

晶体管测试仪


测量原理及方法

应的位置,被测管插入相应的管脚内,电流表的读数即为 I_{CEO} 。简化电路如图 2。

如何才能使 I_b 为已知值呢? 三极管发射结的导通电压是不一致的, 锗管为 $0.2 \sim 0.4V$, 硅管为 $0.6 \sim 0.75V$ 。如果采用图4所示的简单电路, 则 $I_b = (E - U_{be})/R$ 。由于 U_{be} 视管子而有不同值, 因此 I_b 亦随管子的不同而不同, 特别是当 E 下降时 I_b 变化更大。因此这种电路不能使 I_b 为已知值。如在 I_b 回路中串一电流表, 则要增加电流表在集电极与基极之间的转换, 而且每换一个管子都要重调 I_b , 颇为麻烦。本仪器用 BG_1 和 BG_2 组成一恒流

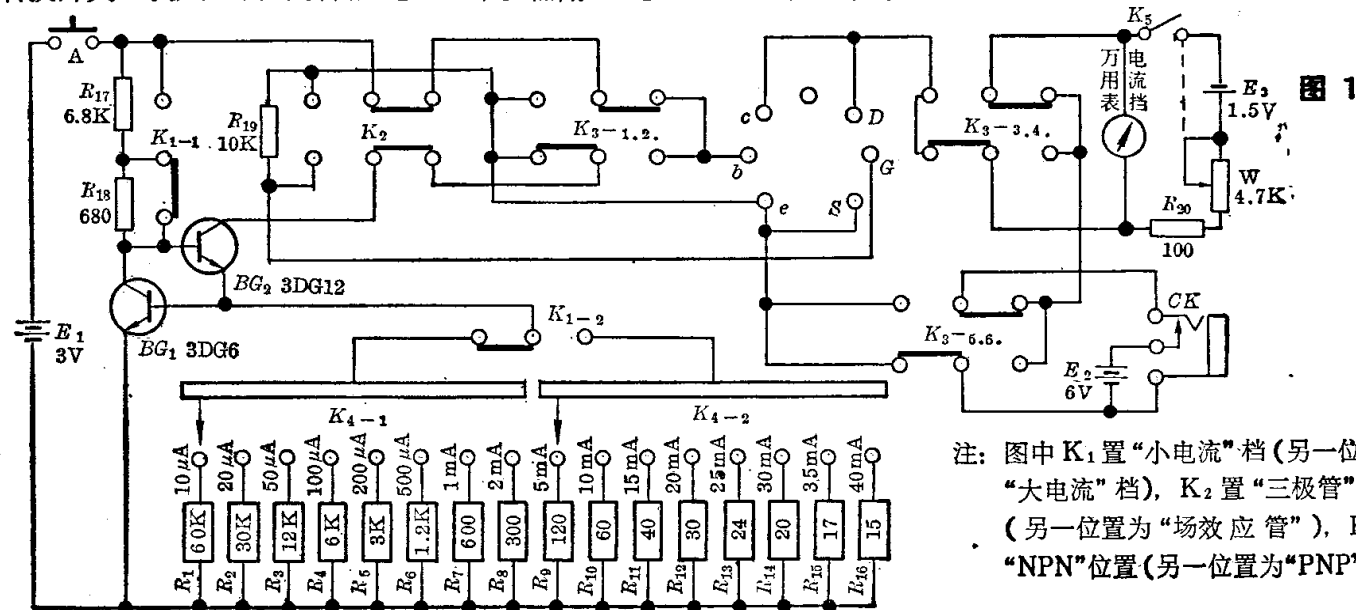
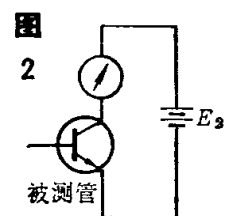
恒流源由 R_1 、 BG_1 、 R_{17} 组成取样反馈网络, 将 BG_2 的发射极电流取样负反馈至 BG_2 基极, 当 E_1 下降时将有如下的变化: $I_{b2} \downarrow \rightarrow I_{c2} \downarrow \rightarrow I_{c2} \downarrow \rightarrow U_{b1} \downarrow \rightarrow I_{b1} \downarrow \rightarrow I_{c1} \downarrow \rightarrow U_{b2} \uparrow \rightarrow I_{b2} \uparrow \rightarrow I_{c2} \uparrow$, 从而使 I_{c2} (即被测管的 I_b) 保持不变。只要设计恰当, E_1 从 3V 下降到 2V 时 I_{c2} 都恒定不变, 有效地保证了测量的准确性。

