

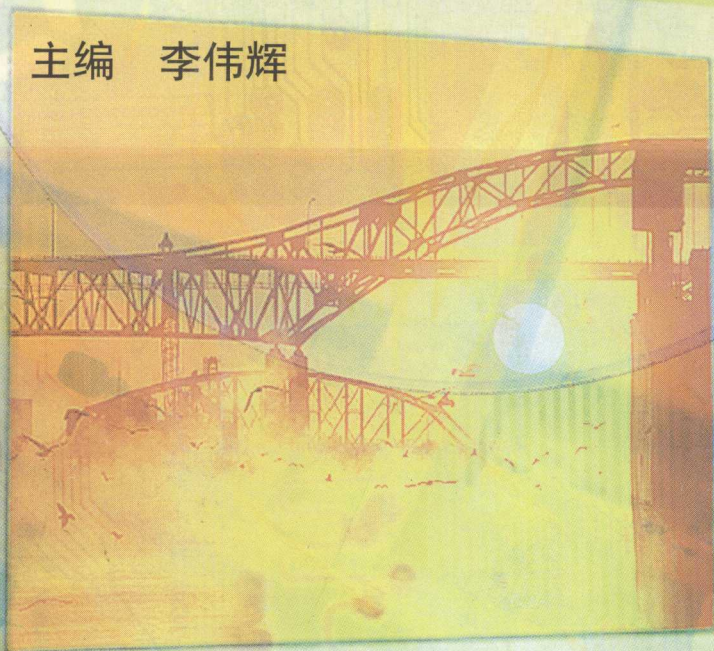


中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

电子整机原理 ——彩色电视机

(电子技术应用专业)

主编 李伟辉



高等教育出版社

中等职业教育国家规划教材

全国中等职业教育教材审定委员会审定

电子整机原理——彩色电视机

(电子技术应用专业)

主 编 李伟辉
责任主审 刘蕴陶
审 稿 王卫平 李广友

高等教育出版社

内 容 简 介

本书是中等职业教育国家规划教材,根据2001年教育部颁布的中等职业学校重点建设专业(电子技术应用专业)教学指导方案编写,同时参考了有关行业的职业技能鉴定规范及中级技术工人等级考核标准。

本书主要介绍电视图像转换原理与电视信号、广播电视发送、彩色电视基本原理、彩色电视接受原理、高频调谐器、电视中频通道、伴音通道、扫描电路、PAL-D制解调器及电视机新技术等。

本书可作为中等职业学校电子技术应用专业、电子与信息技术专业教材,也可作岗位培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

电子整机原理.彩色电视机/李伟辉编. —北京:高等教育出版社,2002.8

中等职业教育教材

ISBN 7-04-010870-4

I.电… II.李… III.彩色电视—电视接收机—原理—专业学校—教材 IV.TN949.12

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 044980 号

电子整机原理——彩色电视机

李伟辉 主编

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号
邮政编码 100009
传 真 010-64014048

购书热线 010-64054588
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所
印 刷 北京人卫印刷厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 15.75
字 数 380 000
插 页 3

版 次 2002 年 8 月第 1 版
印 次 2002 年 8 月第 1 次印刷
定 价 21.90 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

中等职业教育国家规划教材出版说明

教育部职业教育与成人教育司

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神，落实《面向21世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划，根据教育部关于《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》(教职成[2001]1号)的精神，我们组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和80个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写，从2001年秋季开学起，国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和80个重点建设专业主干课程的教学大纲(课程教学基本要求)编写，并经全国中等职业教育教材审定委员会审定。新教材全面贯彻素质教育思想，从社会发展对高素质劳动者和初中级专门人才需要的实际出发，注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本，努力为教材选用提供比较和选择，满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材，并在使用过程中，注意总结经验，及时提出修改意见和建议，使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

二〇〇一年十月

前言

本书是根据教育部 2001 年颁布的中等职业学校电子技术应用专业“电子整机原理—彩色电视机教学基本要求”编写的,同时参考了有关行业的职业技能鉴定规范及中级技术工人等级考核标准。

