

常用电子仪器的使用

无锡轻工业学院

一九八一年三月

常 用 电 子 仪

使 用

目 录

- 一、MF-30型袖珍万用电表
- 二、GB-9型真空管电压表
- 三、XD-1型低频信号发生器
- 四、SB-14型普通示波器
- 五、SBT-5型同步示波器
- 六、JT-1型晶体管特性图示仪

一、MF—30型袖珍万用电表

(一)、概述：

MF—30型袖珍万用电表是一种小型化、高灵敏度、多量程的万用电表。在本产品中有测量机构保护装置和外电路熔断口，可以有效地减少仪表损坏的因素。高度灵敏的测量机构能够得到保护不致损坏。仪表在结构方面，轻而牢固可靠，量限规格方面，考虑了晶体管电路测试需要，增设直流小电流和低

电压。为满足测量电阻的需要，电阻量限设置了5个倍率，打破了历来小型电表不能代替大型电表的常规。

本产品灵敏度高、外观美观、体积小、重量轻、寿命全、使用方便，可供电子工业的单位和经常流动使用的单位、农村广播站等作测量各种电参量之用。

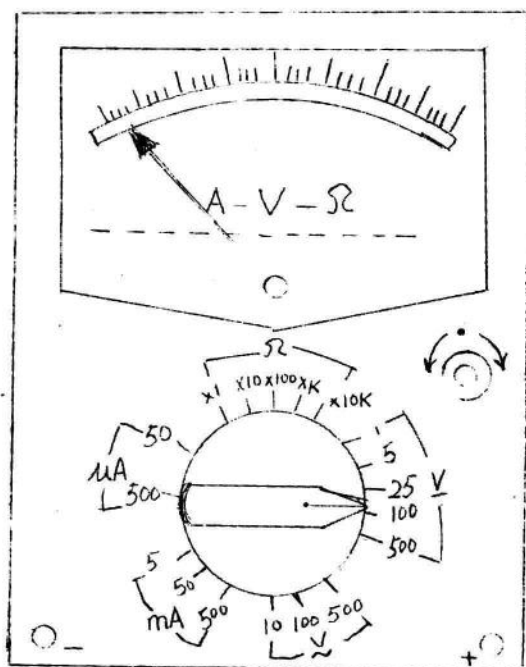


图1 MF—30型袖珍万用电表。

(二) 面板图：(见图1)

(三) 技术指标：

- 1、测量范围及精度。(见第2页附表)
- 2、仪表适应在周围气温为 $0 \sim +40^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度在85%以下的环境工作。
- 3、外壳与电路的绝缘电阻，在相对湿度不大于85%的室温条件下，不小于 $20\text{ M}\Omega$ 。

4、外壳与电路的绝缘强度，能耐受 50 Hz 正弦波、电压 2000 V 历时一分钟。

5、外形尺寸与重量：135×93×46 毫米，0.45 公斤。

测 量 范 围	灵敏度相电压降	精度	误差表方法
直流电压			以上另计百分数
1 ~ 5 ~ 25 V	20000 V	2.5	
100 ~ 500 V	5000 V	2.5	"
交流电压			
10 ~ 100 ~ 500 V	5000 V	4.0	"
直流电流			
50 μ A ~ 0.5 ~ 5 ~ 50 ~ 500 mA	$\approx$ 0.75 V	2.5	"
电 阻			以标准尺长度百分数计
$\Omega \times 1, \Omega \times 10, \Omega \times 100$	—	2.5	
音频电平			
$\Omega \times 1K, \Omega \times 10K$	—	4.0	"

附加量限：(1)、电容 500 Pf ~ 0.3 μ f (100V) 0.07 ~ 0.5 μ f (10V)

(2)、电感 20 ~ 1000 H ($R_v = 50K$) (10V) 0.5 ~ 20 H

(3)、($R_v = 1K$) (10V)

