

工业电视

下 册

.2

科学出版社

内 容 简 介

《工业电视》下册主要讨论了工业电视系统及部件的调整、测试和维护,并专门介绍了各种特种电视,包括水下、红外、X线和超声波电视;同时扼要地介绍了彩色工业电视。

本书主要是为实际工作者写的,可供从事工业电视及广播电视工作的科技人员和工人阅读。本书还适于自学用。

工 业 电 视

下 册

张兆扬 编著

责任编辑 陈忠

科 学 出 版 社 出 版

北京朝阳门内大街 137 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1983 年 1 月第一版 开本: 787×1092 1/32

1983 年 1 月第一次印刷 印张: 12 1/4 插页: 2

印数: 0001—13,700 字数: 282,000

统一书号: 15031·420

本社书号: 2665·15—7

定价: 1.70 元

目 录

第五章 黑白图象监视器	(1)
第一节 黑白显象管及其偏转线圈	(2)
第二节 同步分离电路	(14)
第三节 场扫描电路	(22)
第四节 行扫描电路	(36)
第五节 视频放大器和亮度控制电路	(60)
第六章 工业电视的安装调试和维护	(74)
第一节 工业电视系统的组成方式和安装工艺要 点	(74)
第二节 遥控调节和切换器	(80)
第三节 视频通道的调整和测试	(94)
第四节 扫描电路的调整和测试	(122)
第五节 黑白工业电视的调试	(127)
第六节 工业电视的使用维护和故障处理	(142)
第七章 工业电视的应用和特种工业电视	(155)
第一节 可见光工业电视的应用特点	(155)
第二节 可见光水下电视	(195)
第三节 超声波摄象	(203)
第四节 X线工业电视	(211)
第五节 红外线电视摄象机	(223)
第八章 彩色工业电视	(236)
第一节 彩色工业电视系统简述	(236)
第二节 可见光的光谱及彩色视觉	(238)

第三节	三基色原理和色度座标·····	(243)
第四节	彩色重现·····	(260)
第五节	分色棱镜·····	(270)
第六节	彩色工业电视摄象机的组成型式·····	(275)
第七节	彩色电视摄象机的特殊电路·····	(280)
第八节	两管彩色工业电视摄象机·····	(294)
第九节	单管彩色工业电视摄象机·····	(308)
第十节	彩色工业电视监视器·····	(334)
第十一节	彩色工业电视的调整·····	(361)
附录 1	国外典型光电导摄象管的参数和特性	
附录 2	国产光电导摄象管的参数和性能	
附录 3	国外典型偏转聚焦组件的运用参数	
附录 4	国内典型偏转聚焦组件的运用参数	
附录 5	国产工业电视一览表	
附录 6	国外典型彩色工业电视一览表	
附录 7	D×C—1200P 单管彩色摄象机视频处理电路图	
附录 8	D×C—1200P 单管彩色摄象机色度解调电路图	

第五章 黑白图象监视器

摄像机输出的图象信号经电缆传输到监视器,以显示出电视图象。在大多数黑白工业电视中,摄像机送给电缆的是全电视信号,图 5-1 就是这种工业电视图象监视器的系统方框图。图中的视频放大电路一方面把图象信号放大到足够大后去调制显象管电子束,同时也送给同步分离电路以分离出复合同步信号,并进一步分离为场同步信号和行同步信号。以场同步信号去同步由场振荡、场激励和场输出组成的场扫描电路;而行同步信号变换为 AFC 电压后去同步由行振荡、行激励和行输出组成的行扫描电路,由行输出反馈给 AFC 电路一个行信号,作为参考信号。如行振荡发生频率偏移,就会产生一个变化的 AFC 电压,此变化的电压加到行振荡上就会把它的频率拉到行同步频率上。使显象管正常工作所需的各极电压是由高压发生器供给的。

在监视器中一般还设有同步选择开关,当此开关由内同步转入外同步时,扫描电路被外同步信号所同步。

视频放大器的输入端有一个 75Ω 终接开关 K_1 ,摄像机送来的视频信号由单只监视器显示时,置终接 75Ω ;而需要多只监视器同时显示时,除最后一只监视器终接外,其余桥接的监视器开断终接,置在高阻抗输入端。

有的工业电视中摄像机不直接输出全电视信号,而输出视频信号、行同步信号和场同步信号,它们分别由电缆传输到监视器,如图中虚线所示,此时同步分离电路就可省略。

图象监视器与一般的电视接收机在电路上的不同点是:

前者少了高频头和中频通道部分，但它的视频通道带宽提高到 7MHz 以上，并设有钳位电路以恢复背景亮度的缓慢变化。监视器对扫描线性和几何畸变的要求也比接收机为高；同时监视器中为了使亮度的变化不影响扫描幅度，它单独设有高压变换管，而接收机中是由行输出管兼任的。为了保证图象质量，监视器用的显象管是经过精选的。

