

# 黑白电视机

## 电路分析及 维修200例



北京出版社

# 黑白电视机电路分析 及维修200例

周才夫 赵金梁 宋庆生  
贾存金 甘茂濂 编著

北 京 出 版 社

## 内 容 提 要

全书分十三章。其中第一、二章简明地阐述电视广播的基本知识、电波传播和接收天线；第三至十一章分别对高频头电路、中频放大电路、视频检波和视频放大电路、显象管电路、伴音通道、同步分离电路、场扫描电路、行扫描电路、电源电路等进行技术分析；第十二章介绍测量仪器和对各部分电路的调测方法；第十三章列出黑白电视接收机常见故障202例，并介绍了具体的维修方法。

本书可供无线电工程技术人员、专业维修人员和广大无线电业余爱好者阅读参考，亦可供电视维修技术学校和短期培训班使用。

### 黑白电视机电路分析 及维修200例

Hei bai dian shi ji dian lu fen Xi ji Wei xiu 200 li

周才夫 赵金梁 宋庆生

贾存金 甘茂濂 编著

\*

北 京 出 版 社 出 版

(北京北三环中路6号)

新华书店北京发行所发行

一 二 〇 一 工 厂 印 刷

\*

787×1092毫米 32开本 12.75印张 293,000字

1987年12月第1版 1987年12月第1次印刷

印数：1—34,500

ISBN 7-200-00256-9/TN·4

书号：15071·88 定价：2.90元

## 前 言

随着我国广播电视事业的迅速发展，电视覆盖面不断扩大，电视接收机已逐渐从城市普及到乡村。目前的调查表明，全国的电视接收机中，大部分还是黑白电视机，并且以采用分立元件的居多。为了帮助广大无线电维修人员和业余爱好者了解黑白电视接收机的工作原理，掌握对电路的分析能力，以便于提高维修技巧，同时也为满足电视维修技术培训学校(班)的需要，我们根据工作中的体会，编写了《黑白电视机电路分析及维修200例》这本书。

本书为适应实际应用的需要，简明而又系统地阐述了以分立元件为主的晶体管黑白电视接收机及其各部分电路的工作原理和实际电路分析；介绍了对黑白电视接收机进行调测的具体方法；以及判断故障和进行维修的具体实例。在写作上力求深入浅出，理论和实践紧密结合，文字力求简明扼要，通俗易懂。如对广大专业维修人员和业余无线电爱好者有所帮助，这将使我们感到莫大欣慰。

由于我们水平有限，不妥或错误之处在所难免，敬请读者批评指正。

编著者

# 目 录

|                      |       |
|----------------------|-------|
| 第一章 电视广播的基本知识.....   | (1)   |
| 第一节 电视信号.....        | (1)   |
| 第二节 黑白电视接收机基础.....   | (17)  |
| 第二章 电波的传播与接收天线.....  | (30)  |
| 第一节 电视信号电波的传播特点..... | (30)  |
| 第二节 接收天线.....        | (33)  |
| 第三节 馈线及阻抗匹配.....     | (46)  |
| 第三章 高频头电路.....       | (55)  |
| 第一节 高频头工作原理.....     | (55)  |
| 第二节 输入电路.....        | (59)  |
| 第三节 高频放大电路.....      | (65)  |
| 第四节 混频电路.....        | (69)  |
| 第五节 本机振荡电路.....      | (74)  |
| 第六节 高频头全电路分析.....    | (78)  |
| 第七节 电调谐高频头.....      | (82)  |
| 第八节 UHF 调谐器 .....    | (92)  |
| 第四章 中频放大器.....       | (100) |
| 第一节 中频放大器的基本要求.....  | (100) |
| 第二节 中频放大电路.....      | (104) |
| 第三节 实际电路分析.....      | (117) |
| 第五章 视频检波和视频放大电路..... | (124) |
| 第一节 视频检波器.....       | (124) |

