

1962 年首屆全國無線電工程制作評比

优秀作品資料選編（四）

## 無線電測試儀器

中華人民共和國體育運動委員會陸上運動司編

人民郵電出版社

1962年首屆全國無線電工程制作評比

优秀作品資料選編(四)

## 無線電測試儀器

---

編者：中華人民共和國體育運動委員會陸上運動司

出版者：人 民 郵 電 出 版 社

北京東四 6 條 13 號

(北京市書刊出版業營業許可證出字第〇四八號)

印刷者：北 京 郵 票 厂

發行者：新 華 書 店

---

開本 787×1092 1/32

1964 年 10 月北京第一版

印張 3 28/32 頁數 62 插頁 4

1964 年 10 月北京第一次印刷

印刷字數 88,000 字

印數 1-48,150 冊

統一書號：15045·總 1417—無 401

定價：(科 2) 0.46 元

# 目 录

## 編者的話

|                         |     |
|-------------------------|-----|
| 一、自制袖珍万用电表 .....        | 1   |
| 二、业余万用电表 .....          | 9   |
| 三、万用无綫电测试仪 .....        | 27  |
| 四、音频振荡器 .....           | 39  |
| 五、袖珍高频信号发生器 .....       | 40  |
| 六、栅倾表 .....             | 42  |
| 七、谐振式测频仪 .....          | 46  |
| 八、2N-11 型低频频率计 .....    | 47  |
| 九、五用测量仪 .....           | 52  |
| 十、六用收音测探仪 .....         | 61  |
| 十一、业余多用测试仪及电源組合設備 ..... | 70  |
| 十二、扫频仪 .....            | 79  |
| 十三、电子管效能测试仪 .....       | 85  |
| 十四、慢扫描示波器 .....         | 91  |
| 十五、MS-1 型脉冲示波器 .....    | 103 |
| 十六、八綫电子示波器 .....        | 112 |

# 一、自制袖珍万用电表

制作者：北京市康占元

## 主要性能：

### 1. 测量直流电流：

分 0—250  $\mu\text{A}$ —1 mA—10 mA—100 mA—500 mA 五档  
基本误差  $\pm 5\%$

### 2. 测量直流电压：

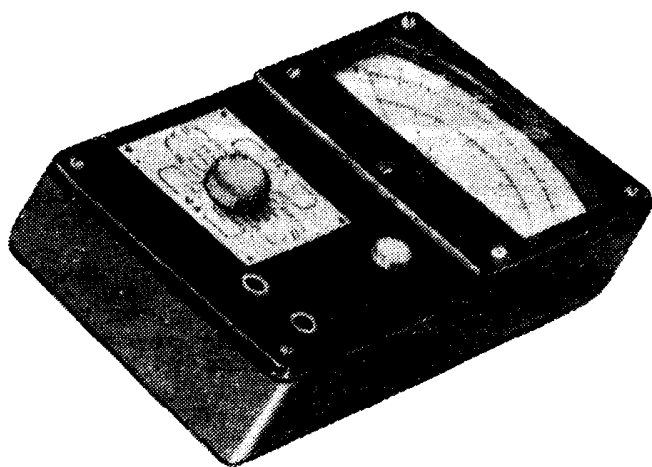
分 0—10 V—50 V—250 V—500 V—1000 V 五档  
基本误差  $\pm 5\%$

### 3. 测量交流电压及音频电压：

分 0—10 V—50 V—250 V—500 V—1000 V 五档  
基本误差  $\pm 4\%$

### 4. 测量电阻：

分  $R \times 0.2$ — $R \times 1$ — $R \times 10$ — $R \times 100$ — $R \times 1000$



