

# 目 录

一、概述 .....	1
二、原理 .....	2
2.1 电路组成 .....	2
2.2 Y 轴偏转系统(垂直通道) .....	2
2.3 X 轴偏转系统(水平通道) .....	7
2.4 附属电路 .....	10
2.5 电源 .....	11
三、使用 .....	13
3.1 控制器和接触器 .....	13
3.2 使用前的注意事项 .....	16
3.3 几种典型的使用方法 .....	19
四、维修 .....	29
4.1 一般故障排除方法 .....	29
4.2 故障检查的步骤 .....	32
4.3 常见故障 .....	35
五、校准 .....	45
5.1 Y 轴校准 .....	45
5.2 X 轴校准 .....	49
5.3 比较讯号校准 .....	52
5.4 时标校准 .....	56
六、附录 .....	59
6.1 示波器术语解释 .....	59
6.2 典型脉冲部分的名称 .....	62
6.3 代号符号表 .....	63

6.4	周期性波形的量值 .....	64
6.5	分贝表 .....	65
6.6	部分国产电子管示波器主要技术性能表 .....	66
6.7	部分国产示波管主要技术性能表 .....	68
6.8	SBT-5 型示波器电原理图 .....	插页

## 一、概 述

示波器是一种用途广泛的电子测量仪器。它在社会主义革命和建设飞速发展的今天,已被越来越多地应用于生产实践和科学研究等方面。随着无线电工业的发展,尤其是火箭技术、计算技术、自动控制、彩色电视等先进技术的发展,示波器的使用将越来越广泛。

示波器对微微秒数量级的脉冲波或者变化极其缓慢的非周期性的电压变化,都能比较真实而且清晰地显示出来,以提供对它精确地进行定性、定量的分析和研究。示波器之所以应用广泛,是由于它能把原来非常抽象的、肉眼看不见的电过程,变换成具体的看得见的图象。

在电讯工程中,通常使用示波器来观察电压(或电流)波形,测量频率及电压、电流、功率等数量。在无线电制造工业中,示波器已广泛地用来校验整机的电路性能、描述电子半导体器件的特性参数。目前,在电视、雷达设备的生产制造中,示波器也成为不可缺少的测量仪器。在生理、医疗方面,示波器也用来探索人体组织机能的活动、检查生理病变等。在冶金等重工业企业中,示波器已作为探伤测试设备和调整自动控制装置。此外,在轻化工业生产等方面,示波器也有很大的用途。

总之,示波器在国民经济各部门的应用日趋广泛。我国生产的示波器种类很多,大致可分为两大类,通用示波器和专用示波器。本书着重通过对 SBT-5 同步示波器的电路原理、使用方法及维修技术的叙述,介绍通用示波器的基本原理。

## 二、原 理

### 2.1 电 路 组 成

示波器的电路基本上可分为： $Y$ 轴系统、 $X$ 轴系统、显示器和电源四个主要部分。它采用的电路有放大电路、脉冲电路、振荡电路等。示波器的结构方框图如图 1 所示。

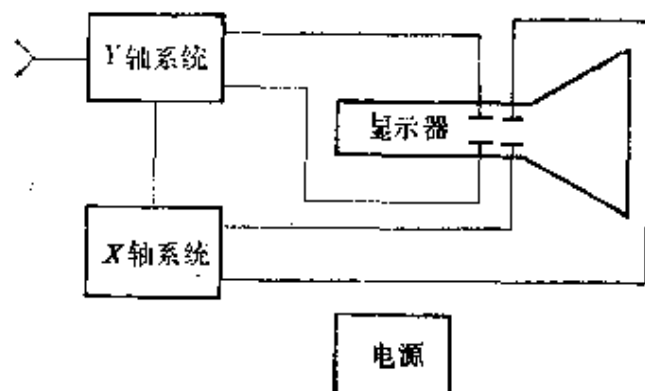


图 1 示波器结构方框图

SBT-5 型示波器的电路组成有  $Y$  轴偏转系统, 它包括输入  $RC$  衰减器、前置放大级、延迟线以及末级平衡放大级等;  $X$  轴偏转系统包括触发放大级、扫描发生器、水平放大级等; 显示器包括示波管及其控制器等; 电源部分包括变压器、滤波器、串联电子稳压器等; 附属电路有时标及比较讯号发生器。它的结构方框图如图 2 所示。

### 2.2 $Y$ 轴偏转系统(垂直通道)

$Y$  轴偏转系统的作用是把被测讯号从  $Y$  轴输入, 经放大器放大后, 送到示波管的  $Y$  轴偏转板, 以供观察。

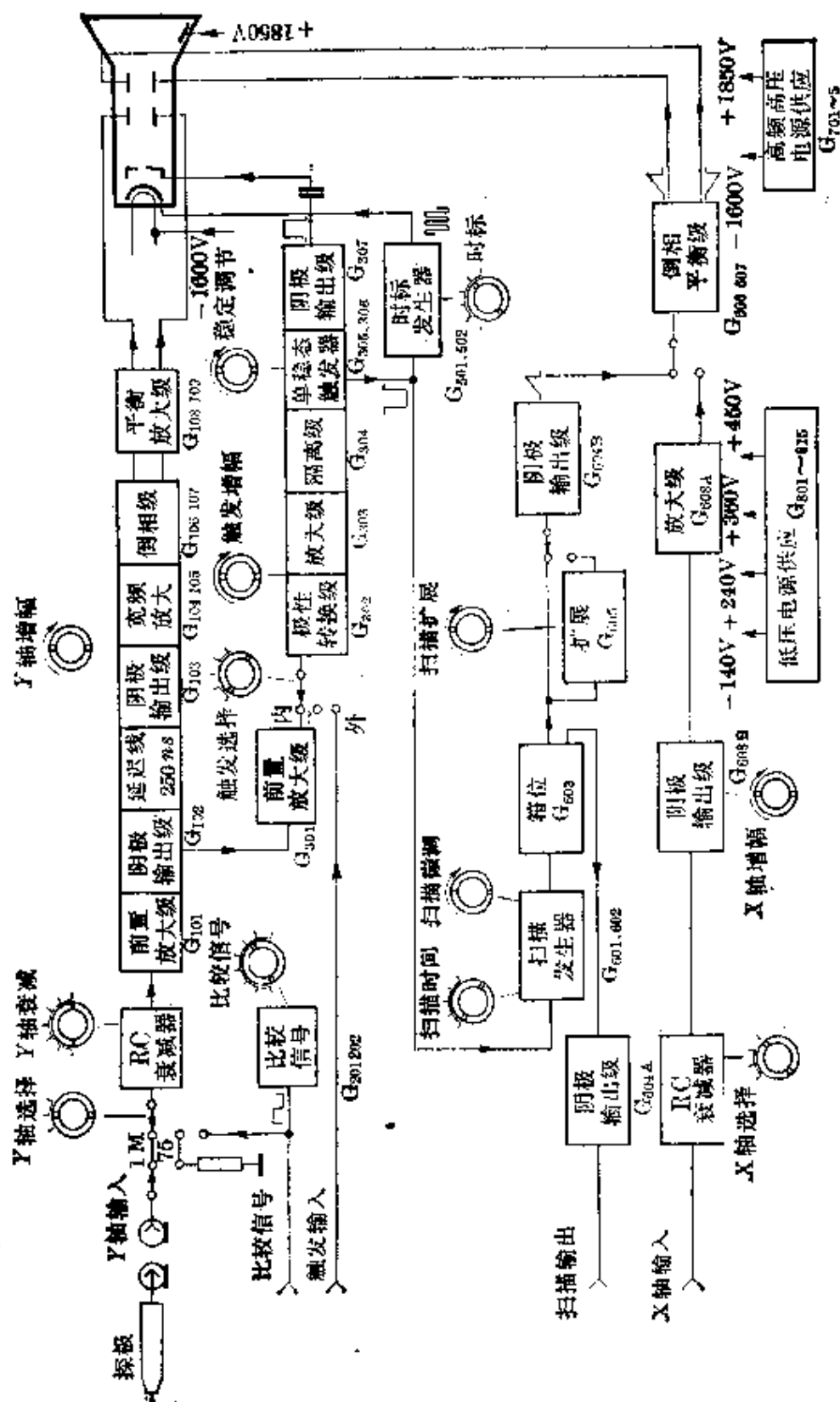


图2 SBT-5型示波器结构方框图

SBT-5 型示波器采用的示波管型号是 13SJ38J, 它的  $Y$  轴偏转板灵敏度为  $12\text{ V/cm}$ , 而  $Y$  轴偏转系统的灵敏度规定为  $\leq 25\text{ mV/cm}$ , 因此,  $Y$  轴偏转系统的总放大倍数应约为:

$$\text{放大倍数} \geq \frac{12\text{ V/cm}}{25\text{ mV/cm}} = 480 \text{ 倍 (约 } 53\text{ dB)}$$

$Y$  轴偏转电路一般采用直流放大电路或交流放大电路两种。SBT-5 型示波器的  $Y$  轴偏转电路系采用交流放大电路, 图 3 为它的方框图。

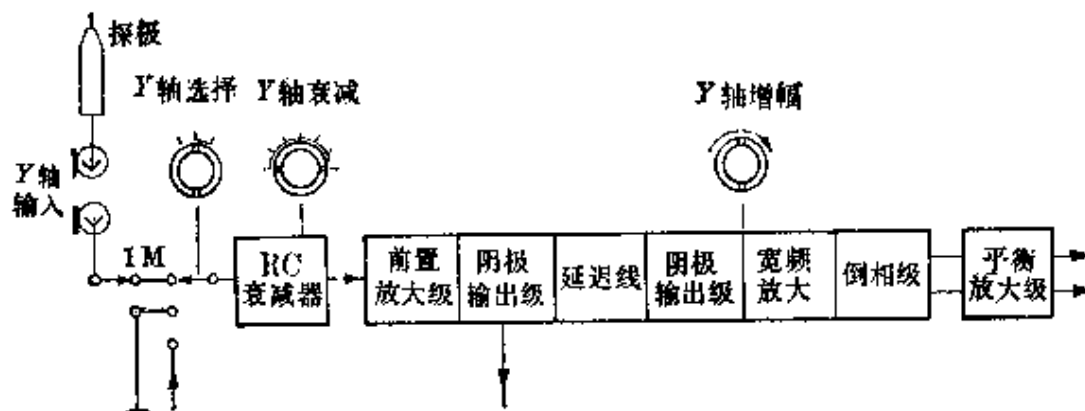


图 3  $Y$  轴偏转电路方框图

当输入  $25\text{ mV}$  (峰峰值) 的电压值时, 可以在示波管的荧光屏上观察到约  $1\text{ cm}$  幅度的讯号图形; 输入  $150\text{ mV}$  (峰峰值) 的电压值时, 则在示波管的荧光屏上可观察到  $6\text{ cm}$  的讯号幅度。在最大衰减  $1000$  倍时, 则输入  $25\text{ V}$  (峰峰值) 的电压值, 在示波管的荧光屏上可观察到约  $1\text{ cm}$  幅度的讯号图形。

被测讯号由  $Y$  轴高频插座输入, 经过阻容桥式平衡补偿衰减器后再进行放大。通过不衰减 (在 1 档级) 或衰减  $3$  倍、 $10$  倍、 $30$  倍、 $100$  倍、 $300$  倍和  $1000$  倍, 使送入电子管  $G_{101}$  的讯号有一个基本上恒定的量值。变换衰减器的目的是为了控制被测讯号有一个适当的幅度, 以利观察, 另外也是为了避

免讯号过强而产生非线性畸变。现仅以  $Y$  轴衰减 10 倍档级为例说明：当  $C_{103} \cdot R_{103} = C_{105} \cdot R_{104}$  时， $R_{103}$  和  $R_{104}$  间的支路则无电流，衰减器的输出跟频率亦就无关，于是便不失真地传输了讯号。衰减倍数的确定仅以衰减 100 档级为例说明： $R_{107}$  和  $R_{108}$  为衰减比电阻，其衰减比为：

$$\text{衰减比} = \frac{10\text{ K}}{990\text{ K} + 10\text{ K}} = \frac{1}{100}$$

这就是说，在衰减 100 档级时，输入 100 V 的讯号，到达  $G_{101}$  时只是 1 V 讯号了。

讯号经阻容补偿衰减后，输入前置放大级  $G_{101}$  的栅极，放大后的讯号由电容耦合进入阴极输出级  $G_{102}$ ，一路由  $G_{102A}$  的阴极输出与延迟线输入端相接，另一路由  $G_{102B}$  的阴极输出送入触发放大器，作为内触发讯号。

延迟线系为集中的电感和电容所组成的四端定 K 型网络。讯号经延迟线后，被延迟约 250 ns，它避免了讯号在扫描开始之前先到达  $Y$  偏转板。不然，则会产生观察不到脉冲讯号前沿的起始瞬变过程。

$G_{103A}$ 、 $G_{103B}$  为阴极输出级，阴极负载电位器  $W_{104}$  与电位器  $W_{101}$ 、电阻  $R_{180}$  组成电桥形式。电位器  $W_{101}$  作为“ $Y$  轴增幅”的控制器，在电阻  $R_{180}$  上取出最低讯号电平输送到  $G_{104}$  的栅极，这种连接兼有阴极输出器和电桥两者的特点。阴极输出器具有低阻抗输出，从而可以采用低阻值电位器  $W_{101}$  来控制  $Y$  轴的幅度，这就避免了当采用高阻电位器控制  $Y$  轴幅度时，在高频范围内由于寄生电容影响而产生的频率畸变；利用电桥平衡的特点是使  $G_{103A}$  和  $G_{103B}$  的阴极直流电位相互平衡，“ $Y$  轴增幅”电位器  $W_{101}$  不论调在任何位置， $G_{104}$  的栅极始终保持恒定电位，也即保证了  $G_{104}$  栅阴间的电位恒定，

于是在  $G_{103}$  阴极和  $G_{104}$  栅极间可省去一只隔直流耦合电容, 这有利于低频讯号的传送, 避免了讯号的低频畸变。

$G_{104}$  和  $G_{105}$  组成二级宽频带电压放大器, 电路中采用了高品质因数的电子管 6J1 和 6J5, 用来放大脉冲讯号。这种脉冲放大电路, 由于尽可能地减小了寄生电容以及隔直流耦合电容, 它就能较完整地放大被测讯号的波形, 并在允许范围内畸变可以最小。畸变的产生是由于放大电路的高频参数的影响, 其中最主要的是寄生电容和隔直流耦合电容。寄生电容是客观存在的, 寄生电容包括前级电子管的输出电容、放大器本身的接线电容和次级电子管的输入电容。隔直流耦合电容的作用是把前级的直流分量隔开, 否则, 当板极的直流分量由于电源波动、电子管陈旧等影响而产生变化时, 次级电子管的正常工作状态将会受到很大的影响。隔直流耦合电容的容量如果用得过分大, 一则体积大, 二则寄生电容与寄生电感都会增加, 并且电容量过大后, 漏电电阻亦相应增大, 这就会破坏耦合作用, 从而影响了脉冲放大电路的正常工作。因此, 必须适当选择隔直流耦合电容的容量。

脉冲放大电路应有较宽的频带, 这就必须采用高频补偿和低频补偿的方法来减少高频和低频的畸变, 高频补偿是补偿寄生电容的影响, 而低频补偿则是补偿隔直耦合电容的影响。 $G_{104}$  板极回路的电感  $L_{102}$  是补偿寄生电容的高频补偿元件, 它可改善脉冲波形的上升或下降边缘; 电阻  $R_{131}$  和电容  $C_{156}$  所组成的去耦滤波器, 是补偿隔直耦合电容  $C_{157}$  的低频补偿元件, 它可改善脉冲波形的平顶部分, 并亦减弱了各放大级间的寄生反馈, 这是由于当共用一个公共电源时, 电源的内阻并不等于零, 而且任何一级的板流变化都可能影响其他各级的板极电压。阴极电容  $C_{154}$  的容量宜选用得甚大, 它也是



补偿低频畸变的元件,起负反馈作用。

$G_{106}$  和  $G_{107}$  组成阴极耦合倒相级,它把单端输入电压转换成为一对极性相反的电压,以推动末级平衡放大。

末级平衡输出放大级由电子管  $G_{108}$  和  $G_{109}$  组成,由于示波管偏转板电容的影响使寄生电容大为增加,再加上末级输出讯号幅度的要求较大,所以采用了大功率电子管及电感复式高频补偿措施来改善其高频输出。

末级负载电阻系采用双股无感线绕电阻。

### 2.3 X 轴偏转系统(水平通道)

SBT-5 型示波器的 X 轴偏转系统主要由触发器、扫描发生器和放大器三部分组成,如图 4 所示。一般情况下由扫描

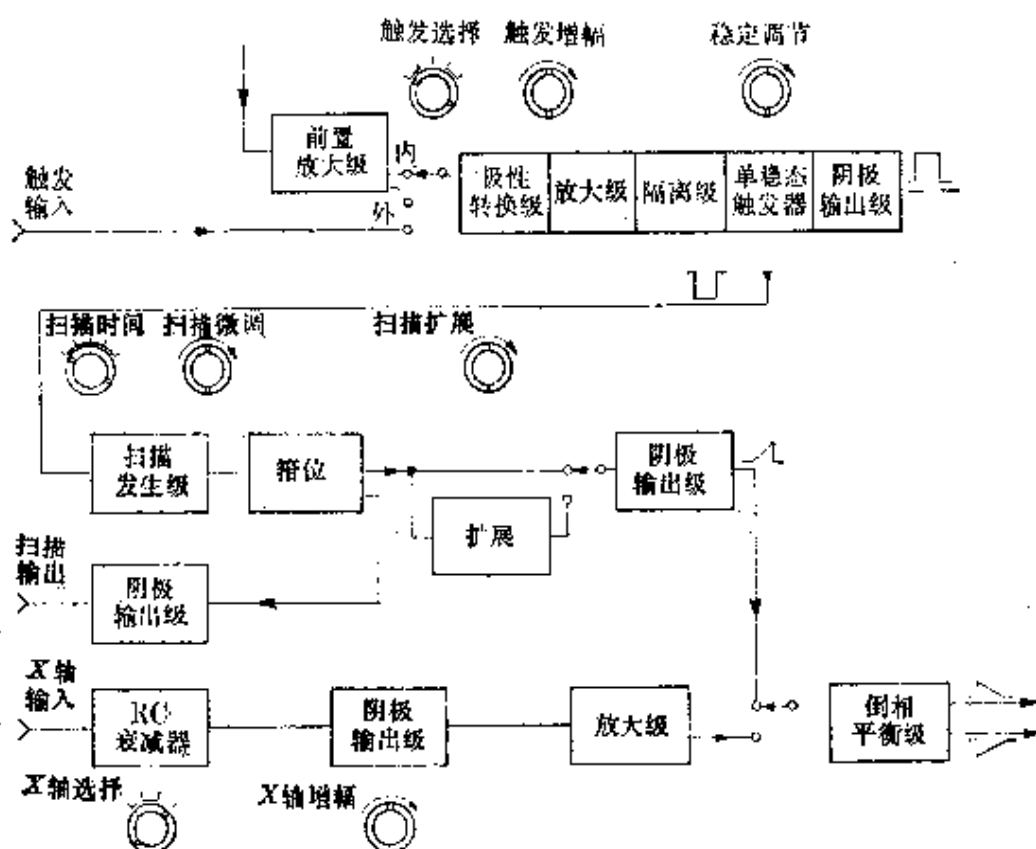


图 4 X 轴偏转电路方框图

发生器产生一锯齿波电压送至示波管的 $X$ 偏转板作扫描时间基准电压,但也可以从“ $X$ 轴输入”插座输入讯号电压经放大后到达示波管的 $X$ 偏转板。

所谓触发,是每当输入讯号变化到某一幅值时,电路的工作即起跳跃式的变化,这种变化称为转换或翻转。触发器是一种快速电子继电器,它具有二种工作状态,即导通或截止。当受到外界少量扰动的影响时,它的工作状态保持不变。SBT-5型示波器的触发系统主要有7个电子管组成。它的触发讯号有三种形式:一种是自 $Y$ 轴偏转系统 $G_{102B}$ 的阴极输出的部分测量讯号作为内触发讯号;另一种系直接由机外输入的外触发讯号;还有一种则为电源变压器的灯丝电压作电源触发讯号。