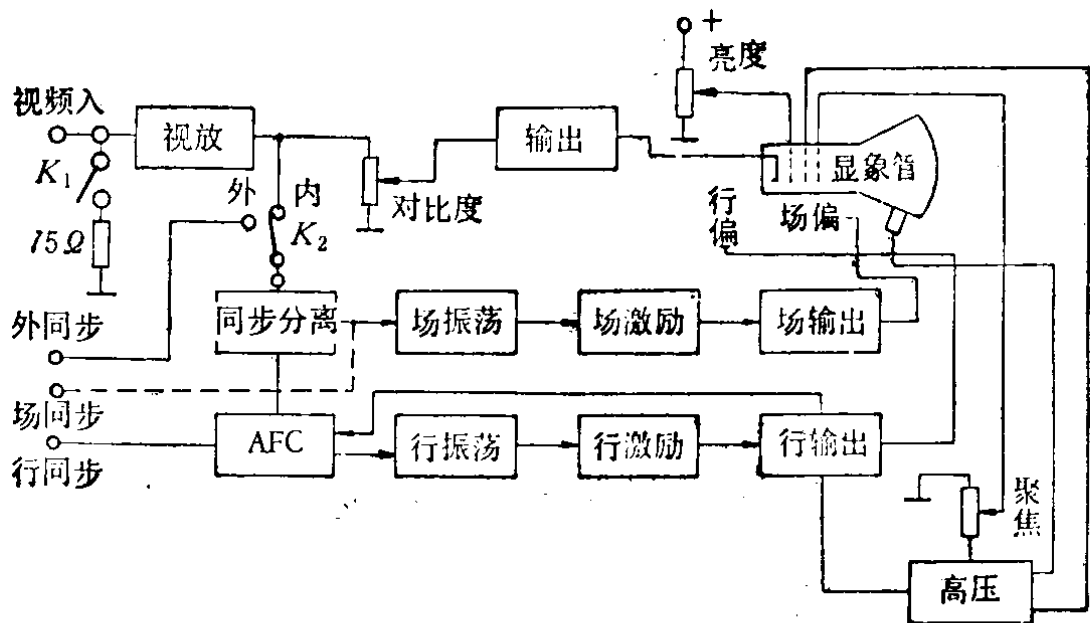


图5-1 黑白图象监视器方框图

第一节 黑白显象管及其偏转线圈

一、显象管的结构和工作原理

显象管的任务是发射出电子束并聚焦在荧光屏上使之发出光点。当电子束在偏转磁场作用下按一定规律扫描时，屏幕上就呈现明亮的光栅。图 5-2 是一个显象管的结构示意图，外面的玻壳由管颈、锥体和面玻璃三部分组成。其中管颈是位在尾部的细长玻璃，其内是电子枪；管颈和锥体的接合处套有偏转线圈，面玻璃的内壁涂有荧光膜。

电子枪由灯丝、傍热阴极、控制栅、加速极、聚焦极和阳极组成。阴极的外形是一个圆筒，顶端涂有金属氧化物，内装螺旋形的加热钨灯丝，阴极受灯丝加热后就发射出电子束。阴极被留有孔的筒形金属栅极所包围，栅极的作用与摄像管中一样由其上所加的负偏

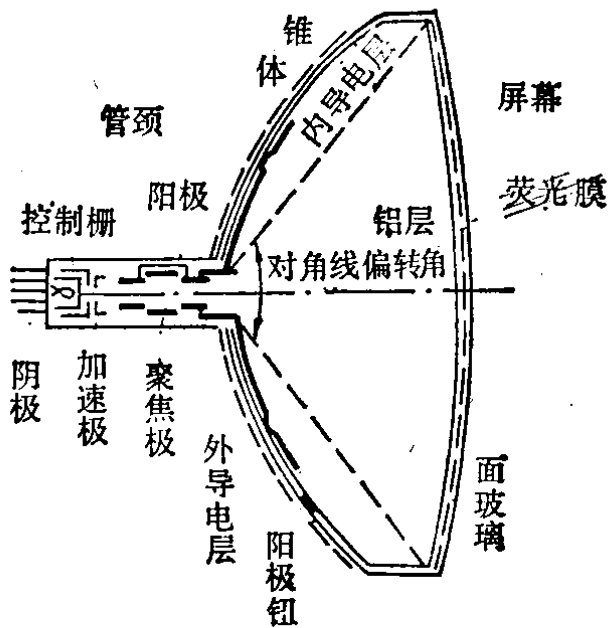


图5-2 显象管结构示意图

压的大小来控制电子束的发射量，从而控制荧光屏亮点的明暗。穿过控制栅的电子束受到中间开有小孔的圆盘状加速极所加速，向着荧光屏前进，加速极一般加有数百伏电压。加速极的后面是阳极，阳极包括二节圆筒和显像管的内壁导电层，二节圆筒由导线相连，其中靠近锥体的圆筒通过一个金属弹簧片再和内壁导电层相连，此导电层通过锥体侧面的阳极钮加上 9000~16000 伏高电压，使电子束加速到 50000 公里/秒的高速轰击荧光屏，使荧光屏发光。

