电工电子名家畅销书系

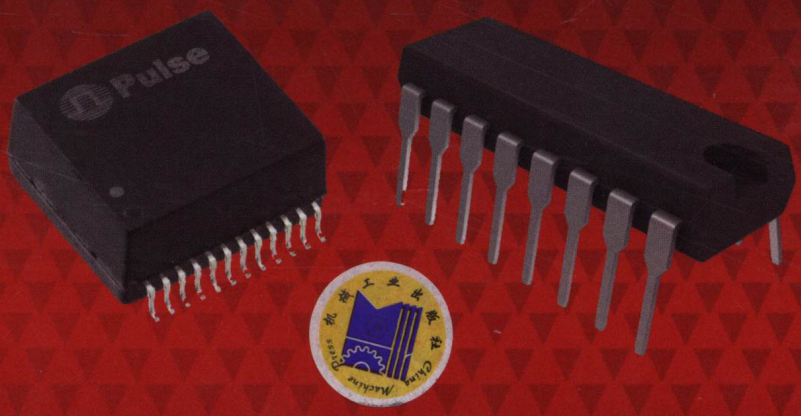
双色图解

万用表检测

电子元器件

韩雪涛 主 编
韩广兴 吴 瑛 副主编





机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

电工电子名家畅销书系

双色图解万用表检测电子元器件

韩雪涛　主　编
韩广兴　吴　瑛　副主编

机械工业出版社

本书根据电子电工领域的实际岗位需求作为编写目标，并结合读者的学习习惯和学习特点，将万用表检测电子元器件的技能、技法以双色图解的形式展现给读者，让读者掌握规范的万用表使用方法以及实际元器件检测的应用技能。

本书结合万用表检测的特点以及元器件分类的特性，将万用表检测电子元器件的技能方法划分成 10 个教学模块。即万用表的使用方法、万用表检测电阻器、万用表检测电容器、万用表检测电感器、万用表检测二极管、万用表检测晶体管、万用表检测晶闸管、万用表检测场效应晶体管、万用表检测集成电路、万用表检测电器部件。

为突出本书的表现特色，本书采用了图文讲解、图表演示、实物照片与图注综合表达等多种表现方式，大大提升了图书的可看性。

为确保图书的实用性，本书所用的知识技能均源于实际的工作，所有的元器件知识和测量数据均来源于实际的工作。避免理论与实际的脱节。

本书可作为电子电工专业技能培训的辅导教材，也可作为各职业技术院校电工电子专业的实训教材，同时也适合从事电工电子行业生产、调试、维修的技术人员和业余爱好者阅读。

图书在版编目（CIP）数据

双色图解万用表检测电子元器件/韩雪涛主编. —北京：机械工业出版社，2013.8

（电工电子名家畅销书系）

ISBN 978-7-111-43232-6

Ⅰ.①双… Ⅱ.①韩… Ⅲ.①复用电表-检测-电子元件-图解②复用电表-检测-电子器件-图解 Ⅳ.①TN606-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2013）第 154637 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：张俊红 责任编辑：赵 任 版式设计：常天培

责任校对：杜雨霏 封面设计：路恩中 责任印制：李 洋

三河市宏达印刷有限公司印刷

2013 年 10 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm · 19.5 印张 · 446 千字

0001— 4000册

标准书号：ISBN 978-7-111-43232-6

定价：49.80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 教材网：http://www.cmpedu.com

销 售 一 部：（010）68326294 机工官网：http://www.cmpbook.com

销 售 二 部：（010）88379649 机工官博：http://weibo.com/cmp1952

读者购书热线：（010）88379203 **封面无防伪标均为盗版**

出 版 说 明

我国经济与科技的飞速发展，国家战略性新兴产业的稳步推进，对我国科技的创新发展和人才素质提出了更高的要求。同时，我国目前正处在工业转型升级的重要战略机遇期，推进我国工业转型升级，促进工业化与信息化的深度融合，是我们应对国际金融危机、确保工业经济平稳较快发展的重要组成部分，而这同样对我们的人才素质与数量提出了更高的要求。

目前，人们日常生产生活的电气化、自动化、信息化程度越来越高，电工电子技术正广泛而深入地渗透到经济社会的各个行业，促进了众多的人口就业。但不可否认的客观现实是，很多初入行业的电工电子技术人员，基础知识相对薄弱，实践经验不够丰富，操作技能有待提高。党的十八大报告中明确提出“加强职业技能培训，提升劳动者就业创业能力，增强就业稳定性”。人力资源和社会保障部近期的统计监测却表明，目前我国很多地方的技术工人都处于严重短缺的状态，其中仅制造业高级技工的人才缺口就高达400多万人。