|      |                |       |
|------|----------------|-------|
| 第二节  | 自动增益控制电路       | (131) |
| 第三节  | 视频放大电路         | (151) |
| 第六章  | 显象管电路          | (167) |
| 第一节  | 显象管的有关电路       | (167) |
| 第二节  | 实际电路分析         | (172) |
| 第七章  | 伴音通道           | (175) |
| 第一节  | 伴音中放及限幅放大电路    | (176) |
| 第二节  | 鉴频器            | (179) |
| 第三节  | 低频放大电路         | (189) |
| 第四节  | 实际电路分析         | (192) |
| 第八章  | 同步分离电路         | (197) |
| 第一节  | 钳位电路           | (197) |
| 第二节  | 幅度分离和同步放大电路    | (204) |
| 第三节  | 抗干扰电路          | (212) |
| 第四节  | 行、场同步脉冲分离电路    | (219) |
| 第五节  | 实际电路分析         | (227) |
| 第九章  | 场扫描电路          | (232) |
| 第一节  | 场振荡电路          | (232) |
| 第二节  | 场推动和场输出电路      | (252) |
| 第三节  | 场线性补偿、温度补偿和S校正 | (262) |
| 第四节  | 实际电路分析         | (268) |
| 第十章  | 行扫描电路          | (272) |
| 第一节  | 行振荡及行推动电路      | (272) |
| 第二节  | 行输出电路          | (281) |
| 第三节  | AFC电路          | (300) |
| 第四节  | 实际电路分析         | (306) |
| 第十一章 | 电源电路           | (312) |

|      |                                                                 |       |
|------|-----------------------------------------------------------------|-------|
| 第一节  | 电源电路工作原理.....                                                   | (313) |
| 第二节  | 稳压电路.....                                                       | (316) |
| 第三节  | 实际电路分析.....                                                     | (325) |
| 第十二章 | 测量仪器及电视接收机的调测方法.....                                            | (331) |
| 第一节  | 测量仪器.....                                                       | (331) |
| 第二节  | 黑白电视接收机的调测.....                                                 | (355) |
| 第十三章 | 黑白电视接收机故障维修200例 .....                                           | (371) |
| 第一节  | 黑白电视接收机的检修方法.....                                               | (371) |
| 第二节  | 黑白电视接收机常见故障维修200例<br>.....                                      | (383) |
|      | 一、无光栅，无伴音(383) 二、无光栅，有伴音(384)                                   |       |
|      | 三、有图象，无伴音(385) 四、有光栅，无图象，无伴音，<br>有噪波、噪声(385) 五、有光栅，有伴音，无图象(387) |       |
|      | 六、有光栅，无图象，伴音声小(387) 七、有光栅，无图<br>象，无伴音和噪波(387) 八、声、象调节不能兼顾(388)  |       |
|      | 九、声、象时有时无(388) 十、伴音部分故障(388) 十                                  |       |
|      | 一、光栅或图象异常 (389)十二、控制调节失灵 (400)                                  |       |
| 附录   | 黑白显象管使用须知及其特性参数.....                                            | (402) |
| 附图   | B315-A、B型黑白电视接收机电原理图                                            |       |

# 第一章 电视广播的基本知识

利用无线电波向宽阔的区域播送各种节目的过程，称为无线电广播。按照播送的方式，只播送声音信号的，称为“声音广播”；同时播送图像信号和伴音信号的，称为“电视广播”。但因声音广播的发明和应用远早于电视广播，所以，通常所简称的广播系指声音广播。

无线电电视广播的发明，使人们几乎在同一时间里，就可同时听到和看到千百里甚至万里以外所发生的事件，因而使人类在征服时间与空间的里程中又迈进了一大步。

## 第一节 电视信号

### 一、电视广播

我们知道，无线电声音广播是把介质的机械振动变换成电流强弱的变化，即声-电的变换。它是通过振动的声波对直流电源进行调制，使直流电变化为脉动电流，且与声音强弱的变化一一对应，从而把声音转换成相应的电信号的。变换后的电信号频率，与声音信号的频率相对应，大体在20Hz(赫)到20KHz(千赫)之内，称为音频。这种频率的电波不利于在空间传播，于是又用它对更高的频率(高几十倍到几百倍)进行调制，即把音频信号加到高频载波上，再通过天线发射到空间。收音机接收到这种电波后，经过放大、检波等过程，最后通过扬声器完成电-声转换，重放出广播的声

音。

在电视广播中，图象信号的传送与声音广播的传送过程基本相同，也要有类似于声-电转换的光-电转换过程。即把景物各部分的光亮强弱，变换为相应的电流、电压的强弱变化。由光信号变换成的电信号，其频率范围较宽，大体在 $0\sim 6\text{MHz}$ (兆赫)，称为视频。用视频信号对更高频率的载波进行调制后，便可通过发射天线发送出去，形成图像电视电波。接收机接收到这种图像电视电波，经过一系列处理和变换，完成电-光转换过程，就能使原来的景物图象在显象管上重显。

