

主 编 韩广兴

副主编 韩雪涛 吴 瑛

万用表

检测应用实例

(修订版)

- 列举典型检测应用实例
详细讲解实用万用表检测各种元器件电气参数的方法
- 通过维修检测实战演示
教会读者快速掌握用万用表检测电子产品故障的技巧



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

万用表检测应用实例

(修订版)

主 编 韩广兴

副主编 韩雪涛 吴 瑛

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书通过对典型指针式万用表和数字式万用表的剖析，系统地介绍万用表的基本结构、键钮功能、工作原理和使用方法。重点以检测应用实例为主线，讲解万用表对各种电子产品电气参量的测量方法，以及对各种常用元器件、半导体器件和集成电路的检测方法。目的是通过应用万用表对收录机、彩色电视机、VCD/DVD 影碟机等流行电子产品维修中的检测演示，使读者快速掌握使用万用表的检测技巧。

本书适合电子电气产品维修人员和电子企业从业人员阅读，也适合电子爱好者阅读。

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

万用表检测应用实例 / 韩广兴主编. —一修订本. —北京：电子工业出版社，2014.3
ISBN 978-7-121-22520-8

I. ①万… II. ①韩… III. ①复用电表—检测 IV. ①TM938.107

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2014）第 033594 号

策划编辑：谭佩香

责任编辑：鄂卫华

印 刷：中国电影出版社印刷厂

装 订：中国电影出版社印刷厂

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：17 字数：414 千字

印 次：2014 年 3 月第 1 次印刷

定 价：39.80 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。

编委会名单

主 编 韩广兴

副主编 韩雪涛 吴 瑛

编 委 张丽梅 宋明芳 马 楠 梁 明

宋永欣 吴鹏飞 韩雪冬 王新霞

高瑞征 吴惠英 吴 玮 张湘萍

前 言

万用表是一种袖珍式多功能测量仪表，它在电工电子测量工作中得到了广泛的应用。随着科学技术的发展，各种新型电子电气产品越来越多，特别是数码产品、家电产品、计算机、手机等信息技术产品得到了迅速的发展。信息技术产品的开发和普及，也带来了测试仪表的发展。在实际应用中，万用表仍然是最基本的，而且是不可缺少的随身仪表。在电子产品的生产、调试和维修过程中常常使用万用表判断元器件的故障。很多产品的维修人员上门服务时，万用表是必备的仪表。即使在设备比较完善的维修测试中心，万用表也是使用率最高的仪表。它功能多，成本低，使用方便，颇受维修人员的欢迎。

万用表的检测应用知识，既是电工电子测量维修人员的基本技能，又是初学维修的电子爱好者的必备知识。了解万用表、学会使用万用表成为初学入门者的必修课。

为了满足电工电子领域各种参量的测量需求，市场上推出了许多种型号和规格的万用表，除了指针式万用表之外，还推出了各种功能的数字式万用表，它可以以数字的形式显示测量的值。虽然万用表的型号很多，但它们的基本功能是相同的，例如，电阻值、电容量、电感量、电压和电流的测量都是最基本的功能。

为了满足读者的要求，我们从万用表最基本的结构讲起，分别介绍指针式万用表和数字式万用表的典型结构、功能、使用方法，同时通过万用表在组合音响、电视机和影碟机检修中的检测演示，介绍使用万用表的检测技巧。另外书中还介绍了万用表与其他仪表的配合使用方法。

本书由韩广兴担任主编，韩雪涛、吴瑛担任副主编。参加本书编写的还有韩雪冬、张丽梅、宋明芳、马楠、梁明、宋永欣、吴鹏飞、王新霞、高瑞征、吴惠英、吴玮、张湘萍等。

为满足读者的要求，我们还制作了《万用表使用方法与测量技巧》VCD 教学光盘 4 盘，手把手教你使用万用表。

读者在学习中有什么问题可以登录网站 www.taoo.cn 或电话咨询，韩广兴教授可以为你解答问题（电话：022-83718162 / 83713312，地址：天津市南开区华苑产业园区天发科技园 8-1-401，邮编：300384）。