自 $Y$ 轴偏转系统 $G_{102B}$ 的阴极输出的约50mV的测量讯号,经 $G_{301}$ 触发前置放大级增幅后,抵达 $G_{302}$ ,利用电子管板、阴两极相位的不同作相位选择。通过触发选择开关 $K_{301C}$ 的转换,可从 $G_{302}$ 的板极或阴极分别取出讯号,使得不论内触发讯号或外触发讯号是何种极性,到达 $G_{303}$ 栅极的触发讯号始终为正极性,从而保证 $G_{303}$ 板极的输出为一负向触发脉冲。 $G_{304}$ 为隔离二极管,它起保证引入触发负脉冲的作用。

单稳态触发器由 $G_{305}$ 和 $G_{306}$ 组成。当 $G_{303}$ 输出一负脉冲讯号时,触发器原有的稳定状态即被转换为另一个暂稳状态,即 $G_{305}$ 导通、 $G_{306}$ 截止,从而输出一负向矩形脉冲。这矩形脉冲的宽度取决于电容 $C_{315\sim 319}$ 、电阻 $R_{327}$ 及电位器 $W_{303}$ 、 $W_{304A}$ 的时间常数。 $W_{302}$ 为“稳定调节”控制器,它使 $G_{305}$ 有一个合适的截止偏压,当 $G_{306}$ 的栅极输入一负脉冲时,作为 $G_{306}$ 从导通的一个稳定状态转换为截止的另一个稳定状态的

翻转工作点电压,以保证电路能正常工作。

触发器产生的矩形脉冲经电阻  $R_{319\sim 322}$  及电容  $C_{313\sim 314}$  所组成的阻容补偿衰减器后,分为二路触发脉冲输出:一路送到  $G_{501A}$  栅极来控制时标讯号振荡器;另一路送到  $G_{602}$  栅极来控制扫描发生器。另外,  $G_{306}$  栅极与  $G_{307A}$  栅极相连,经阴极输出级  $G_{307B}$  的阴极输出一正向矩形脉冲。然后由耦合电容  $C_{402}$  加到示波管  $G_{401}$  的第三脚控制极,使得只有在触发扫描的正程时才有电子束射向荧光屏以增亮被测讯号,方便测量观察。

为要在示波管的荧光屏上显示出随时间而变化的任意被测讯号的波形,就需要在示波管的一对  $X$  轴偏转板上加一个随时间而线性变化的电压。由于这种电压是用来使电子束沿  $X$  轴方向扫过荧光屏,所以称为  $X$  轴扫描电压。

SBT-5 型示波器的扫描电路系由  $G_{601}$ 、 $G_{602}$  组成。 $G_{602}$  系起“开关”作用。扫描电压锯齿波的产生通过  $G_{601}$ 、 $G_{602}$  的开关作用和电容  $C_{601\sim 606}$  的充放电作用来实现的。由单稳态触发器来的负向矩形脉冲经阻容耦合衰减器送到  $G_{602}$  的栅极,使  $G_{602}$  截止,于是扫描电容通过  $G_{601}$ 、电位器  $W_{602}$ 、 $W_{304}$  和电阻  $R_{602}$  按指数关系充电,充电的时间取决于电容 ( $C_{601\sim 606}$ ) 和电阻 ( $G_{601}$  内阻、 $W_{602}$ 、 $W_{304B}$ 、 $R_{602}$ ) 的乘积。改变电容或电阻即能改变扫描时间,前者通过波段开关  $K_{302C}$  转换,使扫描时间作档级跃变;后者通过调节电位器  $W_{304B}$ ,使扫描时间在每档级内作连续变化。

$G_{601}$  系起扫描充电的稳流作用,以使扫描电容的充电电流维持恒定,从而就改善了扫描电压的线性。串接在  $G_{601}$  阴极回路中的  $W_{602}$ 、 $W_{304B}$  和  $R_{602}$  具有电流负反馈的作用,它们可以进一步改善扫描电压的线性。当电容充电时,则为扫

描电压的正程。当输入  $G_{602}$  栅极的开关脉冲一结束,  $G_{602}$  即导通, 于是扫描电容通过  $G_{602}$  很快地放电, 电容的放电则为扫描电压的逆程。电容放电后就回复到扫描的起始静态, 等待下次开关脉冲的到来。

箱位电子管  $G_{603}$  的作用是把扫描电压起始点固定在一个零电平输出。送到  $G_{604}$  栅极的扫描电压, 一方面可由  $G_{604A}$  的阴极对外作扫描讯号电压的输出, 另一方面可由  $G_{604B}$  的阴极输出到  $X$  轴放大器的末级倒相平衡级, 放大后送到示波管的  $X$  偏板作为时间基准的扫描电压。 $G_{605}$  为扫描扩展器, 它约可扩展 5 倍。扩展后的扫描电压送到  $G_{604B}$  的栅极, 再由上述的路径送到  $X$  轴放大器的末级。

$X$  轴放大器主要由  $G_{606} \sim 608$  组成, 当需由  $X$  轴输入讯号时, 可通过波段开关  $K_{601A}$  “ $X$  轴选择” 跟机内的扫描讯号断开, 输入讯号经阻容补偿衰减器不衰减或衰减 10、100 倍后, 进入  $G_{608B}$  阴极输出级, 再由  $G_{608A}$  的前置放大级增幅, 然后, 通过波段开关  $K_{601C}$  到达末级倒相平衡级, 最后送入示波管的  $X$  轴偏转板。

必须指出:  $X$  轴偏转系统主要不是作为供送入测量讯号的, 而且示波管的  $X$  轴偏转板的灵敏度也要比  $Y$  轴偏转板为低, 因此,  $X$  轴偏转放大器的频率特性等均比  $Y$  轴偏转放大器要低很多。

## 2.4 附 属 电 路

### 【比较讯号发生器】

比较讯号发生器系由  $G_{201}$ 、 $G_{202}$  所组成。 $G_{201A}$  及  $G_{201B}$  组成一多谐振荡器产生方波, 其输出频率取决于  $C_{202}$ 、 $C_{203}$  与  $R_{202}$ 、 $R_{203}$  的乘积。 $R_{203}$  与  $W_{201}$  并联, 由于  $R_{203}$  的数值远较

$W_{201}$  为小, 故  $W_{201}$  的作用仅为校准方波的相对宽度, 而不显著地影响频率。 $G_{201B}$  的栅极直接与  $G_{202B}$  的栅极相接, 通过  $G_{202B}$  来削波增幅, 再由  $G_{202A}$  的阴极输出。 $G_{202A}$  的栅极与  $G_{202B}$  的板极直接耦合, 调节  $W_{202}$  可校准  $G_{202A}$  的栅压, 使  $G_{202A}$  的阴极输出的电压为 50 V (峰峰值), 再由  $R_{208} \sim R_{214}$  的分压电阻进行分压, 所得到的各额定(峰峰值)电压, 作为标准电压值, 接入  $Y$  轴偏转系统的输入端, 经  $Y$  轴增幅器送到示波管的  $Y$  偏转板, 可用来直接比较被观察讯号的幅度。

### 【时标讯号发生器】

时标讯号发生器系由  $G_{501}$ 、 $G_{502}$  所组成。 $G_{501A}$  起开关作用, 它受来自触发器的负脉冲所控制。 $G_{502}$  系一脉冲正弦振荡器, 其  $LC$  振荡器置于阴极回路中, 当负向矩形脉冲使  $G_{501A}$  截止时, 板流就不通过振荡回路, 从而使振荡回路的  $Q$  值提高, 于是引起了振荡。振荡的频率取决于  $LC$  的数值。所产生的振荡讯号经上、下限幅后, 加到示波管的阴极, 以对被观察讯号进行明、暗相间的调制。所呈现的光点即为时间标志, 该时标所表示的时间为其振荡频率的周期。

## 2.5 电 源

### 【高频电压】

$G_{701} \sim G_{703}$  与高频变压器  $B_3$  组成高频高压电源。这种利用振荡器产生高频电压并经变压来获得高压的方法, 可大大减少高压线圈的匝数, 并对高压绝缘措施的要求也便于处理。 $G_{701}$  是电感三点式振荡器, 振荡的频率约 50 KHz, 振荡电压的大小可由  $G_{701}$  的板压或帘栅压调节。高频变压器  $B_3$  采用了高  $\mu$  导磁介质铁淦氧铁芯, 故变压器的体积也大为减小。经变压后所获得的高频高压由  $G_{703}$ 、 $G_{704}$  两管并联作负高压半

波整流,由于是高频整流,所以可采用小容量电容来组成  $\pi$  型滤波网络,这就大大地减小了通常用大电容滤波时的体积。

$G_{702}$  的作用是放大与稳压。当负高压增大时,经分压电阻  $R_{707}$ 、 $R_{708}$ ,电位器  $W_{701}$ ,使  $G_{702A}$  的栅极负压更负,于是板压就上升,由于  $G_{702A}$  的板极与  $G_{702B}$  的栅极直接相连, $G_{702B}$  的板极又与振荡管  $G_{701}$  的帘栅极直接相连,这就使  $G_{701}$  的帘栅压降低,振荡电压就减小,于是,相应地使高压减小,从而达到了稳压的目的。由于稳压过程是自动调节的,并且是极短瞬时的,所以它并不影响示波管的辉度。

$G_{705}$  作正高压半波整流,整流后的脉动电压经  $C_{709}$  滤波,然后,供给示波管第三阳极,作加速电压。

高频高压即使高达 2 万伏,当单手操作,万一误触高压时,除会使接触处的皮肤烧焦和使人产生一种短期神态寒栗感外,并无生命的危险。这样高的电压之所以尚无致命的危害,是由于高频高压变压器的初级是一振荡器的振荡回路,次级输出阻抗很高,电流却很小的缘故。当电压高于三、四千伏时,其输出电流却不大于 1 mA,最大的输出电流一般只在二、三百微安的数量级。故当误触高压输出端时,就相当于在输出端并联了一个较小的负载,它使初级振荡回路的  $Q$  值下降,于是输出电压也就迅速减小,甚至使振荡停止。必须注意:这仅是指在使用高频高压时不会产生人身的危险,但决不是可不予以重视安全生产。应该特别说明的是:如果左手接触地线,右手接触高压端,虽瞬时遭受电击,还是对生命有危险的。所以应该养成单手操作的习惯,当必需要用手指触及高压端时,应习惯地先使高压端对地短路放电,以免电容放电造成电击。

## 三、使 用

### 3.1 控制器和接触器

控制器是指控制仪器工作状态的旋钮, 开关等机械操作元件; 接触器为高频插头、接线柱等输入、输出端子。我们仅介绍 SBT-5 型示波器的各控制器和接触器的作用。

#### 【前面板】

〔电源开〕 电源开关向上拨, 接通电源。在电源进线连接良好的情况下, 接通额定电源后, 指示灯有柔和的红光。

〔辉度〕 控制示波管荧光屏上迹点的亮度, 顺时针旋转时增加亮度, 反之, 则减弱亮度。

〔聚焦〕 聚集光点为一小圆点。在每次改变辉度后, 一般需要重行调整聚焦状态。

〔辅助聚焦〕 使光点成为一清晰的小圆点或迹线。

〔标尺亮度〕 示波管荧光屏前座标刻度片的照明亮度和不同色别的控制器。旋转控制器可以从白光变换为红光、黄光或关去座标刻度的照明。拍摄照片时宜采用白光照明。

〔Y 轴输入〕 Y 轴偏转系统的被测讯号输入插座。常用的输入端。

〔Y 轴选择〕 选择入端阻容 (输入阻抗) 的控制器。有  $1\text{M}\Omega$  和  $75\Omega$  两种匹配状态; 在“比较讯号”时, 送入机内的比较讯号, 作校准衰减器等用。

〔Y 轴衰减〕 分 1、3、10、30、100、300 和 1000 七档, 供选择适当的测量电压, 使有确当的无畸变的观察讯号幅度。

〔Y轴增幅〕 控制Y轴方向迹线的幅度,顺时针旋转时增长迹线,反之,则减短迹线。显示迹线长度控制在6cm范围内为宜。

〔Y轴移位〕 移动迹线在荧光屏Y轴方向的上下位置。顺时针旋转时向上移动,反之,则向下移动。

〔触发输入〕 外界触发讯号输入端。触发讯号应不小于0.5V(峰峰值)。

〔触发选择〕 触发工作方式和极性的变换开关。一般观察放在“内+”或“内-”位置,均可显示。当观察正脉冲波形的上升时间,需放在“+”位置。用外界讯号触发扫描时,应放在“外+”或“外-”位置。如果观察与电源频率有时间关系的讯号波形时,用“电源”讯号进行触发。

〔稳定调节〕 触发稳定调节控制器。先将“触发增幅”控制器逆时针方向旋转到底;然后将本控制器逆时针方向缓慢旋转到使示波管荧光屏上刚出现扫描基线,再顺时针向后旋转使扫描基线刚刚消失,这时的位置表示扫描发生器的工作点已调节在临界状态,最后顺时针方向旋转“触发增幅”控制器,即能得到稳定的触发状态。

〔触发增幅〕 触发讯号幅度的控制器。控制触发器正常工作状态,以使“稳定调节”控制器选择到一个灵敏的待触发点。顺时针缓慢旋转即可得到稳定工作的触发状态。

〔X轴输入〕 X轴偏转系统的被测讯号输入插座。

〔X轴选择〕 X轴输入衰减器,分1、10和100三档,供选择适当的输入电压。在“扫描”档时,则由机内的扫描讯号电压作时间基准。

〔X轴增幅〕 控制X轴方向迹线的长度。顺时针旋转时增长迹线,反之,则减短迹线。显示迹线长度控制在10cm



范围内为宜。

〔 $X$  轴移位〕 移动迹线在荧光屏  $X$  轴方向的左右位置。顺时针旋转时向右移动, 反之, 则向左移动。

〔扫描时间〕 扫描时基速度档级开关, 在  $0.1\mu\text{s}/\text{cm} \sim 10\text{ms}/\text{cm}$  范围内从 1~10, 共分 5 个档级。

〔扫描微调〕 扫描时间速度微调控制器, 配合“扫描时间”, 可使扫描时基速度从  $0.02\mu\text{s}/\text{cm} \sim 10\text{ms}/\text{cm}$  连续可调。

〔扫描扩展〕 扫描时间速度扩展控制开关。置于“校准”位置时, 扫描速度不扩展, 顺时针旋转到开关“开”, 扫描速度扩展约 5 倍, 使最高扫描时基速度达到  $0.02\mu\text{s}/\text{cm}$ 。

〔扫描输出〕 正向扫描锯齿电压输出接柱。

〔比较讯号  $V$  (峰峰值)〕 约 1KHz 的方波校准讯号电压, 从 50mV~50V, 共分八档, “0”为关去比较讯号。用于校准阻容补偿衰减器、探极的补偿电容器或  $Y$  轴放大器的偏转幅度校准和对比。

〔比较讯号〕 校准讯号电压输出接柱, 供机外使用。

〔时标〕 用已知频率的正弦波送到示波管的阴极用作确定被测讯号, 波形从一点到另一点间隔之间的时间。当阴极电位升高时, 电子束密度减弱, 光点变暗, 反之则变亮, 使显示波形分割成明暗相间的光点, 叫做时标。如时标档级在  $1\mu\text{s}$  时, 时标脉冲振荡器的输出频率为 1MHz。

### 【后面板】

〔 $Y_1$ 、 $Y_2$ 、 $X_1$ 、 $X_2$ 〕 被测量讯号可不经过仪器放大系统而直接送至示波管的  $Y$  偏转板或  $X$  偏转板。

〔 $Z$ 〕 在需要使用调辉法直接测定被测讯号波形各部分的时间时, 可将时标讯号从本插座接入。

### 3.2 使用前的注意事项

(1) 接通示波器电源之前, 为了保证仪器的安全使用, 应该检查仪器进线电源变换插是否置于所供应的电源标称值上。仪器出厂时适应电源为 220 V, 如使用场合供应电压为 110 V 时, 则应将仪器后部电源变换插铁罩取下, 变成 110 V, 再将铁罩盖上, 变换后的数值从铁罩窗口中应能完整地读得。这一变换实际上就是将电源变压器的初级两个绕组由 220 V 时的串联使用换成并联使用。因此, 在 110 V 供电时, 仪器进线电流较 220 V 时大一倍, 变换插附近的保险丝必须换成 5 A 才行。

进线电压误差超过额定值的  $\pm 5\%$  时, 应采取措施使之符合使用条件。

(2) 开启电源, 电源开关向上扳动, 指示灯即发光亮, 表示电源接通, 仪器处于准备工作状态, 预热 5 分钟, 即可使用。

(3) 仪器内部装有强迫风冷装置(微型风扇), 每使用 500 小时后, 须在微型风扇轴承内添注机油(如缝纫机油)数滴, 以使润滑。

(4) 为了防止在使用时尘埃由风扇吸入仪器内部, 后盖板上装有滤尘网, 使用一定时期后, 应卸下该滤尘网, 清除积尘以免积尘堵塞网眼, 影响风量, 在不使用时, 应套上所附薄膜罩, 防止尘埃进入仪器内部。

(5) 若使用其他导线或电缆来引入观察讯号, 且 Y 轴选择置于  $75\Omega$  时, 应在引入线或电缆上串接隔直流电容, 防止外界讯号源的高压直接加于电阻  $R_{114}$  上, 而致损毁。

(6) 由于仪器所用示波管的偏转灵敏度有一定的限制, 故在使用过程中, 希望荧光屏上波形的幅度不大于 8 cm, 更

不宜长时间超过规定值,以免过载。同时,在使用前宜将  $Y$  轴衰减置于最大,然后视所显示波形的大小和观察需要再适当调节衰减。

(7) 由于人体感应 50 Hz 交流电压,其数量级可能远大于被测讯号的电平,所以在工作过程中,应避免手指触及  $Y$  轴输入端或探极引入头,以免  $Y$  轴增幅部分前置增幅管产生栅流及末级输出负载过载。

(8) 使用时应注意辉度适中,不宜过亮,以及光点不可长时期停留在一点上,以免损坏荧光屏。

(9) 因暂停使用而将电源切断后,若需再行立即使用,则应稍待 2~3 分钟后才开启电源,以免保险丝烧毁。

(10) 当用探极来引入观察讯号时,应将  $Y$  轴选择置于 1 M $\Omega$  档,用探极引入能增大输入阻抗,以减少对被测讯号源的影响和避免外界杂散讯号的干扰,但其有衰减作用 10 倍。除探极外,也可用导线或其他同轴电缆引入讯号,但当讯号源输出端带有高压时,应注意串接隔直流电容。

(11) 光点聚焦可调节聚焦旋钮,使其成一小圆点,直径一般不大于 1 毫米,如光点不圆,可同时调辅助聚焦,务使趋近于小圆点时为止。辅助聚焦一次调整后可不经常予以调节,辉度与聚焦二者应同时调节。

(12) 通常在观察被测讯号时, $X$  轴选择应置于扫描档,并视被测讯号的正、负极性分别将触发选择于“内+”或“内-”档。若采用外界触发讯号时,外触发讯号应于触发输入端输入,再视该讯号的正、负极性将触发选择置于“外+”或“外-”档。

(13)  $Y$  轴讯号输入时,应根据输入讯号的强度,选择适当的衰减。当讯号峰值电压超过 0.2 V 时,宜采用衰减三倍,

超过 0.6 V 时, 则采用衰减 10 倍, 其他以此类推(未将探极衰减考虑在内)。

如讯号不需增幅而直接加到示波管之偏转板时, 则可由仪器后面板的插孔直接输入, 但应注意插孔与输入讯号源之间须串接隔直流电容, 以免影响偏转板的正常工作。

(14) 扫描时间的选择与扫描微调的调节, 由被观察脉冲持续时间与重复频率以及观察需要而决定。例如: 宽度为  $50\mu\text{s}$ , 重复频率为 5KHz 的矩形脉冲, 当扫描时间置于  $10\mu\text{s}$  档级(扫描微调置于校准)时, 荧光屏上呈现约 5cm 宽度的单个脉冲, 若将扫描时间置于  $100\mu\text{s}$  档级时, 荧光屏上就呈现约 0.5cm 宽度之脉冲 5~6 个, 两相邻脉冲之距离约为 2cm。因此, 由波形宽度与扫描时间, 可获得脉冲宽度与重复频率的近似值。当扫描微调自“校准”位置反时针旋至最小, 则扫描时间增大约 10 倍。

(15) 一般情况下, 扫描扩展应置于“校准”位置, 只是当欲自一系列复杂脉冲波形中选取其中某一单个脉冲作仔细观察时, 便可将扫描扩展打开, 于是荧光屏上的波形在水平方向约被扩展 5 倍。将扫描扩展顺时针逐渐旋至最大, 则荧光屏上被扩展的波形将顺序地自右而左地移动, 直到所需观察之脉冲移至荧光屏的正中时为止。

