



新世纪高职高专
应用电子技术专业系列规划教材

彩色电视机原理与维修

新世纪高职高专教材编审委员会组编

主编 刘俊起 王 俊

大连理工大学出版社



新世纪高职高专应用电子技术专业系列规划教材

彩色电视机原理与维修

新世纪高职高专教材编审委员会组编

主 编 刘俊起 王 俊

CAISE DIANSHIJI YUANLI YU WEIXIU

大连理工大学出版社

DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

林蔭版財民系業寺木對千申用並寺高即高5世蔭



時當採

图书在版编目(CIP)数据

彩色电视机原理与维修/刘俊起,王俊主编. —大连:
大连理工大学出版社, 2008. 10
(新世纪高职高专应用电子技术专业系列规划教材)
ISBN 978-7-5611-4392-6

I. 彩… II. ①刘…②王… III. ①彩色电视—电视接收
机—理论—高等学校:技术学校—教材②彩色电视—电
视接收机—维修—高等学校:技术学校—教材 IV.
TN949. 12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 134883 号

劉 王 試閱校 編 主

大连理工大学出版社出版

地址:大连市软件园路 80 号 邮政编码:116023

发行:0411-84708842 邮购:0411-84703636 传真:0411-84701466

E-mail: dutp@dutp. cn URL: http://www. dutp. cn

大连理工印刷有限公司印刷 大连理工大学出版社发行

幅面尺寸:185mm×260mm 印张:15.75 字数:345 千字

印数:1~2000

2008 年 10 月第 1 版

2008 年 10 月第 1 次印刷

责任编辑:陈祝爽

责任校对:张玉卓

封面设计:张莹

ISBN 978-7-5611-4392-6

定 价:32.00 元

总序

我们已经进入了一个新的充满机遇与挑战的时代,我们已经跨入了21世纪的门槛。

20世纪与21世纪之交的中国,高等教育体制正经历着一场缓慢而深刻的革命,我们正在对传统的普通高等教育的培养目标与社会发展的现实需要不相适应的现状作历史性的反思与变革的尝试。

20世纪最后的几年里,高等职业教育的迅速崛起,是影响高等教育体制变革的一件大事。在短短的几年时间里,普通中专教育、普通高专教育全面转轨,以高等职业教育为主导的各种形式的培养应用型人才的教育发展到与普通高等教育等量齐观的地步,其来势之迅猛,发人深思。

无论是正在缓慢变革着的普通高等教育,还是迅速推进着的培养应用型人才的高职教育,都向我们提出了一个同样的严肃问题:中国的高等教育为谁服务,是为教育发展自身,还是为包括教育在内的大千社会?答案肯定而且惟一,那就是教育也置身其中的现实社会。

由此又引发出高等教育的目的问题。既然教育必须服务于社会,它就必须按照不同领域的社会需要来完成自己的教育过程。换言之,教育资源必须按照社会划分的各个专业(行业)领域(岗位群)的需要实施配置,这就是我们长期以来明乎其理而疏于力行的学以致用问题,这就是我们长期以来未能给予足够关注的教育目的问题。

如所周知,整个社会由其发展所需要的不同部门构成,包括公共管理部门如国家机构、基础建设部门如教育研究机构和各种实业部门如工业部门、商业部门,等等。每一个部门又可作更为具体的划分,直至同它所需要的各种专门人才相对应。教育如果不能按照实际需要完成各种专门人才培养的目标,就不能很好地完成社会分工所赋予它的使命,而教育作为社会分工的一种独立存在就应受到质疑(在市场经济条件下尤其如此)。可以断言,按照社会的各种不同需要培养各种直接有用人才,是教育体制变革的终极目的。

随着教育体制变革的进一步深入,高等院校的设置是否会同社会对人才类型的不同需要一一对应,我们姑且不论。但高等教育走应用型人才培养的道路和走研究型(也是一种特殊应用)人才培养的道路,学生们根据自己的偏好各取所需,始终是一个理性运行的社会状态下高等教育正常发展的途径。

高等职业教育的崛起,既是高等教育体制变革的结果,也是高等教育体制变革的一个阶段性表征。它的进一步发展,必将极大地推进中国教育体制变革的进程。作为一种应用型人才培养的教育,它从专科层次起步,进而应用本科教育、应用硕士教育、应用博士教育……当应用型人才培养的渠道贯通之时,也许就是我们迎接中国教育体制变革的成功之日。从这一意义上说,高等职业教育的崛起,正是在为必然会取得最后成功的教育体制变革奠基。

