

# 工程教育

## (初级)

### ◆实训内容：

MF-

50型指针式万用表的安装、校验及应用测试

学 号：

座位号：

姓

名：

**实训时间：**

# 引言

在刚进入上海大学这所独具一格的大课时，我们每个人都拿到了一本学院发的教学一览。也许是由于在高中时留下的“后遗症”，一拿到书就前前后后仔仔细细地看了一遍，对其中诸多课程都很好奇，当然包括了工程教育（初级）。

由于在中学我们都是直接用多种表去做试验，无形之中就认为表很复杂，不是我们学生能做的，都是那些专业人员和工厂做的。当看到简介时，我就心生好奇，我们也可以做万用表？这就是我对本门课程的初步认识。

伴随课程的加深，有某些同学先选了本课程。我在不一样场所中也多多少少理解工程教育（初级）。有听说本课程很难，到最终也没做好；也有说本课程很简朴，很轻松；更听说开这门课的“垄断”老师的诸多议论。

这更使我好奇，这门课为何有那么多人评价，并且评价不一呢？我怀着好奇与疑惑选择了这门争议不停的课程。

**注：**

**本份汇报会从原理一个人小结—装调一个人小结—  
校准一个人小结—考后反思—**

启发与提高的方式，对万用表的进行论述，并论述了本人对该表制作过程的体会以及对该课程的想法。

# 目录

<b>第一部分</b>	<b>MF-50型指针式万用表的原理</b>	
一、万用表的简介	.....	4
二、MF-50型指针式万用表的构造简介	.....	4
三、测量项目电路的工作原理分析	.....	5
四、个人小结	.....	10
<b>第二部分</b>	<b>MF-50万用表的装调</b>	
一、万用表装调前的准备工作	.....	10
二、印刷板的焊接	.....	12
三、万用表的整机装配	.....	13
四、个人小结	.....	14
<b>第三部分</b>	<b>MF-50万用表的校准</b>	
一、万用表的校准	.....	17
二、个人小结	.....	20
<b>第四部分</b>	<b>MF-50万用表的妙用</b>	
四、个人小结	.....	23
<b>第五部分</b>	<b>思索题汇总</b>	
<b>第六部分</b>	<b>制作中碰到的问题及处理措施</b>	
<b>第七部分</b>	<b>考后反思</b>	

## 第八部分

## 感想与启发

# 第一部分

## MF-50型指针式万用表的原理

### 一、万用表的简介

万用电表又称多用表，是一种多量项和多量程的便携式电气测量仪表。一般可以用来测量直流电流、直流电压、交流电流、交流电压、电阻和音频电平等。万用表具有多种用途、多种量限，操作简朴、携带以便等长处。

万用表有指针式和数字式之分，本次实训是安装指针式MF—50型万用表。

### 二、MF-50型指针式万用表的构造简介

指针式万用表重要有表头、测量线路和转换开关构成。

#### 1、表头

万用表的表头多采用高敏捷度的磁电系测量机构，表头的满偏电流一般为数微安到数百微安，满偏电流越小，则称表头敏捷度越高。表头敏捷度越高越好。本表头的表头满偏电流为83.3  $\mu$ A；在一般指针式万用表中属中等敏捷度。

