

无綫电測量仪器

(常用电子仪器手册)

下 册

西安交通大学“七·二一”試点班

1971. 12

常用电子仪器手册

目 录

一、高灵敏度晶体管毫伏表·····	(1—10)
二、MF ₂₀ 型晶体管万用表·····	(11—15)
三、DS8 型直流数字电压表·····	(16—59)
四、SB-14 型示波器·····	(60—70)
五、脉冲示波器·····	(71—108)
六、1025A 型双迹阴极射线示波器 ·····	(109—131)
七、SBT-5 型同步示波器 ·····	(132—155)
八、JT-1 晶体管特性图示仪·····	(156—198)
九、GT-2 电子管特性图示仪·····	(199—257)
十、JT-3 型大功率晶体管特性图示仪·····	(258—281)
十一、JS-7 型晶体管测试仪·····	(282—294)
十二、JSG-5 型高频晶体管参数测试仪 ·····	(295—304)
十三、JSG- $\frac{2}{3}$ 型 r_{bb}' 参数仪·····	(305—307)
十四、HQ2 型数字式晶体三极管综合 f_t 参数测试仪·····	(308—351)
十五、ZF-1 型可控硅触发特性测试仪·····	(352—355)
十六、WS-1 型可控硅维持电流测试仪·····	(356—358)
十七、VA-1 型可控硅伏安特性测试仪·····	(359—368)
十八、SBM-10 型多用示波器 ·····	(369—412)
附录：无线电电子测量仪器的型号命名方法 ·····	(413—420)

一、高灵敏度晶体管毫伏表

(一) 概 述

JB—1B型高灵敏度晶体管电压表是JB—1的改进型,可在2赫—500仟赫的频率范围内测量50微伏到316伏的交流电压;本仪器按正弦波有效值刻度。它具有较宽的频率范围,较高的灵敏度和输入阻抗,噪声电平低和温度稳定性高,使用方便等特点。

本仪器配以有机玻璃面表头,视野宽阔,读数清晰。

本仪器适合于工厂电子、电气车间,实验室及在野外条件下的测量之用。配以适当的传感器后,可用于非电量的测量。

本仪器是全晶体管化设备,采用印刷电路,中小型元件,结构紧凑,可靠性高,体积小重量轻。

JB—1B型晶体管电压表使用条件:

1. 环境温度 $-10^{\circ}\sim+40^{\circ}\text{C}$ 。
2. 环境相对湿度不大于85%。
3. 正常大气压力 $750\pm 30\text{mm}$ 水银柱。
4. 50赫220伏或直流24伏供电。

(二) 主要技术特性

1. 测量电压范围:

交流 $50\mu\text{V}\sim 316\text{V}$

量程为:

$0\sim 1/3.16/10/31.6/100/316\text{ mV}$

$0\sim 1/3.16/10/31.6/316\text{V}$

共十一档。

2. 被测电平量程范围: $-72\text{dB}\sim+52\text{dB}$ 量程为:

$-60\text{dB}/-50\text{dB}/-40\text{dB}/-30\text{dB}/-20\text{dB}/-10\text{dB}/0\text{dB}/+10\text{dB}$
 $+20\text{dB}/+30\text{dB}/+50\text{dB}$

共十一档。

3. 被测电压频率范围:

2Hz~500KHz

4. 测量的基本误差:

在环境温度 $+20^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ 输入的正弦波信号频率为50Hz时,不超过各档量程满度值的 $\pm 2.5\%$ 。

5. 频率响应特性在环境温度 $+20^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ 时以1KHz为基准的不均匀性:

2Hz~200 KHz $\angle \pm 3\%$

2Hz~500 KHz $\angle 5\%$

6. 仪器的输入阻抗:

在1KHz时,输入电阻不低于 $2\text{M}\Omega$;输入电容不大于60Pf。

7. 噪音:当输入端短路时,表针偏转不大于满度的2% (1mv档)。

8. 仪器使用电源:

