



21世纪全国高职高专电子电工类规划教材

电工电子 基本技能实训

DIANGONG DIANZI JIBEN JINENG SHIXUN

金仁贵 主 编



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国高职高专电子电工类规划教材

电工电子基本技能实训

金仁贵 主编

刘 力 高 平 王恩亮 副主编

朱述华 姚 烨 韩 辉 张世平

王皖发 李蛇根 熊婷婷 参编

江谷传 主审



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

电子电工技术是电子、电气自动化、机电、计算机类专业的一门专业基础课,电子电工技能是以上专业的必备技能。

《电工电子基本技能实训》突出工程应用,注重新器件、新技术的介绍和应用。全书共分为三部分,共计8章。第一部分为电子基本技能,其主要由基本仪器一般使用、电子元器件、焊接工艺及整机组装实训构成;第二部分为电子技能实训,其主要由模拟电子技术实训、数字电子技术实训构成;第三部分为电工实训,其主要由电工基础实训、电力拖动实训构成。本书所选实验实训项目均具有代表性,突出实用性,所选实验实训设备具有通用性,实训内容可根据各院校不同专业教学需要选择进行。

本书可作为高职高专及职业技术学校,电子、电气、自动化、机电、计算机类等相关专业的电子技术、电工技术实践性教材及开设《电工基础》、《电工电子技术》、《电路分析》、《模拟电子技术》、《数字电子技术》、《机床电气控制》等课程的实验用书,也可作为单独开设的电子技能实训课程用书,以及电子电工单独开设的课程设计用书。同时,本书还可供从事相关工作的技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

电工电子基本技能实训/金仁贵主编. —北京:北京大学出版社,2006.9
(21世纪全国高职高专电子电工类规划教材)
ISBN 7-301-11049-9

I. 电… II. 金… III. ①电工技术—高等学校—: 技术学校—教材 ②电子技术—高等学校—: 技术学校—教材 IV. ①TM ②TN

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第105985号

书 名: 电工电子基本技能实训

著作责任者: 金仁贵 主编

责任编辑: 葛昊晗 苏旭莹

标准书号: ISBN 7-301-11049-9/TM·0010

出版者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路205号 100871

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62765126 出版部 62754962

网 址: <http://www.pup.cn>

电子信箱: xxjs@pup.pku.edu.cn

印刷者: 北京飞达印刷有限责任公司

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787毫米×980毫米 16开本 19.5印张 423千字

2006年9月第1版 2006年9月第1次印刷

定 价: 29.00元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话: 010-62752024; 电子信箱: fd@pup.pku.edu.cn

前 言

为了适应电子电工技术的飞速发展，结合高职高专教育自身的特点，更好地培养 21 世纪应用型电子电工技术人才，培养学生的实践能力和创新能力，突出理论和实践的紧密结合，我们组织在电子电工教学一线的优秀教师和相关行业具有丰富实际经验的工程师，在结合多年教学实践经验和体会的基础上编写了本教材。

电子电工技术是电子、电气自动化、机电、计算机类专业的一门专业基础课，电子电工技能是以上专业的必备技能。《电工电子基本技能实训》突出工程应用，注重新器件、新技术的介绍和应用。全书共分为三部分，第一部分为电子基本技能，其主要由基本仪器一般使用、电子元器件、焊接工艺及整机组装实训构成；第二部分为电子技能实训，其主要由模拟电子技术实训、数字电子技术实训构成；第三部分为电工实训，其主要由电工基础实训、电力拖动实训构成。本书所选实验实训项目均具有代表性，突出实用性，所选实验实训设备具有通用性，实训内容可根据各院校不同专业教学需要选择进行。

本书可作为高职高专及职业技术学校，电子、电气、自动化、机电、计算机类等相关专业电子技术、电工技术实践性教材及开设《电工基础》、《电工电子技术》、《电路分析》、《模拟电子技术》、《数字电子技术》、《机床电气控制》等课程的实验用书，也可作为单独开设的电子技能实训课程用书，以及电子电工单独开设的课程设计用书。同时，本书还可供从事相关工作的技术人员参考使用。