图书联系方式：tan_peixiang@phei.com.cn

编 者

2014 年 2 月

目 录

第 1 章 万用表的基本结构与功能特点	1
1.1 万用表的种类与应用	1
1.1.1 万用表的分类	1
1.1.2 万用表的应用	12
1.2 万用表的基本结构	14
1.2.1 指针式万用表的基本结构	14
1.2.2 数字式万用表的基本结构	16
1.3 万用表的基本性能指标	18
1.3.1 指针式万用表的基本性能指标	18
1.3.2 数字式万用表的基本性能指标	20
1.4 万用表的选购	25
1.4.1 万用表的选购原则与选购注意事项	25
1.4.2 典型万用表的性能对比	26
第 2 章 万用表的工作原理和使用方法	33
2.1 万用表的工作原理	33
2.1.1 指针式万用表的工作原理	33
2.1.2 数字式万用表的工作原理	37
2.2 指针式万用表的使用方法	37
2.2.1 指针式万用表的键钮分布与功能特点	37
2.2.2 指针式万用表使用前的准备与注意事项	43
2.3 数字式万用表的使用方法	47
2.3.1 数字式万用表的键钮分布与功能特点	47
2.3.2 数字式万用表使用前的准备与注意事项	51
第 3 章 万用表检测电流的方法	55
3.1 万用表检测电流的机理	55

3.1.1	直流电流的检测机理	55
3.1.2	交流电流的检测机理	58
3.2	万用表检测直流电流的方法	61
3.2.1	万用表检测直流电流的基本方法	61
3.2.2	万用表检测直流电流的测量步骤	62
3.2.3	万用表检测直流电流的注意事项	65
3.3	万用表检测交流电流的方法	65
3.3.1	万用表检测交流电流的基本方法	65
3.3.2	万用表检测交流电流的测量步骤	66
3.3.3	万用表检测交流电流的注意事项	68
第 4 章	万用表检测电压的方法	69
4.1	万用表检测电压的机理	69
4.1.1	直流电压的检测机理	69
4.1.2	交流电压的检测机理	71
4.2	万用表检测直流电压的方法	74
4.2.1	万用表检测直流电压的基本方法	74
4.2.2	万用表检测直流电压的测量步骤	76
4.2.3	万用表检测直流电压的注意事项	78
4.3	万用表检测交流电压的方法	78
4.3.1	万用表检测交流电压的基本方法	78
4.3.2	万用表检测交流电压的测量步骤	79
4.3.3	万用表检测交流电压的注意事项	80
第 5 章	万用表的基本使用方法及实例	81
5.1	万用表的基本使用方法和步骤	81
5.1.1	电阻元件的检测方法和步骤	81
5.1.2	直流电压值的测量方法和步骤	83
5.1.3	直流电流的测量方法和步骤	87
5.2	电阻器的检测实例	89
5.2.1	电阻器的在路检测	89
5.2.2	电阻器的开路检测	92
5.3	电位器的检测实例	94
5.3.1	电位器的在路检测	94
5.3.2	电位器的开路检测	94

5.4	电容器的检测实例.....	97
5.4.1	普通固定电容器的检测方法.....	97
5.4.2	电解电容器的检测方法.....	101
5.5	电感器的检测实例.....	104
5.5.1	电感器故障的判断.....	104
5.5.2	电感量和品质因数的测量.....	106
5.6	变压器的检测实例.....	106
5.7	二极管的检测实例.....	110
5.7.1	二极管的在路检测.....	110
5.7.2	二极管的开路检测.....	112
5.8	三极管的检测实例.....	113
5.8.1	NPN型三极管的检测.....	113
5.8.2	PNP型三极管的检测.....	115
5.9	场效应晶体管的检测实例.....	116
5.9.1	结型场效应晶体管的检测.....	116
5.9.2	绝缘栅型场效应晶体管的检测.....	119
5.10	单向晶闸管的检测实例.....	121
5.11	集成电路的检测实例.....	124
5.11.1	集成电路的在路检测.....	124
5.11.2	集成电路的开路检测.....	126
5.12	微电动机的检测实例.....	128
第6章	万用表检测电气部件的应用实例.....	131
6.1	保险元件和电位器的检测实例.....	131
6.1.1	保险元件的检测.....	131
6.1.2	电位器的检测.....	133
6.2	开关按键和插接件的检测实例.....	136
6.2.1	开关按键的检测.....	136
6.2.2	插接件的检测.....	137
6.3	变压器和继电器的检测实例.....	138
6.3.1	变压器的检测.....	138
6.3.2	继电器的检测.....	141
6.4	电声器件的检测实例.....	145
6.4.1	扬声器的检测.....	145
6.4.2	蜂鸣器的检测.....	146