(1)交流:220V 50Hz

或(2)直流:24V 35mA 电池。

9. 供电电源变化

(1)交流电压在220V的 -15% ~ $+10\%$ 变动时仪器指示值不变。

(2)直流电压 $24\text{V}\pm 1\text{V}$ 时仪器指示值改变不超过 $\pm 1\%$ 。

10. 温度附加误差:

输入50Hz信号在 -10°C ~ $+15^{\circ}\text{C}$ 和 $+25^{\circ}\text{C}$ ~ $+40^{\circ}\text{C}$ 范围内每变动 1°C 所产生的附加误差不大于各量程满度值的 $\pm 0.25\%$ 。

11. 仪器消耗功率不大于3W。

12. 仪器可以长期连续使用24小时。

13. 外形尺寸: $272\times 130\times 124\text{mm}^3$ 。

14. 仪器量重: 约3.5 Kg。

(三) 工作原理

JB-1B 高灵敏度晶体管电压表由量程转换、宽频带电压放大器、线性检波器、指示电表及稳压电源等部分组成,其方块图如下:

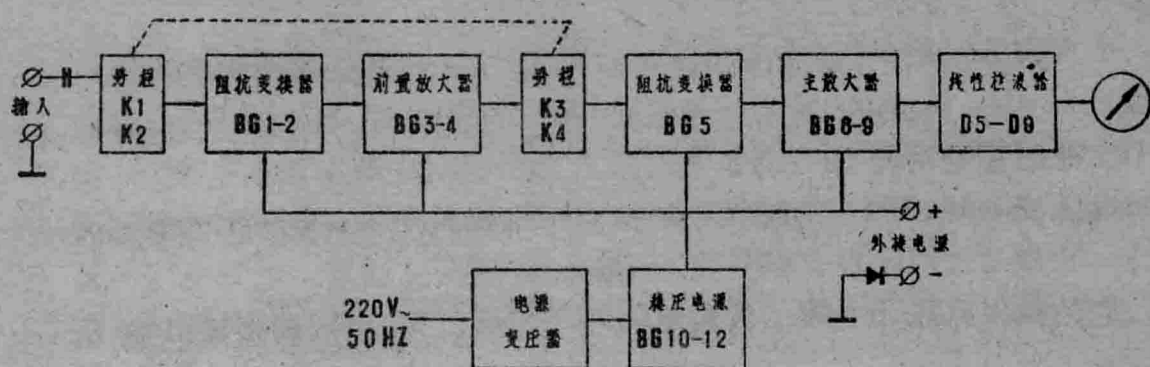


图1.JB—1B 晶体管电压表方块图

线路工作原理:

宽频带电压放大器由四级组成,第一级是阻抗变换器由 BG_1, BG_2 接成复合射极跟随器,由 C_4 把输出电压反馈到输入端,从而使输入电阻高达 $2M\Omega$ 以上,以提高仪器接入电路时的精度。

BG_3, BG_4 为前置放大器, BG_3 担任放大,其射极由 R_{10} 引入电流负反馈,使其增益约为25倍,在集电极上接一电感 L_1 ,以补偿高频,展宽频带。 BG_2 集电极电流约为 $500\mu A$ 。 BG_4 与 BG_3 直接耦合作射极跟随器,有较低的输出阻抗。前置级的输入动态范围约160 mV。 $BG 1\sim 4$ 共装于一块印刷板上,位于量程转换开关右侧。

BG_5 为阻抗变换器,结构与作用同 $BG_{1,2}$ 。输入电阻约 $200K\Omega$ 左右; $BG_6\sim 9$ 为主放大器,电路结构基本上与前置放大器相同;自 BG_9 射极至 BG_6 射极回路经 $C_{13} R_{25} W1$ 引入一深度负反馈,使放大器在总增益为4000倍情况下能保证稳定工作;电位器 $W1$ 可微调灵敏度。

线性检波器由 $D_5\sim D_9$ 组成,为保证良好的线性和温度特性,加入一由 D_9 与 R_{31} 组成的线性、温度补偿电路,以补偿在小信号时检波器的非线性,使指示电表的刻度基本上呈线性。测量 $2\sim 10Hz$ 信号时,用阻尼开关 K_5 并入电容 C_{16} ,以增大电阻尼,使表针不致晃动。检波器推动一只 $200\mu A$ 电表作为指示器。

