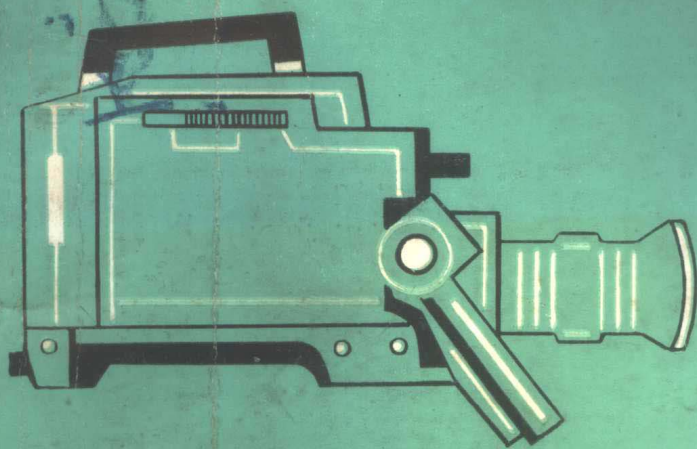


771134

50054

7207.2



刘文开 丁启芬编译

(增补本)

科学时报社出版

彩色电视摄象录象基础

彩色电视摄象录象基础

(增补本)

刘文开 丁启芬 编译

科学时报社出版

1985年8月

彩色电视摄像录像基础

(增补本)

刘文开 丁启芬 编译

科学时报社出版发行

(吉林市江南大街32号)

吉林省出版事业管理处准印证第4170号

中国人民解放军空军军医学校印刷厂印装

开本787×1092 1/16印张24 1/2字数500,000

1985年2月第一版 1985年10月第2次印刷

印数 1—5000册

工本费 6.00元

前 言

电视摄象与录象作为视觉艺术的手段之一，具有即时性强以及制作简便迅速等显著特点，因此得到日益广泛的应用。在国内，几年前电视摄录设备还仅限于电视广播系统，而今已遍及教育、文艺、科研等各个领域。随着电视摄录设备的大量引进，从事摄象录象工作的人数迅速增加，其中许多新接触这项工作的人员对电视摄录技术和设备常常感到很生疏，渴望尽快熟悉和掌握设备的性能与使用，同时系统地学习一些有关的基础理论知识。由于电视摄录技术是一门崭新的技术，目前国内这方面的资料尚紧缺，为此我们曾于1983年编译了《实用电视录象技术基础》一书，内部发行后许多读者来信给予了热情支持和鼓励，其中还有一些宝贵的建议。当时由于印刷数量所限没能满足需要，尔后又陆续收到全国各地大量索书的信件，鉴于这种情况，同时考虑到电视摄录技术发展的新形势，我们着手编写了这本书。与《实用电视录象技术基础》相比，本书侧重于基础理论的系统阐述，内容较集中，重点较突出。考虑到电视摄录技术的实践性，本书仍然选择了一些国内常见的摄录设备予以详细介绍，希望达到举一反三的目的。综合各方面的意见，本书尽力保持其实用性，内容避免繁琐艰深，力求简明易懂。由于我们水平所限，上述目的难以达到，本书不当之处在所难免，唯恐有负于大家的期望。本书作为引玉之砖倘能对读者有所裨益的话乃是我们最大的快慰。最后，渴望继续得到大家的批评与指正。

编 译 者

一九八四年七月二十日

目 录

第一章 彩色摄象机基础	(1)
§ 1—1 彩色摄象机概述.....	(1)
§ 1—2 彩色摄象机的基本结构.....	(2)
§ 1—3 摄象器件.....	(3)
§ 1—4 光电发射型摄象管.....	(6)
§ 1—5 光电导型摄象管.....	(7)
§ 1—6 固体摄象器件.....	(10)
§ 1—7 与彩色有关的光学知识.....	(11)
§ 1—8 三管与二管彩色摄象机的分色系统.....	(14)
§ 1—9 单管彩色摄象机的分色系统.....	(16)
§ 1—10 与镜头有关的几个概念.....	(17)
§ 1—11 变焦镜头.....	(20)
第二章 电视摄象技术基础	(22)
§ 2—1 摄象机的使用与保养.....	(22)
§ 2—2 摄象机操作要领.....	(23)
§ 2—3 分镜头的拍摄要点.....	(25)
§ 2—4 摄象技巧概述.....	(26)
§ 2—5 摄象技巧的运用.....	(27)
第三章 电视摄象艺术概论	(29)
§ 3—1 电视摄象的艺术特点.....	(29)
§ 3—2 电视摄象与构图.....	(29)
§ 3—3 电视画面的布局.....	(30)
§ 3—4 电视画面的均衡.....	(33)
§ 3—5 电视画面的构图因素.....	(34)
§ 3—6 摄象三要素.....	(37)
第四章 电视摄象照明基础	(40)
§ 4—1 光源.....	(40)
§ 4—2 光线的分类及特点.....	(44)
§ 4—3 演播室的灯光配置.....	(46)
§ 4—4 人物摄象的照明特点.....	(47)
§ 4—5 用光方法与注意事项.....	(48)
第五章 视频记录原理	(49)
§ 5—1 磁性记录的一般原理.....	(49)

