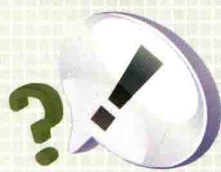


门老师教你学电子



玩转万用表

WANZHUAN WANYONGBIAO

门宏 编著

玩转低压电器
检测、
玩转家电设备
检测

玩转元器件
检测

玩转集成电路
检测

玩转半导体管
检测

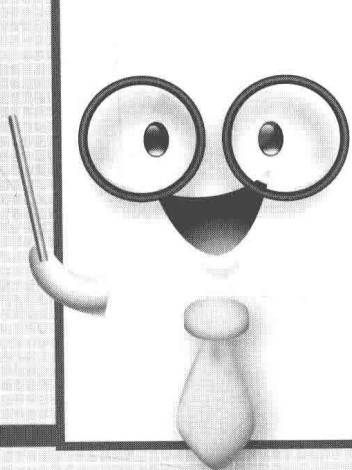
玩转电流测量、
玩转电阻测量

玩转万用表、
玩转电压测量



化学工业出版社

门老师教你学电子



玩转万用表

WANZHUAN WANYONGBIAO

门宏 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

玩转万用表/门宏编著. —北京: 化学工业出版社,
2016. 10

(门老师教你学电子)

ISBN 978-7-122-28065-7

I. ①玩… II. ①门… III. ①复用电表-基本知识

IV. ①TM938. 1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 217643 号

责任编辑: 宋 辉

装帧设计: 王晓宇

责任校对: 王 静

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 14 $\frac{3}{4}$ 字数 392 千字 2017 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 46.00 元

版权所有 违者必究



前言

FOREWORD

读者朋友你好，你打开了本书真是我们的缘分，说明我们有相同的兴趣爱好，我们有共同关心的话题，我们有共同的奋斗目标，因为我们都是志同道合的电子技术爱好者。

当今世界已步入信息时代，“互联网+”正在深刻地改变着整个社会形态。电子技术是信息社会的基础，“互联网+”离不开电子技术，我们每一个人的工作、学习和生活也离不开电子技术。在大众创业、万众创新的时代浪潮中，无论你想开网店，还是打算开发手游，或是准备进军互联网金融，掌握一定的电子技术都会让你获益匪浅。

也许你会问“怎样才能又快又好地学会电子技术呢？”，我也在问自己“能给读者多一什么帮助呢？”这时我想到了学校，想到了教室，想到了课堂。于是，笔者与编辑共同策划了这套“门老师教你学电子”丛书奉献给读者朋友。

“门老师教你学电子”丛书是笔者根据初学者的特点和要求，结合自己长期从事电子技术教学工作的实践精心编著的，宗旨就是让初学者看得懂、学得会、记得住、用得上，做到入门快、掌握好、会操作、能提高。丛书采用图解的形式、通俗的语言，深入浅出、实用性强，真正起到手把手教你快速学会电子技术的效果。

《玩转万用表》是“门老师教你学电子”丛书中的一本，目的是帮助电子技术爱好者正确掌握万用表的使用方法，轻松驾驭和任性玩转万用表。全书共分9章，第1章讲解万用表的基本原理与使用方法，第2章讲解电压测量方法与技巧，第3章讲解电流测量方法与技巧，第4章讲解电阻测量方法与技巧，第5章讲解半导体管检测方法与技巧，第6章讲解集成电路检测方法与技巧，第7章讲解元器件检测方法与技巧，第8章讲解低压电器检测方法与技巧，第9章讲解家电设备检测方法与技巧。各章都配有大量图片，通过实例详细讲解万用表应用检测的实际操作技能。

本书适合广大电子技术爱好者、电子技术专业人员、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。

本书由门宏编著，为本书编写提供了帮助门雁菊、施鹏、张元景、吴敏、张元萍、李扣全、吴卫星、张乐等。书中如有不当之处，欢迎读者朋友批评指正。

编著者

目 录

CONTENTS

第 1 章 玩转万用表

1.1 万用表的种类与功能	1	1.4.2 直流电流表	24
1.1.1 万用表的种类	1	1.4.3 交流电压表	24
1.1.2 指针式万用表结构	2	1.4.4 交流电流表	25
1.1.3 指针式万用表功能	4	1.4.5 欧姆表	25
1.1.4 数字万用表结构	7	1.4.6 电容表	26
1.1.5 数字万用表功能	9	1.5 玩转数字万用表	26
1.2 指针式万用表的测量原理	11	1.5.1 基本使用方法	26
1.2.1 直流电流表	11	1.5.2 测量直流电压	28
1.2.2 直流电压表	12	1.5.3 测量交流电压	28
1.2.3 交流电压表	13	1.5.4 测量直流电流	28
1.2.4 欧姆表	13	1.5.5 测量交流电流	29
1.3 玩转指针式万用表	15	1.5.6 测量电阻	29
1.3.1 基本使用方法	15	1.5.7 测量电容	30
1.3.2 测量直流电流	17	1.5.8 测量晶体二极管和测 通断	30
1.3.3 测量直流电压	18	1.5.9 测量晶体三极管	30
1.3.4 测量交流电压	19	1.6 玩转数字示波万用表	31
1.3.5 测量电阻	19	1.6.1 数字示波万用表的特点与 功能	31
1.3.6 测量音频电平	20	1.6.2 数字示波万用表的工作 原理	32
1.3.7 测量电容	21	1.6.3 数字示波万用表的使用 方法	33
1.3.8 测量电感	21		
1.3.9 测量晶体管直流参数	21		
1.4 数字万用表的测量原理	23		
1.4.1 直流电压表	23		