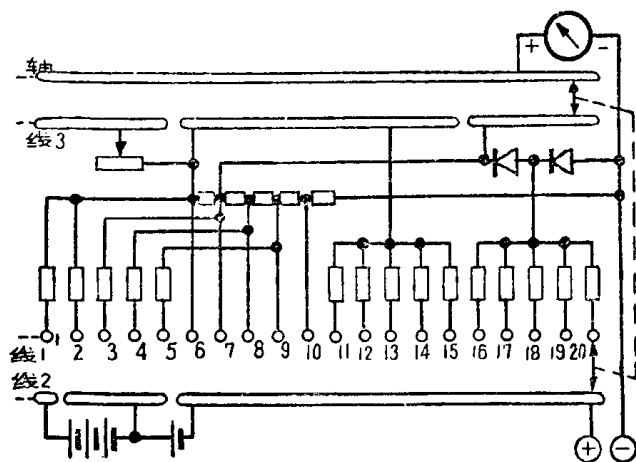
图一

基本誤差  $\pm 4\%$

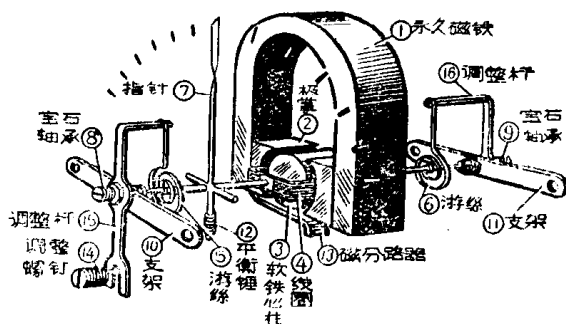
### 5. 測量電容:

測量電容時用交流電壓 250 V 檔。

這個萬用表小巧精緻，誤差較小，在這次評比中獲得一等獎。它的外貌如圖一所示，電路圖如圖二所示，其基本工作原理可見本書“業餘萬用電表”一文介紹，這裡僅介紹一些制作經驗。



圖二



圖三

## 一、废旧表头的利用

一般万用电表使用的表头都是磁电式电流表，其结构如图三。在利用旧表头时，应当选择这类构造的微安表或毫安表改用，并要挑选原有永久磁铁是磁力充足的，因为已经失磁的表头，灵敏度下降，不能使用，自己充磁又比较困难。废旧表头损坏的部分多数是线圈、游丝和轴尖，可以按照以下方法修理。

**1. 线圈烧断：**修理的步骤是：①拆除表头外壳和表面，并剪断引线；②用相当强的磁铁与表头磁铁并置，并使 N 对 S，S 对 N，以减弱表头磁铁的引力，便于操作；③松落支架螺丝，把支架连同软铁心柱、线圈等一套东西轻轻取出，要仔细不使它碰坏；④把游丝由调整杆上焊下来（注意要使用小尖头烙铁，或者把粗铜丝绕在大烙铁头上，引出一段代替尖头烙铁）；⑤放松轴承螺丝，取下线圈等一套东西；⑥用小刀起下线圈轴，这样就只剩线圈和框架了。一般线圈上都涂有洋干漆或化学漆。洋干漆可用酒精浸泡，化学漆用溶剂（香蕉水或丙酮）浸泡，待溶解后拆下漆包线保存备用；⑦重新绕制线圈。绕线可用高阻抗听筒的漆包线。如原拆下的漆包线断头不太多，边绕边焊接还是可以用的。为了增加表头的灵敏度，有时要加绕一些线，要看线圈框架的容纳量，以及线圈框架和磁铁间的空隙大小来决定，只要不影响线圈迴转就可以。绕好线圈后，用洋干漆或化学胶把轴重新装好，并注意装正。线圈的两个引出头用细沙纸擦净，分别焊在两端轴接线的突出部分。以后再按拆卸相反次序重新组装起来。

**2. 游丝扯乱：**修理时先做上述①—⑤步工作，然后用小尖烙铁把游丝根部焊接点焊开，取下游丝，放在倍数较高的放

大鏡下，用細尖嘴鑷子整理，使它的圈距均勻平整。

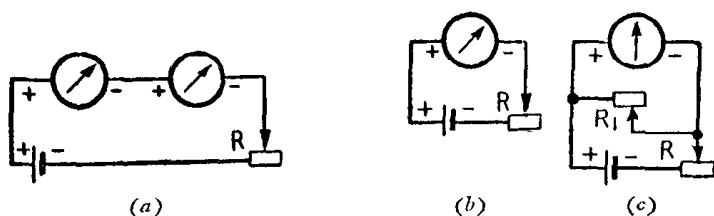
**3. 軸頂尖磨禿或磨歪：**如果表針轉動不靈活，指示數字不准，時高時低，就可能是軸頂尖磨禿或磨歪了。修理時按前面拆表方法在第⑥步時，找一平頂的細圓棍，如新鉛筆或電位器軸等，把表軸用化學膠或洋干漆粘在圓棍的平頂上。在油石上輕輕地邊轉邊磨，使表軸頂尖既尖而正。

