

万用表

使用指南

沙占友 沙 娟 著

万用表与数字万用表

- > 工作原理
- > 测量方法
- > 使用技巧
- > 扩展功能



中国电力出版社

www.cepp.com.cn



内 容 提 要

万用表 使用指南

第 1 版 (91.7) 目 录 编 写 组

本书中, 第一章 万用表 第二章 万用表的使用

沙占友 沙 娟 著

本书主要介绍万用表的使用方法和注意事项

本书可作为电工、电子技术人员的参考书

本书可作为电工、电子技术人员的参考书

本书可作为电工、电子技术人员的参考书

本书可作为电工、电子技术人员的参考书

本书可作为电工、电子技术人员的参考书

本书可作为电工、电子技术人员的参考书

本书可作为电工、电子技术人员的参考书

本书可作为电工、电子技术人员的参考书



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

客 户 咨 询

本书可作为电工、电子技术人员的参考书

本书可作为电工、电子技术人员的参考书

本书可作为电工、电子技术人员的参考书

内 容 提 要

万用表是最常用、最普及的一种工具类电测仪表,掌握万用表的使用方法和测量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,全面系统地介绍了万用表的基本测量方法与使用技巧。全书共六章:第一、二章介绍万用表测量基础,包括指针万用表、数字万用表的主要特点、测量方法及注意事项;第三章简要介绍其工作原理与检修方法;第四、五章重点阐述指针万用表、数字万用表的使用技巧;第六章专门介绍常用电子元器件的检测方法。书中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,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

万用表使用指南/沙占友,沙娟著. —北京:中国电力出版社, 2008. 1

ISBN 978-7-5083-6301-1

I. 万… II. ①沙…②沙… III. 复用电表-测量方法 IV. TM938. 107

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 178479 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 http://www.cepp.com.cn)

航远印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2008 年 1 月第一版 2008 年 1 月北京第一次印刷

850 毫米×1168 毫米 32 开本 9.5 印张 285 千字 1 插页

印数 0001—4000 册 定价 19.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
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，利用它可完成多种测量任务。

万用表有两种类型，即指针万用表（VOM，简称伏欧表或三用表）和数字万用表（DMM，亦称数字多用表）。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，能观测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 30 年来迅速发展起来的新型数字仪表，它采用大规模集成电路和数字显示器，以显示直观、准确度高、分辨力强、测试功能完善、测量速率快、过载能力强等优点而著称。这两类仪表各具特色，互为补充，都深受广大电子专业技术人员 and 电子爱好者青睐。目前我国万用表的产量已跃居世界首位，每年生产上千万台（块）指针万用表和数字万用表，产品远销全球 100 多个国家。

掌握万用表的使用方法和测量技巧，是电子技术人员及电子爱好者的一项基本技能。随着电子工业的迅猛发展和电子产品的日益普及，对万用表的测量技术也提出了更高要求。为适应现代电子科技的发展，满足电子技术人员和业余爱好者的需要，现将作者在科研、教学工作中积累的部分经验加以总结，撰成此书，以飨读者。

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综合成一部书，二者互相配合，可实现优势互补，相得益彰，使该书结构合理，系统全面，能满足读者的需要。

第二，内容由浅入深，通俗易懂。首先介绍万用表测量基础，包括主要特点、测量方法及注意事项；再简要介绍其工作原理与检修方法；然后重点阐述指针万用表、数字万用表的使用技巧；最后介绍常用电子元器件的检测方法。

第三,所介绍的测量技巧和方法均经过本书作者的实践验证,能进一步扩展万用表的测量功能,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。

沙占友教授撰写了第一~四章,并完成全书的审阅工作,沙娟(石家庄职业技术学院)撰写了第五、六章。

在本书撰写过程中,沙江、韩振廷、沙莎、李学芝、魏跃平、张文清、宋怀文、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、林志强等同志也提供了帮助。

