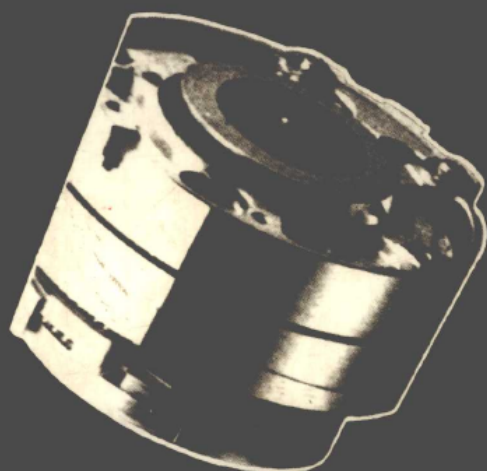


主 编 吴 龄 熙
副主编 石 振 华

录像机

原理基础



武汉大学出版社

录像机原理基础

主 编 吴龄熙

副主编 石振华

武汉大学出版社

录像机原理基础

主 编 吴龄熙

副主编 石振华

*

武汉大学出版社出版发行

(430072 武昌 珞珈山)

京山县印刷厂印刷

*

787×1092 1/16 16.75 印张 插页 2 392 千字

1993 年 3 月第 1 版 1993 年 3 月第 1 次印刷

印数: 1—2000

ISBN 7-307-01459-9/TN·5

定价: 4.85

(鄂) 新登字第 9 号

前 言

本书是在原来讲义的基础上修改而成的。其宗旨是用电子学的基本理论，剖析录像机各部分的基本工作原理。为了方便学生学习，本书注意图文并茂，除了必要的理论推导外，还插有一定数量的电路图、波形图及框图。内容叙述尽量简明扼要，通俗易懂，由浅入深，循序渐进。如果本书能为新学科建设起到点作用，编者就十分欣慰了。

本书 1—12、19—21 章由吴龄熙同志编写，13—18 章由石振华同志编写。在编写过程中，得到许后香老师的大力协助，还得到武汉大学出版社、教务处和空间物理与电子信息系领导的大力支持，在此一并表示谢意。

由于录像机的发展日新月异，许多新技术被迅速采用，因此有些地方难易程度等不易掌握得当，书中难免有不足和错漏之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

1992. 11.

目 录

绪论	(1)
第一章 视频信号	(5)
§ 1—1 三基色原理与三基色信息的摄取	(5)
§ 1—2 亮度与色度信号编码	(13)
§ 1—3 二色差信号正交平衡调幅	(16)
§ 1—4 NTSC 与 PAL 制色度处理	(18)
§ 1—5 彩色全电视视频信号的形成	(19)
附 录 三基色信号的解码	(22)
第二章 磁记录重放基础	(25)
§ 2—1 电磁转换原理	(25)
§ 2—2 磁电转换原理	(31)
附 录 重放特性与 λ 、 g 的关系	(34)
§ 2—3 偏磁与消磁	(35)
第三章 VHS 录像机扫描方式与磁迹格式	(39)
§ 3—1 螺旋扫描	(39)
§ 3—2 磁迹格式	(40)
第四章 VHS 录像机的组成与走带机制	(44)
§ 4—1 录像机电路方框图	(44)
§ 4—2 走带机构	(48)
§ 4—3 旋转变压器	(49)
附 录 录像机的机械结构	(50)
第五章 视频信号处理概论	(52)
§ 5—1 压缩频带、亮度调频和色度降频	(52)
§ 5—2 亮度信号的调频处理	(53)
§ 5—3 调频过程分析	(57)
§ 5—4 色度信号的降频处理	(58)
第六章 亮度信号记录电路	(61)
§ 6—1 方位角记录消除邻迹串扰	(61)
§ 6—2 亮度信号记录处理框图与电路	(61)
第七章 亮度信号的重放电路	(69)
§ 7—1 概述	(69)
§ 7—2 重放亮度信号电路	(70)
§ 7—3 FM 解调	(75)