(4)、晶体管共发射极正向放大系数 hFE。

(5)、晶体管的极性判别， I_{ceo} 的测量， I_{cbo} 的测量。

注：音频电平 -10 ~ +22 db。

(既直流放大倍数或大讯号放大倍数)。

(四) 使用方法。

1. 零位调整

使用之先应注意指针是否指在零位上。如不指在零位时，可调整表盖上的机械零位调节口，使恢复调至零位上。

2. 直流电压测量：

将测试杆红色短杆插在正插口，黑色短杆插在负插口。将范围选择开关旋至直流电压的五挡范围内。如不能确定被测电压的大约数值时，应先将范围选择开关旋至最大量限上，根据指

示值的大约数值，再选择适宜的另限位置上。使指针得到最大的偏转度。

本仪表由于灵敏度较高，在测量电流内阻较高的电压时，不会显著影响电路的状态。在电子电路中也有有效内阻很高的，此时由于仪表的测量影响，使电路改变了状态，或者引起很大误差。像这样的情况下，宁可把电压另限选得低一些，使仪表内阻增大一些，以减少测试并联影响。

3、交流电压测量：

测量方法与直流电压相似，只要将选择开关旋至交流电压范围内既可。交流电压的额定频率为45~1000 Hz，正弦电压的波形失真小于2%。非正弦波形失真很大的电压，会造成很大误差。如频率范围超过额定值但不超出10 KHz，仍可以测量但误差较大。

4、音频电平测量：

测量方法与交流电压相似，将选择开关选至适宜的交流电压范围内，使指针有较大的偏转度。如被测电流同时带有直流电压，则在仪表的正插口上应串联上一个大于0.1 μf、耐压大于400V的隔直电容即可。

音频电平的刻度是根据 $0\text{db} = 1\text{mW}$ ，600Ω 输送线标准设计，标度尺指示值为 $-10 \sim +22\text{db}$ 。当被测之另大于 $+22\text{db}$ 时，可在100 V挡或在500 V挡测量。但指示值应按下表所示数值修正：

音频电平换用量限刻度读数修正表

另 限	按电平刻度 增加值	电平的测量范围
100 V	20	$+10 \sim +42\text{db}$
500 V	34	$+24 \sim +56\text{db}$

音频电平与电压、功率的关系为下式所示：

$$N \text{ db} = 10 \log_{10} \frac{P_2}{P_1} = 20 \log_{10} \frac{V_2}{V_1}$$

式中 P_1 —— 在 600Ω 负荷阻抗上 0 db 的标称功率 $= 1 \text{ mW}$ 。

V_1 —— 在 600Ω 负荷阻抗上消耗功率为 1 mW 时的相应电压
即：

$$V_1 = \sqrt{P_1} = \sqrt{0.001 \times 600} = 0.775 \text{ V}$$

P_2 、 V_2 —— 被测功率和被测电压。

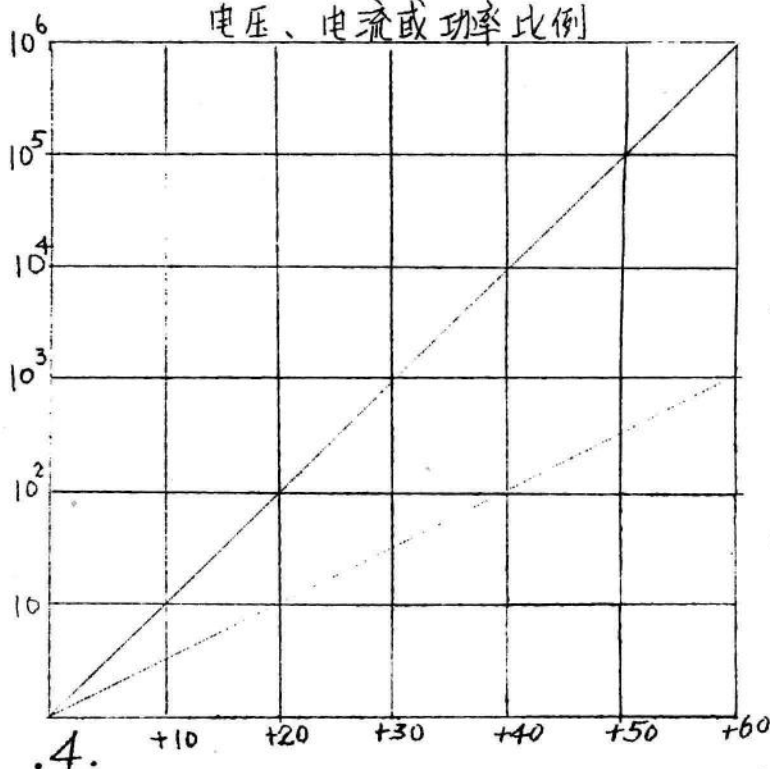
为了便于计称，可以用“电压及功率比 —— db 换标表”直接查出相对应的电压和功率与 db 的关系。