量程转换由同轴开关 $K_1\sim K_4$ 组成,其中 K_1, K_2 衰减前置放大器的输入信号,在100mV以下不衰减,保证它在可能的最大输入信号下工作,以提高信噪比。 K_3, K_4 衰减主放大器输入信号。

电源部分：220V 经变压器降至32V， $D_{10} \sim 13$ 是全波桥式整流器，输出经 $C_{17} R_{33} C_{18}$ 滤波后送至调整管 BG_{11} 的集电极，放大管 BG_{12} 射极由 D_{14} 稳压管提供约 12V 的参考电压，当因电网波动或负载变化引起输出电压变动时， BG_{12} 的基极—射极电压也跟着变化，导致集电极电流改变，经推动管 BG_{10} 控制调整管，使输出电压恢复稳定，达到稳压的目的。它的输出电压为 24V，波纹电压小于 1mV， W_2 可以调整输出电压的大小。

外接电源电路接入二极管 2AP 71 (D_{15}) 以防止外加直流电压极性反接时损坏仪器。

(四)、仪器结构

JB—1B 型高灵敏度晶体管电压表为小型手提式测量仪表，整个仪器安装于金属机箱内，指示部分，量程转换，输入插头及电源开关，电源线，指示灯等均装于面板上。

机箱底部有活动支架，使用时可使仪器有一后仰角度，以便观测。

需要修理本仪器时，可松开面板上四个紧固螺钉，并把机箱底部的漆封螺钉松开，即可取出整机。

在仪器左侧小窗口内，装有熔断丝盒，外接直流电源转换开关 K_7 及外接电源插孔，平时盖紧。

仪器电器部件、元件均安装于金属底板上，前置放大器及主放大器、检波器、稳压电路分别装在四块印刷电路板上。

(五)、使用方法和注意事项

使用 方 法：

1. 开机前应在两接线柱上装好短路铜片或插入一短路导线。
2. 接通电源，此时电表指针摆动数次，一分钟后指针回到○点。此时，在 1mV 档约有不大于满度的 2% 的噪音偏转是正常的。

在 3mV—316V 各档电表指针应归○位。

3. 2 分钟后, 去掉短路片即可测试。

4. 在测量高内阻的小信号电压时应保证仪器良好接地。

5. 在 1mv 满度指示偏差较大时, 若有标准输入电压, 可微调 w1 进行校准, w1 位于机箱背面铭牌内, 拆掉机箱后面铭牌, 即可调整。

6. 外接直流电源时, 打开机箱左侧之窗口把转换开关搬向红色标记方向, 电池正极接红色柱, 负极接黑色柱, 详见下图。

7. 电源开关下面是阻尼开关 K5, 被测电压频率在 10Hz 以上时搬向“ $\geq 10\text{Hz}$ ”, 在 2~10Hz 时搬向“2~10 Hz”位置以增加阻尼, 使表针减少晃动。若被测电压不稳定而引起表针晃动时, 也可放在“2~10 Hz”位置测量。

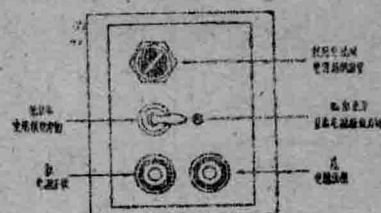


图 2. 外接电源接线板

注意事项:

1. 使用 100mv 以下量程档时, 应尽量避免输入端开路, 以免仪器过载。

2. 为减少误差及干扰, 测量时应使电压表的地接线柱与被测电路的零电位可靠连接。

3. 测量频率较低 (小于 100 KHz) 的小信号时, 应使用屏蔽线。

4. 测量频率较高 (大于 100 KHz) 的信号时应使用低电容高频同轴电缆, 或使测量导线尽量缩短。

5. 为保证仪器安全, 接入被测电路前, 应正确选择量程位置, 以免过载。若被测电压无法判断其大小, 则应先放在最大量程位置测量, 再逐步变换较小量程以测量其数值。