在二个阳极圆筒之间有一个较大的圆筒，称为聚焦极，其上加上 0~500 伏电压。它和加速极及阳极组成的电子透镜使电子束在荧光屏上聚焦，电子透镜的聚焦原理在摄像管中曾介绍过，图 5-3 是电子束通过电子透镜聚焦的过程。改变聚焦极电压就相当于改变等效透镜的折射率，从而可使焦点 A 正确地落在荧光屏上。

荧光屏是由面玻璃内壁上镀上荧光膜而成，白色的荧光膜是硫化锌和硫化镉（或硫化锡）的混合物，只要二者有确

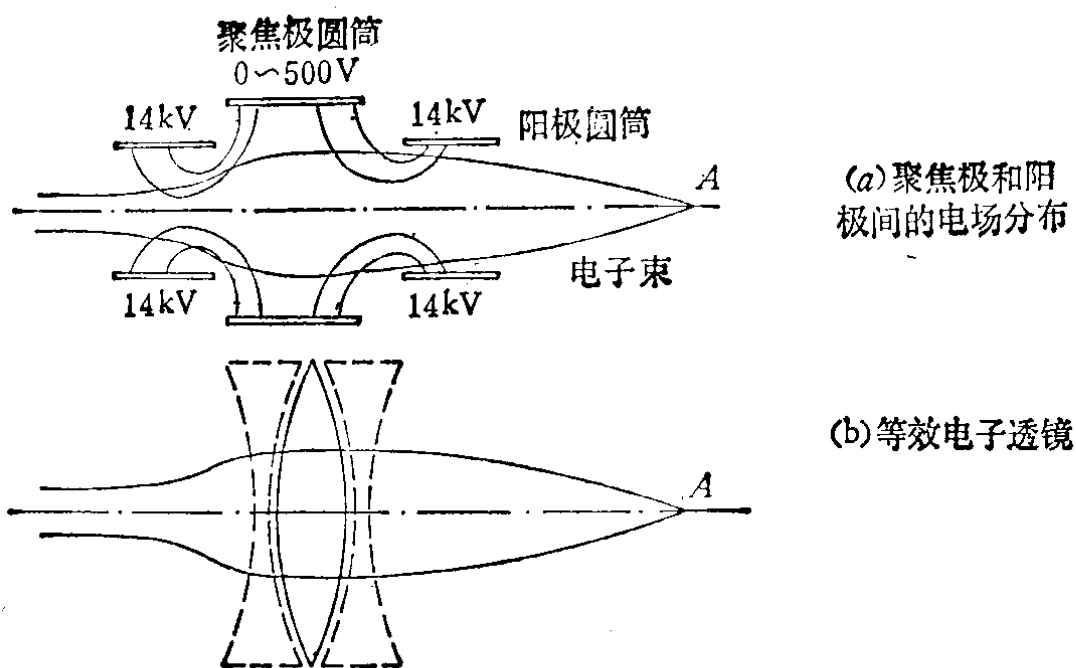


图5-3 电子束的静电聚焦

当的混合比例就使得受电子束轰击时能发出白光。荧光膜的背面还蒸涂上一层约10微米厚的金属铝膜，有了它因反射可增加屏幕亮度，还能挡住管中的负离子，避免荧光膜被离子轰击出现黑色的离子斑。

除内壁涂有导电层外，锥体玻壳的外面也涂有同样的由石墨制成的接地导电层，内外导电层间形成500~1000pF 的电容作为阳极高压的滤波电容。

二、主要参数

表 5-1 是工业电视中常用显象管的参数表，其中需要说明的参数分述如下：

(1) 偏转角：从偏转中心到荧光屏对角线的张角（见图 5-2）。偏转角增大，显象管的长度可缩短，但偏转功率就得大大增加。

(2) 截止电压：随着栅阴间负偏压的增加电子束跟着减弱，能使电子束截止时的偏压称截止电压。截止电压还与

加速极电压有关，加速极电压越大，截止电压也增大。

(3) 调制特性和最大调制量：栅阴间的电压常称为调制电压，调制电压与电子束电流的变化关系称为显象管的调制特性曲线，如图 5-4 所示。它不是一条直线，因此调制电压 u_{gk} 与亮度 B 之间的关系也不是线性的，可由公式： $B = Ku_{gk}^\gamma$ 表示，其中指数 $\gamma = 2.2$ 。在第三章第九节中曾讨论过，为校正这一非线性，摄象机通道中加有 γ 校正电路。