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。

著 者

2007年12月于河北科技大学

目 录

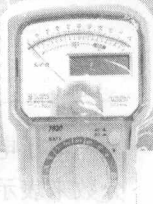
前言

第一章 指针万用表测量基础	1
第一节 指针万用表的主要特点	1
第二节 测量直流和交流电压的方法及注意事项	5
第三节 测量直流和交流电流的方法及注意事项	9
第四节 测量电阻的方法及注意事项	12
第五节 测量电容的方法及注意事项	16
第六节 测量电感的方法及注意事项	20
第七节 测量电平的方法及注意事项	23
第八节 其他使用注意事项	26
第二章 数字万用表测量基础	30
第一节 数字万用表的主要特点及产品分类	30
第二节 测量直流和交流电压的原理及注意事项	35
第三节 测量直流和交流电流的原理及注意事项	40
第四节 测量电阻的原理及注意事项	42
第五节 测量电容的原理及注意事项	47
第六节 测量电感的原理及注意事项	50
第七节 测量频率的原理及注意事项	54
第八节 测量二极管的原理及注意事项	57
第九节 测量晶体管的原理及注意事项	59
第十节 检测线路通断的原理及注意事项	61
第三章 指针万用表和数字万用表的工作原理与检修方法	63
第一节 500 型指针万用表的工作原理	63
第二节 MF30 型指针万用表的工作原理	71
第三节 指针万用表的检修方法	81
第四节 VC9808+ 型数字万用表的工作原理	85
第五节 数字万用表的检修方法	95

第四章 指针万用表使用技巧	100
第一节 扩展万用表量程的方法.....	100
第二节 准确测量电压和电流的方法.....	110
第三节 提高万用表测量灵敏度的方法.....	114
第四节 万用表的应急测量法.....	122
第五节 利用万用表和兆欧表测量元器件击穿电压的方法.....	129
第六节 测量非正弦波电压的方法.....	133
第七节 测量真有效值电压的方法.....	136
第八节 在线测量电流的方法.....	147
第九节 减小电阻挡测量误差的方法.....	150
第十节 测量表头灵敏度和内阻的方法.....	158
第十一节 改善指针万用表频率响应的方法.....	160
第十二节 利用万用表检测线性稳压器的方法.....	166
第五章 数字万用表使用技巧	174
第一节 扩展电压量程的方法.....	174
第二节 提高数字万用表稳定性的方法.....	176
第三节 测量低阻的方法.....	184
第四节 测量电阻比及相对误差的方法.....	188
第五节 在线测量电阻的方法.....	190
第六节 准确测量电感的简便方法.....	192
第七节 在线测量晶体管的方法.....	194
第八节 测量占空比的方法.....	198
第九节 利用数字万用表作信号发生器的方法.....	200
第十节 改善数字万用表频率特性的方法.....	207
第十一节 数字万用表的保护电路.....	210
第十二节 利用数字万用表检测开关电源的方法.....	220
第十三节 利用数字万用表检测开关稳压器的方法.....	235
第十四节 提高数字万用表电压挡灵敏度的方法.....	237
第六章 常用电子元器件检测方法	242
第一节 利用电阻挡测量负载电流、电压和	

	功率的方法.....	242
第二节	检测二极管的方法.....	245
第三节	检测稳压管的方法.....	248
第四节	检测发光二极管的方法.....	251
第五节	检测晶体管的方法.....	255
第六节	检测场效应管的方法.....	259
第七节	检测晶闸管的方法.....	261
第八节	检测光耦合器的方法.....	264
第九节	检测 LED 显示器件的方法	270
第十节	检测液晶显示器的方法.....	276
第十一节	检测固态继电器的方法.....	278
第十二节	检测熔断电阻器和自恢复熔丝的方法.....	280
第十三节	检测数字电位器的方法.....	287
参考文献		294

