

Tushuo diangong jineng rumen congshu

图说电工技能入门丛书

◎ 杨清德 等编著

# 图说

# 万用表使用入门



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

图说电工技能入门丛书

# 图说万用表使用入门

杨清德 等编著



机械工业出版社

万用表是电工、电子测量中最常用的工具之一，本书根据实际工作的需要，结合初学者的水平，详细介绍了指针式万用表和数字式万用表的使用、维护、故障检修和自己动手组装等方面的基础知识和技能。

本书图、表、文并茂，内容丰富，有问有答，并配合口诀归纳，语言简洁、生动。适合于电工、电子初学者阅读，也可供职业院校电类专业学生阅读，还可作为电工、电子维修短期培训班的教材。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

图说万用表使用入门/杨清德等编著. —北京: 机械工业出版社, 2011.9

(图说电工技能入门丛书)

ISBN 978-7-111-35279-2

I. ①图… II. ①杨… III. ①复用电表 - 使用方法 - 图解 IV. ①TM938.1-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 134977 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 付承桂 责任编辑: 付承桂 吕 潇

版式设计: 霍永明 责任校对: 李秋荣

封面设计: 赵颖喆 责任印制: 乔 宇

北京机工印刷厂印刷 (三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2011 年 11 月第 1 版第 1 次印刷

169mm × 239mm · 17 印张 · 1 插页 · 349 千字

0 001—4 000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-35279-2

定价: 33.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010)88361066

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售一部: (010)68326294

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售二部: (010)88379649

读者购书热线: (010)88379203

封面无防伪标均为盗版

# 前 言

近年来，我们几位作者因为工作需要分别到几个省市的十余家企业、学校等单位进行人才需求及培养模式调研，部分企业领导介绍说，近年来招聘的一些年轻电工，虽然工作积极性高，但由于理论基础较差，动手操作的能力不强，如果不安排师傅引导，一些人很难独立完成工作任务。一部分年轻电工反映，他们学习电工技术最大的“拦路虎”是操作时不得要领，常常是做了这个步骤，忘记了做那个步骤，如果没有师傅在场，即便是勉强完成操作过程，也不知道是否符合操作技术要求，自己心中没底。基于上述启示，我们对近年来的教学经验进行总结及提炼，组织编写了这套“图说电工技能入门丛书”，包括《图说万用表使用入门》、《图说电工识图入门》和《图说电工实用技能入门》。

《图说万用表使用入门》——从认识万用表开始，一步一步介绍指针式万用表、数字式万用表的使用方法及注意事项，学习用万用表检测常用元器件及电路，以及如何在实际工作中灵活使用万用表，同时还介绍了常用万用表常见故障的检修方法。

《图说电工识图入门》——从电气符号入手，详细介绍了电工识图的基础知识，包括供电配电系统图、智能楼宇电气图和工业机械控制系统电气图，同时还介绍电工制图的基本知识。

《图说电工实用技能入门》——首先引导读者重温电工电子和安全用电的基础知识，在此基础上介绍电工仪表与工具使用、导线的连接、高低压电器的识别与应用、各种常用电路的安装与维护等技能。

本套丛书从读者的兴趣和认知规律出发，做到实用性和趣味性并重。通过问答的形式叙述，语言简洁明快；穿插大量的图、表，以释疑解惑；口诀归纳知识及技能要点，以帮助记忆。

本套丛书由高级讲师、维修电工高级技师、国家职业资格技能鉴定高级考评员杨清德、杨兰云主编，参加丛书编写工作的还有成世兵、胡萍、谭定轩、杨卓荣、先力、余明飞、林红、刘华光、乐发明、杨松、李建芬、赵顺红等同志。

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中难免存在缺点和错误，敬请各位读者批评指正，多提意见，盼赐教至 [yqd611@163.com](mailto:yqd611@163.com)，以期再版时修改。

