

常用无线电仪器和器件手册

实验丛书

常用无线电仪器和器件手册

■ 张加珍 编
■ 张旭初
■ 祁 兵
■ 姚晓明
■ 潘忠萍

复旦大学出版社

复旦大学出版社

7143

351321

无线电实验丛书

常用无线电仪器和器件手册

张加珍 张旭初 祁 兵 编
姚晓明 潘忠萍



复旦大学出版社

DV08/14

内 容 提 要

本书是《无线电实验丛书》中的一本工具书。全书分为两篇：第一篇为常用无线电仪器，主要介绍示波器、信号源、电源以及其他一些测量仪器；第二篇为常用器件，介绍常用器件的主要参数、引脚和逻辑结构图，其中包括各种常用晶体元件、线性集成电路、TTL、CMOS 以及微处理机中的常用芯片。

本书可作为大专院校无线电电子学、微电子和自动控制等专业的教材和教学参考书，可供从事电子技术、航天技术、微机应用的工程技术人员参考。

无 线 电 实 验 丛 书

1. 脉冲与数字电路实验教程
2. 模拟电子线路实验
3. 微机原理与应用实验
4. 近代无线电实验
5. 常用无线电仪器和器件手册

责任编辑 林溪波



新华书店上海发行所发行 复旦大学印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 14.75 字数 361,000

1991 年 8 月第 1 版 1991 年 8 月第 1 次印刷

印数 1—5,000

ISBN 7-309-00642-9/O·92

定价：8.40 元

前 言

本书是在原来讲义的基础上不断修改、补充编写而成的。本书是《无线电实验丛书》中的一本工具书。全书分为两篇，第一篇为常用无线电仪器，第二篇为常用器件。

随着科学技术的迅速发展，仪器仪表不断更新换代。从电子管型发展到晶体管型，如今已发展为集成电路型和智能仪器。本书旨在使学生正确使用这些仪器来测量电路的一些主要参数与特性。由于无线电仪器种类繁多，本书仅介绍一些实验中常用仪器。

近年来，集成电路、微处理机发展迅速，各类器件手册繁多，设计人员需要查阅许多不同种类的器件手册，给工作带来许多不便，本书将一些常用的无线电仪器和器件集于一书，便于教师、学生、设计人员分别在教学实验以及有关的工程设计应用中查找使用。

这是一本实用的工具书，既可作为无线电电子学、微电子、自动控制等专业的教科书，又可供从事电子技术、航天技术、微机应用的工程技术人员参考。

由于编者水平有限，书中难免存在一些错误和不妥之处，敬请读者批评指正。

编 者

1990.9

目 录

前 言.....	1
----------	---

第一篇 常用无线电仪器

第一单元 示波器	1
一、示波器的工作原理.....	1
二、示波器的同步.....	5
三、连续扫描和触发扫描.....	7
四、示波器的典型结构.....	9
五、SR-8 型二踪示波器	10
六、SR 33 型二踪示波器	22
七、ST 16 型示波器	30
第二单元 信号发生器和电源	33
一、XFG-7 高频信号发生器	33
二、XD-2 型低频信号发生器	36
三、HG 1030 信号发生器	38
四、JWD-4 多组硅晶体管直流稳压电源	42
第三单元 测试仪器	45
一、JT-1 型晶体管特性图示仪	45
二、BT-7 型频率特性测试仪	57
三、LDC-822(A) 数字计数器	62
四、2480 型台式数字万用表	66
五、DM-60 B 数字电容测试仪	68
六、DA-16 晶体管毫伏表	70
七、QBG-3 型高频 Q 表	72
八、逻辑笔.....	76

第二篇 常用器件手册

第一单元 半导体器件	82
一、概述.....	82

二、晶体二极管·····	83
三、晶体三极管·····	86
四、光电器件·····	89
第二单元 线性集成电路 ·····	92
一、运算放大器·····	92
二、电压调整器及基准·····	94
三、A/D、D/A 转换器 ·····	98
四、其他电路·····	102
第三单元 TTL 数字集成电路 ·····	107
一、概述·····	107
二、器件·····	108
第四单元 CMOS 数字集成电路 ·····	155
一、概述·····	155
二、器件·····	156
第五单元 微处理机及外围电路 ·····	179
一、Z 80 微处理机及其外围电路 ·····	179
二、MCS-51 单片机 ·····	195
三、MCS-80/85 系列外围电路 ·····	200
四、半导体存储器·····	214
附录 器件索引 ·····	224
参考文献 ·····	227

第一篇 常用无线电仪器

第一单元 示波器

对于学习电子学的学生来说,示波器无疑是最基本和最重要的一种常用仪器。因此示波器在实验教学和科学研究中得到了广泛的应用。人们用眼睛观察示波器荧光屏上的波形图,就能了解被测信号的基本特征,通过进一步的分析、换算,即可测出该信号的幅度、周期、频率、相位等指标。随着现代科学技术的飞速发展,示波器的种类也日益增多,功能也越来越全,使用也日趋简便。例如:可同时在屏幕上显示两个以上波形的多踪示波器,可测频率高达几十 GHz 信号的采样示波器,能使波形长时间停留在屏幕上的记忆示波器,能显示被测信号某一部分精细特征的延迟扫描示波器(或称双扫描示波器)。为了提高示波器的测试精度,研制出了数字式示波器,它能使被测信号的电压和频率在屏上用数字显示出来。随着大规模集成电路和计算机技术的发展,示波器功能的智能化也日趋完善。目前示波器已逐步向综合性的测试系统和数据处理系统发展。因此,对于学习电子学的学生来说,了解示波器的基本原理,掌握它的使用方法是十分重要的。由于示波器的工作原理、电路结构较为复杂,种类又较多,本章只能对其基本原理作简要阐述,对实验中常用的示波器作些介绍。

