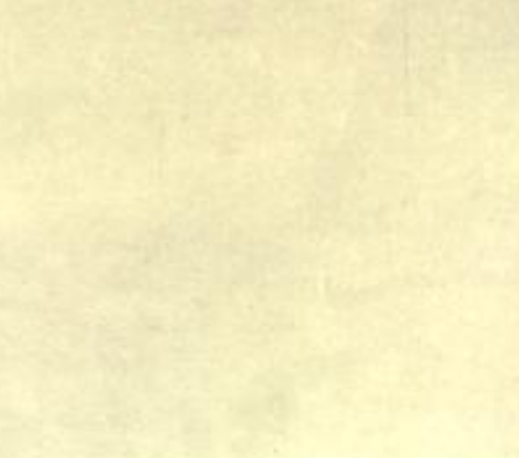
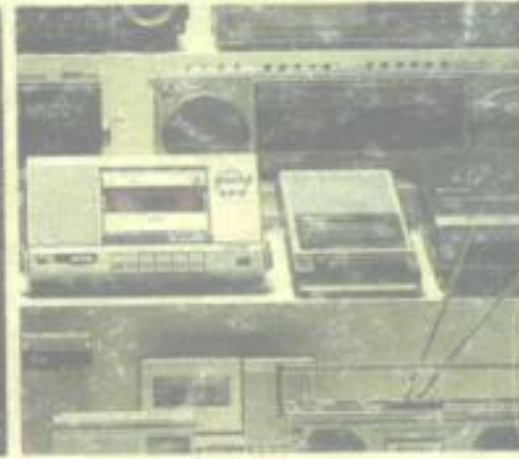
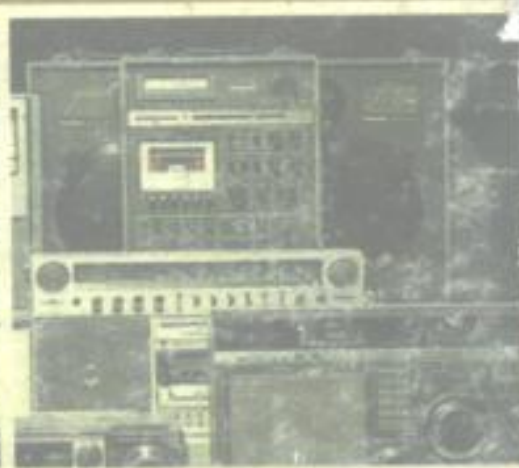
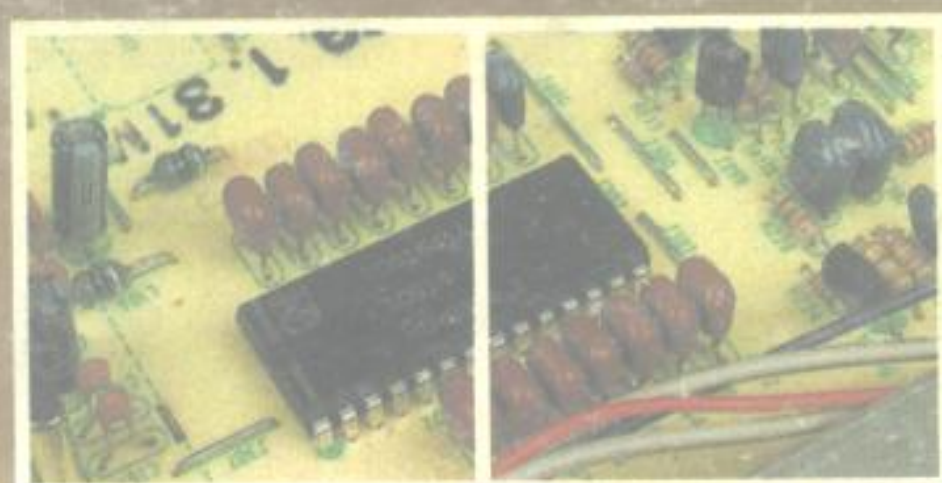


# 黑白电视机 原理及电路解说

刘学达 编著

● 电子技术教育丛书 ●



科学技术文献出版社

电子技术教育丛书

# 黑白电视机原理及电路解说

(修订版)

刘学达 编著

科学技术文献出版社

DT58 / 23

**内 容 提 要**

本书分二编。第一编内容包括：广播电视基础知识、电视机稳压电源电路、显像管与偏转线圈、行扫描电路、场扫描电路、高频调谐器、中频放大电路、视频检波器与视频放大器、抗干扰和自动增益控制电路、同步分离及自动频率控制电路、伴音通道、晶体管黑白电视机电路解说。第二编内容包括：模拟集成电路中的基本单元电路、电源及扫描系统集成电路、图像中放和伴音中放及单片大规模集成电路、集成电路黑白电视机整机电路解说。大部分章节附有习题，便于自我检查。

本书分二编。第一编内容包括：广播电视基础知识、电视机稳压电源电路、显像管与偏转线圈、行扫描电路、场扫描电路、高频调谐器、中频放大电路、视频检波器与视频放大器、抗干扰和自动增益控制电路、同步分离及自动频率控制电路、伴音通道、晶体管黑白电视机电路解说。第二编内容包括：模拟集成电路中的基本单元电路、电源及扫描系统集成电路、图像中放和伴音中放及单片大规模集成电路、集成电路黑白电视机整机电路解说。大部分章节附有习题，便于自我检查。

(修订版)

刘学达 编著

科学技术文献出版社出版  
(北京市复兴路15号 邮政编码: 100038)

北京孙中印刷厂印刷  
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

787×1092毫米 16开本 31.25 印张 772 千字

1992年2月第1版 1992年2月（北京）第1次印刷

印数：1—15000册

科技新书目: 242—087

ISBN 7-5023-1400-6/TN · 71

定价：15.00元

## 序

电子技术教育丛书编委会组织了富有实践经验的教授、高级讲师、高级工程师们花了一年多的时间，编写了这套《电子技术教育》丛书，是非常可喜的。

这套丛书的出版，对电子技术人员的培训，职业技术人员的成长会起到一定的积极作用，它将成为广大电子技术爱好者的良师益友。

我希望这套丛书能得到社会各界的关心和支持，同时通过广泛的教学实践，再据以修改补充，使其更加充实完善。

中国电子学会理事长

A stylized handwritten signature in black ink, appearing to read '孙段人' (Sun Duanren).