本书由安徽工业经济职业技术学院金仁贵老师任主编，新华学院江谷传老师任主审。安徽财贸职业技术学院刘力老师，新华学院王恩亮老师，安徽汽车工业学校高平老师任副主编。具体章节编写情况：第 1 章由朱述华、姚焯老师编写，第 2 章由金仁贵、朱述华老师编写，第 3、4 章由朱述华、韩辉老师编写，第 5 章由金仁贵、韩辉老师编写，第 6 章由金仁贵、张世平、刘力老师编写，第 7 章由金仁贵老师编写，第 8 章由金仁贵、王皖发、李蛇根老师编写，附录 1、2、3 分别由韩辉、熊婷婷、金仁贵老师编写。另外，陈静老师参加了本书部分电路图的绘制工作。

由于电子电工技术的飞速发展及编者学识和水平有限，书中难免有不足之处，恳请使用本书的师生和广大读者批评指出。

编 者

2006 年 7 月

目 录

第 1 章 常用电子电工仪器仪表的使用.....	1
1.1 万用表.....	1
1.1.1 数字万用表.....	1
1.1.2 指针式万用表.....	5
1.2 兆欧表的使用.....	12
1.3 钳形表的使用.....	13
1.4 YB1600 系列函数信号发生器的使用.....	15
1.5 示波器.....	17
1.5.1 概述.....	17
1.5.2 YB4324 示波器.....	20
1.6 SX2172 型交流毫伏表.....	27
1.6.1 概述.....	27
1.6.2 技术参数.....	27
1.6.3 交流毫伏表的使用.....	28
第 2 章 电子元器件.....	35
2.1 电阻器.....	35
2.1.1 电阻器的分类.....	35
2.1.2 电阻器的命名方法.....	36
2.1.3 电阻器的符号与阻值单位.....	37
2.1.4 电阻器的主要参数.....	38
2.1.5 电阻器的标称阻值与误差的标注方法.....	39
2.1.6 电阻器的检测.....	41
2.1.7 电位器的检测.....	42
2.2 电容器.....	42
2.2.1 电容器的分类.....	42
2.2.2 电容器的型号命名.....	43
2.2.3 电容器的符号与电容器的容量单位.....	45
2.2.4 电容器的主要参数.....	45
2.2.5 电容器主要参数的标注方法.....	46
2.2.6 电容器容量允许误差的标注方法.....	47

2.2.7	电容器的检测	47
2.2.8	电阻器和电容器的检测实训	49
2.3	电感器	50
2.3.1	电感器的分类	50
2.3.2	电感器的命名方法	52
2.3.3	电感器的电路符号及其电感量单位	52
2.3.4	电感的主要参数	53
2.3.5	电感线圈的参数标注方法	53
2.3.6	电感线圈的检测	54
2.3.7	变压器的检测	55
2.4	晶体二极管	55
2.4.1	晶体二极管的分类	56
2.4.2	晶体二极管的命名方法	56
2.4.3	晶体二极管的符号	59
2.4.4	晶体二极管的主要参数	59
2.4.5	晶体二极管的导电特性与结构	60
2.4.6	常用晶体二极管的选用与识别	60
2.5	晶体三极管	62
2.5.1	晶体三极管的结构符号与分类	62
2.5.2	晶体三极管的命名	63
2.5.3	晶体三极管的主要参数	63
2.5.4	晶体三极管极性和型号的识别	65
2.6	晶闸管	66
2.6.1	单向晶闸管的结构与工作原理	66
2.6.2	双向晶闸管的结构与工作原理	67
2.7	片式元器件	72
2.7.1	片式元器件的特点	73
2.7.2	片式元器件的种类	73
2.8	集成电路	79
2.8.1	集成电路的分类与封装形成	79
2.8.2	集成电路的型号命名	80
2.8.3	集成电路的引脚识别	82
2.8.4	集成电路的选用、使用与检测	83
第3章	基本焊接技术	86
3.1	电烙铁	86

