

WANYONGBIAO SUXUEQIAOYONG YIBENTONG

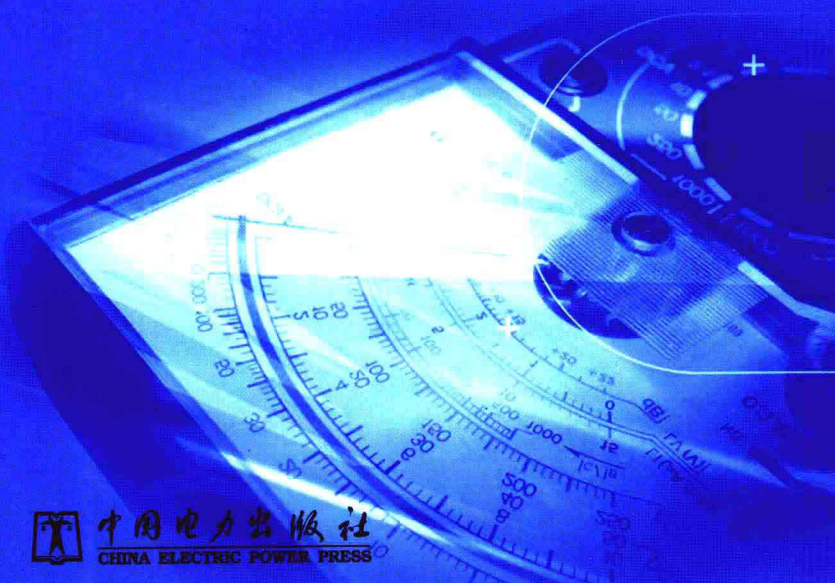
万用表 速学巧用 一本通



沙占友 王彦朋 睢丙东 杜之涛 等著

指针万用表与数字万用表

- 工作原理
- 检测方法
- 使用技巧
- 功能扩展
- 故障检修



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

万用表 速学巧用 一本通

沙占友 王彦朋 睢丙东 杜之涛 等著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

万用表是目前最常用、最普及的工具类电测仪表,掌握万用表的使用方法和技巧是电子技术人员及电子爱好者的一项基本技能。本书从实用角度出发,全面系统地介绍了指针万用表和数字万用表的基本原理、检测方法、使用技巧、故障检修及调试方法。使读者不仅能学会万用表的使用方法,更能用得巧妙、得心应手,实现其一表多用的功能。

全书共分七章。第一~三章分别介绍指针万用表和数字万用表的基础知识与测量原理;第四章介绍检测常见电子元器件的方法;第五、六章分别阐述指针万用表、数字万用表的使用技巧;第七章专门介绍万用表常见故障检修及调试方法。本书所介绍的测量方法均经过作者的实践验证。

本书内容丰富、深入浅出、通俗易懂,既富有科学性和先进性,又具有很高的实用价值,可供电子与电工技术人员、电子维修人员和电子爱好者阅读。

图书在版编目(CIP)数据

万用表速学巧用一本通/沙占友等著. —北京:中国电力出版社, 2012.6

ISBN 978-7-5123-3169-3

I. ①万… II. ①沙… III. ①复用电表—使用方法 IV. ①TM938.107

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第128499号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2012年9月第一版 2012年9月北京第一次印刷

710毫米×980毫米 16开本 20.5印张 434千字

印数 0001—3000册 定价 42.00元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究



前言

万用表亦称复用表或多用表，是目前最常用、最普及的工具类电测仪表。万用表分指针万用表（VOM，简称伏欧表或三用表）、数字万用表（DMM，亦称数字多用表）两大类。指针万用表已有上百年的发展历史，其特点是借助于指针和刻度盘进行读数，便于观察被测量的连续变化过程及变化趋势，具有结构简单、操作方便、价格低廉等优点。数字万用表则是近 40 年来迅速发展起来的新型数字仪表，它采用数字化测量技术，以显示直观、准确度高、分辨力强、测试功能完善、测量速率快、过载能力强等优点著称。这两类仪表各具特色，互为补充，都深受广大专业电子技术人员和电子爱好者青睐。目前我国中、低档数字万用表的产量已占世界总产量的 60%，产品远销全球 100 多个国家。