本书为中等职业教育国家规划教材。本教材力图贯彻中共中央、国务院《关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》的要求:“职业教育要增强专业的适用性,开发和编写体现新知识、新技术、新工艺和新方法的课程和教材”。跨入 21 世纪,电视技术已进入由模拟技术向数字技术过渡的时代。遥控数字化彩色电视机已进入千家万户,各种平面显示器不断涌现,大规模单片集成电路得到普遍的应用。结合“电子整机原理——彩色电视机教学基本要求”,本教材将突出个“新”字,以应用大规模集成电路的彩色电视机为典型机型,讲述电视机的原理、电路及新器件、新技术,并介绍大屏幕彩色电视、数字化电视、高清晰度电视等新技术。

新型彩色电视机应用了各种高科技成果,但中等职业学校学生的基础知识较薄弱,实践经验少,学时也不多,这就要求降低难度与精简内容,方能为学生所接受。降低难度就是要结合中等职业学校学生的实际,以定性分析为主,删除繁琐的数学推算和理论论证,对集成电路只介绍其功能框图与工作过程,不分析内电路的结构与工作原理,力图做到深入浅出,浅显易懂。还要根据使用和维护的要求,对较多出现故障部分多讲;对较少出现故障部分和厂方规定不允许拆开维修的部分则少讲,如把高频调谐器与遥控微处理器作为一个器件处理,只讲功能框图与外围管脚功能,不介绍内电路。对陈旧的电路与纯理论的相关部分则予以删除。为方便实用,书中少量图文符号,采用产品出厂时所附整机电路中所采用的符号。

为培养学生的综合职业技能与创造力,要扩大学生的知识面,本教材将用较大篇幅介绍电视的新知识、新技术、新工艺和新方法,如大屏幕彩色电视机、数字技术、遥控技术、I²C 总线控制技术、CCD 基带延时线等。

总之,使教材体现“浅、新、用、广”的特点。

新教材以彩色电视机的原理与电路为主线,黑白电视机只作为特例来处理。教材的体系结构为:电视的基础知识(电视信号的形成与接收)→彩色电视机的原理与电路分析→彩色电视机的新技术、新器件。

教材内容可分为三部分:基础模块、选修模块与课内实践模块。

基础模块含两部分:

第一部分是电视的基础知识,包括教材的第 1~3 章,含教学基本要求的 1、2、3、4 节,阐述电视(含黑白与彩色)信号的产生与组成、高频电视信号的调制与传送、电视接收机的基本原理。这是要求学生掌握的基本知识。

第二部分是彩色电视机的原理与电路分析,包括教材的第 4~10 章,含教学基本要求的 5~13 节。以带遥控的 TA 两片机为典型机型,阐述彩色电视机的电路组成与电路分析。电路分析分两个层次:原理电路与应用电路。原理电路用框图表示,阐述各级电路的作用、组成、信

号的处理与流程,这是理解电路的基本点。应用电路即电视机的实际电路,要求学生理解信号的流程、电路的特点和主要外围元件的作用。

由于目前生产和销售的都是彩色电视机,中级维修工的考核也以维修遥控彩色电视机为准,在本专业的“电子整机维修实习——彩色电视机”课程中已将“彩色电视机遥控系统”纳入实习计划,建议将“遥控系统”纳入基础模块。

选修模块:

教材的第11章,含教学基本要求的选修部分。这部分介绍电视的新技术、新器件,是21世纪电视的发展方向。由于受到学生基础知识的限制,只要求学生了解新技术的特点,建立基本概念,不深入分析其机理。

课内实践模块:

按教学基本要求含6个实践训练项目,要求学生掌握常用的仪器、工具,对6个电路进行检测、调整,以训练学生的动手能力和加深对电路原理的理解,为维修彩色电视机打下基础。

3年制的学生以学习基础模块、课内实践模块为主,共用90学时;4年制的学生可增加学习选修模块,共用110学时。

课时分配建议

由于本书的章节顺序与教学基本要求略有不同,基础模块增加了遥控系统,课时分配建议如下:

(一) 90学时教学方案

章序	课程教学内容	学时数			
		合计	讲课	实验	机动
1	电视的基础知识	15	14		1
2	彩色电视信号	11	10		1
3	彩色电视机的基本原理	8	8		
4	高频调谐器	9	6	2	1
5	图像中放与伴音电路	13	8	4	1
6	PAL-D解码器	7	4	2	1
7	扫描电路	9	6	2	1
8	开关稳压电源	5	4		1
9	彩色显像管	7	4	2	1
10	遥控系统	6	6		
	合计	90	70	12	8

