鲜的三星公司还研制出了 4mm 的摄录一体化机,重 1.1kg。1987 年 6 月索尼的 CCD-V90 也达到 1.1kg 的水平。

在广播用录像机方面,1982 年两个集团都研制了用 1/2 英寸磁带的新闻采访(ENG)用摄录一体化机 Betacam 和 Recam,其录像部分分别采用 Beta 和 VHS 的盒式磁带。西德 Bosch 公司还开发了采用 1/4 英寸标准磁带的摄录一体化机(叫 Quatercam),不过其市场较小,影响不大。它们都用模拟分量记录方式代替过去的复合信号记录方式,得到较高的图象质量,超过了 3/4 英寸的 U 型机。但记录时间太短(20 分钟左右)。以后两个集团又继续进行改进。1985 年开始松下公司与 NHK 联合开发 MII 型录像机,SONY 公司则把 Betacam 上升为 Betacam-SP(Superior Performance)。二者都借助于金属磁带把技术指标大大提高了一步。录像质量已达到或接近达到 1 英寸的 C 型广播录像机的水平。复制 4~5 版,图象质量无明显变化,也与 C 型机相当。录制时间也能达 90 分钟以上而且产品已成系列,有摄录一体化的采访用机,也有便携式机和演播室用机。与 C 型机相比,它们简单、轻便、价廉。如 MII 的体积只有 1 英寸机的 1/10,价格只有 1 英寸机的 60%,磁带节省 90%以上。它们正被用在广播系统中替代 2 英寸和 1 英寸的庞大、复杂和昂贵的录像机。

数字技术发展起来并进入电视领域后,录像设备的数字化工作一直受到高度的重视。数字录像机的研究开发工作从 70 年代初即已开始。英国 BBC 公司在 1974 年的“国际广播会议”(IBC)上展出了最早的试验样机。此外,日本的 NHK、日立、索尼、美国的安培公司及西德的 Bosch 等都相继进行了数字录像机的开发研究并取得了可喜的成果,为近年来的实用化工作奠定了基础。另一方面随着数字电视编码标准制定工作的进行,1979 年美国 SMPTE(电影和电视工程师学会)和 EBU(欧洲广播联盟)都分别建立了专门的工作组研究数字录像机的标准问题。1982 年 2 月 17 日 CCIR(国际无线电咨询委员会)第十五届全体会议正式通过了电视演播室视频信号数字编码参数的建议(通常叫做 601 号建议)之后,1983 年 9 月 CCIR 建立了专门的工作班子编写数字录像机的统一标准。SMPTE 和 EBU 的工作组也按照 601 建议的 4:2:2 分量编码方式进行数字录像机的标准化工作。经过它们长期专注的工作,1985 年底,由 CCIR 汇编了广播用数字录像机标准建议书并于 1986 年 5 月在 CCIR 第十六次全体会议上通过。这就是 657 号建议书。SONY 公司按 4:2:2 分量编码标准研制了一种 D1 型数字录像机,它符合 CCIR657 建议标准,所以是世界通用的。于 1986 年 4 月在美国 NAB 展览会上展出,1987 年商品化,型号为 DVR-1000/DPC-1000。它具有极高的记录质量,经多次编辑和复制,信号与原版几乎一样,是广播系统所追求的产品,但由于记录码率高达 227Mbit/s,技术复杂,价格昂贵,在十年内推广有困难。作为过渡,安培公司提出并研制了复合信号的 D2 数字录像机,录放音像质量也很高,复制 20 代音像质量无明显的变化。但价

格比 D1 型的低得多,仅比 C 型机略贵一点,所以,很适合当前演播室的需要。

随着高清晰度电视(HDTV)技术的发展,成套的 HDTV 设备先后研制成功。其中 HDTV 模拟信号的录像机是索尼公司研制的,于 1983 年诞生,1984 年春达到产品水平。首先在 NHK 使用,接着在洛杉矶奥运会和国际科学博览会的节目制作中也被使用。而数字式的 HDTV 录像机尚只有日立和索尼公司的二个实验样机的报导(1984 年 11 月与 1985 年 11 月)。其记录信号的码率分别为 460Mbit/s 和 1Gbit/s。分别由 5 个和 8 个通道并行记录。HDTV 数字录像机是当前录像机的最高水平。

另外,MUSE(HDTV 中采用多重亚奈奎斯特采样编码方式压缩频带的传输体制)的录像机也已研制成功。1/2 英寸的 HDTV 录像机也已问世。

目前,录像技术已经达到了一个很高的水平,而且还在日新月异地向前发展。在我国,最基本的录像机产业尚未形成,技术上还有很大的差距。发展我国录像技术任重而道远。

§ 2 磁录像的特点

作为一种图象信息的记录和存储手段,磁录像技术立即为社会所接受并迅速推广应用。从广播开始到教育、科学研究、工农业生产、交通运输、国防等各个部门并进而进入家庭。录像机能得到广阔的市场且高速发展,绝不是一种偶然现象,而是和磁录像本身的特点密切相关的。