由截止电压 E_{gko} 到电子束电流为 $100 \sim 150$ 微安的 u_{gk} 值之间的电压范围称最大调制量。最大调制量较小时意味着加在栅阴极间的视频信号的幅度可小，这就可降低对视频输出级的要求。减小加速极电压可减小最大调制量，但光栅亮度也会有所下降。

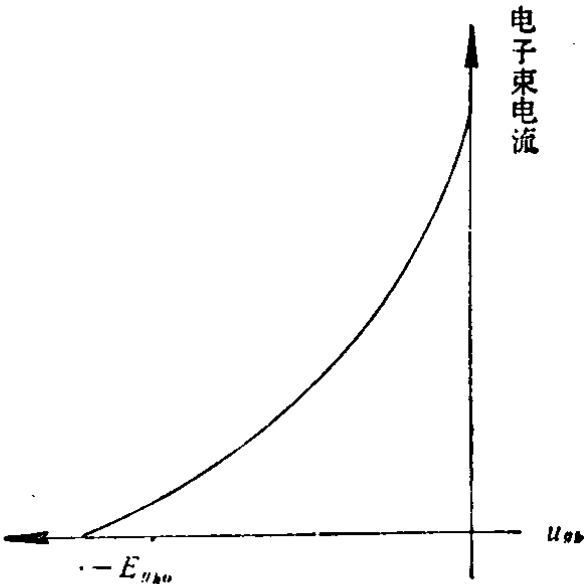


图5-4 显象管的调制特性曲线

(4) 分辨力：指分辨电视线数的能力。荧光粉的颗粒越细，分辨力越高，电子枪的聚焦性能越好，分辨力也越高。

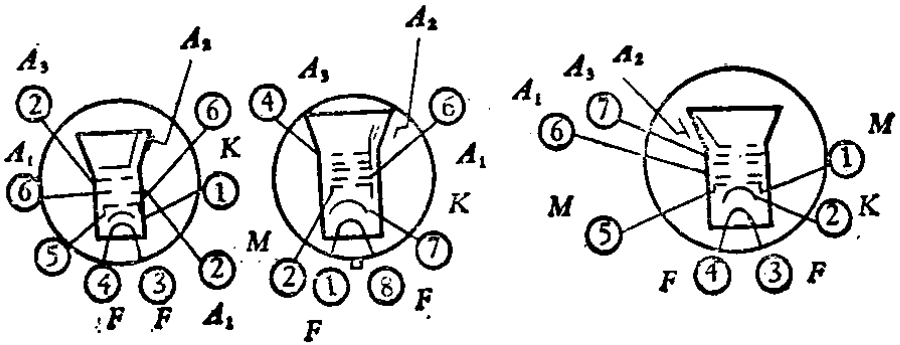
荧光屏不可能是球面，当电子束偏转到边缘时，聚焦中心不再在屏幕上，因此屏幕边缘的分辨力由于电子束散焦比中心的分辨力为低。

表 5-1 中还附出了常用黑白显象管的管脚接线图。

表5-1 国产黑白显象管参数表

型 号		23SX5B	35SX2B	40SX12B	47SX13B
偏 转 角		90°	70°	114°	110°
屏幕对角线尺寸(mm)		226(9英寸)	350(14英寸)	397(16英寸)	473(19英寸)
全 长(mm)		198	460	270	312
管颈直径(mm)		20.9	38	29.4	29.4
灯丝电压(V)		12	6.3	6.3	6.3
灯丝电流(A)		0.085	0.6	0.6	0.6
典型 工作 状态 (伏)	加 速 极	400	300	400	400
	聚 焦 极	0~300	-100~425	-100~450	-100~450
	阳 极	9000	12000	14000	16000
	截 止 电 压	-20~-60	-30~-90	-30~-90	-20~-80
	最大调制量 (正弦波有效值)	19	25	25	25
中心分辨力(线)		550	600	600	600
边 缘 分 辨 力		450	500	500	500

管脚接线图



F——灯丝 K——阴极 M——控制极 A₁——加速极

A₂——阳极 A₃——聚焦极

三、偏转线圈

在第二章中曾讨论了电子束在摄像管中的偏转，由于摄像管套有长聚焦线圈，电子束是沿着聚焦磁场与偏转磁场的合成磁力线旋转前进，偏转方向与磁力线方向一致，二只行偏转线圈分列在管颈的左右侧，场偏转线圈分列在上下侧如图 2-103 所示。但是，显象管中没有聚焦磁场，电子束仅受到偏转线圈一个磁场的作用，电子束偏转方向是与磁场的方向垂直的，所以水平偏转线圈所处的平面位置是在管颈的上下方，正好与摄像管的情况相差 90° 。这可以从图 5-5 清楚地看到：若偏转电流如图中所示方向，按右手螺旋定则，磁通密度 $\vec{B}$ 向上，因电流方向与电子束方向相反，按照左手定则，电子束按水平方向向左偏转。线圈的匝数分布也按余弦分布，不同的是因偏转角甚大于摄像管的偏转角，因此制成鞍形。