电视广播中的伴音信号，是采用调频的方式，调制在另一高频电波上(称为伴音载频)，然后再由同一座发射天线同时发送到空间的。

在电视广播中，图象信号的频带宽度高达 $6\text{MHz}$ ，连同伴音通道，其总的频带宽度约为 $8\text{MHz}$ 。所以，电视广播的载频，必须在几十兆赫以上。这就是电视广播使用甚高频以及特高频和超高频段的原因。

## 二、图象信号的产生

如前所述，在电视广播的发送端，必须首先进行光-电转换，把景物的图象变换成为相应的电信号。这一转换过程，是由电视摄像管来完成的。用于黑白电视广播中的摄像管，其种类很多，但普遍采用的是超正析摄像管，它的结构如图1-1所示。

摄像管的最前端，是电子成象和移象部分，这部分由光电阴极、加速极、栅网和靶电极等组成。其中，光电阴极是在管的前端内壁涂以一层很薄的铯化银光敏材料层形成的。

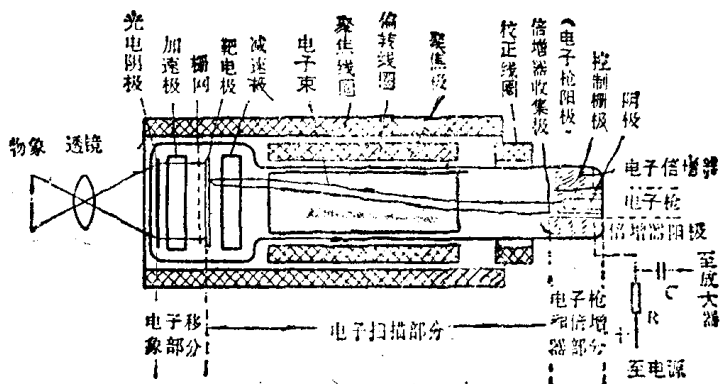


图1-1 超正析摄像管

光电阴极在光线的照射下，能够按投射到该点的光线强弱，成正比地向外发射电子。由于对应于图象亮点处发射的电子数多，对应于图象暗点处发射的电子数少，所以，从光电阴极表面各点发射的电子密度各不相同。此外，光电阴极表面的光敏材料质点之间，具有横向导电性能很差的特性，在各质点之间不存在电子的扩散。因此，对应于景物各部分的不同亮度，便在光电阴极形成表现为电子浓度疏密的电子图象，这就是所谓电子成像。光电阴极各光敏质点所对应的景物的光点，称为象素。

紧挨光电阴极依次排列的是加速极、金属栅网和靶电极。加速极的作用是对光电阴极发射出来的电子进行加速，使其达到必要的速度。电子在高速行进过程中，受到聚焦线圈磁场的作用，形成细束，并穿过金属栅网的空隙，打到靶电极上。由于电子束流的速度快，而且互相平行，所以，靶电极的相应位置因受高速电子的轰击而发射电子。轰击靶电极的电子称为一次电子，靶电极受轰击而放出的电子称为二

次电子，即所谓二次电子效应。二次电子的数量与一次电子束流的电子数成正比，而一次电子束流的电子数则与光电阴极各质点的亮度成正比。靶电极在发射二次电子后将带正电荷，变成正电位，其电位的高低与二次电子数成正比，当然也与光电阴极上相应质点的亮度成正比。因为靶电极与光电阴极是完全平行的，所以靶电极上形成的电图象与光电阴极上的电图象完全一致，从而把光电阴极上的电子图象移到了靶电极上，完成所谓移象过程。

超正析摄像管的靶电极是双面靶，厚度很薄，沿靶面方向的导电能力很小，将其看成是无数小电容器的组合体。靶的两面相当于电容器的两个极片，极片之间有很小的漏电阻。由于漏电作用，使小电容器右面的电位很容易接近于左面的电位。也就是说，左靶面上有高低起伏的电位，右靶面上也会相应出现同样的高低起伏的电位，从而把左靶面上的电位转移到右靶面。