1990年10月18日

## 电子技术教育丛书编委会

顾问：邢纯洁 郭厚登 佟 力

主任委员：刘学达

副主任委员：游泽清 王明臣

委员（按姓氏笔划）：

|     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|
| 丁 新 | 卫功宜 | 王有春 | 王玉生 |
| 左万昌 | 宁云鹤 | 齐元昌 | 朱 毅 |
| 陈 忠 | 李 军 | 李兴民 | 陆如新 |
| 周贵存 | 张道远 | 张珍华 | 廖汇芳 |

## 前 言

适应我国电子技术教育迅速发展的迫切需要,使教育更好地为四化建设服务,为电化教育服务,电子技术教育丛书编委会组织编写了这套《电子技术教育丛书》。

丛书包括:“电子技术数学基础”、“电子技术电工基础”、“晶体管电路基础”、“脉冲与数字电路基础”、“模拟集成电路原理及应用”、“收录机和组合音响原理及电路解说”、“黑白电视机原理及电路解说”、“彩色电视机原理及电路解说”、“家用和专业用录像机原理及电路解说”、“卫星电视接收与转播”、“小型电视台转发设备”、“电子特技原理及应用”、“共用天线电视系统”、“摄像机与摄录放一体化机原理、操作和维护”、“小型电视台设备系统及其管理”、“实用无线电仪器与测量”、“微型计算机原理与应用”、“最新录像技术与设备”共十八册。

这套丛书是参照电子技术类职业教育的计划和大纲编写的。它包括了电子技术专业的基础课和专业课,具有较强的系统性,每册内容又具有一定的独立性。这套丛书可作为职业教育参考教材,也可供具有中等文化程度和电子技术爱好者自学时选用。

在编写丛书过程中,编者注意到理论与实践密切结合,硬件和软件相结合,并以小型电视台(站)所必须具备的配套设备作为专业课的基础。通过一定的理论分析和运用具体实例来加深对理论概念的理解,简明分析问题步骤和思路,突出了物理概念。

在文字上力求深入浅出和通俗易懂。每章后面一般都有一定数量的习题,帮助读者巩固所学的内容。书后还附有习题解答和提示,以便读者自我检查。

本套丛书前10本自1986年出版以来,已作了三次印刷,部分内容曾作为中国电子学会举办的“全国电子技术自修班”教材使用过。充分听取了广大教师、学员对本书的意见。这次出版,对书中的遗误和不妥之处进行了必要的修改,对部分内容也作了适当的调整和增删。例如“数字电路原理及应用”、“盒式收录机原理与电路解说”、“黑白彩色电视机原理与电路解说(上下册)”、“模拟低频电子电路”和“模拟高频电子电路”进行了改写,并增加了最新的机型和机种;“无线电数学”、“微型计算机原理和应用”进行了重写;同时又增添了“模拟集成电路原理及应用”、“卫星电视接收与转播”、“小型电视台转发设备”、“电子特技原理及应用”、“共用天线电视系统”、“摄像机与摄录放一体化机原理、操作和维护”、“小型电视台设备系统及其管理”、“实用无线电仪器与测量”、“最新录像技术与设备”等新书。

原电子工业部副部长,现中国电子学会理事长孙俊人同志亲自为本套丛书写了“序”,国家教委有关司局领导,对丛书的出版工作给予大力支持,并直接组织指导了全套丛书的选题、编写、定稿和印刷出版全过程;有关工作人员和编辑也为全套丛书尽早与读者见面做出了很大努力。尽管如此,在较短时间里,组织出版这样一套职业教育系列丛书,难度是很大的。因此,书中的错误与不妥之处在所难免,尤其是这套丛书是否能满足职业教育的要求,更有待于广大读者通过学习实践提出宝贵意见,以便在此基础上编出更适合我国职业技术教育的丛书。

最后,我们还应向为这套丛书及时出版而付出辛勤劳动的出版、印刷等部门,以及所有参与此项工作的同志表示衷心的感谢。

丛书编辑委员会

1990年8月于北京

## 编 者 的 话

本书是在《黑白、彩色电视机原理与电路解说》的基础上重新改编而成的。原书分为上、下两册，曾作为电子技术类职业教育的教材。这次改编除对原书中的遗误与不妥之处进行修改之外，还对两册的内容进行了调整，同时也增编了新的技术内容。

本书在原书上册的基础上，补充了集成电路黑白电视机原理与电路解说（前者为第一编，后者为第二编），定名为《黑白电视机原理与电路解说》。书中增加了 $\mu$ PC型、TDA型、MC型集成电路原理与电路解说，还增加了14英寸和17英寸的整机电路解说，基本上把国内常见的晶体管和集成电路黑白电视机全都作了剖析，是国内目前内容较系统、较完整的一本黑白电视机原理与电路解说方面的书籍。

按照电子技术类职业教育的要求，在编写的过程中突出物理概念，注意系统性和循序渐进，文字也力求深入浅出和通俗易懂，便于读者自学。尽管如此，由于作者水平有限，加之时间仓促，故本书错误和不当之处在所难免，希望读者批评指正。

成书过程中，曾参考国内外有关资料和已出版的书刊，并请北京广播学院林正豹、王明臣老师进行审阅，在此一并致谢！

1990年12月于北京

# 目 录

## 第一编 晶体管黑白电视接收机

|                            |               |
|----------------------------|---------------|
| <b>第一章 广播电视的基本知识 .....</b> | <b>( 1 )</b>  |
| 1-1 光电转换的基本原理 .....        | ( 1 )         |
| 1-2 电视扫描原理 .....           | ( 4 )         |
| 1-3 重现图象的基本参量 .....        | ( 8 )         |
| 1-4 全电视信号 .....            | ( 12 )        |
| 1-5 电视信号的发送方式 .....        | ( 17 )        |
| 1-6 电视接收机简介 .....          | ( 24 )        |
| <b>第二章 电视机稳压电源电路 .....</b> | <b>(29)</b>   |
| 2-1 概 述 .....              | ( 29 )        |
| 2-2 串联调整型稳压电路 .....        | ( 30 )        |
| 2-3 常用的串联型稳压电路 .....       | ( 39 )        |
| 2-4 开关式稳压电源 .....          | ( 41 )        |
| <b>第三章 显像管与偏转线圈 .....</b>  | <b>( 46 )</b> |
| 3-1 显像管的结构与参数 .....        | ( 46 )        |
| 3-2 显像管附属电路 .....          | ( 55 )        |
| 3-3 偏转线圈 .....             | ( 59 )        |
| <b>第四章 行扫描电路 .....</b>     | <b>( 63 )</b> |
| 4-1 概 述 .....              | ( 63 )        |
| 4-2 行输出级电路 .....           | ( 65 )        |
| 4-3 行扫描的几何畸变及其校正电路 .....   | ( 69 )        |
| 4-4 中、高压产生电路 .....         | ( 77 )        |
| 4-5 行推动级电路 .....           | ( 79 )        |
| 4-6 行振荡级电路 .....           | ( 82 )        |
| 4-7 实用行扫描电路解说 .....        | ( 88 )        |
| <b>第五章 场扫描电路 .....</b>     | <b>( 94 )</b> |
| 5-1 概 述 .....              | ( 94 )        |
| 5-2 场输出级电路 .....           | ( 95 )        |
| 5-3 场推动级电路 .....           | ( 104 )       |
| 5-4 场振荡级电路 .....           | ( 105 )       |
| 5-5 场扫描的波形失真及其补偿 .....     | ( 115 )       |
| <b>第六章 高频调谐器 .....</b>     | <b>(125)</b>  |
| 6-1 概 述 .....              | (125)         |