秉承机械工业出版社“服务国家经济社会和科技全面进步”的出版宗旨，60多年来我们在电工电子技术领域积累了大量的优秀作者资源，出版了大量的优秀畅销图书，受到广大读者的一致认可与欢迎。本着“提技能、促就业、惠民生”的出版理念，经过与领域内知名的优秀作者充分研讨，我们打造了“电工电子名家畅销书系”，涉及内容包括电工电子基础知识、电工技能入门与提高、电子技术入门与提高、自动化技术入门与提高、常用仪器仪表的使用以及家电维修实用技能等。

整合了强大的策划团队与作者团队资源，本丛书特色鲜明：①涵盖了电工、电子、家电、自动化入门等细分方向，适合多行业多领域的电工电子技术人员学习；②作者精挑细选，所有作者都是行业名家，编写的都是其最擅长的领域方向图书；③内容注重实用，讲解清晰透彻，表现形式丰富新颖；④以就业为导向，以技能为目标，很多内容都是作者多年亲身实践的看家本领；⑤由资深策划团队精心打磨并集中出版，通过多种方式宣传推广，便于读者及时了解图书信息，方便读者选购。

本丛书的出版得益于业内顶尖的优秀作者的大力支持，大家经常为了图书的内容、表达等反复深入地沟通，并系统地查阅了大量的最新资料和标准，更新制作了大量的操作现场实景素材，在此也对各位电工电子名家的辛勤的劳动付出和卓有成效的工作表示感谢。同时，我们衷心希望本丛书的出版，能为广大电工电子技术领域的读者学习知识、开阔视野、提高技能、促进就业，提供切实有益的帮助。

作为电工电子图书出版领域的领跑者，我们深知对社会、对读者的重大责任，所以我们一直在努力。同时，我们衷心欢迎广大读者提出您的宝贵意见和建议，及时与我们联系沟通，以便为大家提供更多高品质的好书，联系信箱为 buptzjh@163．com。

机械工业出版社

前　言

近几年，随着电工电子技术的发展，电工电子市场空前繁荣，各种新型、智能的家用电子产品不断融入到人们的学习、生产和生活中。产品的丰富无疑带动了整个电工电子生产、制造、调试、维修行业的发展。具备专业电工电子维修技能的专业技术人员越来越受到市场的青睐和社会的认可。越来越多的人希望从事电工电子维修的相关工作。

在电工电子安装、调试、维修的各个领域中，万用表使用和电子元器件检测技能都是最基础的一项实用操作技能。任何一个从事电工电子相关工作的技术人员都必须掌握这项基础技能。

然而，纵观当前电工电子行业的培训发展不难发现，电工电子从业人员在学习需求上的重点更加明确，学习时间越来越压缩，学习方式逐渐转为自学。所有这些变化都对图书提出了更高的要求。如何能够让读者在短时间内轻松掌握实用的万用表使用技能和电子元器件检测技能成为图书品质的关键。

因此，为了更好地满足读者的需求，我们对当前就业岗位需求以及从业技能标准进行了细致的调查，并对万用表使用和元器件检测应用的知识技能点进行了系统的归纳整理。将万用表使用的技能与元器件检测的技能进行融合，从初学者的角度出发，将万用表的使用作为手段，将元器件的检测作为目的。在使用中融入检测、在检测中融合实用知识，最终达到理论与实践的统一。

为确保本书的知识内容能够直接指导就业，本书在内容的选取上从实际岗位需求的角度出发，将国家职业技能鉴定和数码维修工程师的考核认证标准融入到图书的各个知识点和技能点中，所有的知识技能在满足实际工作需要的同时也完全符合国家职业技能和数码维修工程师相关专业的考核规范。学习者通过学习不仅可以掌握电子电工的专业知识技能，同时也可以可申报相应的国家工程师资格或国家职业资格的认证。争取获得国家统一的专业技术资格证书。真正实现知识技能与人生职业规划的巧妙融合。

在图书的表现形式上，本书也进行了精心的制作和大胆的尝试，充分考虑读者的学习特点和阅读习惯，发挥“图解演示”的特点。力求用平实、简练的文字、丰富的图片演示将冗长的描述和复杂的操作形象生动地展现给学习者。让学习者一看就能明白，并且能够跟着学、跟着练。

图书在制作过程中充分发挥多媒体的技术优势，对技能学习中的各个知识点和技能点

都配备了相应的图解说明，这些图解说明有二维结构图、三维效果图、实际操作照片序列等。同时，不同的模块，不同的图示讲解都配有生动的图标加以辅助，充分调动学习者的学习兴趣，确保在最短时间内完成知识技能的学习。