为推广万用表的应用技术，作者曾编著《万用表妙用 100 例》，1984 年由电子工业出版社出版后，历经 10 次印刷，总发行量达 50 万册，1994 年荣获“全国优秀畅销书奖（科技类）”。作者还撰写了国内第一部介绍数字万用表的专著——《数字万用表的原理、使用与维修》，1988 年由电子工业出版社出版，该书曾 9 次重印，总印数达 10 万册。此后撰写的《万用表使用指南》一书，2008 年也由中国电力出版社出版并多次重印。上述著作均受到国内专家和读者的广泛好评。为适应现代电子科技的发展，满足广大新读者的需要，现以原著部分内容为基础，大量补充了作者近年来积累的新经验后撰成此书，以飨广大读者。

本书融科学性、先进性、实用性于一体，主要有以下特点：

第一，将指针万用表和数字万用表的检测技术融为一体，二者互相配合，相得益彰，可实现优势互补，使该书结构合理，全面系统，能满足读者需要。

第二，内容由浅入深，通俗易懂。首先介绍指针万用表和数字万用表的基础知识与基本原理，然后阐述检测常见电子元器件的方法及使用技巧，最后专门介绍万用表常见故障检修及调试方法。附录中还给出指针万用表及数字万用表的常用符号，便于读者查阅。

第三，实用性强。所介绍的检测方法与使用技巧均经过本书作者的实践验证，能进一步扩展万用表的检测功能，实现“一表多用”，对从事电子、电工、仪器仪表和家电维修工作的人员具有很高的实用价值。

第四，所介绍的各种检测技巧和应用实例简便易学，便于读者触类旁通，举一反三，灵活运用。

沙占友教授撰写了本书第一、三、五、六章，并完成了全书的审阅和统稿工作。王

彦朋教授、睢丙东教授和杜之涛副教授合撰了第二、四、七章。李学芝、沙江、韩振廷、沙莎、张文清、宋怀文、陈庆华、王志刚、刘立新、张启明、刘东明、赵伟刚、宋廉波、刘建民、李志清、郑国辉、王金和、赵仁明、李新华同志也参加了本书的撰写工作。

由于作者水平所限，书中难免存在缺点和不足之处，敬请广大读者指正。

作 者



目 录

前言

第一章 指针万用表、数字万用表的基础知识	1
第一节 指针万用表的性能特点	1
第二节 指针万用表的产品分类	4
一、按照表头分类	4
二、按照外形分类	4
三、按照功能分类	5
第三节 指针万用表的使用注意事项	5
第四节 数字万用表的性能特点	12
第五节 数字万用表的产品分类	14
一、按照量程转换方式分类	14
二、按照用途及功能分类	14
第六节 数字万用表的使用注意事项	15
第二章 指针万用表的基本原理	24
第一节 测量直流和交流电压的基本原理	24
第二节 测量直流和交流电流的基本原理	25
一、测量直流电流的方法	25
二、测量交流电流的方法	27
第三节 测量电阻的基本原理	27
一、测量电阻的方法	27
二、电阻挡测量误差的分析	28
第四节 测量电容、电感的基本原理	33
一、用阻抗法测量电容、电感的方法	33
二、测量无极性电容的简便方法	36
三、测量电解电容的简便方法	37
第五节 测量电感简便方法的基本原理	38
一、测量电感的简便方法	38

二、测量电感的注意事项	40
第六节 测量电平的基本原理	40
一、测量电平的方法	40
二、电平读数的修正方法	41
第七节 利用电阻挡测量负载电流、电压和功率的方法	42
一、利用电阻挡测量负载电流法	42
二、利用电阻挡测量负载电压法	43
三、利用电阻挡测量负载功率法	44
第八节 500 型指针万用表的工作原理	45

第三章 数字万用表的基本原理

第一节 数字万用表的基本构成	51
一、普通数字万用表的基本构成	51
二、单片数字万用表的基本构成	52
第二节 单片 A/D 转换器简介	53
第三节 单片数字万用表集成电路简介	55
第四节 新型数字万用表典型产品的技术指标	56
第五节 20 种常用数字万用表的集成电路配置情况	59
第六节 测量直流和交流电压的基本原理	60
一、测量直流电压的原理	60
二、测量交流电压的原理	61
第七节 测量直流和交流电流的基本原理	62
第八节 测量电阻的基本原理	63
一、比例法测量电阻的原理	63
二、200M Ω 高阻挡的测量电路	64
第九节 测量电容的基本原理	65
第十节 测量电感的基本原理	67
一、测量电感的原理	67
二、测量电感的注意事项	69
第十一节 测量频率的基本原理	70
一、测量频率的原理	71
二、测量频率的注意事项	72
第十二节 测量二极管的基本原理	72
第十三节 测量晶体管的基本原理	73
第十四节 检测线路通断的基本原理	74
第十五节 测量温度的电路	75