§ 5—2	音频记录的特点	(54)
§ 5—3	视频记录的特点	(55)
第六章	磁带录象机基础	(58)
§ 6—1	磁带录象机的发展	(58)
§ 6—2	磁带录象机的分类	(58)
§ 6—3	盒式磁带录象机简介	(59)
§ 6—4	盒式磁带录象机的基本结构	(62)
§ 6—5	磁带记录图形与视频磁迹制式	(65)
§ 6—6	一体化摄录系统	(69)
第七章	磁带录象技术基础	(71)
§ 7—1	录象机的使用与保养	(71)
§ 7—2	录象磁带的使用与保养	(72)
§ 7—3	磁带编辑的基本方法	(74)
§ 7—4	磁带编辑的要领	(75)
§ 7—5	镜头组接技巧	(76)
第八章	部分进口摄象机的性能与使用	(80)
§ 8—1	DXC—1200P彩色摄象机	(80)
§ 8—2	DXC—1640P彩色摄象机	(85)
§ 8—3	DXC—1800P彩色摄象机	(90)
§ 8—4	CCU—1800P摄象机控制器	(104)
§ 8—5	DXC—1820P/1821P彩色摄象机	(116)
§ 8—6	DXC—M3P三管彩色摄象机	(131)
§ 8—7	HVC—2000PE彩色摄象机	(145)
§ 8—8	DXC—6000P三管彩色摄象机	(157)
第九章	部分进口录象机的性能与使用	(165)
§ 9—1	VO—2860P彩色录象机	(165)
§ 9—2	VO—4800P/S彩色录象机	(177)
§ 9—3	VP—5030彩色放象机	(189)
§ 9—4	VO—5630彩色录象机	(195)
§ 9—5	VO—5850P/S彩色录象机	(212)
第十章	部分进口编辑设备的性能与使用	(232)
§ 10—1	SEG—1210P特技效果发生器	(232)
§ 10—2	SEG—2000P/PM特技效果发生器	(244)
§ 10—3	MD—1600P多路信号分配器	(256)
§ 10—4	RM—440自动编辑机	(261)
§ 10—5	BVT—500P时基校正器	(276)

第十一章 部分进口1/2英寸摄录设备的性能与使用	(286)
§ 11—1 BVP—1P一体化摄象机.....	(286)
§ 11—2 BVV—1PS一体化录象机.....	(295)
§ 11—3 SL—C30E录象机.....	(304)
§ 11—4 SLO—420P录象机.....	(313)
§ 11—5 VC—7300录象机.....	(327)
§ 11—6 NV—370录象机.....	(338)
第十二章 部分辅助设备的性能与使用	(344)
§ 12—1 BP—60蓄电池.....	(344)
§ 12—2 BP—80E蓄电池.....	(345)
§ 12—3 BC—20CE电池充电机.....	(346)
§ 12—4 VCR—2电影电视转换器.....	(347)
§ 12—5 RH—330自动录象定时器.....	(351)
§ 12—6 普通电视机改装监视器的方法.....	(352)
附录一: 电视摄录设备按钮英文名称汇集.....	(354)
附录二: 常用摄录技术词语英汉对照汇集.....	(360)

第一章 彩色摄象机基础

彩色电视摄象机作为整个电视摄录象系统的输入端和信号源，起着将被摄景物的光图象转变为电视信号的作用，不仅决定着整个系统的信号传送方式而且对于终端所显示的图象质量至关重要。因此，作为电视摄象人员，为了更好地发挥摄象机的作用，达到摄制高质量图象的目的，应该了解摄象机的基本原理，熟悉摄象机的性能与特点，掌握正确的操作方法与摄制技巧，通过反复的摄制实践，不断提高操作水平，最终达到熟练地驾驭摄象机进行创造性的劳动。

§ 1—1 彩色摄象机概述

第一支具有实用价值的全电子化摄象管于1933年问世，从此电视摄象技术便由原始的机械电视时期进入了电子电视时期。1946年超正析象管正式用于广播电视中的三管式彩色摄象机之后，彩色摄象技术便揭开了新的一页。随着摄象管技术的发展，六十年代初，氧化铅摄象管研制成功，在灵敏度、信噪比以及分辨力等方面都明显优于超正析象管，更适合于彩色摄象机，使彩色摄象技术又有了新的发展。但是，当时因为受摄象管尺寸的限制以及电子管元件和线路结构等方面的影响，彩色摄象机不仅体积大，笨重而且调整麻烦，价格昂贵。所以一般只限于广播电视系统使用。随着晶体管与集成电路的发展，六十年代后期，由于荷兰飞利浦公司研制成功了一英寸氧化铅摄象管，为彩色摄象机小型轻量化以及扩大应用范围创造了必要条件，紧接着两管及单管摄象机也应运而生。特别是单管机，由于体积小，重量轻、功耗省，不仅携带方便，而且价格便宜。因此，日益广泛地应用于闭路电视系统，而且向家用视频系统高歌猛进，显示了强大的生命力。

七十年代开始在应用电视方面崭露头角的固体摄象机，由于具有许多摄象管摄象机所不及的显著优点，例如：功耗小，寿命长，可靠性高，无惰性，会聚性能好，光谱范围宽，动态范围大，信噪比高以及防震、防冲击、防电磁场等等，发展十分迅速。目前全固体化彩色摄象机已经在应用电视方面使用，技术及工艺方面存在一些需要解决的问题，近年来已陆续得到了解决，八十年代后期可望进入广播电视领域。

