

高等学校试用教材

电子线路实验

电子线路简明教程

徐克服 主编

河南科学技术出版社

高等学校试用教材

电子线路实验

电子线路简明教程

徐克服 主编

河南科学技术出版社

顾问: 黄庆元 张宗根

副主编: 杨炎忠 杜启高 任廷祥

编委: 秦振吉 于文浚 冯探龙 张谦 刘蓬勃 何吉祥

廖运策 姜友祥 索丹池 沈献博 芦玉和 贾天泉

主审: 谈浩良 王玉树 郑德有

电子线路实验

电子线路简明教程

主 编 徐克服

责任编辑 马文翰

河南科学技术出版社出版发行

(郑州市花园路54号楼)

西安军航印刷厂印刷

787×1092毫米 16开 8.75印张 199千字

印数1—6,000

ISBN7-5349-0465-X/T·366

定价2.40元

前 言

《电子线路简明教程》是一套适用于高等师范院校、教育学院的电子线路新教材。同时，也适宜电大、函大、职大有关专业使用。

它是由山西、安徽、河南、山东、湖北、湖南、陕西、天津、辽宁、内蒙、四川等省市部分师范院校、教育学院教师集体编写而成。

这套教材注重基本概念、基本理论和基本技能训练，注重面向更新、联系实际和有利于自学。

这套教材共包括：按72学时编的《模拟与数字电路》；按36学时编的《音响与电视》以及与其配套的《实验指导》。

书中标有“*”号的内容，不在计划学时内。实验20个，选作十二至十五个为宜，各校根据自己的实际情况自定。

由于编者水平有限，加之时间短促，书中一定存有不少错误和不妥之处，恳请广大师生批评指正。

编 者

1988,8,1

目 录

第一篇 基本实验

实验一	常用电子仪器的使用	1
实验二	晶体管的测试	7
实验三	单级阻容耦合放大器	14
实验四	OTL推挽功率放大电路的调整与测试	19
实验五	负反馈放大器	22
实验六	结型场效应管放大器	28
实验七	集成运算放大器主要参数的测量	31
实验八	集成运算放大器的应用	37
实验九	调谐放大器	42
实验十	文氏电桥振荡器	47
实验十一	调幅与检波	50
实验十二	串联型稳压电源	56
实验十三	TTL与非门	59
实验十四	TTL触发器	64
实验十五	简单计数器	69
实验十六	移位寄存器	72
实验十七	晶体管脉冲单元电路	74
实验十八	超外差收音机的安装与调试	80
实验十九	电视机行扫描电路各级波形的测试	85
实验二十	电视机高频调谐器的调试	88

第二篇 示教实验

示教实验一	三极管的电流分配关系	92
示教实验二	静态工作点对放大电路性能的影响	93
示教实验三	放大电路三种组态性能的比较	94
示教实验四	变压器耦合功率放大电路的工作原理和交越失真	96
示教实验五	整流与滤波原理	97
示教实验六	脉冲波形变换	97

第三篇 附 录

附录一	半导体器件的命名方法及其它.....	99
附录二	XD-2型低频信号发生器.....	103
附录三	XFG-7型高频信号发生器.....	104
附录四	DA-16型晶体管毫伏表.....	106
附录五	DT-830型数字万用表.....	107
附录六	SR8型二踪示波器.....	110
附录七	JT-1型晶体管特性图示仪.....	117
附录八	BT-3型频率特性测试仪.....	123
附录九	E312型电子计数式频率计.....	126
附录十	SYT型集成电路逻辑实验机.....	129

第一篇 基本实验

实验一 常用电子仪器的使用

一、实验目的

1. 了解常用电子仪器的工作原理；
2. 学会正确使用示波器、低频信号发生器和晶体管毫伏表等常用电子仪器。

二、实验原理

低频信号发生器，晶体管毫伏表，示波器是调整、测试和研究电子线路的常用仪器。

它们之间的连接方式如图 1.1.1 所示。

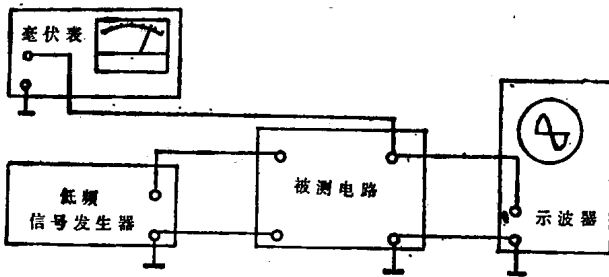


图 1.1.1 仪器连线图

大系统、锯齿波发生器和电源等部分组成。

(1) 示波管的结构与原理

示波管的作用是把待测的电压信号变换成发光的图形显示出来。它主要由电子枪、偏转系统、荧光屏三部分组成。其结构如图 1.1.3 所示。

荧光屏是示波管的发光面，它是在玻璃屏内壁沉积一层荧光粉而制成的。当高速电子束轰击荧光粉时，激发荧光粉发出一定的色光。荧光粉的配方不同，发光颜色、余辉时间（电子束停止轰击后，荧光粉发光的暂留时间）不同。大多数示波管选用黄、绿、蓝色，中余辉（千分之几秒）。