一、测温电桥的工作原理	75
二、测温挡的使用注意事项	77
第十六节 VC9808+ 型数字万用表的工作原理	77
一、VC9808+ 型数字万用表的性能特点	77
二、VC9808+ 型数字万用表的工作原理	78

第四章 检测常见电子元器件的方法

第一节 检测普通二极管	87
一、利用指针万用表检测二极管的方法	87
二、利用数字万用表检测二极管的方法	89
第二节 检测整流二极管及整流桥	91
一、利用指针万用表检测塑封硅整流二极管的方法	91
二、利用指针万用表检测整流桥的方法	92
三、利用数字万用表检测整流桥的方法	94
第三节 检测快恢复、超快恢复二极管	94
一、快恢复及超快恢复二极管的性能特点	94
二、检测快恢复及超快恢复二极管的方法	96
第四节 检测肖特基二极管	97
一、利用指针万用表检测肖特基二极管的方法	97
二、利用数字万用表检测肖特基二极管的方法	100
第五节 检测稳压管	100
一、区分稳压管与二极管的方法	100
二、测量稳压管稳定电压的方法	101
三、测绘稳压管伏安特性的方法	102
第六节 检测恒流二极管及恒流三极管	103
一、检测恒流二极管的方法	104
二、检测恒流三极管的方法	107
第七节 检测发光二极管 (LED)	108
一、LED 的产品分类及工作原理	109
二、利用指针万用表检测 LED 的方法	114
三、利用数字万用表检测 LED 的方法	117
第八节 检测闪烁发光二极管	118
一、闪烁发光二极管的工作原理	119
二、利用指针万用表检测闪烁发光二极管的方法	120
三、利用数字万用表检测闪烁发光二极管的方法	121
第九节 检测变容二极管	121

一、变容二极管的构造原理	121
二、检测变容二极管的方法	122
第十节 检测晶体管	124
一、利用指针万用表检测晶体管的方法	124
二、利用数字万用表检测晶体管的方法	128
第十一节 检测场效应管	131
一、利用指针万用表判定场效应管的方法	131
二、利用数字万用表检测场效应管的方法	132
第十二节 检测单结晶体管	135
一、利用指针万用表判定单结晶体管电极的方法	135
二、利用数字万用表检测单结晶体管的方法	137
第十三节 检测单向晶闸管	138
一、利用指针万用表检测单向晶闸管的方法	138
二、利用数字万用表检测单向晶闸管触发能力的方法	140
第十四节 检测双向晶闸管	141
一、利用指针万用表检测双向晶闸管的方法	141
二、利用数字万用表检测双向晶闸管的方法	143
第十五节 检测可关断晶闸管	144
一、可关断晶闸管的结构特点	145
二、检测可关断晶闸管的方法	145
第十六节 检测光电二极管及光敏三极管	147
一、检测光电二极管的方法	147
二、检测光敏三极管的方法	148
第十七节 检测光耦合器	150
一、光耦合器的类型及性能特点	150
二、利用指针万用表检测光耦合器的方法	152
三、利用数字万用表检测光耦合器的方法	155
第十八节 检测 LED 数码管	155
一、LED 数码管的性能特点	155
二、利用指针万用表检测 LED 数码管的方法	156
三、利用数字万用表检测 LED 数码管的方法	159
第十九节 检测多位 LED 扫描显示器	159
第二十节 检测 LED 点阵显示器	160
一、检测单色 LED 点阵显示器的方法	160
二、检测彩色 LED 点阵显示器的方法	164
第二十一节 检测液晶显示器	166

