

张策文 编著

TONGJI DAXUE  
CHUBANSHE



SLV-X50DH

# 录像机原理、使用和 快速检修技术

同济大学出版社

TN-446

Z11

350969

# **录像机原理、使用和 快速检修技术**

**张策文 编著**

**同济大学出版社**

## 内 容 提 要

本书以目前国内广为流行的录像机为主,全面、系统地介绍了录像机的整机结构和电路原理、录像机的操作使用、维护保养知识以及录像机故障的实用快速检修技术。

全书共十一章:前五章论述录像原理、录像机系统结构和种类;第六、七两章介绍录像机的使用知识;第八章至第十一章论述录像机的故障特点及其快速检修技术。

本书内容丰富,浅显易懂,具有很高的实用价值,适合于广播、电视、电化教育等系统的录像机使用人员和维修人员阅读,也可供电子专业的学生、从事录像机教学与研究的教师、工程技术人员、拥有录像机的家庭个人以及广大的业余爱好者参考。

0274/09

责任编辑 ~~张小岗~~ 张平官

封面设计 ~~张平官~~

~~录像机原理、使用~~和快速检修技术

张策文 编著

同济大学出版社出版

(上海四平路1239号)

新华书店上海发行所发行

浙江上虞科技外文印刷厂排版

常熟文化印刷厂印刷

开本 850×1168 1/32 印张 20.625 字数 595 千字

1991年9月第一版 1991年9月第一次印刷

印数 1—10,000 定价: 8.25 元

ISBN 7-5608-0806-9/TM·19

## 序 言

世界上第一台磁带录像机于1954年问世以来,录像机的发展,至今已有30余年的历史。它经历了从黑白发展到彩色;从开盘式发展到盒带式;从CV系列型经U-matic型发展到VHS型和Betamax型;从有限量的专业者使用发展到广大的消费者使用的过程。总之,磁带录像机的发展可以认为经历了三个阶段:第一个阶段是五六十年代的兴起阶段,这个阶段以创制开盘式录像机为主;第二阶段是70年代的发展阶段,这个阶段以开发3/4英寸U-matic型录像机为主;第三阶段是80年代的普及应用阶段,这个阶段以开发1/2英寸VHS型录像机为主,并大量普及到家庭。当前世界上磁带录像机的研制与生产竞争日益激烈,功能、结构和型式不断改进,可以说是日新月异,录像机正在广大专业人员和消费者群众中受到特别青睐。

我国于80年代中期开始了磁带录像机的研究与试制,90年代将是我国录像机工业奠基和发展的年代。近几年来,随着彩色电视机在我国城市逐步普及,磁带录像机愈来愈受到广大消费者的喜爱,大量进口录像机涌进我国市场,国内各种型号录像机的拥有数量已超过千万台。为了使用和维护好这大批量的录像机,充分发挥其教育和文娱的作用,广大专业人员和消费者迫切期望有更多介绍磁带录像机使用和维修的书籍出版,本书就是在这种情况下和读者见面的。

本书作者张策文先生从事电视摄录像专业工作已10余年,精通录像机的性能和结构,并具有丰富的保养维修经验。他的这本著作深入浅出,循序渐进,论述清晰;有原理、有技术、有经验,理论与实践紧密结合;取材新颖,既全面,又有重点。书中除简要地介绍了录像机的基本原理外,重点分析了录像机的结构组成、性能特点、使用维护、故障检修和典型实例,对业余爱好者和广大消费者特别适用,对专业人员也颇具参考价值,它是目前这类书籍中较全



## 前 言

随着科学技术不断发展,录像机在社会各个领域都得到了广泛的应用。目前,录像机不仅在广播电视、科学研究和文化教育等专业部门被大量地使用,并且随着国民经济的发展和人民生活水平的提高,录像机已开始进入家庭,成为人们文化娱乐的工具之一。为了帮助更多的人学习、了解、掌握录像机的原理、使用方法和维修技术,特编写了此书。

本书采用简炼的语言和示意的图表等,深入浅出地全面阐述了磁带录像机原理、基本结构以及录像机的分类特点等。叙述中力求避免数学公式推导,着重于讲清概念和现象。

录像机的正确使用是十分重要的,它不但可以保证录像机处于良好的工作状态,充分发挥录像机的各种功能,而且还可以延长其使用寿命。本书对此作了较详细地阐述,内容包括常用录像机的选择方法、录像机的基本调整和使用技巧、录像机的日常保养,对于录像磁带的选购、使用和保存也进行了叙述。