(16) 利用仪器内部的比较讯号发生器与触发扫描发生器可作为讯号源, 分别由比较讯号端接柱与扫描输出端接柱对外输出方波与锯齿波。

(17) 当需由输入讯号对示波管之辉度进行调制, 则该讯号可由仪器后面板的调辉插孔 Z 直接输入。

(18) 当需由 X 轴输入讯号时, 讯号由 X 轴输入端输入, 并将 X 轴选择置于合适之 X 轴衰减档(1、10 或 100)。

### 3.3 几种典型的使用方法

#### 【检查】

进行各种测量之前应对仪器作一次简要的检查,检查时面板上各控制机件按表 1 所示:

表 1

控制旋钮名称	作用位置	控制旋钮名称	作用位置
Y 轴选择	比较信号	扫描时间	100
Y 轴衰减	1	扫描微调	校准
Y 轴增幅	反时针旋足	触发选择	内 +
时 标	关	扫描扩展	校准
比较信号	0.15	触发增幅	逆时针旋足
X 轴选择	扫 描	稳定调节	顺时针旋足

此时,仪器工作在触发扫描状态,开机数分钟后,将“稳定调节”自最右位置渐渐向左旋转,到开始出现扫描则再向右旋至刚刚停扫的一点(此点称为待触发点)。此时将“触发增幅”渐渐向右旋转即可获得稳定的扫描,荧光屏上即出现稳定的方波波形,如图 5 所示。

从图中可以确定仪器单元电路的工作是否处于正常状态。

(1) “Y 轴增幅”在最左位置,荧光屏上的幅度小于 2cm;而置于最右位置时,

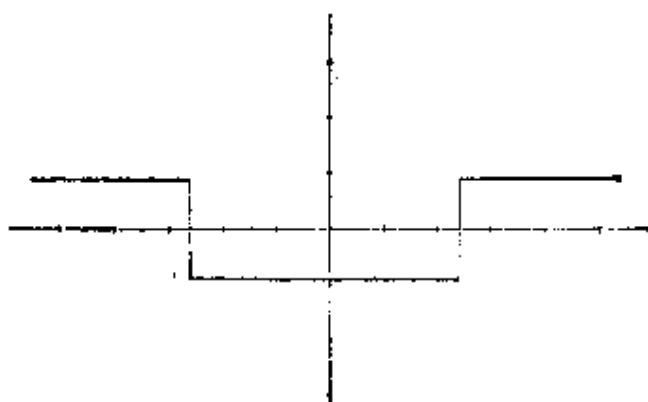


图 5 仪器典型使用状态时的波形

幅度大于 7 cm, 这就说明 Y 轴输入灵敏度符合下列关系式:

$$S_y = \frac{\text{输入电压}}{\text{显示幅度}}$$

如输入电压为 150 mV, 显示幅度大于 6 cm, 即:

$$S_y = \frac{150}{6} = 25 \text{ mV/cm}$$

$S_y$  的数值按技术指标应  $\leq 25 \text{ mV/cm}$ , 因此上式结果是符合要求的。

此外, “Y 轴增幅”的覆盖系数应符合下列关系式:

$$A_{\text{覆盖}} = \frac{\text{最大幅度}}{\text{最小幅度}}$$

如最大幅度应大于 6 cm, 最小幅度应小于 1.8 cm, 即:

$$A_{\text{覆盖}} = \frac{>6}{<1.8} > 3.3$$

$A_{\text{覆盖}}$  的数值按技术指标应大于 3.3, 因此, “Y 轴衰减”就保证了 Y 轴幅度在各种测量时能连续地调节。

(2) 荧光屏上出现稳定的波形, 说明仪器触发放大器工作是正常的。同时从方波的宽度为 5 cm 左右, 可知此档级的扫描速度亦是正确的。从 Y 轴输入的比较讯号其频率是 1 KHz, 又是较对称的方波, 所以脉冲宽度应为  $500 \mu\text{s}$ 。

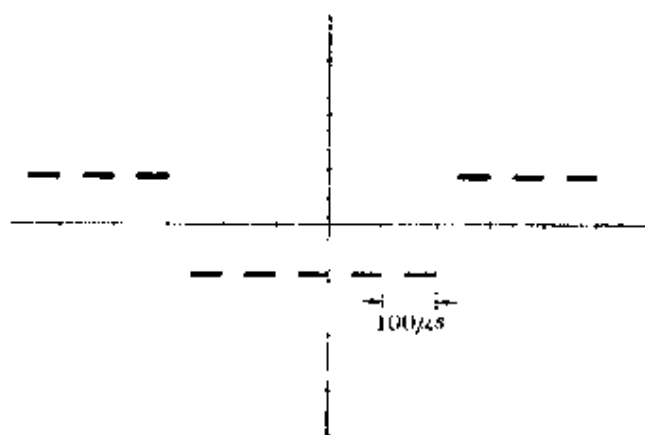


图 6 100  $\mu\text{s}$  时标所显示的方波

(3) 将“时标”置于“100”位置时, 荧光屏上方波立即改变为如图 6 所示的波形, 这时可进一步证实方波宽度为  $500 \mu\text{s}$ 。

以上检查时, 本机供电应调至 220V。

### 【波形幅度测量】

测量波形的幅度、仪器各控制器位置与表 1 大致相同。“Y 轴选择”置于“1 M $\Omega$ ”，被测讯号由 Y 轴输入，调节“Y 轴衰减”，使波形幅度控制在荧光屏刻度以内，调节触发和扫描时间，荧光屏上出现稳定波形，如图 7 所示，其操作方法如下：

(1) “Y 轴选择”置于“比较讯号”，调节“比较讯号”和“Y 轴增幅”，使幅度为 5 cm。算出此时每厘米的灵敏度。

(2) 示波器各控制器保持不变，将“Y 轴选择”置于“1 M $\Omega$ ”，读出被测波形的幅度，乘以每厘米灵敏度即可。若每厘米灵敏度为 0.1 V/cm，则图 7 中被测波形的幅度

$$A = 3.2 \times 0.1 = 0.32 \text{ V}$$

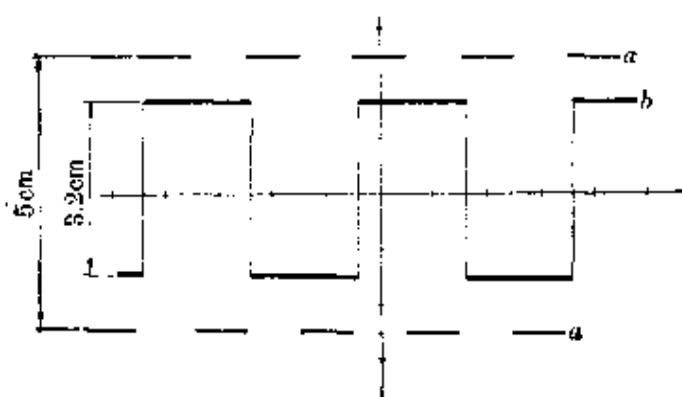


图 7 测量波形幅度示意图

a—比较讯号； b—被测讯号

(8) 若被测讯号很大，可用本机所备的 10:1 探头来测量，但计算时应注意 V/cm 值乘 10 倍。

### 【频率测量和相位比较】

(1) 100 KHz 以下的频率测量，可采用李沙育图形法。这个方法通过一已知频率的讯号与未知频率的讯号分别输入仪器的 X 轴和 Y 轴，荧光屏上可出现各种图形，根据这些图形

和已知频率的数值，就能算出被测讯号频率的数值。图 8 所列各图就是以  $X$  轴和  $Y$  轴均输入正弦波讯号时，常用的一些频率比图形。

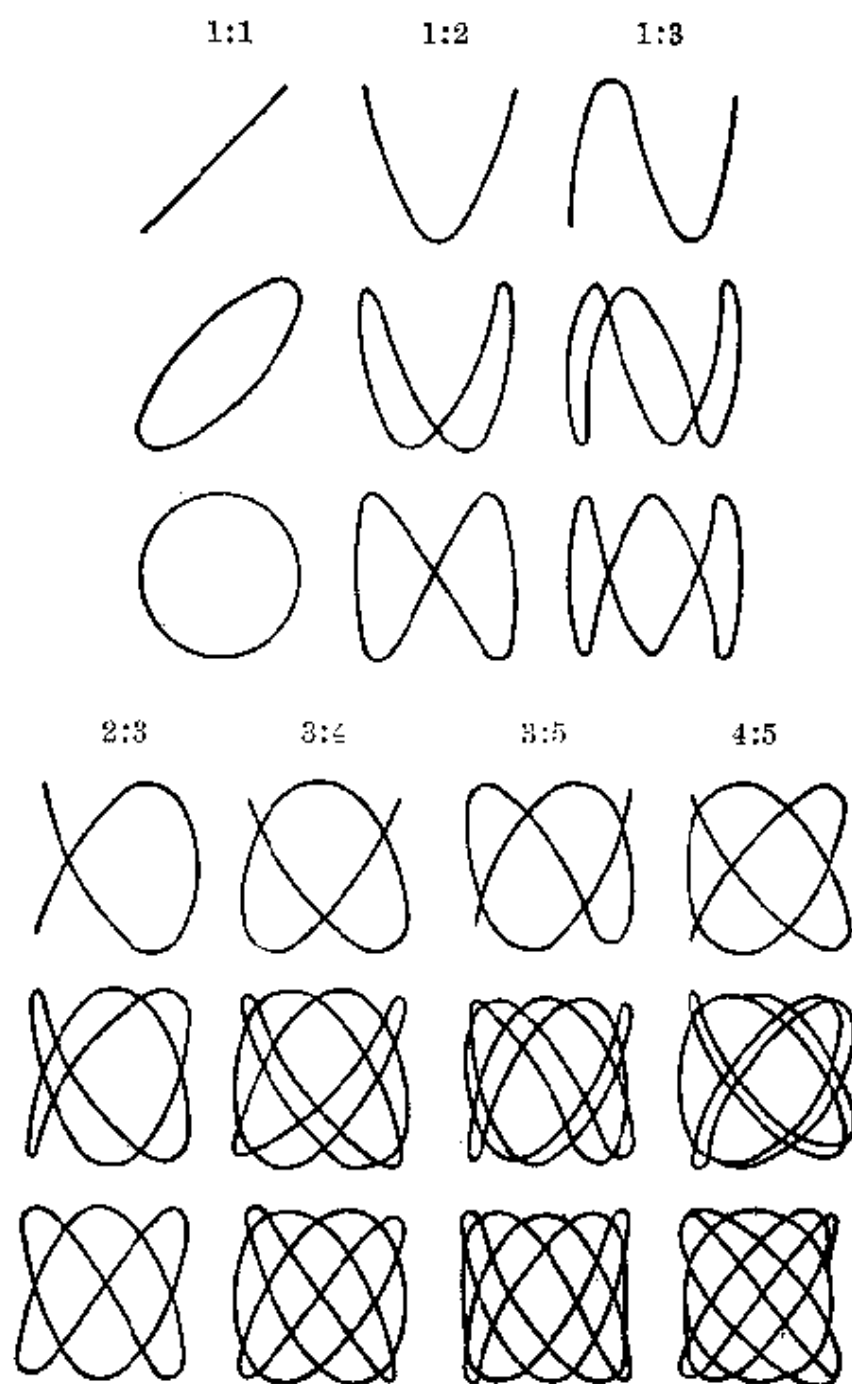


图 8 常用的频率比图形(李沙育图形)



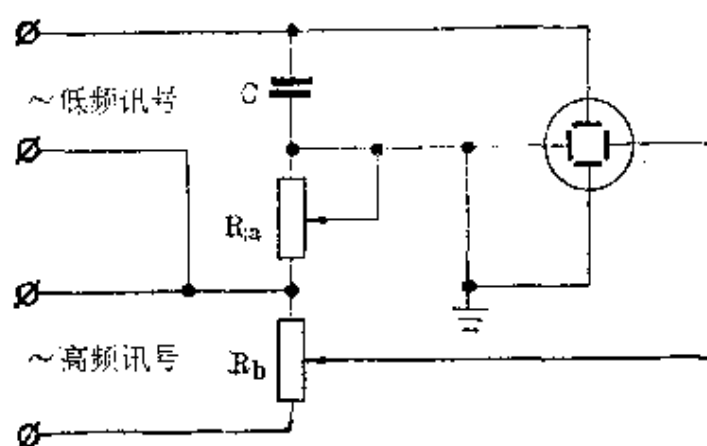


图9 分相比较法方框图

(2) 利用李沙育图形来比较测量二个讯号的频率，虽然十分方便，但当测量二个频率比相当大的讯号时，若再用李沙育图形比较法，则所得的图形将很复杂而难以估计，因此可采用分相比较法，则较方便。如图9所示。

已知低频的讯号，通过  $C$  与  $R$  的移相网路，送入  $Y$  轴与  $X$  轴偏转系统，旋动移相调节器  $R_a$ ，可使荧光屏上显示的圆环形图形变为正圆或椭圆。被测的高频讯号通过  $R_b$  幅度的控制送入  $X$  轴偏转系统。

(3) 除测量频率之外，还可以进行相位比较，图10所列的各图是在这样的条件下得出的：示波器  $Y$  轴与  $X$  轴的灵敏度调节一致，此外，相比较的频率亦是相同的。

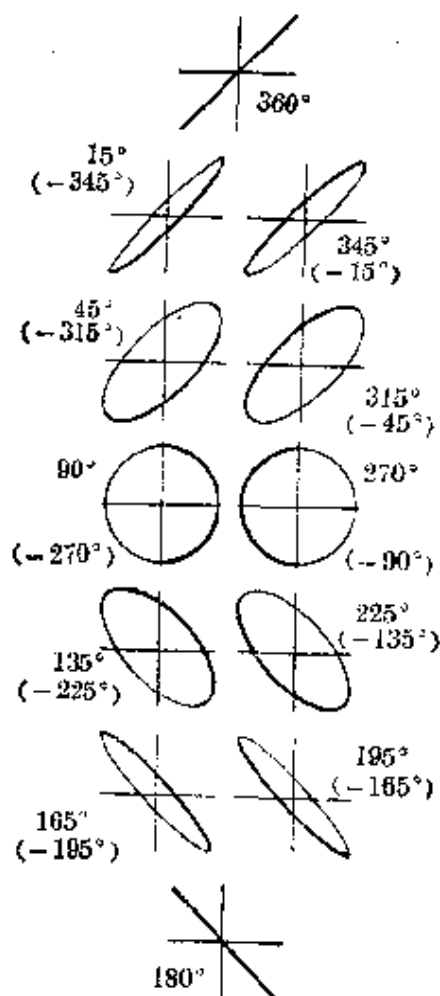


图10 波形的相位比较图

### 【波形时间测量】

用示波器测量各种讯号的时间参数，可以取得简便和较精确的效果。当“扫描微调”置于“校准”位置时，“扫描时间”所指的读数即为荧光屏上X轴向每厘米的扫描速度。测量时的操作方法与波形幅度测量相同。以图7为例，图中可知方波是对称的，方波的宽度为2cm，周期为4cm，若设此时的扫描速度为 $100\mu\text{s}/\text{cm}$ ，则宽度为：

$$t = 100\mu\text{s}/\text{cm} \times 2\text{cm} = 200\mu\text{s}$$

周期为二倍宽度，即：

$$T = 2t = 400\mu\text{s}$$

某些场合，需要对一脉冲讯号的上升时间进行定量的分析，由于该示波器本身的上升时间为40ns，因此被测讯号的前沿不能超过此数量级，如果被测讯号的前沿大于100ns，那末，测量结果就不需修正，荧光屏上读出的数值即为实际被测数值。如果被测信号的前沿为同数量级时，则应将荧光屏上读出的前沿数值按下式修正：

$$t = \sqrt{t_1^2 - t_2^2}$$

式中： $t_1$ ——荧光屏上读出的前沿数值；

$t_2$ ——示波器本身的上升时间，即40ns；

$t$ ——被测信号的上升时间。

图11为一快速脉冲前沿的测量方法。

若此时扫描速度为 $0.1\mu\text{s}/\text{cm}$ ，则上升时间为：

$$t_1 = 0.5 \times 0.1 = 0.05\mu\text{s} = 50\text{ns}$$

$$t_2 = 40\text{ns}$$

$$t = \sqrt{50^2 - 40^2} = 30\text{ns}$$

但是，示波器本身的上升时间不一定很准，因此，所得的结果尚有一定的误差。

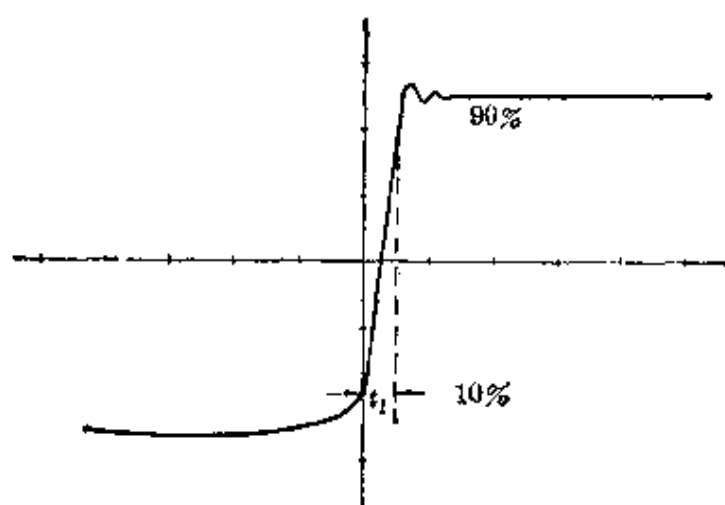


图 11 快速脉冲前沿测量

### 【延迟时间测量】

测量延迟网络、延迟电缆、同轴电缆等延迟装置的延迟时间,如图 12 所示。

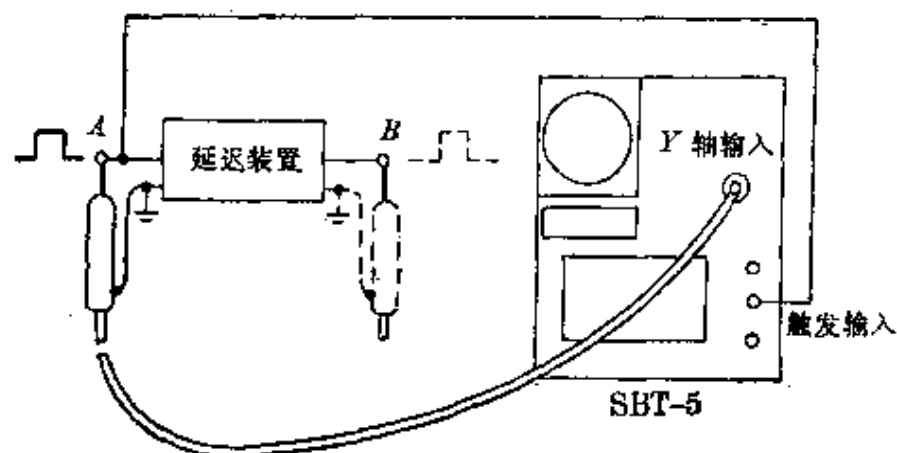


图 12 延迟时间测量方框图

$A$  端是讯号的输入端,  $B$  端是讯号的输出端, 两讯号的时间对应关系见图 13 所示。  $\tau$  就是被测延迟装置的延迟时间。

测量时, 示波器置于外触发状态。 (a) 与 (b) 两次测量之间, 仪器的控制旋钮不能任意变动, 尤其不能调节“触发增幅”

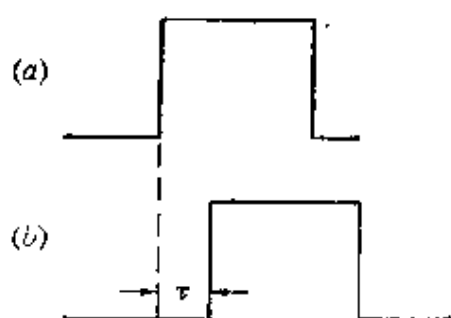


图 13 两讯号的对应关系

(a) 延迟前; (b) 延迟后

与“稳定调节”等旋钮,以避免测量误差。

### 【用脉冲渡越时间来测定同轴电缆的长度】

当一同轴电缆的总长度不能用尺来度量时,则可采用脉冲测定法。测量方框图如图 14 所示。图中,  $A$  端输入一负脉冲,  $B$  端接一开关,用来控制三种终端连接方式。