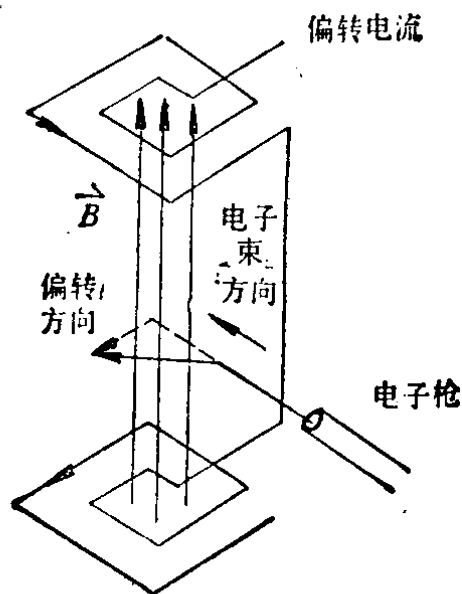


图5-5 水平偏转线圈的位置及电子束的偏转方向

场偏转线圈是直接绕在用铁淦氧制成的磁杯上的，如图

5-6 所示，当偏转线圈中流过电流时，在管颈内形成水平方向磁场，若电子束垂直向纸面前进的话，按左手定则，电子束就向上偏转。图(c)是线圈绕在磁杯上的匝数分布，在 2β 区间分层密绕，各层的匝数一般呈塔形，例如一个16英寸场偏转的各层匝数分布为：64、66、70、74、82、86、94和100，一个12英寸场偏转的匝数分布为：65、75、85、95和105。在 2α 区间匝数为零， $2\alpha \approx 90^\circ$ 。

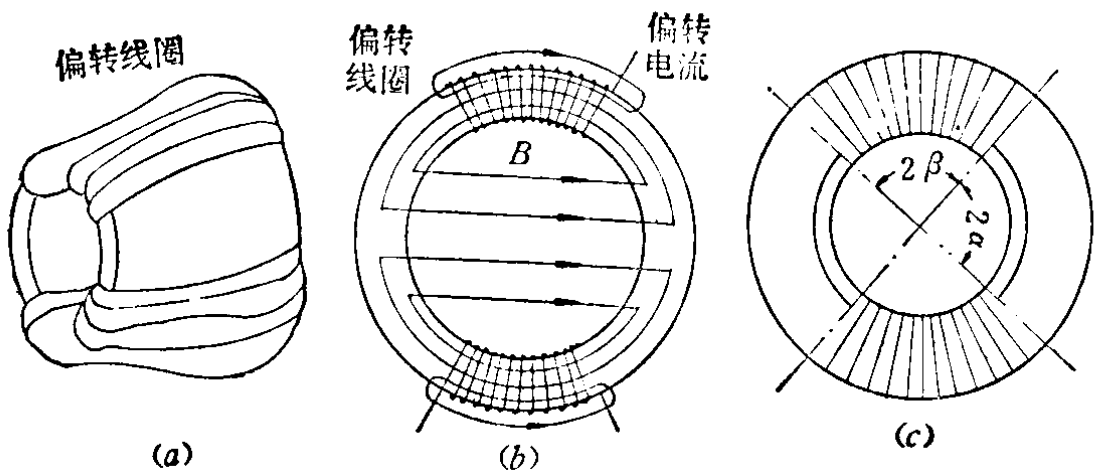


图5-6 垂直偏转线圈及其产生的磁场

图 5-7 是在偏转线圈（图中画出的是场偏转线圈）的作用下，电子束在显象管内的实际偏转情况。当偏转线圈中电流的方向形成图中所示方向的磁场时，电子束一进入偏转磁场，受到向上的偏转，轨迹为一圆弧，出偏转磁场时，沿着圆弧的切线方向直奔屏幕。