第 2 章 玩转电压测量

2.1 玩转直流电压测量	35	2.3 特殊电压测量技巧	38
2.1.1 指针式万用表测量	35	2.3.1 分压法测量电压	39
2.1.2 数字万用表测量	36	2.3.2 倍压法测量电压	39
2.2 玩转交流电压测量	37	2.3.3 判别 220V 市电的火线与 零线	39
2.2.1 指针式万用表测量	37	2.3.4 测量表头的满度电压	40
2.2.2 数字万用表测量	38		

2.3.5 测量继电器的吸合电压与释放电压.....	40	2.3.8 调试高频信号发生器电路.....	43
2.3.6 检测振荡电路是否起振.....	41	2.3.9 电压法调整晶体管工作点.....	44
2.3.7 检测无线话筒是否起振.....	42		

第3章 玩转电流测量

3.1 玩转直流电流测量.....	46	3.3.7 测量继电器的吸合电流与释放电流.....	52
3.1.1 指针式万用表测量.....	46	3.3.8 测量收音机工作点电流.....	52
3.1.2 数字万用表测量.....	48	3.3.9 测量集成电路收音机工作点电流.....	53
3.2 玩转交流电流测量.....	49	3.3.10 测量超外差收音机静态电流.....	54
3.2.1 指针式万用表测量.....	49	3.3.11 测量短波收音机工作点电流.....	54
3.2.2 数字万用表测量.....	49	3.3.12 测量超再生收音机工作点电流.....	55
3.3 特殊电流测量技巧.....	49	3.3.13 电流法检测无线话筒是否起振.....	57
3.3.1 分流法测量大电流.....	49	3.3.14 测量集成电路无线话筒静态电流.....	57
3.3.2 用电压表间接测量电流.....	50		
3.3.3 间接测量晶体管的集电极电流.....	50		
3.3.4 间接测量家用电器的电流.....	50		
3.3.5 测量表头的满度电流.....	51		
3.3.6 测量遥控器的工作电流.....	51		

第4章 玩转电阻测量

4.1 电阻测量的基本方法.....	59	4.4.1 检测压敏电阻器.....	67
4.1.1 指针式万用表测量.....	59	4.4.2 检测热敏电阻器.....	68
4.1.2 数字万用表测量.....	60	4.4.3 检测光敏电阻器.....	69
4.2 玩转电阻器检测.....	60	4.5 特殊电阻测量技巧.....	71
4.2.1 检测标称阻值.....	61	4.5.1 间接测量大阻值电阻.....	71
4.2.2 数字万用表检测.....	63	4.5.2 间接测量极小阻值电阻.....	71
4.3 玩转电位器检测.....	64	4.5.3 伏安法间接测量电阻.....	71
4.3.1 检测标称阻值.....	65	4.5.4 恒流法间接测量电阻.....	72
4.3.2 动态检测.....	66	4.5.5 测量灯泡的热态电阻.....	73
4.3.3 检测绝缘性能.....	66	4.5.6 测量表头的内阻.....	73
4.3.4 检测开关性能.....	66	4.5.7 测量电池的内阻.....	74
4.3.5 检测微调电位器.....	67	4.5.8 测量整流电源的内阻.....	75
4.4 玩转敏感电阻器检测.....	67	4.5.9 测量扬声器的阻抗.....	75

第5章 玩转半导体管检测

5.1 检测晶体二极管.....	77	5.1.4 检测整流桥堆.....	80
5.1.1 判别晶体二极管引脚.....	79	5.1.5 检测高压硅堆.....	80
5.1.2 检测晶体二极管.....	79	5.1.6 测量稳压二极管的稳压值.....	80
5.1.3 区分锗二极管与硅二极管.....	79	5.1.7 数字万用表检测二极管.....	81

