前　言

本书是《实用万用电表检修》一书的续篇。

随着电子技术的飞速发展，各种万用电表竞相推出。80年代，数字万用电表作为万用电表中的新成员，显示出强大的生命力。万用电表的普及应用适应了电子科学技术的发展。万用电表是电工、电子技术、科技研究中不可缺少的重要工具。

为满足广大从事电子技术、仪器仪表、计量检测的技术人员及无线电爱好者掌握万用电表的需要，作者特将多年来收集的76种万用电表技术资料编译成册。

本书共分二章。第一章介绍了1975年以来各生产厂生产的模拟万用电表65种。其中有久销不衰的袖珍型万用电表，有用集成电路构成的运放万用电表，有含万用电表的钳形电表及多用测试仪。有国产的，有进口的。第二章主要介绍了11种目前广为流行的$3\frac{1}{2}$的 LCD 液晶显示万用电表。其电路有多片集成电路构成的，也有单片大规模集成电路构成的，展示了万用电表的新成就。

本书适合万用电表的设计人员、使用人员、维修人员、电学仪表专业人员阅读，是一本实用性强的工具书。

本书在编译过程中，曾得到许多厂家及一些朋友的帮助，在此一并表示衷心的感谢。

由于作者水平有限，书中难免会有缺点或错误，恳请读者批评指正。

李保宏

1990年10月

目　录

第一章　模拟万用电表电路图 …… 1

1—1　DY1型多用表 …… 2

1—2　DY1—A 型多用表 …… 2

1—3　J0411型万用电表 …… 4

1—4　JFX 型万用电表 …… 5

1—5　MF15（之一）型万用电表 …… 8

1—6　MF15（之二）型万用电表 …… 10

1—7　MF16（之一）型万用电表 …… 11

1—8　MF16（之二）型万用电表 …… 12

1—9　MF27—1型袖珍万用电表 …… 13

1—10　MF27—2型万用电表 …… 15

1—11　MF28型袖珍万用电表 …… 16

1—12　MF28—A 型袖珍万用电表 …… 17

1—13　MF30（之一）型万用电表 …… 18

1—14　MF30（之二）型万用电表 …… 20

1—15　MF35型万用电表 …… 23

1—16　MF40型万用电表 …… 28

1—17　MF41型万用电表 …… 30

1—18　MF45型万用电表 …… 30

1—19　MF47型万用电表 …… 32

1—20　MF50型万用电表 …… 34

1—21　MF52型万用电表 …… 35

1—22　MF55型万用电表 …… 36

1—23　MF60型万用电表 …… 37

1—24　MF62型万用电表 …… 39

1—25　MF63型万用电表 …… 40

1—26　MF64型万用电表 …… 41

1—27　MF66型万用电表 …… 43

1—28　MF67型万用电表 …… 43

1—29　MF68型万用电表 …… 45

1—30　MF70型万用电表 …… 46

1—31　MF72型袖珍万用电表 …… 48

1—32　MF75—1型万用电表 …… 49

1—33　MF75—2型万用电表 …… 50

1—34　MF77型万用电表 …… 51

1—35　MF77—1型万用电表 …… 52

1—36　MF78型万用电表 …… 53

1—37　MF79型万用电表 …… 54

1—38　MF81型万用电表 …… 55

1—39　MF82型万用电表 …… 56

1—40　MF88型万用电表 …… 59

1—41　MF90型万用电表 …… 60

1—42　MF91型万用电表 …… 61

1—43　MF92型万用电表 …… 62

1—44　MF92—1型万用电表 …… 63

1—45　MF93型万用电表 …… 65

1—46 MF96$_{cx}$型万用电表 …… 66
1—47 MF96V_P型万用电表 …… 71
1—48 MF116型万用电表 …… 75
1—49 MF107型万用电表 …… 76
1—50 MF125型万用电表 …… 78
1—51 MF368型万用电表 …… 79
1—52 MF848型万用电表 …… 80
1—53 MG26型袖珍钳形电表 …… 82
1—54 MG27型袖珍钳形电表 …… 82
1—55 MG28型多用钳形电表 …… 83
1—56 MG36型多用钳形电表 …… 84
1—57 TD—2型多用测试仪 …… 85
1—58 U—10型万用电表 …… 88
1—59 U—20型袖珍万用电表 …… 90
1—60 U—101型万用电表 …… 91
1—61 U—201型万用电表 …… 93
1—62 YX—390TR 万用电表 …… 94
1—63 辛普森260—7型万用电表 …… 96
1—64 500型万用电表 …… 98
1—65 500—1型万用电表 …… 100

第二章 数字万用电表电路图 …… 102
2—1 数字万用电表的构成原理 …… 103
2—2 DT—1型数字万用电表 …… 109
2—3 DT—2型数字万用电表 …… 115
2—4 DT—830型数字万用电表 …… 121
2—5 DT—860型数字万用电表 …… 126
2—6 DT—890A 型数字万用电表 …… 131
2—7 DT—890C 型数字万用电表 …… 135
2—8 HD100/HD110型数字万用电表 …… 138
2—9 HD110T 型数字万用电表 …… 142
2—10 HD130型数字万用电表 …… 144
2—11 GDM—8045型数字万用电表 …… 147
2—12 M3800型数字万用电表 …… 150

附录1 各型$3\frac{1}{2}$位双积分 A/D 转换器主要参数表
附录2 部分集成运算放大器典型接线图
附录3 集成电路外引线脚编号
附录4 集成运算放大器型号对照表
附录5 $4\frac{1}{2}$位数字电压表电路原理图
附录6 7/35A/D 转换器的电参数
附录7 CT5型特斯拉计电路原理图
附录8 DA—16型晶体管毫伏表电路原理图
附录9 DTS—1型双通道毫伏表电路原理图
附录10 数字万用电表中部分器件的检查
附录11 本书所列产品型号及其生产厂

第一章　模拟万用电表电路图

本章主要介绍各种不同型号的模拟万用电表的一般性能、主要技术指标、电路原理图及有关数据等。

为列表方便，本书采用下列文字符号代表相应的内容：

ACA	交流电流
ACV	交流电压
BAT	电池或电池负载电压
C	电容
C.O	取名于Close-Open，即通-断。有称为蜂鸣档的，有称为路通蜂鸣器的，有称为通断测试档的。在仪表面板上的标志有"⊣"、"·))"、"⋈"等。
DCA	直流电流
DCV	直流电压
EXT	专用量程
f	频率或频率范围
HR	高阻
h_{FE}	三极管静态放大系数，多为参考值，一般不计及精度。
L	电感
LI	负载电流
DB	分贝
LV	负载电压
P_0	音频功率
R	电阻
SG	信号源
V_{P-P}	峰-峰值电压
V（~）	交流电压（电流）有效值，也称均方根值
V（⎓）	直流电压（电流）值
RH	相对湿度

限于已得资料的局限性，很难只用一种方法说明某一项目，因此，表格内测量范围一项，有的标明了量程范围，有的标出的是倍率，有的两种标法同时使用，如电阻项。有的给出了量程范围，也有的给出的是刻度值范围，如电平项等。

在备注栏中的频率范围，分为基本频率范围和扩展频率范围两种。如 45～1000Hz 就是基本频率范围，45～1500～5000Hz 中的 1500～5000Hz，就是扩展频率，大于或等于 2 个频率范围的，都为扩展频率。

在精度等级一栏中，电阻项的基本误差是以刻度全长的百分数表示的，如 2.5 级。其余项目，均以该量程上限基本误差的百分数表示[1]。

[1] 关于这方面的内容，可参阅人民邮电出版社出版的《实用万用电表检修》。

1-1 DY1 型多用表

一、性能简介

DY1 型多用表为磁电式整流系仪表，用于测量 DCV、DCA、ACV、R、L、C、h_{FE} 等 7 项参数十分方便。30 档量程的选择及其转换，均采用琴键开关来完成。

DY1 型多用表采用多色套印刻度线和彩色面板，外壳用 ABS 塑料压制。设有表头和线路保护，能防止表头和表内线路因过载而损坏元器件。

二、主要技术数据

· 测量范围　精度等级

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
DCA	0～50～500μA～5～50～500mA	≤1.125V	2.5	
DCV	0～2.5～10～50～250～500V	20kΩ / V	2.5	专用插孔
	～2500V	4kΩ / V	5.0	
ACV	0～10～50～250～500V	4kΩ / V	4.0	
R	Ω×1，×10，×100，×1k		2.5 V	
L	0～1～100mH～1H			
C	0～100～1000pF～0.01～0.1～1μF			
	～10～10000μF			
h_{FE}	0～250			

· 工作条件：0～40℃，RH＜85%

· 外形尺寸：236×148×87mm³

· 重量：1.6kg

三、电路图

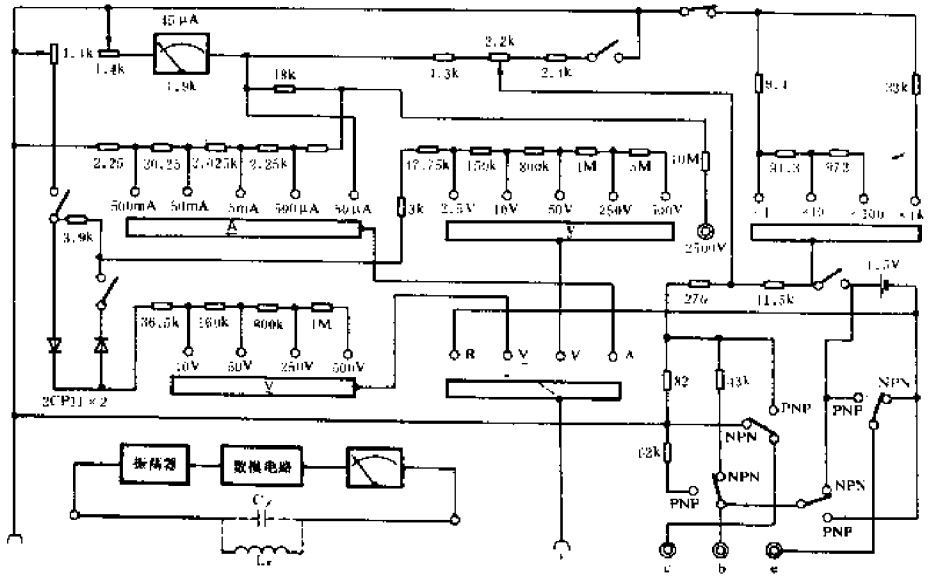


图 1-1　DY1 型多用表电路原理图

DY1 型多用表的电容、电感测量原理图见图 1-2.2、图 1-2.3。

1-2 DY1-A 型多用表

一、性能简介

DY1-A 型多用表为磁电式整流系仪表，可测量 R、L、C 及 DCA、DCV、ACV、h_{FE} 等参数。32 档量程的选择和转换，除 2.5A 交直流电流分别设立专用插孔外，其它各档采用琴键开关、拨动开关、旋转开关配合使用，操作方便舒适。

DY1-A 型多用表的外壳用 ABS 塑料压制，面板采用了彩色表面与多色刻度线，表盘文字清晰。表头和表内线路各设有保护装置。

二、主要技术数据

· 测量范围　精度等级

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
DCV	0～2.5～10～25～50～250～500V	20kΩ／V	2.5	
ACV	0～10～50～250～500V	4kΩ／V	5.0	
DCA	0～50～500μA～5～50～500mA～2.5A		2.5	2.5A 档为 5.0 级
ACA	0～5～50～500～2.5A		5.0	
R	Ω×1，×10，×100，×1k，×10k		2.5 √	中心刻度：10Ω
h_{FE}	0～250			供参考
L	0～500mH		5.0 ∨	
C	0～100～1000pF～0.01～0.1～1μF		2.5+2p ∨	
	～10000μF		10 ∨	

· 工作条件：0～40℃　RH＜80%

· 外形尺寸：236×142×78mm³

· 重量：1.6kg

三、电路图

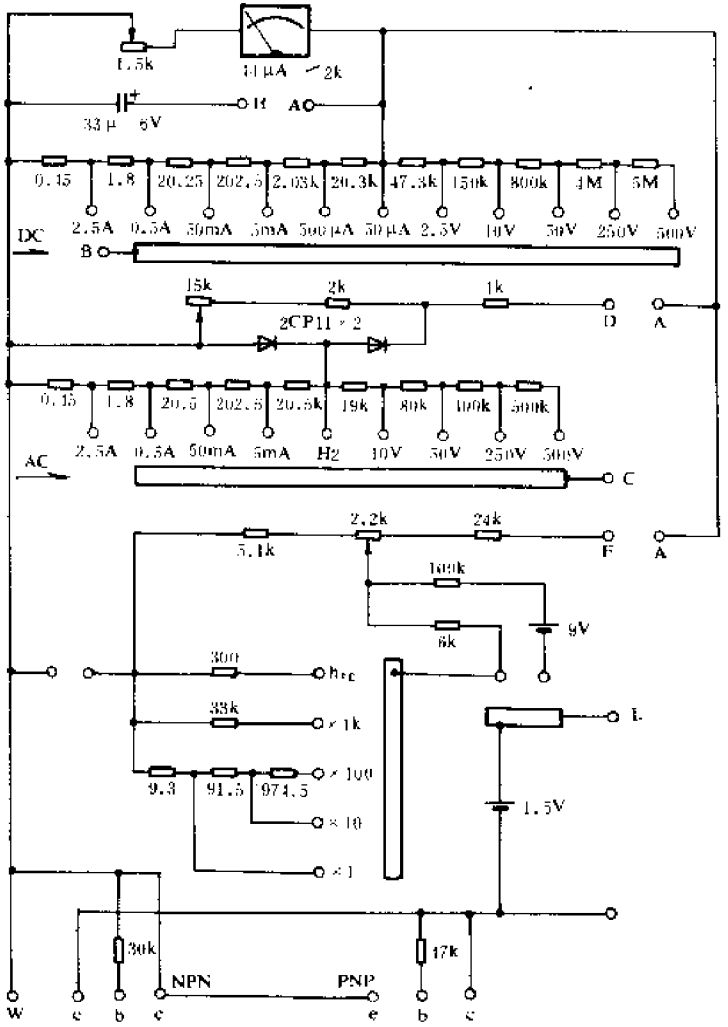


图 1-2.1　DY1-A 型多用表电路原理图

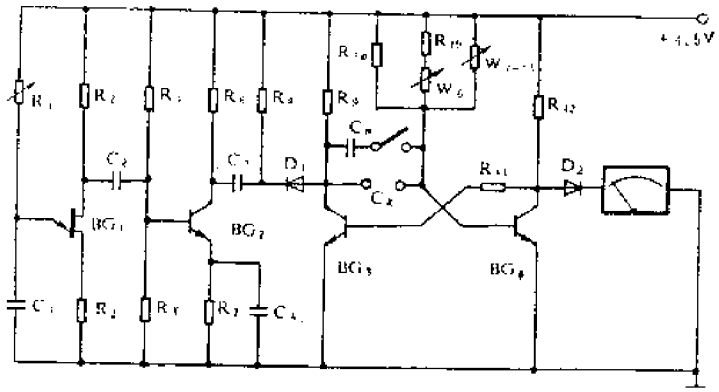


图 1-2.2　DY1-A 型表电容测量原理图

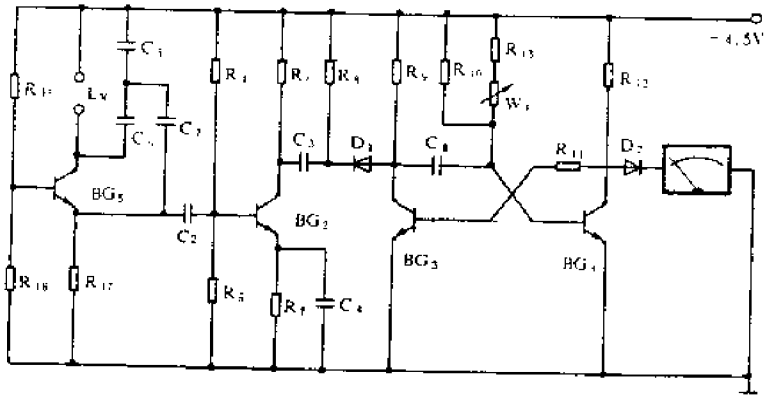


图 1-2.3　DY1-A 型表电感测量原理图

1-3　J0411 型万用电表

一、性能简介

J0411 型万用电表是一种袖珍型磁电式整流系仪表，共有 19 档量程，可供一般测量使用。

二、主要技术数据

· 测量范围　精度等级

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
DCA	0～0.5～1～10～100mA		2.5	
DCV	0～0.5～2.5～10～50～250～500V	2kΩ / V	2.5	
ACV	0～2.5～10～50～250～500V	2kΩ / V	5.0	
R	Ω×1，×10，×100，×1k			中心刻度：40Ω
C	0.001～0.03μF			
DB	−10～+56dB			

· 外形尺寸：135×92×45mm³

· 重量：0.47kg

三、电路图

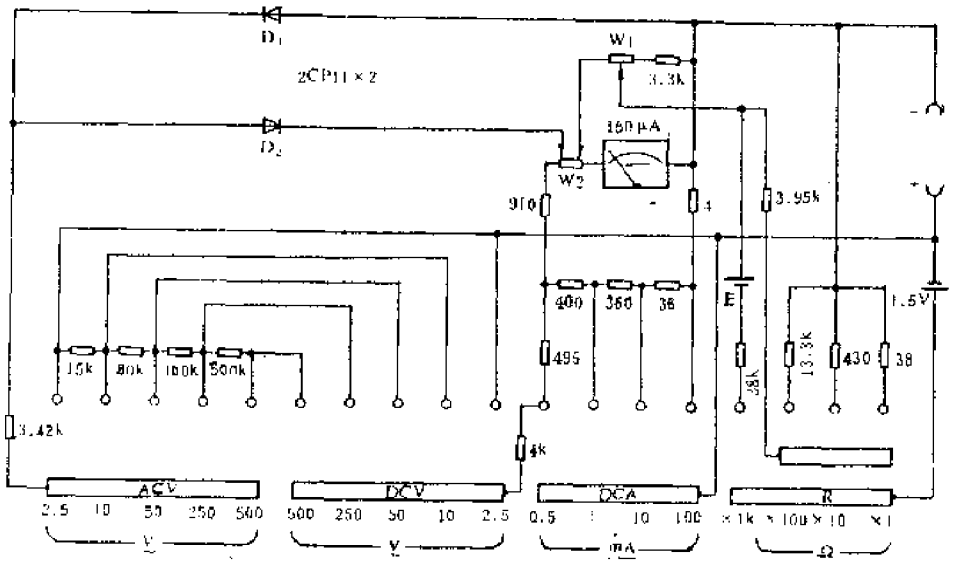


图 1-3 J0411 型万用电表电路原理图

1-4 JFX 型万用电表

一、性能简介

JFX 型万用电表采用 3DJ12 场效应管和 BG305 集成运算放大器构成 10mV（基本量限）电压表，通过量程转换和功能转换开关，完成 47 档不同电量的测量。由于放大器具有很深的负反馈，所有电压、电流（包括交流小电压、交流小电流）量程共用一条线性刻度。

JFX 型万用电表采用两种电压供电：一种是 10mV 的供电电压；另一种是 1V，0.5V 的供电电压。采用 10mV 供电电压测量电阻，可以避免损坏被测物，能直接测量微安表表头内阻。由于 10mV 电压远低于二极管的 PN 结的死区电压，可在不焊下电路中的二极管、三极管管脚的情况下（应将被测电路中的工作电源切断）直接测得它们的阻值。还可以减少测低电阻值时的耗电量，同时，可以完全抵消掉电池内阻变化对测量低电阻带来的误差。

测量电容、电感时所用的交流电源，由仪表内部振荡器供给，频率为 1120Hz。由于所用电压很低，测电解电容时可不考虑其极性。当把仪表作为 1120Hz 的交流信号源使用时，表头指示的是信号源输出电压。

二、主要技术数据

· 测量范围　精度等级

项目	测量范围	电压降、内阻	精度等级	备注
ACA DCA	0～10～50～250nA～ 1～5～25～100～500μA～ 2.5～10～50～250～1000mA	10mV	2.5	50nA 的满度压降为 50mV 250nA 的满度压降为 250mV
ACV DCV	0～10～50～250mV～1 ～5～25 ～100～500V	1MΩ 10MΩ 10MΩ	2.5	20Hz～20kHz 20Hz～20kHz 20Hz～5kHz
R	Ω×1，×10，×100，×1k， ×10k，×100k		2.5 ∨	中心刻度：10Ω
C	×1nF，×10nF，×100nF， ×1μF，×10μF，×100μF		2.5 ∨	测量范围： 50pF～1000μF
L	×1mH，×10mH， ×100mH， ×1H，×10H，×100H		2.5 ∨	测量范围： 100μH～500H

三、电路图

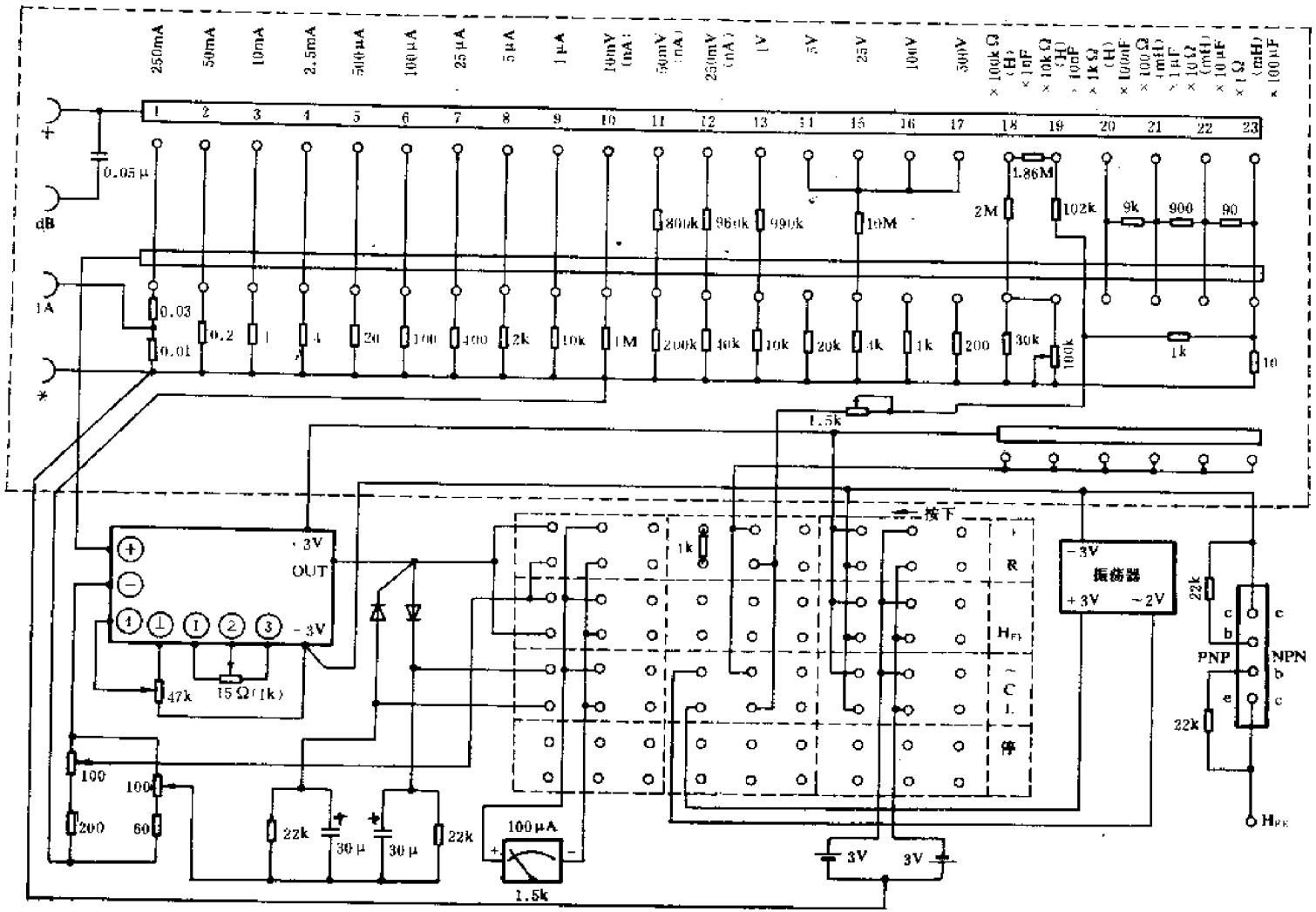


图 1-4.1 JFX 型万用电表电路原理图

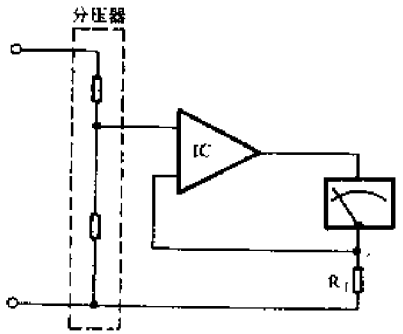


图 1-4.2　直流电压表原理图

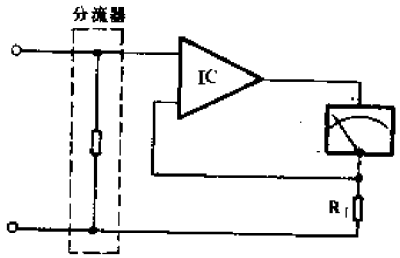


图 1-4.3　直流电流表原理图

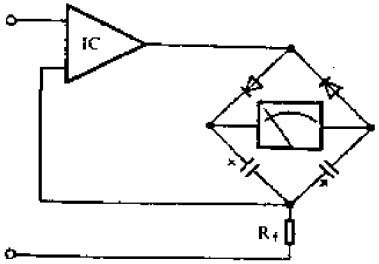
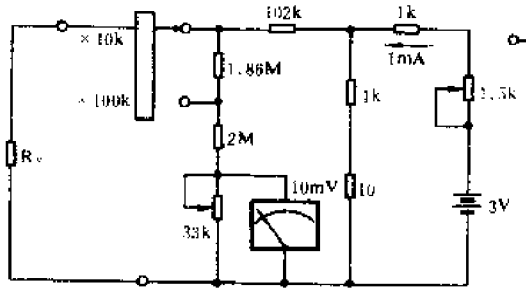
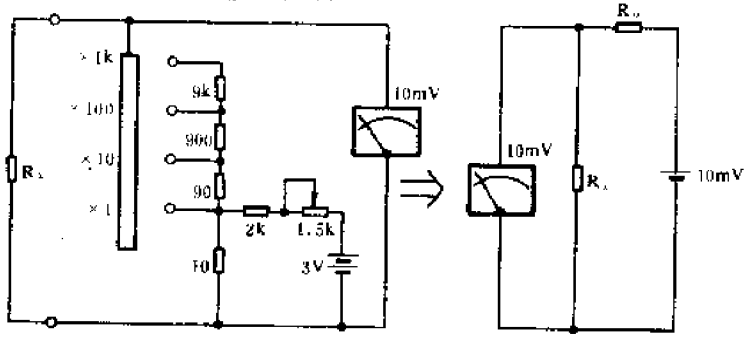


图 1-4.4　交流表原理图



(a) 高电压电阻档原理图



(b) 低电压电阻档原理图及等效电路

图 1-4.5　电阻测量电路原理图

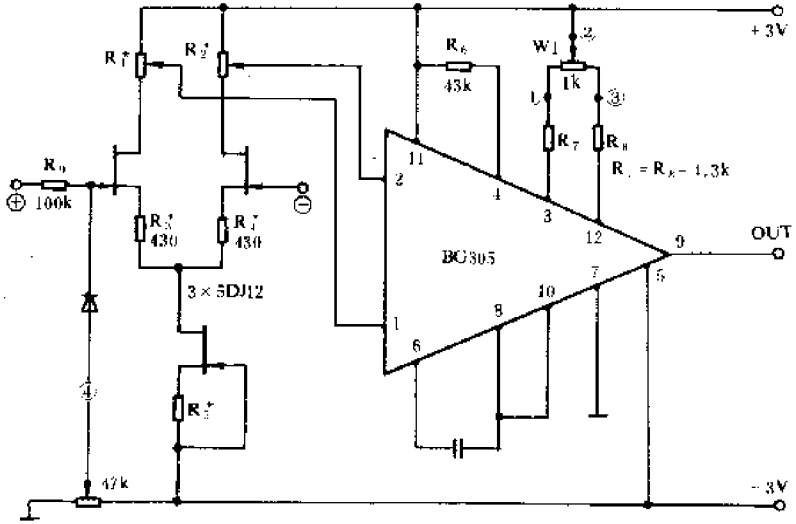


图 1-4.6　放大器线路图

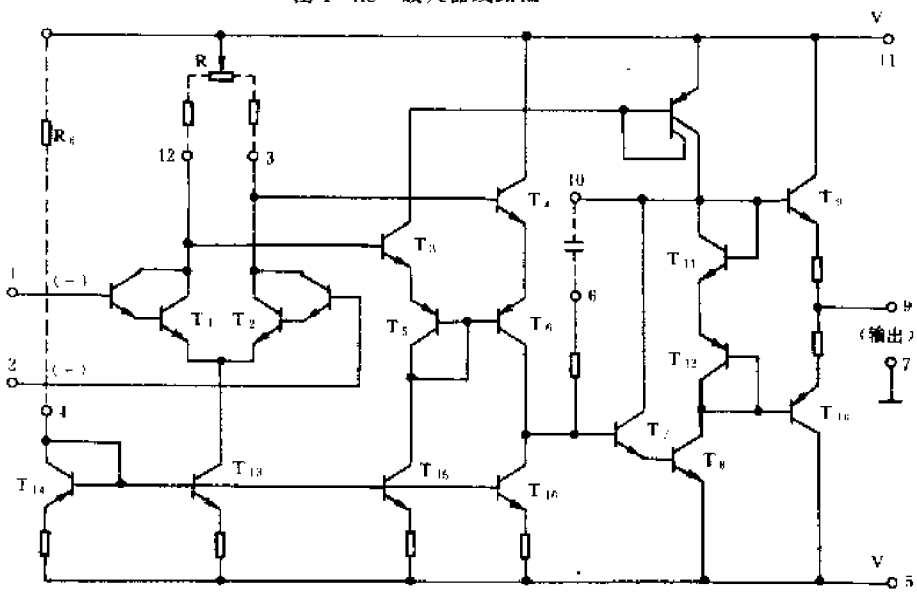


图 1-4.7　BG305 运放电路图

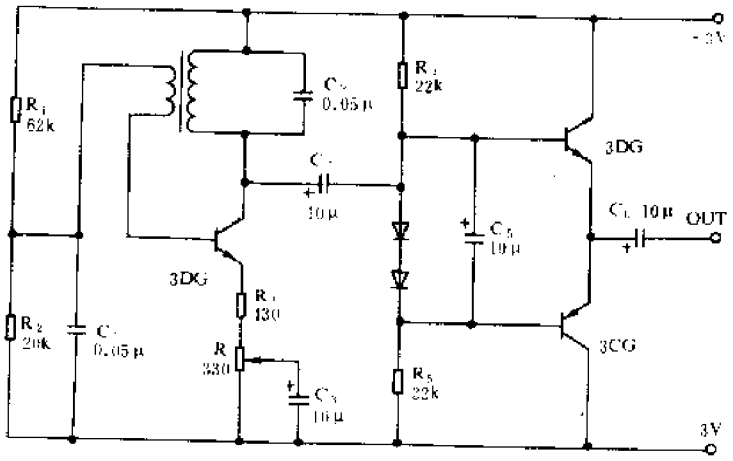


图 1-4.8 振荡器线路图

1-5 MF15(之一)型万用电表

一、性能简介

MF15（之一）型袖珍万用电表系磁电式仪表，具有 24 档量程，用于测量 DCA、DCV、R、C 及 L 等电量。

该表外型扁薄，携带方便。表内主要部件如底座、开关等，采用高绝缘材料制造，零件均经防霉处理，具有良好的抗热和防湿性能。所有的量程变换，均由一只开关完成。

二、主要技术数据

· 工作条件：0～40℃　　RH＜85%

· 外形尺寸：132×92×43mm³

· 重量：0.4kg

· 测量范围　精度等级

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
DCA	0～0.5～10～100mA	＜0.5V	2.5	
DCV	0～10～50～250～500～1000V	2kΩ／V	2.5	
ACV	0～10～50～250～500～1000V	2kΩ／V	5.0	45～1000Hz
R	0～100kΩ、0～1MΩ		2.5 V	中心刻度 600Ω
DB	−10～+22～+36～+50～+56～+62dB			
C	0～0.03～0.6μF			
L	10～1000H			
GR	0～100MΩ(外接 250V 电源)			借用直流 250V 档

三、电路图

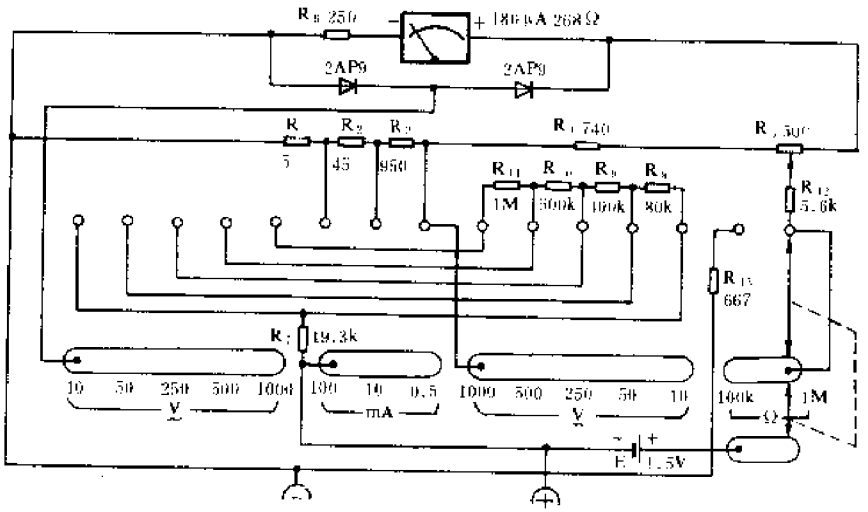


图 1-5.1 MF15（之一）型万用电表电路图

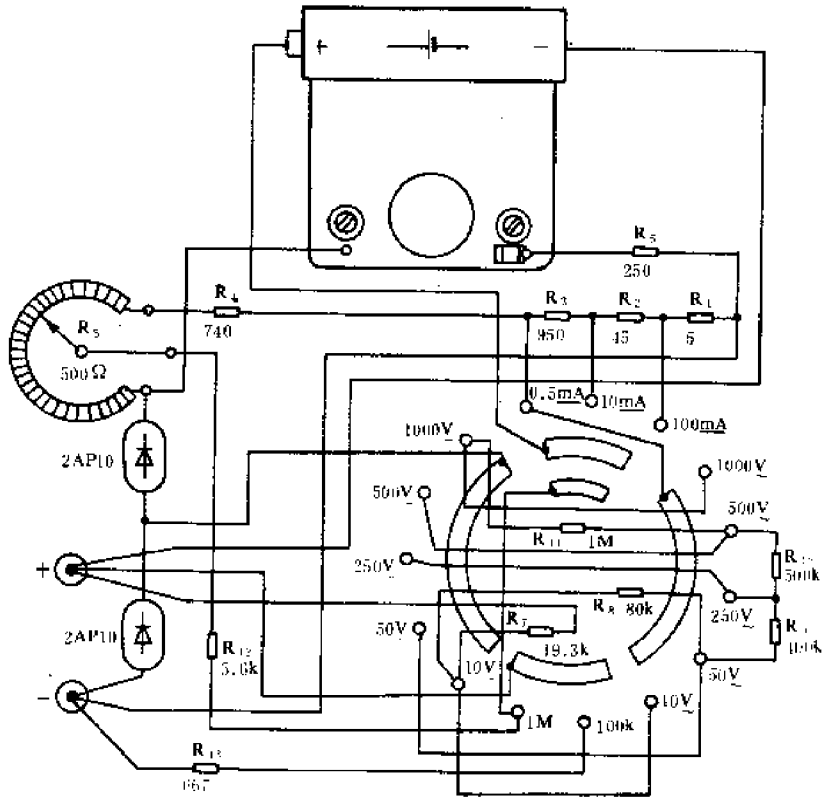


图 1-5.2　MF15（之一）型万用电表电路元件位置图

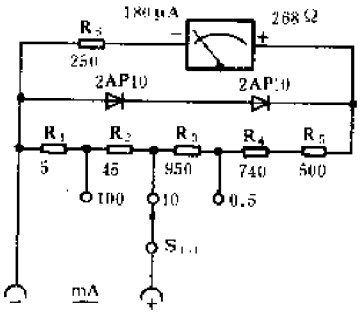


图 1-5.3　MF15（之一）型表直流电流测量电路

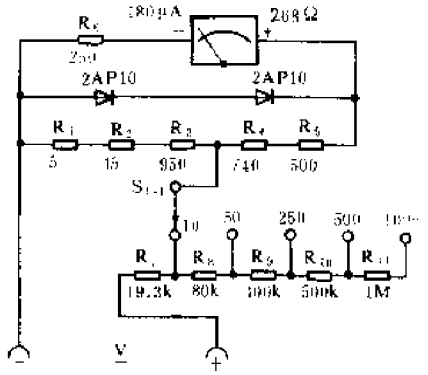


图 1-5.4　MF15（之 -）型表直流电压测量电路

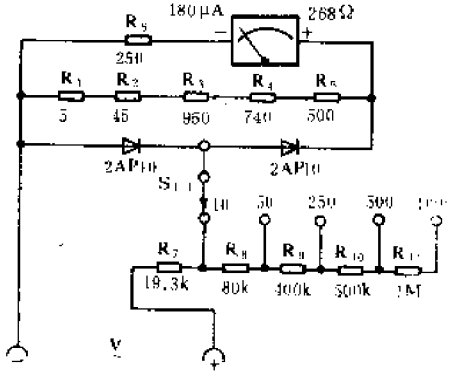


图 1-5.5　MF15（之一）型表交流电压测量电路

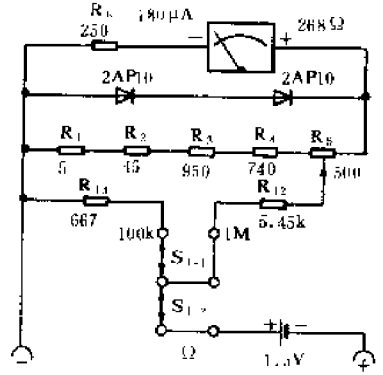


图 1-5.6　MF15（之一）型表电阻测量电路

1-6 MF15(之二)型万用电表

一、性能简介

MF15（之二）型袖珍万用电表的结构、测量项目、所设档位、主要部件选择等，均与MF15（之一）型袖珍万用表相同。

二、主要技术数据

· 测量范围　精度等级

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
DCA	0～0.5～10～100mA	≤898mV	2.5	
DCV	0～10～50～250～500～1000V	2kΩ／V	2.5	
ACV	0～10～50～250～500～1000V	2kΩ／V	5.0	
R	0～100kΩ～1MΩ		2.5	
DB	0～10～+22～+36～+50～+56～+62dB			
C	0～0.03～0.6μF			
L	10～100H			
GR	0～100MΩ(外接250V电源)			借用直流电压250V档

· 外形尺寸：92×43×132mm³

· 重量：约0.4kg

三、电路图

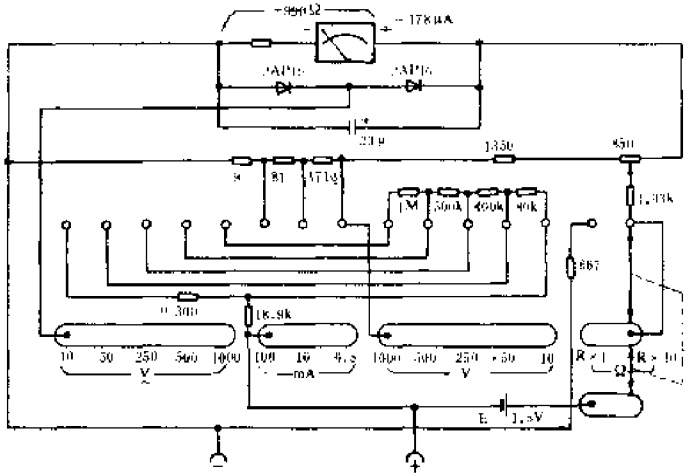


图1-6.1　MF15（之二）型万用电表电路原理图

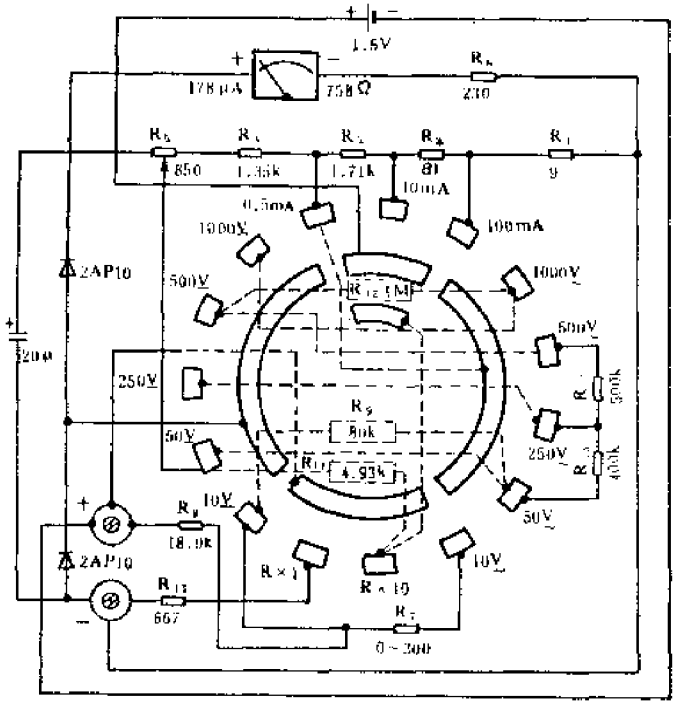


图1-6.2　MF15（之二）型万用电表电路元器件位置示意图

1-7 MF16（之一）型万用电表

一、性能简介

MF16（之一）型万用电表是一种具有15档基本量程、4档分贝附加量程，可以测量DCA、DCV、R、ACV、DB和C的袖珍仪表。其外壳采用黑色胶木制成。面板上装有一只量程转换开关和一只零欧姆调整器及两个插孔。电阻档采用1.5V电源（5号电池一节）。

二、主要技术数据

· 测量范围　基本误差

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
DCA	0～0.5～10～100mA	≤550mV	2.5	
DCV	0～0.5～10～50～250～500V	2kΩ/V	2.5	
ACV	0～10～50～250～500V	2kΩ/V	4.0	
R	0～10k(Ω×10) ～1MΩ(Ω×1k)		2.5	中心刻度:60Ω 中心刻度:6kΩ
DB	−10～+56dB			刻度为−10～+22dB
C	0.0001～0.03μF			

· 外形尺寸：115×80×44mm³

· 重量：0.35kg

三、电路图

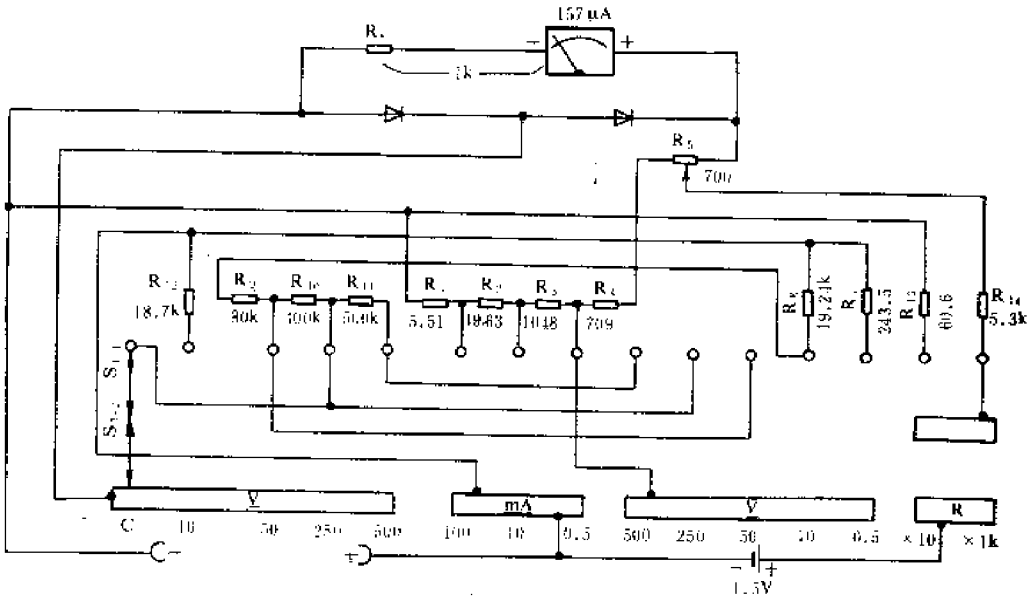


图 1-7.1　MF16（之一）型万用电表电路原理图

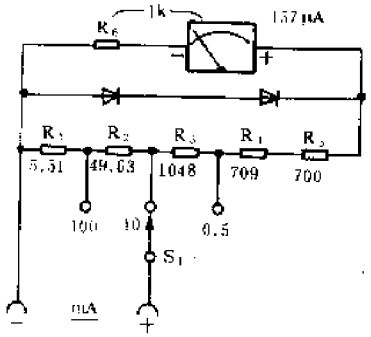


图 1-7.2　MF16(之一)型表直流电流测量电路

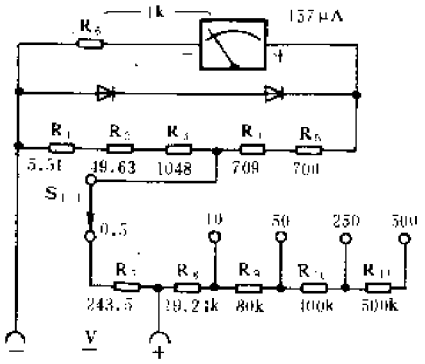


图 1-7.3 MF16(之一)型表直流电压测量电路

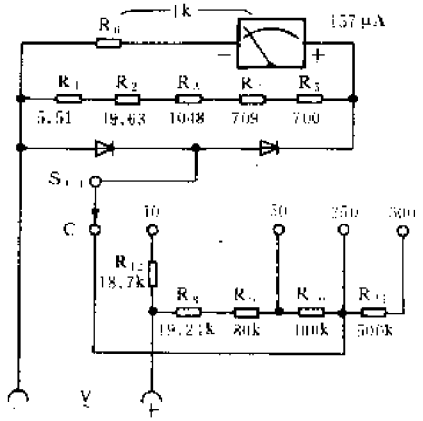


图 1-7.4 MF16(之一)型表交流电压测量电路

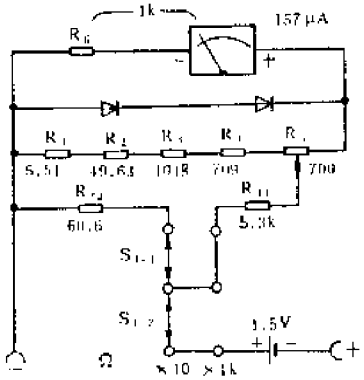


图 1-7.5 MF16(之一)型表电阻测量电路

1-8 MF16（之二）型万用电表

一、性能简介及主要技术数据

MF16（之二）型万用电表，其外形结构、表盘刻度，精度等级及用途均与 MF16（之一）型相同，测量范围除直流电流和电阻两项外，其余也相同。

直流电流：0～50～500～2500mA

电　　阻：0～1kΩ～100kΩ，中心值分别为 6、600Ω。

二、电路图

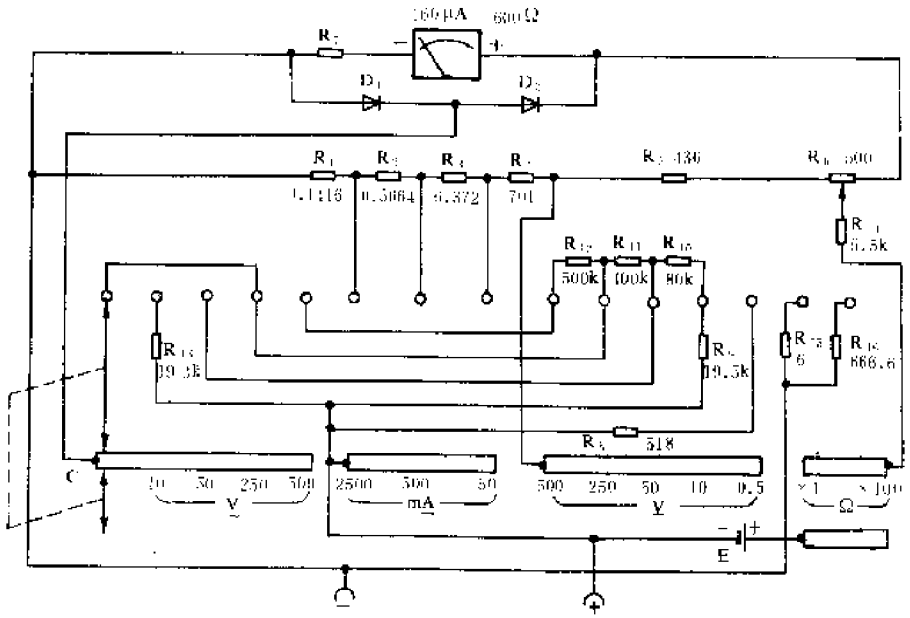


图 1-8.1 MF16（之一）型万用电表电路原理图

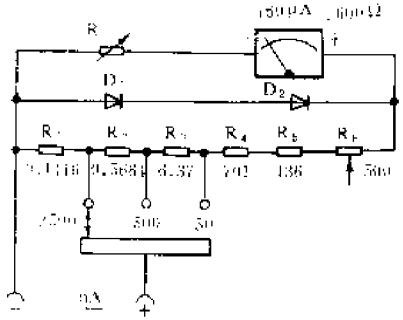


图 1-8.2 MF16(之一)型表
直流电流测量电路

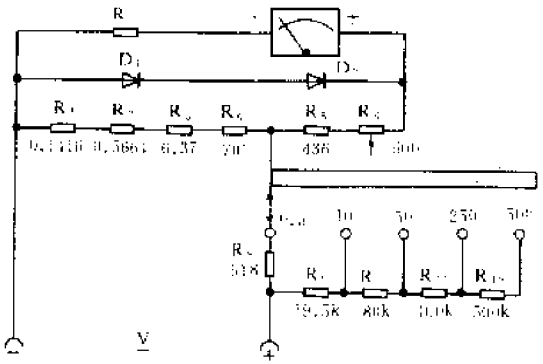


图 1-8.3 MF16(之一)型表
直流电压测量电路

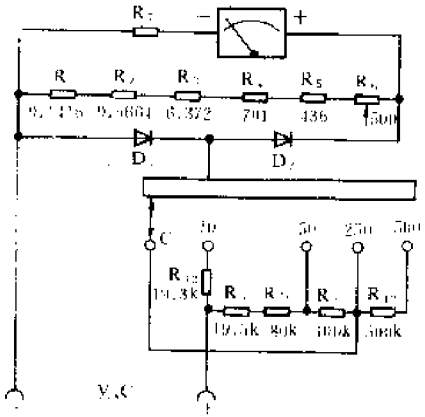


图 1-8.4 MF16(之一)型表
交流电压测量电路

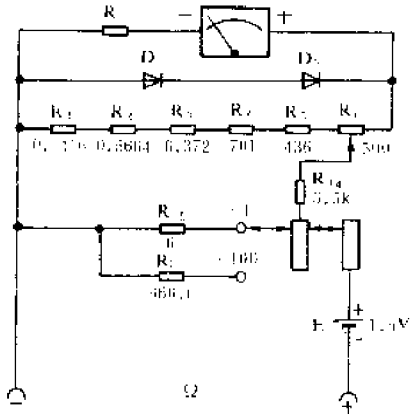


图 1-8.5 MF16(之一)型表
电阻测量电路

1-9 MF27-1 型袖珍万用电表

一、性能简介

MF27-1 型袖珍万用电表共有 15 档基本量程、5 档分贝附加量程和 1 档附加电容量程，可测量 DCA、DCV、ACV、R、C、DB 等。仪表的主要部件采用热塑性工程塑料制成，具有良好的绝缘性能和机械强度。表盖用全透明有机玻璃制成。

二、主要技术数据

· 测量范围 精度等级

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
DCA	0～1～10～100mA	≤550mV	5.0	
DCV	0～2.5～10～50～250～500V	2kΩ／V	5.0	
ACV	0～2.5～10～50～250～500V	2kΩ／V	5.0	
R	0～10k(Ω×10) ～1MΩ(Ω×1k)		2.5	中心刻度:60Ω 中心刻度:6kΩ
DB	−10～+56dB			10～500V
C	0.0001～0.03μF			

· 外形尺寸：120×80×44mm³

· 重量：0.32kg

三、电路图

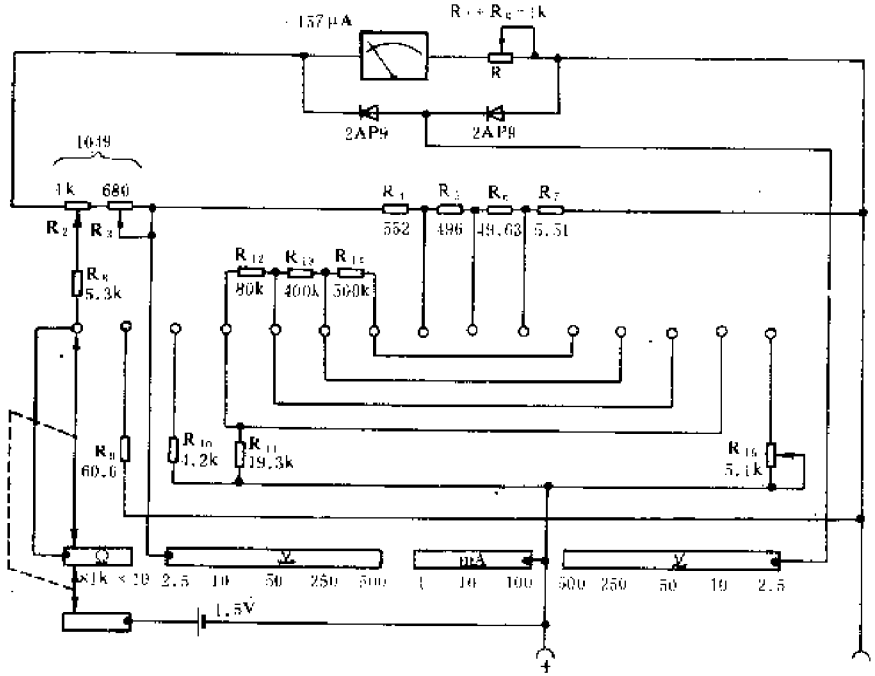


图 1-9.1　MF27-1 型万用电表电路原理图

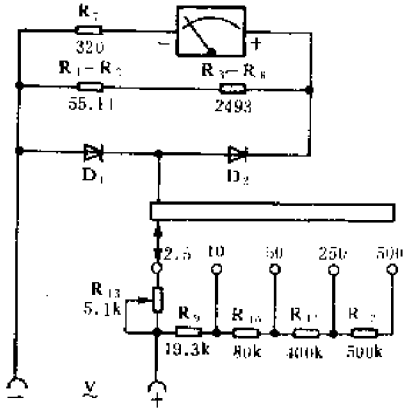


图 1-9.2　MF27-1 型表直流电流测量电路

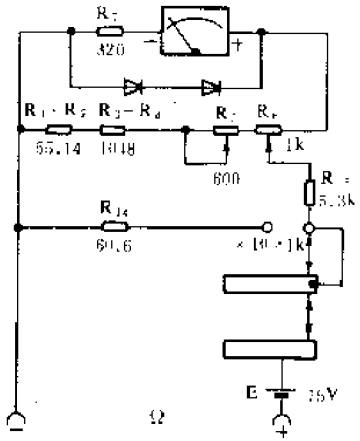


图 1-9.3　MF27-1 型表直流电压测量电路

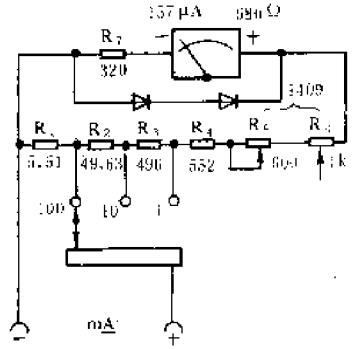


图 1-9.4　MF27-1 型表交流电压测量电路

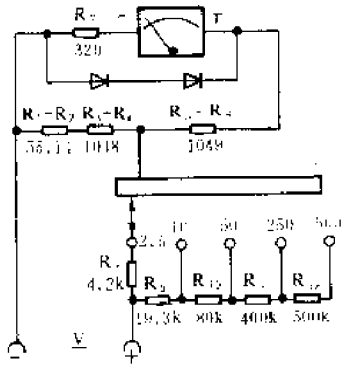


图 1-9.5　MF27-1 型表电阻测量电路

1-10 MF27-2 型万用电表

一、性能简介

MF27-2 型万用电表是一种磁电式整流系袖珍型仪表。它是在保持原 MF27-1 型结构的基础上，提高了交直流电压灵敏度，具有 20 档可选量程，能用来测量 ACV、DCV、DCA、R、C、P_o 及 h_{FE} 等参数。该表刻度盘的最大弧长为 64mm，表头装在单独的表壳内，具有较好的防尘防潮性能，表头箱面板用透明有机玻璃制作。仪表外壳用热塑性工程塑料制成，具有良好的绝缘性能及强度。

二、主要技术数据

· 测量范围　精度等级

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
DCA	0～0.25～10～100mA	<0.9	5.0	
DCV	0～2.5～10～50～250～500V	4kΩ / V	5.0	
ACV	0～2.5～10～50～250～500V	4kΩ / V	5.0	
R	Ω×10，×1k			中心刻度:100Ω，10kΩ
C	0.001～0.3μF			
h_{FE}	10～200			

· 工作条件：0～40℃，RH＜80%

· 外形尺寸：122×82×42mm³

· 重量：0.32kg

三、电路图

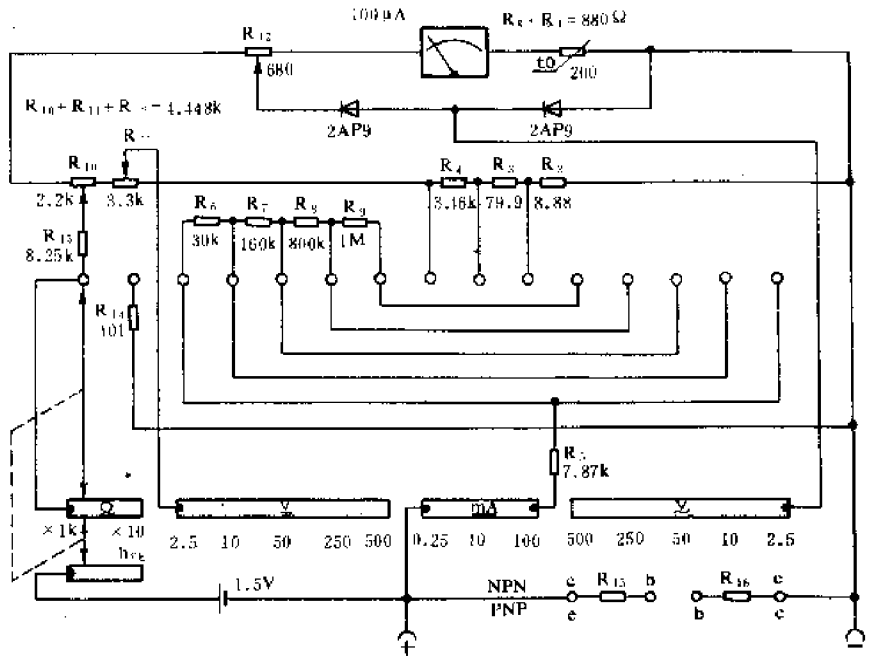


图 1-10　MF27-2 型万用电表电路原理图

1-11 MF28 型袖珍万用电表

一、性能简介

MF28 型袖珍万用电表，共有 15 档基本量程、4 档分贝附加量程。可以测量 DCA、DCV、ACV、R、DB、h_{FE} 等参数。面板上装有一只转换开关、一只欧姆调零器、一个 h_{FE} 插座和二个测量接线用插孔。电路部分采用印制电路板。电阻测量和三极管测量共用 1.5V 电源（5 号电池一节）。

二、主要技术数据

· 测量范围　精度等级

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
DCA	0～1～10～100mA		4.0	
DCV	0～2.5～10～50～250～500V	2kΩ / V	4.0	
ACV	0～10～50～250～500V	2kΩ / V	5.0	
R	0～10k　(Ω×10) ～1MΩ　(Ω×1k)		4.0	中心刻度:60Ω 中心刻度:6kΩ
DB	-10～56dB			
h_{FE}	0～200			

· 外形尺寸：115×80×44mm³

· 重量：0.37kg

三、电路图

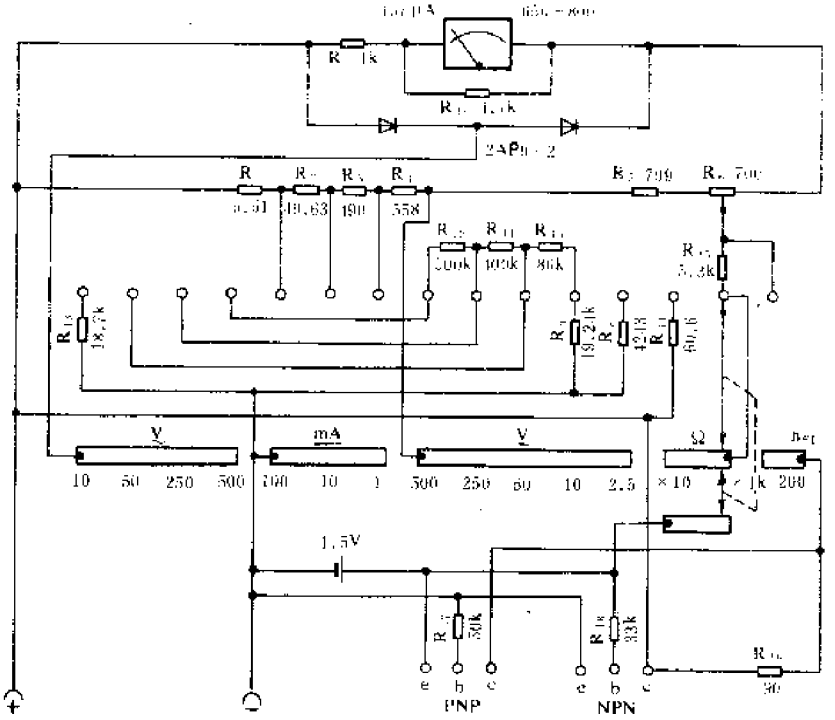


图 1-11.1　MF28 型万用电表电路原理图

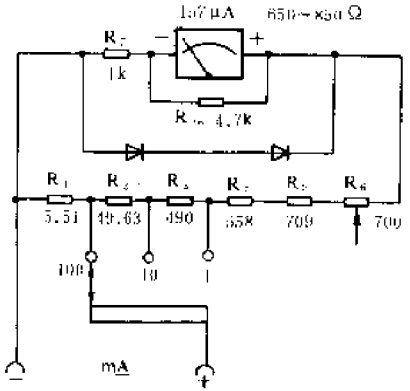


图 1-11.2　MF28 型表直流电流测量电路

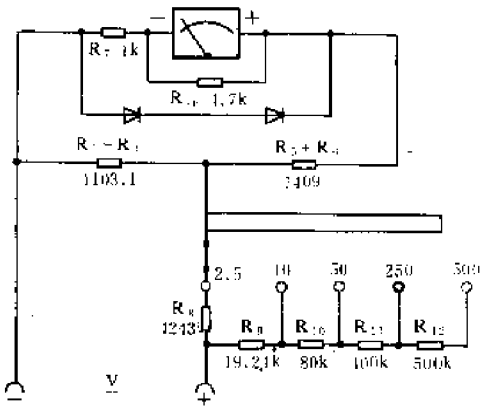
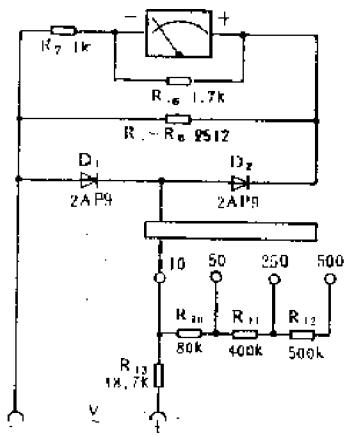


图 1-11.3　MF28 型表直流电压测量电路



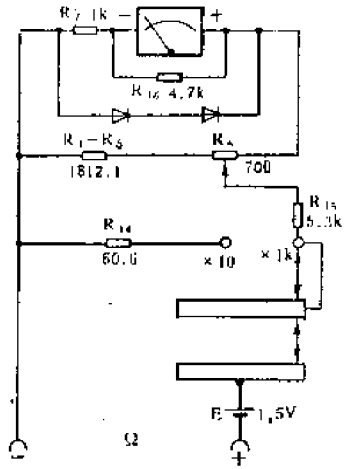


图 1-11.4　MF28 型表交流电压测量电路　　图 1-11.5　MF28 型表电阻测量电路

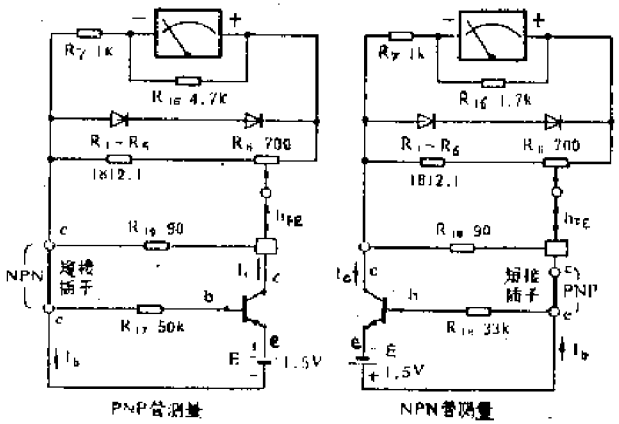


图 1-11.6　MF28 型表 h_{FE} 测量电路

1-12　MF28-A 型袖珍万用电表

一、性能简介

MF28-A 型万用电表在保持原 MF28 型表基本线路的基础上，对造型结构、印制电路进行了重新设计，并对电路元件也进行了重新选择，提高了直流量的测量精度。增加了 4 档基本量程及 5 档附加量程，扩大了测量范围。

MF28-A 型万用电表的表头标度盘利用对角弧线，使其刻度线弧长较常规仪表正面弧线增长$\sqrt{2}$倍，由此可使小型仪表具有宽大刻度以获得精确示值。

二、主要技术数据

· 测量范围　精度等级

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
DCA	0～0.5～1～10～100mA 0～2.5A	＜550mV	2.5	 专用插孔
DCV	0～2.5～10～50～250～500V	2kΩ / V	2.5	
ACA	0～1A		5.0	
ACV	0～10～50～250～500V	2kΩ / V	5.0	
R	0～10～100kΩ～1～10MΩ		2.5	基本中心刻度:60Ω
DB	−10～+22～+36～+50～+56dB			基本刻度:−10～+22dB
h_{FE}	0～250			参考值
C	0.0001～0.03～1～10μF			

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
L	1～500～5000H			
P_o	0～12.5W 0～25W			Z＝8Ω Z＝4Ω
LI	0～0.25～2.5～25mA			
LV	0～1.5～15V			

· 工作条件：0～40℃，RH＜85%

· 外形尺寸：132×81×42mm³

· 重量：0.38kg

三、电路图

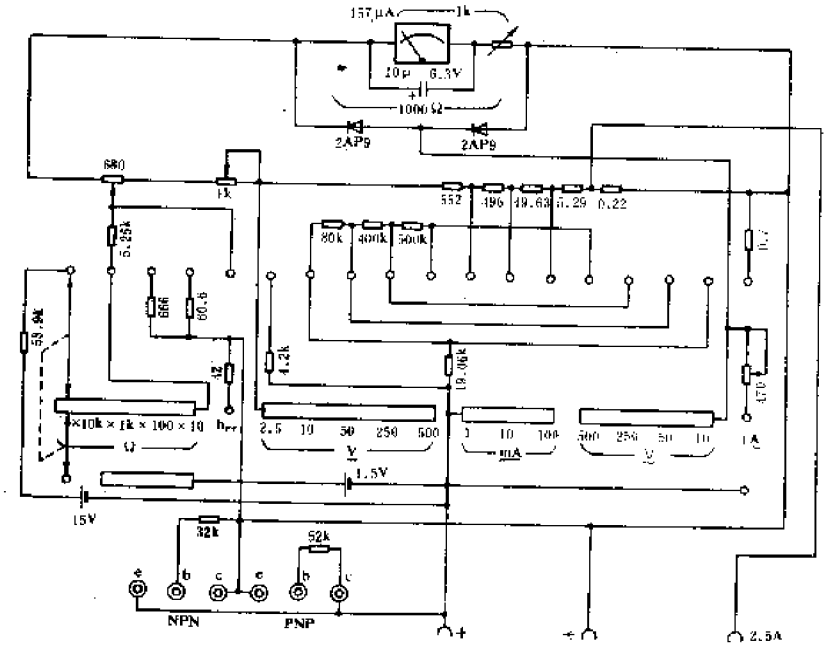


图 1-12 MF28-A 型万用电表电路原理图

1-13 MF30(之一)型万用电表

一、性能简介

MF30（之一）型万用电表灵敏度高、体积小、重量轻。用有机玻璃作表头面箱盖。标度盘上装有反射镜，可以减少视差。该表设有双重保护：利用硅管在0～150mV范围内，正反向电流都几乎截止；正向电压在0.65V以上几乎导通的伏-安特性，将两只二极管并联在表头两端，以保证在电流过载时不致损坏表头。此外，在电路中还串接了一只0.5A的保险丝，用于防止在电流档或电阻档误测交流电源时，烧坏表中元器件。

二、主要技术数据

· 测量范围　精度等级

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
DCV	0～1～5～25V	20kΩ／V	2.5	
	0～100～500V	5kΩ／V		
ACV	0～10～100～500V	5kΩ／V	4.0	
DCA	0～50μA～0.5～5～50～500mA	＜750mV	2.5	
R	0～4～40～400kΩ～4～40MΩ		2.5	基本中心刻度25Ω
DB	−10～+56dB			
C	500pF～0.03μF 0.07～0.5μF			100V档 10V档
L	20～1000H 0.5～20H			10V档

