



GH

中等专业学校工科电子类教材

电视原理与 接收机

李作民 主编

西安电子科技大学出版社

(陕)新登字 010 号

内 容 简 介

本书主要讲述电视和电视接收机的基本原理。为了能由浅入深、循序渐进地阐明电视原理,本书首先在第一章讲解黑白电视的基本原理,使读者掌握由发送到接收完整的黑白电视系统的工作原理。然后,在第二章进一步讲述与黑白电视兼容的彩色电视基本原理,主要讲述我国采用的 PAL-D 制式的彩电原理,强调系统各处彩色电视信号的特点及其传递和变换过程。为节省篇幅,突出重点,在第三章到第六章以我国优选 TA 两片和四片集成电路的彩色电视接收机为主,黑白分立元件电视机为辅讲述电视接收原理。本书第七、八两章介绍电视机调试、维修和一些新技术方面的知识。全书参考学时数为 72 学时。

本书为全国电子类中专统编教材,也可供同类专业职校、技工学校选用,或供无线电工作者和爱好者参考。

中等专业学校教材
电视原理与接收机

李作民 主编
责任编辑 李惠萍

西安电子科技大学出版社出版

地址:西安市太白南路 2 号 邮编:710071

西安市长青印刷厂印刷

陕西省新华书店发行 各地新华书店经销

开本 787×1092 1/16 印张 17.5 插页 3 字数:410 千字

1995 年 12 月第 1 版 2002 年 8 月第 5 次印刷 印数:20 001~24 000

ISBN 7-5606-0378-5/TN·0095(课)

定价:15.00 元

XDUP 0648001-5

出版说明

根据国务院关于高等学校教材工作的规定，我部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，组织我部所属的九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多种。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、师生反映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定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。

机械电子工业部电子类专业教材办公室

前 言

本教材系按机械电子工业部的工科电子类专业教材 1991~1995 年编审出版规划,由机电部中专电子技术类教学指导委员会征稿并推荐出版。责编委潘平仲。

本教材由山东电子工业学校李作民老师担任主编,福建电子工业学校高级讲师吴金福老师担任主审。

本课程的参考学时数为 72 学时,其主要内容是讲解电视的基本原理和电视接收机的基本原理。为了能由浅入深、循序渐进地阐明电视原理,本书在第一章首先讲述黑白电视的基本原理,使读者先掌握由发送到接收的完整的黑白电视系统。然后在第二章再进一步讲述彩色电视原理,而且主要讲述我国采用的 PAL-D 制式,强调系统各处彩色电视信号的特点及其传递和变换过程。为了节省篇幅,突出重点,在第三章到第六章以我国优选 TA 四片和两片集成电路的彩色电视接收机为主,黑白分立元件电视接收机为辅,讲述接收机原理。本书第七章介绍了电视接收机的调试和维修方法。第八章介绍了电视新技术的发展状况和基本原理。本教材按 1992 年部颁教学大纲安排了各章的内容和学时数:绪论 2 学时,第一章广播电视基础知识 12 学时(包括黑白显像管 2 学时),第二章电视信号 18 学时(包括彩色显像管 2 学时),第三章高频调谐器和公共通道 12 学时,第四章伴音和电源 4 学时,第五章扫描电路 6 学时,第六章视频通道 10 学时,第七章调试与维修 4 学时,第八章电视新技术 4 学时。

使用本教材时注意重点掌握电视和接收机的基本原理,掌握彩色电视信号在收、发两端的变化过程和信号的时域、频域特点。电视接收机的型号繁多,发展迅猛,但其基本原理是相同的。本教材由黑白、彩色两个电视接收机的具体电路出发,分析讲解基本原理,希望能达到举一反三,掌握重点的目的。本课程是一门实践性很强的专业课,在学习过程中,希望理论多联系实际,如能多做一些实验、实习,或指导学生时常维修一些电视接收机,对掌握本教材将是非常有益的。

本教材由山东电子工业学校李作民老师编写第一章到第六章,山东省电子工业学校李松岩、王新新老师编写第七章和第八章,李作民老师统编全稿。参加审阅和制图工作的还有山东省电视台高级工程师李乃明同志,武汉无线电工业学校高级讲师杨维纲老师以及山东省电子工业学校焦志先和孙传会老师也参加了审阅工作,他们都对本书提出了许多宝贵意见。另外,山东省电子工业学校的刘若言老师和绍华、胡爱民两位同学将全部书稿输入计算机,这里对他们的辛勤工作表示诚挚的感谢。