本书由韩雪涛主编，韩广兴、吴瑛为副主编，参与编写的人员还有张丽梅、宋永欣、马楠、宋明芳、梁明、孙涛、吴玮、韩雪冬、范继忠、皮晓玥、张湘萍、吴鹏飞、高瑞征、吴惠英、周文静、王新霞、韩菲等。

另外，为了更好地满足读者的需求，达到最佳的学习效果，本书得到了数码维修工程师鉴定指导中心的大力支持。除可获得免费的专业技术咨询外，每本图书都附赠价值 50 元的数码维修工程师远程培训基金（培训基金以“学习卡”的形式提供），读者可凭借此卡登录数码维修工程师的官方网站（www. chinadse. org），获得超值技术服务。网站提供有最新的行业信息，大量的视频教学资源、图样手册等学习资料以及技术论坛。用户凭借学习卡可随时了解最新的数码维修工程师考核培训信息；知晓电子电气领域的业界动态；实现远程在线视频学习；下载需要的图样、技术手册等学习资料。此外，读者还可通过网站的技术交流平台进行技术的交流与咨询。

学员可通过学习与实践还可参加相关资质的国家职业资格或工程师资格认证，可获得相应等级的国家职业资格或数码维修工程师资格证书。如果读者在学习和考核认证方面有什么问题，可通过以下方式与我们联系。

数码维修工程师鉴定指导中心

网址：http://www. chinadse. org

联系电话：022-83718162/83715667/13114807267

E-mail：chinadse@163. com

地址：天津市南开区榕苑路 4 号天发科技园 8-1-401

邮编：300384

编　者

2013 年秋

目　录

出版说明
前言

第 1 章　万用表的使用方法 …… 1

1.1　介绍一下常用的万用表 …… 1
1.1.1　万用表的种类特点 …… 1
1.1.2　万用表的结构特点 …… 3
1.2　演示一下万用表的操作规程 …… 22
1.2.1　指针万用表的操作规程 …… 22
1.2.2　数字万用表的操作规程 …… 40

第 2 章　万用表检测电阻器 …… 56

2.1　电阻器的功能及参数识别 …… 56
2.1.1　电阻器的功能特点 …… 56
2.1.2　电阻器的参数识别 …… 57
2.2　万用表检测阻值固定的电阻器 …… 63
2.2.1　认识固定电阻器 …… 63
2.2.2　检测固定电阻器 …… 67
2.3　万用表检测阻值可变的电阻器 …… 70
2.4　万用表检测敏感电阻器 …… 75
2.4.1　万用表检测热敏电阻器 …… 75
2.4.2　万用表检测光敏电阻器 …… 78
2.4.3　万用表检测压敏电阻器 …… 81
2.4.4　万用表检测气敏电阻器 …… 83
2.4.5　万用表检测湿敏电阻器 …… 85
2.5　万用表检测熔断器 …… 87
2.5.1　认识熔断器 …… 88
2.5.2　熔断器的检测 …… 88

第 3 章　万用表检测电容器 …… 90

3.1　电容器的功能及参数识别 …… 90
3.1.1　电容器的功能特点 …… 91
3.1.2　电容器的参数识别 …… 93
3.2　万用表检测无极性电容器 …… 99
3.2.1　认识无极性电容器 …… 99
3.2.2　检测无极性电容器 …… 103
3.3　万用表检测电解电容器（有极性电容器） …… 105
3.3.1　认识电解电容器 …… 105
3.3.2　检测电解电容器 …… 106
3.4　万用表检测可变电容器 …… 112
3.4.1　认识可变电容器 …… 112
3.4.2　检测可变电容器 …… 115

第 4 章　万用表检测电感器 …… 117

4.1　电感器的功能及参数识别 …… 117
4.1.1　电感器的功能特点 …… 118
4.1.2　电感器的参数识读 …… 120
4.2　万用表检测电感线圈 …… 127
4.2.1　认识电感线圈 …… 128
4.2.2　检测电感线圈 …… 130
4.3　万用表检测色环电感器 …… 131

4.3.1 认识色环电感器…… 131
4.3.2 检测色环电感器…… 132
4.4 万用表检测色码电感器 …… 134
4.4.1 认识色码电感器…… 134
4.4.2 检测色码电感器…… 134
4.5 万用表检测微调电感器 …… 136
4.5.1 认识微调电感器…… 136
4.5.2 检测微调电感器…… 137

