

电子元器件 检测与应用

主 编 张常友 刘蜀阳
副主编 邹小金 江小文 韩志宏

- ◆ 万用表的结构与使用方法
- ◆ 基本元器件的检测与应用
- ◆ 半导体器件的检测与应用
- ◆ 显示器件的检测与应用
- ◆ 传感器、继电器及电声器件等的检测与应用



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

TN606/12

2009

项目教学法系列教材

电子元器件检测与应用

主 编 张常友 刘蜀阳

副主编 邹小金 江小文 韩志宏

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书遵循《职业教育法》和《国家职业标准》，设置教材内容，安排课程结构。多角度多层次地讲授电子元器件的识别、判断、检测技能与实际应用技巧。

本书采用图表结合与图文互补的方式构思，将元器件的实物图形展示给读者，特别适合初学者阅读。在知识链接中，以高职学生够用、会用、实用为原则，主要讲述元器件的特点与分类、技术参数、检测技术及应用等知识。全书共分为6个项目，18个任务，每个任务按照知识重点、技能要求、任务提出、知识链接、任务实施、实验制作、课外作业、思考练习进行知识整合，对实施“项目教学法”配置了最佳的教学模式。

本书可以作为普通高等院校、高职高专院校、成人高等学校电子技术类与通信技术类相关专业的元器件基础知识课程的教材；同时，也可作为广大电子制作爱好者与从事元器件制造、检测人员的学习参考书。

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。

图书在版编目(CIP)数据

电子元器件检测与应用 / 张常友，刘蜀阳主编. —北京：电子工业出版社，2009.8
(项目教学法系列教材)
ISBN 978-7-121-09418-7

I. 电… II. ①张…②刘… III. ①电子元件—检测②电子器件—检测 IV. TN606

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第147046号

策划编辑：谭佩香

责任编辑：徐子湖

印 刷：北京市天竺颖华印刷厂

装 订：三河市鑫金马印装有限公司

出版发行：电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开 本：787×1092 1/16 印张：16.5 字数：402千字

印 次：2009年8月第1次印刷

定 价：30.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线：(010) 88258888。

前 言

高等职业院校教育的内涵是职业教育,技能培训是职业教育的主题,理论教学应该围绕着基础知识、专业技能的需要而展开,这不仅是地方经济发展的需求,也是就业市场的需求,更是高职办学理念的体现。教育部门在关于对职业教育的改革中强调指出,高等职业院校要构建理论教学体系和实践教学体系的办学格局,为高等职业教育的改革指明了方向。

电子元器件是电子电路中的基本元素。任何一种电子电路、电子装置,都是由这些基本电子元器件巧妙构成的。客观地说,只有了解这些元器件的结构、技术参数和功能,才能掌握电子元器件在电子电路中的应用。因此,本书以讲解基本电子技术知识为切入点,详细介绍电子元器件的检测与应用。

在教学方式的构思上,编者以贯彻培养职业能力,倡导教学创新于始终,把学、教、练三者有机地融合起来。以“项目”为驱动,以完成“任务”安排教学内容,通过单项技术训练,强化动手能力的培养,以适应不同层次的教学需求。

《电子元器件检测与应用》是高职高专院校应用电子专业的一门专业课程,必须以能满足高职教育的要求为目标,因此,在内容安排上,主要根据高职高专培养计划的要求,以“必需”和“够用”为原则。对基本知识不作过于繁杂的理论讲解,重点放在实践操作和应用技能上。重点讲解元器件的分类、识别、检测与应用。

本书的主要特点是实施直观教学,在书中采用图表结合与图文互补的方式构思教材框架,达到了图文并茂、直观清晰、便于自学的目的,文字表达简洁明了、通俗易懂。

本书的另一个特点是体现了理论对实践技能的指导。本书按照项目驱动法教学模式列项目,然后,将每个项目分解成若干个任务来进行教学,每个任务都有任务要求、任务实施和课外练习来辅助教学。每一个“任务实施”的练习题都需要学生开动脑筋、相互讨论,到图书馆、互联网去查阅资料,到实验室去做实验才能解答;同时,练习题更加贴近实际,体现应用,而不再只是验证真理。它摒弃了传统应试教育的问答方式,力求体现理论对实践技能的指导,引导学生去探索、去实践、去领悟、去创新。