摄像管尾部设置有电子枪，它由阴极、控制栅极和阳极组成。电子枪的阴极表面涂以一层氧化物半导体，在受到灯丝加热后，便发射出大量电子。控制栅极又称调制极，为空心圆筒形，并在对着阴极的一面装有一块开有小孔的膜片，阴极发射的电子束流就从膜片的小孔穿过。改变控制栅极的电压，可以控制电子流的大小。电子枪的阴极也是带有中心孔的圆筒，它的作用是在施加高于阴极的电压后吸引电子前进。但它不截获电子，只对电子流有聚焦作用，使电子流成为细束以高速穿过阳极中心小孔，并受偏转线圈形成的电磁场所控制，对靶电极进行扫描运动。

从电子枪发出的射束电子流是一定的，它按顺序对靶电极进行扫描，以补充靶电极电位图象有关各点电子的不足，

使其达到与阴极同样的电位。当补充靶电极有关各点后的剩余电子返回时，该射束电流便已受到靶电极电位图象的调制，其射束电流的大小与扫描各点对应的景物光点一一对应，变为带有电视图象信号的电流。如果用一收集电极，把从靶电极返回的带有图象信息的电子收集起来，然后引出管外，便可作为摄像管的输出信号。

为了进一步增强图象信号，提高摄像管的灵敏度，在超正析摄像管中装有叫作电子倍增器的装置，利用二次电子发射效应，使电流逐级倍增，输出的信号电流增强。电子倍增器套在电子枪的外围，由多层电极组成，每两层电极之间构成倍增器的一级。如图1-2所示，从阴极发射的电子经控制栅极和阳极小孔打到靶电极上，多余的电子从靶电极返回时，则被带有小孔的圆盘(即阳极或收集极)所截获。由于电子运动的速度很高，因而将产生二次电子发射。二次电子在倍增器逐级增高的电压加速下，依次从第一层电极起，一直

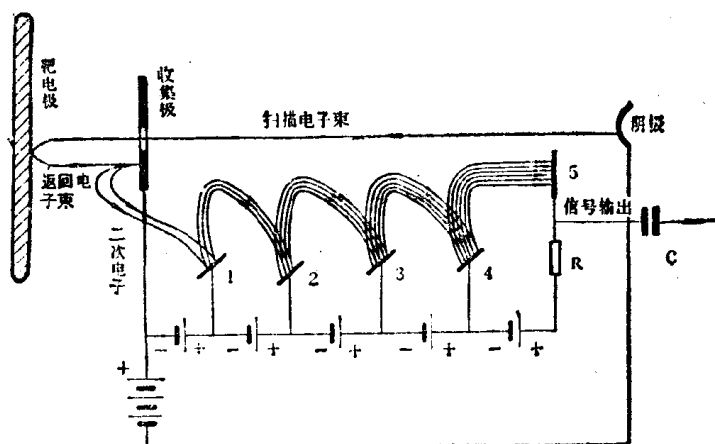


图1-2 电子倍增器原理图

打到最后一层电极。每经过一层电极，二次电子数就成倍增加，使图象信号得到增强。电子倍增器的最后一层叫作阳极，从这里引到管外，经过负载电阻  $R$  形成图象信号电压，并由电容  $C$  耦合到摄象机中的预放器进行放大，得到足够幅度的图象信号，即电视信号。

### 三、扫描

把图象分解成为像素，并按顺序把各像素逐一进行传送的方法，称为顺序传送，也就是扫描。电视技术中的扫描，就是使电子束按一定规律作周期性的运动，把图象的像素按次序逐个传送出去。

电子束扫描先从图象的左上角开始，稍带倾斜地向右扫描，完成第一行，接着迅速返回，仍从左面开始，对第二行扫描，如此从左到右，从上到下，逐行进行扫描，直到扫完最末一行，再从最上面第一行开始，重复进行。电子束水平方向的运动，称为行扫描；电子束在垂直方向的运动，称为场扫描。电子束自左往右扫描，称为行扫描的正程（正扫）；从右回到左，称为行扫描的逆程（回扫）。在行扫描正程的过程中，摄象管电子束把图象信息送出去；而行扫描的逆程，对于传送图象则没有什么意义，只是为扫下一行作准备。因此，扫描正程时间长，扫描逆程时间短。也就是说，电子束回扫时是迅速从右返回到左的。