录像机在长期使用过程中,难免会出现这样或那样的故障,关键问题是出了故障以后应如何处理、如何检查判断各种故障现象并迅速排除故障,本书对此作了详细地论述。虽然录像机种类繁多,故障复杂,但其在原理上是基本相通的。随着录像机电路程式日趋成熟统一,录像机在检修和调整上已逐渐形成一种基本程序,因此,本书的维修部分结合检修实例,着重讲解录像机各类故障快速分析与处理的方法,以增强实用性。书中涉及到的检修原理和检修内容,适合于各种类型的盒式录像机。为了方便查找各种故障的检修方法,书末附有“录像机故障与检修资料索引”。

录像机技术是一门新兴的综合技术,由于作者水平有限,加之时间仓促,参考资料不足,因此,书中漏误不当之处在所难免,

衷心希望广大读者批评指正。

张策文

1990年3月

# 目 录

|                             |           |
|-----------------------------|-----------|
| 序言.....                     |           |
| 前言.....                     |           |
| <b>第一章 概述 .....</b>         | <b>1</b>  |
| 第一节 磁带录像机简介 .....           | 1         |
| 第二节 录像机的发展过程 .....          | 2         |
| 第三节 录像技术前景展望 .....          | 7         |
| 第四节 录像机的技术特点以及记录密度的研究 ..... | 8         |
| 第五节 彩色电视制式.....             | 12        |
| <b>第二章 录像基本原理.....</b>      | <b>17</b> |
| 第一节 磁学基础知识.....             | 17        |
| 第二节 磁性录放原理.....             | 21        |
| 第三节 视频录放原理.....             | 27        |
| 第四节 音频录放原理.....             | 37        |
| <b>第三章 磁头系统与视频扫描方式.....</b> | <b>57</b> |
| 第一节 录像磁头系统.....             | 57        |
| 第二节 视频磁头扫描方式.....           | 68        |
| 第三节 螺旋扫描原理.....             | 79        |
| 第四节 磁迹格式.....               | 81        |
| <b>第四章 录像机的组成.....</b>      | <b>96</b> |
| 第一节 录像机基本结构组成.....          | 96        |
| 第二节 机械系统.....               | 99        |
| 第三节 信号处理系统 .....            | 107       |
| 第四节 伺服系统 .....              | 121       |

|            |                           |            |
|------------|---------------------------|------------|
| 第五节        | 控制系统 .....                | 129        |
| 第六节        | 特技处理系统 .....              | 141        |
| 第七节        | 射频系统 .....                | 148        |
| 第八节        | 红外线遥控系统 .....             | 151        |
| 第九节        | 录像编辑系统 .....              | 154        |
| 第十节        | 微机技术在录像机中的应用 .....        | 167        |
| <b>第五章</b> | <b>录像机分类与技术特点 .....</b>   | <b>169</b> |
| 第一节        | 录像机的分类 .....              | 169        |
| 第二节        | 录像机的技术特点 .....            | 173        |
| 第三节        | 几种主要录像机机型的比较 .....        | 214        |
| 第四节        | 新型录像机技术 .....             | 218        |
| 第五节        | 常用录像机介绍 .....             | 235        |
| <b>第六章</b> | <b>录像机的选择、使用与维护 .....</b> | <b>256</b> |
| 第一节        | 录像机的选择 .....              | 256        |
| 第二节        | 录像机的使用 .....              | 261        |
| 第三节        | 录像机的维护和保养 .....           | 289        |
| <b>第七章</b> | <b>录像磁带 .....</b>         | <b>296</b> |
| 第一节        | 磁带的结构 .....               | 296        |
| 第二节        | 磁带的特性 .....               | 299        |
| 第三节        | 磁带的种类 .....               | 304        |
| 第四节        | 录像磁带的选择、使用和保管 .....       | 308        |
| <b>第八章</b> | <b>录像机故障与检修基础 .....</b>   | <b>313</b> |
| 第一节        | 检修概述 .....                | 313        |
| 第二节        | 录像机故障判断的基本方法 .....        | 331        |
| 第三节        | 录像机检查程序和故障判断 .....        | 338        |