由于编者水平有限,书中难免还存在一些缺点和错误,殷切希望广大读者批评指正。

编 者

1994 年 9 月于山东电子工业学校

目 录

绪 论	1
第一章 广播电视基础知识	4
§ 1.1 电视的基本原理	4
1.1.1 电视基础理论	4
1.1.2 电子束和电子扫描	6
1.1.3 摄像管与显像管组成的电视系统	7
§ 1.2 人眼的视觉特性和电视图像	12
1.2.1 人眼的视力范围与电视屏幕形状	12
1.2.2 人眼视觉的适应性与电视图像的亮度、对比度和灰度	13
1.2.3 视觉锐度与图像扫描行数	14
1.2.4 视觉惰性 with 图像场频	15
§ 1.3 电子扫描与隔行扫描	17
1.3.1 行场磁偏转	17
1.3.2 行扫描频率与图像信号带宽	19
1.3.3 隔行扫描	21
1.3.4 扫描的同步	22
1.3.5 我国广播电视中的几个参数	22
§ 1.4 黑白全电视信号	23
1.4.1 黑白全电视信号	23
1.4.2 图像信号	24
1.4.3 行消隐与行同步信号	25
1.4.4 场消隐与场同步信号	26
1.4.5 开槽脉冲与前后均衡脉冲	27
1.4.6 黑白全电视信号波形与特点	29
§ 1.5 广播电视发送基本原理	30
1.5.1 广播电视发送系统组成方框图	30
1.5.2 摄像机简介	32
1.5.3 电视信号的调制	32
1.5.4 电视信号的发送	34
§ 1.6 黑白电视接收机	38
1.6.1 黑白显像管及其附属电路	38
1.6.2 黑白电视接收机原理	45
第二章 彩色电视原理和彩色电视信号	53
§ 2.1 人眼视觉特性与彩色电视系统	53
2.1.1 可见光	53
2.1.2 物体的颜色和标准光源 ^①	54
2.1.3 三基色原理与简单的彩色电视系统	56
§ 2.2 彩色光的复合与分解	57

2.2.1	彩色光的复合	57
2.2.2	配色实验	60
2.2.3	XYZ 色度图	60
2.2.4	彩色光的分解	64
2.2.5	分色棱镜	65
§ 2.3	兼容制彩色电视	66
2.3.1	三基色信号与亮度、色差信号的关系	67
2.3.2	大面积涂色与频谱间置	69
2.3.3	平衡正交调幅	72
2.3.4	同步解调	75
2.3.5	NTSC 制与 SECAM 制彩色电视简介	76
§ 2.4	PAL 制彩色电视	78
2.4.1	逐行倒相的效果	78
2.4.2	PAL 制彩色电视编码原理	79
2.4.3	PAL 制视频信号的频谱间置	81
2.4.4	PAL 制色度信号解码	84
§ 2.5	PAL 制彩色电视信号	88
2.5.1	标准彩条图像和三基色信号波形	88
2.5.2	标准彩条信号的亮度与色差信号波形	90
2.5.3	标准彩条信号的色度信号波形与矢量图	90
2.5.4	彩条图形的复合图像信号波形	93
2.5.5	彩色同步信号	94
2.5.6	PAL 制彩色全电视信号	95
§ 2.6	彩色电视接收机原理	96
2.6.1	自会聚彩色显像管	96
2.6.2	彩色显像管附属电路	99
2.6.3	彩色电视机电路组成及性能要求	102
第三章	彩色电视公共通道	107
§ 3.1	调谐器(高频头)	107
3.1.1	调谐器的主要性能要求和电路组成	107
3.1.2	电子调谐器原理	111
3.1.3	TDQ—3 型调谐器	112
3.1.4	频道预选器电路原理	118
§ 3.2	中频通道	122
3.2.1	概述	122
3.2.2	声表面滤波器	124
3.2.3	集成块 D7607AP 内、外电路功能框图	125
3.2.4	双差分乘法器和视频同步检波	126
3.2.5	双差分正交鉴频原理与 AFT 电路	129
3.2.6	自动增益控制 AGC 电路原理	131
3.2.7	TA7680AP 图像中频放大电路	136
第四章	伴音与电源	139
§ 4.1	伴音通道	139
4.1.1	概述	139

4.1.2 陶瓷滤波器	140
4.1.3 D7176AP 鉴频电路工作原理	142
§ 4.2 电源电路	144
4.2.1 概述	144
4.2.2 几种开关稳压电源	145
4.2.3 附图(二)中的开关电源工作原理	148
第五章 电视机同步扫描电路	150
§ 5.1 扫描电路概述	150
5.1.1 扫描电路的作用及特点	150
5.1.2 偏转电流的产生	151
§ 5.2 同步分离和抗干扰电路	153
5.2.1 幅度分离与宽度分离	153
5.2.2 幅度分离电路原理	154
5.2.3 抗脉冲干扰电路原理	156
§ 5.3 场扫描电路	157
5.3.1 场锯齿电压的形成	157
5.3.2 场振荡	158
5.3.3 场同步原理	160
5.3.4 场输出电路	161
5.3.5 场扫描电流失真及补偿	165
5.3.6 附图(二)场扫描电路	166
§ 5.4 行扫描电路	167
5.4.1 行输出电路原理	167
5.4.2 行锯齿电流非线性失真(AFC)	170
5.4.3 逆程变压器	173
5.4.4 行输出电路实例	176
5.4.5 行激励与行振荡	177
5.4.6 AFC 自动频率控制电路原理	179
5.4.7 D7609P 内、外电路框图原理	184
第六章 视频通道	187
§ 6.1 视频通道的任务和电路功能概述	187
6.1.1 分解过程	188
6.1.2 复合过程	191
§ 6.2 亮度通道与矩阵输出电路	192
6.2.1 黑白电视机视频通道——视放级	193
6.2.2 彩色电视机亮度通道	194
6.2.3 末级矩阵视放电路	198
§ 6.3 色度通道	198
6.3.1 概述	199
6.3.2 色度通道主要电路分析	200
§ 6.4 副载波恢复电路	205
6.4.1 概述	205
6.4.2 压控振荡器	208
6.4.3 鉴相器	213