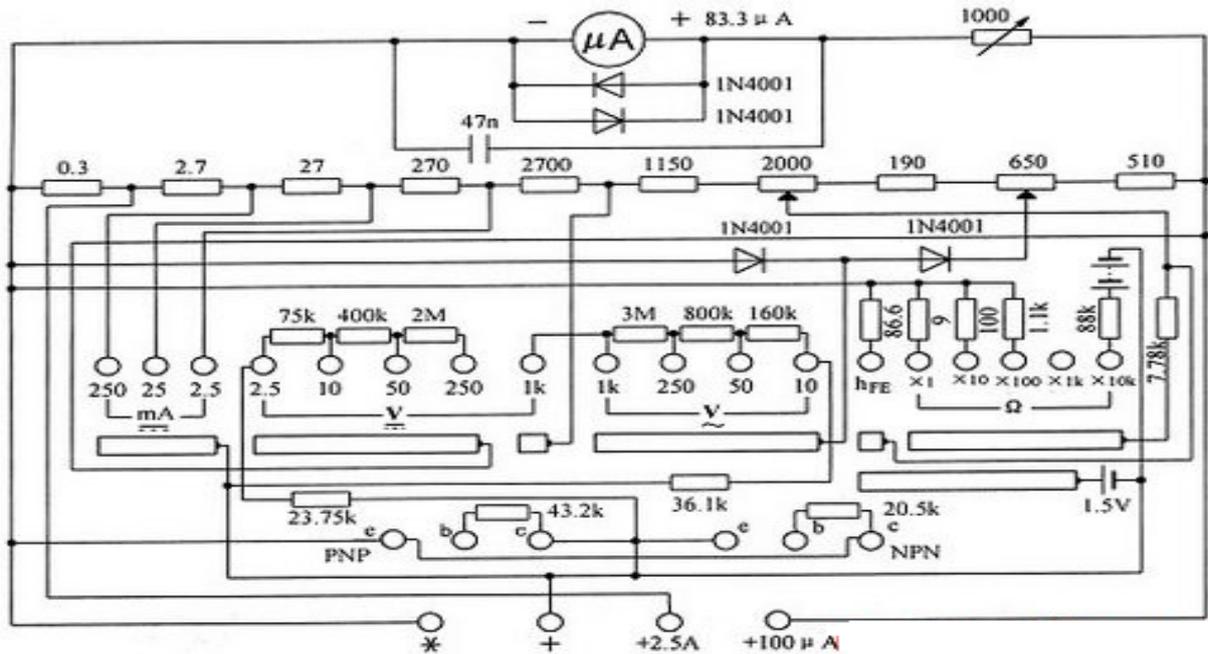
#### 2、测量电路

测量电路的作用是把被测的电量转化为适合于表头规定的满偏电流以内。测量电路一般包括分流电路、分压电路和整流电路等。

#### 3、转换开关

转换开关是万用表选择不一样测量功能和不一样量限时  
 电路切换器 图1-1 MF-50型万用表的电路原理图 ]不一样  
 的测量线路接通，以满足个不同的测量规范。

### 三、测量项目电路的工作原理分析



由图1-

1可知，本表所用表头敏捷度为83.3 μA，其内阻（偏转线圈铜阻）约为1.2K Ω左右，则使其满偏时表头二端所需电压为：

$$83.3 \mu A \times 1.2 K \Omega = 100 mV$$

#### 1、 直流电流的测量线路（DCA）

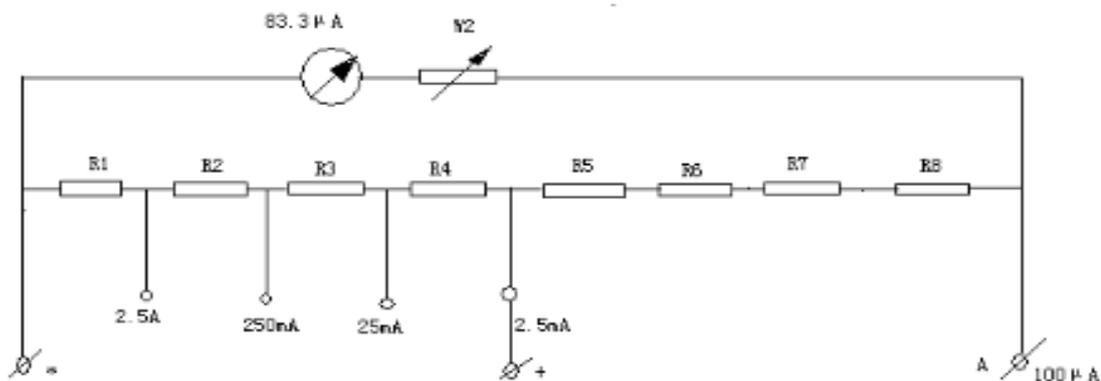


图1-2 直流电流的测量线路

图1-

2中，表头与 $W_2$ 串联成一满量程电流 $83.3\mu A$ ，内阻为 $1.5K\Omega$ 的基本表。测量电路采用环形分流式电路，显然为满足“ $A$ ”点与“ $*$ ”

