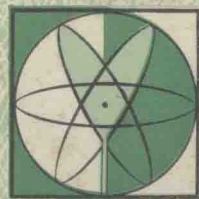


1979年 全国青少年科技作品展览 资料选编

无线电类 下



1979 年 全 国 青 少 年 科 技 作 品
展 览 资 料 选 编
(无 线 电 类)
下 册

人 民 邮 电 出 版 社

1979 年全国青少年科技作品
展览资料选编（无线电类）
下 册

*

人民邮电出版社出版
北京东长安街 27 号
北京印刷一厂印刷
内 部 发 行

*

开本：787×1092 1/16 1979 年 10 月 第 一 版
印张：5 页数：40 1979 年 10 月 北京第一次印刷
字数：118 千字 插页：1 印数：1—60,000 册
统一书号：15045·总 2397—资 478
定 价：0.40 元

编 印 说 明

为了扩大展览效果，进一步推动青少年科技活动，特编印此资料。

由于时间匆促，有许多省市及地区来不及收集资料，故很多优秀作品未能收入册内。

每篇资料一般都包括：简介、简单工作原理、主要元、器件数据以及安装调试等部分。

目 录

24	万用电表·····	1
25	晶体管耐压测试器·····	8
26	业余多用无线电测试仪·····	9
27	电子数字识别器·····	12
28	织物悬垂性测定仪·····	17
29	YE-1 型管道查漏仪 ·····	18
30	简易光电复印机·····	20
31	同步频闪放映机 (实验机) ·····	25
32	简易电子血压计·····	28
33	数字式心率遥测仪·····	29
34	61-3 型时间程序控制器 ·····	39
35	数字显示电子钟·····	42
36	自锁式计时、计数器·····	50
37	小口径步枪光点射击检查器·····	52
38	三棱电子智力游戏·····	54
39	简易数字式无线电遥控引爆装置·····	58
40	遥控电源开关·····	63
41	YS 12 型教学示波器 ·····	66
42	程序控制桥式整流电路演示器·····	70

24. 万 用 电 表

一、简 介

此表系利用 $67\ \mu\text{A}$ 表头, 由于没有万用表专用多刀多掷开关而利用手头现有的两个四刀五掷开关而设计的。

1. 电路结构特点:

本表精度高, 它的电阻测量精度可达 0.1 级。它在直流电流档时最大电压降 $\leq 0.3\ \text{V}$ 。体积小, 量限多(与国产 MF 30 型袖珍表体积相仿), 基本量限为二十七个, 附加量限三个。

本表除可测量直流电流、直流电压、交流电压和电阻外, 还可测量半导体三极管的 h_{FE} 、 I_{cbo} 、 I_{ceo} , 并附加测量交流电流三档, $100\ \text{mV}$ 微压档和 $2500\ \text{V}$ 高压档。

电表正负表笔引线采用 GSX₂-3.5 型插塞和 GKX₂-3.5 型插孔配合使用, 在运输和携带时把 KA 和 KB 分别放到 mA 和 $100\ \mu\text{A}$ 档, 拔出插塞就能使表头两端短路, 可有效地保护表头, 提高表头的抗振能力。另备有“+”、“-”接线柱做高电压、大电流和交流电流测量用。

测量机构上设有硅二极管保护装置, 用以保证表头电流过载时不致烧毁。这是利用硅二极管在 $0\sim 150\ \text{mV}$ 范围内正反向电流都几乎截止, 而在正向 $650\ \text{mV}$ 以上导通的特性。本表在正常使用时加在表头两端的电压为 $76\ \text{mV}$ 以下, 因此在正常时 D_1 、 D_2 没有电流流过。当表头过压时, D_1 、 D_2 导通而分流, 有效地保护了表头。

仪表各部件均采用小型元件, 电阻 $\times 1\ \Omega \sim \times 1\ \text{K}$ 档用一节四号电池供电, $\times 10\ \text{K}$ 档用 $10\ \text{F}\ 20$, $15\ \text{V}$ 迭层电池供电。外型尺寸为 $145 \times 105 \times 60\ \text{mm}^3$, 重约 0.5 公斤。

2. 主要技术指标

A. 本表共有二十七个基本量限, 三个附加量限:

基本量限:

直流电流: $100\ \mu\text{A}$ 、 $1\ \text{mA}$ 、 $10\ \text{mA}$ 、 $100\ \text{mA}$ 、 $1000\ \text{mA}$

直流电压: $100\ \text{mV}$ 、 $500\ \text{mV}$ 、 $2.5\ \text{V}$ 、 $10\ \text{V}$ 、 $100\ \text{V}$ 、 $500\ \text{V}$ 、 $2500\ \text{V}$

交流电压: $2.5\ \text{V}$ 、 $10\ \text{V}$ 、 $50\ \text{V}$ 、 $250\ \text{V}$ 、 $500\ \text{V}$ 、 $2500\ \text{V}$

直流电阻: $0\sim 2\ \text{K}$ 、 $0\sim 20\ \text{K}$ 、 $0\sim 200\ \text{K}$ 、 $0\sim 2\ \text{M}$ 、 $0\sim 20\ \text{M}$

$\langle \times 1\ \Omega \rangle$ $\langle \times 10\ \Omega \rangle$ $\langle \times 100\ \Omega \rangle$ $\langle \times 1\ \text{K} \rangle$ $\langle \times 10\ \text{K} \rangle$