磁录像技术与磁录音技术都是以磁记录技术为基础的。即是利用磁头把需要记录的电信号转换成磁头工作缝隙中的磁场,其场强与电信号成正比地变化。工作缝隙中的变化磁场使经过工作缝隙的磁带相应地被磁化,把要记录的信号以剩磁的形式留在磁带上。当需要这些信息时,可以通过与记录相反的过程,使磁带与磁头紧贴着作相对运动,让磁带上的剩磁信号在磁头的线圈上感应出电信号输出。概括而言,磁记录的基本过程就是电磁转换。记录时,“电变磁”;重放时,“磁变电”。

从记录到重放,在技术上不需要进行任何物理和化学的中间处理,可以即录即放。这是图象的磁记录方式的突出优点。与过去的图象录、放手段如最典型的影片相比,这个特点非常明显。而且记录和存储都非常方便,活动的静止的都可记录。录下的磁带多次使用,信号质量无明显下降。因此,磁带录像具有极高的使用价值。只要有可能,就会被用来替代其他的记录手段。其次是记录过程中可以通过监测系统监测录制质量。另外,磁带上记录的信息可以抹去而重新记录,因此,磁记录方式还具有很高的经济性。

磁带录像与磁带录音利用的磁记录原理是相同的。它们都是靠磁带与磁头的相互作用来实现记录和重放的。但由于二者所记录的信号频率和带宽本身有很大的差别,因而,具体实现的措施和相应的设备也必然会有很大的差别。磁带录像与录音的主要差别表现为:

(1)录音机记录的音频信号的极限频率范围为 20Hz~20kHz;录像机记录的图象信号的频率范围为 0Hz~6MHz;在要求低一些的场合至少应在 25Hz~3MHz 的范围内才能保证有起码的图象质量。由此可以看出:

①二者的相对带宽相差很大。相对带宽可用倍频程来表示。其涵义就是看从最低频率到最高频率,频率加倍(乘 2)了多少次。所以表示相对带宽的倍频程数可以由下式求得:
$$N = \log_2(f_{\max}/f_{\min})。$$

因此声音信号的相对带宽为 $N = \log_2(20 \times 10^3 / 20) = \log_2 10^3 = 10$, 即约 10 个倍频程。而低要求的图象信号的相对带宽 $N = \log_2(3 \times 10^6 / 25) \approx 17$, 即约 17 个倍频程。倍频程太大, 重放信号幅度变化范围太宽, 电路校正困难。在目前的技术条件下, 17 个倍频程的重放特性是无法校正的。所以必须设法压缩图象信号的相对带宽。用调制的办法把信号频谱向上搬移, 提高下界频率可以使倍频程大大减小。如把上述范围的图象信号调制(AM)到 5MHz 的载波上, 调制后的信号有双边带, 下界频率为 2MHz, 上界频率为 8MHz, 相对带宽就大大减小了。但是, 这样一来, 信号的上界频率却又大大提高了。

②图象信号的最高频率远远高于声音信号的最高频率。而且为了减少图象信号的相对带宽所采取的措施使图象信号的最高频率进一步提高了。

在录音机中记录和重放磁头是固定的, 记录或重放时磁带匀速通过磁头。一般来讲, 带速为 4.8~19cm/s 之间。但对频率很高的视频信号来讲这样的速度是远不够的。后面会看到, 当磁头的工作缝隙宽度为 g 时, 要记录频率为 f 的信号, 磁头与磁带间的相对速度 v 应大于 $2gf$ 。若 $g = 0.5\mu\text{m}$, $f = 8\text{MHz}$ 则 $v > 8\text{m/s}$ 。实际上, 录放质量要求高一些的场所, 速度要求还要高一些。总之, 比录音时要高二个数量级以上。这样高的速度, 光靠磁带运动是难以实现的。所以录像机中不得不采用所谓的旋转磁头。即磁带速度保持在与录音机的同样的数量级上, 让磁头高速旋转, 对磁带进行扫描, 从而保证磁头与磁带间有很高的相对速度。由于采用旋转磁头, 使录像机的结构和录音机有很大的差异。

(2)在记录时, 为了防止磁带剩磁特性在低磁场强度区的非线性引起剩磁信号失真, 在录音机中采用直流或交流偏磁的办法, 使磁带上的剩磁强弱与被记录的音频信号幅度成正比; 而在录像机中则把图象信号经调频以后直接进行记录, 不加任何偏磁。由于被记录的图象信号的幅度变化经调频后转换成了调频信号的频率变化, 剩磁特性非线性引起的幅度失真不引起频率变化, 所以对解调后恢复出的图象信号没有影响。