附 录 信号无畸变传输条件	(78)
第八章 松下 NV—370 亮度处理框图分析	(80)
§ 8—1 概述	(80)
§ 8—2 亮度信号的记录过程	(80)
§ 8—3 亮度信号的重放过程	(81)
第九章 色度信号处理概论	(83)
§ 9—1 色度信号记录概述	(83)
§ 9—2 实现降频与移相的简略框图	(84)
§ 9—3 色度信号重放概况	(86)
§ 9—4 伪时基校正	(87)
§ 9—5 变频器	(88)
第十章 色度信号记录电路	(90)
§ 10—1 色度信号记录电路框图分析	(90)
§ 10—2 主要框图的具体电路	(92)
第十一章 色度信号重放电路与 NV—370 色度处理	(96)
§ 11—1 重放与记录时的主要差别	(96)
§ 11—2 重放信号流程	(97)
§ 11—3 NV—370 色度信号处理	(98)
第十二章 伺服系统基础	(103)
§ 12—1 伺服的重要性	(103)
§ 12—2 对伺服系统的基本要求	(103)
§ 12—3 鼓、主电机的工作原理和速度检测 FG、相位检测 PG 装置	(104)
§ 12—4 电机的速度和相位控制原理	(107)
§ 12—5 记录时鼓、主导电机的伺服	(110)
§ 12—6 重放时鼓、主导电机的伺服	(112)
§ 12—7 磁头开关脉冲的形成及 D/A 转换	(114)
第十三章 伺服系统原理	(118)
§ 13—1 伺服系统概述	(118)
§ 13—2 伺服系统的基本组成	(121)
§ 13—3 伺服电机	(123)
§ 13—4 磁鼓电机的速度和相位伺服原理	(125)
§ 13—5 磁鼓伺服电路	(128)
§ 13—6 主导轴伺服电路	(133)
§ 13—7 录像机伺服电路实例分析	(136)
第十四章 系统控制电路	(141)
§ 14—1 系统控制电路的作用	(141)
§ 14—2 系统控制电路的主要功能	(141)
§ 14—3 系统控制电路方框图	(143)

§ 14—4	微处理器的输入检测电路	(144)
§ 14—5	微处理器的输出控制电路	(155)
§ 14—6	微处理器的其它电路	(161)
§ 14—7	多功能显示控制电路	(164)
§ 14—8	系统控制电路实例分析	(165)
* 第十五章	微处理器在录像机中的应用 (硬件部分)	(171)
§ 15—1	Z ₈₀ 的 CPU 结构	(171)
§ 15—2	存贮器	(174)
§ 15—3	Z ₈₀ —CTC	(177)
§ 15—4	Z ₈₀ —CTC 的应用	(182)
§ 15—5	输入输出接口	(184)
§ 15—6	8 路输入设备	(185)
§ 15—7	8 路输出设备	(188)
* 第十六章	微处理器在录像机中的应用 (软件部分)	(190)
§ 16—1	概述	(190)
§ 16—2	初始化程序	(191)
§ 16—3	键盘及计时显示扫描程序	(195)
§ 16—4	计时程序	(199)
第十七章	红外线遥控电路原理	(203)
§ 17—1	概述	(203)
§ 17—2	红外遥控发射器	(203)
§ 17—3	红外遥控接收器	(208)
第十八章	音频电路	(210)
§ 18—1	概述	(210)
§ 18—2	音频电路基本结构	(210)
§ 18—3	音频电路工作原理	(212)
§ 18—4	音频电路实例分析	(216)
第十九章	录像机的射频电路	(219)
§ 19—1	概述	(219)
§ 19—2	高频调谐器与解调器	(219)
§ 19—3	射频调制器电路	(221)
§ 19—4	射频调谐器电路	(223)
附 录	视频信号 AM 调幅与检波简介	(225)
第二十章	分量录像机视频系统	(230)
§ 20—1	分量录像机视频信号处理的特点	(230)
§ 20—2	亮度信号与色度信号的磁迹安排	(231)
§ 20—3	视频信号数字化简介	(233)
§ 20—4	模数 (A/D) 转换与数模 (D/A) 转换	(235)

§ 20—5 激光电视唱片	(239)
第二十一章 录像机使用与维修简介	(240)
§ 21—1 输入、输出连接方法	(240)
§ 21—2 录像机的操作	(240)
§ 21—3 录像机维修简介	(245)
附 录 录像机常用英汉对照词汇	(251)

绪 论

随着科学技术的进步以及人民生活水平的提高,继彩色电视机之后,录像机正越来越多地涌入普通的百姓之家,成为人们的“掌上明珠”。对于这种价格比较昂贵的家电产品,许多人渴望了解它,维护它,使它能较长时间地“服役”,本书就是为了满足人们的这种要求而编写的。在介绍录像机的基本原理之前,有必要先介绍一些录像机的发展历史。

一、电视与录像

电视广播始于1936年。当时,由贝尔德公司首先在英国建台。由于第二次世界大战的影响,电视广播的发展被一度延缓。战后,到了50年代,黑白电视才在各国普及。我国是1958年才开始建造电视发射台的。