例如：用 100 V 另限测得一个音频电平值，仪表指示为 10 db ，其实际 db 值为 $10 + 20 = 30 \text{ db}$ 。从换标表中查出功率及电压为：

$$P_2 = P_1 \times 10^3 = 1 \times 10^{-3} \times 1 \times 10^3 = 1 \text{ W}.$$

$$V_2 = V_1 \times 31.5 = 0.775 \text{ V} \times 31.5 = 24.1 \text{ V}.$$

电压、电流或功率比例



1. 功率 — 十分贝。

2. 电压电流 — 十分贝

电压及功率比表 + db .

表中查出功率比 $= 10^3$ ，电压比 $= 31.5$ 。相应的功率及电压为：

$$P_2 = P_1 \times 10^3 = 1 \times 10^{-3} \times 1 \times 10^3 = 1 \text{ W}。$$

$$V_2 = V_1 \times 31.5 = 0.775 \text{ V} \times 31.5 = 24.1 \text{ V}。$$

5、直流电流测量：

直流电流测量范围为 $50 \mu\text{A}$ — 500 mA 将范围选择开关旋至直流电流范围内，测量时将测试杆串联接在被测电路之中即可。

6、电阻的测量：

将选择开关旋至欧姆的各挡范围，并将测试杆二端短路，指针即向满度方向偏转，调节零欧姆调正电位器，使指针准确地指在欧姆刻度的零位上。然后将测试杆分开去测量未知电阻的阻值。为了提高测试结果的精度，欧姆刻度尽量希望用在中间一段，即全刻度的 $20 \sim 80$ 弧度范围内。

当测量电路中的电阻值时，应将电路中电源关去。如有余储电量应将它放电，然后才能测量。注意！切勿带电测量电阻。

表内附 1.5 V 五号电池一节，供 $\Omega \times 1 \sim \Omega \times 1 \text{ K}$ 4个量程使用。电压幅度允许在 $1.35 \sim 1.65 \text{ V}$ 范围内都可应用。但电量电池电压时应接上一个负荷，放电的电流可在 $30 \sim 70 \text{ mA}$ 左右，电与电池并联一个 $25 \sim 50 \Omega$ 的电阻后测量它的电压值，应符合上述电压范围。不然的话，就应更换新电池。如果不放电测量电池电压，由于万用表灵敏度很好，测出来的数，接近电动势，以致不能分辨电池电压的电容。内附的 15 V 层迭电池，专供 $\Omega \times 10 \text{ K}$ 使用。电压幅度允许在 $13.5 \sim 16.5 \text{ V}$ 之内。测试时可以不必要放电直接测量。这是因为 $R \times 10 \text{ K}$ 工作电流仅 $60 \mu\text{A}$ ，它与测试消耗电流仅相差一倍左右，故可分辨出它的电容来。

本表在 $\Omega \times 1$ 挡的消耗电流，最大为 60 mA 左右，由于笔

电池容量有限，应尽量减少电池的消耗，特别是在这一挡短路调整时的时间要短，以延长使用期限。电池用完以后，应早些更换，以防止电池腐蚀而影响其它元件，如仪表长期放置不用，也应将电池取出，以防腐烂。

7. 电容的测量：

万用电表测量电容的基本原理是利用电容在交流电路上产生的容抗，串联在交流测量回路上，根据容抗的大小，使仪表指示值改变，从而确定电容的容量，其等效电路如图1 a、b所示。