|             |                       |              |
|-------------|-----------------------|--------------|
| 6-2         | 输入回路                  | (128)        |
| 6-3         | 高频放大器                 | (134)        |
| 6-4         | 本机振荡器                 | (139)        |
| 6-5         | 混频器                   | (142)        |
| 6-6         | 实用机械调谐高频头简介           | (147)        |
| 6-7         | 电调谐高频头                | (150)        |
| 6-8         | 特高频(UHF)高频头           | (160)        |
| <b>第七章</b>  | <b>中频放大电路</b>         | <b>(172)</b> |
| 7-1         | 概 述                   | (172)        |
| 7-2         | 中放基本单元电路的种类           | (176)        |
| 7-3         | 中放电路的组合方式             | (187)        |
| 7-4         | 吸收电路                  | (189)        |
| <b>第八章</b>  | <b>视频检波器与视频放大器</b>    | <b>(195)</b> |
| 8-1         | 视频检波器                 | (195)        |
| 8-2         | 视频放大器                 | (204)        |
| <b>第九章</b>  | <b>抗干扰和自动增益控制电路</b>   | <b>(213)</b> |
| 9-1         | 抗干扰电路                 | (213)        |
| 9-2         | 自动增益控制电路              | (215)        |
| <b>第十章</b>  | <b>同步分离及自动频率控制电路</b>  | <b>(230)</b> |
| 10-1        | 同步分离电路                | (230)        |
| 10-2        | 自动频率控制(AFC)电路         | (245)        |
| <b>第十一章</b> | <b>伴音通道</b>           | <b>(251)</b> |
| 11-1        | 伴音第二中频放大器             | (251)        |
| 11-2        | 鉴频器                   | (254)        |
| 11-3        | 陶瓷滤波器                 | (261)        |
| 11-4        | 鉴频电路及低放电路举例           | (263)        |
| <b>第十二章</b> | <b>晶体管黑白电视机整机电路解说</b> | <b>(267)</b> |
| 12-1        | 电源电路                  | (267)        |
| 12-2        | 抗干扰和同步分离电路            | (267)        |
| 12-3        | 行扫描电路                 | (268)        |
| 12-4        | 场扫描电路                 | (268)        |
| 12-5        | 高频头                   | (276)        |
| 12-6        | 中频放大器                 | (278)        |
| 12-7        | 视频检波和视频放大器            | (279)        |
| 12-8        | AGC电路                 | (280)        |
| 12-9        | 伴音电路                  | (281)        |

## 第二编 集成电路黑白电视接收机

|            |                       |              |
|------------|-----------------------|--------------|
| <b>第一章</b> | <b>模拟集成电路中的基本单元电路</b> | <b>(283)</b> |
|------------|-----------------------|--------------|

|            |                                    |              |
|------------|------------------------------------|--------------|
| 1-1        | 集成单差分放大电路.....                     | (284)        |
| 1-2        | 集成恒流源电路.....                       | (290)        |
| 1-3        | 集成稳压电路.....                        | (295)        |
| 1-4        | 集成电路中的直流电平移位电路.....                | (297)        |
| 1-5        | 集成输出级电路.....                       | (300)        |
| 1-6        | 集成单差分电路的增益控制.....                  | (302)        |
| 1-7        | 集成双差分电路.....                       | (305)        |
| 1-8        | 集成运算放大电路.....                      | (314)        |
| <b>第二章</b> | <b>电源及扫描系统集成电路 .....</b>           | <b>(323)</b> |
| 2-1        | 电源用集成电路KC582电路解说.....              | (323)        |
| 2-2        | 行扫描用集成电路HA1166Z电路解说 .....          | (326)        |
| 2-3        | 场扫描用集成电路KC581C电路解说.....            | (333)        |
| 2-4        | 场扫描用集成电路 $\mu$ PC1031H2电路解说 .....  | (339)        |
| 2-5        | 行、场扫描用集成电路TA7609P电路解说.....         | (343)        |
| <b>第三章</b> | <b>图象中放和伴音中放及单片大规模集成电路 .....</b>   | <b>(353)</b> |
| 3-1        | 图象中放用集成电路HA1144电路解说 .....          | (353)        |
| 3-2        | 图象中放用集成电路HA1167电路解说 .....          | (358)        |
| 3-3        | 图象中放用集成电路 $\mu$ PC1366C电路解说.....   | (366)        |
| 3-4        | 图象中放用集成电路TA7907P及TA7611P电路解说 ..... | (372)        |
| 3-5        | 伴音集成电路KC583电路解说.....               | (383)        |
| 3-6        | 伴音通道集成电路TA7176AP电路解说.....          | (384)        |
| 3-7        | 伴音用集成电路 $\mu$ PC1353C电路解说.....     | (390)        |
| 3-8        | 伴音集成电路TDA3190电路解说.....             | (392)        |
| 3-9        | 伴音功率放大集成电路TDA2611A电路解说 .....       | (393)        |
| 3-10       | 单片大规模集成电路MC13007电路解说 .....         | (395)        |
| 3-11       | 单片大规模集成电路TDA4500电路解说 .....         | (407)        |
| <b>第四章</b> | <b>集成电路黑白电视机整机电路解说.....</b>        | <b>(411)</b> |
| 4-1        | 典型KC、HA机整机电路解说 .....               | (411)        |
| 4-2        | 典型 $\mu$ PC机整机电路解说 .....           | (420)        |
| 4-3        | 典型TA机整机电路解说.....                   | (422)        |
| 4-4        | 典型MC机整机电路解说.....                   | (423)        |
| 4-5        | 典型TDA机整机电路解说 .....                 | (430)        |
|            | <b>自我检查题参考答案 .....</b>             | <b>(433)</b> |
| <b>附录1</b> | <b>谈谈怎样识图 .....</b>                | <b>(450)</b> |
| <b>附录2</b> | <b>全国主要城市使用电视频道表 .....</b>         | <b>(453)</b> |
| <b>附录3</b> | <b>我国的黑白电视制式标准 .....</b>           | <b>(458)</b> |
| <b>附录4</b> | <b>一些国家电视频道的划分 .....</b>           | <b>(460)</b> |
| <b>附录5</b> | <b>国产电视机一些常用晶体管主要特性 .....</b>      | <b>(462)</b> |
| <b>附录6</b> | <b>部分国外电视机用晶体管特性及其代换 .....</b>     | <b>(468)</b> |

|                                   |       |
|-----------------------------------|-------|
| 附录7 部分国产黑白显像管主要性能 .....           | (479) |
| 附录8 部分快速启动黑白显像管主要特性 .....         | (481) |
| 附录9 国产电视机用10K型和10A型中频变压器和线圈 ..... | (483) |
| 附录10 晶体管电视机用行输出变压器、偏转线圈技术条件.....  | (484) |