间流过 $100\mu A$   $\frac{83.3\mu A \times 1.5K\Omega}{(100 - 83.3)\mu A} = 75K\Omega$  时表头满偏。则并联电阻总

值应为： $R_{\#} =$  （式中， $R_{\#} = R_1 + R_2 + \dots + R_8$ ）

此时，回路环阻总值为 $9K\Omega$ 。在此基本状态下，我们可求出每一测量档分流电阻的值。

设： $R_N$ 为第 $n$ 档分流电阻总值（单位 $\Omega$ ）

$I_N$ 为第 $n$ 档电流测量满度值（单位 $mA$ ）

则当第 $n$ 电流测量档表头指示满度时应有下式：

$$(9K\Omega - R_N) \times 83.3\mu A = (I_N - 83.3\mu A) R_N$$

$$9K\Omega \times 83.3\mu A - R_N \times 83.3\mu A = I_N R_N - 83.3\mu A R_N$$

$$R_N = \frac{9K\Omega \times 83.3\mu A}{I_N}$$

根据上式我们可以求得：

第一档  $I_1$  为 2.5A,  $R_1=0.3\Omega$ ,  $R_{内}=0.3\Omega // (2.7\Omega+27\Omega+270\Omega+1.5K\Omega+7.2K\Omega) = 0.29999\Omega$

第二档  $I_2$  为 250mA,  $R_2=3\Omega$ ,  $R_{内}=(0.3+2.7)\Omega // (27\Omega+270\Omega+1.5K\Omega+7.2K\Omega) = 2.999\Omega$

.....

而  $R_n=R_N - R_{N-1} \therefore R_1=0.3\Omega$ ,  $R_2=2.7\Omega$ ,  $R_3=27\Omega$ ,  $R_4=270\Omega$

$R_5+R_6+R_7+R_8=7.5K\Omega - (R_1+R_2+R_3+R_4) = 7.2K\Omega$  余类推。

同样, 根据上述分析, 我们可以求出环型分流电路中任一点接入时的满偏电流。即:  $I_N = \frac{9K\Omega \times 83.3\mu A}{R_N}$

式中:  $R_N=R_1+R_2+\dots+R_n$ ;  $I_N$  为此接入端对应的满偏电流值。

## 2、直流电压的测量线路 (DCV)

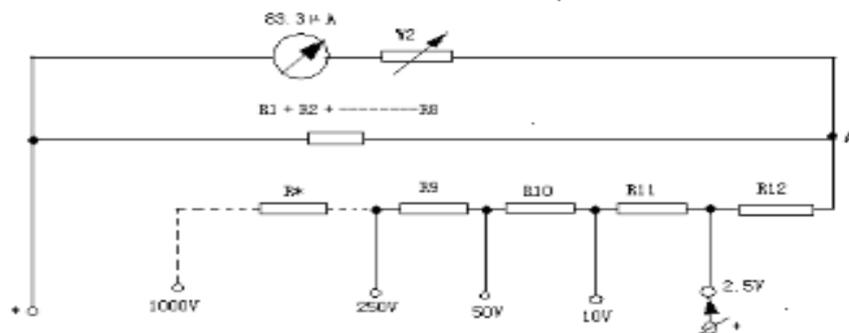


图1-3 直流电压的测量线路

从图中可见: 直流电压基本测量电路的表头分流接入端为A, 此时的满偏电流为  $100\mu A$ , 只要在A端串入对应的分压电阻, 即可构成不一样量程的电压表。