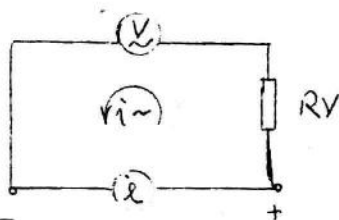


图 1-a

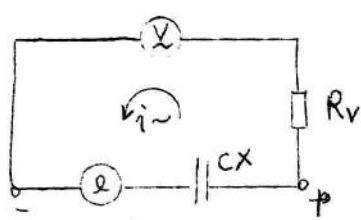


图 1-b

测量时可先按图1-a所示连接。调节电流 I ，使仪表指示满刻度。此时回路电流为 $i \sim$ 。然后将电容 Cx 按图1-b串联在回路内，回路中根据被测电容的容量，使回路内电流不同程度的减少。此时回路电流为 $i' \sim$ 。标度盘上按电容容抗与仪表总阻的比值，刻出了电容的容量。电容刻度的位置可按下式计算：

$$C_{xn} = \frac{P_v K_N}{\sqrt{R V^2 + X C^2}}$$

C_{xn} —— 电容刻度位置

K_N —— 交流电压刻度的分格数

I —— 交流电流

R_v —— 交流电压挡的总阻

C_x —— 被测电容，其容抗

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C_x}$$

f —— 电源频率 50Hz

下面附设 $500pF \sim 0.03\mu F$ (100A) 电容刻度一份 $0.07 \sim 0.5\mu F$ (10V) 电容刻度一份, 供判另使用。

8、电感的判另:

测量电感的原理与电容相同。电感上产生的电抗为 $X_L = 2\pi f L$ 。其刻度的计标与上述相似, 只要将 X_L 代替 X_C 即可。

$$L_{XN} = \frac{RV \cdot KN}{\sqrt{RV^2 + X_L^2}}$$

L_{XN} —— 为电感刻度的位置。

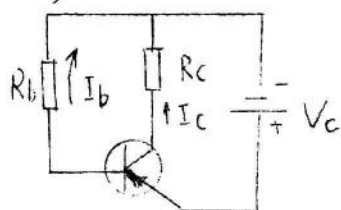
电感的测量范围为 $20 \sim 1000H$, $0.5 \sim 20H$ (10V) 耐电刻度二份。

按 10V ~ 档测电感, 其范围在 $20 \sim 1000H$, 一般很少有用处。为了能测量较小的电感, 可以将开关选在 10V ~ 档, 并在 "十" 插口上并联一个 $1K\Omega$ 电阻, 然后再测电感, 就可以测量 $0.5 \sim 20$ 亨利的电感了。刻度见编号 2。

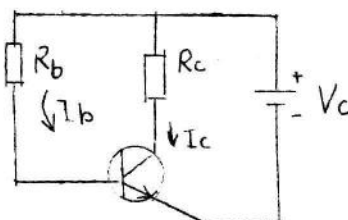
9、晶体管共射极正向放大系数 h_{FE} 的测试：
共发射极正向放大系数 h_{FE} 为：

$$h_{FE} = \frac{I_c - I_{ceo}}{I_b}$$

等效电路如图。



PNP管



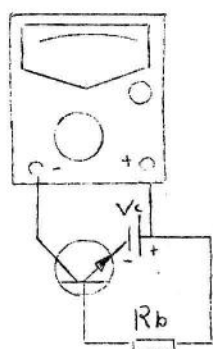
NPN管

I_c ——集电极电流与集电极和发射极反向截止电流之和。

I_{ceo} ——集电极与发射极反向截止电流

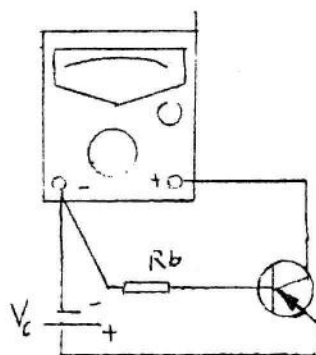
I_b ——基极电流。

对测量 h_{FE} 要求不太高的情况下，可以略去 I_{ceo} 这一项
按下列方法测量，见图 3 a. b：



NPN管接线法

图 3 a



PNP管接线图

图 3 b

略去了 I_{ceo} 的值以后，可以写成

$$h_{FE} = \frac{I_c}{I_b}$$

测试时 I_b 可根据电路实际情况选取。 R_b 可按下列式子计算:

$$\text{对于 NPN 管 } R_b(N) = \frac{V_c - V_{be}(N)}{I_b}$$

$V_{be}(N)$ — NPN 管 V_{be} 电压取 0.65V。

$$\text{对于 PNP 管 } R_b(P) = \frac{V_c - V_{be}(P)}{I_b}$$

$V_{be}(P)$ — PNP 管 V_{be} 电压取 0.25V。

V_c 是电源电压, 数值可按情况自选。

例如: I_c 测量档取 5mA I_b 取 50 μ A V_c 取 3V 则 5mA 挡每格代表 $h_{FE} = 2$, 因为 h_{FE} 满度值为:

$$h_{FE}(\text{满度值}) = \frac{I_{\text{满度}}}{I_b} = \frac{5\text{mA}}{50\mu\text{A}} = 100。$$

它所指示的是直流刻度, 直流刻度分为 50 格, 故每格刻度代表 $h_{FE} = 2$ 。

R_b 可按上式计算, 例如 PNP 管 I_b 取 50 μ A。

$$R_b(P) = \frac{V_c - V_{be}}{I_b} = \frac{3\text{V} - 0.25\text{V}}{50\mu\text{A}} = 55\text{k}\Omega$$

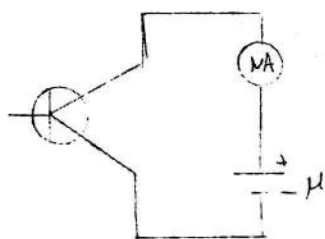
如按上例仪表指示 I_c 直假设为 4mA (40 格) 即: $h_{FE} = 2 \times 40 = 80$ 。若 I_c 值超过 5mA 即意为 h_{FE} 超过 100。

此时 I_c 测量档可取 25mA 挡。在这一挡上每格代表 $h_{FE} = 10$ 。

10. 反向截止电流 I_{cbo} 测量:

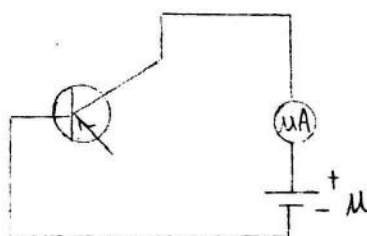
I_{ceo} — 是集电极与发射极反向截止电流 (基极开路)。 I_{cbo} 是集电极与基极间反向截止电流 (发射极开路)。测试的方法见图 4a、b 所示。

测试时的温度与增益影响很大, 需要注意。此外, 测试电压 μ 不超过该晶体管技术指标的极限值, 一般可取 $\mu = 3\text{V}$, 或根据晶体管出厂技术指标测试。PNP 管测试时



NPN管 I_{CEO} 测量电路

(图 4 b)



NPN I_{CBO} 测量电路

(图 4 b)

可将电流和仪表的极性接相即可。

11、晶体管极性的判别(用欧姆表测量,量限可取 $\Omega \times 100$ 或 $\Omega \times 1K$ 这二个档)。

万用表在欧姆电路中,负插口为电池正极。测试时取正向电流的一种接法,负校杆这一极为图 5 中的“A”端

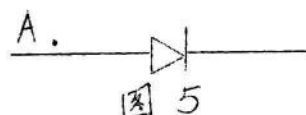


图 5

(2)、三极管极性的判别(用欧姆表测量,量限可取 $\Omega \times 100$ 或 $\Omega \times 1K$ 这二档)

基板的判别:在三极管的二个引出线中,测任意二个极,取正向电流的一种接法,记住正向电阻值。然后依次测试余下来一组电极,在这三个正向电阻中,电阻最小即阻值最大的一组电极为集电极和发射极。余下的引出线为基板。