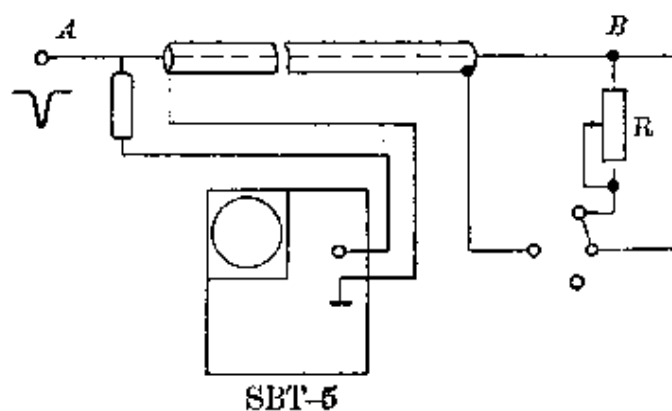


图 14 测量同轴电缆长度的方框图

图 15 (a)、(b)、(c) 所示的就是三种不同匹配方式时的波形图。

(a) 表示终端开路时示波器中显示的波形。图中左面一个脉冲是输入脉冲, 右面一个则是反射脉冲。两脉冲之间的时间  $2T$  的一半便是脉冲波沿电缆传输所需要的时间。

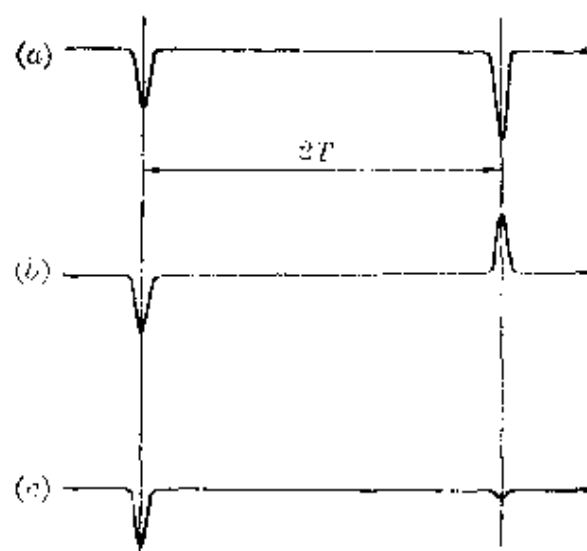


图 15 三种不同匹配方式的波形图

$$T = \frac{L}{v}$$

式中： $v$ ——电磁波的传输速度， $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ ；

$L$ ——被测电缆的长度， $\text{m}$ 。

由上式就可算得电缆的长度。例：从示波器上测得二脉冲间的时间为  $4 \mu\text{s}$ ，则电缆长度为：

$$L = Tv = 2 \times 10^{-6} \times 3 \times 10^8 = 600 \text{ m}$$

图 15(a) 的波形，因终端是开路的，所以反射脉冲的幅度比输入脉冲要大。

图 15(b) 的波形，因终端是短路的，电流最大，因此反射脉冲幅度与输入脉冲相似，而方向恰好相反。测量电缆长度的方式仍旧一样。

图 15(c) 的波形，因终端有负载  $R$  进行匹配，所以反射脉冲最小。

### 【调幅度调制系数测量】

调幅讯号在发送和接收技术中经常要测量调幅信号的调

制系数, 图 16 所示的为一已调制的讯号, 其调制系数为:

$$m = \frac{a-b}{a+b} \times 100\%$$

式中:  $a$ ——最大幅度;

$b$ ——最小幅度。

例如: 图 16 中,  $b$  为 10 mm,  $a$  为 37 mm, 则调制系数为:

$$m = \frac{37-10}{37+10} \cdot 100\% = \frac{27}{47} \cdot 100\% = 58\%$$

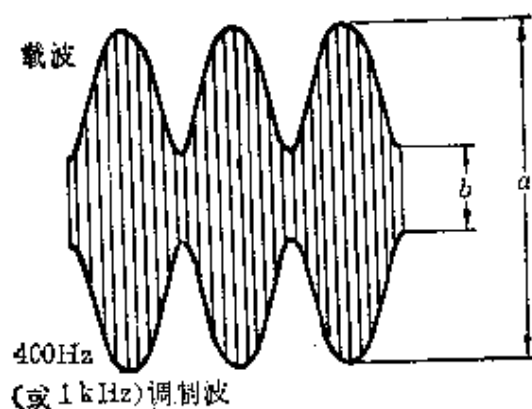


图 16 已调制讯号波形

## 四、维 修

### 4.1 一般故障排除方法

伟大领袖毛主席教导我们：“分析的方法就是辩证的方法。所谓分析，就是分析事物的矛盾。不熟悉生活，对于所论的矛盾不真正了解，就不可能有中肯的分析。”

1. 当把 SBT-5 型示波器的  $Y$  轴选择置于“比较讯号”， $Y$  轴衰减置于“1”，比较讯号  $V$  (峰峰值) 置于“0.15”， $X$  轴选择置于“扫描”时，调节“稳定调节”旋钮，荧光屏上若只显示出一条水平线(即扫描线)，则故障可能出于二个单元电路：

- (a)  $Y$  轴放大器；
- (b) 比较讯号发生器。

那末，如何决定故障在那一个单元呢？只须把  $Y$  轴选择置于“ $1M\Omega$ ” (即  $Y$  轴外加输入讯号)，用一把小起子接触  $Y$  轴输入插孔，用手捏牢小起子另一端，借助人体的感应 50 Hz 讯号送到  $Y$  轴放大，如果荧光屏上仍旧看不到讯号波形，则故障出于  $Y$  轴放大器，而不是比较讯号发生器有故障。

现在，如何着手寻找  $Y$  轴放大器故障呢？假如放大器由五级放大组成：

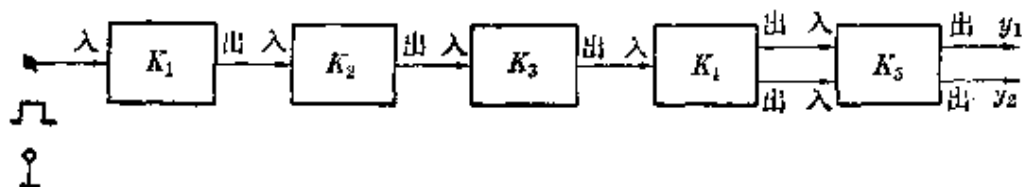


图 17 放大器组成方框图

此时,用手捏牢小起子,小起子的一端接触放大级  $K_3$  的输入端,借助人体感应 50 Hz 讯号输入放大器,如果此时荧光屏上显示出正弦波讯号,则说明放大级从  $K_3$ 、 $K_4$ 、 $K_5$  都正常,故障出于  $K_1$  与  $K_2$  放大级。利用同样的方法,用小起子接触  $K_2$  输入端,如果此时荧光屏看不到正弦波讯号,则可确定  $K_1$  正常,故障出于放大级  $K_2$ ,这样只须二、三分钟就可以寻到故障。若故障已确定在  $K_2$ ,则可用电压表测量  $K_2$  各电极的电压,即可寻出和消除故障;常见故障如下:

(1) 如图 18 所示,测量  $G$  点(栅极)有微弱的交流电压, $P$  点(板极)没有微小交流电压,则故障可能:①  $E_a$  断开;②  $R_a$  断路;③  $R_a$  变值;④  $R_a$  与地没有连接;⑤ 电子管失效或灯丝烧断。

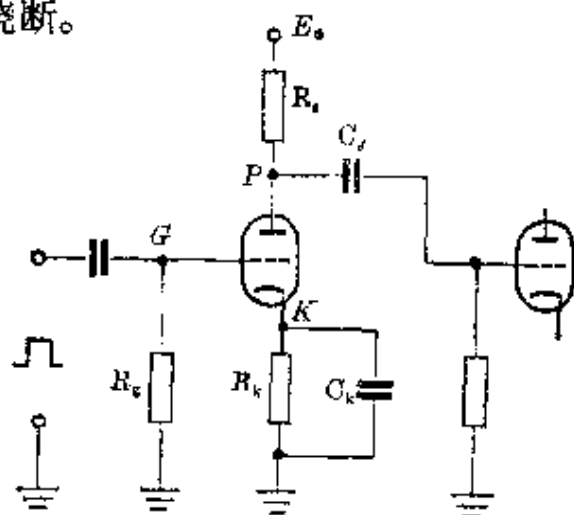


图 18 放大器线路

(2) 测量  $P$  点有微小交流电压,则故障可能:①  $C_p$  漏电;②  $C_p$  与下一级没连接(断开)。

2. 当我们把 SBT-5 型示波各控制旋钮位置同(1)。荧光屏上却只显示出一条垂直线,而看不到完整的方形波时。则故障可能出于二个单元:

(a) 扫描发生器;



### (b) $X$ 轴放大器。

若要判别故障发生在哪一单元, 只须把  $X$  轴选择置于“衰减 1”,  $X$  轴增幅顺时针旋足, 然后用手捏牢小起子, 将小起子一端接触  $X$  轴输入端, 借助人体感应 50 Hz 交流讯号输入  $X$  轴放大, 如果荧光屏显示出一条水平线, 则说明  $X$  轴放大器的工作是正常的, 于是可确定故障发生在扫描电路 ( $X$  轴放大故障检查方法同  $Y$  放大器)。至于消除扫描电路的故障, 可用如图 19 所示的方框图说明。

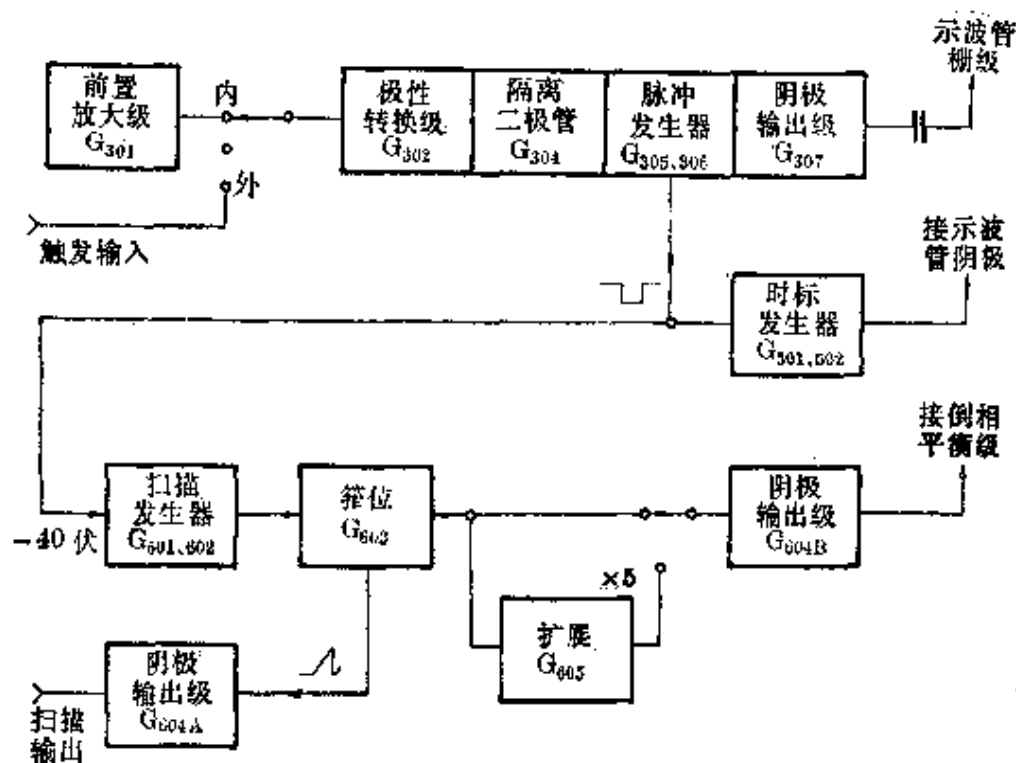


图 19 扫描电路方框图

为了缩小寻找故障的时间, 只须用电压表测量扫描发生器  $G_{602}$  的栅极, 其电位若约  $-40\text{V}$  左右, 则说明触发放大及脉冲发生器的电路工作是正常的, 故障可能在扫描电路 (即方框图下半部)。

扫描电路故障的原因可能是:

1. 电子管不良,应逐级更换电子管检查;

2. 用电压表测量电子管各电极的直流电压,如所测电压值与原理图所标值不符,即为故障疑点,应仔细分析检查;

3. 切断电源,用电压表测量电子管各电极对地直流电阻,应无断路或变值。

总之,要迅速地消除故障,关键在于正确判断故障的原因及所在。而为要做到这一点,必须对仪器的结构、各单元之间的关系有一个认识,这个认识必须通过实践,经过实践才能得到理论的认识。

## 4.2 故障检查的步骤

1. 开启电源后,保险丝立即烧毁——输出电流过大;

(1) 首先检查电源扼流圈的输出,其对地电阻应在  $10\text{ K}$  以上,否则说明高压输出短路。

(2) 整流管穿火。

(3) 高压绕组短路。

(4) 电解电容漏油。

2. 光点检查:

(1) 将  $X$ 、 $Y$  轴偏向板分别短路,此时如有光点,则说明  $X$ 、 $Y$  轴放大器有故障;若无光点,则应检查负高压是否正常。

(2) 示波管的灯丝是否发亮。

(3) 调节辉度电位器使示波管栅、阴间的电位差应在十几伏至一百伏范围内。

3.  $Y$  轴放大器的检查:

将交流讯号输入  $Y$  轴,用电压表或其它仪器测量各级的输出交流电压,若量到没有输出的一级,则故障就在这一级。

(注:在加讯号之前,各级工作电压值必须先经测量,达

到近似电原理图所标电压值。)

4.  $X$  轴放大器的检查方法同 3。

5. 扫描检查:

(1) 自激有扫描, 触发无扫描, 则故障在触发放大器。

(2) 外触发正常, 内触发不正常, 则  $G_{301}$  部分有故障。

(3) 自激有扫描, 内、外触发无扫描, 则说明  $G_{302}$ 、 $G_{304}$ 、 $G_{303}$  有故障。将“触发选择”, 置于“内触发”, 用电子管电压表测量其讯号, 当测到那一级没讯号, 则这一级有故障。

6. 不自激:

(1) 检查  $G_{305}$  板极是否有负脉冲输出。若有输出, 则故障在  $G_{602}$  以后, 可检查扫描部分各级电压是否正常; 若无输出, 则故障在单稳态电路。(注:  $G_{305}$  板极负脉冲不是触发放大器的负脉冲, 而是单稳态产生的负脉冲。)

7. 调节触发时无扫描, 但垂线下部却被抹掉。这说明抹迹已起作用, 脉冲发生器是正常的, 因此, 故障可能在扫描或放大末级部分。

8. 如  $G_{305}$  板极无负脉冲输出, 则须先检查脉冲发生器 (即  $G_{305}$  及  $G_{306}$  部分), 将“稳定调节”置于左端, 用示波器观察  $G_{305}$  的板极, 应出现负脉冲讯号, 其幅度为 30~150 V 左右。若没有负脉冲讯号, 则应调换  $G_{305}$ 、 $G_{306}$ , 必要时须调换个别元件。由于此电路与别的电路相互之间存在着牵连的关系, 因此可将  $G_{304}$ 、 $G_{307}$  拔掉检查, 若工作正常, 则可检查  $G_{304}$ 、 $G_{307}$  电路; 若不正常, 则可将单稳态电路改接成一般的放大器电路, 这样就能很快地检查出电路的故障。

9. 当  $G_{304}$  板极上有负脉冲输出时 (即  $G_{602}$  栅极有负脉冲输入), 用示波器检查  $G_{602}$ , 应用扫描波出现。否则可检查  $G_{601}$  及  $G_{602}$  部分。先检查各部分的电压, 然后调节  $W_{601}$ , 此

时,  $G_{801}$  的阴极电压应有变化。

当变换扫描档级时, 若某一档无扫描, 则应检查其瓷开关电容和波段开关接触是否良好。一般情况下与电子管关系不大, 如最高速度没有, 则  $G_{802}$  可能有故障。

若  $G_{802}$  板极输出正常, 则可检查  $G_{803} \sim G_{804B}$ 。先将“扫描扩展”置于“校正”, 用示波器观察各部分的扫描讯号或测量各级电压的同时测定  $G_{804B}$  的阴极是否有输出电压。若  $G_{804B}$  输出正常, 则可检查  $X$  轴放大器。

10. 时标检查: 当其他部分都正常时, 将  $Y$  轴衰减置于“100”, 比较讯号置于“15 V”,  $X$  轴置于触发扫描, 再将 15 V 电压输入“ $Z$ ”轴插座, 此时若方波上半部不显现, 表示调辉正常。然后检查时标部分。将扫描时间置于“100”, 扫描微调置于“校准”, 时标置于“100”, 使触发扫描, 应有亮、暗相间的光点出现。此外, 还应检查  $G_{801A}$  的栅极是否有负脉冲讯号。

11. 比较讯号检查: 先检查各级电压, 然后用示波器观察  $G_{801B}$  的栅极有否脉冲波输出。若有则放大器存在故障; 反之, 则多谐振荡器存在故障。

12. 稳压检查: 调节  $W_{801}$ ,  $G_{813}$  的阴极输出应为 240 V, 若调节  $W_{801}$  不起作用, 则可检查  $G_{814}$ , 其板极应约有几十伏的变化, 若无变化, 说明  $G_{814}$  有故障。待  $G_{814}$  工作正常后, 再检查  $G_{813}$ 、 $G_{815}$  ( $G_{813}$  能起辉一般说明无故障)。

稳压出现不规则的跳动, 应找出是 240 V 还是 450 V, 前者可能是  $G_{813}$ 、 $G_{815}$  质量不好; 后者可能是  $G_{811}$  质量不好。

13. 高频高压检查: 先检查  $G_{701}$  (哈脱来振荡器), 用示波器观测, 应有约 50 KHz 的正弦波输出。如无, 则可能  $G_{701}$  老化或直流电源 360 V 经过  $R_{701}$  至  $B_3$  的初级线圈不良; 或  $B_3$  的初级线圈 1 与 3 接反, 然后可再将  $G_{702}$  拔掉, 一般情况

下均能振荡。然后检查  $B_8$  的次级线圈, 4~6 输出端应约有 800 V 的交流电压, 再逐一检查  $G_{703}$  及  $G_{704}$ 、1Z11、 $R_{709}$ 、 $C_{708}$  等端, 应均有高压输出。调节  $W_{701}$ , 使负高压为 1600 V, 调节电压范围的高低端均应有一定的幅度。若达不到 1600 V 时, 则可调换  $G_{701}$  或检查振荡线圈是否受潮。

14. 辉度与聚焦检查: 辉度、聚焦旋钮如均无控制作用, 一般可能是由于负高压 1600 V 输出的负载电阻开路所引起的, 此时应检查  $R_{401} \sim R_{403}$  及  $W_{401}$ 、 $W_{402}$  等元件。辉度旋钮如无控制作用而聚焦旋钮正常, 则输出负载系统是正常的, 一般可能是  $R_{406}$  开路。

调节辉度时, 对 Y 轴有移位作用, 这可能是由于 Y 轴偏向板中的一端开路(即示波管脚接触不良)。

聚焦单边是指聚焦电位器旋底后聚焦还不是最佳, 此时可检查  $R_{402}$ 、 $R_{403}$  是否变值。聚焦不好, 可能是示波管本身质量不好或受到外界交流电磁场的干扰。