一、液晶显示器的工作原理	166
二、检测液晶显示器的方法	167
第二十二节 检测电子管	168
一、检测电子管阴极发射能力的方法	168
二、测量电子管跨导的方法	169
第二十三节 检测热敏电阻	171
一、检测 NTC 热敏电阻的方法	171
二、检测 PTC 热敏电阻的方法	173
第二十四节 检测压敏电阻	174
一、压敏电阻的原理与应用	175
二、检测压敏电阻的方法	176
第二十五节 检测固态继电器	177
一、固态继电器的工作原理	177
二、利用指针万用表检测固态继电器的方法	180
三、利用数字万用表检测固态继电器的方法	181
第二十六节 检测瞬态电压抑制器	182
一、瞬态电压抑制器的原理与应用	182
二、检测瞬态电压抑制器的方法	185
第二十七节 检测电磁干扰滤波器	185
一、电磁干扰滤波器的构造原理及应用	186
二、电磁干扰滤波器的技术参数及测试方法	188
第二十八节 检测三端稳压器	190
一、检测 7800 系列三端稳压器	190
二、检测 7900 系列三端集成稳压器	192
第二十九节 检测低压差稳压器	194
一、低压差集成稳压器的基本原理与典型应用	194
二、检测低压差集成稳压器的方法	196
第三十节 检测开关稳压器	197
一、LM2576、LM2596 系列开关稳压器的原理与应用	197
二、检测 LM2576 /2596 系列开关稳压器的方法	200
第三十一节 测量稳压器总热阻的方法	201
一、散热器的热参数计算	201
二、测量低压差线性稳压器总热阻的方法	203
第三十二节 测量照明用大功率 LED 结温的方法	204
第三十三节 测量铝电解电容器内部中心温度的方法	205

第五章 指针万用表的使用技巧	207
第一节 扩展万用表量程的方法	207
一、扩展电压量程的方法	207
二、扩展电流量程的方法	210
三、扩展电阻量程的方法	211
第二节 准确测量电压和电流的方法	214
一、准确测量电压的方法	214
二、准确测量电流的方法	216
第三节 提高万用表测量灵敏度的方法	217
一、提高直流电压挡灵敏度的方法	217
二、用展宽刻度法提高直流电压挡的分辨力	220
三、提高电流挡灵敏度的方法	221
第四节 万用表的应急测量法	223
一、利用交流电压挡测量交流电流的方法	223
二、应急测量电阻的方法	225
第五节 利用万用表和绝缘电阻表测量元器件击穿电压的方法	228
一、测量元器件击穿电压的原理及方法	229
二、测量击穿电压的注意事项	230
第六节 改善指针万用表频率响应的方法	231
一、测量万用表的频率特性	231
二、改善万用表频率特性的原理与方法	232
第七节 利用万用表检测线性稳压器的方法	235
一、测量线性稳压器主要参数的方法	235
二、判定交流电源相线的方法	237
三、确定电源线断芯位置的方法	240
第六章 数字万用表的使用技巧	241
第一节 扩展电压量程的方法	241
一、利用分压电阻扩展电压量程	241
二、利用外部分压器扩展电压量程	242
第二节 提高数字万用表稳定性的方法	242
一、利用外部稳压管提高基准电压的稳定性	242
二、利用外部基准电压源提高基准电压的稳定性	243
三、利用数字电位器构成可编程精密基准电压源	246
第三节 在线测量电流的方法	247
一、在线测量电流的原理	248

二、在线电流测量仪的电路设计	249
三、在线电流测量仪的应用实例	250
第四节 在线测量电阻的方法	250
一、在线测量电阻的原理	250
二、在线电阻测量仪的电路设计	251
三、在线电阻测量仪的应用实例	252
第五节 准确测量电感的简便方法	252
一、准确测量纯电感的方法	252
二、准确测量非纯电感的方法	253
第六节 在线测量晶体管的方法	253
一、在线测量晶体管的方法	253
二、可调式精密集成恒流源的电路设计	254
第七节 测量占空比的方法	256
一、测量占空比的原理和方法	256
二、实测数据	257
第八节 测量非正弦波电压的方法	258
第九节 测量真有效值电压的方法	260
一、真有效值数字仪表的基本原理	260
二、单片真有效值/直流转换器的产品分类	263
三、真有效值电压表的电路设计	264
四、新型单片真有效值/直流转换器的原理与应用	265
第十节 利用数字万用表作信号发生器的方法	270
一、数字万用表能直接提供的信号源	270
二、利用 h_{FE} 插口作直流毫伏信号发生器的方法	272
第十一节 改善数字万用表频率特性的方法	274
一、利用高频探头改善数字万用表的频率特性	274
二、使用注意事项	275
三、改装前后的频率特性对照	276
第十二节 数字万用表的保护电路	276
一、电流挡和电压挡的保护电路	276
二、电阻挡、二极管挡和频率挡的保护电路	277
第十三节 数字万用表的自动关机电路	279
一、自动关机电路的工作原理	279
二、自动关机电路的测量数据及常见故障分析	281