6.4.3	话筒的检测.....	147
第 7 章	万用表在收录机及收音机检测中的应用实例.....	149
7.1	万用表在检修收录机中的应用.....	149
7.2	万用表在检修收音机中的应用实例.....	149
7.2.1	收音机的故障检修实例.....	149
7.2.2	收音机的调整实例.....	149
7.2.3	收录机功放的故障检测.....	151
7.2.4	中放、检波电路的故障检测.....	152
7.2.5	FM 高放、混频电路的故障检测.....	152
7.2.6	录放电路的故障检测.....	155
7.3	万用表在检修立体声双卡组合音响中的应用实例.....	157
7.3.1	FM/AM 收音电路的故障检测.....	157
7.3.2	录放机电路的故障检测.....	157
7.3.3	音频信号处理电路的故障检测.....	161
7.3.4	音频功率放大器的故障检测.....	161
7.3.5	操作显示电路的故障检测.....	164
7.3.6	频谱分析和显示电路的故障检测.....	166
7.3.7	话筒信号放大器的故障检测.....	167
7.3.8	回声混响电路的故障检测.....	167
第 8 章	万用表在电视机检测中的应用实例.....	169
8.1	彩色电视机的整机构成和检测部位.....	169
8.1.1	彩色电视机的整机结构.....	169
8.1.2	电路板上元器件的检测.....	170
8.1.3	各单元电路的检测.....	170
8.2	彩色电视机的信号处理过程及检测.....	173
8.2.1	彩色电视机的信号流程.....	173
8.2.2	交流信号与直流电压的关系.....	175
8.3	彩色电视机的控制系统.....	175
8.3.1	数字量变成模拟量的控制方式.....	175
8.3.2	I ² C 总线控制系统的检测.....	177
8.4	彩色电视机各单元电路之间的信号检测.....	178
8.4.1	图像中放电路的相关信号.....	179
8.4.2	视频电路的相关信号.....	179

8.4.3	开关电源的相关信号	180
8.5	中频电路的结构和检测	180
8.5.1	中频电路的基本结构	180
8.5.2	中频电路的检测方法	180
8.6	视频、解码电路的结构和检测	185
8.6.1	视频、解码电路的基本功能	185
8.6.2	视频电路的结构和检测	186
8.7	扫描电路及其检测	187
8.7.1	扫描电路的基本结构	189
8.7.2	扫描电路的故障检测	189
8.7.3	扫描电路的故障检测实例	191
8.8	开关电源的检测方法	193
8.8.1	开关电源的基本结构	193
8.8.2	开关稳压集成电路的结构和检修方法	196
8.9	显像管电路的结构及检测	200
8.9.1	显像管电路的基本结构	200
8.9.2	典型显像管电路的故障检测	202
8.10	控制电路的结构及检测	203
8.10.1	微处理器的结构及功能	203
8.10.2	微处理器的故障检测	206
8.11	万用表检修彩色电视机的实例	211
8.11.1	万用表对彩色电视机的主要测量项目	211
8.11.2	彩色电视机的电路检测故障判断方法	212
8.11.3	彩色电视机单元电路的检测方法	212
8.11.4	检修彩色电视机的安全注意事项	212
第 9 章	万用表在 VCD/DVD 视盘机检修中的应用	215
9.1	VCD 视盘机的整机构成和故障检测	215
9.1.1	典型 VCD 机的结构和检测	215
9.1.2	激光头与伺服预放电路	217
9.1.3	数字信号处理电路	218
9.1.4	伺服系统	218
9.1.5	A/V 解码器	219
9.1.6	系统控制电路	219
9.1.7	卡拉 OK 电路和电源电路	220

9.2	DVD 视盘机的整机构成和故障检测	222
9.2.1	典型 DVD 机的结构和检测方法	222
9.2.2	DVD 机的工作流程	227
9.3	激光头的故障检测	230
9.3.1	激光头的结构和故障分析	230
9.3.2	激光头的故障检测实例	235
9.4	伺服及控制系统的检测	237
9.4.1	飞利浦机芯的伺服系统	237
9.4.2	索尼机芯的伺服电路	244
9.4.3	伺服电路的故障检测	250
9.5	机械部分的故障检测	254
9.5.1	VCD/DVD 机机械部分的检测部位	254
9.5.2	VCD/DVD 机机芯的检测实例	256
9.5.3	VCD 机进给机构的检测实例	260

