

977616

TN141
1925

高 等 学 校 规 划 教 材
工 科 电 子 类

GH

信息显示与图象摄取原理

孙伯尧 应根裕 钱慰宗 编著

国防工业出版社

信息显示与图象摄取原理

孙伯尧 应根裕 钱慰宗 编著

国防工业出版社

(京)新登字 106号

图书在版编目(CIP)数据

信息显示与图象摄取原理/孙伯尧等编. —2版. —北京:
国防工业出版社, 1994
ISBN 7-118-01279-3

I. 信… I. 孙… II. ①信息-显示器-理论②图象-电视
摄像管-理论 N. TN141, TN142

中国版本图书馆 CIP 数据核字(94)第 01086 号

信息显示与图象摄取原理

孙伯尧 应根裕 钱慰宗 编著
责任编辑 孙忠玉

*
国防工业出版社出版发行
(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)
(邮政编码 100044)
新华书店经售
国防工业出版社印刷厂印刷

*
开本 787×1092 1/16 印张 20 458 千字
1994 年 10 月第 1 版 1994 年 10 月北京第 1 次印刷 印数 1—1000 册

ISBN 7-118-01279-3/TN·201

定价: 11.30 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

出版说明

根据国务院关于高等学校教材工作的规定,我们承担了全国高等学校和中等专业学校工科电子类专业教材的编审、出版的组织工作。由于各有关院校及参与编审工作的广大教师共同努力,有关出版社的紧密配合,从1978~1990年,已编审、出版了三个轮次教材,及时供给高等学校和中等专业学校教学使用。

为了使工科电子类专业教材能更好地适应“三个面向”的需要,贯彻国家教委《高等教育“八五”期间教材建设规划纲要》的精神,“以全面提高教材质量水平为中心,保证重点教材,保持教材相对稳定,适当扩大教材品种,逐步完善教材配套”,作为“八五”期间工科电子类专业教材建设工作的指导思想,组织我们所属的八个高等学校教材编审委员会和四个中等专业学校专业教学指导委员会,在总结前三轮教材工作的基础上,根据教育形势的发展和教学改革的需要,制订了1991~1995年的“八五”(第四轮)教材编审出版规划。列入规划的,以主要专业主干课程教材及其辅助教材为主的教材约300余种。这批教材的评选推荐和编审工作,由各编委会或教学指导委员会组织进行。

这批教材的书稿,其一是从通过教学实践、师生反应较好的讲义中经院校推荐,由编审委员会(小组)评选择优产生出来的,其二是在认真遴选主编人的条件下进行约编的,其三是经过质量调查在前几轮组织编写出版的教材中修编的。广大编审者、各编审委员会(小组)、教学指导委员会和有关出版社,为保证教材的出版和提高教材的质量,作出了不懈的努力。

限于水平和经验,这批教材的编审、出版工作还可能有缺点和不足之处,希望使用教材的单位,广大教师和同学积极提出批评和建议,共同为不断提高工科电子类专业教材的质量而努力。

电子工业部教材办公室

前 言

本教材系按电子工业部的工科电子类专业教材 1991—1995 年编审出版规划,由《电子物理与器件》教材编审委员会审定的重修编写大纲重新编写的。本教材由电子物理与器件教材编审委员会电子物理编审小组审定的,责任编辑张克潜教授。内容包括真空型和非真空型信息显示器件和图象摄取器件。本课程的参考学时为 60 学时。

真空型信息显示器件和图象摄取器件已有半个世纪的历史,真空型彩色信息显示器件以其优异的性能价格比在信息显示领域中仍在蓬勃的发展。我国近 10 年来已形成彩色显象管的工业体系,这次修编中我们扩充有关章节,以期促进我国彩色信息显示工业的发展。

非真空型的信息显示器件和图象摄取器件也有近 30 年的历史,近几年来固态、平板型的信息显示器件有了突破性的发展。这次修编中也力图反映这一发展。

本教材由孙伯尧、应根裕、钱慰宗合作修编。孙伯尧编写第一、六、七各章,应根裕编写第二、三、四、八各章,为了更好地反映彩色显象管的工业生产情况,邀请西安交通大学钱慰宗教授编写第五章。南开大学丁守谦教授担任本教材的主审。对他们的指导和帮助表示深切的谢意。