高等职业教育还刚刚开始自己发展道路的探索过程,它要全面达到应用型人才培养的正常理性发展状态,直至可以和现存的(同时也正处在变革分化过程中的)研究型人才培养的教育并驾齐驱,还需要假以时日;还需要政府教育主管部门的大力推进,需要人才需求市场的进一步完善发育,尤其需要高职教学单位及其直接相关部门肯于做长期的坚忍不拔的努力。新世纪高职高专教材编审委员会就是由全国 100 余所高职高专院校和出版单位组成的旨在以推动高职高专教材建设来推进高等职业教育这一变革过程的联盟共同体。

在宏观层面上,这个联盟始终会以推动高职高专教材的特色建设为己任,始终会从高职高专教学单位实际教学需要出发,以其对高职教育发展的前瞻性的总体把握,以其纵览全国高职高专教材市场需求的广阔视野,以其创新的理念与创新的运作模式,通过不断深化的教材建设过程,总结高职高专教学成果,探索高职高专教材建设规律。

在微观层面上,我们将充分依托众多高职高专院校联盟的互补优势和丰裕的人才资源优势,从每一个专业领域、每一种教材入手,突破传统的片面追求理论体系严整性的意识限制,努力凸现高职教育职业能力培养的本质特征,在不断构建特色教材建设体系的过程中,逐步形成自己的品牌优势。

新世纪高职高专教材编审委员会在推进高职高专教材建设事业的过程中,始终得到了各级教育主管部门以及各相关院校相关部门的热忱支持和积极参与,对此我们谨致深深谢意,也希望一切关注、参与高职教育发展的同道朋友,在共同推动高职教育发展、进而推动高等教育体制变革的进程中,和我们携手并肩,共同担负起这一具有开拓性挑战意义的历史重任。

新世纪高职高专教材编审委员会

2001 年 8 月 18 日

前言

电视技术是集光学、电学、微电脑等多门学科于一体的综合性技术,是模拟电路、数字电路、传感器、高频电子线路等专业基础课程的综合应用和训练,是一门涉及元器件、信号波形图和电路图等专业性较强的课程。开设该课程可加深学生对所学知识的理解,提高学生的电子技术综合能力。

本教材是在我们多年进行彩色电视机理论和实践教学的基础上编写的,内容由浅入深、循序渐进、通俗易懂,实用性强。书中各章都对教学目的提出了明确的要求,在认真分析和讲解每部分电路理论教学的基础上,列举了各部分常见故障实例,详细地阐述了电路故障产生的原因、分析方法、维修流程、仪器仪表使用方法和测试步骤,并安排了丰富的习题和实训内容,有意识地培养学生维修思路和实际操作技能。

本教材选用汇佳第五代彩色电视机电路,该机是红外线遥控彩色电视机,选用 LC863528C 微处理器、LA76810A 小信号处理电路和 LA78040 场功放集成块。各章的电路分析、故障检修及实训内容检修安排都围绕同一机型展开。为了提高学生举一反三的能力,还适当地安排了一些相关型号电视机的电路,以拓展学生的思维和能力。

本教材共分十一章,第一章介绍了全电视信号和高频电视信号的特征及主要参数、PAL 制彩色全电视信号的形成过程及信号形成方框图、显像管的结构及工作原理等电视信号产生与发射接收的基本理论;第二章针对电视机维修特点,详细讲述了电视机电路故障检修注意事项,检修顺序、步骤及各种故障检查方法;第三章至第十章重点讲解了汇佳牌第五代彩色电视机各部分电路的工作原理、信号流

程、典型故障特征及维修步骤和方法,并安排了大量的习题和与之配套的实训内容;第十一章主要叙述了数字电视、高清晰度电视及有线电视机顶盒的基本概念和工作原理,从维修角度出发分析了新型彩色电视机的新技术、新电路、新机型,介绍了典型故障维修方法、技巧和维修实例。