第 1 章 万用表的基本结构与功能特点

1.1 万用表的种类与应用

万用的种类有很多，本章我们将以几种典型的万用表为例，介绍一下万用表有哪些种类，它们的应用场合和特点。

1.1.1 万用表的分类

万用表是一种多功能、多量程的便携式仪表，是电子、电气产品检测、维修过程中不可缺少的测量仪表之一。一般的万用表可以测量直流电流、交流电流、直流电压、交流电压和电阻值，有些万用表还可测量三极管的放大倍数、交流信号频率、电容值、电感值、逻辑电位、分贝值等。

万用表有很多种，现在最流行的有模拟指针式万用表和数字式万用表两种。

1. 指针式万用表

指针式万用表又称为模拟万用表，它是利用一只灵敏的磁电式直流电流表（微安表）做表头。当微小电流通过表头时，指针偏摆，其偏摆角度与流入的电流大小成正比。因此在万用表中必须将检测电阻、电压的量程转换成一定范围的电流值去驱动表头，很多表头的最大电流为 $0\sim 50\ \mu\text{A}$ 。用电流表的偏摆角等效所测电阻、电压的量。但是由于表头不能通过较大的电流，所以必须与表头并联或串联一些电阻器，起到分流或降压作用，从而测出电路中的电流、电压和电阻的准确值。