注:机动课时可灵活使用

附录(二) 110 学时教学方案

章序	课程教学内容	学时数			
		合计	讲课	实验	机动
1	电视的基础知识	15	14		1
2	彩色电视信号	11	10		1
3	彩色电视机的基本原理	8	8		
4	高频调谐器	9	6	2	1
5	图像中放与伴音电路	13	8	4	1
6	PAL-D 解码器	8	5	2	1
7	扫描电路	10	7	2	1
8	开关稳压电源	5	4		1
9	彩色显像管	7	4	2	1
10	遥控系统	6	6		
11	彩色电视机新技术	18	16		2
	合计	110	88	12	10

注：机动课时可灵活使用

本书的第 9 章“彩色显像管”与课内实践模块由张丽华老师编写，其余部分由李伟辉老师编写。

由于编者水平有限，不足之处，敬请师生批评指正。

编者
2001 年 11 月

目 录

第 1 章 电视的基础知识	1
1.1 电视广播	1
1.2 黑白电视信号的产生	2
1.2.1 图像的光电转换过程	2
1.2.2 电子扫描	3
1.3 黑白全电视信号	5
1.3.1 图像信号	6
1.3.2 消隐信号	7
1.3.3 同步信号	7
1.3.4 全电视信号、槽脉冲、均衡脉冲	8
1.4 高频电视信号	10
1.4.1 图像信号的调制	10
1.4.2 伴音信号的调制	11
1.4.3 我国电视频道的划分	12
1.4.4 国际黑白电视制式	13
1.5 黑白电视接收机原理	14
1.5.1 黑白显像管	14
1.5.2 偏转线圈	18
1.5.3 黑白电视机的组成与工作过程	21
1.5.4 黑白电视机的图像性能指标	25
1.5.5 集成电路黑白电视机简介	26
本章小结	28
思考与练习	29
第 2 章 彩色电视信号	31
2.1 彩色与视觉	31
2.1.1 光和彩色	31
2.1.2 物体的颜色和标准光源	32
2.1.3 彩色的三要素	33
2.1.4 三基色原理与混色法	33
2.1.5 人眼的视觉特性	35
2.2 彩色图像信号	36
2.2.1 彩色电视信号的产生	36

2.2.2	兼容制	37
2.2.3	亮度信号与亮度方程	37
2.2.4	色差信号	38
2.2.5	彩条信号	38
2.3	彩色电视信号的编码	39
2.3.1	频谱间置原理	39
2.3.2	正交平衡调幅制(NTSC)	42
2.3.3	逐行倒相制(PAL)	48
2.3.4	顺序传送调频制(SECAM)	53
	本章小结	54
	思考与练习	55
第3章	彩色电视机的组成与原理	56
3.1	彩色电视机的组成与基本原理	56
3.2	解码器的工作过程	58
3.2.1	亮度信号与色度信号的分离	58
3.2.2	色度信号与色同步信号的分离	58
3.2.3	F_U 与 F_V 的分离	59
3.2.4	F_U 与 F_V 的解调	60
3.2.5	基色解码	60
3.2.6	副载波恢复电路	61
3.3	集成电路彩色电视机简介	61
	本章小结	66
	思考与练习	66
第4章	高频调谐器	67
4.1	电视接收天线	67
4.1.1	室外天线的基本形式	67
4.1.2	常用室外电视天线	67
4.1.3	馈线	68
4.2	高频调谐器的作用与性能要求	69
4.2.1	高频调谐器的作用	69
4.2.2	彩色电视机高频调谐器的性能要求	69
4.3	高频调谐器的组成与原理	70
4.3.1	输入回路	70
4.3.2	高频放大器	71
4.3.3	本机振荡器	71
4.3.4	混频器	72
4.4	电子调谐器	73
4.4.1	变容二极管	73