6.4.4 识别、消色和双稳、PAL 开关电路	215
第七章 电视机的调试与维修	219
§ 7.1 电视机主要质量指标的主观判断	219
§ 7.2 彩色电视机主要性能的调试	222
7.2.1 频率特性的调试	222
7.2.2 用示波器调试	224
7.2.3 利用显像管本身作显示器调试	227
§ 7.3 电视机的维修	227
7.3.1 电视机维修的基本条件	227
7.3.2 电视机故障检修步骤和顺序	228
7.3.3 电视机的故障检查方法	233
§ 7.4 常规元件的检测	233
第八章 电视机整机电路分析及新技术	238
§ 8.1 电视接收机机型概况和电路分析	238
§ 8.2 直角平面大屏幕彩色电视接收机	243
§ 8.3 遥控电视接收机	250
§ 8.4 高清晰度电视机	260
§ 8.5 液晶电视与投影电视	263
8.5.1 液晶电视	263
8.5.2 投影电视	266
参考文献	270

绪 论

“电视”被誉为现代科技七大奇迹之一。从黑白电视正式开播到现在虽然只有几十年的历史，但其发展之迅猛却令人惊叹不已。它正不断渗透到社会的各个领域，对人类的活动产生了异乎寻常的影响，引起了各国的高度重视。

一、电视发展简史

电视的发明和发展是许许多多科学工作者呕心沥血，多年努力的成果。电视是在照像、传真、电影和无线电通讯等各种技术的基础上，逐步发展起来的。

1884 年德国的尼普科发明一种钻有许多小孔的机械扫描圆盘，它巧妙地将光信号变成了电信号。1925 年英国人贝尔德在这个被人们称作“尼普科圆盘”的扫描装置基础上发明了电视发送设备。在英格兰，人们曾利用 100 多架这种机械扫描电视机实况转播了跑马场的大型赛马场面，使成千上万人通过电视目睹赛马盛况，引起了轰动。

1928 年，在美国定居的俄国电器工程师佐沃尔金在英国电器工程师史文顿提出的电子扫描理论的基础上，研制出电子束扫描装置，淘汰了笨重的机械扫描圆盘，使电视技术得到飞速发展。

1931 年美国在纽约进行了电视实验广播。

1936 年英国在伦敦开始了正式的黑白电视广播。

1952 年美国开始彩色电视的实验广播，从此，电视事业在全世界蓬蓬勃勃地发展起来。我国在 1958 年开始电视广播，1973 年开始试播彩色电视节目。到目前，我国的电视广播事业已有了 30 多年的历史。

二、什么是“电视”

从广义上讲，电视是一种“电子视觉”，即用电的方法延长和扩展人类的视觉。从技术角度讲，电视是一种通讯方式，即用电的方法传送固定的或活动的景像的一种通讯方式。电视的通讯过程，从根本讲是光和电相互转换的过程。

电视是一个“系统”，它由“发送”、“接收”和“信道”三部分组成，如图 0-1 所示。例如，

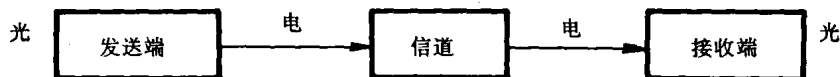


图 0-1 电视系统框图

我们日常使用的电视接收机是广播电视系统的“接收部分”；而电视台是系统的“发送部分”。电视台将各种节目信号转换成电信号，经处理加工后，通过无线电波这个“信道”传送给电视接收机，再经接收机把此电信号转换成图像信号，我们才能看到电视台播放的各种

节目。

关于电视研究的基本问题有两个：一是光电如何更有效地相互转换，这是电视技术上的重要课题；另一个问题是，图像转换成电信号后如何更有效地传送，这实际上属于无线电通讯所研究的问题。总之，电视是人类传递图像信息的一种先进的通讯工具。

三、电视的作用

电视之所以对人类活动产生深刻的影响，关键在于它是最好的传递信息的工具。信息自古就被人类所重视。例如，我国古代君王霸主为了迅速传递战争的消息，不惜耗费巨大人力物力在万里边界修筑了一个个烽火台；又如，唐代诗人杜甫曾感叹：“烽火连三月，家书抵万金”。当前，在激烈的竞争社会中，信息更被当成如生命一样宝贵的财富，而电视正是当代传递信息最有力的工具，这是因为：

