

视听设备技术丛书

彩色摄像机

上海市计划生育

宣传教育分中心

潘建平 陈逸东 编

TF948

2

东南大学出版社

内 容 简 介

本书为彩色摄像机的技术书籍，全书共分六章。第一章阐述彩色电视基础知识。第二章评价彩色摄像机的各项性能指标，第三章分析几种常用摄像管的工作原理。第四章着重分析三管式彩色摄像机的工作原理。第五章说明使用彩色摄像机的正确方法。第六章详细介绍彩色摄像机系统的调整过程。书中附有有关 DXC-M3P 彩色摄像机的电路图和测试波形，便于读者理解和掌握。

本书供从事广播电视、摄像、视听教学和电视节目制作等方面的技术人员阅读。大专院校广播电视专业的师生，也可作参考。

彩色摄像机

潘建平 陈逸东 编

东南大学出版社出版

南京四牌楼2号

江苏省新华书店发行 江苏大丰印刷二厂印刷

开本787×1092毫米1/32 印张7.5 字数167千字

1989年6月第1版 1989年6月第1次印刷

印数：3000册

ISBN 7-81023-152-9

G·17

定价：2.60元

前 言

中国上海计划生育宣传教育分中心拥有联合国人口基金会援助的一整套广播级视听设备(包括 BVP-330P 摄像机、BVU-800P 录像机及与之相配套的节目制作编辑系统),具有独立制作各种视听图文宣传品的能力。成立八年来已制作宣传计划生育国策的各类电视片 130 余部(集),不少片子已在国际国内各类评比中获奖。

通过长期的工作实践、培养和建立了一支精通业务的节目制作和设备维修的技术队伍,为了和同仁们及广大读者相互交流与切磋技术,我们组织编写了这套“视听设备技术”丛书。本丛书由傅成文副主任负责具体组织工作、上海第二工业大学夏逸华副教授担任主编,负责内容取舍与书稿审订及统稿工作。本丛书共有六册,它们分别是:

《录像制作设备入门》由严钧民编写。主要从节目制作系统出发,详细介绍各种节目制作系统设备的组成和具体应用。

《彩色摄像机》由潘建平、陈逸东编写。在简述彩色电视知识的基础上介绍了彩色摄像机的基本工作原理及性能指标,较详细地讲解了彩色摄像机的操作方法和调整原理以及测试设备和保养知识。

《智能录像机》由刘超远、何黎明编写。集电视、自动化和计算技术于一体,介绍了录像机的基本电路和工作原理,融合作者多年工作经验,阐述了录像机的扩展应用、维护、调试和修理方法。

《电子编辑》由程琰编写。从介绍电子编辑的基本知识入手,分析了时基校正、视频特技原理,对目前国内使用较多的电子编辑控制器、时基校正器、切换器等结合作者实践经验作了介绍。

《电视节目制作》由沈建平、张盛明编写。着重介绍了电视导演、摄像、照明和剪辑在电视节目制作中应具备的基础知识、创作方法及制作技巧等,并运用实例加以说明。

《彩色电视接收/监视器》由傅成文、薛田、夏逸华编写。在彩色电视原理基础上结合CVM-1370彩色电视接收监视器着重介绍输入输出信号转换接口电路、制式转换、解码、扫描电路以及CVM-1370整机调整和常见故障排除。

作者在编写中力求文字简炼、通俗,结合典型事例加以分析讨论,内容既有实用价值又有一定深度,适合于中等专业水平以上技术人员阅读,也可用作有关视听技术的培训教材。

由于我们的编写水平有限,不妥之处恳请广大读者指正。

中国上海计划生育
宣传教育分中心

1989·1

目 录

绪论

- 一 彩色摄像机概况····· (1)
- 二 彩色摄像机种类····· (2)
- 三 电视摄像管概述····· (7)