1. 示波器

电子示波器（简称示波器）能直接观察各种电压和电流的波形，测定各种电压或电流的幅度、频率、周期、相位，显示各种元件的特性曲线等等。由图 1.1.2 可知，示波器主要由示波管、垂直放大系统、水平放

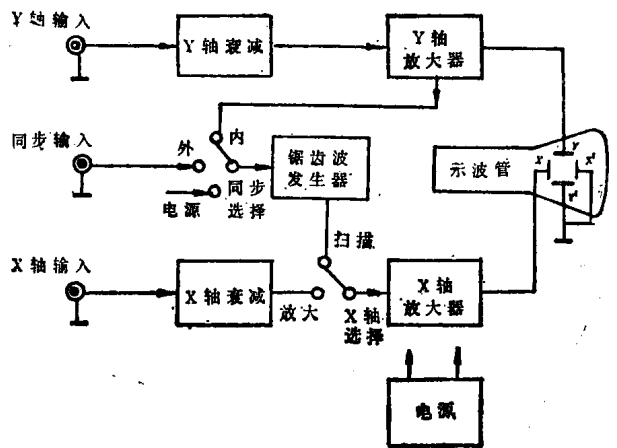


图 1.1.2 示波器原理方框图

电子枪的作用是产生和发射一束高速电子射线射向荧光屏。它通常包括灯丝F、阴极

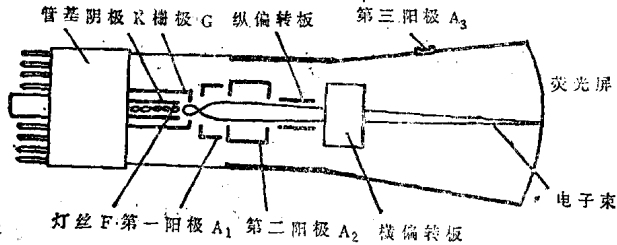


图 1.1.3 示波管结构示意图

K、控制栅极G、第一阳极 A_1 、第二阳极 A_2 和第三阳极 A_3 。其中，灯丝发热，阴极发射电子，栅极控制阴极射向荧光屏电子流的密度，从而改变荧光屏上光点的亮度。第一阳极电压高于阴极电压，第二阳极电压高于第一阳极电压，其作用一方面对阴极射出的电子束进行加速，另一方面利用第一、二阳极间的不均匀电场，形成电子透镜，使电子流聚集成极细的电子束，使光点直径最小，图像最清晰。改变第一阳极电压，将影响电子束的聚焦程度，这就是面板上“聚焦”和“辅助聚焦”调节。第三阳极有三个作用：第一，加快经过偏转区后的电子束的速度；第二，回收因电子束以很高的速度射向荧光屏后而产生的二次电子；第三，因第三阳极在示波管的整个锥体内，可以起到屏蔽作用，使电子束不受外来强电场的干扰。

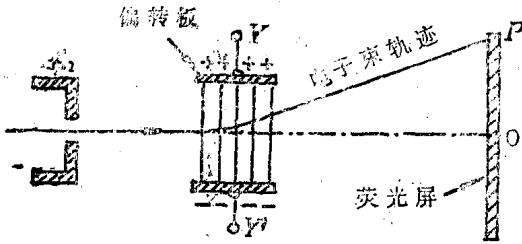


图 1.1.4 电子束通过偏转板后的运动轨迹

时，由于受到电场力的作用，就会向上偏移，使亮点移到荧光屏的P点，如图1.1.4所示；反之，若直流电压极性改变，则亮点下移。同理，如果仅在X轴偏转板上加直流电压，则光点就会左、右移动。我们把在偏转板上加1V电压时，亮点在屏幕上偏离的距离称为偏转灵敏度，单位为 cm/v 。如果同时在两对偏转板上加不同电压时，光点可达荧光屏上任意位置。面板上“X轴移位”、“Y轴移位”电位器，就是调节偏转板两极电压，改变亮点位置用的。

综上所述：示波管的电子枪产生一束极细的高速电子射线流，偏转系统控制电子束运动的轨迹，使荧光屏在电子束的轰击下显示被测量的波形。

(2) 示波原理

为了观察被测正弦信号的波形，应将该信号加在Y轴偏转板上，同时在X轴偏转板上加一幅度与时间成正比的电压，称为锯齿电压（或称扫描电压）。由图1.1.5可见，锯齿形电压从“0”变到“2”，正弦波电压由“0”上升到正峰值，荧光屏上显示为0~2段；锯齿形电压从2变到“6”，正弦波电压由正峰值下降到负峰值，荧光屏上显示为2~6段；以此类推。当锯齿形电压由“6”变到“8”时，电压由负峰值回到起始值，完成