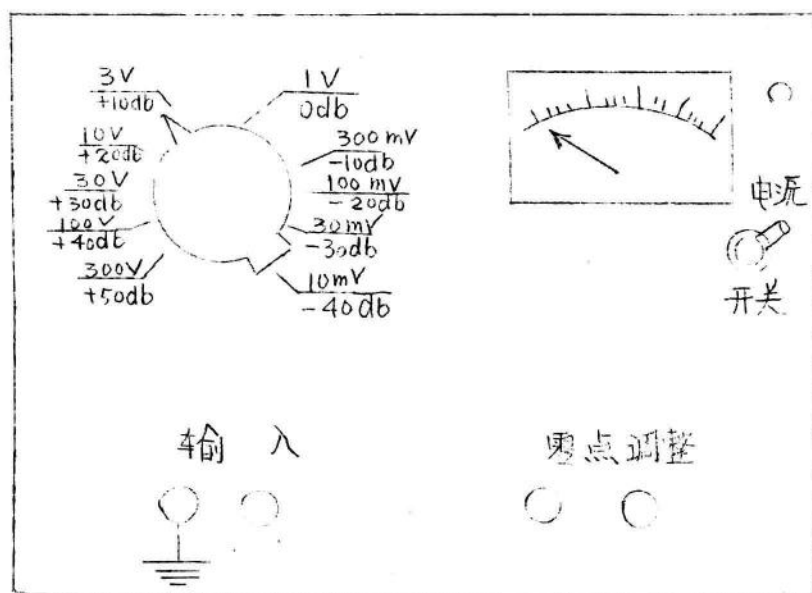
(3)、发射极与集电极的判别:用欧姆表测这二极电流,其中电流较大的一种接法(PNP管),万用电表负测试杆测的一端为发射端,NPN管为集电极。

二 GB—9型真空管内压表

(一)、概述

真空管电压表是用来测量正弦电压有效值的仪表。具有输入阻抗高、输入电容小、测量频率范围宽及灵敏度比较高等优点，因此常用来测量频带宽、功率小的正弦波交流电压的有效值。它是在无线电测量方面常用的一种仪表，下面对其工作原理和使用方法加以阐述。

(二)、面板图



真空管毫伏表

(三)、技术指标

测量电压范围：1mV ~ 300V 正弦交流电压，量程共分十档，即10mV, 30mV, 100mV, 300mV, 1V, 3V, 10V, 30V, 100V, 300V。

测量频率范围：25Hz ~ 200KHz。

输入阻抗：频率为1KHz时，输入电阻大于 $500k\Omega$ ，输入电容小于40pF。

测量基本误差：以50Hz为基准时，不超过各量程^满刻度值的 $\pm 2.5\%$ 。

频率响应特性：以1KHz为基准线时，频率特性曲线的不均匀性在25Hz - 50KHz频率范围内不超过 $\pm 2.5\%$ ，在50KHz ~ 200KHz的频率范围内不超过 $\pm 7.5\%$ 。

(四)、使用方式

1、接通电源前注意检查电源变换插头是否与所有电源电压相符。仪表面板必须与地平面垂直位置放置，以免增加读数误差，然后调正表头的机械调零螺丝，使指针指示零点，再将仪表标有接地符号的输入端子接上良好的地线，这样可以消除人体电位或其他仪表所引起的寄生耦合而带来的测量误差。

2、将两个输入接线端子短路后，接通电源预热10分钟，使仪表达到稳定工作状态。将仪表量程转换到所需要的测量范围，再调正仪表面板上的“量程调正”旋钮，使表头指针指示零点，然后将输入端断开，即可进行测量。当变换量程范围后应重新进行零点校准。

3、使用较高的灵敏度挡（毫伏级挡）时，应先接上地端，然后接另一输入端子，测量完毕拆线时则应先断开不接地的输入端子，然后再拆去地线，以免当人手触及输入端子时，交流市电通过仪表的输入阻抗及人体构成回路，使表头指针打表。同时测试的联线应尽可能短，也可使用金属屏蔽线，来减少外来的感应引起的测量误差。