5.2 检测晶体三极管	81	特性	94
5.2.1 判别晶体三极管的引脚	82	5.5.5 检测可关断晶闸管	94
5.2.2 检测晶体三极管	83	5.6 检测光电二极管	95
5.2.3 测量晶体三极管放大 倍数	84	5.6.1 检测光电二极管的 PN 结	96
5.2.4 数字万用表测量放大 倍数	84	5.6.2 检测光电性能	96
5.2.5 区分锗三极管与硅三 极管	85	5.7 检测光电三极管	97
5.3 检测场效应管	85	5.7.1 检测反向电阻	98
5.3.1 场效应管的引脚判别	86	5.7.2 检测无光时的正向电阻	98
5.3.2 检测场效应管	87	5.7.3 检测光电性能	98
5.3.3 估测结型场效应管放大 能力	88	5.7.4 区别光电二极管与光电三 极管	98
5.3.4 估测绝缘栅型场效应管放大 能力	88	5.8 检测光电耦合器	99
5.3.5 区分 N 沟道与 P 沟道场效 应管	88	5.8.1 检测输入端	100
5.4 检测单结晶体管	89	5.8.2 检测输出端	100
5.4.1 检测两基极间电阻	90	5.8.3 检测光电传输性能	101
5.4.2 检测 PN 结	90	5.8.4 检测绝缘性能	101
5.4.3 测量单结晶体管分压比	90	5.9 检测发光二极管	102
5.5 检测晶体闸流管	91	5.9.1 检测一般发光二极管	103
5.5.1 检测单向晶闸管	92	5.9.2 检测双色发光二极管	103
5.5.2 检测单向晶闸管导通 特性	93	5.9.3 检测变色发光二极管	103
5.5.3 检测双向晶闸管	93	5.9.4 检测三色发光二极管	104
5.5.4 检测双向晶闸管导通		5.10 检测 LED 数码管	104
		5.10.1 检测共阴极 LED 数 码管	106
		5.10.2 检测共阳极 LED 数 码管	106

第 6 章 玩转集成电路检测

6.1 检测集成电路的一般方法	108	电流	117
6.1.1 集成电路的引脚识别	108	6.2.4 估测集成运放的放大 能力	118
6.1.2 万用表表笔的改进	110	6.2.5 检测集成运放的同相放大 特性	118
6.1.3 电阻法检测集成电路	111	6.2.6 检测集成运放的反相放大 特性	119
6.1.4 电压法检测集成电路	112	6.3 检测时基集成电路	120
6.1.5 电流法检测集成电路	113	6.3.1 检测时基电路各引脚的正反向 电阻	122
6.1.6 信号法检测集成电路	113	6.3.2 检测时基电路各引脚的 电压	122
6.1.7 逻辑状态法检测数字集成 电路	114	6.3.3 检测时基电路的静态 电流	123
6.2 检测集成运算放大器	114	6.3.4 区分双极型和 CMOS 时基	
6.2.1 检测集成运放各引脚的对地 电阻	116		
6.2.2 检测集成运放各引脚的 电压	117		
6.2.3 检测集成运放的静态			

电路	123	6.5.7 检测 D 触发器	137
6.3.5 检测时基电路输出电平	123	6.5.8 检测单稳态触发器	139
6.3.6 动态检测时基电路	124	6.5.9 检测施密特触发器	139
6.4 检测集成稳压器	124	6.5.10 检测模拟开关	140
6.4.1 检测集成稳压器静态 电流	125	6.6 检测音响集成电路	141
6.4.2 检测 7800 系列集成稳 压器	127	6.6.1 检测集成功率放大器	142
6.4.3 检测 7900 系列集成稳 压器	128	6.6.2 检测集成前置放大器	143
6.4.4 检测三端可调正输出集成稳 压器	129	6.6.3 检测调幅高中频集成 电路	144
6.4.5 检测三端可调负输出集成稳 压器	130	6.6.4 检测调频/调幅中频放大集成 电路	145
6.5 检测数字集成电路	131	6.6.5 检测单片收音机集成 电路	146
6.5.1 判别 CMOS 电路与 TTL 电路	132	6.6.6 检测调频立体声解码集成 电路	147
6.5.2 检测数字电路空载电流	133	6.6.7 检测音量音调控制集成 电路	147
6.5.3 检测 TTL 电路各引脚对地的 正反向电阻	133	6.6.8 检测调频噪声抑制集成 电路	148
6.5.4 检测 CMOS 电路各引脚对地的 正反向电阻	134	6.6.9 检测 LED 电平显示驱动集成 电路	149
6.5.5 检测门电路	135	6.7 检测音乐与语音集成电路	149
6.5.6 检测 RS 触发器	136	6.7.1 检测音乐集成电路	150
		6.7.2 检测模拟声音集成电路	151

第 7 章 玩转元器件检测

7.1 检测电容器	153	7.2.7 检测可调电感器	166
7.1.1 检测电容器容量	154	7.3 检测变压器	167
7.1.2 检测电容器充放电性能	156	7.3.1 检测变压器绕组线圈	168
7.1.3 检测小容量电容器	157	7.3.2 检测绝缘电阻	169
7.1.4 串联法测量大容量电 容器	158	7.3.3 测量变压器一次侧空载 电流	169
7.1.5 判别电解电容器正负极	158	7.3.4 鉴别音频输入与输出变 压器	170
7.1.6 检测可变电容器	158	7.3.5 检测中频变压器	170
7.1.7 检测微调电容器	161	7.3.6 检测高频变压器	172
7.2 检测电感器	161	7.4 检测晶体	173
7.2.1 数字万用表检测电感器	163	7.4.1 万用表直接检测	174
7.2.2 电容挡间接检测电感器	164	7.4.2 通过测试电路检测	174
7.2.3 二极管和通断挡检测电 感器	165	7.5 检测扬声器与耳机	175
7.2.4 指针式万用表检测电 感器	165	7.5.1 检测扬声器	176
7.2.5 交流电压挡检测电感器	165	7.5.2 测量扬声器音圈阻抗	176
7.2.6 检测电感器绝缘性能	165	7.5.3 判别扬声器相位	177
		7.5.4 检测耳机	178