(3)录像机中需要记录的信息量很大(这是声音记录无法比拟的), 因而, 记录密度很高, 磁迹又细又密, 磁迹的长宽比可达几千。重放时磁头要正确跟踪磁迹, 磁头与磁带的运动要精确配合并协调一致。这除了需要系统机械精度高、速度稳定性好之外, 还要求磁头和磁带在运动中保持正确的相位关系。另外, 对图象信号, 特别是对彩色信号相位的苛刻要求也对系统提出了同样的要求。因此, 录像机中除系统的机械精度和速度稳定性要求特别高之外, 还要有精密的伺服系统来保证磁头和磁带运动的精确配合和协调, 保证它们间的正确的相位关系。

为此, 在记录过程中除在磁带上记录声音和图象信号之外还要记录下表示磁头磁带间相互关系的基准信号。记录这种基准信号的磁迹叫控制磁迹。

§ 3 录像机的分类

录像机种类繁多。因质量等级不同按应用场合分为: 广播用, 业务用和家用; 按使用的磁带宽度不同分为: 2 英寸、1 英寸、3/4 英寸、1/2 英寸、8mm、1/4 英寸、4mm 等; 按视频记录磁头数分为: 4 磁头、2 磁头、1.5 磁头、单磁头等; 按磁头对磁带的扫描方式分为: 横向扫描和螺旋扫描的, 其中按磁迹包含的信号又可分为场分段式和场不分段式; 按磁带包绕磁头鼓的方式分为 α 型和 Ω 型等; 按记录信号的类型分为: 复合信号记录型和分量记录型, 各自又可

分为模拟型和数字型等等。

下面以扫描的方式和磁头的数目为线索进行讨论。

1. 四磁头横向扫描录像机

1956 年安培公司研制成功的世界上第一台实用化的录像机就是这种机型。在广播领域中应用了 20 多年,现已基本上被淘汰。

它采用四个磁头来顺序记录图象信号。四个视频磁头按 90° 间隔安装在一个直径约 2 英寸的圆柱体表面上,磁头尖略高出柱面。这个圆柱体就叫磁头鼓或简称磁鼓。工作时,磁鼓带动磁头高速旋转。2 英寸宽的磁带通过磁鼓旁边结构精密的导向槽时,其背面受空气吸引(有抽气泵不断抽气),弯曲成约 114° 的柱面形状与磁头紧密接触(见图 1-1),磁带前进