4、当测量交流市电时，量程转换开关应放置在300V挡，然后先将仪表的接地端子接市电的中线，再将另一输入端子接市电的火线，注意不要接反，因接反会造成电源短路。

5、G B—9型毫伏表的输入端为一端接地的高阻抗不平衡式输入电路。若被测电路是平衡式，则不适宜用该仪表进行直接测量。

6、G B—9型仪表可作为电平表使用，由于仪表的输入阻抗高而且表盘分贝数是按阻抗为 600Ω 时的电压电平值进行刻度的，所以直接使用时仅适合于被测点阻抗为 600Ω 时的高阻抗测量（即跨接测量）。测量时将该仪表的输入端子直接跨接在被测点二端，但需注意地线端子不能接反。被测点的实际电平分贝数为表盘指示的分贝数和量程转换开关所标的电平分贝数的代数和。例如：当毫伏表的量程转换在30毫伏（-30分贝）一档，这时表盘指针在+2分贝，则该点的实际电平值 = (-30分贝) + (+2分贝) = -28分贝，其余类推。

如若对被测点的阻抗为 150Ω 电路上进行高阻抗测量时，则按上述方法测量该点的电平后，还要加上+6.07分贝方是该点的实际电平值。

当用毫伏表做低阻抗电平测量时（即终端测量），应在该仪表的输入端子上并联一只等于被测点阻抗的电阻，如 600Ω 和 150Ω ，即可按上述方法测量被测点的实际电平值。

7、25Hz以下或200kHz以上频率的交流电压，不宜用该表进行测量，因为仪表的放大带宽宽度不够，会带来很大的测量误差。非正弦脉冲电压也不能进行测量，因为仪表表盘上的刻度是按正弦波电压有效值进行刻度的。