第一章 基础知识介绍

1-1 光和视觉

- 一 可见光谱····· (10)
- 二 光源····· (10)
- 三 常用的光学度量单位····· (13)
- 四 人眼的视觉····· (14)
- 五 三基色原理及彩色电视的三基色选择····· (17)

1-2 电视系统

- 一 电视图像的形成····· (19)
- 二 全电视信号····· (23)
- 三 彩色电视系统简介····· (28)

第二章 彩色摄像机的性能评价

2-1 彩色摄像机的主要技术指标

- 一 灵敏度····· (30)
- 二 信杂比····· (31)
- 三 分辨率····· (32)
- 四 调制传输特性····· (33)
- 五 图像的几何特征····· (35)

六	重合	(37)
七	灰度重现	(38)
八	惰性	(39)
九	摄像管斑点	(40)
2-2	彩色摄像机图像质量的主观评价	
一	镜头闭合时的图像质量	(41)
二	拍摄时的图像质量	(43)
三	彩色重现	(44)
第三章	电视摄像管	
3-1	视像管	
一	结 构	(46)
二	图像信号的产生	(50)
3-2	氧化铅管	
一	氧化铅靶	(52)
二	低照度下的惰性和背景光	(53)
三	高照度下的惰性与抗拖尾的电子枪	(55)
3-3	硒砷碲管	(57)
3-4	硅靶管	
一	靶结构	(60)
二	工作原理	(60)
第四章	彩色摄像机原理	
4-1	三管式彩色摄像机总框图	(62)
4-2	变焦镜头	(66)
4-3	光学分色棱镜和摄像管	
一	光学分色棱镜	(68)
二	CT-2332 型摄像管	(70)
4-4	前置放大器(PP-11)和预放器(PA-22)	(75)

4-5	视频处理器 (PR-42)	
一	黑斑校正	(78)
二	增益设置	(80)
三	白平衡调整	(82)
四	黑平衡调整	(85)
五	γ 校正	(86)
六	轮廓校正及图像增强	(89)
七	白电平切割、复合消隐脉冲插入及图像/彩条 开关	(91)
八	彩条发生	(94)
4-6	图像增强器 (IE-7)	(98)
4-7	编码器 (EN-19)	(110)
4-8	同步信号发生器 (SG-75)	(120)
4-9	电源及自动电子束优化电路 (PS-15)	
一	电源部分	(123)
二	自动电子束优化 (ABO) 电路部分	(125)
4-10	聚焦调整电路 (PS-26)	(130)
4-11	偏转及黑斑校正电路 (DF-20)	(133)
4-12	自动控制器 (AT-13)	
一	自动白平衡	(139)
二	自动黑平衡	(142)
三	自动中心重合	(148)
四	自动光圈	(150)
第五章 彩色摄像机的使用		
5-1	彩色摄像机的组成	(151)
5-2	拍摄系统	
一	拍摄系统的组成	(160)

二	摄像机附属设备.....	(160)
5-3	摄像机的使用与保养	
一	拍摄前的调整.....	(164)
二	拍摄方法.....	(167)
三	保养及注意事项.....	(170)
第六章	彩色摄像机的调整	
6-1	维修前的准备工作	
一	常用测试设备.....	(172)
二	测试卡.....	(174)
三	准备工作.....	(177)
6-2	彩色摄像机性能调整	
一	调整流程图.....	(180)
二	调整步骤.....	(180)
6-3	自动控制电路的检修	(226)