|                                            |     |
|--------------------------------------------|-----|
| <b>第九章 录像机磁头的更换与调整</b>                     | 343 |
| 第一节 磁头更换基础                                 | 343 |
| 第二节 磁头鼓与磁头的更换方法                            | 350 |
| <b>第十章 录像机常见故障快速分析与处理</b>                  | 366 |
| 第一节 录像机系统故障分析                              | 366 |
| 第二节 常见故障综合分析与处理                            | 379 |
| <b>第十一章 录像机故障判断与检修实例</b>                   | 401 |
| 第一节 故障分析判断四十七例                             | 401 |
| 第二节 故障检修十七例                                | 439 |
| <b>附录</b>                                  | 463 |
| <b>附录 I 典型录像机与自动编辑控制器使用指导</b>              | 463 |
| I-1 VO-5850 P/S 盒式磁带编辑录像机                  | 463 |
| I-2 RM-440 自动编辑控制器                         | 493 |
| I-3 NV-L15 MC 盒式磁带录像机                      | 513 |
| I-4 SL-800 ME 盒式磁带录像机                      | 540 |
| <b>附录 II 录像机常用电路资料</b>                     | 567 |
| II-1 NV-370 型录像机集成电路                       | 567 |
| II-2 常用录像机集成电路和晶体管电压值                      | 589 |
| <b>附录 III 国内主要外国公司录像机维修点</b>               | 615 |
| <b>附录 IV 录像机故障与检修资料索引</b>                  | 618 |
| <b>附录 V 常用录像技术词汇英汉对照表</b>                  | 622 |
| <b>附录 VI 世界主要录像机生产、研究、管理机构英语缩写简表(英汉对照)</b> | 646 |
| <b>后记</b>                                  | 648 |

# 第一章 概 述

## 第一节 磁带录像机简介

磁带录像机是利用磁带记录、重放图像和声音信号的一种电子视听设备，它是磁性记录和电视这两门技术发展结合的产物。

大家知道，有史以来，人类就在寻找各种能够记录并重现自然界图像和声音的方法。随着电子技术、电视技术、磁性材料以及计算机科学的迅速发展，声音和图像的记录也就成为可能。早期的录像机一出现，便受到了广播电视和各个专业部门的高度重视。几十年来，人们不断应用新科学技术来改善录像设备的各种技术性能。1975年，小型彩色录像机突破了重重技术难关，以优良的图像质量和合理的价格出现在消费市场上，受到了用户的热烈欢迎，产生了巨大的需求量，这进一步刺激了录像技术的发展。目前，录像机不仅在广播电视领域里成为不可缺少的一种电视设备，并且已普及到各个专业技术、教育部门以至家庭之中。