本教材在编写过程中,曾得到南京信息职业技术学院金明老师,无锡信息职业技术学院缪晓中老师的大力支持和热情帮助,在此表示感谢。

由于编者水平有限,书中难免有错误和不妥之处,请读者、专家批评指正。

编者

2008年10月



第1章 电视信号产生与发射的基本理论	1
1.1 光和颜色的本质	1
1.2 人眼的视觉特征	3
1.3 黑白图像的光电变换	5
1.4 场、行扫描频率的确定与图像信号的频带宽度	7
1.5 显像管的构造及工作原理	10
1.6 全电视信号与高频电视信号	16
1.7 彩色图像的光电变换	23
1.8 NTSC 制编码	27
1.9 PAL 制编码	34
实训一 彩色电视机的正确使用与内部结构剖析	45
第2章 彩色电视机检修基础	48
2.1 故障检修的程序	48
2.2 故障检修的步骤	49
2.3 故障检修的方法	51
2.4 故障检修的规则	56
2.5 故障检修人员的素质	57
第3章 电源电路	62
3.1 开关式稳压电源电路概述	62
3.2 汇佳主板开关电源电路分析	67
3.3 开关电源常见故障分析	73
3.4 电源电路故障维修流程	74
3.5 电源电路故障维修	75
实训二 电源电路的检测	81
第4章 行场扫描电路的原理与维修	84
4.1 概述	84
4.2 汇佳电视机扫描电路的分析	86
4.3 行场扫描电路常见故障	93
4.4 行场扫描电路故障检修流程	94
实训三 行场扫描电路的检测	99
第5章 显像管电路故障与维修	103
5.1 显像管电路概述	103

5.2	显像管电路及其检查	104
5.3	显像管各极电路典型故障的检测及原因分析	106
5.4	末级视放电路故障及其检修	110
	实训四 显像管电路的测试与校准	115
第6章	中频通道电路的原理与维修	120
6.1	中频通道概述	120
6.2	汇佳电视机中频处理电路	122
6.3	中频通道的故障检修	127
第7章	高频通道电路的原理与维修	140
7.1	汇佳电视机高频电路	142
7.2	高频通道的常见故障分析与检修	143
	实训六 中央控制系统的测试与实验	148
第8章	伴音通道电路的原理与维修	151
8.1	伴音通道概述	151
8.2	伴音通道系统框图	153
8.3	伴音通道的故障	153
8.4	LA76810 伴音中频处理单元	154
8.5	伴音通道电路的故障特点	155
8.6	伴音通道故障检修方法	156
8.7	伴音通道常见故障分析与检修	156
	实训七 视放、伴音电路综合测试	159
第9章	解调解码电路	161
9.1	解调解码电路概述	161
9.2	汇佳电视机电路主板解调解码集成电路框图	163
9.3	亮度通道	166
9.4	色度通道	167
	实训八 彩色图像色度解码电路	170
第10章	遥控系统的原理与维修	175
10.1	遥控系统概述	175
10.2	遥控系统的基本概念	177
10.3	总线控制与调整	191
10.4	遥控发射与接收电路故障检修	194
10.5	遥控系统接口电路异常的检修	196
	实训九 高频调谐器频率特性与外围电路测试	201
第11章	数字电视(DTV)与高清晰度电视(HDTV)	205
11.1	数字电视概述	205

11.2	数字电视系统结构.....	209
11.3	数字电视信号的标准.....	209
11.4	数字机顶盒.....	216
11.5	高清晰度电视(HDTV)	222
附 录		230
附录 1	CPU LC863528-55Y5/LA76818 工厂调试说明	230
附录 2	集成电路资料	235
附录 3	家用电器产品维修中级标准	237

第1章 电视信号产生与发射的基本理论

本章学习要点

- (1) 了解光和颜色的本质和光电变换原理;
- (2) 掌握行、场信号的特征扫描原理、频率和图像信号的频带宽度;
- (3) 了解显像管的结构及工作原理;
- (4) 掌握全电视信号和高频电视信号的特征及主要参数;
- (5) 掌握 PAL 制彩色全电视信号的形成过程及信号形成方框图。

1.1 光和颜色的本质

1.1.1 光和颜色的本质

光的本质是什么? 由光学知识可知: 光是以电磁波形式存在的微粒子流, 是一种能携带能量的特殊物质。

电磁波的波谱很广, 包括无线电波、红外光波、可见光波、紫外光波、X 射线、宇宙射线等, 如图 1-1 所示。其中人眼能看到的(即能引起人眼视觉的)那一部分光谱叫做可见光。可见光的波长范围为 $380 \sim 780 \text{ nm}$ 。