编 者

# 目 录

## 前言

<b>第 1 章 认识和选用万用表</b> .....	1
1.1 认识万用表大家族成员 .....	1
1.1.1 万用表分类 .....	1
1.1.2 认识指针式万用表 .....	4
1.1.3 认识数字式万用表 .....	9
1.2 万用表的功能 .....	13
1.2.1 万用表的基本功能 .....	14
1.2.2 万用表的派生功能 .....	15
1.3 解读万用表表盘符号及文字 .....	17
1.3.1 指针式万用表常见符号及标识 .....	17
1.3.2 数字式万用表常见符号及标识 .....	18
1.4 万用表的选用 .....	20
1.4.1 指针式万用表的选用 .....	20
1.4.2 数字式万用表的选用 .....	24
1.4.3 数字式和指针式万用表比较 .....	26
<b>第 2 章 指针式万用表应用技能</b> .....	29
2.1 指针式万用表应用基础 .....	29
2.1.1 万用表表笔的正确使用 .....	29
2.1.2 指针式万用表的标度尺与读数 .....	30
2.1.3 指针式万用表的安全使用与维护保养常识 .....	34
2.2 指针式万用表测量电阻 .....	37
2.2.1 指针式万用表测量普通电阻的标称电阻值 .....	37
2.2.2 指针式万用表测量电位器 .....	41
2.2.3 指针式万用表检测热敏电阻 .....	44
2.2.4 指针式万用表检测压敏电阻 .....	45
2.2.5 指针式万用表检测光敏电阻 .....	46
2.3 指针式万用表测量电压 .....	47
2.3.1 指针式万用表测量交流电压 .....	47
2.3.2 指针式万用表测量直流电压 .....	50
2.4 指针式万用表测量直流电流 .....	52
<b>第 3 章 数字式万用表应用技能</b> .....	56
3.1 数字式万用表应用基础 .....	56

3.1.1 数字式万用表的基础知识 .....	56
3.1.2 数字式万用表的安全使用 .....	63
3.2 典型数字式万用表使用技能 .....	65
3.2.1 760B 数字式万用表 .....	65
3.2.2 UT60B 数字式万用表 .....	70
3.2.3 FT360 数字式万用表 .....	81
3.3 数字式万用表基本操作要领口诀 .....	85
3.3.1 数字式万用表测量电压 .....	85
3.3.2 数字式万用表测量电阻 .....	86
3.3.3 数字式万用表测量电流 .....	87
<b>第4章 万用表检测常用元器件</b> .....	<b>89</b>
4.1 万用表检测电容器 .....	89
4.1.1 指针式万用表检测电容器 .....	89
4.1.2 数字式万用表检测电容器 .....	92
4.2 万用表检测二极管 .....	96
4.2.1 指针式万用表检测二极管 .....	96
4.2.2 数字式万用表检测二极管 .....	105
4.3 万用表检测晶体管 .....	107
4.3.1 指针式万用表检测晶体管 .....	107
4.3.2 数字式万用表检测晶体管 .....	112
4.4 万用表检测晶闸管 .....	115
4.4.1 万用表检测单向晶闸管 .....	115
4.4.2 万用表检测双向晶闸管 .....	118
4.5 万用表检测场效应管 .....	120
4.5.1 结型场效应管的检测 .....	120
4.5.2 MOS 场效应管的检测 .....	122
4.5.3 VMOS 场效应管的检测 .....	123
4.6 万用表检测电磁继电器 .....	124
4.6.1 触点组别和衔铁工作情况的判别 .....	124
4.6.2 电阻的测量 .....	125
4.6.3 吸合电压和电流的测定 .....	126
4.6.4 释放电压和电流的测定 .....	126
4.7 万用表检测电源变压器 .....	127
4.7.1 检测绕组电阻 .....	127
4.7.2 绝缘性能测试 .....	128
4.8 万用表检测 LED 数码管 .....	129
4.8.1 用二极管挡检测数码管 .....	129
4.8.2 用 $h_{FE}$ 挡检测数码管 .....	131
4.9 万用表检测电感器 .....	132