根据前述，制成的电压表对被测电路的影响越小越好，对电压表而言，内阻越大，从电路分走的电流越小。本直流电压表的表头分流电路接入点电流为满度 $100\mu\text{A}$ ，因此串入的分压电阻每分得 $1\text{V}$ 电压所需的电阻值为： $1\text{V}/100\mu\text{A}=10\text{K}\Omega$ ，或称电压测量敏捷度为 $10\text{K}\Omega/\text{V}$ ；此值是表达电压表性能好坏的重要指标，此值越大，表达电压表性能越好。

从图1-

$$\frac{V_N}{100\mu\text{A}} \quad \text{3可}$$

见，A端与“\*”端间的等效电阻值为 $7.5\text{K}\Omega//1.5\text{K}\Omega$ ，而任一电压测量档的总电阻为： $R_N=$

式中： $V_N$ 为该测量档表头满偏电压值

实际应串入的电阻值为： $R_{VN}=R_{VN}-1.25\text{K}\Omega$

相邻两测量档的串入电阻值应为： $R=\frac{V_N-V_{N-1}}{100\mu\text{A}}$

计算：2.5V档： $R_{\text{内}}=\frac{2.5\text{V}}{100\mu\text{A}}=2.5\text{K}\Omega$ ，

$$R_{12}=2.5\text{V}/100\mu\text{A}-1.25\text{K}\Omega=23.75\text{K}\Omega$$

$$10\text{V档：} R_{\text{内}}=\frac{10\text{V}}{100\mu\text{A}}=100\text{K}\Omega \quad R_{11}=\frac{(10-2.5)\text{V}}{100\mu\text{A}}=75\text{K}\Omega$$

$$50\text{V档：} R_{\text{内}}=\frac{50\text{V}}{100\mu\text{A}}=500\text{K}\Omega \quad R_{10}=\frac{(50-10)\text{V}}{100\mu\text{A}}=400\text{K}\Omega$$

$$250\text{V档：} R_{\text{内}}=\frac{250\text{V}}{100\mu\text{A}}=2.5\text{M}\Omega \quad R_9=\frac{(250-50)\text{V}}{100\mu\text{A}}=2\text{M}\Omega$$

1000V档：1000V直流电压档的表头分流接入端为B点，此时满

$$\text{偏电流为 } 250 \mu\text{ A, } \therefore R_{\text{内}} = \frac{1000V}{250\mu A} = 4\text{M}\Omega$$

因此，该当串入的电阻总值为 $4\text{M}\Omega$ 。本表借用了交流测量线路的分压电阻，它们的测量电阻和恰好为 $4\text{M}\Omega$ 。此时的电压测量敏捷度为 $4\text{K}\Omega/\text{V}$ 。