### 4.3 常见故障

#### 【衰减器及探极】

##### 1. 衰减器高频误差:

〔现象〕 高频讯号输入时, 在衰减器某几档或全部衰减误差甚大(频率约 1MHz 左右)。

〔原因〕

(1) 当衰减器正差时, 则:

$$R_1(C_1 + C'_1) > R_2(C_2 + C'_2)$$

(2) 当衰减器负差时, 则:

$$R_1(C_1 + C'_1) < R_2(C_2 + C'_2)$$

##### 2. 衰减器高频损耗:

〔现象〕 如图 21(b) 所示。

〔原因〕  $C_1$  或  $C_2$  因受潮后产生损失或胶木板损耗过大。

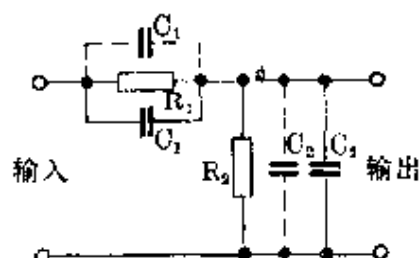


图 20 衰减器



图 21 衰减器高频损耗  
(a) 正常; (b) 不正常

### 3. 衰减器某档级高频误差:

〔原因〕

(1) 衰减器对地接触不良, 当地线不接到面板上的地线接柱却接到 Y 轴底板上的地线接柱时, 高频讯号输入就相当于附加了一只电感及电容这就影响了衰减器的正确性。

(2) 如在 1000 档级出现高频误差, 主要是由于分布电容过大, 因为此档  $R$ 、 $C$  参数比小, 在高频时分布电容影响较大。



图 22 探极高频误差

### 4. 低频或直流衰减器误差:

〔原因〕 电阻分压不正确。

### 5. 探极高频误差且总是负差:

〔现象〕 当 1000Hz 方波输入时, 呈现图 22 所示的波形。

〔原因〕 主要是由于输入分布电容太大的缘故, 如输入电容符合技术要求的话, 一般可将输入电缆线的导线改细以减小输入电容。

### 6. 经探极后, 输入讯号不稳定:

〔现象〕 只要用手碰到电缆时, 波形抖动得很厉害或有严重的低频干扰。以致无法观察, 如图 23 所示。

〔原因〕

(1) 电缆线的铜丝太软, 宜改用阻力丝。

- (2) 探极电缆线与探极头接触不良(虚焊)。
- (3) 探极电缆线与本机通地接触不良。
- (4) 探极外壳内金属薄膜通地接触不良。

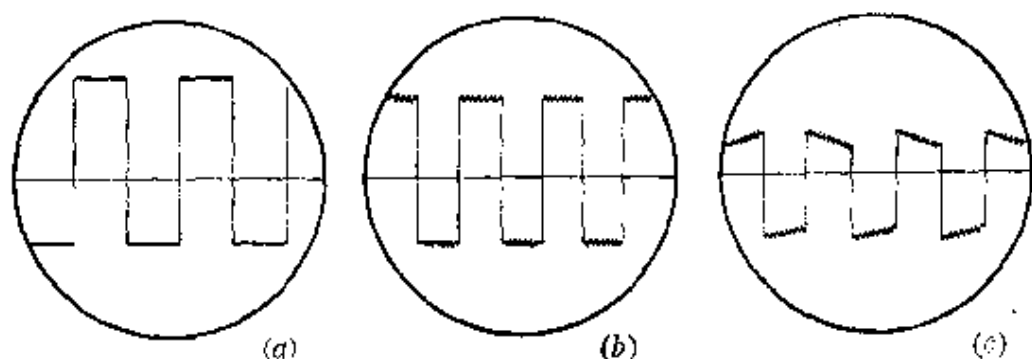


图 23 输入讯号

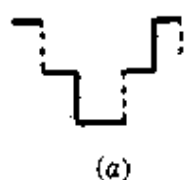
(a) 正常; (b)、(c) 不正常

#### 7. 衰减器引起的寄生振荡(一般在 10、100 档级):

〔现象〕方波较虚及凹凸,如图 24(a)、(b) 所示。

〔原因〕

- (1)  $C_{124}$ 、 $C_{127}$  接地点不能接在一点上而应将  $C_{124}$  接到放大管的地线上。



(a)



(b)

图 24 凹凸波形



图 25 干扰现象

- (2)  $G_{101}$  阴极电阻接线改变一下方向。
- (3) 延迟线盒通地不好。
- (4)  $G_{105}$ 、 $G_{106}$ 、 $G_{108}$  栅极电阻变值增大而影响其振荡。

#### 【Y 轴放大器】

- 1. 当使用衰减“10”档时,经探极外输入讯号出现干扰现象,如图 25 所示。

〔原因〕  $G_{101}$  灯丝引线绕过  $L_{101}$  而引起的干扰, 改变一下方向即可消除。

2. 比较讯号逐步扩大再回到原来档级时输出讯号消失。

〔原因〕 输入电阻  $R_{116}$  断路。

3. 方波下垂:

〔现象〕 如图 26(b) 所示。

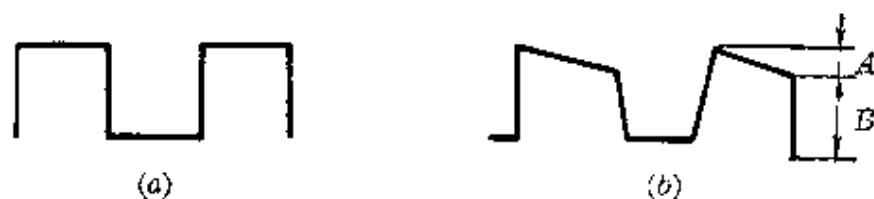


图 26 方波下垂  
(a) 正常; (b) 不正常

〔原因〕

(1)  $G_{105}$  工作半小时后  $R_{kq}$  减小(栅阴漏电)使  $G_{105}$  输入阻抗减小。

(2)  $G_{106}$ 、 $G_{107}$  质量不好, 阴极发射电子不能持久(指脉冲持续时间内), 在脉冲宽度后半部发射电子较少而引起下垂。

(3) 末级有 1 只负载电阻断掉一股(是双股绕制的 2K, 并为 1K 的), 使输出不平衡。

(4) 末级 FU-7 不对称。

(5) 阴极旁路电容不作用 ( $C_{121}$ 、 $C_{154}$ 、 $C_{158}$ ) 对低频产生一个负回授。



图 27 三角波

(6) 各级输入阻抗太小(时间常数不够)。

4. 输入 1K Hz 方波时出现三角波。

〔现象〕 如图 27 所示。

〔原因〕 当比较讯号大于 15V(峰峰值)时, Y 轴输入衰减“100”档出现三角波, 是由于延迟线断路的缘故。

5. 阻尼:



〔现象〕 如图 28 所示。

〔原因〕

(1) 延迟线盒接地线质量不好。

(2) 电解电容  $C_{124}$ 、 $C_{127}$ 、 $C_{153}$ 、 $C_{156}$ 、 $C_{159}$  有电感存在而引起的。

(3)  $Y$  衰减器波段开关接地不良，最好单独加接地线。

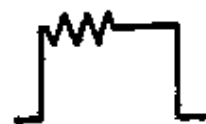


图 28 阻尼现象

6. 负载电阻  $R_{162}$  或  $R_{163}$  烧毁：

〔原因〕 两只 FU-7 电子管不平衡。若  $R_{159}$  烧，则其中一只 FU-7 不工作。

7. 调  $Y$  增幅时波形荡动：

〔原因〕  $Y$  轴平衡增幅失去平衡。 $G_{103A}$  或  $G_{103B}$  的阴极电位不平衡，可调节  $W_{104}$  达到平衡。

8. 交流干扰(扫描频率较低时呈一条水平线， $Y$  轴无讯号时，垂直方向有微小讯号)现象：

〔原因〕

(1) 灯丝电位器  $W_{103}$  未调到最佳点。

(2) 电子管阴极漏电。一般是  $G_{101}$ 、 $G_{103}$  的影响较大。

9. 微声：

〔现象〕 在波形顶部有跳动(一般在打击时出现)。

〔原因〕 电子管结构较差，一般是  $G_{101}$ 、 $G_{104}$  的影响较大。

10. 响应：

(1) 高频补偿规律： $L_{101}$ 、 $L_{102}$  约 10MHz， $L_{103}$ 、 $L_{104}$  约 6~7MHz。

(2) 低频响应可调  $W_{102}$ ，同时可检查各级交连电容及  $C_{124}$ 、 $C_{127}$ 、 $C_{153}$ 、 $C_{156}$ 、 $C_{159}$ 、 $C_{167}$  等。

(3) 偏向板插接触不良(影响高频响应)。

(4) 偏向板两引线相交,影响高频响应。

#### 11. 点子跳:

〔原因〕

(1)  $G_{813}$  接触不好。

(2) 240 V 未调准。

(3) 进线电压低于 200V 时,稳压器质量较差(允许点子有跳动现象)。



图 29 低频扫描线弯曲

#### 12. 低频时扫描线弯曲:

〔现象〕 如图 29 所示。

〔原因〕 进线电压太高(约在 230 V 以上)。

#### 13. Y 轴移位单边:

〔原因〕

(1)  $C_{170}$  或  $C_{172}$  击穿。

(2)  $R_{407} \neq R_{409}$  或  $R_{409} \neq R_{411}$ 。

#### 14. $R_{157}$ 、 $R_{161}$ 烧毁。

〔原因〕 对应的  $L_{107}$ 、 $L_{106}$  断路。

#### 15. 电阻 $R_{127}$ 漆水烧黑。

〔原因〕

(1) 电容  $C_{152}$  和  $C_{153}$  短路或击穿。

(2)  $G_{103}$  双三极管严重不对称,致使 6N1(3)脚与(8)脚对地直流电压不对称。

#### 16. 三联电阻 $R_{145}$ 、 $R_{146}$ 、 $R_{147}$ 烧坏:

〔原因〕

(1)  $G_{106}$  或  $G_{107}$  压簧掉下来与三联电阻引线脚碰在一起。

(2) 三联电阻脚碰底板接地。

17. Y 轴放大器波形失真, 灵敏度降低;

〔现象〕 如图 30 所示。

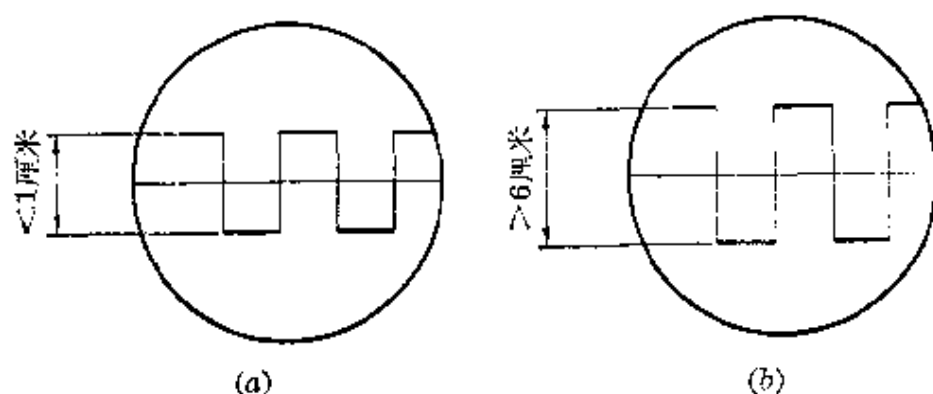


图 30

(a) 不正常; (b) 正常

〔原因〕

(1) 倒相放大器 6P14 其中有一个失真衰老或不工作。

(2) 末级放大器 FU-7 失常不工作。

(3) Y 轴偏转板插口接触不良。

【X 轴放大器】

1. 移位不良:

〔现象〕 光点移不进球面。

〔原因〕

(1)  $W_{604}$  必须正误差或可以略大一些。

(2)  $G_{606}$ 、 $G_{607}$  极不平衡, 负高压太高。

2. 由扫描转换为 X 轴放大时点子抖动。

〔原因〕 稳压负载改变时稳压系数变化较大。

3. 寄生振荡:

〔现象〕 比较讯号加到 X 轴输入, 增幅控制在中间位置, 在水平线上(左)突出一点(当手碰上讯号源后可消除)。

〔原因〕  $G_{608B}$  栅极加约  $100\Omega$  电阻即可改善。

### 【触发放大器】

1. 当扫速在 0.1 档级而 1K Hz(方波)时, 外输入不能触发:

〔原因〕

- (1)  $G_{800}$  起辉电压太低, 应选择大于 150 V。
- (2) 240 V 稳压电压太高。
- (3)  $G_{306}$  及  $G_{602}$  在快速时质量不好。

2. 触发频率响应不好:

〔原因〕

- (1)  $L_{301}$  电感量不对。
- (2)  $L_{302}$  电感断路。

### 【触发扫描】

1. 触发时起点来回突跳(有时甚至可跳几厘米):

〔原因〕  $G_{602}$  接地线不良。

2. 起始点跳得较小(约 4 mm):

〔原因〕  $G_{602}$ (6P15)质量有问题, 可调换 6P15。



图 31 扫描非线性

3. 扫描非线性:

〔现象〕 如图 31 所示。

〔原因〕

- (1)  $R_{617}$  由 51 K 改用 100 K $\Omega$  可改善。
- (2)  $G_{604}$  不良。

4. 在 0.1 和 1  $\mu$ s 档扫描线短:

〔原因〕

- (1) 偏向板接触不良。
- (2) X 轴末级频率响应不好。

### 【扩展】

1. 扩展干扰:

〔原因〕  $G_{603}$  及  $G_{605}$  灯丝电压干扰。一般 6H2 的灯丝加 20~30 V 直流电压可改善。

2. 扩展倍率不准:

〔原因〕 可换  $G_{605}$ , 在必需时可调换  $R_{609}$ 。

【时标】

1. 点子不清晰:

〔原因〕 输出电压不够, 可能线圈接反。

2.  $0.1\mu s$ 、 $0.04\mu s$  点子不清晰:

〔原因〕

(1) 补偿线圈  $L_{506}$  及  $L_{507}$  未接上。

(2) 示波管质量不好。

【高频高压】

1. 光点一亮一暗(辉度较暗时):

〔原因〕

(1)  $G_{702}$  不良。

(2)  $B_8$  高频变压器不良。

2. 调节辉度时影响灵敏度:

〔原因〕

(1)  $R_{415}$  开路。

(2) 高频高压线圈受潮。

(3)  $G_{701}$  衰老。

3. 高频高压 -1600 V 没有:

〔原因〕  $C_{403}$  击穿, -1600 V 通过  $V_{501}$  而接地的缘故(首先应保证  $G_{701}$  工作正常)。

4. 调节  $W_{701}$  时负高压 1600 V 变化很小:

〔原因〕

(1)  $G_{702}$  衰老。

(2)  $R_{706}$ 、 $R_{707}$ 、 $R_{708}$  变值。

5.  $Y$ 、 $X$  轴灵敏度变高, 辉度变暗;

〔原因〕

(1) 示波管加速阳极帽掉落。

(2) 高频高压工作不正常, 输出正负电压过小, 调整  $W_{701}$  不起作用。

(3)  $G_{701}$ 、 $G_{702}$  失常。

【比较讯号】



图 32 方波上冲



图 33 方波干扰



图 34 方波失真

1. 方波有上冲:

〔现象〕 如图 32 所示。

〔原因〕  $G_{201}$  不良。

2. 方波输出幅度不够:

〔原因〕  $G_{202}$  不良。

3. 方波干扰:

〔现象〕 如图 33 所示。

〔原因〕 在  $Y$  轴正常的情况下,  
 $G_{202}$  不良。

4. 方波失真:

〔现象〕 如图 34 所示。

〔原因〕  $G_{201}$ 、 $G_{202}$  不良。

## 五、校 准

排除某一故障以后,应考虑到技术性能指标是否仍能符合,因此必须重新进行校准,下面简要介绍主要的几个技术指标的校准方法。

### 5.1 Y 轴 校 准

#### 【频带宽度】

1. 技术要求:  $10\text{ Hz} \sim 10\text{ MHz}$ 。
2. 调试设备: 5015 型音频振荡器  $10\text{ Hz} \sim 1\text{ MHz}$ ;  
XFG-7 型高频讯号发生器;  
 $1\text{ KHz}$  方波发生器。

#### 3. 调试方法:

(1) 接通本机电源,各控制旋钮的位置按表 2 所列。并装上本机探极,如图 35 所示。

(2) 将方波发生器输出频率置于  $200\text{ Hz}$ ,用隔离线输至本机 Y 轴,并调节输出强度约为  $1 \sim 2\text{ V}$ 。

表 2

控 制 器 名 称	作 用 位 置	控 制 器 名 称	作 用 位 置
Y 轴衰减	1	扫描扩展	校准
Y 轴选择	1MΩ	扫描时间	1000
时 标	关	X 轴选择	扫描
触发选择	内+	扫描微调	校准

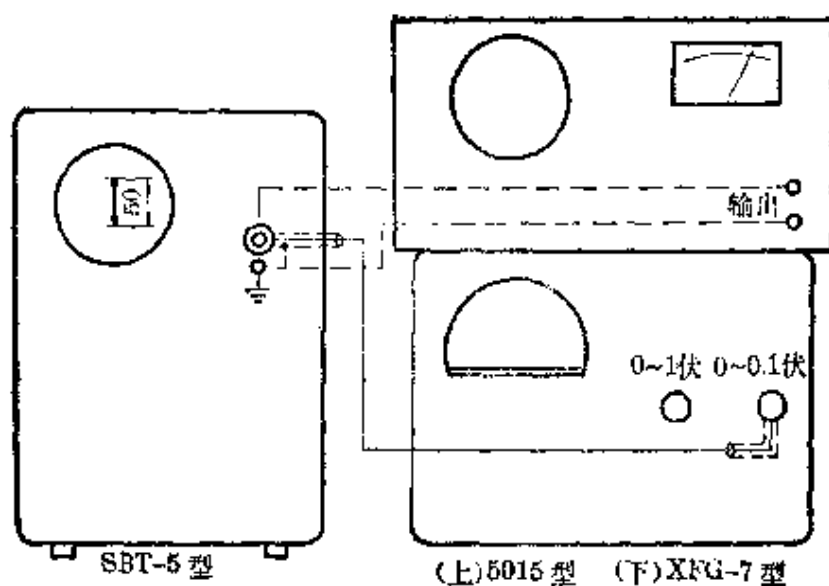


图 35 测试连接图

(3) 调节其他有关旋钮,使荧光屏上显示出如图 36 所示的波形,并调节“Y 轴增幅”使荧光屏上显示出的波形幅度为 5cm。

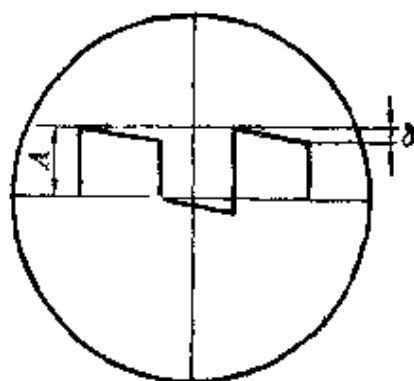


图 36 荧光屏上的波形

(4) 调节  $W_{102}$  使方波下垂小于 4%。

(5) 撤除以上外接联线,代之以 5015 型的 500KHz 正弦波,并将“Y 轴增幅”顺时针方向旋足。

(6) 调节 5015 型的输出强度,使荧光屏上显示出幅度为 6cm 的波形,顺次变更频率(保持输出强度不变),从 100KHz、10KHz、1KHz、100Hz、50Hz 至 10Hz,要求幅度下降小于 3dB,若不能达到时可调节  $W_{102}$  补偿,但应保持方波下垂不大于 4%。

(7) 撤除 5015 型的输入电线,代之以 XFG-7 型 500KHz 的等幅波,输出电缆的衰减器置于 0.1 档,该电缆的插



头应插于该机的“1V”插孔。

(8) 调节 XFG-7 型的输出电压,使示波器荧光屏上显示出幅度为 6cm 的直线条。顺次变更频率(保持输出电压不变),以 500KHz 为基准,从 1MHz、2MHz、3MHz、4MHz、5MHz、6MHz、7MHz、8MHz、9MHz 至 10MHz。同时适当调节  $L_{103} \sim L_{109}$ ,使整个频带内的最大幅度不超过 62mm,高半功率频率(10MHz)的增幅大于 47mm,中间诸频率的增幅特性要求平坦并无显著峰谷现象出现。总之,整个频带的增幅变化(包括 10Hz~10MHz 任何点的增幅)应在 4.7~6.2cm(或 4.5~6.0cm)之间。

(9) 所有可调铁粉芯的补偿线圈,在调试完毕后,其铁粉芯的顶部均不应露出在胶木骨架之外。 $L_{101}$  与  $L_{105}$ 、 $L_{106}$  与  $L_{107}$ 、 $L_{108}$  与  $L_{109}$  的铁粉芯应注意尽量调得对称。

(10) 拆下探极,重复上述 3~8 点的工作,要求增幅特性无显著改变。否则,探极器有故障(应先检查调试方法有无局部误差产生)。

(11) 将“Y 轴衰减”置于 10 档,重复以上 3~8 点的工作,频率响应须达到技术要求(达不到时,不可调动补偿电感,而应检查衰减器)。

#### 【上升时间及上冲量】

1. 技术要求: 上升时间损失小于  $4 \times 10^{-8}$  秒;  
上冲量小于 3%。

2. 调试设备: 100KHz 方波发生器;  
XFG-7 型高频讯号发生器。

3. 调试方法:

(1) 将方波发生器的输出端与“Y 轴输入”插座用专用电缆线(有 75 $\Omega$  电阻)连接起来,示波器各控制旋钮位置按下

表 3 所列。

表 3

控 制 器 名 称	作 用 位 置	控 制 器 名 称	作 用 位 置
Y 轴衰减	1	触发选择	内+
Y 轴增幅	最大	扫描时间	$1\mu\text{s}/\text{cm}$
X 轴选择	1MQ	X 轴选择	扫描
扫描微调	校准	扫描扩展	校准