音频电平: $-10\sim +22\ \text{dB}$

三极管: $h_{FE}-250$ 、 $I_{cbo}-100\ \mu\text{A}$ 、 $I_{ceo}-2500\ \mu\text{A}$

附加量限:

交流电流: $100\ \text{mA}$ 、 $1\ \text{A}$ 、 $5\ \text{A}$

B. 灵敏度:

直流电压: $100\ \text{mV}\sim 500\ \text{V}$ 各档为 $10\ \text{K/V}$ 、 $2500\ \text{V}$ 档为 $1\ \text{K/V}$

交流电压: 各档均为 $4.5\ \text{K/V}$ 。

C. 电压降:

$100\ \mu\text{A}$ 档: $0.1\ \text{V}$

$1\ \text{mA}\sim 1\ \text{A}$ 档: $0.3\ \text{V}$

D. 精度等级:

电阻档为 0.1 级<以标度尺弧长百分数表示>

E. 测电阻时最大消耗电流:

$\times 1 \Omega$ 档: 125 mA

$\times 10 \Omega$ 档: 12.5 mA

$\times 100 \Omega$ 档: 1.25 mA

$\times 1 K$ 档: 125 μA

$\times 10 K$ 档: 125 μA

F. 测量电压时仪表最大消耗电流:

直流各档: 100 μA

交流各档: 222 μA

二、电 路 设 计

本表电路图如图 1。

1. 直流电流档

五档: 100 μA <100 mV>、1 mA、10 mA、100 mA、1 A

采用的是 67 μA 、1131 Ω 的表头, 扩展量程是通过闭路分流器解决。图 2 是做电流表时的电路图。设计电流档时首先求出 R_1 :

因设计电流 100 μA 档也就是 100 mV, 所以要求:

$$R_{AB} = \frac{0.1 V}{67 \mu A} = 1493 \Omega$$

$$\therefore R_1 = R_{AB} - R_{内} = 1493 - 1131 = 362 \Omega$$

求分流器总阻:

$$R_{分} = \frac{0.1 V}{100 \mu A - 67 \mu A} = 3030.3 \Omega$$

根据公式分别求出各分流电阻:

$$R_2 = \frac{67 \mu A (1493 + 3030.3)}{1 A} = 0.3 \Omega$$

$$R_3 = \frac{67 \mu A (1493 + 3030.3)}{100 mA} - 0.3 = 2.7 \Omega$$

$$R_4 = \frac{67 \mu A (1493 + 3030.3)}{10 mA} - 0.3 - 2.7 = 27.3 \Omega$$

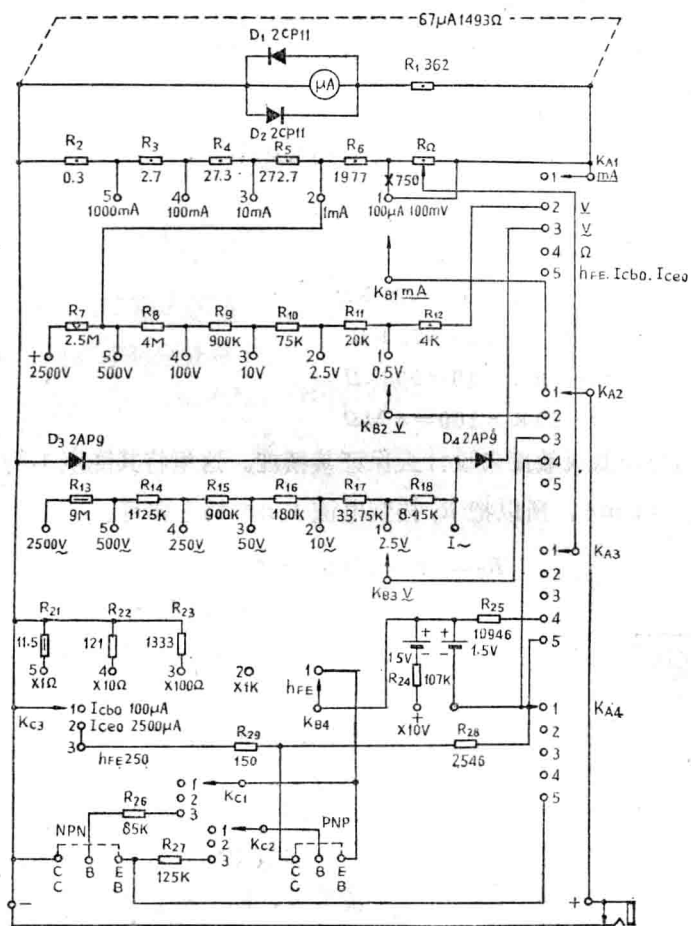
$$R_5 = \frac{67 \mu A (1493 + 3030.3)}{1 mA} - 0.3 - 2.7 - 27.3 = 272.7 \Omega$$

$$R_6 = \frac{67 \mu A (1493 + 3030.3)}{100 \mu A} - 0.3 - 2.7 - 27.3 - 272.7 - 750 = 1977 \Omega$$