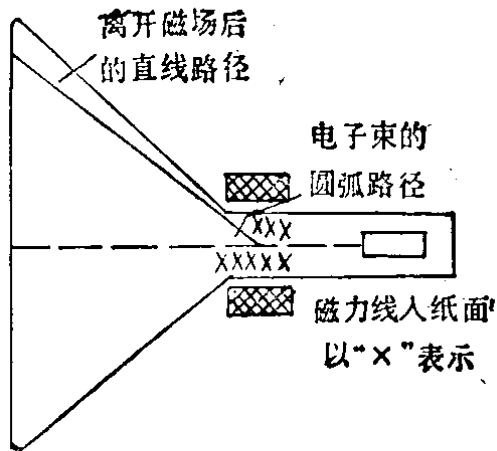


图5-7 电子束在显象管中的偏转

图 5-8 是行、场偏转线圈的组件图，这个组件密套在紧靠锥体的管颈上。

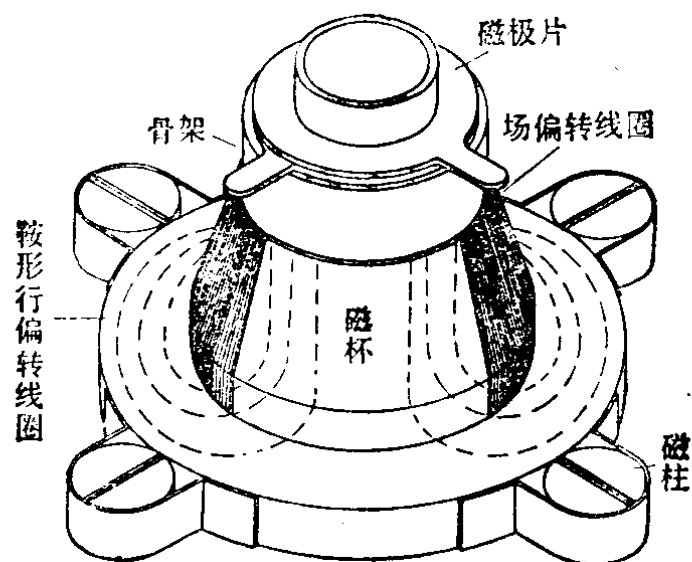


图5-8 大偏转角（114°与110°）的偏转组件示意图

图中的二个磁极片是调节光栅中心的。由于显象管电子枪的装配误差造成各电极的轴线不重合，以及由于线圈与管

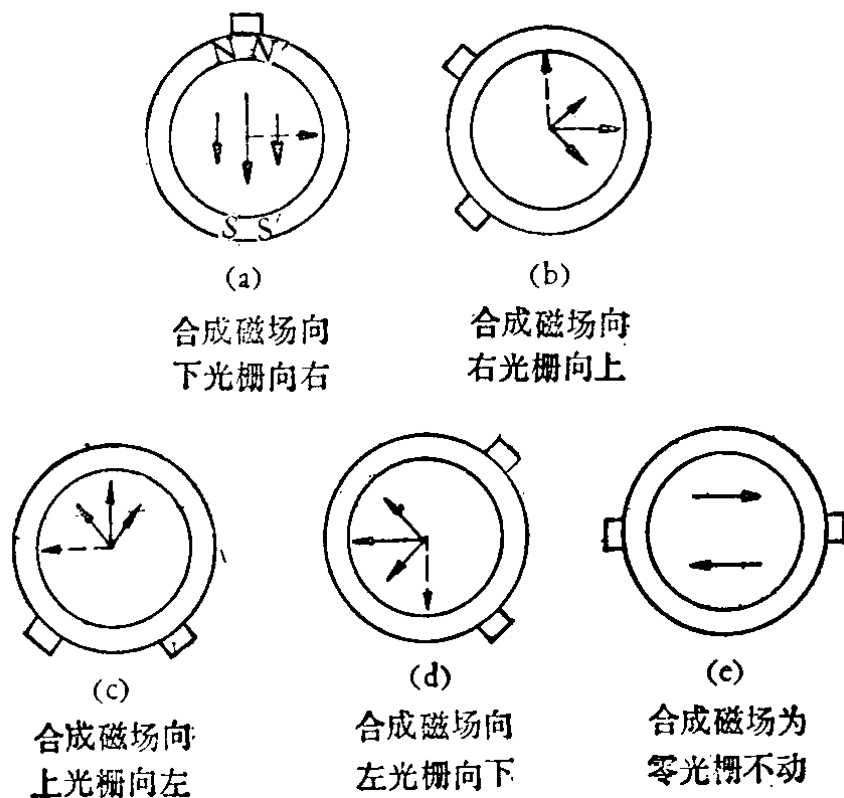


图5-9 调中心磁极片合成磁场的变化

颈的轴线不重合等原因使电子枪的扫描光栅中心与荧光屏的几何中心不重合。重迭套在偏转线圈始端的这两个磁极片可以附加一个磁场来影响电子束的轨迹使得光栅中心与几何中心重合。当调节这二个磁极片的相对位置时，因改变了这二个磁极片的合成磁场方向从而可以按实际需要调节光栅中心的位置，图 5-9 是这二个磁极片在不同相对位置时的合成磁场的变化情况。