了锯齿形电压的一个周期 T_c ，因此荧光屏上显示一个完整的波形。即当扫描电压的周期 T_c 等于被测信号周期 T_s 时，荧光屏就能显示一个完整周期的正弦信号波形；当扫描电压周期 T_c 等于被测信号周期 T_s 二倍时，则屏幕上可显示两个完整周期的被测信号波形；以此类推：当扫描信号周期 T_c 为被测信号周期 T_s 的 n 倍时，即 $T_c = nT_s$ ，则可在屏幕上得到 n 个完整周期的被测信号波形。变换仪器上的“扫描范围”就可改变锯齿形电压的波段；调节“扫描微调”，就可连续改变锯齿形电压的周期到所需值。

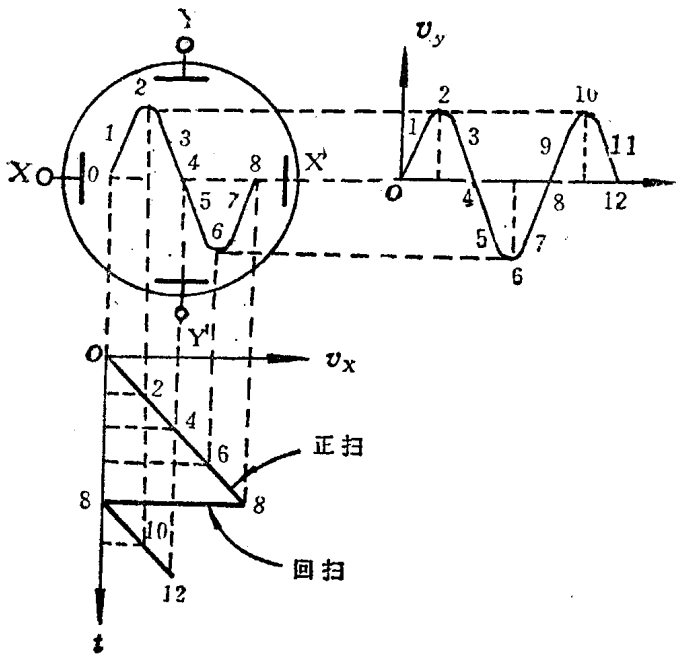


图 1.1.5 示波原理图

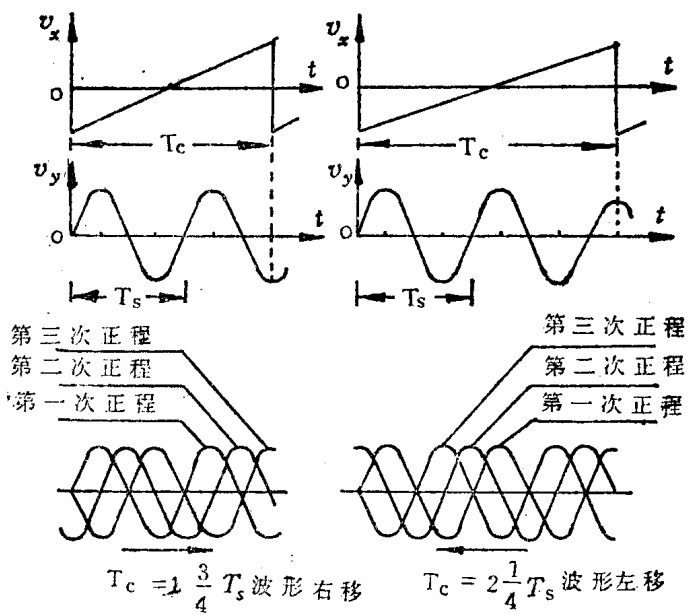


图 1.1.6 $T_c \neq nT_s$ 时波形移动情况

要想看到稳定的被测信号的波形，必须严格保持 T_s 与 T_d 成整数倍关系，否则屏上显示的波形就要向左或向右移动。在图 1.1.6 中，当扫描电压周期 T_s 略小于信号电压周期 T_d 的整数倍（例如 $T_s = 1\frac{3}{4}T_d$ ）时，图形将不断向右移动；当扫描电压周期 T_s 略大于信号电压周期 T_d 的整数倍（例如 $T_s = 2\frac{1}{4}T_d$ ），则图形不断向左移动。显然， T_s 越接近 T_d 的整数倍，图形就移动的越慢。所以，当显示波形左右移动时，第一，应调节扫描电压周期使波形趋于稳定；第二，引入一个幅度可调的电压来迫使扫描电压周期与信号周期始终保持整数倍关系，这就是同步（整步）作用，这个电压叫做同步电压。同步电压可以取自被测信号（称内同步）、电源电压（称电源同步）和外加信号（称外同步），因此可以根据不同的测量对象，选择不同的同步方式。