（1）按功能分类

按功能可以分为专用指针式万用表和多功能式指针式万用表。

- 专用指针式万用表是只具有一种或两种功能的指针式万用表，图 1-1 所示是专用于测量电流的指针式安培表。

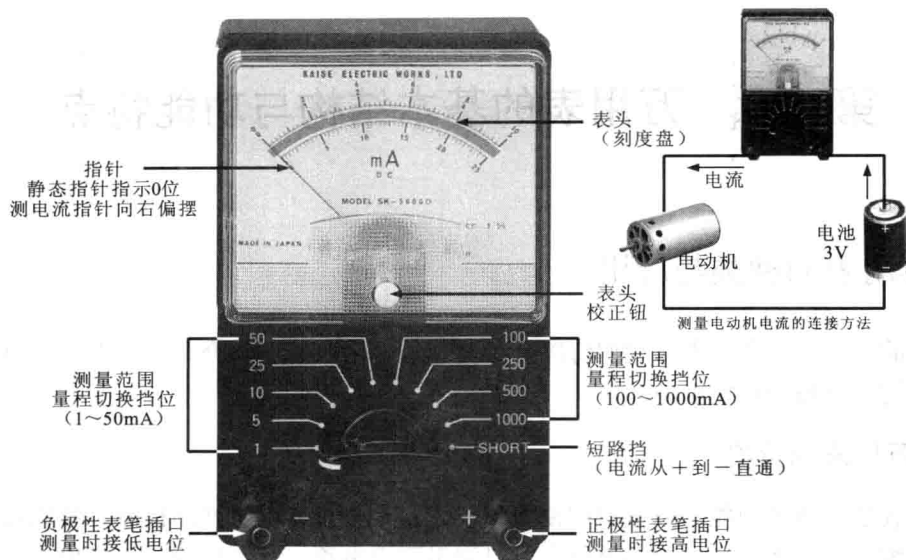


图 1-1 测量电流的指针式安培表

图 1-2 是专用于测量电压的指针式伏特计。

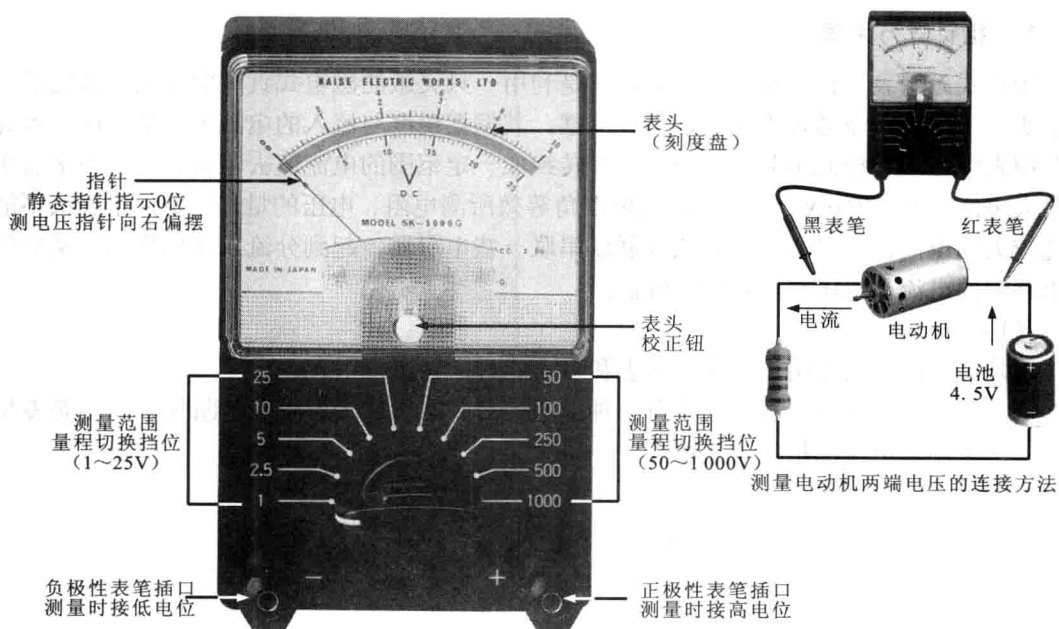


图 1-2 测量电压的指针式伏特计

图 1-3 所示是专用于测量电阻值的指针式欧姆计。

- 多功能指针式万用表就是将上述单一功能的万用表综合制作到一起,使其具有多种测量功能,也就是常用的指针式万用表,其外形实物如图 1-4 所示。