随着固体摄象技术，微处理机控制以及数字技术等方面的发展，彩色摄象机今后将朝着全固体化，超小型化以及高分辨力和电路数字化等全新方向发展。

综上所述，彩色摄象机的发展，从电路元件结构上可以大致划为三个时期：电子管时期（六十年代前）、晶体管与集成电路时期（六十年代至八十年代）、以及微电子时期（由八十年代开始）；从摄象器件上也可分为光电发射型摄象管时期（以四十年代超正析象管为代表）、光电导型摄象管时期（以六十年代氧化铅摄象管为代表）以及固体摄象器时期（七十年代进入实用化阶段）。

彩色摄像机的种类很多,根据摄像管的数目可以划分为三管机、两管机和单管机,根据传输方式可分为广播电视摄像机与闭路电视摄像机。随着固体摄像机的发展,今后也可以根据摄像器件分为摄像管摄像机与固体摄像机两大类。此外,通常还根据使用环境分为演播室摄像机和便携式摄像机。

广播电视摄像机目前仍以三管机为主。特点是分辨力高,图象质量好,但调整使用复杂而且价格贵。今后的发展方向将是研制满足电子新闻采访(ENG)和电子现场制作(EFP)方式用的超小型便携式彩色摄像机和一体化摄录机以及应用于新发展为电子电影技术方式中的高精度、高图象质量的彩色摄像机,即简称为HDTV彩色摄像机。

闭路电视摄像机以单管机为主,但图象质量目前还达不到广播用摄像机的水平。今后发展趋势将是进一步小型轻量化和廉价化,另外进一步提高图象质量以及增加操作功能。质量方面朝着广播电视摄像机方向发展,应用方面朝着满足家用视频系统的需要方向发展。

此外,为了满足特种工业电视,如空间电视、微光电视,红外电视等彩色化的要求,研制具有超高灵敏度,超高分辨力以及超高稳定度的特殊性能摄像机也将取得引人注目的发展。

全固体化摄像机通常分为三板(三张、三片)式、二板式和单板式三大类。用于广播级的是三板式,用于专业及家用领域的是二板式和单板式。美国RCA公司于1983年研制成的三板式CCD彩色摄像机,在主要技术指标方面已接近或达到了常规的广播用三管式彩色摄像机水平,部分指标甚至超过。日本索尼公司、日立及三洋等公司近年来相继研制成单板式固体彩色摄像机,在许多方面都优于常规的单管式摄像机,因此,单从技术角度看,全固体化摄像机作为商品化投放市场只是时间问题。

§ 1—2 彩色摄像机的基本结构

彩色摄像机的结构大致可分为三部分:光学系统(包括镜头和分色系统)、光电转换系统(主要指摄像器件)以及电路系统(主要包括视频处理电路和编码电路)。

光学系统的主要作用是作为输入端将被摄景物成象(镜头的作用)和进一步分解为三基色图象(分色系统的作用);光电转换系统的作用是作为换能器,起到承上启下的作用,承担将光图象转变为电子图象和电信号的任务;电路系统的作用是进一步放大由摄像管输出的微弱信号以及形成符合电视制式所规定的彩色全电视信号。

光电转换系统是摄像机的核心,在很大程度上决定着摄像机的质量和使用寿命。光学系统相当于摄像机的眼睛,与操作技巧密切相关。因此,对于摄像员来说,为了使用和保养好摄像机,有必要对以上两部分深入进行学习和研究。为此,我们将在以后有关章节加以详细叙述。下面主要简述一下彩色摄像机的基本电路结构及工作原理。

三管彩色摄像机的基本电路结构大致如图1—1所示。由机头部分输出的是三通道的基色图象信号,经过视频放大与处理后输出红、绿、蓝三通道电视图象信号。然后送入编码器、编制成符合电视制式所规定的彩色电视信号。彩色同步机产生全部同步信号和副载波供机头、视频放大与处理及编码器三部分使用。彩色信号发生器提供彩条或专用测试信号供调

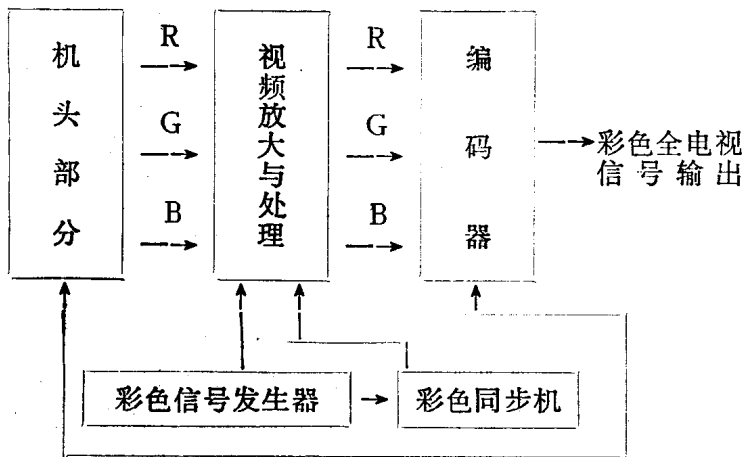


图1-1 三管彩色摄像机电路结构示意图

方式为代表（又称为单载波电标志垂直相关相位分离方式）。托尼康方式单管彩色摄像机在我国应用较普遍。其特点是由摄像管输出的是反映被摄景物的三基色PAM（脉幅调制）时间分割信号与索引信号叠加之后的合成信号，然后通过专门的分离与解调电路取出(R-Y)与(B-Y)两个色差信号，最后与亮度信号(Y)一起在编码器中变换成标准的彩色全电视信号做为摄像机输出。