### 3、交流电压测量电路（ACV）

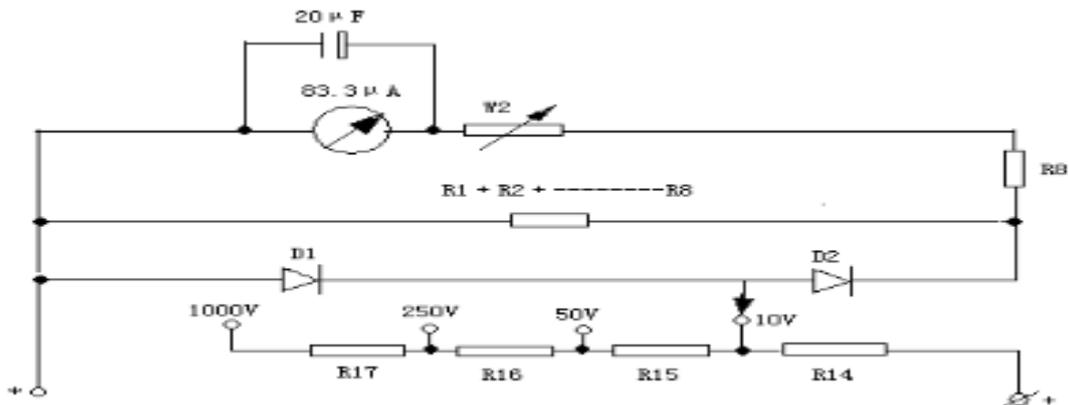


图1-4 交流电压测量电路

交流电压档只能测量正弦电压，其读数为有效值。本测量线路的半波整流输出在表头分流电路的接入端改为C点，（即前面分析的R7和R8中间），恰好满足表头满偏 $112\mu\text{A}$ 的规定。

### 4、电阻测量线路

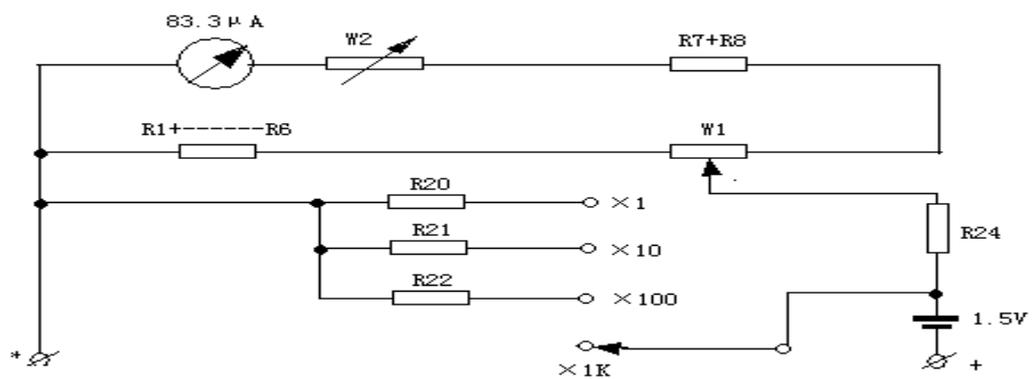


图1-5电阻测量线路

电阻是无源器件，不也许为电表提供能量，为使测量时表头偏转，电表内必须内装电池。图1-5可见，在测量回路中串入了1.5V电池，当测量段接入电阻，回路电流即可推进表头偏转。万用表用于电阻测量时，表笔短接，表头满偏，表针指值为0；。

## 5. hFE的测量

MF-

50型万用表对三极管hFE的测量除运用了三极管基本放大电路外，基本原理同电阻的测量相似。

## 四、个人小结：

万用表实际上就是一种复杂的电子线路再连上一种表头的仪器装置。在通入电源后，有电流通过表头，使指针偏转，再通过计算得出所需测试量，将数值标在指针指示的对应位置。从而就可以测量多种不一样的量了。至于多量程，多档位的测量，是通过装换开关接在不一样电阻上的成果。