# 第一编 晶体管黑白电视接收机

## 第一章 广播电视的基本知识

### 目 的 和 要 求

电视是用电信号远距离传送活动图象的一门技术。

广播电视系统包括电视发送和电视接收两大部分。本教材讲述电视接收机的原理,但是,由于电视信号的收发关系密切,因而在具体研究电视机之前有必要先来学习一些有关广播电视发送和接收方面的基本知识。这些知识包括光电转换原理,电视扫描原理,电视图象的基本参量,全电视信号的组成以及频道的划分等。只有掌握这些基本知识,才能深入理解电视机各部分的作用和工作原理,这就是学习本章的目的。学习本章内容要求掌握以下几点:

- (1) 深入理解扫描与同步在电视技术中的意义以及实现的方法。
- (2) 掌握电视图象的分解力、亮度、对比度等基本参量以及视频信号带宽的计算方法。
- (3) 了解采用隔行扫描的好处和保证隔行扫描的方法。
- (4) 掌握全电视信号的组成,并能画出奇偶场场同步脉冲前后的波形。
- (5) 掌握图象射频信号、伴音射频信号的特点。
- (6) 了解无线电电磁波的波段划分与图象载频的选择。
- (7) 了解电视接收机的基本组成。

### 1-1 光电转换的基本原理

#### 一、光电转换的过程

电视是用电信号来传送活动图象的,因此它的首要任务就是把要传送的光图象转变为相应的电信号,实现光到电的转换。这里自然使人们联想到光电管这样一种光电变换器件,因为光电管具有受强光照射时电流大,受弱光照射时电流小的特点。但是,如果用一只光电管,把景物通过镜头照射到它上面,只能得到反映一幅图象平均亮度随时间变化的电信号,而不是我们要求的能反映图象各点明暗随时间变化的电信号。

如果用放大镜仔细观察一下报纸上刊登的黑白图片,就可以发现它们都是由许许多多大小不等、疏密不同的黑点子组成,而且点子越小越密,画面就越细腻、清晰。同样,呈现在电视机屏幕上的图象也是由许多相互联系、彼此配合、亮度相同或不同的小单元组成,这些构成电视图象的基本单元称为像素。

实验表明,由于人眼的视觉分辨力有一定极限,在正常的观看距离下,一幅电视图象大约有40万个像素时图象的清晰程度就可令人满意。

既然图象可以由像素组成,那么传送图象就可以通过传送组成它的像素来实现。但是,如果将40万个像素通过40万个光电管同时转变成相应的电信号,再分别用40万条线路传送出去,在接收端把40万路电信号同时转变成光点以组成明暗变化的光图象。显然是办不到的。

为了解决像素的传送问题,人们想出一种顺序传送的办法,就是在发送端把图象上的各个像素的亮度按一定顺序变成相应的电信号一个一个地传送出去,而在接收端则按同样的顺

序把电信号转变成一个一个相应的亮点重显出来。实践证明，只要这种顺序传送的速度足够快，就会在主观感觉上觉得所有象素同时发亮一样，并没有顺序发亮的感觉。这种顺序传送象素的方法在电视技术中叫做顺序传送法。因此，顺序传送法实质上就是按时间顺序传送空间分布的象素的亮度。

将图象转变为顺序传送的电信号(图象的分解)或将顺序传送的电信号重新恢复成光图象(图象的复合)的过程，在电视技术中称为扫描。广播电视的扫描方式为直线扫描，它如同我们看书一样(书上一个字好比画面上一个象素)，先从左到右看第一行，再返回左端看第二行，这样从左到右，从上到下一行一行地看下去，直到看完最后一行，而后再返回第一行的始端。这就是说，在直线扫描中，象素的传送和恢复的顺序是从左到右、从上到下一行一行进行的。

通常把水平方向上的扫描称为行扫描(或称水平扫描)。在扫描一行时间中，又把自左到右的扫描称之为行扫描正程(简称正扫)，把自右向左的回扫称之为行扫描逆程(简称回扫)。并把垂直方向上的扫描称之为帧扫描(或称垂直扫描)。自上而下的扫描称之为帧扫描正程(正扫)，而由下迅速回到上面的过程称之为帧扫描逆程(回扫)。

必须指出，无论是行扫描还是场扫描，逆程所占的时间都比正程短得多，并且为使图象清晰均匀，逆程期间都不传送反映图象内容的电信号。

由于电视要传送活动图象，也就是图象上各象素的亮度是随时间不断变化的，所以，和电影一样在一秒钟内必须传送很多幅画面，才能在电视机屏幕上重现出连续活动的图象。我国的电视标准规定一秒钟传送25幅画面。一幅画面又称为一帧，一秒钟传送的帧数称为帧频( $f_z$ )，所以我国电视制式的帧频为25Hz。另外，一帧电视图象包含约40万个象素，这就是说，电视系统必须具备每秒约1000万个象素的扫描速度。这样高的扫描速度，只有采用电子扫描的方法[即利用高速运动的电子射线(电子束)在电场或磁场作用下来回偏转]才能实现。因为电子质量极小，几乎没有惯性，可以被高速偏转。

在具体介绍实现电子束扫描的方法之前，先让我们看一看光电转换的原理。

实现光电转换的器件，是发送端的摄像管。摄像管有好几种类型，我们仅以光电导摄像管为例，简要说明光到电的转换过程。

光电导摄像管的结构如图1-1所示，它主要由光敏靶和电子枪两部分组成。光敏靶是由光敏半导体材料制成的，这种材料具有在光作用下电导率增加的特性。需要传送的景物通过光学系统(镜头)在摄像管的光敏靶上成像，由于光象各部分的亮度不同，靶上各部分(各单元)的电导率也发生了相应的变化，与较亮象素对应的靶单元的电导较大(电阻较小)，与较暗象素对应的靶单元的电导较小，于是景物各象素的亮度不同变成了靶面上各单元电导的不同，“光象”变成了“电象”。

电子枪的任务是发射电子束，电子束在聚焦线圈和偏转线圈产生的磁场的联合作用下，以聚焦状态按一定规律(即从左到右、从上到下一行一行地)扫描靶上各点。当电子束接触到靶面某点时，使电子枪(阴极)与信号板、负载 $R_L$ 和电源