一、示波器的工作原理

示波器如何将被测信号随时间的变化规律变成能看得到的波形图呢?这必须从示波器中最关键的器件——示波管谈起。

静电偏转阴极射线示波管是一个形状特殊的玻璃真空管,在管内由三个基本部分组成:电子枪、荧光屏和偏转板。其结构如图 1.1-1 所示。

1. 电子枪

它由灯丝、阴极和第一、第二阳极组成。电子枪能产生一束很细的、聚焦良好的并具有一定速度的电子流。电子枪内各电极的作用如下。

(1) 阴极 K

阴极的形状如同一个小圆筒,里面有灯丝,当灯丝通电发热即对氧化物阴极加热,使阴极发射电子。

(2) 栅极 G

它是一个围着阴极的圆筒,在圆筒前面盖有一块金属膜片,在膜片中央开了一个圆孔,阴极发射的电子就通过这个圆孔形成电子束射到荧光屏上。在栅极上加一个略负于阴极的电位,改变这个电位就能控制穿过栅极的电子数,即改变射向荧光屏上的电子束的强

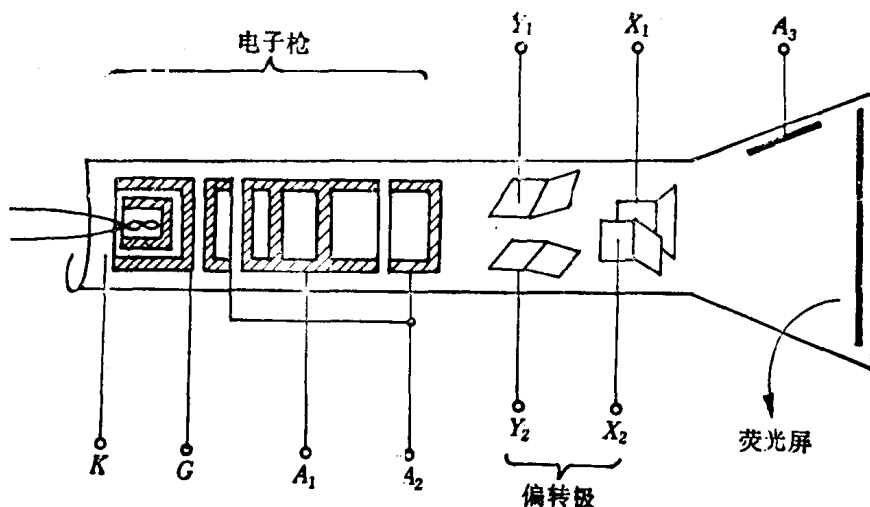


图 1.1-1 示波管的结构

度，从而控制屏上光点的亮度。只要栅极的电位足够负（一般在 $-50\text{ V} \sim -100\text{ V}$ ），阴极发射的电子就全部被栅极阻挡，荧光屏上就全暗。在示波器面板上的“辉度”旋钮就是调节栅极与阴极之间电位差电位器，调节它就能改变荧光屏上的亮度。

(3) 第一、第二阳极 A_1 、 A_2

第一、第二阳极 A_1 、 A_2 都做成圆筒形（或盘形），第二阳极分为二段，第一阳极夹在中间，其间有几个由中间穿孔的膜片组成的间壁。对阴极而言，第一阳极加有几百伏的正电压，第二阳极加有几千伏的正电压。由阴极发射出来的电子束进入第一、第二阳极后，一方面受到由 A_1 、 A_2 组成的加速电场加速，使电子获得足够的速度，另一方面由 A_1 、 A_2 所构成的电场形成一个电子透镜，使电子束聚焦，只要正确设计各电极的结构和尺寸，再适当调节 A_1 与 A_2 之间的电位，就能使电子的焦点正好处在荧光屏面上。示波器面板上的“聚焦”旋钮就是调节第一阳极的电位，“辅助聚焦”旋钮就是调节第二阳极的电位。

2. 荧光屏

示波管的荧光屏是在玻璃管的内壁上涂敷一层或几层荧光物质而制成的。当阴极发射的电子射到荧光屏后，受到冲击的部位就会局部发光。光点的亮度除与荧光物质有关外，还与电子流的能量及密度有关。为了增强光点亮度，希望电子流有尽可能高的速度而又不影响示波管的偏转灵敏度。因此，目前的示波管中在荧光屏附近又增加了一个后加速阳极（如图 1.1-1 中的 A_3 所示），它的电位可达数千伏至上万伏。

3. 偏转板

在示波管中共有两对相互垂直的偏转板，一对是垂直偏转板 Y_1 、 Y_2 ，另一对是水平偏转板 X_1 、 X_2 。前者用来控制电子流沿垂直方向作上、下运动，后者用来控制电子流沿水平方向作左、右运动，图 1.1-2 是垂直偏转板的工作原理示意图。

由图可见，偏转板就是两块互相平行的金属板。当电子枪发射的电子束从这两块板之间穿过时，如果在两板之间不加任何电压（即 $V_y = 0$ ），则电子束将沿电子枪的轴线直线前进，最终落在荧光屏的中心点 O ，但若在两板之间加一直流电压 V_y （其极性如图中所示）。那么两板之间就会形成一个静电场，当电子束进入此电场时，在电场力的作用下，将朝电位高的偏转板方向偏移，电子束沿抛物线运动，一旦电子束飞出偏转板，由于不再受电场