在本书的内容安排上,还注意了中、高职课程的梯度衔接。《世界 21 世纪高等教育宣言》指出:“教育内部层次的衔接是社会各种工作规范层次的需要,教育与就业的衔接,就是教育本身体现其价值的必然性要求。”编写中、高职教材涉及的问题很多,但中、高职教材有梯度的合理衔接应为首要问题,因为它对学校是一个教学的定位问题,对技术是一个标准问题,对企业是一个用人的问题,对社会则是一个公平问题。本教材为中职同类教材的生存留下了足够的空间。

本书由张常友、刘蜀阳担任主编,邹小金、江小文和韩志宏担任副主编。参加本书编写的都是全国和全省大学生电子设计大赛的主要指导老师,有着多年的实践教学经验。韩志宏博士审阅了全书,并提出了很多宝贵的意见和建议。

参加本书编写的人员还有：张凤云、周长振、胡占华、许永祥、谢金朝、翁怡冬、罗青、宗宪朋、王政乾、王世岭等老师。

在本书的编写过程中，参考了一些国内外的论文和论著，并引用了无线电等杂志上的一些实例，特向相关作者表示感谢。

由于编者水平所限，加之时间紧迫，书中可能存在不足之处，敬请广大读者给予批评和指正。

图书联系方式：tan_peixiang@phei.com.cn

编 者
2009年7月

目 录

项目一 万用表的使用	1
任务一 指针式万用表的结构与使用	2
1.1.1 万用表的种类与特征	2
1.1.2 MF47 型指针式万用表的模块功能	3
1.1.3 MF47 型指针式万用表的使用	7
1.1.4 使用万用表时注意事项	12
任务二 数字式万用表的结构与使用	15
1.2.1 数字式万用表工作原理	15
1.2.2 数字式万用表的特点与性能	17
1.2.3 数字式万用表的使用	18
1.2.4 使用数字式万用表的注意事项	25
项目二 基本元器件的检测与应用	27
任务一 电阻器的检测与应用	28
2.1.1 电阻器分类与特点	28
2.1.2 电阻器的型号命名与主要技术参数	30
2.1.3 电阻器的标识	32
2.1.4 电阻器的检测	34
2.1.5 电阻器的应用	35
任务二 电位器的检测与应用	38
2.2.1 电位器的分类与特点	39
2.2.2 电位器型号命名与主要技术参数	41
2.2.3 电位器的标识	43
2.2.4 电位器的检测	44
2.2.5 电位器的应用	45
任务三 电容器的检测与应用	51
2.3.1 电容器的分类与特点	51
2.3.2 电容器型号命名与主要技术参数	54
2.3.3 电容器的检测	60
2.3.4 电容器的应用	61
任务四 电感器的检测与应用	64
2.4.1 电感器的分类与特点	65

2.4.2	电感器型号命名与主要技术参数	66
2.4.3	电感器的检测	69
2.4.4	电感器的应用与选用	70
任务五	变压器的检测与应用	73
2.5.1	变压器的分类与特点	74
2.5.2	变压器型号命名与主要技术参数	75
2.5.3	变压器的工作原理	79
2.5.4	变压器的检测	80
2.5.5	变压器的应用	81
项目三	半导体器件的检测与应用	85
任务一	半导体二极管的检测与应用	86
3.1.1	半导体二极管的分类与特点	86
3.1.2	半导体二极管的工作原理	88
3.1.3	半导体二极管的型号命名	89
3.1.4	二极管的主要技术参数	91
3.1.5	半导体二极管极性标注与检测	92
3.1.6	半导体二极管的应用	97
任务二	半导体三极管的检测与应用	104
3.2.1	半导体三极管的分类	104
3.2.2	半导体三极管的型号命名	109
3.2.3	半导体三极管参数	109
3.2.4	半导体三极管的检测	111
3.2.5	半导体三极管的应用	113
任务三	晶闸管的检测与应用	115
3.3.1	晶闸管的分类与特性	116
3.3.2	晶闸管的命名	119
3.3.3	晶闸管的主要参数	120
3.3.4	可控硅的检测	121
3.3.5	可控硅的使用	123
项目四	显示器件的检测与应用	127
任务一	发光二极管的检测与应用	128
4.1.1	发光二极管的分类与特点	128
4.1.2	发光二极管的型号命名与技术指标	131
4.1.3	发光二极管极性判断	132
4.1.4	发光二极管的检测	134
4.1.5	发光二极管的应用	135
任务二	数码管的检测与应用	139