第七章 万用表常见故障检修及调试方法	283
第一节 检修指针万用表表头的方法	283
一、检测表头灵敏度的方法	283
二、测量表头内阻的方法	284
第二节 500 型指针万用表的常见故障检修	286
第三节 检修数字万用表的方法	287
一、检修数字万用表的步骤	287
二、检修数字万用表的 12 种方法	288
第四节 数字万用表的调试方法	291
一、数字万用表的调试程序	291
二、数字万用表的调试方法	291
第五节 数字万用表校验仪	297
一、DO30 系列数字万用表校验仪	297
二、VICTOR 25 型多功能过程校准仪	298
第六节 VC9808+ 型数字万用表的常见故障检修	299
第七节 VC9808+ 型数字万用表的调试方法	305
附录 A 指针万用表的常用符号	307
附录 B 数字万用表的常用符号	309
参考文献	315



第一章

指针万用表、数字万用表的基础知识

指针万用表是由表头、测量电路、功能及量程转换开关这 3 部分组成的。它属于模拟式仪表,通过指针的偏转角度即可指示被测量的大小。其特点是便于观察被测量的连续变化、准确度较高,测量项目较多,操作简单,价格低廉,携带方便,是一种最普及、最常用的电测仪表。数字万用表亦称数字多用表,简称 DMM (Digital Multimeter)。它是在数字电压表 (Digital Voltmeter, DVM) 的基础上扩展而成的。数字万用表是用离散的、不连续的数字来显示被测量大小的,具有显示直观、准确度高、分辨力强、测试功能完善、测量速率快、保护功能完善、耗电省、便于携带等优点。目前,数字万用表正逐步取代传统的指针万用表,成为现代电子测量及维修工作中最常用的数字仪表。本章分别介绍指针万用表、数字万用表的性能特点、产品分类和使用注意事项。

第一节 指针万用表的性能特点

1. 准确度

万用表的精度一般用准确度表示。它反映了仪表基本误差的大小,准确度愈高,测量误差愈小。万用表的准确度等级主要有 1.0、1.5、2.5、5.0 这四个等级。例如,2.5 级准确度即表示基本误差为 $\pm 2.5\%$,依次类推。例如,国产 500 型万用表属于 2.5 级仪表;MF18 型万用表属于高精度万用表,测量直流电压 (DCV)、直流电流 (DCA) 和电阻 (Ω) 的准确度均为 1.0 级,可供实验室使用。电测仪表的准确度等级与基本误差的关系见表 1-1-1。

表 1-1-1

电测仪表的准确度等级与基本误差的关系

准确度等级	0.1	0.2	0.5	1.0	1.5	2.5	5.0
基本误差 $\gamma_m(\%)$	± 0.1	± 0.2	± 0.5	± 1.0	± 1.5	± 2.5	± 5.0

万用表的基本误差有两种表示方法。对于直流和交流电压挡、电流挡,是以刻度尺工作部分上限的百分数表示的,这些挡的刻度呈线性或接近于线性。例如,设电压挡的满刻度 (即满量程) 为 U_M ,将基本误差折合成绝对误差就是