(2) 调节输入强度, 使波幅为 4cm。使扫描触发, 在荧光屏上显示出如图 37(a) 所示的波形, 要求上冲  $C \leq 1.0$  毫米。

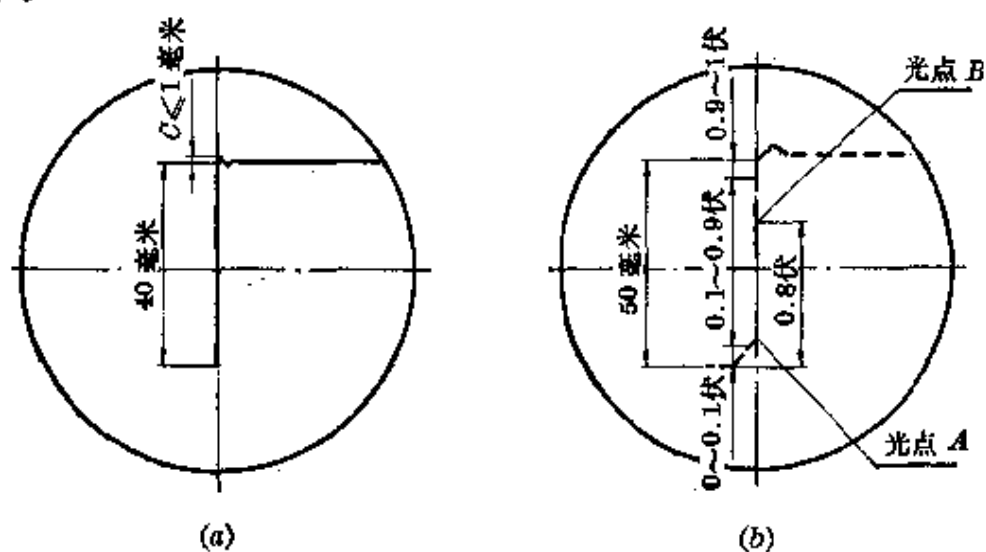


图 37 前沿波形图

(3) 若上冲大于技术要求, 则应减少  $L_{103} \sim L_{106}$  的电感量, 调节电感之后必须重调 Y 轴频率响应, 须使这两个指标均达到技术要求。

(4) 将“扫描时间”置于  $0.1\mu\text{s}/\text{cm}$ , “时标”置于“ $0.04\mu\text{s}$ ”, “触发选择”置于“外-”, 并将方波发生器的“触发输出”

用同轴电缆与示波器的“触发输入”与“地”接柱相连。使扫描触发,在荧光屏上显示出如图 37(b) 所示的波形(波幅应为 5 cm),光点 A 在 0.1V 时,光点 B 应在 0.8V 以上。

(5) 依次将“Y 轴衰减”置于 3、10,重复上述 1、2、4 点的工作,应能达到技术要求(衰减 10 档时波幅可调为 2 cm,并按比例读数)。

(6) 回复表 3 所示的位置,装上配套的探极器,重复上述 1、2、4 点的工作,应能达到技术要求(调整波幅仍调为 2 cm,并按比例读数)。

## 5.2 X 轴 校 准

**【扫描时基】** 调扫描时间及幅度:

1. 技术要求:

(1) 扫描时间应从  $10000\mu\text{s}/\text{cm} \sim 0.1\mu\text{s}/\text{cm}$  连续可变,扫描输出幅度应大于 22V(峰峰值)。

(2) “扫描微调”在校正位置时,固定扫描时间应为 0.1、1、10、100 与  $1000\mu\text{s}/\text{cm}$  五点。

(3)  $0.1\mu\text{s}/\text{cm}$  档误差应为  $\pm 5\%$ ,其余各档应为  $\pm 4\%$ 。

2. 调试设备: 5015 型阻容振荡器(需经精密计量)。

3. 调试方法:

(1) 将 5015 型 10KHz 正弦波输至示波器 Y 轴,示波器各有关旋钮位置按表 4 所列。

(2) 各“扫描时间”档级的调试则按表 5 进行。

(3) 重复表 5 第一项的显示,调节  $W_{803}$  使连续波形的起点到终点(如图 38)的总长度应小于 11 cm,在反时针向旋足“扫描微调”时,连续波形的起端到终端的总长度应不小于 11 cm。

表 4

控 制 器 名 称	作 用 位 置	控 制 器 名 称	作 用 位 置
Y 轴衰减	1	扫描扩展	校准
Y 轴选择	1M $\Omega$	X 轴选择	扫描
时 标	关	Y 轴增幅	最大
触发选择	内+		

表 5

扫描时间	扫描微调	输入频率	调节对象	显示特点	误差范围	说 明
100	校 准	10KHz	$W_{602}$	X 轴向 10 周期/10 厘米	$\pm 4\%$	第 1、2 步要反复调 2~3 次使误差尽量减少。
100	逆时针向旋足	1KHz	$W_{601}$	X 轴向 11/周期 10 厘米		
1000	校 准	1KHz		X 轴向 10 T/10 cm	$\pm 4\%$	
1000	逆时针向旋足	100KHz		X 轴向 11 T/10 cm		
10	校 准	100KHz		X 轴向 10 T/10 cm	$\pm 4\%$	
10	逆时针向旋足	10KHz		X 轴向 11 T/10 cm		
1	校 准	1MHz		X 轴向 10 T/10 cm	$\pm 4\%$	
1	逆时针向旋足	100KHz		X 轴向 11 T/10 cm		
0.1	校 准	比较讯号 0.15 V	$C_{606}$	X 轴向 10 光点/10 cm	$\pm 5\%$	自激扫描用 0.1 $\mu$ s 时标 观察如图 37 所示。
0.1	逆时针向旋足	1MHz		X 轴向 11 T/10 cm		

几点说明:

① 若表 5 中第一项的显示特性, 因该档电容值不准而不能达到要求时, 可以“扫描时间”10 档作为第一项(基准档)。

② 若大多数“扫描时间”档级的时间不能达到要求时, 除应检查 5015 型频率准确度外, 还应检查扫描电路( $G_{601}$  系统)的电阻值。

③ 若个别档级时间不准, 则可能是该档的扫描电容变值。

(4) 每档扫描长度(即连续波形的总长度)均应不小于 11 cm。

(5) 将“Y 轴衰减”置于 100, “Y 轴选择”置于“比较讯号”, “比较讯号”置于 15 V 档, 调节有关旋钮使方波的幅度为准 3 cm, 然后将“Y 轴选择”置于  $1M\Omega$ , “扫描微调”置于校正, “扫描时间”置于 100。

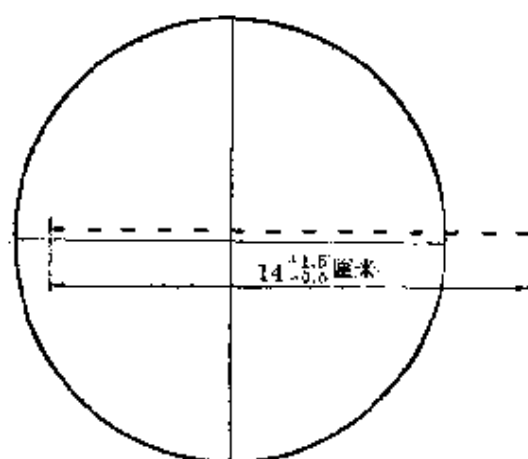


图 38 自激扫描波形(用时标观察)

(6) 测量扫描输出电压时, 应先在“Y 轴输入”与“地”插孔间并接  $\frac{1}{2}50 K\Omega$  电阻一只, 用电线将“扫描输出”接柱与“Y 轴输入”联接起来, 调节“触发稳定”使触发电路自激振荡(只有这样才能在 Y 轴无输入讯号的情况下, 保持有扫描电压输出)。此时荧光屏上显示出一倾斜直线, 移动“X 轴移位”读出此斜线上下两端点的高度(即读出斜线的对边)要求扫描电压幅度应不小于 4.4 cm。

#### 【频带宽度】

1. 技术要求: 10 Hz ~ 500 KHz 应小于 3 dB 并无上冲现象。

2. 调试设备: 5015 型阻容振荡器。

3. 调试方法:

(1) 将“X 轴增幅”顺时针旋足,“X 轴选择”置于“1”,“Y 轴增幅”逆时针旋足,“Y 轴衰减”置于 1000。

(2) 将 5015 型 1 KHz 的正弦波输入 X 轴,调节 5015 型输出强度,使荧光屏上显示出 8 cm 长的横线条,然后记住 5015 型的输出值。

(3) 顺次变换 5015 型输出正弦波的频率(并保持输出强度不变)从 1 KHz、10 KHz、50 KHz、100 KHz、200 KHz、300 KHz、400 KHz 至 500 KHz 及 500 Hz、100 Hz、50 Hz 至 10 Hz,相应调节  $L_{601}$  的电感值(注意  $C_{612}$  原则上不应再行修正,因在整机调试时已经调整过),使整个频带内所显示幅度(即横线条长度)的改变不大于 3 dB。

(4) 将 0.5V 比较讯号输至 X 轴,“X 轴增幅”置于最大,观察荧光屏上横线条右端,要求无上冲现象(上冲量应小于 1%,如超差则可调节  $L_{601}$ ,调后须重新调响应)。然后将比较讯号增至 1.5V,利用“X 轴移位”观察上冲量,要求上冲量小于显现幅度的 1%。否则应调换  $G_{605}$  及  $G_{607}$ 。

注:第 3 步的测量应按计量表修正仪器的误差值。

### 5.3 比较讯号校准

#### 1. 技术要求:

- (1) 不对称性小于 2%;
- (2) 输出频率  $1 \text{ KHz} \pm 10\%$ 。

#### 2. 调试设备: 515 型音频振荡器。

#### 3. 调试方法:

(1) 有关旋钮位置按表 6 所列,调节其他有关旋钮,使荧光屏上显示出连续的矩形波。

(2) 调节“扫描微调”,使矩形波的平顶宽度为 50 mm,调

表 6

控 制 器 名 称	作用位置 (面板上的计算)	控 制 器 名 称	作用位置 (面板上的计算)
比较讯号	0.15 V (峰峰值)	触发选择	内+
Y 轴衰减	1	扫描扩展	校准
时 标	关	触发增幅	最大
Y 轴选择	比较讯号	X 轴选择	扫描

节“Y 轴增幅”，使矩形波的幅度为 30 mm 左右，适当加亮“辉度”，使矩形波的前沿和后沿均能明显看出。然后调节“X 轴移位”，使矩形波在荧光屏的正中，此时即可通过前沿和后沿间的厘米数检查出矩形波的不对称性（要求平顶或底部先后移到荧光屏的正中进行比较），如图 39 所示。

(3) 调节  $W_{201}$  使矩形波对称，即平顶的宽度为 50 mm，底部的宽度可为  $50 \pm 1$  mm。

(4) 将“X 轴选择”置于“1”，515 型的正弦波接至“X 轴输入”，如图 40 所示，并调节正弦波频率，使荧光屏上显示出 1:1 的波形，此时 515 型的频率变化范围应在  $1 \text{ KHz} \pm 10\%$  以内，否则应修正电阻  $R_{203}$  的阻值。

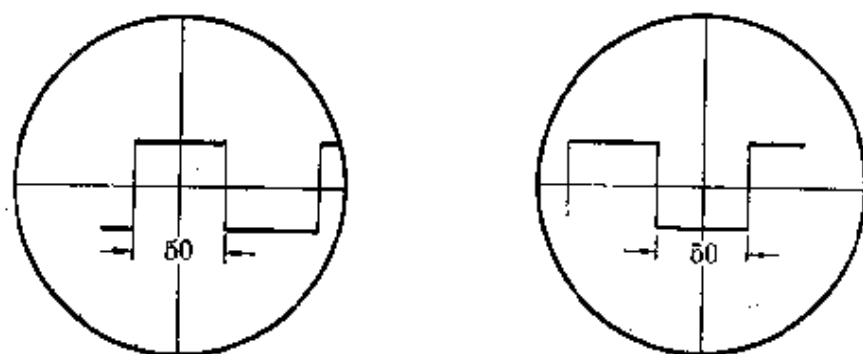


图 39 矩形波平顶宽度

#### 【比较讯号强度】

1. 技术要求：分 50V、15V、5V、1.5V、0.5V、0.15V、0.05V（均为峰峰值）共七档，误差应在  $\pm 3\%$ 。

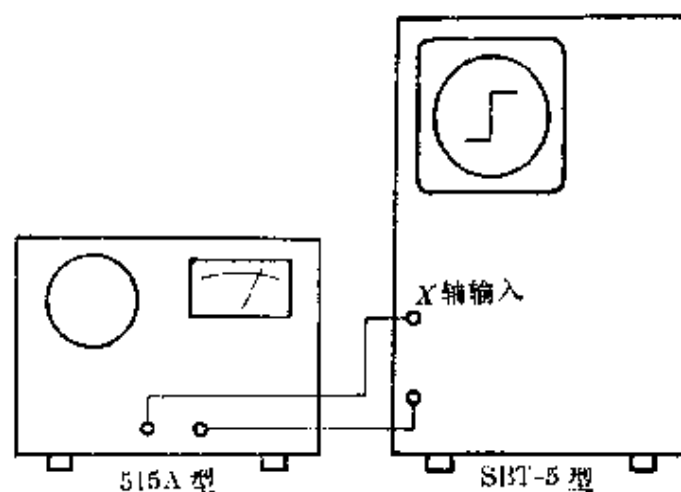


图 40 测试连接图

2. 调试设备：1KHz 方波发生器；  
QJ-2 型惠司登电桥。

3. 调试方法：

- (1) 有关控制器位置按表 7 所列。

- (2) 将 1KHz 方波发生器置于 50V (峰峰值) 接至“Y 轴输入”，调节“Y 轴增幅”和其他有关旋钮，使荧光屏上显示出幅度为 6cm 的波形，如图 41 所示。

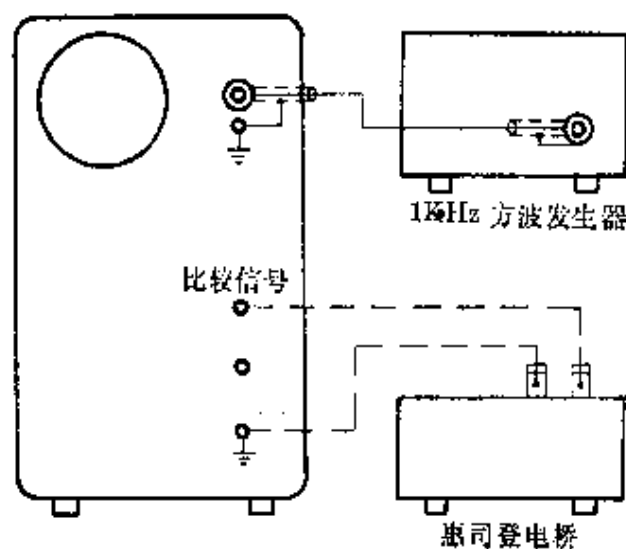


图 41 测试连接图



表 7

控 制 器 名 称	作 用 位 置	控 制 器 名 称	作 用 位 置
Y 轴衰减	300	扫描扩展	校准
Y 轴选择	1M $\Omega$	扫描时间	100
比较讯号	50	X 轴选择	扫描
时 标	关	扫描微调	校准
触发选择	内+		

(3) 将“Y 轴选择”置于比较讯号,输入线暂不取下,调节  $W_{202}$ , 使比较讯号显示出幅度为 6cm 的波形。第 2、3 步应反复观察并使视差最小。

(4) 将“Y 轴衰减”置于“100”,“Y 轴选择”置于“1M $\Omega$ ”,比较讯号置于“15”,“1KHz 方波发生器”置于 15V。调节“Y 轴增幅”和其他有关旋钮,使荧光屏上显示出幅度为 6cm 的波形,然后将“Y 轴选择”置于“比较讯号”,要求此时荧光屏上显示的波形应无显著的畸变。

(5) 比较讯号其他各档电压的检查方法与第四步类似(0.05V 档时,显示幅度应为 2cm)。

(6) 在波形均无畸变后,切断示波器电源,用惠司登电桥在“比较讯号”与“地”接柱间测量各档电阻值,如表 8 所示。

表 8

比较讯号	0.05	0.15	0.5	1.5	5	15	50
电 阻 值	20 $\Omega$	60 $\Omega$	200 $\Omega$	600 $\Omega$	2K	6K	20K
相对误差	1.2%	1.2%	1.2%	1.2%	1.2%	1.2%	1.2%

## 5.4 时 标 校 准

### 1. 技术要求:

(1) 光点应清晰明亮, 时标脉冲幅值应 $\geq 20V$ 。

(2) 间隔时间误差应小于 3%。

2. 调试设备: 5015 型阻容振荡器 (对 1KHz、10KHz、100KHz 及 1MHz 的正弦波应进行精确校对)。

### 3. 调试方法:

(1) 有关控制器位置按表 9 所列。

表 9

控 制 器 名 称	作 用 位 置	控 制 器 名 称	作 用 位 置
Y 轴衰减	1	扫描时间	1000
Y 轴选择	1M $\Omega$	X 轴选择	扫描
时 标	100	扫描微调	校准
触发选择	内+	Y 轴增幅	最大
扫描扩展	校准		

(2) 根据图 42 及表 9, 调节 5015 型的输出强度, 使荧光屏上显示出幅度为 6cm 的波形, 再调节“触发增幅”等有关旋钮, 使荧光屏上显示出如图 43 所示的波形。

(3) 表 10 最后一项调整时, 可使用扫描扩展, 以助观察。

(4) 要求图 43 所示的波形在整个扫描宽度内上、下二排光点必须具有, 但二排光点 (实际上是短的光条) 排列上允许在荧光屏的边缘处稍不对称。

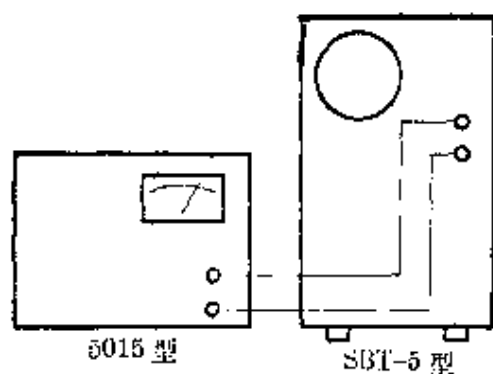


图 42 测试连接图

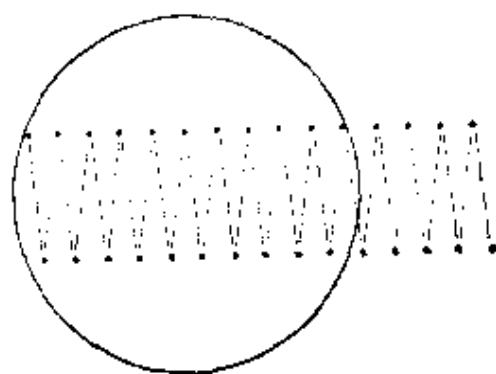


图 43 圆外的波形系假定当“X 轴移位”将波形移到圆内后能见到的实际波形

表 10

时 标	扫描时间	输入讯号频率	被 调 的 振 荡 线 圈	每周期光点数
100	$1000 \mu\text{s}/\text{cm}$	1 KHz	$L_{505}$	10
10	$100 \mu\text{s}/\text{cm}$	10 KHz	$L_{504}$	10
1	$10 \mu\text{s}/\text{cm}$	100 KHz	$L_{503}$	10
0.1	$1 \mu\text{s}/\text{cm}$	1 MHz	$L_{502}$	10
0.04	$0.1 \mu\text{s}/\text{cm}$	1 MHz	$L_{501}$	25

(5) 切断电源, 并用电线一端勾于  $G_{501}$  的第(6)脚(即  $S_{501B}$  层刀上), 另一端插于示波器“Y 轴输入”插孔, 然后再接通电源。将“扫描时间”置于 100, “扫描微调”置于校准, “时标”置于 100, “触发增幅”置于最小, 调节“稳定调节”, 使扫描自激, 此时应有如图 44 所示的波形。当用示波器比较讯号电压比较时, 其脉冲幅度应大于 20V (峰峰值)。

(6)  $0.1 \mu\text{s}$  及  $0.04 \mu\text{s}$  档的时间准确度, 除按上述调试外, 尚需用波长计校对, 两种方法均应达到技术要求。