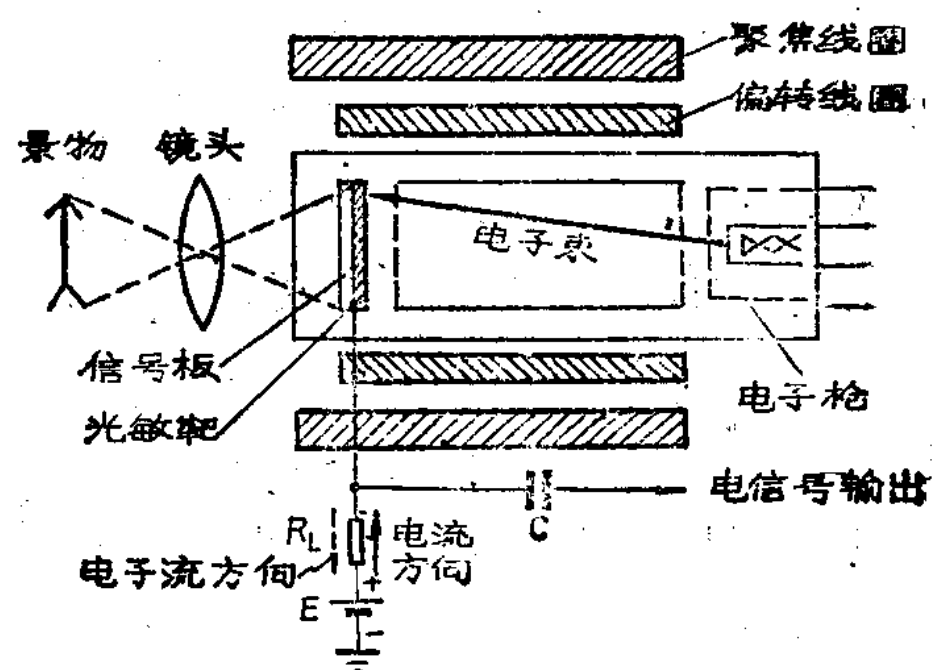


图1-1 光电导摄像管结构示意图

E 构成一个回路,在负载 $R_L$ 中就有电流流过,电流的大小取决于光敏靶该点电导率的大小。因此,当电子束按一定规律在靶面上扫描时,便在负载上依次得到与景物各点亮度相对应的电信号(称为图象信号),完成了将图象分解为象素以及把各象素按顺序转变为相应电信号的光电转换过程,这一过程又称为图象的摄取过程。

假设景物是图1-2(a)所示的一幅亮度逐级上升(共有六级)的垂直灰度条图案,那末,电子束从左到右扫描一行,流过负载 $R_L$ 的电流如图1-2(b)所示,输出电压如图1-2(c)所示。从图1-2可以看出,象素越亮,对应的信号电平(电压)越低,我们把这种信号称为负极性图象信号。反之,如果将负极性图象信号经放大器倒相,得到象素越亮信号电平越高的图象信号,就称之为正极性图象信号。

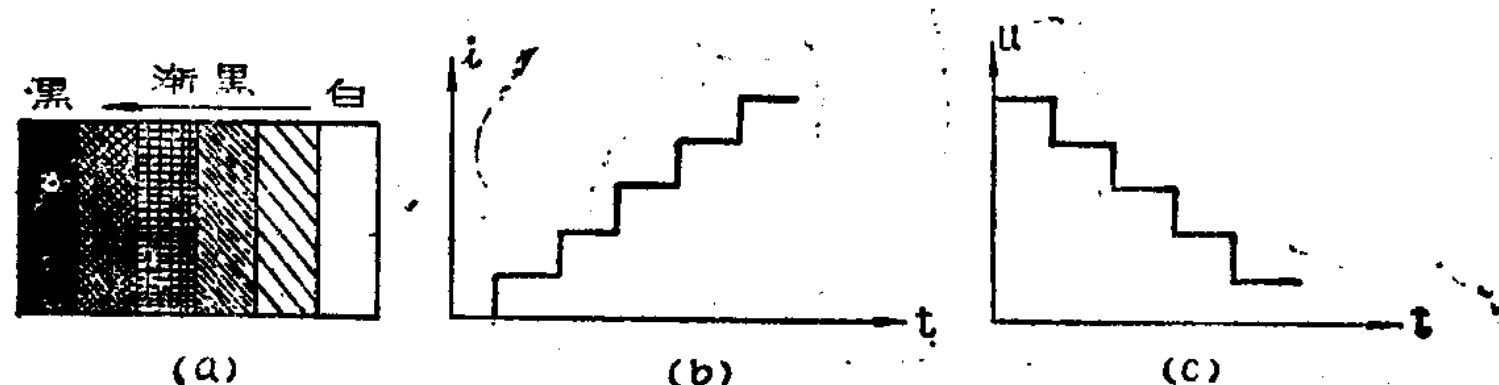


图1-2 垂直灰度条图案及其波形

## 二、图象重现的过程

电视接收机是电视系统的终端设备,它的核心器件是重现图象用的显象管。显象管与摄像管一样,也是一种电真空器件,它的任务是将图象信号转换为光图象,完成电到光的转换。显象管的结构如图1-3所示,主要有电子枪与荧光屏两部分组成。电子枪用于发射电子束,荧光屏是由具有荧光效应的化合物涂附在显象管内壁构成的,这种化合物在受到电子枪发射的高速电子束轰击时会发光,产生一个亮点,轰击的电子数目越多,速度越高,则光点越亮。

在显象管中,电子枪发射电子束的强度取决于控制栅极和阴极之间的电位差,控制栅极比阴极的电位负得越少,电子束越强。因此,只要把正极性图象信号送给控制栅极或把负极性图象信号送给阴极去调制电子束(改变电子束强度),就能使荧光屏产生出其亮度受图象信号控制的一个个亮点,完成电光的转换。

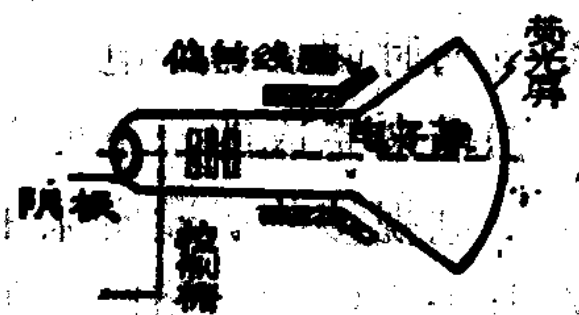


图1-3 显象管

另外,为使图象信号重现成一幅完整的光图象,还应让电子束在偏转线圈产生的磁场作用下按照一定规律在荧光屏上扫描。这一规律不仅要求与摄像管的扫描规律一样,即从左到右、从上到下一行一行地进行,而且电子束在荧光屏上轰击的几何位置也必须与发送端图象象素的位置一一对应。这种工作状态称为收、发端同步工作,简称同步。如果这样的要求不能满足,则原图象上部的象素可能重现在荧光屏的下部,左边的象素可能重现在右边,结果使重现的画面发生错位,甚至产生滚动或完全紊乱。因此同步是电视系统中一个非常基本而又非常重要的技术问题。