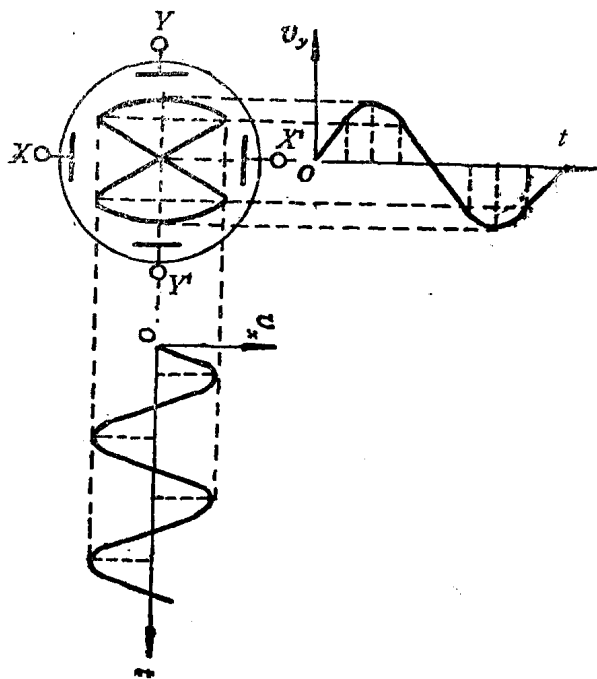


图 1.1.7 李沙育图形的原理图解

(3) 测量信号频率

如果把正弦电压经“Y轴输入”加到Y轴偏转板上，另一正弦电压经“X轴输入”加到X轴偏转板上，当二者频率成简单整数倍关系时，则在荧光屏上将显示出若干个静止的环—李沙育图形。如图 1.1.7 所示。图中显示的李沙育图形是两频率之比，为：

$$f_x : f_y = 2 : 1$$

且相位差为零的信号所形成。图 1.1.8 是一些常见的李沙育图形。

用李沙育图形确定频率的方法是：在图形上画一条水平线和一条垂直线（注意：此线勿过图形交点或与图形相切），它们与图形的交点数分别为 n_x 、 n_y 。如图 1.1.9 所示。若令 f_x 、 f_y 分别代表X轴输入、Y轴输入电压的频率，则有

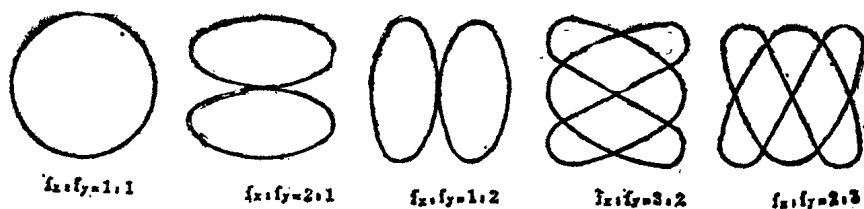


图 1.1.8 常见的李沙育图形

$$f_x : f_y = n_y : n_x \quad (1.1.1)$$

如果已知 f_x ，则由李沙育图形和 (1.1.1) 式可求出 f_y 。

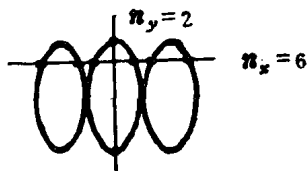


图 1.1.9 用李沙育图形确定频率

其中，振荡器用来产生正弦波信号，一般采用文氏电桥振荡电路。改变文氏电桥选频网络的电阻和电容数值，就可调节振荡器的振荡频率。放大器是将振荡器产生的振荡信号进行放大，以获得较高的幅度。跟随器用来隔离衰减器对振荡器的影响，使振荡频率不随衰减器电阻的变化而变化。衰减器使输出低频信号有合适的测试幅度。电压表用来指示振荡器输出电压有效值。电源则给各部分电路提供工作电压。

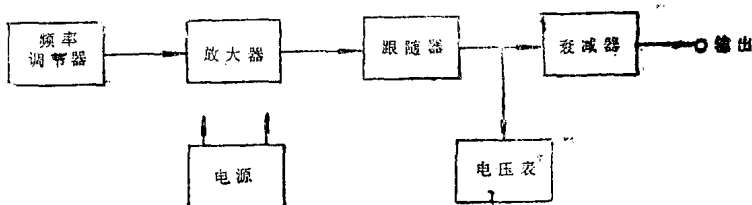


图 1.1.10 低频信号发生器方框图

3. 低频毫伏表

毫伏表是一种用于测量正弦交流电压有效值的电子仪器。它具有输入阻抗高、噪声电平低、测量范围宽、灵敏度高等特点。通常按频率可分为低频毫伏表和高频毫伏表。图 1.1.11 是低频毫伏表的结构方框图。它是一个放大检波式毫伏表。被测交流信号经源极跟随器和分压器输入放大器。其中源极跟随器的输入阻抗高，可以减小对被测电路的影响。经过两、三级具有负反馈的交流放大器放大后送至检波器。检波器对交流信号进行峰值检波，检波后的直流分量用磁电式电表指示，并通过电表刻度换算为交流有效值。