由于编者水平有限,肯定有一些不妥和错误,殷切希望广大读者和老师们的不吝指正,以便有机会加以改正。

编 者

内 容 简 介

本书对信息显示器件和图象摄取器件的基本原理进行了较广泛深入地论述。全书共分八章,其中彩色显象管、液晶显示板等固体显示器件、终端用显示管以及光电导摄像管、电荷耦合(CCD)摄像器件占有相当篇幅。

本书是以工作机理上的论题和信息转换要求为主体,基本矛盾为线索来论述各种器件。本书不是简单地罗列各种器件,而是把突出系统性、实用性和启发性作为编写的目标。本书是在《摄像与显示器件原理》一书的基础上修编的,其内容有较强的变动与补充,力图反映信息显示器件和图象摄取器件技术领域中的新进展。

本书适用于物理电子技术专业及相近专业的本科生使用,也可作为信息显示工程领域中的技术人员的参考书籍。

目 录

第一章 绪 论

§ 1.1 图象信息的传递和应用	1
1.1.1 图象传递的基本原理	2
1.1.2 彩色电视传输的特点	5
1.1.3 彩色电视的制式	8
1.1.4 高清晰度电视(HDTV)简介	9
§ 1.2 摄像器件与显示器件的工作原理	11
1.2.1 摄像器件的基本工作原理	11
1.2.2 显示器件的基本工作原理	14
§ 1.3 摄像与显示器件的分类	15
1.3.1 摄像与显示器件发展简史	15
1.3.2 摄像与显示器件的分类	21
§ 1.4 对摄像与显示器件的要求	22
1.4.1 对摄像器件的要求及其参量	22
1.4.2 对显示器件的要求及其参量	24
§ 1.5 摄像与显示器件特性参量间的矛盾	24

第二章 光电导靶面物理及类型

§ 2.1 光电导物理	26
2.1.1 有关光电导的基本概念	26
2.1.2 空间电荷限制流	32
2.1.3 光电导中的陷阱作用	32
2.1.4 光电导靶面的特殊性	35
§ 2.2 光电导靶面的工作机理	36
2.2.1 工作原理及输出信号的形成	36
2.2.2 电子束的着陆曲线	38
2.2.3 靶面工作的等效电路分析	39
§ 2.3 摄像器件用的光电导靶面	41
2.3.1 注入型靶面——三硫化二锑靶面	41
2.3.2 阻挡型靶面	45

第三章 光电导靶面摄像管

§ 3.1 摄像管的电子枪	59
---------------------	----

3.1.1 磁聚焦型(磁偏转)	60
3.1.2 静电聚焦型(磁偏转)	62
3.1.3 抗彗尾枪(ACT 枪)	62
§ 3.2 摄像管中的偏转系统	63
3.2.1 磁聚焦磁偏转(MM)	63
3.2.2 FPS 系统	65
3.2.3 电聚焦磁偏转(SM)	68
3.2.4 电聚焦电偏转(SS)	68
§ 3.3 摄像管的参量	69
3.3.1 摄像管的灵敏度与信噪比(SNR)	69
3.3.2 摄像管的惰性	71
3.3.3 摄像管的分辨率	72
3.3.4 摄像管的其它参量	73
§ 3.4 微光摄像管	76
§ 3.5 单管彩色摄像管	80
3.5.1 单管彩色摄像管	81
3.5.2 彩色条纹滤色器	81
3.5.3 其它光学膜	84
3.5.4 各种色分离方式的工作原理	85
3.5.5 各种色分离方式的比较	89

第四章 固体型光电摄像器件

§ 4.1 电荷耦合器件物理	90
4.1.1 MOS 结构的物理性质	91
4.1.2 CCD 的基本工作原理	96
4.1.3 体内信道电荷耦合器件(BCCD)	99
4.1.4 信号电荷的注入与检出	100
§ 4.2 电荷耦合器件的结构	101
4.2.1 实现电荷耦合的条件	101
4.2.2 降低电极间隙势垒	102
4.2.3 减少时钟脉冲相数	103
4.2.4 减少表面态的影响	104
§ 4.3 电荷耦合器件的转移效率	104
4.3.1 自由电荷转移过程	105
4.3.2 表面态对转移效率的影响	107
4.3.3 转移效率与传输速度的关系	108
§ 4.4 电荷耦合摄像器件	109
4.4.1 CCD 摄像原理	109
4.4.2 线型摄像器	109
4.4.3 面型摄像器	110
4.4.4 电荷耦合摄像器件的具体参数	112
§ 4.5 其他类型的固体摄像器件	114