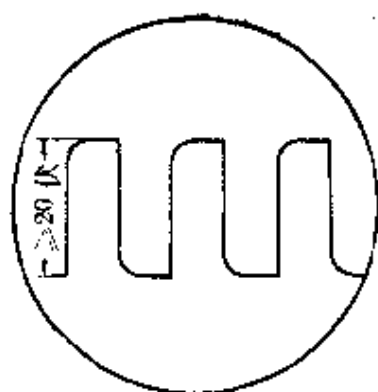


图 44 荧光屏的波形

(7)  $0.04 \mu\text{s}$  档的时标亮度按下法检查: 将“扫描时间”置于  $0.1 \mu\text{s}/\text{cm}$  档, 本机的  $Y$  轴输入  $0.15\text{V}$  比较讯号, 经触发扫描后, 应呈现一有倾斜前沿的方波, 要求此前沿上的时标光点轮廓清晰, 否则应检查该档时标的振荡强度。

## 六、附 录

### 6.1 示波器术语解释

#### 【示波管】

1. 聚焦: 控制电子束会聚为一个明亮的小光点。
2. 辉度(亮度): 一个区域内的光射量。
3. 辅助聚焦: 使得光点在示波管的显示范围内任何位置都成为一个圆形小光点, 通常与“聚焦”控制器同时调节。
4. 显示有效面: 示波管屏幕上保证各性能指标的一个区域, 并包括放大器的性能在内。
5. 加速电压: 在示波管阴极到临近屏幕的加速极间所加的电压, 使得电子束的电子在偏转后再加快速度。
6. 光点: 示波管屏幕受到电子束射击的一个小区域。
7. 光晕: 屏幕上由于杂散放射引起的围绕着光点的一个环形光亮区域。
8. 余辉时间: 电子束射击后, 屏幕磷光物持续发光的时间(当光点产生晕光前的辉度衰减到 1% 时的一段时间)。
9. 视差: 当观察屏幕所显示波形时, 人眼、刻度、波形之间不在同一条直线上所造成的误差。
10. 座标片: 在示波管屏幕前度量显示量的座标刻度。
11. 聚光圈: 装在示波管的前面, 供安装遮光罩、座标片以及照相机等用的凸出物。
12. 标尺亮度: 变换座标片轴线反射亮度及不同色别的光源。

13. 调辉: 信号加到示波管的控制栅或阴极, 引起电子束电流变化而使得图象亮度改变。

### 【Y 轴和 X 轴偏转系统】

1. 灵敏度(偏转灵敏度): 在显示有效面内, 显示信号能力的额定因数, 以  $\text{mV/cm}$ 、 $\text{mV/div}$  等单位。所表示的数值愈小, 灵敏度愈高。过去用偏转因数较多, 现都采用灵敏度替代。

2. 频带宽度(频率响应): 一个放大器频率特性的上限和下限。用正弦波以基准频率的幅度为准, 不越过  $3\text{dB}$  ( $0.707$ ) 的变化。

3. 入端阻容(输入阻抗): 一台示波器在输入端的直流电阻值和并联电容量。

4. 最高输入电压: 能够观测的最高电压。包括放大器的最大衰减量, 并能在显示有效面内偏转的电压。输入端可以承受的最高电压叫“输入耐压”。

5. 增益: 输入与输出两电压之比。

6. 漂移: 开启电源经预热后, 在规定时间内光点出现缓慢移动。漂移位置的时间单位有用一分钟, 也有用一小时以及一星期作规定。

7. 衰减器: 在保持放大器的性能情况下, 对被测信号按照规定比例, 给出一个适当的观察量。

8. 移位: 控制显示图象作上下或左右移动。

9. 延迟线: 一种传输线。使测量信号延迟一个规定时间后到达显示部分, 也就是使在内触发信号启动扫描发生器工作后测量信号才到达显示部分, 达到测量快脉冲信号前沿的完整显示。

10. 脉冲响应: 一个放大器的瞬态特性响应, 它的畸变

由幅度和相位所引起。有关名称见“典型脉冲各部分的名称”。

11. 非线性：电压幅度的畸变叫“幅度非线性”；扫描周期变化引起的畸变叫“扫描非线性”；图象位移引起的幅度畸变叫“位移的非线性”等。非线性误差指在示波管屏幕显示有效面内产生的。

### 【时基系统】

1. 扫描时基：光点移动单位长度所需要的额定时间，以  $\mu\text{s}/\text{cm}$ 、 $\text{ms}/\text{cm}$ 、 $\text{s}/\text{cm}$  等单位。

2. 扫描范围：扫描档级开关的控制器，变换扫描速度范围。

3. 扫描扩展：被测信号波形在扫描方向（即  $X$  轴方向）扩展的倍率，一般用提高  $X$  轴放大器增益的办法来解决。

4. 扫描非线性：由于非线性引起扫描时间的误差，一般用指示值的误差表示。

5. 增辉：使光迹只在扫描期间增加亮度的信号。

6. 晃动：图象在时基轴方向（即  $X$  轴方向）作不规则的或周期性的运动，它的幅度以毫米表示。

### 【触发】

1. 触发：用一个信号启动扫描的作用（如触发扫描或延迟扫描）。

2. 内触发：用被测量信号，经偏转放大后取出的一部分作为触发信号源。通常用  $Y$  轴偏转信号。

3. 外触发：将外界的触发信号源直接送入触发电路。

4. 触发极性：由极性变换控制器转换触发信号的正向或负向。

5. 稳定性：当长时间（从秒到小时）显示高频波形，在调整扫描的触发或自激同步的情况下，保持波形无晃动的能力。

## 【其他】

1. 探头: 示波器输入端的一个引入被测信号的附件, 它使被测量信号变为适当值, 通常有高入端阻抗(高的电阻值和小电容值)探头及电流探头。

2. 校准信号: 经过校准的电压, 主要供灵敏度校准、扫描时间校准、以及探头频率特性检验, 一般采用方波。

3. 时标: 用预先校准的正弦波或脉冲波来校准或测量时基的装置。其方法有通过  $Y$  轴直接显示, 借以校准刻度的; 也有加于示波管控制栅或阴极使显示波形明暗相间调制的。

4. 预热时间: 自接通电源起, 示波器按照规定精度要求工作的短时间的间隔。

## 6.2 典型脉冲部分的名称

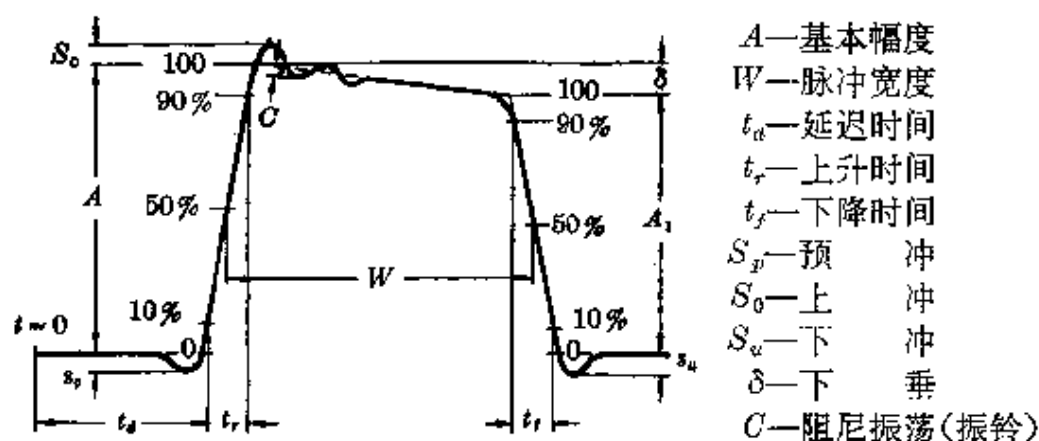


图 45 典型脉冲波形

(1) 脉冲宽度: 方波前沿与后沿幅度 50% 处, 两点之间的时间。

(2) 上升时间: 一个信号脉冲的前沿, 从基本幅度的 10% 上升到 90% 所需的时间。测量上升时间也就是测量脉冲的前沿陡度。



(3) 上冲: 冲出阶跃脉冲基本幅度的波形 ( $S_0/A \times 100\%$ )。

(4) 下冲: 阶跃脉冲后沿下降超过最低幅度的冲出部分。

(5) 预冲: 在脉冲波阶跃之前所凸出的波形。

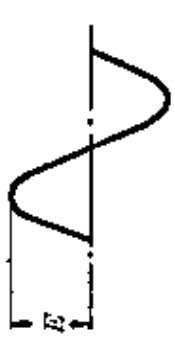
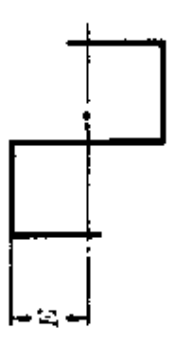
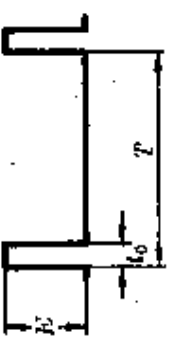
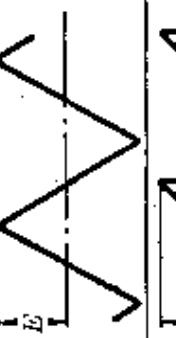

(6) 下垂: 典型脉冲平顶部分的斜率 ( $\delta/A \times 100\%$ )。

(7) 阻尼振荡(振铃): 方波上升所产生的衰减振荡 ( $C/A \times 100\%$ )。

### 6.3 代号符号表

符 号	代 表 意 义	符 号	代 表 意 义
$\Omega$	欧(姆)	Hz	赫(芝)
K $\Omega$	千欧 $10^3$ 欧	KHz	千赫 $10^3$ 赫
M $\Omega$	兆欧 $10^6$ 欧	MHz	兆赫 $10^6$ 赫
H	亨(利)	GHz	千兆赫 $10^9$ 赫
mH	毫亨 $10^{-3}$ 亨	s	秒
$\mu$ H	微亨 $10^{-6}$ 亨	ms	毫秒 $10^{-3}$ 秒
F	法(拉)	$\mu$ s	微秒 $10^{-6}$ 秒
$\mu$ F	微法 $10^{-6}$ 法	ns	毫微秒 $10^{-9}$ 秒
pF	微微法 $10^{-12}$ 法	ps	微微秒 $10^{-12}$ 秒
V	伏(特)	dB	分贝
KV	千伏 $10^3$ 伏	min	最小值
mV	毫伏 $10^{-3}$ 伏	max	最大值
$\mu$ V	微伏 $10^{-6}$ 伏	g	克
A	安(培)	kg	公斤
mA	毫安 $10^{-3}$ 安	mn	分钟
$\mu$ A	微安 $10^{-6}$ 安	h	小时
nA	毫微安 $10^{-9}$ 安	$^{\circ}$ C	度(摄氏)
AC	交流	VA	伏安
DC	直流	W	瓦(特)
m	米	pp	峰峰值
cm	厘米 $10^{-2}$ 米	mmHg	毫米水银柱
mm	毫米 $10^{-3}$ 米	$B \times H \times L$	宽 $\times$ 高 $\times$ 长

# 6.4 周期性波形的量值

波	形	峰 值 $E_p$	有 效 值 $E_{rms}$	平均值 $E_{av}$	峰峰值 $E_{pp}$	公 式
正弦波		1.000 $E$	0.707 $E$ $\left(\frac{\sqrt{2}}{2} E\right)$	0.636 $E$ $\left(\frac{2}{\pi} E\right)$	2.000 $E$	$(E_{rms})^2 = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} (E \sin \theta)^2 d\theta = \frac{E^2}{2}$
方 波		1.000 $E$	1.000 $E$	1.000 $E$	2.000 $E$	$e = \frac{4E}{\pi} \left( \cos \theta - \frac{\cos 3\theta}{3} + \frac{\cos 5\theta}{5} - \frac{\cos 7\theta}{7} + \dots \right)$
矩形脉冲		1.000 $E$	$\sqrt{\frac{t_0}{T}} E$	$\frac{t_0}{T} E$	1.000 $E$	$e = E \left[ k + \frac{2}{\pi} \left( \sin k\pi \cos \theta + \frac{\sin 2k\pi \cos 2\theta}{2} + \dots + \frac{\sin nk\pi \cos n\theta}{n} + \dots \right) \right]$
三角波		1.000 $E$	0.577 $E$ $\left(\sqrt{\frac{3}{3}} E\right)$	0.500 $E$ $\left(\frac{E}{2}\right)$	2.000 $E$	$e = \frac{8E}{3\sqrt{3}} \left( \cos \theta + \frac{\cos 3\theta}{9} + \frac{\cos 5\theta}{25} + \dots \right)$
锯齿波		1.000 $E$	0.577 $E$ $\left(\sqrt{\frac{3}{3}} E\right)$	0.500 $E$ $\frac{E}{2}$	2.000 $E$	$e = \frac{2E}{\sqrt{3}} \left( \sin \theta - \frac{\sin 2\theta}{2} + \frac{\sin 3\theta}{3} - \frac{\sin 4\theta}{4} + \dots \right)$

6.5 分 贝 表

增 益		分 贝 dB	衰 减	
电 流 或 电 压 比	功 率 比		电 流 或 电 压 比	功 率 比
1.000	1.000	0	1.000	1.000
1.059	1.122	0.5	0.9441	0.8913
1.122	1.259	1.0	0.8913	0.7943
1.189	1.413	1.5	0.8414	0.7079
1.259	1.585	2.0	0.7943	0.6310
1.334	1.778	2.5	0.7499	0.5623
1.413	1.995	3.0	0.7079	0.5012
1.496	2.239	3.5	0.6683	0.4467
1.585	2.512	4.0	0.6310	0.3981
1.679	2.818	4.5	0.5957	0.3548
1.778	3.162	5.0	0.5623	0.3162
1.995	3.981	6.0	0.5012	0.2512
2.239	5.012	7.0	0.4467	0.1995
2.512	6.310	8.0	0.3981	0.1585
2.818	7.943	9.0	0.3548	0.1259
3.162	10.000	10	0.3162	0.1000
10	$10^2$	20	$10^{-1}$	$10^{-2}$
$3.162 \times 10$	$10^3$	30	$0.3612 \times 10^{-1}$	$10^{-3}$
$10^2$	$10^4$	40	$10^{-2}$	$10^{-4}$
$3.162 \times 10^2$	$10^5$	50	$0.3612 \times 10^{-2}$	$10^{-5}$
$10^3$	$10^6$	60	$10^{-3}$	$10^{-6}$
$3.162 \times 10^3$	$10^7$	70	$0.3612 \times 10^{-3}$	$10^{-7}$
$10^4$	$10^8$	80	$10^{-4}$	$10^{-8}$
$3.162 \times 10^4$	$10^9$	90	$0.3612 \times 10^{-4}$	$10^{-9}$
$10^5$	$10^{10}$	100	$10^{-5}$	$10^{-10}$

$$\text{电流比: } \text{dB} = 20 \lg \frac{I_2}{I_1}$$

$$\text{电压比: } \text{dB} = 20 \lg \frac{U_2}{U_1}$$

$$\text{功率比: } \text{dB} = 10 \lg \frac{P_2}{P_1}$$

分贝(dB)与奈培(N)比:

$$1 \text{ dB} = 0.1151 \text{ N}$$

$$1 \text{ N} = 8.686 \text{ dB}$$

## 6.6 部分国产电子管

型 号		SBR-1	325	SBE-20
类 型		双线高灵敏示波器	简易示波器	双踪示波器
Y轴	灵 敏 度	$200\mu\text{V}/\text{cm} \sim 0.2\text{V}/\text{cm}$	$\leq 50\text{mV}/\text{cm}$	$\leq 10\text{mV}/\text{cm}$
	频 带 宽 度	$0 \sim 1\text{MHz}$	$0 \sim 2\text{MHz}$	$0 \sim 5\text{MHz}$
	上 升 时 间	$350\text{ns}$	—	$70\text{ns}$
	延 迟 时 间	—	—	$250\text{ns}$
	入 端 阻 抗	$1\text{M}\Omega \parallel 50\text{pF}$	$1\text{M}\Omega \parallel 40\text{pF}$	$1\text{M}\Omega \parallel 40\text{pF}$
有探头时阻抗		$10\text{M}\Omega \parallel 15\text{pF}$	—	$10\text{M}\Omega \parallel 15\text{pF}$
X轴	触 发 电 平	<div>内(偏转) <math>2\text{mm}</math></div> <div>外(pp) <math>0.4 \sim 10\text{V}</math></div>	—	$10\text{mm}$
	扫 描 范 围 (包括扩展)	$0.05\mu\text{s}/\text{cm} \sim 5\text{s}/\text{cm}$	$10\text{Hz} \sim 100\text{KHz}$	$1\mu\text{s}/\text{cm} \sim 5\text{s}/\text{cm}$
	扫 描 扩 展	$\times 2, \times 5, \times 10, \times 20$	—	$\times 5$
	延 迟 扫 描	—	—	—
	延 迟 时 间 范 围	—	—	—
	单 次 扫 描	—	—	—
	示 波 管	13SJ23J	88J31J	138J38J
显示有效面		$8 \times 10\text{cm}$	$4 \times 6\text{cm}$	$6 \times 10\text{cm}$
加速电压		$3\text{KV}$	$1.1\text{KV}$	$2.6\text{KV}$
校准讯号		$1\text{mV} \sim 100\text{V}$ $1\text{KHz}$ 方波	$\approx 150\text{mV}$ 正弦波	$50\text{mV} \sim 100\text{V}$ $1\text{KHz}$ 方波
功率消耗		约 $300\text{VA}$	约 $65\text{VA}$	约 $450\text{VA}$
外形尺寸(mm)		$320B \times 420H \times 560L$	$240B \times 100H \times 270L$	$300B \times 400H \times 550L$
重 量		$28\text{kg}$	$4.7\text{kg}$	$30\text{kg}$

