

图解实用电子技术入门丛书

图解

万用表测量

技术与技巧

门宏 ○ 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

图解实用电子技术入门丛书

图解万用表测量 技术与技巧

门 宏 主编

机械工业出版社

本书是《图解实用电子技术入门丛书》中的一本,详细讲解了指针式万用表和数字万用表的测量原理、使用方法、电压测量技术与技巧、电流测量技术与技巧、电阻测量技术与技巧、电子元器件检测技术与技巧、集成电路检测技术与技巧、家庭用电和家用电器测量技术与技巧,并通过具体实例重点讲解实际的测量技能,以更通俗、更易懂、更给力的形象展现在读者朋友面前。

本书适合广大电子技术初学者、家电维修人员和相关行业从业人员阅读学习,并可作为职业技术学校和务工人员上岗培训的基础教材。

图书在版编目(CIP)数据

图解万用表测量技术与技巧/门宏主编. —北京:
机械工业出版社, 2014. 1
(图解实用电子技术入门丛书)
ISBN 978-7-111-44981-2

I. ①图… II. ①门… III. ①复用电表-测量-图解
IV. ①TN606-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 288649 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:徐明煜 责任编辑:徐明煜 顾 谦

版式设计:霍永明 责任校对:胡艳萍

封面设计:赵颖喆 责任印制:张 楠

北京京丰印刷厂印刷

2014 年 1 月第 1 版·第 1 次印刷

148mm×210mm·8.25 印张·266 千字

0 001—3 000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-44981-2

定价:29.90 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

前 言

电子技术是现代社会的基石之一，大到现代化建设、社会经济发展、国防科技，小到日常生活、饮食起居、娱乐淘宝，电子技术无处不在，电子技术的魔力近乎无所不能。学习和掌握实用的电子技术，也越来越成为众多年轻人的追求，电子技术的粉丝群体越来越庞大。

为了帮助广大初学者更好、更快地学会电子技术，我们编写了这套《图解实用电子技术入门丛书》。本丛书以“实用”为宗旨、以“图解”为特色、以“入门”为出发点，在内容安排上淡理论而重实用，以介绍实用技术与操作技能为主，使读者能够更快地学会实用性的知识技能。在写作形式上力求直观易懂，配以大量插图，用图解的形式帮助读者更好地理解 and 掌握电子技术。本丛书将以更通俗、更易懂、更给力的形象展现在读者朋友面前。

《图解万用表测量技术与技巧》是本丛书中的一本，内容涵盖了指针式万用表和数字万用表的测量原理，使用方法，电压、电流、电阻和各种元器件以及集成电路和家用电器的测量技术与技巧。

全书共分8章，第1章讲解万用表的种类和结构，第2章讲解万用表的功能和使用方法，第3章讲解电压测量技术与技巧，第4章讲解电流测量技术与技巧，第5章讲解电阻测量技术与技巧，第6章讲解电子元器件检测技术与技巧，第7章讲解集成电路检测技术与技巧，第8章讲解家庭用电和家用电器测量技术与技巧。各章都从实用的角度，以图解的方式详细讲解基本知识和方法步骤，并通过具体实例，重点讲解实际的测量技能与技巧。

本书由门宏主编，参加本书编写的还有门雁菊、施鹏、张元景、吴敏、张元萍、李扣全、吴卫星等。本书适合广大电子技术初学者、家电维修人员和相关行业从业人员阅读学习，并可作为职业技术学校 and 务工人员上岗培训的基础教材。书中如有不当之处，欢迎广大读者朋友批评指正。