· 工作条件：0～40℃，RH＜80%

· 外形尺寸：135×93×46mm³

· 重量：0.45kg

三、电路图

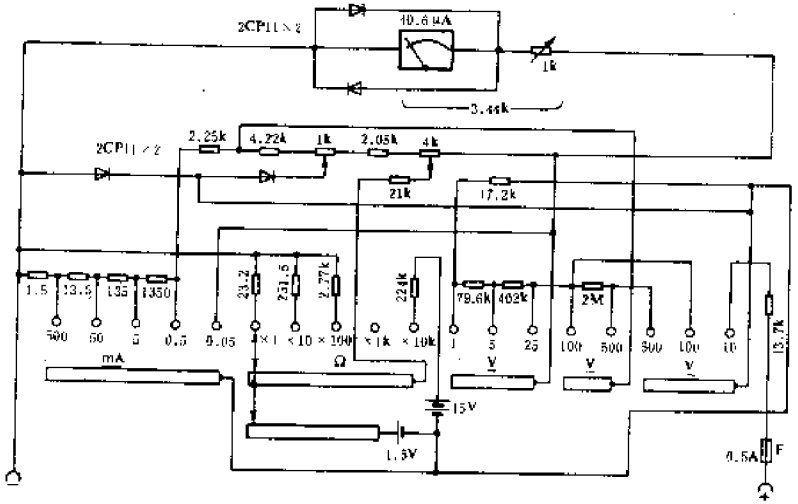


图 1-13.1　MF30(之一)型万用电表电路原理图

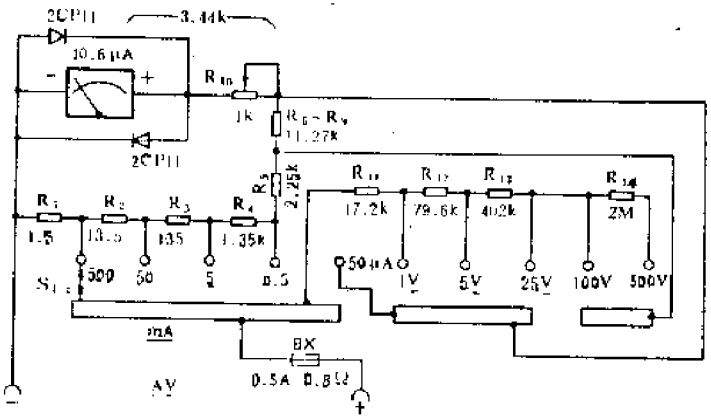


图 1-13.2　MF30(之一)型表直流电流、电压测量电路

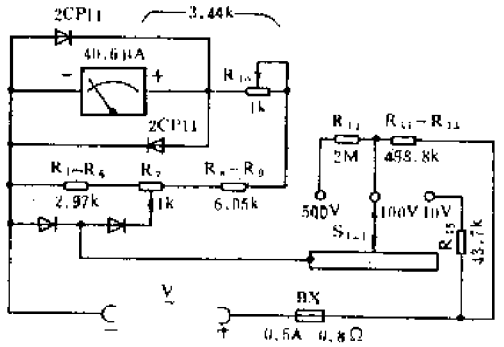


图 1-13.3　MF30(之一)型表交流电压测量电路

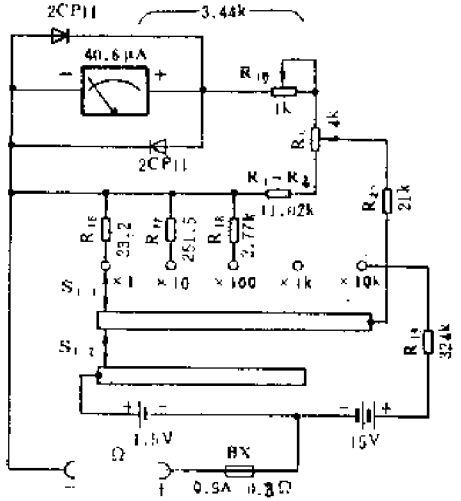


图 1-13.4　MF30(之一)型表电阻测量电路

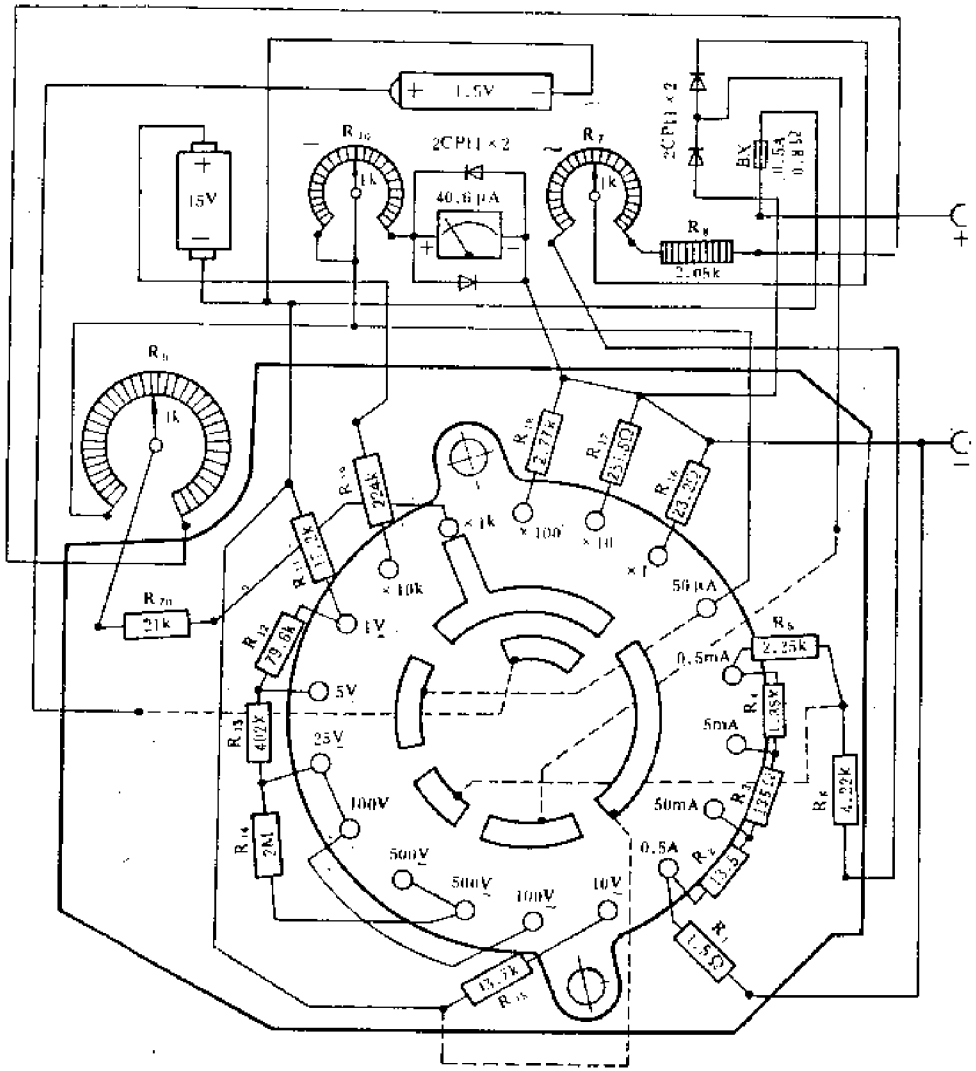


图 1-13.5　MF30(之一)型表电路元件位置图

1-14　MF30(之二)型万用电表

一、性能简介

MF30（之二）型万用电表的外形、结构、测量范围、电压表的灵敏度、准确度、电路转换方式均与 MF30(之一)型相同，不同之处是：表头内阻在 1.7～1.8kΩ 范围内，表针满偏转电流为 37.5μA。因此部分元件的电阻值作了相应改变；直流电流档的电压降减小了$\frac{1}{2}$还多。

二、主要技术数据

· 测量范围　精度等级

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
DCV	0～1～5～25V	20kΩ / V	2.5	
	～100～500V	5kΩ / V	2.5	
ACV	0～10～100～500V	5kΩ / V	5.0	
DCA	0～50μA～0.5～5～50～500mA	<0.3V	2.5	
R	Ω×1、×10、×100、×1k、×10k		2.5	
DB	−10～+22dB		5.0	

· 附加量程：

· 电容：500pF～0.03μF（100V）

0.07～0.5μF（10V）

· 电感：20～1000H(10Ω)

0.5～20H（10Ω档，在"+—"插口上并联一只1kΩ电阻）

· 工作环境：0～40℃，RH＜85%

· 绝缘强度：可耐受50Hz正弦波电压2000V，历时一分钟而不致损坏。

· 外形尺寸：135×93×46mm³

· 重量：0.45kg

三、电路图

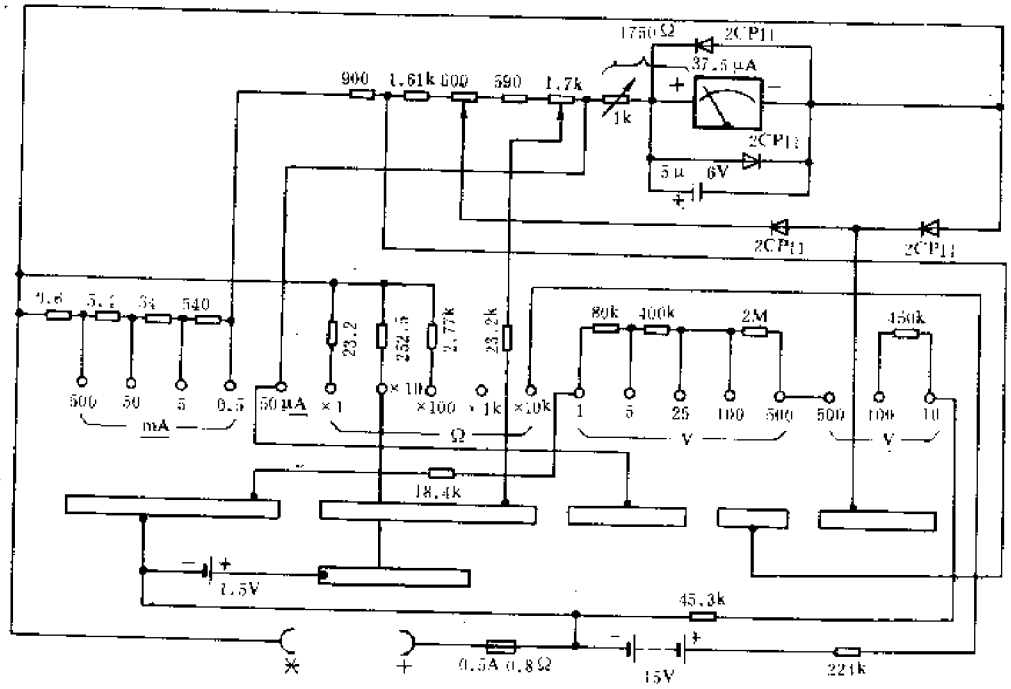


图1-14.1 MF30(之一)型万用电表电路原理图

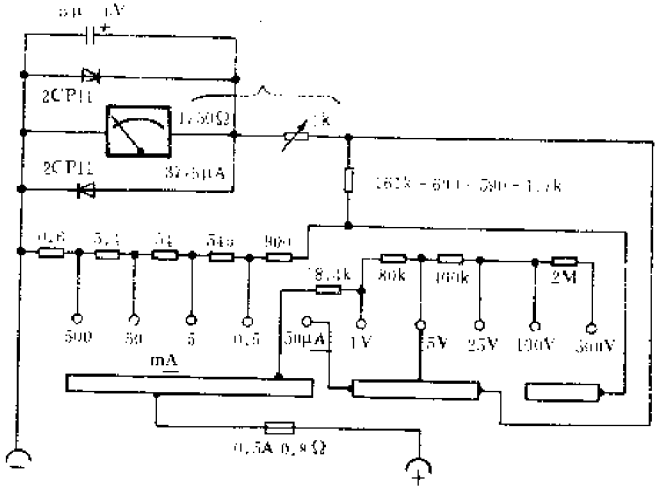


图1-14.2 MF30(之一)型表DCA、DCV测量电路

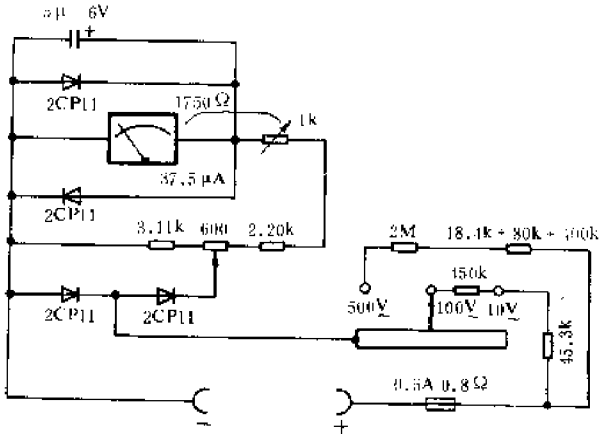


图1-14.3 MF30(之一)型表ACV测量电路

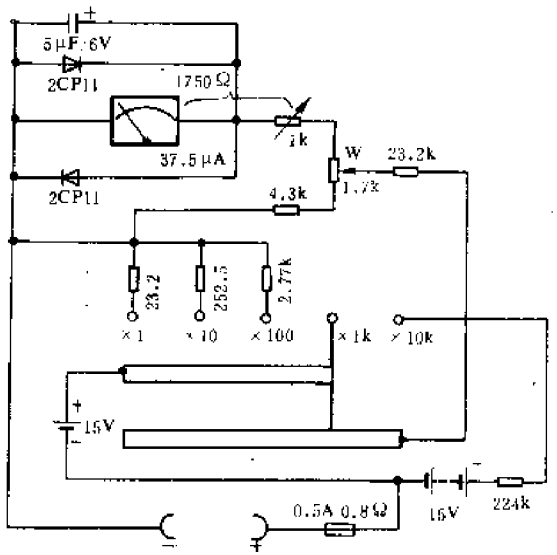


图 1-14.4　MF30(之二)型表 R 测量电路

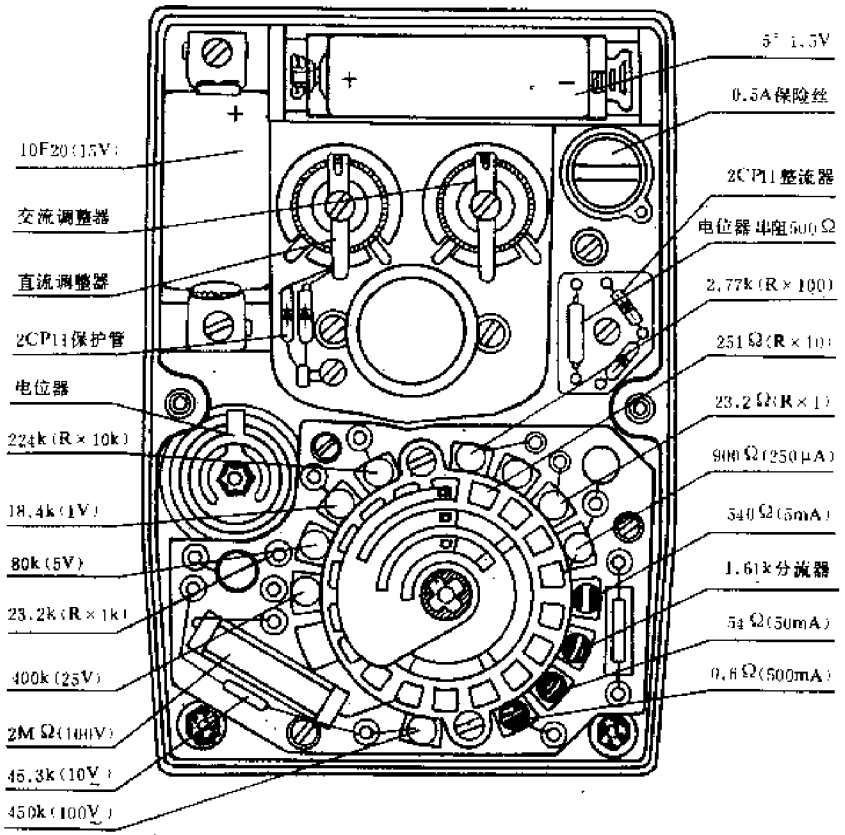


图 1-14.5　MF30(之二)型表电路元件位置图

1-15 MF35型万用电表

一、性能简介

MF35型万用电表的矩形胶木外壳，是由高绝缘防霉酚醛塑料压制而成。仪表设有密封垫圈，以减少外界有害气体或物质对仪表零件的侵蚀。表头为圆柱形的外磁结构，磁体用铝镍钴制成，磁性强，防御外磁性能好。表头可动部分的支承中设有弹簧防震和止动装置，可以减少因运输或其它振动所受到的影响。

MF35型万用电表制作工艺考究，对关键零件，如永久磁铁、支架、精密线绕电阻等均经人工时效处理，质量稳定。在表头上设置了过载保护二极管。所有量程的选择，均由一只转换开关完成。

为了提高仪表测量低值电阻的性能，设置了"DΩ"量限。交流电流的测量系统采用电流互感器，使仪表具有良好的频率特性和良好的直线性，交流直流读数共用一条刻度。借助于该表的直流75mV和交流5A量程，配用相应的外附分流器和仪用互感器，可以扩大交直流的测量范围。

二、主要技术数据

· 测量范围　精度等级

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
DCA	0～50μA	75mV	1.0	
	～250μA～1～5～25～100mA～1～5A	＜300mV		
DCV	75mV	20kΩ／V	1.5	50μA档
	～1～2.5～10～25～100V～250～500～1000V	20kΩ／V	1.0	
ACA	0～2.5mA	＜1.1V	2.5	45～1000Hz
	～25mA	＜300mV	1.5	
	～250mA	＜100mV		
	～5A	＜180mV		
ACV	0～2.5V	400Ω／V	2.5	同上
	～10	400Ω／V	1.5	
	～50～250	2kΩ／V		
	～500～1000V	2kΩ／V	1.5	45～100Hz
R	DΩ		1.5	中心刻度:2.4Ω
	Ω×1、×10、×100、×1k、×10k		1.0	中心刻度:15Ω
DB	-10～+10dB			

· 工作环境：0～40℃，RH＜85%

· 仪表外壳与电路的绝缘强度：耐受3000V交流电压(50Hz)，历时1分钟而不损坏。

· 外形尺寸：不大于202×154×80mm³

· 重量：约2kg

三、电路图

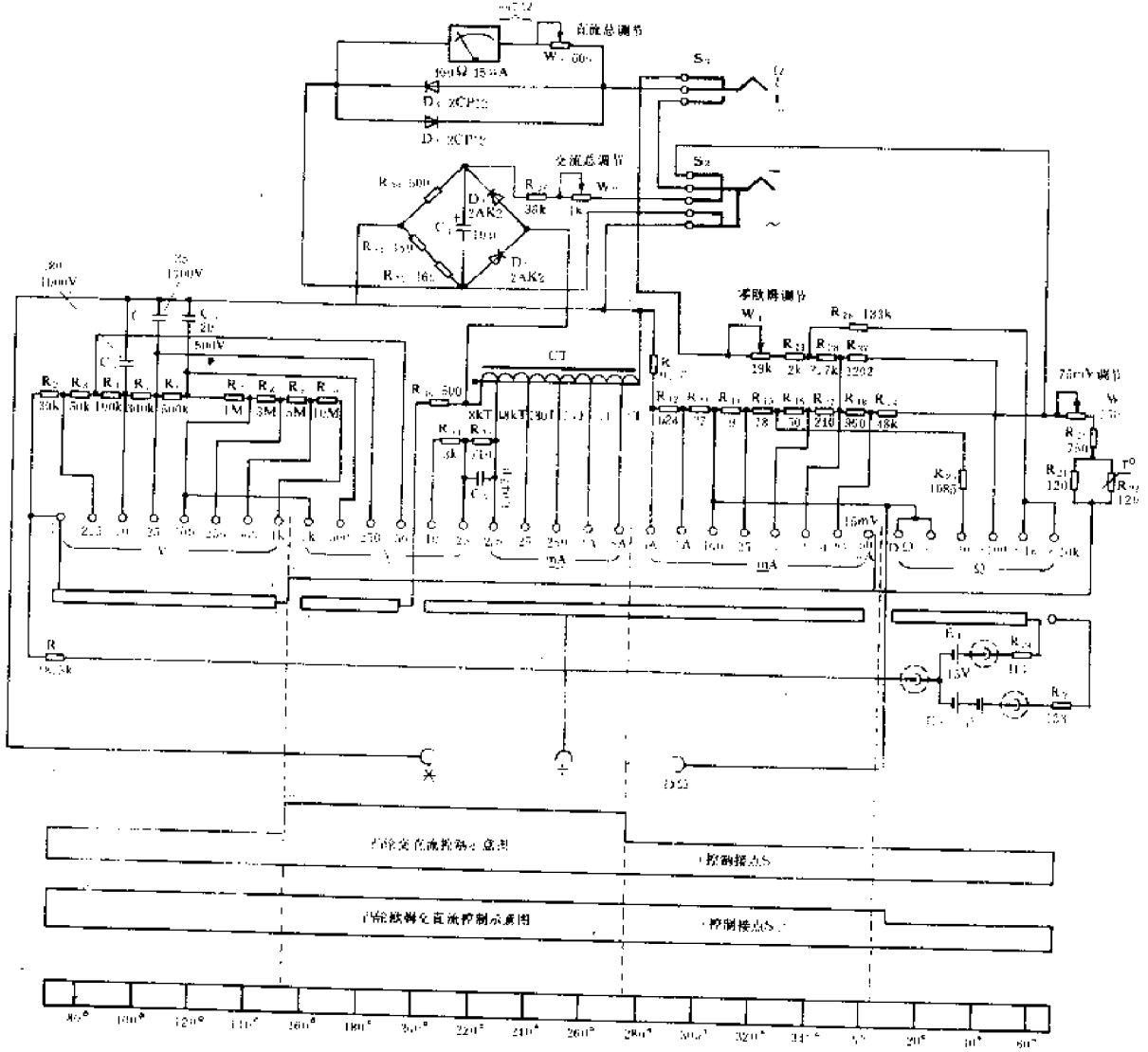


图 1-15.1　MF35 型万用电表电路原理图

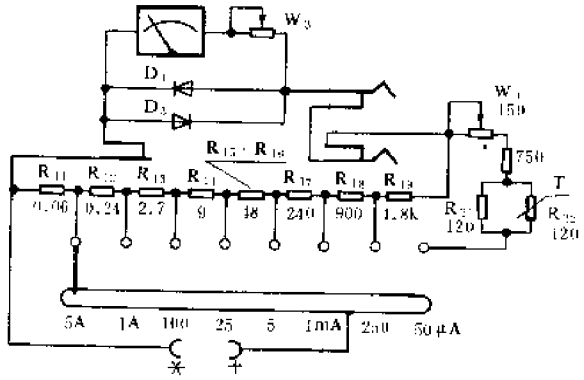


图 1-15.2　直流电流测量电路

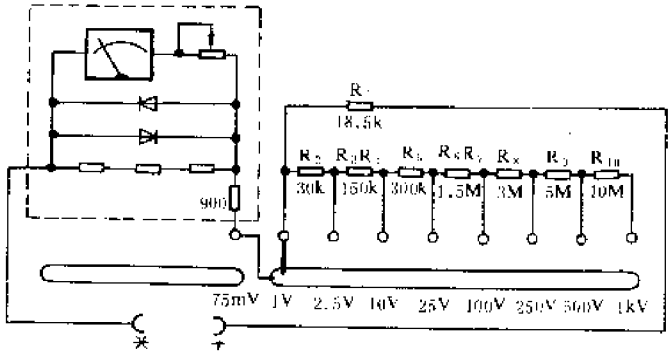


图 1-15.3　直流电压测量电路

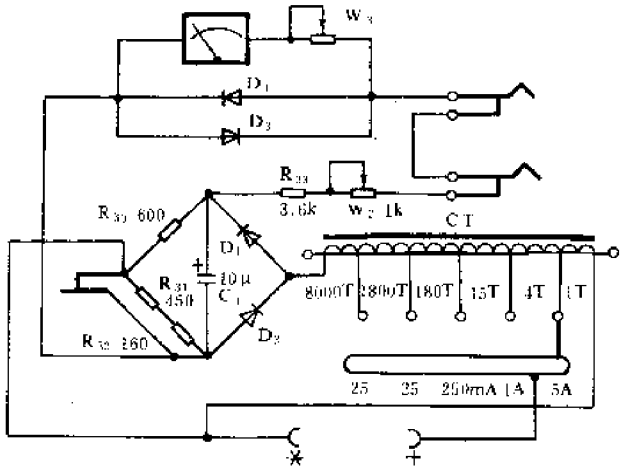


图 1-15.4　交流电流测量电路

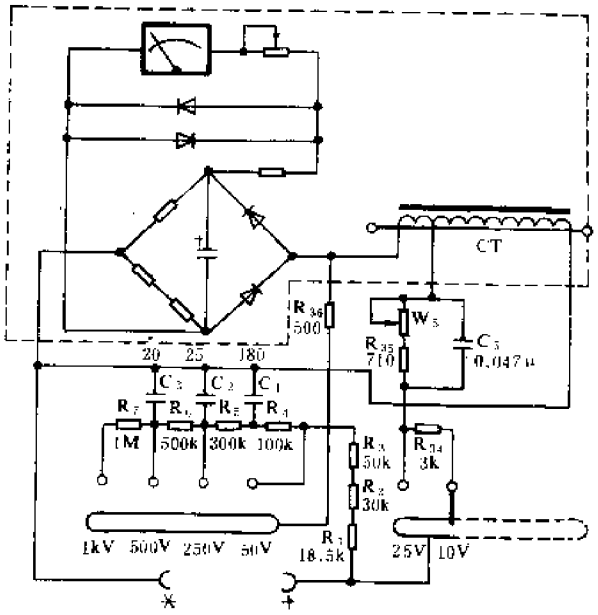
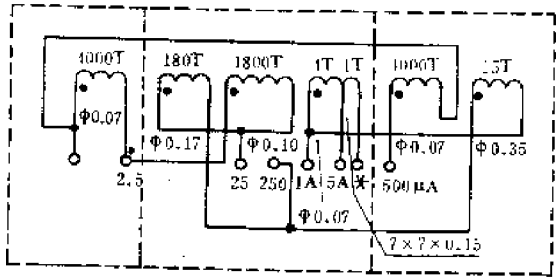
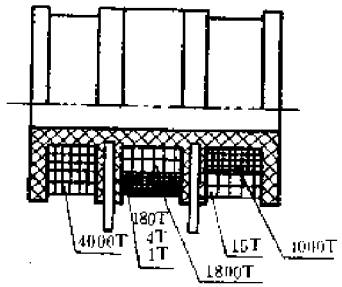


图 1-15.5　交流电压测量电路



(a) 绕组的位置和引出头排列图



(b) 绕组的实体图

图 1-15.6 互感器

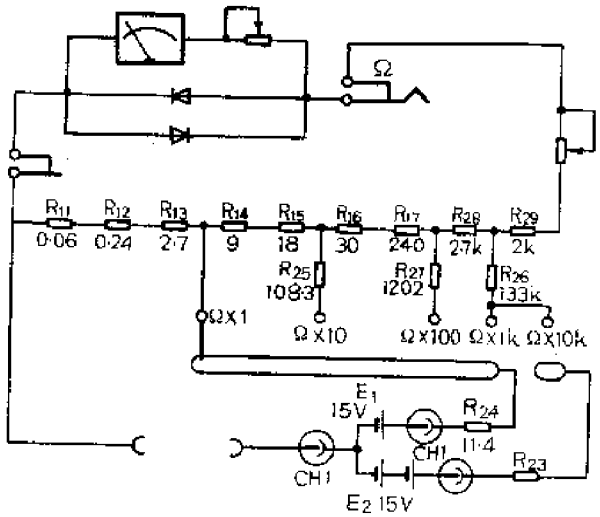


图 1-15.7 电阻测量电路

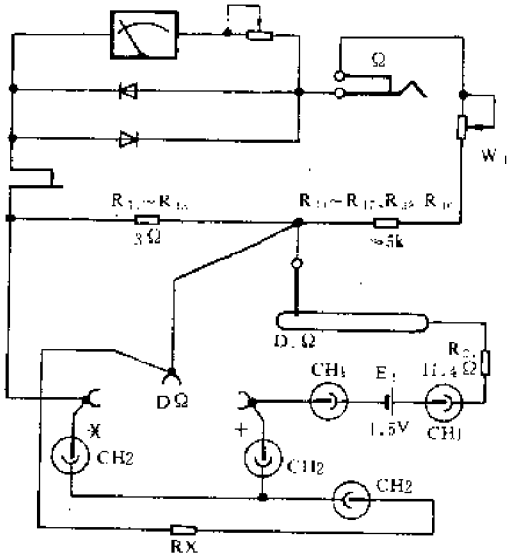


图 1-15.8 低电阻专用测量电路

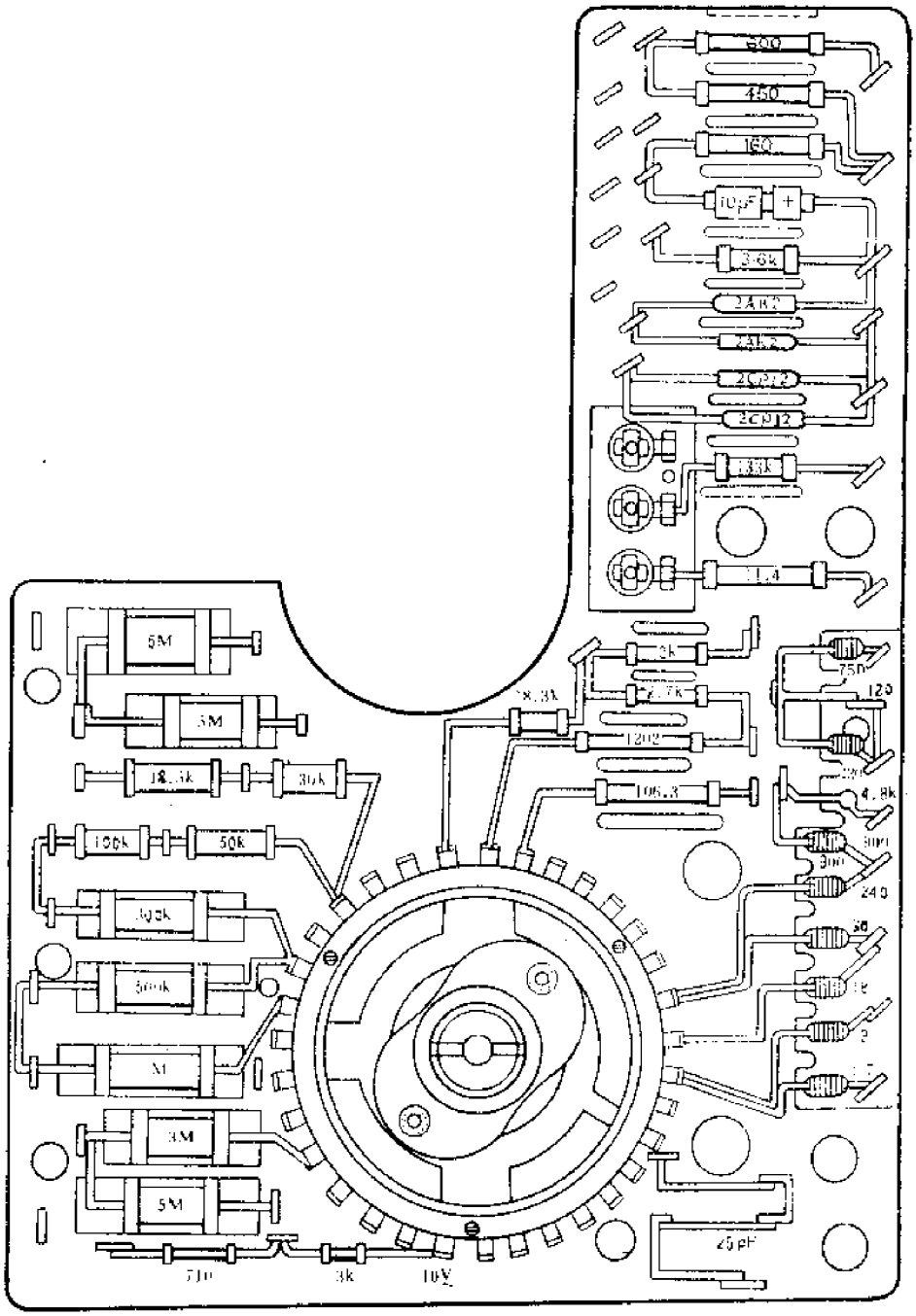


图 1-15.9　MF35 型表电路元件布置图

说明：

1.电刷位置

电刷的紧固装置是一个锥度四爪夹头，它可以在任意角度和纵向任意位置移动定位。使用日久后，四爪夹头有可能松动位移，使量程开关指示与实际电路中应接触位置不相符合（称假像指示）。一旦出现假像指示，就必须进行调修，否则故障会扩大。重新调定电刷位置时，不但应使电刷处于定子绝缘子的几何中心，而且还应注意电刷的刷片与定子绝缘片上的接触片处在同一平面上，并且电刷的刷片能上下夹紧二组定子片上的接触片。电刷的压力应调整在 50～120 克重之间，以保证接触良好。

2.接触簧片组合开关

接触簧片组合开关是由可动簧片与凸轮共同组成，凸轮由主控量程选择开关带动。接触簧片组合开关产生故障的原因大多是凸轮转动的相对位置移动，以致使电路通断不合要求。遇此，可松开固定凸轮的紧固螺钉，对好规定位置，重新固紧即可。凸轮在凸起和凹下的转换点上应涂甲基硅油脂。簧片接通时应持有 80～160 克重的接触压力，断开时与凸轮至少保持 0.5mm 的间距。

1-16 MF40 型万用电表

一、性能简介

MF40 型万用电表是一种袖珍型仪表，具有 17 档基本量程、2 档分贝附加量程，可以测量 DCA、DCV、ACV、R、h_{FE}、DB 等参数。面板装有：一只转换开关，供选择量程使用；欧姆调零器一只，供测量电阻时指针指示回零的调整；三极管插座一个，供测量普通三极管的 h_{FE} 值时使用；插孔两个，供测量接线时使用。表头设有保护用硅二极管。为了避免运输或携带时因受震动损坏仪表，专门设立了“OFF”档，用来将表头短接，使表头处于过阻尼状态。

二、主要技术数据

· 测量范围　精度等级

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
DCV	0～0.25～1～10～100mA	<750mV	2.5	
DCA	0～2.5～10～50～250～1000V	5kΩ / V	2.5	
ACV	0～10～250～1000V	2kΩ / V	5.0	
R	Ω×10、×100、×1k		2.5	中心刻度:8Ω
DB	−10～+22dB			10V 档
h_{FE}	0～200			供参考

· 工作条件：0～+40℃，RH＜85%

· 绝缘电阻：在 RH＜85%的室温条件下，仪表外壳与电路的绝缘电阻不小于 20MΩ

· 外形尺寸：130×89×47mm³

· 重量：0.36kg

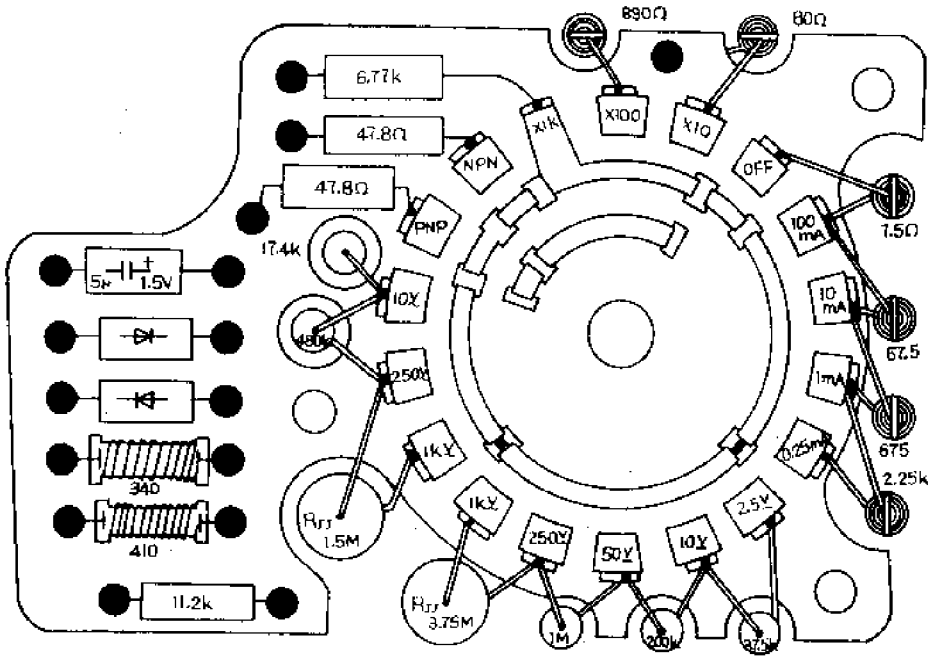


图 1-16.1 MF40 型万用电表电路原理图

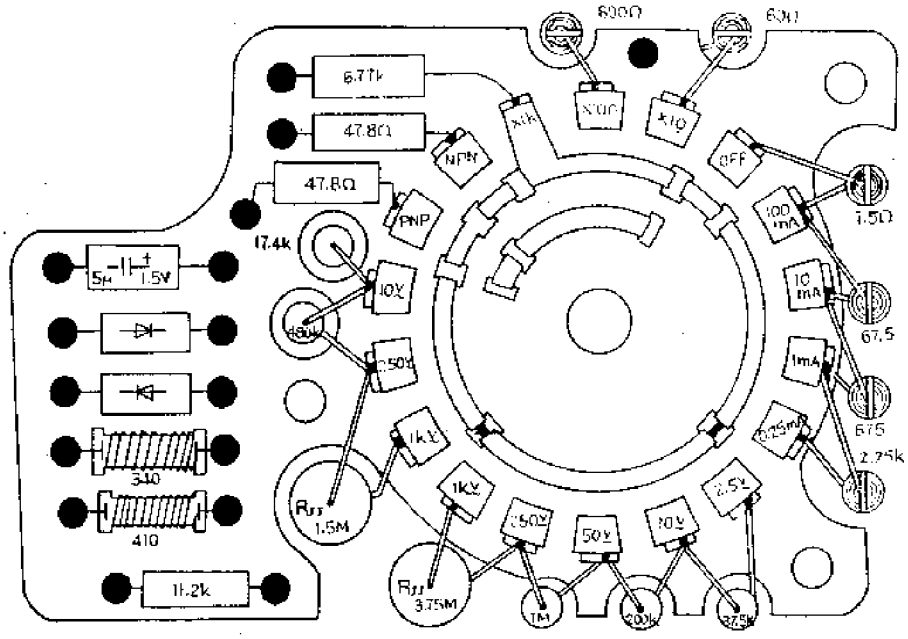


图 1-16.2 MF40 型万用电表元器件位置图

1-17 MF41 型万用电表

一、性能简介

MF41 型万用电表为中型便携式仪表。表头箱面板用全透明有机玻璃制成，标度盘上设有消除视差的反射镜。表头选用铝镍钴 V 类磁钢制成。表头支路有二极管作保护。

MF41 型万用电表共有 24 档 30 个测量量程，可分别测量 DCA、DCV、ACV、R、L、C、DB 及 h_{FE} 等参数。

二、主要技术数据

· 测量范围　精度等级

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
DCV	0～0.5～2.5～10～50、～250～500～1000V	20kΩ / V 8kΩ / V	2.5	
DCA	0～50μA～0.5～5～50～500mA	0.5V	2.5	
ACV	0～10～50～250～500～1000V	4kΩ / V	4.0	
R	Ω×1、×10、×100、×1k、×10k		2.5	
C	0.005～0.5μF			
L	20～1kH			
DB	−10～+22dB			10V 档
h_{FE}	0～250			

· 工作条件：0～+40℃，RH＜85%

· 绝缘强度：外壳与电路之间能耐受50Hz的正弦波电压3000V，历时一分钟而不致于损坏。

· 外形尺寸：158×109×46mm³

· 重量：0.5kg

三、电路图

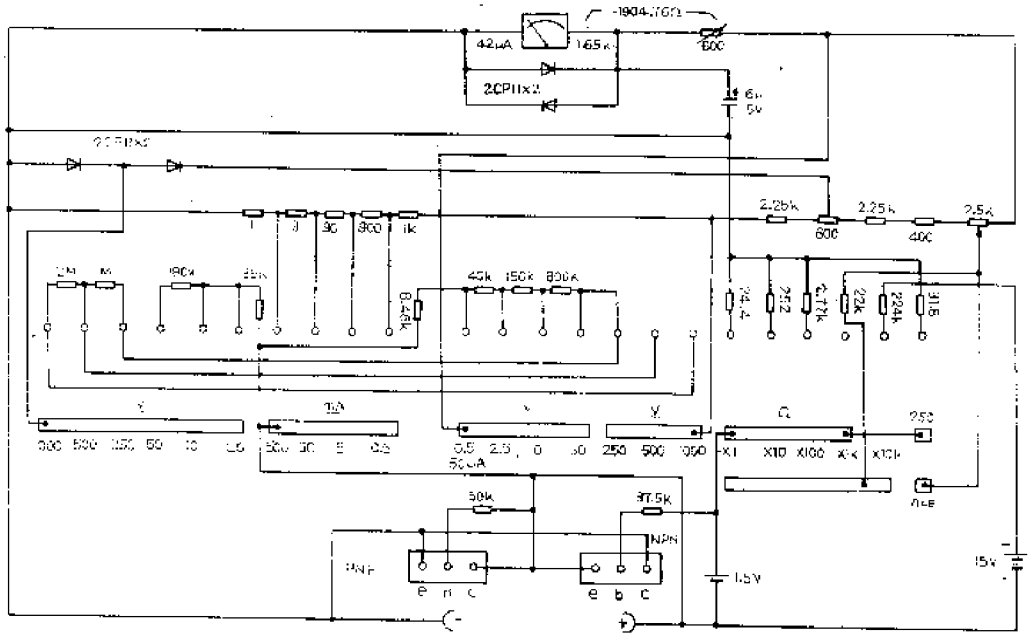


图 1-17　MF41 型万用电表电路原理图

1-18 MF45 型万用电表

一、性能简介

MF45 型万用电表具有电子管电压表高输入阻抗的特点，能测量微小电流，整机功耗约 6mW，内附电池可连续使用

1000 小时以上。可使用电压为 1.35～1.65V、内阻 0.6Ω 的对地绝缘性能很好的电源代替 2 号电池；可使用正负电压为 4～5V 的对地绝缘性能很好的电源代替串联的 5 号电池。

二、主要技术数据

· 测量范围　精度等级

项目	测量范围	输入阻抗及电压降	精度等级	备注
DCA	0～1～5～25～100～250μA～1～5～25～50～250～500mA	≤0.25V	2.5	
DCV	0～2.5～1～5～25～50～250～500V	2MΩ	2.5	
ACA	0～1μA	≤0.25V	5.0	45～500Hz
	0～5μA			45～1000Hz
	0～25～100～250μA			45～1500Hz
	0～1～5～25～50～250～500mA			45～1500Hz
ACV	0～0.25V	2MΩ	5.0	45～1500～5000Hz
	0～1V			45～1500Hz
	0～5～25～50～250～500V			45～1500～5000Hz
R	Ω×1		2.5 ± 0.2Ω	中心值:11.1Ω
	Ω×10、×100、×1k、×10k、×1000k		2.5	
DB	−20～+2dB			1V量程

· 外形尺寸：188×268×88mm³

· 重量：约 2kg

三、电路图

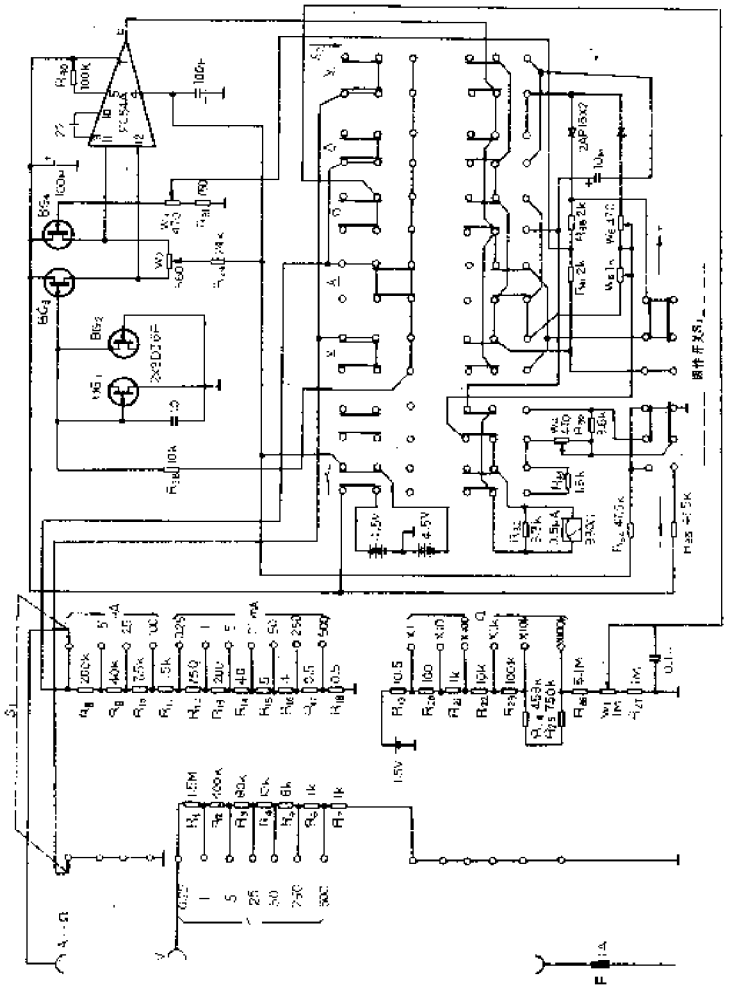


图 1−18.1　MF45 型万用电表电路原理图

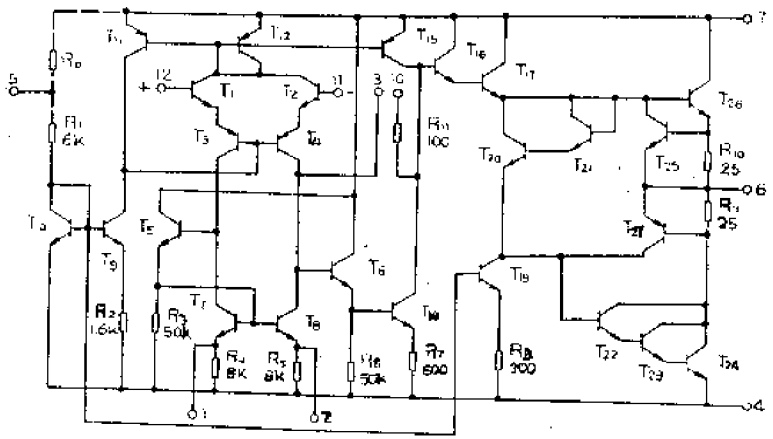


图 1-18.2　C54 运放电路原理图

1-19　MF47 型万用电表

一、性能简介

MF47 型万用电表具有 26 个基本量程和 7 个附加量程。除交、直流 2500V，直流 5A 分别设立插座外，其余各档只须转动一只量程开关即可完成不同量程的选择。若配上高压探头，可将电压测量范围扩大到 25kV。表头内磁钢用铝镍钴制成。表头箱面板用塑料框架和玻璃相结合的结构；标度盘上装有消除视差的镜面。表头设有保护用硅二极管，表内线路设有 0.5A 保险丝，用作误测保护。电池盒设在表箱背后。

二、主要技术数据

· 测量范围　精度等级

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
DCA	0～0.05～0.5～5～50～500mA ～5A	≤0.25V ≈200mV	2.5	专用插孔
DCV	0～0.25～1～2.5～10～50 ～250～500～1000～ 2500V	20kΩ / V	2.5 5.0	专用插孔
ACV	0～10～50～250～ 500～1000～2500V	4kΩ / V	5.0	
R	Ω×1，×10，×100，×1k，×10k		2.5	中心刻度：22Ω
DB	−10～22dB			
h_{FE}	0～300			
L	20～1000H			
C	0.001～0.3μF			

· 外形尺寸：165×112×49mm³

· 重量：0.8kg

三、电路图

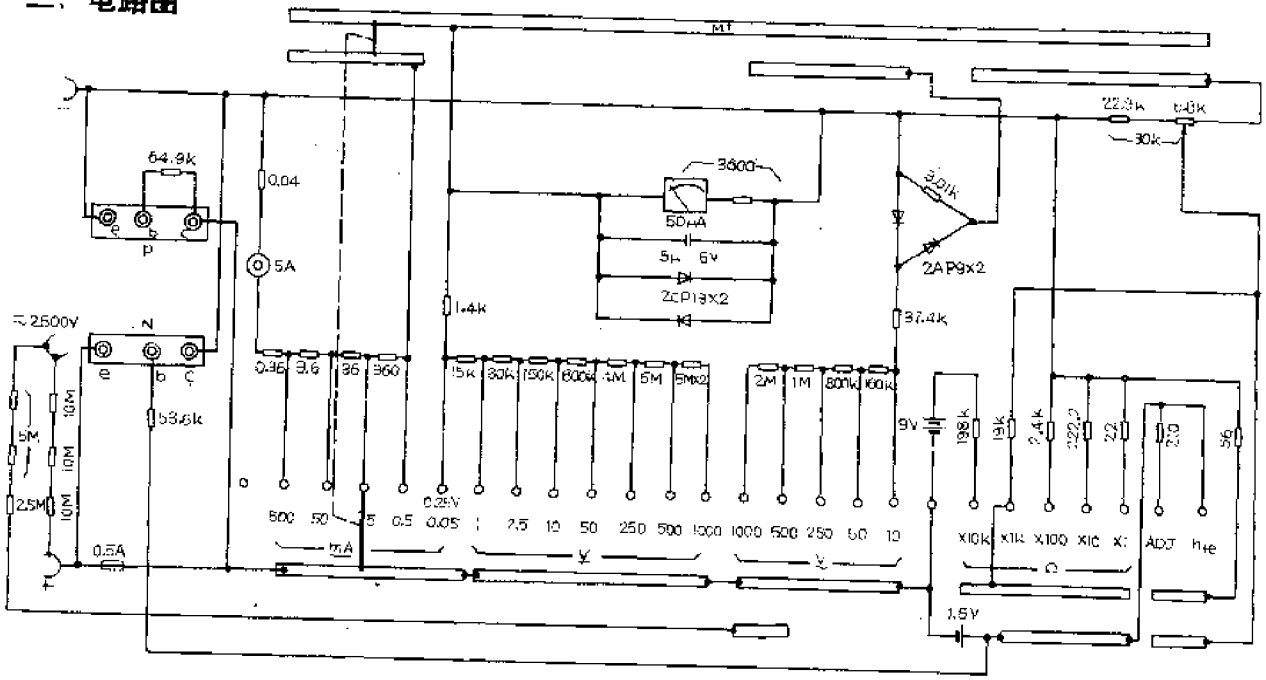


图 1-19.1　MF47 型万用电表电路原理图

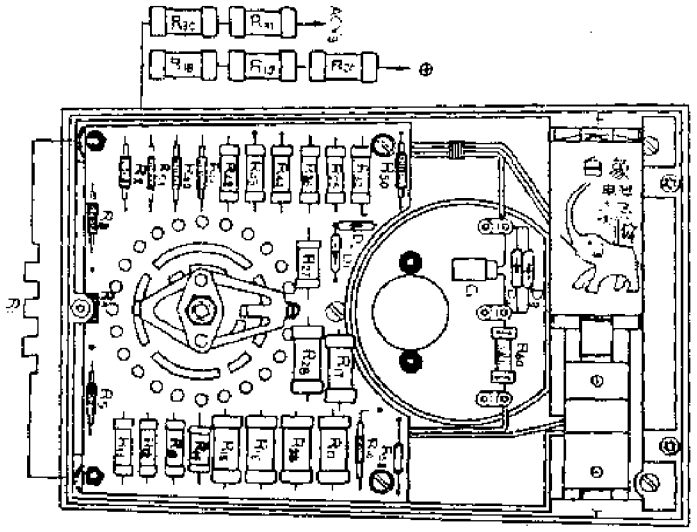


图 1-19.2　MF47 型表电路元件安装位置图

1-20 MF50 型万用电表

一、性能简介

MF50 型万用电表为磁电式整流系仪表，外形为横式结构。用一只 18 档选择开关和 6 个插座，完成 19 档基本量程和 6 档附加量程的变换，可测量 DCA、DCV、ACV、R、DB、h_{FE}、LI、LV、C、L 等参数。

二、主要技术数据

· 测量范围　精度等级

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
DCA	0～100μA～2.5～25～250mA～2.5A	≤0.75V	2.5	
DCV	0～2.5～10～50～250V	10kΩ / V	2.5	
	～1000V	4kΩ / V		
ACV	0～10～50～250～1000V	4kΩ / V	5.0	频率:45～1000Hz
R	Ω×1，×10，×100，×1k，×10k		2.5	中心刻度:10Ω
h_{FE}	0～200			
LI	0～0.145～1.45～14.5～145mA			
LV	0～1.5V			
DB	−10～+22～+36～+50～+62dB			
C	0～0.03～0.1～0.5μF			附加量程
L	2～200～2000H			附加量程

· LI-LV-R 三者关系数值表

电阻档	负载电流 LI	负载电压 LV
Ω×1	0～145mA	0～1.5V
Ω×10	0～14.5mA	0～1.5V
Ω×100	0～1.45mA	0～1.5V
Ω×1k	0～145μA	0～1.5V
Ω×10k	0～145μA	0～15V

· 工作条件：0～40℃，RH＜85%

· 外形尺寸：160×95×48mm³

· 重量：0.5kg

三、电路图

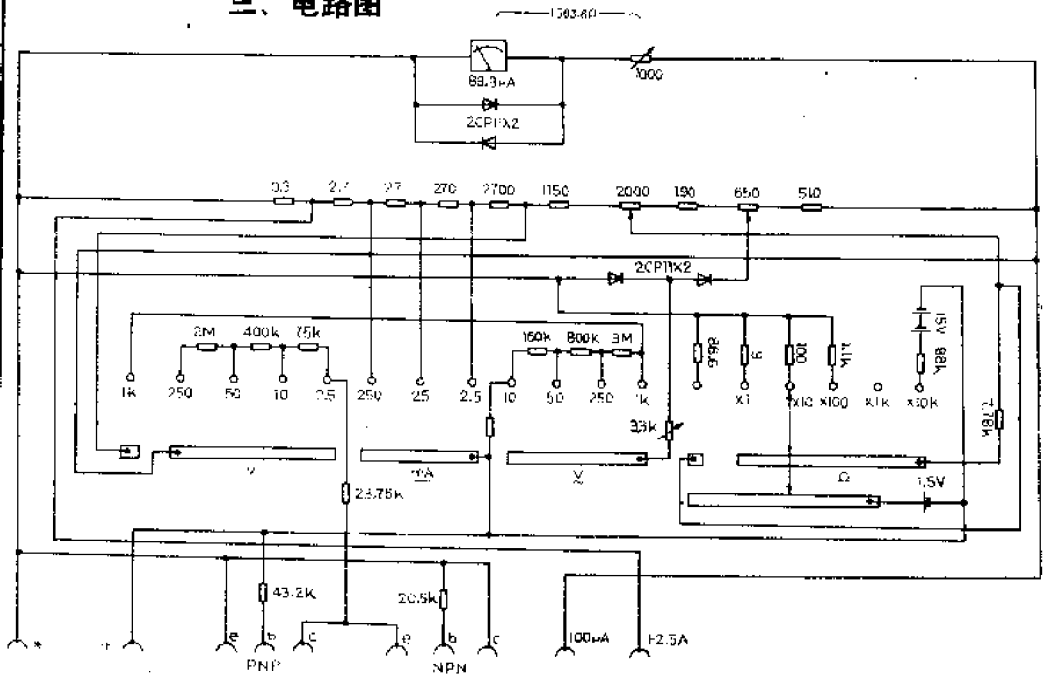


图 1-20　MF50 型万用电表电路原理图

1-21 MF52 型万用电表

一、性能简介

MF52 型万用电表是一种横式结构的袖珍型仪表，可用来测量 ACV、DCV、DCA、R、h_{FE}、P_o 等参数，其 16 档量程均通过一只选择开关完成。表头箱面板用有机玻璃制作。

二、主要技术数据

· 测量范围　精度等级

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
DCA	0～0.25～2.5～25～250mA		2.5	
DCV	0～2.5～25～250～500V	4kΩ / V	2.5	
ACV	0～10～50～500V	2kΩ / V	5.0	
R	Ω×10，×100，×1k		2.5	中心刻度 7Ω
h_{FE}	0～200			
P_o	0～12W			Z=8Ω

· 外形尺寸：150×80×45mm³

· 重量：0.4kg

三、电路图

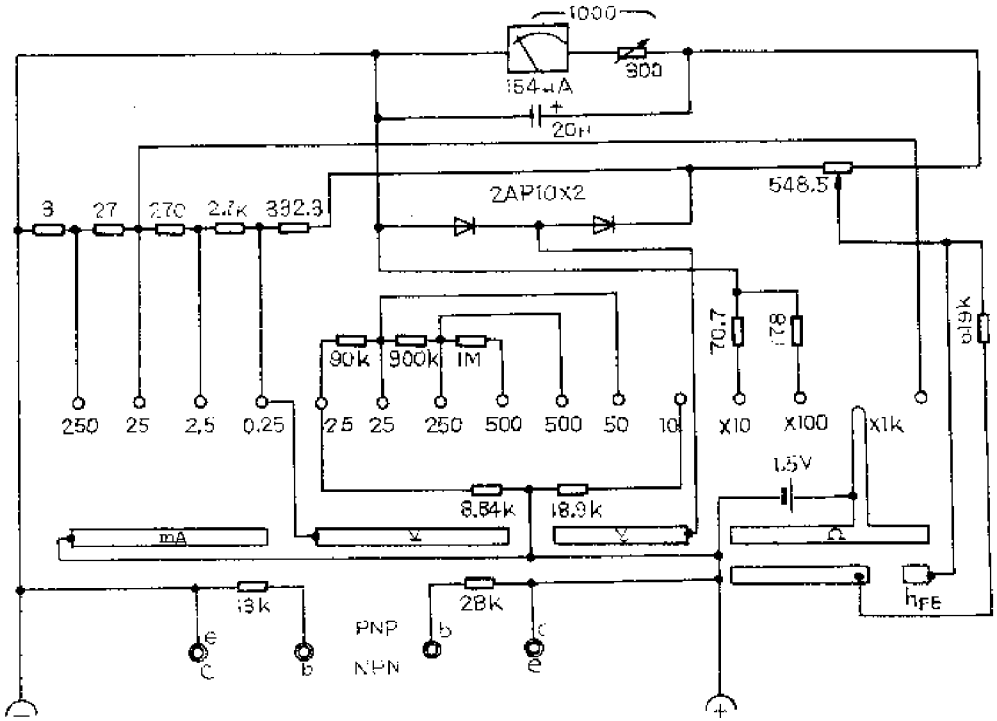


图 1-21　MF52 型万用电表电路原理图

1-22 MF55型万用电表

一、性能简介

MF55型万用电表是一种磁电式整流系多量限仪表。该表共有24个基本量程，可用来测量DCA、DCV、ACV、R、L、C、DB、h_{FE}等参数，量程变换只须转动一只开关即可。表头用铝镍钴V类磁钢制造，标度盘上设有7条刻度线，并装有反光镜，表头与水平面成一斜度，表盖用双色塑料框架和玻璃结构制成。

二、主要技术数据

· 测量范围　精度等级

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
DCA	~50μA~0.5~5~50 ~500~1000mA	<0.5V	2.5	
DCV	0~0.5~2.5~10~50 ~250~500~1000V	20kΩ/V	2.5	
ACV	0~10~50~100 ~250~500~1000V	4kΩ/V	5.0	
R	Ω×1，×10，×100，×1k，×10k		2.5 V	中心刻度:24Ω
h_{FE}	0~250			
DB	-10~+22dB(标度尺的值)			基本档
C	0.001~0.5μF			
L	20~1000H			

· 工作条件：0~+40℃，RH<85%

· 绝缘性能：仪表外壳与电路之间的绝缘电阻在RH<85%的室温条件下不小于35MΩ。

· 外形尺寸：165×114×52mm³

· 重量：0.7kg

三、电路图

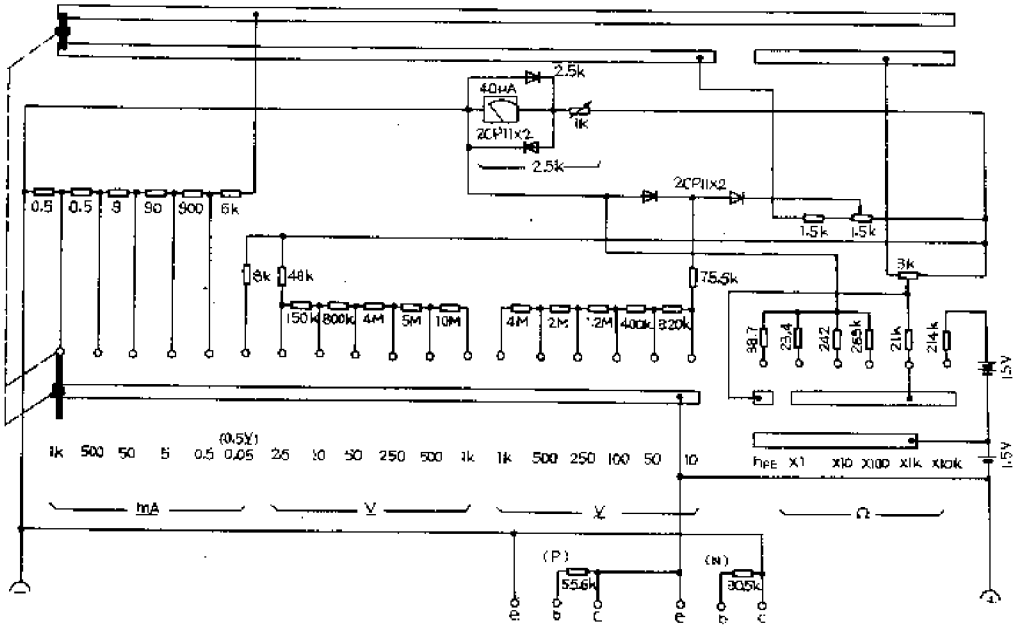


图 1-22　MF55型万用电表电路原理图

1-23 MF60 型万用电表

一、性能简介

MF60 型万用电表具有 57 档量程，通过按钮开关与量程开关配合变换，可实现 DCV、ACV、DCA、ACA、R 及 DB 等参数的测量。由于采用场效应管构成输入电路，因此输入阻抗高，对被测电路的影响很小。测量交流时，在 25Hz～20kHz 音频频率范围内，频响特性完全平坦，测试精度完全在基本误差范围内。

仪表的整个刻度盘采光均匀，无暗影存在。交-直流共用一条刻度，其弧长为 110mm。带有消视差镜面。

MF60 型万用电表的输入回路，用一对二极管和一只保险丝作双重保护，当误测大电流或高电压时，熔丝立即熔断；当有峰值电压窜入电路时，将被二极管所限制，以此保护场效应管和运算放大器不被击穿。

MF60 型万用电表设有极性转换开关，可供测量直流负电压时使用。当测量中遇到被测对象变更极性时，只需拨动极性开关即可继续测量，省掉了撤换测试线的麻烦。

MF60 型万用电表功耗小，一节电池可工作 300 小时以上。按下"BATT CHECK"按钮，可迅速检测表内放大器电源的电压值。当发现电池电压不足时，应予更换。电池在电池盒内，并与电路完全隔开，可防止电池中电解液溢出，影响表内其它元件。

二、主要技术数据

· 测量范围　精度等级

项目	测量范围	输入阻抗及电压降	精度等级	备注
DCV	0～50～100～250～1000mV	1MΩ	2.5	
	～5～25～100～250～500V	10MΩ		
ACV	0～10～50～100～250～1000mV	1MΩ／120pF	5.0	500V 的频率范围在 25Hz～5kHz 内，其余为 25Hz～20kHz 范围内
	～5～25～100～250～500	10MΩ／15pF		
DCA	0～10～50～100～250μA ～1～5～25～100～250～500mA	50mV	2.5	
R	倍率：×1，×10，×100，×1k，×10k，×100k		2.5	
	范围：0～2～20～200k～2～20～200MΩ			
	中心值：11.1 111 1.11k 11.1k 111k 1.11MΩ			
ACA	0～1～10～50～100～250μA ～1～5～25～100～250～500mA	50mV	5.0	频率范围：25Hz～5kHz

· 附加误差

仪表系在20±2℃条件下调试校准，当温度自20±2℃，每变化 10℃所引起的附加误差为：

直流量程：2.5%（满度）

交流量程：5.0%（满度）

电阻量程：1.25%（弧长）

· 绝缘电阻

仪表外壳与内电路之间用500V直流电压测试，其绝缘阻值应大于 20MΩ。

· 工作条件：0～+40℃

· 外形尺寸：166×222×85mm³

· 重量：2kg

三、电路图

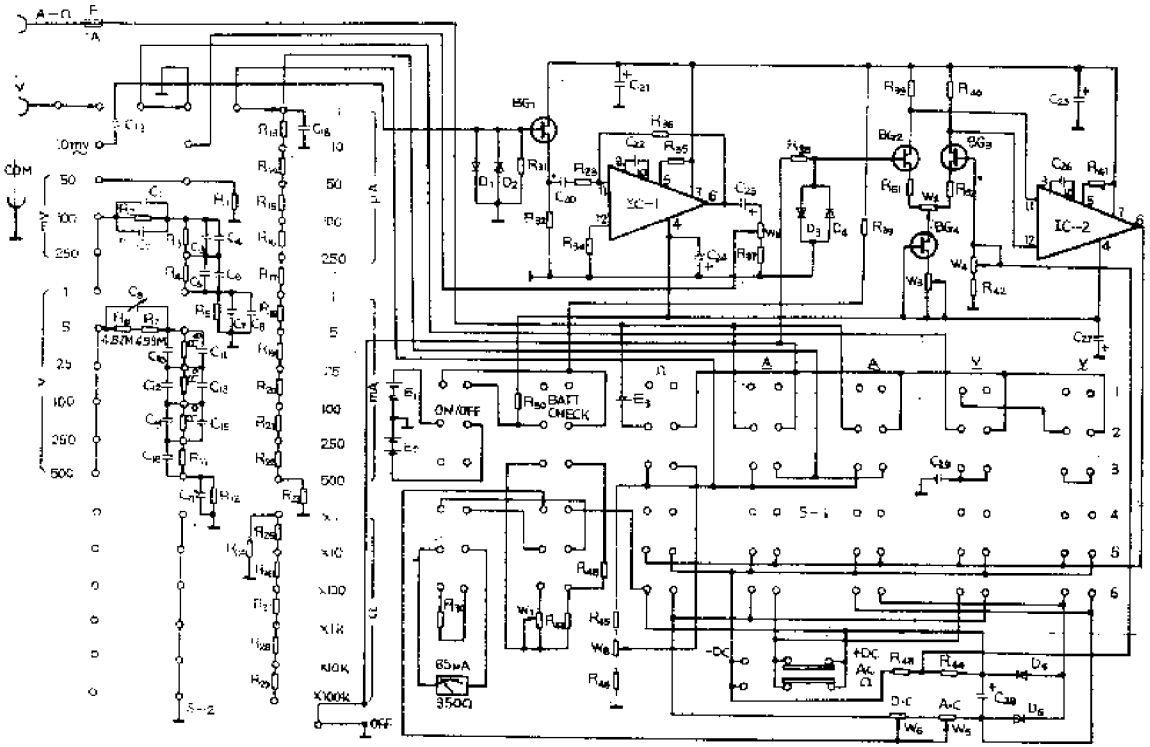


图 1-23.1　MF60 型万用电表电路原理图

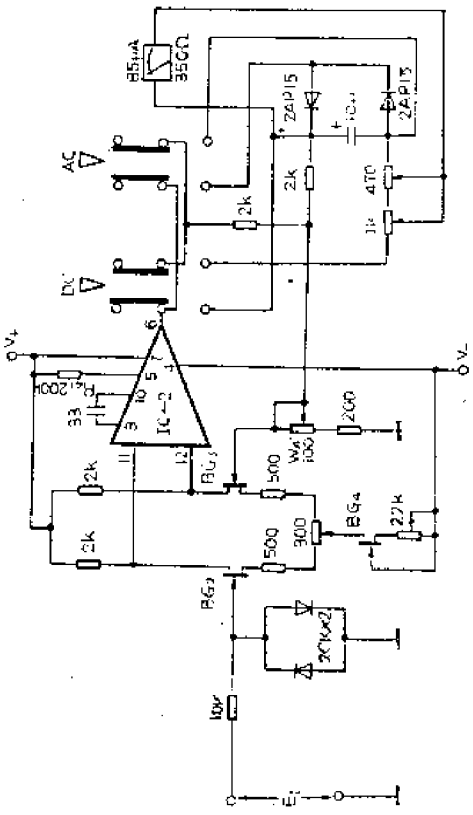


图 1-23.2　MF60 型 50mV 档测量原理图

1-24 MF62 型万用电表

一、性能简介

MF62 型万用电表具有 29 档基本量程，能分别测量 ACV、DCV、ACA、DCA、R 等参数。具有Ⅲ级防御外界磁场的能力。仪表外壳采用酚醛压塑粉压制，能耐受普通机械力作用。仪表电路与外壳能耐受交流电压 6000V(50Hz)，历时一分钟而不致损坏。

MF62 型万用电表设有密封装置，可减少外界灰尘及有害气体对仪表内部的侵蚀。电池盒设在仪表的背面，并与仪表内部隔离，既方便电池更换又可防止电池腐烂损坏表内零部件。

二、主要技术数据

测量范围　精度等级

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
DCV	0～2.5～10～50～250～500V	20kΩ / V	2.5	
	2500V	4kΩ / V	5.0	专用插孔
ACV	0～10～50～250～500V	4kΩ / V	5.0	
	2500V			同 2500V
DCA	0～50μA～1～10～100～500～1000mA	0.75V	2.5	
	5A			专用插孔
R	0～2～20～200kΩ～2～20MΩ		2.5	
ACA	0～1～10～100～500～1000mA	0.75V	5.0	
	5A			同 5A