3.1.1	内热式电烙铁	86
3.1.2	外热式电烙铁	86
3.1.3	恒温式电烙铁	86
3.1.4	吸锡电烙铁	87
3.1.5	电烙铁使用注意事项	87
3.2	焊接材料	88
3.2.1	锡焊的焊料	88
3.2.2	锡焊的条件	90
3.3	焊接的操作要领	94
3.3.1	焊前准备	94
3.3.2	焊剂的用量	94
3.3.3	焊接的温度和时间	94
3.3.4	焊接后的处理	96
3.4	拆焊	96
3.4.1	一般焊接点拆焊	96
3.4.2	印制电路板上元器件的拆焊	96
3.4.3	片式元器件的拆焊	97
3.5	片式元件的手工焊接工艺步骤	97
3.6	印制电路的装连技术	98
3.6.1	印制板的插装准备	98
3.6.2	一般元器件的插装方法及要求	99
3.6.3	特殊器件的装插方法及要求	100
第4章	印制电路板	101
4.1	印制电路板的特点	101
4.1.1	印制电路板的发展	101
4.1.2	印制电路板的分类	102
4.1.3	印制电路板的制作工艺流程	102
4.1.4	印制电路板的功能	102
4.1.5	印制电路板的发展趋势	103
4.2	印制电路板的制作	103
4.2.1	敷铜板的选用	103
4.2.2	印制电路板的制作方法	103
第5章	整机装配与调试	112
5.1	调幅收音机的安装与调试实训	112

5.1.1	装焊工艺	112
5.1.2	检测与调试	117
5.1.3	调幅收音机检修	121
5.2	M-1006K 数字万用表的安装与调试实训	123
5.2.1	零部件识别	125
5.2.2	焊接规范	125
5.2.3	安装说明	126
5.2.4	测试、校准及故障修理	130
5.2.5	安装后盖	132
5.2.6	实际应用	133
5.2.7	电池和保险管的更换	135
第 6 章	模拟电子技术技能实训	136
6.1	晶体管共射极单管放大器	136
6.2	负反馈放大器	144
6.3	射极跟随器	148
6.4	场效应管放大器	152
6.5	集成运算放大器指标测试	156
6.6	集成运算放大器的基本应用 (I) — 模拟运算电路	163
6.7	集成运算放大器的基本应用 (II) — 有源滤波器	168
6.8	集成运算放大器的基本应用 (III) — 电压比较器	174
6.9	集成运算放大器的基本应用 (IV) — 波形发生器	177
6.10	RC 正弦波振荡器	182
6.11	集成功率放大器	186
6.12	直流稳压电源 (I) — 串联型晶体管稳压电源	188
6.13	直流稳压电源 (II) — 集成稳压器	193
第 7 章	数字电子技术技能实训	198
7.1	集成门电路	198
7.1.1	普通 TTL 集成门电路逻辑功能测试	199
7.1.2	集成门电路逻辑功能测试和应用	201
7.2	组合逻辑电路的设计	204
7.3	中规模集成电路功能测试及应用	207
7.3.1	常用中规模集成电路功能测试	207
7.3.2	常用中规模集成电路功能应用	210
7.4	触发器的功能测试及应用	212
7.4.1	常用触发器的功能测试	212

7.4.2	触发器的功能转换及应用	215
7.4.3	用触发器构成数据寄存器、移位寄存器和计数器	216
7.5	集成计数器及其应用	219
7.5.1	集成计数器 74LS161 的测试及其应用	219
7.5.2	其他集成计数器的测试及其应用	222
7.6	集成移位寄存器及其应用	225
7.7	555 时基电路及其应用	227
7.8	A / D 和 D / A 转换器及其应用	230
7.8.1	A / D 转换器功能测试	231
7.8.2	D/A 转换器功能测试	234
第 8 章	电工技能实训	239
8.1	实训基本要求	239
8.2	基尔霍夫定律的验证	240
8.3	叠加定理的验证	242
8.4	戴维南定理的验证	243
8.5	日光灯电路	246
8.6	三相负载的星形连接	248
8.7	三相负载的三角形连接	251
8.8	单相变压器特性测试	252
8.9	三相鼠笼异步电动机的工作特性	255
8.10	三相异步电动机的单向运行控制电路	264
8.11	三相异步电动机的正反转运行控制电路	265
8.12	三相异步电动机的 Y/ Δ 降压启动控制电路	268
8.13	三相异步电动机的能耗制动控制电路	270
8.14	三相异步电动机的反接制动控制电路	272
8.15	可编程控制器 PLC 实现三相异步电动机的单向运行控制电路	274
8.16	可编程控制器 PLC 实现三相异步电动机 Y/ Δ 启动控制电路	276
附录 1	常用数字集成电路引脚排列图	279
附录 2	中华人民共和国工人技术等级标准	284
附录 3	中级电工考核大纲	287
附录 4	中华人民共和国职业技能鉴定规范	289
参考文献		298