**4. 指針及其配重：**萬用表要求指示精確，所以多用刀口形指針。如不是刀口形指針，或指針過短，就要改裝。這裡用了一小條竹片，削得很薄，作成長短恰合需要的表針，用紅化學漆粘牢在原來表針的根部，並用稀紅化學漆把表針塗紅。竹片有一定的彈性，不易碰彎或折斷。改裝表針後，由於表針的重量變了，平衡錘的重量也要跟着增減。如原有的配重分量過輕，可用漆包綫做一個新的換上去，如相差不多，可以調整配重的距離來糾正。要求不論表頭怎樣放置，表針總是不改變原來所停的位置。

一只廢表頭修好後，它的特性一定與原來不同，而且原來的表盤刻度也不合用。所以必須了解表頭的特性，以便重新畫制表盤。

第一步要了解表頭的靈敏度，也就是它的滿度電流。這時要用一節 1.5 伏的干電池，一只 500 千歐以上的可變電阻  $R$ ，和一只準確的電流表，按圖四 (a) 串聯起來。可變電阻應先放在最大阻值部位，然後逐漸降低可變電阻的阻值，使被測電表表針指示滿度。由標準表上讀出的電流就是被測電表的滿度電流。

第二步要了解它的定度規律。方法是增加可變電阻  $R$  的阻值，使標準表的指示讀數下降  $1/10$ ，並在被測表的表盤弧綫下表針所指處作一刻度綫。這樣增加電阻，使表針逐步回擺，逐



图四

步刻度，即可掌握它的定度规律了。

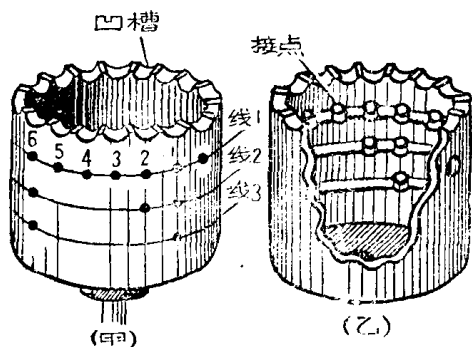
第三步要了解表头的内阻。这时要把电池、可变电阻  $R$  和被测表头如图四 (b) 那样串联起来，并注意可变电阻  $R$  仍要放在阻值最大处，然后逐步降低它的阻值，使表头指针指示满度。这时不要再动可变电阻，另取一个 5—10 千欧的可变电阻  $R_1$  与表头并联如图四 (c)。调节  $R_1$  使表头指针指示到正中位置，这时不动  $R$  与  $R_1$  的阻值，并把它們从电路中拆出来，用准确的万用表测出  $R$  与  $R_1$  的阻值。按  $R_1 \times \frac{R}{R - R_1} = \text{内阻}$  的公式，即可算出表头内阻。必须注意，表头内阻不可用电阻表直接测量，因为这样很容易损毁表头。

## 二、怎样制作分档开关

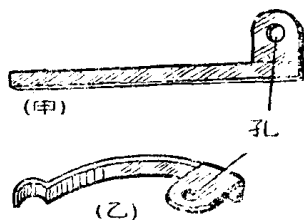
电流测量系有 250  $\mu$ A、1 mA、10 mA、100 mA、500 mA 等档；电阻测量系有中值为 2.4  $\Omega$ 、12  $\Omega$ 、120  $\Omega$ 、1200  $\Omega$ 、12000  $\Omega$  等档；交直流电压都是 10 V、50 V、250 V、500 V、1000 V。每个测量系分为五档。表头灵敏度是 160  $\mu$ A。

这具电表全部各档只用一个分档开关。是用一个去掉管脚的 GT 式电子管的胶木管腰作底座，在底部中心打一个孔，把一个分线器的轴承装在上面，并用它接表头的正端。在底座的外壁上如图五 (甲) 划三圈平行的线。在第一线上等分 20 分，打 20 个孔。任择第一线的某孔为孔 1，向左排列编号，共 20 号。