1951年美国试播了彩色电视,但拥有黑白电视机的大量用户,无法接收,因它没有兼容性(兼容即黑白电视机能收彩色台的电视节目,但只能显示黑白图像,彩色电视机也能接收黑白台节目,显示的也只是黑白图象)。

1953年美国实现了NTSC兼容彩色电视,开创了彩色电视新局面。随后,德、法、苏等国采用PAL制,SECAM制式进入彩色时代,我国于70年代初采用PAL/D制。

电视实现了人类梦寐以求的“千里眼”的美丽幻想。远方发生的事情、场面,通过电视现场直播,人们几乎同时就看到了,这在人类社会中是多么大的突破啊!通过人造地球卫星的中转,全世界的人几乎可以同时看到各地的重大新闻。

时间是无法停留的,如果没有记录设备,那么,现场扫描的电视信号,经发射台调制后发送给我们,只能在发射期间收看,如果要重看,则不可能了。世界上许多历史性的场面,不仅希望永久保存,必要时还得重现;在许多科学领域中,许多事情也希望能在记录后进行仔细分析。这些,仅仅只有电视是办不到的,必须靠录像。

比如,美“挑战者”号航天飞机,升空后爆炸了,摄像时是采用了自动跟踪的变焦距镜头,在相当一段时间内,在电视屏幕上,都能使它的图像稳定在屏幕中间。如果爆炸的场面人们看到了,但不能录下来,那么,事故的原因,过后就无法认真仔细分析了。如果能录下来一次次重放,关键时刻慢放、静放,那么,就可以提供事故的原始资料,找出“人亡机毁”的真正原因。正是依靠录像,人们很快找出了航天飞机出事的真相。

50年代人们就设想,如果能记录电视信号该多好,但是当时存在很多困难。对声音信号的记录早就有了(如制成唱片或记录在磁带上),且较容易,但记录图像信号却并不那么简单。

音频一般指15Hz—15KHz信号,这在电子电路以及磁带记录性能方面均好满足,可以方便地记录与重放。但是,对于图像视频0—6MHz的信号,要想如音频那样用磁带直接记录是困难的,是无法重放的。但是,当时对电视信号的记录与重放又迫切需要。怎么办?开始只得采用把电视屏幕上的活动图像拍成电影片子,即对屏幕录像,每秒拍摄24幅画面,用电影

放映机重放，以此解决燃眉之急。这样做的缺点是，需要胶卷及显影、定影、烤贝等处理过程，既不方便，成本又高，且不及时。另外，由于电视是逐行（或称隔行）扫描的，扫描线（通常一帧 625 行，实际上除了消隐、同步等，达不到这个数目）不密，所以，重放的清晰度很低，即看电视清晰，放电影（通常放大）就不清晰了（反过来由电影片摄成电视是清晰的）。

虽然以后日本推出高清晰度电视，一帧可达 1125 行，应该说改为电影清晰度可以提高，但这种方法难以普及，可见电视和电影仍然不能代替录像。

如何直接记录视频信号，从 50 年代开始，人们一直在探索解决办法。理论上是可以直接记录视频信号的，也是可以重放的。磁头缝隙只要做到 0.3 微米，记录磁头与磁带的相对速度只要达到 7—8 米/秒，就可以了。不过，如果象用录音磁带那种方式，记录 1 小时就得 2 万多米磁带，足有一个汽车轮子大，这样，高速拖动磁带的电机，稍不均匀，就会“差之毫厘，失之千里”。很难实现重放与记录的完全相同。可见困难在于电机控制，它要求十分精密，给伺服（转速不稳时自动调整到正确）带来苛求。即使在实验室里能实现，但要推广到社会上则是困难的。

既要提高录像机相对速度，同时又要节省磁带，研制中大约经历了二个过程：

1. 磁头高速旋转，旋转面与磁带运动方向垂直，见图 0—1。

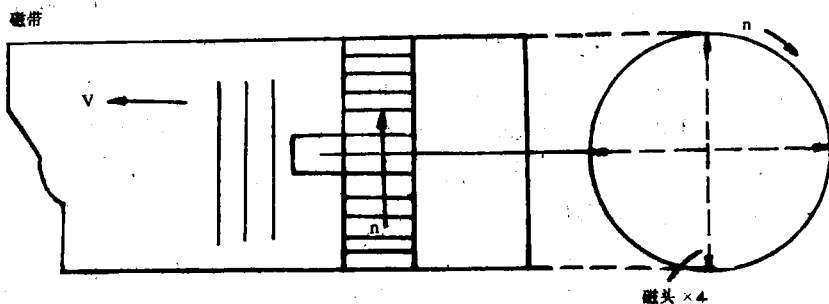


图 0—1 四磁头扫描方式

1956 年美国安培公司推出四磁头录像机，磁头鼓每秒 240 转（PAL 制为 250 转），四磁头互为 90° 安置，一场信号记录在 16 条磁迹上（PAL 制为 20 条），即一条磁迹记录 PAL 制约 15 行信号。