· 工作条件：0～+40℃，RH＜85%

· 绝缘电阻：在RH不大于85%的室温的条件下仪表外壳与电路的绝缘电阻不小于 35MΩ。

· 外形尺寸：178×173×84mm³

· 重量：约 2kg

三、电路图

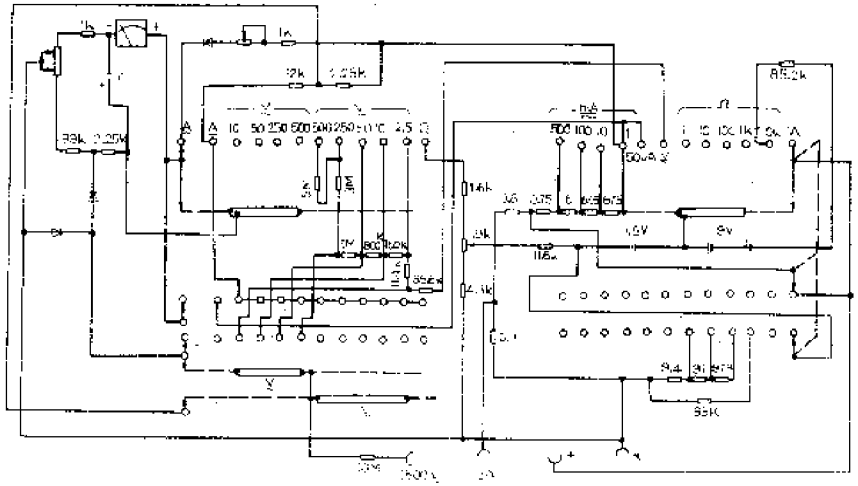


图 1-24　MF62 型万用电表电路原理图

1-25 MF63 型万用电表

一、性能简介

MF63 型万用电表有 38 档基本量程，4 档扩大量程，可以测量 DCA、DCV、ACA、ACV、R、C、DB、h_{FE} 等参数。采用 FC55 集成运算放大器构成仪表电路，使直流电压测量时的输入阻抗高达 200kΩ／V，交流电压测量时的输入阻抗高达 100kΩ／V，直流电流测量时的满度压降仅为 25mV，越出了电流表最小量限满度值取决于表头满偏转电流的局限。

为了扩大量程，将功能开关与量程开关分开设立，共同完成量程选择。为了消除由于整流二极管阈值电压对交流整流线性的影响，将一只二极管置于运放的反馈回路中，使交、直流共用一条刻度线。为了随时监视表内所附电源电压变化，专门设立了电源电压检查档（BAT）。该表采用了一对二极管和一只保险丝作双重保护。

二、主要技术数据

· 测量范围　精度等级

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
DCA	0～5μA	0.5V	2.5	
	～50μA	50mV		
	～0.1～0.25～1.25～5～50mA～0.5～2.5A	25mV	2.5	2.5A 为专用插孔
DCV	0～50mV	20kΩ／V	2.5	
	～0.5～2.5～12.5～50V	200kΩ／V		
	～125～500V	20kΩ／V		
	～1000V	10kΩ／V		
ACV	0～100mV	10kΩ／V	5.0	
	～1～5～25～100V	100kΩ／V		
	～250～1000V	10kΩ／V		
ACA	0～10μA	1V	5.0	
	～100μA	100mV		
	～0.2～0.5～2.5～10～100mA～1～5A	50mV		
R	0～2～20～200kΩ～2～20MΩ		2.5	中心刻度：30Ω
DB	-2～+2dB			1V 档
C	20～4000pF(C×1 档) 100～20000pF(C×5 档)			电源频率用 50Hz 或 60Hz
h_{FE}	0～300			

· 绝缘强度：仪表外壳与电路之间能耐受交流电压3000V（50Hz），历时一分钟而不损坏。

· 外形尺寸：171×122×59mm³

· 重量：约 0.52kg

三、电路图

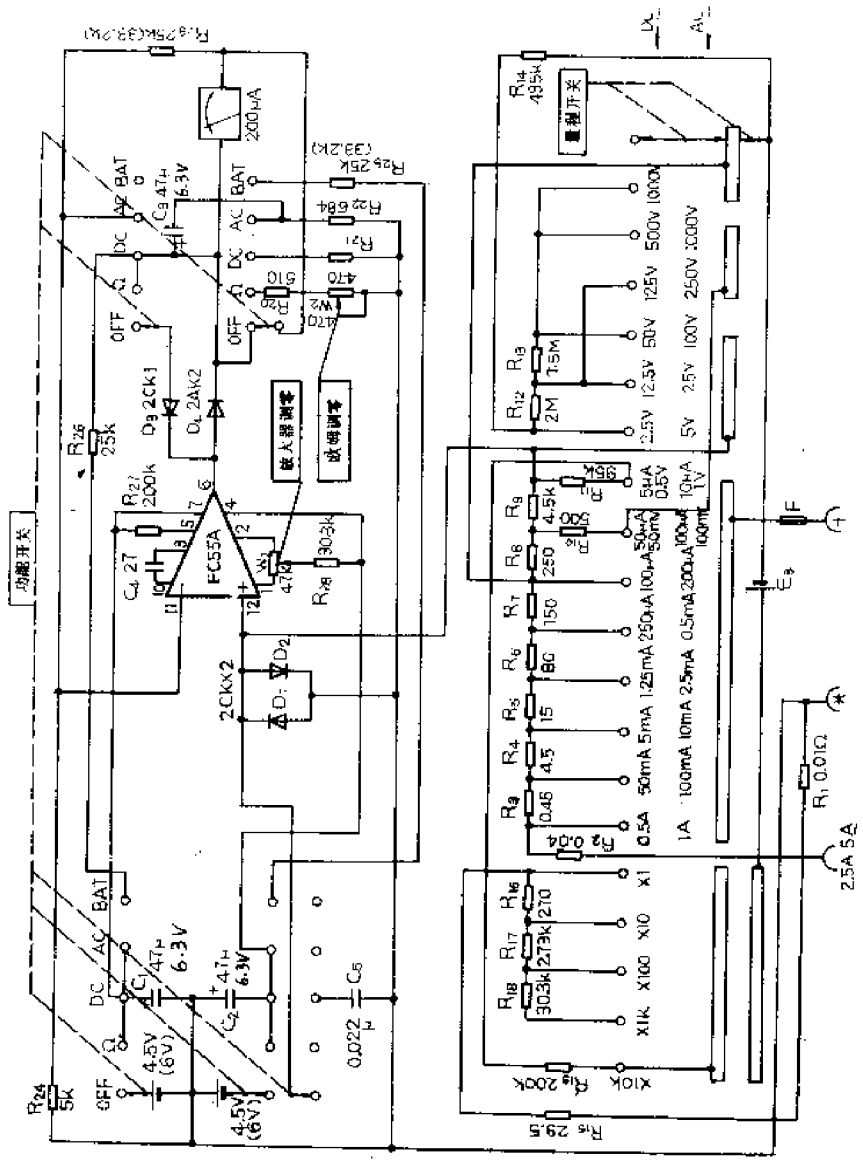


图 I—25　MF63 型万用电表电路原理图

1—26　MF64 型万用电表

一、性能简介

MF64 型万用电表，是一台便于携带的中型仪表。其 38 档量程可完成 DCA、DCV、ACA、ACV、R、DB、h_{FE} 及在负载条件下（$R_L = 12\Omega$）的电池电压等参数的测量。其次，还设有正、负极性开关，h_{FE} 测试插座等。用二极管和保险丝作双重过载保护。整个标度盘采光均匀，没有暗影存在。

二、主要技术数据

· 测量范围　精度等级

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
DCA	0～50μA～0.25～2.5～12.5～25～125～500mA～2.5A	≤0.6V	2.5	2.5A 有专用插孔
DCV	0～0.5V	20kΩ / V	5.0	借用 50μA 档
	～2～10～50～100～200V	20kΩ / V	2.5	
	～500～1000V	8kΩ / V	2.5	
ACA	0～0.5～5～25～50～250mA～1A	≤1.2V	5.0	45～1500Hz
ACV	0～10V	4kΩ / V	5.0	45Hz～20～50kHz
	～50～250V			45Hz～1kHz
	～500～1000V			45～65Hz

续表

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
R	0～2～20～200kΩ ～2～20MΩ		2.5	中心刻度：25Ω
h_{FE}	0～400			借用 Ω×10 档
DB	0～56dB(4 档)			频率与 ACV 一样
BAT	0～1.5V		5.0	$R_L=12\Omega$

· 保险丝规格：$\phi 5\times 20$，1A

· 绝缘强度：仪表外壳与电路之间能耐受交流电压 3000V (50Hz)，历时一分钟而不损坏。

· 外形尺寸：$171\times 122\times 59mm^3$

· 重量：约 0.6kg

三、电路图

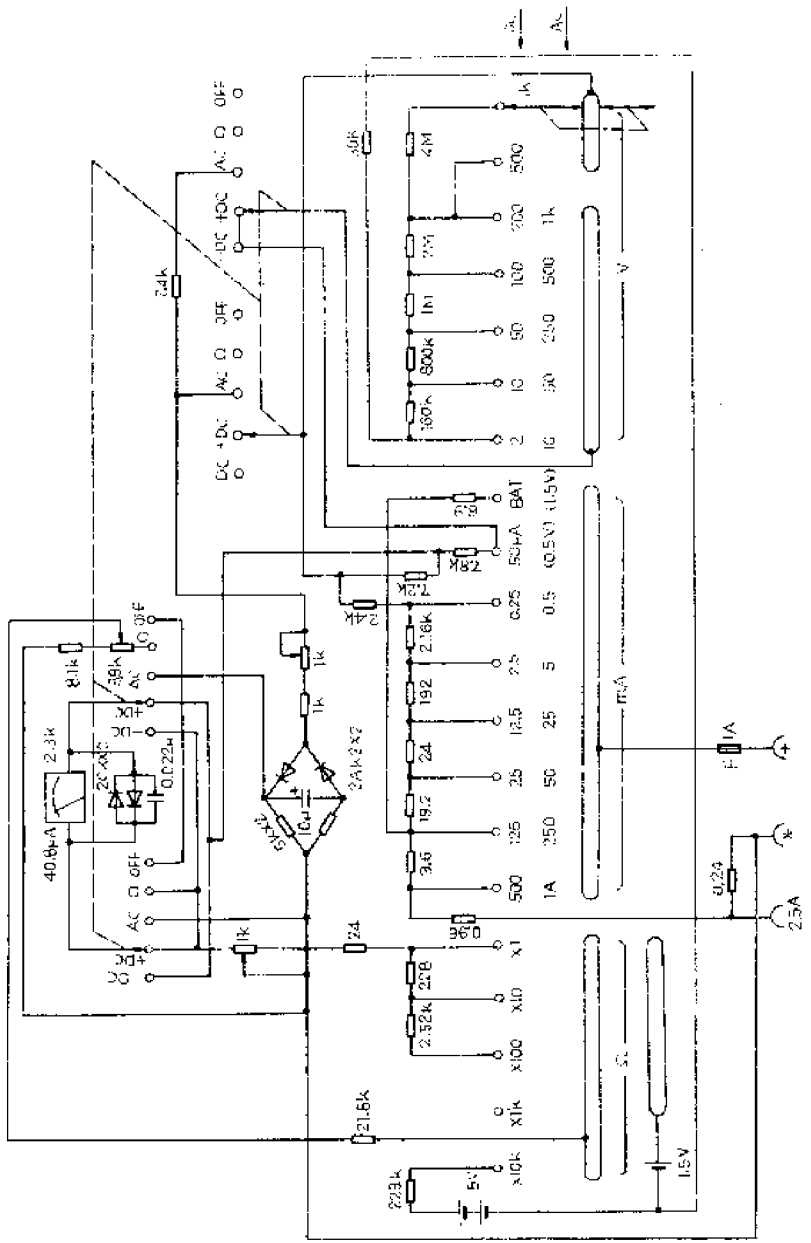


图 1-26　MF64 型万用电表电路原理图

1-27 MF66 型万用电表

一、性能简介

MF66 型万用电表为磁电式整流系仪表，共设有 15 档基本量程，能分别测量 DCA、DCV、ACV、R、DB 及 h_{FE} 等参数。所有量程选择，均通过一个开关实现。

二、主要技术参数

· 测量范围　精度等级

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
DCA	0～0.3～3 ～30～300mA	≤270mV	2.5	
DCV	0～3～30～600V	3.3kΩ / V	2.5	
ACV	0～6～60～600V	1.6kΩ / V	5.0	
R	倍率 Ω×1 ×10 ×100 中心值 100 1k 10k 范围 1～10k 10～100k 100～1M		2.5	
DB	-10～+57dB			
h_{FE}	0～500			

· 外形尺寸：135×92×42mm³

· 重量：约 0.35kg

三、电路图

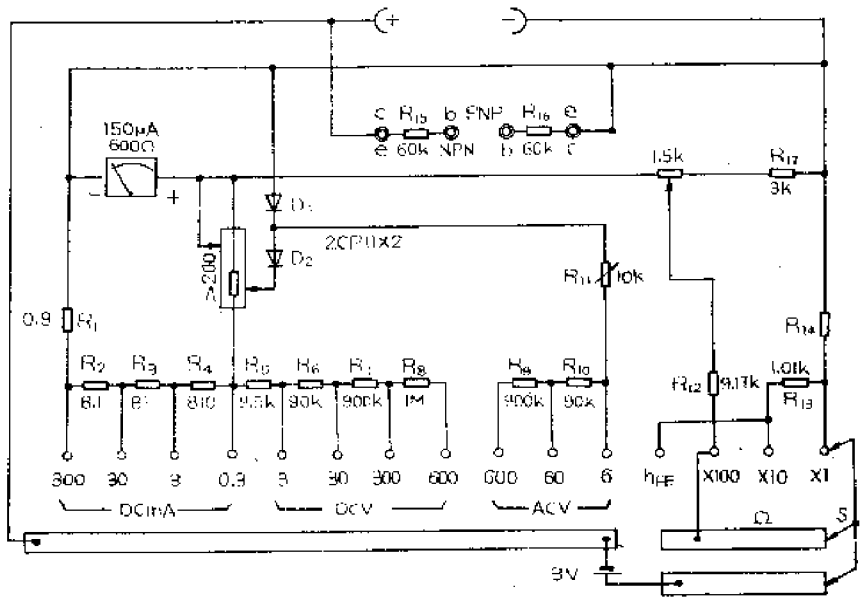


图 1-27　MF66 型万用电表电路原理图

1-28 MF67 型万用电表

一、性能简介

MF67 型万用电表具有 40 档量程和 1 档附加量程。表头满偏转电流设计为 17μA，采用带有反光镜的标度尺。线路中

设有二极管和保险丝的双重保护及过载断路时的氖泡显示装置，并备有极性换向开关。其次，还可配置 FJ-37 型高压探头，供测量<24kV 的直流高压。

二、主要技术数据

· 测量范围　精度等级

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精确等级	备注
DCA	0～30～120～600μA～3～12～60～300mA～6A	0.3V	2.5	
DCV	0～0.3～1.2～3～12～30～60～120～300～1500V	50kΩ／V 50kΩ／V 20kΩ／V	2.5	
ACV	0～1.5～6～15～60～150～300～600～1500V	10kΩ／V 10kΩ／V	5.0	
ACA	0～150～600μA～3～15～60～300mA～6A	1.5V 1.5V 0.3V	5.0	
R	Ω×1，×10，×100，×1k，×10k		2.5	中心刻度：25Ω
V_{P-P}	0～15～150～1500V	Z_i≥500kΩ～1MΩ	5.0	Z_i—输入阻抗
DB	−10～+17～+63dB			

· 外形尺寸：180×122×48.5mm³

· 重量：约 0.9kg

三、电路图

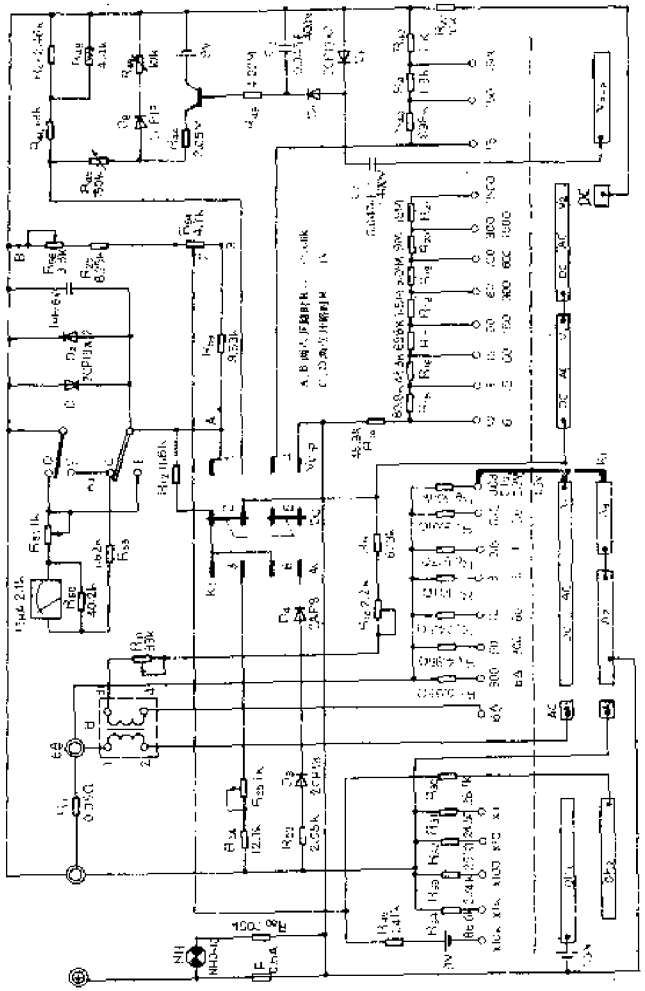


图 1-28　MF67 型万用电表电路原理图

1–29　MF68 型万用电表

一、性能简介

MF68 型万用电表有 25 档基本量限，可以测量 DCA、DCV、ACV、DB、h_{FE} 及 LV、LI 等参数。电路过载有 1A 熔断器保护，表头过载有二极管保护。

二、主要技术数据

· 测量范围　精度等级

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
DCV	0～0.25V～1～2.5～10～50～250～500～1000V	10kΩ / V	5.0 2.5	1000V 为专用插座
DCA	0～0.1～0.5～5～50～500mA～2.5A	0.75V	2.5 5.0	专用插座
R	Ω×1，×10，×100，×1k，×10k		2.5	
ACV	0～10～50～250～500V	2kΩ / V	5.0	
DB	−10～+22dB			标度尺示值
h_{FE}	0～250			参考值

· 工作条件：0～+40℃，RH＜85%

· 外形尺寸：150×101×46mm³

· 重量：约 0.5kg

三、电路图

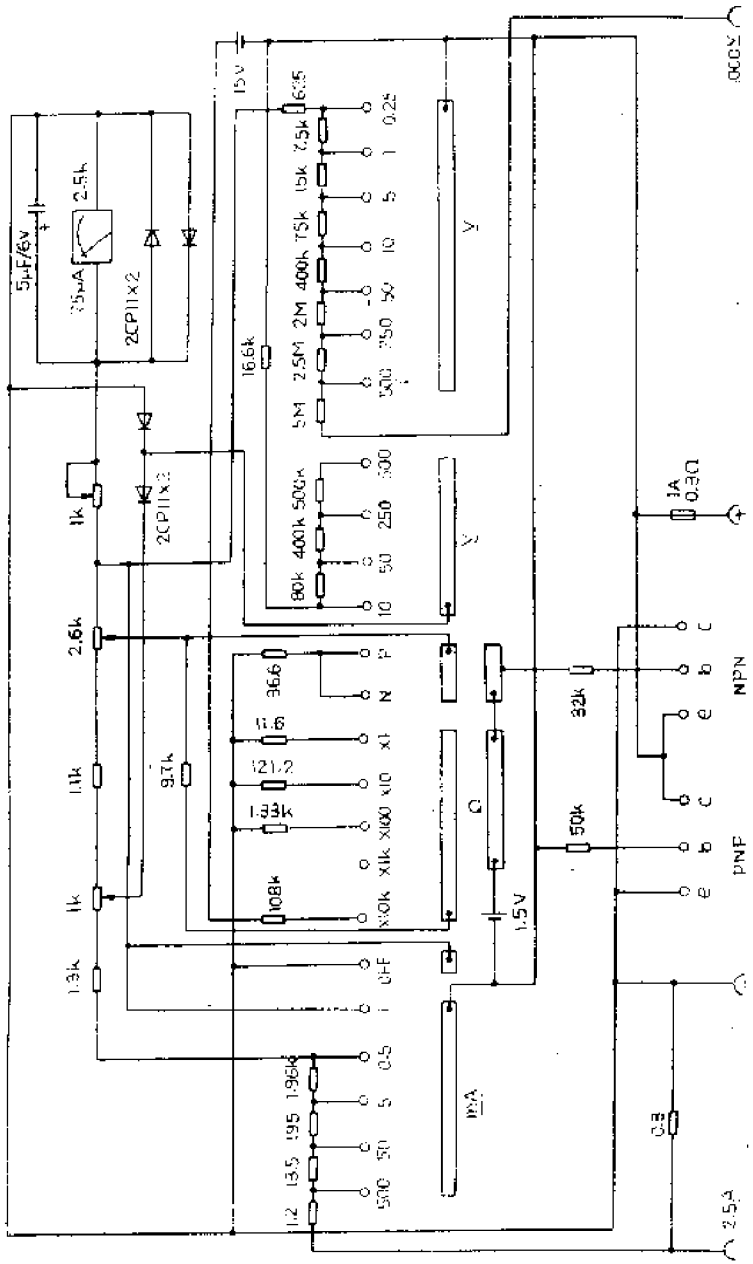


图 1–29　MF68 型万用电表电路原理图

1-30 MF70 型万用电表

一、性能简介

MF70 型万用电表是采用集成运算放大器构成的多功能便携式仪表。该表具有 76 档基本量程和 12 档附加量限，还能输出 1kHz、150mV 的音频信号。测量交流时，采用全波整流，并将二极管置于运算放大器的反馈回路中，消除了由于二极管阈电压对交流整流线性的影响，从而可以使交流与直流共用一条刻度。为获得 40Hz～20kHz 的频响，在输入衰减器上增加了频率补偿。测量电压时，输入阻抗为 10MΩ／15pF。测量电流时，满度压降为 100mV（倍率开关置于×1），或 50mV（倍率开关置于÷2）。特别是测量小信号（100mV、50mV）时，仪表的输入阻抗达 1000MΩ 以上。

二、主要技术数据

· 测量范围　精度等级

项目	测量范围	输入阻抗及电压降	精度等级	备注
ACV DCV	0～50～100mV	＞1000MΩ	DCV：1.5 ACV：2.5	
	～0.5～1～5～10～50 ～100～500～1000V	10MΩ／15pF		
	～12.5～25kV	250MΩ		
ACA DCA	0～0.5～5～50～500μA ～5～50～500mA～2.5A	50mV	ACA：2.5 DCA：1.5	
	0～1～10～100μA～1～10 ～100～1000mA～5A	100mV		

项目	测量范围	输入阻抗及电压降	精度等级	备注
R	0～2～20～200kΩ ～2～20～200MΩ		1.5	中心刻度：10Ω
C	0～20×10³～200×10³pF～2 ～20～200～2000μF		10 V	
L	0～10～100mH ～1～10～100～1000H		10 V	
DB	−20～+2dB(−20.0.+20.+40.+60dB)			
P_0	0～2.5～250mW～25W ～2.5～2500kW			
h_{FE}	0～125～250			

· 外形尺寸：170×116×48mm³

· 重量：约 0.6kg

三、电路图

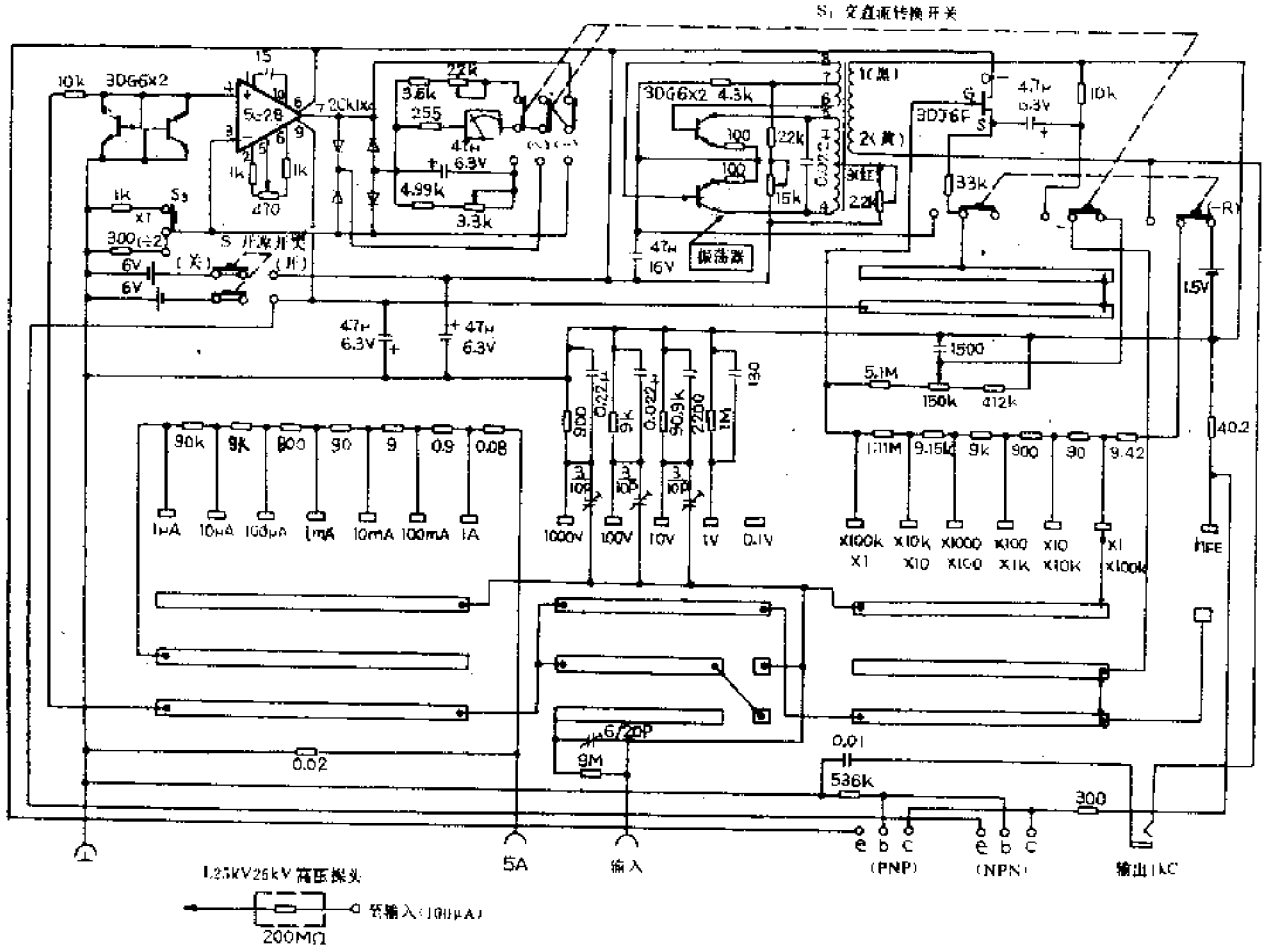


图 1-30.1　MF70 型万用电表电路原理图

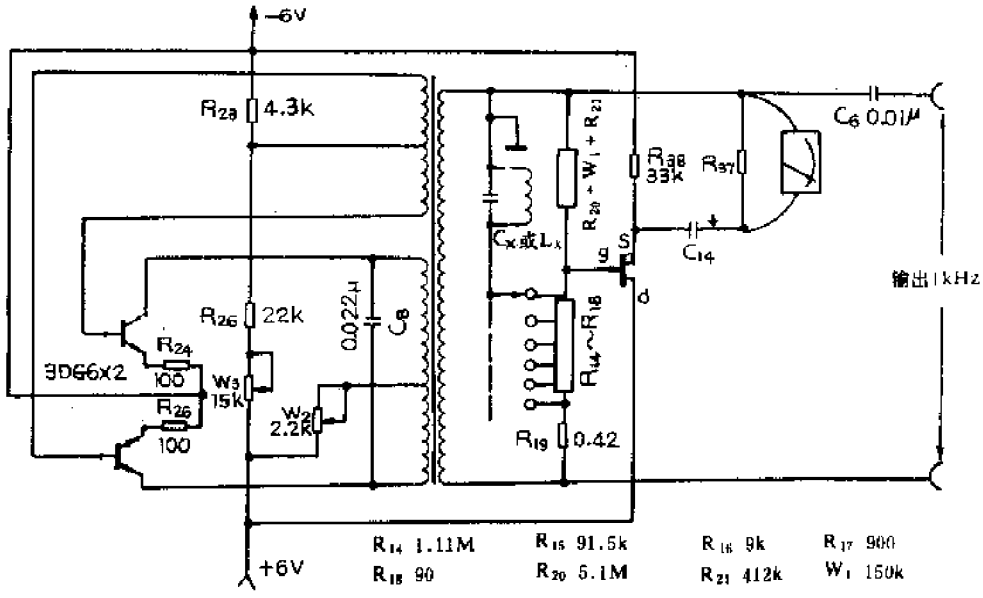
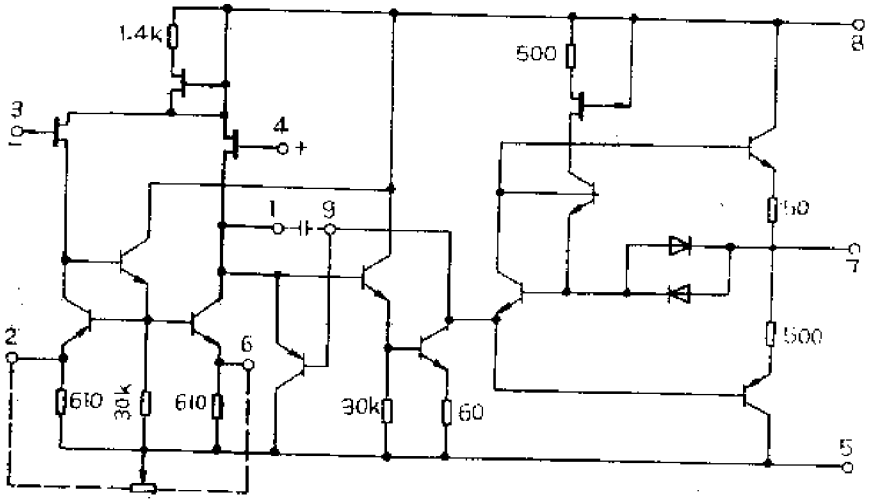


图 1-30.2　MF70 型万用电表音频振荡器电路



管脚	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
接法	相位校正电容	调零电位器	反相输入	同相输入	电源、调零电位器	调零电位器	输出	电源	相位校正电容	空脚

图 1-30.3　5G28 集成运放原理图

1-31　MF72 型袖珍万用电表

一、性能简介

MF72 型袖珍万用电表，共有 21 档基本量程和 3 档附加量程。可用于测量 DCA、DCV、ACV、R 和 h_{FE}、P_0、DB 等参数。除了直流 2.5A、1000V 设置插座及 h_{FE} 使用测试附件外，其它各量程选择均由一只转换开关完成。表头过载有二极管保护，表内线路过载有保险丝保护，保险丝的规格为：125V / 1A，内阻小于 0.3Ω。表盒的底部安装了一个支撑脚，可将仪表倾斜 30° 使用。

二、主要技术数据

· 测量范围　精度等级

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
DCV	0～0.25V	10kΩ / V	5.0	与 0.1mA 档共用
	～1～2.5～12.5～50～250V	10kΩ / V	2.5	1000V 档用专用插孔
	～500～1000V	5kΩ / V		
DCA	0～0.1～0.5～50 ～500mA ～2.5A	≤0.5V	2.5	2.5 档用专用插孔
ACV	0～10V	3kΩ / V	5.0	45Hz～20kHz
	～50～250V			45Hz～1kHz
	～500V			45～65Hz
R	Ω×2，×10，×100，×1k		2.5	中心刻度：12.5Ω

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
DB	0～56dB			交流 10～500V
P_0	0～24W 0～12W			Z＝4Ω Z＝8Ω
h_{FE}	0～400			借 Ω×10 档调零

· 工作条件：0～+40℃，RH＜85%

· 绝缘强度：表内电路与外壳之间能耐受50Hz交流电压3000V，历时一分钟而不损坏。

· 外形尺寸：142×100×37mm³

· 重量：约0.36kg

三、电路图

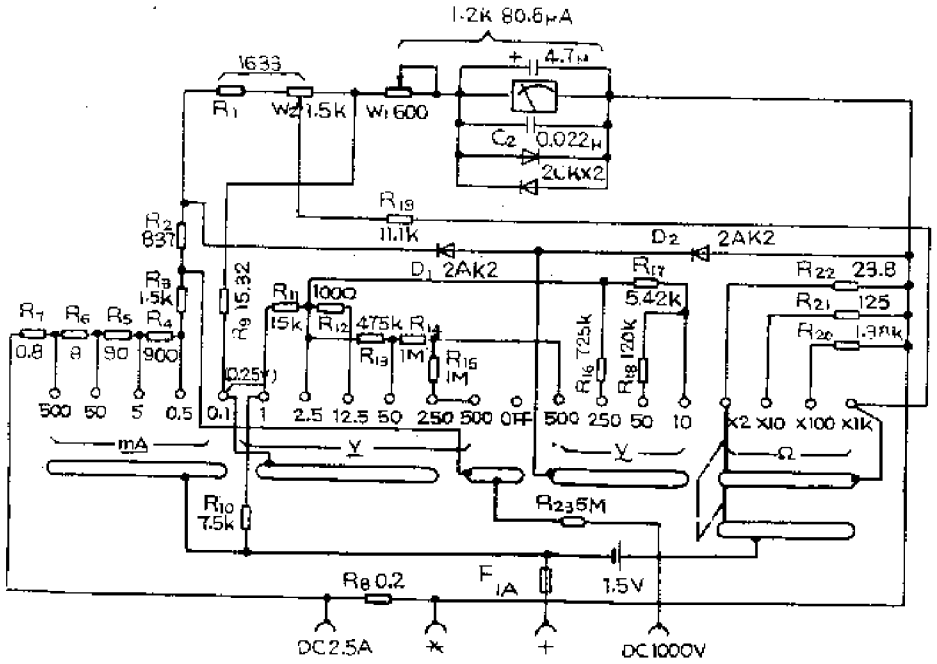


图 1-31　MF72 型万用电表电路原理图

1-32　MF75-1 型万用电表

一、性能简介

MF75-1 型万用电表，是一种特小型直读式整流系仪表，具有 12 个测量量限，能测量 DCA、ACV、DCV、R、h_{FE} 等参数。此外，还专门设有测电机构，可作为测试电笔使用。

MF75-1 型万用电表，采用内磁结构表头，彩色表面，配置有机玻璃表盖。表壳用工程塑料压制，具有良好的机械强度和电气绝缘性能。该表除作水平、垂直使用外，还装有活动支撑脚，可作 30°，45° 倾斜使用。

二、主要技术数据

· 测量范围　精度等级

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
DCA	0～1～10～100mA	≤0.56V	5.0	
DCV	0～10～50～500V	1kΩ／V	5.0	
ACV	0～10～50～500V	1kΩ／V	5.0	
R	Ω×10，×100		5.0	
h_{FE}	0～250			借 Ω×100 档调零

· 外形尺寸：97×69×34mm³

· 重量：约 140g

三、电路图

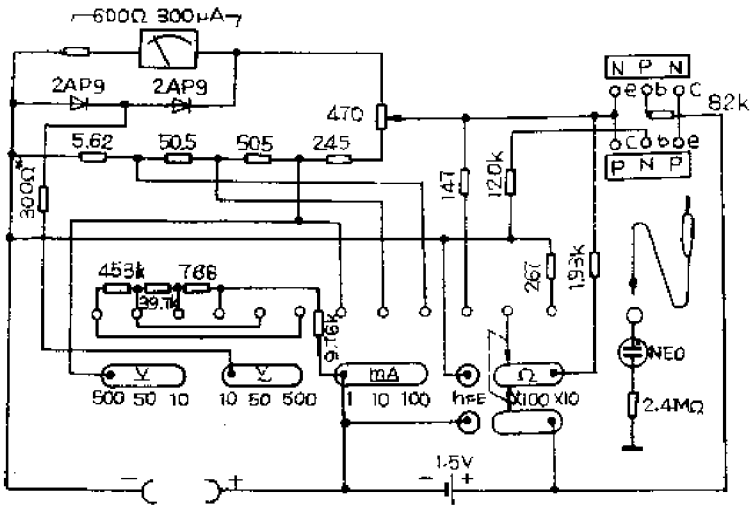


图 1-32　MF75-1 型万用电表电路原理图

1-33　MF75-2 型万用电表

一、性能简介

MF75-2 型万用电表与 MF75-1 型万用电表的结构相同。所不同之处是 MF75-2 型表的表头灵敏度较 MF75-1 型表提高了一倍，MF75-1 型表的表头满偏转电流是 300μA，MF75-2 型表的表头满偏转电流为 153μA。在相同条件下，MF75-2 型表在测量电压时，其输入阻抗增大了一倍，测量电流时的电压降也有所下降。

二、主要技术数据

· 测量范围　精度等级

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
DCA	0～0.5～10～100mA	≤0.5V	5.0	
DCV	0～10～50～500V	2kΩ / V	5.0	
ACV	0～10～50～500V	2kΩ / V	5.0	
R	Ω×100，×1k		5.0	
h_{FE}	0～250			借 Ω×100 档调零

· 外形尺寸：97×69×34mm³

· 重量：约 140g

三、电路图

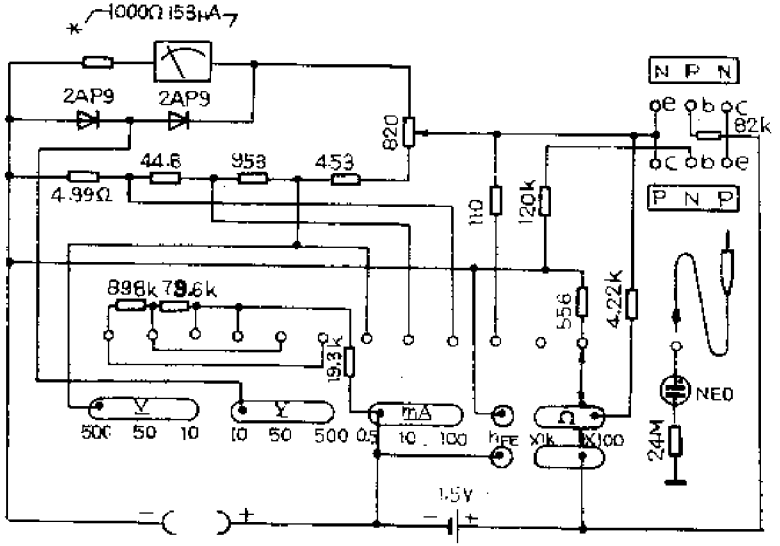


图 1-33　MF75-2 型万用电表电路原理图

1—34 MF77 型万用电表

一、性能简介

MF77 型万用电表是一种袖珍型通用仪表。可测量 DCA、DCV、R、ACV 及 ACA。利用表上的 1000V 插孔和 5A 插孔，可测量高至 1000V 的交流、直流电压和大至 5A 的交流、直流电流。并设有表头过载二极管保护和输入电流过载保护。

MF77 型万用电表电阻各档测量用的内附电源均为 3V，可测阻值较高，省去了一节叠层电池。还可用 Ω×1 档检测发光二极管（发光二极管的起辉电压一般在 2.6V 左右）。

二、主要技术数据

· 测量范围　精度等级

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
DCV	0～0.15～1～5～25V ～100～500V ～1000V	20kΩ／V 5kΩ／V 5kΩ／V	2.5 2.5 5.0	
DCA	0～50μA ～1～5～50～500mA ～5A	0.15V 0.75V	2.5 2.5 5.0	
ACV	0～10～100～500～1000V	5kΩ／V	5.0	
ACA	0～5～50～500mA～5A	≈0.75V	5.0	
R	Ω×1　×10　×100 0～5MΩ		2.5	中心刻度： 100Ω 50k

· 保险丝规格：BGXD5×18，0.5A

· 工作条件：0～40℃，RH＜85%

三、电路图

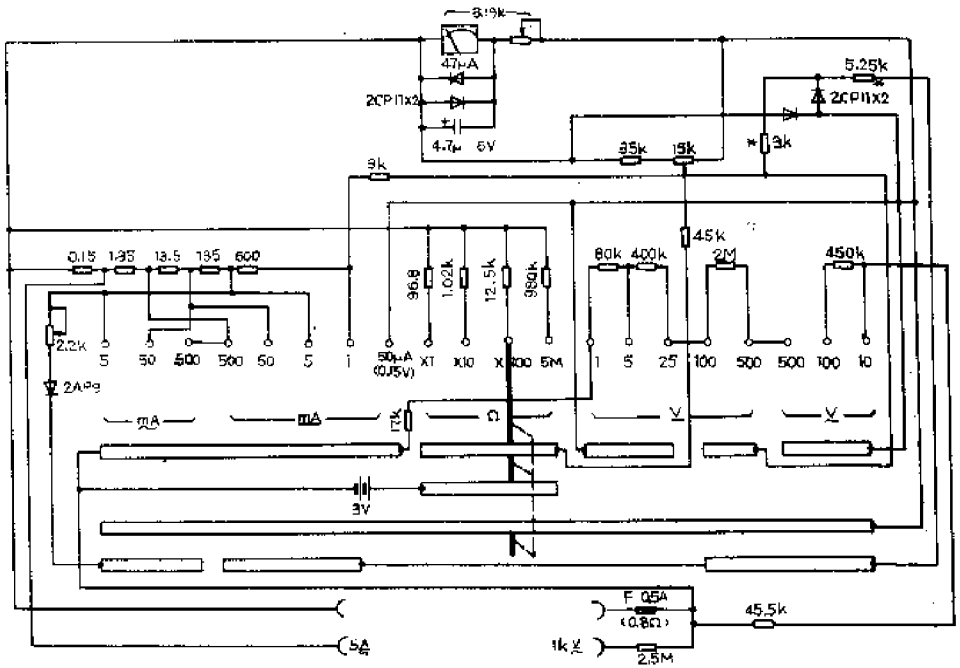


图 1—34　MF77 型万用电表电路原理图

1-35 MF77-1 型万用电表

一、性能简介

MF77-1 型万用电表系 MF77 的派生型，它可分别测量 DCA、DCV、ACA、ACV、R、h_{FE} 等参数。利用表上设置的 1000V 插孔和 5A 插孔，可测量高至 1000V 的交直流电压和大至 5A 的交直流电流。电阻各量程的内附工作电源均为 3V，可测较高的电阻值，省去了一只叠层电池。可用 Ω×1 档检测发光二极管。表头箱面板用透明的有机玻璃制作。

二、主要技术数据

· 测量范围　精度等级

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
DCA	0～100μA	0.25V	2.5	
	～5～50～500mA	0.75V		
	～5A	0.75V	5.0	专用插座
DCV	0～0.25～1～5～25V	10kΩ／V	2.5	
	～100～500V	2.5kΩ／V		
	～1000 V	2.5kΩ／V	5.0	专用插座
ACV	0～10～100～500～1000V	2.5kΩ／V	5.0	
ACA	0～5～50～500mA～5A	0.75V	5.0	
R	Ω×1　×100		2.5	中心刻度：50Ω
	0～2MΩ		2.5	中心刻度：25kΩ

三、电路图

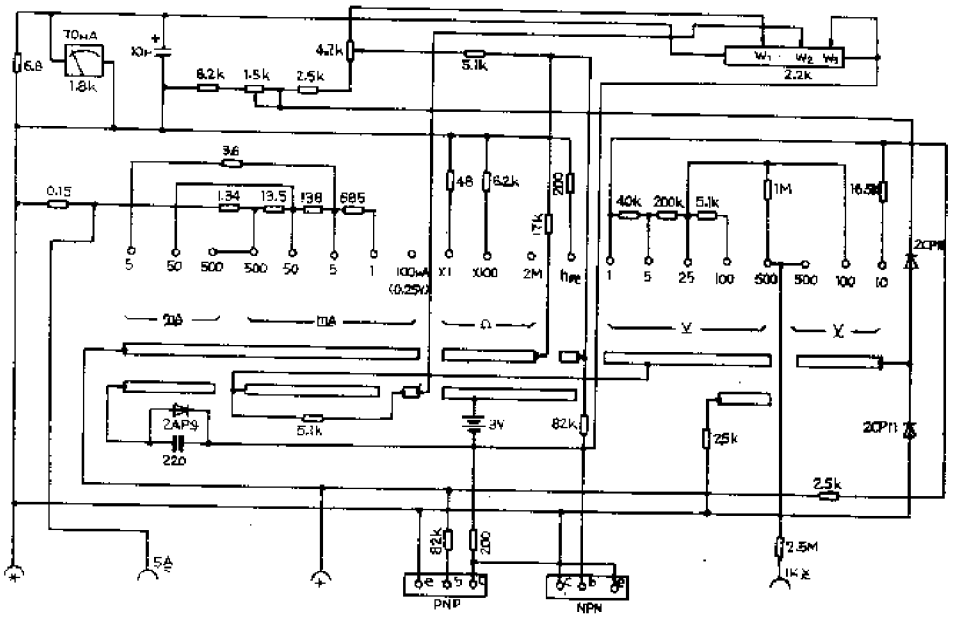


图 1-35　MF77-1 型万用电表电路原理图

1-36 MF78 型万用电表

一、性能简介

MF78 型万用电表，是一种结构扁薄、用途较广的小型测量仪表。它有 DCA、DCV、ACA、ACV、R 等 21 档基本量程和 DB、C、L、h_{FE} 参数等 4 档附加量程。该表设有 ACA、Ω×10k 和 15kV 量程，具有量限覆盖范围宽的特点。表头设有二极管保护。底部有撑架供选用。

二、主要技术数据

· 测量范围　精度等级

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
DCA	0～0.25～2.5～25～250mA～2.5A	0.51V	2.5	
ACA	0～250mA～2.5A	1.5V 0.51V	5.0	
DCV	0～0.5～2.5～10～50～250～1000V～1500V	10kΩ／V	5.0	外附高压探头
ACV	0～10～50～250～1000V	4kΩ／V	5.0	
R	0～8～40kΩ～4～40MΩ		2.5	中心刻度：16.5Ω
h_{FE}	0～300			
DB	−10～+56dB			10～250V 档
C	0.001～0.3μF			
L	20～1000H			

· 外形尺寸：147×97×42mm³

· 重量：0.45kg

三、电路图

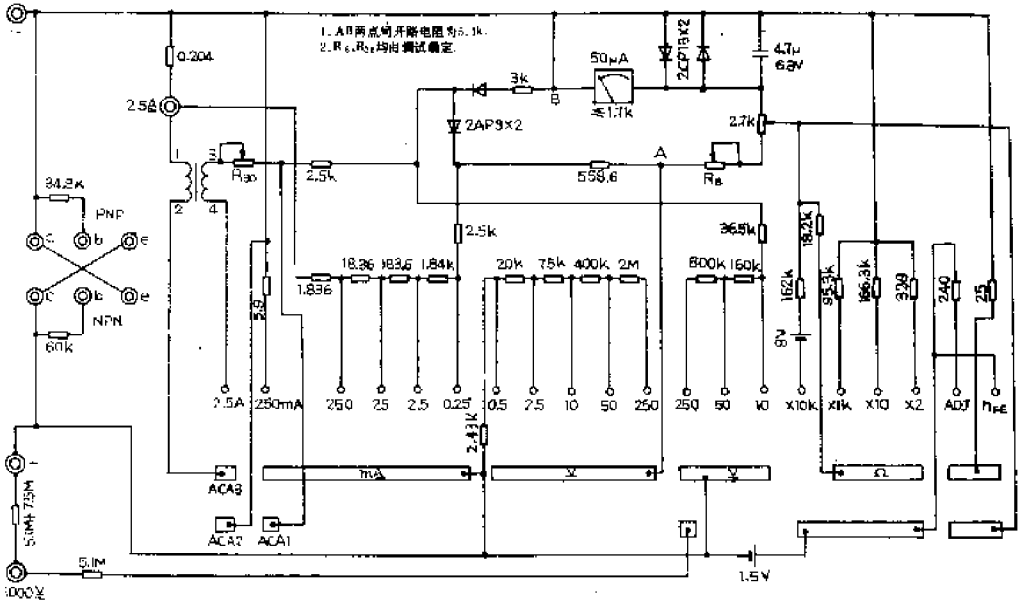


图 1-36　MF78 型万用电表电路原理图

1-37 MF79型万用电表

一、性能简介

MF79型万用电表，是磁电式整流系多量限仪表。它有29档基本量程，可测量ACA、DCA、ACV、DCV、R等参数，还设有4档附加量程，可测量C、P_o、BAT、h_{FE}等参数。其次，还装有蜂鸣器，可供测试线路通断之用。

MF79型万用电表的标度盘与铭牌印制成红、绿、蓝三色，并分别按交流为红色，h_{FE}、BUZZ、R为绿色，其余为蓝色对应印制。标度盘上共有7条刻度，装有反光镜。表头过载时有二极管保护，并设有0.75A保险丝作表内线路过载保护。

二、主要技术数据

· 测量范围　精度等级

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
DCA	0～50μA～0.5～5～50～100～500mA～5A	0.3V	2.5	
ACA	0～2.5～25～250～500mA～5A	1.5V	5.0	45～65Hz
DCV	0～0.25～2～10～50～100～200～500～1000V	20kΩ/V	2.5	
ACV	0～10～50～250V～500～1000V	4kΩ/V	5.0	45Hz～2～5kHz 45～65Hz
R	Ω×1，×10，×100，×1k，×10k		2.5	中心刻度：16.5Ω

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
h_{FE}	0～300			
P_o	0.1～12W			Z=8Ω，×1 Z=4Ω，×2
C	0.001～0.3μF			
BAT	0.9～1.5V			Z=10Ω
BUZ	被测线路内阻<10Ω，蜂鸣			

· 工作条件：0～+40℃　RH为25%～80%

· 外形尺寸：180×122×54mm³

· 重量：0.7kg

三、电路图

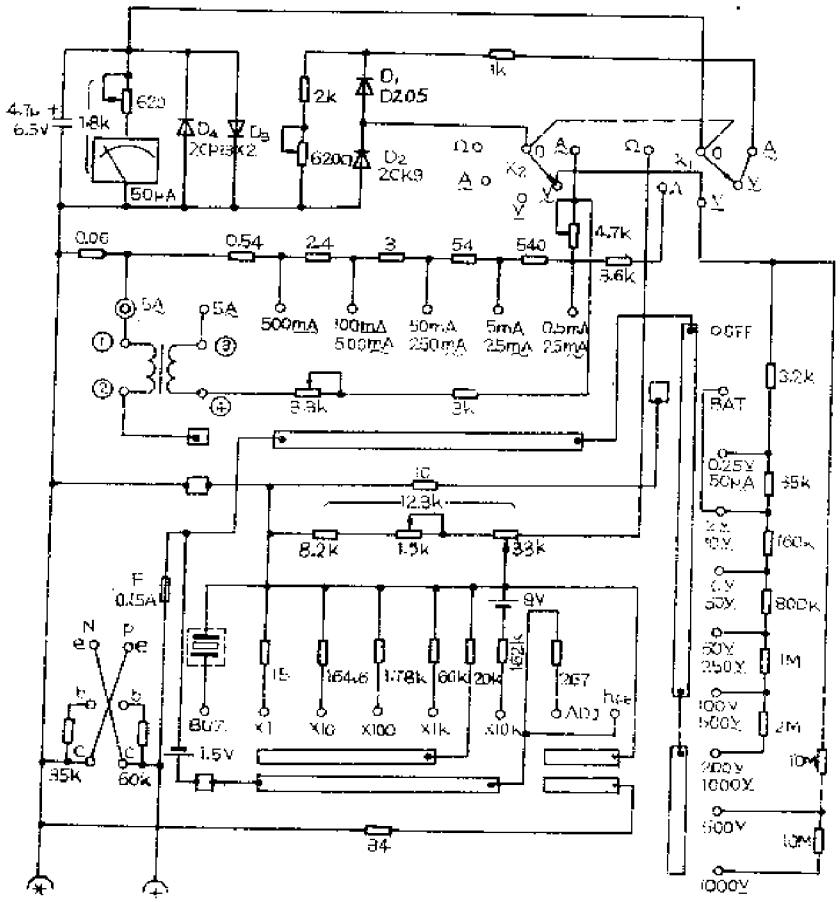


图 1-37　MF79 型万用电表电路原理图

1-38　MF81 型万用电表

一、性能简介

MF81 型万用电表是一种横式结构袖珍型仪表。该表表头为内磁结构，具有很好的防御外磁场能力。它有 17 档量程，可测量 DCV、DCA、ACV、R、h_{FE} 等参数。其次还可用来测量 P_o、DB 等。全部量程变换用一只转换开关完成。在印制电路板的左下角有 ϕ0.1mm 的细导线作线路过载保护。

二、主要技术数据

· 测量范围　精度等级

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
DCA	0～0.3～1.2～12～120mA～1.2A	≤0.6V	2.5	
DCV	0～6～30～300～600V	3333Ω / V	2.5	
ACV	0～12～60～300～600V	1666Ω / V	5.0	
R	0～4～40～400kΩ		2.5	中心刻度 40Ω
h_{FE}	Si：5～300，Ge：5～200			借 Ω×1 档调零
P_o	0.1～15W			Z＝8Ω
DB	0～23dB			12V 档

· 外形尺寸：154×73×44mm³

· 重量：0.27kg

三、电路图

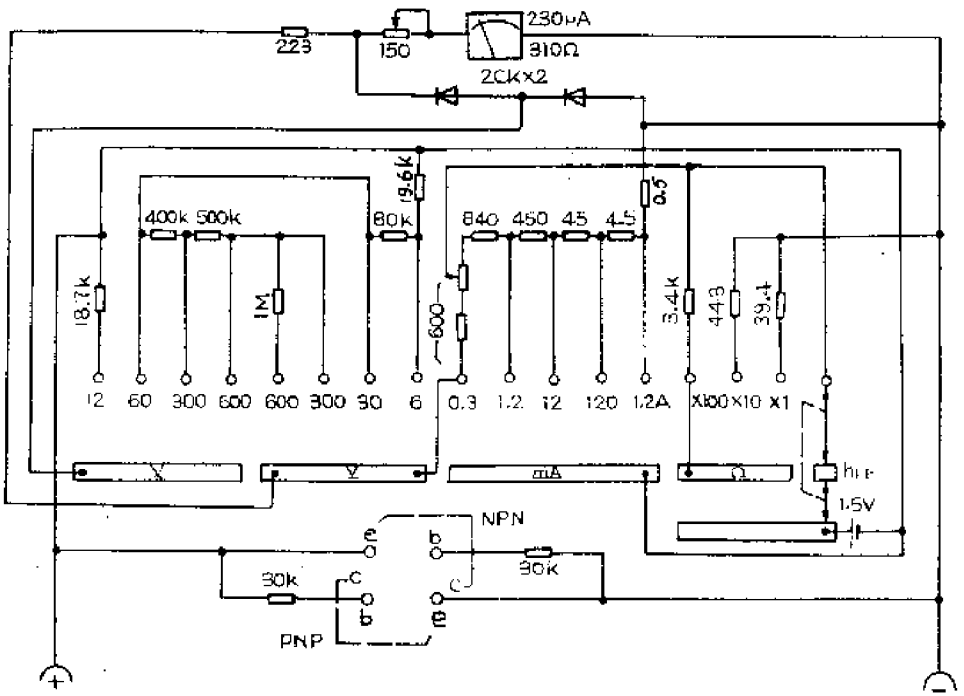


图 1-38 MF81 型万用电表电路原理图

1-39 MF82 型万用电表

一、性能简介

MF82 型万用电表，是一种磁电式整流系小型仪表。它共有 32 档基本量程，4 档附加量程，能直接测量 DCA、DCV、ACA、ACV、R、h_{FE} 及 P_o、DB 等参数。由一个交-直流拨动开关和一个基本量程选择开关完成 36 档量程的选择。表头用铝镍钴 32 永久磁钢制作，可防Ⅲ级外磁场。刻度盘用多色套印。表头箱面板采用透明有机玻璃，便于读数。表箱为 A、B、S 工程塑料。表内线路过载有保险丝保护，表头过载有硅二极管保护。有电池盖板，便于换取电池。

二、主要技术数据

· 测量范围 精度等级

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
DCV	0～150mV	10kΩ / V	–	用 100μA 档
	～2～5～20～50～100V	10kΩ / V	2.5	
	～500V	4kΩ / V		
ACV	0～750mV	2kΩ / V	–	用 0.5mA 档
	～10～25～100～250～500V	2kΩ / V	5.0	
DCA	0～0.1～0.5～5～25～50～250mA～2.5A	≤0.75V	2.5	
ACA	0～0.5～1～10～50～100～500mA～5A	1.5V	5.0	其中 0.5mA、5A 两档不考核精度

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
R	Ω×1，×10，×100，×1k，×10k		2.5	中心刻度:13Ω
h_{FE}	Si: 0～380			如:3CG、3DG
	Ge: 0～230			如:3AG、3BG
DB	−10～+22dB			刻度值
P_0	0～12W			Z=8Ω(Z=4Ω 读数×2)

· 工作条件：0～40℃，RH＜85%

· 电池：5号电池，1.5V×1；叠层电池，15V×1

· 外形尺寸：149×100×41mm³

· 重量：0.4kg

三、电路图

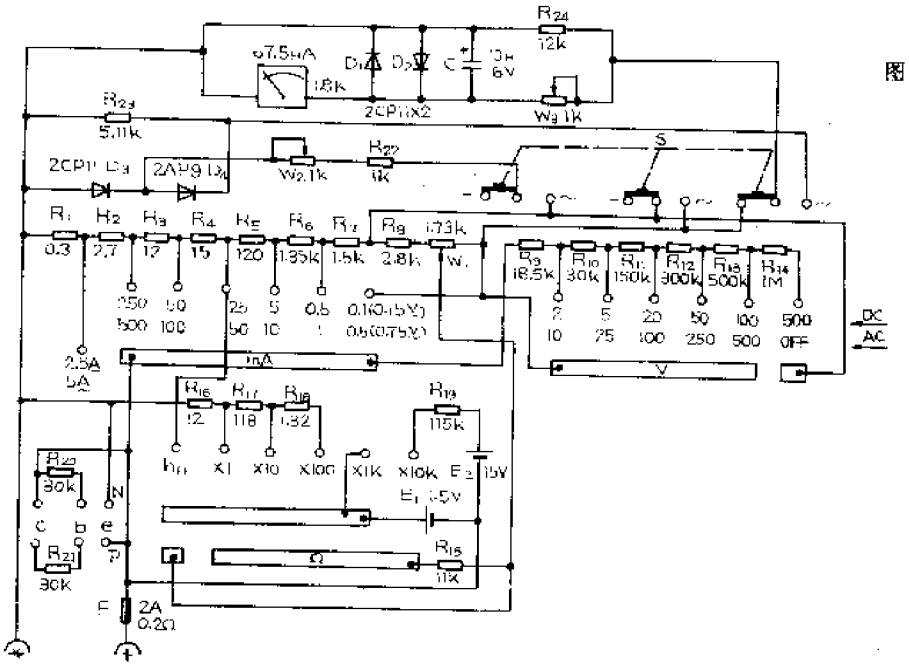


图 1-39.1　MF82 型万用电表电路原理图

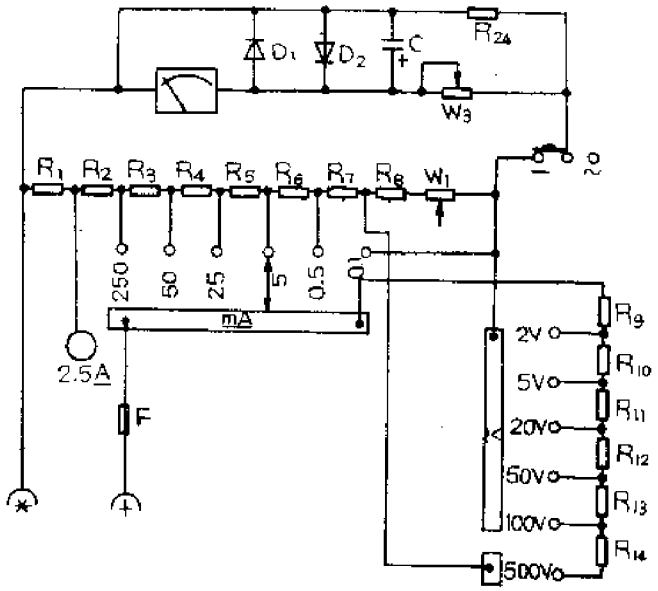


图 1-39.2　MF82 型表直流电流电压测量电路图

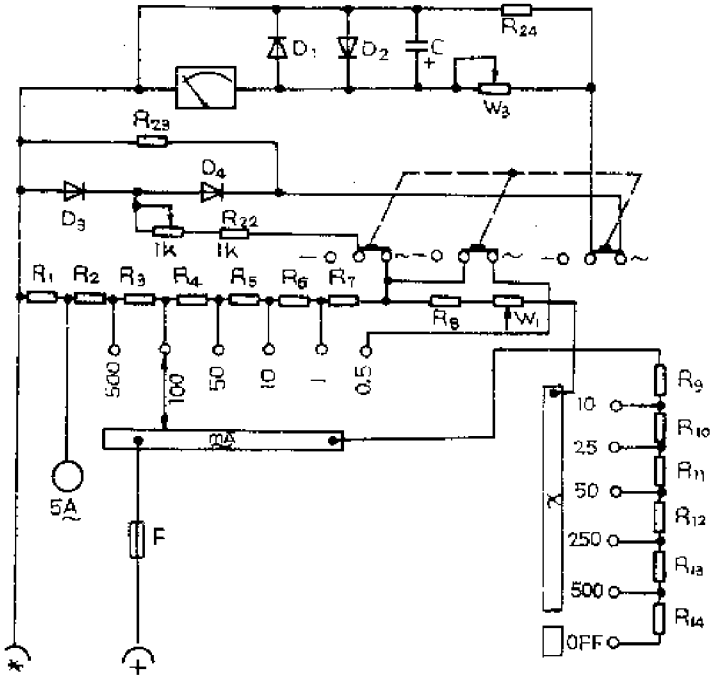


图 1-39.4　MF82 型表交流电流电压测量电路图

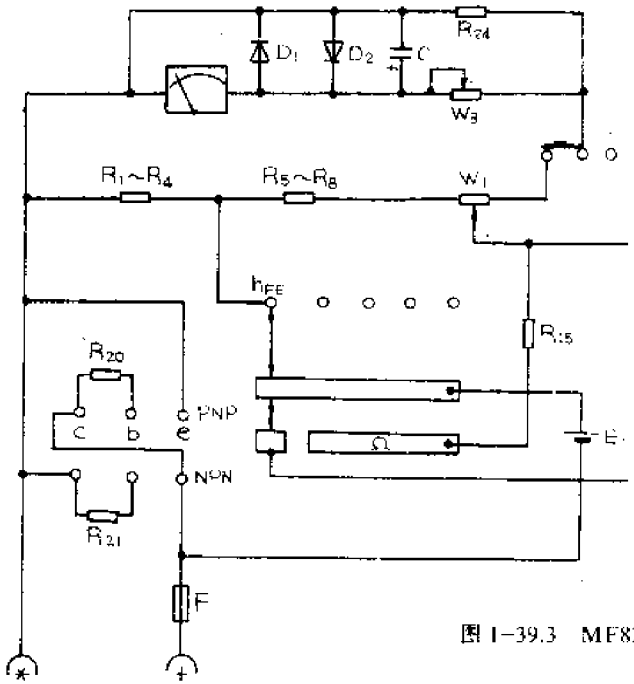


图 1-39.3　MF82 型表直流电阻测量电路图

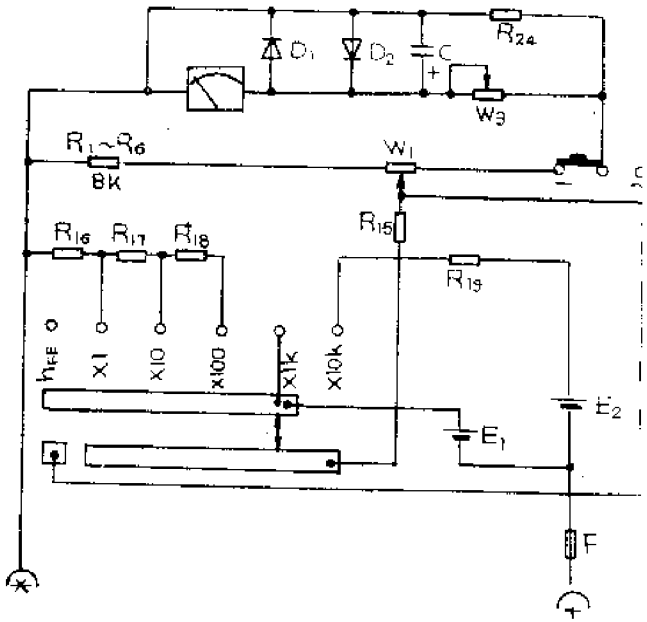


图 1-39.5　MF82 型表 h_{FE} 测量电路图

1-40 MF88 型万用电表

一、性能简介

MF88 型万用电表属 A_1 组仪表。共有 18 档，可用来直接测量 DCV、DCA、ACV、R、DB、h_{FE} 等参数。有阻值为 5MΩ 的外附分压器，与 500V 档联用，可测 1500V 交直流电压。借助于 50Hz 市电测定的电容、电感刻度曲线，利用交流 10V、100V 档，可直接测量电感量、电容量。

MF88 型万用电表的表头用铝镍钴 8 类永久磁钢制成，达到Ⅱ级防外磁能力。表盖、表箱分别用透明有机玻璃、A.B.S 工程塑料制作。刻度盘、面板铭牌均制成彩色的。

二、主要技术数据

· 测量范围　精度等级

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
DCV	0～0.25(参考)～1～5～25V	10kΩ／V	2.5	
	～100～500V	5kΩ／V		
ACV	0～10～100～500V	5kΩ／V	5.0	45Hz～1～10kHz
DCA	0～0.1～0.5～5～50～500mA	≤750mV	2.5	
R	Ω×1、×10、×100、×1k		2.5	
DB	-10～+22～+42～+56dB		5.0	
h_{FE}	0～250			
C	0～500pF～0.03μF			用 100V 电源
	～0.007～0.5μF			用 10V 电源
L	0～20～1000H			用 10V 电源
	0～0.5～20H			用 10V 电源

· 工作条件：0～40℃，RH＜85%

· 外形尺寸：$135\times93\times47mm^3$

· 重量：0.3kg

三、电路图

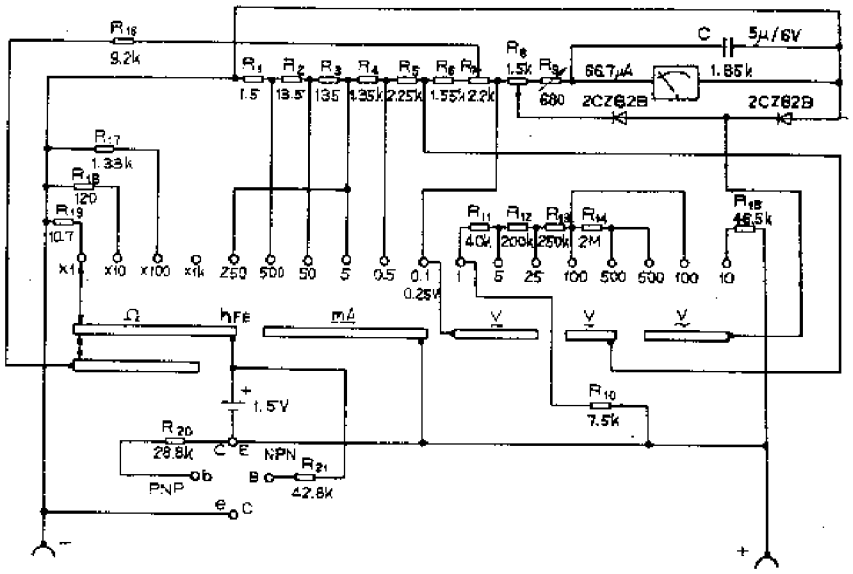


图 1-40　MF88 型万用电表电路原理图

1-41 MF90 型万用电表

一、性能简介

MF90 型万用电表是一种袖珍式仪表，具有 20 档量程，能分别测量 ACV、DCV、DCA、R、h_{FE}、DB、P_o 等参数。表头磁系统为内磁结构。刻度盘上装有消视差镜面。表内线路有 1A 保险丝作保护，其规格：BGXP5×20mm。

二、主要技术数据

· 测量范围　精度等级

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
DCA	0～100μA～1～10～100～500mA～2.5A	≤0.6V	2.5	其中 100μA 与 250mV 共用一档
DCV	0～250mV～2.5～10～50V	10kΩ / V	2.5	
	～500V	4kΩ / V		
ACV	0～10～50～250～500V	3kΩ / V	5.0	
R	Ω×1，×10，×100，×1k		2.5	
h_{FE}	0～300			
DB	−10～+56dB			
P_o	0～12.5W 0～25W			Z=8Ω Z=4Ω

· 外形尺寸：132×93×37mm³

· 重量：0.25kg

三、电路图

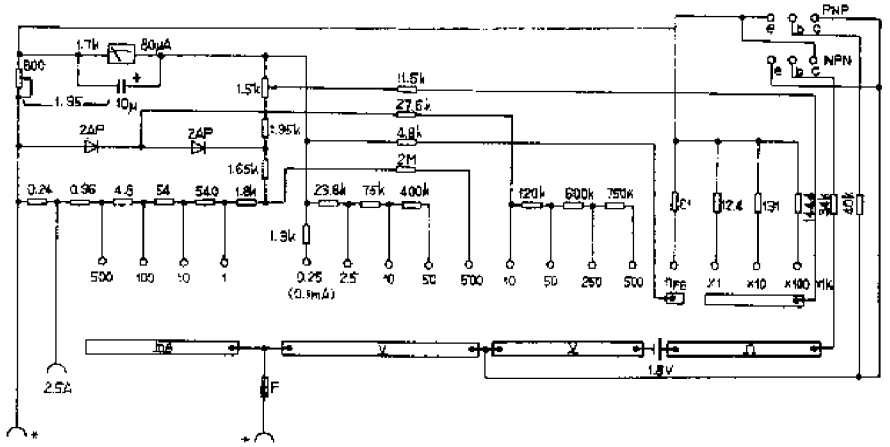


图 1-41　MF90 型万用电表电路原理图

1-42 MF91 型万用电表

一、性能简介

MF91 型万用电表是一种磁电式整流系仪表，它有 19 档基本量程和两个测量高电压、大电流的专用插口。能分别测量 ACV、DCV、DCA、R、C、DB、h_{FE} 等参数。使用时只须转动一个选择开关即可变换量程。表内采用印制电路安装方式。外壳用电性能良好的工程塑料制成。

二、主要技术参数

· 测量范围　精度等级

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
DCA	0～0.5mA ～2.5～25～250mA～2.5A	0.5V	2.5	2.5A 设专用插孔
DCV	0～0.5～2.5～5～25～250～500V ～1000V	2kΩ / V	2.5	专用插孔
ACV	0～5～25～250～500V ～1000V	2kΩ / V	5.0	同 1000V
R	0～5～500kΩ～5MΩ		2.5 V	中心刻度:40Ω
DB	−10～56dB			
C	0.0001～0.03μF 0.05～1μF			用 5V 电源 用 250V 电源
h_{FE}	0～250			