4.2.1 数码管分类与特点	139
4.2.2 数码管的主要技术参数	141
4.2.3 数码管的引脚判断	141
4.2.4 数码管的检测	142
4.2.5 数码管的应用	144
项目五 集成电路器件的检测与应用	149
任务一 模拟、数字类集成电路的检测与应用	150
5.1.1 集成电路分类	150
5.1.2 集成电路引脚识别	157
5.1.3 集成电路使用注意事项	159
5.1.4 集成电路的检测	160
任务二 集成稳压电路的检测与应用	163
5.2.1 集成稳压电路分类与引脚说明	164
5.2.2 集成稳压应用电路	166
项目六 其他类器件的检测与应用	171
任务一 传感器的检测与应用	172
6.1.1 传感器的定义与分类	172
6.1.2 传感器的种类与引脚排列	173
6.1.3 传感器的检测技术	181
6.1.4 传感器的应用	184
任务二 继电器和光电耦合器的检测与应用	190
6.2.1 电磁继电器	190
6.2.2 干簧管(磁簧开关)	193
6.2.3 固体继电器	196
6.2.4 光电耦合器	197
任务三 电声器件的检测与应用	203
6.3.1 扬声器	204
6.3.2 蜂鸣器	209
6.3.3 压电陶瓷蜂鸣片	211
6.3.4 传声器的分类与特点	212
任务四 开关类、接插件和保险类器件的检测与应用	222
6.4.1 开关类器件	222
6.4.2 接插件类器件	227
6.4.3 保险类器件	233
6.4.4 开关类器件检测	237

附录 A 常见三极管、集成电路封装图	243
附录 B 常用集成电路管脚图	245
附录 C 常用电气图图形符号和文字符号	247
附录 D 电气设备常用基本文字符号	249
附录 E 电气设备常用文字符号新旧对照表	253
参考文献	256

项目一 万用表的使用

本项目的知识内容是万用表的使用。万用表是一种多功能、多量程的便携式电工仪表。一般的万用表可以测量直流电流、交直流电压及电阻，较高级一些的万用表还可以测量电容、功率、晶体管共发射极直流放大系数 h_{FE} 等。MF47 型万用表具有 26 个基本量程和电平、电容、电感、晶体管直流参数等 7 个附加参考量程，是一种量程多、分挡细、灵敏度高、体形轻巧、性能稳定、过载保护可靠、读数清晰、使用方便的新型万用表。

本项目的学习任务：

1. 指针式万用表的结构与使用；
2. 数字式万用表的结构与使用。

万用表是电工测量必备的仪表之一，每个电气工作者都应该熟练地掌握其工作原理及使用方法。通过本项目的学习，要求学习者了解万用表的工作原理与安装技术及万用表的使用与调试方法，掌握用万用表检测电子元器件的基本技能。

任务一 指针式万用表的结构与使用

知识重点

- ★ 万用表的分类与特点
- ★ 指针式万用表的读数方法
- ★ 指针式万用表的使用方法
- ★ 使用指针式万用表的注意事项

技能要点

- ★ 指针式万用表的识别方法
- ★ 指针式万用表测量值的读取方法
- ★ 指针式万用表的使用技术

任务提出

- ★ 了解万用表的分类方法
- ★ 识记指针式万用表测量值的读取方法
- ★ 掌握指针式万用表的使用方法

知识链接

1.1.1 万用表的种类与特征

1. 万用表的种类

万用表分为指针式、数字式两种。图 1-1 所示为 MF47 型指针式万用表实物图，图 1-2 所示为 DT-8308 型数字式万用表实物图。随着技术的发展，人们研制出微机控制的虚拟式万用表，被测物体的物理量通过非电量/电量，将温度等非电量转换成电量，再通过 A/D 转换，由微机显示或输送给控制中心，控制中心通过信号比较做出判断，发出控制信号或者通过 D/A 转换来控制被测物体。

2. MF47 型指针式万用表的结构特征

MF47 型指针式万用表采用高灵敏度的磁电系整流式表头，造型大方、设计紧凑、结构牢固、携带方便。零部件均选用优良材料并经工艺处理，具有良好的电气性能和机械强度，其特点：

- ① 测量机构采用高灵敏度表头，性能稳定；
- ② 线路部分安全可靠、耐磨、维修方便；
- ③ 测量机构采用硅二极管保护电路，保证过载时不损坏表头，线路设有 0.5 A 保险丝，以防止误用时烧坏电路；