第一章



指针万用表测量基础

指针万用表由表头、测量电路、功能及量程转换开关 3 部分组成。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。本章首先介绍指针万用表的主要特点,然后分别阐述测量直流和交流电压、直流和交流电流、电阻、电容、电感和电平的方法及注意事项。

第一节 指针万用表的主要特点

一、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 4 个等级。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

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

举例说明: 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。

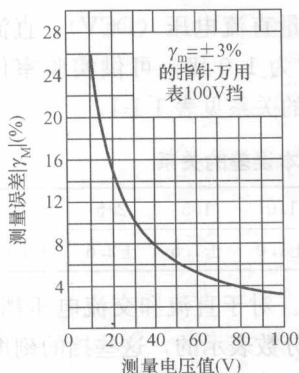


图 1-1-1 电压挡的
误差曲线

表 1-1-3 最大允许测量误差与被测电压的对应关系

($\gamma_M = \pm 2.5\%$, $U_M = 100V$)

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

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。

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, 否则将无法发挥高准确度的优势。

二、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。高灵敏度万用表适合电子测量用, 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, 就需要用到调整电路。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。而主要用于电工测量的万用表,对电压灵敏度要求则不高,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。

三、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,为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,括号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(DC V) 0~500V(0~2.5kV, 0~25kV);

交流电压(AC V) 0~500V(0~2.5kV);

直流电流(DC A) 0~500mA(0~5A);

交流电流(AC A) (0~5A);

电阻(Ω) 0~20M Ω (0~200M Ω);

音频电平(dB) -20~0~+56dB。

(2) 扩展功能:

电容(C) 1000pF~0.3 μ F(0~10000 μ F);

电感(L) 0~1H(20~1000H);

晶体管(h_{FE}) 0~200(0~300, 0~500);

音频功率(P) (0.1~12W, 扬声器阻抗为8 Ω);

电池负载电压(BATT) (0.9~1.5V, 电池负载为12 Ω);

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) 6A/15A/60A/150A/300A(如 7010 型万用表)。

四、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。

五、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;如插口改成隐埋式,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,可起到保护万用表作用。

第二节 测量直流和交流电压的方法及注意事项

一、测量直流和交流电压的方法

1. 测量直流电压的方法

万用表测量直流电压的电路如图 1-2-1 所示。其中,虚线框内是电压挡的等效电路,其内阻为 R_V , $\odot$ 表示内阻为零的指示计。将万用表并联在被测电路上即可测量电压。

万用表测量电压时的等效电路如图 1-2-2 所示。利用该图可分析万用表测量电压时的误差。设被测电压为 U ,其内阻(或等效内阻)为 r 。设万用表读数为 U_1 ,有关系式

$$U_1 = \frac{R_V}{r + R_V} \cdot U \quad (1-2-1)$$

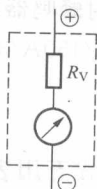


图 1-2-1 万用表测量
直流电压的电路

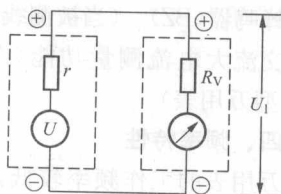


图 1-2-2 万用表测量电压
时的等效电路

相对测量误差为

$$\begin{aligned}\gamma_V &= \frac{U_1 - U}{U} \times 100\% = \frac{\frac{R_V}{r + R_V} \cdot U - U}{U} \times 100\% \\ &= -\frac{r}{r + R_V} \times 100\% = -\frac{1}{1 + \frac{R_V}{r}} \times 100\% \quad (1-2-2)\end{aligned}$$