6. 所测交流电压中之直流分量应小于 300V, 否则将会烧毁晶体管。

7. 本仪器指示电表为 59 C2/1 型有机玻璃面表头, 已做过防静电处理, 但在气候干燥地区工作时还可能出现静电感应而使指针升起。故应避免摩擦表面, 如已带静电, 可用手按在表面使其放电后再测量, 以保证测量精度。

8. 不可随意打开仪器机箱, 量程选择开关上的半可变电容器 (KC1~

KC6), 切不可任意转动。

9. 本仪器采用有效值检波器并按有效值(R、M、S)刻度, 若被测电压不是正弦波, 而且峰值系数较大时, 会带来波形附加误差。

10. 本仪器最好能经常使用, 以免因长期搁置而引起内部电解电容漏电流增加, 影响电路正常工作。如长期不使用, 也应隔一段时间(例如1~2个月)让仪器通电4小时。

(六) 各级电压参考数值

编号	型号	直流电压(V)			交流电压(mV)			备 注
		C	B	E	C	B	E	
BG1	3DG6C	17.5	8.5	8	—	1	1	3DG6 型管 B.E 间直流电压正常 值约 0.5~0.6V。
BG2	3DG6C	17.5	8	7.5	—	1	1	
BG3	3DG6C	9.5	3.3	2.7	23~25	1	—	
BG4	3DG6C	17.5	9.5	9	—	23~25	23~25	3AX31型管 B.E 间直流电压正常 值约为 -0.15~ -0.2V。
BG5	3DG6C	17	8	7.5	—	23~25	23~25	
BG6	3DG6C	9.2	3.2	2.6	0.4V	23~25	—	
BG7	3DG6C	17	9.2	8.7	—	0.4V	0.4V	3AD6 型管 B.E 间直流电压正常 值约为 -0.2~ -0.4V。
BG8	3DG6D	13	1.8	1	4V	0.4V	—	
BG9	3DG6D	24	13	12.5	—	4V	4V	
BG10	3AX31B	34.5	24.5	24.3	—	—	—	
BG11	3AD6B	34.5	24.3	24	—	—	<1mV	
BG12	3AX31B	24.5	12.2	12	—	—	—	

註: 1. 直流电压用 MF-10 型高灵敏度万用表(100K Ω /V)测得。

2. 交流电压用 JB-1B 高灵敏度晶体管电压表测得。

3. 交流读数为输入 50Hz, 1mV 正弦波信号。在量程放在 1mV 档时测得。

4. BG10~12 电压为正端至各极电压, 在电网电压为 220V 时测得。

5. 除註明者外均为对机壳数值。

(七)、故障与检修

现 象	可 能 原 因	排 除 方 法
开电源指示灯不亮	1. 熔断丝烧毁; 2. 整机高压短路; 3. D10~13 损坏; 4. C14~16 击穿。	1. 断电源用 Ω 档测 D10~13 C14~16 及高压回路查出短路点
指示灯亮 电表无指示	1. K7 是否在交流位置; 2. BG9, BG8 损坏; 3. BG11 损坏; 4. 无高压。	1. 搬向交流位置 2. 3. 换新品 4. 检查稳压器各点电压
电表指针 指示最大不回去	1. 输入接线柱短路片接触不良; 2. 接地不良或输入引线开路; 3. 仪器不稳压或不工作; 4. 负反馈 R25, C13 及 W1 开路自激; 5. 测量线开路或无屏蔽	1. 扭紧 2. 查出焊好 3. 测量 24V 有无 4. 查出焊好换新品 5. 接好测量线或屏蔽好
电表指针不 稳 噪音大于2%	1. BG1~4 接触不良, 冷焊, 管子本身噪音大; 2. C5~7 接触不良、冷焊、漏电; 3. D1~4 质量不好; 4. 接地线不良或波段开关接触不良 5. 电源低于或高于 $24V \pm 1V$; 6. 电源交流分量在 5mv 以上; 7. D14 质量不好; 8. C17, 18, 20 容量减低或损坏。	1. 2 焊好或换新品 3. 两端交流分量在 0.5mv 以上者换新品 4. 从新焊好 5. 调整 W2 使其至 24V 6. 检查 D14 C17, 18 20 及 BG10, 11, 12 7. 换新品 8. 检查出更换新品