颜色的本质是什么? 由实验得知: 颜色是不同波长的光波通过人眼视觉产生的印象。例如, 用 700 nm 波长的光作用于人眼, 人的感觉印象是红色光; 用 546.1 nm 波长的光作用于人眼, 人的感觉印象是绿色光; 用 435.8 nm 波长的光作用于人眼, 人的感觉印象是蓝色光。

光有单色光和复合光之分。单一波长的光叫单色光; 由几种波长混合成的光叫复合光。一定成分的复合光有一种确定的颜色与之对应, 但一种颜色光的感受并不对应一种光谱组合, 有可能是由多种单色光的复合光谱组合引起的。例如, 546 nm 波长的绿光与 700 nm 波长的红光按一定比例混合后作用于人眼, 可得到波长为 580 nm 的黄光感觉。

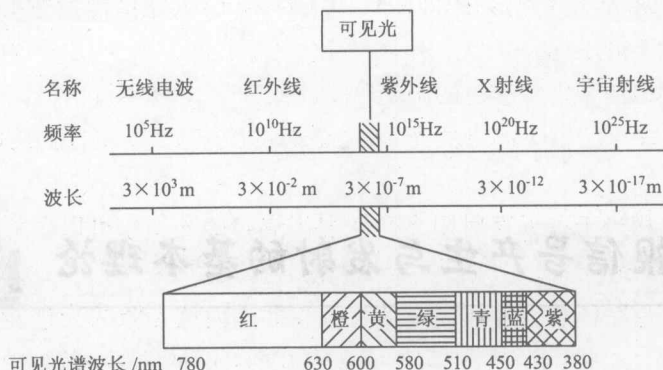


图 1-1 可见光在电磁波波谱中的位置

此时,人眼已分不清是单色黄光还是红、绿两色的混合光。有人说,太阳光只是红、橙、黄、绿、青、蓝、紫的七色光组合。其实这种说法是不妥当的,因为太阳光是多种单色光的组合,不只七色。

1.1.2 光源和色源

光源有两种。一种是自身发光的物体,例如太阳、通电后的电光、点燃后的蜡烛等;另一种是自身不发光,在发光光源的照射下,由于反射或透射而成为光源的物体,例如能反射光的平面镜、能透射光的蓝玻璃等。

色源有两种。一种是不发光的物质,它在一定功率波谱的照射下,因反射一定的光谱成分并吸收其余部分而呈现相应的色彩,例如太阳光照射在树上,树叶反射了绿色光波并吸收其他光谱而成为绿色树叶;另一种是本身发光的色源,它的辐射光谱引起人眼产生一定彩色感觉。

1.1.3 标准光源

对景物的真实视觉程度与选用的光源关系很大。用白光源还是色光源?回答是用白光源。因为人眼对太阳光的感觉是白色,它含有各种光谱。白光源有许多种,为了统一测量标准,国际上选用 A、B、C、D、E 五种标准白光作为标准光源。这五种标准白光的光谱能量分布如图 1-2 所示。

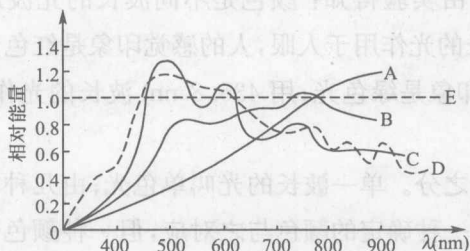


图 1-2 各种标准光源所发出光的光谱能量分布

(1)A 光源: 相当于钨丝灯在 2800 K 时发出的光,其波谱能量主要集中在波长较长的区域,是带些红色的白光。

(2)B 光源: 相当于中午直射的阳光。

(3)C 光源: 相当于白天的自然光,其波谱能量在 450 nm 左右波长处最大,是带些蓝色的白光。

(4)D 光源: 相当于白天直射阳光和散射光混合的光。它可以由彩色显像管所采用的红、绿、蓝三色荧光粉发出的光以适当比例混合得到。

(5)E 光源: 是一种理想的等能量的光源。即是说该光源的光谱能量分布是不随波长变化而变化的。这种光源在自然界中是不存在的,仅是科研中的理论光源。

1.2 人眼的视觉特征

1.2.1 人眼的亮度视觉

实验证明,人眼对不同波长的光的灵敏度是不同的。人眼的这种视觉特征常用视觉灵敏度曲线(视敏度曲线)来描述。图 1-3 所示曲线是国际通用的视敏度曲线,也叫相对视敏曲线。