整与维修使用。

单管彩色摄像机由于利用一支摄像管进行摄取图象，因此分色系统及色度信号的分离方式较为复杂。目前较为实用并有发展前途的有四种方式，即相位分离方式，频率分离方式，三电极方式以及阶梯能量方式。其中相位分离方式主要以日本索尼公司(SONY)研制并命名的托尼康(TRINICON)

§ 1—3 摄象器件

摄象器件是摄像机的核心，决定摄像机的性能与质量。迄今为止，摄象器件可分为摄像管与固体摄象器两大类。

无论是摄像管还是固体摄象器都是一种光电转换器，都是利用某一种光电效应，使输入的光转换成电荷，构成相应的象素，并在其微小的电容中暂时存贮。所不同的是，在摄像管中是利用了电子束对靶上的电荷象素进行扫描，然后将电荷象转变成为随时间变化的图象电信号。固体摄象器则不需要电子束扫描，而是采用固体扫描方式将存贮在象素中的信号电荷转变为图象信号。

1. 3. 1 摄像管发展概述

摄像管是摄像机中利用电子束扫描把景物的光学图象转换成电信号的一种真空电子管。摄像管是摄像机的核心，又是景物发出的光线通过光学镜头进入摄像机时接触到的第一个部件。摄像管性能的优劣直接关系到摄像机质量的高低。纵观摄像管发展的历程，如果从1873年发现光电导效应算起，至今已有百余年历史。下面择其要点予以介绍：

1873年英国的史密斯(Smith)和梅(May)发现光电导效应，即某些金属材料的电导率随入射光照度而变化。这一发现成为光电导型摄像管的开端；

1887年赫兹(Hertz)发现光电发射效应，即某些金属材料受光线照射后能向外发射电子。为光电发射型摄像管奠定基础；

1907年英国的坎贝尔·斯温顿提出利用电子束扫描分解图象的设想，促进了由机械扫描

开始向电子扫描的发展。1897年利用光电发射效应研制成功的光电管开始应用在机械扫描电视系统，由于光电管只能将被摄景物的光学图象总体转换成一定强度的电流而不能分解图象，因此不能反映图象的细节，为了输送图象必须通过笨重的旋转圆盘进行机械扫描来实现，称为机械扫描电视方式；

1931年美国的法恩兹沃思研制成功第一只光电发射型摄像管——析象管。成功地运用了电子扫描进行图象分解，从而摆脱了笨重的机械扫描系统，宣告了机械扫描电视方式的结束和纯电子化电视方式的开始；

1933年美国佐沃赖金发表了电荷存储式光电发射型摄像管——光电象管的研制报告。采用存储方式后，摄像管的灵敏度进一步提高，开辟了电视实用化的途径。析象管由于没有运用电荷存储原理，视频信号的取得，仅仅依靠每一象素上电子束扫描的瞬间因光电发射而产生的电荷。由于在相邻两次扫描的间隔时间内，景物发出的光线仍然不断地向靶面照射，靶面正电荷仍旧不断地产生，这些电荷只有积累即存储起来，才能使下一次扫描时总的电荷量增大，使视频信号得到增强。相反，如果电荷一边产生，一边泄漏，则下一次扫描时得到的信号电流必然很弱。因此，靶面能否存储电荷，对摄像管的灵敏度关系极大。为了使靶面电荷能够存储，要求靶的漏电流小或者说电阻高，不仅纵向电阻要高，横向电阻也要高，不然因横向漏电将把靶面电势起伏拉平使分辨率降低；

1937年美国无线电公司（RCA）等研制成功具有光电象管10倍灵敏度的超光电象管，并开始试用于电视播送；

1939年RCA研制出低速电子扫描的摄像管——正析象管。在光电象管及超光电象管中，光线与电子束是在靶的同一侧面入射的。为了让光线垂直射向靶面，电子束必须倾斜上靶。所以必须采用快速电子扫描，由于电子束的加速电压较高，聚焦质量较好，容易在靶面会聚成细小的击点。但快速电子扫描将造成大量的二次电子发射，其中部分返回靶面的二次电子形成电子雨，擦除了靶面的部分电势起伏，从而降低了灵敏度，同时使图象底色不均匀，出现黑斑（寄生信号）。为了解决这个问题可以采用慢速电子扫描，使电子束到达靶面时速度大大降低或接近等于零，这样便避免或减少了二次电子发射。要实现这一点，首先要做到电子束垂直上靶，正析象管的发明，是沿着这个方向前进了一步，但性能尚不令人满意；

1946年RCA研制成功超正析象管。标志着摄像管发展到了相当成熟的阶段。超正析象管是正析象管的改进型。由于采用了双面靶，从而使电子束垂直上靶成为可能，慢速电子扫描获得成功，同时又采用了移象、返束和倍增等措施，使灵敏度高达光电象管的1000倍，图象质量也明显提高（分辨率高、底色均匀、灰度级多），而且惰性小，这一系列优点使广播电视得以实现。直到六十年代中期氧化铅视象管问世之前，广播电视领域一直由超正析象管所垄断，因此，超正析象管的出现，是摄像管发展史上的一个重要里程碑；

1950年RCA第一次正式报道光电导型摄像管——硫化锑象管（Vidicon）的试制报告。宣告光电导型摄像管正式进入电视领域。硫化锑视象管以体积小、重量轻、耗电省、使用方便等优点开始向体积大、笨重、调试复杂超正析象管提出挑战，被广泛应用于闭路电视领域；