三、XD—1低频信号发生器

(一)、概述

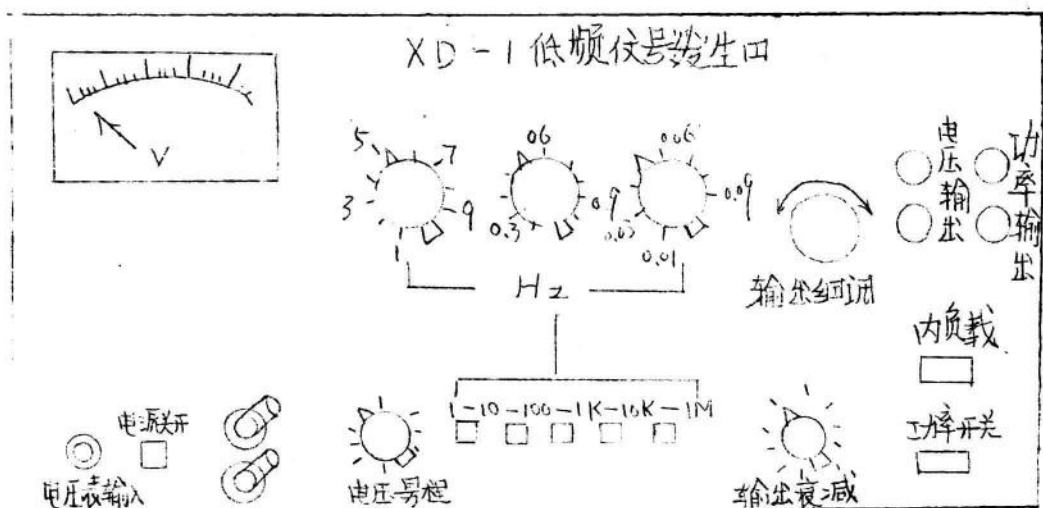
XD—1型低频信号发生器是一种多用途的信号源，其振荡

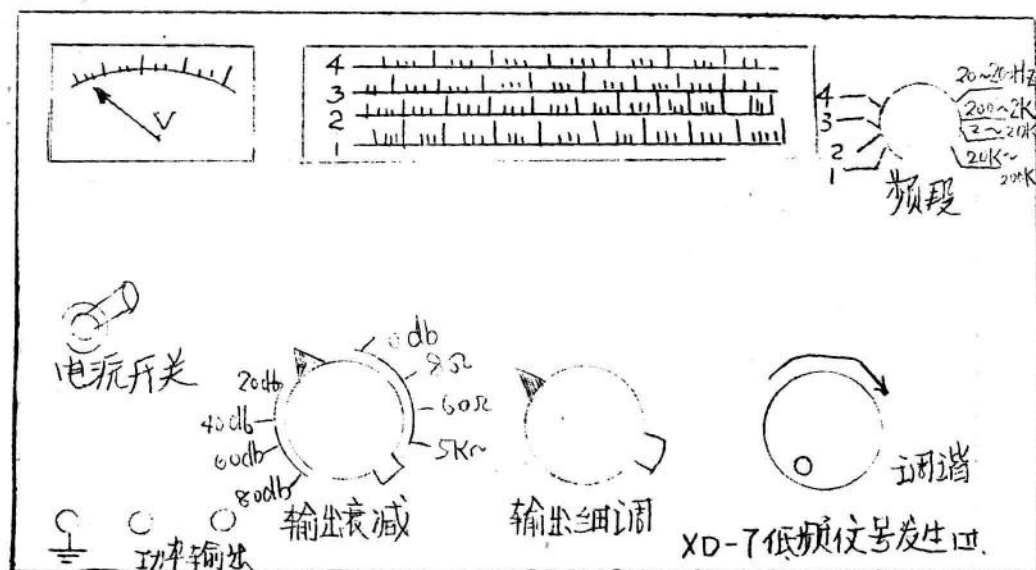
四是由文氏电桥构成的RC振荡电路，它能产生 $1\text{Hz} \sim 1\text{MHz}$ 非线性失真很小的正弦波信号。本仪四除备有电压输出外，并有功率输出，其最大输出功率为4W左右，功率输出可配接 5Ω 、 75Ω 、 150Ω 、 600Ω 、 $5\text{K}\Omega$ 等五种负载。XD-1型发生器主要有振荡四、功率放大四、输出阻抗匹配、交流电压表及稳压电源等部分组成。电压输出和功率输出的最大衰减量均能达到90分贝。XD-1型低频信号发生器四还附有满量程为5V、15V、50V、150V的电压表供本机测量和外部测量之用。

XD-1型低频信号发生器带有功率输出，而XD-2型低频信号发生器无功率输出，其它部分则均相同。XD系列低频信号发生器是目前国内最常用的，它们的频率范围很宽。XD-5型是一种超低频信号发生器，它的频率范围可从 $0.001\text{Hz} \sim 1\text{KHz}$ 。XD-7型低频信号发生器则是一般型的，它的频率范围从 $20\text{Hz} \sim 200\text{KHz}$ ，最大输出功率5W。

低频信号发生器是工厂、实验室、电讯维修部门作为调测相应频段的放大四、调制四、传输网络以及电声设备等用的低频信号源。

(二) 面板图:





(三) 技术指标:

1. 频率范围

从 $1\text{Hz} \sim 1\text{MHz}$ 共分六个频段。

- 第一频段: $1\text{Hz} \sim 10\text{Hz}$;
- 第二频段: $10\text{Hz} \sim 100\text{Hz}$;
- 第三频段: $100\text{Hz} \sim 1\text{KHz}$;
- 第四频段: $1\text{KHz} \sim 10\text{KHz}$;
- 第五频段: $10\text{KHz} \sim 100\text{KHz}$;
- 第六频段: $100\text{KHz} \sim 1\text{MHz}$ 。

2. 频率特性

电压输出: $< \pm 1\text{db}$;

功率输出: $10\text{Hz} \sim 100\text{KHz}$ ($50\Omega, 75\Omega, 150\Omega, 600\Omega, 5\text{K}\Omega$)

$< \pm 2\text{db}$;

$100\text{KHz} \sim 700\text{KHz}$ ($50\Omega, 75\Omega, 150\Omega, 600\Omega$)

$\cdot < \pm 3\text{db}$;

$100\text{KHz} \sim 200\text{KHz}$ ($5\text{K}\Omega$) $\leq \pm 3\text{db}$ 。