与光学电影方式相比，虽然清晰度提高了，而且大大节省了磁带长度，但录、放伺服仍较困难，尤其难于得到准确的行、场同步。

2. 螺旋扫描，录像机的突破性进展。

世界各国的技术竞争，促进了录像机技术的发展，日本在这方面发展迅速。

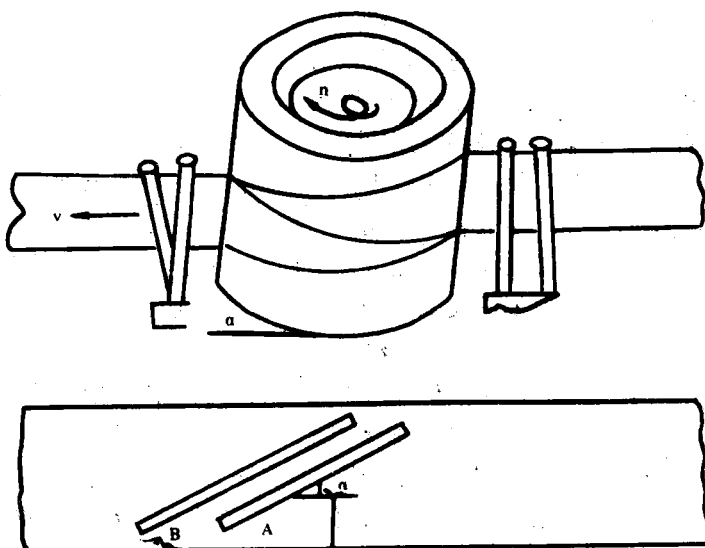


图 0—2 二磁头扫描方式

1959—1960年日本、美国等国的技术人员制成了单磁头及二磁头螺旋扫描试验样机，为录像机从实验室走向社会奠定了基础。螺旋扫描原理见图0—2。

由于磁头倾斜（约6度左右）旋转，而磁带水平拉行，若安上相隔180°的二个磁头，则旋转一周记下二条磁迹，如果半径与速度选得合适，则不仅能使磁头与磁带的相对速度达到要求，而且能做到一条磁迹记录一场视频信号，二条磁迹（也即鼓转一周）记下一帧图像信息。这样一来，速度问题解决了，同时，也不需要大量的磁带。目前一盒不太长的磁带就可以记录2小时、5小时甚至8小时（薄带）的信息。

3. 高密度记录

开始时磁迹与磁迹间有空白，称保护带（目前广播级还采用有保护带记录），这是为了防止重放时（记录也同样），由于跟踪扫描的误差（即磁头不能完全扫在记录磁迹上）而产生的相邻磁迹的干扰。到后来，随着电子技术的发展，伺服系统的完善，干脆取消了保护带，使得磁迹与磁迹间无空隙，一条紧挨一条。现在的家用录像机、磁迹49微米宽度就是紧密排列在一起的，伺服的误差造成的邻迹串扰由电路来纠正。这样一来，在相同长度的磁带上可记录更多的画面信息，这就称高密度记录。实现了在不长的磁带上像录音机那样记录长时间的信息的愿望，使录像机普及到普通家庭。

1983年起又实现了摄录一体化，即在摄像的同时，摄像机内的录制系统就把信息记录在磁带上了。就当时来讲，设备总重量只1.9公斤，方便多了。假若你带上摄像机采访重要会议，你可以把需要的场面摄录下来，回来后只要取出带盒，装入相对应的录像机内进行重放（接上电视机），就能够重现当时现场的图象与声音。

二、录像机在信息社会中的重要作用

录像机不仅是家庭娱乐、学习的设备，更重要的是它在工业、农业、科技、国防以及几乎所有的方面，均有十分重要的作用。归纳起来，有如下几个方面：

1. 信息的记录与保存

记录的范围很广，从社会活动场面到微观世界里发生的变化；从白天到黑夜（红外摄像）；从宇宙星空至海底深处；从正常人类活动场所到人类无法生存的危險环境之中，摄像机均可把随时间变化的各种信息记录并长期保存下来。