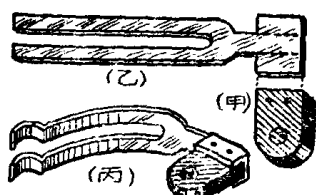
在第二綫上与第一綫上的孔 1 孔 2 孔 6 垂直位置上各打一孔。在第三綫上与孔 1 孔 6 孔 11 孔 16 垂直的位置上各打一孔。各孔直径約 1.8 至 2.0 毫米。在底座的頂边对正第一綫的各孔用小圓銼銼出距离均等的 20 个凹槽,以便在跳档时使滑鍵对正接点。然后用弹性銅片剪成比孔眼稍窄的若干小条,弯成「」状,在第一綫各孔中由內向外将其两头嵌入相邻的两孔內,在第二綫上則第一条嵌在第 1、2 孔內;第二条嵌在第 2、6 孔內,第三条嵌在第 6、20 孔內;在第三綫上則嵌在 1、6、6、15、16、20 孔內,作为接点 (图五(乙))。要注意各个「」状片 (接点) 必須离开,互相絕緣。还要制一个单臂滑鍵,一个双臂滑鍵和一个控制跳档的簧片。单臂滑鍵是用紫銅片剪成图六(甲)的形状,在虛綫处折成直角并如图六(乙)弯制打孔。制双臂滑鍵时,先取一小块胶板制成如图七(甲)的形状,再用銅片剪成图七(乙)的形状。把剪好了的銅片在有虛綫处折成直角,将剪好的胶板夹上,如图七(丙)所示,并用小鉚釘鉚住。控制跳档的簧片是用有弹性的发条鋼片或磷銅片剪成,长度較管腰直径稍长,并在中間打一孔,两端各焊一凸起銅片,如图八(a)所示。利用分綫器的軸作为开关的軸。单臂滑鍵、双臂滑鍵和跳档簧片,都



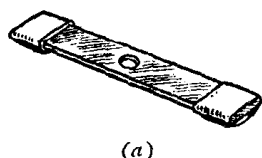
图五



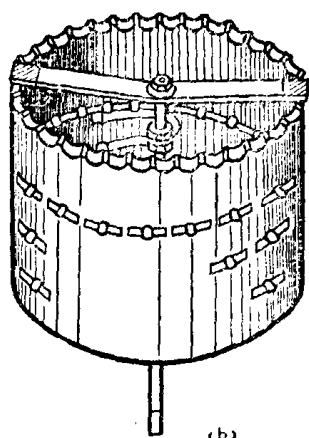
图六



图七



(a)



(b)

图八

用螺絲固定在軸上，單臂滑鍵應對正綫 3 的接點，雙臂滑鍵的兩個臂分別對正綫 1 和綫 2 的接點，跳檔簧片應壓在凹槽內。要注意各個滑鍵和跳檔簧片都要在一個垂直平面內，否則會發生錯接，損毀表頭。裝好的開關如圖八(b)。

### 三、如何校準

1. 分流器的校準：把配好分流器的表頭與標準表、一節電池及一個 500 千歐的可變電阻（放在最大阻值部位）按圖四(a)所示串聯起來。逐漸降低可變電阻  $R$  的阻值，使標準表的指示數恰好指示新表的設計數。這時如發現新表的指示數偏高，可降低分流器的阻值。如發現新表的指示數偏低，可增高分流器的阻值。如此反復對照調整，使新表與標準表的讀數一致，即告成功<sup>①</sup>。

2. 電阻測量系的校準：可以用標準電阻來測量。如沒有

注① 可參考“業余測試電表的設計”人民郵電出版社出版

标准电阻，也可用准确的万用表核对过的电阻来校准。但每档都要准备三种不同阻值的作为标准的电阻。如测得的指示数偏高，要降低倍率电阻的阻值；偏低则要增加倍率电阻的阻值。