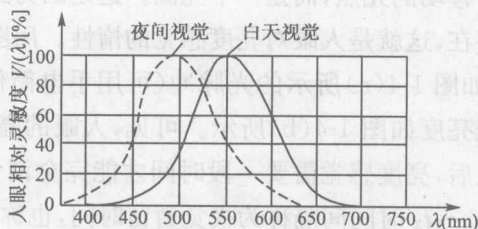


图 1-3 人眼的视觉灵敏度曲线

1.2.2 人眼的色度感觉

实验得知,人眼视网膜上有三种色敏细胞,分别对红、绿、蓝光特别敏感。当它们受到某种光源能量刺激时,根据对三种细胞刺激量比例的不同,使人产生不同的色感。例如,当一束黄色光射入人眼时,对红敏细胞和绿敏细胞产生刺激,引起人的黄色视觉;当一束紫光射入人眼时,对红敏细胞和蓝敏细胞产生刺激,引起人的紫色视觉。不同颜色的光对三种细胞的刺激量是不同的,产生的彩色视觉各异,从而使人眼分辨出五光十色的颜色。在电视技术中正是利用了这一原理,在视觉图像的重现过程中,不是重现原来景物的光谱分布,而是利用三种类似于红、绿、蓝色敏细胞特性曲线的三种光源进行配色,使其在色感上得到相同的效果。

1.2.3 人眼的分辨力

当人用眼观看黑白图像中两个点时,在规定的光照下,人边看边后退,当图像中两点将要混成一个点还未混成一点时,人眼和图像中两点之间的夹角称为人眼分辨角,用 θ 表示,正常人的 θ 为 $1' \sim 2'$ 。人眼的分辨力可定义为分辨角的倒数,用 M 来表示。分辨角 θ 越小,分辨力 M 越大。人眼对黑白图像细节的分辨能力,称为黑白图像分辨力;人眼对彩色图像细节的分辨能力称为彩色图像分辨力。

大量实验表明,人眼对图像色彩细节的分辨力远低于对图像黑白细节的分辨力。例如,相隔一定距离观看黑白相间的等宽条子,恰能分辨黑白差别,如果用红、绿相间的同等宽度的条子替换它们时,人眼看到的仅是一片黄色,分辨不出红、绿之间的差别。因此,彩色电视系统中传送彩色图像时,只传送黑白图像细节,而不传送彩色图像细节,这样,可减小色度信号的频带宽度。

1.2.4 人眼的视觉惰性

用一个简易的实验可证明人眼有视觉惰性。在黑暗中,用点燃的一支香在空中快速划圈,所看到的不是一个移动的光点,而是一个光圈。这是因为虽然某点上点光源已经移走了,但人眼还觉得它存在,这就是人眼对亮度感觉的惰性。用图 1-4 所示实验进一步分析人眼的视觉惰性。当如图 1-4(a)所示的光脉冲(可用手电筒作发射光源)作用于人眼时,眼睛所感觉到的主观亮度如图 1-4(b)所示。可见,人眼的亮度感觉滞后于实际光脉冲信号,当光脉冲消失之后,亮度感觉需要一段时间才能完全消失,这种现象就是人眼的视觉惰性。通常把图中 $t_2 \sim t_3$ 时间间隔称为视觉暂留时间,也称为人眼留影时间,正常人的暂留时间为 0.1 s 左右。人眼的视觉惰性表示人眼的时间分辨能力是有限的。人眼的视觉特性在电视、电影等技术中都得到了充分的应用。