4.4.2	电子调谐原理	74
4.4.3	全频道电子调谐器	76
4.5	频道预选器	78
	本章小结	79
	思考与练习	79
第5章	图像中放与伴音电路	81
5.1	中放电路的作用与性能要求	81
5.2	中放电路的组成与原理	82
5.2.1	TA7680AP的功能	82
5.2.2	中放电路	82
5.3	小信号伴音处理电路	89
5.3.1	伴音中频放大	90
5.3.2	伴音鉴频电路	91
5.4	音频功率放大电路	91
5.4.1	TV/AV切换电路	91
5.4.2	音频处理电路与功放电路	92
*5.5	卡拉OK电路	96
	本章小结	98
	思考与练习	99
第6章	PAL-D解码器	101
6.1	TA7698AP简介	101
6.2	色度解码通道	101
6.2.1	色度放大电路	101
6.2.2	延时解调器	104
6.2.3	F_U F_V 同步解调器	107
6.2.4	$G-Y$ 矩阵与基色矩阵	107
6.3	副载波恢复电路	107
6.3.1	压控振荡器(VCO)	107
6.3.2	PAL开关	109
6.3.3	PAL识别与消色检波器	109
*6.3.4	NTSC制色度信号处理电路	109
6.4	亮度通道	110
6.4.1	对比度放大与延迟电路	110
6.4.2	清晰度控制电路(SRC)	111
6.4.3	黑电平钳位	112
6.4.4	消隐信号的加入与亮度信号输出电路	113
6.4.5	自动对比度限制(ACL)电路	113
	本章小结	114

思考与练习	115
第7章 扫描电路	116
7.1 扫描电路的作用、性能与组成	116
7.2 同步分离电路	117
7.2.1 同步分离级的作用、性能要求与电路组成	117
7.2.2 复合同步信号的分离——幅度分离	118
7.2.3 场同步信号的分离——脉宽分离	119
7.3 场扫描电路	120
7.3.1 场扫描电路的作用与组成	120
7.3.2 场振荡级与锯齿波形成电路	121
7.3.3 场激励与场输出级	121
7.3.4 场扫描的非线性失真的校正	122
7.3.5 长虹 C2588A 机的场扫描电路	124
7.4 行扫描电路	128
7.4.1 行扫描电路的作用与组成	128
7.4.2 行振荡级	128
7.4.3 行激励级	131
7.4.4 行输出级	132
7.4.5 行扫描的非线性失真与校正	135
7.4.6 行输出级高压电路	137
7.4.7 行 AFC 电路	139
7.4.8 长虹 C2588A 机的行扫描电路	141
本章小结	143
思考与练习	144
第8章 开关稳压电源	146
8.1 电视机电源的主要性能与形式	146
8.2 开关稳压电源原理与类别	147
8.3 并联型调宽式开关稳压电源	148
8.4 变压器耦合型开关稳压电源	148
8.5 C2588A 的开关稳压电源电路	149
8.5.1 C2588A 电源系统的组成	149
8.5.2 整流滤波电路	150
8.5.3 振荡电路	150
8.5.4 稳压电路	151
8.5.5 恒流驱动电路	152
8.5.6 过流保护电路	152
8.5.7 超低压限制电路	153
8.5.8 过压保护	153

8.5.9	加电延迟导通电路	153
8.5.10	待机控制电路	154
	本章小结	156
	思考与练习	156
第9章	彩色显像管	157
9.1	自会聚彩色显像管的结构与原理	157
9.1.1	精密一字形一体化结构电子枪	157
9.1.2	槽形荫罩板和条状荧光屏	158
9.1.3	动会聚自校型偏转线圈	158
9.1.4	快速启动式阴极	159
9.2	色纯度与会聚的调节	160
9.3	自动消磁电路(ADC)	161
9.4	枕形失真校正电路	162
9.5	彩色显像管的附属电路	164
9.5.1	直流供电电路	164
9.5.2	白平衡调整电路	164
9.5.3	关机消亮点电路	166
9.5.4	蓝背景电路	166
9.6	彩色显像管的新技术	166
	本章小结	168
	思考与练习	168
第10章	遥控电路	169
10.1	彩色电视机遥控系统概述	169
10.1.1	红外线遥控系统	169
10.1.2	彩色电视机的遥控功能	170
10.2	电压合成式遥控电路	171
10.2.1	电压合成式遥控电路的组成	171
10.2.2	电压合成式遥控电路的原理	172
10.3	长虹 C2588A 的遥控电路	174
	本章小结	180
	思考与练习	181
* 第11章	彩色电视机新技术	182
11.1	大屏幕彩色电视的新技术	182
11.1.1	提高画面质量的新电路	182
11.1.2	高音质音响系统	188
11.1.3	I ² C 总线控制	189
11.1.4	多制式	190
11.1.5	多功能	190