**3. 电压测量系的校准：**可以把新表与标准表并联，接上适当的电压来校准。但要注意直流档要用直流，交流档要用交流。如发现新表的指示数偏高，应增加倍率电阻的阻值来改正；偏低则要降低倍率电阻的阻值。

万用表上使用的电阻要求很准确，一般都用炭膜电阻。如遇阻值稍小于所需阻值，可用鋼銼棱角将电阻原有的槽紋开寬一些。如遇阻值高于所需值，可用溶剂（香蕉水或丙酮）洗去电阻表皮的漆，把一端的銅头向內移动些。注意将移动后的銅头装固，保持接触良好，否則就会使阻值不稳定，影响准确度。修改后的电阻一定要重新用化学漆涂过，以免受潮，改变阻值。

#### 四、表盘的繪制

表盘可以用道林紙、卡片紙或鈔票紙繪制。如能找到未曝光的印像紙，經過定影处理后应用，則更光洁。繪制时以表針长度为半径，画出最外面一个圓弧，然后依次减小半径，画四个同心圓弧。注意圓心应对准表針軸心。刻度先用硬鉛笔划出，經過反复核对无誤，然后再用色笔繪制。

## 二、业余万用电表

制作者：安徽省潘家硕

### 主要性能：

#### 一、测量范围及用途：

1. 测量直流电压：(5000  $\Omega/V$ )

分 0—6V—15V—30V—150V—300V—600V—3000V 七档

2. 测量直流电流：

分 0—300 $\mu$ A—1.5mA—6mA—30mA—300mA—3A 六档

3. 测量交流及音频电压：

分 0—6V—15V—30V—150V—300V—600V—3000V 七档

4. 测量交流电流：

分 0—0.6A—1.5A—6A 三档

5. 测量电阻：

分  $R \times 1$ — $R \times 10$ — $R \times 100$ — $R \times 1K$ — $R \times 10K$ — $R \times 100K$  六档

6. 测量电容：

分  $C \times 1$ — $C \times 10$ — $C \times 100$  三档

7. 测量电子管：

可对一般电子管进行放射、互导的比较和漏电、短路等测试。

8. 作电源使用：

直流输出：0—200V (最大电流为 25mA)

交流输出：1.5V、2V、2.5V、3V、6.3V、12.6V、25V、35V、50V、70V、110V。

## 9. 其他:

可将表头从电路中脱开并接出, 以供其它测量之用。

## 二、测量准确度 (实测):

- |                  |                  |
|------------------|------------------|
| 1. 直流电压:         | 基本誤差为 $\pm 3\%$  |
| 2. 直流电流:         | 基本誤差为 $\pm 10\%$ |
| 3. 交流电压:         | 基本誤差为 $\pm 3\%$  |
| 音频电压 (5000 c/s): | 基本誤差为 $\pm 20\%$ |
| 4. 交流电流:         | 基本誤差为 $\pm 15\%$ |
| 5. 电阻:           | 基本誤差为 $\pm 2\%$  |
| 6. 电容:           | 基本誤差为 $\pm 5\%$  |