图 2



当的基极电流，使其集电极电流与实际电路中的工作电流相近，或与手册中规定的 I_c 相近，取与此 I_c 相对应的 h_{FE} 值。为此，本仪器分 16 档给被测管提供基极电流，可测出管子在不同的工作电流时的 h_{FE} 值，还可知道被测管 h_{FE} 的线性好坏。

改变 BG₂ 发射极电阻, 可获得所需的 I_{c2}, 即被测管的 I_b, 有 $I_{c2} \approx I_{c2} \approx U_{b1}/R_1$ 。换接不同的电阻 (R₁~R₁₆) 可以得到 10μA 至 40mA



注: 图中 K_1 置“小电流”档(另一位置为“大电流”档), K_2 置“三极管”位置(另一位置为“场效应管”), K_3 置“NPN”位置(另一位置为“PNP”).

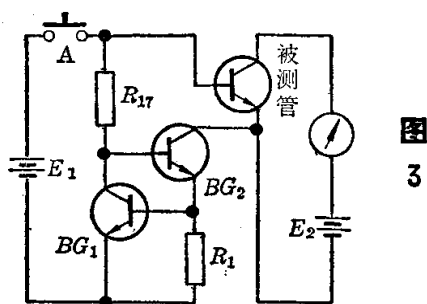


图 3

共16档基极电流值，再配用万用表电流档就能直读管子的 h_{FE} 并了解它的线性。5mA 以上基极电流档为测大功率管而设的，此时 E_2 需用能供给较大电流的外接电源。当 I_{c2} 超过 500mA 时需用具有 5A 档的电流表。

图 3 中 R_{17} 必须满足两个要求：(1) 当 I_{c2} 在最小档时，流入 BG_1 的基极电流很小， I_{c1} 亦很小，必须使 $I_{c1} \cdot R_{17} = E_1 - U_{b2}$ 。 U_{b2} 为 BG_1 、 BG_2 两管发射结导通电压之和，约为 1.2V~1.5V。(2) 当 I_{c2} 在最高档，而且 E_1 由 3V 下降到 2V 时， R_{17} 必需给 BG_2 提供足够的基极电流。为此将电阻分为 R_{17} 和 R_{18} 用 K_1 来转换，10 μ A~2.5mA 档用 R_{17} (6.8K)；5mA~40mA 档用 R_{18} (680 Ω)，见图 1。

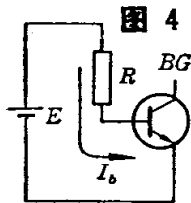


图 4 h_{FE} 的测试步骤：将 K_3 拨至与被测管相应的 PNP 或 NPN 位置，插入被测管，选择 K_4 至适当的电流档，按下按钮 A，即可从万用表上读出 h_{FE} 值。

3. 抵消 I_{CEO} 的电路：锗管的穿透电流较大，特别是低频功率管可达 10mA，给测量带来了不便。因此增加了 E_3 、 W 、 R_{20} 以抵消 I_{CEO} 。当被测管的 I_{CEO} 较大时，闭合 K_5 ，调节 W 使表头回到零点，再测 h_{FE} 。 R_{20} 将最大抵消电流限制在 15mA (见图 5)。

4. 测 β ：交流放大倍数 $\beta = \Delta I_c / \Delta I_b$ 。选择 K_4 中两个相邻的电流档，给被测管分别注入 I_{b1} 和 I_{b2} ，集电极上便有 I_{c1} 和 I_{c2} ，则 $\beta = (I_{c2} - I_{c1}) / (I_{b2} - I_{b1})$ 。这里相当于

用 I_{b1} 给被测管建立一工作点，用 $I_{b2} - I_{b1}$ 模拟一增量信号。由于 β 是交流小信号放大倍数，为使增量较小， K_4 应选择相邻两档。注意使 I_c 与实际电路中的工作电流相近。

5. 测场效应管：场效应管具有高输入阻抗、低噪声、输入动态范围大等特点，因而运用日益广泛。本仪器可以测出目前常用的 N 沟道耗尽型和 N 沟道结型场效应管的饱和电流 I_{DSS} 和跨导 g_m 。