11.2	单片机芯彩色电视机	190
11.2.1	高频调谐器	190
11.2.2	微处理器控制电路	191
11.2.3	单片集成电路 LA7688N	193
11.2.4	中放电路	193
11.2.5	伴音通道	196
11.2.6	色度通道	199
11.2.7	亮度通道	201
11.2.8	视频输出放大电路	203
11.2.9	扫描电路	205
11.2.10	开关稳压电源	209
11.3	数字电视	215
11.3.1	什么是数字电视	215
11.3.2	数字电视信号的产生	216
11.3.3	数字电视信号的数码率压缩	217
11.4	高清晰度数字电视	217
11.5	数字化电视	218
11.6	画中画电视	220
11.7	平板显示器	221
11.7.1	液晶显示器(LCD)	221
11.7.2	等离子体显示器(PDP)	222
	本章小结	224
	思考与练习	224
	课内实践	226
	实验一 高频调谐器的检测	226
	实验二 图像中频通道的检测	229
	实验三 伴音通道的检测	230
	实验四 扫描电路的检测	232
	实验五 PAL 解码器的检测	234
	实验六 白平衡的调整	236
	参考文献	238

第1章 电视的基础知识

1.1 电视广播

电视机已成为人们获取信息与休闲娱乐的重要工具。只要你打开电视机的电源,调节选台装置,就可接收到许多电视台的广播,将世界各地的实时新闻与精彩的文体体育表演,栩栩如生地重现在屏幕上,令你有身临其境的感觉。电视技术的发展,终于实现了自古以来人们追求的“千里眼、顺风耳”的愿望。