作 者

目 录

前言

第1章 认识万用表	1
1.1 万用表的种类	1
1.1.1 指针式万用表	1
1.1.2 数字万用表	2
1.2 万用表的结构	3
1.2.1 指针式万用表的结构	3
1.2.2 数字万用表的结构	5
第2章 万用表如何实现“万用”	8
2.1 万用表的基本功能	8
2.1.1 指针式万用表的功能	8
2.1.2 数字万用表的功能	11
2.2 基本使用方法	14
2.2.1 指针式万用表测量前的准备工作	14
2.2.2 数字万用表测量前的准备工作	15
2.2.3 选择合适的挡位	16
2.2.4 正确读数	17
第3章 电压测量技术与技巧	19
3.1 电压测量原理	19
3.1.1 并联测量电压	19
3.1.2 万用表构成直流电压表	20
3.1.3 数字万用表构成直流电压表	21
3.1.4 万用表构成交流电压表	22
3.1.5 数字万用表构成交流电压表	22
3.2 直流电压测量方法	22
3.2.1 指针式万用表测量直流电压	22
3.2.2 数字万用表测量直流电压	23
3.3 交流电压测量方法	24

3.3.1 指针式万用表测量交流电压	24
3.3.2 数字万用表测量交流电压	26
3.4 电压测量技巧	26
3.4.1 分压法测量电压	26
3.4.2 倍压法测量电压	27
3.4.3 测量表头的满度电压	27
3.4.4 检测振荡电路是否起振	27
3.4.5 检测无线传声器是否起振	28
3.4.6 调试高频信号发生器电路	29
3.4.7 电压法调整晶体管工作点	31
第4章 电流测量技术与技巧	33
4.1 电流测量原理	33
4.1.1 串联测量电流	33
4.1.2 万用表构成直流电流表	34
4.1.3 数字万用表构成直流电流表	35
4.1.4 数字万用表构成交流电流表	36
4.2 直流电流测量方法	36
4.2.1 指针式万用表测量直流电流	37
4.2.2 数字万用表测量直流电流	38
4.3 交流电流测量方法	39
4.3.1 指针式万用表测量交流电流	39
4.3.2 数字万用表测量交流电流	39
4.4 电流测量技巧	39
4.4.1 分流法测量大电流	40
4.4.2 电压表间接测量电流	40
4.4.3 间接测量晶体管的集电极电流	40
4.4.4 测量表头的满度电流	41
4.4.5 测量收音机工作点电流	41
4.4.6 测量集成电路收音机工作点电流	42
4.4.7 测量袖珍收音机静态电流	43
4.4.8 测量短波收音机工作点电流	45
4.4.9 测量超再生调频收音机工作点电流	45
4.4.10 电流法检测无线传声器是否起振	47
4.4.11 测量无线传声器集成电路静态电流	47

第5章 电阻测量技术与技巧	49
5.1 电阻测量原理	49
5.1.1 直接测量电阻	49
5.1.2 指针式万用表构成欧姆表	49
5.1.3 数字万用表构成欧姆表	51
5.2 电阻测量的基本方法	52
5.2.1 指针式万用表测量电阻	52
5.2.2 数字万用表测量电阻	53
5.3 检测电阻器	53
5.3.1 检测电阻器标称阻值	54
5.3.2 数字万用表检测标称阻值	57
5.3.3 检测压敏电阻器	58
5.3.4 检测热敏电阻器	59
5.3.5 检测光敏电阻器	61
5.3.6 检测微调电阻器	63
5.4 检测电位器	64
5.4.1 检测电位器标称阻值	65
5.4.2 检测绝缘性能	66
5.4.3 检测接触是否良好	67
5.4.4 检测带开关电位器	67
5.5 电阻测量技巧	68
5.5.1 间接测量大阻值电阻	68
5.5.2 间接测量极小阻值电阻	68
5.5.3 伏安法间接测量电阻	69
5.5.4 恒流法间接测量电阻	70
5.5.5 测量表头的内阻	71
5.5.6 测量电池的内阻	72
5.5.7 测量整流电源的内阻	73
第6章 电子元器件检测技术与技巧	74
6.1 检测电容器	74
6.1.1 指针式万用表测量电容的方法	75
6.1.2 数字万用表测量电容的方法	76
6.1.3 检测电容器的电容量	77
6.1.4 检测电容器的充、放电性能	79