(1) 传递的信息量大。据统计，人类获得的信息主要来源于人类的五种感觉中的视觉，大约占 60%~80%，其次来源于听觉，两项共占 90% 以上。

电视一般是视觉、听觉信息一起传递的，因而，电视这种通讯方式所传递的信息量之大是其它方式无法与之相比的。

(2) 传递速度快。电视是利用电磁波通过无线信道或有线电缆传递信息的，其传播速度接近光速，是目前已知传递速度最快的通讯手段之一，这种高速度无疑是激烈竞争的得力工具。

(3) 容易与其它高科技技术相结合，使其功能得到最大扩展。因为电视传递的是电信号，它容易转化、利用，很容易与其它科技结合。例如，与红外传感器结合制成红外电视，能够使人看见漆黑夜色中的景物；与人造地球卫星技术结合制成卫星电视，使广播电视覆盖了全球；特别是它与录制技术(磁带、磁盘或光盘)及计算机技术相结合，使电视信息能够方便、迅速地存取，并能进行特技加工修改、自动程序编辑，使本身的功能得到惊人的扩展。

电视正逐步渗透到社会各个角落，冲击着每个环节，甚至改变了人们的生活习惯。例如，人们在业余时间总喜欢坐在电视机前观看电视，享受现代化的文化生活。也有人惊呼，电视危害了人类的生活，破坏了家庭亲密关系。但大部分的人认为，电视促进了人类的进步，促进了科学技术的发展。无论是赞成还是反对，人们都感觉到了电视的巨大作用。

四、诱人的前景

目前电视已发展到相当的水平。高清晰度电视系统、超大屏幕的彩色电视系统已进入实用阶段；超小型的、超薄型的以及立体电视正不断完善；多功能、多制式、多画面电视机已推向市场；卫星电视接收系统也开始进入家庭。新兴的“多媒体技术”和“信息高速公路”都离不开电视技术的支持。随着高科技的发展，电视技术将会更加迅猛地发展，电视将成为人类的最好的伙伴。可以想象，在不久的将来，几十套、几百套电视节目色彩纷呈、惊心动魄，为你提供娱乐；智能电视可以为你处理来往信函，寻找资料，提供建议；电视电话帮助你 and 世界上任何一个人见面通话；电视报纸可以为你提供你感兴趣的最新消息；立体全息电视仿佛可以送你到世界上任何地方，甚至深山海底，太空宇宙去遨游，定能使你身临其境，乐而忘返……，将来的电视多么令人神往！

五、本课程的任务和本书的特点

本课程的主要任务是通过学习教材和实验、实习等教学环节，使学生能掌握电视的

最基本原理以及彩色电视机的基本原理。本书力求做到篇幅短小、内容精练实用，目的是在短短的几十学时内，使学生学到最基本的、最重要的和较实用的内容。为此，在讲述原理时，遵循学习的规律，先易后难，循序渐进，先讲黑白电视原理，再讲彩色电视原理。黑白电视是彩色电视的基础，学好黑白电视原理才能更好地理解彩电原理。同时在讲述过程中，注意引导学生学习前人分析问题、解决问题的思路和方法，开拓学生的思维，增强理解能力。

在讲述接收机具体电路时，不但希望学生能运用过去学过的电路理论逐步掌握接收机电路原理，同时希望能学会分析电视机电路的方法，举一反三，不断提高识图能力。另外，在阐述原理时，注意多介绍一些有关电视机调整、测试与维修方面的实用知识，希望能对学生在装配或维修电视机的实践活动中有所帮助。

本书只是一本学习电视技术的入门书，因篇幅有限，不可能讲述完所有的电视方面的知识，更何况电视技术的发展实在太快，但我们相信，只要不断地学习，不断地实践，电视这门技术是不难掌握的。

复 习 题

1. 什么是电视？
2. 电视为什么是当代传递信息的有力工具？
3. 电视技术主要研究哪两个基本问题？
4. 电视系统主要由哪几部分组成？

第一章 广播电视基础知识

§ 1.1 电视的基本原理

本节重点预备知识:

- (1) 电场对电荷的作用力;
- (2) 磁场对电流的作用力 (洛仑兹力)。

1.1.1 电视基础理论

现代电视系统已达到了很高的水平,其技术设备也变得异常复杂,但其所遵循的基本理论却没有改变,仍然按照 100 多年前一位法国律师塞列克提出的方法实现电视传输,即“首先将图像内容分成许多小单元(像素);然后,将这些小单元的亮度(光信号)变成电信号;最后,将像素信息依次轮换送出”,这是发送端实现电视传输的三个步骤。