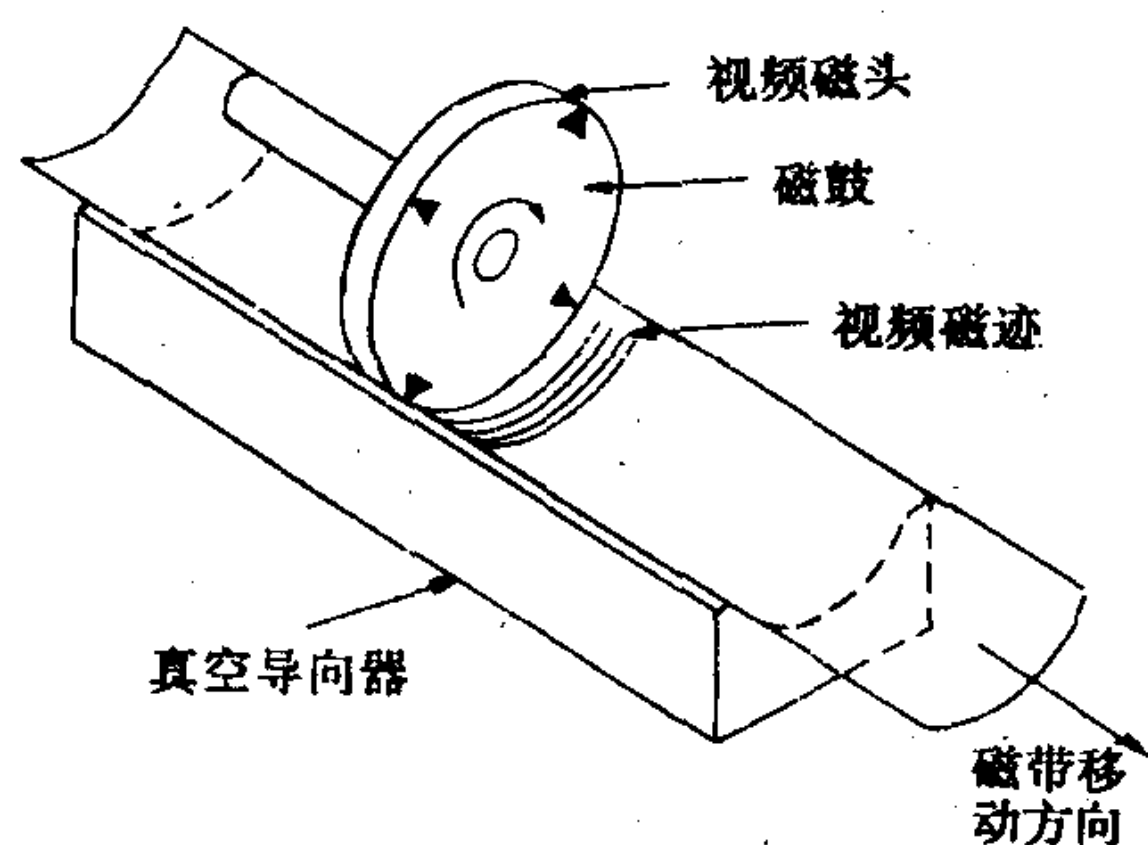


图 1-1 四磁头横向扫描录像示意图

方向与磁头旋转面垂直,速度约 39.7cm/s 。高速旋转的磁头在磁带上扫过的轨迹几乎与磁带的前进方向即纵向垂直,故称横向扫描。其磁头与磁带的相对速度高达 38m/s ,图象每场期间磁头旋转 5 圈,每圈中四个磁头各留下一条磁迹,共四条磁迹,所以,每场共有 20 条磁迹。属于场分段记录方式。由于磁带与磁鼓接触面圆弧角大于 90° ,所以前一磁头尚未与磁带脱离接触时,后一磁头已经与磁带接触了。因此不会有信号丢失。

四磁头横向扫描录像机的图象质量高,磁迹短、跟踪容易,磁带互换性能好。但是,它具有一系列严重缺陷:①结构复杂、体积庞大、价格昂贵,耗电量大;②四个磁头特性不易一致,四个信道匹配调整困难,每路重放的亮度和色度不一致会在图象上引起水平条状干扰;③不能简单地通过改变磁带速度来实现快放、慢放及静象等特殊功能。如果借助于帧存储器,设备则进一步复杂化。正是由于它的这些缺陷才促进人们去寻求新的路径。螺旋扫描录像机就是这种努力的成果,也是录像技术发展的一次飞跃。现在生产的录像机都是螺旋扫描的。

2. 螺旋扫描录像机

螺旋扫描录像机工作时磁带是按螺旋线的形状包绕在磁鼓上,如图 1-2 所示。磁鼓分成上下两半,分别称为上、下磁鼓。视频磁头固定在上磁鼓或上下磁鼓中间的圆盘上,如图 1-3 所示。电机带动下磁鼓或圆盘旋转。高速旋转的磁头在低速运行的磁带上留下的图象磁迹几乎与磁带纵向平行。