图 1-1 MF47 型指针式万用表实物图

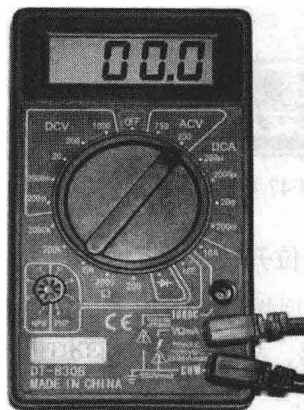


图 1-2 DT-830B 型数字式万用表实物图

- ④ 设计上考虑了湿度和频率补偿；
- ⑤ 低电阻挡选用 2 号干电池，容量大、寿命长；
- ⑥ 配合高压按钮，可测量电视机电路内 25 kV 以下高压；
- ⑦ 配有晶体管静态直流放大系数检测装置；
- ⑧ 表盘标度尺刻度线与挡位开关旋钮指示盘均为红、绿、黑三色，分别按交流红色、晶体管绿色、其余黑色对应制成，共有七条专用刻度线，刻度分开，便于读数；配有反光铝膜，消除视差，提高了读数精度；
- ⑨ 除交直流 2500 V 和直流 5 A 分别有单独的插座外，其余只须转动一下选择开关，使用方便；
- ⑩ 装有提把，不仅便于携带，而且可在必要时作倾斜支撑，便于读数。

1.1.2 MF47 型指针式万用表的模块功能

万用表是电压表、电流表、欧姆表等测器仪表的有机组合。现以 MF47 型指针式万用表为例来分析说明。

1. MF47 型指针式万用表刻度盘

表头共有七条刻度线，从上向下分别为电阻（黑色）、交流电压（红色）、直流毫安（黑色）、电容（绿色）、电感（绿色）晶体管共发射极直流放大系数 h_{EF} （绿色）、分贝（红色）等，其刻度盘示意图如图 1-3 所示。

2. 插孔

MF47 型万用表共有四个插孔，左下角红色“+”为红表笔，正极插孔；黑色“-”为黑表笔插孔；右下角“2500 V”为交直流 2500 V 插孔；“5 A”为直流 5 A 插孔，右上角为欧姆挡调零旋钮，左上角是晶体管插孔，其插孔示意图如图 1-4 所示。

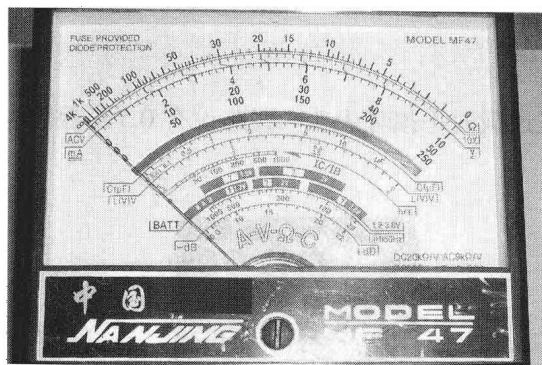


图 1-3 MF47 型指针式万用表表头刻度盘示意图



图 1-4 MF47 型指针式万用表插孔示意图

3. 挡位开关

MF47 型指针式万用表可以测量直流电流、直流电压、交流电压、电阻，以及音频电平、电容、电感、晶体管放大倍数等，共有 8 大类 34 个量程可供选择，其挡位刻度盘示意图如图 1-5 所示。

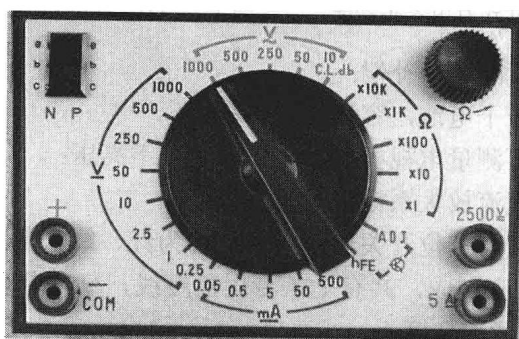


图 1-5 MF47 型指针式万用表挡位刻度盘示意图

4. 测电阻时需加直流电源

测量电阻必须使用直流电源。万用表的电池装在背面的电池盒内，其电池盒示意图如图 1-6 所示。左边是低压电池仓，装入一枚 1.5 V 的 2 号电池；右边是高压电池仓，装入一枚 15 V 的层叠电池。