4.5.1 x - y 选址方式固体摄像器件	114
4.5.2 电荷引发器件(CPD)	116
4.5.3 叠层型固体摄像器件	118
§ 4.6 固体摄像器件中的几个问题	119
4.6.1 过荷开花及其抑制措施	119
4.6.2 背面光照	120
4.6.3 莫尔效应干涉条纹	121
§ 4.7 彩色固体摄像器件	122
§ 4.8 固体摄像器件的新进展	125
§ 4.9 固体红外摄像器件	127
4.9.1 导言	127
4.9.2 红外探测器的种类和红外焦平面的信号读出方式	129
4.9.3 探测器的性能参数	129
4.9.4 红外焦平面阵列	130

第五章 彩色显象管

§ 5.1 色度学简介	133
5.1.1 人眼的彩色视觉	133
5.1.2 色的混合	134
5.1.3 常用的光度学参量及其单位	134
5.1.4 色度图	135
5.1.5 CIE1931 标准色度图	137
§ 5.2 彩色图象的重现方式	139
5.2.1 自会聚彩色显象管	140
5.2.2 束指引式彩色显象管	141
5.2.3 穿透式彩色显象管	142
§ 5.3 自会聚原理	143
5.3.1 自会聚原理的定性说明	143
5.3.2 从偏转象差分析对自会聚偏转场的要求	145
§ 5.4 彩色显象管的荧光屏	151
5.4.1 黑底的涂覆	151
5.4.2 荧光粉的涂覆	152
5.4.3 曝光台	152
5.4.4 荧光粉	155
§ 5.5 彩色显象管的荫罩	157
5.5.1 荫罩材料	157
5.5.2 荫罩的节距及透过率	157
5.5.3 荫罩曲率的计算	159
5.5.4 荫罩曲面的拟合	161
5.5.5 从粉点配列修正荫罩曲率	162
5.5.6 荫罩的温度热补偿	164
5.5.7 莫尔条纹	165

§ 5.6 彩色显象管的偏转线圈	166
5.6.1 均匀磁场中的小角度偏转	166
5.6.2 磁偏转象差	167
5.6.3 偏转线圈的计算	169
5.6.4 偏转线圈的结构	171
5.6.5 左右无枕形失真的偏转线圈	172
5.6.6 高分辨率彩色显示管用偏转线圈	173
§ 5.7 彩色显象管的电子枪	177
5.7.1 发射系统	177
5.7.2 聚焦系统	178
5.7.3 其他类型的电子枪	181
5.7.4 提高分辨率的途径	182
5.7.5 动态聚焦 DAF 电子枪	186
§ 5.8 彩色显象管的调整与测试	187
5.8.1 静会聚磁件	187
5.8.2 偏转线圈的调整	187
5.8.3 彩色显象管的测试	190
5.8.4 分辨率的测量	191
5.8.5 测量分辨率的空间频率法	192
5.8.6 偏转线圈的磁场测量	196

第六章 其他真空型显示器件

§ 6.1 对显示器件的要求及特性参量	199
§ 6.2 显示器件的电子光学系统	202
6.2.1 发射系统	203
6.2.2 聚焦系统	203
6.2.3 偏转器	205
§ 6.3 显示器件的分辨率	207
6.3.1 影响分辨率的因素	207
6.3.2 提高分辨率的途径	209
§ 6.4 记录速度与偏转灵敏度	211
§ 6.5 偏转器的频带宽度	215
6.5.1 电子渡越时间的影响	215
6.5.2 高频宽带偏转系统	217
§ 6.6 平板型显示器件	219

第七章 非真空光调制型显示器件

§ 7.1 引言	225
§ 7.2 液晶显示器件(LCD)	227
7.2.1 液晶的性质与种类	227
7.2.2 液晶物理简介	228

7.2.3	与电光效应有关的物理量	232
7.2.4	液晶的电光效应	234
7.2.5	液晶显示器的结构和工艺特点	236
7.2.6	液晶显示器件的主要性能参量	238
7.2.7	液晶显示器件的驱动方式	240
7.2.8	液晶电视图象显示	246
7.2.9	液晶投影显示	248
§ 7.3	电致变色显示	250
7.3.1	电致变色显示(ECD)	250
7.3.2	电泳显示(EPID)	254