图 5-8 中的磁柱是调节光栅的枕形失真的。除了类似摄像光栅那样由于偏转线圈磁场不均匀会引起枕形失真外，显象管屏幕大、且不呈球形也是造成光栅枕形失真的重要原因，图 5-10 可清楚地说明这一点。假定偏转线圈中通过线性的锯齿电流，并且偏转磁场是均匀的，这样若屏幕正好是一个曲率中心与偏转中心重合的球面，如图 5-10 中的圆弧线那样，则与等量的偏转角 ϕ_1 、 ϕ_2 、和 ϕ_3 相对应的光点移动的距离 h_1 、 h_2 和 h_3 相等。但实际上屏幕的曲率很小可近似看成为一个平面，这样光点移动的距离变为 h_1' 、 h_2' 和 h_3' ，显然 $h_1' < h_2' < h_3'$ ，也就是电子束越是向边缘偏转时，光点移动的速度越快，这对行、场方向都适用，结果在平面屏幕上产生的光栅是呈枕形的。

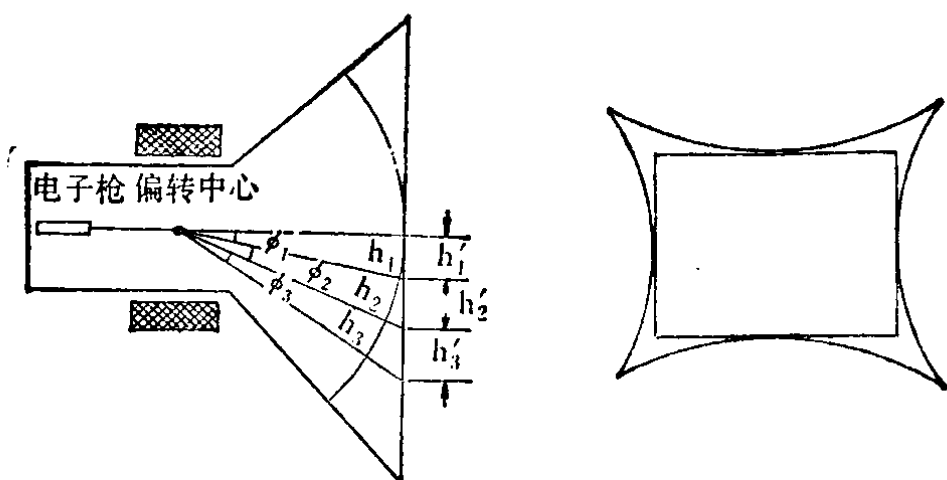


图5-10 平面屏幕引起的枕形失真

对枕形失真的校正方法可从三方面进行。第一，既然枕形失真是由电子束偏转到边缘时，光点移动的速度太快所造成，只要使通入偏转线圈的电流从锯齿波改为 S 形电流，如图 5-11 所示。第二，设计偏转线圈时使两边的磁场强度略弱于中间，这样电子束偏转到边缘时因磁场减弱而使偏角减小，从而得到补偿。第三，用磁柱来校正。偏转角较大的显象管另用两个或四个磁柱来校正尚剩余的枕形失真。磁柱用