1963年荷兰飞利浦公司研制成功氧化铅靶光电导型摄像管——氧化铅视象管（Plumbicon）。氧化铅管克服了硫化锑管灵敏度不高、惰性较大以致不能满足广播电视要求的缺

点,以全面的优良性能取代了超正析象管在广播电视领域的独占地位,它的问世是摄象管发展史上的又一个重要里程碑;

自氧化铅管之后,由于新的应用领域的开拓,如空间电视、微光电视、红外电视等等,都对摄象管的性能提出了新的特殊要求,为了满足各种特殊环境的需要,陆续出现了次级电子导电管(SEC)、增强硅靶管(SIT或SEM)以及硅光导摄象管等等新型摄象管,超高灵敏度、超高分辨率成为摄象管发展的主攻方向。

在摄象管迅速发展的同时,固体摄象器于六十年代后期,在集成电路技术发展的推动下登上了摄象器件领域,与摄象管相比,固体摄象器具有体积小、重量轻、机械强度大、寿命长、功耗小等优点,是摄象器件领域中的一次革命。

1·3·2 摄象管的类型

摄象管通常按光电转换部件及转换方式分为光电导型和光电发射型两大类。

光电导型摄象管一般习惯统称为视象管,是应用光电导效应即内光电效应,采用光电导靶实现光电转换的。当光学图象投射到光电导体靶面时,因各个象素上的照度不同,导致电导率的不同,从而在靶面上产生电势起伏(电势图象)。然后通过电子束的扫描完成换接过程(电子束轮流与靶面各个象素相接触,并与靶面正电荷相中和),最终使扫描面上的电荷图象转变为视频信号。依照靶面材料的不同,光电导型摄象管常见的有硫化锑管、氧化铅管、硒碲碲管、硅靶管等等。

光电发射型摄象管应用光电发射效应即外光电效应,采用光电发射靶实现光电转换。当光学图象投射到光电阴极时,因各个象素上的照度不同,光电阴极上发射出相对应的强弱不同的电子流。电子流轰击靶面,产生电荷起伏(电势图象)然后通过电子束扫描完成换接过程,产生视频信号。常见的光电发射型摄象管有超正析象管、分流管、次级电子导电管(SEC)等等。

两类摄象管相比较,光电发射型历史长,主要缺点是体积大、笨重、调节使用复杂以及功耗大等。在要求体积小,使用方便的广播电视和闭路电视领域中,光电发射型摄象管已被光电导型摄象管所取代。但由于光电发射摄象管能够采用移象、返束等电子加速法获得管内增益,从而大大提高灵敏度,同时光电发射效应没有惰性,因此在某些要求高灵敏度的场合(空间电视、微光电视等),光电发射型摄象管仍然在应用。而光电导型摄象管历史较短,但具有体积小、使用方便、功耗小等优点,因此获得了日益广泛地应用。特别在彩色广播电视以及闭路电视方面,光电导型摄象管已处于垄断地位。但是光电导效应存在惰性,同时在光电导型摄象管中,由于光电转换和电荷存储两项任务同时由光电导体承担,而且这两项任务对材料的要求往往互相矛盾。光电灵敏度高光电导材料,往往电阻率低,不能存储电荷,因此使光电导材料的选择受到严重限制,不象光电发射型摄象管那样材料选择范围比较宽。到目前为止,适合用作光电导靶的材料仍然为数不多,这就妨碍了光电导型摄象管的发展,所以从第一次发现光电导效应到第一次报道光电导摄象管问世,中间相隔了八十年左右。总之,两种类型的摄象管各有其优缺点,而且为了适应形势发展的需要,摄象管的研制工作仍方兴未艾。

§ 1—4 光电发射型摄像管

十九世纪八十年代,利用光电效应研制成功的光电管开始应用在机械电视系统。因为光电管只能将被摄取的图象所反射出来的总体光线转换成一定强度的电流,而不能分解图象,即不能反映图象的细节。所以,为了传送图象还必须通过笨重的旋转圆盘进行机械扫描来实现。只是在光电发射型摄像管诞生之后,由于成功地使用了电子扫描才开始摆脱了笨重的机械扫描系统。光电发射型摄像管一方面取代光电管完成光电转换作用,同时利用电子扫描的作用把图象分解成许多象素,并依次把对应于各象素的电信号轮流传送出去。因此,采用电子扫描技术的光电发射型摄像管的诞生是电视技术发展中的一个重要的阶段。

下面以超正析象管为例,对于光电发射型摄像管的基本结构与原理作以说明。超正析象管的结构示意图如图1—2所示。

超正析象管的结构可大致分为电子移象与电子扫描两部分。移象部分包括光电阴极、加速极、金属栅网和靶电极。其作用是把光图象变为电子象,并通过电子群的移动,完成电子象由光电阴极到靶电极的平移。所以超正析象管也叫移象摄像管。光电阴极是由光敏材料(铯化银)涂在摄像管前端内壁上制成。在光线照射下,光电阴极能够向外发射光电子。光电