6.1.5	检测小容量电容器	81
6.1.6	检测微调电容器	81
6.1.7	检测可变电容器	83
6.1.8	串联法测量大容量电容器	85
6.1.9	判别电解电容器的正、负极	85
6.2	检测电感器	86
6.2.1	指针式万用表检测电感器	87
6.2.2	数字万用表检测电感器	88
6.2.3	检测电感器的绝缘性能	91
6.2.4	检测可调电感器	92
6.3	检测变压器	93
6.3.1	检测变压器绕组	95
6.3.2	检测变压器的绝缘性能	95
6.3.3	测量变压器一次绕组空载电流	96
6.3.4	判别音频输入变压器与输出变压器	96
6.3.5	检测中频变压器	97
6.3.6	检测高频变压器	99
6.4	检测继电器	100
6.4.1	检测继电器线圈	101
6.4.2	检测继电器触点	102
6.4.3	检测固态继电器	103
6.4.4	测量继电器的吸合电压与释放电压	105
6.4.5	测量继电器的吸合电流与释放电流	106
6.5	检测二极管	107
6.5.1	判别二极管的引脚	108
6.5.2	检测二极管的方法	109
6.5.3	数字万用表检测二极管	110
6.5.4	区分锗二极管与硅二极管	110
6.5.5	检测整流桥堆	111
6.5.6	检测高压硅堆	113
6.5.7	测量稳压二极管的稳压值	114
6.5.8	检测光敏二极管	116
6.5.9	检测发光二极管	119
6.6	检测晶体管	121

6.6.1	判别晶体管的引脚	123
6.6.2	检测晶体管的方法	124
6.6.3	测量晶体管的放大倍数	126
6.6.4	数字万用表测量放大倍数	128
6.6.5	区分锗晶体管与硅晶体管	129
6.6.6	检测光敏晶体管	129
6.7	检测场效应晶体管	132
6.7.1	判别场效应晶体管的引脚	134
6.7.2	检测场效应晶体管的方法	135
6.7.3	区分 N 沟道场效应晶体管与 P 沟道场效应晶体管	136
6.7.4	估测结型场效应晶体管的放大能力	136
6.7.5	估测 CMOS 型场效应晶体管的放大能力	137
6.8	检测单结晶体管	137
6.8.1	检测单结晶体管两基极间电阻	139
6.8.2	检测单结晶体管的 PN 结	139
6.8.3	测量单结晶体管的分压比	140
6.9	检测晶闸管	141
6.9.1	检测单向晶闸管	142
6.9.2	检测双向晶闸管	144
6.9.3	检测门极关断晶闸管	145
6.10	检测扬声器与耳机	146
6.10.1	检测扬声器	148
6.10.2	测量扬声器音圈阻抗	149
6.10.3	判别扬声器相位	150
6.10.4	检测耳机	150
6.11	检测讯响器与蜂鸣器	153
6.11.1	检测电磁讯响器	154
6.11.2	检测自带音源讯响器	155
6.11.3	指针式万用表检测压电蜂鸣器	156
6.11.4	数字万用表检测压电蜂鸣器	157
6.12	检测传声器	157
6.12.1	检测动圈式传声器	158
6.12.2	检测二端式驻极体传声器	159
6.12.3	检测三端式驻极体传声器	160

第 7 章 集成电路检测技术与技巧	162
7.1 检测集成运放	163
7.1.1 检测集成运放静态电流	164
7.1.2 检测集成运放各引脚电压	165
7.1.3 检测集成运放各引脚电阻	166
7.1.4 估测集成运放放大能力	167
7.1.5 检测同相放大特性	167
7.1.6 检测反相放大特性	168
7.2 检测集成稳压器	169
7.2.1 检测集成稳压器输出电压	170
7.2.2 检测集成稳压器静态电流	171
7.2.3 检测三端固定正输出集成稳压器	171
7.2.4 检测三端固定负输出集成稳压器	173
7.2.5 检测三端可调正输出集成稳压器	175
7.2.6 检测三端可调负输出集成稳压器	176
7.3 检测时基集成电路	177
7.3.1 检测时基集成电路静态电流	179
7.3.2 检测时基集成电路各引脚电压	180
7.3.3 检测时基集成电路各引脚电阻	180
7.3.4 检测输出电平	181
7.3.5 检测振荡性能	181
7.4 检测音频集成电路	182
7.4.1 检测集成功放	183
7.4.2 检测集成前置放大器	184
7.4.3 检测高、中频集成电路	185
7.4.4 检测解码与控制集成电路	186
7.5 检测数字集成电路	188
7.5.1 检测数字集成电路空载电流	189
7.5.2 检测 CMOS 数字集成电路各引脚电阻	190
7.5.3 检测 TTL 数字集成电路各引脚电阻	191
7.5.4 检测门电路	191
7.5.5 检测 RS 触发器	193
7.5.6 检测 D 触发器	194
7.5.7 检测施密特触发器	195