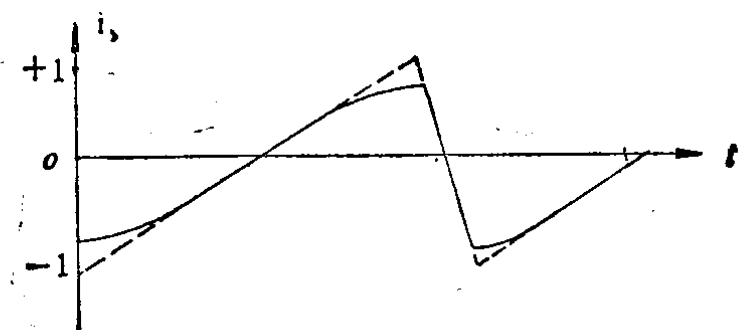


图5-11 S形电流校正枕形失真

铁卡固定但能够旋转 S / N 极的磁极位置，如图 5-12 所示。图中，由于磁柱的附加磁场把枕形光栅拉平。

除枕形失真外，显象管的偏转线圈如设计不良或工艺不良可能会产生桶形、菱形、梯形等失真，其原因与摄象管的偏转线圈类似，这里不再重复。

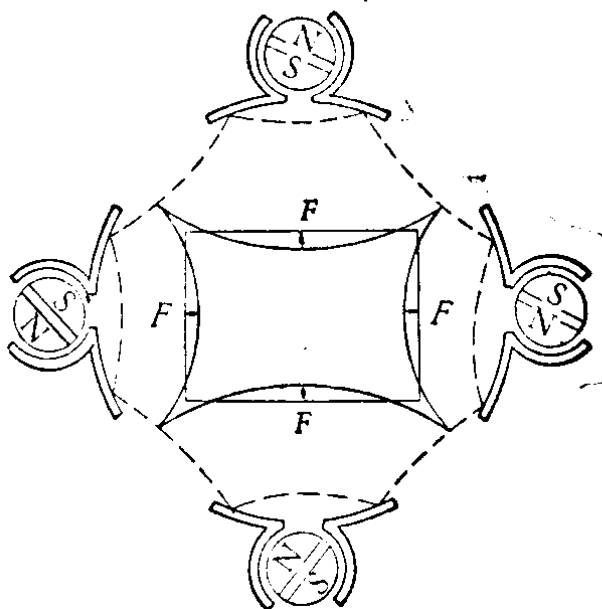


图5-12 用磁柱校正枕形失真的示意图

显象管的幕面远比摄象管的靶面大，为了要得到足够的偏转幅度需要供给偏转线圈足够大的功率，偏转电流的正程

开始或结束时为最大功率，以 P_m 表示：

$$P_m = \frac{L_Y I_{P-P}^2}{2T_S} + \frac{R_Y I_{P-P}^2}{4} \quad (5-1)$$

式中， L_Y 、 R_Y 分别为偏转线圈的电感和内阻， T_S 为扫描的正程时间， I_{P-P} 为偏转电流幅度。需要指出的是电子束在磁场中受洛仑兹力作用而偏转时只改变其运动方向，并不改变其速度值，所以电子的能量并不增加，电感中的磁能也并不消耗，即供给电感的磁能是无功功率，它等于式(5-1)中的第一项。但偏转线圈的内阻是损耗能量的，所以除供给偏转线圈无功功率外，也需要供给一定的有功功率，它等于式(5-1)中的第二项。

对行偏转线圈来说其感抗远比其内阻大得多，其电感所需的无功功率远比内阻的损耗功率大得多，因此加到行偏转线圈的最大功率 P_H 近似等于式(5-1)中的第一项，如以 $T_S = (64 - 11.8 \mu s) = 52.2 \mu s$ 代入，则：

$$P_H = 9.6 L_{YH} I_{HP-P}^2 (\text{mH} \cdot \text{A}^2) \quad (5-2)$$

对场偏转线圈来说，其感抗却比其内阻小得多，内阻的损耗功率远比电感所需的无功功率大得多，因此加到场偏转线圈的最大功率 P_V 可近似等于式(5-1)中的第二项，即：

$$P_V = 0.25 R_{YV} I_{VP-P}^2 (\Omega \cdot \text{A}^2) \quad (5-3)$$

上两式中， L_{YH} 是行偏转线圈的电感， R_{YH} 是场偏转线圈的损耗电阻， I_{HP-P} 、 I_{VP-P} 分别为行、场偏转电流的峰峰值。

由上可见，为了获得一定的偏转幅度，应供给偏转线圈足够的功率，从式(5-2)、(5-3)还可看出：加到行、场偏转线圈上的最大功率决定于 $L_{YH} I_{HP-P}^2$ 和 $R_{YV} I_{VP-P}^2$ ，常用 S_H 和 S_V 表示，即：

$$S_h = L_{yh} I_{hp-p}^2 \tag{5-4}$$

$$S_v = R_{yv} I_{vp-p}^2 \tag{5-5}$$

S_h 、 S_v 分别被称为行偏转线圈灵敏度和场偏转线圈灵敏度，其值越小，满屏偏转时所需的锯齿电流幅度越小，即灵敏度越高。偏转线圈的灵敏度由线圈的结构、显象管的偏转角和阳极高压决定，一般可从手册查得，例如表 5-2 所示：

表 5 - 2 用于不同显象管的偏转线圈灵敏度

型 号		23SX5B (9 英寸)	35SX2B (14英寸)	40SX12B (16英寸)	47SX13B (19英寸)
偏转角 (对角线)		90°	70°	114°	110°
实际偏转角	垂直	62°	52°	86°	85°
	水平	85°	66°	106°	105°
S_h		6.8	5.3	11	11
S_v		6.0	5.5	12	12

上表中显象管的阳极高压为10kV，对于不同高压值 $n(kV)$ 下的偏转线圈灵敏度可用下式换算：

$$S = S_{10kV} \cdot (1.05)^2 \cdot \frac{n(kV)}{10(kV)} \tag{5-6}$$

式中的 1.05 是留有5%的偏转电流余量。例如对于监视器中常用的16英寸（114°偏转角）显象管，因阳极高压是14kV，所以行、场偏转灵敏度分别为：

$$S_h = 11 \times (1.05)^2 \times \frac{14}{10} = 17 \text{ (mH} \cdot \text{A}^2\text{)}$$

$$S_v = 12 \times (1.05)^2 \times \frac{14}{10} = 18.5 \text{ (}\Omega \cdot \text{A}^2\text{)}$$