现以简单的“口”字图象的传送[见图1-4(a)]为例,对这一节所介绍的内容作一形象的概括。在“口”字图象成像到摄像管靶面上的同时,电子束在偏转线圈产生的磁场作用下按自左向右、从上到下的顺序进行扫描。为了便于说明,假设图象沿垂直方向分为9格,沿水平方

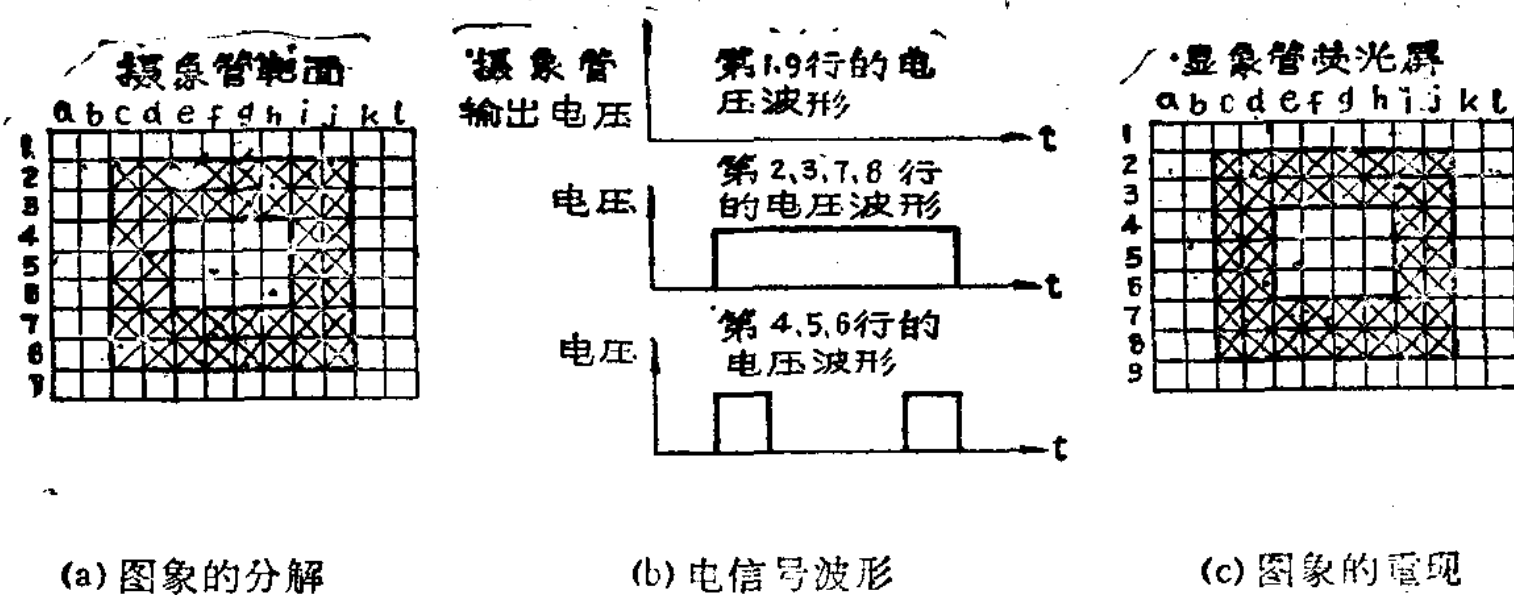


图1-4 “口”字图象的传送

向分为12格，每一小格即为一个传送单元(象素)。电子束以 $1a \rightarrow 1b \rightarrow 1c \cdots \cdots 1l \rightarrow 2a \rightarrow 2b \cdots \cdots 2l$ 的顺序，一直扫描到最末一行的 $9l$ ，然后再回到第一行重复扫描。

电子束扫描到“口”字上(暗的地方)时，摄像管输出的电压较高，在“口”字以外(亮的地方)，摄像管输出的电压较低。摄像管输出的各行电压波形如图1-4(b)所示(是负极性图象信号)。

对于显象管，一般用负极性图象信号加到阴极上来控制电子束的强度。电压高时，电子束弱，屏幕上被打到的那一部分就比较暗；电压低时，电子束强，被打到的那一部分就比较亮。当然，显象管中电子束的扫描规律一定要和摄像管的扫描规律完全一致，即同步扫描，才能在显象管的荧光屏上重显出“口”字。也就是说，用摄像管 $1a$ 上得到的电信号来控制显象管中打到 $1a$ 时的电子束的强度，用摄像管 $1b$ 上得到的电信号来控制显象管中打到 $1b$ 时的电子束的强度……，如图1-4(c)所示。

## 1-2 电视扫描原理

如前面所述，电视图象的摄取与重现是基于光和电的相互转换。然而，把空间的光图象变成随时间变化的电信号，以及把随时间变化的电信号再转换成一幅平面的光图象，则是通过扫描来完成的。下面以显象管为例来介绍电视扫描的原理。

电视接收机通常采用磁偏转方式来控制显象管中电子束的扫描运动。所谓磁偏转，就是在电子束经过的路径上加一个按一定规律变化的磁场，使电子束受电磁力的作用而偏转。为使电子束在荧光屏上从左到右、从上到下一行一行地扫描，显象管的管颈上需要装两对偏转线圈，一对叫水平(行)偏转线圈，一对叫垂直(场)偏转线圈。前者产生一种垂直磁场，后者产生一种水平磁场。当它们分别通以不同频率的锯齿波电流时，产生出不同频率的线性变化磁场。电子束在水平偏转线圈产生的垂直磁场作用下，沿着水平方向偏转，产生水平扫描。电子束在垂直偏转线圈产生的水平磁场作用下，沿着垂直方向偏转，产生垂直扫描。电子束在两对偏转线圈产生的磁场共同作用下，便会从左向右、从上到下一行一行地扫描，形成了矩形光栅。

直线扫描有逐行扫描和隔行扫描两种方式。如上述那样，一行紧跟一行的扫描方式称为逐行扫描，而隔行扫描如同唱一首有两段歌词的歌曲，先唱第一段，再唱第二段。具体地说，就是把一幅图象分成两场来扫描，先从上到下扫描1、3、5……单数行，然后返回到图象上端，再从上到下扫描2、4、6……双数行。前者称为奇数场，后者称为偶数场。这样，一奇一