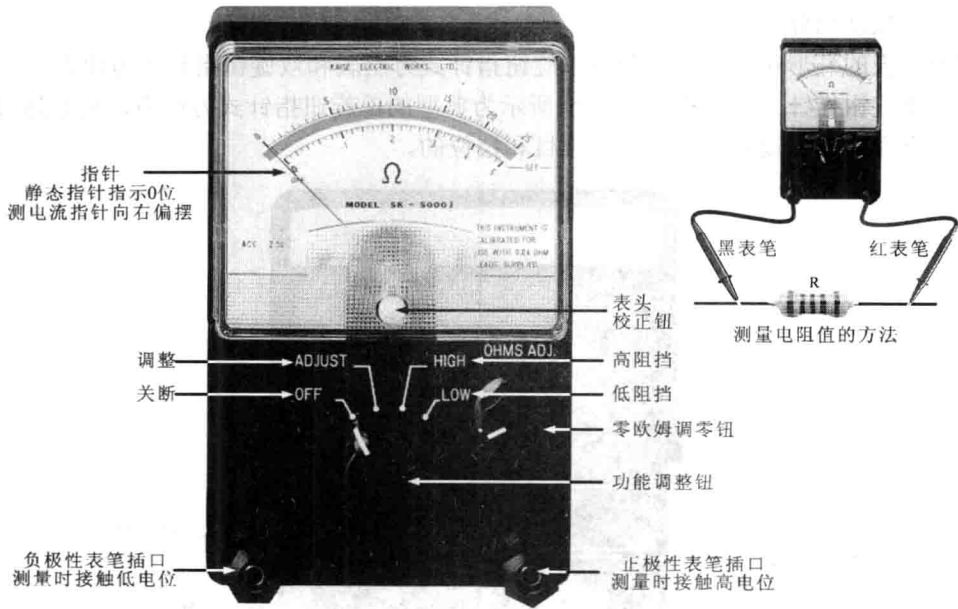


图 1-3 测量电阻值的指针式欧姆计

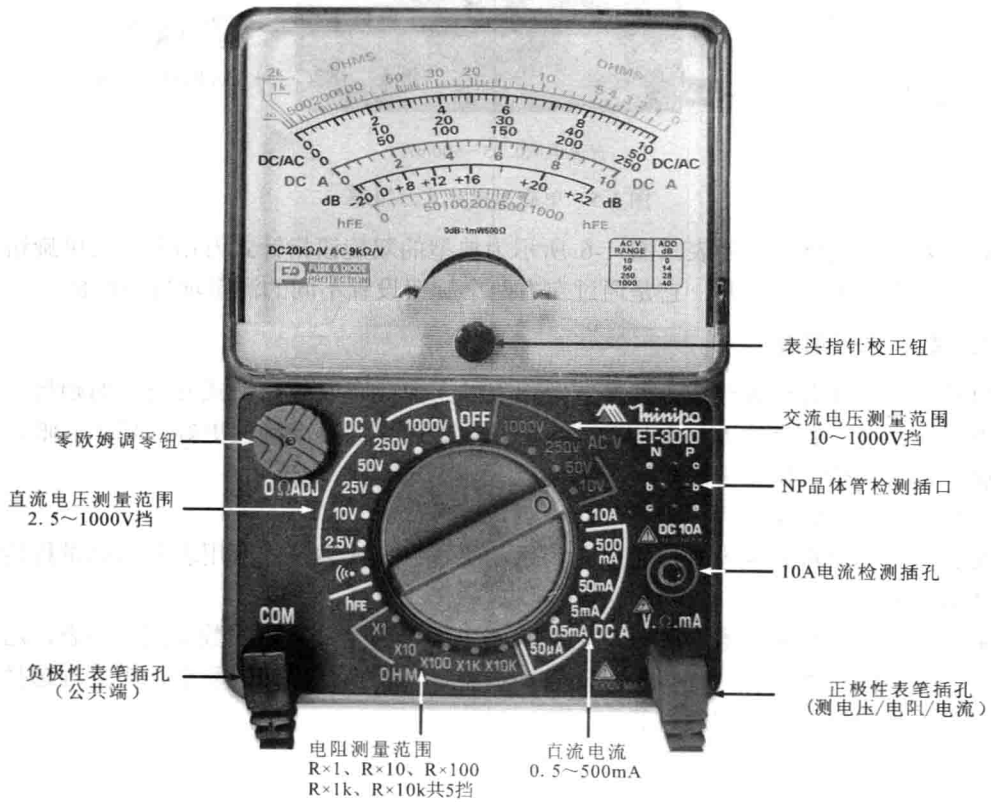


图 1-4 多功能指针式万用表



(2) 按结构分类

按万用表的外形结构, 可以分为单旋钮指针式万用表和双旋钮指针式万用表。

- 单旋钮指针式万用表。图 1-5 所示为典型的单旋钮指针式万用表, 它是通过表盘下面的旋钮设置不同的测量项目和挡位的。

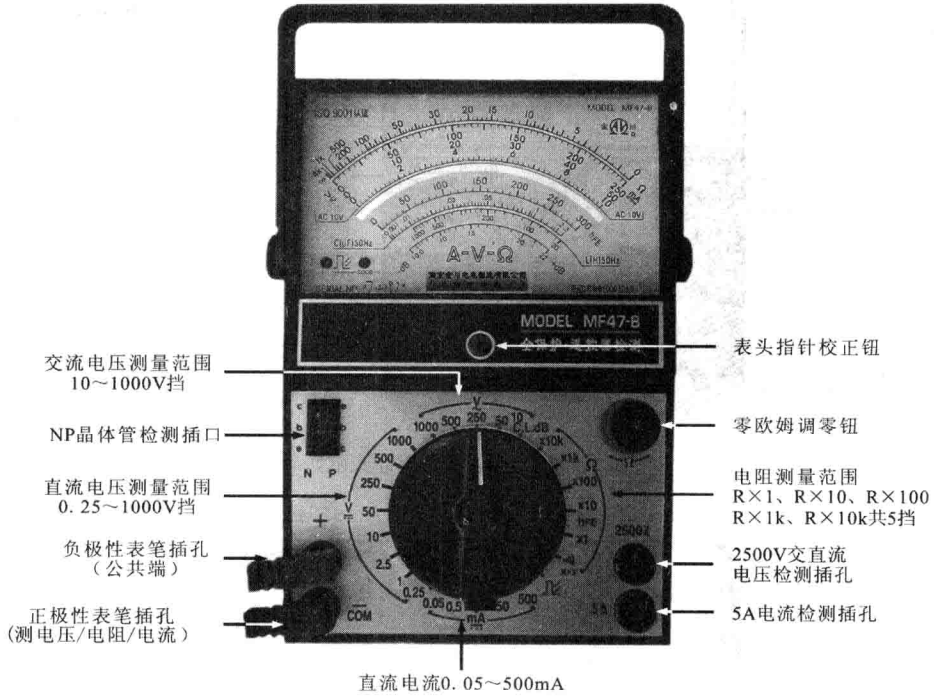


图 1-5 单旋钮指针式万用表

- 双旋钮指针式万用表。图 1-6 所示为典型的双旋钮指针式万用表, 与单旋钮指针式万用表不同的是, 它是通过左右两个旋钮设置不同的测量项目和挡位。

2. 数字式万用表

目前, 数字式万用表已成为便捷式万用表的主流, 有取代指针式万用表的趋势。与指针式万用表相比, 数字式万用表的功能更多, 灵敏度更高, 准确度更好, 显示清晰, 过载能力强, 便于携带, 操作更简单。

(1) 按量程转换方式分类

按万用表的量程转换方式, 可以分为手动量程切换式数字式万用表和自动量程转换式数字式万用表。

- 手动量程切换式数字式万用表。图 1-7 所示为手动量程式数字式万用表, 这种万用表的价格较低, 但操作相对自动调整量程转换式的比较复杂, 因量程选择不合适很容易使万用表过载。