4.9.1	指针式万用表检测电感器 .....	132
4.9.2	数字式万用表检测电感器 .....	133
4.10	万用表检测集成电路 .....	134
4.10.1	集成电路的检测方法 .....	134
4.10.2	常用集成电路的检测 .....	135
<b>第5章</b>	<b>工作中灵活使用万用表 .....</b>	<b>139</b>
5.1	数字式万用表监视信号 .....	139
5.1.1	组建巡检平台 .....	139
5.1.2	监测基站信号 .....	140
5.2	用万用表分辨相线和零线 .....	143
5.2.1	指针式万用表分辨相线和零线 .....	143
5.2.2	数字式万用表分辨相线和零线 .....	144
5.3	万用表区分晶体管的材料及频率 .....	144
5.3.1	万用表区分硅晶体管和锗晶体管 .....	144
5.3.2	万用表区分高频管和低频管 .....	145
5.4	用万用表检测集成电路 .....	145
5.4.1	万用表不在路检测集成电路 .....	145
5.4.2	万用表在路检测集成电路 .....	146
5.5	指针式万用表测量交流电流 .....	147
5.5.1	指针式万用表的电路改进 .....	147
5.5.2	用改进后的万用表测量交流电流 .....	148
5.6	万用表判别电气设备外壳是否漏电 .....	149
5.6.1	感应判别法 .....	149
5.6.2	电压判别法 .....	150
5.7	巧用指针式万用表的 LI 和 LV 刻度 .....	150
5.7.1	LI、LV 刻度线介绍 .....	150
5.7.2	利用 LI、LV 刻度测量二极管 .....	151
5.7.3	利用 LI、LV 刻度测量晶体管 .....	151
5.7.4	测量表头灵敏度 .....	152
5.7.5	测量高压整流器件 .....	152
5.8	万用表查找电缆故障 .....	153
5.8.1	查找电缆断点 .....	153
5.8.2	检查电缆是否受潮 .....	153
5.9	用万用表检测电动机 .....	154
5.9.1	判别绕组的首尾端 .....	154
5.9.2	判断电动机的转速和极数 .....	155
5.10	万用表检测晶体管放大电路的静态参数 .....	156

<b>第 6 章 万用表常见故障检修</b> .....	160
6.1 指针式万用表检修概述 .....	160
6.1.1 指针式万用表检修方法 .....	160
6.1.2 指针式万用表的检修程序 .....	164
6.2 数字式万用表检修概述 .....	164
6.2.1 数字式万用表检修方法 .....	165
6.2.2 检修数字式万用表的一般步骤及程序 .....	167
6.3 万用表假故障的排除 .....	169
6.3.1 表笔测试线引起的假故障 .....	169
6.3.2 接触不良引起的假故障 .....	170
6.3.3 操作错误引起的假故障 .....	171
6.4 指针式万用表常见故障检修 .....	172
6.4.1 各个测量功能均无反应故障的检修 .....	172
6.4.2 个别测试功能不能测量故障的检修 .....	174
6.4.3 各个测量功能都能使用,但测出的各个数值都有很大误差的检修 .....	175
6.4.4 个别功能测量数值有误差故障的检修 .....	175
6.4.5 综合性故障的检修 .....	176
6.4.6 指针式万用表常见故障原因及维修方法 .....	177
6.5 数字式万用表常见故障检修与调试 .....	180
6.5.1 主要元器件的更换与代换 .....	180
6.5.2 检修数字式万用表注意事项 .....	182
6.5.3 数字式万用表常见故障检修 .....	183
6.5.4 数字式万用表的调试 .....	187
6.6 万用表检修实例 .....	193
6.6.1 数字式万用表检修实例 .....	193
6.6.2 指针式万用表检修实例 .....	223
<b>第 7 章 万用表 DIY</b> .....	229
7.1 MF47 型万用表 DIY .....	229
7.1.1 准备工作 .....	229
7.1.2 电路板正面元器件的安装与焊接 .....	232
7.1.3 电路板背面元器件的安装与焊接 .....	238
7.1.4 其他部件的装配 .....	239
7.1.5 调试 MF47 型万用表 .....	244
7.2 DT830B 数字式万用表 DIY .....	246
7.2.1 准备工作 .....	246
7.2.2 印制电路板元器件安装 .....	248
7.2.3 安装液晶屏 .....	249



---

7.2.4 安装旋钮转换开关 .....	250
7.2.5 万用表的校准与总装 .....	251
<b>附录</b> .....	253
附录 A 常用万用表电路原理图 .....	253
附录 B 手持数字式万用表选型指南 .....	259
附录 C 笔型电工万用表选型指南 .....	260
<b>参考文献</b> .....	261

# 第 1 章 认识和选用万用表

## 1.1 认识万用表大家族成员

### 1.1.1 万用表分类

#### 1. 万用表真的有“万用”吗

万用表是万用电表的简称，它能测量电流、电压、电阻，有的还可以用来测量频率、电容值、电感值、逻辑电平、分贝值以及晶体管的放大倍数等。由于这种电工仪表用途多，量程广，使用方便，因此人们把它称为“万用表”。