2. 信息传输

记录下来的信号，经调制成射频，则可及时以电磁波形式送往远方，并被对方录制下来。技术信息、商品信息也可及时传送。

3. 信息分析的得力助手

一般录像机内配有微电脑，可快放、慢放、倒放、静放、重放等，这对分析各种运动物体是非常有用，对社会活动场面的分析也有同样效果。

4. 教育科技交流的重要手段

四化建设关键在于教育及科技的发展。优秀教师讲课或做实验，我们摄录之后，可复制成成千上万盘的录像磁带，这个教师就变成了成千上万的教师，这样一来，许多学生就可在家中听课了，而且，这是“永不疲倦”的老师，你要听哪章就听哪章，音、容永在，“百讲不厌”，对实验动作还可慢放、静放，甚至比课堂演示还看得清楚仔细。

对于新技术，由录像机当工具，可迅速地推广，普及到全国城市、乡村。

5. 科学实验的得力助手

物理、化学、生物变化过程中，有些过程是瞬间即逝的，有些过程又相当缓慢。比如，火箭发射、飞行器飞行等，速度是很快的。一些化学反应、生物变化（如种子发芽，开花）等过程变化很慢，我们可以采用时间“放大”或“缩小”的方法，把录下来的磁带进行慢放或静放，解析成一个个慢动作，让人看得清楚。一朵花的开花过程，采用快放，则几小时的过程，可在半分钟、一分钟内纵观全貌。

总之，电影采用快拍慢放或慢拍快放的一切技巧，在录像机配上电脑后，实现得更加完善。

6. 智力开发与娱乐

录像带通过编辑，可以出现日常自然界与社会中看不到的景象。编辑的各种镜头，有的是用光学分光，有的是电子系统的组合。“西游记”神话故事中孙猴子的上天入海，百般变化，就是通过录像带编辑而成的。它扩展了人们的视野。若配上显微镜，还可观测到物质微观世界的变化情况。

学习、工作之余，打开录像机，放看音乐会、杂技或喜欢看的故事片录像带，充分欣赏，休息脑子，这是一种极好的娱乐。

总之，录像机的用途是十分广泛的，我国录像机的起步较晚，但正在迅速普及。1985年全国录像机销售量达12万台，增长速率在240%以上，发展速度为世界第一。但从普及率而言，目前还相当低，日本65%家庭有录像机，美国约40%。预计不久的将来，录像机在我国将会普及到千家万户（城市、乡村电视机的迅速普及就是一个明显例子）。在党的十四大进一步扩大改革开放的政策下，其发展速度将会更快。下面，本书将对录像机的基本原理作一分析。未来的发展趋势，必然是数字电视，数字录像，可以不用录像带。不过，即使到了那个时候，本书介绍的录像机的基本原理也还是有用的。

第一章 视频信号

录像机要记录与重放的信号是什么样的信号？了解这一点，对我们后面各章的学习极为重要。因篇幅关系，本章仅介绍彩色全电视视频信号的形成、信号的变换及特点等。其中只对与录像机有关部分作重点介绍。

§ 1—1 三基色原理与三基色信息的摄取

三基色原理是色度学的基础理论之一，也是现代彩色电视的理论基础。彩色图像的传输与重现，均以三基色原理为依据。三基色原理的要点可以归纳为如下主要方面。

一、三基色原理

1. 自然界可见到的各种彩色（也就是波长在 380~780nm 的可见光），均可由红（R）、绿（G）、蓝（B）三种基色按一定比例混合得到。反之，任一彩色均可分解为三个基色。

2. 三基色互相独立，即任一基色不可能由其它二种基色配成。

3. 三基色之间的比例关系，决定混合色的色调与饱和度。

（1）色调：指颜色的种类，如黄、青等等。也就是说，色调说明是什么样的颜色，它是色度学中一个重要的物理量，在彩色电视传送与显示重放中，希望色调不能失真。

（2）饱和度：指颜色的深浅或浓淡程度，比如红色，有深红、浅红、淡红等。其它颜色也如此，有深浅之别。饱和度即为纯色被白光冲淡的程度。

4. 混合色的亮度等于参与混色的各基色亮度之和。

根据三基色原理，要传送与重现自然界中千差万别的彩色景物，根本不需要而且实际上也无法做到对各种色的真实波长与强度的一一传送，而只要传送混合的三基色来达到等效即可。三基色原理是对彩色分解、混合的重要理论。