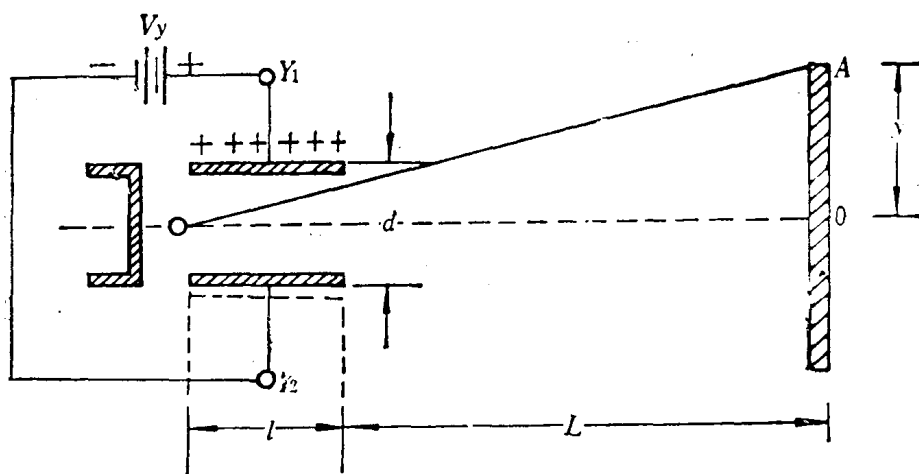


图 1.1-2 偏转板原理图

力的作用，电子束将作直线运动而落在荧光屏的 A 点。 A 点偏离中心位置 O 点的距离为 Y ，其值可由下式决定：

$$Y = \frac{1}{2} \frac{V_y l L}{d V_a} = h_y V_y \quad (1.1-1)$$

式中 V_y 是加在偏转板上的电压， V_a 是第二阳极相对于阴极的电位差； d, l, L 是示波管的几何尺寸（如图 1.1-2 所示）。式 (1.1-1) 表明，当示波管给定后，因 d, l, L 是常数，电子束的偏转距离 y 就完全受 V_y 的控制， V_y 越大， y 也越大，反之亦然。 h_y 称为示波管垂直偏转板的偏转因数，单位是“V/cm”。

同样，如果将一直流电压 V_x 加到水平偏转板 x_1, x_2 之间，电子束就会沿水平轴方向偏转，偏转距离也可用式 (1.1-1) 计算，只是将式中的 V_y 换成 V_x ，而 d, l, L 应换成水平偏转板的几何尺寸。

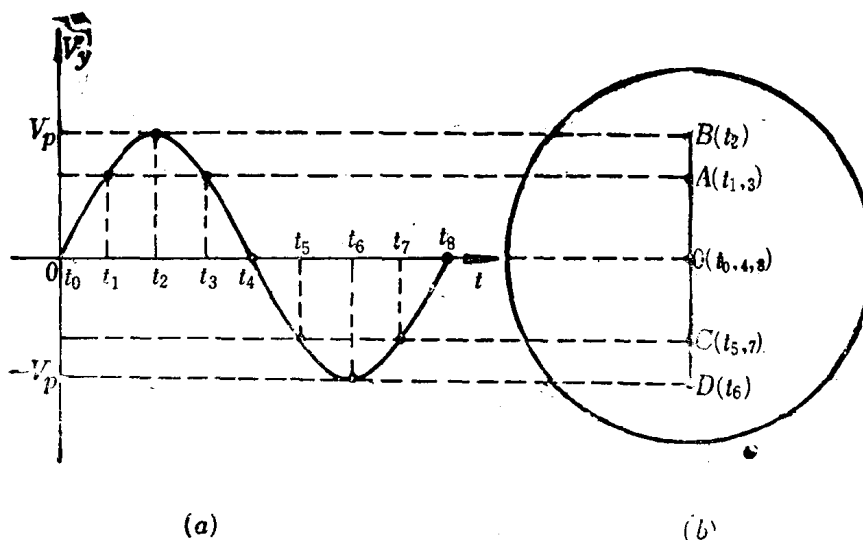


图 1.1-3 信号波形的形成

现以正弦信号为例说明信号的波形是如何在荧光屏上形成的。对于图 1.1-3 a 所示的波形, 其工作过程如下:

在 t_0 时刻, 偏转板上电压 $V_y = 0$, 偏转板上电压 $V_y = 0$, 电子束不发生偏转, 光点落在荧光屏中心的 O 点; 在 t_2 时刻, V_y 升到最大值 V_P , 光点向上偏转到最高点 B ; 然后电压逐步减小。在 t_3 时刻, 光点回到 A 点; 在 t_4 时刻 $V_y = 0$, 光点再次回到 O 点。此后, 电压沿负方向变化, 在 t_5 时刻光点向下移到 C 点; t_6 时刻达到最低点 D ; t_7 时刻光点回到 C 点; t_8 时刻光点第三次回到 O 点, 就这样完成了正弦信号一个周期的变化。由此可见, 如果正弦信号的频率很低, 可以看到光点在正弦信号的控制下, 沿垂直方向上下移动。但若正弦信号的频率较高, 由于变化很快, 那么在荧光屏上只能看到一根垂直线, 如图 1.1-3 所示。

为了使图 1.1-3b 所示垂直线沿时间轴(即水平轴)展开, 在正弦信号加到垂直偏转板的同时, 还必须在水平偏转板上加一个随时间作线性变化的锯齿波, 其工作原理如图 1.1-4 所示。