我们知道，一幅画面的像素越多，就越能呈现图象的细节，画面就越清晰。根据这个道理，在电视显象管重现图象时，应该要求有一定的行数。按照我国的电视标准，每幅画面采用625行，即在画面上下方向可出现625个像素。由于电视屏幕的宽高比为4:3，所以在横方向可出现  $4/3 \times 625$  个象

素。这样，整幅画面在理想状态下的像素，应该是

$$(4/3 \times 625) \times 625 = 520000 (\text{个})$$

重现的图象也是按扫描运动从左到右，从上到下顺序出现的。但由于人眼的视觉惰性，当图象消失后，图象在视觉上仍能暂留0.1秒(这种现象称为视觉暂留)。所以，如果能把52万个依次出现的像素在0.1秒内全部显示完毕，那么，人们看到的将是同时出现的一幅完整画面。若以一定的速度连续地传送一幅幅画面，这时画面所显示的就是活动的景象。我国电视标准规定，每秒传送25幅图象，即在每秒钟内把全部图像扫描25遍，每扫描一遍称为一帧，所以帧频率为

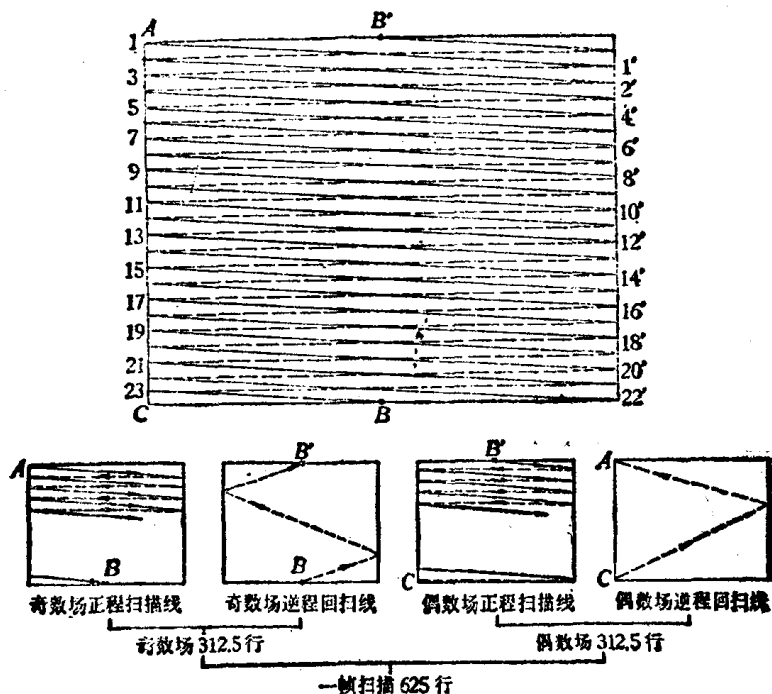


图1-3 奇数式隔行扫描

25赫。但对于人眼的视觉暂留特性来说，25赫的帧频仍然能感觉到图象闪烁，所以通常采用的是隔行扫描的方式。

所谓隔行扫描，如图1-3所示，就是把一帧图象分为两场进行扫描，即第一场扫描1、3、5……奇数行，第二场扫描偶数行，每场扫312.5行，共625行。由于采用隔行扫描，每秒扫描25帧，共扫50场，从而消除了闪烁现象。

实现隔行扫描，一般都采用奇数方式，即每帧画面的扫描行数为奇数，如625行、405行、525行、819行等。因为采用偶数方式，当扫完第一场后，第二场的扫描起点必然要低于(或高于)第一场的扫描起点，也就是要求扫描锯齿波的振幅在两场中不一致，使设备复杂化。采用奇数方式，则第一场扫描终点在行扫描的最后一行中途B点结束，即扫描1/2行终止，再接扫第二场；而第二场扫描是从B'点起，一直扫到C点。这样，两场扫描点互相岔开1/2行，使前后两场的扫描线相嵌，可避免出现并行现象而降低清晰度。为此，隔行扫描必须满足以下关系式：