绪 论

一 彩色摄像机概况

电视摄像机是整个电视系统的始端，它起着将景物图像的光信息转换成相应的电信号的作用。黑白摄像机是将景物图像的亮度信息转换成相应的电信号。而彩色摄像机是同时将景物图像的亮度和色度信息转换成相应的电信号，它是在黑白摄像机的基础上发展起来的。在彩色摄像机中，最常见的一种是红(R)、绿(G)、蓝(B)三管式摄像机，它是根据三基色原理工作的，其过程是：先由光学镜头和分光系统将景物图像的彩色光信息分解成R、G、B三种基色光信息，再由三个摄像管将这三个光信息摄取，转换成对应的基色电信号，然后对这三个电信号进行一系列的波形处理和编码，产生可在电视通道传送的全电视信号。最早的三管式彩色摄像机采用三个超正析像管，体积庞大，彩色图像的质量也很差。到六十年代，荷兰飞利浦公司研制出了氧化铅管，为研制高质量的彩色摄像机奠定了基础。目前，彩色摄像机以三管式摄像机为主流，正朝着小型化、低功耗、高性能的方向发展。

在三管式彩色摄像机发展的初期，同时也开展了四管式彩色摄像机的研制工作。四管式彩色摄像机是一种亮度分离型彩色摄像机，它单独用一个摄像管产生亮度信号，其它三个摄像管的作用与RGB三管式彩色摄像机一样，分别产生红、绿、蓝三个基色信号。这样，彩色摄像机的亮度信号就不是由三个基色信号按比例合成，这可获得较高的图像分辨率和信杂比以及良好的图像色彩还原度。但其缺点是结构过

于复杂。随着摄像机机械结构的改进和电路性能的不断
提高，三管式摄像机具备了很好的三色图像重合精度和稳定
性，电视图像的质量已满足广播电视的要求。所以，四管式
摄像机已被三管式摄像机所取代。

在六十年代初，一些国家开始研制单管式彩色摄像机。
单管彩色摄像机中的彩色摄像管是利用人眼对彩色图像细节
分辨率较低的特性而设计的，它根据大面积着色的原理，摄
取图像的低分辨率彩色信息和高分辨率亮度信息。这种图像
信息的分解方式基本满足电视节目的观看要求，而且减化了
制造和调整摄像机的方法，也克服了三管式彩色摄像机的彩
色图像重合不良的弊病。由于单管式彩色摄像机具有体积
小、重量轻、调整方便、价格低等优点，引起世界各国的重
视。

目前，单管式彩色摄像机常采用的图像分解方式有频率
分离式、相位分离式和三电极式，研制单管式彩色摄像机
的主要任务是提高摄像机的灵敏度、信杂比以及彩色图像细
节的分解能力。单管式彩色摄像机已逐渐应用到教育、工业、
医疗及家庭等领域。

二 彩色摄像机种类

彩色摄像机是电视系统中的关键设备之一，对电视图像
的质量起着重要的作用。彩色摄像机的技术指标包括灵敏
度、图像分辨率、彩色还原度、图像灰度级，图像失真度和
信杂比等。选用彩色摄像机时，不仅要考虑摄像机的这些技
术指标，而且还要根据用户的实际使用情况和经济上的能
力，考虑摄像机的价格等因素。表1列出了国外部分彩色摄
像机的性能，以供选用时参考。

彩色摄像机还可分为室内用的座机和室外用的便携式摄

像机。通常，座机的体积没有严格的限定，所以座机的各项技术指标均可好于便携式摄像机。除了两种摄像机的机械结构和外型尺寸有较大的差异外，室内用的座机一般是采用交流供电以及固定色温的光源照明，而室外用的便携式摄像机采用拨盘式色温校正滤色镜来校正室外各种照明光源的色温差异。随着摄像机机械结构和摄像管工艺的不断改进，现在的便携式摄像机不仅用于室外的采访，而且已用于演播室的电视节目制作中。