一、图像分解为像素

将一个活动的、立体的、彩色的景物高速地、远距离地、真实地传送到人的眼前,这一直是人类追求的梦想。为达此目的,多少科学工作者顽强不懈地努力提高电视技术水平,同时千方百计地寻找人眼的缺陷,尽可能利用最经济的手段“欺骗”人的双眼,呈现一个使人有真实感觉的图像。注意只是感觉真实。

我们借助放大镜仔细观察报纸上的照片,会发现整幅的画面是由许多排列有序的小黑点组成的,亮(白)的地方黑点小,暗(黑)的地方黑点大,由于每个点之间距离很近,利用了人眼分辨率有限的特点,或者说是缺陷,使人远距离感觉是一幅清楚的照片,这些小黑点称作“像素”,我们还发现整幅照片中,小黑点即像素越多,照片越清晰。

实现电视传输的第一步,是在系统的发送端利用光学镜头将真实景物转换成平面矩形图像,平面图像则可以分解为许多像素;相反,像素按原规律排列又能复合成图像。这样,客观景物传输问题,转化为一个个像素的传输,问题就简单多了。

二、光电相互转换和同时制电视系统

电视传输的第二步,是把像素的光信号转换成容易加工、处理和远距离传送的电信号。利用具有光电效应的各种器件,可将光信号转换成电信号。下面我们采用“光敏电阻”讲解其原理。光敏电阻被光照射后,阻值就会下降,光越强阻值下降越多,阻值与光亮度成反比。

图 1-1 就是利用光敏电阻组成的一个像素的电视传输系统。它和电源、导线以及小灯泡组成一个完整的电路,小灯泡是接收端进行电光转换的关键器件。图中像素的光通过光学镜头成像在光敏电阻上,像素光越强,其阻值越小,则回路中电流 i 越大,接收端小灯泡也越亮,小灯泡模拟了远处像素的亮度,完成了一个像素的黑白电视传输。其中,发送端的

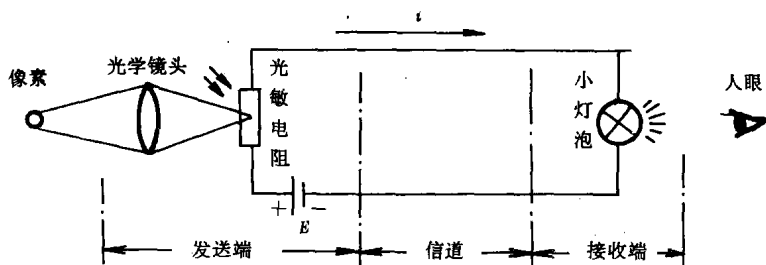


图 1-1 一个像素的黑白电视系统

电源和光敏电阻起到把光转换成电的作用，接收端的小灯泡起到把电转换成光的作用，一对导线起到信道传输的作用。

那么，建立许多这样的系统，传送图像中的每个像素的信息，并在接收端，将每个像素所对应的灯泡排列在相应的位置上，在一定的距离外观看，不就能显示出一帧完整的图像了吗。这就是“同时制”电视系统，即每个像素信息同时传送，同时显示。但这是个难以实现的方案，每一个像素用一对导线，一幅图像有几十万个像素，则信道要用几十万对导线，耗电不算，装置造价也太高。所以，同时制电视系统从来也未实现过。电视传输都是采用“顺序制”，即电视基础理论的第三步，把图像中各个像素的电信号按一定顺序依次高速传送给接收端，接收端按同样的顺序依次将这些电信号在相应的位置上转换为光信号组合成图像，这种系统只需要一条信道。

三、像素信息依次轮换传送的顺序制电视系统

为了简明，画一个简单的顺序制电视系统示意图（图 1-2）所示。电视图像的像素排列顺序可以是任意的，但一般是按人眼看物的习惯，由矩形图像的左上角开始，由左向右，自上而下，一行行地顺序扫过每个像素。

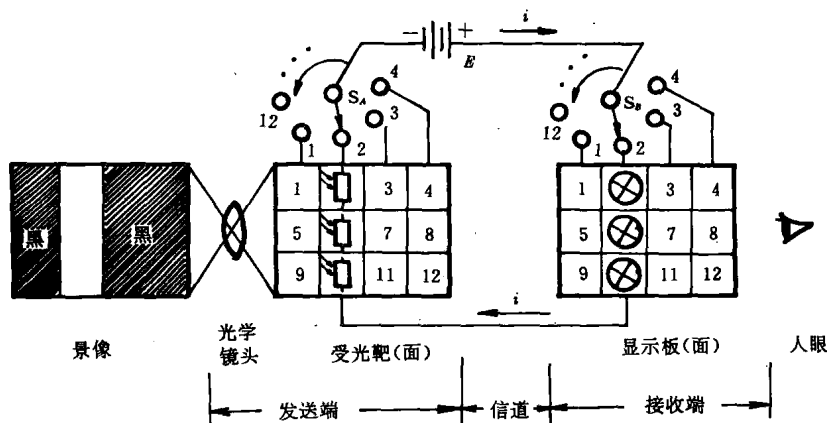


图 1-2 顺序制电视系统示意图

为简单起见,发送和接收两端相对应各有 12 个像素,发送端的感光面上有 12 个光敏电阻,接收端的显示面上相对应有 12 个小灯泡。发送端利用开关 S_A 按 1, 2, 3, ..., 12 顺序接通每个像素上的光敏电阻,同时接收端开关 S_B 按同样的顺序接通相应像素上的灯泡。 S_A 、 S_B 两开关同时运行,通过公用通道(一对导线),依次传递了像素的亮度信息。两个开关是顺序制电视系统的关键设备,它们按顺序分解、复合图像这个过程,我们称之为“扫描”,由左向右的扫描称之为行扫描,自上而下的扫描称之为场扫描。