#### 2. 万用表是如何分类的

万用表的种类有很多种，下面介绍几种常用的分类方法。

1) 按照显示方式，可分为指针式万用表和数字式万用表两大类，如图 1-1 所示。目前，这两种类型的万用表均有很多种型号，相对而言指针式万用表性价比高，故使用者较多。

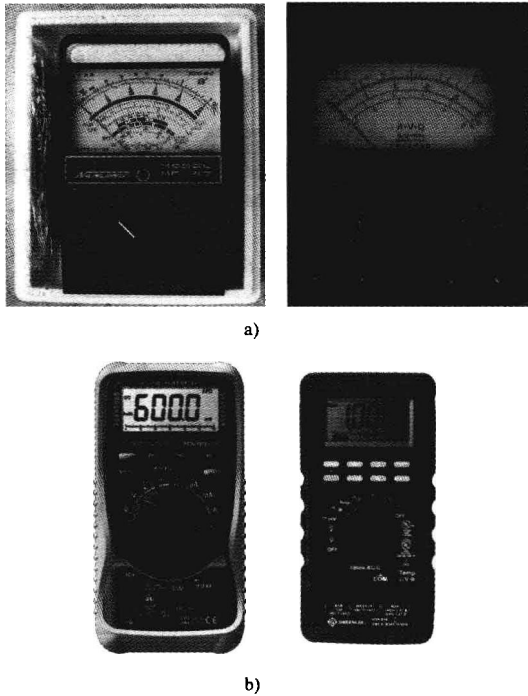
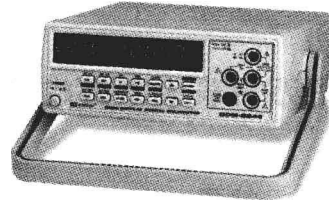


图 1-1 指针式万用表和数字式万用表  
a) 指针式万用表 b) 数字式万用表

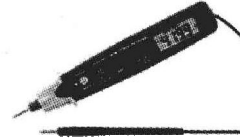
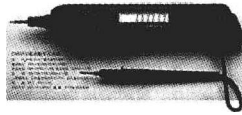
2) 按照万用表的外形,可分为台式、手持式、笔式、钳形和叉形等。常见万用表的外形如图 1-2 所示。



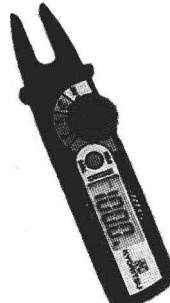
a)



b)



c)



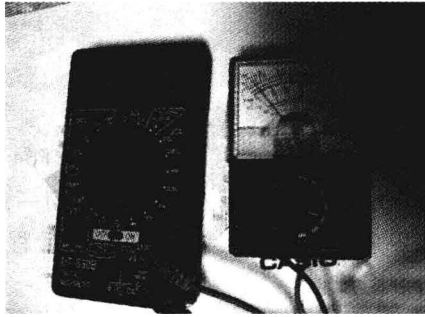
d)

e)

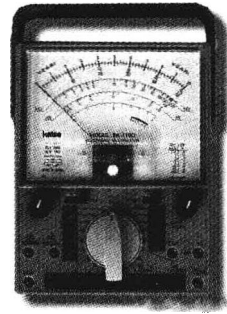
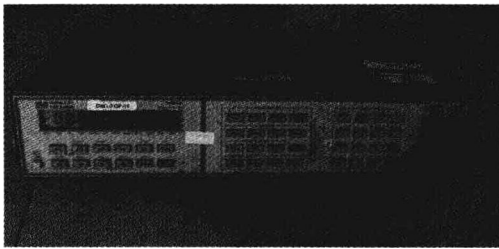
图 1-2 常见万用表的外形

a) 台式万用表 b) 手持式万用表 c) 笔式万用表 d) 钳形万用表 e) 叉形万用表

3) 按照功能, 可分为简易型万用表、多功能型万用表和智能型万用表, 如图 1-3 所示。简易型万用表功能很少, 主要用来测量电阻、电流和电压; 多功能万用表不仅具有测量电阻、电流和电压等基本功能, 还具有电容、电感、晶体管参数、红外线遥控器数据、普通二极管参数和发光二极管发光情况等检测功能; 智能



a)



b)



c)