· 外形尺寸：144×96×42mm³

· 重量：0.55kg

三、电路图

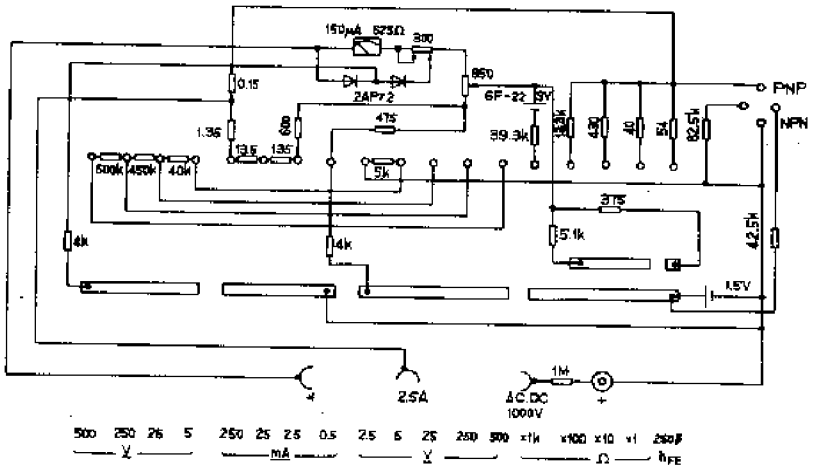


图 1-42　MF91 型万用电表电路原理图

1-43 MF92 型万用电表

一、性能简介

MF92 型万用电表体积适中略小，是多用途电工测量仪表，除了可以测量 DCA、DCV、R、ACV、DB、h_{FE} 等参数外，还设有便于调试和修理收录机及各种放大器用的 1kHz、150mV 音频信号及 465kHz 中频信号。

二、主要技术数据

· 测量范围　精度等级

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
DCA	0～0.05～1～10～100～500mA	0.5V	2.5	
DCV	0～0.5～2.5～10～50～250～1000V	20kΩ / V	2.5	
ACV	0～2.5～10～50～250～1000V	5kΩ / V	5.0	
R	Ω×1，×10，×100，×1k，×10k		2.5	
DB	−10～+22dB			基本档
h_{FE}	0～250			参考值
SG	1kHz、150mV、465kHz			已调波

三、电路图

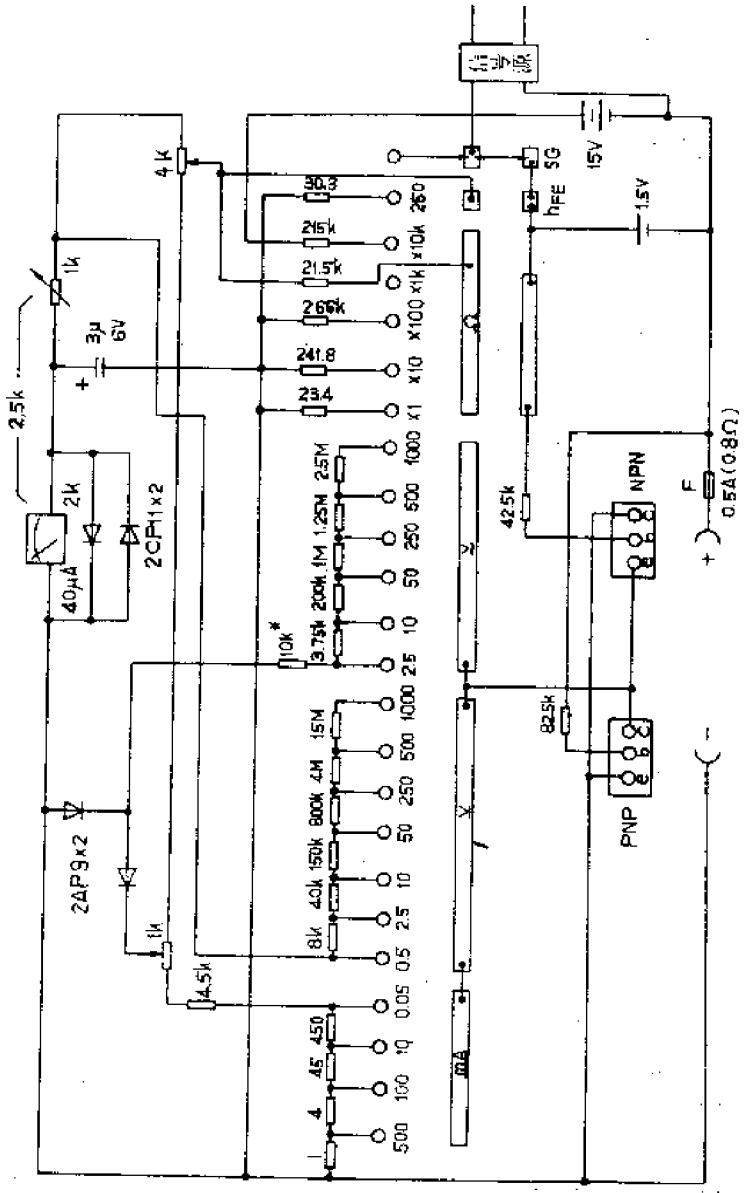


图 1-43.1　MF92 型万用电表电路原理图

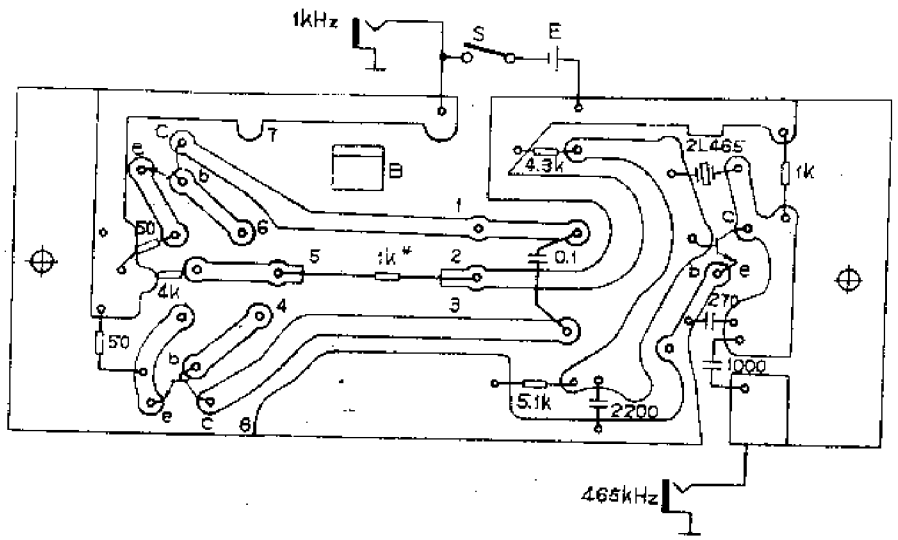


图 1-43.2　信号源电路原理图

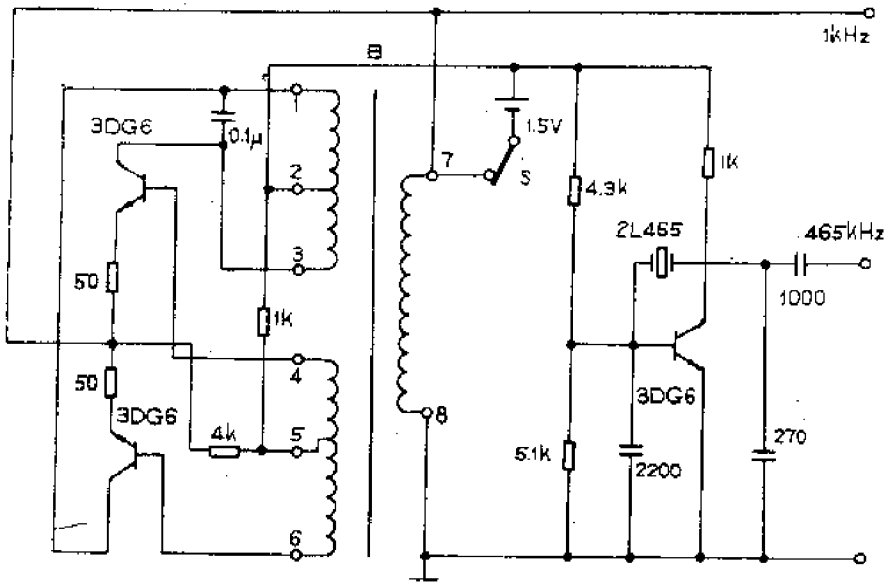


图 1-43.3　信号源印制电路图

1-44　MF92-1 型万用电表

一、性能简介

MF92-1 型万用电表是 MF92 型万用电表的改进型仪表。该表共有 25 档量程和 3 档附加量程，可以测量 DCA、DCV、ACA、ACV、R、DB、P_o、h_{FE} 等参数。表内附有信号源，能输出 150mV、1kHz 的音频信号及 465kHz 的中频信号，便于修理和调试各种音频放大器。

二、主要技术数据

· 测量范围　精度等级

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
DCA	0～0.05～0.5～5～50～250mA	0.5V	2.5	2.5A 设专用插座
	～2.5A	0.5V	5.0	
DCV	0～2.5～10～50～250V	20kΩ / V	2.5	
	～1000V	10kΩ / V	5.0	
ACA	0～0.1～0.5～5A	1V	5.0	同 2.5A
ACV	0～10～50～250～500～1000V	5kΩ / V	5.0	
R	Ω×1，×10，×100，×1k，×10k		2.5	中心刻度：24Ω
DB	−10～+22～+36～+50～+56dB			参考值
h_{FE}	0～250			
P_o	0～12W			Z = 8Ω
SG	1kHz，150mV，465kHz			

· 工作条件：0～40℃，RH＜80%

· 外形尺寸：160×110×46mm³

· 重量：0.5kg

三、电路图

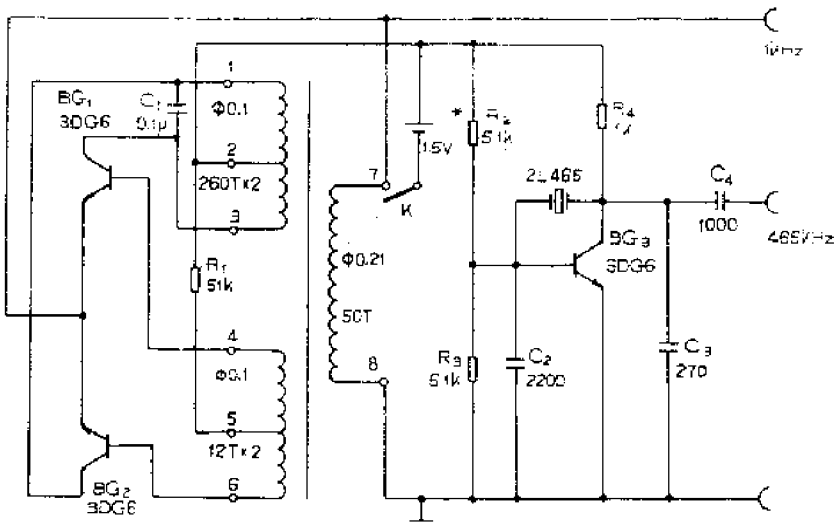


图 1-44.2　MF92-1 型的信号源电路原理图

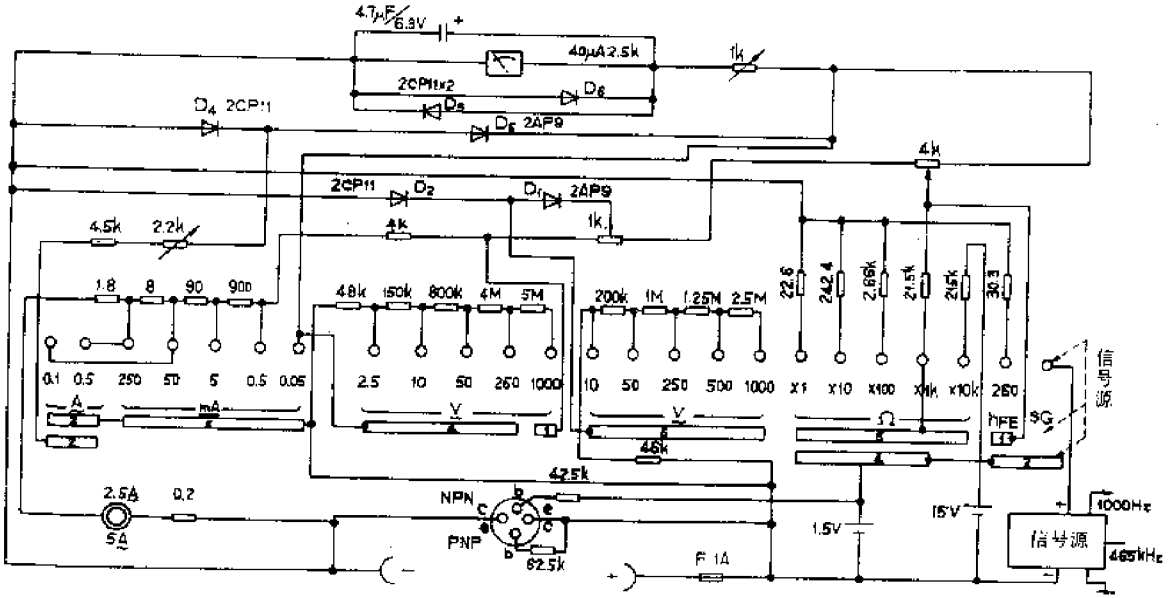


图 1-44.1　MF92-1 型万用电表电路原理图

1-45 MF93 型万用电表

一、性能简介

MF93 型万用电表是一种扁薄型袖珍仪表。它有 22 个基本量程，可以分别测量 ACV、DCV、DCA、R、DB、h_{FE}、P_o 等参数。其表头过载有硅二极管作限幅保护，表内线路过载有 1.2A 保险丝作熔断保护。外壳用工程塑料压制成，机械性能和电气性能良好。

二、主要技术数据

· 测量范围　精度等级

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
DCV	0～3～12～30～150～600～1200V	4kΩ / V	2.5	
ACV	0～12～60～300～600～1200V	2kΩ / V	5.0	
DCA	0～0.3～3～30～300mA～1.2A		2.5	
R	Ω×10，×100，×1k，×10k		2.5	中心刻度：5.4Ω
h_{FE}	0　400			
DB	−10～+23～+37～+51～+57dB			
P_o	0～16W			Z＝8Ω

· 工作条件：0～＋40℃，RH＜85%

· 外形尺寸：150×103×36mm³

· 重量：约 0.4kg

三、电路图

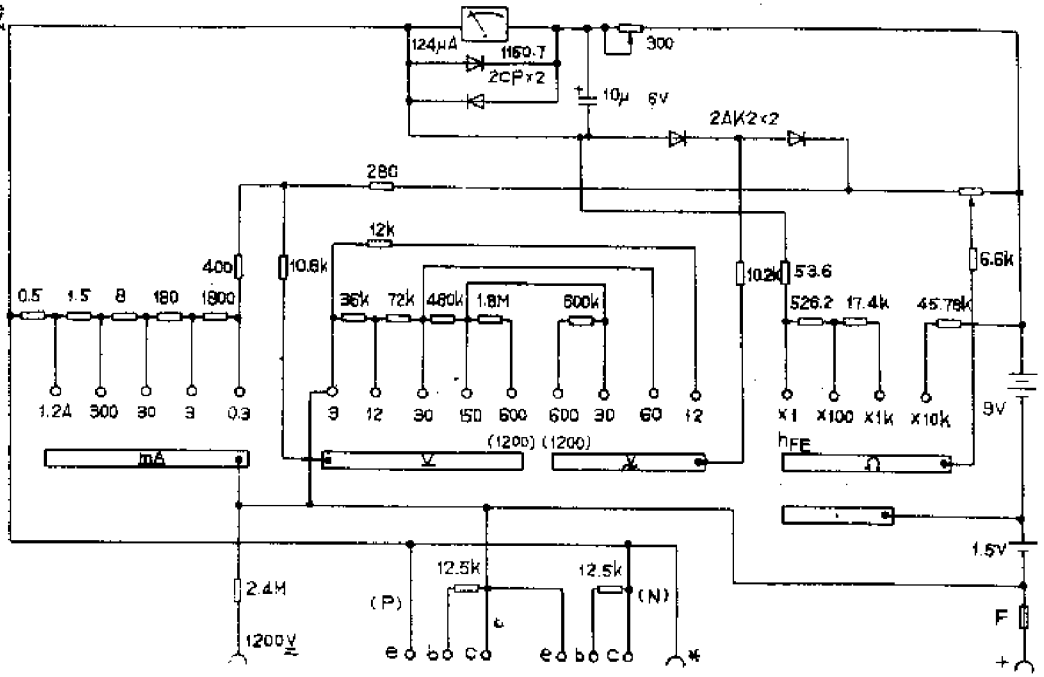


图 1-45　MF93 型万用电表电路原理图

1-46 MF96cx 型万用电表

一、性能简介

MF96cx 型万用电表设有 27 档基本量程，2 档附加量程，3 种附件功能。其读数窗口宽敞，刻度弧长 114mm，清晰易读。该表附有"Si-Cx"电容测量装置，可以方便地测量 20～100000pF、2～10000nF、0.2～1000μF 的电容值。还可作为 200Hz～1kHz 的音频信号输出。

MF96cx 型万用电表设有"蜂鸣器"一档，其符号是"BUZ"。在要求分辨不带电电路"通""断"的场合，可不必看表头示值，蜂音鸣叫，表示路"通"，否则表示路"断"。它的分辨功能是：0～150Ω 发声，大于 300Ω 不发声。150～300Ω 处于临界状态。该表不但采用表头过载保护，保险丝保护，而且还设有过载报警装置，当误测过荷时，会发出报警信号，提醒测试者及时将表退出所测电路。

二、主要技术数据

· 测量范围　精度等级

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
DCA	0～25μA	170mV	2.5	
	～0.1～1～10～100mA～1～5A	<600mV		
	EXT　20μA	60mV		

续表

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
DCV	0～1～5～12.5～50～125V	50kΩ／V	2.5	
	～500V	10kΩ／V		
	～2500V		5.0	
ACA	0～5A	<1V	5.0	45～65Hz
ACV	0～10～50V	10kΩ／V	5.0	45～1000Hz～5kHz
	～250～500～2500V		5.0	45～65Hz
DB	−10～+22dB			ACV:10V
R	0.5Ω～5kΩ　5Ω～50kΩ　50Ω～500kΩ 500Ω～5MΩ　10kΩ～100MΩ		2.5	中心刻度：20Ω

附件部分

项目	测量范围	阻尼时间	中心刻度	精度等级	工作电源
C	0～1～1000μF	<8s	10μF	10	4.5V
C	0～10～1000nF	<4s	100nF	5.0	4.5V
C	0～100pF～0.1μF	<4s	1000pF	5.0	4.5V

C.O：0～150Ω，供电电源为 9V

P_o：0～0.1～10W，ACV 10V 档

· 绝缘强度：仪表外壳与电路之间能耐受交流电压 700V(50Hz)，历时一分钟而不损坏。

· 外形尺寸及重量

主机尺寸：200×160×81mm³　重量：1.4kg

配套使用：230×226×81mm³　重量：1.8kg

三、电路图

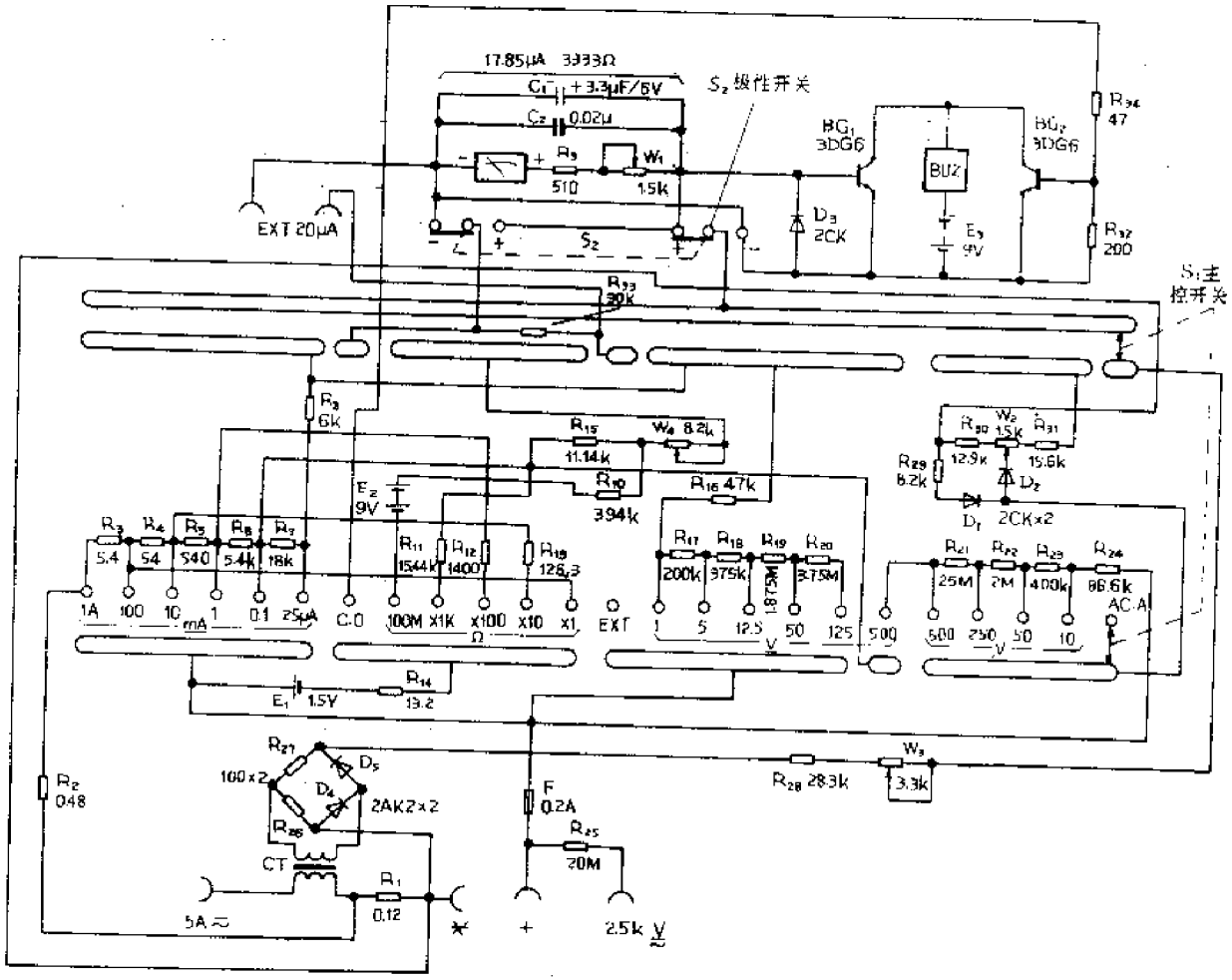


图 1-46.1　MF96cx 型万用电表电路原理图

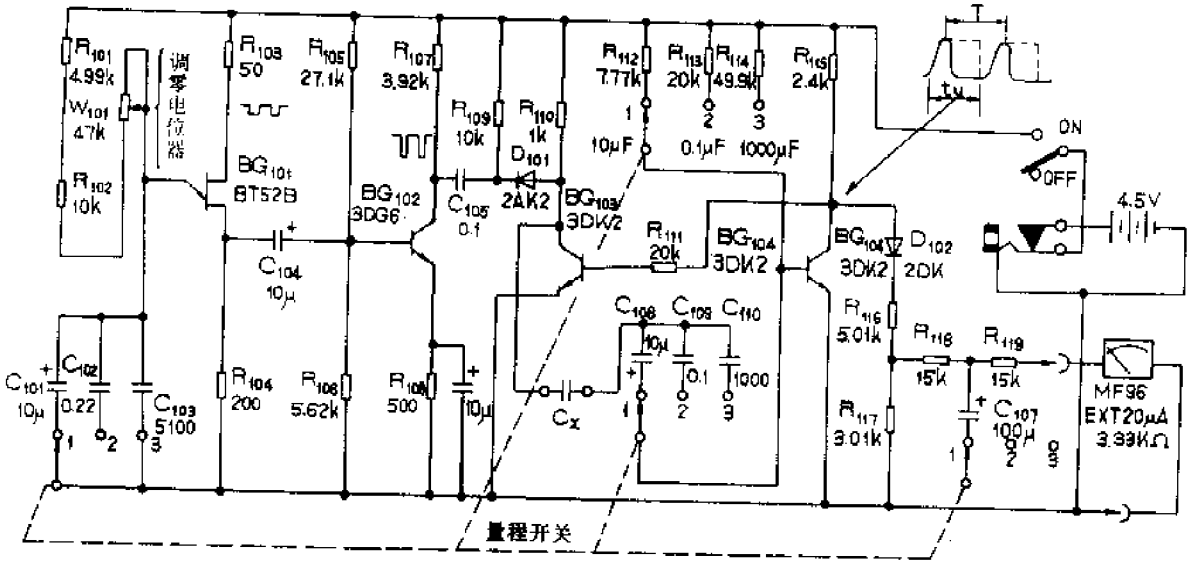


图 1-46.2　MF96cx 型表电容测量组件原理图

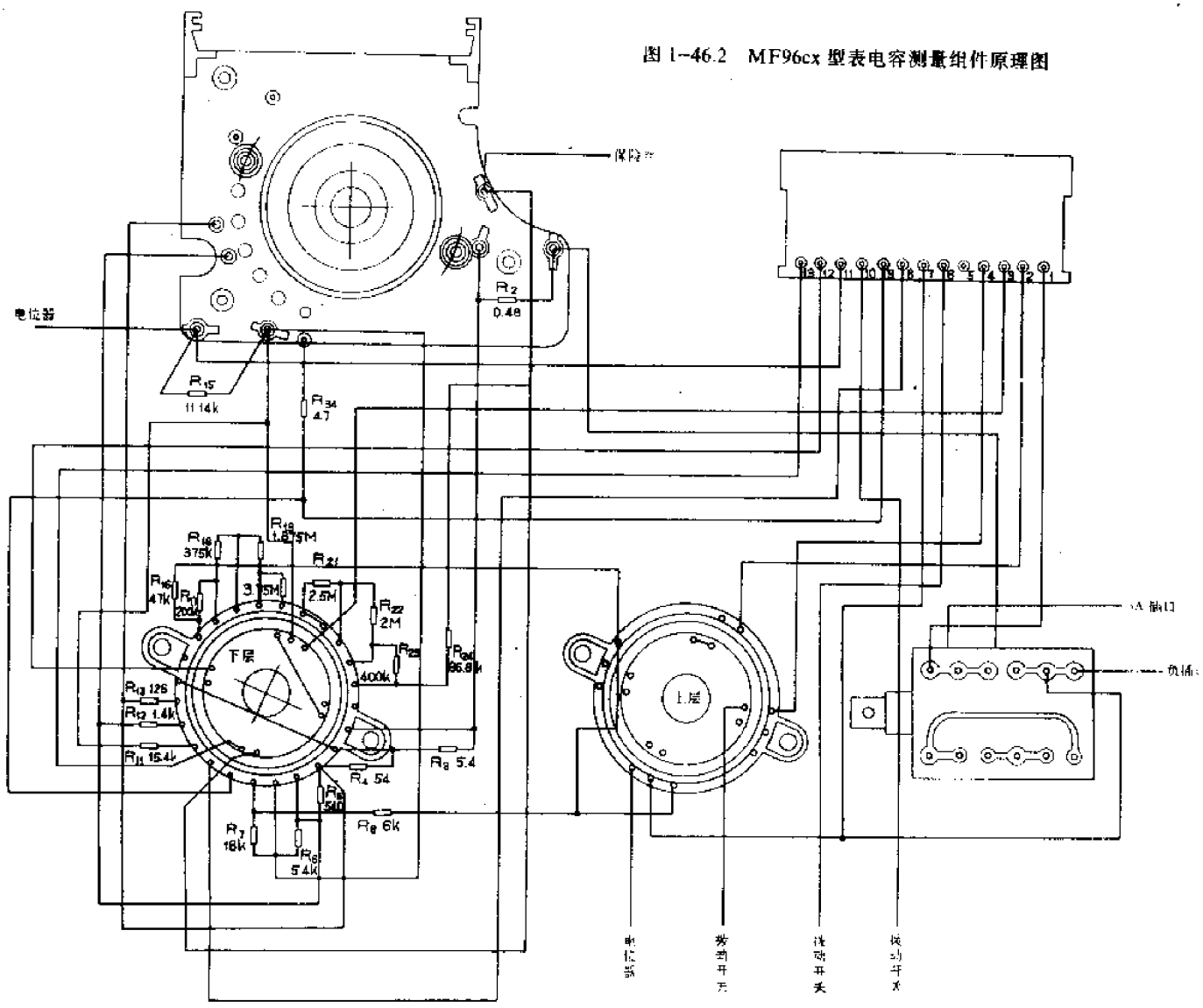
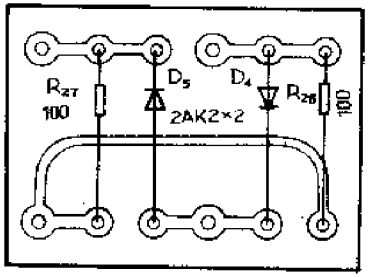
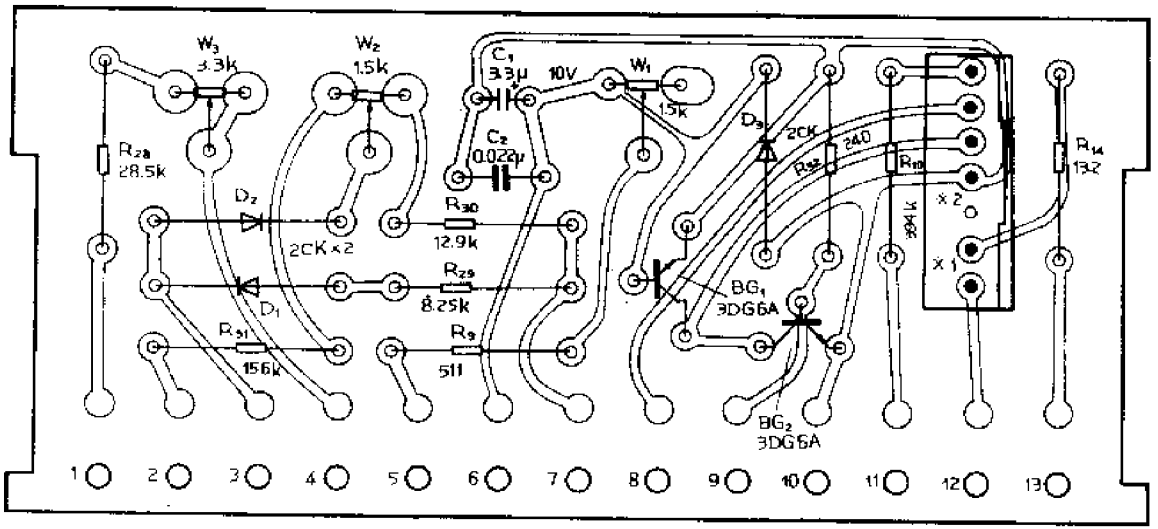


图 1-46.3　MF96cx 型表主控电路元件装配位置图



(a) 桥式整流电路元件位置图



(b) 半波整流与振荡电路元件装配位置图

图 1—46.4　MF96cx 型表整流与振荡电路元件装配位置图

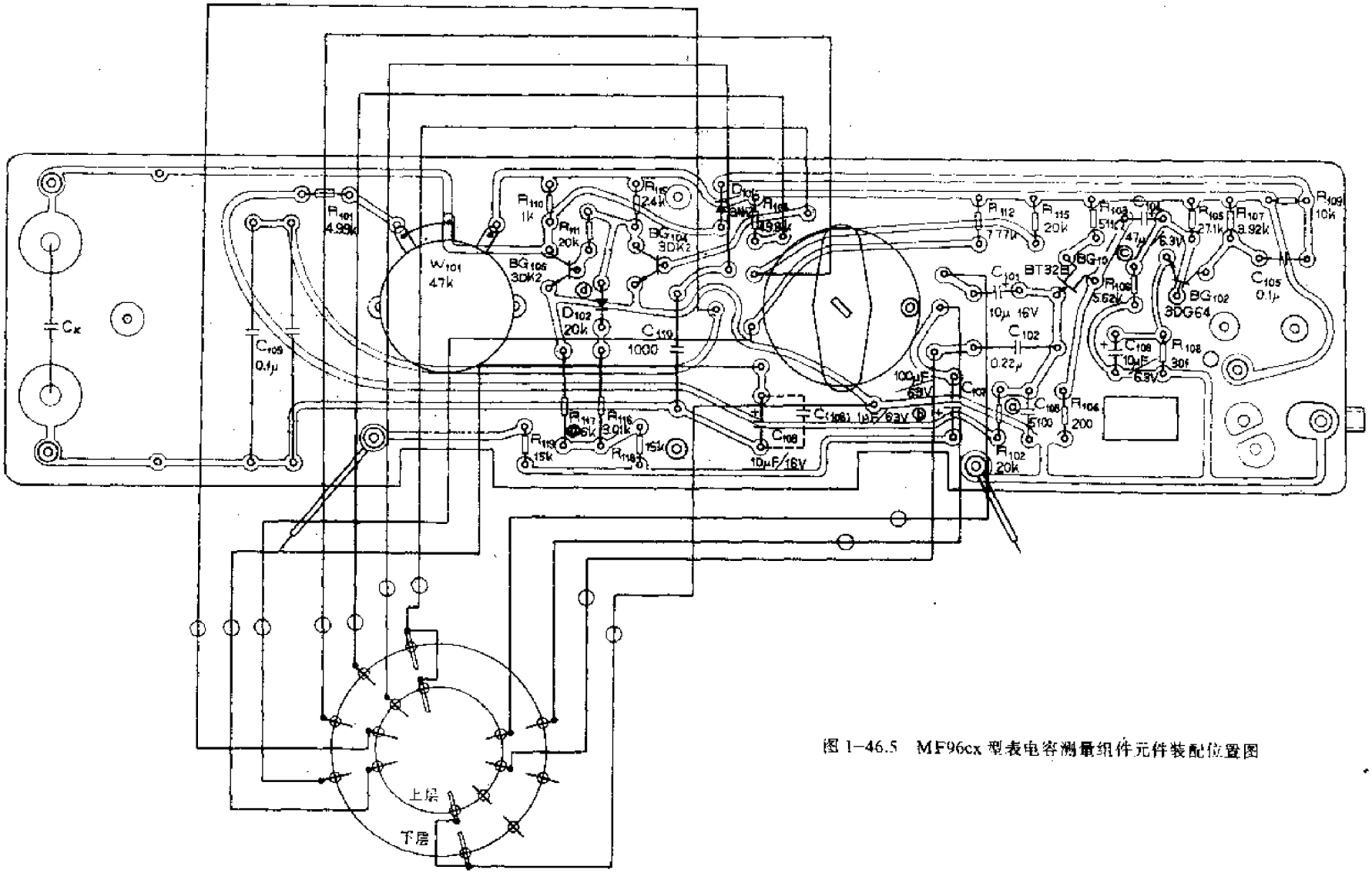


图 1-46.5　MF96cx 型表电容测量组件元件装配位置图

1-47 MF96V_P型万用电表

一、性能简介

MF96V_P型万用电表，是一种多量程便携式测量仪表，具有100Hz～200kHz的频宽特性，可以测量正弦波形电压和峰-峰值电压。输入阻抗大于1MΩ，输入电容小于20pF。为了展宽测量量限，在6个直流电压档和4个交流电压档上，采用了"÷2"机构，使10个量限扩展为20个量限。经电路补偿和工艺处理后，仪表所有的直流电压、电流、交流高压、低压，全部共用一条刻度线。

MF96V_P型万用电表采用强磁场、高灵敏度、无框架结构的表头，其内阻约为2kΩ。

该表可测量晶体管直流放大系数，并设有两个倍率，通过不同的I_C电流，可从中观测被测管的线性特性。此外，还设有"+"、"-"极性转换开关，供测试时选用。

二、主要技术数据

· 测量范围　精度等级

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
DCA	0～25μA～0.1～1～10～100mA～1～2.5A	＜150mV	2.5	
DCV	0～1～5～25～100～250～1000V	25kΩ／V	2.5	
	0～0.5～2.5～12.5～50～125～500V(÷2)	50kΩ／V		
	0～2000V	10kΩ／V	5.0	

续表

项目	测量范围		灵敏度及电压降	精度等级	备注
ACV	0～10～50V		5kΩ／V	5.0	45Hz～1kHz～5kHz 45～65Hz
	0～5～25V(÷2)		10kΩ／V		
	0～250～1000～2000V		5kΩ／V		
	0～125～500V(÷2)		10kΩ／V		
EXT	20μA		60mV	2.5	
DB	−10～+22～+36～+50				
R	量　限	Ω×1、×10、×100、×1k、×10k、×100k		2.5	
	最小值	0.2　2　20　200　2kΩ　20kΩ			
	中间值	13.5　135　1.35k　13.5k　135k　1.35M			
	最大值	2k　20k　200k　2M　20M　200M			
	电流值	110mA 11mA 1.1mA 110μA　120μA　22μA			
	电源电压	——1.5V——16.5V　31.5V			
V_{P-P}	0～15～150～1500V			5.0	100Hz～200～100kHz
rms	0～5～50～500V			5.0	100Hz～50～200kHz
h_{FE}	0～200～2000			–	

· 工作条件：0～+40℃，RH＜85%

· 绝缘强度：仪表外壳与电路之间能耐受交流电压5000V(50Hz)历时一分钟而不损坏。

· 外形尺寸及重量：

主机尺寸：200×160×81mm³；重量：1.4kg

配套使用：230×226×81mm³；重量：1.8kg

三、电路图

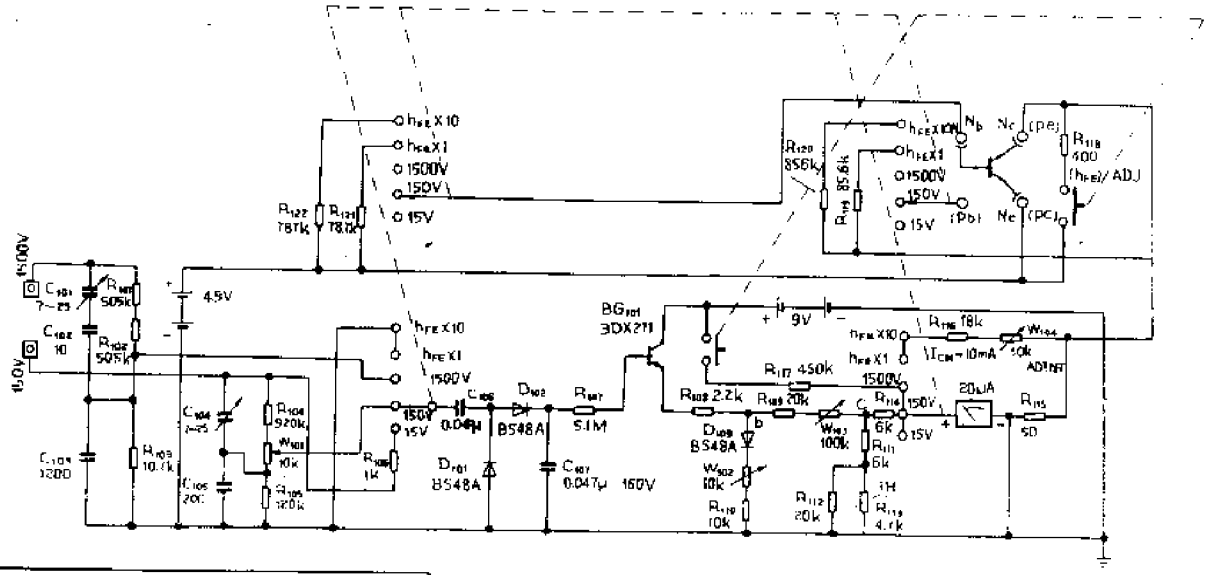


图 1-47.2　MF96V$_P$ 型万用电表附件电路图

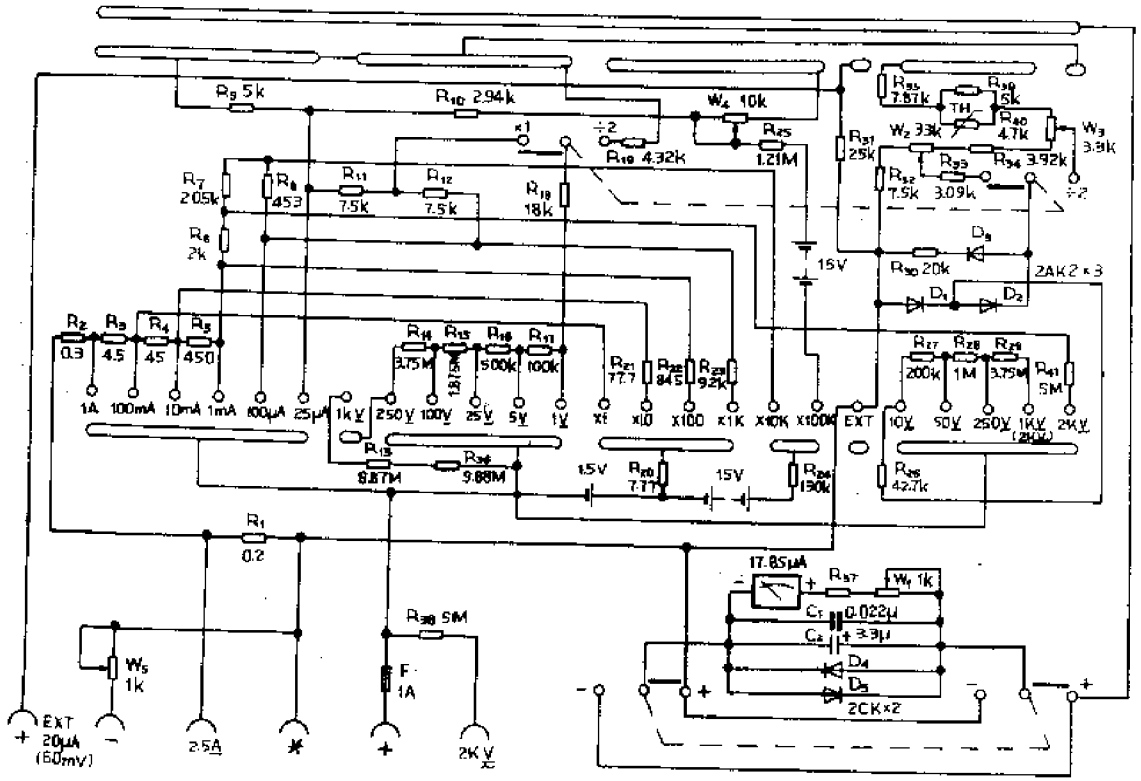


图 1-47.1　MF96V$_P$ 型万用电表电路原理图

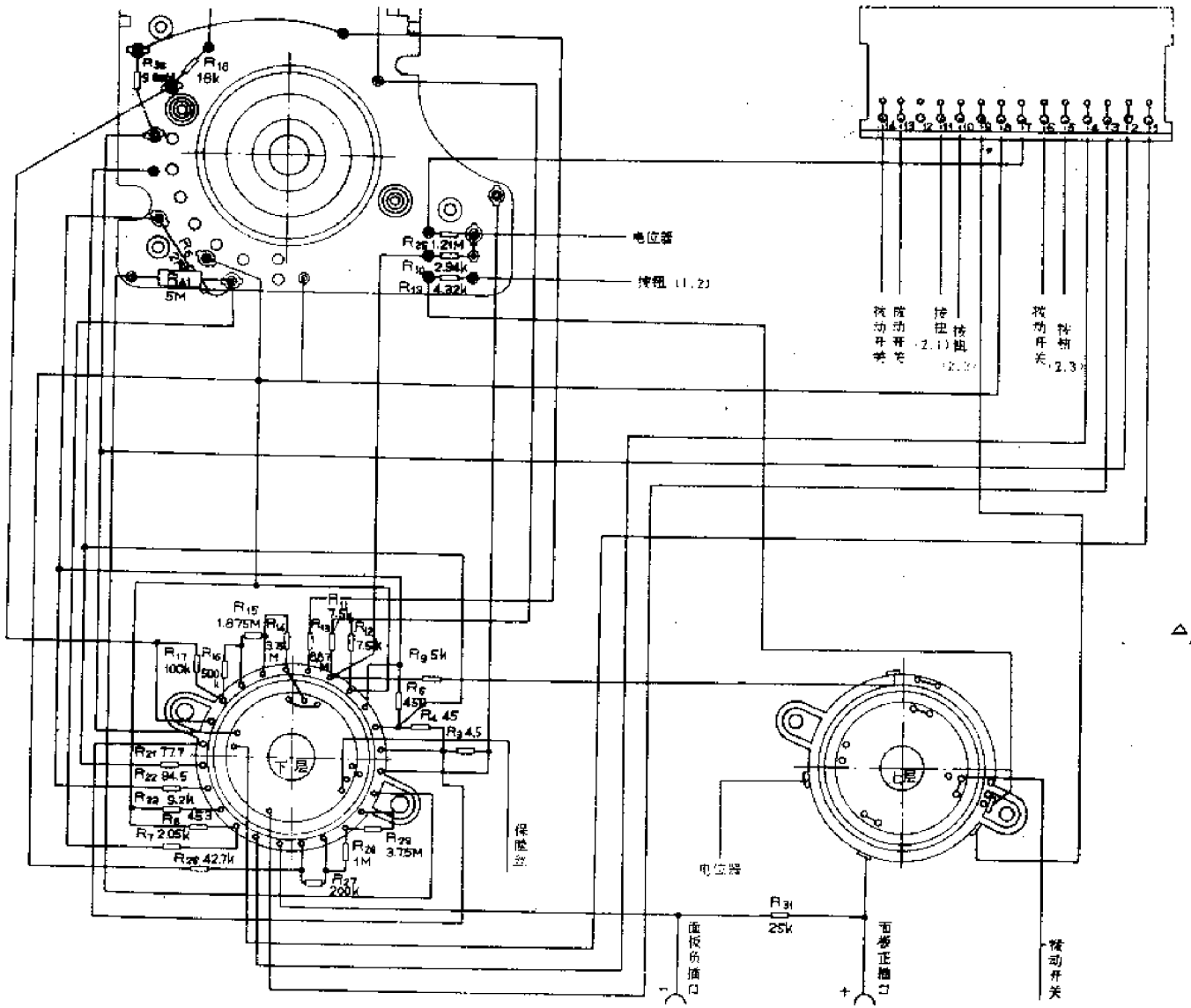
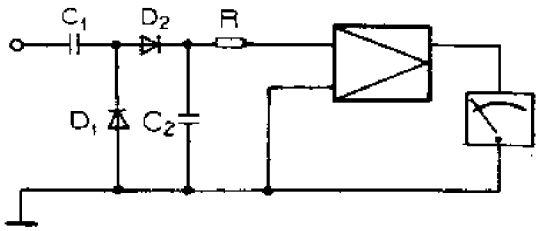
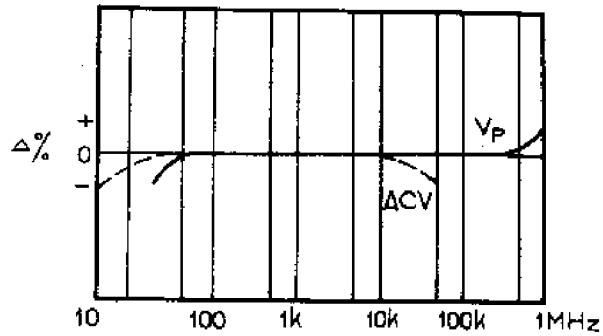


图 1—47.3　V_{P-P} 值测试原理图及 V_P 与 ACV 频响特性的比较



(a) V_{P-P} 值测试原理图



(b) V_P 与ACV 频响特性的比较

图 1—47.4　MF96V_P 型表主控电路元件位置图

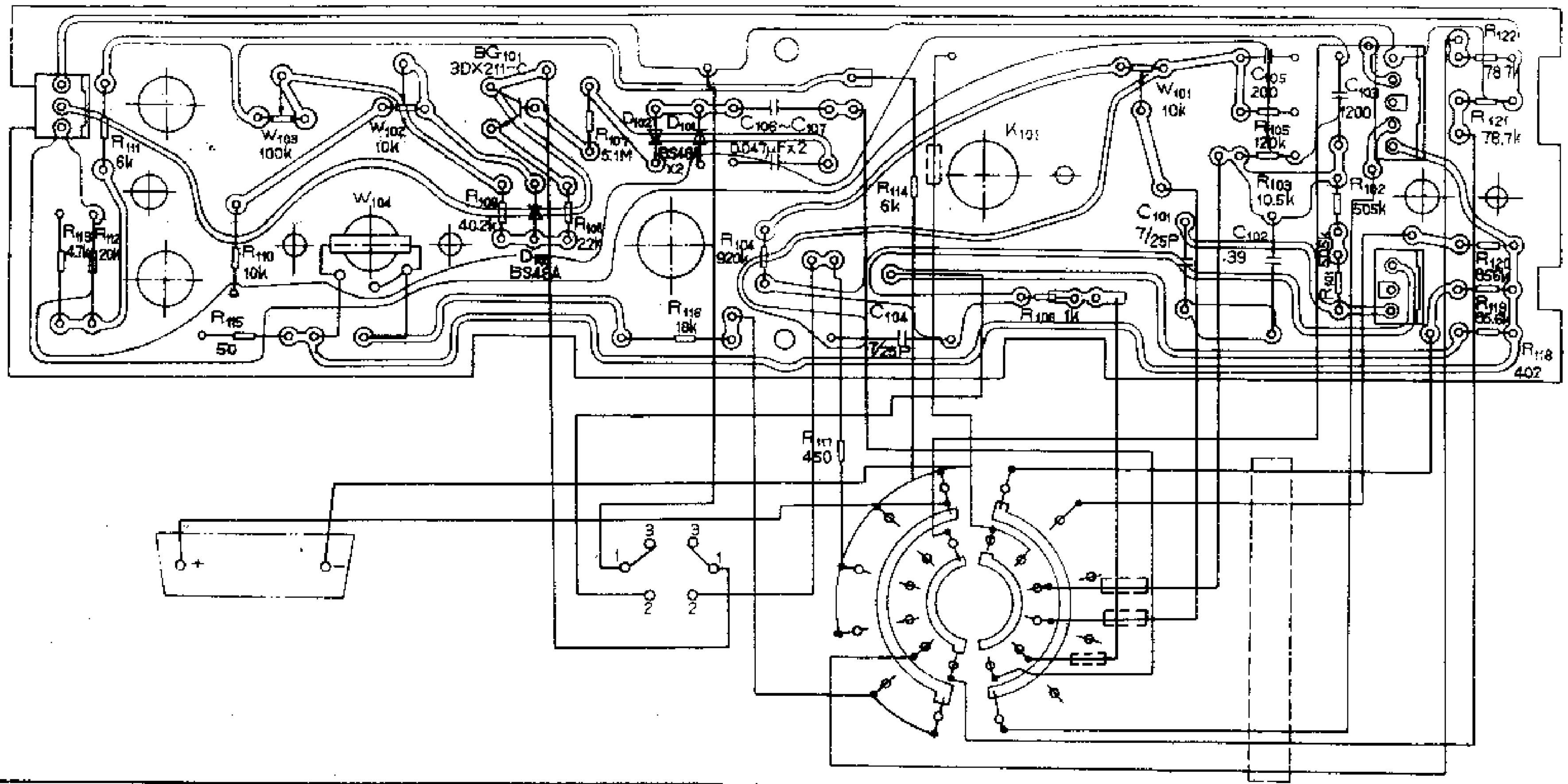


图 1-47.5　MF96V_p 型表附件电路元件位置装配图

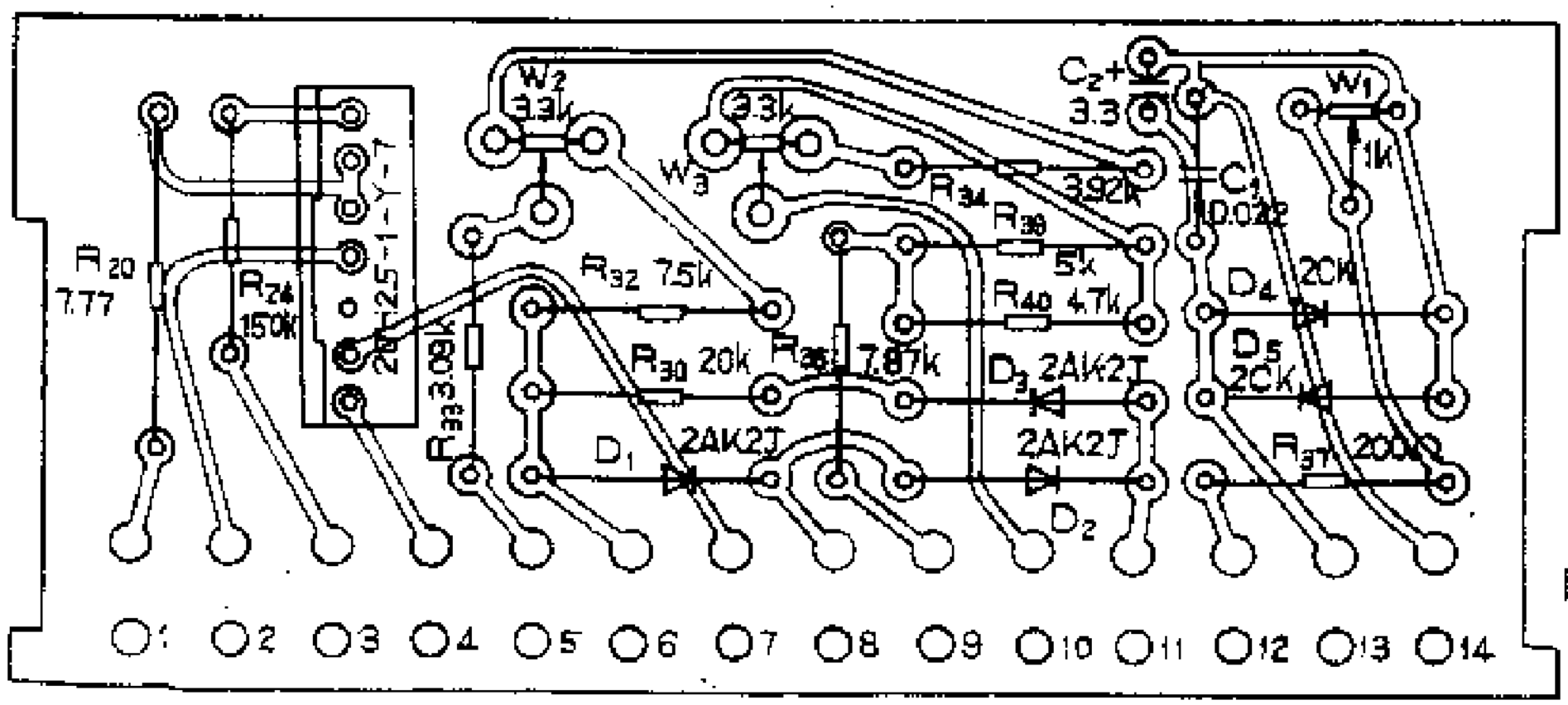


图 1-47.6　MF96V_p 型表整流电路，表头保护电路及电阻档部分电路元件位置图

1-48 MF116 型万用电表

一、性能简介

MF116 型万用电表，是一种功能多、分档细、灵敏度高的磁电式整流系小型仪表。该表共有 23 档基本量程，可测量 ACA、DCA、ACV、DCV、R 及 DB、L、C、h_{FE} 等参数。表头设有硅二极管保护，线路设有快速熔断保护。

二、主要技术数据

· 测量范围　精度等级

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
DCA	0～50μA～0.5～5～50～500mA～2.5A	≈0.6V	2.5	
ACA	0～250mA～2.5A	1.45V	5.0	45～65Hz
DCV	0～0.25V～10～50～250～1000V～25kV	20kΩ / V	2.5 5.0	外附高压探头
ACV	0～10～50～250　～1000V	5kΩ / V		45～2000　～5000Hz
R	Ω×2、×10、×100、×1k、×10k		2.5 V	中心刻度：18.5Ω
			10	以指示值的百分数计算

h_{FE}　—0～500h_{FE}

DB　···—10～+50dB

C　—0.001～0.3μF

L　—20～1000H

· 外形尺寸：147×97×42mm³

· 重量：0.45kg（不包括电池）

· 工作环境：0～40℃，RH＜85%，无静电、无外磁场干扰。

三、电路图

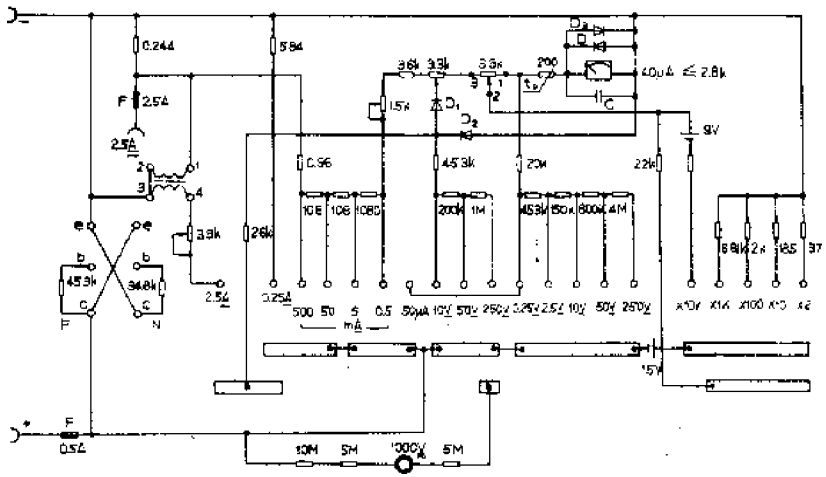


图 1-48　MF116 型万用电表电路原理图

1-49 MF107 型万用电表

一、性能简介

MF107 型万用电表为便携的多功能、多量程、磁电系整流式仪表。该表共有 30 档基本量程，6 档附加量程。可用于测量 DCA、DCV、ACA、ACV、R、DB、P_o 和 h_{FE} 等参数。表内附有音乐信号源，能够发出宏亮的乐曲声和输出音乐信号。既可以作为线路通断检测的蜂鸣器，又可作为检修音频信号放大器的信号源。

MF107 型万用电表的表头，选用铝镍钴磁钢制作，动圈为铝框架结构。表头两端设有并联二极管保护，保证在电流过载时，不致损坏。表盘采用红、蓝、黑三色刻度，并配以全透明的有机表头箱盖。表箱底部设有电池室盖板，不用任何工具，就能方便地更换电池。其次，表箱底部还设有橡胶防滑垫。

二、主要技术数据

· 测量范围　精度等级

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
DCA	0～0.05～0.5～5～50～250mA	0.5V	2.5	2.5A 设专用插座
	2.5A	0.5V	5.0	
DCV	0～0.5V	20kΩ / V	2.5	1250V 设专用插座
	～2.5～5～25～125～250V	10kΩ / V	2.5	
	～1250V	10kΩ / V	5.0	

续表

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
ACA	0～1～10～100～500mA～5A	1V	5.0	5A 同 2.5A
ACV	0～5～10～50～250～500～2500V	5kΩ / V	5.0	2500V 同 1250V
R	Ω×1，×10，×100，×1k，×10k		2.5	中心刻度：24Ω
DB	0～22dB			
P_o	0～12W			Z＝8Ω
h_{FE}	0～250			
音乐信号源	输出电压大于 0.8V			

· 工作条件：0～40℃，RH＜80%

· 外形尺寸：162×113×46mm³

· 重量：0.5kg（不包括电池）

三、电路图

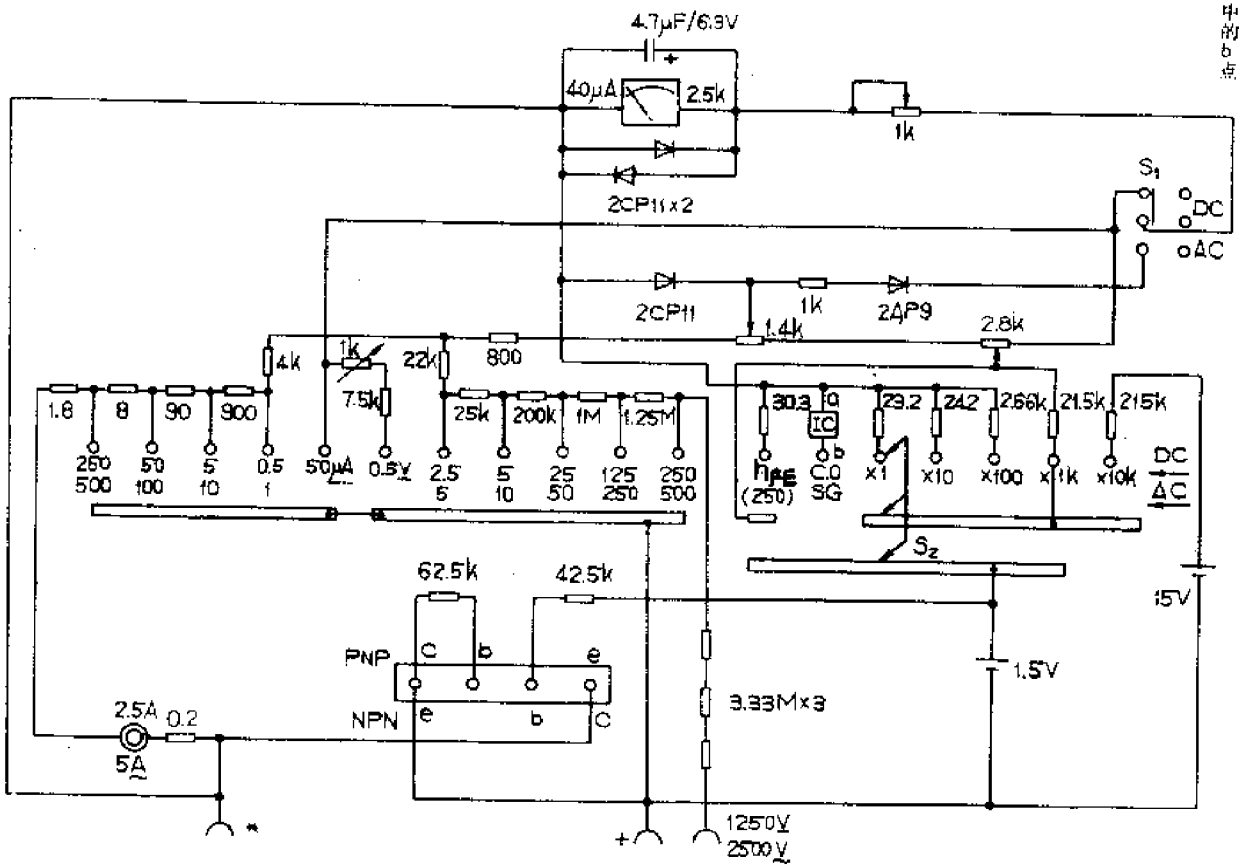


图 1-49.1 MF107 型万用电表电路原理图

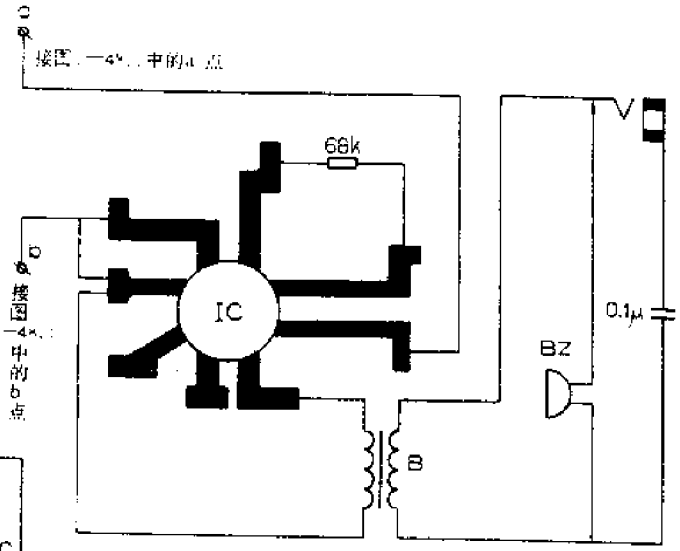


图 1-49.2 音乐集成电路接线图

1—50 MF125 型万用电表

一、性能简介

MF125 型万用电表，共有 20 档基本量程，可以测量 DCV、DCA、ACV、R、DB、h_{FE}、P_o 等参数。表壳用 A.B.S 工程塑料制成，底箱为黑色，面箱为浅黄色，表头箱面板为全透明有机玻璃。有消除视差的镜面。

二、主要技术数据

测量范围　精度等级

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
DCA	0～0.1～1～10～100～500mA ～2.5A	＜600mV	2.5	
DCV	0～0.25～2.5～10～50 ～500V	10kΩ／V	2.5	500V 档为：4kΩ／V
ACV	0～10～50～250～500V	3kΩ／V	5.0	50Hz～55Hz ～20kHz
R	Ω×1，×10，×100，×1k，×10k		2.5	中心刻度：13Ω
h_{FE}	0～300			供参考
DB	−10～+36～+50～+56dB			
P_0	0～12.5W 0～2.5W			$R_L=8\Omega$ $R_L=4\Omega$

工作条件：0～+40℃，RH＜85%

· 保险丝规格：BGXP5×20

· 外形尺寸：149×98×42mm³

· 重量：＜320g

三、电路图

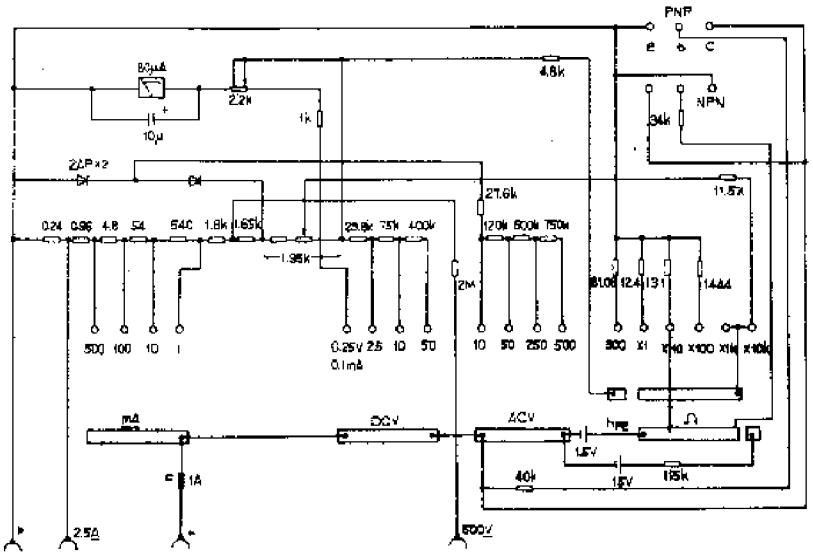


图 1—50　MF125 型万用电表电路原理图

1-51 MF368 型万用电表

一、性能简介

MF368 型万用电表，是一种高灵敏度袖珍型磁电式整流系仪表。MF368 型表不仅可以用来测量 DCV、DCA、ACV、R 等，还可用来测量普通三极管的反向漏电流（I_{CEO}）和直流放大系数（h_{FE}）及检查发光二极管（LEC）的性能。为减少误操作所引起的损坏事故，表中设置了表头过载二极管保护和线路过载保险丝保护装置。

二、主要技术数据

· 测量范围　精度等级

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
DCV	0～0.5～2.5～10～50～250 ～500 ～1500V	20kΩ／V 9kΩ／V 9kΩ／V	2.5 2.5 5.0	
DCA	0～50μA ～2.5～25mA～0.25～2.5A	＜150mV ＜600mV	2.5	
ACV	0～2.5～10 ～50～250 ～500～1500V	9kΩ／V	5.0	45Hz～10～20kHz 45～65Hz～5kHz 45～65Hz
DB	-10～+22dB ～+66dB	9kΩ／V		同上
h_{FE}	Si 0～1000 Ge 0～1000			
LV	0～3V			

续表

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
LI	150mA(Ω×1)，15mA（Ω×10) 1.5mA(Ω×100)、150μA（Ω×1k)			

电阻各档数据

倍率	Ω×1	Ω×10	Ω×100	Ω×1k	Ω×10k
最小值	0.2Ω	2Ω	20Ω	200Ω	2kΩ
中间值	20Ω	200Ω	2kΩ	20kΩ	200kΩ
最大值	2kΩ	20kΩ	200kΩ	2MΩ	20MΩ
电流值	150mA	15mA	1.5mA	150μA	60μA
工作电压值	3V	3V	3V	3V	3V+9V
精度等级	2.5				

· 外形尺寸：142×100×44mm³

· 重量：约 0.4kg

三、电路图

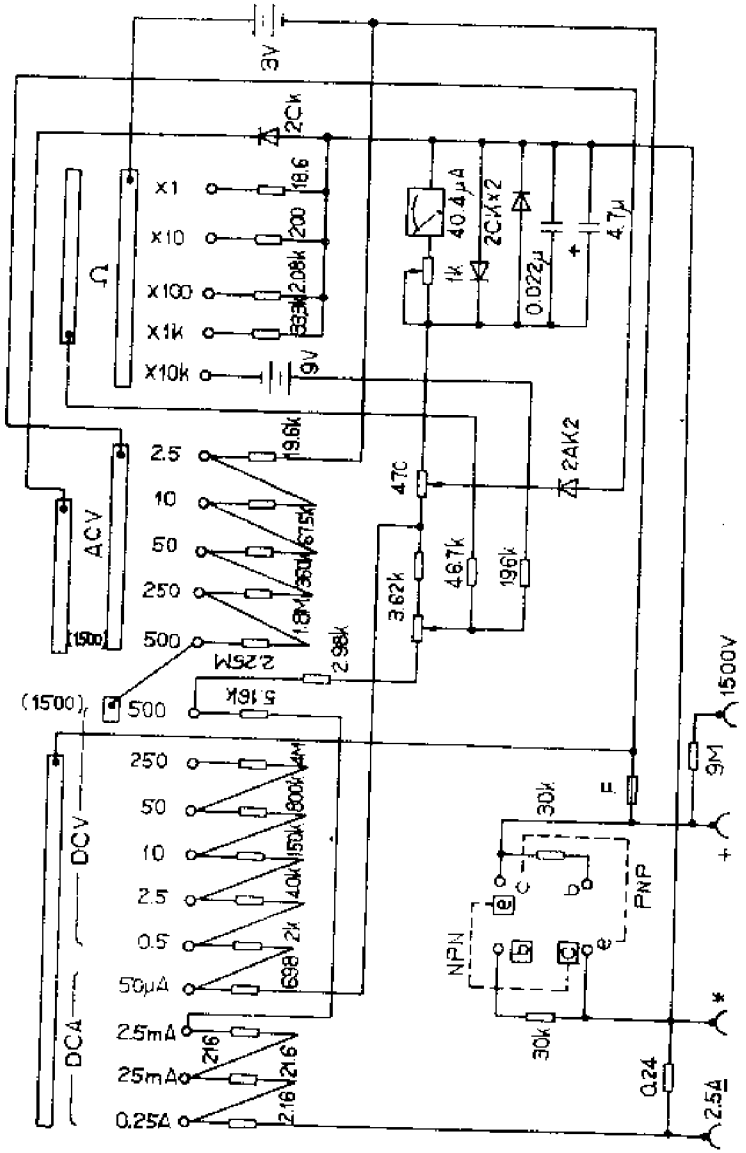


图 1-51　MF368 型万用电表电路原理图

1-52　MF848 型万用电表

一、性能简介

MF848 型万用电表是一种磁电式整流系仪表。能够用来测量 DCA、DCV、ACV、R 及 h_{FE} 等参数，由于电阻档采用 3V 电池作工作电源，因此还可用来检查发光二极管的好坏。为防止意外损伤仪表，表内设有二极管和保险丝双重保护。