在图 1-2 中,发送端的景物是黑背景上有个白色的“1”字,通过镜头使感光面(靶面)上的相应第 2、6、10 号像素上的光敏电阻值下降,当开关接通这三个像素时,信道中电流增大,以致使接收端的显示面上相应第 2、6、10 号像素上的灯泡发光,组成一个“1”字。

这里有两个问题要注意:

其一,发、收两端 S_A 、 S_B 两开关应当同步运行,使两端总是同时接通相应的像素。这种工作方式称作收、发两端同步工作,或称作同步扫描。所以 S_A 、 S_B 两个开关运行的速度和起点应相同,否则图像显示将产生混乱。

其二, S_A 、 S_B 两个开关运行扫描应达到一定的速度,不能太慢。不然,显示面上第 2、6、10 号像素上的灯泡顺序发光,看不出是个“1”字。只有扫描速度足够快,并且不断重复扫描每个像素,利用人眼视觉惰性和灯泡余辉特性,使人感到三个像素灯泡同时发光,显示了稳定的“1”字。有关人眼视觉惰性将在 § 1.2 中介绍。

1.1.2 电子束和电子扫描

以上分析是实现电视通讯的最基本的原理,现代电视技术虽已发展到相当高的水平,却仍然遵守上述基本理论,即

- (1) 图像分解为像素;
- (2) 像素的光电转换;
- (3) 电信号的顺序传送。

上述顺序制的电视系统中最关键的问题是如何实现 S_A 、 S_B 两个开关同步扫描。最早曾使用过机械方法,这种方法有很多缺点,已被淘汰。现在都是采用电子扫描,而电子扫描大部分是采用“电子束扫描”。电子束质量很轻,几乎无惰性,光电转换效率高,尤其用它制作的“显像管”显示的图像清晰,色彩鲜艳。

一、电子枪和电子束

现代的电视系统的关键设备是两个特殊的电真空器件,一个是在发送端的摄像管,一个是在接收端的显像管。它们之间共同特点是在抽成真空的特殊的玻璃壳内,装上各种金属电极,施以各种电压,形成“电子枪”,能发射一束高速飞行的电子流,称作电子束。其结构示意图如图 1-3 所示。图中,已注明各电极名称及所加电压的极性和相对大小。灯丝装在圆筒状的金属阴极里面,它像是个“电炉”,通上电源以后发红发热,烘烤套在它上面的阴极,阴极的前端面涂有特殊的氧化物,受热后氧化物中的电子被激发,很易溢出阴极表面。阳极对阴极加有很高的正电压,形成正电场使溢出阴极的电子加速飞向阳极,在飞行的路径上设有一一个个中间有孔的金属圆筒,它们是栅极、加速极和聚焦极。它们的形状

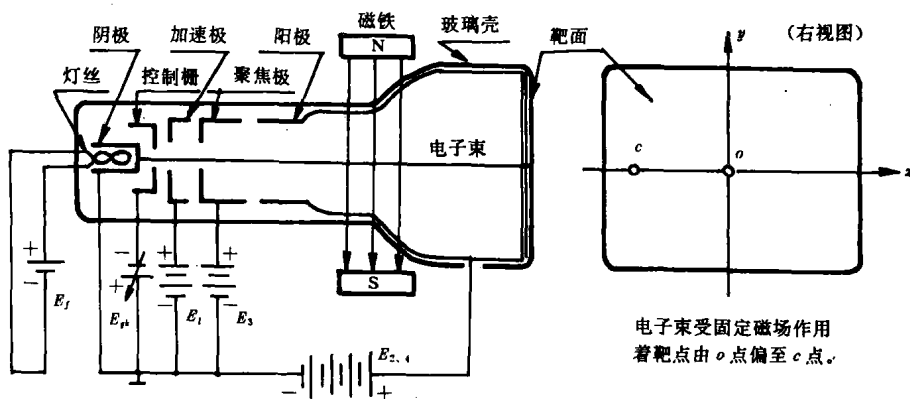


图 1-3 电子枪与电子束示意图

都是经过特殊设计的，使它们在加上特定电压后，能在阴、阳极之间的空间形成特殊的电场，迫使飞往阳极的电子聚成一束很细的高速飞行的电子流，即电子束。电子束中的电子直线前进，穿过阳极打在在最前端的“靶面”中心（如图 1-3 的 o 点），然后被阳极收集并经高压电源返回阴极。