7.5.8 检测单稳态触发器	196
7.5.9 检测模拟开关集成电路	197
7.6 检测光耦合器	198
7.6.1 检测光耦合器输入部分	200
7.6.2 检测光耦合器输出部分	200
7.6.3 检测光电传输性能	200
7.6.4 检测绝缘性能	201
第8章 家庭用电和家用电器测量技术与技巧	202
8.1 检测熔断器与断路器	202
8.1.1 检测熔丝管	202
8.1.2 检测熔断器	204
8.1.3 检测熔断指示电路	206
8.1.4 检测可恢复熔丝	207
8.1.5 检测熔断电阻器	208
8.1.6 检测热熔断器	208
8.1.7 检测断路器	209
8.1.8 检测漏电保护器	211
8.2 检测接插件	214
8.2.1 检测电源插头插座	214
8.2.2 检测带开关电源插座	216
8.2.3 检测电源转换插头座	218
8.2.4 检测音频接插件	219
8.2.5 检测音频转换插座	220
8.2.6 检测电话线插头、插座	220
8.2.7 检测视频插头、插座	220
8.2.8 检测网络插头、插座	221
8.3 检测开关	221
8.3.1 检测拨动开关	222
8.3.2 检测旋转开关	223
8.3.3 检测按钮	225
8.3.4 检测开关的绝缘性能	227
8.3.5 检测延时开关	228
8.4 检测照明灯具	229
8.4.1 检测白炽灯	231

8.4.2	测量白炽灯的热态电阻与工作电流	233
8.4.3	检测荧光灯管	234
8.4.4	检测荧光灯镇流器	236
8.4.5	检测电子镇流器	237
8.4.6	检测照明灯具的实际功率	238
8.4.7	检测 LED 灯	239
8.4.8	检测电子节能灯	241
8.5	检测家用电器	243
8.5.1	检测家用电器的工作电流与耗电量	243
8.5.2	检测家用电器的绝缘情况	243
8.5.3	判别 220V 市电的相线与零线	244
8.5.4	检测电热类小家电	245
8.5.5	检测红外遥控器	247
8.5.6	测量遥控器的工作电流	248
8.5.7	检测手机充电器	248

第 1 章 认识万用表

什么是万用表？万用表就是万用电表的简称，是一种最普及、最常用的电子测量仪表，也是广大电子技术爱好者首先接触和广泛使用的电子仪表。

本章是与万用表的初次“见面”，主要内容包括万用表的种类、指针式万用表和数字万用表的结构等。

1.1 万用表的种类

万用表可分为指针式万用表和数字万用表两大类，指针式万用表是以表头表针来指示测量结果，数字万用表是以数字字符来显示测量结果。指针式万用表和数字万用表各自又都具有很多种类，性能指标各有差异，可以适应不同的使用需要。

1.1.1 指针式万用表

指针式万用表最明显的特征是表面上具有一个微安表头，外形如图 1-1 所示。指针式万用表采用微安表头作为显示部件，以表头表针的偏转角度指示测量结果。



图 1-1 指针式万用表

指针式万用表具有悠久的历史。万用表问世以来，很长一段时间都是指针式万用表“一统天下”。我们通常所说的“万用表”就是指指针式万用表。

指针式万用表具有多用途和多功能的特点，它实质上是电压表、电流表、欧姆表（电阻表）的有机组合，使用时根据需要，通过转换开关进行转换，如图 1-2 所示。

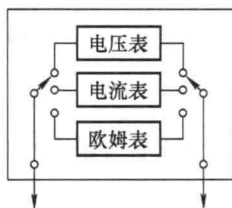


图 1-2 指针式万用表的构成

指针式万用表可以测量直流电压、交流电压、直流电流、电阻等，有些型号的指针式万用表还可以测量交流电流、音频电平、电容、电感、晶体管直流参数等。除测量电阻和晶体管外，其他测量功能无需安装电池。