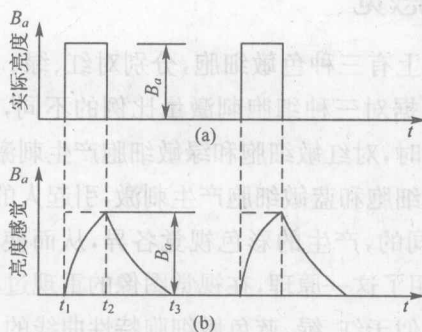


图 1-4 人眼的视觉惰性

1.3 黑白图像的光电变换

1.3.1 像素

当仔细观察报纸上一幅清晰完整的黑白图像时,就会发现图像由许多排列有序、深浅不同的小圆点(或小方块)组成。也就是说,一幅清晰图像是由数万个彼此配合、亮度不同或相同的小单元(圆点或方块)组成的。这些小单元是构成图像的基本单元,称为像素。每个像素反映图像的一点信息。显然,像素越多、越密,图像就越清晰、越细致。

在正常观看距离下,电视屏幕上的一幅清晰图像是由约 44 万个像素组成的(将在后面说明)。

1.3.2 电子扫描

大家知道,电子是携带负电荷的微粒子,质量极小,惯性几乎为零。用电子形成振荡,可达到数兆赫兹。一个电子携带的能量是极有限的,一群电子携带的能量则是可观的。一群电子称为电子束。

由电磁学可知,电子束在有规律变化的磁场作用下,按一定规律在靶面上或荧光屏上运动的过程称为扫描。电子束在垂直磁场作用下的水平运动称为水平扫描,又叫行扫描;电子束在水平磁场作用下的垂直运动称为垂直扫描。电子束在互相垂直的两个磁场作用下,一方面作水平偏转,一方面作垂直偏转,设计时使电子束水平方向的运动速度远大于垂直方向的运动速度,因此,电子束的运动路径是水平略向右下倾斜。电子束从左到右、从上到下以均匀速度依照顺序一行紧跟一行地进行扫描,称为逐行扫描,如图 1-5 所示。

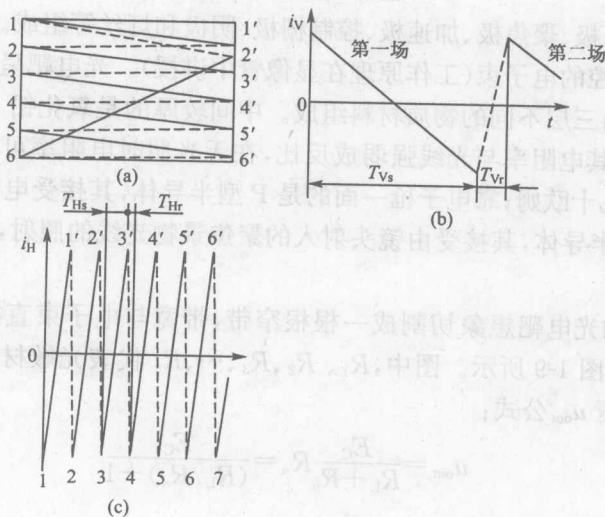


图 1-5 逐行扫描原理图

电子束先扫描图像的 1、3、5……奇数行,再扫描 2、4、6……偶数行,最后将奇数行和偶数行均匀嵌套,这种方法称为隔行扫描,如图 1-6 所示。电子束移动轨迹的集合体称为光栅。

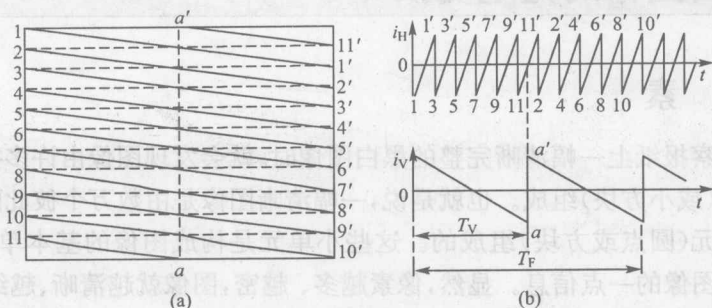


图 1-6 隔行扫描原理图

1.3.3 摄像机

人们之所以能看见景物,是因为太阳光(或灯光等)经空气散射照在景物上,景物各部位不同程度的反射光射入人眼的缘故。射入人眼的光信号称为景物光信号,或称图像光信号,简称图像信号。电视系统的首要任务是将图像光信号转换成图像电信号。这个任务是由摄像机来完成的。摄像机的结构框图如图 1-7 所示。