螺旋扫描录像机出现后,发展

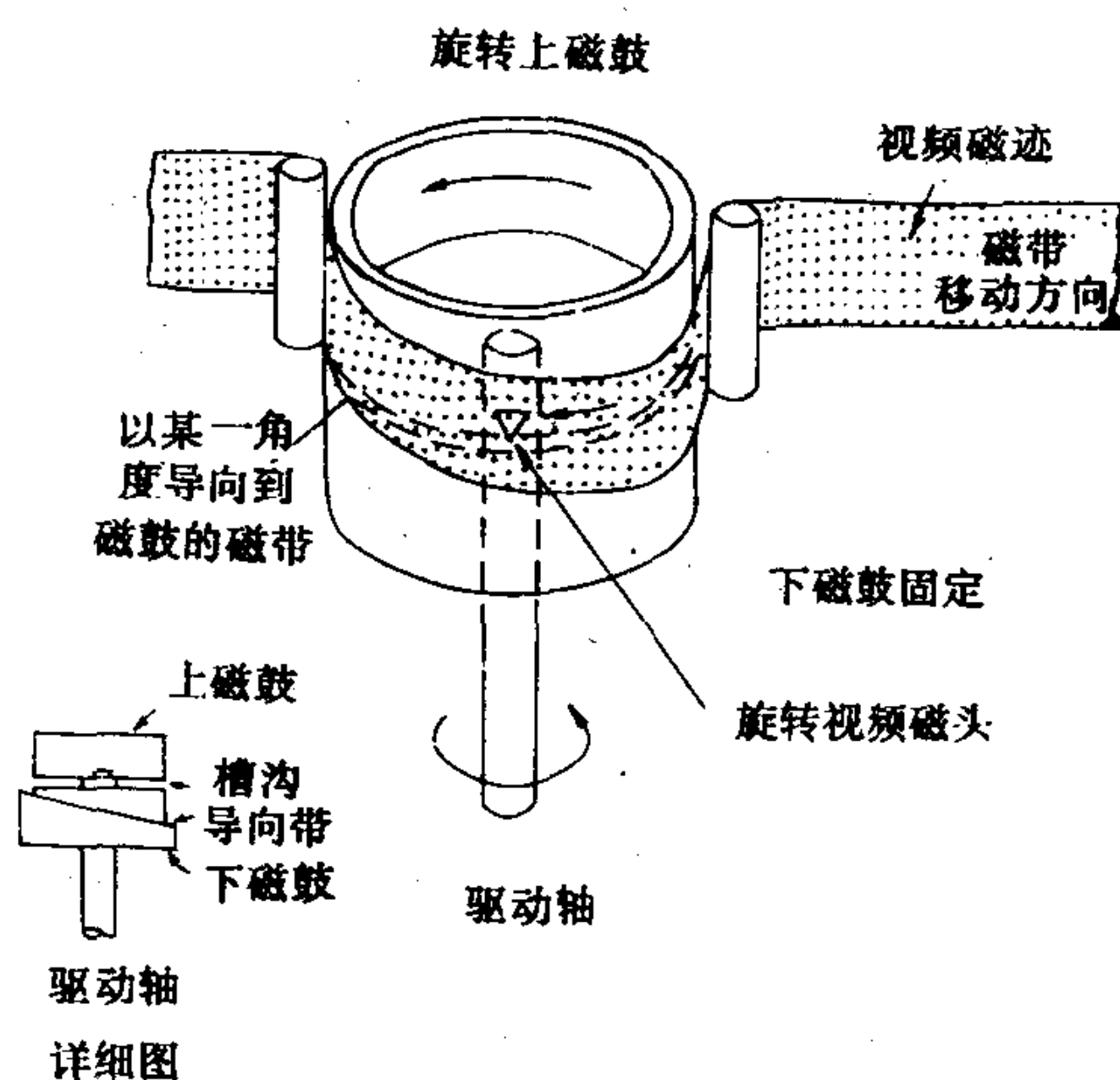


图 1-2 螺旋扫描系统

非常迅速。录像机的种类繁多,其实就是螺旋扫描录像机的种类繁多。按录像机的视频记录磁头数可以分为单磁头、1.5磁头、两磁头等多种。按磁带包绕磁鼓方式可分为 Ω 型 α 型两种,如图1-4所示。

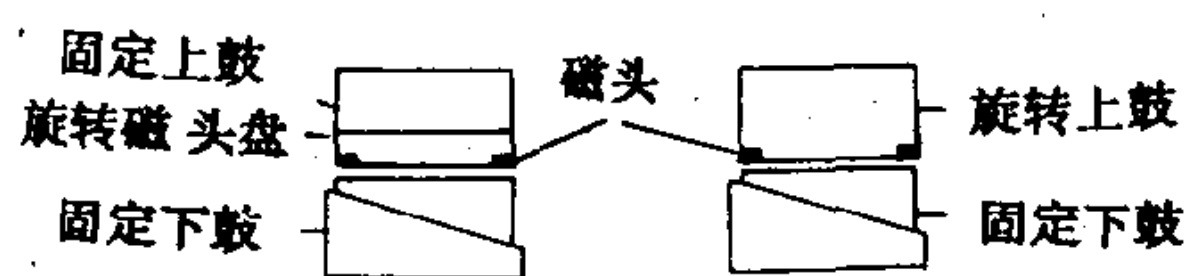


图 1-3 两种磁鼓结构

(1)单磁头录像机

这种录像机只有一个视频录放磁头,用来录放图象信号。磁带包绕磁头的方式可以是 α 型或 Ω 型。磁鼓每转一圈,磁头在磁带上留下一条磁迹,记录一场图象信号。显然,由于信号是连续不断地送到磁头的,磁头在旋转中必须时刻与磁带接触才能保证不遗漏的记录。这就要求磁带全部包绕磁鼓即包绕角为 360° 。但实际上,在 Ω 型绕带方式中,包绕角不可能达到 360° ,因为必须留下磁带出入口的位置,(参见图1-4(a))。为了使磁带按螺旋线圈绕在磁鼓上,磁带出入口处的二根导柱对磁鼓来讲一定要倾斜安装。无论怎样使二根导柱靠拢并使它们贴近磁鼓,中间也会有 10° 左右的空隙。这样会丢9行左右的信号。对于 α 包绕方式,粗看起来,磁带包绕磁鼓一周,似乎不会丢失信号。但是,在磁带出入磁鼓处,与磁鼓接触不紧密,录放效果受影响。另外,在这种记录方式中,磁头旋转一周,从磁带上边缘扫描到下边缘,即记录一场的信号就把磁带上、下边缘均占完了,没有留出记录声音和控制信号的位置。