第 1 章 常用电子电工仪器仪表的使用

本章介绍了电子电工测量仪器仪表的基本知识，并介绍万用表、电压表、电流表、毫伏表、信号源等常用电子电工测量仪器仪表的工作原理、使用方法及注意事项。正确使用这些常用电子电工仪器仪表是完成电路实验的基础，是电子电工测量的基础，也是工程测量的基础。

1.1 万用表

万用表是测量电阻、电压、电流等参数的仪表，它具有携带方便，使用灵活，检测项目多，检测精度高，造价低廉等优点。是电子电工测量中使用最广泛、最频繁的普及型测试仪器。

万用表按指示方式可分为数字式和模拟式两大类：数字式万用表是以数字方式直接显示测量结果的，模拟式万用表是以指针的形式显示测量结果的。本节以 UT33、DT92、MF500、MF47 型四种万用表来介绍数字、模拟式万用表的性能和使用方法。

1.1.1 数字万用表

数字万用表是一种多功能的数字显示仪表。它可以用来测量直流和交流电压、电阻和电容、二极管和三极管的一些参数等，其测量结果直接由数字表示。数字万用表的显示用 $3\frac{1}{2}$ 位、 $4\frac{1}{2}$ 位等表示，其中 $\frac{1}{2}$ 位指的是首位只能显示“0”或“1”两数码，而其余各位都能显示 0~9 的十进制数码。下面以目前常用的 UT33 和 DT92 型两种数字万用表为例，介绍数字万用表的使用方法。

1. UT33 型数字万用表的使用

UT33 型万用表是一种功能齐全，性能稳定，结构新颖，安全可靠的小型手持式 $3\frac{1}{2}$ 位数字万用表，可用于测量交直流电压、直流电流、电阻、温度、二极管正向压降及电路通断等，其种类分为 B 型、C 型和 D 型，除了有基本的功能外，还分别由其特殊用途和功能。

UT33 型万用表的外表结构如图 1-1 所示。

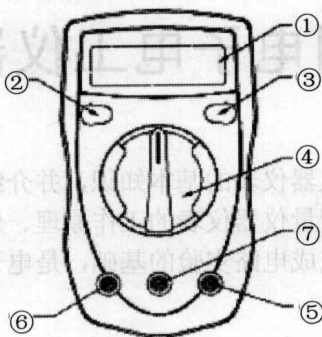



图 1-1 外表结构

① LCD 显示器 ② 数据保持选择按键 ③ 背光选择按键

④ 量程开关 ⑤ 公共输入端 (COM) ⑥ 10A 电流输入端 ⑦ 其余测量输入端 (VΩ mA)

其中两个按键的功能如下。

- 数据保持显示：按下黄色 HOLD 键，仪表 LCD 上保持显示当前测量值，再次按一下该键则退出数据保持显示功能。
- 背光控制：按下蓝色按键即点亮 LCD 的背光灯，再次按一下该键则关闭背光灯，否则背光灯会长期点亮。

测量前首先要注意检查 9V 电池，将量程开关置于所需测量的位置，如果电池不足，LCD 显示屏上会出现  符号。注意测试笔插口之旁的感叹号符号，这是警告要留意测试电压和电流不要超出指示数值。

下面分别介绍 UT33 的几种测量操作。

(1) 直流电压测量 (如图 1-2 所示)

- ① 将红表笔插入“VΩmA”插孔，黑表笔插入“COM”插孔。
- ② 将功能量程开关置于直流电压挡位，并将表笔并联到待测电源或负载上。
- ③ 从显示器上读取测量结果