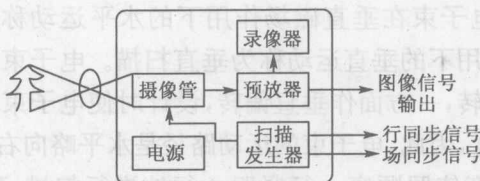


图 1-7 摄像机结构框图

电子枪由高压极、聚焦极、加速极、控制栅极、阴极和灯丝等组成。在灯丝通电发热之后,阴极能发射受控的电子束(工作原理在显像管中讲授)。光电靶呈圆薄片状,位于电子枪前端。光电靶由三层不同的物质材料组成。中间较厚的是氧化铅(PbO)本征半导体,它具有光敏特性,其电阻率与光线强弱成反比,在无光照时电阻率可达 $10^{10} \Omega$,有强光照射时可迅速降为几十欧姆;靠电子枪一面的是 P 型半导体,其接受电子束轰击;靠光学镜头一面的是 N 型半导体,其接受由镜头射入的聚焦景物光线的照射,并与外电路负载 R_L 相连。

将图 1-8 中的光电靶想象切割成一根根窄带,带宽与电子束直径近似,由光敏材料 PbO 颗粒组成,如图 1-9 所示。图中, R_1 、 R_2 、 R_3 、 $\dots$ 、 R_n 代表光敏材料颗粒,即像素。由图可得到输出电压 u_{out} 公式:

$$u_{out} = \frac{E_c}{R_L + R_n} R_n = \frac{E_c}{(R_L/R_n) + 1}$$

若光照使 $R_n = R_2 = 4R_L$, 则 $u_{out} = 0.8E_C$;

若光照使 $R_n = R_3 = R_L$, 则 $u_{out} = 0.5E_C$;

若光照使 $R_n = R_4 = R_L/2$, 则 $u_{out} = 0.3E_C$;

若光照很弱, $R_n \rightarrow \infty$, 则 $u_{out} \approx E_C$;

若光照很强, $R_n \rightarrow 0$, 则 $u_{out} \approx 0$ 。

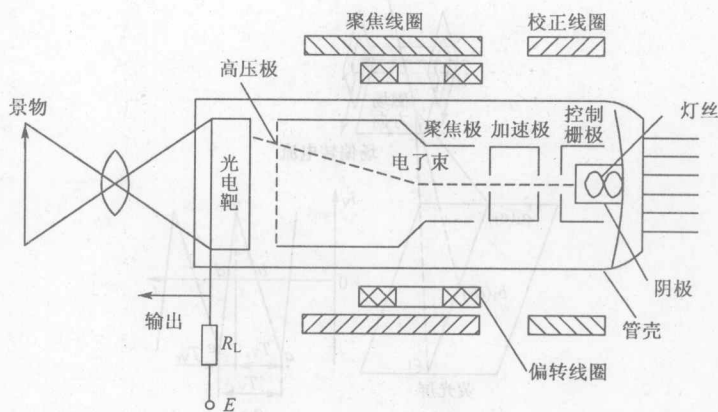


图 1-8 氧化铅光电导摄像管结构

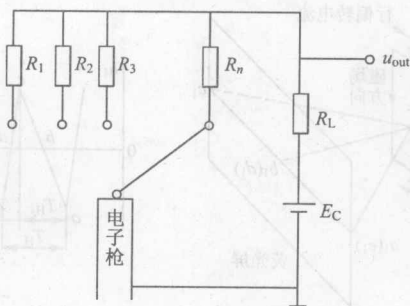


图 1-9 光电变换原理图

1.4 场、行扫描频率的确定与图像信号的频带宽度

1.4.1 场扫描频率的确定

我们知道,将活动图像照射在光电靶上形成“活动电阻像”,用电子束进行垂直扫描(如图 1-10 所示)和水平扫描(如图 1-1 所示),将“活动电阻像”按时间先后分解成一组组电信号传送出去,经处理之后在显像管上就可还原出活动图像。那么,应该将“活动电阻像”分解成多少幅图像呢?根据人眼的视觉暂留时间为 0.1 s 估计,如果将“活动电阻像”每秒顺序分解为 10 幅图像信号传送,还原的图像将是一幅幅不动的图像;如果每秒顺序分解为 24 幅图像信号,还原的图像呈现连续活动图像,但有闪烁感觉;如果每秒顺序分解