R_{Ω} 是电阻档调零电位器。

2. 直流电压档

设计电压档为: 100 mV、500 mV、2.5 V、10 V、100 V、500 V、2500 V 七档, 简化电路如



注：— 线圈 — 五瓦碳阻 — $\frac{1}{2}$ W 碳阻
没标功率的可小一些，没标阻值的单位是 Ω 。

图 1

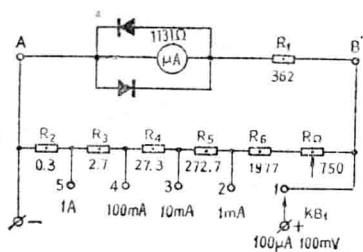


图 2

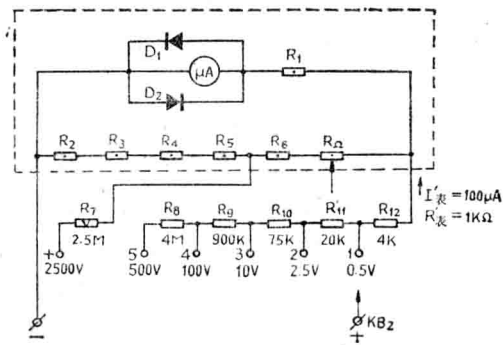


图 3

图 3。

此时表头已并上分流器，故等效表头参数为： $I'_{表} = 100 \mu A$

$$R'_{\text{表}} = \frac{1493 \times 3030}{1493 + 3030} = 1 \text{ K}\Omega$$

故该电表灵敏度为:

$$\frac{1 \text{ V}}{100 \mu\text{A}} = 10 \text{ K}\Omega/\text{V}$$

分别求出各档降压电阻:

$$R_{12} = 10 \text{ K} \times 0.5 - R'_{\text{表}} = 4 \text{ K}\Omega$$

$$R_{11} = 10 \text{ K} \times 2.5 - 10 \text{ K} \times 0.5 = 20 \text{ K}\Omega$$

$$R_{10} = 10 \text{ K} \times 10 - 10 \text{ K} \times 2.5 = 75 \text{ K}\Omega$$

$$R_9 = 10 \text{ K} \times 100 - 10 \text{ K} \times 10 = 900 \text{ K}\Omega$$

$$R_8 = 10 \text{ K} \times 500 - 10 \text{ K} \times 100 = 4 \text{ M}\Omega$$

2500 V 高压档要降低灵敏度来设计去保证其精度。这里将其降至 1 K/V, 那么要求表头满度电流 = $\frac{1 \text{ V}}{1 \text{ K}\Omega} = 1 \text{ mA}$, 所以把 R_7 接到电流 1 mA 档上即可。

$$R_7 = 1 \text{ K} \times 2500 \text{ V} = 2.5 \text{ M}\Omega$$

3. 交流电压档

设计为: 2.5 V、10 V、50 V、250 V、500 V、2500 V 六档, 由于没有多档多刀开关, 电阻不能借用, 故 2500 V 档也不能降低灵敏度设计了。

图 4 就是作交流电压表时的电路图。

其原理与直流电压表同, 但是增加了半波整流装置, 即二极管 D_3 、 D_4 。这种电路流经表头的电流只是输入交流的 0.45 倍。用 2AP9 管, 经

实测整流效率可达 0.995, 故可忽略不计。所以测交流时表头满度电流为 $\frac{100 \mu\text{A}}{0.45} = 222 \mu\text{A}$ 。

也就是说测交流时灵敏度为 $\frac{1 \text{ V}}{222 \mu\text{A}} = 4.5 \text{ K}\Omega/\text{V}$ 。

另外, D_4 的正向压降也要计算进去。 D_3 、 D_4 用各种整流器件都可(只要功率够), 这里采用的是锗 2AP9, 用本表 1 K 档测得正向阻值为 18 K。因 1 K 档流经被测管的电流为 125 μA 与 D_4 的工作电流很接近。所以这样计算 D_4 的阻值是正确的。 D_3 的反向电阻可忽略不计。

分别求出各档电阻:

$$R_{18} = 4.5 \text{ K} \times 2.5 - R_{D4} - R'_{\text{表}} = 8.45 \text{ K}$$

$$R_{17} = 4.5 \text{ K} \times 10 - 4.5 \text{ K} \times 2.5 = 33.75 \text{ K}$$

$$R_{16} = 4.5 \text{ K} \times 50 - 4.5 \text{ K} \times 10 = 180 \text{ K}$$

$$R_{15} = 4.5 \text{ K} \times 250 - 4.5 \text{ K} \times 50 = 900 \text{ K}$$

$$R_{14} = 4.5 \text{ K} \times 500 - 4.5 \text{ K} \times 250 = 1125 \text{ K}$$

$$R_{13} = 4.5 \text{ K} \times 2500 - 4.5 \text{ K} \times 500 = 9 \text{ M}$$

4. 直流电阻档

设计电阻档为: $\times 1\Omega$ 、 $\times 10\Omega$ 、 $\times 100\Omega$ 、 $\times 1 \text{ K}\Omega$ 、 $\times 10 \text{ K}\Omega$ 五档, 其电路图如图 5。这里采用并联式调节电路。

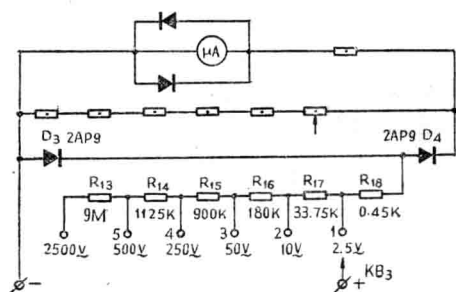


图 4

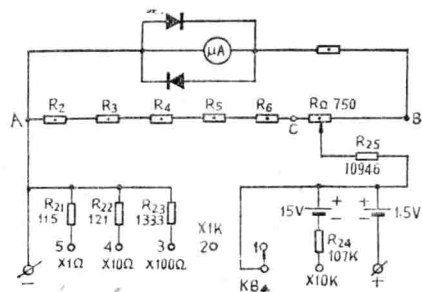


图 5

先确定中心阻值 R_Z ，一般都以电池 1.2 V 时计算。 $R_Z = \frac{1.2 \text{ V}}{100 \mu\text{A}} = 12 \text{ K}\Omega$ 。因此 1 K 档中心阻值为 12 K。