1.1.2 数字万用表

数字万用表是一种数字化的新型测量仪表，采用 LCD（液晶显示器）或 LED（发光二极管）显示屏作为显示部件，外形如图 1-3 所示。数字万用表的显著特点是测量准确度和输入阻抗高、测量对象和量程宽、功能齐全、读数显示准确且直观等。



图 1-3 数字万用表

数字万用表与指针式万用表最大的不同，就是没有微安表头，而是采用数字显示屏显示测量结果。图 1-4 所示为数字万用表的构成，可见，除用数字电压表取代指针式万用表的表头外，其余部分类似。

数字万用表采用数字毫伏表作为基本测量显示部件,属于电压型测量;而指针式万用表采用微安表作为基本测量显示部件,属于电流型测量,如图1-5所示。因此数字万用表比指针式万用表具有更高的输入阻抗和灵敏度,对被测电路的影响更小,测量的准确度更高。

数字万用表可以测量交、直流电压、电流、电阻,并测量电容、电感、晶体管、频率、温度等,具有自动显示正、负极性的功能。与指针式万用表不同的是,数字万用表的所有测量功能都必须安装电池后才能工作。

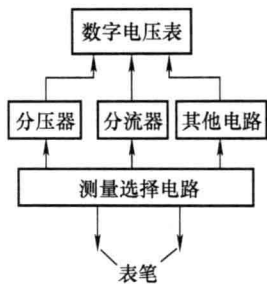


图 1-4 数字万用表的构成

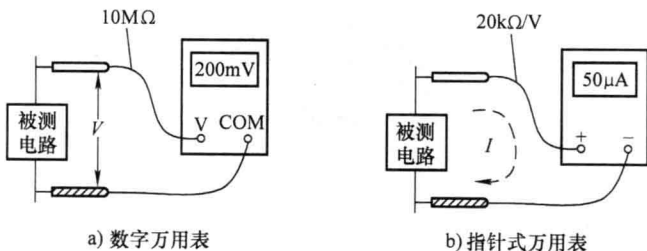


图 1-5 万用表的测量特点

1.2 万用表的结构

万用表是一种多功能测量仪表,这是由它的特殊结构所决定的。不论是指针式万用表还是数字万用表,都是多种测量电路的有机组合,并且在结构上可以根据使用需要,通过转换开关进行功能转换。

1.2.1 指针式万用表的结构

指针式万用表的基本电路如图1-6所示,由五大部分组成:①表头及表头电路,用于指示测量结果;②分压器,主要用于测量交、直流电压;③分流器,主要用于测量直流电流;④电池、调零电位器等,用于测量电阻;⑤测量选择电路,用于选

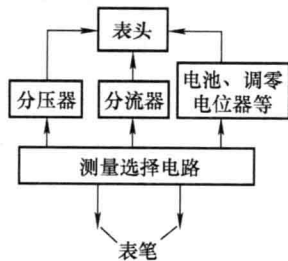


图 1-6 指针式万用表基本电路

择挡位和量程。

指针式万用表的型号有很多。MF47 型万用表是一种较为常用的指针式万用表，具有灵敏度高、体积轻巧、性能稳定、过载保护可靠、读数清晰、使用方便的特点，比较适合业余爱好者使用。下面以 MF47 型万用表为例进行介绍。