第5章 万用表检测二极管…… 139

5.1 二极管的特性和型号、引脚极性识别 …… 139
5.1.1 二极管的特性…… 139
5.1.2 二极管的型号、引脚极性识别…… 141
5.2 万用表检测二极管引脚极性 … 145
5.3 万用表检测整流二极管 …… 147
5.3.1 认识整流二极管…… 147
5.3.2 检测整流二极管…… 148
5.4 万用表检测发光二极管 …… 150
5.4.1 认识发光二极管…… 150
5.4.2 检测发光二极管…… 150
5.5 万用表检测稳压二极管 …… 152
5.5.1 认识稳压二极管…… 152
5.5.2 检测稳压二极管…… 153
5.6 万用表检测光敏二极管 …… 155
5.6.1 认识光敏二极管…… 155
5.6.2 检测光敏二极管…… 155
5.7 万用表检测检波二极管 …… 158
5.7.1 认识检波二极管…… 158
5.7.2 检测检波二极管…… 159
5.8 万用表检测变容二极管 …… 160
5.8.1 认识变容二极管…… 160
5.8.2 检测变容二极管…… 160
5.9 万用表检测双向触发二极管 … 161
5.9.1 认识双向触发二极管…… 161
5.9.2 检测双向触发二极管…… 162

第6章 万用表检测晶体管…… 165

6.1 晶体管的型号及引脚极性识别 …… 165
6.1.1 晶体管型号的识读…… 165
6.1.2 晶体管引脚极性的识别…… 168
6.2 万用表判别晶体管类型 …… 170
6.2.1 晶体管的类型和功能…… 170
6.2.2 晶体管类型的判别…… 174
6.3 万用表判别 NPN 型晶体管的引脚极性 …… 175
6.4 万用表判别 PNP 型晶体管的引脚极性 …… 178
6.5 万用表检测 NPN 型晶体管 …… 182
6.6 万用表检测 PNP 型晶体管 …… 184
6.7 万用表检测晶体管的放大倍数 …… 186
6.7.1 指针万用表检测晶体管放大倍数…… 186
6.7.2 数字万用表检测晶体管放大倍数…… 187

第7章 万用表检测晶闸管…… 189

7.1 晶闸管的型号及引脚极性识别 …… 189
7.1.1 晶闸管型号的识读…… 189
7.1.2 晶闸管引脚极性的识别…… 191
7.2 万用表检测单向晶闸管 …… 192
7.2.1 认识单向晶闸管…… 192
7.2.2 判别单向晶闸管引脚极性…… 195
7.2.3 检测单向晶闸管引脚间阻值…… 196
7.2.4 检测单向晶闸管的触发能力…… 199
7.3 万用表检测双向晶闸管 …… 202
7.3.1 认识双向晶闸管…… 202
7.3.2 检测双向晶闸管引脚间

阻值…… 204
7.3.3 检测双向晶闸管的触发能力…… 206

第 8 章 万用表检测场效应晶体管…… 212

8.1 场效应晶体管的型号及引脚极性识别 …… 212
8.1.1 场效应晶体管型号的识读…… 212
8.1.2 场效应晶体管引脚极性的识别…… 215
8.2 万用表检测结型场效应晶体管 …… 217
8.2.1 认识结型场效应晶体管…… 217
8.2.2 结型场效应晶体管的检测…… 219
8.3 万用表检测绝缘栅型场效应晶体管 …… 222
8.3.1 认识绝缘栅型场效应晶体管…… 222
8.3.2 绝缘栅型场效应晶体管的检测…… 226
8.4 万用表检测场效应晶体管的放大特性 …… 228

第 9 章 万用表检测集成电路 … 230

9.1 万用表检测三端稳压器 …… 230
9.1.1 三端稳压器的功能特点…… 230
9.1.2 三端稳压器的检测…… 243
9.2 万用表检测运算放大器 …… 247
9.2.1 运算放大器的功能特点…… 247
9.2.2 运算放大器的检测…… 256
9.3 万用表检测音频功率放大器 …… 259
9.3.1 音频功率放大器的功能特点…… 259
9.3.2 音频功率放大器的检测…… 261

第 10 章 万用表检测电器部件 …… 266

10.1 万用表检测电位器 …… 266
10.1.1 电位器的功能特点 …… 266
10.1.2 电位器的检测 …… 267
10.2 万用表检测变压器 …… 269
10.2.1 变压器的功能特点 …… 269
10.2.2 变压器的检测 …… 273
10.3 万用表检测电动机 …… 278
10.3.1 电动机的功能特点 …… 278
10.3.2 电动机的检测 …… 279
10.4 万用表检测电池 …… 284
10.4.1 电池的功能特点 …… 284
10.4.2 电池的检测 …… 286
10.5 万用表检测扬声器 …… 287
10.5.1 扬声器的功能特点 …… 287
10.5.2 扬声器的检测 …… 289
10.6 万用表检测按钮开关 …… 290
10.6.1 按钮开关的功能特点 …… 290
10.6.2 按钮开关的检测 …… 291
10.7 万用表检测数码管 …… 292
10.7.1 数码管的功能特点 …… 292
10.7.2 数码管的检测 …… 294
10.8 万用表检测蜂鸣器 …… 296
10.8.1 蜂鸣器的功能特点 …… 296
10.8.2 蜂鸣器的检测 …… 296
10.9 万用表检测霍尔元件 …… 297
10.9.1 霍尔元件的功能特点 …… 297
10.9.2 霍尔元件的检测 …… 299