调零电位器 R_Ω 的计算：（按电池电压在 1.2 V ~ 1.6 V 范围计算）
分别求出电池在 1.2 V 和 1.6 V 时的工作电流：

$$\text{最小工作电流： } I_{1.2} = \frac{E_{\text{小}}}{1 \text{ K 档中心阻}} = \frac{1.2 \text{ V}}{12 \text{ K}\Omega} = 100 \mu\text{A},$$

$$\text{最大工作电流 } I_{1.6} = \frac{E_{\text{大}}}{1 \text{ K 档中心阻}} = \frac{1.6 \text{ V}}{12 \text{ K}\Omega} = 133 \mu\text{A}.$$

求电池电压 1.2 V 和 1.6 V 时的分流总阻：

$$\therefore R_{1.2} \cdot I_{1.2} = \text{计算灵敏度}$$

$$\therefore R_{1.2} = \frac{0.3 \text{ V}}{100 \mu\text{A}} = 3 \text{ K}\Omega$$

同理 $R_{1.6} = \frac{0.3 \text{ V}}{133 \mu\text{A}} = 2.256 \text{ K}\Omega$

$$\therefore R_\Omega = 3 \text{ K} - 2.256 \text{ K} = 744 \Omega$$

R_Ω 取整数 750 Ω 线绕电位器。

求表头回路的平均阻值 $R_{M\text{平}}$ ：

$$\therefore R_{AB} = 1 \text{ K}, R_{AC} = \frac{(1493 + 744) \times (3030 - 744)}{1493 + 744 + 3030 - 744} = 1108 \Omega$$

$$\therefore R_{M\text{平}} = \frac{1 \text{ K} + 1108 \Omega}{2} = 1054 \Omega$$

求 R_{25} ：

$$R_{25} = R_Z - R_{M\text{平}} = 12 \text{ K} - 1054 = 10946 \Omega$$

求 1 K 档的误差：

$$\text{当电池电压 1.6 V 时 } R_Z = 10946 \Omega + 1108 \Omega = 12.054 \text{ K}\Omega$$

$$\text{当电池电压 1.2 V 时, } R_Z = 10946 \Omega + 1000 \Omega = 11.946 \text{ K}\Omega$$

所以 R_Z 偏离中心阻 $\pm 54 \Omega$ 。

那么标度尺弧长误差为：

$$\gamma_R(\%) = \frac{\text{偏离中心阻 } \pm 54 \Omega \text{ 的弧长}}{\text{标度尺弧长}} = \frac{\pm 0.05 \text{ 格}}{50 \text{ 格}} = \pm 0.1\%$$

$$\text{相对误差 } \gamma_{R\text{相}}(\%) = \frac{\pm 54 \Omega}{12 \text{ K}\Omega} = \pm 0.45\%$$

其它各档由于并串了其它电阻，故误差就更小了。

其它各档电阻计算：

$R \times 100$ 档：在 $\times 1 \text{ K}$ 档基础上并联一支 R_{23} ，使中心阻值成为 1200 Ω

$$\therefore R_{23} = \frac{12 \text{ K} \times 1.2 \text{ K}}{12 \text{ K} - 1.2 \text{ K}} = 1333 \Omega.$$

同理 $R_{22} = \frac{12 \text{ K} \times 120 \Omega}{12 \text{ K} - 120 \Omega} = 121 \Omega,$

$$R_{21} = \frac{12 \text{ K} \times 12 \Omega}{12 \text{ K} - 12 \Omega} - 0.5 \Omega = 11.5 \Omega \quad (0.5 \Omega \text{ 是电池内阻}).$$

$R \times 10 \text{ K}$ 档:

$R_{24} = 120 \text{ K} - 12 \text{ K} - 1 \text{ K} = 107 \text{ K}$ (其中 1 K 为 15 V 迭层电池内阻)。

5. 测晶体管部分

图 6 为测晶体管部分的电路图。

当 K_c 在“1”位置时是测 $100 \mu\text{A}$ 、 I_{cbo} 档, 当 K_c 在“2”位置时是 $2500 \mu\text{A}$ 、 I_{ceo} 档, 在“3”位置时是 $250 h_{FE}$ 档。测 PNP 管时, 把 NPN 的 C 、 E 两接线柱短路 (图中虚线)。测 NPN 管时则反之。测量 I_{cbo} 时常把被测管 B 脚改接 E 接线柱上。

测 h_{FE} 设计原理: 当 K_c 在“3”位置时通过 R_{26} 、 R_{27} 分别给 NPN 和 PNP 管 B 极注入 $10 \mu\text{A}$ 电流。 R_{29} 作为测 I_c 的分流用 (分去 $2400 \mu\text{A}$), 使表头满度电流为 $2500 \mu\text{A}$ 。所以满度时的 $h_{FE} = \frac{I_c}{I_b} = \frac{2500 \mu\text{A}}{10 \mu\text{A}} = 250$ 。