注意：不要测量高于 500V 的电压，虽然有可能读得读数，但会损坏内部电路及伤害到自己。在测量之前如不知被测量电压值的范围时，应将量程开关置于高量程挡，根据读数需要逐步调低测量量程挡。当 LCD 只在高位显示“1”时，说明已超量程，需调高量程。在每一个量程挡，仪表的输入阻抗均为 $10M\Omega$ ，这种负载效应在测量高阻电路时会引起测量误差，如果被测电路阻抗 $\leq 10k\Omega$ ，误差可以忽略 (0.1% 或更低)。

(2) 交流电压测量的方法基本上与直流电压相同，只是要注意将功能量程开关置于交流电压挡。

(3) 直流电流测量 (如图 1-3 所示)

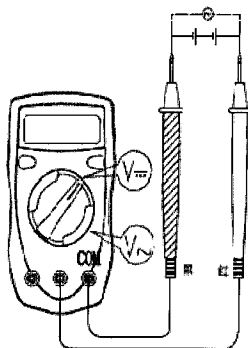


图 1-2

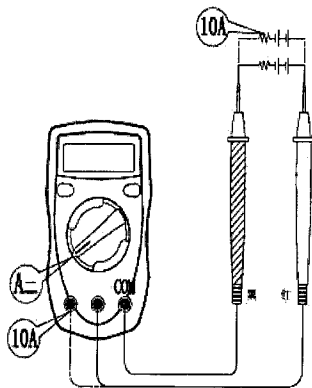


图 1-3

- ① 将红表笔插入 $V\Omega mA$ 或 $10A$ 插孔, 黑表笔插入 COM 插孔。
- ② 将功能量程开关置于直流电流挡位, 并将表笔串联到待测电源或电路中。
- ③ 从显示器上读取测量结果。

注意: UT33B/C/D 测量虽已设置了过压保护, 但当输入端子与地之间的电压超过安全电压 $60V$ 时, 切勿尝试进行直流电流的测量, 以避免仪表或被测设备的损坏及伤害到自己, 因为这类电压会有电击的危险。在测量前一定要切断被测电源, 认真检查输入端子及量程开关位置是否正确, 确认无误后, 才可通电测量。如果不知被测电流值的范围时, 应将量程开关置于高量程挡, 根据读数需要, 逐步调低。对于“mA”输入插孔, 输入过载会将内装保险丝熔断, 需予以更换。

(4) 电阻测量 (如图 1-4 所示)

- ① 将红表笔插入 $V\Omega mA$ 插孔, 黑表笔插入 COM 插孔。
- ② 将功能量程开关置于电阻测量挡位, 并将表笔并联到待测电阻上。
- ③ 从显示器上读取测量结果。

注意: 检测在线电阻时, 用为了避免仪表受损, 须确认被测电路已关掉电源, 同时电容已放完电, 方能进行测量。在 200Ω 档测量时, 测试表笔引线会带来 $0.1\sim 0.3\Omega$ 的电阻测量误差, 为了获得精确读数, 可以将读数减去红、黑两支表笔短路的读数值, 作为最终读数。在被测电阻值大于 $1M\Omega$ 时, 仪表需要数秒后方能稳定读数, 属于正常现象。

(5) 二极管通断测量 (如图 1-5 所示)

- ① 将红表笔插入“ $V\Omega mA$ ”插孔, 黑表笔插入“ COM ”插孔。
- ② 将功能量程开关置于二极管测量挡位, 并将红表笔连接到被测二极管的正极, 黑表笔连接到被测二极管的负极。
- ③ 从显示器上读取测量结果。