$$\Delta = \gamma_m U_M \quad (1-1-1)$$

对于电阻挡,由于刻度呈非线性,因此改用刻度尺总弧长的百分数来表示基本误差。但需指出,万用表说明书中或表盘上注明的电阻挡基本误差值,仅对欧姆刻度尺的

中心位置（即欧姆中心）适用，其余刻度处的基本误差均大于此值。

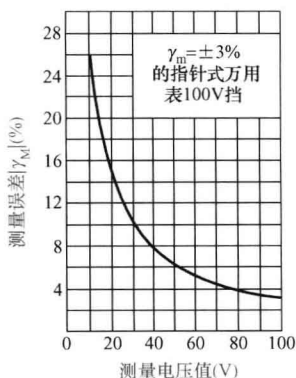
万用表的基本误差范围见表 1-1-2，具体数值可从万用表的表盘上查出。

表 1-1-2 万用表的基本误差范围

测 量 项 目	符 号	基 本 误 差 (%)
直流电压	DCV	$\pm 1.0 \sim \pm 2.5$
直流电流	DCA	$\pm 1.0 \sim \pm 2.5$
交流电压	ACV	$\pm 1.5 \sim \pm 5.0$
交流电流	ACA	$\pm 1.5 \sim \pm 5.0$
电阻	Ω	$\pm 1.5 \sim \pm 5.0$
电平	dB	$\pm 2.5 \sim \pm 5.0$

需要指出，万用表的基本误差 γ_m 只能反映仪表满刻度时的相对误差。当被测电压 $U < U_M$ 时，可改用下式计算最大允许测量误差

$$\gamma_M = \frac{U_M}{U} \gamma_m \quad (1-1-2)$$



【例】 设 $U_M = 100V$ ， $\gamma_m = \pm 2.5\%$ ，代入式 (1-1-1) 求出绝对误差 $\Delta = \pm 2.5V$ ，这表明该挡存在 $\pm 2.5V$ 的固有误差。当被测电压 $U = 50V$ 时，由式 (1-1-2) 求出最大允许测量误差 $\gamma_M = \pm 5\%$ 。表 1-1-3 给出了最大允许测量误差与被测电压的对应关系 (γ_m 和 U_M 均为定值)。若对 γ_M 取绝对值，即可绘出该电压挡的误差曲线，如图 1-1-1 所示。由图可见，被测电压愈接近 U_M （对应于指针偏转接近于满刻度），测量误差愈小。当 $U = U_M$ 时（对应于指针大约偏转 90° ），测量误差为最小值，等于基本误差。因此在测量电压或电流时应合理地选择量程，

尽量使指针偏转到满刻度位置，以减小测量误差。

表 1-1-3 最大允许测量误差与被测电压的关系 ($\gamma_m = \pm 2.5\%$ ， $U_M = 100V$)

被测电压 U (V)	100	80	60	40	20	10	5
最大允许测量误差 γ_M (%)	± 2.5	± 3.1	± 4.2	± 6.25	± 12.5	± 25	± 50

从减小测量误差的角度看，不仅要选择高准确度的万用表，还必须选择合适的量程，否则无法发挥高准确度的优势。

2. 灵敏度

万用表所用表头的满度电流 I_g 称作表头灵敏度，一般为 $10 \sim 200 \mu A$ ， I_g 愈小，表头灵敏度愈高。万用表的电压灵敏度 S_V 等于电压挡的等效内阻 R_V 与满量程电压 U_M 的

比值,即

$$S_V = \frac{R_V}{U_M} \quad (1-1-3)$$

其单位是 Ω/V 或 $k\Omega/V$, 简称每伏欧姆数。此数值一般标在仪表盘上。500 型万用表的直流电压灵敏度为 $20k\Omega/V$, 交流电压灵敏度则降低到 $4k\Omega/V$ 。电压灵敏度愈高, 表明万用表的内阻 (即仪表输入电阻) 愈高, 这种仪表适合电子测量用, 可以测量高内阻的信号电压。低灵敏度万用表仅适合于电工测量。

电压灵敏度取决于表头灵敏度和灵敏度调整电路。如果不加灵敏度调整电路, 万用表所能达到的最高电压灵敏度 (S_{VH}) 等于表头灵敏度的倒数

$$S_{VH} = 1/I_g \quad (1-1-4)$$

例如, 用 $50\mu A$ 表头制成的万用表, 最高电压灵敏度 $S_{VH} = 1/(50 \times 10^{-6} A) = 20k\Omega/V$ 。若采用 $10\mu A$ 表头, S_{VH} 就能达到 $100k\Omega/V$ 。

实际上表头灵敏度总会存在一定的误差, 而且 I_g 也不一定是整数, 需要对表头灵敏度进行调整。调整电路包括分压电阻和分流电阻。因此, 万用表的实际电压灵敏度 $S_V \leq S_{VH}$ 。用于电子测量的万用表, 应具有较高的电压灵敏度, 以获得较高的等效内阻。主要用于电工测量的万用表, 对电压灵敏度要求不高, 但必须能测量交流电流。