第 1 章
万用表的使用方法

1.1 介绍一下常用的万用表

万用表功能强大，种类多种多样，不同类型的万用表在功能和使用方法上也存在一定的区别。为了让大家对万用表有深入、系统的了解，我们首先从万用表的种类入手，将万用表按照结构特点进行分类，通过对比体会不同类型万用表的使用特色。然后在此基础上，进一步了解万用表的结构特点。

1.1.1 万用表的种类特点

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。万用表的用途广泛，为适应不同场合的需要，万用表的种类多种多样。

目前，市场上使用较多的有指针万用表和数字万用表两大类，如图 1-1 所示。

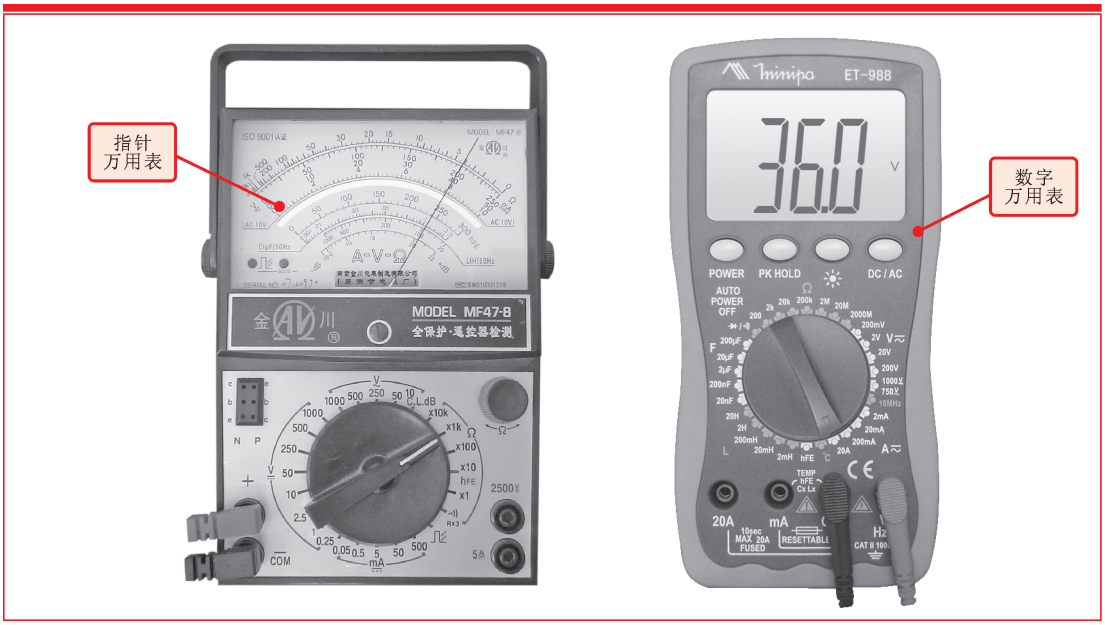


图 1-1 典型万用表的实物外形

1. 指针万用表

指针万用表又称作模拟式万用表，它是利用一只灵敏的磁电式直流电流表（微安表）作为表盘。测量时，通过表盘下面的功能旋钮设置不同的测量项目和挡位，并通过表盘指针指示的方式直接在表盘上显示测量的结果，其最大的特点就是能够直观地检测出电流、电压等参数的变化过程和变化方向。