④ UT33C/D 有通断测试功能。将表笔连接到待测线路的两端，如果两端之间电阻值低于约 70Ω ，内置蜂鸣器发声。

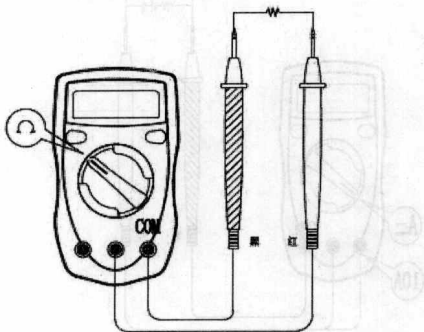


图 1-4

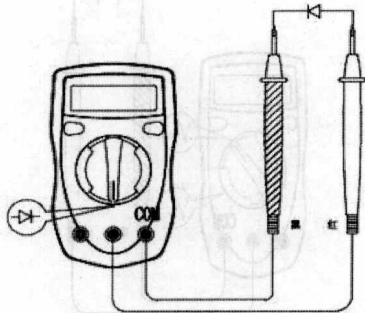


图 1-5

注意：为了避免仪表损坏，在线测试二极管前，应先确认电路已被切断电源，电容已放完电。用二极管挡可以测量二极管及其他半导体器件 PN 结的电压降，对一个结构正常的硅半导体，正向压降的读数应该是 $0.5\sim 0.8\text{V}$ 之间，反向即显示为“1”，为开路状态，此时黑表笔对应的为“+”极，红表笔对应的为“-”极。

(6) 方波试验信号输出

UT33D 可以输出方波信号，方法是功能开关置于方波挡，则仪表 $\text{V}\Omega\text{mA}$ 和 COM 端之间输出方波信号。

注意：方波试验信号其谐波较为丰富，可作为简易信号源修理音响设备等。频率约为 50Hz ，在接 $1\text{M}\Omega$ 负载情况下输出幅度大于 3V 。为了避免仪表损坏，严禁输出端（红表笔）接触高于 10V 以上的电压。

2. DT92 型数字万用表的使用

DT92 型数字万用表也是很常用的数字式万用表，它的基本功能和用法以及注意事项和 UT33 型数字万用表类似，下面只介绍与 UT33 不同的功能。

(1) 对电容的测量

将功能开关置于所需的 CAP 量程范围，接上电容器以前，显示可以缓慢的自动校零，把被测电容器直接插进电容器输入插孔（不用测试棒），对有极性的电容器要注意极性的连接。

(2) 晶体三极管 h_{FE} 参数的测试：

将功能开关置于 h_{FE} 挡，先确定晶体三极管是 PNP 型还是 NPN 型，然后再将被测管的 E、B、C 三脚分别插入面板中对应的晶体三极管插孔内，此时屏幕显示的是 h_{FE} 的近似值，测试条件为基极电流约 $10\mu\text{A}$ ， V_{ce} 约为 2.8V 。

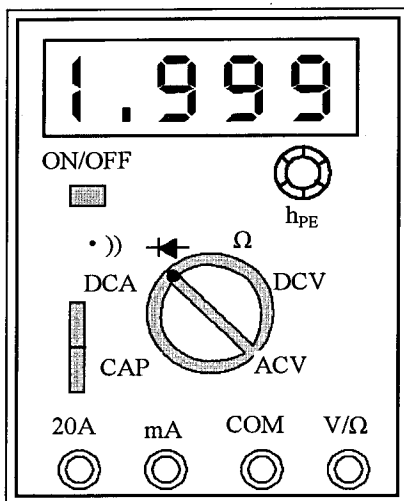


图 1-6 DT92 万用表面板

1.1.2 指针式万用表

1. MF—500 型指针式万用表

指针式万用表是一种磁电式仪表，它是电工与电子测量中最常用的仪表。在这类万用表中，MF—500 型万用表又以其高灵敏度成为首选。

MF—500 型万用表可以测量直流电压、直流电流、中频交流电压、音频电平和电阻。由于测量所消耗的电流极小，因此在测量高内阻的电路参数时，对电路造成的影响很小，是从事电子测量工作常备的仪表。

MF—500 的测量范围如下。

- 直流电流：0~500mA，共分 6 挡
- 直流电压：0~500V，共分 6 挡，2500V 挡专用
- 交流电压：0~500V，共分 6 挡，2500V 挡专用
- 电阻：0~20MΩ，共分 6 挡
- 音频电平：-10 ~ +50dB

MF—500 准确度等级如下。

- 直流电流电压：2.5（以标尺工作部分上量限的百分数表示）
- 交流电压：5.0（以标尺工作部分上量限的百分数表示）
- 电阻：2.5（以标尺工作部分长度的百分数表示）