简言之，传送彩色信息，并不需一一传送，只需获取彩色中的三基色成分，以三基色信息传送即可。

二、混色法与配色实验

图 1—1 (a) 画出了三基色混色图。不过这里得说明一下：它是实验室里色光的混色，不能与水彩颜料的混色相混。比如：

$$\text{红} + \text{蓝} + \text{绿} = \text{白}$$

实际是：

红基色光	波长 $\lambda_R = 700$ 毫微米
蓝基色光	波长 $\lambda_B = 435.8$ 毫微米

绿基色光 波长 $\lambda_G = 546.1$ 毫微米

它们按一定比例就混合为白光，在图中是红蓝绿三个圆所重叠的部分。

同理：

红 + 绿 = 黄

红 + 蓝 = 紫

绿 + 蓝 = 青

以上都是色光的混色。水彩颜料的混色与其相反：红 + 蓝 + 绿 = 黑，这是由于它是反射光，黑色即表示把白光吸收了无反射，而水彩颜料的红，实际是指把蓝绿光吸收了，只反射红光。

由图中还可得到

红 + 绿 + 蓝 = 黄 + 青 + 紫 = 白

(红 + 绿) + 蓝 = 黄 + 蓝 = 白

红 + (绿 + 蓝) = 红 + 青 = 白

(红 + 蓝) + 绿 = 紫 + 绿 = 白

凡是相加得到白色的二种色，称互补色。如黄与蓝互补等等。

自然界颜色繁多，不只以上所述色调。对自然界中某一复杂颜色，如何知道它含三基色成分的比例呢？这要看其中包含的色调与饱和度。

(1) 饱和度的彩色三角形

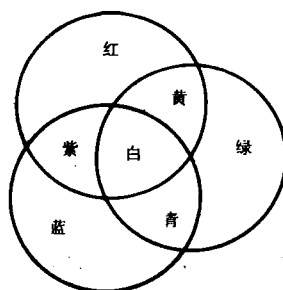
图 1-1 (b) 是用三角形表示色调与饱和度的图形，它简单直观地表示了二者之间的关系。

如果以中心表示白 (W)，三角顶点表示红 (R)、绿 (G)、蓝 (B) 纯色 (当然黄青紫也可表示纯色)。我们把纯色的饱和度规定为 100%，则沿着实线到白的过程中，饱和度逐渐下降 (即被白光冲淡的程度越来越厉害，至中点 W (白)，饱和度为零。

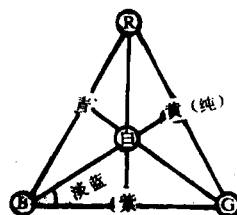
如在 R—W 之间，由纯 (深) 红到浅红，再到淡红，最后为白色。

(2) 配色实验

配色实验要实现的是把某一色调的三基色成分以及饱和度测量出来。其原理见图 1-2。把待配色的光投射于左边的白板上 (右边也是同样的白板)，调节 R, G, B 的比例关系。



(a)



(b)

图 1-1 混色图

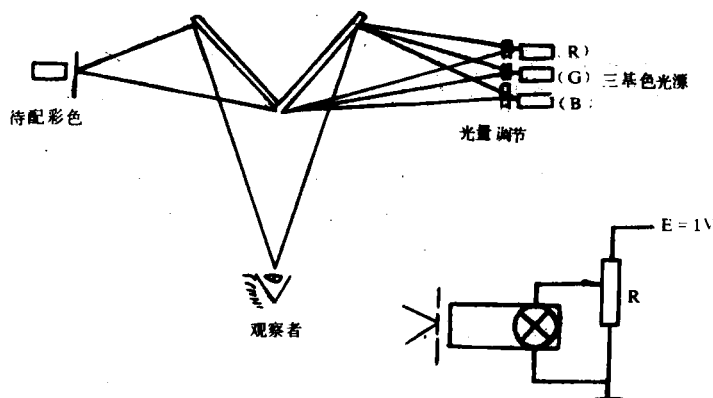


图 1-2 配色原理

方法是调节三者光圈大小，或者使光圈均相同。调三基色 RGB 的实际电压，（比如 $E_R = E_G = E_B = 1V$ 及相同的电位器调节）。使右边颜色、亮度与左边待配色一样。此时观察者将看不出二边颜色因不同而呈现的棱线（交界面）。即观察者看到的是同一颜色的一张画面。此时，电位器之间的电阻比例即为三基色比例。

以白光配色实验为例，得到的是：

$$K_R : K_G : K_B \quad (\text{对地端电阻})$$

$$= 0.3 : 0.59 : 0.11$$

则混色的三基色电压为：

$$E_y = 0.3E_R + 0.59E_G + 0.11E_B$$

（白）

y 称为亮度或白色，此式表示要配成白光，三基色的比例为：0.3（红），0.59（绿）0.11（蓝）。由于视觉效果相同，则三基色所配成的色调与饱和度可视为与待配色相同。这样一来，任何一种色均可得到不同的配色系数即 K_R 、 K_G 、 K_B ，这就实现了把任一颜色分解成三基色成分的目的。