录像机所具有的独特功能，使其在各行各业都获得广泛的应用：

电视工业方面：电视节目的制作、保存和复制；

生产科研、国防建设方面：野外和远距离现场情况的记录，现象分析，物理、化学、生物等过程的观察，生产流程的自动化检测观察等；

交通管理方面：机场的飞机起落，港口船只的进出，公路车辆的来往等情况的观察记录；

医疗方面：治疗过程状况的记录，诊断数据、X光相片的记录分析等；

专业训练方面：体育、舞蹈、演剧、动手术、器乐演奏、特殊操作、工艺等的说明和传授；

教学方面：视听教学的现代化，实验设备的说明，社会调查现场的参观记录，授课方式的研究等。

录像机还可以作为电子计算机系统<sup>①</sup>中的存贮装置加以使用。并可超出单纯积累声像信息技术的范围，在图像信息处理技术中发挥作用。

总之，随着电视工业的发展与普及，磁带录像机将起到越来越重要的作用，它将广泛渗透到科研、生产、教育、文化生活等社会各个领域中去。

## 第二节 录像机的发展过程

19世纪80年代初期，科学工作者开始了各种磁性记录的实验工作。1888年，美国人史密斯(O. Smith)提出了磁性记录的设想，随后，1898年丹麦人波尔森(Valdemar Poulsen)发明了钢丝录音机，第一个通过磁畴的取向录放了声音信号，为磁性记录奠定了基础。1928年德国人弗勒姆(P. Phleumer)发明了<sup>②</sup>在纸带上涂敷细颗粒磁粉的磁带技术，用磁带代替钢丝作为记录媒介，随后又由塑料带取代了纸带，使录音机进入了实用阶段。以后，随着录音技术的不断进步，人们开始研究磁带录像技术，经过长期的探索和努力，1951年美国无线电公司(RCA)仿照录音机技术试制成功了世界上第一台固定磁头式开盘磁带录像机。但是由于这种录像机存在着明显的缺点，所以没有得到推广应用，只证明了利用电磁原理不仅可以记录频率较低的声音信息，也可以把占有较宽频带的电视图像信号记录在磁性物体上，并通过电视机的荧光屏重现出来。当时存在的三个主要问题是：(1)为了录制一段很短的节目所需的磁带数量多得使人无法接受；(2)带速难以控制，特别是带速抖动难以达到电视信号所要求的限度范围；(3)无法满足至少是18个倍频程的视频带宽（当时在理论上的极限是10个

倍频程)。

1956年美国安派克斯公司 (AMPEX) 根据早在1936年就提出来的横扫描设想,研制成功了四磁头垂直扫描磁带录像机,从而使录像机开始进入实用阶段。在这种录像机中,针对固定磁头式录像机的缺点,采用了视频信号调频记录的方法来解决视频信号相对频带过宽的问题,采用旋转磁头以提高磁头磁带相对速度并降低磁带速度来解决磁带消耗量过大和磁带速度不易控制的问题。安派克斯公司研制的这些技术一直沿用至今,是录像机中采用的基本技术。四磁头垂直扫描录像机虽然解决了一些问题,但由于设备过于庞大复杂,因此只适合于在广播电视领域中使用。

为了把录像机推广应用到专业领域中去,1959年日本东芝公司 (TOSHIBA) 研制出单磁头螺旋扫描录像机,1961年日本胜利公司 (JVC) 研制成功两磁头螺旋扫描录像机,这些录像机的出现,使小型专业录像机开始进入实用阶段。随后,由于新型磁性材料、晶体管、集成电路的出现和应用,录像机发展得很快。1969年日本电子工业联合会 (EIAJ) 宣布了1/2英寸开盘式录像机的标准。1970年日本松下 (NATIONAL)、胜利、索尼 (SONY) 三个公司联合研制成功3/4英寸U型彩色盒式录像机,也采用两磁头螺旋扫描方式。这种录像机和以前生产的机型相比,具有图像质量好、操作简单、性能优良、功能全面、能进行电子编辑、并使用盒式录像带等许多优点,因而在广播电视以及其他专业领域得到了广泛的应用,成为目前使用面最广的一种录像机。但U型录像机要想进一步应用到家庭或者其他消费领域中去,还存在着体积大、价格贵、每盒磁带至多能录放一小时等缺点。

1973年开始,世界各国开始积极研制小型家用录像机。1975年日本松下公司首先展示 VX 2000 型单磁头盒式录像机。同年,索尼公司推出了 BETA 型两磁头盒式录像机。1976年东芝和三洋 (SANYO) 公司联合研制成功 VCord 型录像机,同年日本胜利公司又发明 VHS 型两磁头盒式录像机,接着在1978年西德根德公司推出 SVR 型盒式录像机,1979年荷兰飞利浦 (PHILIPS)

公司制成 V 2000 型盒式录像机,这一系列家用录像机的出现,标志着录像技术已经进入了成熟的阶段,是录像技术发展过程中的一个重要里程碑。这些小型录像机的共同特点是都使用 1/2 英寸宽的盒式磁带,都提高了记录密度,缩小了带盒尺寸,延长录放时间,并在整机设计上作了改进,做到了机身小巧轻便,性能良好,售价低廉。现在,在激烈的竞争中,性能优良和价格合理的 VHS 型及 BETA 型录像机逐渐打败对手,垄断了录像机市场。目前 VHS 型录像机已经占世界上各种录像机总产量的 90% 以上, BETA 型录像机占 10% 左右,其余录像机占 1% 左右。