距离阴极最近的是栅极，它一般加有一定的负电压，它与阴极之间形成负电场，控制着飞向阳极电子流的数量。加的电压越负，电子流越小，所以它也称为控制栅极。

二、电子扫描和偏转磁场

在摄像管和显像管中，电子束是用作分解图像和复合图像的“电子开关”，相当是图 1-2 中的 S_A 和 S_B 开关，电子束轰击的靶面，相当图 1-2 中的感光面和显示面。我们要求电子束打在“靶面”上的“点”做有规律的扫描运动，类似我们阅读横排版书籍，由左向右，自上而下，一行行、一页页地扫描靶面上的每个像素，此过程称作电子扫描。

要使电子束做扫描运动，必须对电子束施加外力，此外力可以由外加电场或外加磁场来产生。在电视系统中，利用的是外加磁场，磁场对运动电荷会产生洛伦兹力，使电子束产生偏转。例如图 1-3 中所示，固定的垂直磁场使电子束产生了水平固定偏转，着靶点移到了 c 点。电视要求电子束做一行行的重复扫描，所以在摄像管和显像管外，各设置两对线圈，称作偏转线圈，分别通以周期变化的锯齿形电流，产生两个互相垂直的而且大小和方向做周期变化的磁场，共同控制电子束，使其做一行行规律性的扫描运动。

电子束就像一支电子笔，不停地反复扫描整个靶面，形成左右上下扫描轨迹，其中，由右向左和由下向上的轨迹规定为“逆程”扫描，在接收端一般利用控制栅极电压关断电子束消除逆程扫描轨迹。对于电子扫描的进一步分析将在 § 1.3 中讲述。

1.1.3 摄像管与显像管组成的电视系统

实用的电视系统中，发送端由摄像管分解图像并进行光电转换，接收端由显像管复合图像并将电转换成光。前者，利用电子扫描将图像分解为像素并转换成有序的电信号输出，称作摄像；后者则在电子束扫描作用下将电信号在屏幕上还原复合成图像，称作显像。这两个器件是决定电视系统传递图像质量高低的关键器件。下面分别讲述摄像与显像原理。

一、摄像

摄像由摄像管完成,摄像管种类较多,其中使用广泛的是性能优良的氧化铅光电导摄像管,下面介绍它的工作原理。图 1-4 是其结构示意图。在它的圆柱形玻璃壳内封装有电子枪和光电靶两大部分,在管外套有聚焦、校正和偏转线圈。与前面所述电子枪不同之处是,高压阳极是网状电极,电子束所轰击的靶面是特殊的“光电靶”,偏转线圈和各个电极加上适当电压后,形成电子束穿过网电极在上面的光电靶上进行扫描,由于网电极比光电靶的电压高,能够收集未上靶的多余电子和靶面产生的二次电子。

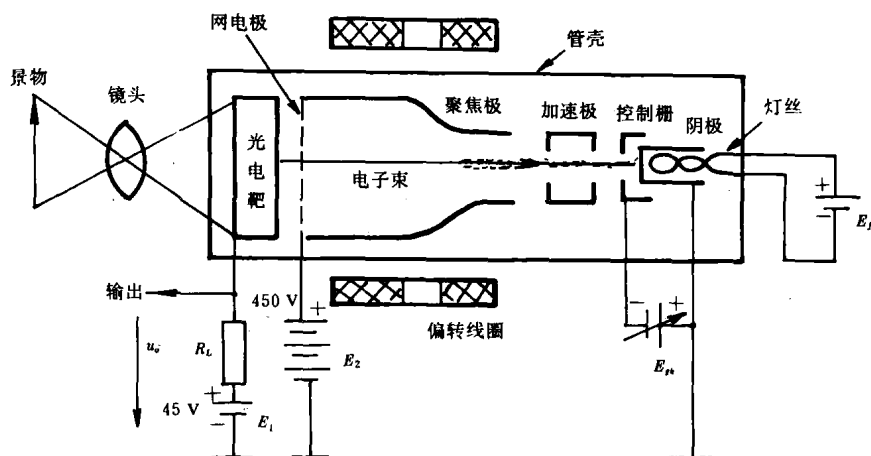


图 1-4 氧化铅 (PbO) 光电导摄像管示意图

管子前端是光电靶,呈薄片状,有两个面:一面受电子束扫描;另一面接受镜头聚焦景物的光线照射。

光电靶的结构如图 1-5 (a) 所示,它由三层不同的材料所组成,中间较厚的是氧化铅 (PbO) 本征半导体。它是光敏材料,不受光照时电阻率非常高;受光照时,电阻率下降,而且下降速率与光线的强弱成反比。光电靶向着电子束的一面是 P 型半导体,受光照的另一面是 N 型半导体。光电靶的各个靶点(像素)的等效电路可以简单地画成图 1-5 (b),因在 N 层外涂敷了一层氧化锡透明导电层,所以使靶上各像素等效电阻受光一侧都连在了一起,并和外电路负载 R_L 相联。