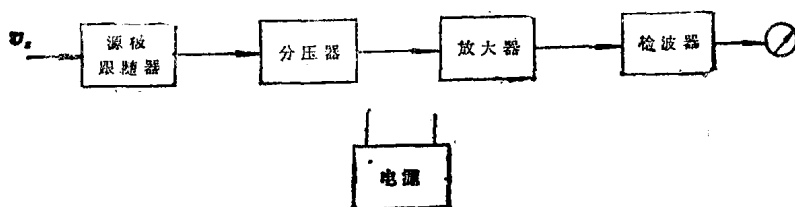


图 1.1.11 低频毫伏表方框图

三、实验仪器

- | | |
|--------------------|-----|
| 1. 低频信号发生器 (XD-2型) | 2 台 |
| 2. 低频毫伏表 (DA-16型) | 1 台 |
| 3. 示波器 (SR8型) | 1 台 |

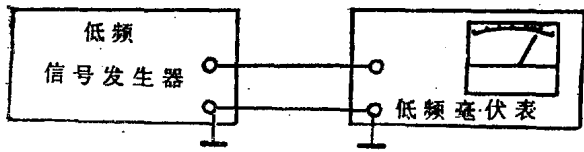


图 1.1.12 信号发生器和毫伏表连线图

四、实验内容

1. 低频信号发生器和低频毫伏表

的使用

按图 1.1.12 接线并做如下实验:

(1) 调节低频信号发生器的输出电压为 5V 不变(如何保持?), 将衰减档置零位, 改变输出信号频率分别为 100Hz、560Hz、1kHz、15kHz、40kHz、500kHz、1MHz, 用低频毫伏表测量相应的输出电压记入表中。

(2) 调节低频信号发生器的频率为 1kHz, 并保持输出电压为 5V, 改变输出衰减档, 用低频毫伏表测出相应的输出电压并记入表中。

2. 示波器的使用

(1) 观察波形

①接通示波器电源 1~2 分钟后, 调“辉度”、“聚焦”、“辅助聚焦”、“X轴移位”、“Y轴移位”等旋钮, 使荧光屏上出现一条亮度适中、位置适当, 清晰的水平扫描线。

②调低频信号发生器, 给示波器Y轴输入端加入频率为 1kHz、电压为 3V 的正弦电压信号。选择“扫描范围”, 使荧光屏上出现稳定而清晰的正弦波形; 改变“扫描微调”和有关旋钮、观察波形变化情况, 将信号频率改为 100Hz、1.5kHz、15kHz、调节有关旋钮, 观察波形变化情况。并由此说明得到稳定波形的条件。

(2) 测量信号电压

将频率为 1kHz, 电压幅值为 5V 的信号加到示波器Y轴输入端, 调节有关旋钮, 使屏幕上显示一至三个完整波形。根据屏幕上波形在垂直方向所占的格数和Y轴灵敏度, 读出电压值, 并用毫伏表测量此电压值, 将结果记入表中进行比较(注: $V_{rms} = 2\sqrt{2} V_{有效}$)。

(3) 测量信号周期

将电压幅值为 3V 的信号加到Y轴输入端, 调节有关旋钮, 使屏幕上显示一至二个完整的波形。根据屏幕上一个完整波形在水平方向所占的格数 m 和扫描速率 t/div , 算出被测信号的周期 $T_s = m \times t/div$ 。

(4) 测量信号频率

用李沙育图形测量正弦信号的频率, 仪器连线如图 1.1.13 所示。将待测正弦信号与示波器“Y轴输入”相接, 低频信号发生器接示波器的“X轴输入”端, 改变低频信号发生器的频率, 使荧光屏上显示 $f_y/f_x = 1; 2/1;$

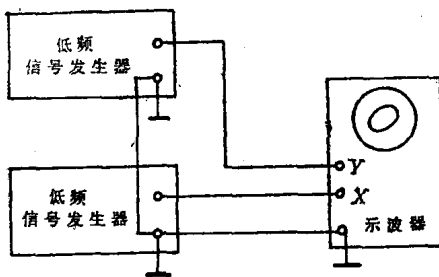


图 1.1.13 用李沙育图形测定频率

沙育图形和式 (1.1.1) 求得待测信号的频率。

$3/1; 3/2$ 时的稳定的李沙育图形。根据李

五、预习要求

1. 认真阅读本书第三篇中下列有关内容:
 - (1) SR8型示波器的使用方法。
 - (2) XD-2型低频信号发生器的使用方法。
 - (3) DA-16型低频毫伏表的使用方法。

2. 自拟实验数据记录表格。

六、实验报告要求

根据实验记录,列表整理,计算实验数据并绘出观察到的波形图。
简述用示波器观察波形时,怎样操作才能最快?哪些是关键步骤。

七、思考题

1. 示波器上观察到正弦图形不断向右移动,说明扫描电压频率偏高还是偏低,为什么?
2. 用示波器测量交流信号,如何才能保证示波器所能达到的测量精度?
3. 说明使用示波器观察波形时,为了达到下列要求,应调节哪些旋钮。

- (1) 波形清晰且亮度适中。
- (2) 波形在荧光屏中央且大小适中。
- (3) 波形完整。
- (4) 波形稳定。

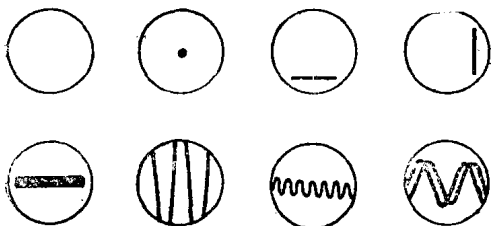


图 1.1.14 调节不当的波形

4. 说明用示波器观察正弦波电压时,若荧光屏上分别出现图 1.1.14 所示的波形,是哪些旋钮位置不对,应如何调节?