二、主要技术数据

· 测量范围　精度等级

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
DCV	0～0.5～2.5～10～50～250 ～500 ～1500V	20kΩ / V 9kΩ / V 9kΩ / V	2.5 2.5 5.0	
DCA	0～50μA ～5～50mA～0.5～5A	≤150mV ≤600mV	2.5	
ACV	0～2.5～10～50～250 ～500～1500V	9kΩ / V	5.0	
R	Ω×1，×10，×100 ×1k，×10k		2.5	

· 外形尺寸：142×100×44mm³

· 重量：约 0.4kg

三、电路图

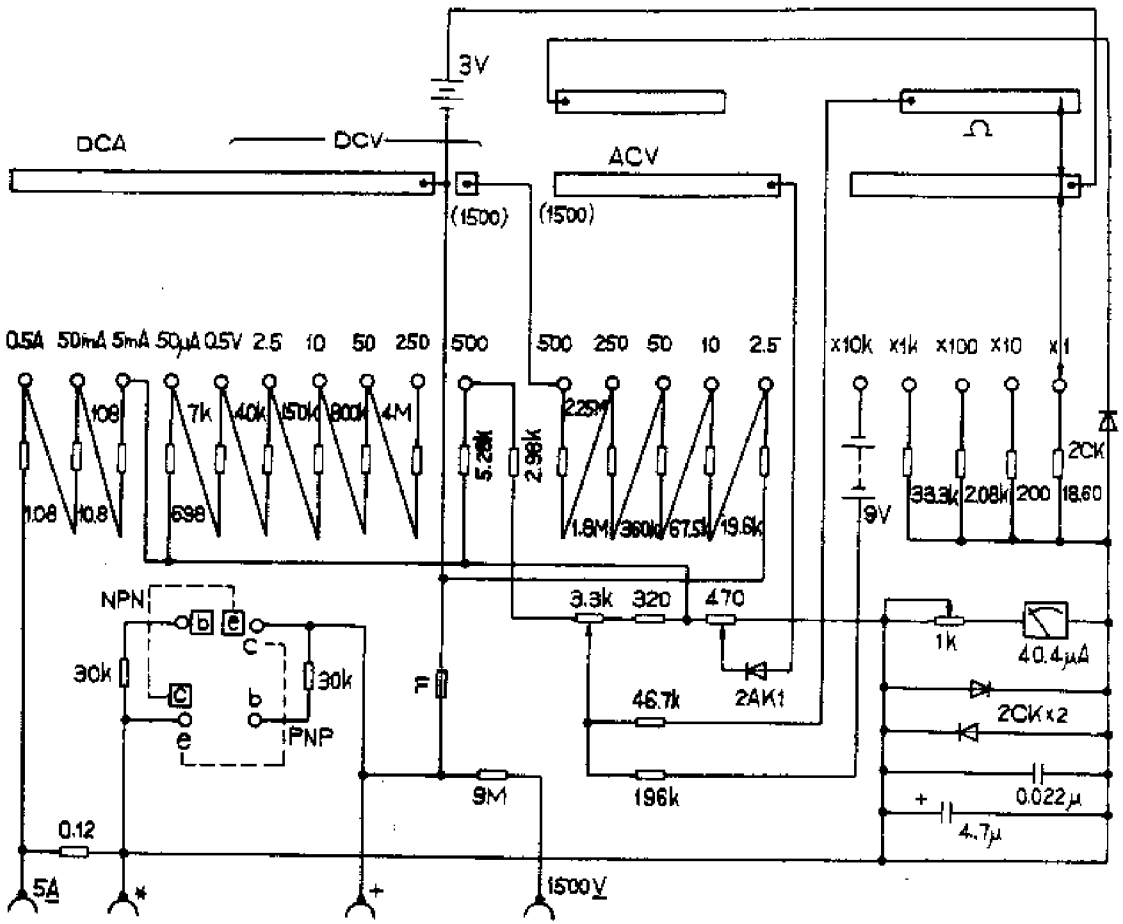


图 1-52　MF848 型万用电表电路原理图

1-53 MG26 型袖珍钳形电表

一、性能简介

MG26型袖珍钳形电表为可携式磁电系多量限仪表。本表可在机械运行中用电设备不停电的情况下，对 50Hz 不超过 600V 的交流电网中的电流及电压进行测量。该表设有两个钳口可张开的导磁铁芯作电流互感器的初级，次级固定在导磁体的一个钳上，次级电流通过锗二极管整流，经磁电式表头指示被测量值。表头为内磁结构。

二、主要技术数据

· 测量范围　精度等级

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
ACA	0～10～50～150A 0～5～50～250A		2.5	
ACV	0～300～600V		2.5	

· 工作环境：0～+40℃，RH＜85%

· 绝缘强度：耐受2000V交流电压（50Hz），历时1分钟而不致损坏。

· 外形尺寸：162×82×32mm³

· 重量：约 0.28kg

三、电路图

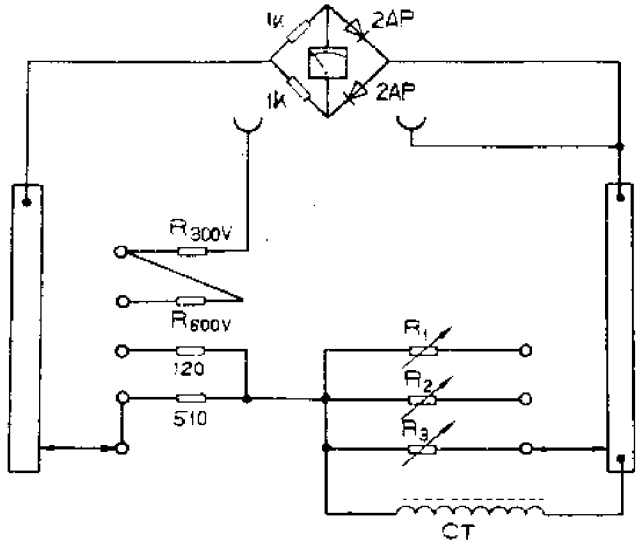


图 1-53　MG26 型袖珍钳形电表电路原理图

1-54 MG27 型袖珍钳形电表

一、性能简介

MG27型袖珍钳形电表为可携式磁电系多量限仪表。该表可在用电设备不停电的工况下，对频率为 50Hz，电压不超过 600V 的交流电网中的电流、电压进行测量。

MG27 型电表有一副由两个钳口可张开的导磁铁芯所制成的电流互感器。将被测载流导线夹入钳口内作为电流互感器的初级，次级固定在导磁体的一个钳上，次级电流通过锗整流管与内磁式表头相接。该表结构简单，接线布置清楚。

二、主要技术数据

· 测量范围　精度等级

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
ACA	0～10～50～250A		5.0 v	出口:2.5级
ACV	0～300～600V	<1.5kΩ/V	5.0 v	同上
R	0～300Ω		5.0 v	同上

· 使用条件：0～+40℃，RH<85%

· 绝缘强度：可耐受2kV的交流电压（50Hz），历时1分钟而不致损坏。

· 外形尺寸：162×82×32mm³

· 重量：约0.28kg

三、电路图

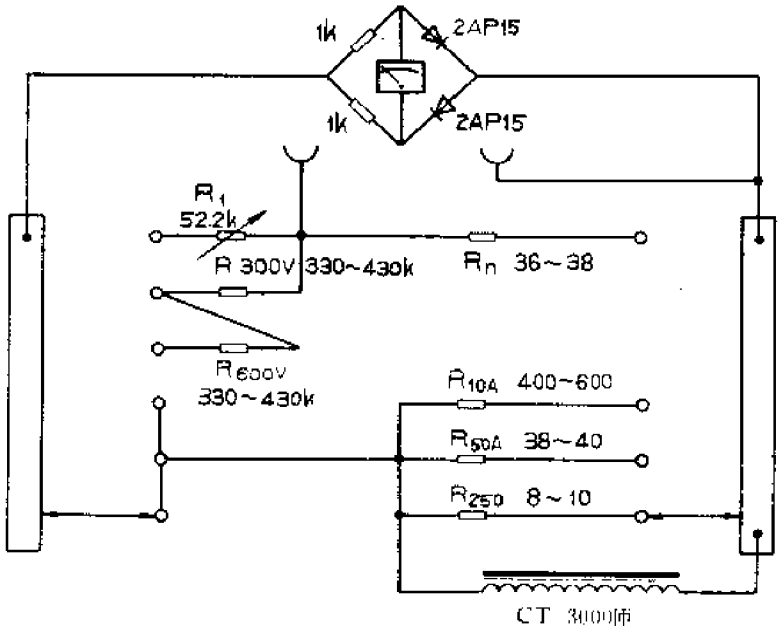


图 1—54 MG27型钳形电表电路原理图

1—55 MG28型多用钳形电表

一、性能简介

MG28型多用钳形电表是一种便携式多量程仪表，它由一只万用电表和一个钳形互感器所组成。可在用电设备不断电的情况下，直接测量通过载流导体中的交流电流。当钳形互感器脱离电路后，可单独作为万用表使用。18档量程均通过操作一只旋转式量程开关进行选择，交流电流可测范围是0～500A；交、直流电压可测范围是0～500V；直流电流可测范围是0～100mA；电阻可测范围是0～1MΩ。仪表刻度盘设计成三色刻度线表面。表头和线路分别设有二极管和快速熔断保护。

MG28型多用钳形电表的钳形互感器，其底部编有号码，应与同一编号的万用表配套使用，不得互换。其次，该表使用的0.5A、Φ5×20mm的熔断器装在红色测试笔中，一旦熔断，须旋开测试笔帽更换。

二、主要技术数据

· 测量范围　精度等级

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
ACA	0～5～25～50～100～250～500A		5.0	
ACV	0～50～250～500V		5.0	
DCV	0～50～250～500V		5.0	
DCA	0～0.5～10～100mA		5.0	
R	0～10～100kΩ～1MΩ		5.0 v	

· 工作条件：0～+40℃，RH＜85%

· 绝缘强度：耐受交流50Hz、2kV电压，历时1分钟而不击穿。

· 绝缘电阻：＞35MΩ

· 阻尼时间：＜4s

· 外形尺寸：220×80×35mm³

· 重量：0.5kg

三、电路图

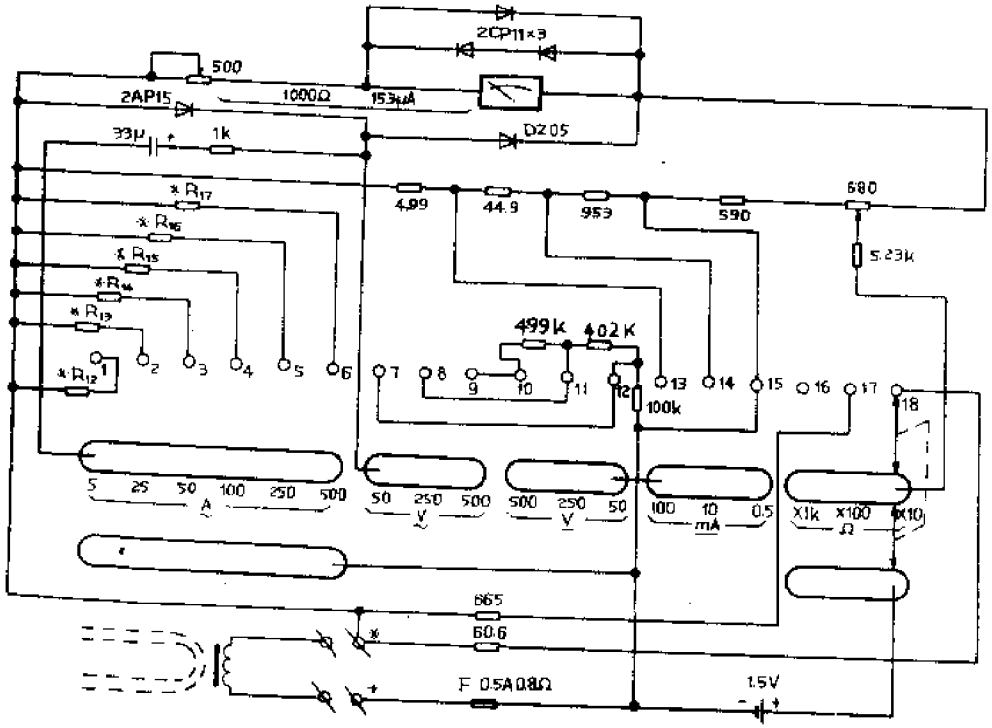


图 1-55　MG28 型多用钳形电表电路图

1-56　MG36 型多用钳形电表

一、性能简介

MG 36型多用钳形电表是一种便携式多量程仪表，由一只万用电表和一个钳形互感器组成。表面刻度线采用三色印制。表头设有保护用二极管，电路设有过载快速熔断保护。通过操作旋转式量程开关，实现 18 个量程的选择。通过钳形互感器完成交流电流的测量。钳形互感器与仪表分离时，可单独作为万用电表使用。可以测量 DCV、DCA、R 值以及作为粗略测量 h_{FE} 系数使用。其熔断器的规格及安装方式与 MG28 型表相同。

二、主要技术数据

· 测量范围　精度等级

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
ACA	0～50～100～250～500～1000A		5.0	
ACV	0～50～250～500V		5.0	
DCV	0～50～250～500V		5.0	
DCA	0～0.5～10～100mA		5.0	
R	0～10～100k　～1MΩ		5.0	
h_{FE}	0～250			供参考

· 工作环境：0～+40℃，RH＜85%

· 绝缘强度：耐受交流50Hz,2kV电压,历时1分钟而不击穿

· 绝缘电阻：≥35MΩ

· 阻尼时间：≤4s

· 外形尺寸：255×90×35mm³

· 重量：0.6kg

三、电路图

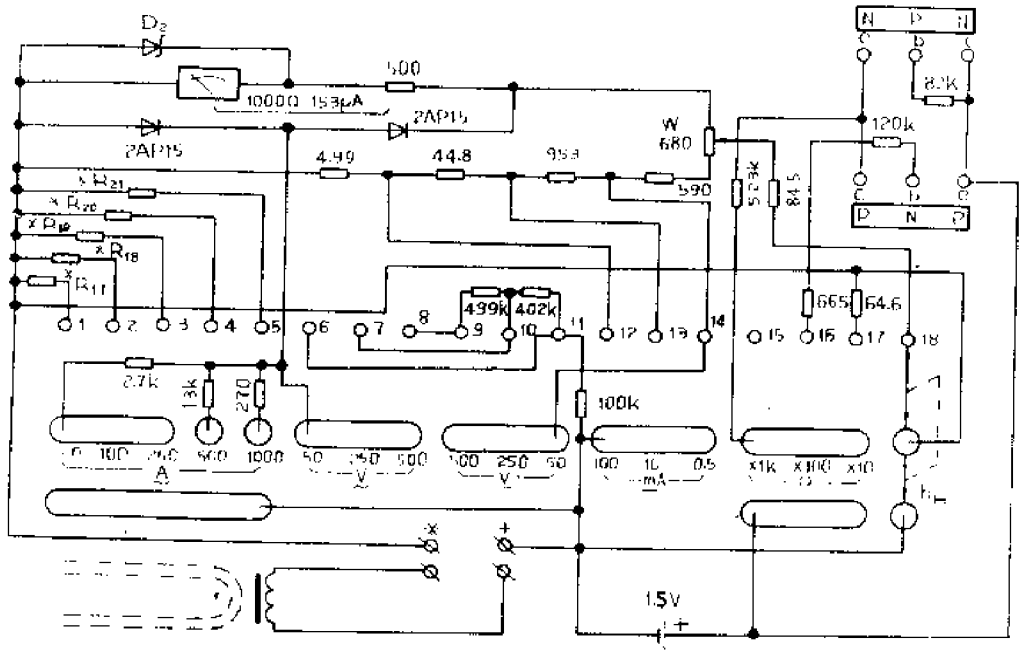


图 1-56　MG36 型多用钳形电表电路图

1-57　TD-2 型多用测试仪

一、性能简介

TD-2 型多用测试仪，是磁电式整流系仪表，可测量二极管、三极管、可控硅、场效应管、单结晶体管的 V_F、V_B、V_Z、$V_{(BR)CEO}$、$V_{(BR)CBO}$、$V_{(BR)EBO}$、$V_{CE(sat)}$、I_{CEO}、I_{CBO}、h_{FE}、I_{DSS}、g_m 及 η 等参数，这一部分共 23 个档位，最大测试电流为 2.5A($V_{CE(sat)}$)和 5A（h_{FE}），最大测试电压为 2000V ($V_{(BR)CEO}$)。

TD-2 型多用测试仪，又是一台具有 24 个档位的万用电表，可以测量直流电流、电压，电阻，交流电流、电压等。

半导体器件测试量程与万用电表测试量程的档位变换，共用一只转换开关，而功能变换由拨动开关来完成。靠近转换开关位于内层无彩色的档位标记是万用电表测量档部分，位于外层的彩色档位标记是测试仪器的半导体器件测量档部分。表头刻度盘刻度线、用多套色印制，并且装有消视差镜。半导体器件参数测试仪部分，在无 220V 交流电源的情况下，可使用内附 4 节 2 号 1.5V 电池作仪器的工作电源（2 号 1.5V 电池 4 节）。一组新电池可以测试 3000～5000 个参数。

二、主要技术数据

· 测量范围　精度等级

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
DCV	0～2.5～10～25～100～250～1000V	20kΩ／V	2.5	
DCA	0～0.05～1～5～100～500mA～2.5A		2.5	
ACV	0～10～50～250～1000V	4kΩ／V	4.0	
ACA	0～2.5A		＜10.0	
R	Ω×1，×10，×100，×1k，×10k 中值：24　240　2.4k　24　240k		2.5	

· 三极管共发射极直流放大系数 h_{FE} 的测量

I_C 档范围：2.5mA，10mA，25mA，100mA，250mA、1A，2A，5A

以上各档集电极电压 U_C 的范围为 3.5～6V。各档综合误差小于±10%。

· 三极管集电极—发射极反向漏电流 I_{CEO}、集电极—基极反向漏电流 I_{CBO} 的测量档位与测 h_{FE} 同。一般用 2.5mA、10mA 档。综合误差小于±10%。

· 三极管发射极饱和压降 $V_{CE(sat)}$ 测量

通常可取用 10mA、100mA、250mA、1A、25A 档，每档的 $V_{CE(sat)}$ 的满度值都是 2.5V，各 $V_{CE(sat)}$ 的误差均小于±10%。

· 二极管，单、双向可控硅正向压降 V_F

档位与测 $V_{CE\ (sat)}$ 同（将 I_C 的档位换成 I_F 档位即可）。

· $V_{(BR)CEO}$、$V_{(BR)CBO}$、$V_{(BR)\ EBO}$ 的测量

50V 电压分三档不同的击穿电流值：0.2mA、1mA、10mA，250V 电压分三档不同的击穿电流 0.2mA，1mA、5mA。2000V 电压档，击穿电流值 0.1～1mA。各档的综合误差小于±10%。

· 二极管，单、双向可控硅击穿电压 V_B、稳压二极管稳定电压 V_Z

档位与 $V_{(BR)CEO}$、$V_{(BR)CBO}$、$V_{(BR)\ EBO}$ 的测量相同。

· 场效应管的给定栅源短路时($V_{GS}=0$)漏电流 I_{DSS} 和跨导 g_m

I_{DSS} 和 gm 的满度电流值为 25mA，I_{DSS} 的误差小于 10%，g_m 的误差小于 20%

· 单结晶体管的分压比 η 可测范围是：0.2～0.95，测量误差小于±10%。

上述各部分的测量误差均以满量限的百分数表示。

· 工作条件：0～40℃

· 绝缘强度：50Hz 正弦波交流电 3000V　试验一分钟不损坏

· 外形尺寸：209×153×75mm³

· 重量：约 1.5kg

三、电路图

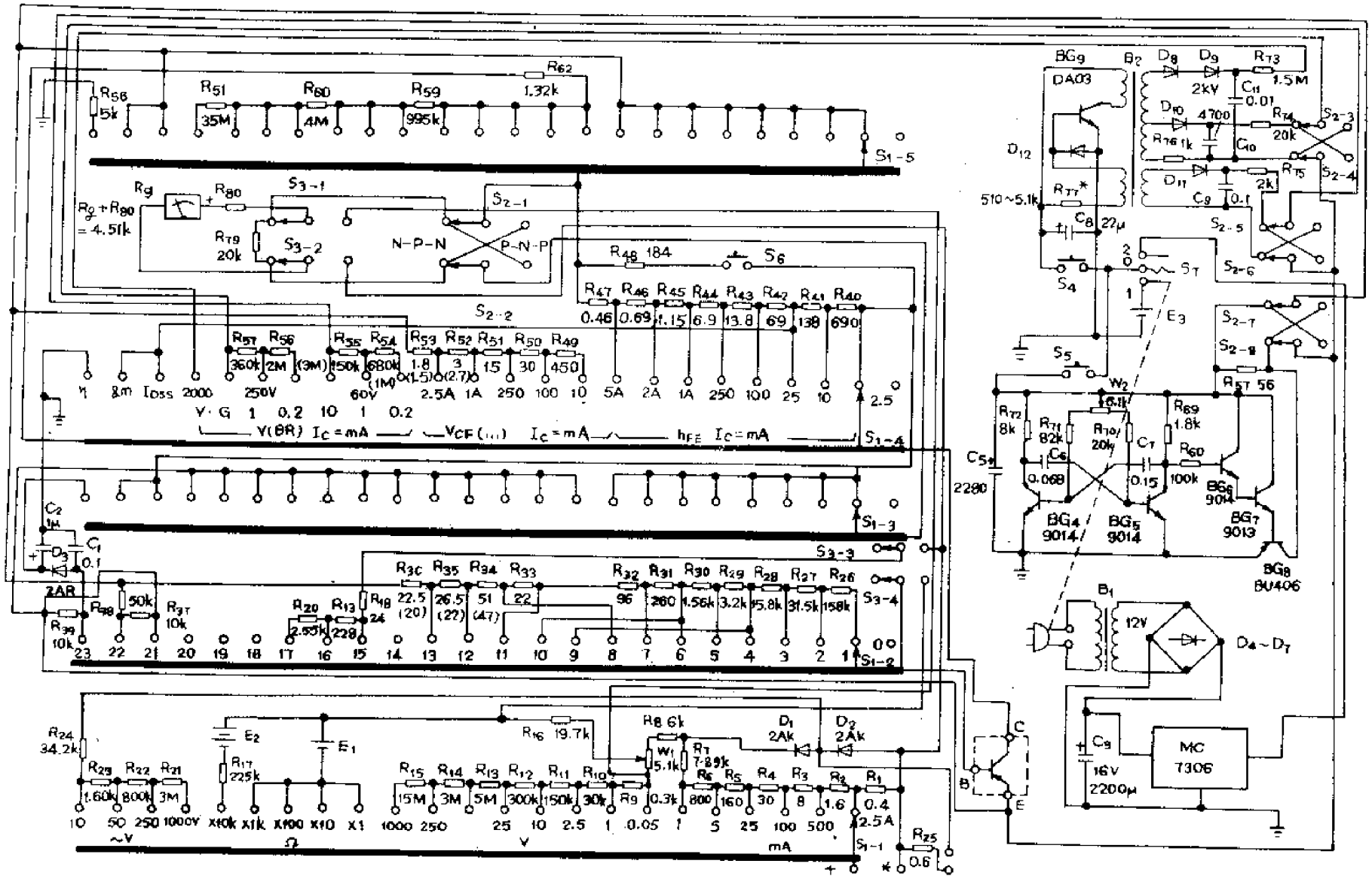


图 1-57　TD-2 型万用电表电路原理图

1-58 U-10 型万用电表

一、性能简介

U-10 型万用电表是一种袖珍型磁电式仪表，它有 18 档基本量程和 7 档附加量程，可以测量 DCA、DCV、ACV、R、C 和电平值。所有量程的变换均由一只 18 档转换开关完成。

在电阻 Ω×1～Ω×100 档，用一节 1.5V、5 号电池；在 Ω×1k 档，1.5V 电池与一节 9V 叠层电池串联作测量用电源。

二、主要技术数据

· 测量范围　精度等级

项目	测量范围		灵敏度及电压降	精度等级	备注
DCA	0～0.5～2.5～25～250mA			2.5	
DCV	0～0.5～2.5～25～250～500V		2kΩ / V	2.5	0.5V 与 0.5mA 为同一档
ACV	0～5～25～100～250～500V		2kΩ / V	4.0	
R	倍　率	Ω×1、×10、×100、×1k		2.5	
	中心值	40Ω、400Ω、4kΩ、40kΩ			
	范　围	0～5　～50　～500k　～5MΩ			
C	0.001～0.03～0.05～1μF				
DB	-10～0～+56dB				

· 外形尺寸：132×94×40mm³

· 重量：约 0.5kg

三、电路图

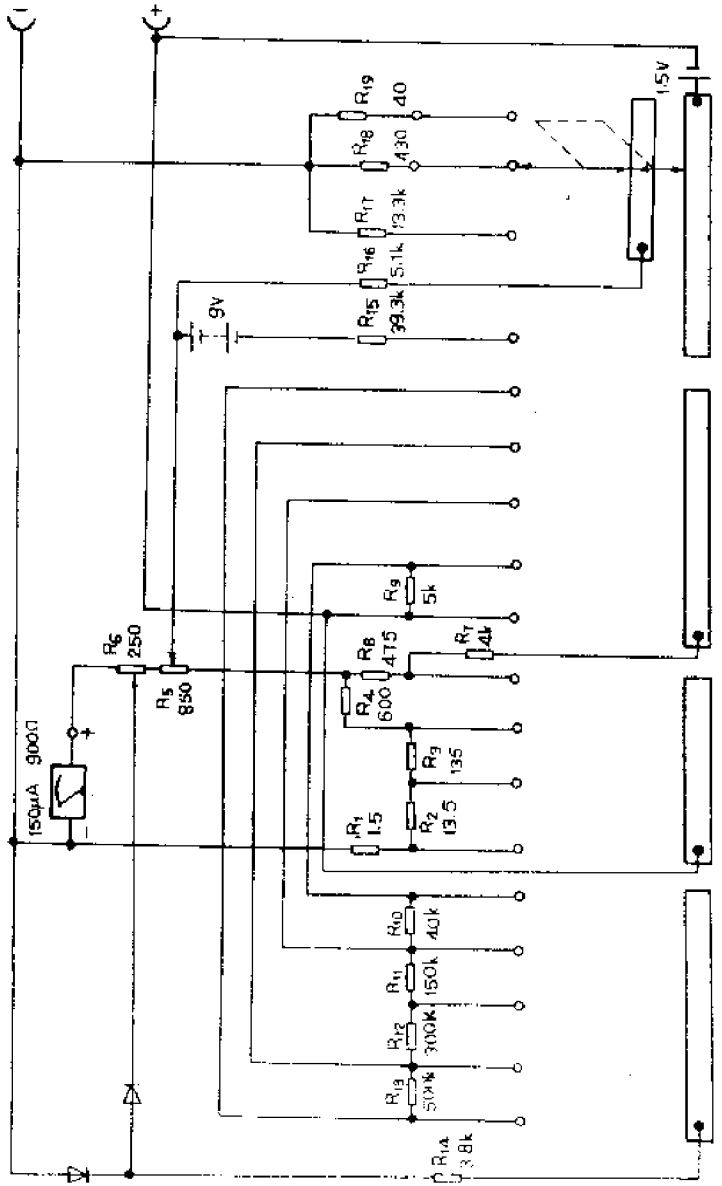


图 1-58.1　U-10 型万用电表电路原理图

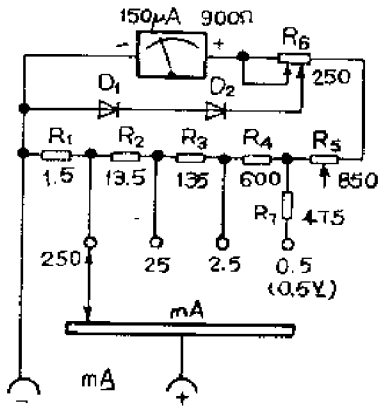


图 1-58.2 直流电流测量电路

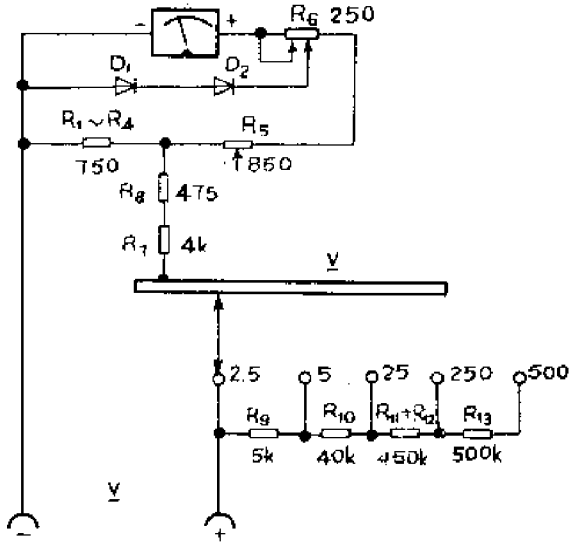


图 1-58.3 直流电压测量电路

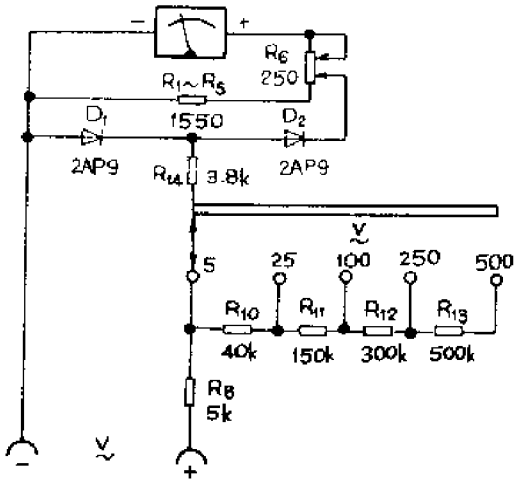


图 1-58.4 交流电压测量电路

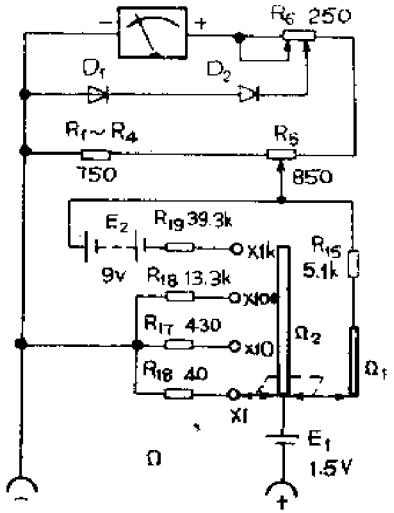


图 1-58.5 电阻测量电路

1-59 U-20 型袖珍万用电表

一、性能简介

U-20 型袖珍万用电表，是一种磁电式整流系小型仪表。该表设有 19 档基本量程，可分别测量 DCA、DCV、ACV、R、P_o、LI、LV、h_{FE} 等参数。仪表表头利用对角弧度刻度，使小型仪表得到宽大刻度较为精确的指示值。表头过载时有硅二极管作保护。表内全部采用印刷电路。所有量程的变换由一个选择开关完成。

二、主要技术数据

· 测量范围　精度等级

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
DCA	0～0.1～5～50～500mA	≤0.75V	2.5	
DCV	0～0.5～2.5～10～50～250～500V	10kΩ / V	2.5	
R	Ω×1，×10，×100，×1k		2.5	中心刻度：25Ω
ACV	0～10～50～250～500V	4.5kΩ / V	4.0	
h_{FE}	0～500			
P_o	0～12.5W			Z＝8Ω

· 外形尺寸：$132 \times 76 \times 40mm^3$

· 重量：0.35kg

三、电路图

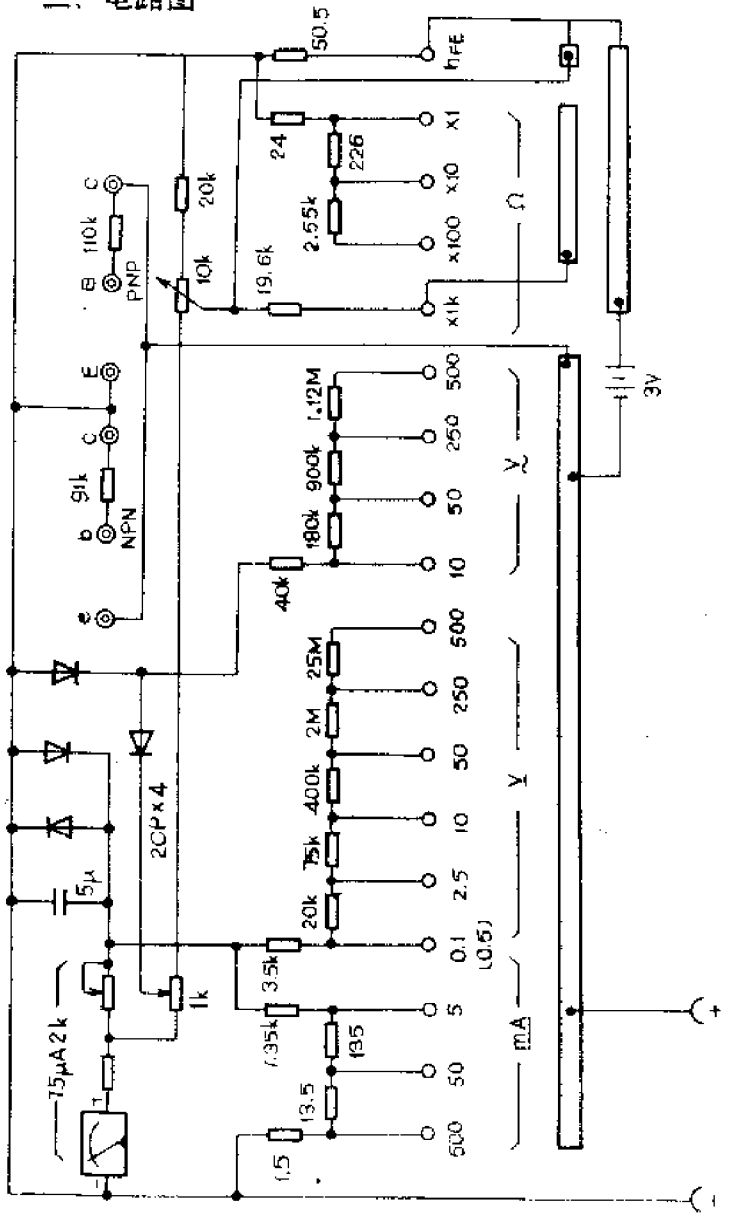


图 1-59　U-20 型万用电表电路原理图

1-60 U-101 型万用电表

一、性能简介

U-101 型万用电表共有 22 档基本量程，7 档附加量程，可测量 DCA、DCV、ACV、R、C、L、h_{FE} 和 DB 值。表头选用铝镍钴五类磁钢和纯铁构成磁系统。表头两端设有二极管保护，可防止电流过载损坏表头。表头刻度盘用红、黑、绿三色印制，并装有消除视差的反射镜。

Ω×1～Ω×100 档用一节 1.5V、5 号电池供电，Ω×1k 档用一节 22.5V 叠层电池供电。

二、主要技术数据

· 测量范围　精度等级

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
DCA	0～100μA～1～10～100～1000mA		2.5	
DCV	0～0.25～2.5～10～50～250～500～1500V	10kΩ / V	2.5	
ACV	0～10～50～250～500～1000V	4kΩ / V	4.0	
R	倍　率：Ω×1、×10、×100、×1k		2.5 V	
	中心值：75、750、7.5k、75k			
	范　围：0～10～100k～1～10MΩ			
C	0.001～0.3μF			用 10V 档

续表

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
L	20～1000H			用 10V 档
DB	−10～+22～+36～+50～+56～+62dB			
h_{FE}	0～100			

· 外形尺寸：168×116×48mm³

· 重量：0.7kg

三、电路图

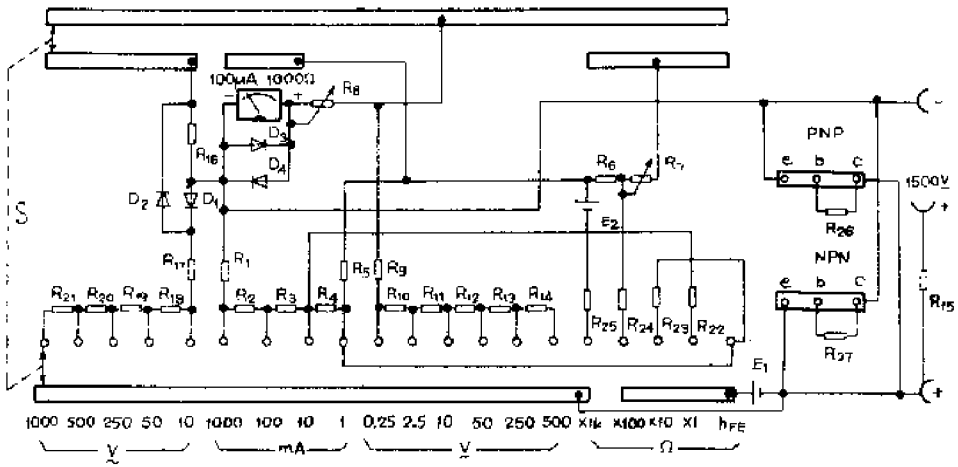


图 1-60.1　U-101 型万用电表电路原理图

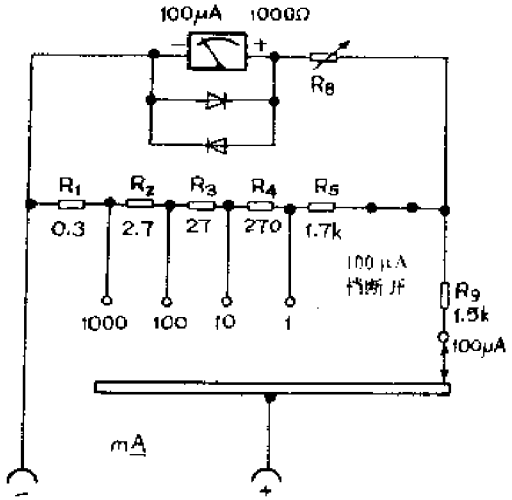


图 1-60.2 U-101 型表直流电流测量电路

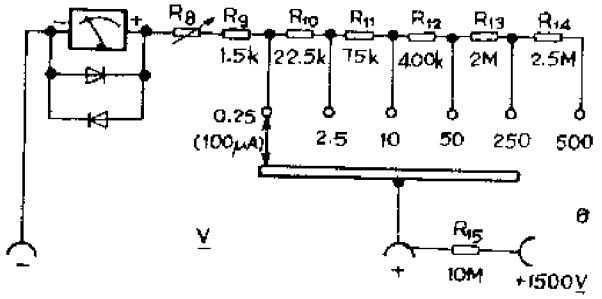


图 1-60.3 U-101 型表直流电压测量电路

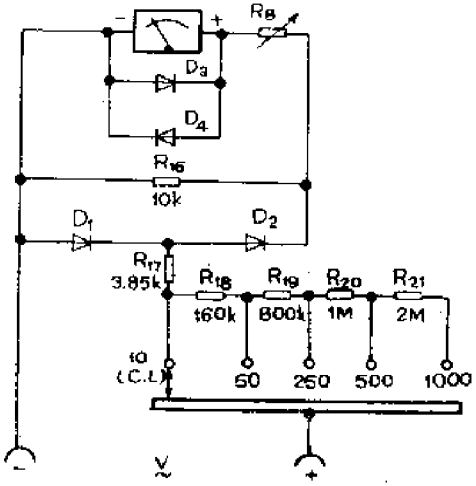


图 1-60.4 U-101 型表交流电压测量电路

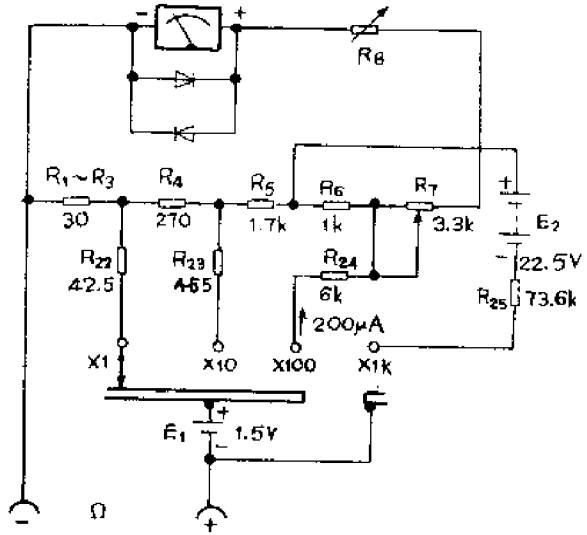


图 1-60.5 U-101 型表电阻测量电路

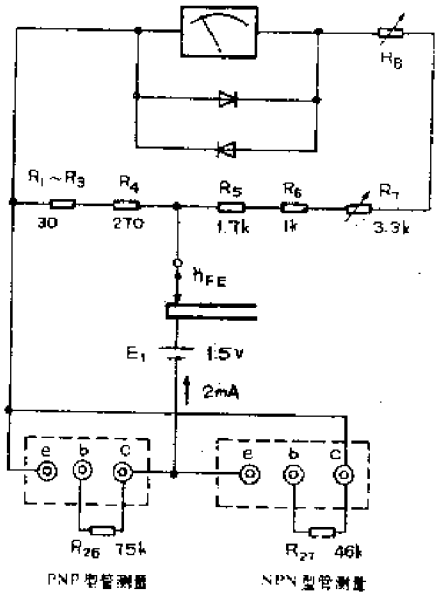


图 1-60.6 U-101 型表 h_{FE} 测量电路

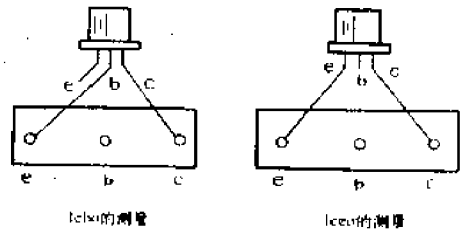


图 1-60.7 晶体管 I_{CBO}、I_{CEO} 的测量

1-61 U-201 型万用电表

一、性能简介

U-201 型万用电表是一种灵敏度较高的磁电式整流系仪，具有 22 档基本量程，能分别测量 ACV、DCV、DCA、R、C、L、DB、及 h_{FE} 等参数。表盘视野宽广，装有反射镜。表头设有二极管保护。采用印制电路。所有量程变换均由一只选择开关完成。

二、主要技术数据

· 测量范围 精度等级

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
DCA	0～50 ～500μA～5～50～500mA	<450mV	2.5	兼作 0.25V
DCV	0～0.25～2.5～10～250～500 ～1500V	20kΩ / V	2.5	
ACV	0～5～25～100～250～500V	9kΩ / V	5.0	
R	0.5Ω～2～20～200kΩ～ 20MΩ		2.5	中心刻度 25Ω
h_{FE}	0～300			借 Ω×10 档调零
C	0～0.5μF			
L	20～1000H			
DB	−10～+16～+30～+42～+50 ～+56dB			

· 外形尺寸：165×116×48mm³

· 重量：0.7kg

三、电路图

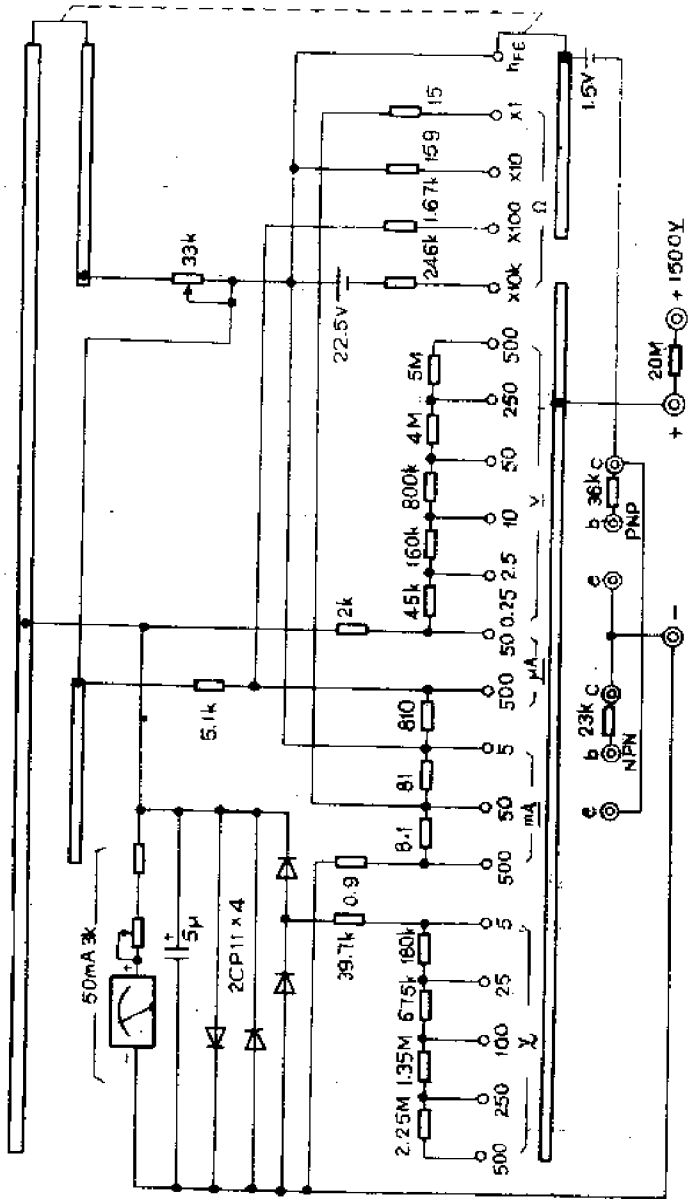


图 1-61　U-201 型万用电表电路原理图

1-62　YX-390TR 万用电表

一、性能简介

YX-390TR 万用电表为内磁式整流系仪表，具有 20 档基本量程，能测量 DCV、DCA、ACV、R、h_{FE}、DB 等参数。将逻辑电路测试装置（附件）与直流 12V 档联用，可用来检查逻辑电路的工作状态。电阻档内附 3V 工作电源，可在 Ω×1、或 Ω×10 档测试发光二极管的通断，同时借助于 LI 刻度读取 LED 的发光电流值。其次，还可通过彩条判别各种 1.5V 电池的好坏。表头过载有二极管作保护，表内线路过载有 1A 熔断器保护。该表集实用性、趣味性、安全性为一体。

二、主要技术数据

· 测量范围　精度等级

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
DCV	0～120mV～3～12～30 ～120～300～1200～25000V	20kΩ / V	2.5	25000V 是附加量程
DCA	0～50μA～3～30mA～0.3A	300mV	2.5	50μA 档与 120mV 档共用
ACV	0～6～30～120～300～1200V (30Hz～100kHz ± 1dB 40Hz～30kHz ± 3%)	9kΩ / V	3.0	频率范围指 30V 以下
DB	−10dB～+17(AC6V)～+63dB		3.0	
R	倍　率:Ω×1　×10　×1k　×10k 最大值:2kΩ　20kΩ　2MΩ　20MΩ 中心值:20Ω　200Ω　20kΩ　200kΩ 最小值:0.2Ω　2Ω　200Ω　2kΩ		3.0	Ω×1～×1k 内附电池 1.5V×2，Ω×10k 内附电池为 9V×1

续表

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
h_{FE}	0～1000		3.0	附件
BAT	0～1.5V(GOOD-BAD 色别)		2.5	负荷电流:0.3A

· 外形尺寸：151×100×42mm³

· 重量：约 0.3kg

三、电路图

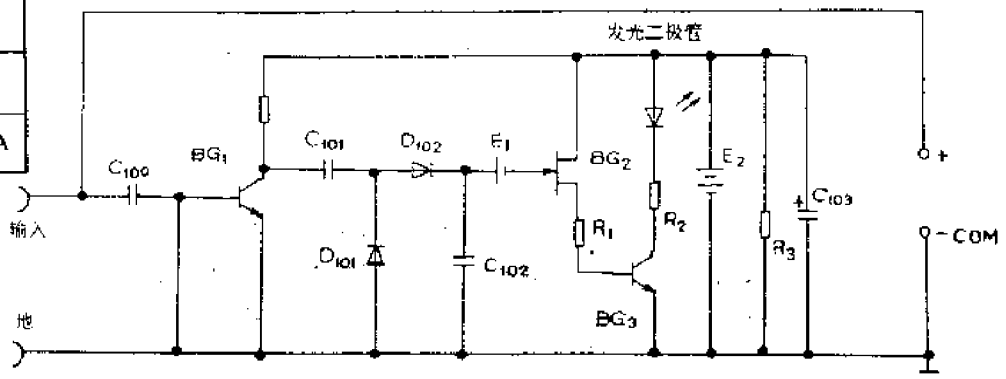


图 1-62.2　YX-390TR 万用电表附件-逻辑电路测试装置

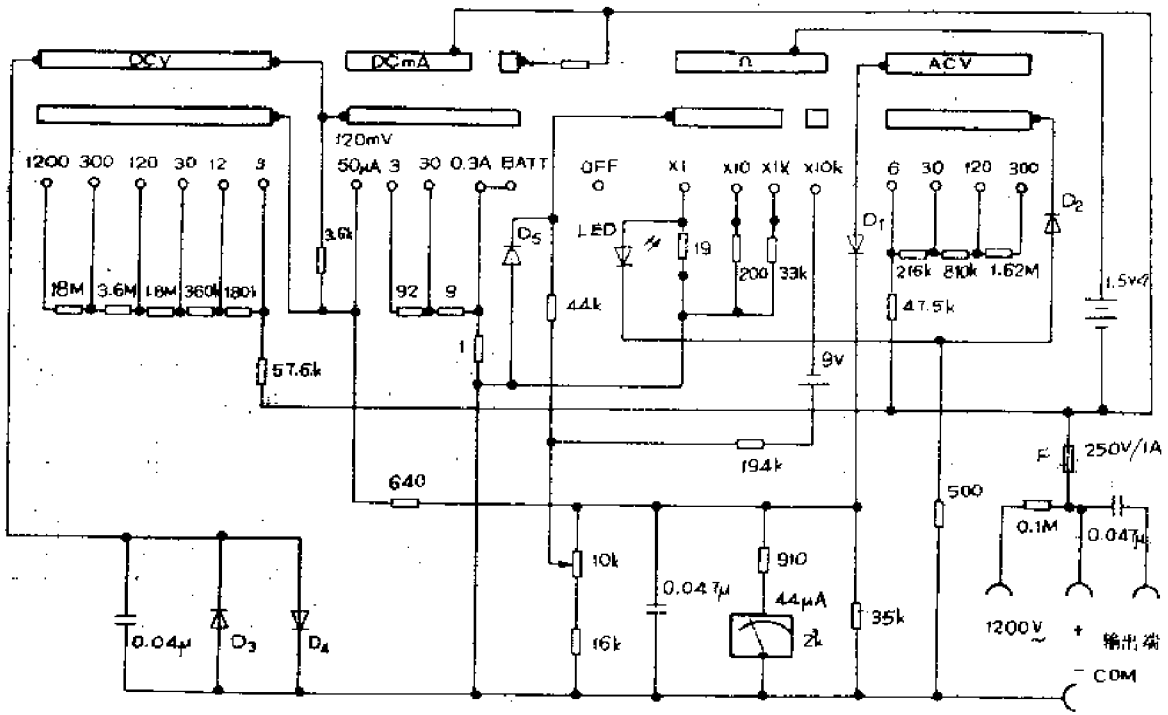


图 1-62.1　YX-390TR 万用电表电路原理图

1-63 辛普森 260-7 型方用电表

一、性能简介

辛普森 260-7 型万用电表是一种磁电式整流系仪表，它通过功能开关、量程开关及 8 个内埋插座的组合，可实现 23 档基本量程的选择。能够用来测试 DCA、DCV、ACV、R、DB 等参数，如果配用 150-2 型钳形变换器，还可用来测量 5，10，25，50，100，或 250A 的交流电流。

260-7 型万用电表，其表头可动部分的弹性元件为张丝结构。表头刻度盘用套色印制。表箱背后设有电池盒和保险室，其中 1.5V、1 号电池为 Ω×1、×100 的工作电源，9V 长方电池为 Ω×10k 的工作电源。保险丝用一可动金属板压装，将 1A、250V 快速熔断保险与 2A、1000V 的高能保险丝串联在仪表线路输入端，实现双重保护，为防止表头过载，还设有双向二极管保护。

二、主要技术数据

· 测量范围　精度等级

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
DCV	0～250mV～1～2.5～10～50～250～500～1000V	20kΩ / V	2.0	
ACV	0～2.5～10～50～250～500～1000V	5kΩ / V	3.0	频率特性见图 1-61.2
DCA	0～50μA	250mV	1.5	
	～1～10～100～500mA ～10A	250～500mV 255mV	2.0	
R	Ω×1，×100，×10k		2.5 2.0	中心刻度：12Ω
DB	−20～10，−8～22，+6～36，+20～+50dB			

· 外形尺寸：133.4×177.8×79.4mm³

· 重量：1.359kg

三、电路图

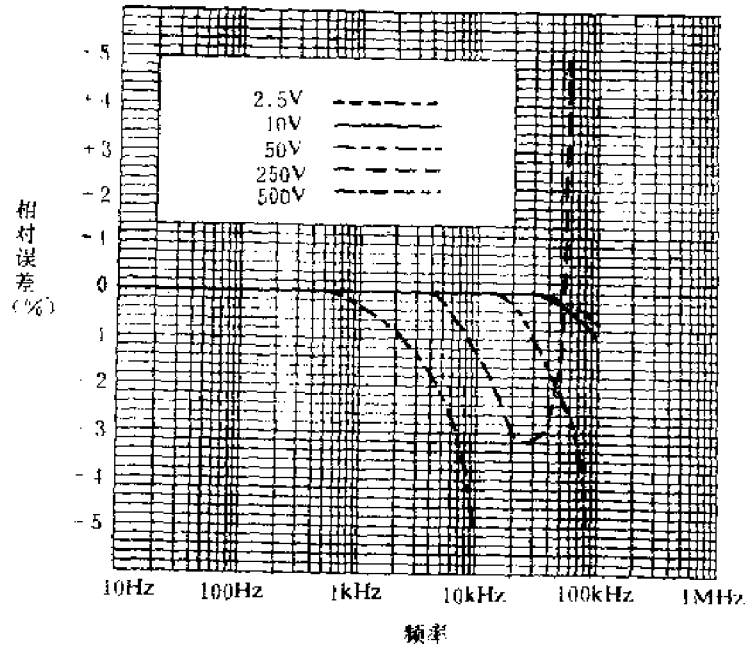


图 1-63.2　交流电压各量程频率特性

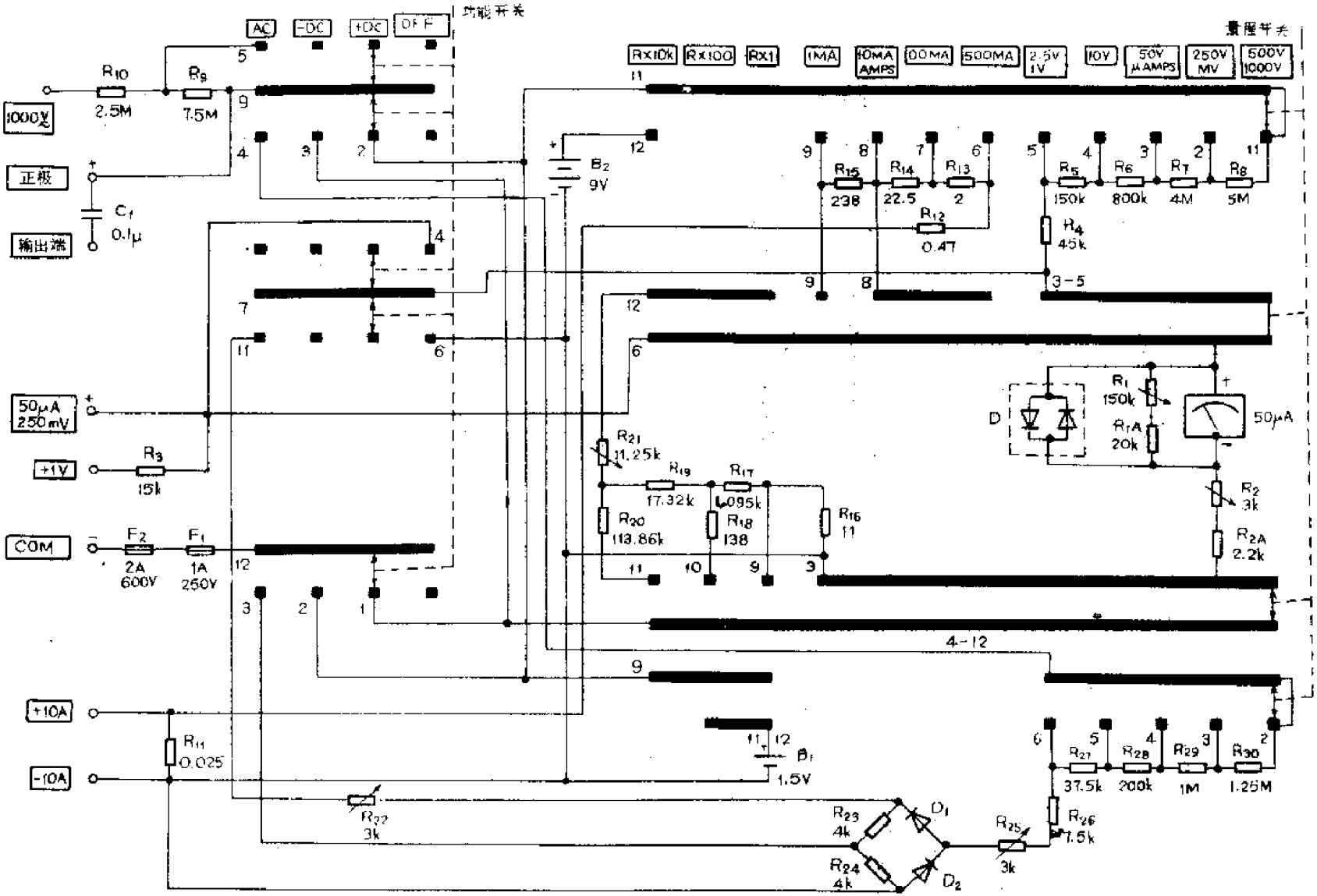


图 1-63.1　260-7 型万用电表电路原理图

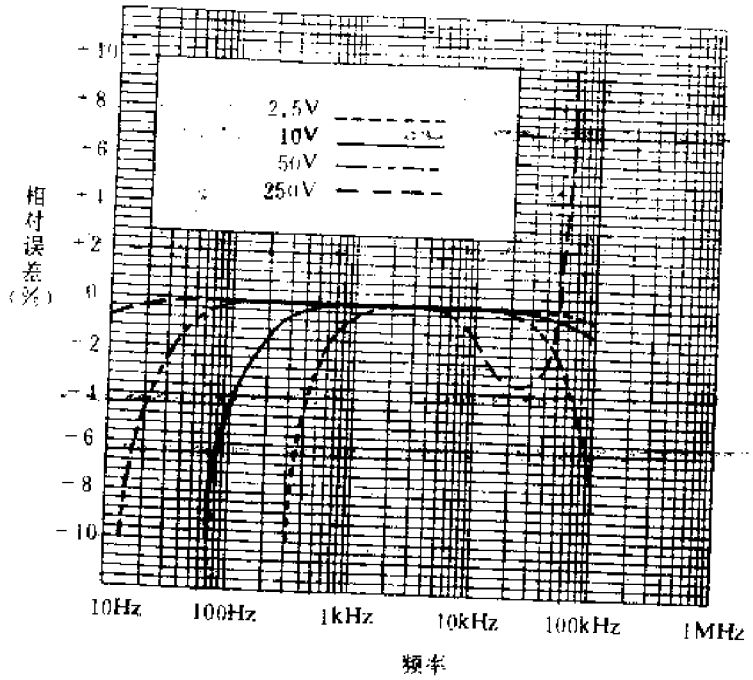


图 1-63.3 电平输出各量程频率特性

1-64 500 型万用电表

一、性能简介

500 型万用电表是一种磁电式整流系仪表，具有 24 档量程，能分别测量 DCA、DCV、ACV、R、DB 等参数。表头过载时，有硅二极管作保护。仪表外壳采用酚醛压塑粉压制，有良好的机械强度与电气绝缘性能。表箱之间设有密封装置，以减少外界灰尘及有害气体对仪表内部的侵蚀。电池盒在表箱背面，并与仪表内部隔离。

二、主要技术数据

测量范围　精度等级

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
DCV	0～2.5～10～50～250～500V	20kΩ / V	2.5	
	～2500V	4kΩ / V	5.0	专用插孔
ACV	0～10～50～250～500V～2500V	4kΩ / V	5.0	同 DCV2500V
DCA	0～50μA ～1～10～100～500mA	<0.75V	2.5	
R	Ω×1、×10、×100、×1k、×10k		2.5	
DB	-10～+22dB			10V档

- 工作条件：0～+40℃，RH＜85%
- 绝缘电阻：在RH＜85%的室温条件下，仪表外壳与电路间的绝缘电阻不小于 35MΩ。
- 绝缘强度：表内电路与外壳之间，能耐受50Hz交流电压 6000V，历时一分钟而不损坏
- 外形尺寸：178×173×84mm³
- 重量：约 2kg

三、电路图

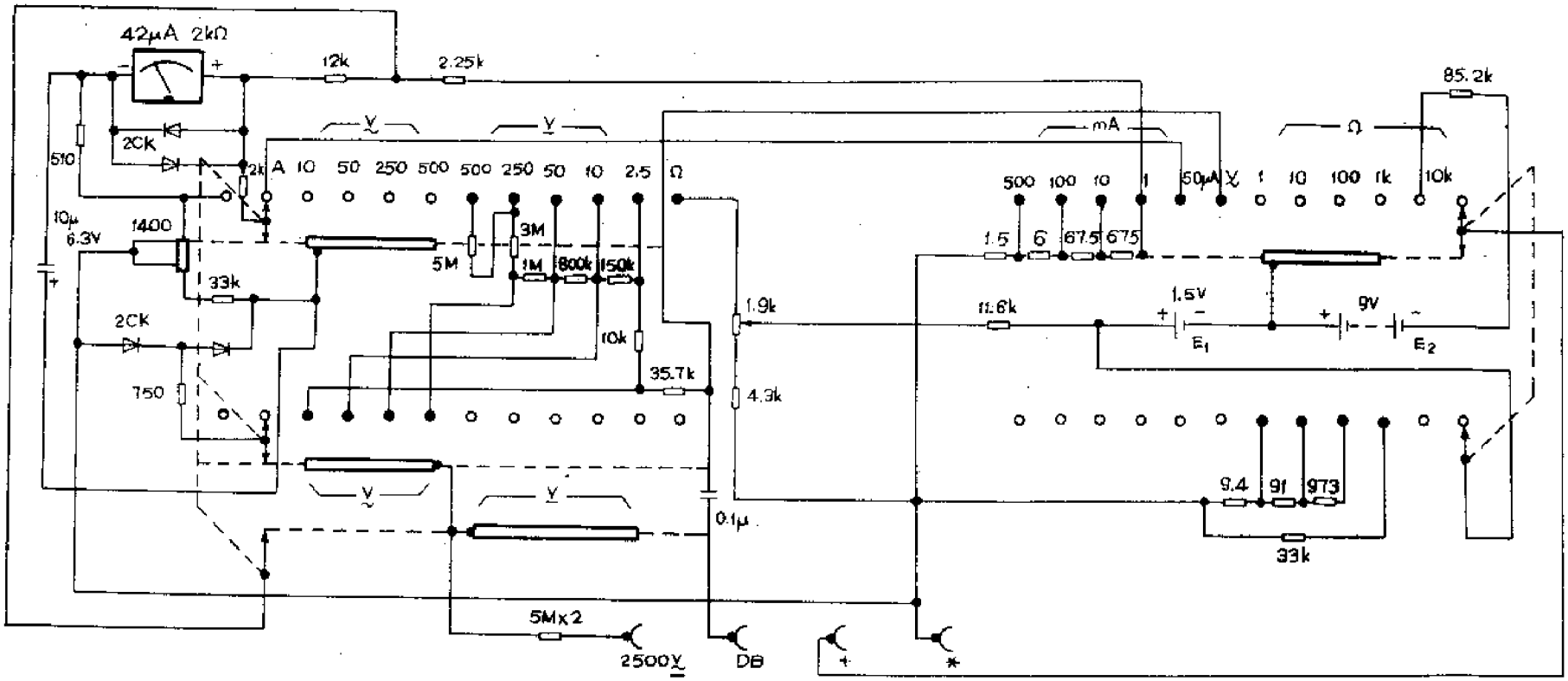


图 1-64　500 型万用电表电路原理图

1-65 500-I 型万用电表

一、性能简介

500-I 型万用电表在保持原 500 型全部测试性能、测量范围、精度等级的条件下，通过电路的改进设计，新增了三个量程：

1.增加了小阻值电阻档-"DΩ"档，其中心阻值为 2.1Ω，较原 500 型表展宽约 4 倍。此设计和一般设计不同，在用电较省的情况下，能测出小的电阻值。此档最大消耗电流约 100mA。

2.直流电流档的测量范围由原来的 0.5A 扩大到 5A。

3.直流电压档可直接测量最高电压 2500V。利用外附高压测试棒，可使量程扩大 10 倍，能测量 12～16kV 的高压。

二、主要技术数据

· 测量范围　精度等级

项目	测量范围	灵敏度及电压降	精度等级	备注
DCV	0～2.5～10～50～250～500V	20000Ω / V	2.5	
	0～2500V	4000Ω / V	5.0	专用插孔
	0～25000V	20000Ω / V	5.0	借用 2.5V 档
ACV	0～10～50～250～500V	4000Ω / V	4.0	
	0～2500V	4000Ω / V	5.0	
DCA	0～50μA ～1～10～100～500mA ～5A	150～750mV	2.5	5A 设有专用插孔
R	0～40Ω～2～20～200kΩ ～2～20MΩ		2.5 V	中心刻度 10Ω
DB	-10～22dB			10V 档

· 外形尺寸：$178 \times 173 \times 84mm^3$

· 重量：约 2kg

三、电路图

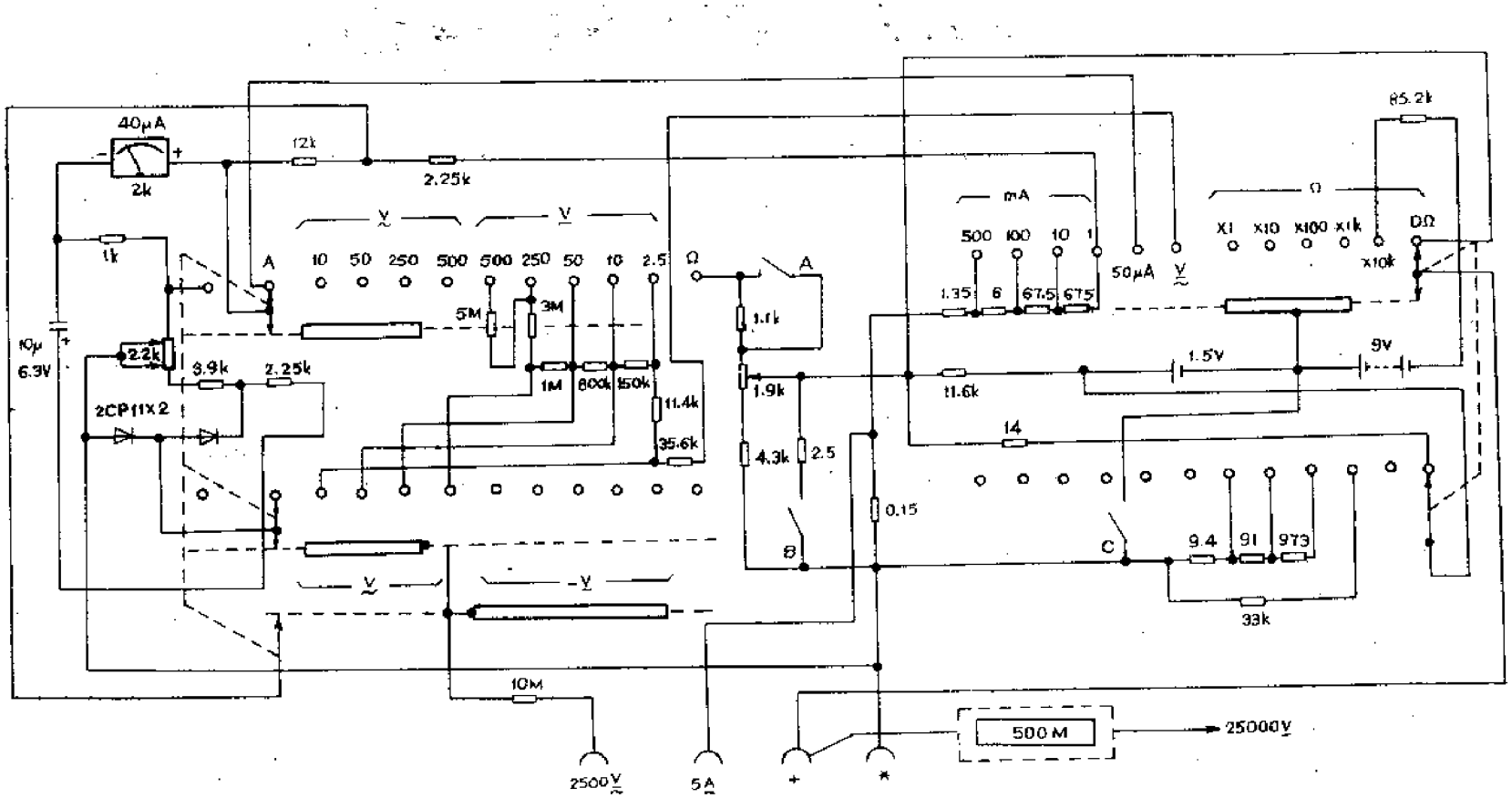


图 1-65　500-I 型万用电表电路原理图

第二章　数字万用电表电路图

能够把连续的被测量自动的转换成断续的数字量，并以十进数字自动显示测量结果的一种测量仪表，称为数字显示仪表。能够用来测量 DCV、DCA、ACV、ACA、Ω、C、L 等参量的多功能数字仪表，被称为数字万用电表，用 DMM 表示。DMM 是以测量直流电压为基础，通过不同的转换器完成不同的模拟量测试。