R_{26} 、 R_{27} 可按下式计算:

$$R_b = \frac{V_c - V_{be}}{I_b}$$

式中: R_b ——基极电阻、 V_c ——集电极供电电压、 V_{be} —— b 、 e 极间压降、 I_b ——基极电流

对于 PNP 管 V_{be} 可取 0.25 V , 对 NPN 管 V_{be} 可取 0.65 V 。

$$\therefore R_{26} = \frac{1.5 \text{ V} - 0.65 \text{ V}}{10 \mu\text{A}} = 85 \text{ K}$$

$$R_{27} = \frac{1.5 \text{ V} - 0.25 \text{ V}}{10 \mu\text{A}} = 125 \text{ K}$$

R_{29} 的计算:

因为 R_{29} 两端电压降 $= (R_{表}^* + R_{28}) \times 100 \mu\text{A} = (1054 \Omega + 2546 \Omega) \times 100 \mu\text{A} = 0.36 \text{ V}$

$$\therefore R_{29} = \frac{0.36 \text{ V}}{2400 \mu\text{A}} = 150 \Omega$$

这里 R_{28} 取 2546Ω , 一是使 $R_{表}^* + R_{28} \geq \frac{1}{5} R_Z$ 。这样当三极管损坏时表头通过的电流不会超过满标度的五倍, 可保护表头, 二是计算上的方便。

6. 附加交流电流档

由于所用的开关所限, 交流电流档只好外接一个分流器, 做为一个附加交流测量档 (图7)。交流电流设计为三档: 5 A 、 1 A 、 100 mA 。

在设计交流电流档时应考虑到电表与电路串联后, 电压降越小越好。但太小了会使整流特性欠佳, 故一般取 $1 \sim 1.5 \text{ V}$, 本表取 1 V 。

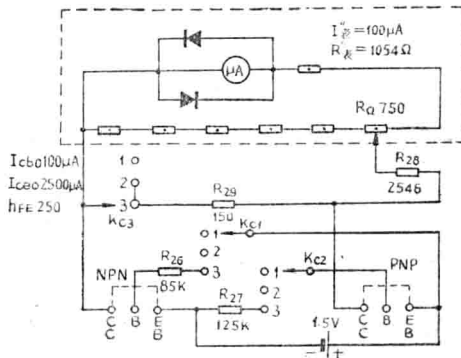


图 6

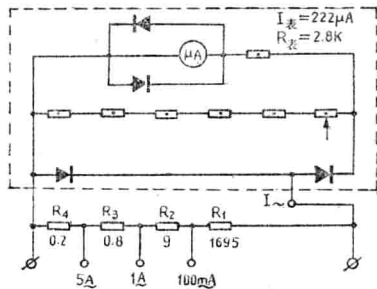


图 7

$R_{表}^*$ 即在上节 (直流电阻档) 中的 $R_{M平}$

$$\therefore U_{\sim} = I_{\sim} R = 1 \text{ V}$$

$$\therefore R_4 = \frac{1 \text{ V}}{5 \text{ A}} = 0.2 \Omega$$

$$R_3 = \frac{1 \text{ V}}{1 \text{ A}} - 0.2 \Omega = 0.8 \Omega$$

$$R_2 = \frac{1 \text{ V}}{0.1 \text{ A}} - 1 \Omega = 9 \Omega$$

$$\therefore I_{\text{表}}(R_{\text{表}} + R_{\text{分流}}) = 1 \text{ V}$$

$$\therefore R_{\text{分流}} = \frac{1 \text{ V}}{R_{\text{表}}} - R_{\text{表}} = \frac{1 \text{ V}}{222 \mu\text{A}} - 2.8 \text{ K} = 1705 \Omega$$

$$\therefore R_1 = 1705 \Omega - 10 \Omega = 1695 \Omega$$

三、按 装 与 校 准

1. 首先在电流档开始

$R_1 \sim R_6$ 全部用高稳定性的锰铜线制成, R_2 通过电流较大, 线径大些, 其它可细些。把所有元件都焊好后, 就可以校准了。校准时可串以标准电流表测电流。先从 $100 \mu\text{A}$ 档开始校, 如有误差可调整 R_6 。以下各档分别调整 R_5 、 R_4 、 R_3 、 R_2 。只要电阻在焊之前测量准确, 调整是容易的。

2. 直流、交流电压档

各电阻测量标准后即可焊上, R_7 用五瓦的, R_{13} 用 $1/2$ 瓦的, 其它功率小可用 $1/8$ 瓦的。只要各电阻准确, 这两档一般不需校准了。

3. 电阻档

R_{21} 可用 $1/2$ 瓦的, 其它用 $1/4 \sim 1/8$ 瓦的。把所有元件焊好后先从 1 K 档校准。用精确的 12 K 电阻校中心阻值。如有误差可调 R_{25} 。 1 K 档校好后方可校其它各档。

4. 测晶体管部分

各电阻都可用 $1/8$ 瓦的, 焊前测准就可以了, 不用校。

5. 交流电流附加档

调整与直流电流档同。

四、使 用 说 明

1. 测 $2 \text{ M}\Omega$ 以上电阻时可用 $\times 10 \text{ K}$ 档, 一端接“—”, 一端接 $\times 10 \text{ K}$ 接线柱。 K_A 放到 Ω 档, K_B 放到 $\times 1 \text{ K}$ 档。

2. 测交直流电压超过 500 V 时可用 2500 V 档。 K_A 放到 V 、 V 档上, K_B 放在任意档即可。一端接“—”, 一端接 2500 V 接线柱上。测直流时正表笔接在 2500 V 接线柱上。