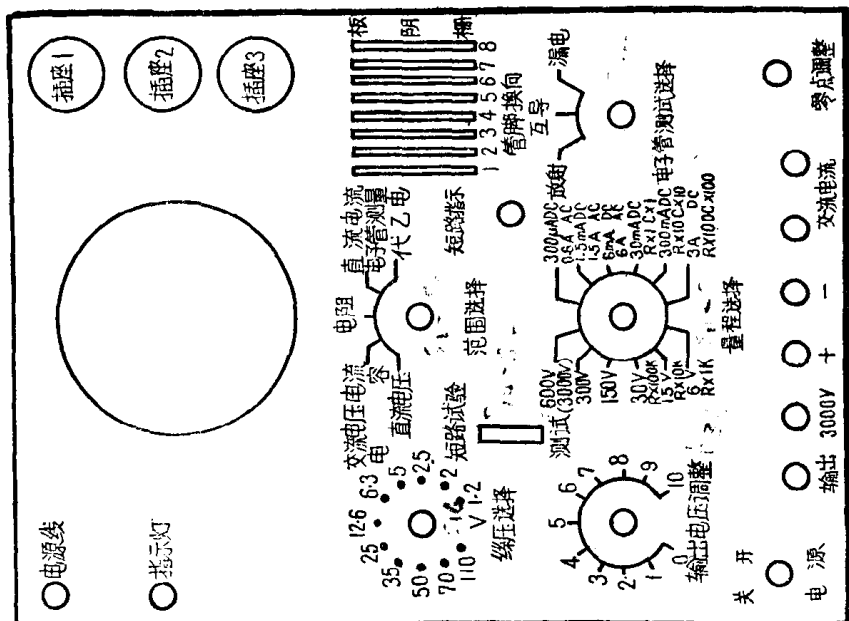
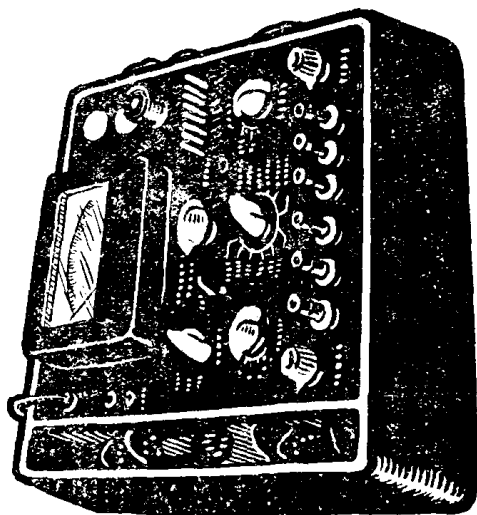
这个万用表是由高灵敏度表头 (微安表)、整流器、电流变换器及一些电阻、电容器等组成的一个综合性测试设备。它的用途较广, 性能良好, 在这次评比获得二等奖。

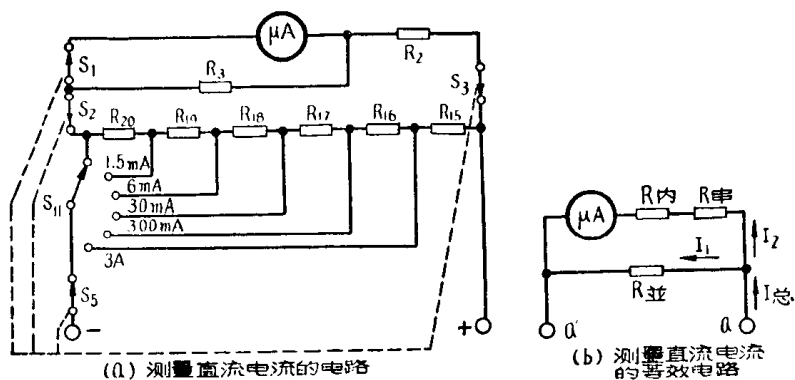
电表的面板图和外貌图见图九, 电路图见图十。图十中“范围选择开关” $S_1—S_6$ 处于“直流电压”位置, 底下位置依次是测量交流电压 (或交流电压和电容)、电阻、直流电流 (或测量电子管) 和代乙电 (即作电源使用) 位置。图十中的  $S_{11}—S_{13}$  为“量程选择”开关;  $S_7—S_{10}$  为电源开关, 除测量高电阻  $R \times 100 K$ 、电容、电子管和代乙电时一般都放在右边。为了便于介绍, 将电路按各种不同用途分拆开来, 简述如下:

### 一、直流电流的测量:

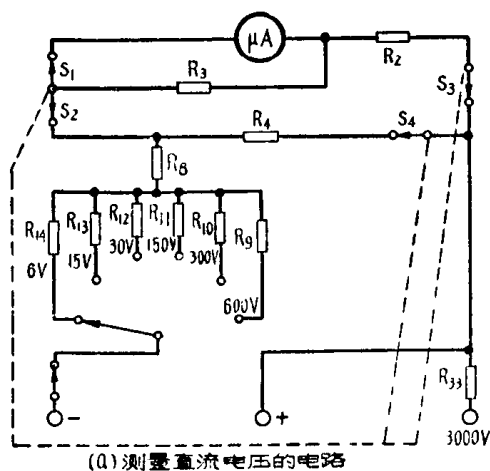
测量直流电流的电路如图十一 (a) 所示, 其等效电路如图十一 (b) 所示。图十一 (a) 中  $R_2$ 、 $R_3$  是用来调整表头的灵敏度和内阻之用, 使表头符合满度电流为 150 微安和内阻为 1 千欧姆的基本要求。