图 1-3 简易型、多功能型和智能型万用表

a) 简易型万用表 b) 多功能型万用表 c) 智能型万用表

型万用表除了具有多功能万用表的功能之外，还具有内置交流电压感应测电功能、全保护功能、自动/手动量程随意转换功能、数据保持功能、 $^{\circ}\text{C}/^{\circ}\text{F}$ 转换功能、频率/占空比测量功能、自动关机功能等。

4) 按照准确度，可分为 1.0、1.5、2.5 和 5.0 等几个等级。1.0 等级的万用表其准确度最高，其基本误差为  $\pm 1.0\%$ 。

### 1.1.2 认识指针式万用表

#### 1. 指针式万用表有何结构

常见的指针式万用表主要有 500 型、MF47 型、MF64 型、MF50 型、MF15 型等，它们虽然功能各异，但结构和原理基本相同。它们一般由外壳、表头、表盘、机械调零旋钮、欧姆挡调零旋钮、转换开关（又称为量程选择开关）、专用插座、表笔及其插孔和测量线路等组成。

图 1-4 所示为 MF47 型万用表的基本结构。

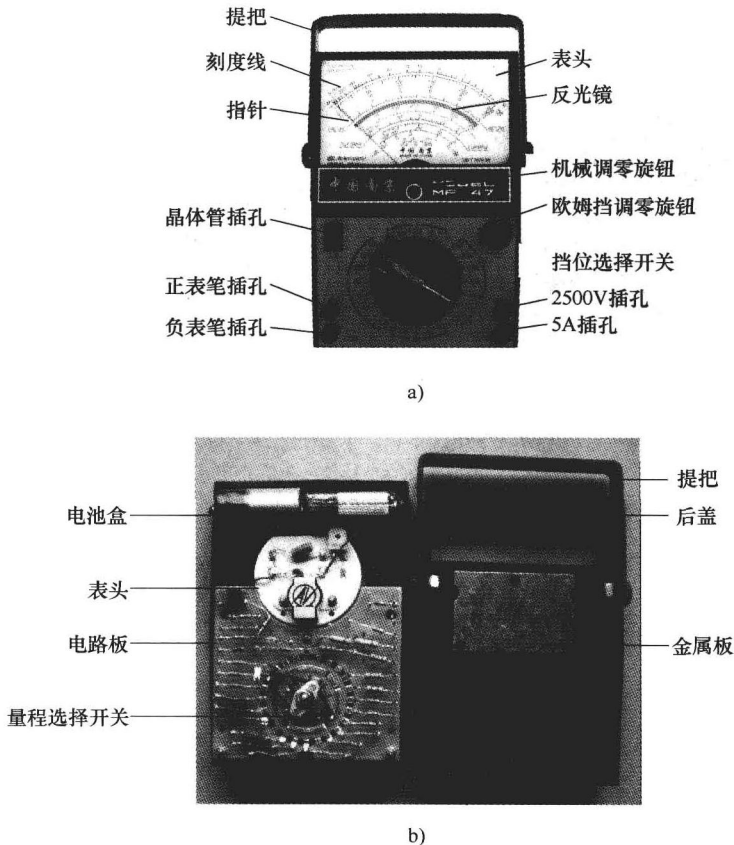


图 1-4 MF47 型万用表的基本结构

a) 外部结构 b) 内部结构

图 1-5 所示为 MF50 型万用表的基本结构。

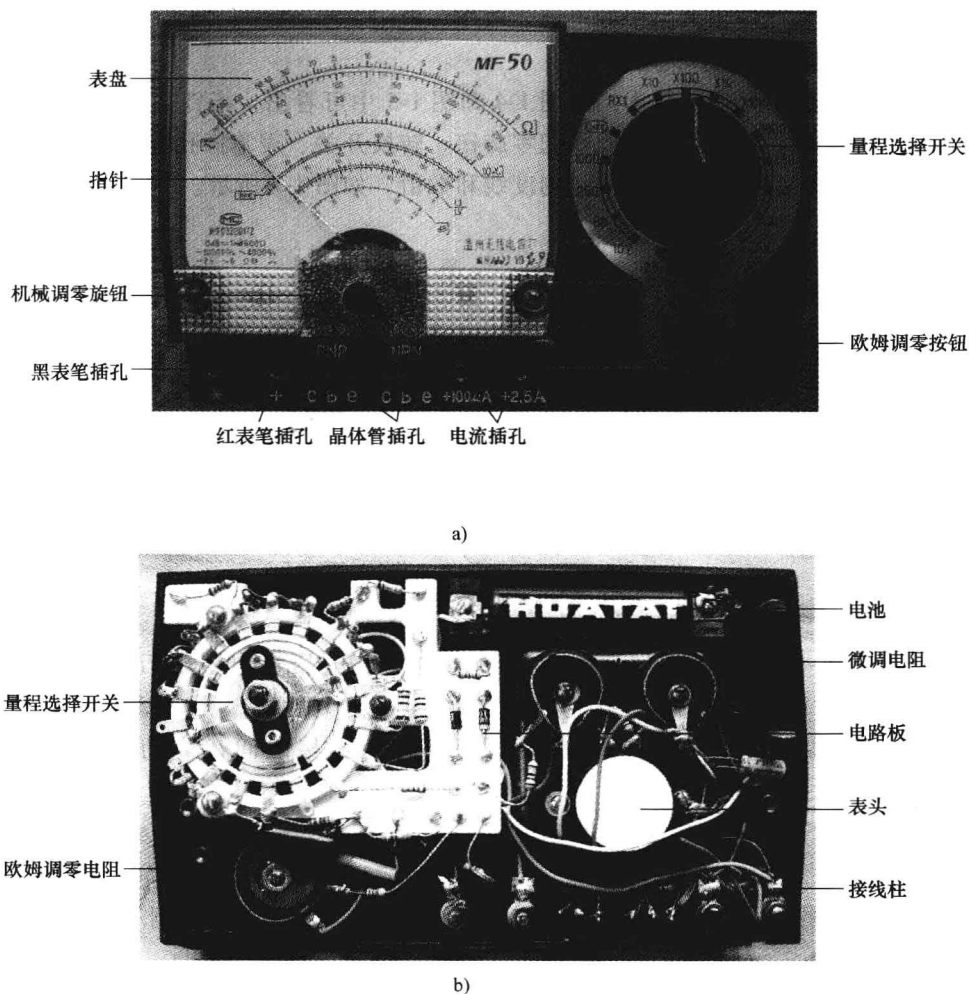


图 1-5 MF50 型万用表的基本结构

a) 外部结构 b) 内部结构

## 2. 指针式万用表的基本工作原理是什么

指针式万用表的基本原理是利用一只灵敏的磁电式直流电流表（微安表）做表头，如图 1-6 所示。表头是万用表的“心脏”，万用表的主要性能指标取决于表头的性能，表头的灵敏度越高，内阻越大，万用表的性能就越好。当微小电流通过表头，就会有