7.5.5 检测双声道耳机	178	7.7 检测传声器	181
7.6 检测讯响器与蜂鸣器	179	7.7.1 检测动圈式传声器	182
7.6.1 检测不带音源讯响器	179	7.7.2 检测二端驻极体传声器	183
7.6.2 检测自带音源讯响器	180	7.7.3 检测三端驻极体传声器	184
7.6.3 检测压电蜂鸣器	181		

第 8 章 玩转低压电器检测

8.1 检测继电器	185	8.3.3 检测互感器绝缘性能	192
8.1.1 检测继电器线圈	186	8.4 检测接触器	192
8.1.2 检测继电器接点	186	8.4.1 检测接触器线圈	193
8.1.3 检测固态继电器	186	8.4.2 检测接触器触点	193
8.2 检测自动断路器	188	8.4.3 检测接触器绝缘性能	194
8.2.1 检测自动断路器主触头	189	8.5 检测电磁铁	194
8.2.2 检测绝缘性能	189	8.5.1 检测电磁铁驱动线圈	197
8.3 检测互感器	190	8.5.2 检测电磁铁绝缘性能	197
8.3.1 检测电压互感器	191	8.5.3 检查电磁铁机械动作	197
8.3.2 检测电流互感器	191		

第 9 章 玩转家电设备检测

9.1 检测照明灯具	198	9.3.4 检测开关的绝缘性能	215
9.1.1 检测白炽灯泡	198	9.4 检测接插件	215
9.1.2 判别白炽灯泡的额定功率	199	9.4.1 检测音频接插件	215
9.1.3 检测日光灯管	200	9.4.2 检测带转换开关功能的插座	216
9.1.4 检测日光灯镇流器	201	9.4.3 检测电源插头插座	217
9.1.5 检测照明灯具的实际功率	203	9.4.4 检测带开关电源插座	217
9.1.6 检测 LED 灯	204	9.4.5 检测电源转换插头插座	219
9.1.7 检测电子节能灯	205	9.4.6 检测电话线插头插座	219
9.2 检测家用电器	206	9.4.7 检测视频插头插座	219
9.2.1 检测家用电器的耗电量	206	9.4.8 检测网络插头插座	220
9.2.2 检测家用电器的绝缘情况	207	9.5 检测用电安全与保护装置	220
9.2.3 检测小家电	208	9.5.1 检测熔丝管	220
9.2.4 检测红外遥控器	209	9.5.2 检测熔断器	221
9.2.5 检测电池的电量	210	9.5.3 检测熔断指示电路	223
9.3 检测开关	211	9.5.4 检测可恢复熔丝	223
9.3.1 检测拨动开关	211	9.5.5 检测熔断电阻	224
9.3.2 检测旋转开关	212	9.5.6 检测热熔断器	225
9.3.3 检测按钮开关	213	9.5.7 判别 220V 市电的火线与零线	225
		9.5.8 检测漏电保护器	226

参考文献

第1章

玩转万用表

万用表是万用电表的习惯简称，是一种最常用、最普及、具有多种测量用途（号称万用）的电子测量仪表。无论是电器测量与检测元器件，还是电子制作与调试电路，万用表都是我们必不可少的基本装备。作为一名电子技术爱好者，以自己拥有一块万用表为荣，以能够随心所欲玩转万用表为傲。怎样才能任性玩转万用表呢？我可以告诉大家的就两句话：熟悉了也就任性了，掌握了就可以玩转了。

1.1 万用表的种类与功能

形象地说，万用表就好比组合刀具，如图 1-1 所示。万用表既是电压表、又是电流表、也是欧姆表、还可以测量电平、电容、电感等。

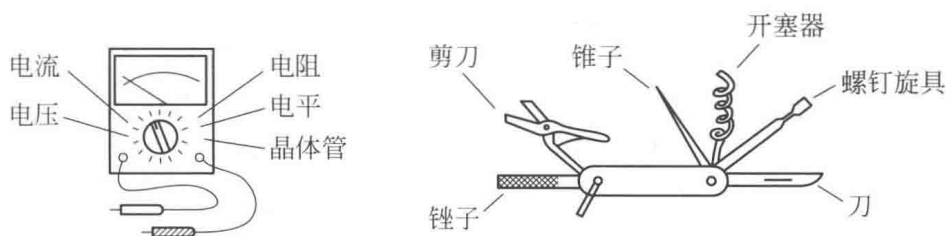


图 1-1 万用表好比组合刀具

1.1.1 万用表的种类

万用表具有很多种类，性能指标各有差异，总体上分为指针式万用表和数字万用表两大类。

(1) 指针式万用表

指针式万用表，顾名思义就是采用微安表头的指针作为测量指示的万用表，如图 1-2 所示。指针式万用表最明显的特征是，表面上具有一个微安表头，由表头指针的偏转指示测量结果。