当被摄景物的光线通过光学镜头成像在光电靶上时,引起靶上各点的电阻率按照受光照的强弱成反比变化,形成一幅“电阻像”。电子束一行行地扫过靶面时,将靶面分解成一个个像素(像素的大小就是电子束截面的大小)。同时,电子束起转换开关的作用,顺序接通每个像素的等效电阻并形成回路,在外电源 E 的作用下产生相应的电流 I_1 。 I_1 的路径是:由电源正极—电阻 R_L —光电靶像素等效电阻—电子束—阴极—地—电源负极;它的大小与像素等效电阻成反比。像素不受光照时等效电阻很大,回路中几乎无电流,此时由图中 A 点引出的输出电压 u_o 近似等于电源电压 E 。像素受光照时,等效电阻下降,回路中电流增加,在 R_L 上产生电压降,使 u_o 下降,光越强 u_o 下降越多,如图 1-5 (c) 和 (d) 所示。例如,在 (c) 图中,由 t_0 到 t_4 时刻,电子束扫描一行,产生的 u_o 如图 (d) 所示。光越弱,输

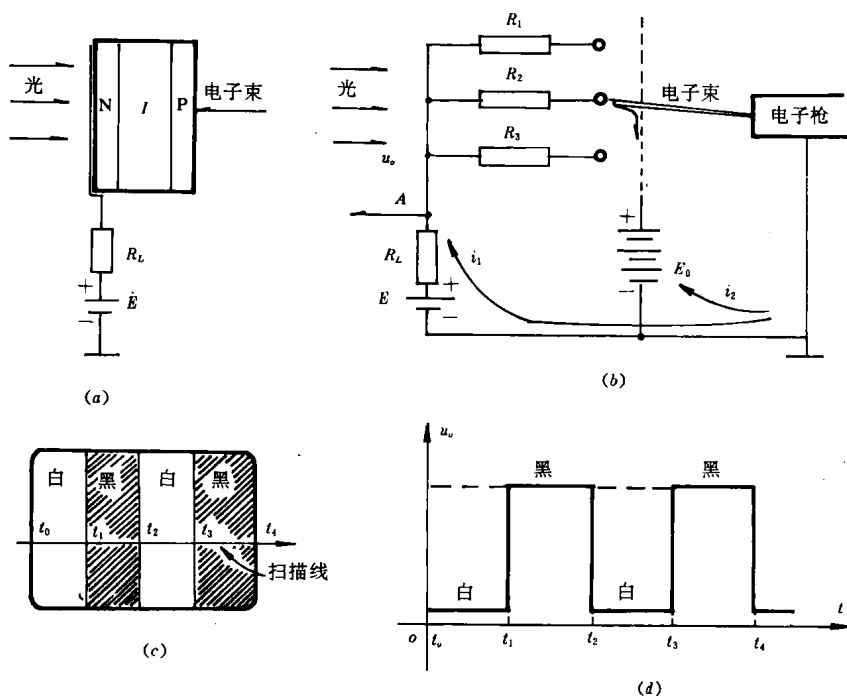


图 1-5 摄像原理

(a) 光电靶; (b) 摄像原理;

(c) 图像; (d) 输出的负极性图像信号

出电平越高, 这种电信号称作负极性图像信号; 反之, 为正极性图像信号。

近年来, 称作“电荷耦合器件”(CCD, 即 Charge Coupled Device) 的固体摄像器件发展很快, 大有取代摄像管之势。由于它体积小, 重量轻, 装调方便, 耗电少, 寿命长, 而且在技术性能上, 很多指标都达到甚至超过摄像管, 使它占领了小型摄像机市场, 甚至在广播级的摄像机领域, 它正在逐步取代笨重的摄像管。

CCD 实质上是一个 20 脚双列直插的集成电路, 在它上面有一个矩形感光区, 景物光通过镜头成像于感光区, 通过自扫描将图像变成电信号送出。它最大特点是去除了笨重、耗电的电子枪, 利用驱动电压控制许多 MOS 电容组成的“移位寄存器”完成自扫描。但它仍然遵守电视的基础理论: “将图像内容分成许多像素小单元, 再将像素亮度信号转换成电信号, 然后依次轮换送出。”

二、显像

接收端进行光电转换的关键设备是显像管。它也是一种特殊的电真空器件, 如图 1-6 所示, 真空的玻璃壳内设电子枪, 外套偏转线圈, 显像管的前端是电子束要轰击的矩形靶面, 也就是显示图像的荧光屏, 它实际是在管子的前端矩形玻璃内壁涂上一层具有荧光效应的荧光粉, 荧光粉被电子流轰击时能发光, 在管外可观察到亮光或图像。显像管显示图像可分三步理解:

第一步, 管子的各个电极加上正确电压, 形成电子束轰击荧光屏, 在屏中心形成一个