图 1-2 所示为典型指针万用表的外形结构。指针万用表根据外形结构的不同，可分为单旋钮指针万用表和双旋钮指针万用表。

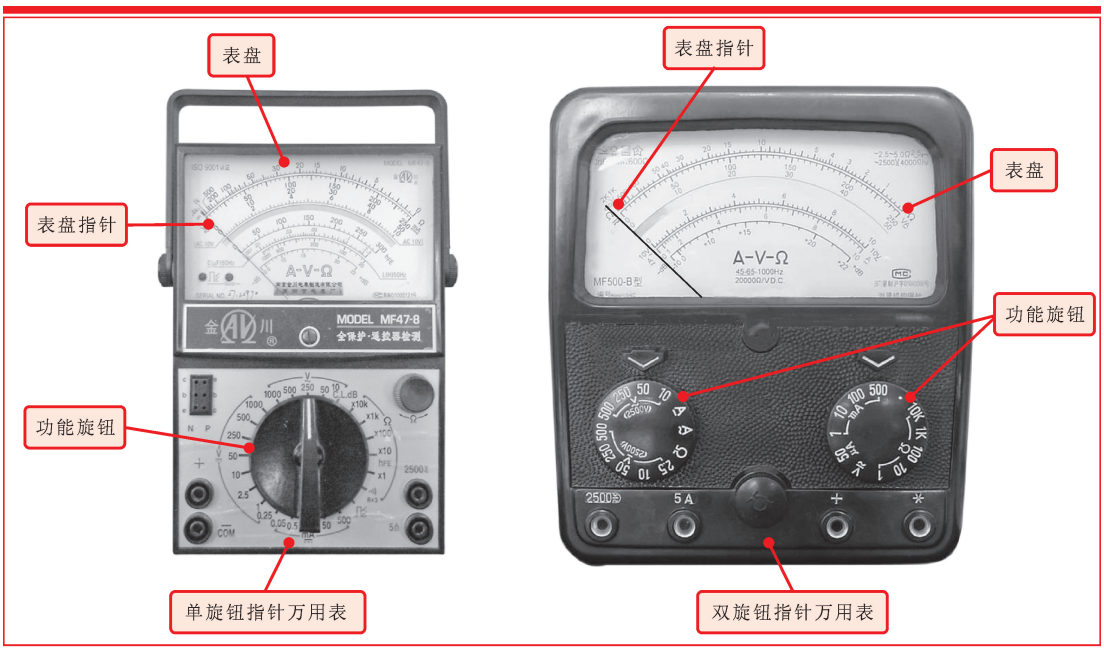


图 1-2　典型指针万用表的外形结构



【提示】

通常，单旋钮指针万用表，是通过表盘下面的旋钮设置不同的测量项目和挡位的。而双旋钮指针万用表与单旋钮指针万用表不同的是，它是通过左右两个旋钮设置不同的测量项目和挡位。

2. 数字万用表

数字万用表又称作数字多用表，它采用先进的数字显示技术。测量时，通过液晶显示屏下面的功能旋钮设置不同的测量项目和挡位，并通过液晶显示屏直接将所测量的电压、电流、电阻等测量结果显示出来，其最大的特点就是显示清晰、直观、读取准确，既保证了读数的客观性，又符合人们的读数习惯。

图 1-3 所示为典型数字万用表的外形结构。数字万用表根据量程转换方式的不同，可分为手动量程选择式数字万用表和自动量程变换式数字万用表。



图 1-3　典型数字万用表的外形结构



【提示】

通常，手动量程选择和自动量程变换式数字万用表都需要在测量前对挡位（或测量项目）进行设置，即是要测量阻值、电压还是电流等。

有所不同的是手动量程选择式数字万用表在挡位（测量项目）设置好后，还要对量程进行调整设置，只有在量程调整设置正确的情况下，所测量的数值才是准确的。若测量调整设置不合理，不仅会影响测量结果，严重时还会损坏手动量程选择式数字万用表。