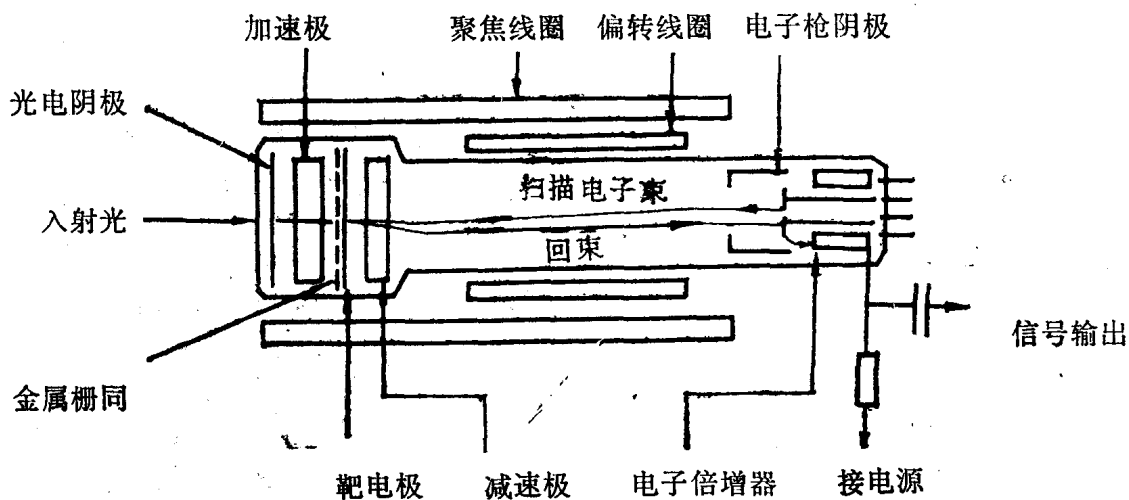


图1—2 超正析象管结构示意图

阴极表面上各点发射出来的光电子束正比于照射到该点的光线的强度。于是被摄图象各部分的明暗在光电阴极表面转换成激发出的电子密度的多少,形成了一幅肉眼看不到的电子图象。靶电极不能在光照下发出电子,然而能够在高速电子打击下发射电子。光电阴极发出的光电子由加速极加速后高速通过金属栅网打击到靶电极的左靶面上。当光电子高速打入靶电极内部时,便以相当大的力量撞击靶电极中的自由电子,使之获得较大的动能而冲出靶面形成二次电子发射(逸出的二次电子被处于正电位的金属栅网所收集,所以金属栅网兼作光电子的加速极和二次电子的收集极)。靶面上发射二次电子数目多的点其电位就高,相反则低。

由于左靶面上各点所发射的二次电子数正比于打击到各点的一次光电子数，而一次电子数又正比于光电阴极上各点入射光的强弱，所以通过光电子群的移动便将光电阴极上的电子象（激发出的电子密度的高低变化）平行移到靶电极的左靶面上（由二次电子发射而导致的电位的高低变化）。同时，因为二次电子数总是多于一次光电子数，所以通过二次电子发射信号加强了，并且摄像管灵敏度也提高了。

超正析象管的靶电极是一种双面靶，可以看成是许多小电容器的组合体。由于靶电极非常薄，所以小电容器的漏电阻很小，由于漏电作用使得小电容器两面的电位很接近，亦即随着左靶面电位的高低变化，右靶面也随着同样变化，也就是电子象通过电容耦合，由左靶面平行移到的右靶面，到此便完成了电子成象与移象过程。

当电子枪发射出的电子束扫描到右靶面上时，由于靶上各处都带正电，普遍缺少电子，所以靶电极便从电子束攫取电子来补充其不足，缺得多则补得多，剩得少；反之缺得少则补得少，剩得多。没有被靶面吸收而剩下的电子受电子枪阴极及电子倍增器阳极的吸引从原路返回，这些剩余的电子便形成了我们所需要的信号电流。电子束如果高速轰击靶电极右靶面时，同样会从右靶面上打出二次电子，这些逸出的二次电子会额外地填补靶面上其他缺少电子的像素点，从而干扰了信号，反映到显象管上便出现了黑斑效应。为了消除黑斑效应，超正析象管在靶电极右面装了一个圆形的减速极，迫使电子束降低运动速度，使之到达靶面时速度正好降到零或接近零。这样就不会打出二次电子来，从而消除了黑斑效应。

为了进一步增强电视信号，提高摄像管的灵敏度，超正析象管还装置了电子倍增器。返回的电子被收集极吸收后并不直接形成输出电流，而是通过电子倍增器，再一次利用二次发射效应，将电流逐级倍增，然后输出较大的信号电流。输出的信号电流通过负载电阻产生电压降，形成信号电压，然后通过电容耦合到摄像管中予放器去进行放大。