表 1 国外部分摄像机

机 型	SONY (日本)			
	BVP-110P	BVP-200P	BVP-300P	BVP-330P
用 途	演播室／采访	演播室／采访	演播室／采访	演播室／采访
功 能	自动光圈控制，自动白平衡，自动电子束调整	自动光圈控制，自动白平衡，电缆补偿	自动光圈控制，自动黑／白平衡及二行图象增强	自动光圈控制，自动黑／白平衡，自动电子束调整，自动中心重合
摄像管	2/3"单管彩色管	2/3"单管彩色管	2/3"砷硒碲管	2/3"二极管枪氧化铅管
分辨率(行)	400	中心 500 四角 400	中心 500	中心 600
灵敏度	f/4 2000 lux	f/2 2000 lux	f/1.4 20 lux (+18dB)	f/45 2000 lux
重合失真(%)			I 区 0.1 II 区 0.2	I 区 0.1 II 区 0 III 区 0.5
信杂比(dB)	51	50	54	55
几何失真(%)				I 区<1.0 II 区<2.0
重量(kg)	4.5	11.5	5.6	5.3

(续表 1)

机 型	SONY (日本)			AMPEX(美国)
	DXC-1800P	DXC-5800P	DXC-M3P	BCC-20/21
用 途	演播室/采访	演播室/采访	演播室/采访	演播室/采访
功 能	自动光圈控制, 自动电子束调整, 自动黑电平调整, 自动增益控制	自动光圈控制, 自动黑/白平衡, 自动电子束调整	自动光圈控制, 自动中心重合, 自动黑/白平衡控制, 自动电子束调整	自动电子束调整, 加零件供演播室用
摄像管	2/3"单管彩色管	2/3"硒砷碲管	2/3"MF式硒砷碲管	2/3"硒砷碲管
分辨率(行)	300	500	中心600	<700
灵敏度	f/4 2000 lux	f/4 2000 lux	f/4 2000 lux	f/4 2000 lux
重合失真(%)		I 区 0.1 II 区 0.4 III 区 0.8	I 区 0.1 II 区 0.2 III 区 0.6	I 区 0.05 II 区 0.05 III 区 0.05
信杂比(dB)	48	53	55	51
几何失真(%)		II 区<2.0		
重量(kg)	3.1	6	4	8.1

(续表 1)

机 型	NEC (日本)	PHILIPS (荷兰)		RCA (美国)
	MNC-82	LDK-14SL	LDK-143	TK-86
用 途	演播室/采访	演播室/采访	演播室/采访	演播室/采访
功 能	自动光圈控制, 自动黑/白平衡, 自动电子束调整及自动中心重合调整	自动光圈控制, 自动黑/白平衡, 自动中心重合调整, 自动电子束调整	自动光圈控制, 自动黑/白平衡, 自动中心重合调整及自动电子束调整	自动光圈控制, 自动白平衡, 自动抗拖尾及可加遥控装置
摄像管	2/3" 二极管枪 氧化铅管	2/3" 氧化铅管	2/3" 硒砷碲管	2/3" 硒砷碲管
分辨率 (行)	中心 500	< 700	400	中心 500
灵敏度	f/4 2000 lux	f/1.4 55 lux	f/3 1000 lux	f/2.8 1250 lux
重合失真 (%)	I 区 0.1	I 区 40ns	I 区 40ns	I 区 0.1
	II 区 0.2	II 区 80ns	II 区 80ns	II 区 0.2
	III 区 0.3	III 区 160ns	III 区 160ns	III 区 0.5
信杂比 (dB)	53	55	50	52
几何失真 (%)		II 区 < 1.5	II 区 1.5	II 区 1.0
重量 (kg)	4.5	6	6	7

(续表 1)

机 型	JVC (日本)			
	KY-1900	KY-2000E	KY-2700A	S-100
用 途	演播室 / 采访	演播室 / 采访	演播室 / 采访	演播室
功 能	自动光圈控制, 自动白平衡及自动电子束调整	自动光圈控制, 自动白平衡	自动 / 手动光圈及自动白平衡	自动光圈控制, 自动黑 / 白平衡, 自动电子束调整, 自动中心重合
摄像管	2/3" MF 式硒碲碲管	2/3" 硒碲碲管	2/3" 硒碲碲管	1" 单管彩色管
分辨率 (行)	中心 500		中心 500	300
灵敏度	f/1.6 150 lux		f/4 2500 lux	f/2.2 80 lux
重合失真 (%)	I 区 0.1	I 区 0.1	I 区 0.1	
	II 区 0.4	II 区 0.2	II 区 0.2	
	III 区 0.8	III 区 0.4	III 区 0.4	
信杂比 (dB)	52	50	54	47
几何失真 (%)				
量重 (kg)	3.5	6.9	5.7	4.6