而自动量程变换式数字万用表在挡位（测量项目）设置好后，就可以开始测量，不需再调整设置量程。

1.1.2　万用表的结构特点

1. 指针万用表的结构特点

指针万用表相对于其他一些常用的检测仪表来说，指针万用表使用方法简单，易操作，但它的功能十分强大，应用十分广泛。我们首先从指针万用表的结构和键钮分布入手进行介绍。

虽然不同指针万用表可以检测的项目略有不同，但其结构组成基本相同。图 1-4 所示为典型指针万用表的基本结构图。

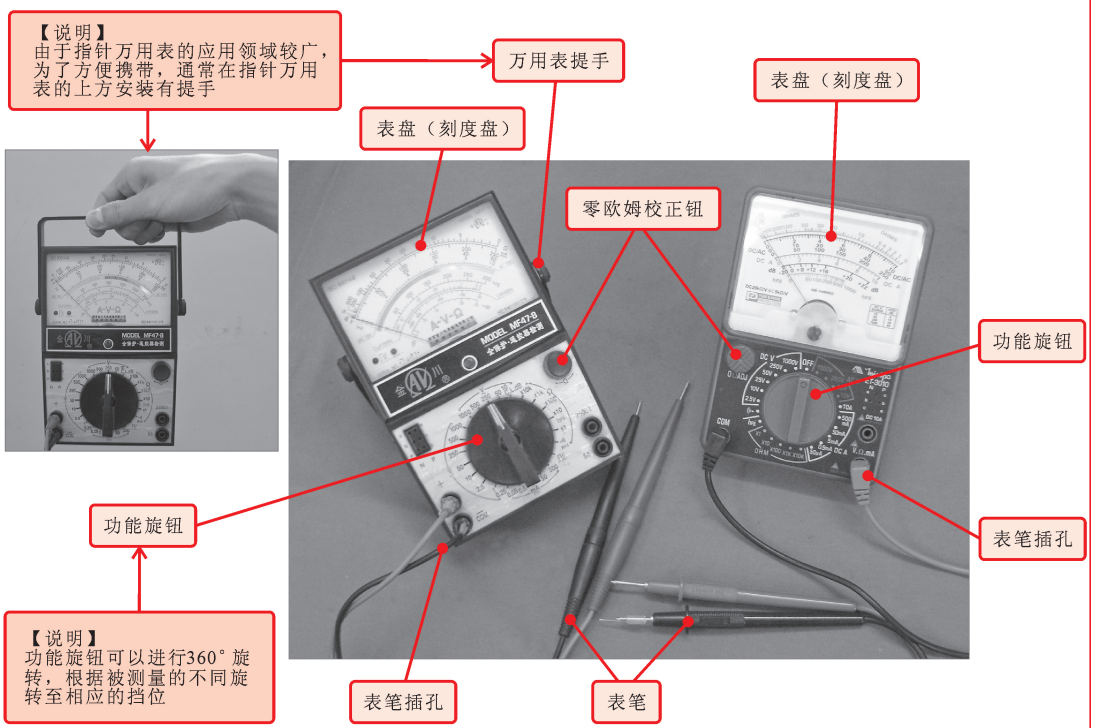


图 1-4　典型指针万用表的基本结构图



【提示】

通常，指针万用表主要是由刻度盘、功能旋钮、零欧姆校正钮、表笔插孔和表笔等构成的。

其中表盘（刻度盘）用于显示测量时的结果；功能旋钮用于选择测量项目以及测量挡位；零欧姆校正钮用于调节阻值检测精度；表笔插孔用于插接表笔进行测量；表笔用于连接被测器件或电路。

指针万用表的功能有很多，在检测中主要是通过调节不同的功能挡位来实现的，因此在使用指针万用表前应先熟悉万用表的键钮分布以及各个键钮的功能。下面我们以金川 MF47-8 型指针万用表为例介绍一下这种类型万用表的键钮分布。

图 1-5 所示为金川 MF47-8 型指针万用表的键钮分布。

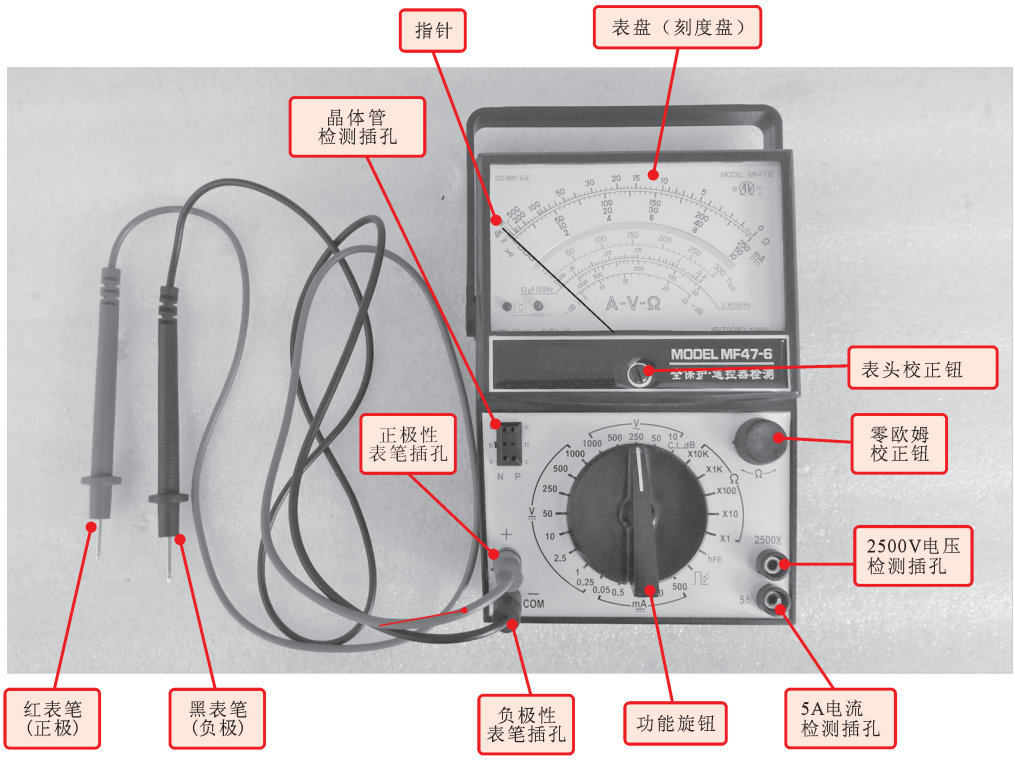


图 1-5　金川 MF47-8 型指针万用表的键钮分布



【提示】

由上图可知，该指针万用表主要是由表盘（刻度盘）、指针、表头校正钮、晶体管检测插孔、零欧姆校正钮、功能旋钮、（正/负极性）表笔插孔、2500V 电压检测插孔、5A 电流检测插孔以及（红/黑）表笔等组成。