指针式万用表电路主要是由电阻组成的分压器、分流器等，通过波段开关转换测量功能。平时我们所说的“万用表”，就是指指针式万用表。

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。

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，因此，指针式万用表也称为传统万用表、模拟万用表。指针式万用表通常直接简称为“万用表”。

(2) 数字万用表

数字万用表，顾名思义就是采用数字显示屏作为测量指示的万用表，如图 1-3 所示。数字万用表最明显的特征是，表面上具有一个液晶显示屏，由显示屏上的字符显示测量结果。

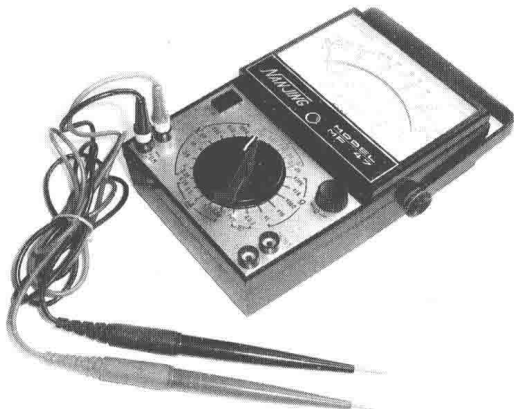


图 1-2 指针式万用表

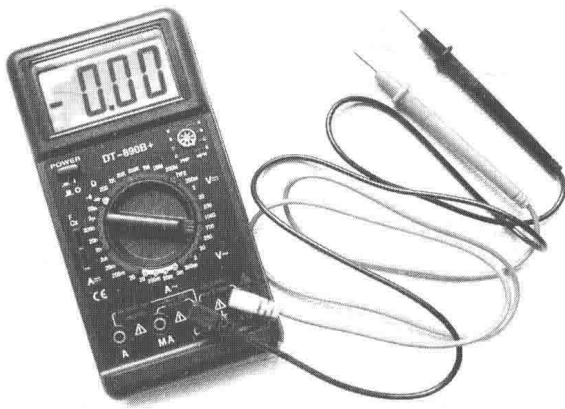


图 1-3 数字万用表

数字万用表是一种数字化的新型万用表，采用专用集成电路为核心构成内部电路，通过波段开关转换测量功能。数字万用表的显著特点是测量精度和输入阻抗高，读数显示准确直观。

数字万用表可以测量直流电压、交流电压、直流电流、交流电流、电阻等，有的还具有测量电容、电感、晶体管、频率、温度等功能。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。

1.1.2 指针式万用表结构

万用表实质上是电压表、电流表、欧姆表的有机组合，使用时根据需要，通过转换开关进行转换，如图 1-4 所示，因此也有人将万用表称之为三用电表。不同型号万用表的电路不尽相同，但它们的基本电路结构大同小异。

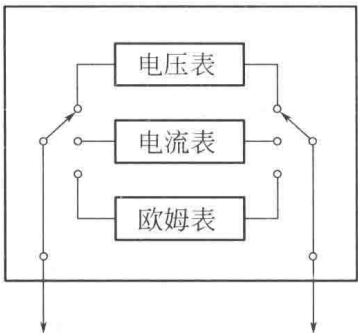


图 1-4 万用表的构成

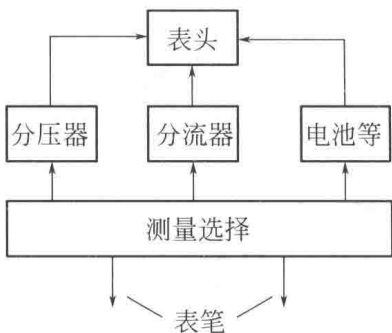


图 1-5 万用表电路原理

(1) 万用表基本电路构成

如图 1-5 所示为万用表的基本电路结构方框图，由 5 大部分组成。一是表头及表头电

路，用于指示测量结果。二是分压器，主要用于测量交、直流电压。三是分流器，主要用于测量直流电流。四是电池、调零电位器等，用于测量电阻。五是测量选择电路，用于选择挡位和量程。