微安表本身就是一个测量直流电流用的仪器, 但是它的量程太小。如要测量较大的电流, 需要用适当并联电阻将多余的





图十一



图十二

电流分流掉，使流过微安表的电流仍不超过其允许通过的最大电流，图十一(a)中的  $R_{15}$ 、 $R_{16}$ 、 $R_{17}$ 、 $R_{18}$ 、 $R_{19}$  和  $R_{20}$  就是作分流用的并联电阻。利用“量程选择”开关变换并联电阻和串联电阻的阻值，便可得到不同的电流量程范围①。

## 二、直流电压的测量：

测量直流电压的电路如图十二(a)所示，其等效电路如图十二(b)所示。

若有一直流电压  $V$  加于图十二(b)所示的电路的两端，则就有一个相应电流  $I$  通过电流表，当电路中元件参数一定时就可根据这电流的数值来确定外加电压  $V$  的大小。改变电路中串联电阻  $R_{串}$  的数值，就可以得到不同的电压量程范围。图十二(a)中的  $R_9$ — $R_{14}$  就是作为选择不同电压量程时用的串联降压电阻。由于测量交流电压时也用  $R_9$ — $R_{14}$  作为改变量程的串联电阻，为了补偿测量交流电压时引入电路的桥式整流器的内阻，在测量直流电压的电路中采用一直流附加电阻  $R_8$ 。

## 三、交流电压的测量：

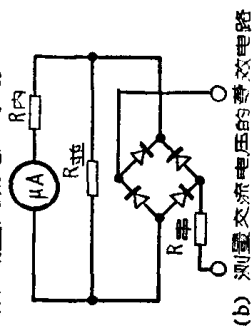
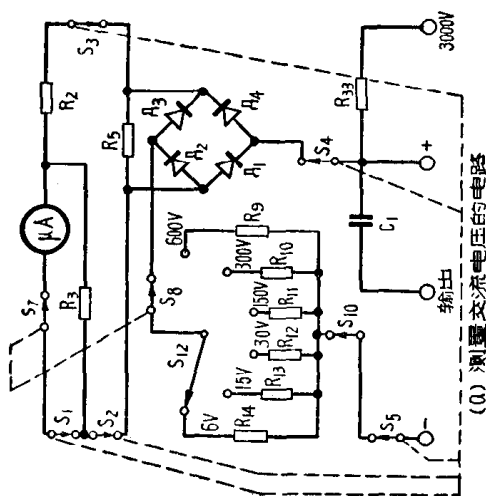
测量交流电压的电路如图十三(a)所示，等效电路如图十三(b)所示。

测量交流电压的工作原理与测量直流电压基本相同，只是交流电不能对直流表头起作用，因而需要事先将交流电变成直流电后再进行测量，图十三(a)中  $\mathcal{A}_1$ 、 $\mathcal{A}_2$ 、 $\mathcal{A}_3$  和  $\mathcal{A}_4$  所构成的桥式整流电路就是起这一作用的。

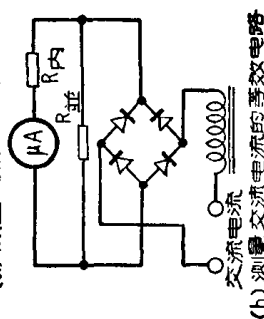
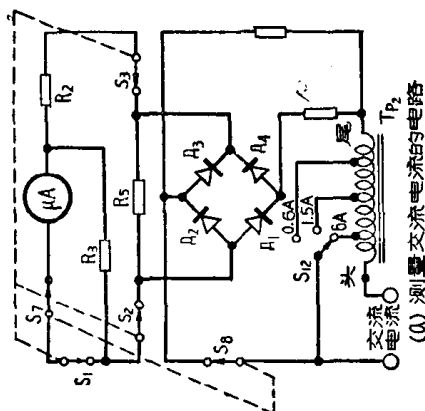
由于交流电经整流后得到的直流电压比其有效值小，而交流电压（或电流）的大小都是用有效值来表示的，同时整流器的效率一般为80%—90%，所以测量交流时用的表头分流电阻

---

注① 可参阅人民邮电出版社出版的“业余测试电表的设计”一书。



图十三



图十四