3. 测三极管时先在 1 K 档调零。测 PNP 管时把 NPN 的 C 、 E 两接线柱短接, 测 NPN 管时则反之。

4. 测交流电流时, 把分路 A 、 D 两端分别接在万用表公用“—”端和“ $I_{\sim}$ ”接线柱上, 把 K_A 放在 V 档上, K_B 放在任意档上即可。

25. 晶体管耐压测试器

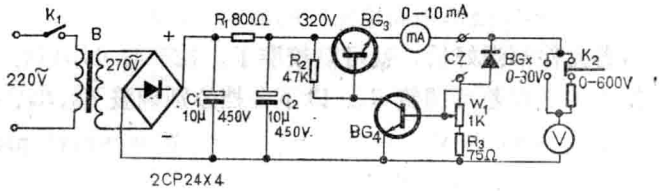
一、简介

本测试器电路比较简单、调试容易，使用也很方便，不必预先知道被测管子的耐压值。即使晶体管极性接反了也不会损坏。

最大击穿电压可调至 320 伏。

二、工作原理

接好被测晶体管 BG_x 的两个极（二极管或三极管的一个结）， W_1 调到最大值。接通电源开关 K_1 。当逐渐减小 W_1 的值，使加至 BG_x 两极电压达到击穿值时， BG_x 的击穿电流通过 W_1 、 R_3 和 BG_4 的发射结使 BG_4 得到一个正向偏压，这时 BG_4 导通。集电极电流经 R_2 给 BG_3 的集电结加一个反向偏压，促使 BG_3 的 V_{ce} 增大，从而自动限制了加在 BG 上的电压继续增大。起到保护被测晶体管的作用。从电压表的指示直接读出晶体管的耐压值。电流表指示击穿电流。调节 W_1 可以增大击穿电流值，用以观察击穿特性。



使用时应注意，先接好被测管，然后才可接通电源开关 K_1 。这样，加在被测管的电压由小逐渐增大，不会损坏。另外，由于接线柱 CZ 有高压，故接电源后别用手摸，会触电。

如选用的 BG_3 、 BG_4 耐压高，电源供电还可改得更高。测量范围就可以进一步扩大。

三、主要元件选择

电源变压器 B 可利用电子管收音机的电源变压器。

整流二极管用 2 CP 24 或耐压大于 400 V 的其它二极管。 BG_3 用 3 DD 50 等耐压高于 350 V 的三极管， $\beta > 7$ 。 BG_4 用 3 DD 50 等耐压大于 350 V 的三极管 $\beta > 20$ 。

北京少年宫电视小组

26. 业余多用无线电测试仪

一、简介

本仪器可以做高频信号发生器、低频信号发生器、电容电桥、电阻电桥使用；可以进行 LC 谐振频率测试；借助简单计算还可以求出小电感；使用外调制可做无线电发射演示。另外还可以做电码练习器用。变通使用可估计 LC 的 Q 值和其它用途。本仪器体积仅有一本书大小。

本机高频可产生 $420\text{ KHz}\sim 45\text{ MHz}$ 的调幅和未调幅信号。低频可产生 $15\text{ Hz}\sim 200\text{ KHz}$ 的正弦波信号。 LC 谐振频率可测范围为： $420\text{ KHz}\sim 45\text{ MHz}$ 。

电容测量值为 $10\text{ p}\sim 10\text{ }\mu$

电阻测量值为 $10\text{ }\Omega\sim 10\text{ M}$

二、工作原理

本机共分为五个部分：高频部分、低频部分、 LC 测试部分、 RC 电桥部分、发光显示部分，其方框图见图 1。图 2 是原理图。

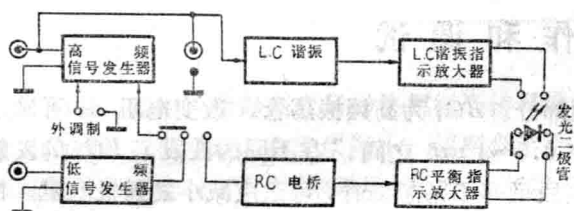


图 1

高频正弦波的产生，是使用了常见的 LC 振荡器 (BG_1)。低频信号发生器由 BG_2 、 BG_3 、 BG_4 等组成 RC 振荡器。由于 BG_4 输出与 BG_1 输入同相，形成正反馈而振荡。其选频网络为 RC 串并联式。改变 R 、 C 值即可改变频率。

RC 电桥是一般的四臂电桥。电桥实际是一种测差装置。当被测 R_x 或 C_x 等于标准 R 或 C 时电桥平衡，电位器 W_3 应指在中点。改变电位器的位置使之与被测电容或电阻成比例，造成电桥平衡条件，使指示器对角线输出为零。只要在电位器 W_3 上面定好刻度即可测知电容或电阻值。本电路利用现有的音频信号做为电桥电源，经变压器 B_1 耦合给电桥。在电桥指示器对角线取出信号经放大显示。一般电桥均使用检流计或耳机测差。检流计体积笨重，耳机测差则不很精确。这里采用发光二极管 D_3 做指示，效果较好。它的原理是比较简单的。由电桥对角线取出音频信号经 BG_5 、 BG_6 、 BG_7 三级放大耦合到 B_2 次级，再由 $2\text{ AK } 10(D_2)$ 整流， C_{30} 滤波后点亮发光二极管 D_3 。当电桥平衡时输出为零， BG_5 基极无信号输入，发光二极管不亮。借此测知 RC 值。