万用表基本上都采用磁电式微安表头，其文字符号为“PA”，图形符号如图 1-6(a) 所示。图 1-6(b) 所示为磁电式微安表头结构和工作原理示意图。

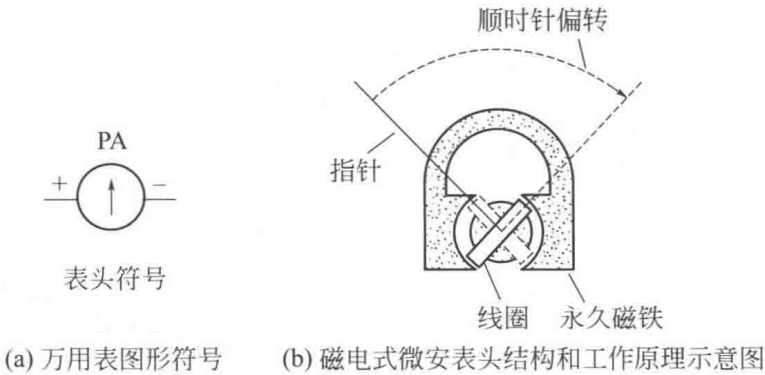


图 1-6 微安表头

在马蹄形永久磁铁极掌间的强磁场中，放置一线圈，当有电流通过该线圈时，电磁作用力使线圈顺时针偏转，偏转角度与通过该线圈的电流成正比。在线圈上垂直粘有一指针，指针偏转的角度可准确指示出通过线圈的电流大小。

为防止万用表在使用中用错挡位而烧毁表头，一般都设计有表头保护电路。如图 1-7 所示为硅二极管保护电路，二极管 VD_1 、 VD_2 互为反向地并接在表头两端，使表头两端电压不超过 0.7V，确保电流过载时不会损坏表头。

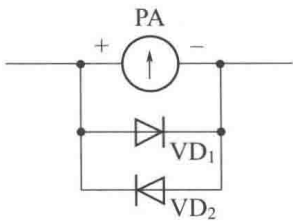


图 1-7 表头保护电路

(2) MF47 型万用表

万用表的型号很多，下面以 MF47 型万用表为例进行介绍。MF47 型万用表是设计新颖的磁电系整流式多量程万用电表，具有适用范围广、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，比较适合电子技术爱好者使用。

MF47 型万用表外形如图 1-8 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。

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

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标度盘相对应，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。

MF47 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。



图 1-8 MF47 型万用表

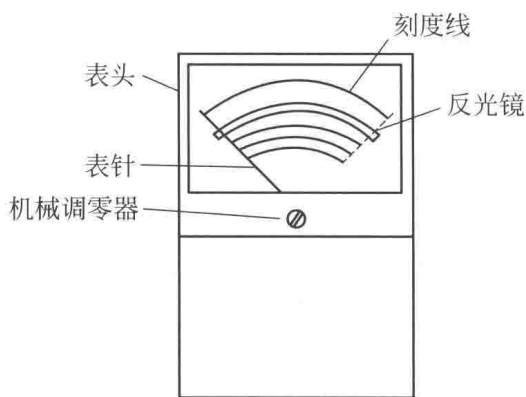


图 1-9 表头与机械调零器

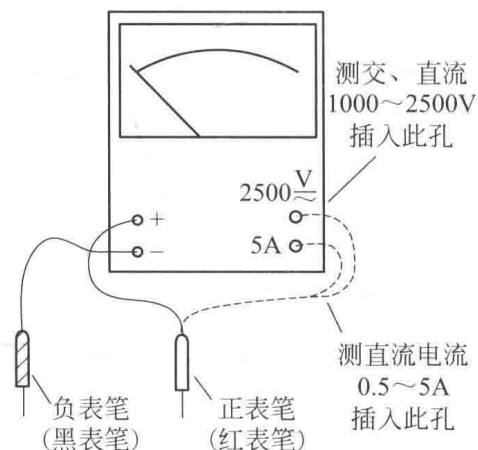


图 1-10 表笔插孔

面板下部右上角是欧姆挡调零旋钮，用于校准欧姆挡“ 0Ω ”的指示。

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。

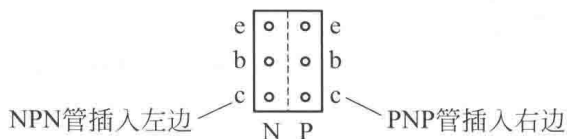


图 1-11 晶体管插孔

✦ 1.1.3 指针式万用表功能

万用表的功能较多，各种型号万用表的功能不尽相同，但都包括以下基本功能：测量直流电流、测量直流电压、测量交流电压、测量电阻。

许多万用表还具有以下派生功能：测量音频电平、测量电容、测量电感、测量晶体管放大倍数等。

MF47 万用表量程齐全，共具有 8 大类 34 个测量挡位，见表 1-1，包括测量直流电流、直流电压、交流电压、电阻的 26 个基本量程，以及测量音频电平、电容、电感、晶体管直流参数等 8 个附加量程。

表 1-1 MF47 型万用表测量范围

测量对象	测量范围	挡位数
直流电流	0~5A	6
直流电压	0~2500V	9
交流电压	0~2500V	6
电阻	0~∞(可读 0~40MΩ)	5
音频电平	-10~+62dB	5
电容	0.001~0.3μF	1
电感	20~1000H	1
晶体管	β :0~300, I_{cbo} , I_{eco}	1

(1) 直流电流挡

直流电流挡测量范围为 0~5A，分为 0.05mA、0.5mA、5mA、50mA、500mA、5A 等 6 挡，见表 1-2。其中，5A 挡使用专用插孔，其余各挡由测量选择开关转换。