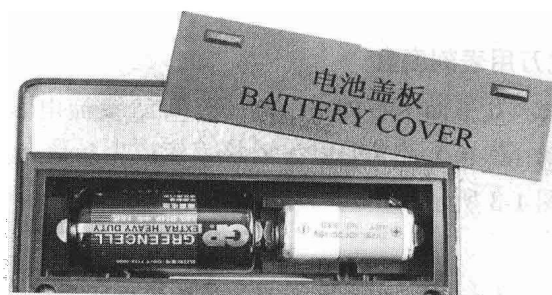


图 1-6 MF47 型指针式万用表电池盒示意图

5. 屏蔽电磁干扰设备

打开万用表后盖，可以见到所有元器件均与表头和操作面板安装在一起。后盖中部有一块金属板，以屏蔽电磁干扰，其金属屏蔽壳示意图如图 1-7 所示。

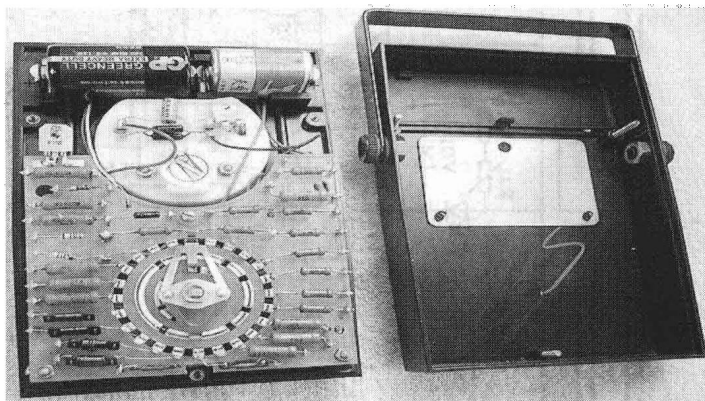


图 1-7 MF47 型指针式万用表金属屏蔽壳示意图

6. 内部结构

图 1-8 所示为 MF47 型指针式万用表内部结构示意图。大圆形物体是表头，表头上方是两枚电池，表头下方是电路板。电路板中央为测量选择波段开关，电阻器等元件有序地排列在波段开关周围。

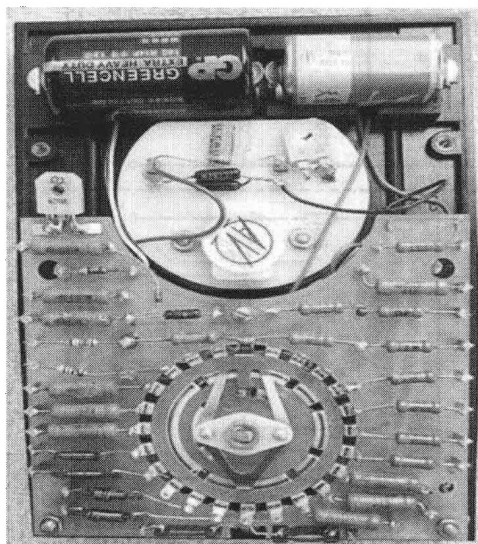


图 1-8 MF47 型指针式万用表内部结构示意图

7. 电路原理图

图 1-9 所示为 MF47 型指针式万用表的电路原理图，由五部分组成：表头及表头电路，用于指示测量结果；分压器，用于测量交、直流电压；分流器，用于测量直流电流；电池、调零电位器等，用于测量电阻；测量选择电路，用于选择挡位和量程。

8. 表头保护电路

为防止在使用中置错挡位而烧毁表头，一般采用由二极管组成电路保护表头，图 1-10 所示为 MF47 型指针式万用表保护电路实物示意图，图中两个硅二极管互为反向地并接在表头两端，使表头两端电压不超过 0.7 V。表头右上部及其左侧的两个微调电阻器，供校准万用表时使用。