(八)、仪器成套性

包装好的仪器应附有:

使用说明书一份。

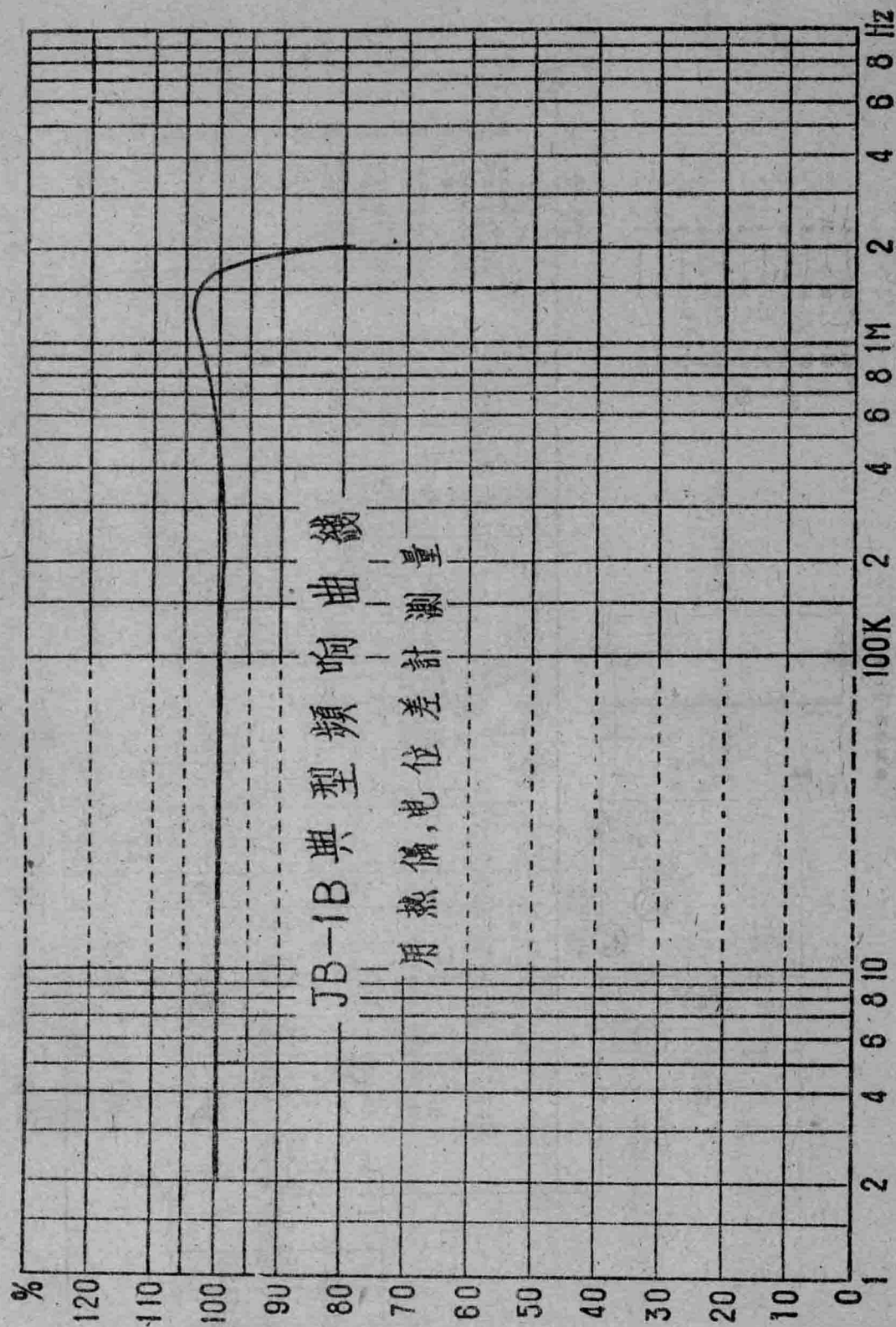
产品合格证一张。

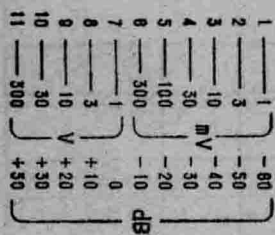
短路片一只。

(九)、保管和保修期限

1. 仪器应保存于周围气温 $0^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$, 相对湿度不超过 85% 的室内, 空气中不应含有腐蚀性气体及其它有害杂质。
2. 仪器在运输或携带时, 必须小心轻放, 避免受强烈振动。
3. 在遵守使用保管和运输规则, 并且漆封没有打开的条件下, 由本厂发货日起的 12 个月内, 仪器如因质量问题而发生损坏或不能正常使用时, 本厂负责无偿地修理或更换。

(十)、典型频率响应曲线





二、MF₂₀型晶体管万用表

MF₂₀型晶体管万用表(遵义电表厂出品)

MF₂₀型晶体管万用表是一种高灵敏度、多量程的携带式仪器,它可以测量交直流电压,交直流电流,直流电阻及音频电平。其中交流电压及电流量程采用晶体管放大和整流,具有稳定的工作性能,较高的输入电阻和较宽的音频工作范围,电源采用四节壹号干电池在 $6\text{V} \pm 0.5\text{V}$ 的情况下能保证正常工作,可适应于无交流电源及移动测量场合下使用。

本仪表适合在周围气温为 $0 \sim +40^{\circ}\text{C}$,相对湿度在85%以下的环境中工作,其主要的技术数据如下:

交流电压:工作频率为 25~20KC

测量范围: 0~15~60~300~1500mV

0~6~30~150~600V

输入电阻: 333K Ω /V

基本误差: $\pm 4.0\%$

交流电流:工作频率: 25~20KC

测量范围: 0~6~30~150~300 μA

0~0.6~1.5~6~30mA

电压降: $<15\text{mV}$