从功能上看,现在的盒式磁带录像机一般都有常速录放、快进、快倒、暂停等功能,比较新型的还具有倍速重放、变速重放、慢速重放、逐帧重放和完全静止等功能。静止重放的画面十分清晰无条纹或杂波干扰,比早期机型有很大的改进。有些机型还具有电子编辑功能,另有一些录像机可预先选定七天至两周内所需的电视节目,到时自动收录。这种录像机一般均备有应急电源,一旦外部供电停止,机内便能自动供电,不至于耽误定时收录。

为了便于进行野外摄录电视节目,录像机不仅向小型化发展,而且,已研制成功了摄录一体的超小型录像机,如 BETACAM 摄录一体机, 8mm 视频摄录机等。录像机和摄像机连成一体,体积和重量却相当轻巧。随着超大规模集成电路、精密机械加工技术以及新材料和微处理机应用的发展,电视录像设备必然会更加精巧、轻便、优良。

在小型盒式录像机迅速发展的同时,人们也开始研究采用螺旋式扫描方式的高质量广播用录像机的第二代产品。1976 至 1977 年,美国安派克斯公司和日本索尼公司相继研制出采用 1 英寸磁带的螺旋扫描式录像机,这种录像机在美国广播工作年会展出时受到一致好评,经过各国专家协商推荐并制定出便于互换的统一规格,它被命名为 C 格式录像机。与此同时,西德博施(BOSCH)公司也研制出一种分段式的采用 1 英寸磁带的螺旋扫描录像机,经过讨论,由国际电工委员会(IEC)命名为 B 格式录像机。这两种录

表 1-1 录像机的主要类型与性能表

| 格<br>(电 视 制 式)      | 研 制 者                | 发 表 日 期 | 记 录 扫 描 方 式     | 磁 带 类 型                | 磁 带 消 耗 量              | 主 要 视 频 指 标                                               | 用 途   |
|---------------------|----------------------|---------|-----------------|------------------------|------------------------|-----------------------------------------------------------|-------|
| 四磁头录像机<br>(PAL 制)   | 安派克斯公司<br>(美)        | 1956 年  | 分段式垂直磁<br>迹扫描方式 | 2 英寸<br>盘式磁带           | 72.6 m <sup>2</sup> /h | 频带宽度 6 MHz<br>信 噪 比 46 dB                                 | 广播电视  |
| C 型录像机<br>(PAL 制)   | 安派克斯公司<br>索尼公司       | 1976 年  | 不分段螺旋<br>扫描方式   | 1 英寸<br>盘式磁带           | 21.9 m <sup>2</sup> /h | 频带宽度 5 MHz±0.5 dB<br>5.5 MHz-3 dB<br>信 噪 比 44 dB          | 广播电视  |
| B 型录像机<br>(PAL 制)   | 博施公司<br>(西德)         | 1979 年  | 分段式螺旋<br>扫描方式   | 1 英寸<br>盘式磁带           | 22.2 m <sup>2</sup> /h | 频带宽度 5 MHz±0.5 dB<br>5.5 MHz-3 dB<br>信 噪 比 45 dB          | 广播电视  |
| U 型录像机<br>(PAL 制)   | 索尼公司<br>松下公司<br>胜利公司 | 1970 年  | 不分段螺旋<br>扫描方式   | 3/4 英寸<br>盒式磁带         | 6.5 m <sup>2</sup> /h  | 黑白: 340 线<br>彩色: 260 线<br>黑白: 49 dB<br>彩色: 46 dB<br>信 噪 比 | 专业部门  |
| BETA 录像机<br>(PAL 制) | 索尼公司<br>(日)          | 1978 年  | 不分段螺旋<br>扫描方式   | 1/2 英寸<br>盒式磁带         | 0.85 m <sup>2</sup> /h | 黑白: 280 线<br>彩色: 260 线<br>黑白: 45 dB<br>彩色: 43 dB<br>信 噪 比 | 家用专业用 |
| VHS 录像机<br>(PAL 制)  | 胜利公司<br>(日)          | 1977 年  | 不分段螺旋<br>扫描方式   | 1/2 英寸<br>盒式磁带         | 1.07 m <sup>2</sup> /h | 黑白: 280 线<br>彩色: 240 线<br>信 噪 比 43 dB                     | 家用专业用 |
| SVR 录像机<br>(PAL 制)  | 根德公司<br>(西德)         | 1978 年  | 不分段螺旋<br>扫描方式   | 1/2 英寸<br>盒式磁带<br>(双面) | 1.8 m <sup>2</sup> /h  | 清晰 度<br>信 噪 比                                             | 家用专业用 |