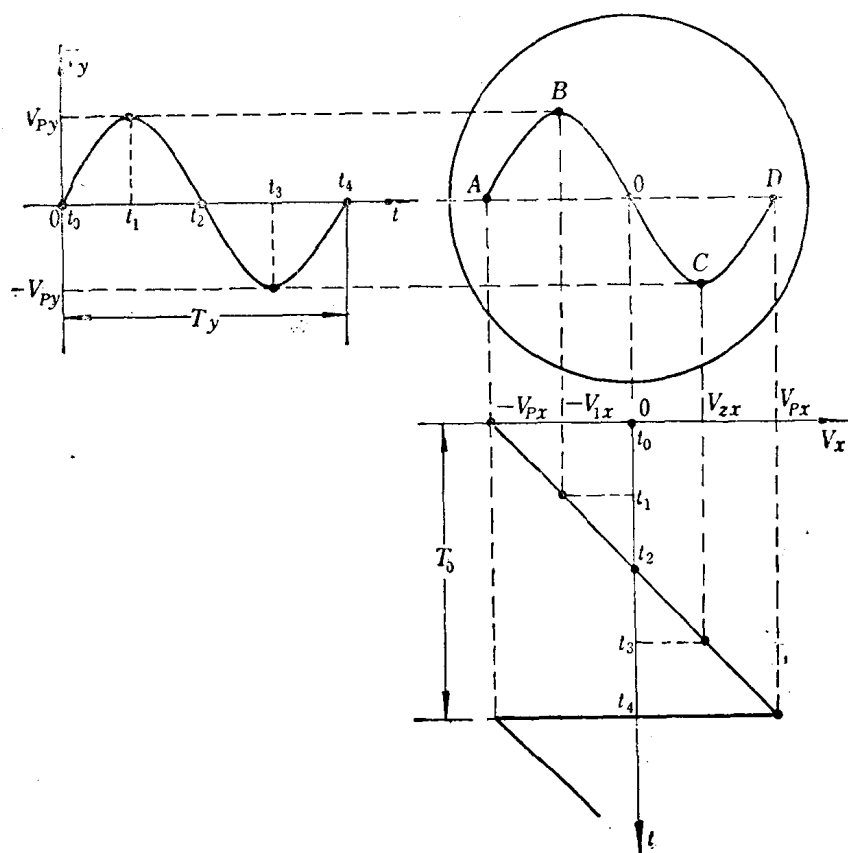


图 1.1-4 示波屏幕信号的合成

图中, 设锯齿波 V_x 的周期 T_x 与正弦信号 V_y 的周期 T_y 相同, 起始点也相同。在 t_0 时刻, 因 $V_y = 0$, 光点在垂直方向没有偏转。但因 $V_x = -V_{Px}$, 水平偏转板上电压最负, 光点沿水平轴有最大的负向偏移, 合成的结果, 光点落在 A 点。在 t_1 时刻因 $V_y = V_{Py}$; 光点沿垂直轴有最大的正向偏移, 而 $V_x = -V_{Px}$; 光点沿水平轴也有一定的负向偏移, 合成的结果, 光点落在 B 点。同理在 t_2 时刻因 $V_y = 0$; $V_x = 0$, 故光点落在荧光屏的中心点 O ; 在 t_3 时

刻, 因 $V_y = -V_{Py}$; $V_x = V_{Px}$, 故光点落在 C 点; 在 t_4 时刻, 光点将落在 D 点。一个周期结束, 锯齿波电压 V_x 立即跳回到 $-V_{Px}$; 光点也由 D 点跳回到 A 点, 开始第二个周期的变化, 荧光屏上再次出现与第一个周期相重合的正弦波。只要正弦波的频率足够高, 由于光点的余辉及视觉的残留效应, 人们就能在荧光屏上看到一个稳定的正弦波形。

由此可见, 在水平偏转板上所加的锯齿波 V_x , 就是信号波形的时间坐标, 或称时间基线。因此在示波器中锯齿波信号就是时基信号 (或扫描信号)。显然, 若在垂直偏转板上不加信号, 只在水平偏转板上加一时基信号, 则在荧光屏上将显示出一根水平直线。

二、示波器的同步

在图 1.1-4 的分析中, 我们假设时基信号的周期 T_x 等于被测信号的周期 T_y 。那么, 被测信号在时基信号的每一个周期中所展开的波形图将正好重合, 从而使屏幕上显示的波形是一个稳定而清晰的波形, 而且正好是被测信号的一个周期。但是如果 $T_x \neq T_y$ 又会怎样呢? 图 1.1-5 画出了三种 $T_x \neq T_y$ 的情况。

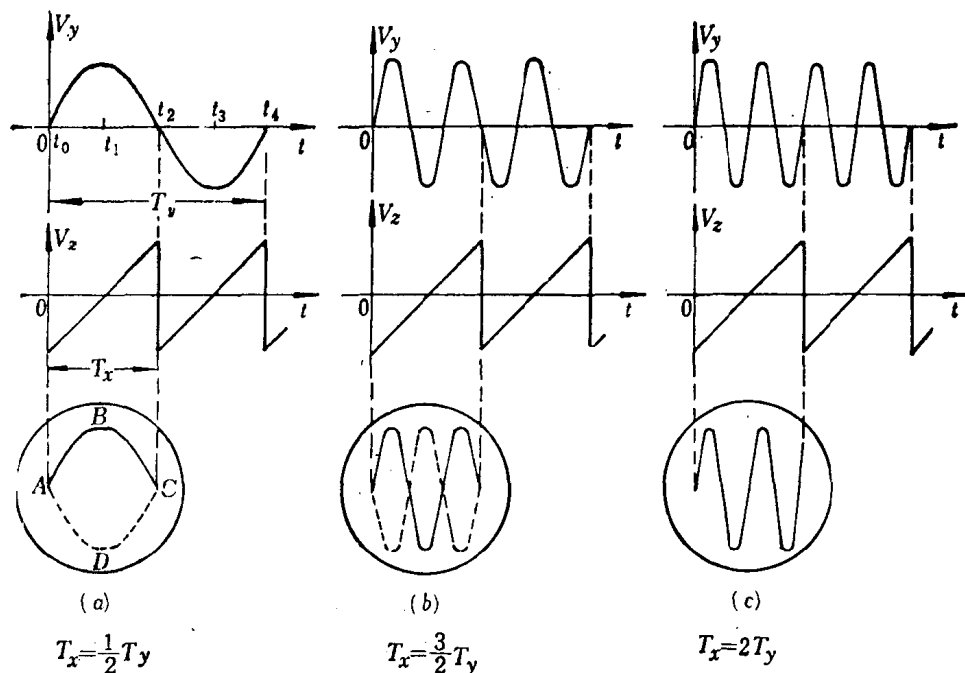


图 1.1-5 不同扫描周期所显示的波形

在图 1.1-5 a 中, $T_x = \frac{1}{2} T_y$, 故时基信号的第一个周期只能显示正弦信号的第一个半周 (正半周), 时基信号的第二个周期只能显示正弦信号的第二个半周 (负半周), 如虚线所示。因此时基信号的三、五、七……周期将重复第一周期的波形, 而四、六、八……周期将重复第二周期的波形。这样, 在屏幕上看到的波形不是一个按时间轴展开的正弦波, 而是如图 1.1-5 a 所示的封闭曲线。若 T_x 还要缩短, 如 $T_x = \frac{1}{4} T_y$ 、 $\frac{1}{10} T_y$ 、 $\frac{1}{100} T_y$, 则