为了记录这些信号,还要消去磁带边缘的一部分视频磁迹。这就会同样造成信号丢失(通常要消去8%)。总之,单磁头录像机无论采用哪种包绕方式都不可避免地要丢失若干行的信号。为了减少这种丢失的影响,利用伺服系统使信号丢失发生在场逆程消隐期间。这样,重放的图象仍然可以是完整和基本稳定的。因此,对一般用途丢失少量的信号关系不是太大。在早期也用在广播中,安培公司70年代生产的1英寸A格式录像机,从5000型到VPR-1型都属于这个类型。这些机器的绕带方式为 Ω 型,包绕角 345° 丢失12行。磁鼓上装有一个记录磁头、一个重放磁头还有一个消磁磁头。但是,随着广播电视对场消隐期间的逐步利用,插入信号增多,用在广播中的录像机需要记录这些信号,所以,场消隐期间丢失信号也就不能允许了。后来生产的这类录像机就增加了一个辅助磁头,称同步磁头,专门用来录放场消隐期间主磁丢失的若干行信号。在这样的录像机中,图象信号的录放基本上由主磁头负责,辅助磁头只在磁带交接处出现信号丢失时才加以辅助。所以,辅助磁头的作用是很有限的,只算半个。因此这种录像机叫做1.5磁头录像机。在大类上仍属于单磁头录像机。索尼公司生产的BVH-1000型录像机就是这种,所用的磁带为1英寸。以后在此基础上发展成了国际统一的1英寸C格式广播用录像机。这是世界上使用得最广泛的一种广播用录像机。索尼公司的BVH系列从1000到3000及安培公司的VPR系列如UPR-3等均属此类录像机。