第八章 非真空发光型显示器件

§ 8.1	等离子体显示(PDP)	259
8.1.1	气体放电的基本性质	259
8.1.2	交流等离子体显示板(AC-PDP)	264
8.1.3	彩色交流等离子体显示板	273
8.1.4	直流等离子体显示板(DC-PDP)	276
§ 8.2	发光二极管(LED)	278
8.2.1	引言	278
8.2.2	发光二极管的物理基础	279
8.2.3	发光二极管的各种效率的定义	284
8.2.4	发光二极管材料	287
8.2.5	发光二极管发光效率的提高	289
8.2.6	发光二极管的特性	291
8.2.7	发光二极管的应用	294
§ 8.3	电致发光板(ELP)	296
8.3.1	分散型交流电致发光显示器(AC-ELD)	296
8.3.2	分散型直流电致发光显示器(DC-ELD)	299
8.3.3	薄膜型直流电致发光显示器	301
8.3.4	薄膜型交流电致发光	302
8.3.5	发展前景	304
参考资料		306

第一章 绪 论

§ 1.1 图象信息的传递和应用

图象信息传递的典型系统就是大家所熟悉的电视系统,摄象器件与显示器件是电视系统中发送和接收两个终端不可缺少的部件。电视系统主要是传递活动图象,当然也传送图表、图形、文字等信息。在电视系统的发送端,把欲传送的图象经过摄象器件转换为电信号,电信号经过电子线路的加工处理以后,用电缆或以电磁波的形式发送出去。在电视系统的接收端,把接收到的载有图象信息的电信号再经过电子线路的加工处理后送到显示器件。显示器件根据电信号重新形成被传送的图象。发展到今天,电视系统广泛地应用在各种领域以至到每个家庭。除了大家熟悉的电视广播外,在军事、工业、交通、文化教育、医学等各方面都使用着各式各样的电视系统。种类繁多的摄象器件正是由于在不同的应用中对电视系统提出各种不同要求而产生的。

显示器件除在电视系统中使用外,也广泛地应用在诸如仪表、雷达、计算机等技术领域。如果信息以图象方式来表现的话,就要比其他方式(如文字、语言等)有效和迅速。所以人们总是力图把物理的和化学的变化过程通过某种效应转换成电信号,然后用显示器件以图形的方式来显示。这样就有利于对那些过程进行分析和研究,从而使得显示器件在测试仪表技术中占有优越的地位。在雷达定位技术中,雷达探测结果的信息,以及这些信息的交换,都离不开显示器件。电子计算机的出现和发展,使大量的信息得以收集和处理。显示器件已成为人和计算机联系的最重要的器件。

摄象器件和显示器件应属于光电子学器件,它是光学与电子学结合起来的边缘学科——光电子学的产物。它们的发展应用了电子光学、半导体物理、阴极电子学、真空工艺学、电子材料等学科的成果。图象信息传递的要求促进了摄象器件与显示器件的发展,反过来,摄象器件与显示器件本身的发展也会引起图象传递过程的革新。近年来,随着人类社会活动的不断进展,大量的图象、文字等信息需要及时、准确的传输,这也就是现在社会向信息方向发展,摄象器件与显示器件在这个发展中承担着极为重要的任务。据统计,人从外界获得的信息中,有60%以上是从视觉(眼睛)输入的,这正是摄象器件与显示器件的研究越来越活跃的原因。

对于大多数的真空型摄象器件和显示器件来说,它们都是由电子枪、偏转系统、光电转换靶(摄象器件)或荧光屏(显示器件)三个部分所组成。摄象器件和显示器件主要的区别之一是前者使用光电转换靶而后者使用荧光屏。电子枪的作用是提供一个有一定直径和一定电流的电子束,通常电子枪又可以分成两个部件,即电子发射系统和聚焦系统。在不同的使用要求或不同类型的器件中,聚焦系统可以采用静电式的、静磁式的或电磁混合式的。偏转系统的作用是把电子束偏转到光电转换靶或荧光屏上指定的位置。它和聚焦