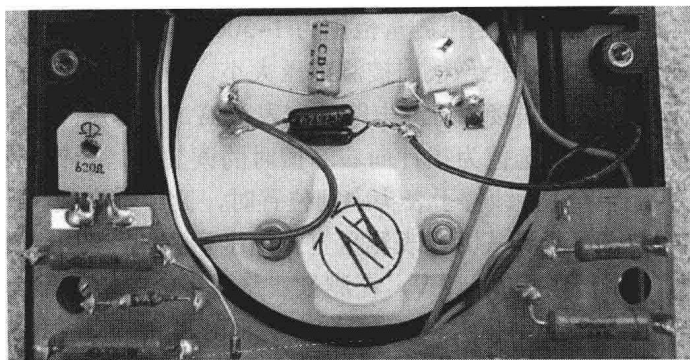


图 1-10 MF47 型指针式万用表保护电路实物示意图

1.1.3 MF47 型指针式万用表的使用

1. 调零

在每一次使用万用表前，必须对万用表进行调零。调零有两种，一种是“机械调零”，一种是“欧姆挡调零”。如果旋转图 1-11 所示的“调零旋钮”进行调零则为“欧姆挡调零”，机械调零是将指针调整到左端的“0”位置处，则需用螺丝刀调“机械调零螺钉”。如果“调零按钮”不能进行调零，就需更换万用表内的电池，因为电池电量用完，则无法将指针调至“0Ω”，所测数据就无有准确性可言。



图 1-11 MF47 型指针式万用表调零旋钮位置示意图

2. 读数

读数时目光应与万表表面垂直，使表头指针与反光铝膜中的指针重合，确保读数的精度。检测时先选用较高的量程试测，然后再根据实际情况，调整合适的量程，最后使读数在满刻度的 $2/3$ 附近为宜。

3. 测直流电压

MF47 型指针式万用表的直流电压测量范围为 $1\sim 500\text{ V}$ ，共 7 个挡位。测试直流电压时，先把转换开关换至直流电压量程挡，根据被测电压大小，应从大到小选定量程，再将万用表插孔的+、-极性通过表笔并联接入待测电路，在表头第二条刻度（具有 V 标识符）线上找出相应读数值。转换开关所选值为指针向右满偏时的读数值，指针指在不同位置，读数应按比例计算。通过换挡，使指针位于表头中间位置时，读数精度最高。

图 1-12 所示为 MF47 型指针式万用表测量直流电压示意图，图中测量电压时所选取的量程是 25 V 直流挡，所测的电压为 12 V ，在测量双路稳压电源的+12 V 电压输出时，应先将万用表转换开关转至直流电压挡，继而转至向右满偏时为 25 V 量程位置，把万用表插口的正极表笔（红色）接电源正极（红色）插孔，负极表笔（黑色）接电源负极黑色插孔，以并联方式连接，在表头第二条刻度（具有 V 标识符）线上找出满量程挡为 25 V 的数值，此时表针摆向中部，这时的指示读数为 12 V 。

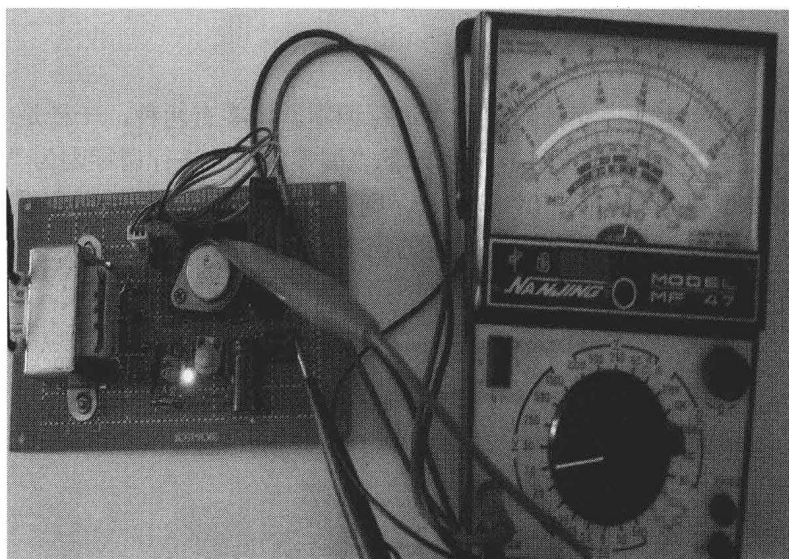


图 1-12 MF47 型指针式万用表测量直流电压示意图

4. 测量交流电压

测量交流电压时将挡位转换开关旋转到交流电压挡，表笔不分正负极，读数方法与直流电压读数相同，其读数为交流电压的有效值。测量范围从 $10\sim 1000\text{ V}$ 共五挡。测试交流电压的方法与测试直流电压的方法相同，只要将转换开关转至交流电压量程范围即可。若测量小于 10 V 的交流电压，考虑到二极管非线性因素的影响，特别设置了第三条刻度线。

磁电式结构万用表测量交流电压时，刻度线上标出的是正弦交流电的有效值，因此，