MF—500 型指针式万用表的外观如图 1-7 所示。使用之前须调整调零器“S3”使指针

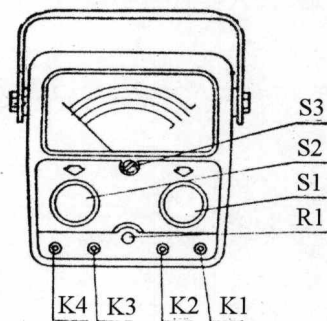


图 1-7

准确的指示在标度尺的零位上。MF—500 可以进行以下几种测量。

(1) 直流电压测量：将测试杆短杆分别插在 K1 和 K2 内，转换开关旋钮 S1 至“~V”位置上，开关旋钮 S2 至所欲测量直流电压的相应量程位置上，再将测试杆长杆跨接在被测电路两端，当不能预计被测直流电压大约数值时，将开关旋钮旋在最大量程的位置上，然后根据指示值之大约数值，再选择适当的量程位置，使指针得到最大的偏转。测量 2500V 电压时，将测试杆短杆插在 K1 和 K4 插口中。

(2) 交流电压测量：将开关旋钮 S1 旋至“~V”位置上，开关旋钮 S2 旋至所欲测量交流电压值相应的量程位置

上，测量方法与直流电压测量相同。50V 与 50V 以上各量程的指示值见“~”刻度，10V 量限见“10V”专用刻度。

(3) 直流电流测量：将开关旋钮 S2 选至“A”位置上，开关旋钮 S1 旋到需要测量直流电流值相应的量程位置上，然后将测试杆串接在被测电路中，就可测量被测电路中的直流电值。

(4) 电阻测量：将开关旋钮 S2 旋到“Ω”位置上，开关旋钮 S1 旋到“Ω”量限内，先将两测试杆短路，使指针向满度偏转，然后调节电位器 R1 使指针在欧姆标度尺“0Ω”位置上（当调节电位器 R1 不能使指针指示到欧姆零位时，表示电池电压不足，应更换新电池。）再将测试杆分开即可测量未知电阻的阻值。指示值见“Ω”刻度。

(5) 音频电平测量：将测试杆插在 K1 和 K3 插口内，转换开关旋钮 S1 和 S2 分别放在“~V”和相应的交流电压量程位置上。音频电平刻度系根据 $0\text{dB} = (1\text{mW}, 600\Omega)$ 输送标准而设计。标度尺指示值从 $-10 \sim +22\text{dB}$ ，(10~V 量程) 在 $\sim 50\text{V}$ 或 $\sim 250\text{V}$ 量程进行测量，指示值应按表 1-1 所示数值进行修正。

表 1-1

量程	按电平刻度增加量	电平的范
50~V	14	+4 ~ +36dB
250~V	28	+18 ~ +50dB

为了测量时获得良好效果，仪表在使用时，应遵守下列事项。

(1) 仪表在测试时，不能旋转开关旋钮。

(2) 当被测量不能确定其大约数值时，应先将量程转换开关旋到最大量程的位置上，然后再根据指示值选择适当的量程，使指针得到最大的偏转。

(3) 测量电路中的电阻阻值时，应将被测电路的电源切断，如果电路中有电容器，应

先将其放电后才能测量。切勿在电路带电情况下测量电阻

(4) 仪表在携带时或每次用毕后, 最好将开关旋钮 S2 旋在“.”位置上, 使测量机构两端接成短路, S1 旋在“.”位置上, 使仪表电路成开路状态。

(5) 为了确保安全, 测量交直流 2500V 高压时, 应将测试杆一端固定在电路地电位上, 将测试杆的另一端去接触被测高压电源, 测试过程中应严格执行高压操作规格, 双手应戴高压绝缘橡胶手套, 地板上应铺置高压绝缘橡胶板。