DMM 的显示位数有 $3\frac{1}{2}$位、4 位、5 位等。其显示位是以完整的显示数字的多少来确定的，能够显示"8"的数字位称满位，否则称半位或 1 / 2 位。

DMM 的测量精确度有两种表示方法：

第一种表示法：

精确度 = ± (*m*%*rdg*+*nd*)　　(2−1)

式中　*m* 值与所选的测量种类及量程有关；

rdg 表示读数；

nd 是由数字化处理引起的误差反映在末位数字上的变化量。

第二种表示法：

精确度 = ± (*m*%*rdg*+*C*%RNG)　　(2−2)

式中　*C* 值是固定的，通常要求 *C*≤m / 2。

RNG(或 f.s)表示满度值。

若把式 (2−1) 中 n 个字的误差折合成满量程的百分数，即为式 (2−2)，因此式 (2−1) 与式 (2−2) 是等价的。本书采用目前流行的第一种表示法。

DMM 可分为标准型、实验室型、普及型。本章侧重介绍积分式液晶显示的普及型 DMM，并给出部分型号的电路原理图。

本章中主要技术数据表格的内容除第一章的内容外，增加了：

DT　二极管性能测试，它是"DIODE TEST"的缩写。在仪表的量程板上，有用"  "或"  "表示的，也有用"二极管"表示的。

S　电导量程，它是欧姆值的倒数：

$$S = 1 / \Omega$$

在项目为 R 的内容中，其电压是指测试时仪表内所提供的最大开路电压；电流指表内提供的最大测试电流。

在项目为 h_{FE} 的内容中，U_{ce} 为三极管集电极与发射极之间的电压；I_b 是三极管基极的工作电流。

在备注栏中的 V_P，指交流峰值电压。

在电路原理图中，经常会碰到多种接"地"的图形，画法多种多样，给读图带来困难。对此，本书特别说明如下：

作为模拟量的公共参考点，称为模拟地，用"  "表示。

作为数字量的公共参考点，称为数字地，用"  "表示。

以工作电源的负极作为公共参考点的，称为电源地，用""表示。

在电路图中，有用其中一种的，有用其中二种的，也有三种同时使用的。当模拟地与电源地共用时，采用电源地作为两

者的公共接地。

2-1 数字万用电表的构成原理

图 2-1.1 是袖珍型数字万用表的原理框图。

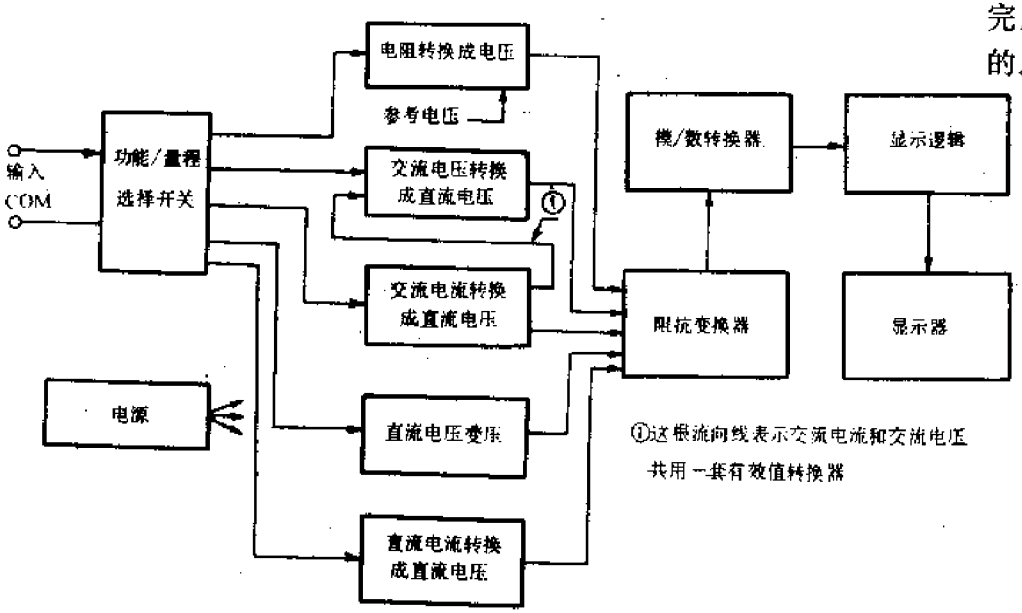


图 2-1.1 袖珍型数字万用电表框图

一、功能与量程选择

功能与量程选择是万用电表的基本组成部分。功能选择是为适应不同的测量对象而设立，量程选择是为了使不同的量限范围获得比较准确的测量结果而设立。在普及型数字万用电表中，功能和量程选择有用两个开关分别完成的，有用插座单独完成的，也有用功能选择与量程选择共用一只转换开关完成的。

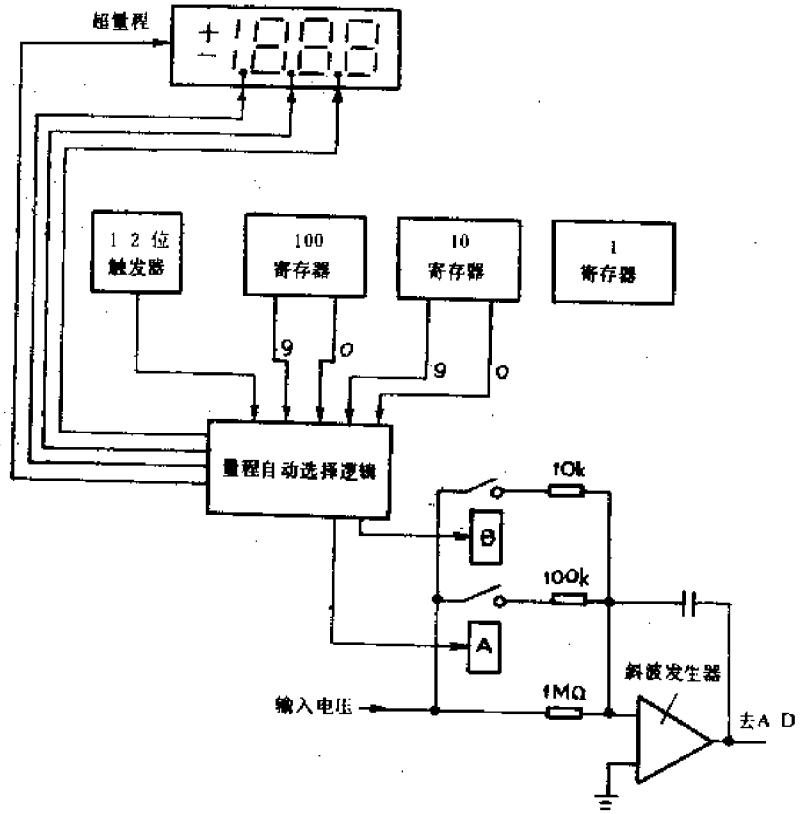


图 2-1.2 量程自动选择框图

在较高级的数字万用电表中，量程选择通过电子逻辑控制电路自动实现，它是一个有穷[1]装置，如图 2-1.2 所示。其中设有可自动覆盖三个量程的两个继电器。最初，两个继电器未吸合，1MΩ 串联电阻参与实现最大量程值的测量。第一个测量次序后，量程自动选择逻辑就检出 1／2 位触发器是否激发。在 100s 分频寄存器中，不是出现"9"就是"0"，在 10s 寄存器中出现"9"或者"0"。如果输入电压超过最大量程，量程自动选择逻辑就从 1／2 位触发器检出这种状态,同时在其余两个寄存器中检出"9"，然后激发超量程指示。如果信号比满量程小得多，1／2 位触发器将使"1"不发光，而 100s 寄存器则指示"0"，量程自动选择逻辑就激励继电器 A，使 100kΩ 电阻器与 1MΩ 电阻器并联。如果在下一个测量序列中继续出现上述情况，输入信号不足以激发 1／2 位触发器和 100s 寄存器，量程自动选择逻辑使继电器 B 吸合，这时仪表处于最低的量程。这种万用电表可称为自动换程[2]万用电表。

在使用由微处理器构成的数字万用电表时，操作者可利用面板上的键盘对测量功能和量程进行选择。当按下功能和量程键后，由键盘向微处理器发出中断请求，微处理器响应键盘的中断后，将所需的功能及量程数据记入随机存取存储器 RAM 中。然后，微处理器将数据从 RAM 中取出；通过总线和光电耦合器，将控制数据送入模拟电路中的锁存器中，从而实现功能和量程的选择，其框图如图 2-1.3 所示。

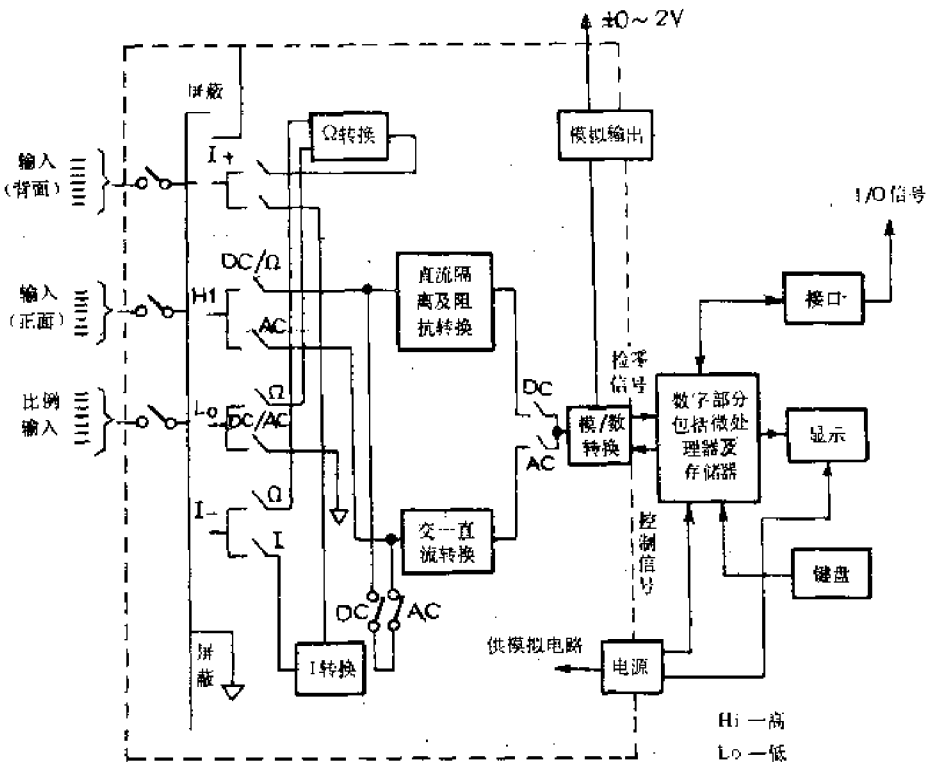


图 2-1.3　智能数字万用电表框图

[1] 对某一仪表，量程的自动变换有一个确定的范围，并不是对任意电量无穷可测，因而称为有穷装置。

[2] 关于量程的自动转换原理，在国防工业出版社，1982年11月出版的《电子数字仪器通用部件与电路》一书中，(4-10)一节里有较详细的介绍。

二、变换器

变换器是将被测量统一成某一电压（或电流）的装置。在普及型数字万用电表中常用的变换器与人民邮电出版社出版的《实用万用电表检修》1.4.4 中介绍的大同小异，通常有：

U–V 变换　将直流高电压变成直流低电压。

其中　V 是数字直流毫伏表满量程的设定值，下同。

v–V 变换　将交流电压变成直流低电压。

I–V 变换　将直流电流变成直流低电压。

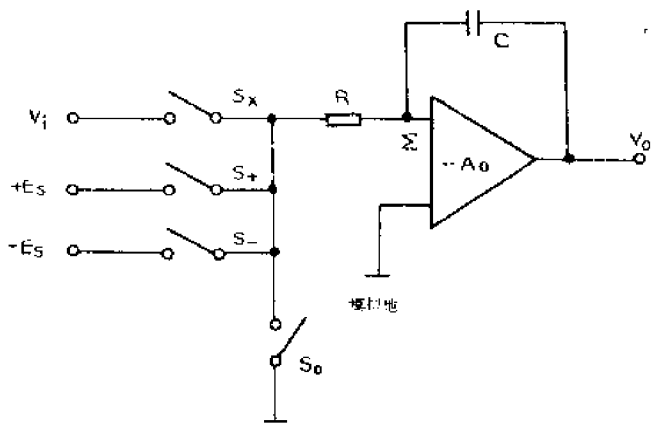
i–V 变换　将交流电流变成直流低电压。

R–V 变换　将电阻阻值变成直流低电压。

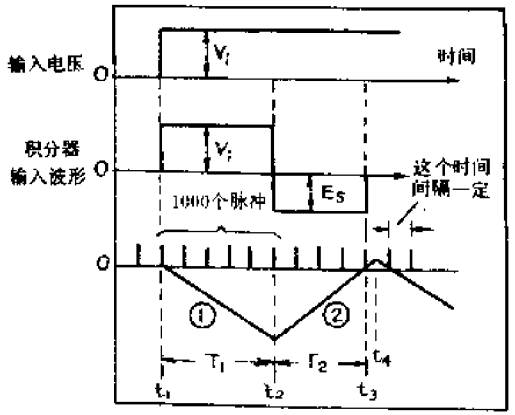
三、模 / 数（A / D）变换器

所有的数字万用电表都要用到模/数变换器，通过这一器件，把模拟量转换成数字量。双积分型 A / D 变换器由于抗干扰性能强、准确度高、价格低而被广泛应用在普及型数字万用电表中。

构成双积分原理的基本线路如图 2–1.4 所示。



(a) 基本原理图



(b) 波形图

图 2–1.4　实现双积分的原理

图中 S_x、S_+、S_-、S_0 为四个电子开关，$+E_s$、$-E_s$ 为正负基准电压，下面通过分析一次测量过程来说明数字电压表中 A / D 变换的工作原理。

1. t_1 前，开关 S_x、S_+、S_- 断开，S_0 闭合，积分器输入端为零电位，输出端电压也为零。

2. t_1 时，S_0 断开，S_x 闭合，输入直流电压 V_i，积分器从零电平开始积分，输入电压在规定的时间 T_1 内通过 R 对 C 充电。输出电压 V_o 由零电平开始向下斜变，如图 2–1.4 (b) 中斜线①，到 t_2 时，第一次积分结束。当积分时间 T_1 为定值时，输入电压 V_i 与输出电压 V_o 的关系可用式 (2–3) 表示：

$$V_o=(T_1 / RC)V_i \tag{2–3}$$

一般把 $t_1 \sim t_2$ 的积分时间叫做抽样阶段。

3. t_2 时，S_x 被切断，把与被测电压极性相反的基准电压接入，于是基准电压通过 R 对 C 进行恒流反向充电（实际是放电）。因为被测电压为正，所以 S_- 接通（反之 S_+ 接通）进行比较。电容器上的电压随时间呈线性减小，如图中斜线②所

示，$t_2 \sim t_3$ 的时刻称为比较阶段。时间 T_2 的长短与积分器的输出电压成比例，而 V_0 与 V_i 成比例，故 T_2 也与 V_i 成比例，因而式（2-4）成立

$$V_0 = \frac{T_1}{RC} V_i + \frac{T_2}{RC}(-E_s) = 0 \qquad (2-4)$$

整理式(2-4)得到：

$$T_2 = \frac{V_i}{E_s} T_1$$

设时钟脉冲的频率为 f，T_1 时间内的脉冲数为 N_1，T_2 时间内的脉冲数为 N_2，则

$$T_1 = N_1 / f, \qquad T_2 = N_2 / f$$

故

$$N_2 = \frac{V_i}{E_s} N_1 \qquad (2-5)$$

当 $N_1 = 1000$ 时，

$$N_2 = \frac{V_i}{E_s} 1000$$

由于 f 是固定的钟频，N_1 为一常数，基准电压 E_s 为一恒定量，因而只要知道计数器在比较阶段所计脉冲数 N_2，就可准确地得到被测电压的平均值。

当被测电压大小不同时，由于积分器具有虚地点 Σ 保证抽样阶段对 C 的恒流充电，因此保证了随着 V_i 的变化充电电流也发生变化。这样，在相同的积分时间 T_1 内，被测电压大，充电电流就大，输出电压就高；相反，输出电压就低。在积分器输出电压线性增长的条件下，输出电压正比于输入电压，其情形如图 2-1.5 中 T_1 区间所示。

在比较阶段，由于 Σ 虚地点的作用，同时 E_s 是不变的，所以积分器输出电压从 V_0 返回到“零”电平的斜率也是不变的，它与 V_0 电平的高低无关。T_2 与 V_i 成正比的情形如图

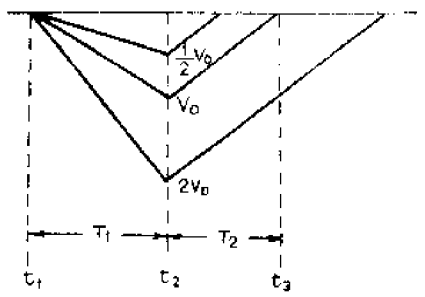


图 2-1.5　T_2 与 V_i 成正比

2-1.5 中 T_2 区间所示。

4. 到 t_3 时刻，电容器放电结束，此时积分器的输出电压为“0”电平，即

$$U_{o_{t_3}} = \frac{V_i}{RC} T_1 - \frac{E_s}{RC} T_2 = 0$$

5. t_3 时刻后，积分器输出超过“0”电平，检零比较器输出信号作用到控制器，使计数门关闭，寄存器电路所存脉冲经译码器进入显示器，显示被测量值。然后，$S_-(S_+)$ 马上切断，S_0 闭合，复零脉冲使计数器复零。从 t_4 开始下一次测量过程。$t_3 \sim t_4$ 的过程称为休止阶段。

四、计数与显示

计数与显示部分，一般由时钟脉冲源、起动脉冲源、门电路、计数器、寄存器、译码器和显示器等组成，其结构如框图 2-1.6 所示。

时钟脉冲由时基电路产生，控制着门电路的开、关。只有在门电路打开时，输入信号才能通过门电路进入计数器。

计数器用双稳触发器等组成，用来计时钟脉冲数。在抽样

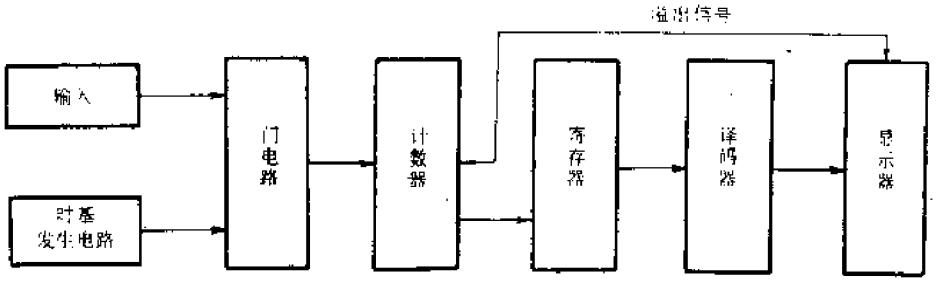


图 2-1.6　计数与显示原理框图

阶段，时基发生电路控制抽样时间，到时发出“比较指令”，使系统进入比较阶段。在比较阶段，计数器所计脉冲作为测量结果，并予以显示。

寄存器是暂时存放计数器输出数码的器件，其作用是使被测量数据能稳定的显示出来。

译码器把二-十进制编码翻译成相应的十进制数来控制显示器的十进制数字的显示。

显示器由能够显示十进制数字的电子器件及其电路所构成。在袖珍型数字万用电表中，采用向列型液晶显示器，它具有消耗功率小（$10\mu W / cm^2$ 左右）、体积小、重量轻等特点。液晶显示器不能用直流驱动，因为直流电压会引起电解而损坏液晶材料。驱动液晶显示器采用 25～100Hz 的低频方波。电压范围在 3～10V 之间，电压的高低取决于七段数字的结构和大小。

五、辅助功能显示

1.测量项目显示

测量项目显示电路如图 2-1.7 所示。

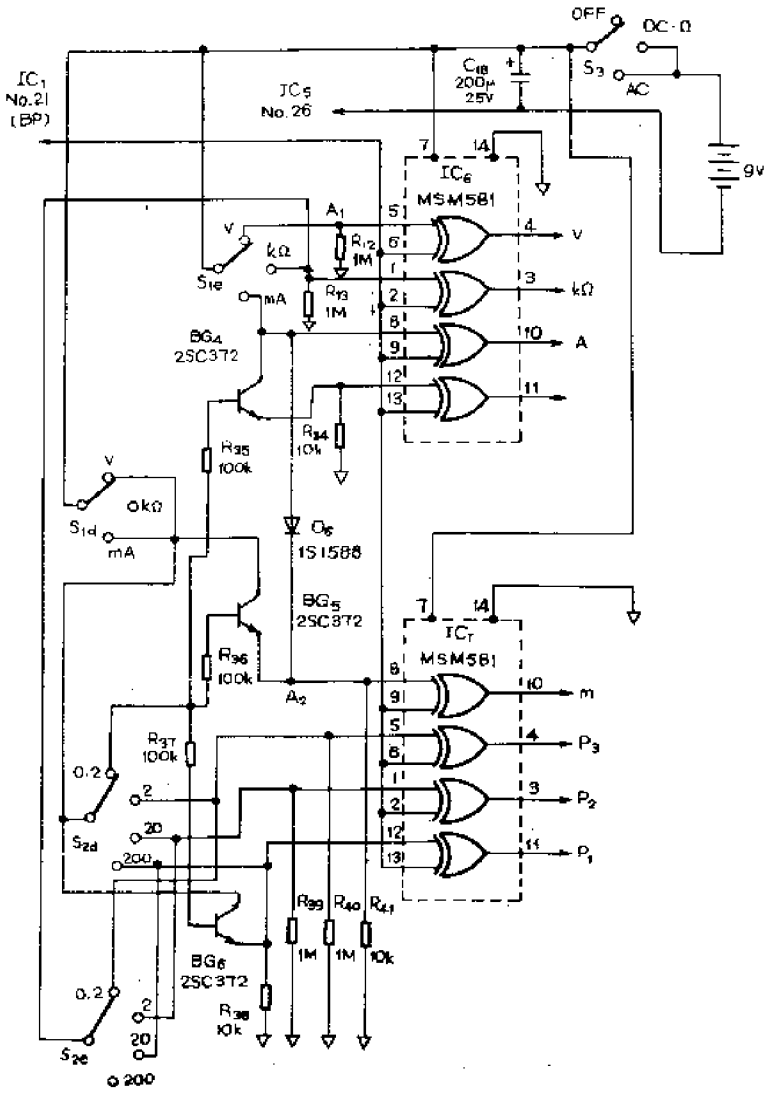


图 2-1.7　测量项目及小数点显示电路

图中 V、kΩ、A、°、m 就是项目显示输出端。(在这里 °mA 同时点亮表示微安，此种显示为本表特有)。下面以电压为例给予说明：

将开关 S_3 置于 DC · Ω 端，S_1(含 S_{1d}、S_{1e})置于 V。当异或逻辑电路的 A_1 端（IC_6 的 5 脚）输出为"1"时，液晶显示器后面的公共电极的驱动端 BP 端输入方波，这样在液晶显示器两电极之间加上了电压，符号 V 显示；当 A_1 端输入为"0"时，则符号 V 不显示。

当量程开关 S_2(含 S_{2d}、S_{2e}) 置于 0.2V 档时，由于 BG_5 的集电极和基极接上电压，因此 BG_5 导通，异或逻辑电路的 A_2 端（IC_7 的 8 脚）输入为"1"，则符号 m 显示，结果显示 mV。其它各项目显示的工作情况与电压档相同，此略。

2.小数点显示

图 2-1.7 中的 P_1、P_2、P_3 就是小数点显示输出端，小数点显示与所测电量的大小相对应。例如，当被测电压为 1.5V 时，量程开关置于 2V 档，则 P_3 点亮，显示 1.500V；当被测电压为 15V、150V 时，量程开关分别置于 20V、200V 档，则 P_2、P_1 将分别点亮，显示结果分别为 15.00V 和 150.0V。

3.欠电压显示

欠电压显示电路由异或非门和电子开关组成，见图 2-1.8。当仪表内附电源电压高于 7V 时，经 R_{45}、R_{46} 和 DW 分压后，BG 基极得到高电位而导通，发射极输出高电位至异或非门的 8 号脚。当电源电压低于 7V 时，BG 截止，发射极为低电位，异或非门（10 号脚）输出的方波与 U_{BP} 反相为高电位，显示欠电压符号"⬅"。在有些仪表中，欠电压显示用"LOBAT"或"BATT"表示。在使用仪表过程中，只要出现欠电压显示符号，即表示表内电池电压过低，应更换电池。

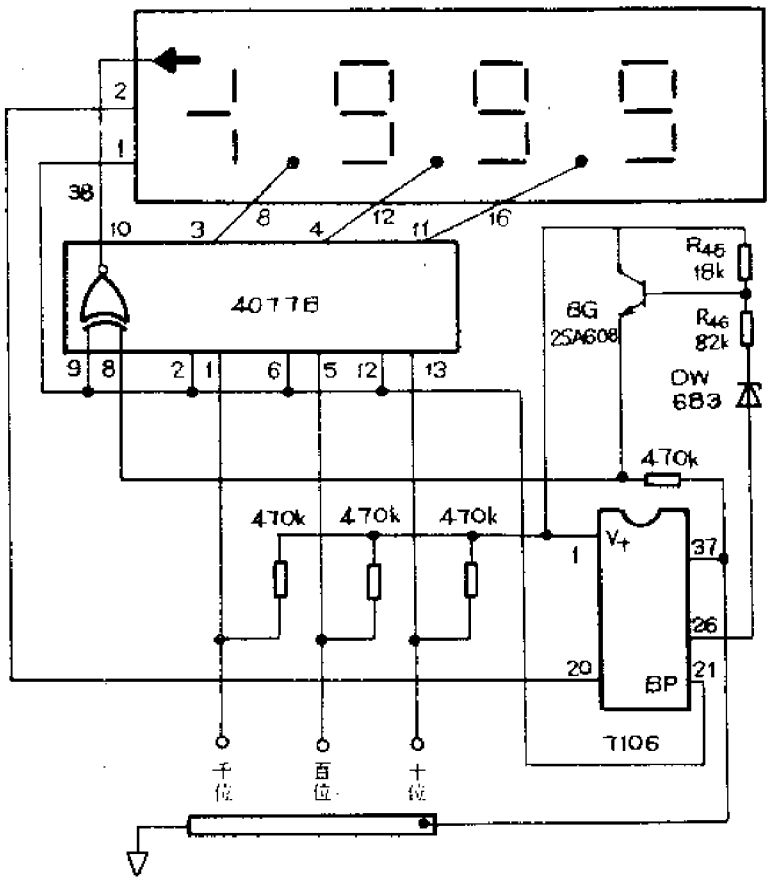


图 2-1.8 欠电压显示电路示例

4.溢出显示

目前已见到的溢出显示有四种：

①"1×××"，其中×××表示该字不亮，如DT830型数字表。

②"OVER"，即超过或满溢，如DT2型数字表。

③"1888"闪烁，如韦斯顿6000型数字表。

④"OL"，如HD110型数字表。

其次，还有信号灯熄灭、报警器蜂鸣等。

2-2 DT-1型数字万用电表

一、性能简介

DT-1型数字万用电表，采用发光二极管（LED）作数字显示器，最大显示为1999，500V、1A除外。极性显示取决于被测对象的极性而自动转换。抽样速度约250ms／次。整机功耗约250mW。

DT-1型数字万用电表，可用来测量0～500V交直流电压，0～1A的交直流电流，0～2MΩ的电阻。当输入量超程时，溢出显示灯亮，显示器各数字全部熄灭。

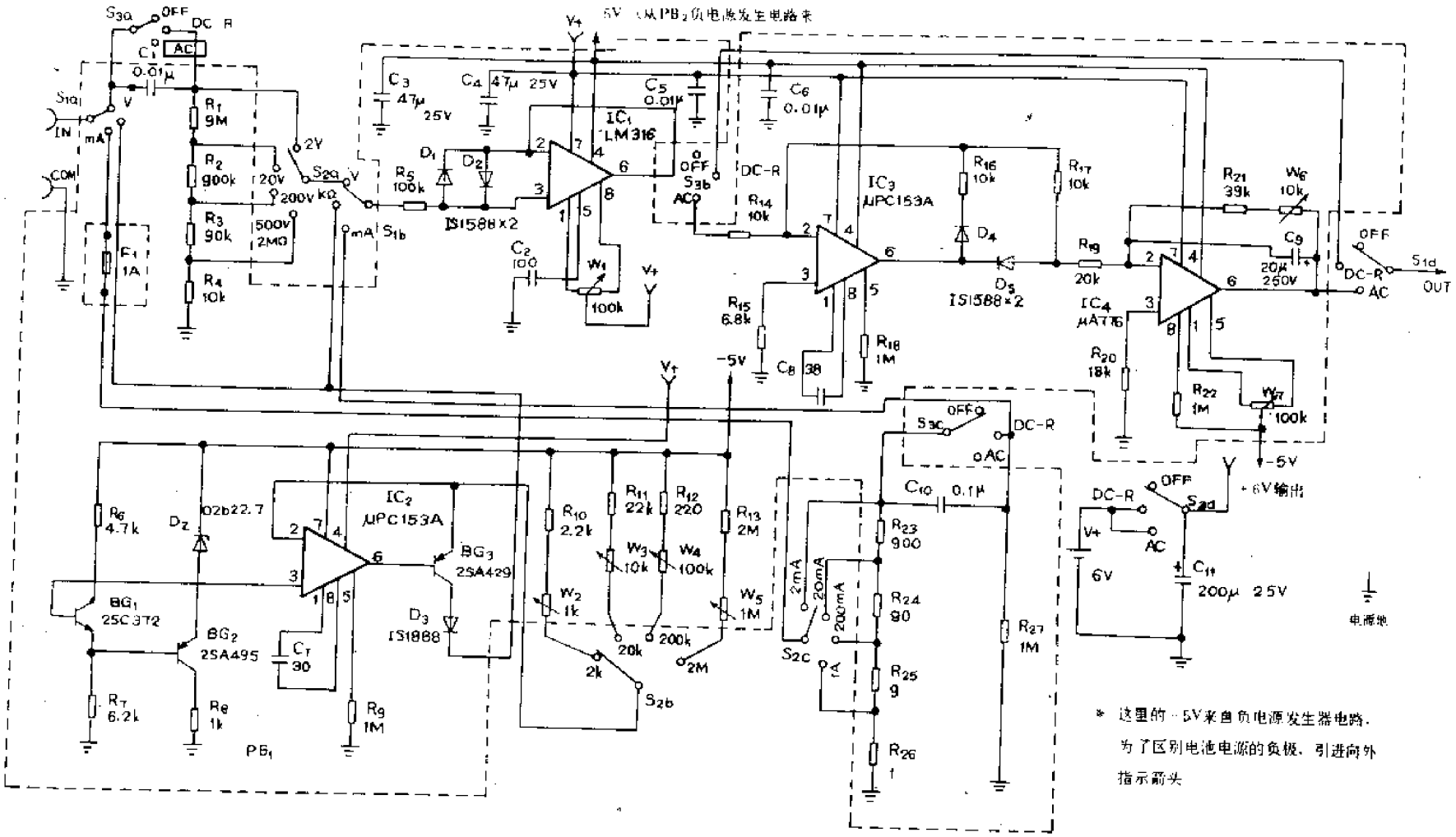
二、主要技术数据

测量范围及精度

项目	测量范围	输入阻抗及电压降	精确度	备注
DCV	2V，20V，200V 500V	10MΩ	±(0.3%r+2d) ±(0.5%r+2d)	允许输入： ±600V
ACV	2V，20V，200V 500V	10MΩ	±(1.0%r+2d)	允许输入：500V f：40～1kHz
R	2kΩ 20kΩ 200kΩ 2MΩ	3V	±(0.3%r+2d)	1mA 100μA 10μA 1μA
DCA	2mA、20mA 200mA，1A	<2V	±(0.5%r+2d)	允许输入： 1.2A
ACA	2mA，20mA 200mA，1A	<2V	±(3.0%r+2d)	同上

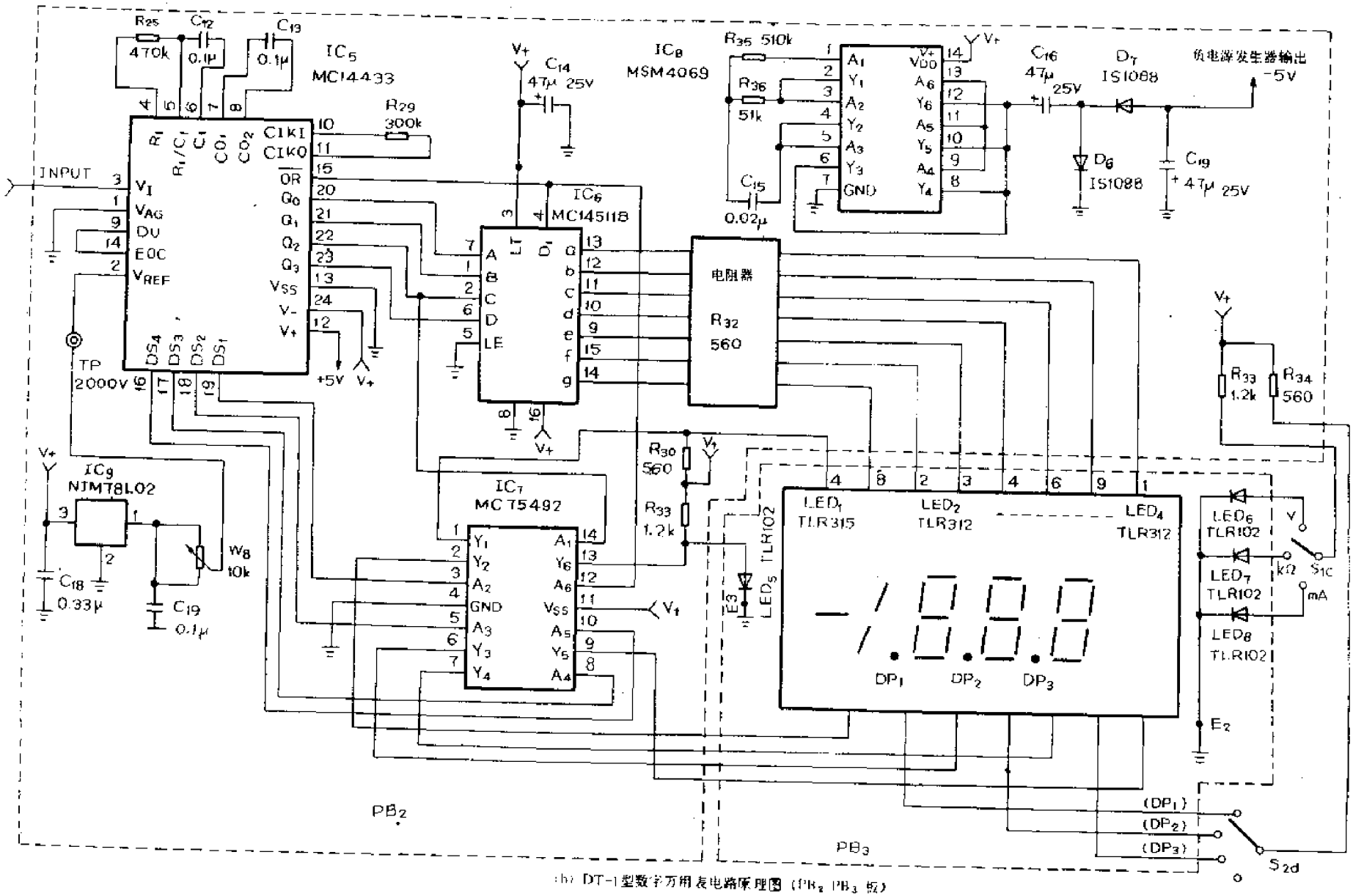
外形尺寸：170×140×38mm³

三、电路图



(a) DT-1型数字万用表电路原理图（PB1板）

图 2-2.1 DT-1 型万用电表电路原理图



(b) DT-1型数字万用表电路原理图（PB_2 PB_3 板）

图 2—2.1 DT—1 型万用电表电路原理图(续)

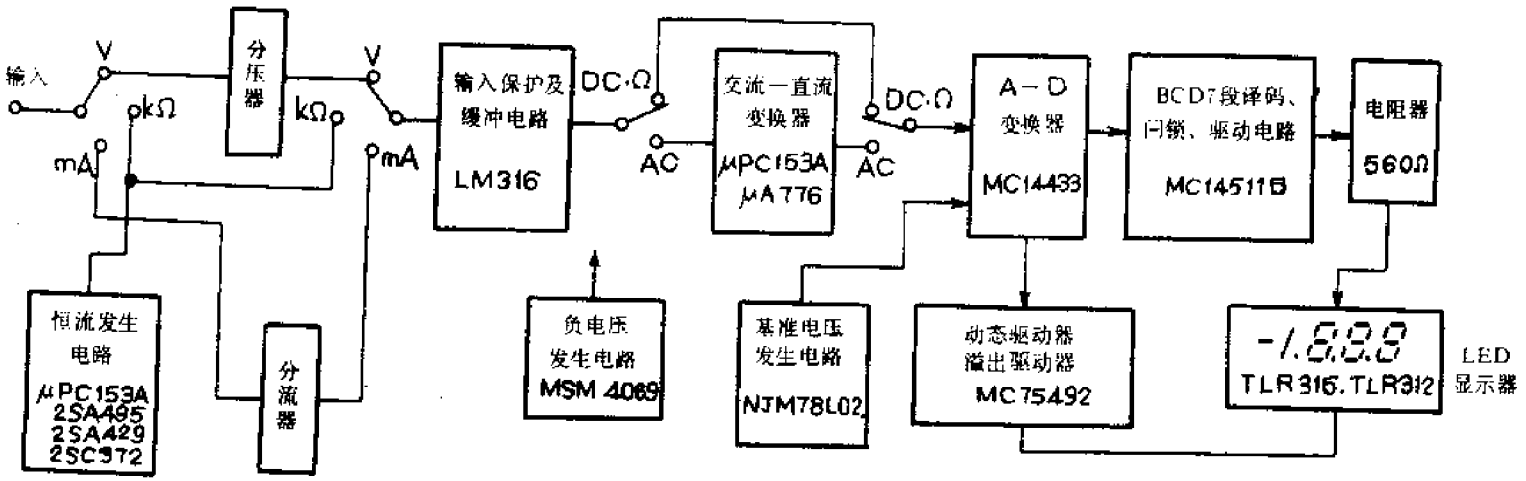
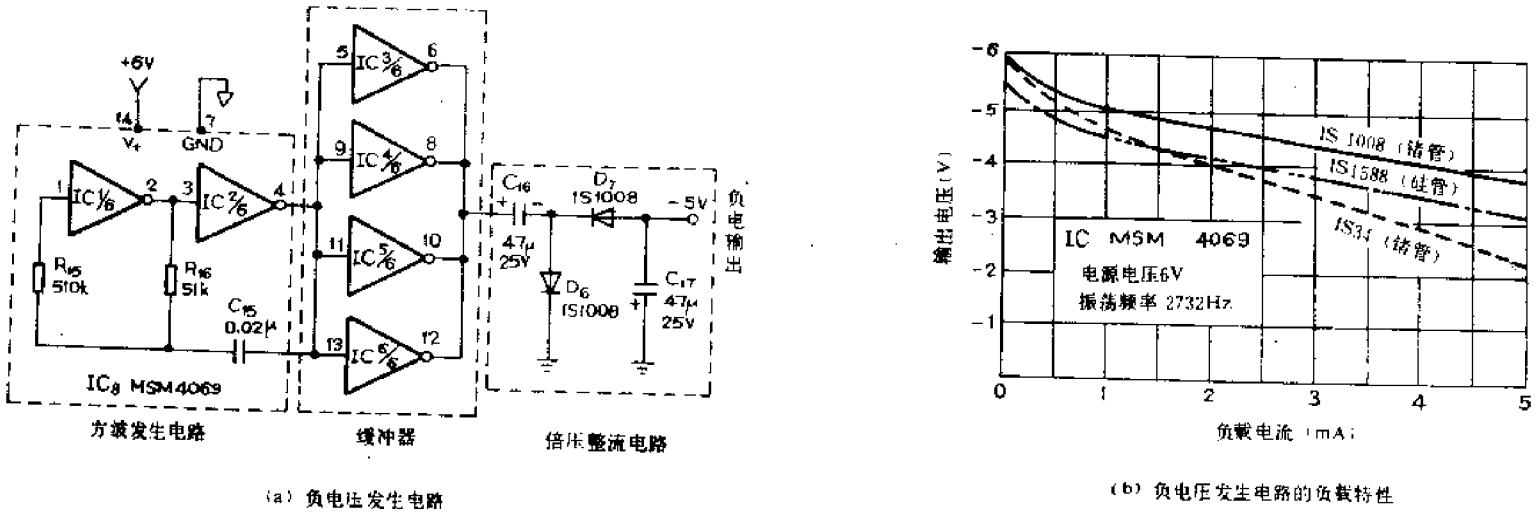


图 2-2.2　DT-1 型数字万用电表电路结构框图



(a) 负电压发生电路　　(b) 负电压发生电路的负载特性

图 2-2.3　DT-1 型表负电压发生电路及其负载特性曲线

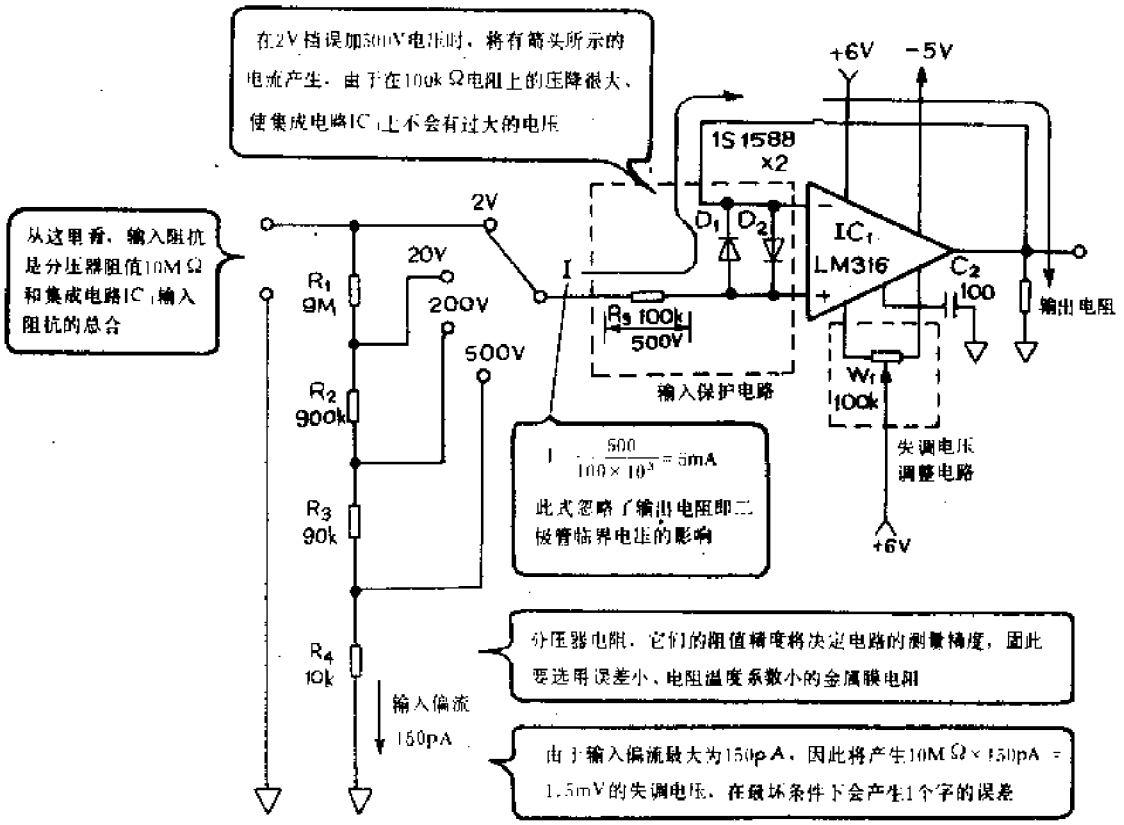


图 2-2.4　DT-1 型表输入保护电路

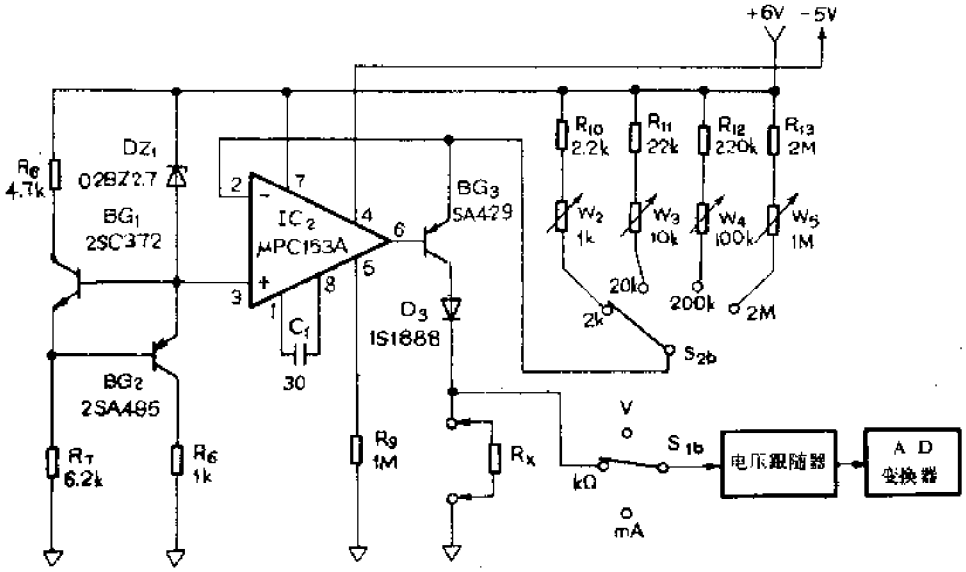
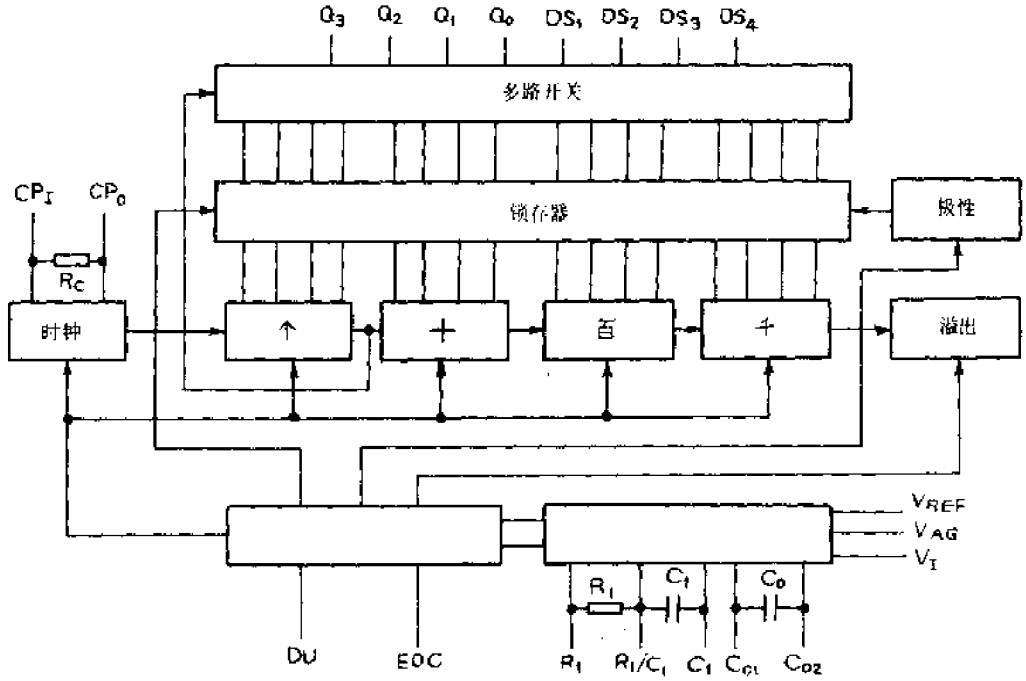
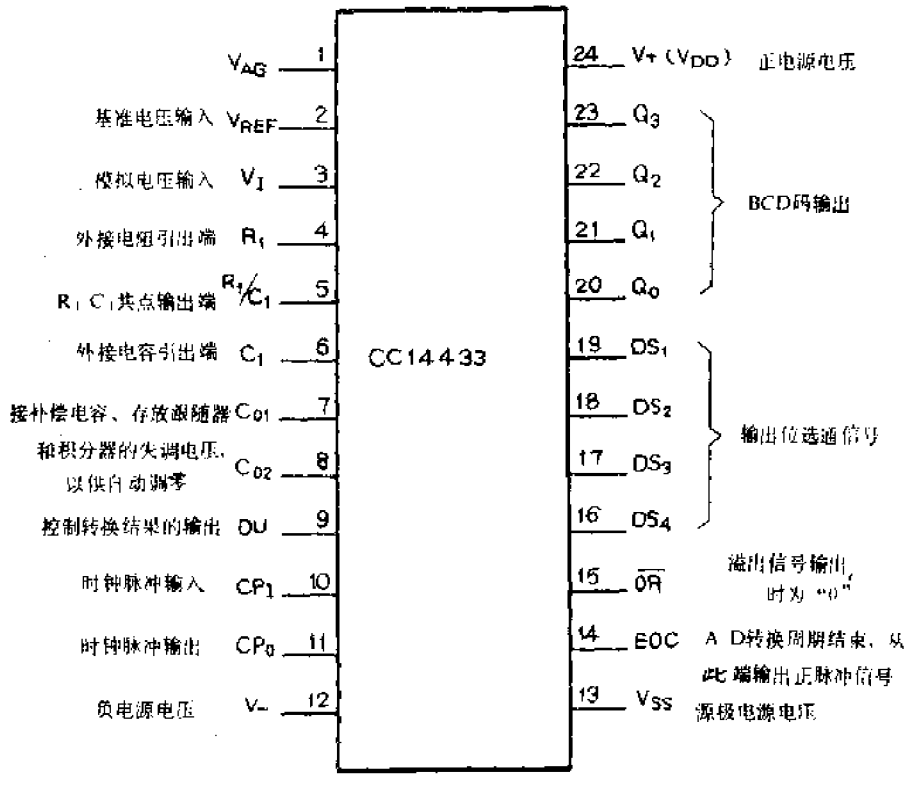


图 2-2.5　DT-1 型表的电阻测量电路



(a) 逻辑框图



(b) 引出端功能图

图 2-2.6 MC / CC14433 结构框图

MC / CC14433 集成电路电参数表

参数名称	符号	测试条件			参数		单位
			V_I	V_{REF}	最小值	最大值	
输出读数线性度 1	E_{RL}	$V_+=5V$ $V_-=-5V$ $V_{AG}=0V$ $C_1=0.1\mu F$ $C_0=0.1\mu F$ $R_1=470k$ ($V_{REF}=2V$) $R_1=27k$(V_{REF} =200mV) $R_c=470k$		2V	−0.05 −1 字数	+0.05 +1 字数	% 读数
输出读数稳定度 2			1.990 V	2C		2	LSD
			199.0 mV	200 mV		3	
零输出读数			0V	2V		0	LSD
偏置电流	I_{IB}	$V_+=5V$ $V_-=-5V$ $V_I=\pm 5V$	V_I 端			±100	pA
			V_{REF} 端			±100	
			V_{AG} 端			±500	
输入电流	I_I		DU 端			±0.3	μA
静态电流	I	$V_+=5V$ $V_-=-5V$ $I_{SS}=0$				2	mA
		$V_+=8V$ $V_-=-8V$ $I_{SS}=0$				4	
输出低电平电流	I_{OL}	$V_+=5V$ $V_-=-5V$	$V_{SS}=0V$ $V_{OL}=0.4V$		0.51		mA
			$V_{SS}=-5V$ $V_{OL}=-4.5V$		1.3		
输出高电平电流	I_{OH}		$V_{SS}=0V$ $V_{OH}=4.6V$		−0.2		
			$V_{SS}=5V$ $V_{OH}=4.5V$		−0.5		
输出高电平电压	V_{OH}	$V_+=5V$ $V_-=-5V$			4.95		V
输出低电平电压	V_{OL}		$V_{SS}=0V$			0.05	
			$V_{SS}=-5V$			−4.95	

[1]调节 V_{REF} 可以得到满刻度精确度，其线性定义为：除了正的满刻度和零以外的所有输入电压的 A／D 转换结果和正确读数之间的偏差。

[2]以 200mV 量程为例，3 个 LSD 表示输出读数在一次抽样 95%的时间中变化不大于 3 个 LSD。

2-3 DT-2 型数字万用电表

一、性能简介

DT-2 型数字万用电表，为双积分型 $3\frac{1}{2}$位液晶显示(LCD)仪表，最大显示为 1999。输入极性能随被测量极性自动转换。当输入量超程时，最高位显示 1，其余位熄灭。抽样速度约 250ms／次。整机功耗约 60mW。

DT-2 型数字万用电表有 5 种项目 20 档量程可供选用，可以测量交流直流电压 0～200V，交流直流电流 0～200mA，电阻 0～2MΩ 等参数值。表内工作电源为 9V 叠层电池一节。

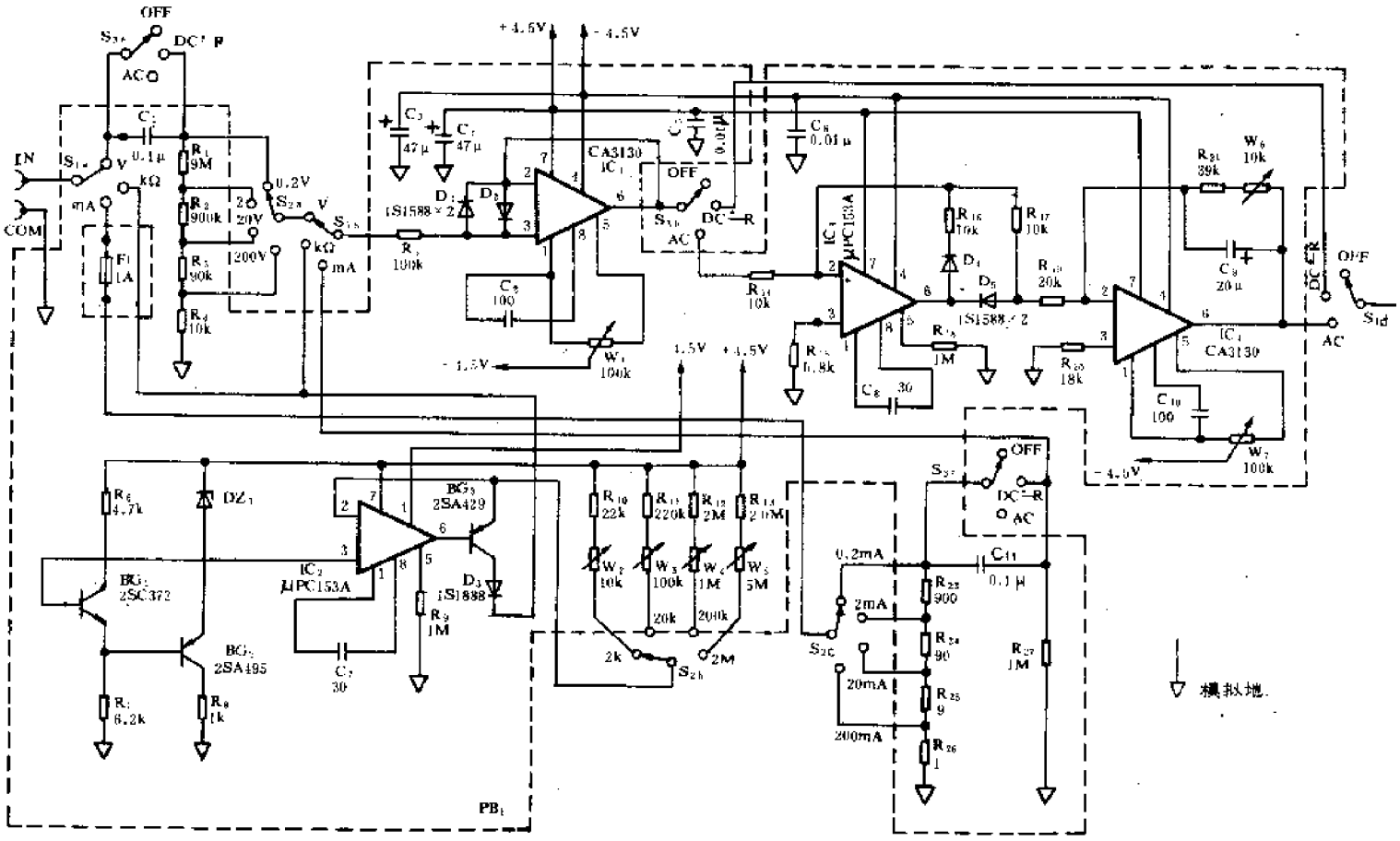
二、主要技术数据

· 测量范围及精确度

项目	测量范围	输入阻抗及电压降	精确度	备注
DCV	0.2V，2V，20V 200V	10MΩ	±(0.5%r+2d)	允许输入： ±300V
ACV	0.2V，2V 20V，200V	10MΩ	±(1%r+2d)	允许输入：300V
R	2kΩ 20kΩ 200kΩ 2MΩ	3V	±(0.5%r+2d)	100μA 10μA 1μA 0.1μA
DCA	200μA，2mA 20mA，200mA	<2V	±(0.5%r+2d)	允许输入： 1.2A
ACA	200μA，2mA 20mA，200mA	<2V	±(3.0%r+2d)	同上

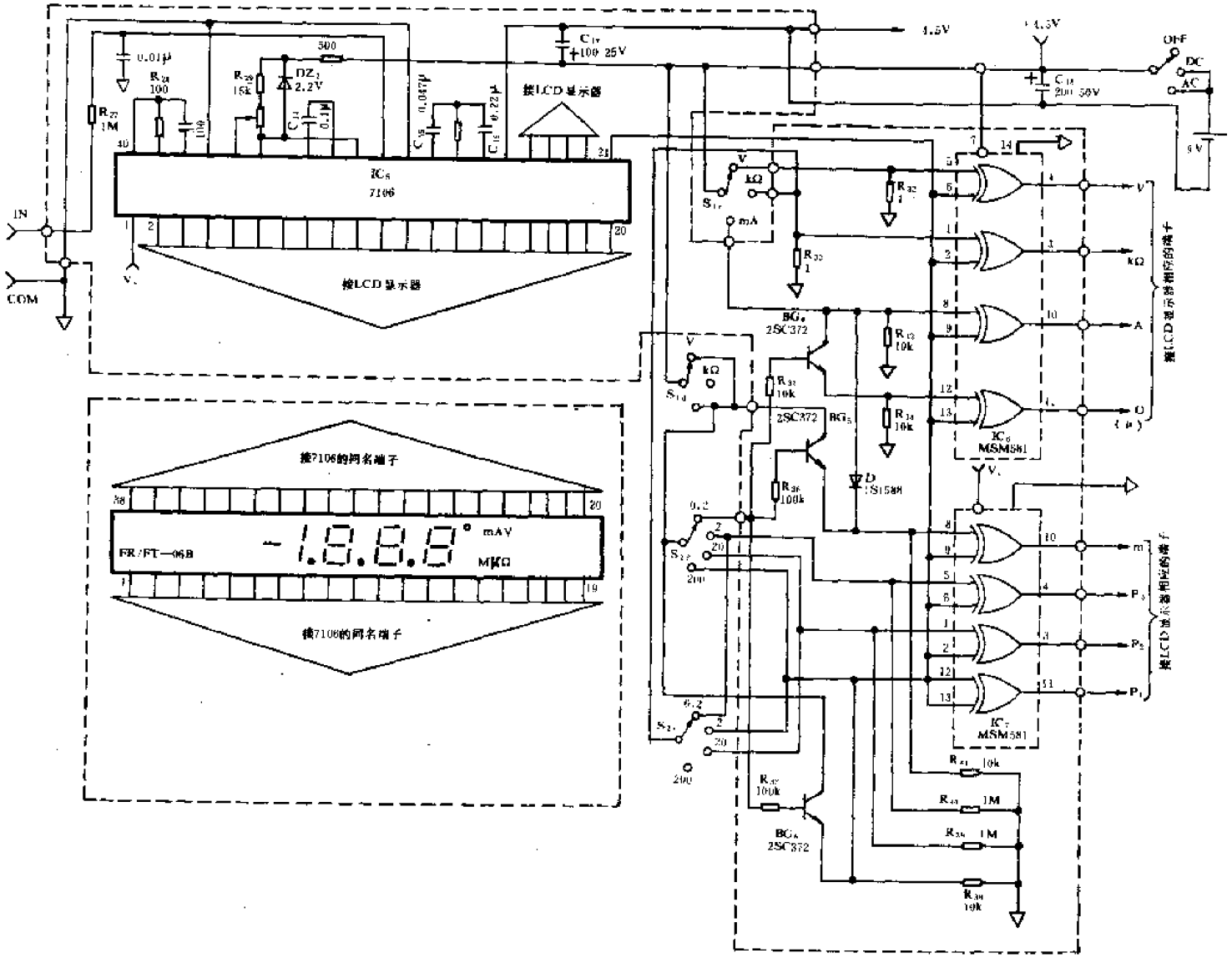
· 外形尺寸：170×140×38mm³

三、电路图



(a) DT—2 型数字万用电表电路原理图输入部分

图 2—3.1 DT—2 型数字万用电表电路原理图



(b) DT—2型数字万用电表电路原理图显示电路部分

图 2-3.1 DT-2 型数字万用电表电路原理图(续)

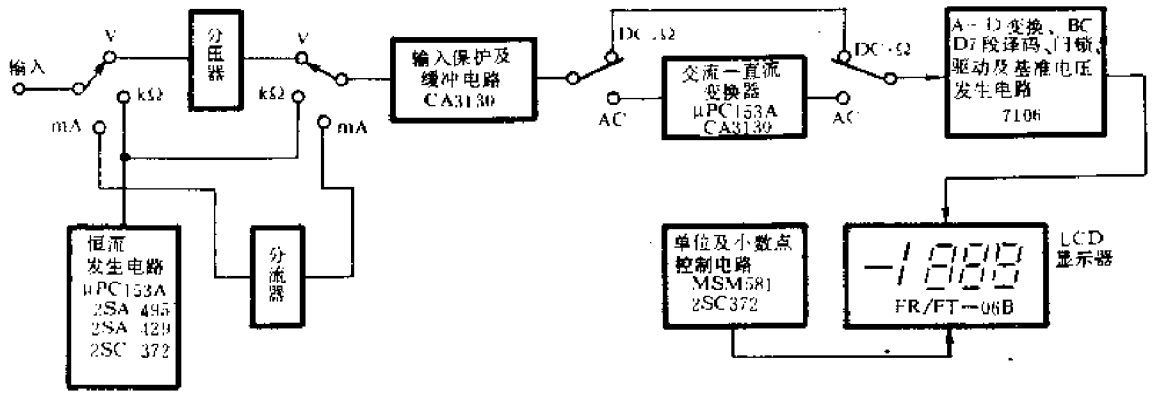


图 2-3.2　DT-2 型数字万用电表框图

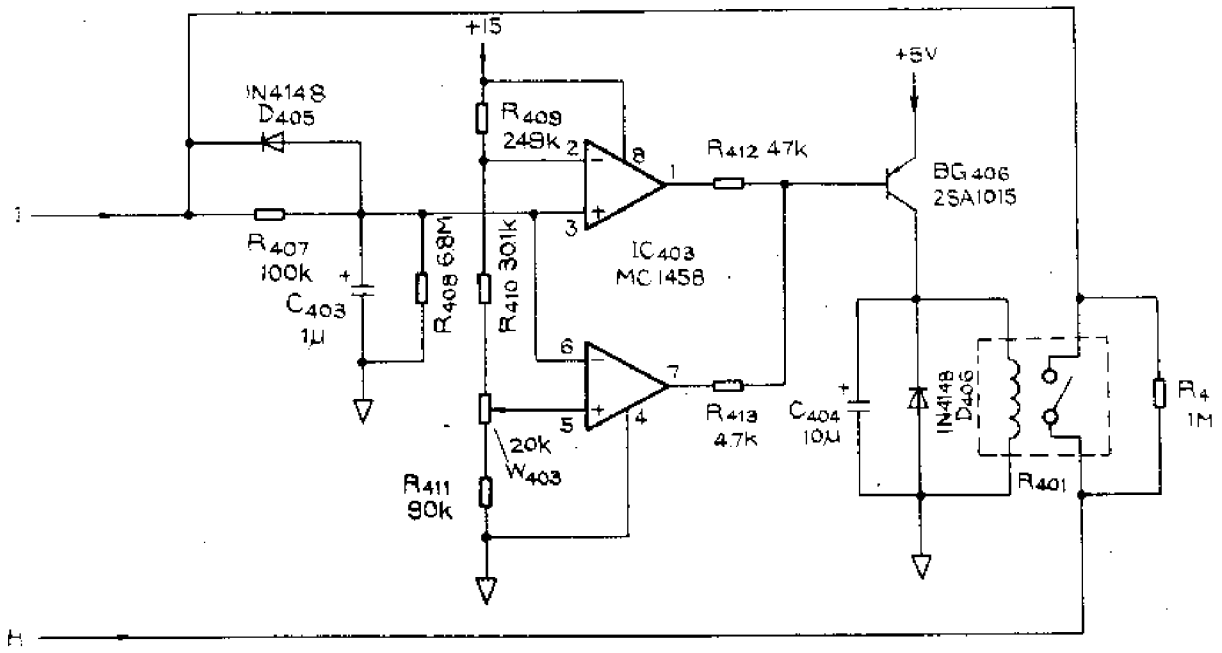


图 2-3.3　DT-2 型表交流电压测量电路

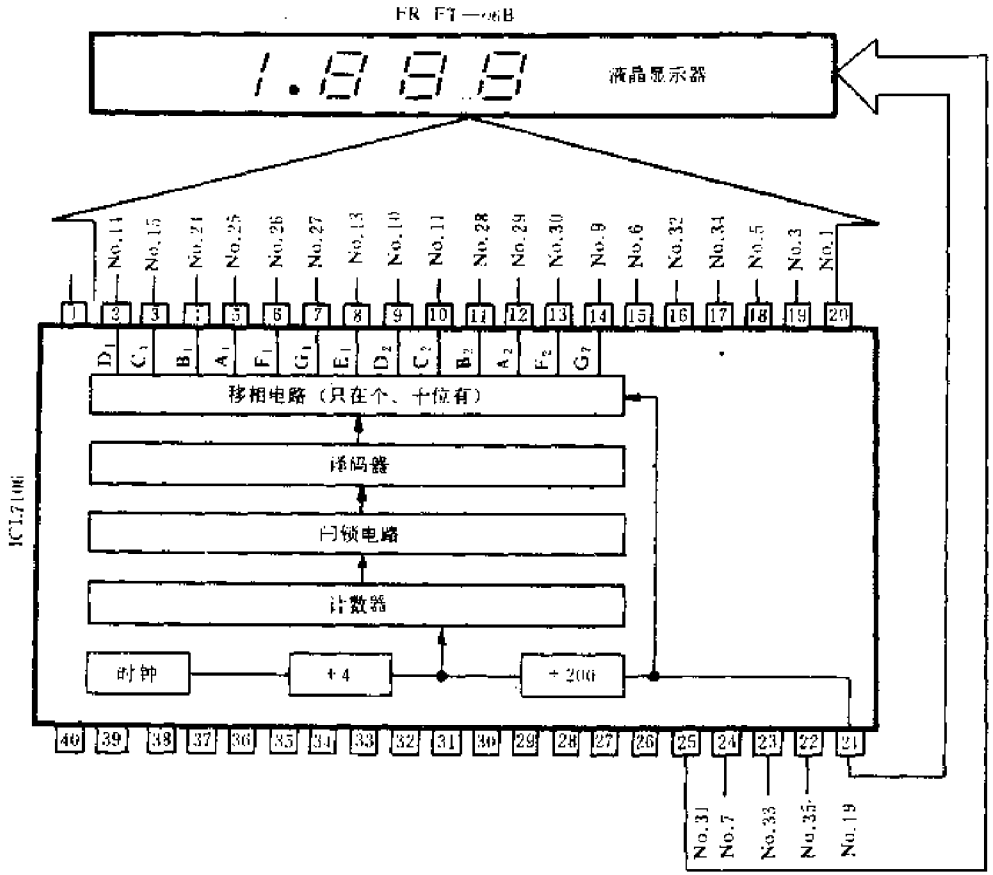
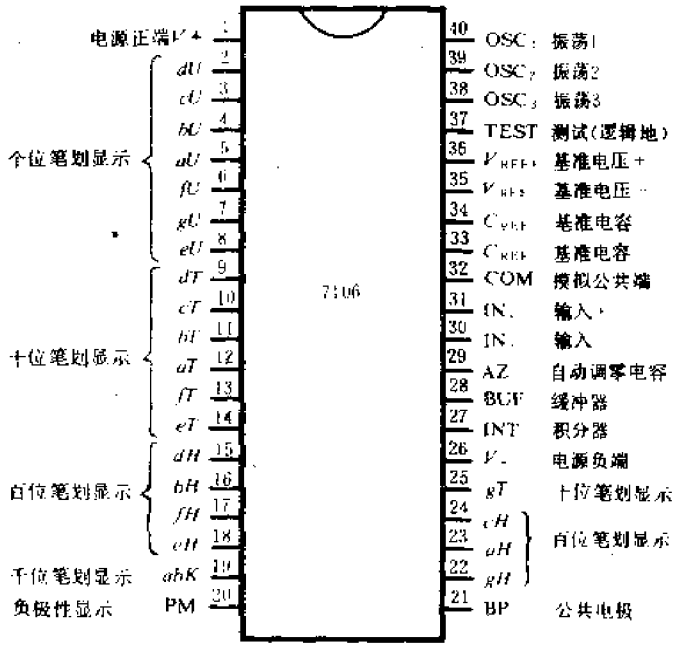