三、彩条信号分解为三基色电信号

电视在正式节目播放前或节目结束时，屏幕上会出现彩条图像。发射台是怎样把这信号传送出来的呢？实际上，彩条是由不同颜色的绒布做成的。在规定的灯光照射下（称色温），把它们的反射光变为电信号发射出来。具体过程，见图 1—3。

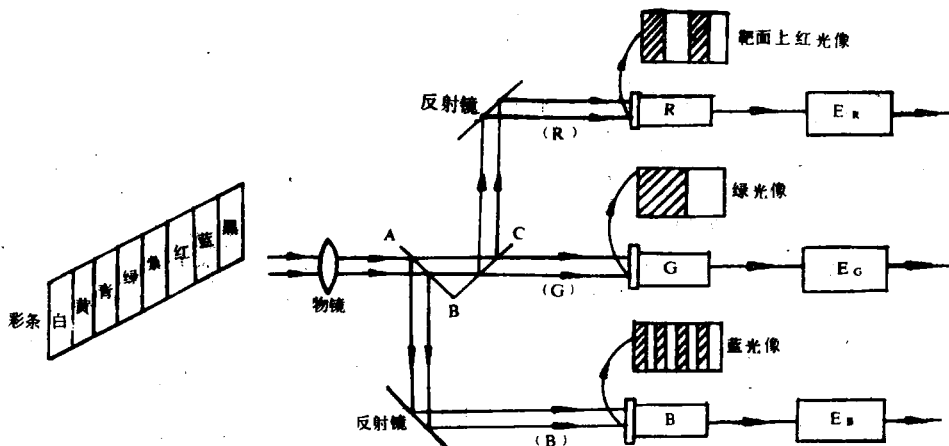


图 1—3 彩条三基色摄像

1. 彩条的分解

AB 是涂有特殊材料的玻璃，它反射蓝光 (B)，透过红光 (R)、绿光 (G)。而 BC 玻璃涂的材料不同，它反射红光 (R)，透过绿光 (G)。于是，经 AB 反射蓝光之后只剩红绿，又经 BC 反射红光之后透过 BC 的就只有绿光了，这样就把颜色的三基色成分分离了。这三束光经反射镜的反射后进入三个与黑白电视相同的摄像管，在光敏靶上成像，分别出现红、绿、蓝

三幅基色光像。三只摄像管的电子束在相同的偏转线圈的作用下，逐点扫描靶面。加于行、场偏转线圈上的锯齿波电流的频率、周期与黑白电视规格相同，即行周期 $64\mu s$ ，奇场 312.5 行，偶场 312.5 行，共计一帧 625 行，同样采用隔行扫描。每场 20ms，二场一帧画面，帧周期 40ms……光靶上的光像，不论什么颜色，摄像管的功能只是把它们的亮度差异变换成与之相应的电压大小，于是三个摄像管就输出了某种颜色或一幅彩色画面的三基色电信号。