基本误差: $\pm 4.0\%$

直流电压:测量范围: 0~1.5~6~30~150~600V

输入电阻: 20K Ω /V

基本误差: $\pm 2.5\%$

直流电流:测量范围: 0~0.06~0.3~1.5~6~30mA

电压降: 0.3V

基本误差： $\pm 2.5\%$
 直流电阻：测量范围： $0 \sim 2K \sim 20K \sim 200K \sim 2M \sim 20M\Omega$
 基本误差： $\pm 2.5\%$
 音频电平：测量范围： $-70 \sim +57db$
 工作频率： $25 \sim 20KC$

测量附加误差：

1. 当电源电压改变在 $5.5V \sim 4.5V$ 时，不超过 $\pm 1\%$ 。

2. 仪表所规定的额定温度为 $20 \pm 2^\circ C$ ，因此由于周围温度变化在 $0 \sim 40^\circ C$ 的范围内时，温度每变化 $10^\circ C$ ，直流电压，电流量程不超过 $\pm 2.5\%$ ，交流电压，电流量程不超过 $\pm 4\%$ ，直流电阻量程不超过 $\pm 1\%$ 。

本仪表的交流电压和电流量程所采用的是放大—检波式线路，其基本工作原理如下：

图 9-1-7 所示为晶体管放大检波部分的方框图，被测交流电压（电流）经分压器分压后首先送入阻抗变换器，以使整个仪器具有较高的输入电阻，然后经过放大器放大后送到检波器检成直流，再由电表表头直接读数，其中负反馈装置主要是为改善电表读数的线性。

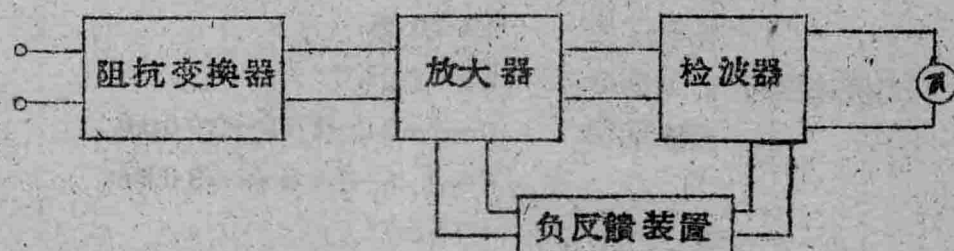


图 9-1-7

具体线路如图 9-1-8 所示，其中由 BG_1, BG_2 和 BG_3 组成的深度交直流负反馈放大器主要是作阻抗变换器用。同时进行温度补偿以提高电路的稳定性。 BG_4, BG_5 组成二级放大器，将电压放大再由 D_1, D_2, R_{20}, R_{21} 组成的检波器检成直流后送至表