场效应管是电压控制元件，与一般三极管的测量方法不同，其测量电路如图 6。调节 $E_G = E_{G0} = 0V$ ，当 $E_D > V_P$ (夹断电压) 时，电流表的读数 I_{DS} 即为饱和电流 I_{DSS} ；增大 E_G 至 E_{G1} ， I_{DS} 即减小到 I_{DS1} ，则跨导可用下式求得： $g_m = (I_{DSS} - I_{DS1}) / (E_{G0} - E_{G1})$ 。

为了省去 E_G 的读数，让恒流 I_{c2} 通过 R_{19} (见图 7)，就能得到一

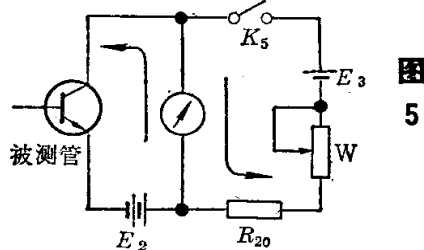


图 5

恒定电压，将这恒定电压以负极性加到栅极，即可得到与此相对应的 I_{DS1} ，再使用上述公式就可求出跨导 g_m 。为了计算方便起见， R_{19} 取 10K，用 50 μ A 和 100 μ A 的恒流档，可以获得 0.5V 和 1V 的恒压。简化电路如图 7。

测试步骤：将被测管插入相应的管脚内， K_2 拨到“场效应管”位置，电流表读数就是 I_{DSS} ；再将 K_1 放在 100 μ A 档，按下按钮 A，则得到 I_{DS1} ，而跨导 $g_m = (I_{DSS} - I_{DS1}) / 1V$ 。若此时 $I_{DS1} < 50\mu A$ ，说明该管的夹断电压 $V_P < 1V$ ，应将

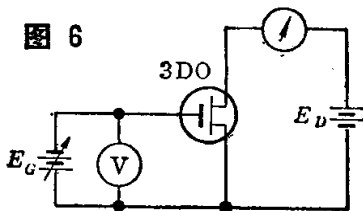
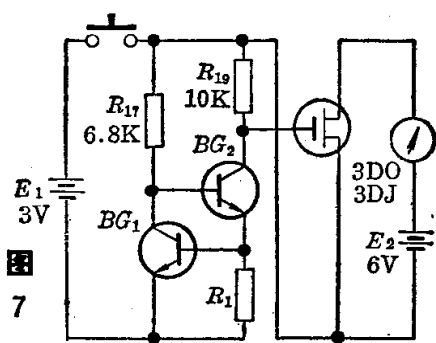


图 6



K_1 改放在 50 μ A 档，此时 $g_m = (I_{DSS} - I_{DS1}) / 0.5V$ 。

如要测 V_P ，可将 E_1 换用 15V 叠层电池，并变动相应的电阻，以得到 0~10V 的恒定电压，满足 V_P 测试的需要。本电路稍加改动后还可测 P 沟道耗尽型管子。

元件的选择

BG_1 、 BG_2 需用硅管，因为最小基极电流档是 10 μ A，管子的穿透电流必须很小。 BG_2 用中功率管，如 3DK4、3DG12 等，以提供 40mA 的电流； BG_1 可用 3DG6、3DK2 等小功率管。两管均以 $h_{FE} > 100$ 为好，被测管的管座可以电子管小七脚管座代用。三组电源均在测量的瞬间耗电，因此 E_1 、 E_3 用 5 号电池， E_2 用 6V 叠层电池并备有外接电源插孔 CK。 K_1 、 K_2 为双刀双掷钮子开关， K_3 为 6 刀双掷小型拨动开关。如果只测中小功率管，电路中可省去 K_1 、 K_4-2 、CK、 R_9-16 、 R_{18} 。

调 整

若基极电流档中的大电流档调不出来，或者当 E_1 下降到 2V 时 I_{c2} 下降，则是 BG_2 的 h_{FE} 太小。如小电流档始终大于 10 μ A 调不小，则是 BG_1 的 h_{FE} 太小或是 BG_2 穿透电流太大。电阻 $R_{1-16} \approx U_{b1} / I_{c2}$ ，实际选用时可用串并联方法获得所需的阻值。对于不同型号的管子， U_b 亦略有差别，装好后在基极电流各档测 U_{b1} 和 U_{b2} ，应分别等于 0.6V~0.75V 和 1.2V~1.5V，如不符，需重新调整。