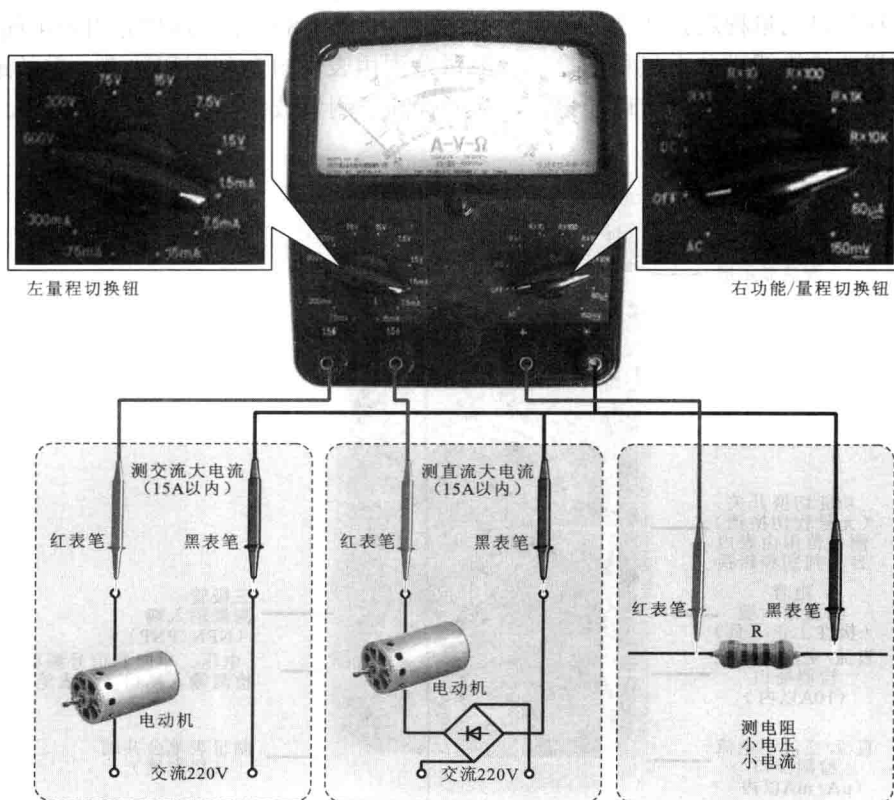


图 1-6 双旋钮指针式万用表

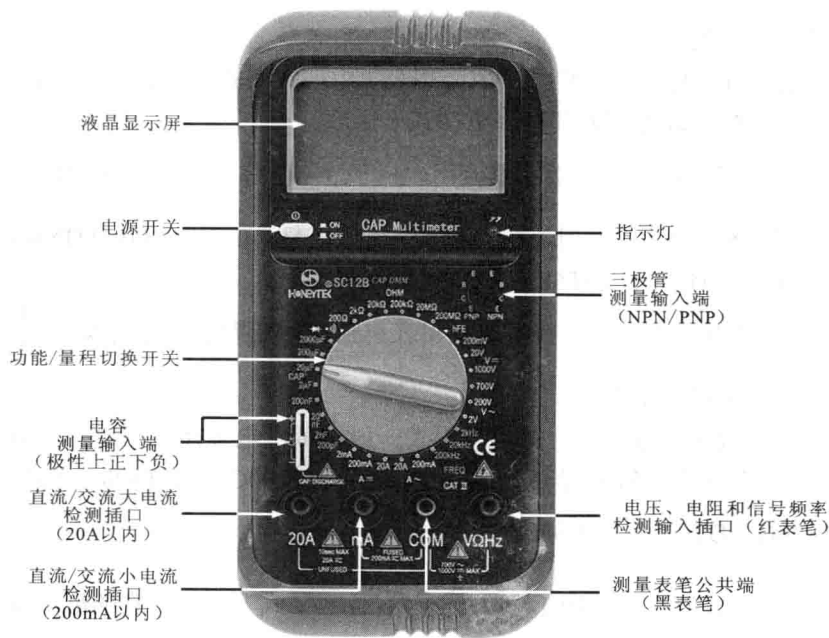


图 1-7 手动量程切换式数字式万用表



- 具有自动量程选择功能的数字式万用表, 如图 1-8 所示。这种万用表可简化操作, 其功能旋钮部分无量程切换挡, 测量范围由表内自动判别和转换, 有效地避免过载并能使万用表处于最佳量程, 从而提高了测量效率, 但是其价格较高。

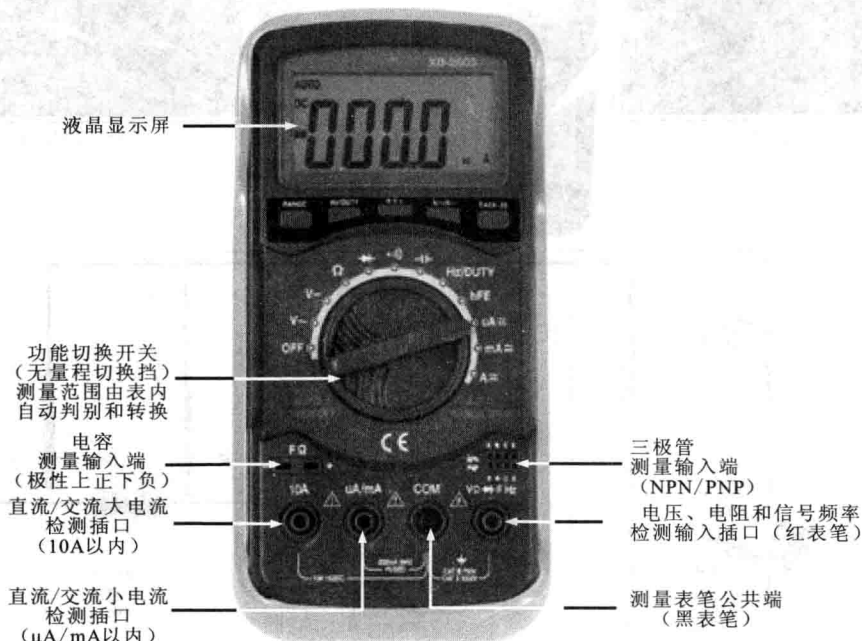


图 1-8 具有自动量程选择功能的数字式万用表

(2) 按用途分类

按万用表的用途, 可以分低档数字式万用表、中档数字式万用表、智能数字式万用表、双显示及多重显示数字式万用表和专用数字式万用表。

① 低档数字式万用表。低档数字式万用表属于 $3\frac{1}{2}$ 位普及型万用表, 数码显示位数少, 功能比较简单, 价格与指针式万用表相当。典型产品有 M810、DT820B、DT830B、DT830C、DT830D、DT840D、M3900、DT5803、DT9210A 等型号。

② 中档数字式万用表。中档数字式万用表包括多功能数字式万用表、 $4\frac{1}{2}$ 位数字式万用表和语音提示数字式万用表。

- 多功能型数字式万用表。此类万用表一般设置了电容挡、测温挡、频率挡, 有的还增加了高阻挡和电导挡。典型产品有 DT890C+、DT890C+TM、DT890F、DT890G、DT9208、VC9808 型 $3\frac{1}{2}$ 位数字式万用表。
- $4\frac{1}{2}$ 位数字式万用表。图 1-9 所示为 $4\frac{1}{2}$ 位数字式万用表。它的准确度较高, 功能较全, 适合实验室测量用, 典型产品有 DT930F+、VC94、DT980A、DT1000、