$$\frac{\frac{f_H}{f_v}}{2} = \text{奇数}$$

式中， $f_H$ 为行扫描频率； $f_v$ 为场扫描频率。我国规定一帧为625行，帧频为25Hz，则行频要求为15625 Hz，

即

$$\frac{\frac{f_H}{f_v}}{2} = \frac{15625}{50/2} = 625$$

还应指出的是，在隔行扫描方式中，奇数行和偶数行交替出现，仍然会引起图象小面积的线间闪烁，使人感到似乎扫描线在上下蠕动。

#### 四、全电视信号的组成

若使电视接收端正确重现发送端摄制的对象景物，必须要求接收端用于控制显象管电子束的行、场扫描的频率和相位与发送端完全一致。如果只是扫描频率相同，而扫描的相位不一致，也不能收到正确的图象，行扫描相位不一致，应该出现在屏幕左边的图象就会移向右边；场扫描相位不一致，则应该在屏幕上边的图象就会移向下面。为了使接收端的扫描频率和相位与发送端完全一致，彼此达到同步，在发送端传送的信号中，除图象信号外，还必须有复合同步信号、复合消隐信号，由它们共同组成全电视信号，以便控制接收端的扫描。

同步信号在发送端是由专门的设备，即同步机产生的。它一方面控制电视摄象机的行、场扫描，另一方面和图象信号、消隐信号混合形成全电视信号。其中，行同步信号的脉冲宽度为 $4.7\sim 5.1$ 微秒，扫描周期用 $H$ 表示，为行频的倒数，即 $H=1/15625=64$ 微秒。场同步脉冲的宽度为 $160$ 微秒。行同步信号和场同步信号混合在一起，称为复合同步信号。

电子束从荧光屏左边到右边的扫描正程，要按图象信号使荧光屏被扫描部分发出明暗不同的光。当在逆程扫描期间，则不应使屏幕发光，必须使电子束截止。为此，在电子束逆程期间，需要传送一黑色电平的信号电压，使电子束截止。该信号就叫作消隐信号。同时，场扫描的逆程也必须消隐，因而也必须传送场消隐信号。场消隐信号的脉冲宽度为 $25H\pm 12$ 微秒，行消隐信号的宽度为 $12$ 微秒。行消隐信号和场消隐信号混合在一起，组成复合消隐信号。

复合同步信号和复合消隐信号如图1-4所示。

从图中可以看到，奇数场的最后一个行同步信号与相邻

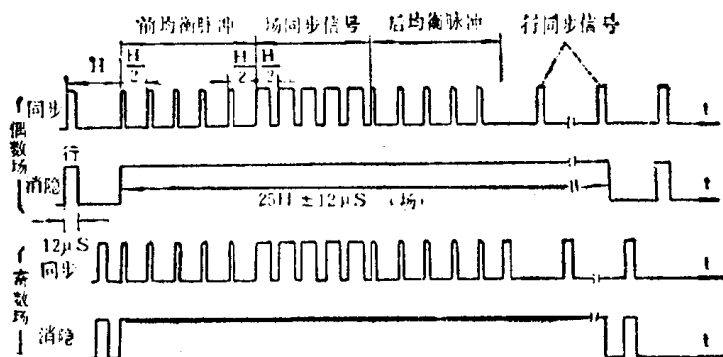


图1-4 复合同步及复合消隐信号

场同步信号的间隔为半个行周期，而偶数场的最后一个行同步信号与相邻场同步信号的间隔为一个行周期。此外，由于接收端场同步信号是用积分电路取出的，当同步信号波形不一样时，就会产生相邻两场在作用时间上不一致，产生并行现象，使图象的垂直清晰度降低。为此，在同步前、后还分别加了五个窄脉冲，称为前、后均衡脉冲，其间隔为半个行周期，从而使相邻两场同步脉冲前后较近时间内的差异较小，以消除并行现象。

为了在长达160微秒的场同步信号期间仍有行同步信号，不使行扫描失去同步，在场同步信号内还开有五个小槽，称为槽脉冲。槽脉冲的后沿与原来应该在此出现的行脉冲的前沿位置，间隔为行周期的一半。应该指出，在均衡脉冲和场同步脉冲期间，行频提高了一倍，但实际起作用的只有同步脉冲周期间隔上的那些脉冲。

全电视信号所包含的全部信号内容如图 1-5 所示。我国电视标准规定，同步信号处于全电视信号幅度的75~100%；消隐信号处于 $(75 \pm 2.5)\%$ ；图象信号处于12.5~75%之间；