屏幕上看到的曲线条纹数目还要多,根本看不到一个稳定的波形。根据同样的原理读者不难自行分析一下图 1.1-5 b 和图 1.1-5 c 中的波形图。

从这些图形中,我们可以得出一个十分重要的结论:要在荧光屏上显示出完整而稳定的波形,必须使时基信号的周期 T_x 等于被测信号周期 T_y 的整数倍,即

$$T_x = NT_y \quad N=1,2,3\cdots \quad (1.1-2)$$

如 $N=1$,则显示被测信号的一个周期;若 $N=2$,则显示两个周期; $N=3$,显示三个周期…… N 越大,显示的波形周期数越多,波形越密。反之,若 $T_x \neq NT_y$,则时基信号各周期所显示的波形不能重合,在荧光屏上也看不到稳定而清晰的被测信号。

如何保证 $T_x = NT_y$ 呢? T_y 是被测信号周期,其值随被测信号不同而异。 T_x 是时基信号周期,由示波器内部产生,其值可按需要来选择。这样看来一旦 T_y 给定后,似乎只要调节

T_x 之值,使 $T_x = NT_y$,就能在荧光屏上看到稳定的波形图了。其实不然,无论是 T_y 或是 T_x ,其值都不可能做到绝对稳定不变。即使仔细调节 T_x ,在某瞬间使 $T_x = NT_y$,但稍过片刻,无论是 T_x 的微小变化,或是 T_y 的微小变化,都会使 $T_x \neq NT_y$,使波形变得不稳。 T_x 或 T_y 的稳定性越差,波形移动越快。因此,为了显示一个稳定的波形图,除了正确选择 T_x 外,还要用被测信号的周期 T_y 去控制时基信号的周期 T_x ,使 T_x 在一定的范围内能自动跟踪 T_y ,从而满足 $T_x = NT_y$ 的关系。这种作用在示波器中称为“同步”。根据同步区域图可知,当 $T_x = T_y$ 时,同步范围最宽,即自动跟踪的范围最宽,同步效果最好。随着 N 值的增大,同步范围越来越小。因此,就同步效果而言,一般取 $N=1\sim 3$,即显示 1~3 个周期。但是,如果取 $N=1$,并不能看到一个完整的周期,这是因为任何一个锯齿波都有一定的回扫时间,如图 1.1-6 所示。

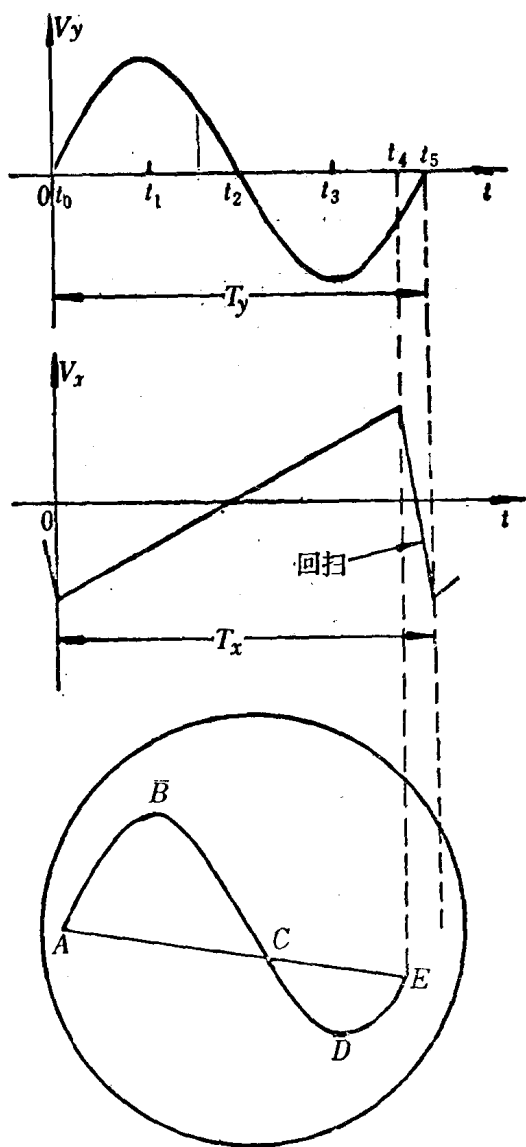


图 1.1-6 扫描波形回扫对显示波形的影响

由于回扫时间($t_4 \sim t_5$)占去了一段时间,使有效的扫描时间变为 $(t_4 - t_0) < T_x$,因此屏幕上只能显示 ABCDE 这一段波形。 $t_4 \sim t_5$ 那段波形受示波器中的消隐脉冲消影而不显示出来。所以为使显示波形完整并兼顾同步要求,通常取 N 为 2~3 为宜。

三、连续扫描和触发扫描

上面介绍的时基信号是由自激振荡器产生的，无论 y 轴是否有信号输入，时基信号总是不断地连续产生。这种扫描方式叫作“连续扫描”。用这种方式显示正弦波、方波或比较对称的其他波形，还是比较满意的。但是如果用来显示图 1.1-7 所示的那种 $T_y > \tau_y$ 的不对称波形就很不理想了。