电视机接收的是由电视台发出的电视信号,电视信号的产生、传播与接收系统如图 1.1 所示。电视信号包含图像信号与伴音信号。

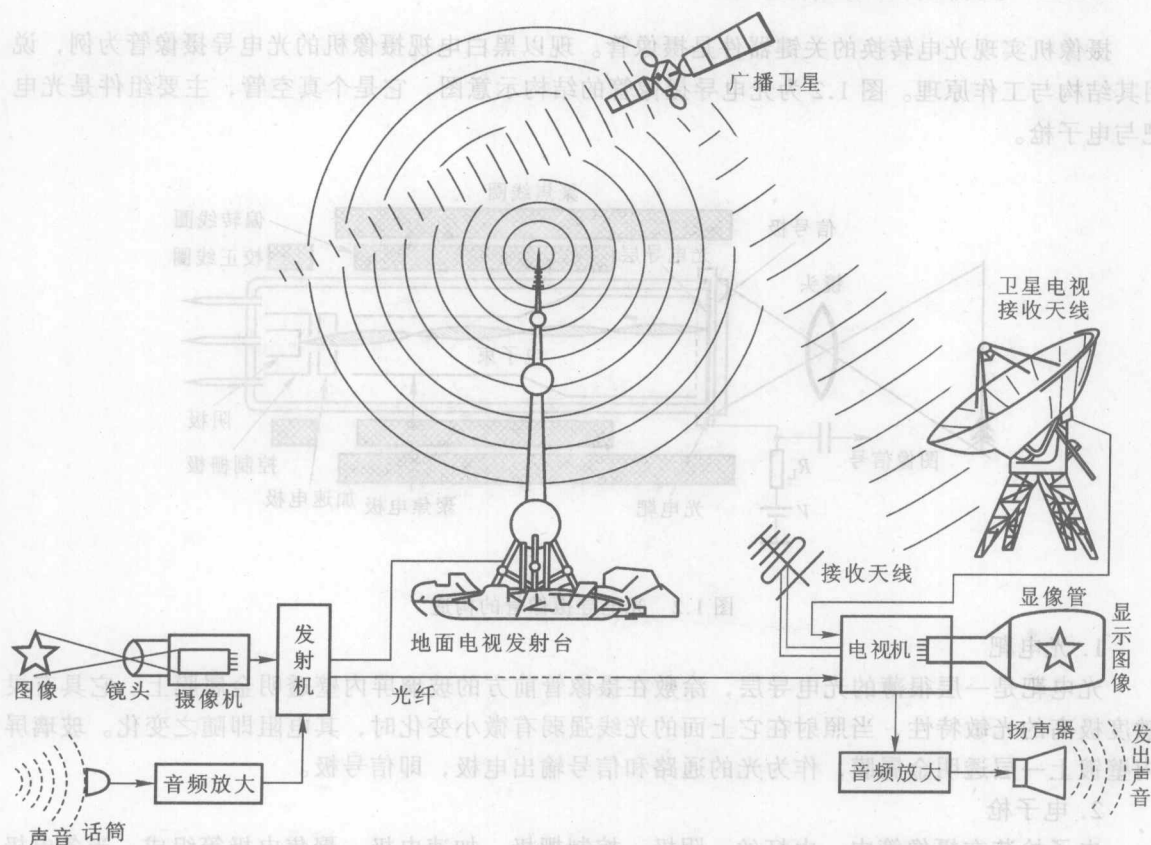


图 1.1 电视信号的产生、传播与接收

电视伴音的广播和语言、音乐的广播一样，首先通过话筒，把声音转变为电信号(电流或电压)——音频信号，经过放大，在发射机中加以调制，把它变换成高频调频信号。

图像的广播首先通过摄像机把图像的空间光信号转换为时序的电信号——视频信号，经过放大，在发射机中加以调制，把它变换成高频调幅信号。

图像高频调幅信号与伴音高频调频信号混合，形成了既有图像又有伴音的高频电视信号。

高频电视信号通过发射天线形成电磁波，以直线方向向周围空间传播，即为广播电视。为了减少干扰，可用特制的导线——光纤，将电视信号直接传到用户，这就是有线电视。为了扩大传播的范围，可将电视信号发射到离地面一定高度的同步卫星上，再由它转发到地面，即为卫星电视。

电视接收系统的主要设备是电视机。电视机的显像管可将图像的电信号转换为光信号——图像；电视机的扬声器可将伴音的电信号转换为声音。

1.2 黑白电视信号的产生

1.2.1 图像的光电转换过程

摄像机实现光电转换的关键器件是摄像管。现以黑白电视摄像管的光电导摄像管为例，说明其结构与工作原理。图 1.2 为光电导摄像管的结构示意图，它是个真空管，主要组件是光电靶与电子枪。

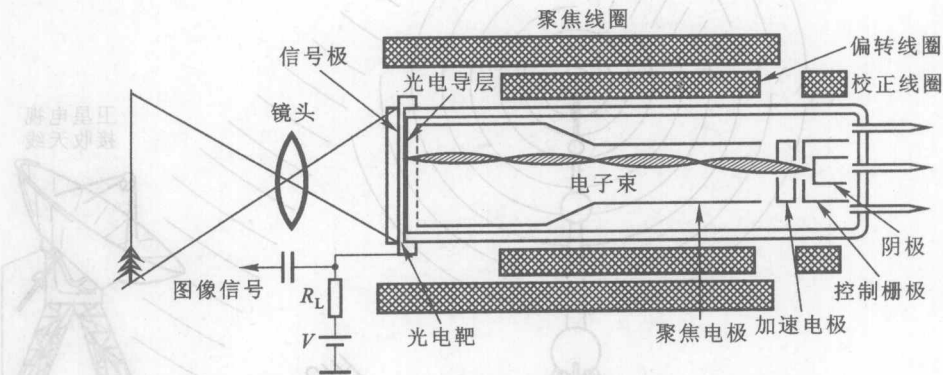


图 1.2 光电导摄像管的构造

1. 光电靶

光电靶是一层很薄的光电导层，涂敷在摄像管前方的玻璃屏内壁透明金属膜上。它具有灵敏度极高的光敏特性，当照射在它上面的光线强弱有微小变化时，其电阻即随之变化。玻璃屏内壁镀上一层透明金属膜，作为光的通路和信号输出电极，即信号极。

2. 电子枪

电子枪装在摄像管内，由灯丝、阴极、控制栅极、加速电极、聚焦电极等组成。当各电极加上正常电压时，阴极发射电子，在加速极、聚焦极、信号极形成的电场和套在管外的聚焦线圈的磁场作用下，电子将被加速且聚合成很细的电子束会聚在光电靶上。此电子束受到套在管