LC 谐振频率测试显示也采用了发光二极管。由 BG_8 、 BG_9 复合管组成一直流放大器，使发光二极管作为集电极负载。当 LC 并联回路接入高频输出端， LC 谐振频率等于高频信号发生器 (BG_1) 的输出频率时， LC 两端阻抗最高，故电压也最高，经 D_1 检波后的直流使 $BG_{8,9}$ 放大点亮发光二极管。

其它部分电路原理较简单不再详述。

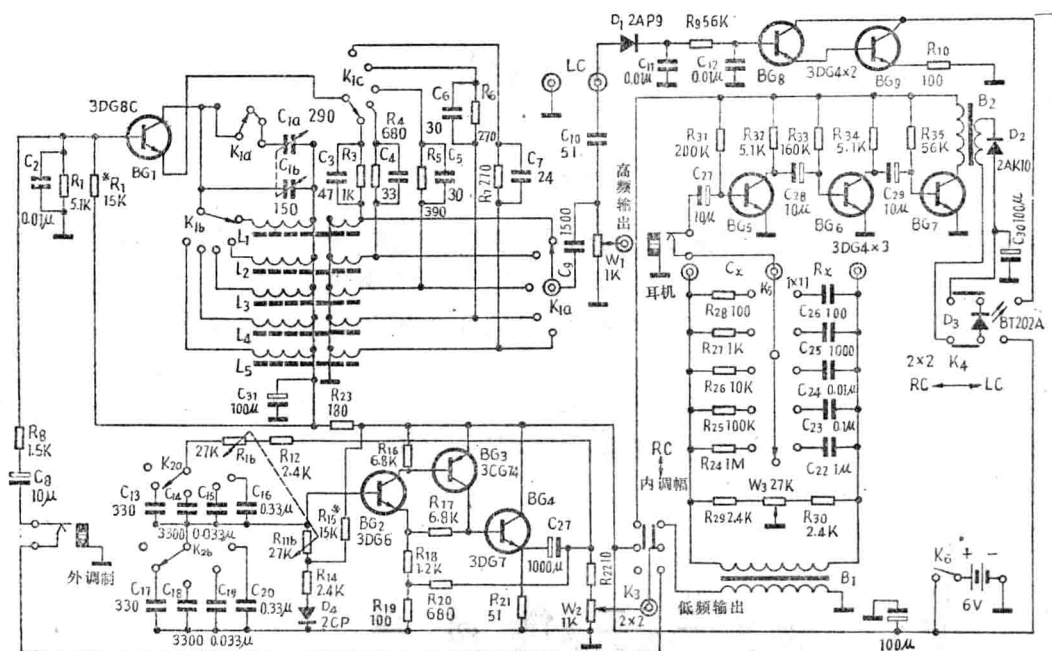


图 2

三、制作和调试

本机各部分调试都比较容易。先调高频部分。 BG_1 为高频振荡管。改变电阻 R_1 可确定 BG_1 的工作点。 BG_1 的集电极电流一般调在 $0.6 \sim 1$ mA 之间。在不同的波段, BG_1 的发射极电阻 ($R_3 \sim R_7$) 不同。当调试中发现某一波段低端不易起振时, 可适应减小发射极电阻。检查是否起振的办法是: 可用一晶体管收音机 (最好带短波段) 靠近仪器, 当电路起振时, 调谐收音机至适当频率, 可以收到仪器发出的振荡信号而出现哨叫声。如果电路不起振, 多数是振荡线圈相位接反, 可调头一试。

音频部分的调试关键是电阻 R_{15} 。在音频输出口接一个 800Ω 耳机监听。调 R_{15} 至听到音频声音即说明电路起振。另外电阻 R_{20} (反馈电阻) 也影响起振。 R_{20} 太小则易停振, 太大则波形不好。可适当选择。

RC 电桥部分的调试比较简单。RC 和 LC 指示放大器只要按原理图标明的数值安装, 一般不需调试即可工作。值得提出的是整流二极管 D_2 要选择正向电阻小的, 一般要从锗开关二极管中选用。

元件选择: 本机所使用的元器件都很普通。三极管除 BG_1 要求 f_T 较高外, 其它各管使用一般 3DG6 类硅管即可。 β 大一些为好。

D_2 如找不到开关管也可使用锗开关三极管的 b 、 c 结代用。都没有, 普通高频锗管也可用, 只是发光灵敏度低一些。

发光二极管 D_3 最好使用工作电流小于 10 mA 的, 例如 BT202A 之类。

本机所使用的电阻电容除音频选频网络和电桥中要求较准确外, 其它无特别要求。

电桥中的阻容用标准阻容最好, 一般业余使用误差要求不严, 所以可用串并联方式减小

误差。平衡电位器(W_3)必须是线绕电位器。

比较难办的元件是音频信号发生器中的双连同轴线绕电位器 R_{11} ，和 高频信号发生器中的差容双连 C_1 。这里的同轴电位器是采用两支阻值相同的电位器用螺丝接起来。双连电容用小型 290/250 P 的一种，将 250 P 一连拿去五片动片制成。

指示放大器中用的 B_1 、 B_2 是市售的晶体管收音机用的 3:1 输入变压器。

K_1 为 4×5 的磁质开关。 K_2 为 2×5 开关。

K_5 为 1×11 开关。 K_4 、 K_3 为 2×2 长把小型开关。各线圈绕制数据见附表。

线 圈 数 据 表

线 圈	初 次 级	线 径	匝 数	绕 法	骨 架	频 率
L_1	初级 次级	0.6×9	150 65	蜂房绕或乱绕	8 mm 加磁心	约 420~1500 KC
L_2	初级 次级	0.6×9	45 25	"	"	约 1500~4.5 M
L_3	初级 次级	0.23 0.23	19 10	密排绕	"	约 4.5M~9 M
L_4	初级 次级	0.5 镀银线	$6\frac{1}{2}$ 3	间绕	8 mm 加磁心	约 9 M~15 M
L_5	初级 次级	"	$3\frac{1}{2}$ 2	间绕	16 mm	约 15 M~45 M