(6) 一旦因量程选择错误, 保护电路工作并使仪表输入 (+) 端与内部电路断开, 此时可打开仪表背面的电池盒盖, 取出 9V 电池, 更换熔丝管。

2. MF47 型指针式万用表

MF47 型万用表是磁电系整流式多量限万用电表, 除了可以测量直流、交流电压电流和电阻等以外, 还可以对晶体管直流参数进行测量, 另外如果配有厂家专用的高压探头也可以测量电视机内 25kV 以下高压。如图 1-8 所示为 MF47 型万用表的面板。

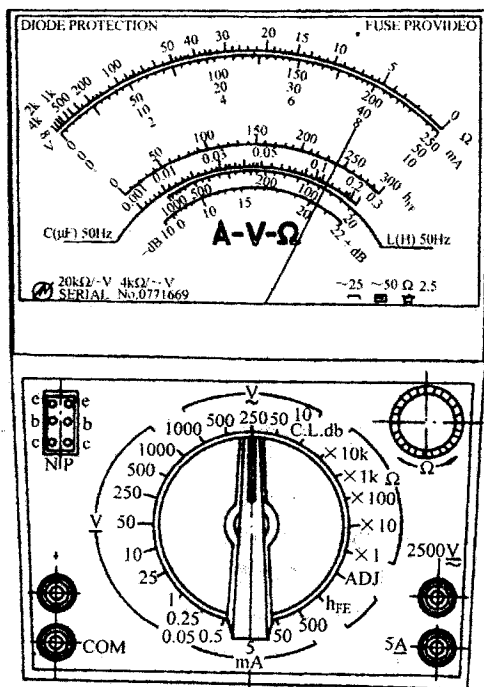


图 1-8 MF47 型万用表面板

MF47 型万用表的技术参数见表 1-2。

表 1-2

量限规范	灵敏度及电压降	精度	误差表示方法	
直流电流	0, 0.05mA, 0.5mA, 5 mA, 50 mA, 500 mA	0.25V	2.5	以上量限的百分数 计算
	5A		5	
直流电压	0, 0.25V, 1V, 2.5V, 10~50V	20k Ω /V	2.5	以上量限的百分数 计算
	250V, 500V, 1000V			
	2500V			
交流电压	0, 10V, 50V, 250V, 500V, 1000V, 2500V	9k Ω 或 4k Ω	5	以上量限的百分数 计算
直流电阻	R \times 1 Ω , R \times 10 Ω , R \times 100 Ω R \times 1k Ω , R \times 10k Ω	R \times 1 中心刻度为 16.5 Ω	2.5	以上弧长的百分数 计算
			10	以示值百分数计算
音频电平	-10dB~+22dB	0dB=(1mW, 600 Ω)		
晶体管直 流放大器	0~300h _{FE}			
电感	20~100H			
电容	0.001~0.3 μ V			

MF47 型万用表的基本操作方法如交直流电压、电流和电阻等测量与 MF500 型万用表类似。下面重点介绍晶体管直流参数的测量。

先转动开关至晶体管调节 ADJ 位置上, 将红黑测试棒短接, 调节欧姆旋钮, 使指针对准 300h_{FE} 刻度线上, 然后转动开关到 h_{FE} 位置, 将要测得晶体管脚分别插入晶体管测试座的 ebc 管座内, 指针偏转所示数值约为晶体管的直流放大倍数 β 值。注意 N 型晶体管应插入 N 型管孔内, P 型晶体管应插入 P 型管孔内。

3. 实训项目: 用万用电表对常用电子元器件检测

用万用表可以对晶体二极管、三极管、电阻、电容等进行粗测。万用表电阻挡等价电路如图 1-9 所示, 其中的 R_0 为等效电阻, E_0 为表内电池, 当万用表处于 R \times 1、R \times 100、R \times 1k 挡时, 一般, $E_0=1.5V$, 而处于 R \times 10k 档时, $E_0=15V$ 。测试电阻时要记住, 红表笔接在表内电池负端 (表笔插孔标 “+” 号), 而黑表笔接在正端 (表笔插孔标以 “-” 号)。

(1) 晶体二极管管脚极性、质量的判别

晶体二极管由一个 PN 结组成, 具有单向导电性, 其正向电阻小 (一般为几百欧) 而反向电阻大 (一般为几十千欧至几百千欧), 利用此点可进行判别。

① 管脚极性判别