2. 彩条变为电信号

彩条变成的电信号呈什么样的波形，又是怎样变换的，下面进一步进行阐述。由于彩条是固定图像，故只分析一行即可。现以红摄像管图形为例（蓝、绿相类似）。

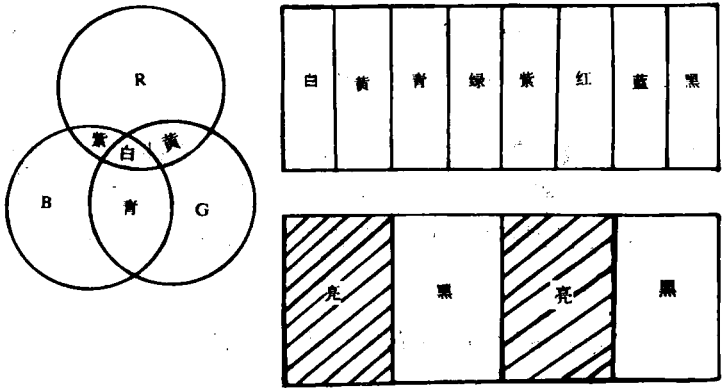


图 1—4 是红摄像管所成的光像图。

图 1—4 红条光像

白条、黄条均包含于红圈内，亦即包含红的成分，在光靶上呈红亮象，（图中晕线）。

青光不含红光成分，绿光也不含红光的成分（基色独立），故青绿二条无红光成分，靶上呈黑色。

紫光在红圈内含红光成分，故紫红在靶上是亮的。

蓝黑不含红光成分，呈黑色。于是得到图 1—4 的图像。

怎样把红光变成电信号呢？这里只简单介绍一下原理，因为摄像管把它变成电信号要经过很复杂的电路处理过程。

在图 1—5 中，偏转线圈上加的是锯齿波电流，频率为 15625Hz，即周期 $64\mu s$ （场偏转线圈没画出，加的锯齿波电流周期 20ms）。

隔行扫描：奇场 1, 3, 5, 7……

偶场 2, 4, 6, 8……

如果电子枪发射的电子束从前到后扫一行，那么电子束遇到亮处时，由于亮处光电靶上激发的电子，空穴对多，于是电子束与空穴复合的电子量就大。由于光电靶整体要随时保持中性，电路又

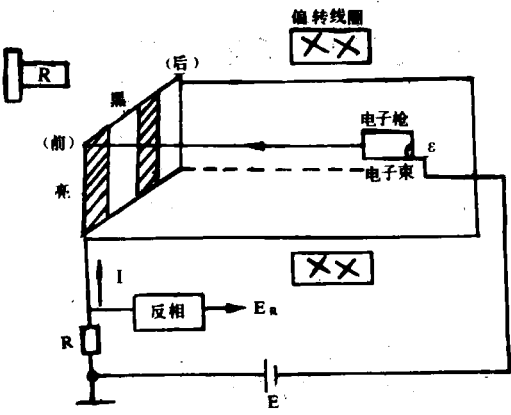


图 1—5 电信号形成

构成了闭合回路,故这时电源供给的正电荷也越多,在电阻 R 上的电压就越大。经反相以后输出的电压就越高(见图 1—5)。彩条白、黄部分是高电平,同理紫、红部分也是高电平,而黑暗图像中由于电子空穴对极少,所以复合的电子极少,能复合的电流强度(每秒的电荷量)几乎为零,所以输出也近似为零电平,于是就把红摄像管的光像变成了电信号。绿管、蓝管的情况完全类同。对于自然景物,尤其是活动景物场面,虽然图像是随机变化的,十分复杂,但基本原理是相同的。

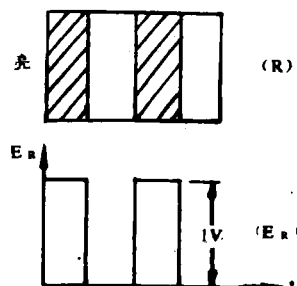


图 1—6 红条电信号

四、问题与措施

理论分析与实践表明,从象素与人眼分辨力的情况而言,视频图像信号必须在 $0\sim 6\text{MHz}$, 频带范围才能使图像清晰,否则就粗糙,细节表示不清楚。这点是容易理解的,如音频 $20\text{Hz}\sim 20\text{kHz}$ 范围,如果电话机的频带只有 $20\sim 400\text{Hz}$,则只能听到对方说什么,而无法判断是谁打的电话,因为音频中的高频部分丢失了,音调失真了。

如果三基色信息以黑白电视的方式传递,则每个基色得占据 6MHz 带宽,总共就得 18MHz (还不包括伴音的残留边带发送)。要发送出去还须各自调制于无线电波的甚高频、特高频段,最后才能以电磁波形式辐射。这在本来就非常拥挤的高频段占用过宽的频带用于电视广播是很不经济的,同时接收设备也变得十分复杂。

另外,彩电出现以前,已经有许多黑白电视接收机,人们希望这些黑白电视机也能接收彩色电视台的节目。(当然图像只能是黑白),同时也希望彩色电视机能接收非彩色的节目(如黑白电视台)。这就是所谓兼容性问题。兼容要求彩色信号只能在 $0\sim 6\text{MHz}$ 之内。

由于电视信号的特殊性,人们终于实现了兼容。原因是电视图像本身并不一定存在周期性,但由于采用了周期性扫描,使图像信号具有了周期性,为了使活动场面有连续感,实际中是每秒传送 25 幅固定画面,而一个个连续画面在短时间内可以看成是相差不大的画面的周期性重复。在无线电技术中对周期性信号均可用数学的方法进行分析,即由傅里叶级数将其分解成基波与各次谐波。

如果以 f_H , $2f_H$, $3f_H$ ……各行频作载波(高频),而以场频 f_V (低频)作调制波,调制的结果如下:

对 f_H 产生基波: $f_H \pm f_V$

$$\text{谐波} \left\{ \begin{array}{l} f_H \pm 2f_V \\ f_H \pm 3f_V \\ \dots \dots \\ f_H \pm mf_V \end{array} \right.$$

对 $2f_H$ 载波调制结果,有