超正析象管灵敏度很高，对变化的景象具有足够的分辨力和响应速度，并且工作稳定。缺点是结构复杂，价格昂贵，工作时调整也比较麻烦。

§ 1—5 光电导型摄像管

光电导型摄像管由于光电转换靶的材料与结构和光电发射型摄像管不同，所以光电转换形式也不相同。光电导型摄像管的结构示意图如图1—3所示。

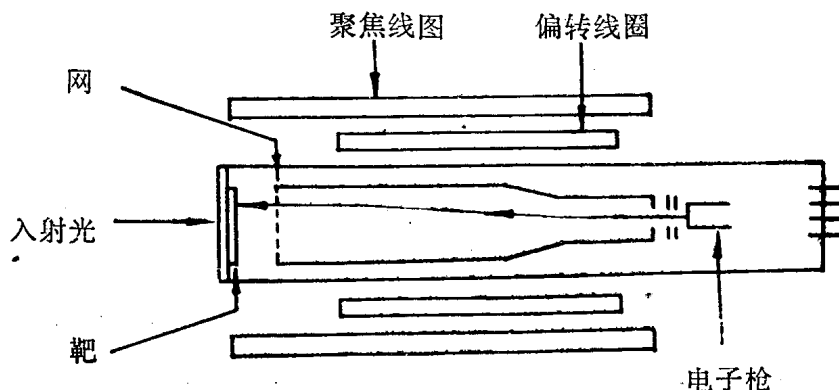


图1—3 光电导型摄像管结构示意图

光电导型摄像管主要特点是用光电导靶代替了光电发射型摄像管的光电发射靶。光电导靶的结构示意图如图1—4所示。在平面玻璃基板上喷涂一层透明导电膜（例如氧化锡）作为信号板，然后上面敷一层半导体光导材料，这种材料在光照时会改变阻值。由于光导材料具有一定的阻值和介电常数，因此可以把靶面上的每一个象素即靶单元看成是由一个电阻与一个小电容的并联组合体。

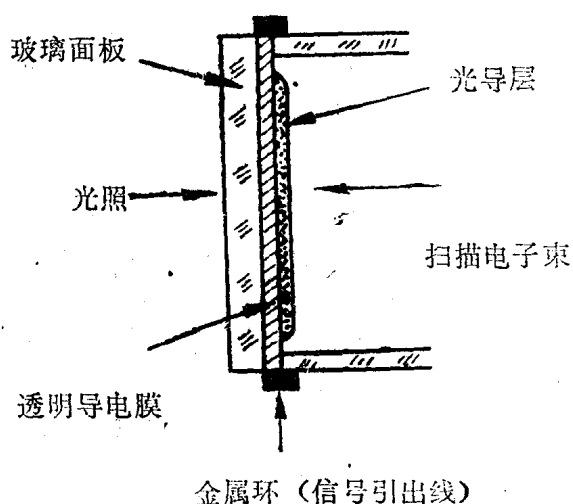


图1—4 光电导靶

当被景物反射出来的光照射到摄像管靶面上时，使靶面上各个小单元的电阻值及电位各不相同。图象亮处电阻小、放电多、电位高，图象暗处则相反。于是靶面上各部分的电位高低完全对应于图象各部分的明暗程度，形成了一幅电子象。然后电子束轮流扫描这些小单元时，根据每个小单元电位的高低进行充电：图象亮处靶面电位高，电子束充电多，信号电流大，这样就把对应于图象的电子象的各部分细节轮流地变成了强弱不同的电信号传送出去了。

光电导型摄像管因光电导靶的材料与结构不同而分为许多种。其中三种视象管，包括硫化锑管(Vidicon)、氧化铅管(Plumbicon)

以及七十年代出现的硒碲碲摄像管(Saticon)在广播电视系统及闭路电视系统用的较多。硫化锑管的光电导靶材料是硫化锑(Sb_2S_3)。硫化锑是具有内光电效应的光敏半导体材料。当受到光照时，光子将从材料的原子里打出光电子，光电子并不向外发射，而是留在材料里成为导电的自由电子，从而使材料的电阻率明显下降。光线越强电阻率越小，靶单元的电阻越小，充电电流越大，信号越强。

硫化锑是一种使用历史较长的光导材料。在电荷储存式光电导型摄像管刚出现时即开始使用。硫化锑在真空中蒸发可得到红色的玻璃状的致密的膜。这种膜灵敏度很高，但电容太大，制成管后残象显著。如果在稀薄的惰性气体中蒸发可以得到多孔疏松的膜，此时电容减少，暗电流也降低，但灵敏度变差。所以实用的视象管的光电导靶采用“双层膜”结构，即先在玻璃基板上蒸发一层多孔的膜，然后再复盖一层致密的膜。这样虽然灵敏度、分辨力要受些损失，较比超正析象管略差，但由于结构简单，工作方便而且尺寸可以缩小，所以在较高照度的条件下仍大量应用。如索尼公司早期的DXC—1200P、DXC—1610P、DXC—1640P等等，采用的都是硫化锑摄像管。

氧化铅摄像管采用了光电转换率高，电阻率大的氧化铅(PbO)作为光电导靶的材料。在灵敏度和分辨力等方面较硫化锑管有明显提高，并且暗电流和残象问题也较小。同时氧化铅管的体积可以做得很小，所以已广泛应用于广播电视与闭路电视中的彩色摄像管。如索尼公司生产的BVP—300P、BVP—330P等等。

氧化铅管的光电导靶由三层很薄的氧化铅半导体构成，紧贴着透明光导膜。受光照的一层为N型氧化铅半导体，称为N层。里面受电子束扫描的一层为P型氧化铅半导体，称为P

层。P层的主要作用是将中间的I层与管内残存的气体隔开,以保证I层的稳定工作。中间的I层是最关键的一层,是由高纯度的氧化铅本征半导体构成。其中N层、P层很薄,I层较厚,光电转换主要在I层进行。

因为N层和P层的电阻率低,所以靶压几乎全加在I层两侧,在I层里形成很强的电场。当光线透过透明导电膜入射到N层后,激发出光电子的同时产生电子空穴对。其中少数载流子空穴在外电场作用下迅速扩散到I层,在I层经过I层电场加速又激发出新的电子空穴对,并同I层新产生的空穴一起被P层吸收储存起来。当电子束扫描到P层时,逐次将P层各点的电位恢复至零电位(与阴极同电位)。信号电流与放电电荷量(亦即空穴储存量)成正比。其靶单元的等效电路同样可以用电阻与电容并联组合体表示。