头进行读数，整个放大器的放大倍数约 30 倍，送至检波器的电压约 300mV，因此 D_1, D_2 管工作在非线性区，为改善其线性，检波后的直流电压再经过 R_{16} 反馈一部分至 BG 发射极，形成深度负反馈，以改善其线性， C_6, C_7 为对电池进行交流短路用。

仪器的外型如图 9-1-9 所示。使用时仪器应垂直放置。

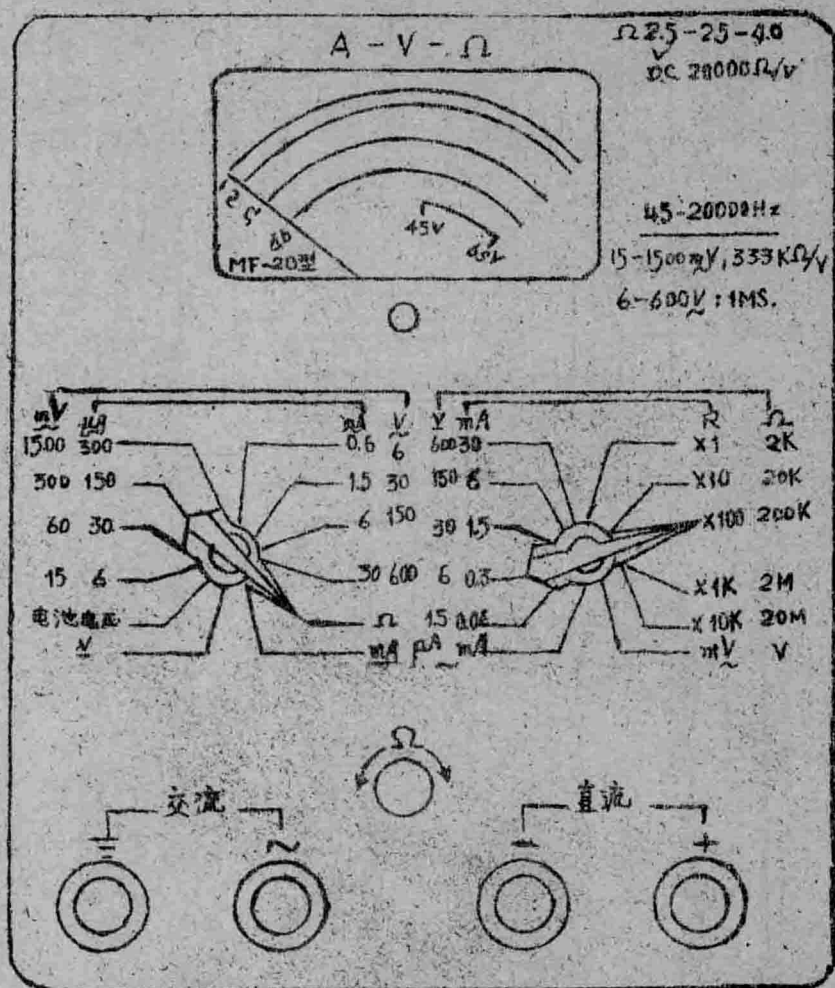


图 9-1-9

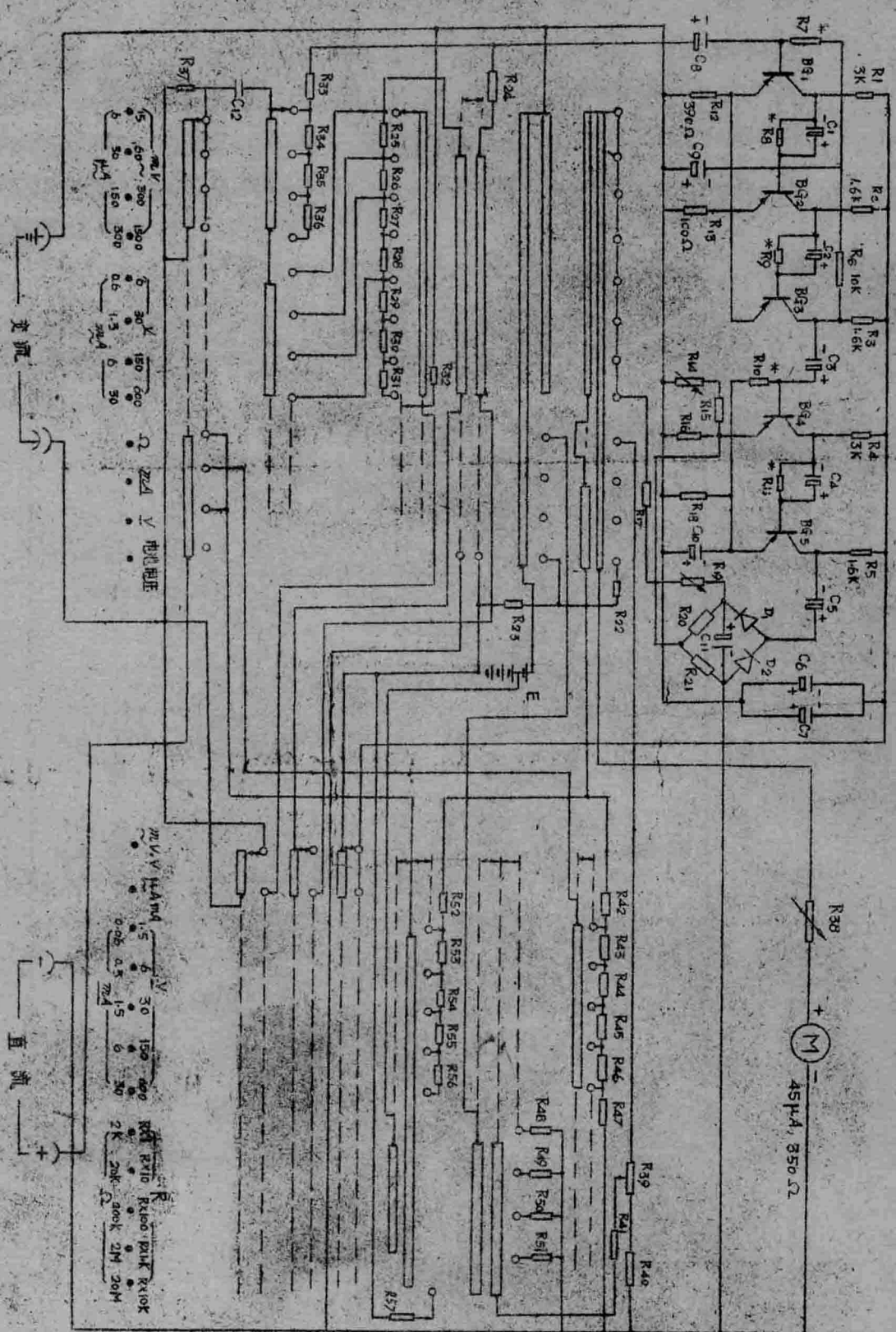


图 9-1-8

测量方法为：

1. 直流电压测量

2. 直流电流测量

3. 直流电阻测量

} 同普通万用表

4. 交流电压测量：将右面旋转开关旋至“mV-V”位置，左面转换开关按待测量大小，旋至15mV到1500mV及6V到600V量限的相对位置，待测电压从交流测量输入端钮处接入。

5. 交流电流测量：测量方法与交流电压相似。右面开关应旋至“ μ A-mA”位置，按待测量之大小，将左面转换开关选择自6 μ A到300 μ A及0.6mA到30mA量限的相应位置。