MF47 型万用表外形如图 1-7 所示，由提把、表头、测量选择开关、欧姆挡调零旋钮、表笔插孔、晶体管插孔等部分构成。

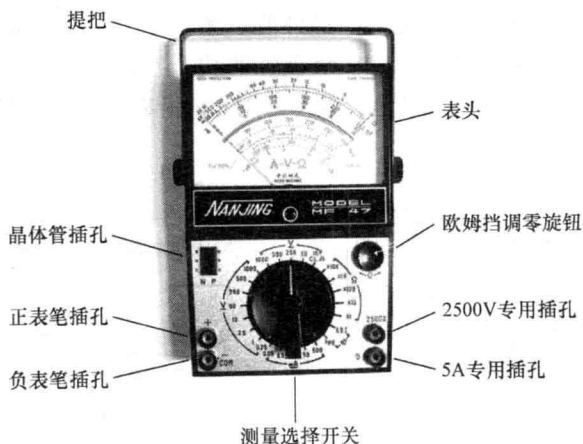


图 1-7 MF47 型万用表

万用表面板上部为微安表头。表针下面的刻度盘上共有 6 条刻度线，如图 1-8 所示，从上往下依次是：电阻刻度线、电压和电流刻度线、晶体管 β 值刻度线、电容刻度线、电感刻度线、电平刻度线。刻度盘上还装有反光镜，用以消除视差。

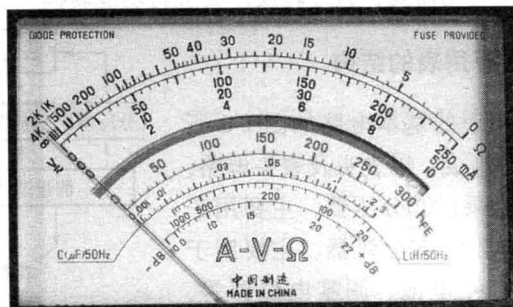


图 1-8 MF47 型万用表刻度线

表头的下边中间有一个机械调零器，用以校准表针的机械零位，如图 1-9 所示。

面板下部中间是测量选择开关，只需转动一个旋钮即可选择各量程挡位，使用方便。测量选择开关指示盘与表头刻度盘相对应，按交流红色、晶体管绿色、其余黑色的规律印制成 3 种颜色，使用中不易搞错。

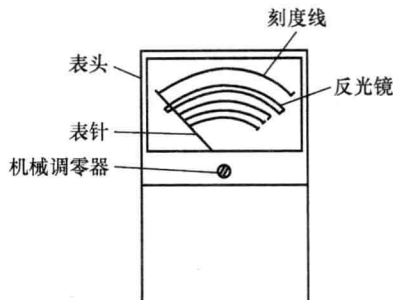


图 1-9 机械调零器

该万用表共有 4 个表笔插孔。

面板左下角有正、负表笔插孔，一般习惯上将红表笔插入正插孔，黑表笔插入负插孔。面板右下角有 2500V 和 5A 专用插孔，当测量 2500V 交、直流电压时，正表笔应改为插入 2500V 插孔；当测量 5A 直流电流时，正表笔应改为插入 5A 插孔，如图 1-10 所示。

面板下部右上角是欧姆挡调零旋钮，用于校准欧姆挡的“0Ω”指示。面板下部左上角是晶体管插孔。插孔左边标注为“N”，检测 NPN 型晶体管时插入此孔；插孔右边标注为“P”，检测 PNP 型晶体管时插入此孔，如图 1-11 所示。

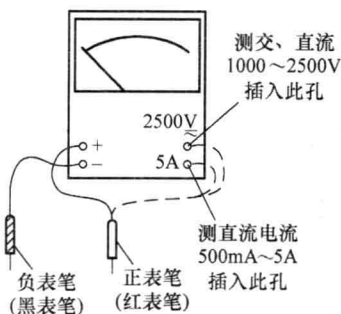


图 1-10 MF47 型万用表表笔插孔

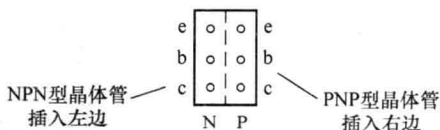


图 1-11 MF47 型万用表晶体管插孔

1.2.2 数字万用表的结构

数字万用表的基本电路如图 1-12 所示，由以下部分组成：①200mV 数字电压表（数字表头），用于显示测量结果；②分压器，主要用于测量