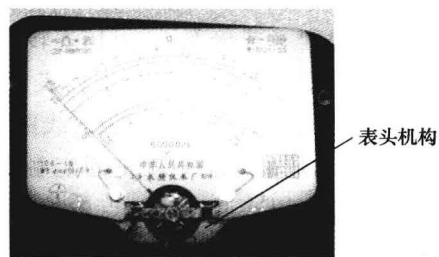


图 1-6 万用表的表头

电流指示。由于表头不能通过大电流，所以必须在表头上并联与串联一些电阻进行分流或降压，从而测出电路中的电流、电压和电阻。

### 3. 万用表的面板由哪些组成

从前面介绍的万用表基本结构图 1-4 和图 1-5 中可看出，指针式万用表的面板一般由表盘、机械调零旋钮、欧姆调零旋钮、转换开关、表笔插孔等组成。

表头上的表盘印有多种符号、刻度线和数值，如图 1-7 所示。

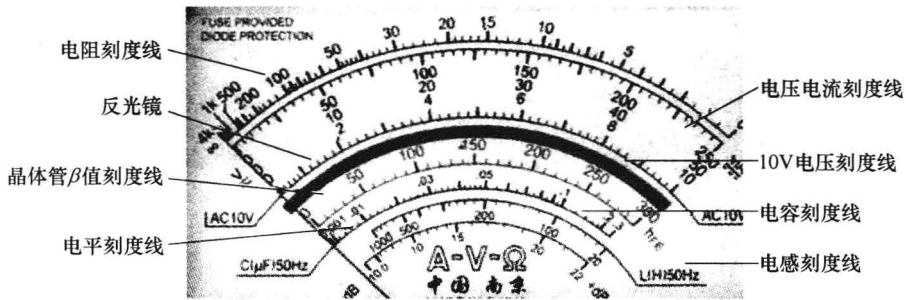


图 1-7 MF47 万用表的表盘

符号 A-V-Ω 表示这只电表是可以测量电流、电压和电阻的万用表。表盘上印有多条刻度线，其中右端标有“Ω”的是电阻刻度线，其右端为零，左端为“∞”；刻度值分布是不均匀的，每小格与每小格之间代表的欧姆值不相同。

符号“-”或“DC”表示直流，“~”或“AC”表示交流，“≈”表示交流和直流共用的刻度线，刻度线下的几行数字（0~10、0~50、0~250，见图 1-7）是与选择开关的不同挡位相对应的刻度值。万用表转换开关符号图例和内部结构如图 1-8 所示。

另外，表盘上还有一些表示表头参数的符号：如 DC20kΩ/V、AC9kΩ/V 等。面板上还设有机械零位调整旋钮（螺钉）。

### 4. 转换开关的内部结构如何

万用表的转换开关，又称量程选择开关，是一个多挡位的旋转开关，用来选择测量项目和量程（或倍率）。万用表转换开关的形式多种多样，如图 1-8a~图 1-8c 所示，图中的箭头和小圆圈分别代表“刀”和“位”，有时“刀”也用粗黑线表示（这种符号经常出现在万用表的线路图中）。所谓“刀”就是可转动的开关滑片（活动触点），所谓“位”就是固定触点。当刀（活动触点）与某个位（固定触点）接触时就可以接通这对触点的控制电路。拨动转换开关，就可以使某一刀与某一位接触，从而接通不同的测量线路，完成选择的测量项目和测量量程（或倍率）。