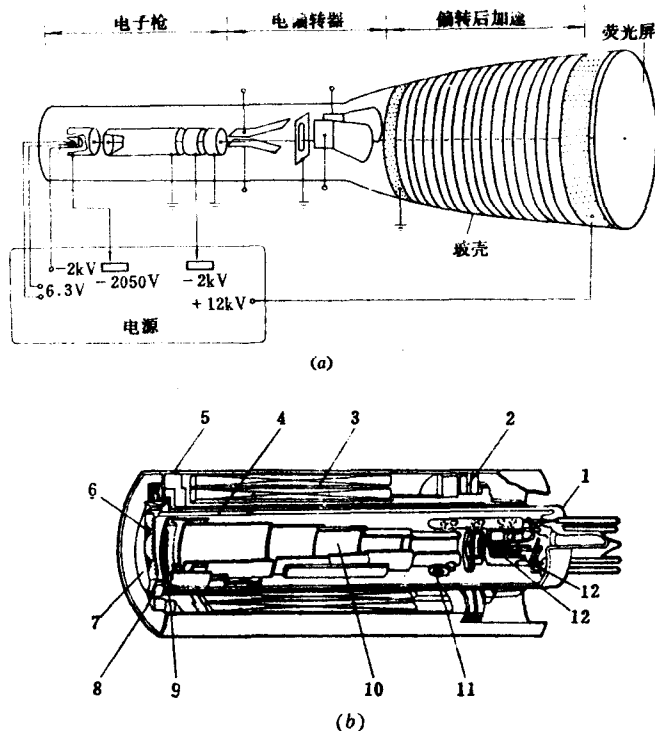


图 1.1 真空型显示器件与摄象器件

(a)显示器件(示波管);(b)摄象器件(微通道板)。

1—芯柱;2—校正磁铁;3—偏转线圈;4—极壳;5—磁屏;6—光电导膜;7—面板玻璃;
8—靶环(信号电极);9—网;10—聚焦电极;11—消气剂网;12—阴极组件。

系统类似,也有电偏转、磁偏转和电磁混合偏转三种形式。图 1.1 画出了一个使用电聚焦、电偏转的显示器件和一个使用磁聚焦、磁偏转的摄象器件。对于非真空型的摄象和显示器件来说,它们的结构各自不同,在有关章节里分别加以叙述。

1.1.1 图象传递的基本原理

摄象器件的职能是把一个图象信息转换成为电信号,而显示器件则是把电信号转换成为图象。这里所说的图象包含了文字、符号、图形、图象等各种意义。在这些器件中,电信号转换成图象信息或图象信息转换成电信号的过程大致有两种类型,我们称为“投射”转换和“扫描”转换。

投射转换:所谓“投射”转换是指把整幅图象一次转换成电信号或把电信号整体地转换成图象。这种类型转换的典型例子是象管,象管的结构如图 1.2 所示。象管通常是将微弱的光图象或将人眼不可见的辐射图象(红外图象、x 射线图象等)转换成强的光图象或可见的辐射图象。当图象通过光学系统投射到光电阴极面上,光电阴极按照图象的亮度分布发射出数量不同的电子而形成“电子图象”,这些电子经过宽束电子透镜的作用后打到荧光面上,形成可见辐射图象。在摄象器件中这类转换通常是用来增强图象的亮度分布。在显示器件中,也有这类转换。例如,把电子束投射到一个特制的金属膜片上,金属膜片上有按照要求镂空的符号或图形,电子束将通过镂空的地方打到荧光屏上,荧光屏上就显现

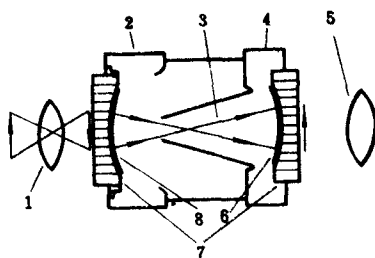


图 1.2 静电聚焦型象管结构示意图

1—物镜；2—阴极外筒；3—电子轨迹；4—阳极和聚焦电极；
5—目镜；6—荧光屏；7—光纤面；8—光阴电极。

出与金属膜片镂空相应的符号或图形。又如让电子束通过一个带有电荷分布的栅网，网上某处的电荷密度大时，就会阻止电子通过；某处电荷密度小时，就会允许部分电子通过；没有电荷的地方，电子就全部通过。这些电子打到荧光屏上，就复现出网上电荷分布的图形。我们把上述这一类转换称为投射转换。

扫描转换：扫描转换的过程是把随时间呈线性变化的锯齿形电压（或电流）加在显示器件的水平偏转系统上；如果另一个偏转系统（垂直偏转系统）不加任何信号，这时会在显示器件的荧光屏上形成一条水平亮线，可以称为“扫描线”。由于所施加电压随时间呈线性变化，因而电子束在荧光屏水平方向的移动速度是均匀的，这时扫描线的每一点都与时间有关，扫描线也可以称为时间基线。它和物理量（时间）相联系。如果同时在垂直偏转系统上施加与电信号成比例的电压（或电流），那么在荧光屏上就会显示出电信号随时间变化的图形来。这种转换是把一个物理量用“扫描线”来表示，而把电信号随该物理量的变化图形显示出来，所以称为扫描转换。显然，一个器件最少可以有三个被控制的部位，即水平偏转系统、垂直偏转系统和电子束的强度。它们可以分别代表几个物理量，显示器件可以同时显示这几个物理量或它们之间的关系。