实验二 晶体管的测试

一、实验目的

1. 学会用万用表判定晶体管的极性,并鉴别其质量;
2. 掌握用晶体管特性图示仪测量晶体管特性曲线及其参数的方法。

二、实验原理

1. 用万用表测试二极管

万用表欧姆档的内部电路如图1.2.1所示。它是由表头M、限流电阻R和电池E组成。由图知正表笔(红笔)接电池E的负极,负表笔(黑笔)则经过电阻R和表头M接电池的正极。因此当万用表的正负表笔分别接于二极管的两端时,实际上是给二极管加了一个直流电压。显然,当接于二极管两端的表笔不同时,加给二极管的电压极性不同。鉴于二极管的单向导电性,流过它以及表头的电流大小也就不同。因为电流大,电阻小;电流小,电

阻大。所以可根据电阻值的大小来判定二极管的极性与质量。具体方法如下：

测试前，将万用表拨至欧姆档（本实验均用 $R \times 100$ 或 $R \times 1k$ 档）先进行欧姆调零。

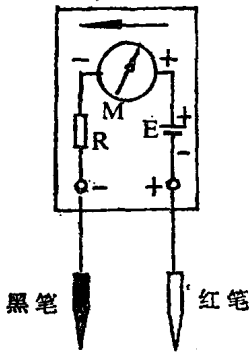
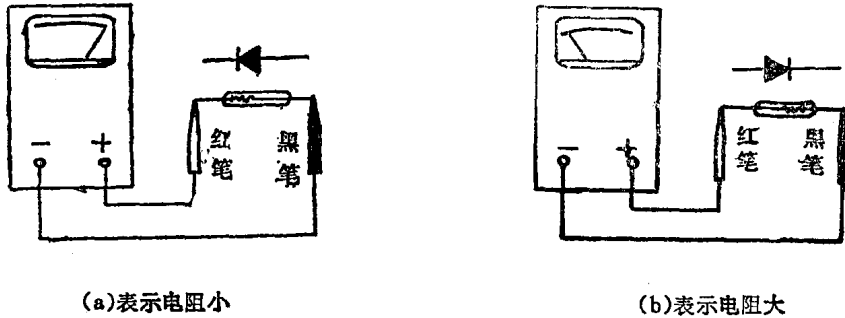


图 1.2.1 万用表欧姆档内部电路

测试时，将万用表的表笔分别接触二极管两端，测量一次，然后对换表笔位置再测量一次。当二极管良好时，两次电阻读数应不同，一次很大（硅管一般为无穷大，锗管约为几百 $k\Omega$ ）。这个电阻称为二极管的反向电阻。另一次很小（硅管约为 $500\Omega \sim 2k\Omega$ 之间，锗管约 $100 \sim 1000\Omega$ 之间），这个电阻称正向电阻。若以阻值小的一次为准，与黑表笔相接的一端为二极管的正极，与红表笔相接的一端为二极管的负极，如图 1.2.2 (a) 所示。

当正、反向电阻差别越大时，二极管质量



(a)表示电阻小

(b)表示电阻大

图 1.2.2 二极管极性判别

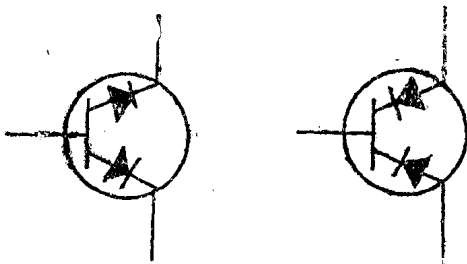
越好。当正、反向电阻均为无穷大时，二极管已开路；当正、反向电阻均为零时，则二极管已短路。

2. 用万用表测试三极管

晶体三极管好似由两个“背靠背”的“PN”结构成，如图 1.2.3 所示。由图可知基极与发射极、集电极的正向电阻较小，反向电阻较大。因此，利用这一特性可用万用表测电阻的方法来判定三极管的基极和管型，判断三极管集电极 c、发射极 e 以及 β 和 I_{CEO} 的大小，原理图如图 1.2.4 所示。图中虚框内为万用表欧姆档内部等效电路。由图可知，表头中的电流为 I_{CEO} ， I_{CEO} 小时，显示的电阻值大， I_{CEO} 大时，显示的电阻值小。因此可用万用表显示的电阻值的大小来判断 I_{CEO} 的大小。