图 2—3.4 ICL7106 和液晶显示器的接线



(a) 7106引线排列

图 2—3.5 7106 引线排列及其参数表

参数名称	符号	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
输入电流	I_{IN}	$V_{IN}=9V$	—	1	10	pA
零伏输入读出	—	$V_{IN}=0V$，满度值 200mV	-000.0	±000.0	+000.0	读数
比例读出	—	$V_{IN}=V_{REF+}=$ 200mV	999	999/1000	1000	读数
翻转误差	—	$\|-V_{IN}\|=+V_N$ =200mV	-1	±0.2	+1	字
非线性误差	E_{RL}	最大值 200mV～2.000V	-1	±0.2	+1	字
零读数温漂	α_{ERZ}	$V_{IN}=0V$，$0°<T_A<70℃$		0.2	1	μV/℃
液晶驱动电压	—	—	3.5	4.5	5.5	V
电源电压	$V_+\sim V_-$	—	7	9	15	V
共模抑制比	CMRR	—	—	86	—	dB

(b)7106 电参数表

图 2-3.5　7106 引线排列及其参数表(续)

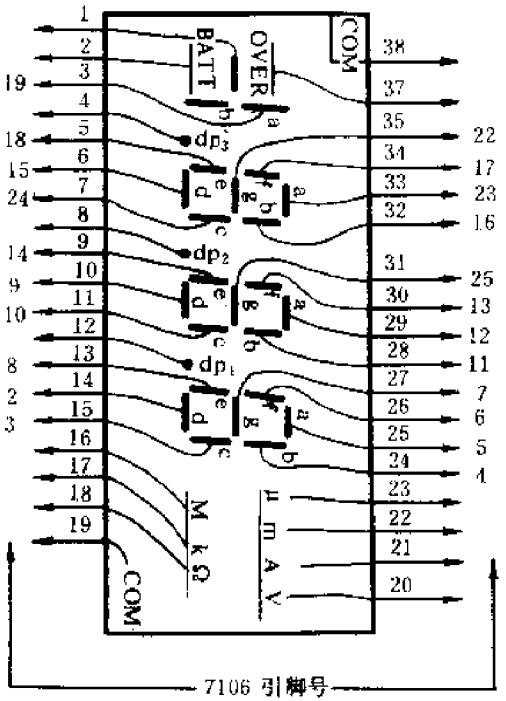


图2-3.6　RF-06 GS/GP液晶显示器管脚布置及其与7106芯片管脚的接线

2-4 DT-830 型数字万用电表

一、性能简介

DT-830 型数字万用电表，是一种袖珍式 $3\frac{1}{2}$位的液晶显示仪表，它有 8 项功能 30 档量程，可用来测量 DCV、ACV、ACA、DCA、R、h_{FE}、二极管特性及通断测试等。量程开关为 6 刀 28 掷，同时完成功能和量程选择。能自动调零和自动显示被测电量的极性。

DT-830 采用一节 9V 叠层电池供电，总电流在 1.8～2.6mA 之间，当电压由 9V 下降到 7V 时，显示屏的左上方显示低电压指示符号。超量程时，显示"-1"或"1"，由被测电量的极性而定。交、直流电流除 10A 外，其余各档多有二极管和 0.5A / 250V 保险丝作输入过载保护。

二、主要技术数据

· 测量范围及精确度

项目	测量范围	输入阻抗及电压降	精确度	备注
DCV	200mV、2V	10MΩ	±(0.5%r+2d)	允许输入：1000V DC 或 AC 峰值
	20V	10MΩ	±(0.8%r+2d)	
	200V、1000V	10MΩ	±(0.8%r+2d)	允许输入：1100V DC 或 AC 峰值
ACV	200mV 2V、20V 200V、750V	10MΩ (<100pF)	±(1.0%r+5d)	45～500Hz。最大允许输入：750V或 750V
DCA	200μA、2mA 20mA、200mA	250mV	±(1.0%r+2d)	过载保护：0.5A(250V)
	10A	700mV	±(1.2%r+2d)	无保险丝
ACA	200μA、2mA 20mA、200mA	250mV	±(1.2%r+5d)	45～500Hz，过载保护：0.5A(250V)
	10A	700mV	±(2.0%r+5d)	
R	200Ω	1.5V	±(1.0%r+3d)	1mA
	2k、20k、200k	750mV	±(1.0%r+2d)	0.4mA、75μA、7.5μA
	2000k		±(1.5%r+2d)	0.75μA
	20M		±(2.0%r+3d)	75nA

· 二极管测量

量程：0～1.5V。测试电流：1mA，±0.5mA。

开路电压：2.8V。最大允许输入：250V。

· h_{FE} 测量

对象：NPN 或 PNP 三极管。显示值：0～1000。

工作状态：$V_{CE}=2.8V$，$I_B=10\mu A$。

· 通断测试

效果：通时蜂鸣，否则断路。检测电阻：20±10Ω。最大开路电压：1.5V。最大测试电流：1mA。

· 工作条件：0～40℃，RH＜80%。

· 外形尺寸：160×84×26mm³

· 重量：200g

三、电路图与器件

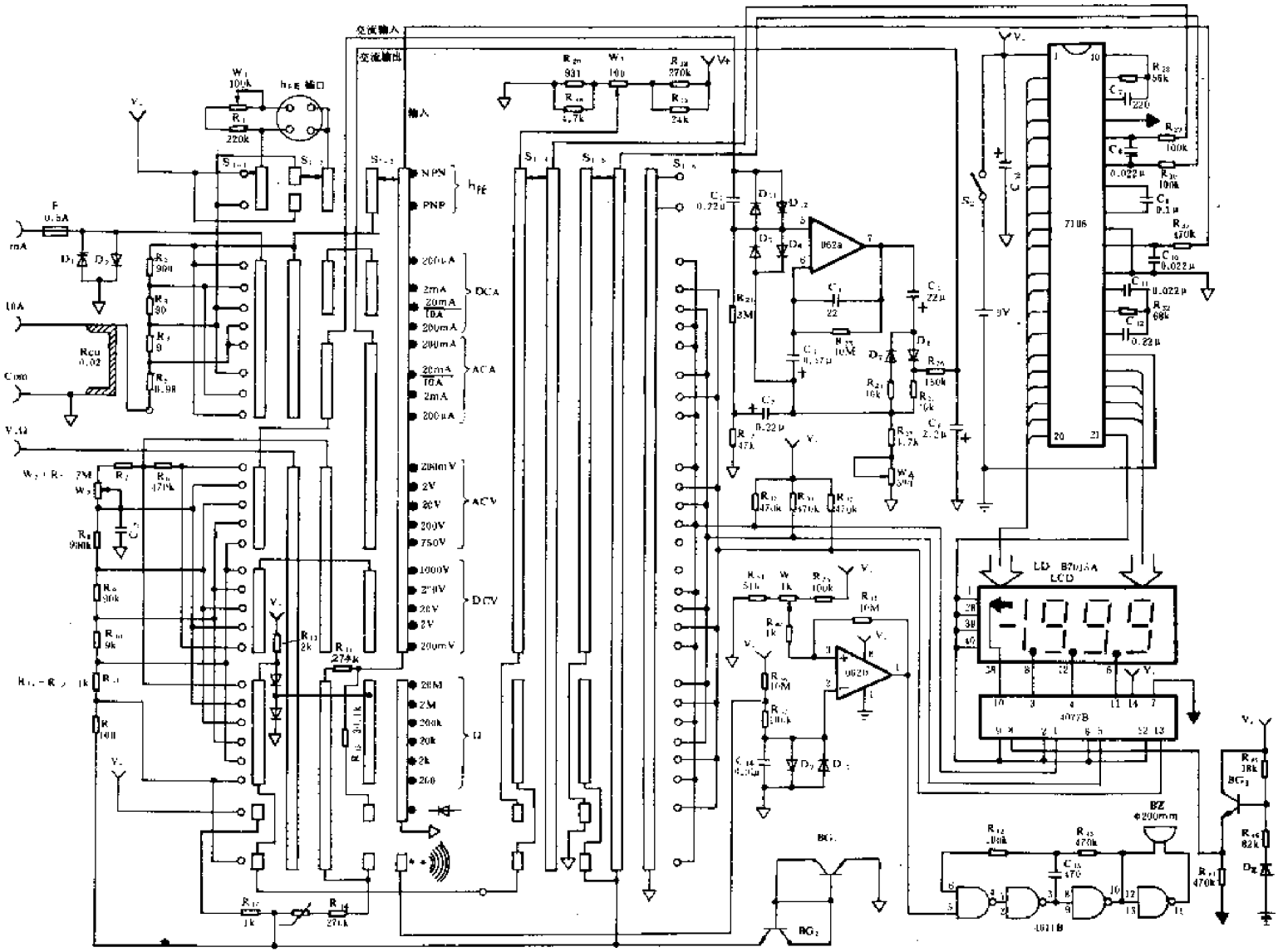


图 2-4.1　DT-830 型数字万用电表电路原理图

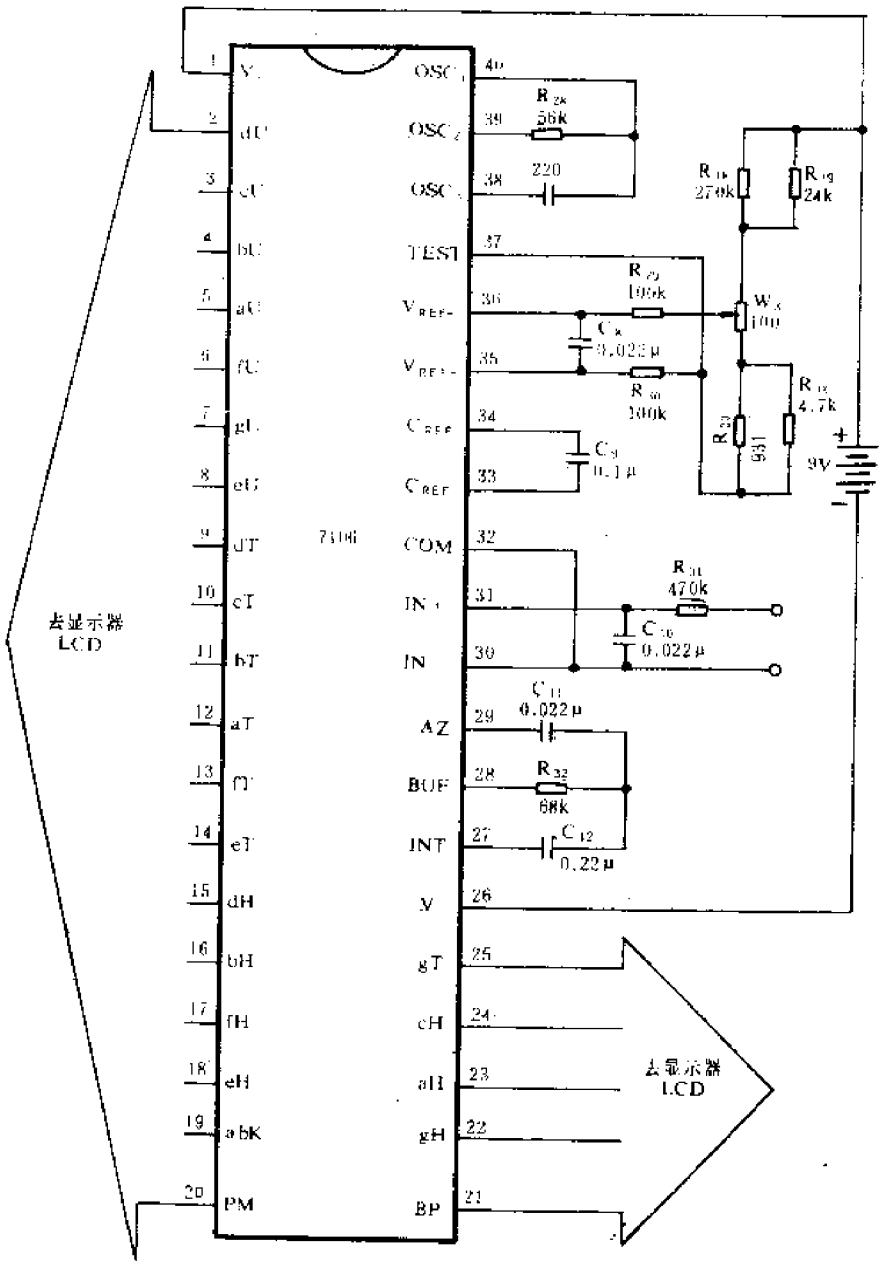
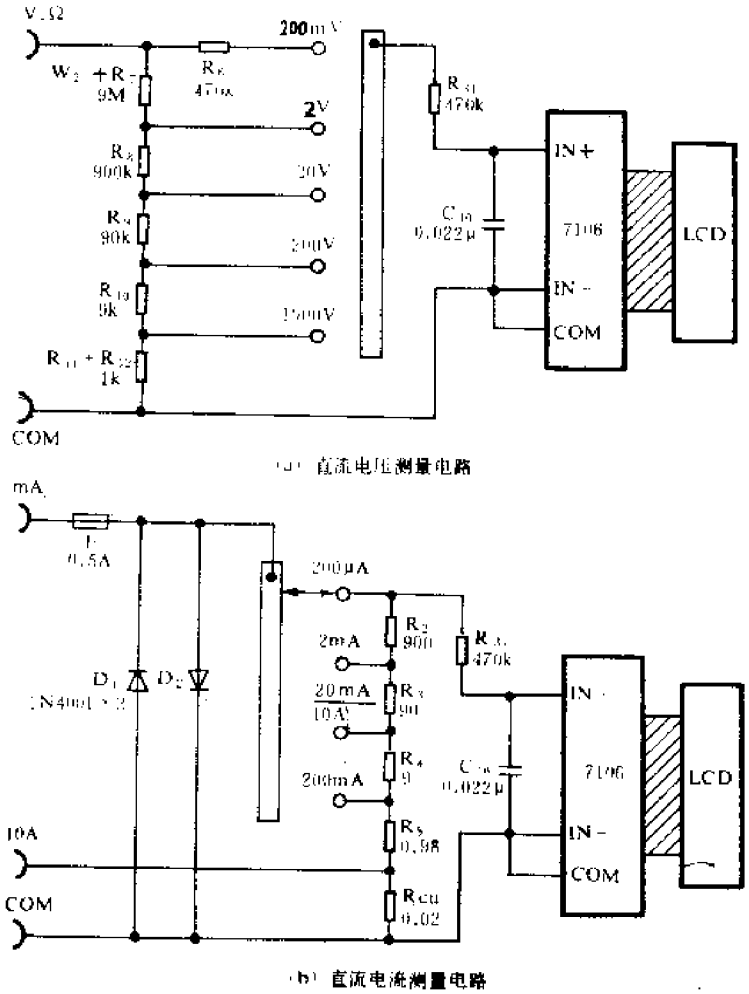


图 2-4.2　双积分模-数转换器电路



(a) 直流电压测量电路

(b) 直流电流测量电路

图 2-4.3　DC 测量电路

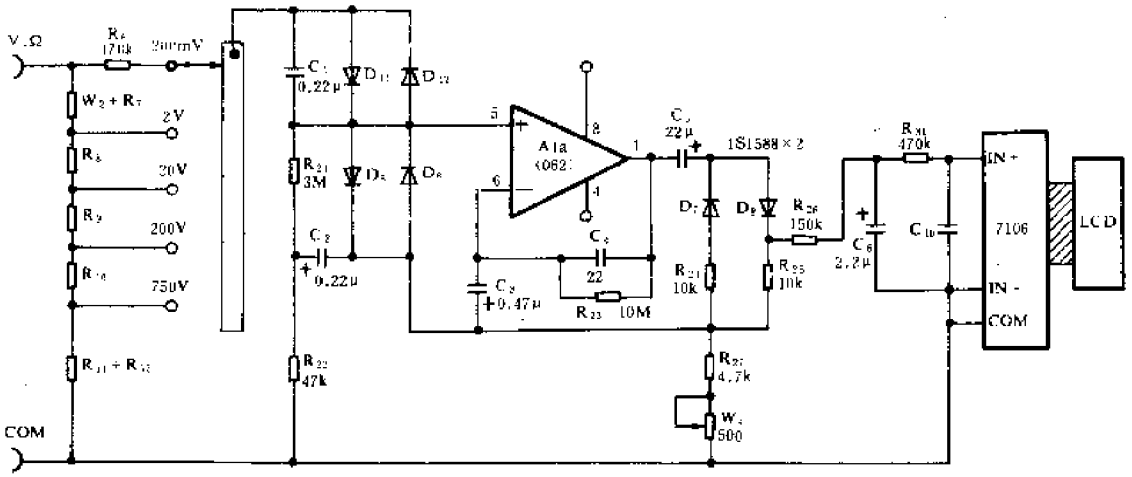
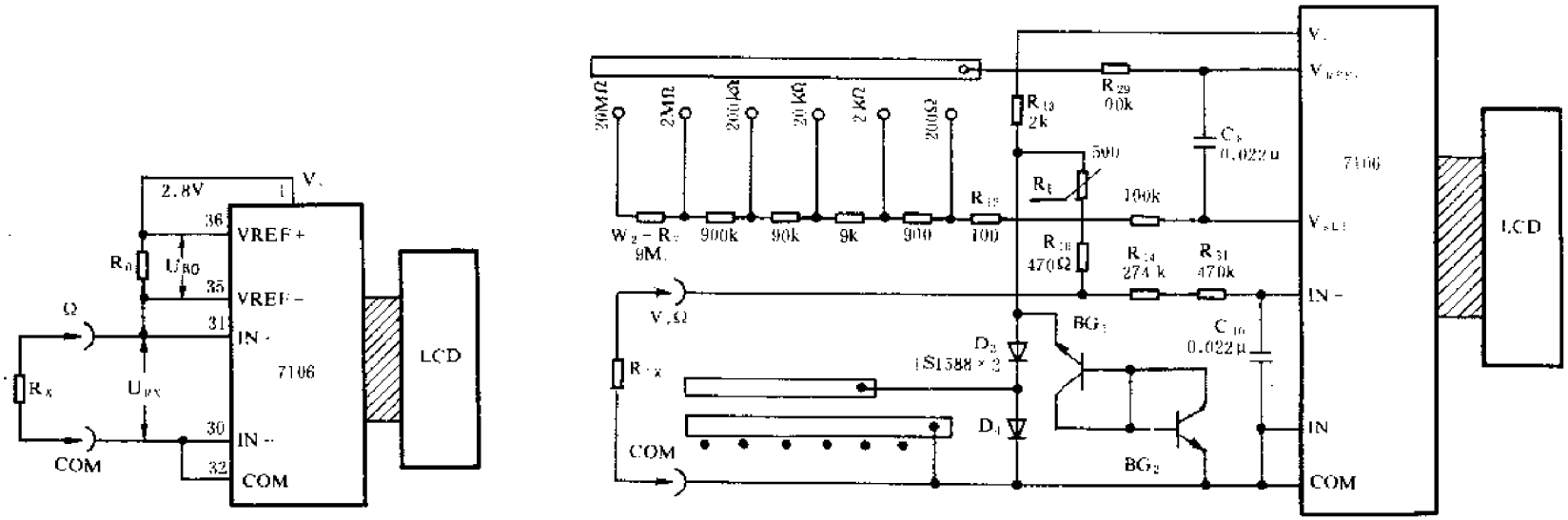


图 2-4.4　ACV 测量电路



(a) 电阻测量原理　　(b) 多量程数字欧姆表

图 2-4.5　电阻测量电路

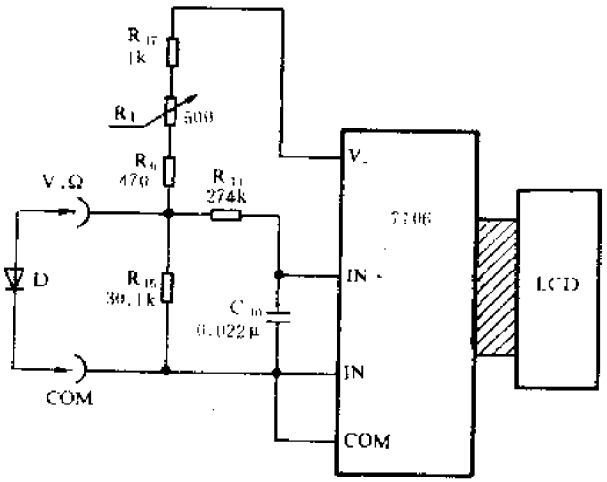


图 2-4.6　二极管正向压降的检查

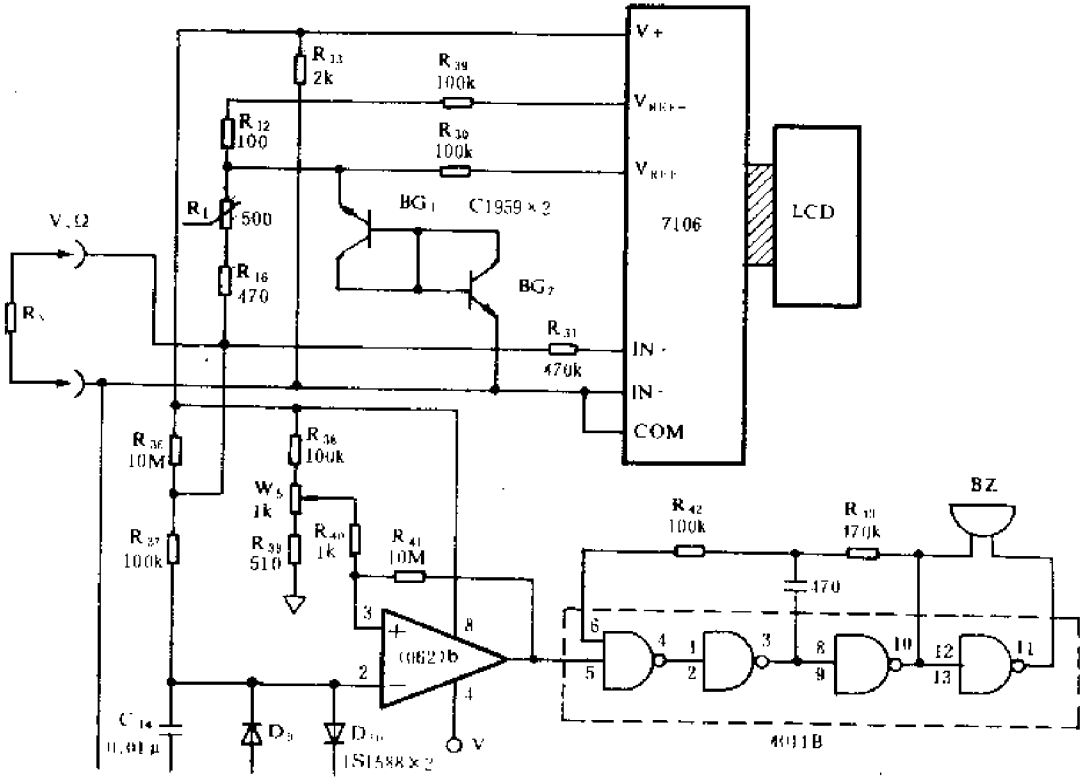
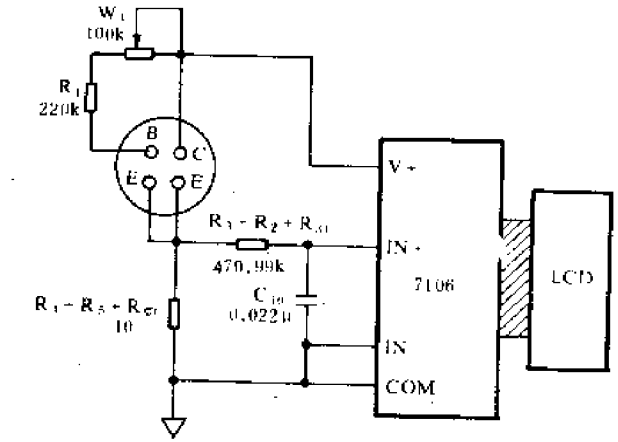
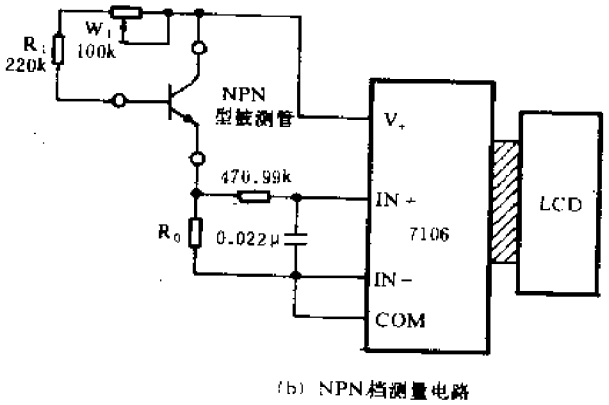


图 2-4.7　蜂鸣电路



(a) h_{FE} 测量原理图



(b) NPN档测量电路

图 2-4.8　三极管 h_{FE} 测试电路

DT-830　代用器件简明表

名称	型号	代用型号	封装形式	器件生产厂
双积分 A/D 转换器	TSL7106CPL	CC7106	D40	上海无线电十四厂
四与非门	LC4011B	CC4011	D14	
四异或非门	HD14077BP	CC4077	D14	
双运算放大器	TL062CP	5G353	D8	上海元件五厂
硅三极管	C1959	1TT9013		
二极管	1S1588	1N4148		
三极管	2SA608	1TT9012		

2-5　DT-860 型数字万用电表

一、性能简介

DT-860 型 $3\frac{1}{2}$位数字万用电表，是一种具有 7 组功能、25 档量程、转换开关可随意操作的袖珍型仪表。其 FE 型 LCD 上的数字高度大于 12mm，即使在强烈的阳光下，LCD 也能清楚地显示出来。能在强磁场条件下测量。能过量程显示。

DT-860 型万用电表可以用来测量三极管直流放大系数和检查二极管。在测量电压、电阻时，量程自动切换。表内设有测量通断用 0.4s 快速响应蜂鸣器。面板显示的"1999"数字为十进制，"−"、"mV"、"V"、"AC"、"Ω"、"kΩ"、"MΩ"、"μA"、"mA"、"A""B"、"·))"及"★"均可显示。电源开、关标记为

"ON"、"OFF"，当其处于"ON"位置时，为接通电源，处于"OFF"位置时，为关断电源。表内电池寿命为300小时，当电池电压过低时，仪表自动显示出"B"标记。

二、主要技术数据

· 测量范围及精确度

项目	测量范围	输入阻抗及电压降	精确度	备注
DCV	200mV	>1000MΩ	±(0.5%r+2d)	最大容许输入：1100V 850V
	2000mV、20V	10MΩ	±(0.5%r+1d)	
	200V、1000V	10MΩ	±(0.7%r+1d)	
R	200Ω	≈1.5V	±(0.75%r+3d)	0.7mA
	2000Ω	0.65V	±(0.5%r+2d)	0.1mA
	20kΩ			30μA
	200kΩ			4μA
	2000kΩ	0.65V	±(1.0%r+2d)	0.4μA
	20MΩ	0.65V	±(2.0%r+3d)	0.04μA
ACV	2000mV、20V	10MΩ 并联电容：<50pF	±(0.75%r+5d)	频率：45～500Hz 最大容许输入：850V、850V
	200V、750V		±(1.0%r+5d)	
DCA	2000μA 200mA	250mV	±(1.0%r+1d)	过载保护：0.2A(250V)
	10A	250mV	±(1.2%r+1d)	
ACA	2000μA、200mA	250mV	±(1.2%r+5d)	频率：45～500Hz。过载保护：0.2A(250V)
	10A		±(2.0%r+5d)	

项目	测量范围	输入阻抗及电压降	精确度	备注
h_{FE}	0～1999±10%	V_{ce}=1.2V		I_B=1μA
DT	0～1.459V	正向电压 V_F<1V		检测电流：0.6mA

· 蜂鸣器发音范围：<20±10Ω
· 抽样时间：0.5s
· 工作条件：0～40℃，RH<80%
· 保险丝规格：Φ5mm×20mm
· 短路显示：在V或Ω量程时，在2个数字以内。
· 过量程输入：左边位数显示"1"，其它为空白。
· 外形尺寸：145×82×280mm³
· 重量：180g（不包括电池）

三、电路图

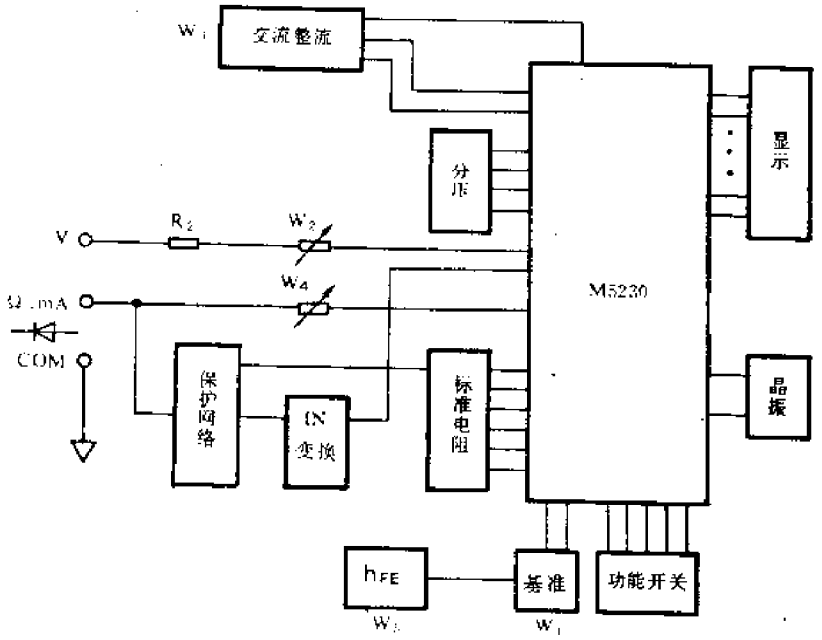


图 2-5.2 DT-860 型数字表整机原理框图

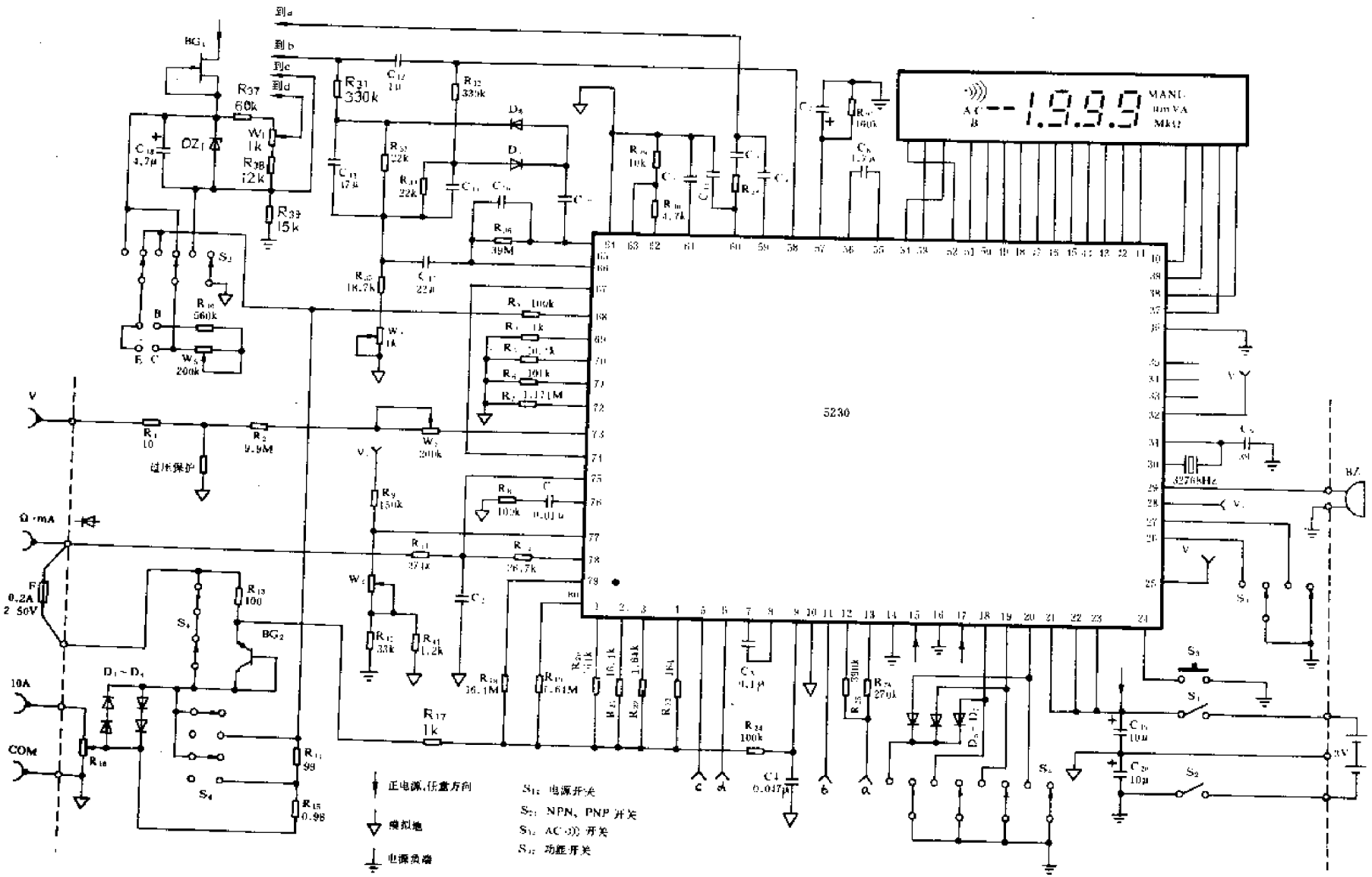


图 2-5.1　DT-860 型数字万用电表电路原理图

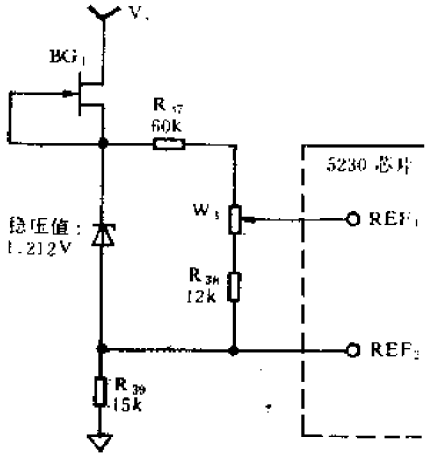


图 2-5.3　基准电压电路

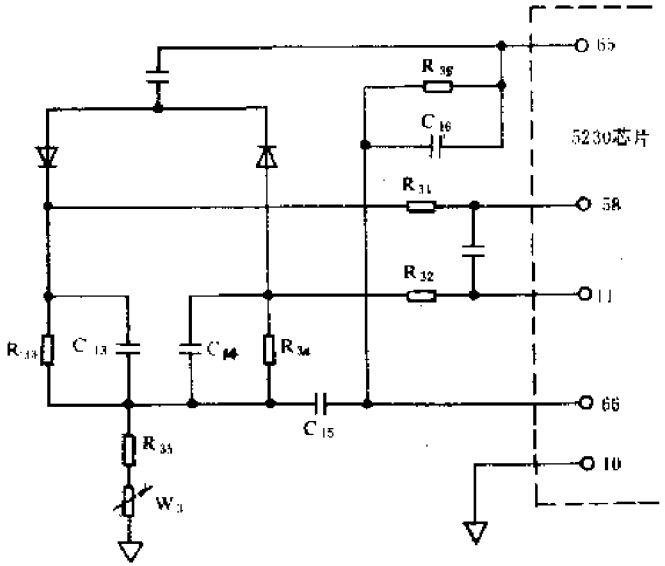


图 2-5.5　M5230 的外附整流电路

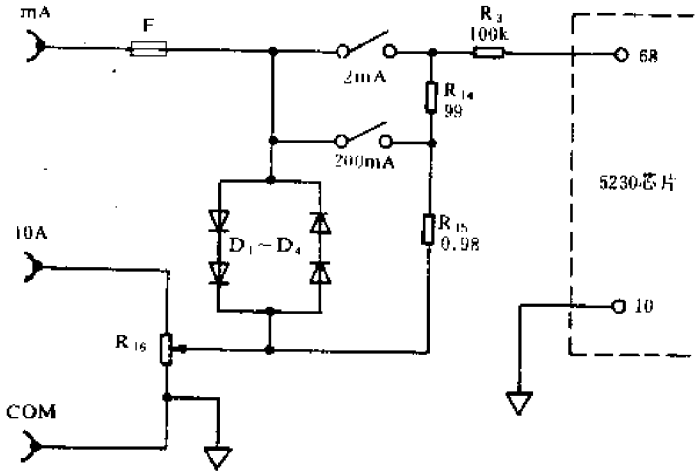


图 2-5.4　直流电流测量电路

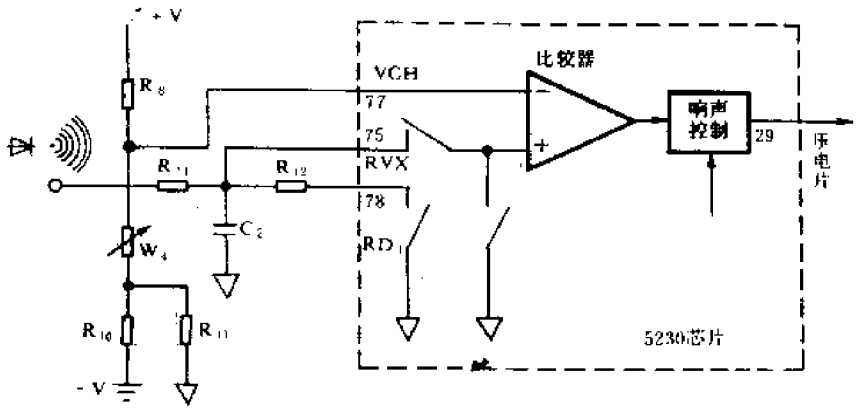


图 2-5.6　DTOC 测试电路

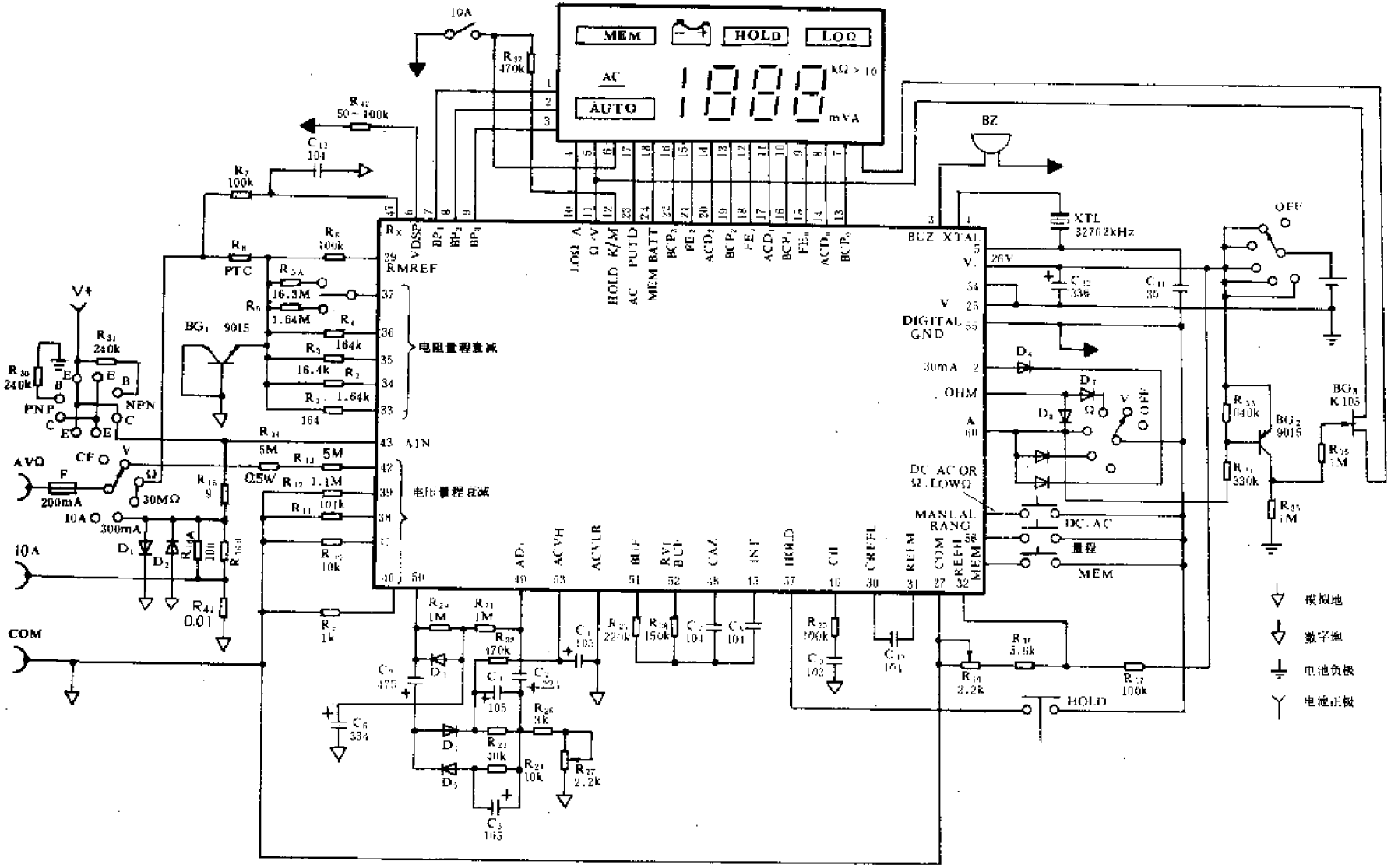


图 2-5.7　DT-860B 型数字表电路原理图

2-6 DT-890A 型数字万用电表

一、性能简介

DT-890A 型数字万用电表，共设 30 个基本量限和两个附加量限。可测量 DCV、ACV、ACA、DCA、R、C 和 DT、h_{FE}、C.O 等参数。其中二极管测试（DT）与通断测试（C.O）共用一档，测量二极管正向压降时，能显示出"mV"；用于通断测试，当被检查的线路为接通状态时，能同时发出声、光信号，其红色发光二极管装在 h_{FE} 插座的上方。h_{FE} 测试通过八芯插座完成，分 PNP 和 NPN 两组，可根据被测管极性选用。

DT-890A 型万用电表没有交流 200μA 档，但增加了 ICM7556 定时器，而获得五个电容档，有两个 C_x 插口，每个插口上有四个彼此连通的插孔，可根据被测电容的引线距离来选择插孔。面板上的调节旋钮"ZERO ADJ"专供电容档使用。

为提高仪表抗外界干扰的能力，表内装有与 COM 相通的金属屏蔽罩，为了与印制电路板绝缘，屏蔽罩内衬有一层聚脂薄膜。

本仪表采用的 7136[1] 微功耗（1mW）A/D 转换器，虽比 7106 芯片的功耗（10～16mW）低十多倍，但由于增加了测电容等功能，其总功耗比 DT-830 型万用电表高约 30～40mW。当表内工作电源下降到下限值时，低电压符号"LO BAT"将在显示器上出现。

---

[1] 见附录1

二、主要技术数据

· 测量范围及精确度

项目	测量范围	输入阻抗及电压降	精确度	备注
DCV	200mV, 2V 20V,200V 1000V	10MΩ	±(0.5%r+1d)	允许输入：1000V DC 或 1000V AC 峰值
ACV	200mV	10MΩ	±(1.2%r+3d)	最大输入：300V×15 S
	2V,20V,200V	10MΩ	±(0.8%r+3d)	频率:40～200Hz 过载保护:750V 或 1000V AC 峰值
	700V	10MΩ	±(1.2%r+3d)	
DCA	200μA, 2mA 20mA		±(0.8%r+1d)	2A(250V)作过载保护
	200mA		±(1.2%r+1d)	
	10A		±(2%r+5d)	无保险丝
ACA	2mA,20mA		±(1.0%r+3d)	频率: 40～400Hz 过载保护: 2A(250V)
	200mA		±(1.8%r+3d)	
	10A		±(3%r+7d)	无保险丝
C	2000pF,20nF 200nF,2μF,20μF		±(2.5%r+3d)	
R	200Ω	<700mV	±(0.8%r+3d)	
	2k ,20k 200k ,2M		±(0.8%r+1d)	
	20MΩ		±(1%r+2d)	
h_{FE}	0～1000	V_{CE}≈2.8V		I_B=10μA
DT C.O	二极管的正向压降<30Ω 蜂鸣	反向电压≈2.8V 开路电压≈2.8V		正向电流≈1mA

· 工作条件：0～40℃，存放条件：－10～50℃

· 外形尺寸：88×162×36mm^3

· 重量：340g

三、电路图

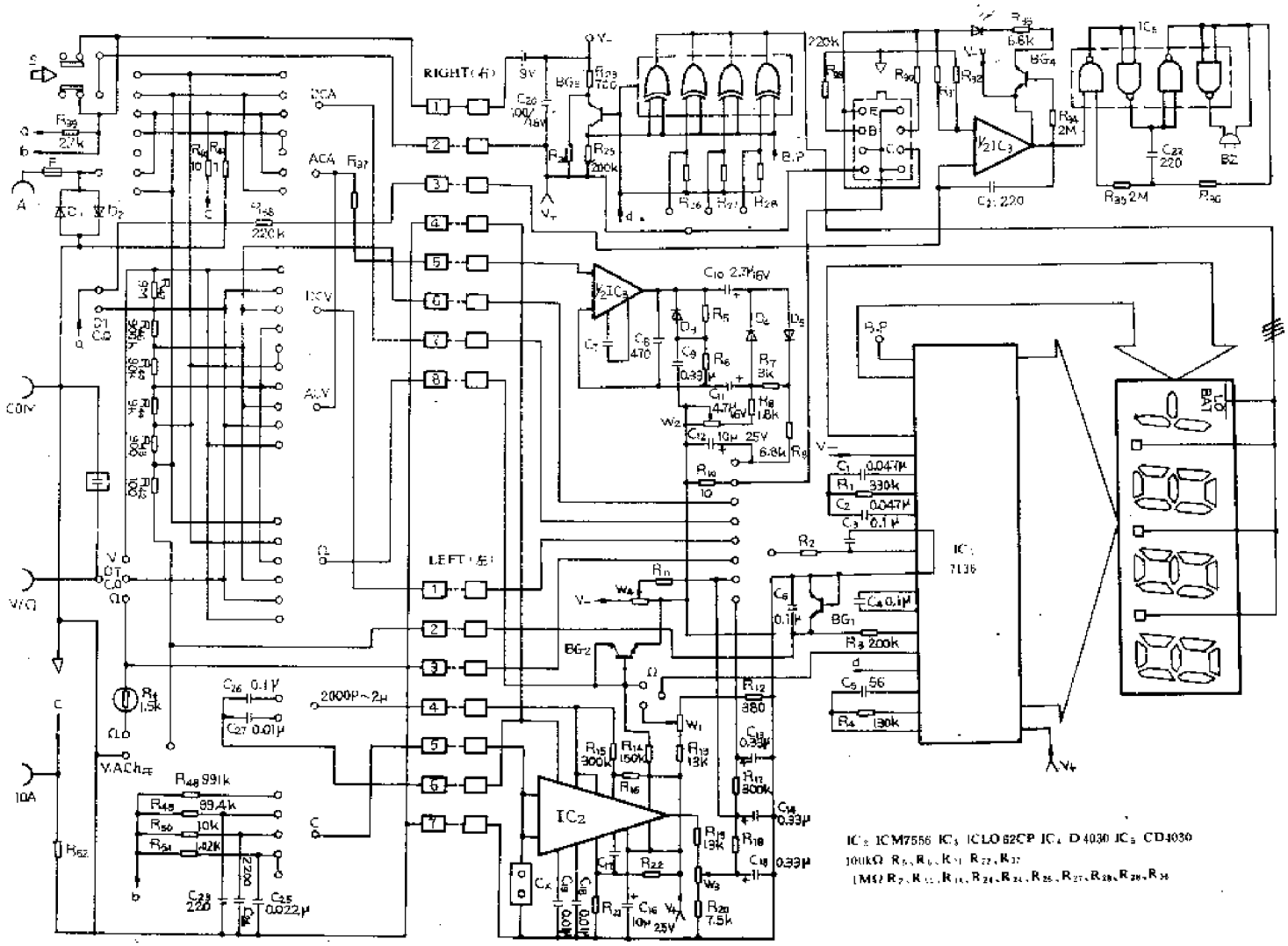
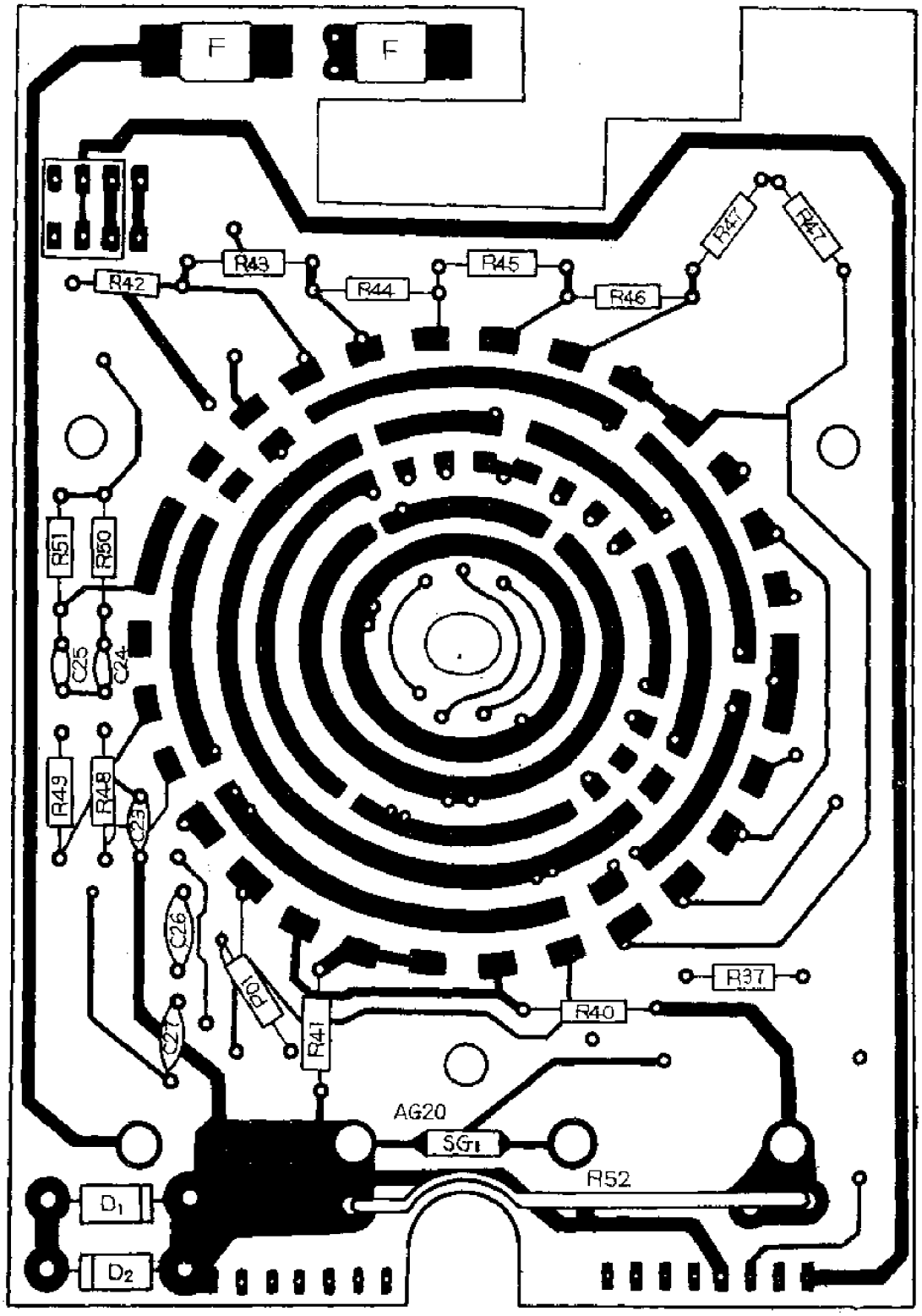


图 2-6.1　DT-890A 型数字万用电表电路原理图



(a) 输入板

图 2—6.2 DT890A 型数字万用表元件分布图

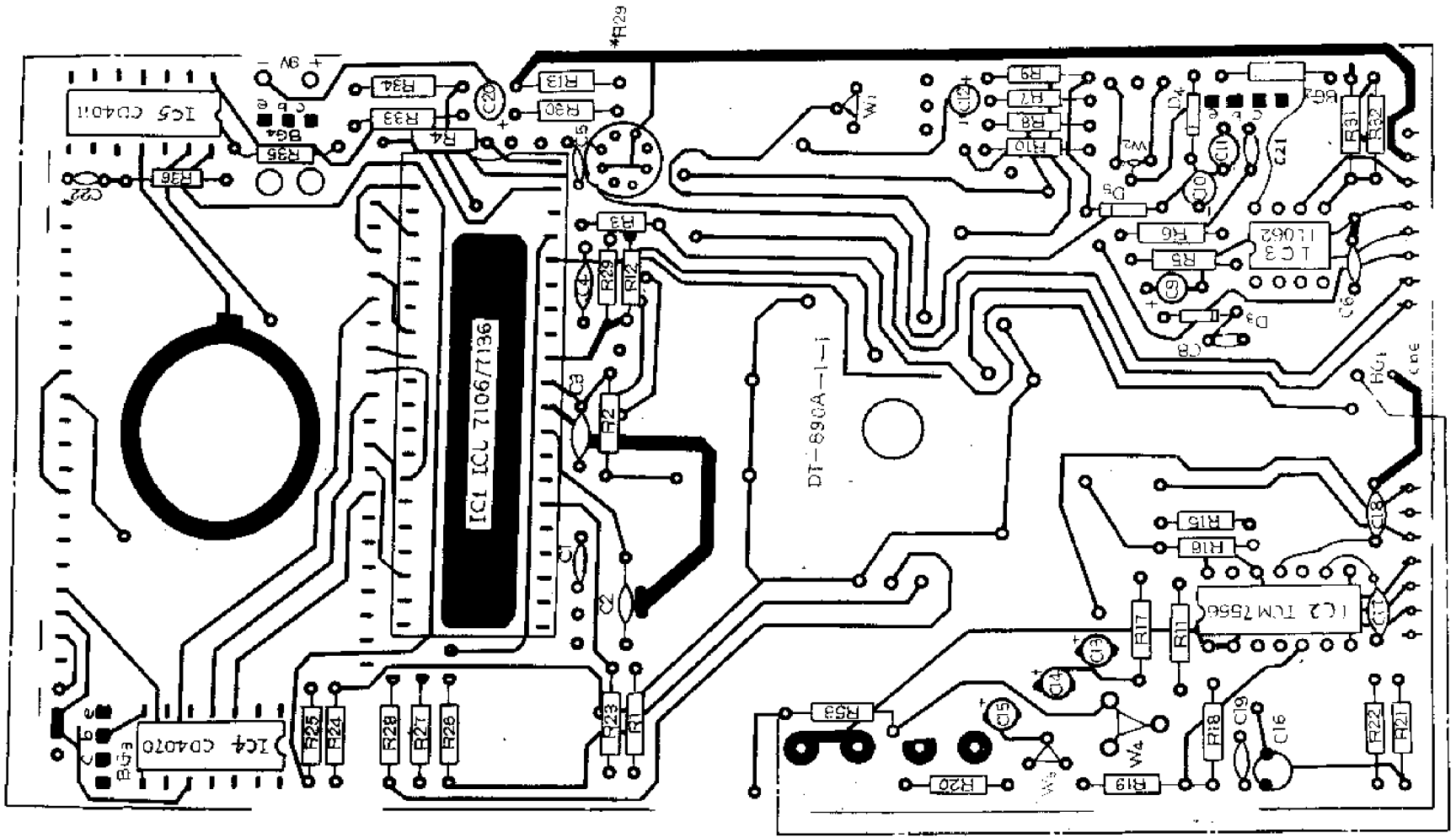


图 2-6.2　DT-890A 型数字万用电表元件分布图(续)

2-7 DT-890C 型数字万用电表

一、性能简介

DT-890C 型数字万用电表，是一种袖珍型 $3\frac{1}{2}$ 位 5 英寸液晶显示仪表，共有 9 种功能，34 档量程。可用于测量 DCV、DCA、ACV、ACA、R、S（电导）、C、h_{FE} 等参数及通断测试。还可通过 K 型（NiCr-NiAl）热电偶与仪表"V·Ω"口及"COM"口连接，测量-20～+1370℃的温度。能自动显示被测量的极性，当表内电源下降至额定电压以下时，能自动显示欠电压信号。

仪表所有量程有过载保护能力。脉冲电流限制电路在所有电阻量程允许小于或等于 500V 直流或交流（有效值）电压误入。利用低电容放电器作过压保护。一对快速动作的二极管再加上一只保险丝使所有电流量程得到很好的保护。模数变换器的输入采用过电压保护。

DT-890C 型万用电表的外壳是用 ABS 塑料制成，绝缘性能良好。箱体底部备有活动的倾斜支撑架。深藏的插座和安全引线能可靠地保护使用者。

二、主要技术数据

·测量范围及精确度

项目	测量范围	输入阻抗及电压降	精确度	备注
DCV	200mV, 2V, 20V 200V,1000V	10MΩ	±(0.25%r+1d)	实际抗干扰能力：在 60Hz 时为 100dB.响应时间：<1s
DCA	200μA, 2mA, 20mA	0.25V	±(0.5%r+1d)	
	200mA	0.25V	±(0.75%r+1d)	
	2000mA	0.75V	±(2%r+5d)	
	10A	0.30V	±(2%r+5d)	
ACV	200mV,2V, 20V,200V 750V	10MΩ (100pF) 200mV 除外	±(0.5%r+5d)	频率范围：45～500Hz 响应时间：1s
			±(1%r+5d)	
ACA	200μA,2mA 20mA,200mA	0.25V	±(0.75%r+5d)	
	2000mA	0.75V	±(2%r+5d)	
	10A	0.30V	±(2%r+5d)	
R	200Ω(2k)		±(0.5%r+3d)	开路电压：2.8V 包括 2k 档
	2kΩ,20kΩ 200kΩ		±(0.3%r+1d)	开路电压：500mV(不包括 2k 档)
	2MΩ		±(0.75%r+2d)	开路电压：500mV
	20MΩ		±(0.25%r+5d)	同上
T	-20～150℃		±(3℃+1d)	
	～1370℃		±(3%r)	
C	200pF 2μF,20μF		±(1.5%F.S.+5d) ±(2%F.S.+5d)	精确度式中的 F.S.表示满度值
S	200nS		±(1.5%r+10d)	

· 通断测试

电阻范围：约200Ω以下时发出蜂鸣；响应时间：100ms。

· 二极管测试

测试电压：2.8V；最大测试电流：3mA。

· 三极管测试

h_{FE}范围：0～1000；对象：NPN或PNP；测试状态：10μA、2.8V。

· 存放环境：−15～50℃

· 工作环境：RH＜80%时，最高温度是35℃，RH＜70%时，最高温度为50℃。

· 电池显示：当电池使用容量已不足20%时，会显示"LO−BAT"。

· 外形尺寸：170×87×42mm³

· 重量：382g

三、电路图

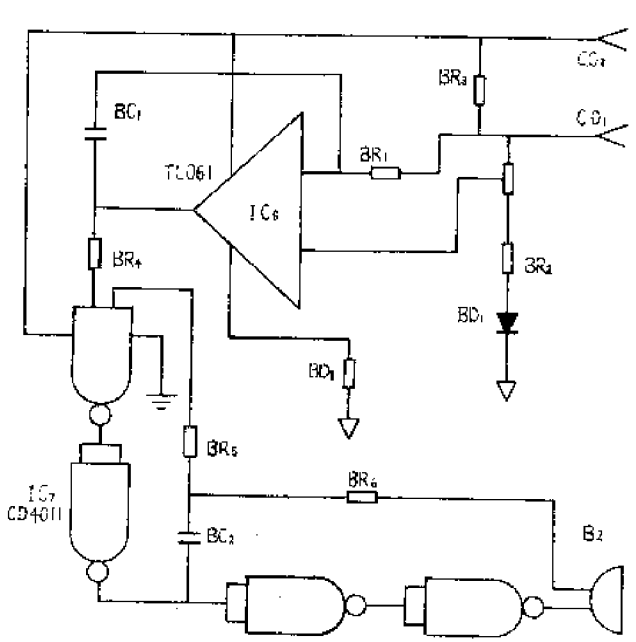
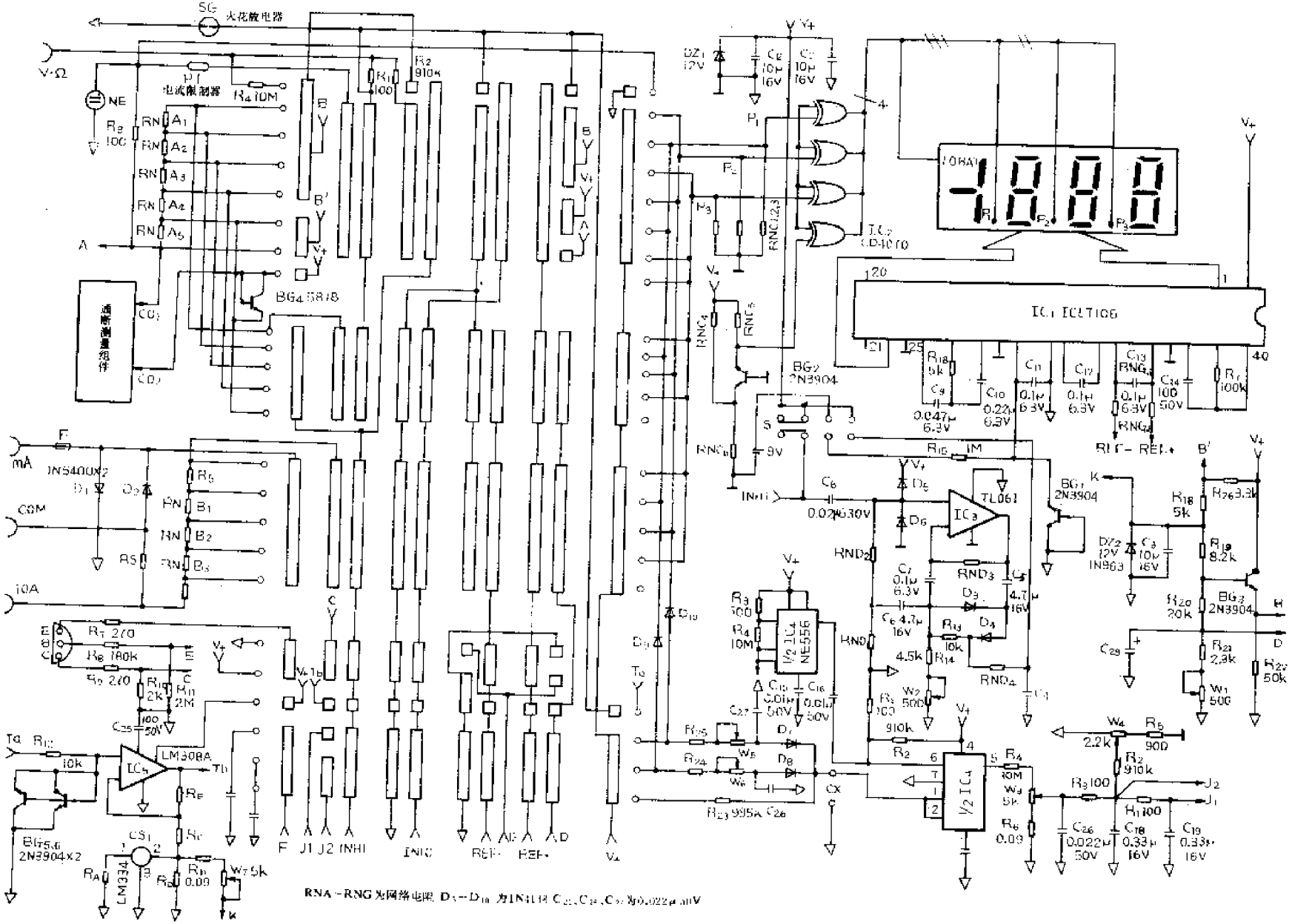


图 2-7.2　DT−890C 型表 通断测试组件



RNA～RNG为网络电阻 D_1～D_{10} 为1N4148 C_{21},C_{24},C_{25}为0.022μ 50V

图 2-7.1 DT-890C 型数字万用电表电路原理图

2-8 HD100／HD110型数字万用电表

一、性能简介

HD100／HD110型数字万用电表，是一种$3\frac{1}{2}$液晶显示仪表。它具有7种功能、29档量程，可以测量DCV、ACV、DCA、ACA、R、DT等参数。HD100型设有通断测试档，HD110型没有这一档。HD100型可测电流为2A，HD110型可测电流为10A。所有量程和功能变换，均通过一只选择开关来完成。

HD100／HD110型万用电表可以象模拟万用表一样迅速和简单地测量大于等于0.01μF的电容器。在电路故障检查中，测试电容器是否短路或开路特别方便。在检查故障二极管或三极管时，DT档的判别准确程度优于其它同类仪表。

HD100／HD110型万用电表的所有量程都有过载保护。电阻量程使用了硅二极管和三极管作输入保护，电流量程除10A档外，受熔断器保护。电压和电阻量程在 10μs 时间内，能承受6kV高压。

二、主要技术数据

· 测量范围及精确度

项目	测量范围	输入阻抗及电压降	精确度	备注
DCV	200mV 2V, 20V, 200V 1500V	22MΩ	±(0.25%r+1d)	过载保护: DC 1500V 或 AC 1500Vp
ACV	200mV 2V, 20V, 200V 1000V	2.2MΩ 并联电容:75pF	±(0.75%r+3d)	频率:45Hz～2～5～10kHz 过载保护:200mV档为450V(<5s) 其余为1000V，1500Vp 1500V
DCA	200μA, 2mA 20mA, 200mA	250mV	±(0.75%r+1d)	过载保护: 2A(600V)。10A档无保险，但可输入20A(30s内)。HD100没有10A量程
	2A	700mV		
	10A	250mV	±(1.5%r+1d)	
ACA	200μA, 2mA 20mA, 200mA	250mV	±(1.5%r+3d) 频率: 45～2000Hz	同上
	2A	700mV		
	10A	250mV	±(2.0%r+3d)	
R	200Ω, 2kΩ, 20kΩ, 200kΩ, 2MΩ	0.5V	±(0.5%r+1d)	过载保护: 600V, 20MΩ 量程的响应时间小于4s, 其余小于1s
	20MΩ	0.5V	±(1.5%r+1d)	
DT	0～2V		±(0.25%r+2d)	测试电流:2mA 过载保护:600V