根据万用表的电压灵敏度, 很容易求出各电压挡的等效内阻 R_V

$$R_V = S_V U_M \quad (1-1-5)$$

这种计算等效内阻的方法非常简单, 不必考虑万用表的内部结构和电压挡的实际电路, 以及 R_V 值究竟是由哪些电阻串联、并联而成的。当满量程值一定时, R_V 与 S_V 成正比。

3. 测量功能

普通万用表大多只能测量电压、电流和电阻, 因此亦称 V-A- Ω 三用表。近年来问世的新型万用表, 增加了许多新颖实用的测试功能, 例如测量电容、电感、晶体管参数、电池容量、音频功率、直流高压和交流高压, 检查线路通断 (蜂鸣器挡)。有的万用表还设计了信号发生器, 给家电维修人员提供了方便。下面给出万用表的测试功能及测量范围。其中, 电阻挡为有效量程, 括弧内的数值是少数万用表所能达到的指标。

(1) 基本功能。

直流电压 (DCV): $0 \sim 500V$ ($0 \sim 2.5kV$, $0 \sim 25kV$)

交流电压 (ACV): $0 \sim 500V$ ($0 \sim 2.5kV$)

直流电流 (DCA): $0 \sim 500mA$ ($0 \sim 5A$)

交流电流 (ACA): ($0 \sim 5A$)

电阻 (Ω): $0 \sim 20M\Omega$ ($0 \sim 200M\Omega$)

音频电平 (dB): $-20 \sim 0 \sim +56dB$

(2) 扩展功能。

电容 (C): $1000pF \sim 0.3\mu F$ ($0 \sim 10\,000\mu F$)

电感 (L): $0\sim 1\text{H}$ ($20\sim 1000\text{H}$)

晶体管 (h_{FE}): $0\sim 200$ ($0\sim 300$, $0\sim 500$)

音频功率 (P): $0.1\sim 12\text{W}$, 扬声器阻抗为 8Ω

电池负载电压 (BATT): $0.9\sim 1.5\text{V}$, 电池负载为 12Ω

蜂鸣器 (BZ): 当被测线路电阻小于 $1\sim 10\Omega$ 时蜂鸣器发声

交流大电流测量功能 (ACA): $6\text{A}/15\text{A}/60\text{A}/150\text{A}/300\text{A}$ (如 7010 型万用表)

4. 频率特性

万用表的工作频率较低, 频率范围窄。便携式万用表一般为 $45\sim 2000\text{Hz}$, 袖珍式仪表大多为 $45\sim 1000\text{Hz}$ 。某些万用表 (例如 MF10 型) 的说明书中规定可以扩展频率范围, 但基本误差亦随之增大。

5. 外观与操作

万用表的外观设计也很重要。目前常见的万用表有便携式、袖珍式、超薄袖珍式、折叠式、指针/数字双显示等多种类型。选择大刻度盘的万用表, 有助于减小读数误差。有些万用表的刻度盘上带反射镜, 能减小视差。新型万用表的表笔和插口都增加了防触电保护措施。插口改成隐埋式, 表面无金属裸露部分。万用表的操作应简便灵活, 量程开关无卡滞、错位现象。有的万用表设置了“OFF”挡, 将功能开关拨到该挡时能将表头短路, 起到保护作用。

第二节 指针万用表的产品分类

目前, 国产指针万用表的种类繁多, 型号达数百种。大致可按以下情况进行分类。

一、按照表头分类

传统的万用表采用外磁式动圈结构的表头, 靠宝石轴承支撑动圈, 因此体积较大, 抗震性能差, 并且由于轴尖存在着摩擦力, 也限制了仪表准确度和灵敏度的进一步提高。

新型万用表 (例如 MF114ATB 型) 开始采用内磁式张丝结构的表头。其显著优点是磁场集中, 磁能利用率高, 表头的体积小。此外, 用张丝来代替轴尖和游丝, 还可消除因摩擦而造成的测量误差, 提高抗冲击、抗震动性能, 使表头的使用寿命超过 100 万次。

二、按照外形分类

1. 便携式万用表

目前市售的万用表很多属于便携式仪表, 典型产品有 500 型, MF10、MF14、MF18 型等。其优点是携带比较方便, 仪表的刻度盘较大, 读数准确。不足之处是体积较大。