扫描转换中的一种特定形式是“光栅转换”，电视传送图象的过程就是典型的光栅转换。光栅转换是把两组幅度随时间呈线性变化的电压（或电流）加在摄像器件或显示器件的偏转系统上，幅度随时间呈线性变化的电压（或电流）波形应为锯齿形，在 t_1 到 t_2 的时间间隔内电压的幅度由 $-V$ 变化到 $+V$ ，在 t_2 到 t_3 的间隔内电压的幅度由 $+V$ 变化到 $-V$ ，我们称 t_1 到 t_2 的间隔为“正程”， t_2 到 t_3 的间隔为“逆程”。通常逆程所需要的时间小于“正程”时间，而且愈小愈好，但它受到电路的限制，从 t_1 到 t_3 为一个扫描周期，两组锯齿波形电压（或电流）的周期是不同的。如果将两组锯齿波形电压加到显示器件的偏转系统上，在水平偏转器上的电压将使电子束自荧光屏的左侧向右侧运动，加到垂直偏转器上的电压将使电子束自荧光屏的上方向下方移动。恰当地选择锯齿形电压的周期和幅度，将使电子束自荧光屏的左上角开始扫描，在水平偏转器上的锯齿波形电压正程期间使电子束恰好由荧光屏左侧移动到右侧而形成的扫描线，称为“行扫描”，由于逆程的时间比正程短的多，电子束将迅速的由荧光屏的右侧返回左侧形成了“回扫”线。在垂直偏转器上的锯齿波形电压，其周期比“行扫描”的周期长得多（或频率低的多），在行扫描期间它只有很小的变

化,因而可以在第一条行扫描的下方开始第二行的扫描,最后在荧光屏上形成了一个“光栅”,垂直扫描称为“帧扫描”(或场扫描)。

在电视图象传送过程中,首先将图象经过光学系统投射到摄像器件的光电靶面上,光电靶面上就形成了“电子图象”,摄像器件的偏转系统上加有“光栅扫描”的两组电压(或电流),于是在靶面上形成了“光栅”,设想电子束扫描是“跳跃式”的,即在一个位置上停留一个瞬间,然后立刻“跳”到第二个位置,这时电子束就将靶面上第一个位置的电子图象转换成电信号,这个“位置”称为一个“像素”。实际上电子束是连续运动而不是“跳跃”的,所以它从第一个像素扫到第二个像素时转换的电信号实际上是像素的“平均亮度”。光栅转换就把整个的图象分解成 N 个像素,顺序地把它转换成电信号。为了使图象能够重现,需要使显示器件形成的光栅和摄像器件中的光栅相同,这是由“行同步”和“帧同步”信号实现的。用电子电路将图象信号、行同步信号、帧同步信号复合在一起形成复合的视频信号。为了传送活动图象,行扫描和场扫描的频率就不能完全任意确定,而是取决于人眼的视觉功能。在电视工作状态下,利用了人眼的视觉暂留现象(或称为视觉的惰性)和人眼的极限分辨率。人眼对一个亮点所产生的视觉印象,当亮点消失后,不会立即消失,而能暂时保留约 0.1 秒,这就是人眼的视觉暂留现象。正是这个现象才能使电影、电视成为可能。电影胶片上的每一幅图画,本来是静止的,但在一秒钟内连续放映 24 幅画面时,由于视觉的暂留现象,静止的画面才变成了活动的电影。因而在电视中每秒也至少要传送 24 幅图象,这就是说场扫描的频率不应低于 24Hz。

人眼能区分两个发光亮点的最小视角称为极限分辨角。极限分辨角要受到视场的亮度、图象的对比度和图象复杂程度的影响。在比较好的照明条件和对比度下,人眼极限分辨角的平均值约为 $1'$ 左右,通常为 $1' \sim 2'$ 。当人眼的眼球不转动时,它的视场在水平方向上大约为 120° ,在垂直方向上大约 40° ,但在这种视场范围内,特别是在边缘范围,人眼只有亮度变化的感觉,甚至不能分辨出物体的轮廓,在水平方向 17° 和垂直方向 15° 范围内才能分辨出物体的轮廓。只有在水平和垂直方向 5° 以内才具有分辨细节的能力。所以人眼在观察物体或图象时,眼球总是在不断地运动着,以便使被观察的物体或图象落在人眼能清晰分辨的范围以内。当人眼距被观察的图象的距离为图象高度的四倍时,人眼对图象的视角约为 15° ,如果人眼的极限分辨角按 $1' \sim 2'$ 来计算,能分辨出图象结构的扫描行数为 $450 \sim 900$ 行,电视中的行扫描和场扫描的频率就是根据上述原则确定的。