(2)两磁头录像机

解决单磁头录像机信号丢失问题的另一个途径就是采用两个磁头轮流录放,这就构成了两磁头录像机。在这种录像机中磁带包绕角可以减小到 180° 。通常考虑适当裕量包绕角比 180° 稍大些,用 190° 。两个磁头对称地安装在磁鼓上。

由于磁带包绕角比较小,磁头与磁带的摩擦力比较小,走带较容易。但是,与单磁头录像机相比,如果这种录像机每个磁头分别记录一场信号则其磁鼓转速应为每秒25周(帧频),比单磁头的要低一倍,如果磁头与磁带的相对速度一样,则磁鼓直径要比单磁头的大一倍。尺寸大加工较难,磁鼓驱动功率也大,惯性也大。另外,两个磁头特性要一致,安装精度也要

更高。随着这些技术问题的解决、两磁头录像机已经成为当前使用的录像机中最普遍的类型。

广播用的 1 英寸 B 格式录像机就是两磁头的。不过,它是场分段式的。在 625 行/50

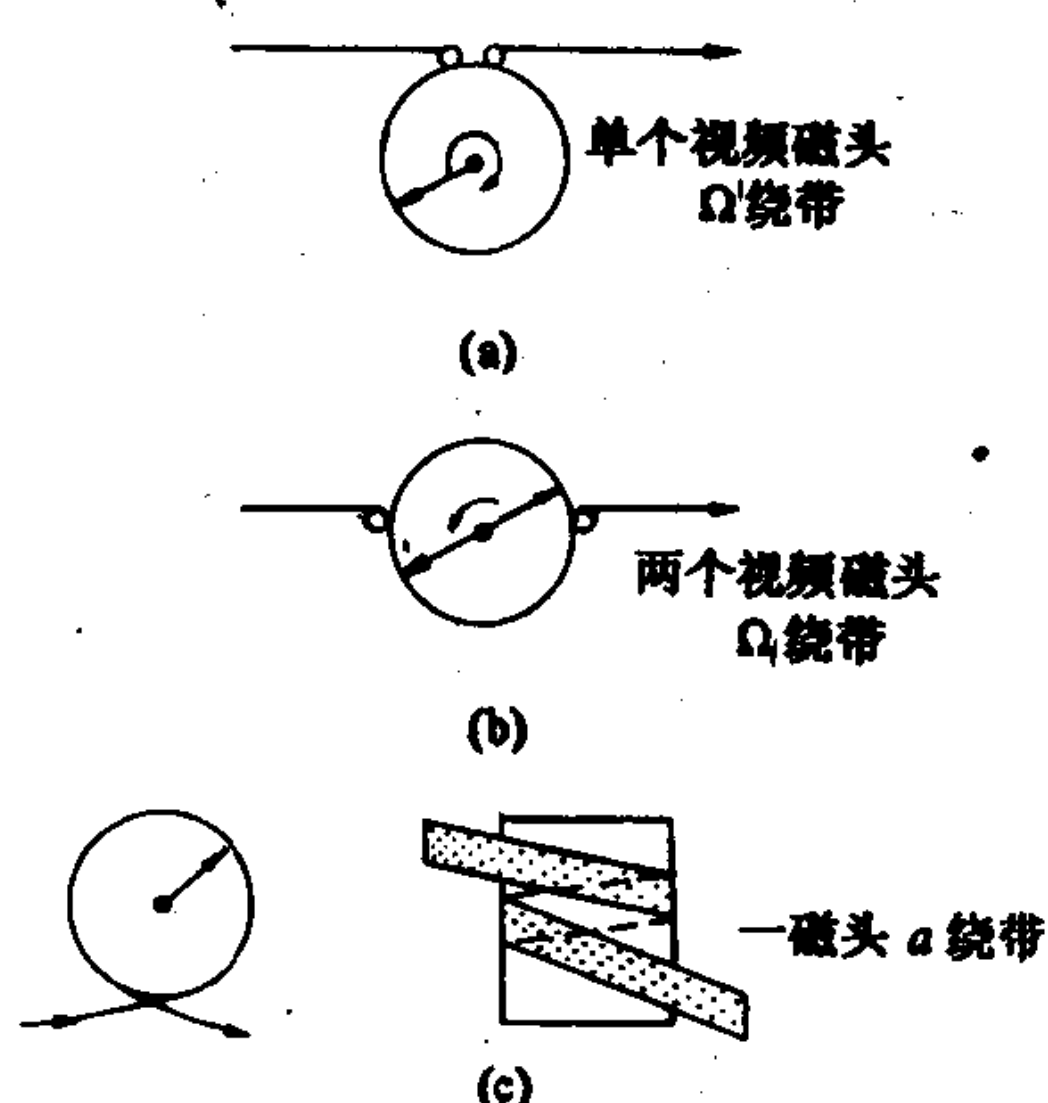


图 1-4 基本的绕带方式

场的标准中,每场分为六段记录。磁鼓转速为每秒 150 周。B 格式录像机兼有横向扫描和螺旋扫描的特点。质量指标与 C 格式的差不多。但由于是场分段记录,也不能通过简单地改变带速来实现快放、慢放和静象等功能。西德 Bosch 公司 BCN40/50, BCN20, BCN52/53 等均是这种类型的机器。

大量的业务用机如 3/4 英寸的 U 型机及 1/2 英寸的各种家用录像机、8mm 机等均属此种类型。

1/2 英寸家用录像机目前主要有两种即 VHS 型(俗称大 1/2 英寸)和 Betamax(简称 Beta,俗称小 1/2 英寸)。两种机器的信号记录方

式虽然在本质上是相同的,性能也差不多,但由于具体的处理方式上各不相同,使用的带盒也不同,走带机构也不同,所以两种机器间完全没有互换性。在激烈的市场竞争中,由于多方面的原因,VHS 录像机占领了 88% 以上的市场。Beta 集团已开始生产 VHS 录像机并放弃普通 Beta 机的生产。我国计划发展的是 VHS 型录像机而不打算生产 Beta 型。

(3) 四磁头录像机

这种录像机是在提高录放图象质量的过程中产生的。前面介绍的录像机中彩色全电视信号中的色度和亮度信号都是合在一起送到磁头,记录在同一条磁迹上的。在 1/2 英寸的录像机中还有两种录像机是把色度与亮度分开,使用不同的磁头,记录在不同的磁迹上的。它们叫做分量录像机。这两种录像机是场连续式的。色度信号和亮度信号各用两个磁头记录。两种录像机分别在 Beta 机和 VHS 机的基础上改进而来。在 Beta 机基础上改进而来的叫做 Betacam,它的色度信号采用时分制,即每行的(R-Y)与(B-Y)信号都压缩成半行轮换记录;另一种在 VHS 机基础上改进而来的 M 型,叫做 Recam,其色度信号的处理与 Betacam 不同,是采用频分制,即(R-Y)与(B-Y)信号分别调频在不同频段上最后加在一起进行记录。理论和实践都证明,它不如时分制,所以 M 型迅速被其改进型 M II 录像机所取代。M II 型中色度信号的处理也采用和 Betacam 相似的时分制。

最新研制的高质量的录像机(如数字录像机)也是四磁头的,但不是场连续式而是分段式了。在结构上也有差别。在高清晰度电视的录像机中还有采用更多磁头的。关于这些更详细的情况在最后一章中介绍。

§ 4 录像机的组成

家用录像机各组成部分参见图 1-5。它包括录像机的主体和附属两大部分。虚线以下为主体部分,虚线以上为附属部分,图中的电视机和天线不属于录像机本身的组成。

1. 主体部分

(1) 视频记录和重放系统

这部分主要是进行记录或重放所需要的信号处理和变换。记录时输入的图象信号经过处理和变换送到磁头进行记录；重放时将磁头拾取的微弱信号进行放大、处理再变换为符合显示要求的图象信号。