当开关 S 合上时， $I_b \neq 0$ ，表头中的电流为 $I_o = \beta I_b$ 。在 I_b 一定的情况下，电流大，即显示的阻值小，说明 β 大、电流小，即显示的阻值大，说明 β 小。显然可用万用表显示的阻值的大小来判断 β 的大小。若测量中将管子反接，即发射极与黑表笔接触，集电极与红表笔接触时，因为三极管反接时的 β 比正接时小得多， I_o 很小，即显示的阻值很大。

显然，通过上述两次对 β 的测试与比较，可以判断管子的集电极与发射极。



(a) NPN型 (b) PNP型

图 1.2.3 三极管结构示意图

(1) 基极b和三极管类型的判定

先假定三极管某极为基极，用黑表笔接触此极，红表笔依次接触另外两极，如图 1.2.5 所示。若两次显示的阻值都较大（大于几百 kΩ）或都较小时（小于几 kΩ），前者被测管为 PNP 型，后者被测管为 NPN 型，与黑表笔相接触的极则就是基极。为了确定无

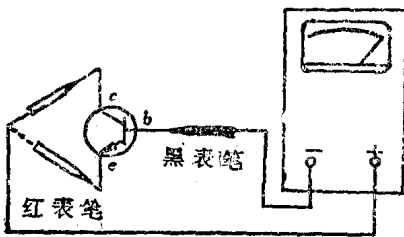


图 1.2.5 判断基极和类型

误，可再将红表笔接触所判定的基极，黑表笔分别接另外两极，这时显示电阻的应当和刚才的情况相反，即都较小或都较大。

若两次所显示的电阻为一大一小，则说明假定的基极不对，需再换一个极作为基极，重复上述测量过程，直到找出基极。

(2) 判定集电极c，发射极e

可按图 1.2.4 所示。判断出基极后，再假定其余两个极中的一个为集电极。若是 NPN 管，黑表笔接假定的 c 极，红表笔接假定的 e 极，闭合开关 S，读出此时阻值；再将两表笔对调重测，然后对两次阻值进行比较，读数小的那一次，与黑表笔相接的为集电极，与红表笔相接的为发射极 e。若为 PNP 管，则红表笔接的是集电极，黑表笔接的是发射极。

(3) 估测穿透电流 I_{CBO} 和直流电流放大系数 β

测试电路如图 1.2.4 所示，断开开关 S，若阻值较大（对于硅管一般是无穷大，对于锗管一般是几十 kΩ），说明 I_{CBO} 不大，管子质量较好；若阻值太小，则 I_{CBO} 很大，管子质量较差。

当闭合开关 S 后，阻值小者则 β 较大。通常选用阻值在几十 kΩ 左右的管子较好。

3. 三极管特性曲线及参数的测试

晶体三极管的特性曲线，可以用逐点测试的方法作出，但很繁琐。而用晶体管特性图示仪则十分简便，它不仅可在示波管的屏幕上直接显示出特性曲线，而且可通过仪器上的

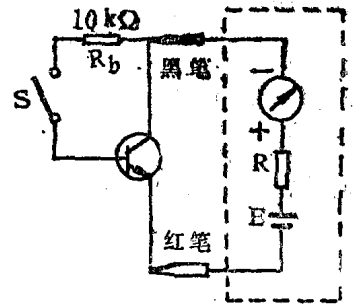


图 1.2.4 三极管测试原理图

标尺刻度直接读测三极管的各项参数。

图 1.2.6 所示为测试输出特性曲线的原理图。基极注入一个阶梯电流 I_B ，集电极加一个扫描电压 V_{CE} ， r 为取样电阻，其值很小。由图可知，三极管集—射之间的电压就近似等于外加扫描电压。把扫描电压 V_{CE} 和反映集电极电流 I_C 情况的取样电阻两端电压 V_r ，分别加到示波管的 X 和 Y 偏转板上。如果 V_{CE} 和 I_B 保持如图 1.2.7 所示的对应关系，则对应某一固定的 I_B 值， V_{CE} 扫描一次，示波管上就会显示出在此 I_B 下的 $I_C \sim V_{CE}$ 曲线。当一个扫描周期结束时， I_B 上升一级，光点也相应上升一个高度，画出第二条曲线。