应当说明:电影放映时,每幅图象在瞬间是“静止”的,每幅图象之间的转换是“跳跃”式的,电视不能采用这种方式,如果电视图象也采用每秒传送 24 幅图象的话,将会出现“闪烁”现象。为了避免闪烁现象和交流电源的干扰,场扫描的频率一般选择 50Hz(或 60Hz),也就是每秒钟传送 50 幅图象。如果扫描行数选择为每幅图象为 625 行的话,我们可以估算出视频信号所需要的频带宽度。由于人眼的视场在垂直方向和水平方向上不同,电视图象的画面宽高为:4:3,设想在图象中每两个像素的亮暗程度是交替变化的,则两个像素可以用一个正弦波形来表示,由于图象高度为宽度的四分之三,所以每行包含的像素数为: $625 \times 4 \div 3 = 833$,或 416Hz,于是视频信号的最高频率为: $416\text{Hz} \times 625 \times 50 = 13\text{MHz}$,视频信号所占用的频带宽度约为 13MHz。这在当时的技术水平上是接受不了的。采用隔行扫描的方式可将视频信号的频带宽度压缩到 6.5MHz。隔行扫描就是将每幅图象分两次扫描,第一次扫描 1,3,5,...等单数行(图 1.3),下一场接着进行第二次扫描 2,

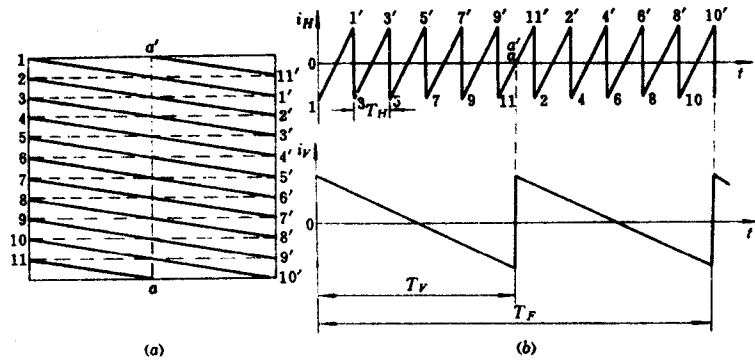


图 1.3 隔行扫描示意图

4, 6, ...等双数行。单数行的终点在 a 处, 双数行的起点在 a' 处。按照这样的规律, 每秒钟连续扫描 50 场, 合成 25 幅图象。而频带宽度只有 6.5MHz, 我国的电视制式就是采用 625 行, 50 场隔行扫描的制式。光栅转换不仅用于电视, 在其他领域中也常常使用, 例如在扫描电子显微镜中, 就是采用光栅成象的方法。

各个国家由于历史情况选择了不同的电视光栅扫描标准, 到目前为止还存在四种制式, 如表 1.1。

表 1.1 电视光栅扫描制式

制 式	I	II	III	IV
每幅行数	405	525	625	819
行扫描频率	10125	15750	15625	20475
场扫描频率	50	60	50	50
	英国采用, 已逐渐被 III 所代替	美国等采用	国际标准的制式	法国等采用

1.1.2 彩色电视传输的特点

彩色图象信息经过传递后, 要使重现图象的彩色光谱成分和原图象的光谱成分完全相同, 这在技术上是不可可能的。但根据色度学的基本原理可以知道: 自然界中的绝大部分的颜色都可以通过三基色混色的方法仿制出来, 而且混色的彩色与原图象的彩色对人眼将引起相同的颜色感觉。这就使得我们能够实现彩色图象的正确重现。因而彩色图象信息的传递过程是: 首先把彩色图象分解成三个基色的图象, 再把图象信息转换成电信号, 经过一系列的电路处理后, 把电信号通过显示器件重新形成三个基色的图象, 利用空间混色效应或时间混色效应就可以重现彩色图象。这个过程除有和非彩色(黑白)图象传递过程相同的要求以外, 还有许多特殊的要求。