续表 1-1

| 格<br>(电视制式)                | 研 制 者              | 发表日期   | 记录扫描方式        | 磁带类型                   | 磁带消耗量                  | 主 要 视 频 指 标                                                                | 用 途   |
|----------------------------|--------------------|--------|---------------|------------------------|------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-------|
| V-2000 录像机<br>(PAL 制)      | 飞利浦公司<br>(荷兰)      | 1979 年 | 不分段螺旋<br>扫描方式 | 1/2 英寸<br>盒式磁带<br>(双面) | 0.56 m <sup>2</sup> /h | 清晰度 240 线<br>信噪比 40 dB                                                     | 家用专业用 |
| 8 毫米视频系统<br>(PAL 制)        | 索尼、松下、胜利、日立、飞利浦等公司 | 1983 年 | 不分段螺旋<br>扫描方式 | 8 毫米<br>盒式磁带           | 0.58 m <sup>2</sup> /h | 清晰度 240 线<br>信噪比 40 dB                                                     | 家用专业用 |
| BETACAM 录像机<br>(PAL 制)     | 索尼公司               | 1983 年 | 不分段螺旋<br>扫描方式 | 1/2 英寸<br>盒式磁带         | 4.64 m <sup>2</sup> /h | 频带 亮度 4.1 MHz $+0.5$ dB<br>宽度 色度 1.5 MHz -3 dB<br>信噪比 亮度 47 dB<br>色度 49 dB | 广播电视  |
| RECAM 录像机<br>(PAL 制)       | 松下公司               | 1983 年 | 不分段螺旋<br>扫描方式 | 1/2 英寸<br>盒式磁带         | 8.59 m <sup>2</sup> /h | 频带 亮度 3.6 MHz -3 dB<br>宽度 色度 1.0 MHz -3 dB<br>信噪比 亮度 44 dB<br>色度 46 dB     | 广播电视  |
| Quarter-CAM<br>录像机 (PAL 制) | 博施公司               | 1983 年 | 不分段螺旋<br>扫描方式 | 1/4 英寸<br>盒式磁带         | 2.69 m <sup>2</sup> /h | 频带 亮度 3.6 MHz<br>宽度 色度 1.2 MHz<br>信噪比 亮度 46 dB<br>色度 46 dB                 | 广播电视  |

像机的性能质量都达到了广播电视部门所要求的性能质量标准,同时又具有可靠性高、磁带消耗量较小等优点,因而很快地取代了复杂笨重的四磁头垂直扫描录像机。目前,B型录像机主要在欧洲地区使用,C型录像机主要在美、日等国使用。1981年,我国中央电视台决定淘汰四磁头垂直扫描录像机,并规定以C型机作为各电视台的主要录像设备。

为了便于读者了解录像机技术发展和机型的变化,在表1-1中列出了从1956年至1983年间出现的录像机的主要类型、技术性能和基本用途。

从表1-1中可以看出,录像机的发展是沿着这样一种线索进行的,这就是:在保证图像质量的前提下,不断提高密度,降低磁带消耗量;不断减少录像机的体积重量,以使录像机使用更方便,更灵活,更能满足各使用部门的要求。

### 第三节 录像技术前景展望

录像技术的发展,有赖于多种技术学科的新突破,就目前模拟式录像机而言,提高记录密度,改善录放质量,进一步小型化以及进一步完善功能始终是人们追求的发展方向。

图像信号数字化是电视技术发展的必然趋势,目前,数字式磁带录像机正在积极研制之中。把图像信号和声音信号经数字化后再记录有很多好处,最主要的优点是录放过程不损失信号质量,经多次转录也毫无影响。

磁性记录的优点之一是能方便的转录,但现在的模拟式录像机每转录一次,图像质量就要下降一次(信噪比下降3dB)。在节目制作过程中,转录是无法避免的,而数字化以后就能确保录像质量,因为数字信号只有高低两个电位,在录放过程中有波形失真或迭加上的杂波都可以经切割整形,予以恢复或消除。

录像节目数字化的另一个优点是可以把这种数字化的视频信号直接存贮在计算机软磁盘中,复制、携带、观看、保存都极为方