· 最高接入电压：1500V或$1500V_p$

· 存放环境：−40～+65℃

· 工作条件：当RH小于80%时，0～35℃；当RH小于70%时，0～50℃。

· 电池寿命

碱性电池可连续使用2000小时，

锌−碳电池可连续使用1600小时。

当电池寿命剩余 200 小时时，十进制标点闪烁。

· 外形尺寸：$178 \times 39 \times 51 mm^3$

· 重量：543g（包括电池）

三、电路图

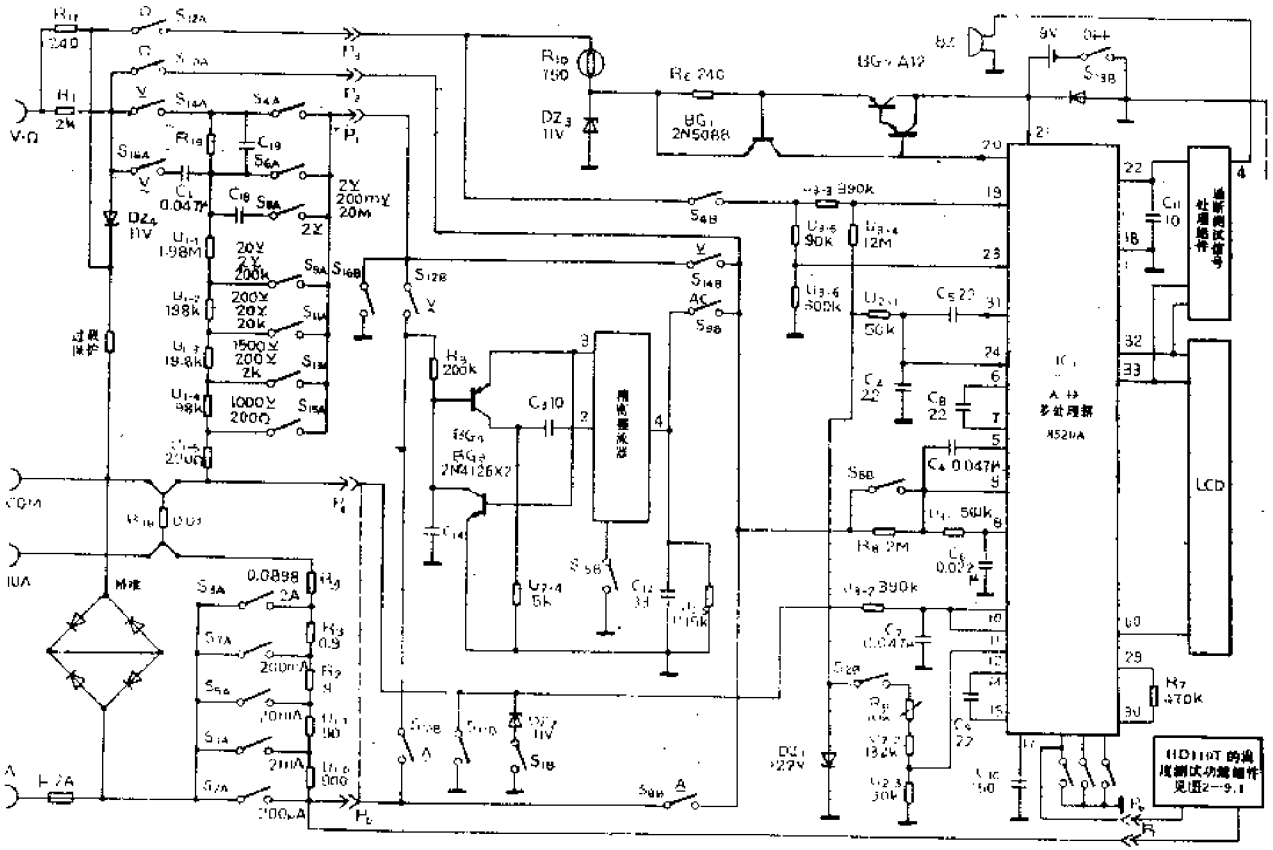
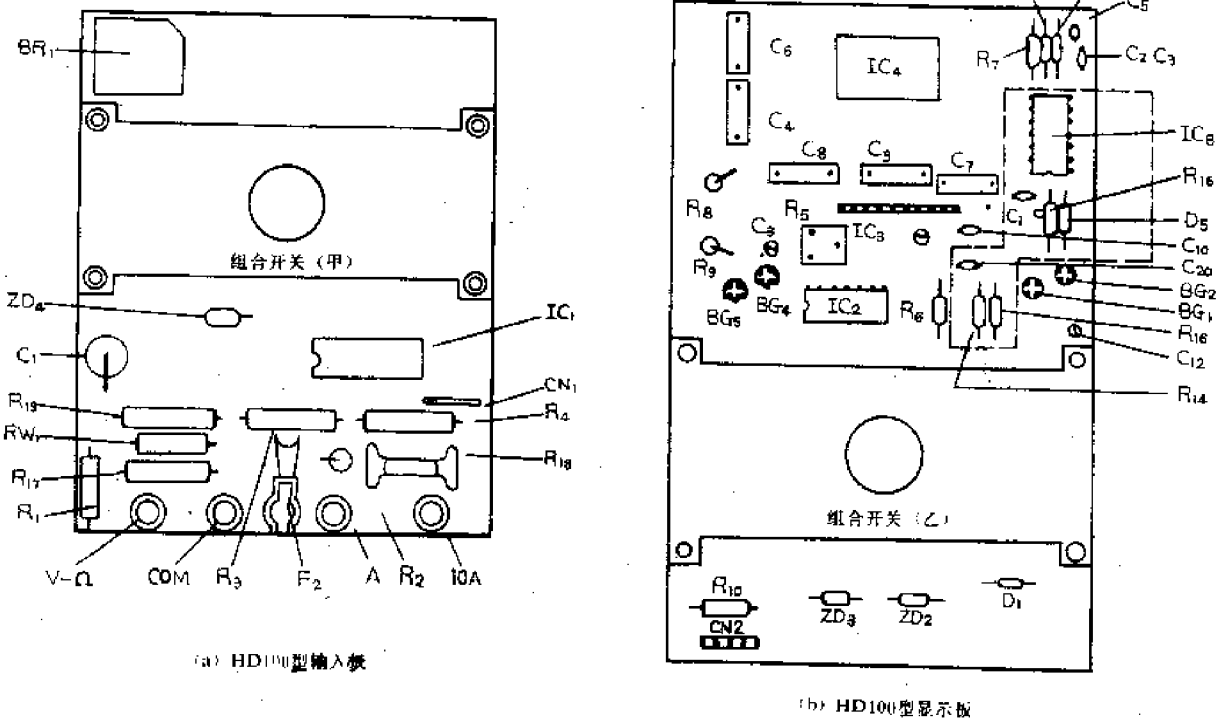
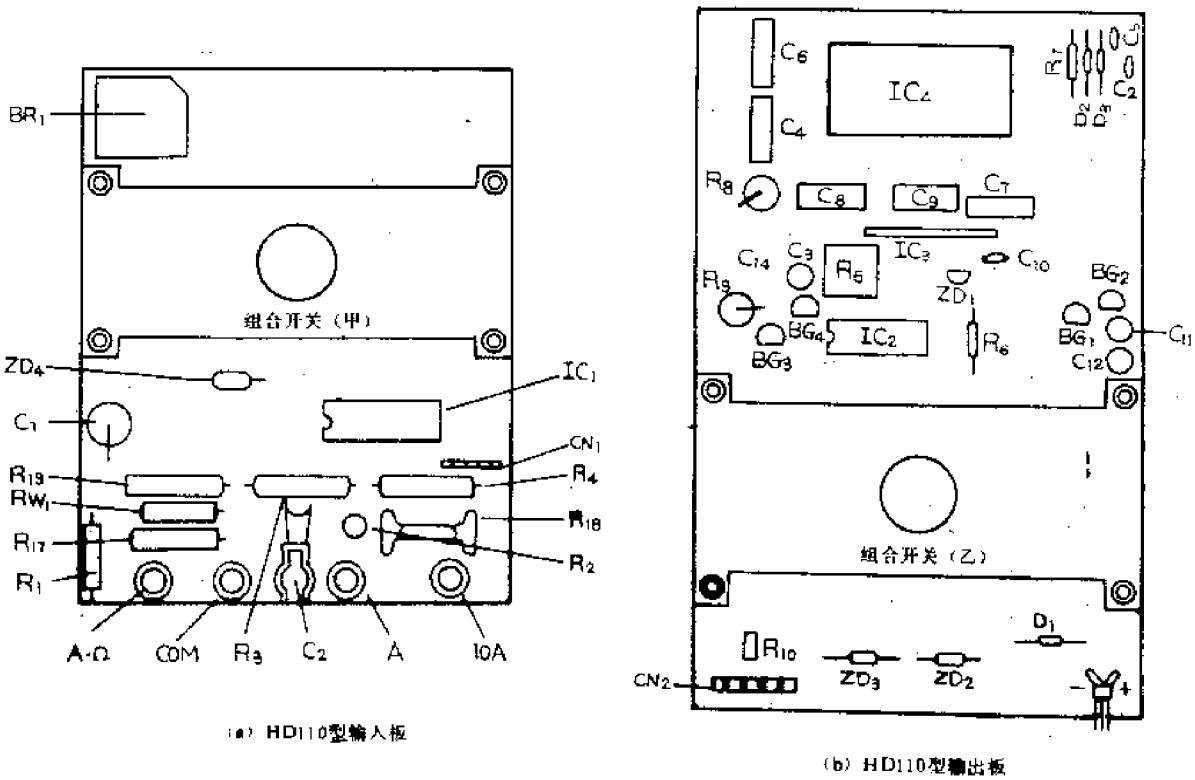


图 2-8.1　HD100 / HD110 型万用电表电路原理图



(a) HD100型输入板　　(b) HD100型显示板

图 2-8.2　HD100 型表元器件位置图



(a) HD110型输入板　　(b) HD110型输出板

图 2-8.3　HD110 型表元件位置图

2-9 HD110T 型数字万用电表

一、性能简介

HD110T 型数字万用电表是在 HD110 型数字万用电表的基础上，增加一项温度测试功能所构成。除了温度测试功能外，其它部分的性能特点均与 HD110 型数字万用电表相同。

二、主要技术数据

测量范围及精确度

DCV、DCA、ACV、ACA、R、DT 等参数的测量范围及精确度均与 HD110 型表相同。

温度测量范围及精确度如表所示。

项目	测量范围	精确度	备注
T (℃)	-20～-1℃ 0～300℃ 301～400℃ 401～600℃ 601～1260℃	±4℃ ±3℃ ±(1%r+2℃) ±(2%r+3℃) ±(3%r)	K 型热偶 小型或超小型连接器
T (°F)	-4～31°F 32～572°F 573～800°F 801～1000°F 1001～1999°F	±6°F ±5°F ±(1%r+2°F) ±2%r ±3%r	同上

三、电路图

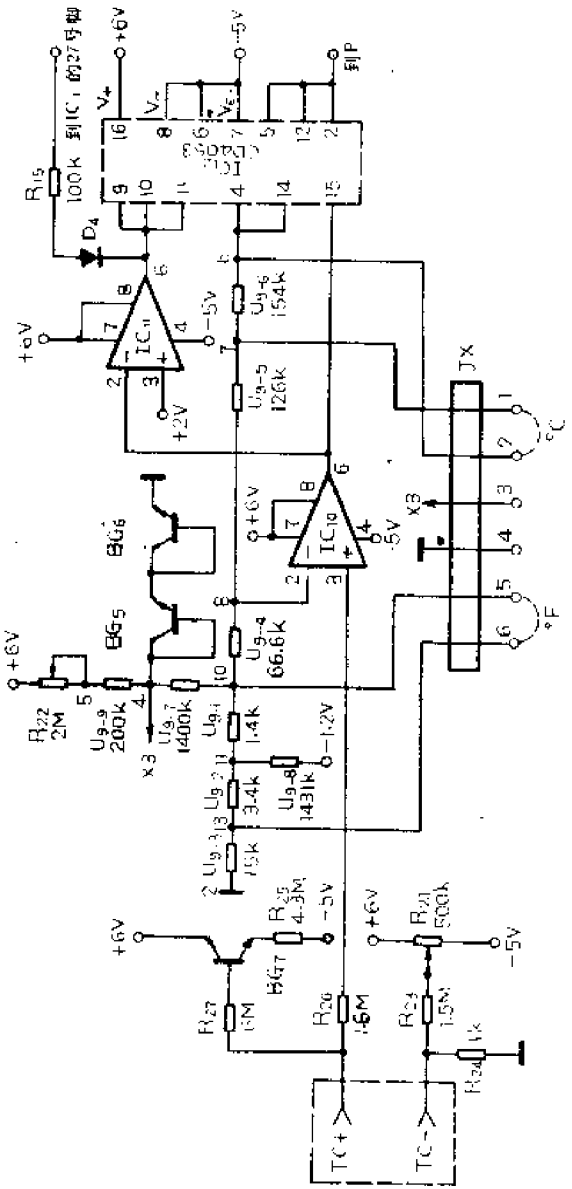
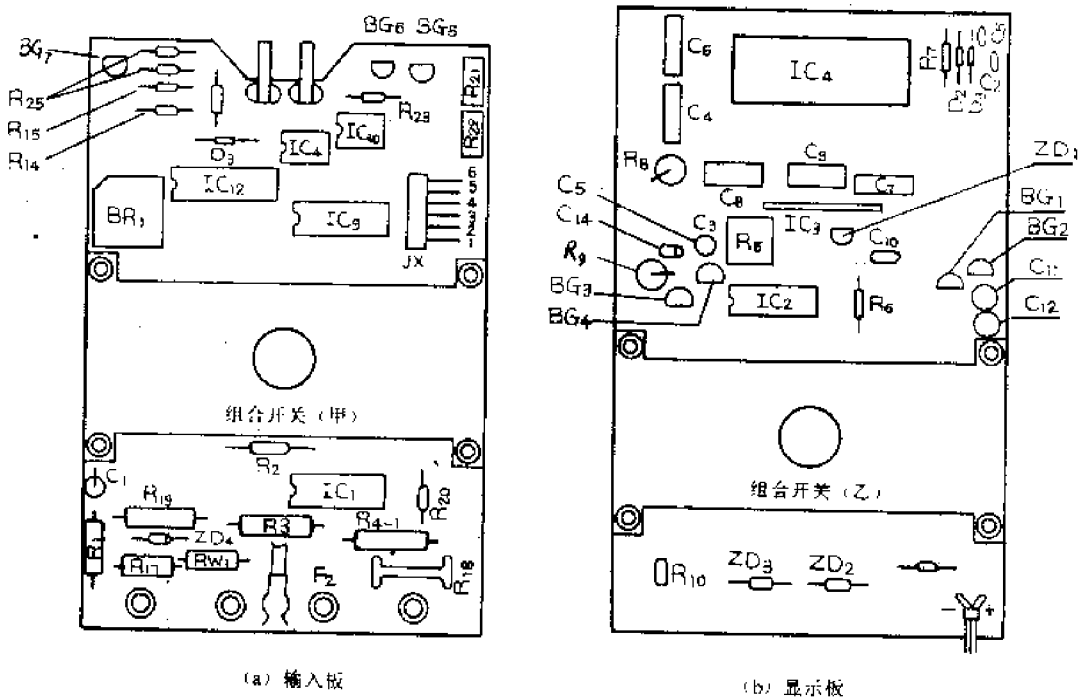


图 2-9.1 温度测试功能电路原理图

HD110T 型数字万用电表与 HD110 型数字万用电表电路原理图相同。



（a）输入板　　（b）显示板

图 2-9.2　HD110T 型万用电表元器件位置图

2-10 HD130 型数字万用电表

一、性能简介

HD130 型数字万用电表是一种袖珍便携式 $3\frac{1}{2}$ 液晶显示仪表，是同类数字万用电表中的佼佼者。它除了具有 HD100／HD110 型数字万用电表的特性外，还具有准确测量复杂信号的功能。

交流变换器用在一般仪表中叫“平均值响应”，交流有效值由第一次整流和滤波获得的平均值乘上一个 1.11 的系数得到。在测量非奇异性波形时，系统误差的出现是由平均值与有效值之间的修正系数不同所引起。一般波形的系统干扰和失真所引起的修正系数可以计算出来，但复杂波型的修正系数很难获得。使用普通仪表无法对复杂波形进行测量，而使用附有“有效值响应”变换器的 HD130 型数字万用电表，很容易直接测量。

不同类型变换器都被它们各自的频率响应和输入量程所限制。HD130 表内转换器的转换精度为 3dB，通频带为 100kHz，除非系统谐波分量超过 100kHz，否则，测量复杂信号不受通频带的影响。

二、主要技术数据

·测量范围及精确度

项目	测量范围	输入阻抗及电压降	精确度	备注
DCV	200mV 2V, 20V,200V 1500V	22MΩ	±(0.1%r+1d)	过载保护： 1500V 或 1500Vp
ACV	200mV 2V,20V,200V 1000V	2.2MΩ 并联电容： 75pF	±(0.6%r+3d)	45Hz～ 2kHz～ 5～10～20kHz 过压保护： 200mV 档为 500V,其余为 1000V,1500V, 1500Vp
DCA	200μA,2mA 20mA,200mA	250mV	±(0.35%r+1d)	过载保护： 2A(600V)，10A 档无保险，但允 许输入 20A 时 间小于 30s
	2A	700mV		
	10A	250mV	±(1.0%r+1d)	
ACA	200μA,2mA 20mA,200mA	250mV	±(0.9%r+3d)	同上
	2A	700mV		
	10A	250mV	±(1.5%r+3d)	
DT	0～2V		±(0.1%r+2d)	测试电流:2mA 过载保护:600V
R	200Ω,2kΩ,20kΩ 200kΩ,2MΩ	0.5V	±(0.2%r+1d)	过载保护:600V 响应时间:20MΩ 量程为＜4s,其 余为＜2s
	20MΩ	0.5V	±(1.0%r+1d)	

·HD130 型表的存放环境、工作条件、最高接入电压、电池寿命、外形尺寸、重量等均与 HD100／HD110 型表相同，此略。

三、电路图

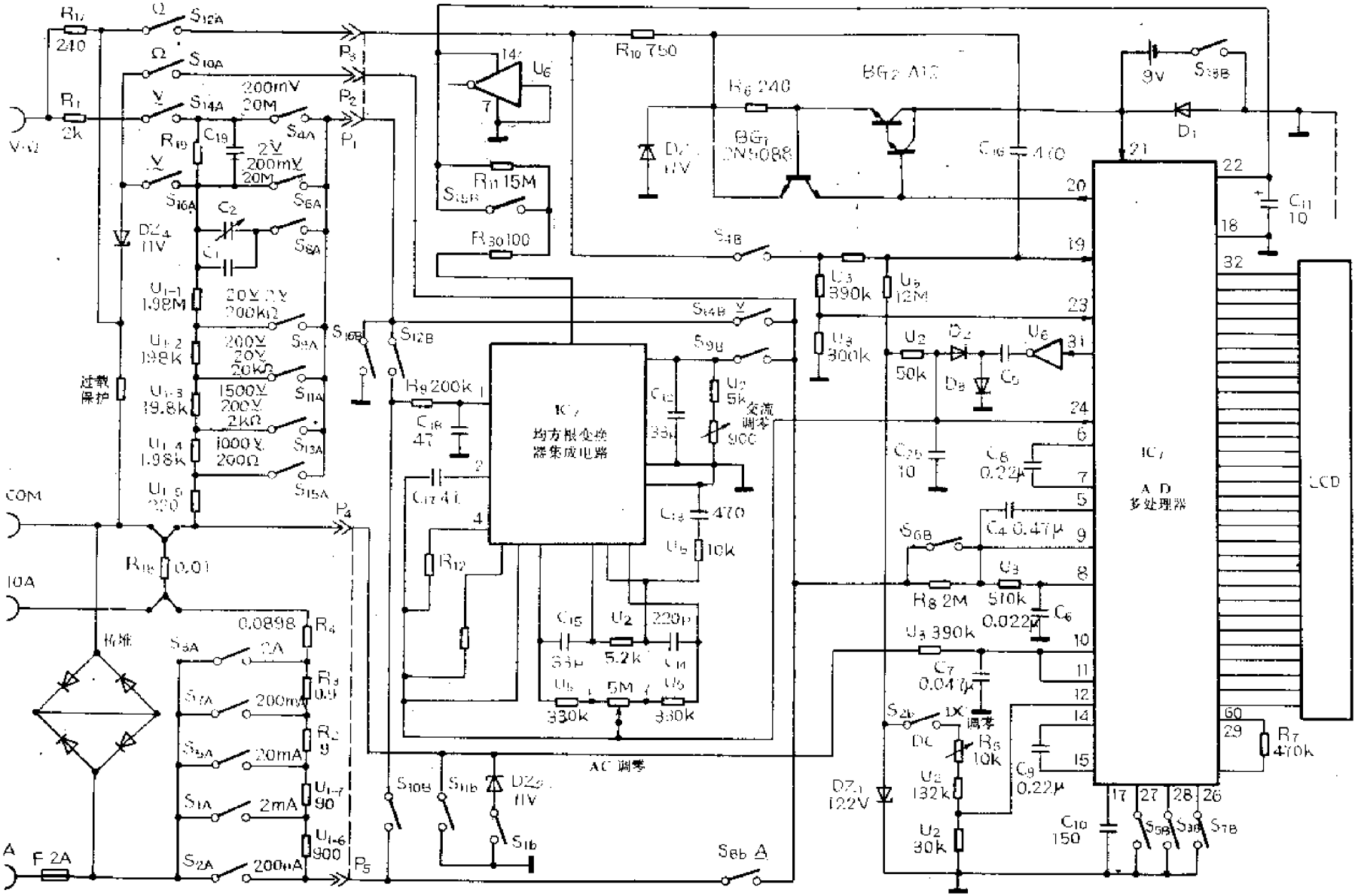
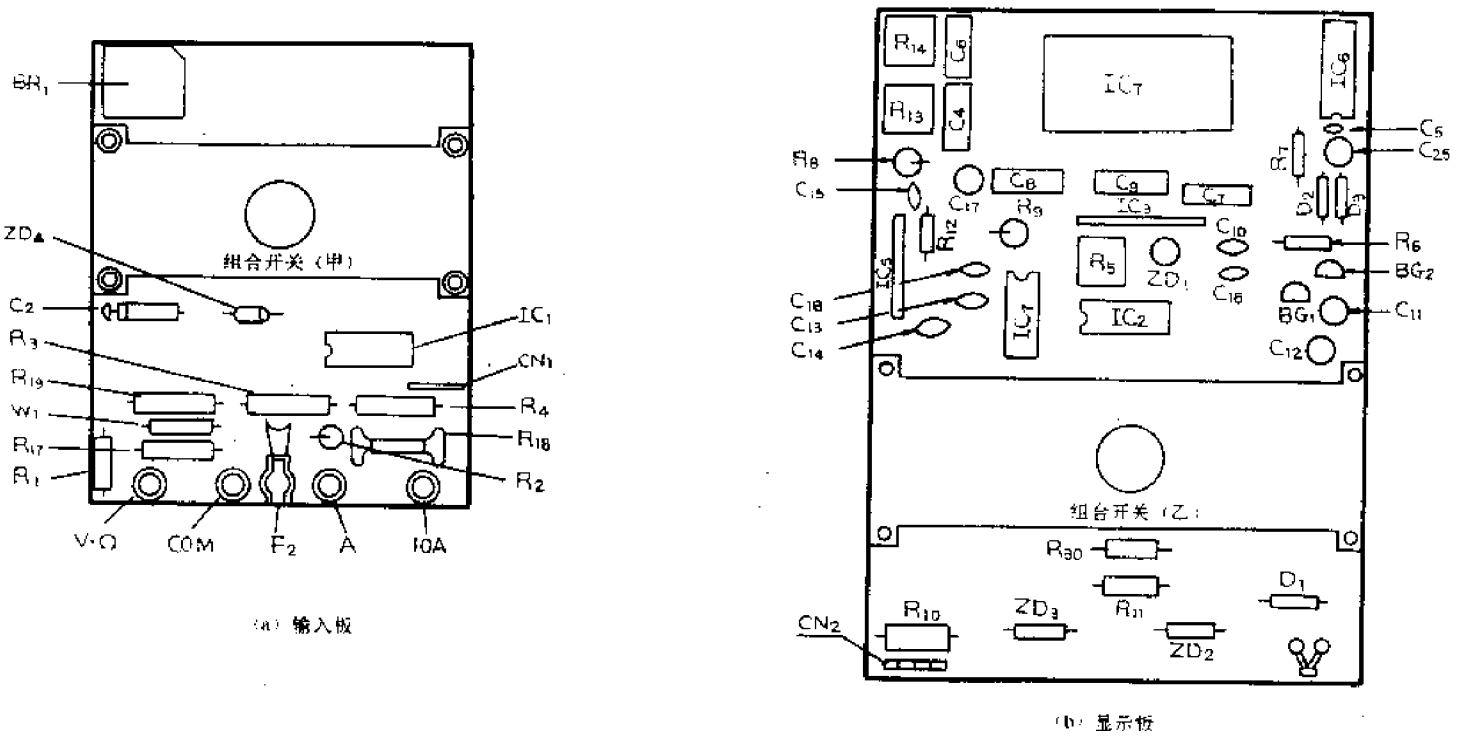


图 2-10.1　HD130 型万用电表电路原理图



（a）输入板　　（b）显示板

图 2-10.2　HD130 型表元器件位置图

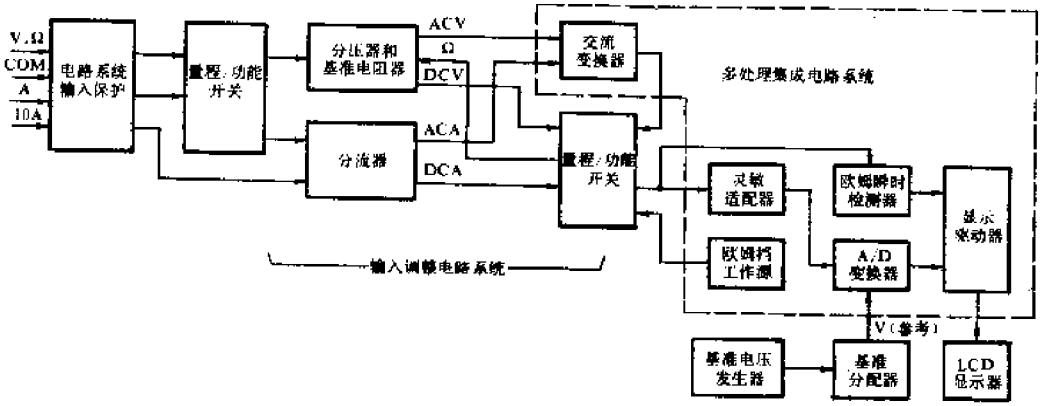


图 2-10.3　HD130 型表线路简化框图

2-11 GDM-8045 型数字万用电表

一、性能简介

GDM-8045 型数字万用电表是一种可携带台式的 $4\frac{1}{2}$ 位 LED 显示仪表。这种万用电表能够测量 10μV～1200V 的直流电压和 10mV～1000V 的交流电压或交直流叠加的有效值；10nA～20A 的直流电流和 10μA～20A 的交流电流或交直流叠加的有效值；10MΩ～20MΩ 的电阻值及二极管测试。具有自动调零、超程溢出显示、瞬时过载保护等功能。

二、主要技术数据

· 测量范围及精确度

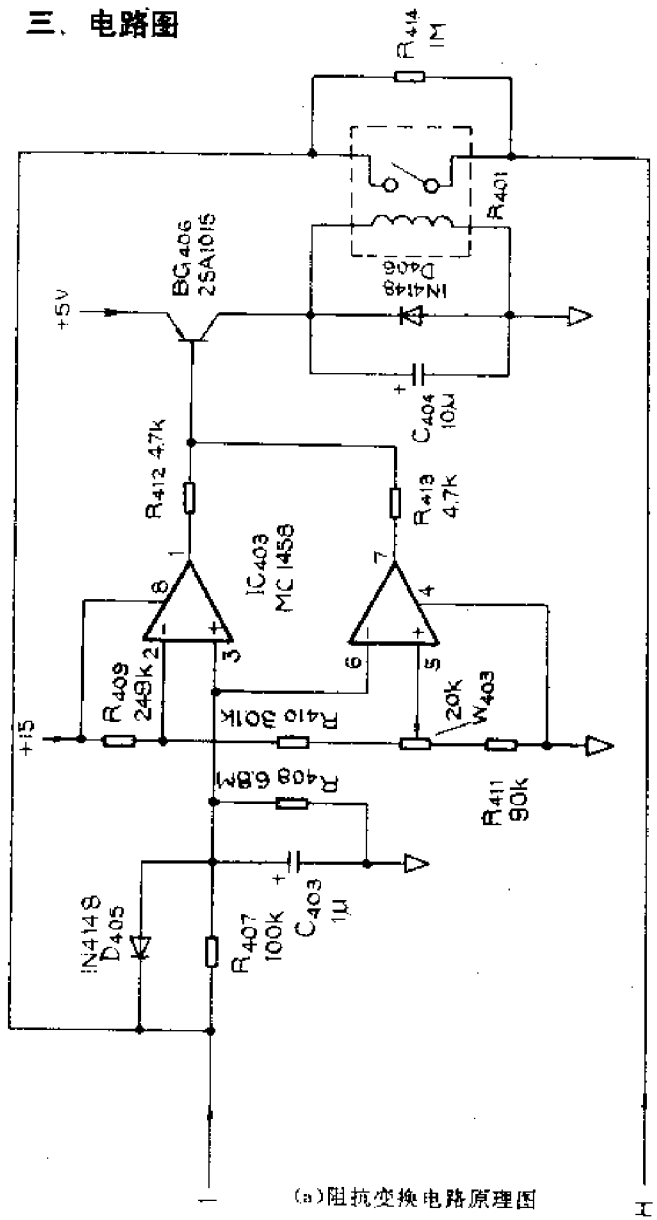
项目	测量范围	精确度	输入阻抗及电压降	备注
DCV	200mV, 2V, 20V 200V,1000V	±(0.03%r+4d)	10MΩ <100 pF	最大允许输入:1200VDC 或 1200V 峰值
ACV	10～200mV,0.1～2V,1～20V,10～200V,100～1000V	±(0.5%r+15d)		
DCA	200μA,2mA, 20mA,200mA 2000mA,20A	±(0.2%r+2d) ±(0.3%r+2d)	0.3V 0.9V	20A 量程没有过载保护,其余均有保险丝保护
ACA	10～200μA,～2～ 20～200～ 2000mA～20A	±(0.5%r+15d)	0.3V 0.9V	F=45～2000Hz
R	200Ω 2k、20k、200kΩ 2000k、20M	±(0.1%r+4d) ±(0.1%r+2d) ±(0.25%r+2d)	0.2V 2 2	过载保护:250V

· 工作条件：0～50℃，存放条件：−40℃～+70℃

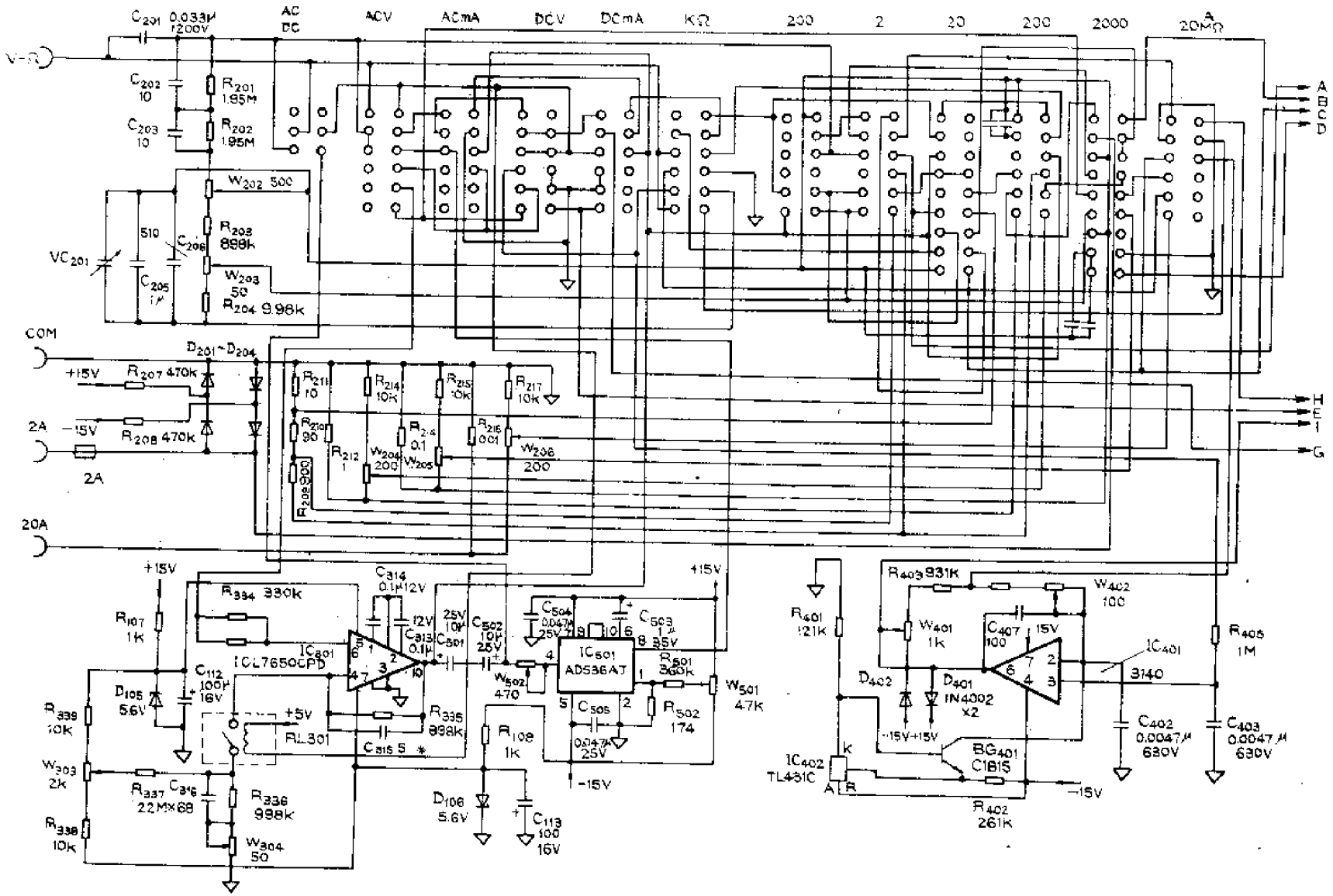
· 外形尺寸：237×85×284mm³

· 重量：1.4kg

三、电路图

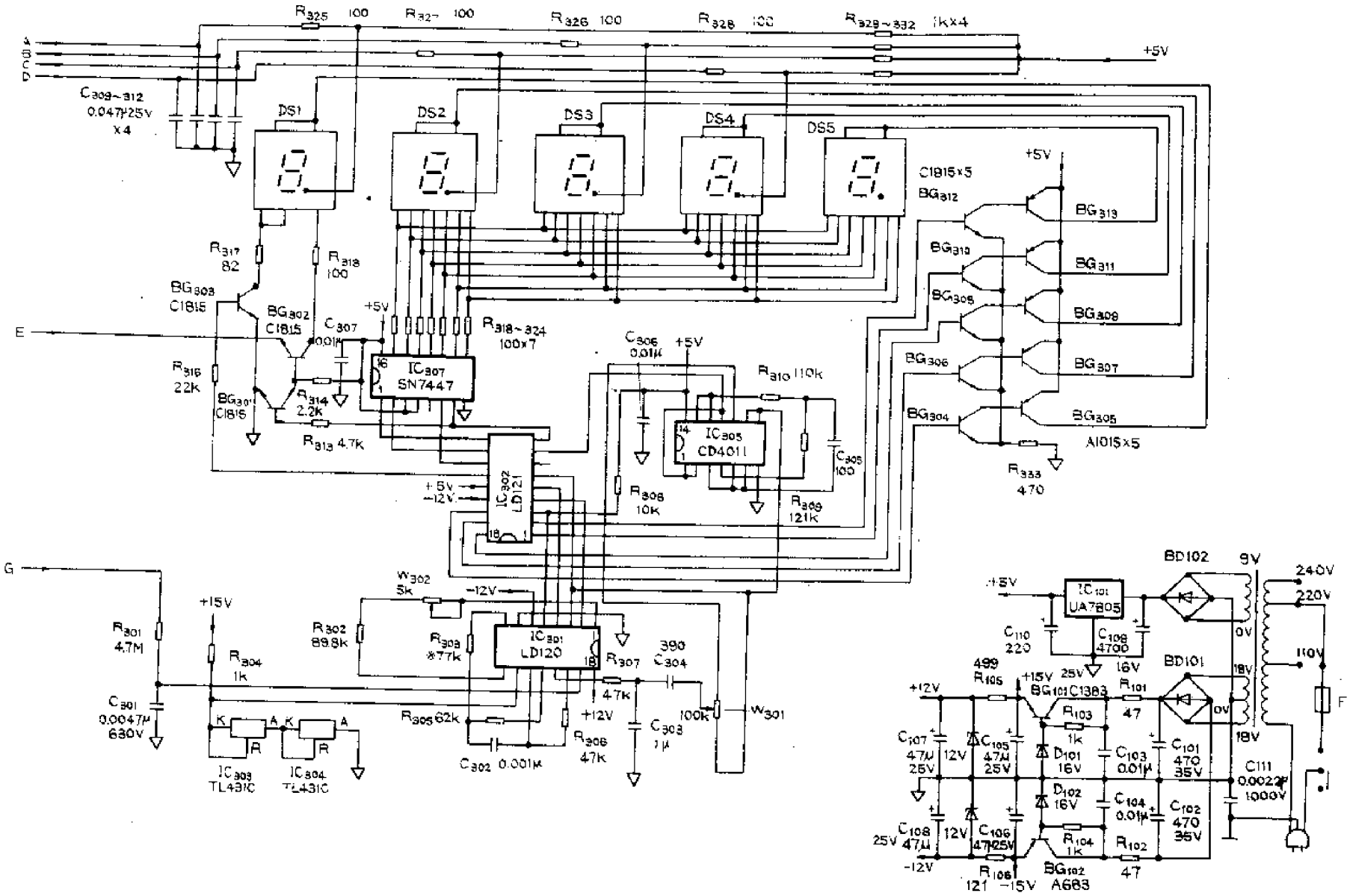


(a)阻抗变换电路原理图



(b)输入部分电路原理图

图 2—11　GDM—8045型数字万用电表电路原理图



（C） 显示部分电路原理图

图 2-11 GDM-8045 型数字万用电表电路原理图（续）

2-12 M3800 型数字万用电表

一、性能简介

M3800 型袖珍便携式 $3\frac{1}{2}$位数字万用电表，采用 CMOS 双向斜坡 A／D 变换器，能自动调零、极性选择和超程指示，完全具备过载保护。通过操作 30 位功能和量程选择开关，可实现 DCV、ACV、DCA、ACA、R、DT、h_{FE} 和 O.C 测试。

二、主要技术数据

· 测量范围及精确度

项目	测量范围	输入阻抗及电压降	精确度	备注
DCV	200mV 2V、20V、200V 1000V	10MΩ	±(0.5%r+1d)	过载保护： 1000V 1000Vp
ACV	200mV	10MΩ	±(1.2%r+3d)	过载保护： 300V，15s 内
	2V、20V、200V		±(0.8%r+3d)	频率： 40Hz～1kHz 过载保护： 1000Vp 或 750V
	700V	10MΩ	±(1.2%r+3d)	
DCA	200μA	200mV	±(0.5%r+1d)	过载保护： 2A／250V
	2mA、20mA		±(0.5%r+1d)	
	200mA、2A		±(1.2%r+1d)	
	10A		±(2.0%r+5d)	10A 无保险丝，允许输入 20A（<15s）
ACA	200μA	200mV	±(1.0%r+3d)	频率： 40～1000Hz 过载保护： 2A／250V 指示：平均值
	2mA、20mA		±(1.0%r+3d)	
	200mA、2A		±(1.8%r+3d)	
	10A		±(3.0%r+7d)	
R	200Ω	<700mV	±(0.5%r+3d)	过载保护： 200Ω 档为 200V，其它各档为 500V
	2kΩ、20kΩ 200kΩ、2MΩ		±(0.3%r+1d)	
	20MΩ		±(1.0%r+2d)	
DT C.O	二极管正向压降 <30Ω 蜂鸣	正向电流≈1mA		反向电压：2.8V 开路电压：2.8V
h_{FE}	0～1000	V_{CE}≈2.8V		I_B≈10μA

· 外形尺寸：88×172×36mm³

· 重量：340g

三、电路图

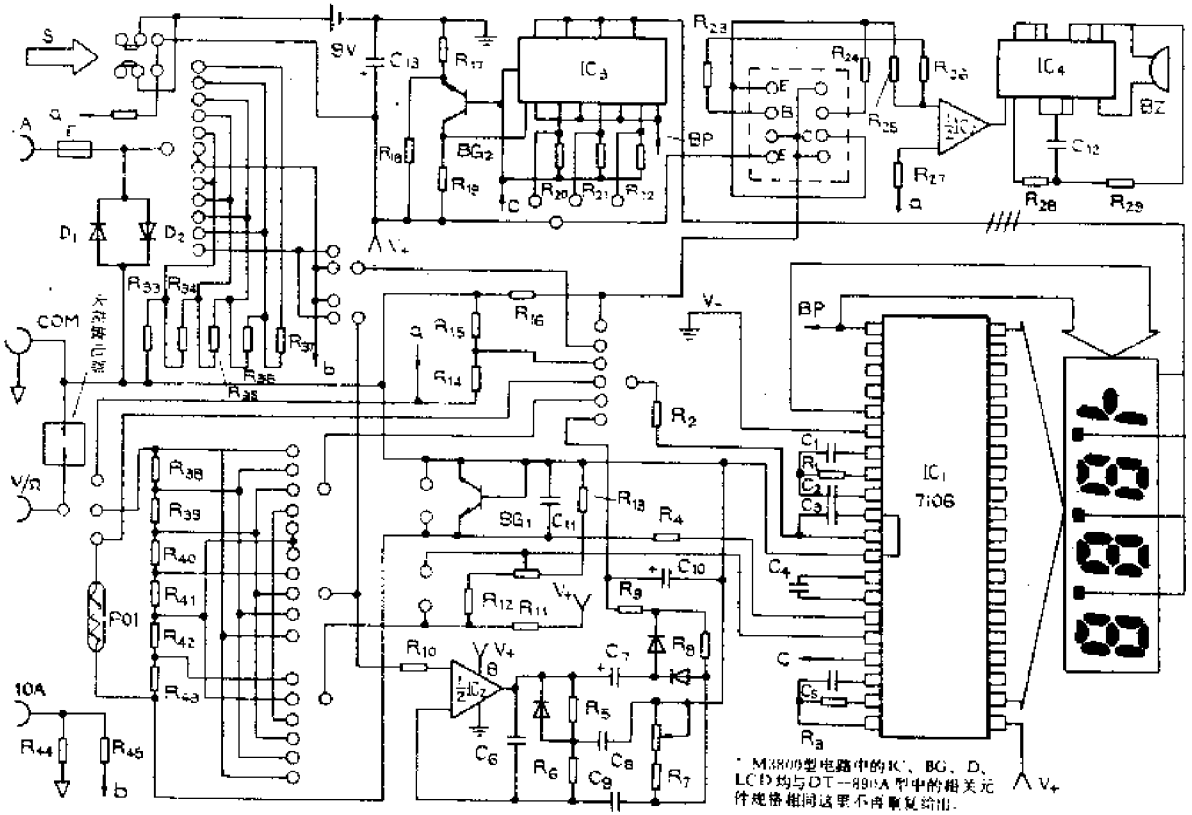


图 2-12　M3800 型数字万用电表电路原理图

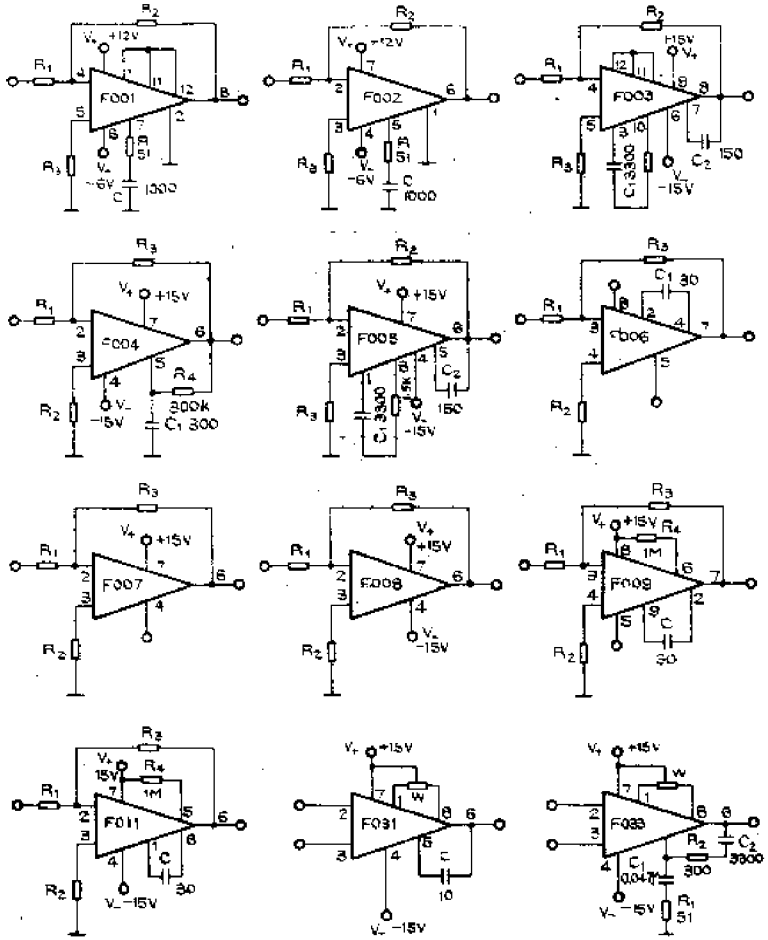
附录1　各型$3\frac{1}{2}$位双积分A/D转换器主要参数表

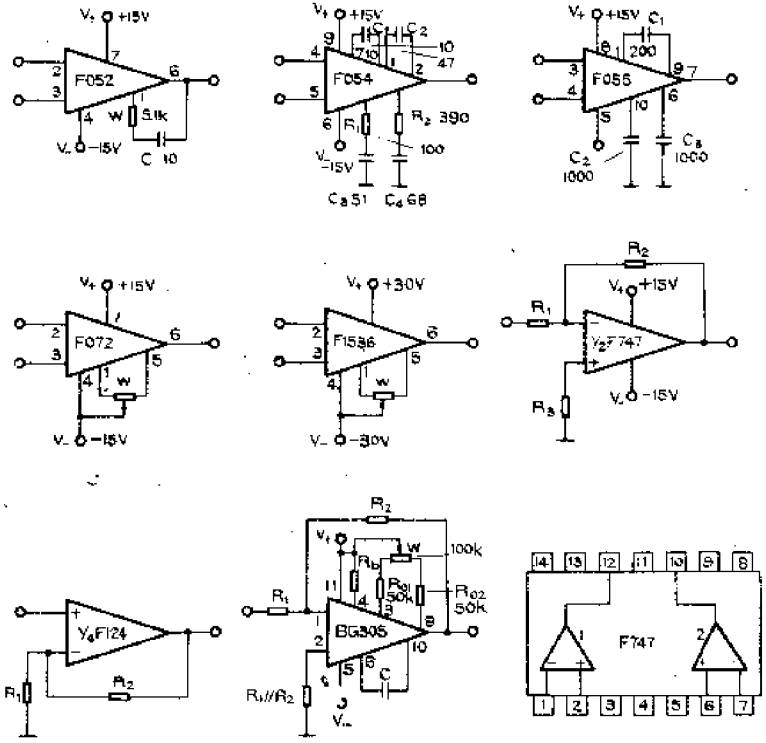
型　号		7106	7107	7116	7117	7126	7136	14433*	单位
精度	非线性	±1	±1	±1	±1	±1	±1	±1	字
	零输入读数	±0000	±0000	±0000	±0000	±0000	±0000	±0000	读数
	比例读数	±1000	±1000	±1000	±1000	±1000	±1000	±1000	读数
稳定性	失调温漂	1	1	1	1	1	1		μA/℃
	增益温漂	5	5	5	5	5	5		ppm/℃
A/D转换速率		1~15	1~15	1~15	1~15	1~3	1~3	4~10	1/s
模拟输入	电压范围	0.2~2	0.2~2	0.2~2	0.2~2	0.2~2	0.2~2	0.2~2	V
	阻抗	10^{10}	10^{10}	10^{13}	10^{11}	10^{10}	10^{10}	10^{9}	Ω
	噪声	15	15	15	15	15	15		μV
A/D转换准确度		±0.05%±1个字							–
数据保持		–	–	可以保持	可以保持	–	–	可以保持	–
数字输出	驱动形式	LCD	LED	LCD	LED	LCD	LCD	LED	–
	驱动电平	交流4~6	TTL/CMOS	交流4~6	TTL/CMOS	交流4~6	交流4~6	TTL/CMOS	V
电源	电压	+9	±5	+9	+5	+9	+9	+5	V
	电流	1.8	1.8	1.8	1.8	0.1	0.1	1.6	mA
基准电压源		2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.5(外基准)	V

型　号	7106	7107	7116	7117	7126	7136	14433*	单位
国外型号	ICL 7106	ICL 7107	ICL 7116	ICL 7117	ICL 7126	ICL 7136	MC 14433	–
国标型号	CC 7106	CC 7107	–	–	–	–	CC 14433	–
厂标型号	CH 7106	CH 7107	CH 7116	CH 7117	DG 7126	–	5G14433	–

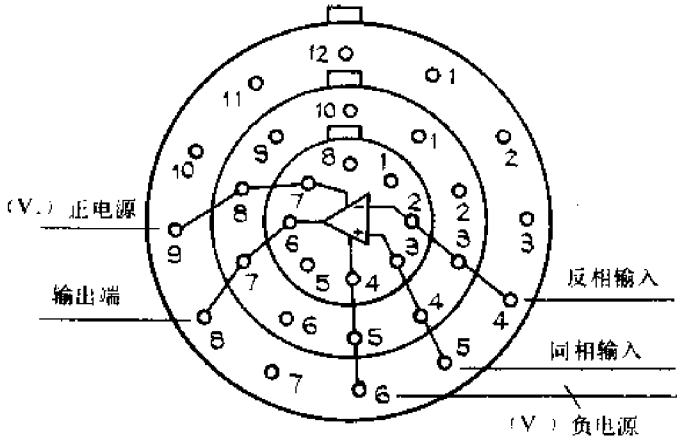
* ICL系列是美国美特西尔（INTERSIL）公司产品，MC14433是美国莫托洛拉（MOTOROLA）半导体公司产品，CH系列是上海无线电十四厂产品，5G14433是上海元件五厂产品，DG7126是北京八七八厂产品。

附录 2　部分集成运算放大器典型接线图

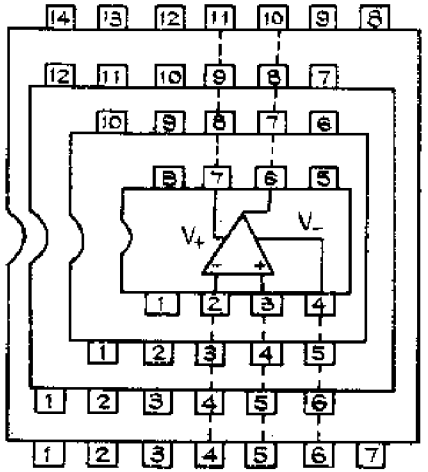




附录 3　集成电路处引线脚编号

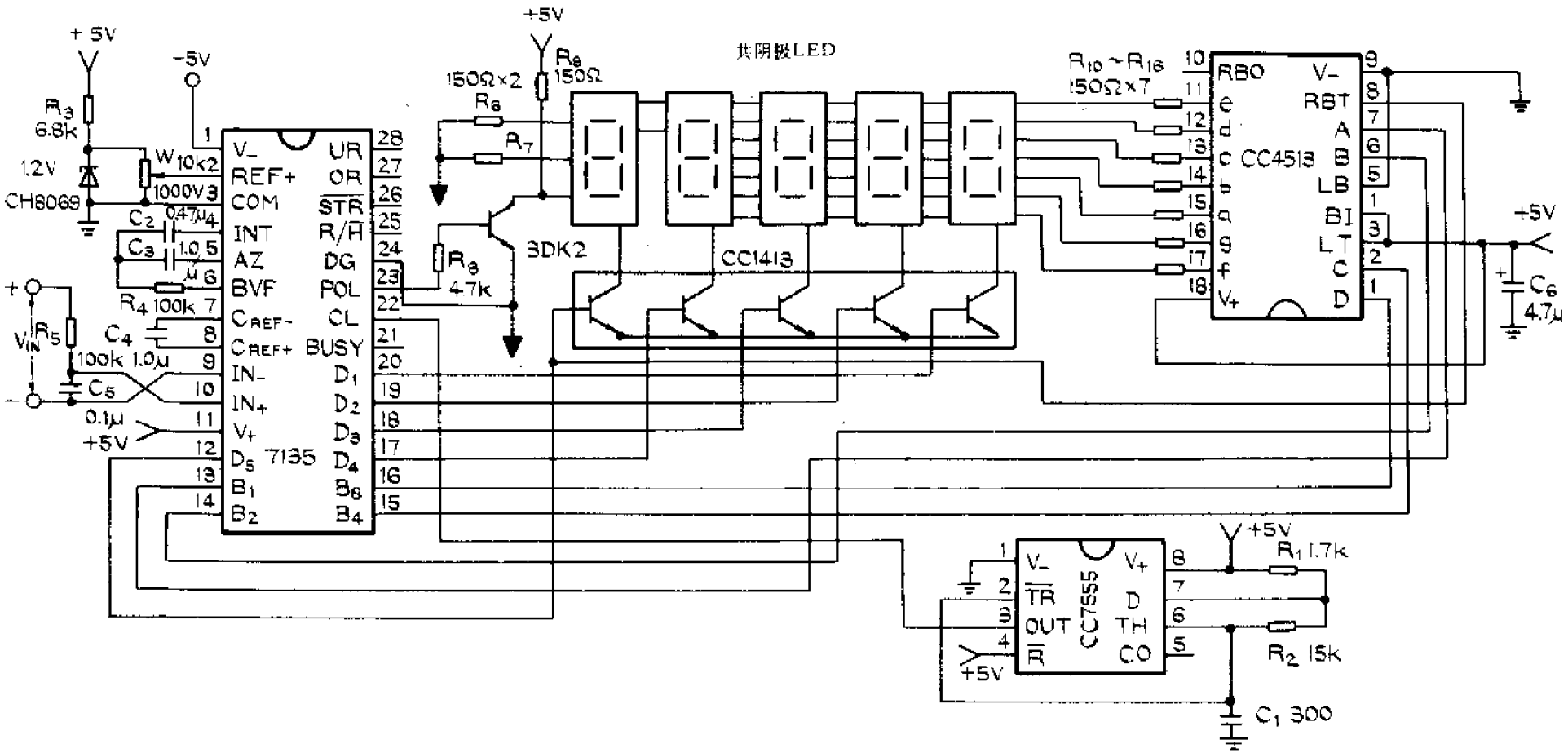


三种圆壳封装集成运放引线对应接线底视图



四种双列直插式集成运放对应接线顶视图

附录 5　$4\frac{1}{2}$位数字电压表电路原理图



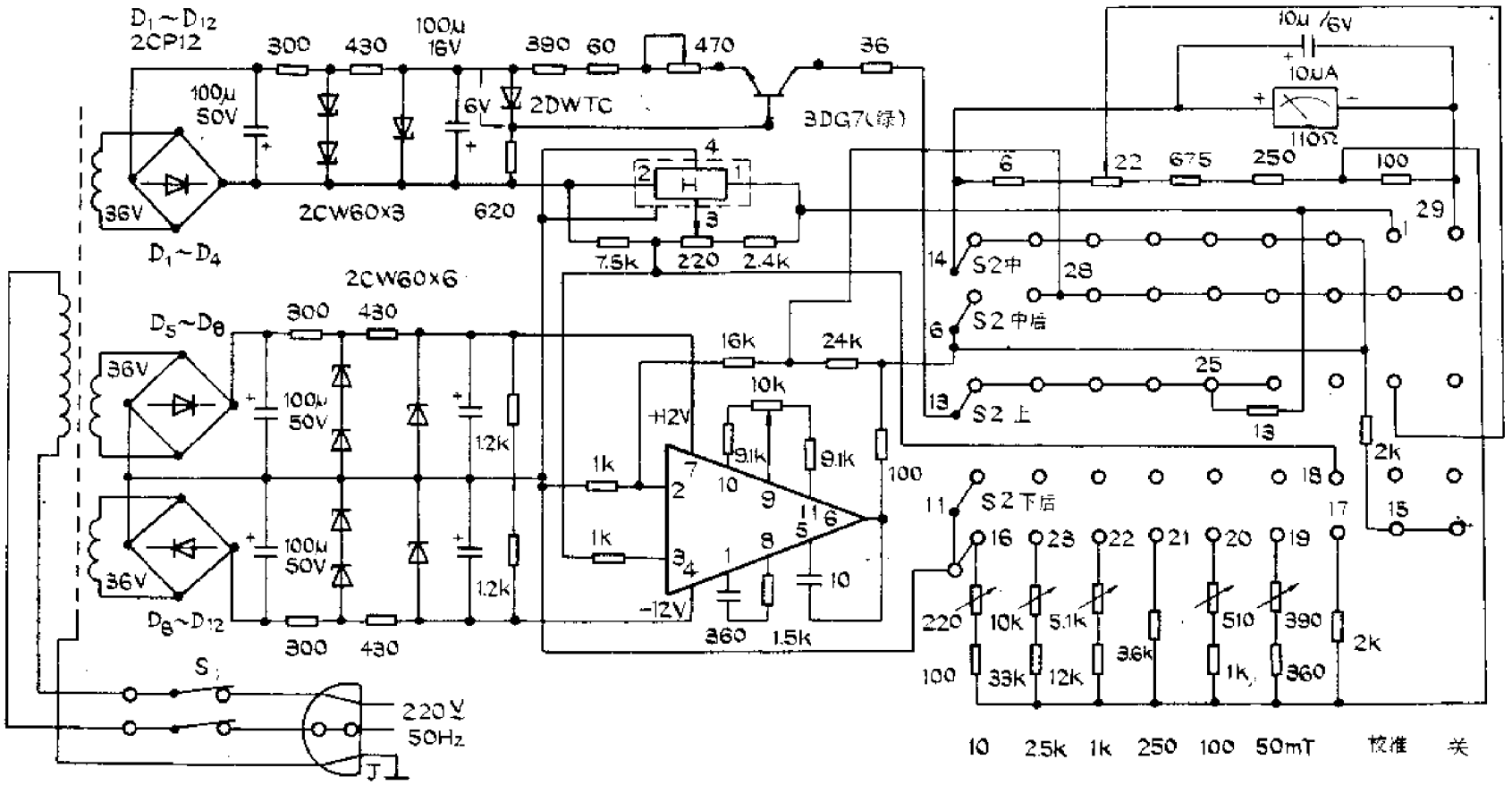
附录 6

7/35A / D 转换器的电参数

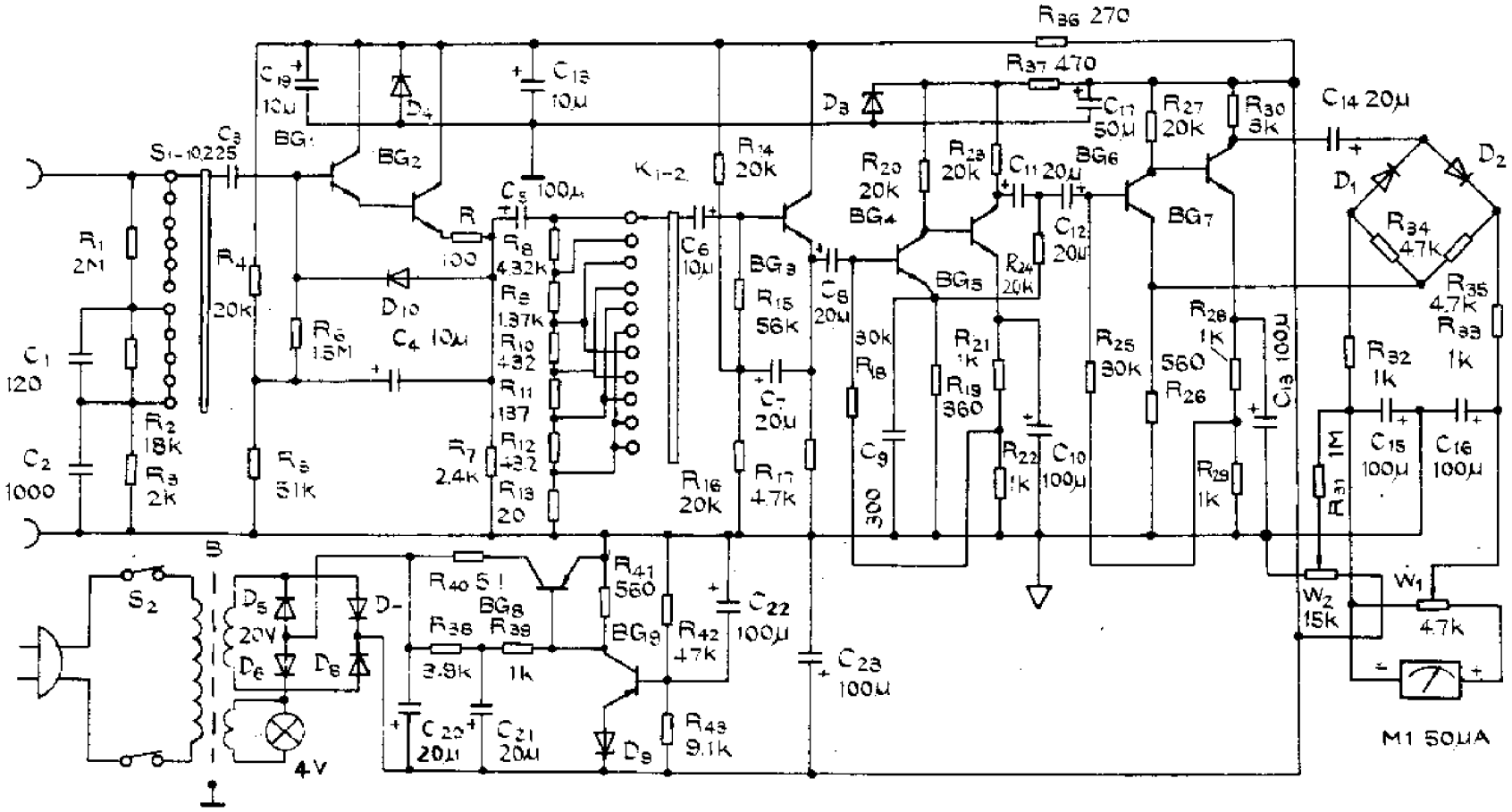
($V_+ = 5V, V_- = -5V, T_A = 25℃$，采样速率 3 次 / s)

参数			符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
模拟参数		零输入读数		$V_{IN}=0.0V$ 满量程 $=2.000V$	−0.0000	±0.0000	+0.0000	读数
		比例读数		$V_{IN}=V_{REF}$ 满量程 $=2.000V$	+0.9998	+0.9999	+1.0000	读数
		线性		$-2V<V_{IN}<+2V$		0.5	1	字
		差分线性		$-2V<V_{IN}<+2V$		0.01		LSB
		翻转误差		$-2V<V_{IN}<+2V$		0.5	1	字
		噪声(峰－峰值)	e_N	$V_{IN}=0V$ 满量程 $-2.000V$		15		μV
		输入漏电流	I_{ILK}	$V_{IN}=0V$		1	10	pA
		零读数温漂		$V_{IN}=0V$ $0°<T_A<70℃$		0.5	2	μV / ℃
		标度因子的温度系数	TC	$V_{IN}=+2V$ $0°<T_A<70℃$ (外部基准 0ppm / ℃)		2	5	ppm / ℃
数字参数	输入	时钟输入	I_{INL}	$V_{IN}=0$		0.02	0.1	mA
			I_{INH}	$V_{IN}=+5V$		0.1	10	μV
	输出	全部输出	V_{OL}	$I_{OL}=1.6mA$		0.25	0.40	V
			V_{OH}	$I_{OH}=-1mA$	2.4	4.2		V
			V_{OH}	$I_{OH}=-10\mu A$	4.9	4.99		V
	电源	+5V 电源范围	V_+		+4	+5	+6	V
		−5V 电源范围	V_-		−3	−5	−8	V
		+5V 电源电流	I_+	$f_0=0$		1.1	3.0	V
		−5V 电源电流	I_-	$f_0=0$		0.8	3.0	mA
		功耗电容	C_{PD}	对应于时钟频率		40		pF
	时钟	时钟频率	f_0		DC	2000	1200	kHz

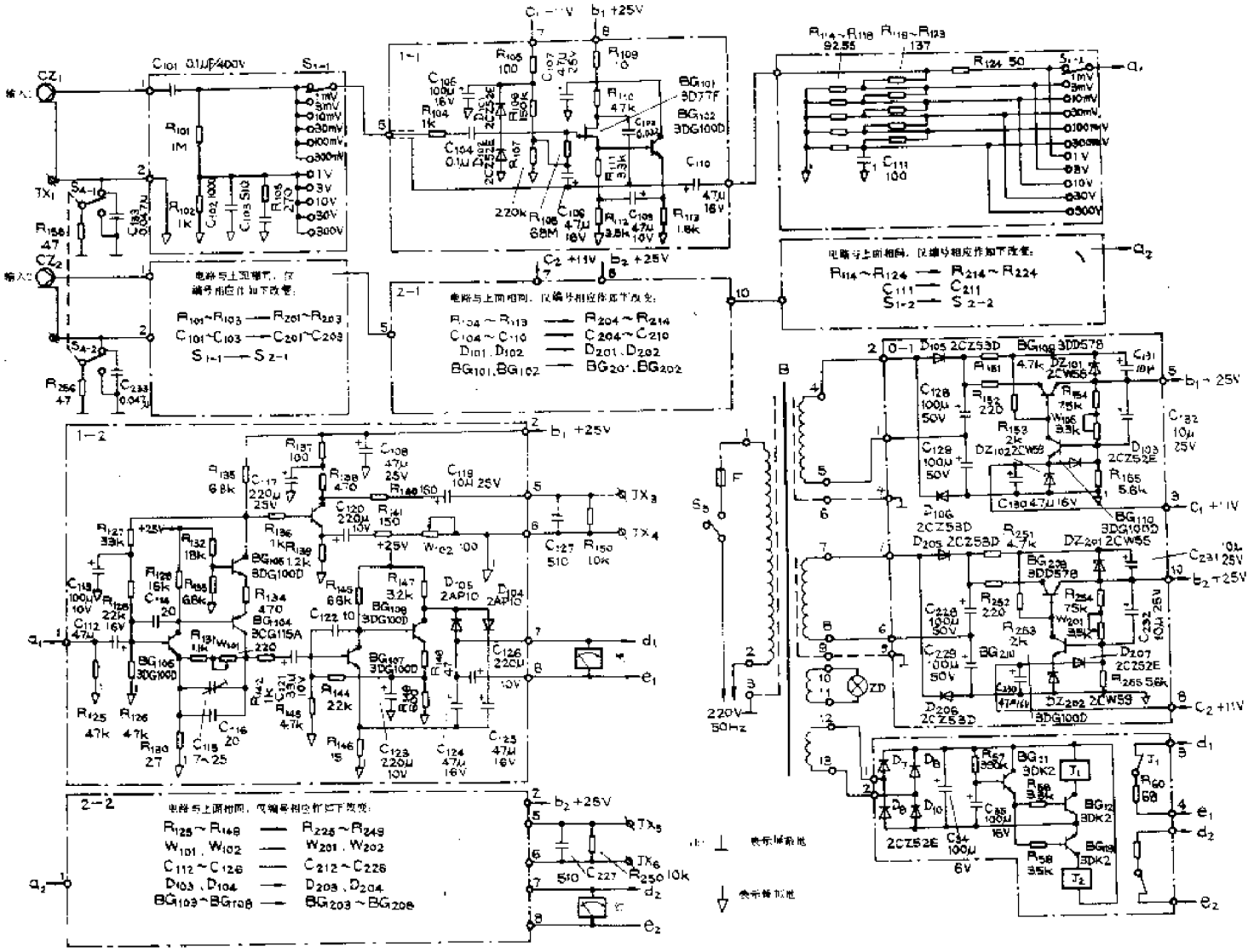
附录 7　CT5 型特斯拉计电路原理图



附录 8　DA—16 型晶体管毫伏表电路原理图



附录 9　DTS—1 型双通道毫伏表电路原理图



附录 10　数字万用电表中部分器件的检查

器件性能的判断，是万用电表修理中必不可少的一步，在此介绍一下 7106 芯片的检查和液晶显示器的检查。

1.7106 芯片的检查

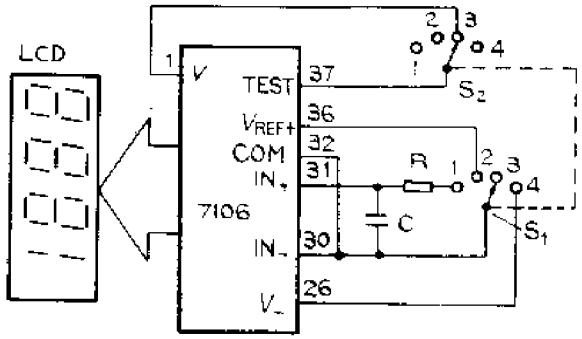
7106 芯片的检查电路如附图 10–1 所示。检查时，图中的转换开关可用一根导线替代。一般情况下，并不需要单独检查芯片，而是将芯片插入表内线路中，再作检查。当芯片正常时，用不同的方法检查不同的内容，其相应的读数应符合表中的显示读数值。

7106 芯片功能的检查方法及正常示值

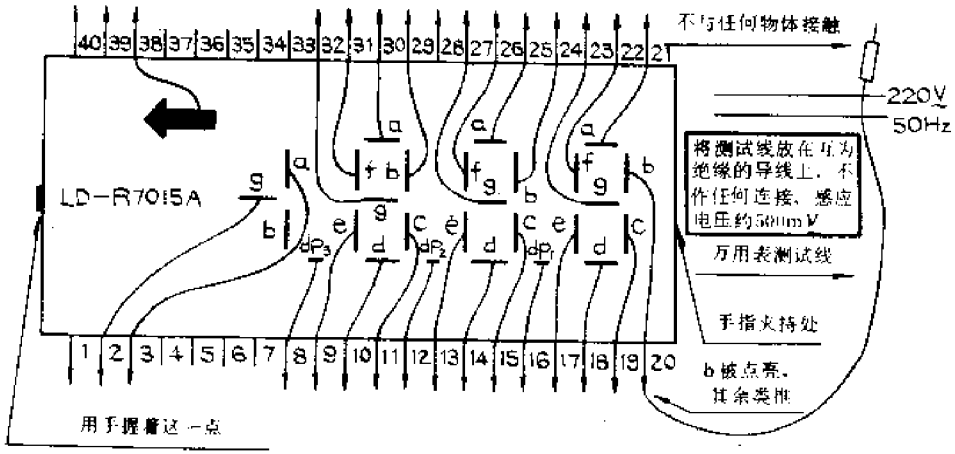
检查内容	检查方法		显示读数				
	开关位置	被短接的管脚	负号	千位	百位	十位	个位
00.0	1	IN_+—IN_- (31 号脚与 30 号脚)	消隐	消隐	0	0	0
100.0	2	IN_+—V_{REF+} (31 号脚与 36 号脚)	消隐	1	0	0	0±1
1888	3	TEST—V_+ (37 号脚与 1 号脚)	消隐	1	8	8	8
负号和溢出	4	IN_+—V_- (31 号脚与 26 号脚)	–	1	消隐	消隐	消隐
备注	被检查的量程点为 200mV，1888 检查时间应控制在 40s 内						

2.液晶显示器的检查

液晶显示器是数字万用电表中的常用器件，使用中也会出现故障，当需要判断其好坏时，可按附图 10–2 所示方法进行。



附图 10–1　7106 芯片功能的检查电路



附图 10–2　工频交流电感应测试 LCD 示意图

首先，取一根万用电表测试线，将插头端绝缘线搭在正常工作的工频电源绝缘线上，用测试线的测试笔头去接触液晶字划，只要液晶片正常，均能清晰显示液晶字划。此法是作者经过若干次试验取得的一种既简单又方便的方法，不需要任何辅助装置，只要有 220V 或 380V 工频交流电源的场合均可采用。

检查前，先用绸布将液晶字划引出线脚擦干净，其清洁程度，通过光的反射去观察。检查中，有可能出现假象接触，而误认为液晶字划损坏，一般要反复对其测试，当确认不是由于检查者操作失误所引起的误判断时，才能最后断定液晶字划断路或液晶老化。

附录 11　本书所列产品型号及其生产厂

生产厂家	产品型号
上海第四电表厂	500 型、MF30（之二）、MF40、MF44、MF45、MF60、MF63、MF64、MF72、MF81、MF96cx、MF96Vp、MF368
杭州东海仪表厂	MF75-1、MF75-2
南京电表厂	MF27-1、MF27-2、MF47、MF67、MF78
南通电表厂	500-1 型、MF28、MF28A、MF90
贵阳永跃仪表厂	MF70、MF82
安徽黄山仪表厂	MF55、MF93
温州仪表厂	MF52、MF62、MF77、MF77-1
兰州东方红仪表厂	500 型、MF30（之一）、MF88
哈尔滨精艺仪表厂	MF41、MF68、MF92、MF92-1、MF107
武汉大江高技术应用研究所	TD-2
上海沪光仪器厂	DY1、DY1A
贵阳无线电二厂	DT830、DT890
深圳胜利有限公司	DT890C、DT860B
清华大学风光仪器综合厂	JFX 型

参考书目

1.各型万用电表使用说明书。

2.《微处理器在电测技术中的应用》，高光润等编，机械工业出版社，1984 年 12 月，第四章。

3.《数字万用表的制作与使用》，[日]石桥浩司，佐藤一郎合著；马守礼等译，中国铁道出版社，1985 年。

4.《无线电》，人民邮电出版社，1986 年。

5.《数字电压表的原理和修理》，李啸等编著，计量出版社，1982 年，第四篇。

6.《数字万用表的原理、使用与维修》，沙占友、沙占为编著，电子工业出版社，1988 年 11 月。