三 电视摄像管概述

电视摄像就是将景物光信息转换成电信号的过程，电视摄像机靠摄像管完成这一光电转换过程。所以，摄像管是摄像机中最关键的部件，电视摄像机的发展与摄像管的发展密切相关。

最早的光电摄像管是美国 RCA 公司的兹沃里金于 1933 年首次研制成功。它是一种在真空玻璃泡内装封了产生电子束的电子枪和光电变换靶的器件。光电变换靶具有外光电效应，所谓外光电效应就是靶受到光照射后能发射光电子形成光电流的现象，光电流的大小与靶面照射光的光通量成正比。它的成像原理是利用光学装置将景象的光投射到光电变换靶上，利用电子束扫描靶面，这时在与靶面外侧相连的信号电极上就产生了相应的图像信号电流。

1946 年，美国 RCA 公司的多斯和韦默发明了高灵敏度的超正析像管。这种摄像管包括电子枪、双面靶、光电子移像等，并利用电子倍增器增强图像电信号强度。超正析像管不管在室外还是在室内，只要照明条件比较合适，就能得到比较满意的图像。但这种摄像管构造复杂，体积大，在电视系统中已很少使用。

1950 年，美国 RCA 公司的韦默又研制了结构简单、小型的光电导摄像管，称为视像管。视像管中的硫化锌光电导靶在受光照射后产生光电子，这些光电子再转变为参加内部导电的自由电子，从而降低了靶材料的径向电阻率，硫化锑靶材料的这种特性属于内光电效应，内光电效应大大提高了摄像管的光电转换效率，使摄像管进入实用阶段。

1963 年，荷兰飞利浦公司发明了性能优良的氧化铅摄像管。氧化铅管改进了视像管的靶材料，使摄像管的灵敏度得

到进一步的提高。目前广播电视用的彩色摄像机大多采用氧化铅摄像管。

1967年，日本NHK广播协会的综合技术研究所和美国贝尔研究所几乎同时发明了硅靶摄像管。硅靶摄像管的靶构造与其它摄像管的靶构造不同，它采用特殊工艺把数十万个性能相同的光电二极管整齐地排列在摄像管靶面上而形成的。所以，这种摄像管也称为二极管阵列型硅靶摄像管。

此外，在半导体技术和集成电路工艺发展的基础上，70年代出现了电荷耦合器件（简称为CCD）。它是利用金属氧化物半导体集成的面阵型光电转换器件，采用面阵中像素间的载流子转移逐次取出图像电信号。这样，就不需要电子枪和真空结构。CCD具有体积小、功耗低、可靠性好，无靶面烧伤现象及光谱响应宽等特点，所以，它受到世界各国的重视。CCD的研制工作不断取得进展，为固体摄像器件的发展展示了光明的前景，CCD广泛地应用于广播电视系统指日可待。

在这短短的五十多年摄像管发展历史中，还有许多其它类型的摄像管被研制出来。表2按靶面材料不同列出了几种具有代表性的摄像管。

表 2 几种具有代表性的摄像管

外 光 电 型	光电摄像管
	移象光电摄像管
	景像管
	正析像管
	超正析像管
内 光 电 型	视像管
	氟化铅摄像管
	二极管枪氧化铅摄像管
	硅靶摄像管
	电容耦合摄像管
	硒砷碲摄像管
	碲化锌镉摄像管
	硒化镉摄像管
	单管彩色摄像管
	条形滤色条硒砷碲单管摄像管
	MOS固体摄像器件