外的行、场偏转线圈的作用,就会沿着靶面从左到右、自上而下地运动。

当图像通过摄像机的镜头成像于光电靶时,由于靶面上镀层的光敏效应,对应于图像的亮点,它的电阻减少较大,导电率就高;对应于图像的暗点,它的电阻减少较小,导电率就低。当电子束扫射到“亮点”时,它在回路上形成的电流就大些,扫射到“暗点”时,它在回路上形成的电流就小些,从而实现了将图像的空间光信号转换为时序电信号,这个信号称为视频图像信号。

图 1.3 为视频图像信号产生的示意电路图。由摄像管阴极发射的电子束为装在光电靶后面的信号极吸收,构成了一个电流的闭合回路,产生视频图像电流 i , 这个电流经负载电阻 R_L , 形成了视频电压。由图 1.3 可知,视频输出电压为

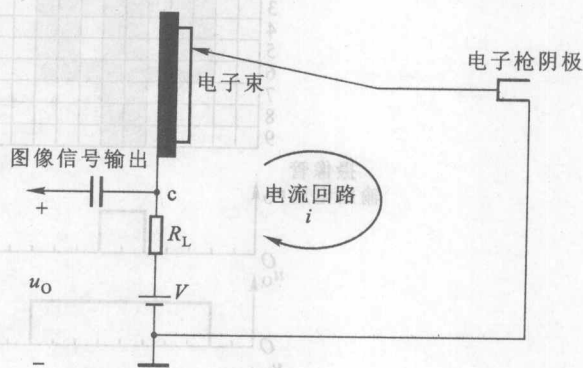


图 1.3 视频图像信号的产生

$$u_o = V - iR_L$$

对应于图像的亮点,视频电流 i 大,在负载电阻 R_L 上的损耗大,输出电压低;对应图像的暗点,输出电压高。其输出视频电压的高、低与图像的亮、暗相反,称为负极性电视信号。如输出的视频电压的高、低与图像的亮、暗相对应,称之为正极性电视信号。

1.2.2 电子扫描

一幅黑白图像是由许多细小、亮度不同的单元组成的,这些构成图像的细小单元称为像素。用放大镜观看报纸上刊登的传真照片,就会明显看到这些像素。

一幅清晰度良好的图像包含几十万个像素。怎样才能把这几十万个空间分布的像素转变为一一对应的、时间分布的电信号呢?摄像机采取了顺序传送法,即使电子束从左至右、自上而下地按一定的规律在靶面上运动,这样就可以使成像于靶面上的几十万个像素变成一一对应的电信号。称电子束的这种有规律的运动为电子扫描。例如,把一个白底黑色“中”字变为电视信号时,摄像机的镜头把“中”字成像于摄像管的靶面上。摄像管电子束沿靶面由上至下逐行扫描,当扫描到对应于图像白底处,形成的信号电流较大,输出低电压;当扫描到相应于图像的黑处,由于形成的信号电流小,输出高电压。各行扫描输出的信号电压 u_o 如图 1.4 所示。

当电子束沿画面由上至下,一行紧接一行地扫一遍时,就可将整个画面的像素先后变成电信号。这样的扫描方法叫逐行扫描。电子束沿水平方向的扫描叫行扫描,沿垂直方向的扫描叫帧扫描或场扫描。电子束的扫描实际上是这两种扫描的合成,所以扫描轨迹是水平向右下倾斜的。显然,图像扫描的行数越多,就越能反映图像的细节,图像的清晰度就越好。我国规定,每幅画面扫描 625 行。

以上讨论的是静止图像的传送,活动图像又怎样传送呢?电影的放映过程给了我们启发。电影底片是由一幅幅内容十分相近的静止图片组成,在放映时每秒映出 24 幅图片,每两幅图片相隔时间为 0.04s。由于人眼的视觉有惰性,当人眼观察到一个亮点时,在此亮点消失后,人眼的