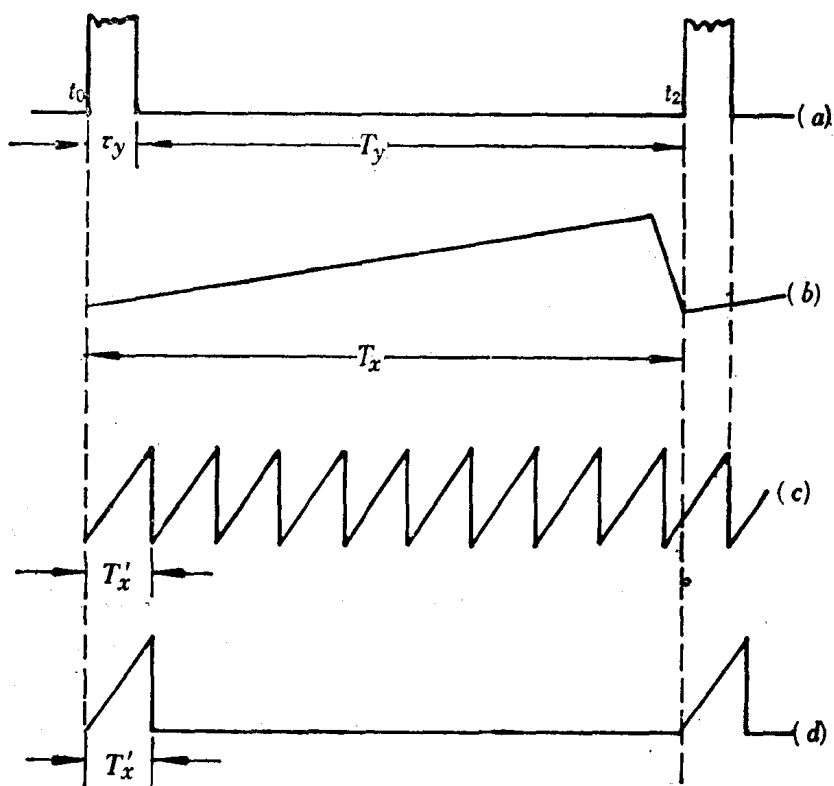


图 1.1-7 连续扫描与触发扫描

根据前面的分析，在连续扫描时，要屏幕上的波形图稳定（即同步），必须满足 $T_x = NT_y$ ，且 N 至少等于 1。这样，即使取 $N=1$ ，如图 1.1-7 b 所示的时基信号，由于 $T_x \gg \tau_y$ ，只能在荧光屏的左边看到很窄的脉冲波形。如图 1.1-7 a 所示， τ_y 这段时间内的波形根本看不清楚。为了把 τ_y 内的波形沿时间轴扩展，是否可以用图 1.1-7 c 所示的时基信号（此时 $T'_x = \tau_y$ ）来获得图 1.1-7 b 所示的稳定波形图呢？不能，有两方面的问题：首先，无法保证第一次显示的波形正好与第二次显示的波形重合；其次，由于 τ_y 这个波形每显示一次后要隔很多个 T'_x 后才能再显示一次，即使能解决同步问题（每次显示的波形重合），其基线的亮度也会比波形的亮度亮得多，看起来很习惯。

欲显示图 1.1-7 a 所示的那种脉冲波形，最好的办法是采用“触发扫描”。所谓“触发扫描”，就是时基信号发生器是一个他激发生器，只有在外加触发信号的作用下，时基信号才开始扫描，否则不扫描。在示波器中，这个外加触发信号往往就是被测信号，其工作原理如图 1.1-8 所示。

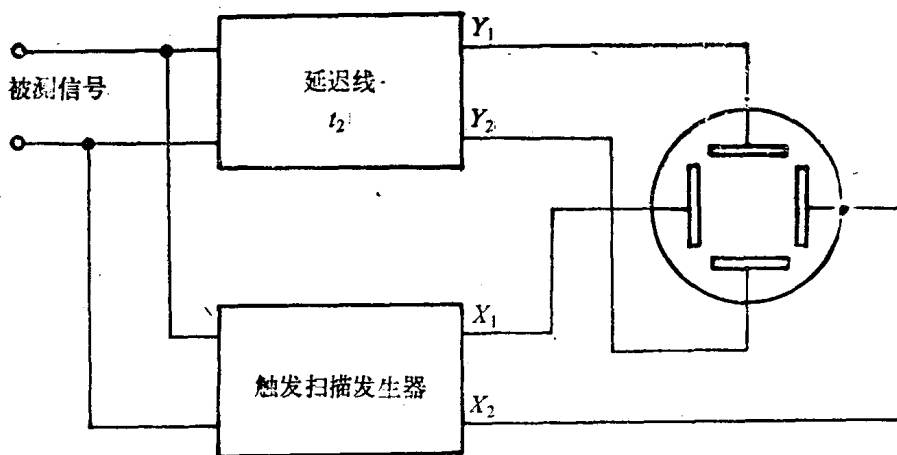


图 1.1-8 触发扫描原理图

当被测信号来到后，一方面通过延迟线加到 Y 轴，同时也加到触发扫描发生器使时基信号开始扫描，其波形如图 1.1-7 d 所示。扫描的持续时间 T_x' 可以根据需要来选择。一般使 T_x' 略大于 τ_y 。这样，就可使 τ_y 正好在整个荧光屏上展开，如图 1.1-9 b 那样。

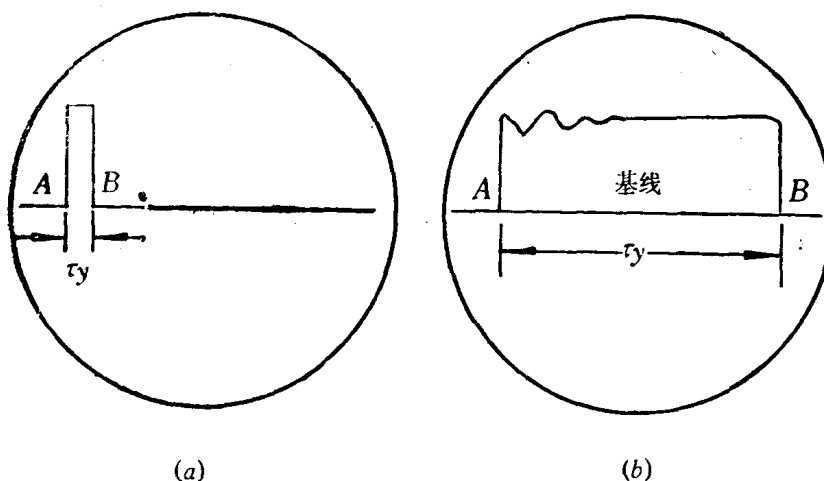


图 1.1-9 触发扫描波形图

当扫描的持续时间结束后，光点立即从 B 点跳到 A 点，不再扫描直到下一个脉冲到来时，才开始第二次扫描。由于扫描的起始点受触发信号控制，因此每次显示的波形必定重合，一定同步。此外，由于 $t_1 \sim t_2$ 这段时间内没有时基信号加在 x 轴上，因此不会出现图 1.1-9 b 中所示的基线。可见，触发扫描可以圆满地解决连续扫描所遇到的问题。