1974年日本NHK在美国无线电公司(RCA)的返束光导摄像管(RBV)基础上,把砷氧硫(As_2S_3)光导靶改为硒砷碲($Se-As-Te$)靶,命名为SATICON(塞蒂康)光导摄像管。塞蒂康摄像管在灵敏度,分辨力方面较硫化锑管都有所提高,惰性也较小,已在闭路电视系统广泛应用。如索尼公司的DXC-6000P、DXC-1800P、DXC-1820P、DXC-1850P等等。

目前广播电视与闭路电视领域中的彩色摄像管采用的都是光电导型摄像管,常用的有硫化锑管、氧化铅管和硒砷碲管三种。三种视象管性能如表1-1所示。

表1-1 三种常见的光电导型摄像管

项 目	管 型	硫 化 锑 管 VIDICON	氧 化 铅 管 PLUMBICON	硒 砷 碲 管 SATICON
靶 面 材 料		Sb_2S_3	PbO	Se—As—Te
灵 敏 度		一 般	较 高	较 高
光谱范围 (nm)		300—800	450—650	400—700
光电转换 (γ)		0.65	0.95	0.95
伏 安 特 性		信号电流随靶压正比变化	靶压+45V饱和	靶压+20V饱和
清 晰 度		一 般	较 高	较 高
惰 性		最 大	最 小	较 小
暗 电 流		最 大	最 小	较 小
价 格		最 低	最 高	一 般
主 要 用 途		黑白、彩色应用电视摄像管,单管彩色摄像管	广播用彩色摄像管	广播及应用电视彩色摄像管,单管彩色摄像管
适用摄像管型号		DXC—1200P、1610P、1640P	BVP—300P、330P	DXC—1800P、1820P、1850P、6000P、M3P

§ 1—6 固体摄像器件

随着电子器件由真空电子管发展到固体化的晶体管、集成电路以及超大规模集成电路，电视摄录系统的设备几乎全部固化了，唯独构成电视系统的关键器件——摄像器件与显像器件，目前绝大部分仍然是真空器件，因此，促使摄像系统早日全固体化乃是电视摄像技术发展的必然趋势，固体摄像器件的研制自六十年开始，日益受到各方面的重视，技术上的问题不断得到了解决，到了1970年，美国贝尔实验室发明了一种新型半导体器件——电荷耦合器（简称CCD），借用MOS技术与固体摄像技术许多共通方面，使固体摄像器件的研制取得了重大突破性进展，固体摄像技术的日趋完善，也将为电视摄像技术带来根本性变革与进步。

如前所述，摄像器件应同时具有光电转换和扫描两种功能，能将空间光学信息变换成电信号。利用某种光电效应使之产生与光输入相对应的电荷，这些电荷暂时贮存在构成像素的微小电容内，然后进行扫描读出。在真空摄像管内系用电子束对像素进行扫描，读出刚刚贮存的电荷作为视频信号输出。在固体摄像器件中，在像素电容中贮存的信号电荷用固体扫描方式读出。目前实际应用的三种固体扫描方式：XY寻址方式（用移位寄存器顺次开关）、信号转移方式（具有自扫描功能）和诱发转移方式。其中信号转移方式及其代表性器件——电荷耦合摄像器（CCD摄像器）在固体摄像机实用化方面得到了普遍应用。

下面结合电荷耦合器对固体摄像原理作以梗概介绍：

固体摄像技术的光电转换过程是在一个半导体硅片上完成的。当被摄景物的光学图象被聚焦到硅片上时，射入硅片的光子就会在其内部激发出带负电的光生电子和带正电的光生空穴。图象上某一部分越亮，即入射的光子越多，产生的光生电子和光生空穴就越多，于是，光学图象信号便转换成了光生电荷的信号。

为了避免硅片上不同位置的光生电子和空穴相互混淆，必须在硅片上制做一些特殊结构，使之能把光生电荷固定在各自位置上，同时能通过不断积累而得到加强。具有代表性的特殊结构是MOS电容，其结构如图1—5所示：

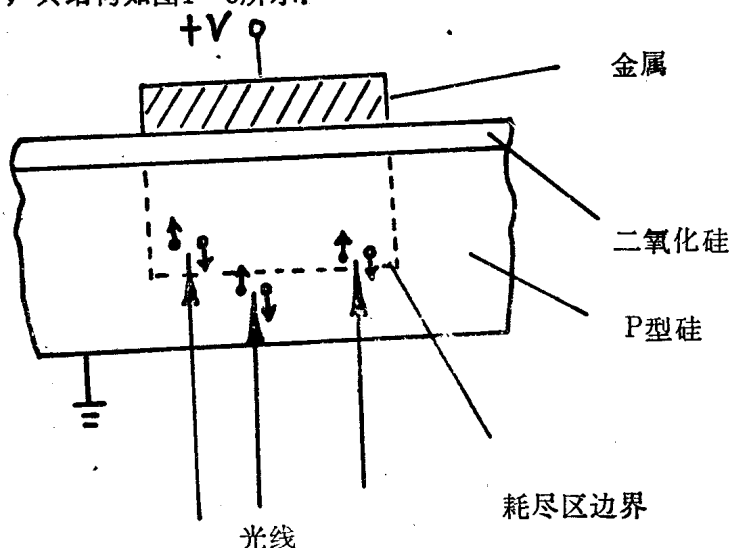


图1—5 MOS电容