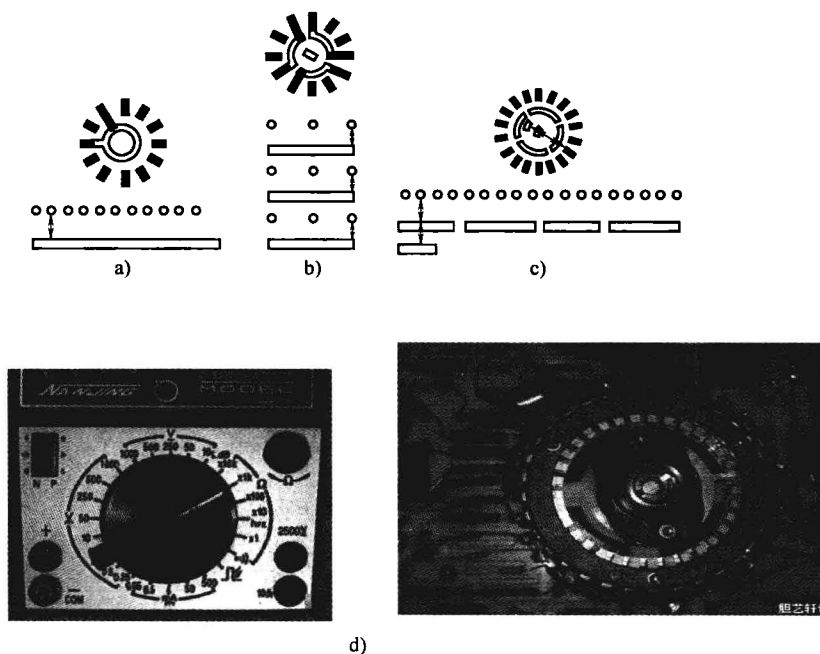


图 1-8 万用表转换开关符号图例和内部结构

- a) 单刀 11 挡转换开关 b) 3 刀 3 挡转换开关；  
c) 单刀单层 18 挡转换开关 d) 实物图

转换开关定位准确，触点接触良好可靠，步进轻松和绝缘性能好等是其基本要求。

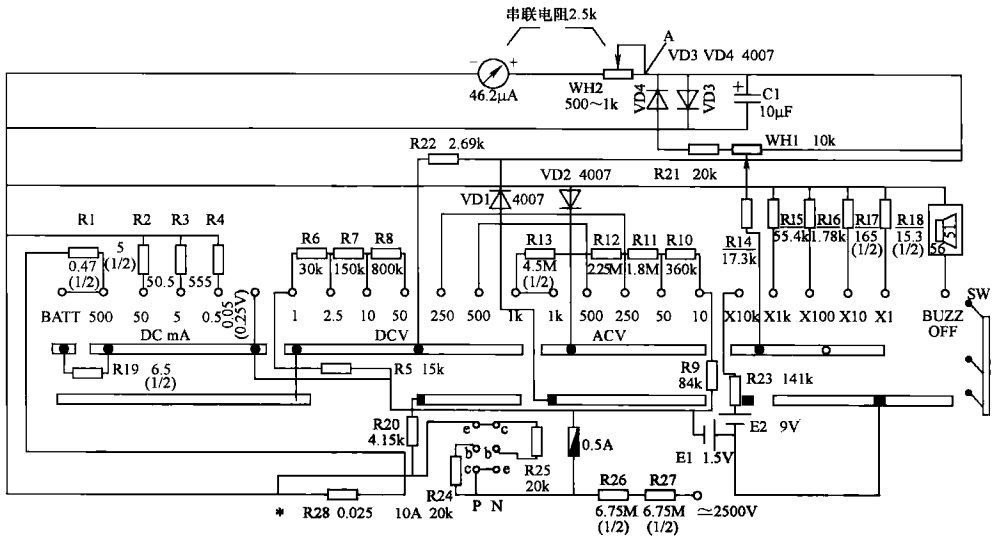
### 5. 万用表有哪些测量线路

测量线路的作用是将不同性质和大小被测电学量转换为表头所能接受的直流电流。为了实现不同测量项目和测量量程（或倍率），在万用表的内部设置了一套测量线路。一般来说，万用表的测量线路是由多量程直流电流表、多量程直流电压表、多量程整流式交流电压表和多量程欧姆表等测量线路组合而成。在某些万用表中，还附加有电容、电感、晶体管直流放大倍数和温度测量等测量电路。

万用表的测量电路随测量对象及量程的不同而不同，通过拨动转换开关来接通不同的测量线路，选择所需要的测量项目和量程。测量电路的改进，可使万用表的功能增多、操作方便、体积减小。

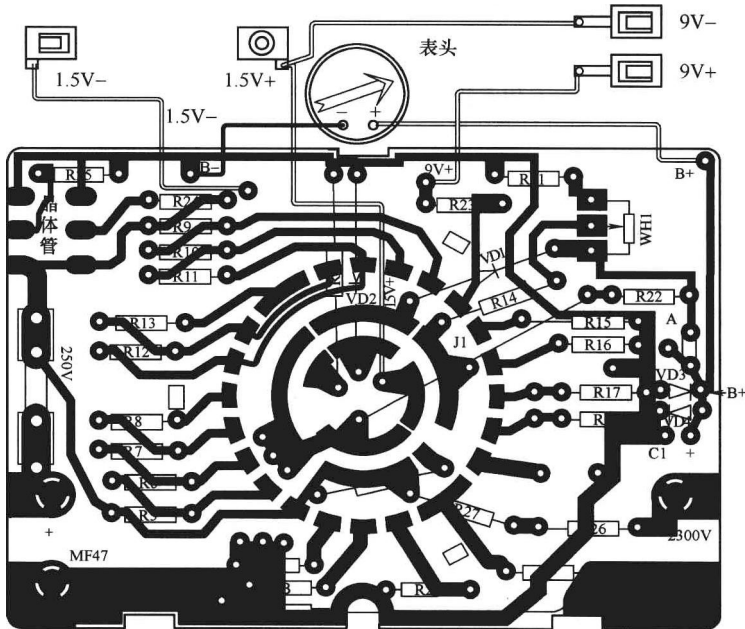
测量电路主要由各种类型、各种规格的电阻元件（如线绕电阻、金属膜电阻、碳膜电阻、电位器等）组成，此外还包括整流器件（如二极管）。MF47 型万用表的测量线路如图 1-9 所示。





本图纸中凡电阻阻值未注明者为Ω 功率未注明者为1/4W

a)



b)

图 1-9 MF47 型万用表的测量线路

a) 原理图 b) PCB 图