（1）表盘（刻度盘）

表盘（刻度盘）位于指针万用表的最上方，由多条弧线构成，用于显示测量结果。由于指针万用表的功能很多，因此表盘上通常有许多刻度线和刻度值，如图 1-6 所示。

指针万用表的表盘上面是由 5 条同心的弧线构成的，每一条刻度线上还标识出了与量程选择旋钮相对应的刻度值。

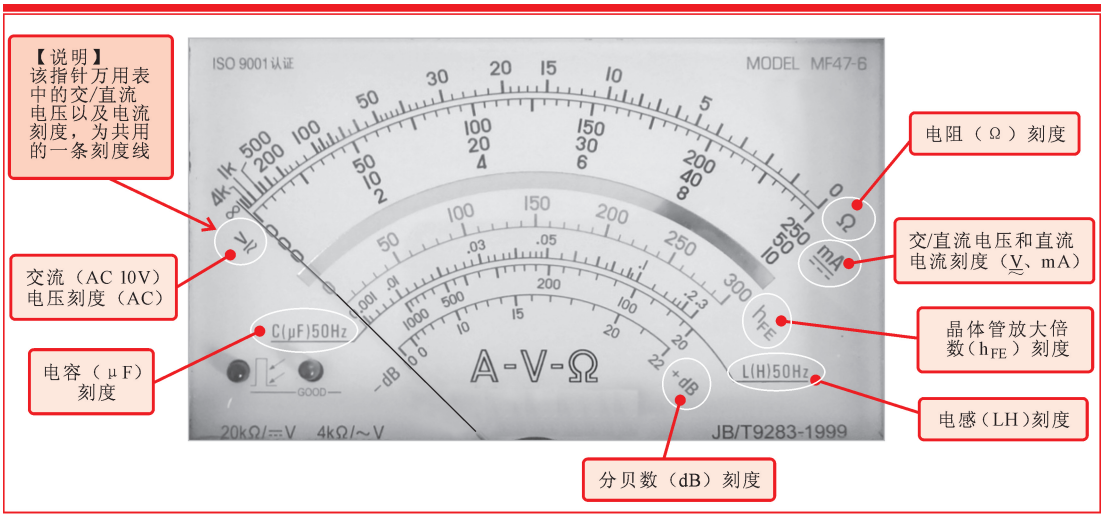


图 1-6　指针万用表的刻度盘



【提示】

● 电阻（Ω）刻度：电阻刻度位于表盘的最上面，在它的右侧标有“Ω”标识，仔细观察，不难发现电阻刻度呈指数分布，从右到左，由疏到密。刻度值最右侧为 0，最左侧为无穷大。

● 交/直流电压和直流电流刻度（V、mA）：直流电压、电流刻度位于刻度盘的第二条线，在其右侧标识有“mA”，左侧标识为“V”，表示这两条线是测量直流电压和直流电流时所要读取的刻度，它的 0 位在线的左侧，在这条刻度盘的下方有两排刻度值与它的刻度相对应。

● 交流（AC 10V）电压刻度（AC）：交流电压刻度位于表盘的第三条线，在刻度线的两侧标识为“AC 10V”，表示这条线是测量交流电压时所要读取刻度，它的 0 位在线的左侧。

● 晶体管放大倍数（hFE）刻度：晶体管刻度位于刻度盘的第四条线，在右侧标有“hFE”，其 0 位在刻度盘的左侧。

● 电容（μF）刻度：电容（μF）刻度位于刻度盘的第五条线，在左侧标有“C（μF）50Hz”的标识，表示检测电容时，需要使用 50Hz 交流信号的条件下进行电容器的检测，方可通过该刻度盘进行读数。其中“（μF）”表示电容的单位为 μF。

● 电感（LH）刻度：电感（LH）刻度位于刻度盘的第六条线，在右侧标有“L（H）50Hz”的标识，表示检测电感时，需要使用 50Hz 交流信号的条件下进行电容器的检测，方可通过该刻度盘进行读数。其中“（H）”表示电感的单位为 H。

● 分贝数（dB）刻度：分贝数刻度是位于表盘最下面的第七条线，在它的两侧都标有“dB”，刻度线两端的“－10”和“＋22”表示其量程范围，主要是用于测量放大器的增益或衰减值。