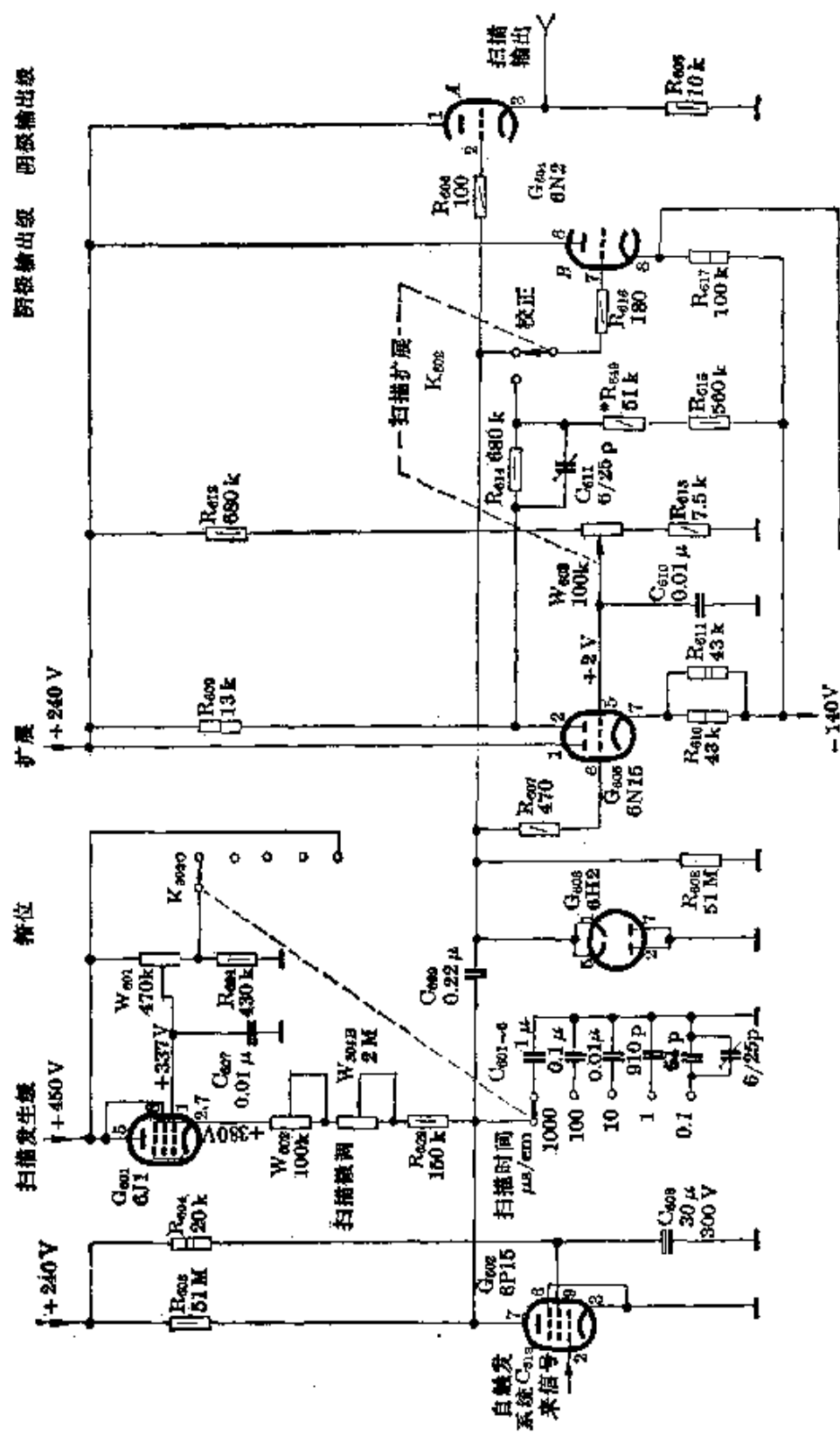
示波器主要技术性能表

SBT-5	SD1	SBM-11
通用示波器	精密示波器	精密示波器
$\leq 25 \text{ mV/cm}$ $10 \text{ Hz} \sim 10 \text{ MHz}$ $40 \text{ ns}$ $250 \text{ ns}$ $1 \text{ M}\Omega \parallel 40 \text{ pF}$ 或 $75 \Omega$ $10 \text{ M}\Omega \parallel 10 \text{ pF}$	$10 \text{ mV/cm} \sim 5 \text{ V/cm}$ $0 \sim 50 \text{ MHz}$ $7 \text{ ns}$ $150 \text{ ns}$ $1 \text{ M}\Omega \parallel 22 \text{ pF}$ $10 \text{ M}\Omega \parallel 11 \text{ pF}$	$20 \text{ mV/cm} \sim 10 \text{ V/cm}$ $0 \sim 100 \text{ MHz}$ $3.5 \text{ ns}$ $150 \text{ ns}$ $1 \text{ M}\Omega \parallel 16 \text{ pF}$ $10 \text{ M}\Omega \parallel 8 \text{ pF}$
$50 \text{ mV}$ $0.5 \text{ V}$ $0.1 \mu\text{s/cm} \sim 10 \text{ ms/cm}$ $\times 5$ — — —	$2 \sim 5 \text{ mm}$ 至 $100 \text{ MHz}$ $0.5 \sim 20 \text{ V}$ 至 $100 \text{ MHz}$ $0.05 \mu\text{s/cm} \sim 2 \text{ s/cm}$ $\times 1, \times 2, \times 5, \times 10$ $2 \mu\text{s/cm} \sim 1 \text{ s/cm}$ $1 \mu\text{s} \sim 10 \text{ s}$ 有	$2 \sim 4 \text{ mm}$ 至 $150 \text{ MHz}$ $0.5 \text{ V}$ 至 $150 \text{ MHz}$ $0.05 \mu\text{s/cm} \sim 2 \text{ s/cm}$ $\times 1, \times 2, \times 5, \times 10$ $2 \mu\text{s/cm} \sim 1 \text{ s/cm}$ $1 \mu\text{s} \sim 10 \text{ s}$ 有
13SJ38J $8 \times 10 \text{ cm}$ $3.45 \text{ KV}$	13SJ50  $13.5 \text{ KV}$	13SJ62 $4 \times 8 \text{ cm}$ $15 \text{ KV}$
$50 \text{ mV} \sim 50 \text{ V}$ $1 \text{ KHz}$ 方波 约 $380 \text{ VA}$ $370 \text{ B} \times 470 \text{ H} \times 550 \text{ L}$ $48 \text{ kg}$	$0.2 \text{ mV} \sim 100 \text{ V}$ $10 \text{ KHz}$ 方波  $360 \text{ B} \times 480 \text{ H} \times 650 \text{ L}$ $52 \text{ kg}$	$0.2 \text{ mV} \sim 100 \text{ V}$ $10 \text{ KHz}$ 方波 约 $900 \text{ VA}$ $360 \text{ B} \times 480 \text{ H} \times 650 \text{ L}$ $55 \text{ kg}$

6.7 部分国产示波管主要技术性能表

型号	有效 屏幕 $\phi$ mm	长度 max mm	灯丝		电子束		极限工作条件			典型工作条件			灵敏度		附注
			电压 V	电流 A	聚焦 偏转	加速极 (第二 阳极) V	聚焦极 (第1阳 极) V	第二 阳极 V	加速极 (第三 阳极) V	聚焦极 (第1阳 极) V	第二 阳极 V	控制极截 止电压 V	Y轴 V/cm	X轴 V/cm	
8SJ31	70	261	6.3	0.6	静电	6000	1100	2200	—	250~400	1500	—35~-70	19~27	28~40	单线管
13SJ23	108	445	6.3	1.2	静电	4400	515~730	2200	3000	350~550	1500	—30~-90	10~15	16~22	双线管
13SJ38	116	435	6.3	0.6	静电	6000	1000	1500	3000	300~515	1500	—39~-65	10~15	16~22	单线管
13SJ50	60×109	508	6.3	0.55	静电	1700	1500	3000	1500	220~550	1500	—40~-100	2~3.6	8.3~12.5	单线管
18SJ62	60×100	475	6.3	0.6	静电	—	—	—	12000	100~300	1500	—30~-90	3~4	8~13	单线管







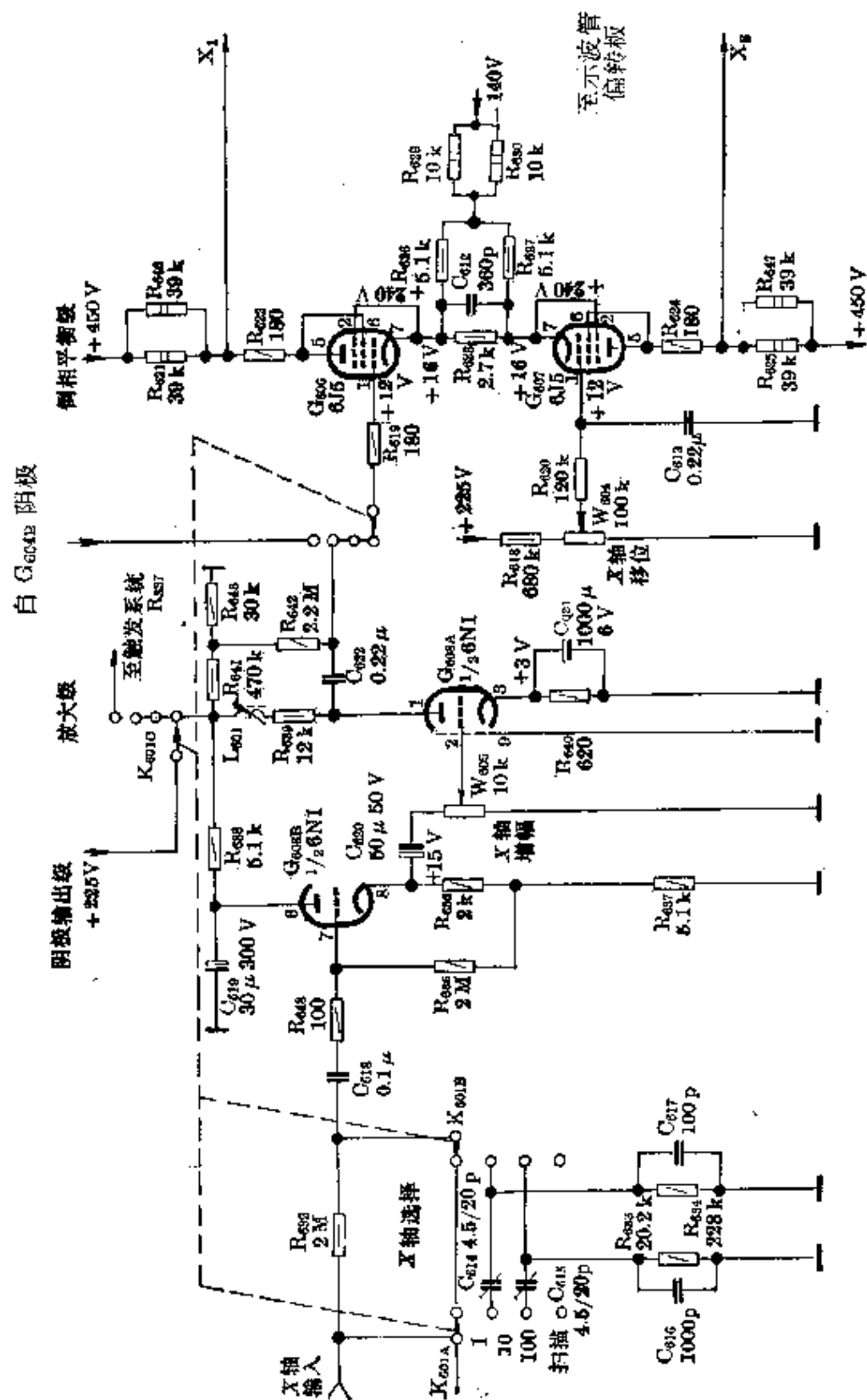


图 49 X轴系统电原理图

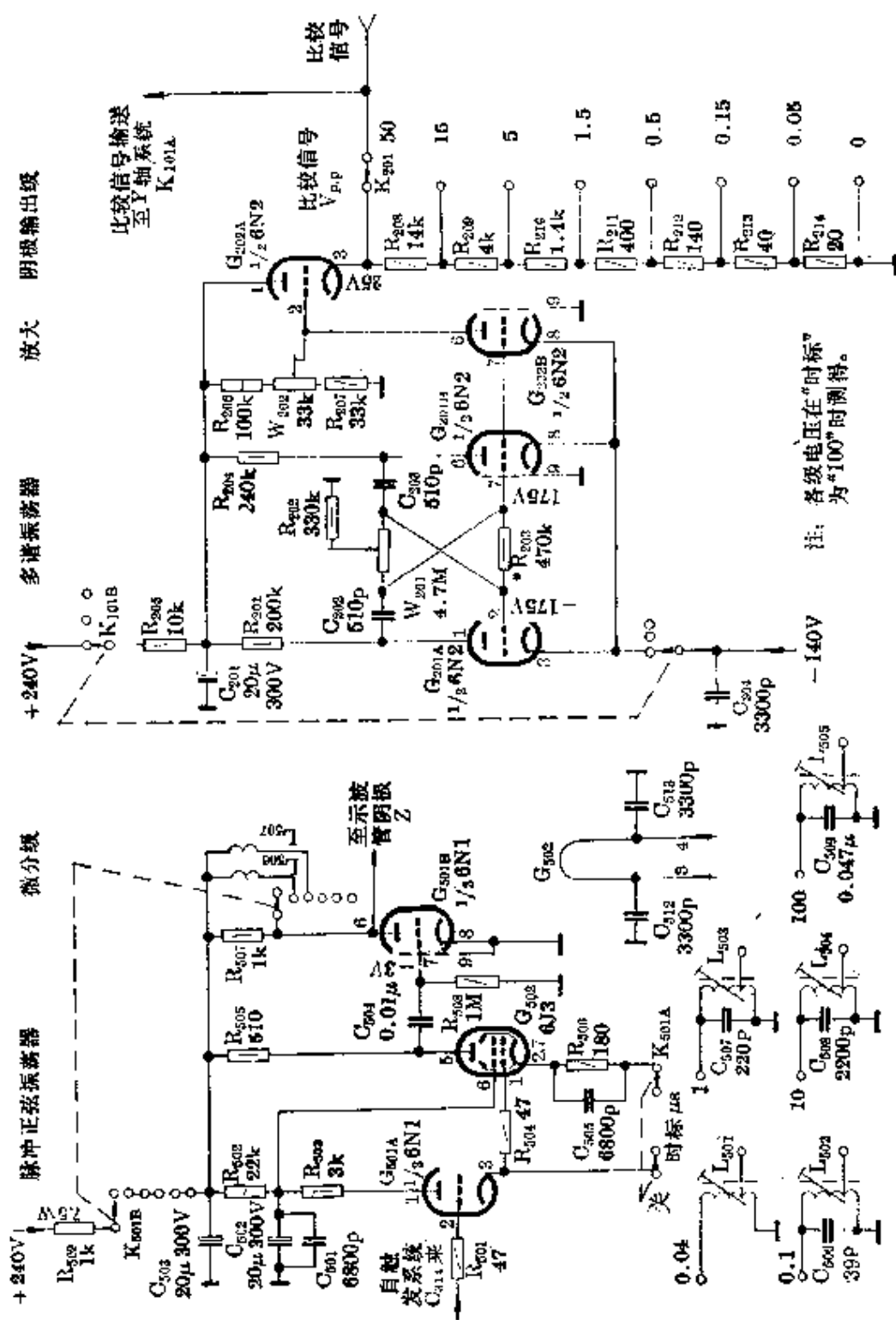
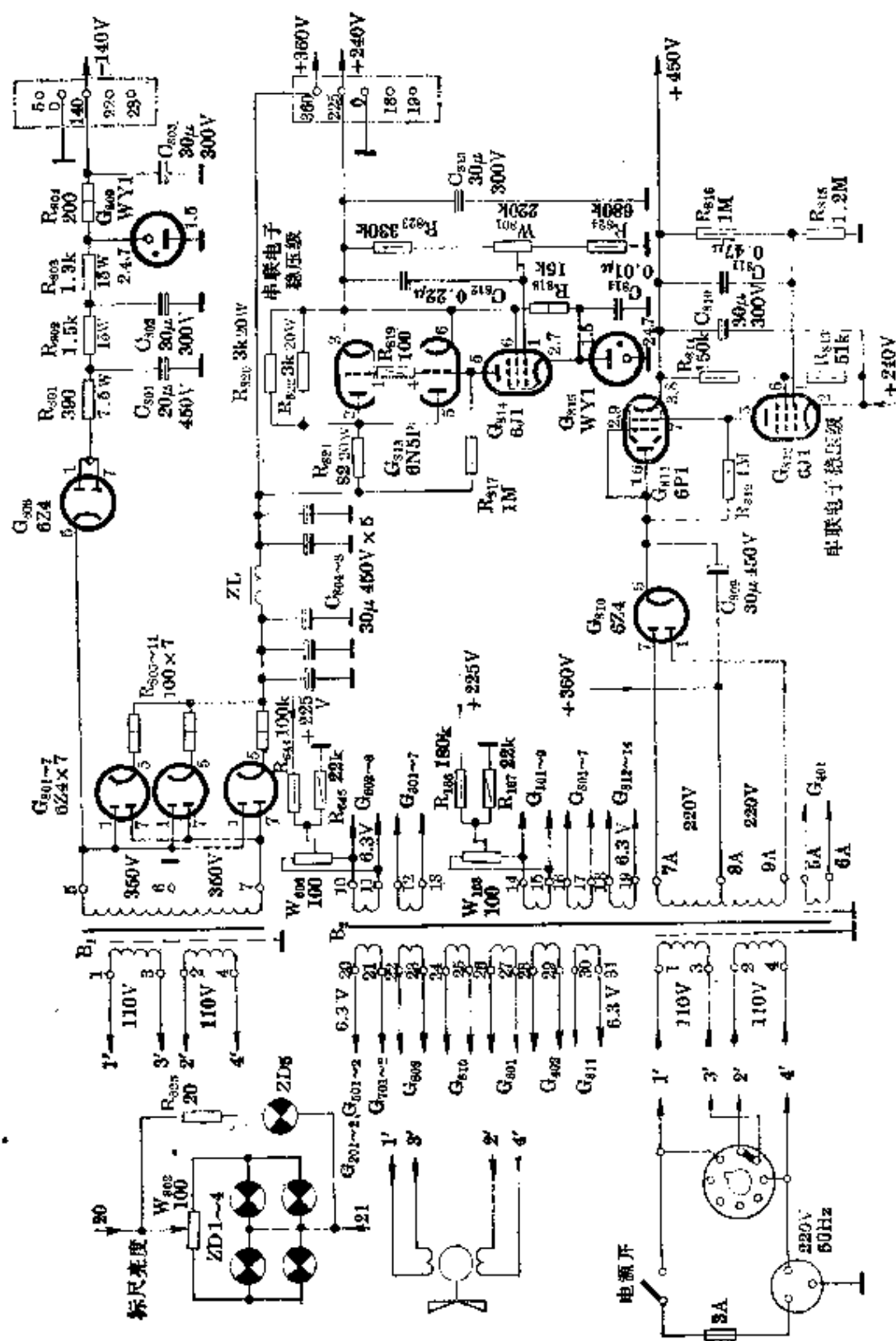


图 50 时标及比较讯号电原理图



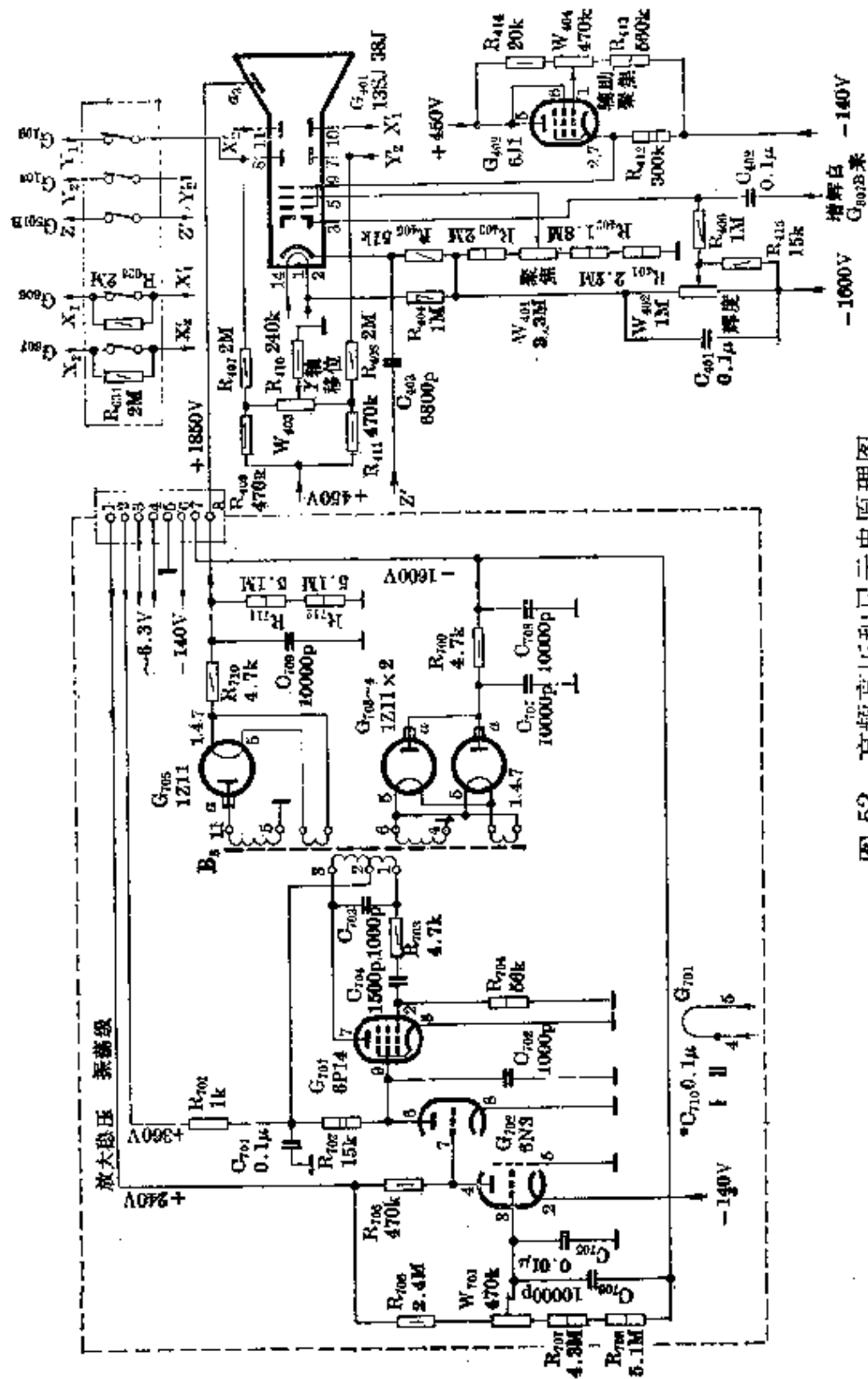


图 52 高频高压和显示原理图