(2) 声音的记录和重放系统

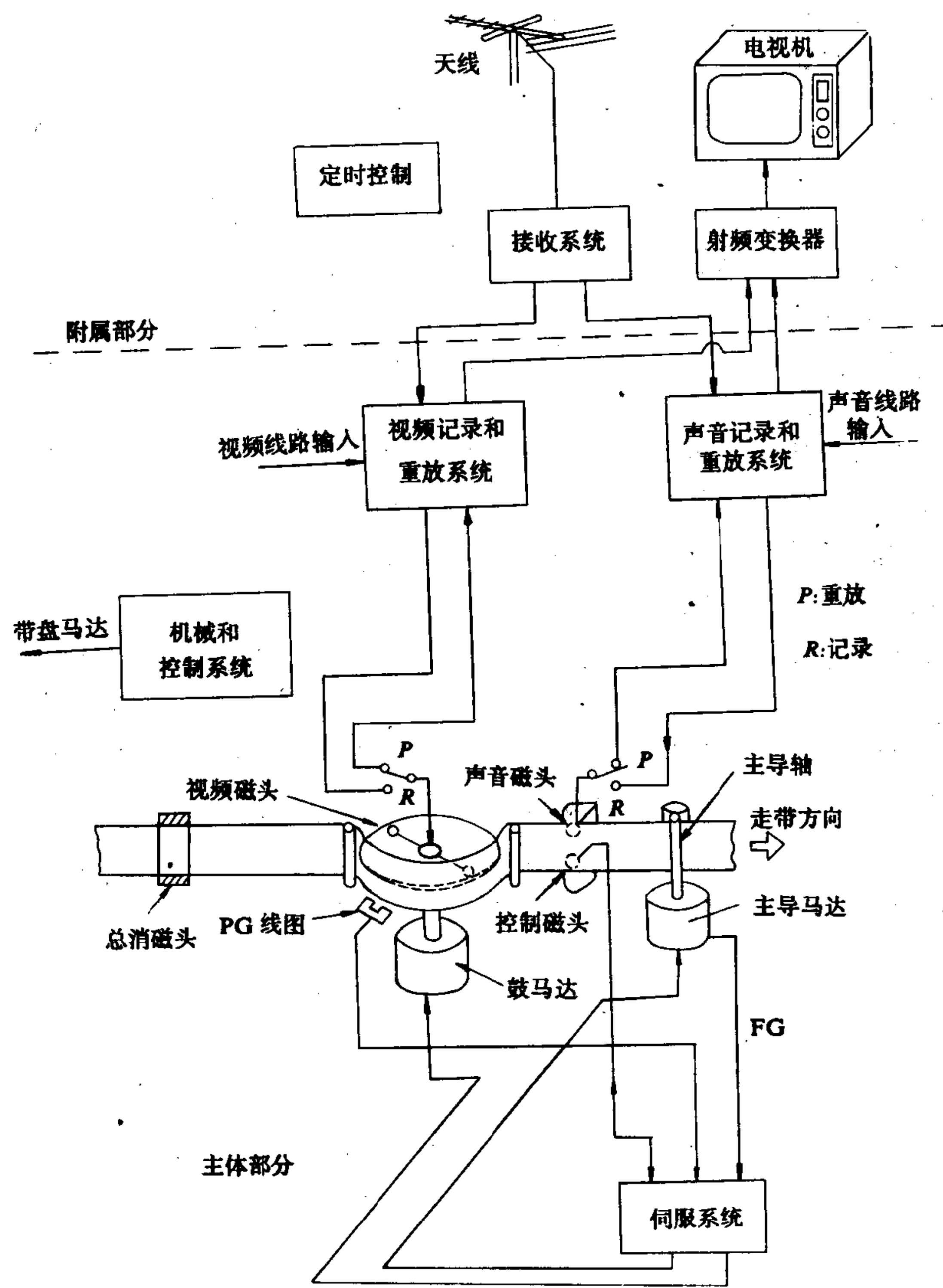


图 1-5 家用录像机的组成

这部分工作过程和图象的记录与重放系统相似,但处理的信号是声音信号,处理的方法自然也就不一样了。

(3)机械与控制系统

它的主要功能就是保证记录和重放所必须的磁头和磁带的相对运动。各种运行状态(停止、快进、倒带、正常录放等)的转换控制及各种保护控制。

(4)伺服系统

按基准信号对磁鼓的转速和旋转相位,磁带的走带速度和位置进行自动控制,对磁带走带中的张力实行自动调节等等。

主体部分的这几个系统是各种类型录像机都具有的。这正是本书要着重介绍的。

2. 附属部分

(1)接收系统

这实际上是普通电视接收机的前半部分,包括高频调谐器、中频放大器和视频检波器,用来接收电视节目。检波得到的全电视信号通常就是要记录的信号,也就是说这部分是用来给主体部分提供一路输入信号的。这部分的工作原理已在相应的课程中作了介绍。

(2)射频变换器

它的主要功能就是把重放的声音和图象信号调制到某一个电视频道上去,便于录像机与没有视频、音频接口的电视机连接,直接用电视机显示图象和放出声音。其主要部分就是固定频道的调制器加上相应的滤波器。

(3)定时控制系统

用来预置录像机的工作时间。录像机能按预置的时间自动开机工作。它是由一些简单的定时、存储及控制电路组成。

在广播用和业务用录像机中没有这附加的三部分,但却要求有电子编辑系统。现在新出产的某些家用录像机也引入了电子编辑系统。电子编辑的功能和电影制片中的“剪接”相类似,只不过是用电子的办法,将不同磁带上的素材经过取舍复制到一条磁带上,构成一个符合一定要求的节目磁带。