表 1-2 MF47 型万用表直流电流挡测量范围

直流 电流	挡位	量程	备注
	0.05mA	0~50μA	
	0.5mA	0~0.5mA	
	5mA	0~5mA	
	50mA	0~50mA	
	500mA	0~500mA	
	5A	0~5A	专用插孔

(2) 直流电压挡

直流电压挡测量范围为 0~2500V，灵敏度为 20kΩ/V，分为 0.25V、1V、2.5V、10V、50V、250V、500V、1000V、2500V 等 9 挡，见表 1-3。其中，2500V 挡使用专用插孔，其余各挡由测量选择开关转换。

表 1-3 MF47 型万用表直流电压挡测量范围

直流 电压	挡位	量程	备注
	0.25V	0~250mV	
	1V	0~1V	
	2.5V	0~2.5V	
	10V	0~10V	
	50V	0~50V	
	250V	0~250V	
	500V	0~500V	
	1000V	0~1000V	
	2500V	0~2500V	专用插孔

(3) 交流电压挡

交流电压挡测量范围为 0~2500V，灵敏度为 4kΩ/V，分为 10V、50V、250V、500V、1000V、2500V 等 6 挡，见表 1-4。其中，2500V 挡使用专用插孔，其余各挡由测量选择开关转换。

表 1-4 MF47 型万用表交流电压挡测量范围

交流电压	挡位	量程	备注
	10V	0~10V	
	50V	0~50V	
	250V	0~250V	
	500V	0~500V	
	1000V	0~1000V	
	2500V	0~2500V	专用插孔

(4) 电阻挡

电阻挡具有×1、×10、×100、×1k、×10k 等 5 挡，见表 1-5。各挡中心阻值分别为 22Ω、220Ω、2.2kΩ、22kΩ、220kΩ。最大可读量程为 40MΩ。

表 1-5 MF47 型万用表电阻挡测量范围

电阻	挡位	可读量程	中心阻值
	×1	0~4kΩ	22Ω
	×10	0~40kΩ	220Ω
	×100	0~400kΩ	2.2kΩ
	×1k	0~4MΩ	22kΩ
	×10k	0~40MΩ	220kΩ

(5) 音频电平挡

音频电平使用交流电压挡测量，测量范围为 -10~+62dB（0dB=0.775V），共分为 5 挡，见表 1-6。

表 1-6 MF47 型万用表音频电平测量范围

音频电平	挡位	量程
	10V	-10~+22dB
	50V	+4~+36dB
	250V	+18~+50dB
	500V	+24~+56dB
	1000V	+30~+62dB

(6) 电容挡

电容测量使用交流 10V 挡，测量范围为 0.001~0.3μF，见表 1-7。

(7) 电感挡

电感测量也使用交流 10V 挡，测量范围为 20~1000H，见表 1-7。

表 1-7 MF47 型万用表电容、电感测量范围

测量对象	挡 位	量 程
电 容	10 ∇	1000pF~0.3 μ F
电 感		20~1000H

(8) 晶体管挡

测量晶体管直流参数时， β 值的测量具有 1 个校准挡位（ADJ）和 1 个测量挡位（ h_{FE} ），测量范围为 0~300（倍）。 I_{cbo} 和 I_{ceo} 的测量使用“R×1k”挡，测量范围为 0~60 μ A。如果 I_{ceo} 较大，可使用“R×100”挡，测量范围相应为 0~600 μ A，见表 1-8。

表 1-8 MF47 型万用表晶体管直流参数测量范围

	项 目	挡 位	量 程
晶体管	β	h_{FE}	0~300
	I_{cbo}	R×1k	0~60 μ A
	I_{ceo}	R×1k	0~60 μ A
		R×100	0~600 μ A

1.1.4 数字万用表结构

数字万用表与传统的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。如图 1-12 所示为数字万用表的基本组成框图。可见，除用数字电压表取代传统万用表的表头外，其余部分相类似。

数字万用表的型号种类也很多，但其结构功能大同小异，下面以较常用的 DT890B 型数字万用表为例进行介绍。

DT890B 是三位半便携式数字万用表，LCD（液晶）显示屏最大显示读数为“±1999”（“+”符号不显示出来）。整机采用 9V 层叠电池为电源，功耗约 30mW。该表具有全量程过载保护、自动调零、自动显示极性、闲置时自动关机、防跌落等功能，显示字符较大，操作使用方便，性能稳定可靠。

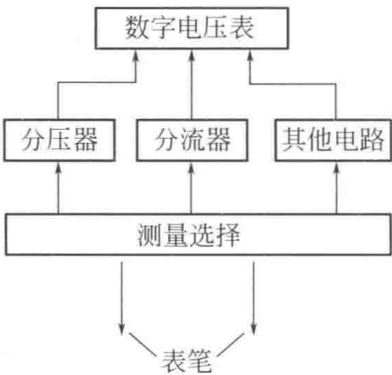


图 1-12 数字万用表的构成

(1) 数字万用表原理

DT890B 数字万用表电路原理如图 1-13 所示，由以下 8 个部分组成。一是 200mV 数字电压表（数字表头），用于显示测量结果。二是分压器，主要用于测量电压。三是电流→电压变换器，用于测量电流。四是交流→直流变换器，用于测量交流电压和电流。五是电阻→电压变换器，用于测量电阻。六是电容→电压变换器，用于测量电容。七是 h_{FE} 测量电路，用于测量晶体管。八是测量选择电路，用于选择挡位和量程。