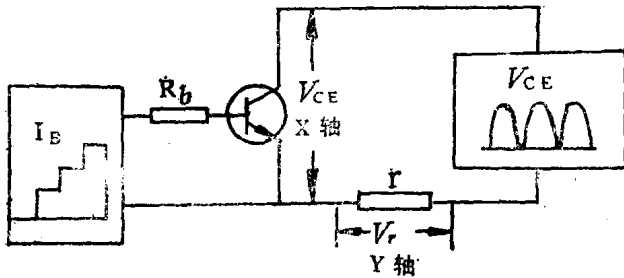


图 1.2.6 图示法测试输出特性原理图

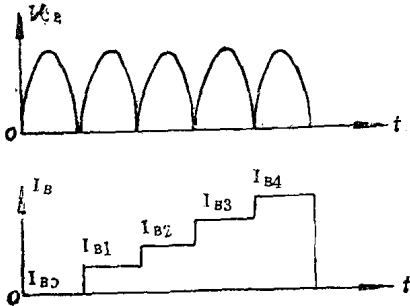


图 1.2.7 I_B 和 V_{CE} 同步示意图

这样进行下去，由于屏幕的余辉和人眼的视觉暂留作用，便在屏幕上显示出一簇输出特性曲线。如图 1.2.8 所示。显然从曲线上可求出：

$$\beta = \Delta I_C / \Delta I_B |_{V_{CE} = V_{CEQ}}$$

$$\bar{\beta} = I_C / I_B |_{V_{CE} = V_{CEQ}}$$

和 V_{CE} 为某定值时的穿透电流 I_{CEQ} 的大小。

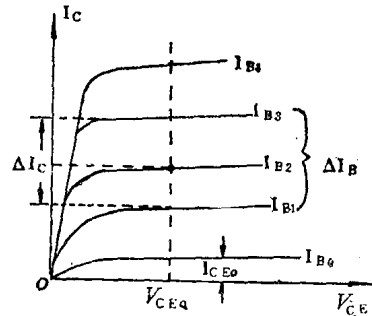


图 1.2.8 输出特性曲线

如果把阶梯电流注入基极，并通过取样电阻 R_b 转换成电压加到 Y 轴偏转板，同时把随 I_B 而变的基极电压 V_{BE} 加到 X 轴偏转板，如图 1.2.9 所示。当 $V_{CE} > 1V$ 时，曲线几乎重合，便得到如图 1.2.10 所示的输入特性曲线。可求出

$$r_{be} = \Delta V_{BE} / \Delta I_B |_{V_{CE} = V_{CEQ}}$$

下面以测试 PNP 型小功率三极管 3AX31 的共射特性曲线为例，说明操作方法。

首先我们根据该型号管的特性参数，选择 JT-1 图示仪各旋钮位置，如表 1.2.1 所示。然后按下述步骤进行：

(1) 输出特性曲线的测试

按表 1.2.1 选择各旋钮的位置。插入三极管，并将“接地”选择拨至“发射极接地”位置上。适当修正各旋钮位置，便可得到如图 1.2.11 所示输出特性曲线。

(2) 穿透电流 I_{CEQ} 测试

各旋钮位置见表 1.2.1。适当修正各旋钮位置便可得到如图 1.2.12 所示曲线

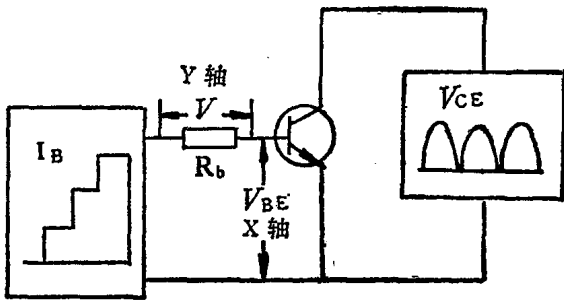


图 1.2.9 输入特性测试原理图

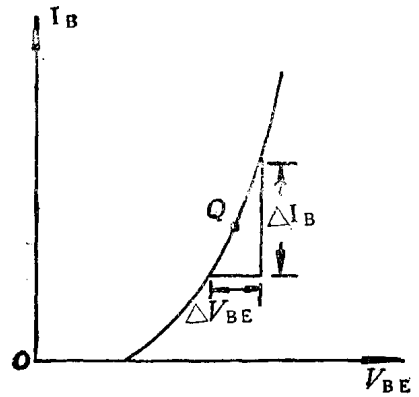


图 1.2.10 输入特性曲线

表 1.2.1

测试参数 旋钮位置	$I_C=f(V_{CE})$	I_{CEO}	BV_{CEO}	$I_B=f(V_{BE})$
扫描极性	—	—	—	—
峰值电压范围	0~20V	0~20V	0~200V	0~20V
峰值电压	-10V	-6V	逐增	-6V
功耗电阻	1k	1k	10k	1k
X轴作用	1V	1V	5V	基极电压0.02V
Y轴作用	1mA	0.01mA	0.2mA	基极电流
阶梯极性	—	—	—	—
阶梯作用	重复	关	关	重复
级/秒	200			200
阶梯选择	0.01mA/级			0.01mA/级
级/族	10			10
零电压/零电流		零电流	零电流	
备注				

(回线状是由于JT—1图示仪本身容性电流所致)。根据3AX31管的测试条件,与 $V_{CE}=-6V$ 相对应的电流值即为 I_{CEO} 。注意读数取曲线上最大垂直偏距的一个数值(如图中虚线所示)。

(3) 击穿电压 BV_{CEO} 的测试

按表1.2.1选择旋钮位置。调节“峰值电压”旋钮,使峰值电压从零逐渐增大,直到曲线出现急剧拐弯形状为止,如图1.2.13所示,对于3AX31型管规定 $I_C=-1mA$ 所对应的电压值即为 BV_{CEO} 。

(4) 输入特性曲线的测试