彩色图象信息传递最典型的例子是彩色电视。最早的彩色电视试验方案是在四十年代实现的, 它是一种采用逐场顺序方式传递彩色电视的方案, 称为场顺序制。这个方案是在黑白摄像机中的摄像管前面加装进一只由红、绿、蓝三种颜色的滤色片所组成的“彩色转盘”。“彩色转盘”旋转时每种颜色可以在摄像管前“停留”一场的时间, 随着转盘不断旋转, 在摄像管的靶面上就顺序形成三个基色的画面。同时在接收端显象管荧光屏的前面也加装一个同样的“彩色转盘”, 并且两个转盘的旋转是同步的, 这样就把接收到的三基色画

面利用时间混色效应合成彩色图象。这个方案的示意图见图 1.4。另一种方案可以称为同时制的彩色电视方案,它使用了三只摄象管,每只摄象管前有一种颜色的滤色片,把被摄取的图象用光学的方法分别投射到三只摄象管的靶面上,于是三只摄象管就分别传送相应

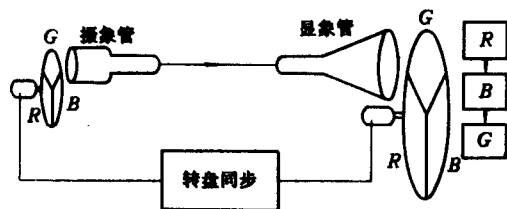


图 1.4 场顺序制彩色显象方案

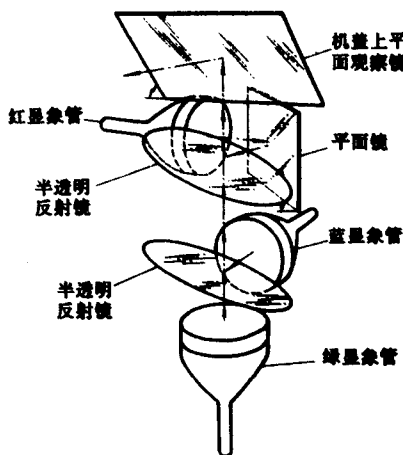


图 1.5 同时制彩色显象方案

三基色的单色图象,经过电路处理之后分三路发送出去。在接收端也使用三只显象管,三只显象管分别显示相应基色的图象,再利用光学透射和反射的方法和空间混色效应重现彩色图象。这种方案的部分示意图见图 1.5。虽然这两种方案都能实现彩色图象传递,但由于不能和当时已发展的黑白电视共用一个系统,所以不能被广泛使用。显然,如果彩色电视和黑白电视能够“兼容”,即用黑白电视接收机能接收彩色电视,也能用彩色电视接收机接收黑白电视,彩色电视才可能被推广,而且也是经济的。为了达到兼容的目的,就需要解决一系列技术问题,这也包括对显示器件及摄象器件的要求。

所需要解决的主要问题有色度编码、频谱交错(或称为频谱间置)、和正交调制等,现分别作一简要介绍。

由色度学原理可知,描述一幅彩色图象需用三个参量来表征,即亮度、色调和饱和度(后两个参量又合称色度),为了达到“兼容”的目的,需要把这三个参量的信号重新组合,这就是色度编码。因为黑白电视只接受一个亮度信号,这就要求彩色电视也传送一个只反映图象亮度的亮度信号,而且它的特性应与黑白电视相同。同时再选用两个代表色度的信号,并和亮度信号在同一个频带内传送。换句话说,色度编码应当满足三个要求:第一是三个信号中的一个为亮度信号,其他二个信号中只有色度信息而不应有亮度信息。第二是当三基色均匀相等时,传送的是白色而没有彩色信息,也就是色度信号应当为零。第三是色度信号变化时,彼此不应当有影响,同时也不要影响亮度信号。根据色度学可知,由红、绿、蓝三基色信号按 0.30、0.59、0.11 的比例混合可组成亮度信号,同时红基色减去亮度,蓝基色减去亮度组成两个“色差”信号,就可以完成色度编码,即亮度信号 E_Y ,色差信号 E_V , E_U , 由下式表示:

$$\left. \begin{aligned} E_Y &= 0.30R + 0.59G + 0.11B \\ E_V &= E_R - E_Y = 0.70R - 0.59G - 0.11B \\ E_U &= E_B - E_Y = -0.30R - 0.59G + 0.89B \end{aligned} \right\}$$