200mV 数字电压表构成了数字万用表的基本测量显示部件（相当于指针式万用表的表头），其电路原理如图 1-14 所示，由双积分 A/D 转换器（模拟/数字转换器）、译码驱动器和三位半 LCD 显示屏组成，其中 A/D 转换器和译码驱动器等包含在专用集成电路 IC7106 当中。被测电压由“IN”端输入，经 A/D 转换器将模拟电压转换为数字信号，译码驱动器译码后驱动 LCD 显示屏显示测量结果，最大量程为 200mV。

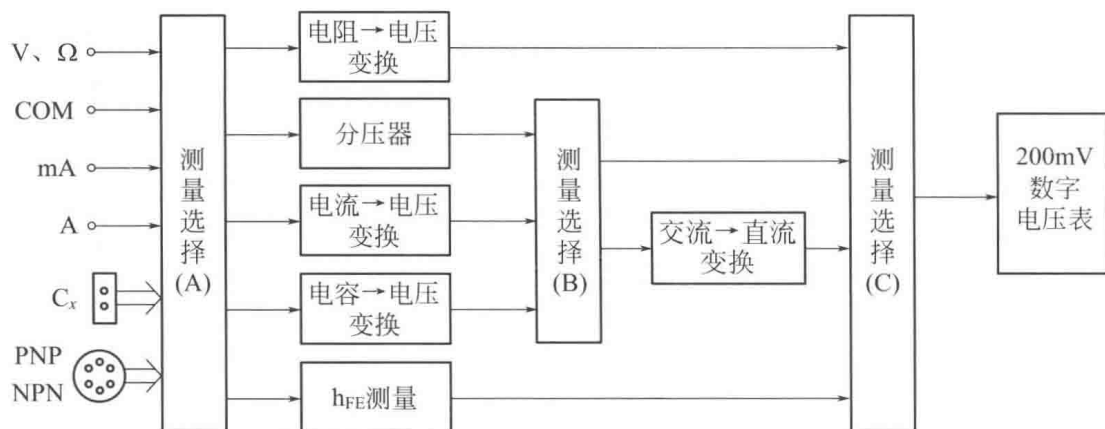


图 1-13 数字万用表方框图

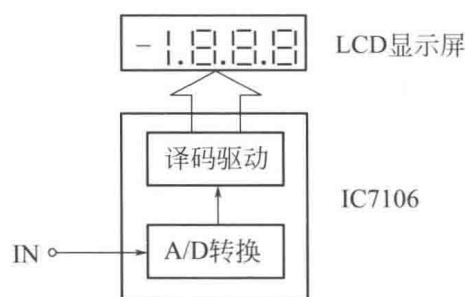


图 1-14 数字电压表测量原理

数字电压表再配以由分压器、电流→电压变换器、交流→直流变换器、电阻→电压变换器、电容→电压变换器、 h_{FE} 测量电路等组成的量程扩展电路，即构成了多量程的数字万用表。

数字万用表采用数字电压表作为基本测量显示部件，属于电压型测量。而传统的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 1-15 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，测量的精度更高。

(2) 数字万用表结构

DT890B 数字万用表外形如图 1-16 所示，由 LCD 显示屏、电源开关、测量选择开关、测试表笔插孔、电容器插孔和晶体管插孔等部分构成。

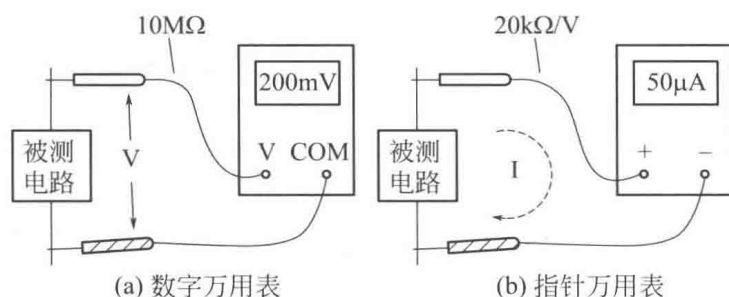


图 1-15 测量原理比较



图 1-16 DT890B 数字万用表

数字万用表上部为 LCD 显示屏，可以直接显示三位半数字字符，小数点根据需要自动移动，负号“—”根据测量结果自动显示。显示屏下面是控制面板。面板中央为测量选择开关，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按测量类别分别用红色、绿色、白色 3 种颜色间隔印制，使用中不易搞错。

面板下部有 4 个测试表笔插孔。一个黑色的是负表笔插孔（也叫公共端插孔）“COM”。三个红色的是正表笔插孔，分别是电压电阻测量插孔“VΩ”、毫安级电流测量插孔“mA”、