## 第二部分

# MF-50万用表的装调

## 一、万用表装调前的准备工作

由于万用表的内部构造较为复杂，所需的电子器件比较多，故需在装调前将所有电子器件一一清点，并且安装工具也要准备妥当，以免在安装过程中出现不必要的错误。

**1、对照电路原理图，看懂印刷电路版图及印版元器件装配图。**

## **2、安装所需器件**

### **(1) 电阻**

**注：**一般识别电阻的措施——色环标示法：

色标法是用不一样颜色的色环把电阻器的参数（阻值和容许偏差）直接标在表面上的一种标志措施。

### **(2) 电位器**

**注：**在本表中所需的电位器（1个）：W2 620 Ω

### **(3) 二极管**

**注：**在本表中所需的二极管（4只） IN4007

### **(4) 电容注：**在本表中所需的电容（1个）：

### **(5) 线路板（1块）**

### **(6) 电刷（1只）**

**(7) 其他零件：**导线若干、内齿垫圈（1只黑色）、M4螺母（一只）、M2.5×30螺钉（2个）、M3自攻螺丝（3只）。

## **3、安装所需工具**

电烙铁、尖嘴钳、斜口钳、镊子、平口和花口螺丝刀、针头

## **4、安装前测试与调试**

检测各电子器件与制作工具与否性能良好并使性能到达最佳。

**注：**（1）用试验室提供的万用表，小心的检测 $\Omega$ 调零电位器（电位器电阻丝很细易断）。两定臂电阻为2.1K，动臂电阻可谓为好。

（2）表头电流敏捷度测试

测试原理：两电流表串联，其电流相等。

测试成果：万用表表头电流敏捷度为83.39  $\mu$  A

（3）电烙铁电源线无破损，手柄和烙铁头不松动。

## 二、印刷板的焊接

按照印版元器件装配图，将电子元器件分别焊接上去。

1、对照万用表的元器件装配图用三根合适长度的硬导线将印版上应连接的点连接起来；

2、将电阻按印刷版上应装位置孔距弯脚，插入印版并贴紧印版焊牢（注意装焊次序：先装印版边缘电阻，后装进中心孔电阻）当装好所有电阻检查无误后，齐根进去电阻脚。

3、二极管按印刷版上应装位置孔距弯脚，插入印版并贴紧印版（注意极性），将D1负脚弯向D2正脚焊牢并剪去管脚。

4、将电容插入印版并贴紧印版（注意极性）焊牢并剪去电容脚。

5、根据引线去向阐明选择合适长度的导线焊至印刷版对应的点位。（决不能空中接线！！！！）

**注：**

**焊接注意事项：**

- 1、焊接时间要合适（控制在2秒之内）
- 2、不应烫伤周围的元器件及导线。
- 3、标识安装时，字体应向上或向外，便于目视。
- 4、中频变压器要与底板吻合。
- 5、晶体管、集成电路焊接速度要快，要注意脚的极性。

### 三、万用表的整机装配

- 1、将印刷版装入表壳，然后将导线按照印版元器件装配图分别于万用表的其他构造进行焊接。
- 2、仔细微调印版位置，使旋转开关轴恰好位于印板孔中间，拧上三枚自攻螺丝（1、拧螺丝时要将螺丝刀顶紧螺丝，防止打滑！2、拨段开关一定要旋紧，否则很轻易翘起，从而导致接触不良，指针不会偏转！）。
- 3、将三头簧片电刷安装到旋转开关轴上（注意背面的方向，要背面对准HFE档位，否则短接指针不会在欧姆档位偏转！），加上垫圈拧上螺母。试旋动开关，使电刷的三个触电恰好对准印版中间，并且三点压力均匀，再用尖头钳拧紧螺母（另一只手捏住背面的波段开关）。

**注：**此处的螺母务必要旋紧！三个螺丝拧上时，先都松一点，等到三个螺丝都上好且板子也调整好位置后，再分别加力，使板子被固定好，一般已经吃力的螺丝再拧半圈左右就行了，力度过大轻易使板子断裂。

4、装上电池（注意电池与电池座的极性，假如装反，指针会向左偏，但在此表中指针几乎不动！）

#### 四、个人小结

万用表的装调是本次实训的重中之重，表做不好，还谈何校准与测试。在此制作过程中，是充分调动了我的动手与动脑相结合的能力。但也充分地暴露了我动手方面的缺陷与看待事情不能一丝不苟的态度。

在课堂上，老师有关电表装调讲的不是诸多，但所讲的内容对装调都很实用。不过由于我（也包括其他大部分同学）不能深深明白与体会老师的话，因此在装调过程中是困难重重。不过在此过程中，从老师所讲的与装调过程中所碰到的问题以及后来又通过思索分析、排除故障的过程中所得到的知识与经验是最宝贵的。如下是本次过程中印象比较深刻的知识与经验。

1、由于本次实训要用到电烙铁，也就是接触电的几率大大增长，因此老师在课堂上着重讲解与强调用电常识与用电安全。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。  
。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/885000043340011230>