在图 1.1-8 中为什么还要加一根延迟线呢？这是因为被测信号 V_y 加到触发扫描发生器后直到时基信号 V_x 开始扫描需要一段时间，即 V_x 的起始点将比 V_y 的起始点延迟一段时间 t_1 ；如图 1.1-10 a 和 c 所示。

如果 V_y 不经过延迟线就直接加到 Y 轴，则 V_y 将比 V_x 先到达偏转板，等 x 轴偏转板开始受到 V_x 的控制时， V_y 的前沿已经过去，在荧光屏上只能看到没有前沿部分的波形图，如图 1.1-10 d 所示。但是，如在 Y 轴通道中接入一根延迟线，使 V_y 延迟一段时间

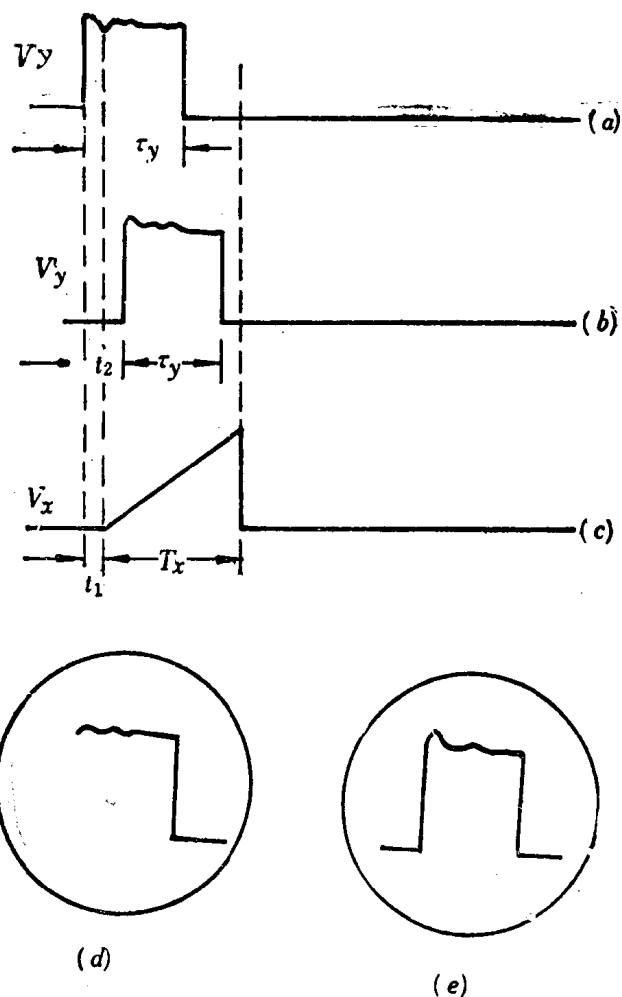


图 1.1-10 延迟线作用图

$t_2(t_2 > t_1)$ 后再加到 Y 偏转板上，就能在荧光屏上看到如图 1.1-10 c 所示之完整的被测波形。因此现在生产的示波器中不但有连续扫描功能，也有触发扫描功能，可根据需要选择。

四、示波器的典型结构

示波器的典型结构如图 1.1-11 所示。

它由四大部分组成：Y 轴通道，X 轴通道，电源及示波管。这是任何示波器都不可缺少的。不同的只是电路的复杂程度和功能的多少而已。

被测信号首先通过 Y 轴衰减器，然后加到前置放大器，通过延迟线、末级放大器，最后加到 Y 轴偏转板。为什么要 Y 轴衰减器呢？这是因为示波管的灵敏度（偏转因数）一般都较低，最高也只有 $\frac{2 \text{ V}}{\text{cm}}$ 左右，低的可达 $20 \sim 40 \frac{\text{V}}{\text{cm}}$ 。如果把被测信号直接加到偏转板，示波器的灵敏度就显得太低了。目前一般示波器都要求做到 $5 \sim 50 \frac{\text{mV}}{\text{cm}}$ ，故非加放大

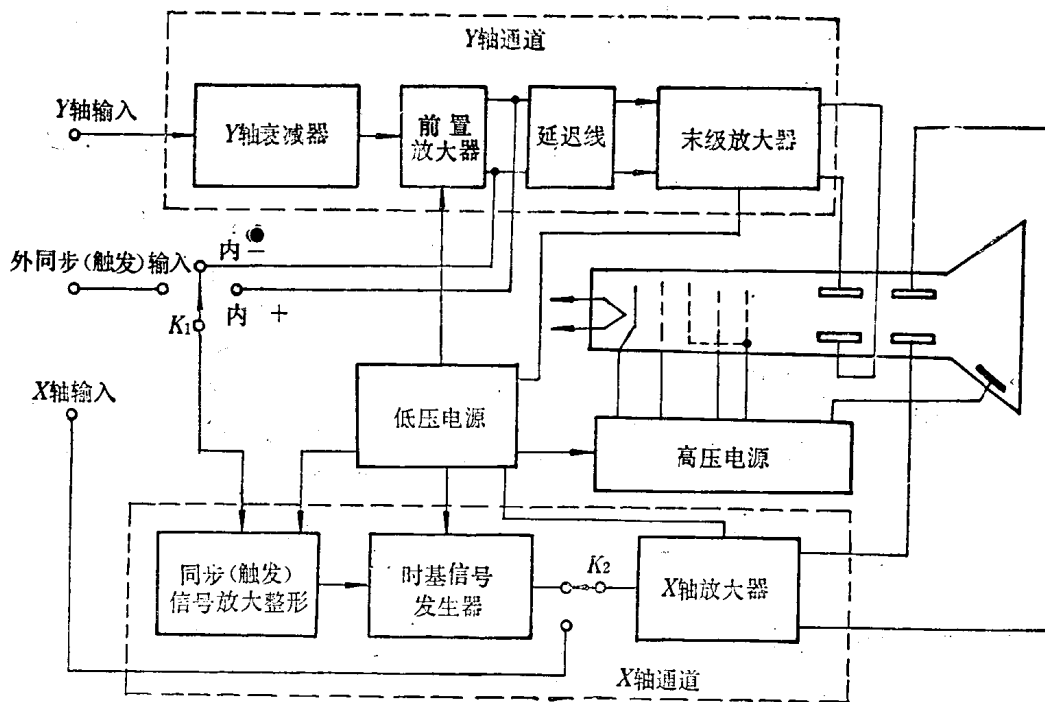


图 1.1-11 示波器原理图

是不可。但被测信号有大、有小，为了保证示波器有较高的灵敏度，又防止大信号时示波器过载，故必须在示波器输入端接入一个衰减器。这样，对大信号则多衰减些，对小信号则少衰减些。