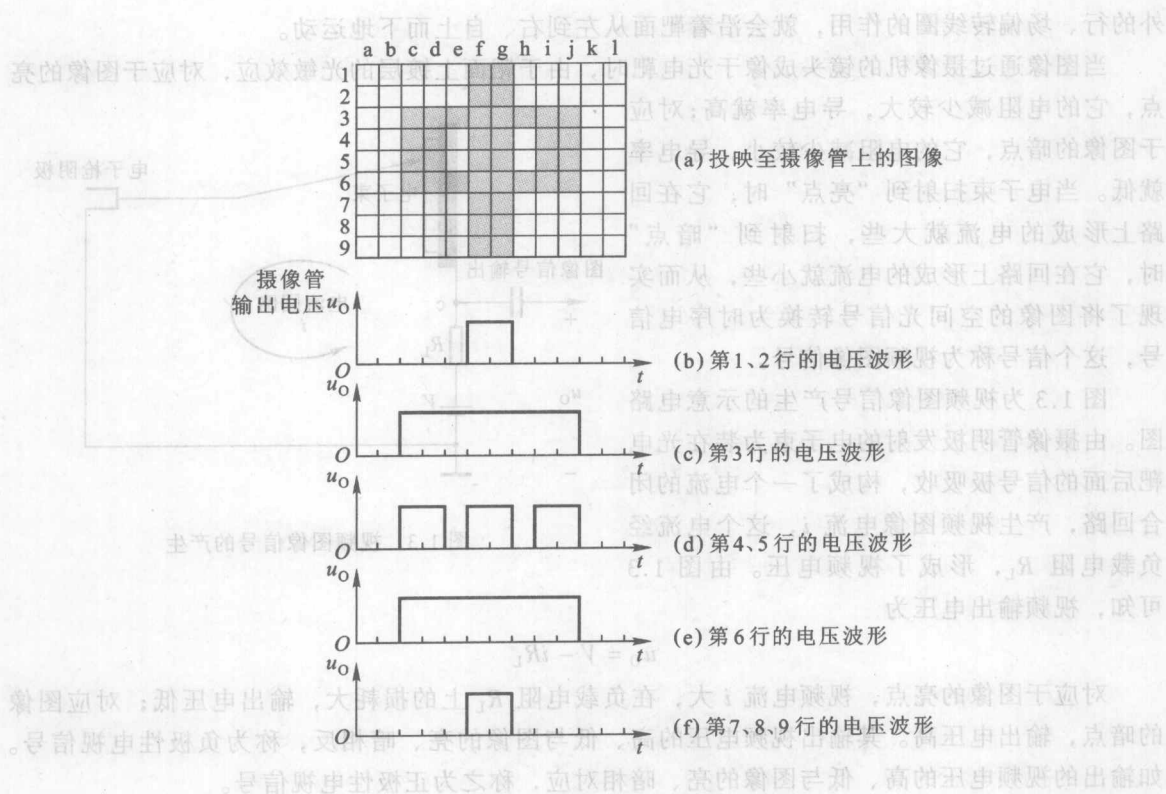


图 1.4 顺序逐行扫描产生的信号

亮点感觉并不立即消失，这称为视觉暂留。视觉暂留时间小于 0.1s，只要两幅图像出现的时间小于 0.1s，前幅图像的感觉未消失，后一幅图像就已到来，于是就会感到图像是连续的。

电视采用了和电影相似的办法，把活动图像分成一幅幅内容十分相近的静止图像来传送，只要传送两幅图像的间隔时间小于 0.1 s，人眼的视觉看起来就是连续的活动图像。这要靠电子束的垂直扫描速度来实现。

在电视技术中，我们把一幅静止图像叫一帧，电子束每秒沿垂直方向扫描完整的图像帧数叫帧频 f_V 。我国规定，每秒传送 25 幅图像，因此

$$f_V = 25 \text{ Hz (赫)}$$

扫描一帧图像所需的时间叫帧周期 T_V ，它是帧频的倒数，即

$$T_V = \frac{1}{f_V} = \frac{1}{25 \text{ Hz}} = 0.04 \text{ s} = 40 \text{ ms (毫秒)}$$

电子束每秒沿画面作水平扫描的行数叫行频 f_H 。由于每帧图像扫 625 行，每秒扫 25 帧图像，所以

$$f_H = 25 \times 625 = 15625 \text{ (Hz)}$$

水平扫一行的时间叫行周期 T_H 或 H ，它是行频的倒数，即

$$T_H = H = \frac{1}{f_H} = \frac{1}{15625 \text{ Hz}} = 64 \times 10^{-6} \text{ s} = 64 \mu\text{s (微秒)}$$

以上是描述行、帧扫描的重要参数。