线圈是实验数据，供参考

刻度：高频、低频刻度最好使用标准信号发生器和示波器。业余条件下，高频可利用刻度准确的收音机来定。由于仪器小，刻度盘半径小，标度不可能很密，所以只标出常用频率就可以了。刻度时可参考“中学科技”1978 年第三期第 36 页一文。

RC 电桥的刻度最简单的方法，是准备一些误差较小的电阻如 1K、2K、3K、5K、用串联方法可得出 1K~10K 的阻值，将 RC 倍率放在 10K 档，分别把各电阻插入 R_x 接线柱，调平衡电位器至发光最暗一点，依 R_x 阻值定出中点左边 0.1~1 (中点) 的大分度。将 RC 倍率放在 1K 档，仍用 1~10K 的电阻定出中点右边 1~10 的大分度。大分度定出后，小分度可按五等分划出 (实际小分度不是线性的，但业余使用要求不一定很准) 如要求准确，可仍用上法用各种阻值逐一定度。

四、使 用 方 法

1. 高频信号发生器：将 K_4 拨向 LC 一边，波段选择开关 K_1 置于所需要的波段，选定频率，即可在高频输出插口取出信号。需要音频调幅，可将 K_3 置于内调幅一边。音频可选择 400 Hz 或 1000 Hz。

2. 音频信号发生器：将音频波段选择至所需档位，调音频频率钮找到所需频率，从音频输出口可取出信号。

3. LC 谐振频率测试：将 K_4 拨向“LC”一边，将欲测的 LC 回路接入 LC 接线柱，观察发光指示。估计波段，转动调谐钮至一点发光最亮，则频率指示即为被测 LC 的谐振频

率。

4. RC 测量: 将 K_3 、 K_4 拨向“ RC ”一边, 将 R_x 或 C_x 接入接线柱, 调 RC 倍率至估计档, 观察发光指示, 调 RC 平衡, 至发光管熄灭或最暗一点(此一点两侧均发光)。则此时 RC 平衡指示数乘以倍率值即为 R 、 C 值。改变音频大小和频率可找到发光最灵敏的一点。测电容时, 如被测电容漏电严重则发光平衡点不明显, 电容断路、短路均找不到平衡点。

5. 无线电发射演示: 将音频波段拨至“0”档, 在外调幅插口接入电唱机或话筒, 高频输出口接上天线, 根据高频指示的波段和频率用收音机接收。

6. 电码练习器: 在音频插口将耳机(或低频放大器)与电键串连接入, 即可做电码练器。

7. 小电感测量: 将未知电感量的线圈并一已知电容, 测 LC 谐振频率 f 可利用公式 $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ 求出 L 值。

8. 回路, Q 值的估计: 将中频变压器或已知 Q 值的 LC 并联回路接入 LC 接线柱, 观察发光管亮度, 以此做根据, 对比欲测 LC 并联回路, 则发光亮的 Q 值高, 发光暗的 Q 值低。

北京 张宴

27. 电子数字识别器

电子数字识别器, 通用数字键盘(或其它方法)送入数字, 如果送入识别器的数据和设定的数据相符合, 识别器就发出数据符合控制信号, 使被控对象作规定的工作; 如送入的数据与预先在识别器设定的数据不同, 且按键送数的次数超过规定的次数, 识别器就发出声、光报警信号。因此, 电子数字识别器, 能用作时间控制, 顺序控制, 也可用来识别特征数字, 作保密室、保密柜的数字锁等等。

图 1 是电子数字识别器的组成框图, 图 2 是逻辑图。

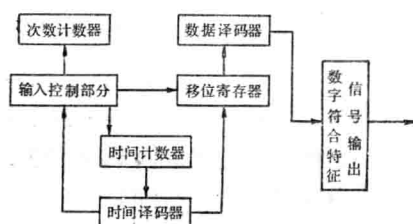


图 1

键盘是输入控制部分的一部分, 它的作用是, 在操作人员的控制下, 把 0~9 数字信号和控制信号送入识别器内。

输入控制部分, 把键盘送来的信息, 分成二个信号: 脉冲信号和电平信号。脉冲信号送至次数计数器和输入触发器 RS_1 , 电平信号送至门 $A_1 \sim A_4$ 。

时间计数器, 在输入触发器 RS_1 和计数触发器 RS_0 的控制下, 对振荡器发出的时钟信号 S 进行计数。通过时间译码器, 发出 T_1 、 T_2 和 T_3 三个信号, 来协调识别器的工作。

T_1 , 表示移位寄存器可以接收键盘送来的数据。

T_2 , 表示数字识别器输出的数据符合控制信号可以结束。

T_3 的出现, 表示数字识别器等待输入的时间已到, 应该切断数字识别器的电源。

移位寄存器用来存放键盘送来的数据。在 T_1 控制下, 移位寄存器可以接收新的数据。

数据译码器, 用来判断移位寄存器内的数据, 是否是预先设定的数。

次数计数器用以记录按数字键的次数。每次按动数字键后, 次数计数器加 1。达到规定