关于 X 轴通道，上面已有详述，不再介绍。从图 1.1-11 中还可看出，同步信号（或触发信号）既可以从示波器 Y 轴前置放大器取得，也可由外面加入。前者称“内同步或内触发”，后者叫“外同步或外触发”。此外，加到 X 轴的信号既可是示波器内部产生的时基信号，也可由外部输入信号。若从外部输入，屏幕上就显示 X 轴输入与 Y 轴输入信号的合成图形。当 X、Y 轴都加入正弦信号时其合成图形就称为李萨如图形。

以上就是示波器的一些概况，至于面板上所配置的许多开关和旋钮主要是为了实现仪器的各种功能，将在下节结合具体仪器介绍。

五、SR-8 型二踪示波器

（一）多踪显示

在示波器中增设一个或几个电子开关，利用时间分割原理实现多踪波形“同时”显示。以这种方式构成的示波器称为“多踪示波器”。利用一个电子开关可构成双踪示波器，如将二踪再分别用一个电子开关转换，则可构成四踪示波器等等。SR-8 型就是二踪示波器。图 1.1-12 就显示出其原理图。

由图可见，每一个被测信号都有独立的前置放大器，电子开关如同双刀双掷开关那样频繁地转换两个被测信号，并经由门电路至共用的后置放大电路驱动 Y 偏转板。X 轴与一

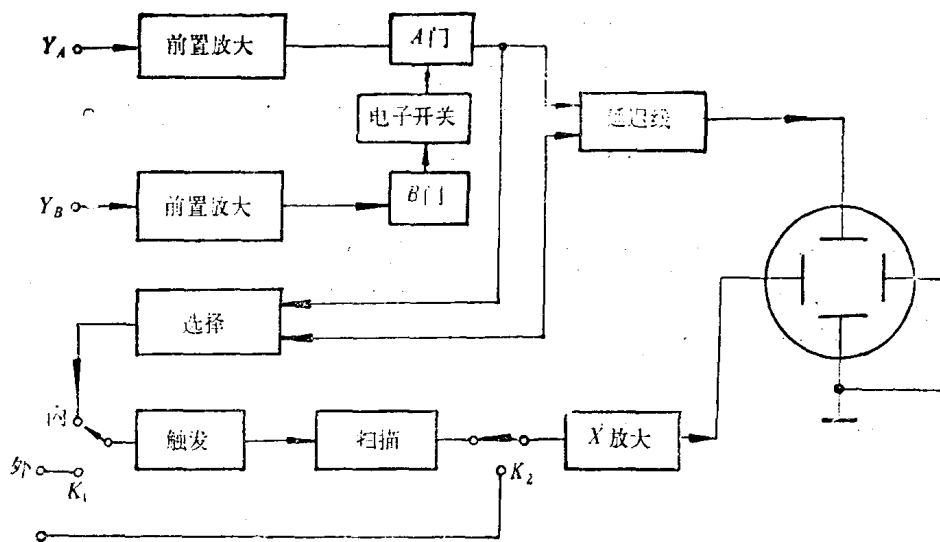


图 1.1-12 双踪示波器原理图

般示波器相同，两路以同一扫描作时基。但其触发同步电路在某一时刻只能接受一路被测信号的作用。因此要使每一个信号波形都能够获得稳定的显示，必须保证各个信号是相关的，也就是各信号在频率上具有整数倍关系。这个要求在实际工作中是容易得到满足的。例如对脉冲电压进行计数、分频、微分等，各波形间均有一定的时间关系。

(二) SR-8 双踪示波器的特点

SR-8 双踪示波器一般有五种显示方式： Y_A 、 Y_B 、 $Y_A \pm Y_B$ ——这三种均为单踪显示方式，其中 Y_A 或 Y_B 与普通示波器相同，只显示一个被测信号， $Y_A \pm Y_B$ 显示的波形为两个信号的和或差。另外两种显示方式为：

1. 交替转换方式

电子开关的转换频率受扫描电路控制。例如第一次扫描时，电子开关接通 Y_A 的信号 V_A ，使它显示在屏幕上；第二次扫描时，接通 Y_B 的信号 V_B ，再使它显示在屏幕上，如图 1.1-13a 所示。

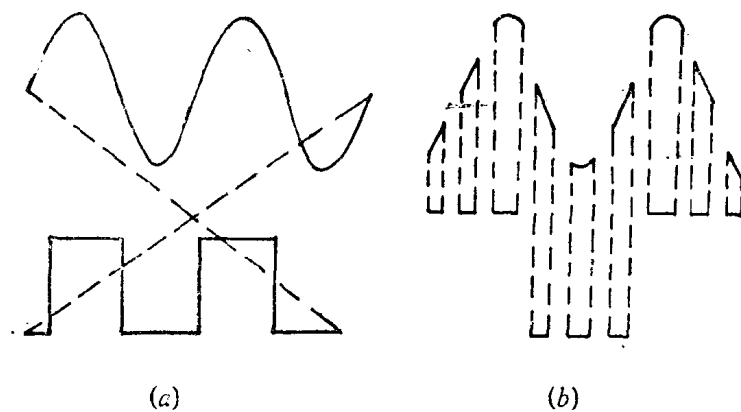


图 1.1-13 “交替”与“断续”显示方式