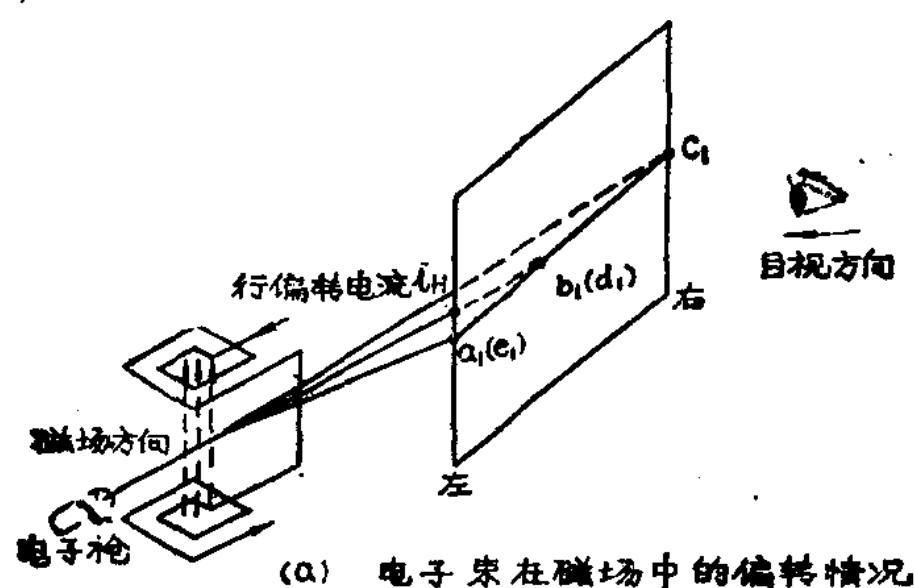
偶，两场合为一帧。由于隔行扫描优于逐行扫描，所以电视技术通常采用隔行扫描方式。

下面，我们先来介绍逐行扫描的实现方法，然后再介绍隔行扫描的优点和它的实现方法。

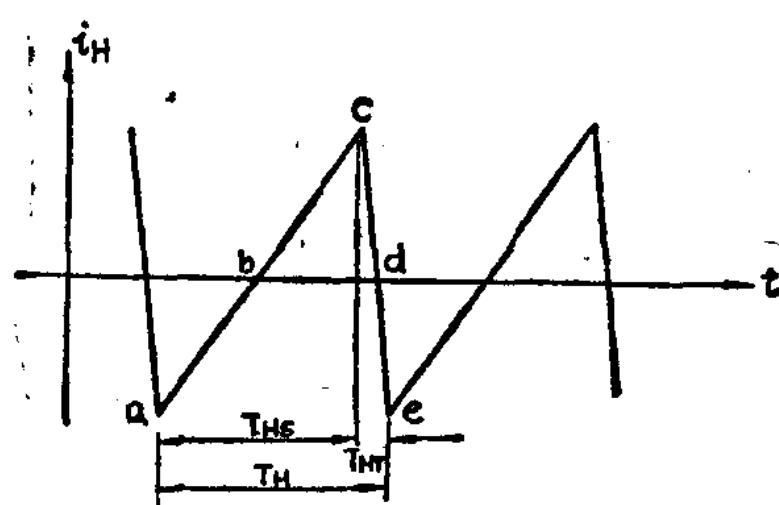
## 一、逐行扫描方式

### 1. 水平扫描

在图1-5(a)中，一对上下对称放置的偏转线圈(水平偏转线圈，或称行偏转线圈)里有电流 $i_H$ 流过时，产生磁场的方向可用右手螺旋定则确定。右手四指顺着线圈中电流的方向，大拇指所指的方向(图中自下向上)即为磁场方向。电子枪发射的电子束在通过这个磁场时，根据左手定则(电流方向与电子流方向相反)，电子束将向右边偏转(指从荧光屏前面看)。如果偏转线圈中电流方向与图示方向相反，那末电子束将向左边偏移。显然，如果偏转线圈中的电流增大，磁场增强，电子束偏移量也将随之增大。偏转线圈中电流为零时，电子束不产生



(a) 电子束在磁场中的偏转情况



(b) 行偏转线圈中流过的锯齿波电流

图1-5 水平扫描工作原理

偏移，打在荧光屏中心。因此，只要改变偏转电流的大小和方向，就可以实现水平扫描。

如果要求电子束在荧光屏上作水平方向的匀速运动(假定荧光屏是以偏转线圈正中央为中心的球面的一部分)，那么在行偏转线圈中流过的电流波形应该是锯齿形的，如图1-5(b)所示。在a点，偏转电流为最大负值，设此时电子束射到荧光屏左边 $a_1$ 点[见图(a)]，随后偏转电流逐渐变化到b点[见图(b)]，电子束偏移随着减小，光点由 $a_1$ 点到达荧光屏中央 $b_1$ 点[见图(a)]。电流由b点向c点逐渐变化时，电子束开始向屏幕右边偏移，光点由 $b_1$ 点到达右边缘上的 $c_1$ 点。电子束自左向右(即从 $a_1$ 至 $c_1$ )的这段运动，如前所述，叫做行扫描的正程。正程结束后，电流由最大正值c点很快地经d变到最大负值e点，因此电子束很快地由荧光屏右边缘 $c_1$ 点经中央 $d_1$ 点折回到左边缘 $e_1$ 点。从 $c_1$ 至 $e_1$ 这段运动即为行扫描的逆程。假如电子束只有水平扫描而没有垂直扫描，在荧光屏上将呈现一条水平亮线。

### 2. 垂直扫描

如果再用一个频率比行频低很多的电流 $i_V$ ，使之通过如图1-6(a)所示左右对称放置的垂直偏转线圈(场偏转线圈)，则由于垂直偏转线圈中产生的磁场是水平方向的，电子束将沿荧光屏垂直方向扫描。 $i_V$ 如图1-6(b)由a点逐渐变化到c点时，电子束从荧光屏最上方 $a_1$ 扫描到最下方 $c_1$ 点，这段偏移就是场扫描的正程。正程结束后， $i_V$ 由最大负值c点很快变到最大正值e点，电子束也很快地由荧光屏最下面 $c_1$ 点迅速折回到最上面 $e_1$ 点，这段偏移就是场扫描的逆程。假定电子束只有垂直扫描而没有水平(行)扫描，荧光屏上将呈现一条垂直的亮线。

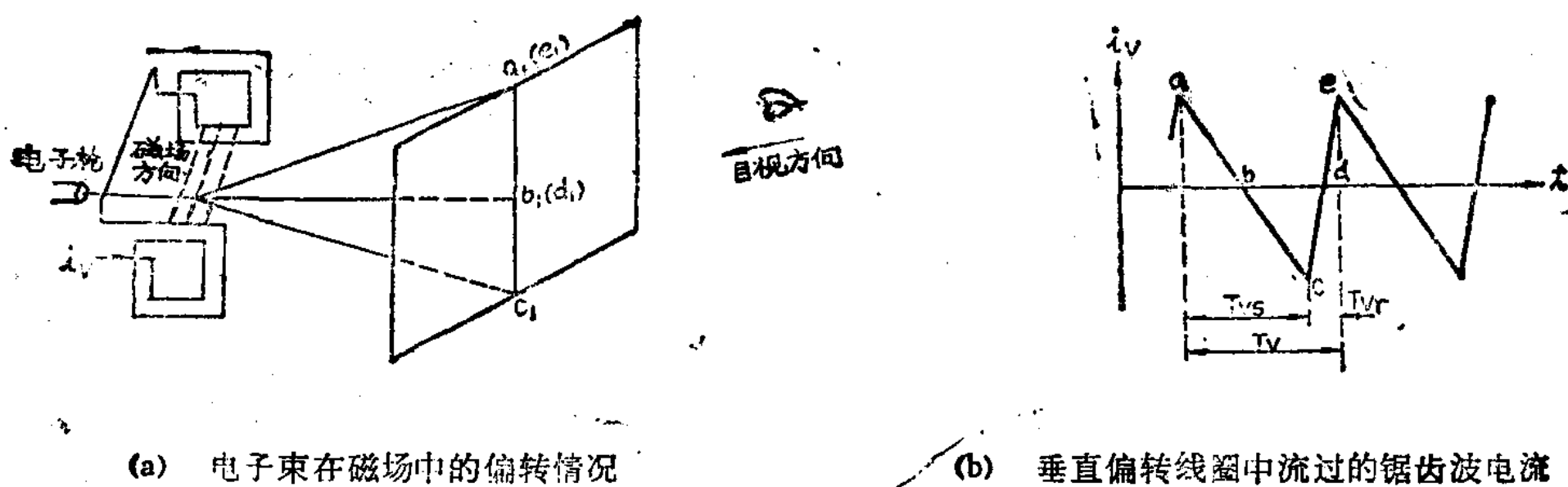


图1-6 垂直扫描工作原理

### 3. 光栅的形成

下面以图1-7为例来分析逐行扫描光栅的形成。假如在显象管的垂直和水平偏转线圈里，同时馈入周期不同的锯齿波电流 $i_v$ 和 $i_h$ ，波形如图1-7(b)、(d)所示。则电子束在水平偏转磁场和垂直偏转磁场共同作用下，作水平偏移的同时又作垂直偏移。在图1-7(b)、(d)所示波形中，假设 $t=0$ 时 $i_v$ 为最大正值， $i_h$ 为最大负值，这时电子束偏移在屏幕左上端，即亮点在图(a)中 $a_2$ 的位置。尔后，随着 $i_h$ 和 $i_v$ 的变化，电子束从 $a_2$ 点开始扫描。由于行扫描周期短，在图(d)波形 $i_h$ 中的ab段电子束从最左端偏移到最右端时，由于 $i_v$ 只减小一点，故电子束向下偏移量很少，电子束的实际偏移方向是向右略偏下倾斜，如图(a)所示。当 $i_h$ 到达最大正值b时， $i_v$ 降到 $b_1$ ，图(a)中的亮点沿 $a_2b_2$ 方向移到 $b_2$ 点，结束了第一行的扫描正程。接着开始行逆程。这时，电子束在水平偏转磁场作用下迅速回到左端的同时，由于垂直偏转磁场的作用，又稍微向下偏移了一点，因此，行回扫期间电子束是从 $b_2$ 点开始沿向左略偏下的方向移到 $c_2$ 点。

第一行扫描结束后，电子束从 $c_2$ 点开始第二行扫描，这样，一行一行地从上到下，直到 $i_v$ 到达最大负值 $d_1$ 。于是，荧光屏上形成了一幅光栅[这里的场正程只画出5行，而实际情况要比它多得多。另外，在实际电视机中，行逆程期间显象管阴极不发射电子，故荧光屏上看不到行回扫的亮线，如图(e)所示]。

当 $i_v$ 从最大负值开始上升时，电子束将由下往上作垂直方向的回扫。这时，电子束如图(c)所示在水平扫描的同时还有向上的运动。由于垂直扫描的逆程时间比正程短(即逆程扫得快)，因此两行的竖向间隔在回扫时要比正程扫描时大[见图(c)]。图(c)中可见逆程占2行，到第7行末就已回到了荧光屏左上角 $a_2$ 点，完成了垂直回扫。

从图1-7很容易发现，由于我们选择的垂直扫描周期是水平(行)扫描周期的整数倍，因此每帧图象扫描正程的起始点在荧光屏上的位置都是一样的，象上面的例子中是从 $a_2$ 点开始

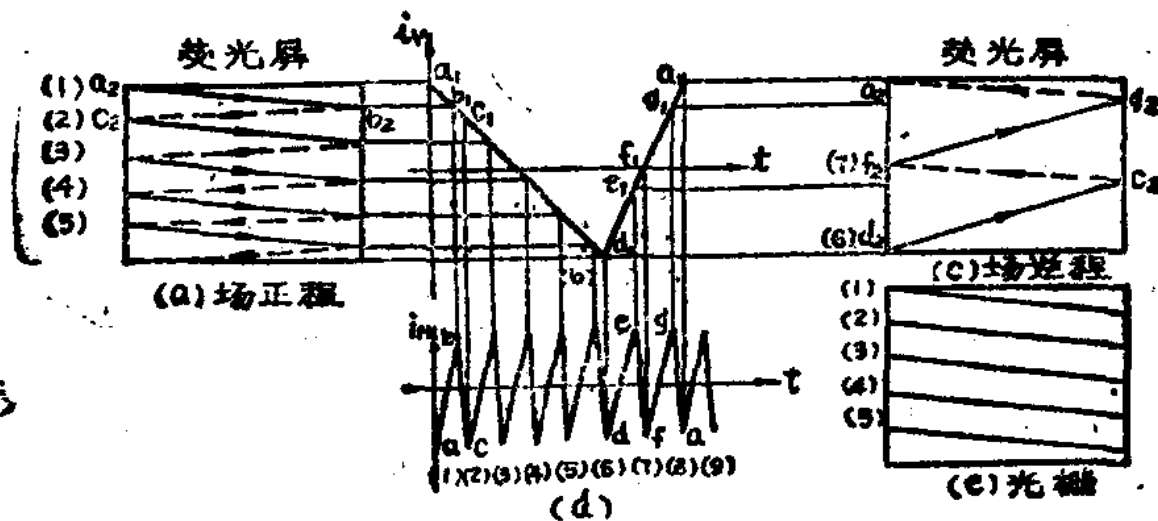


图1-7 逐行扫描原理图