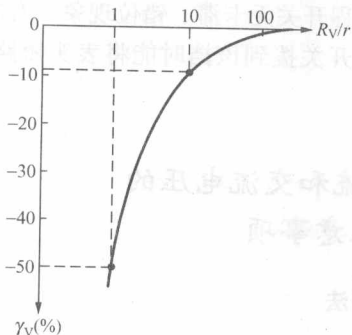


图 1-2-3 测量电压时
相对误差曲线

式 (1-2-2) 中的 $\gamma_V < 0$, 表明 $U_1 < U$, 即测量值比实际电压值偏低。随着比值 R_V/r 的增大, 相对误差的绝对值 $|\gamma_V|$ 会减小。图 1-2-3 所示的相对误差曲线分别给出 $R_V/r = 1$, $R_V/r = 10$, $R_V/r = 100$ 这三种情况下的 γ_V 值。由图可见, 当被测电源电压的内阻较低, 满足 $R_V \geq 100r$ 时, $|\gamma_V| < 1\%$, 测量误差可忽略不计。但是当被测电路的内阻很高, 可以同 R_V 相比时, 会产生很大的测量误差。鉴于该项误差属于系统误差, 可采用本书第四章第二节所介绍的方法加以消除。

由此可得出以下结论:

(1) 若两块万用表所选择的量程相同而电压灵敏度不同, 那么用它们分别测量同一个高内阻电源电压时, 电压灵敏度高的那块表

测量误差较小。

(2) 对同一块万用表而言, 电压量程愈高, 内阻愈大, 所引起的测量误差就愈小。例如, 假定万用表直流电压灵敏度为 $20\text{k}\Omega/\text{V}$, 被测直流电压 $U=10\text{V}$, 内阻 $r=200\text{k}\Omega$ 。第一次测量选择 10V 挡, $R_V=200\text{k}\Omega$ 。代入式 (1-2-1) 得到 $U_1=U/2=5\text{V}$, 再由式 (1-2-2) 求出 $\gamma_V=-50\%$ 。第二次测量改用 50V 挡, 该挡内阻达 $1\text{M}\Omega$, 由此可求出 $U_1=8.33\text{V}$, $\gamma_V=-16.7\%$ 。这表明, 为了减小测量高内阻电源电压的误差, 有时宁可选择较高的电压量程, 以增大万用表的内电阻。当然量程也不宜选得过高, 以免在测量低电压时因指针偏转角度太小而增加读数误差。对于低内阻的电源电压 (例如 220V 交流电源), 可选用电压灵敏度较低的万用表进行测量。换言之, 高灵敏度万用表适合于电子测量, 而低灵敏度万用表适合于电工测量。

(3) 电压挡的基本误差均以满量程的百分数来表示, 因此测量值愈接近满刻度值, 误差愈小。一般讲, 所选量程应尽量使指针偏转在 $1/3\sim 1/2$ 以上。这表明, 在使用一块万用表的同一量程测量两个不同电压时, 表的指针越接近于满度值, 测量误差就愈小。

(4) 当万用表电压挡的内阻比被测电源的内阻大 100 倍以上时, 就不必考虑万用表对被测电源的分流作用。

2. 测量交流电压的方法

万用表的交流电压挡是在直流电压挡的基础上扩展而成的, 只需增加半波或全波整流电路即可。

二、测量直流和交流电压的注意事项

(1) 测量电压时, 应将万用表并联在被测电路的两端。测直流电压时要注意正、负极性。如果预先不知道被测电压的极性, 也应先拨到高压挡进行试测, 防止因表头严重过载而将指针打弯。指针在反向偏转时最容易被打弯。

(2) 假如误用直流电压挡去测量交流电压, 指针就不动或稍微抖动。如果误用交流电压挡去测量直流电压, 读数可能偏高 1 倍, 也可能为零, 这与万用表的具体接法有关。

(3) 当被测交流电压上叠加有直流电压时, 交、直流电压之和

不得超过量程选择开关的耐压值。必要时可在输入端串接 $0.1\mu\text{F}/450\text{V}$ 的隔直电容。亦可直接从 dB 插孔输入, 该插孔内部已经串联了隔直电容。

(4) 严禁在测量较高电压(如交流 220V) 或较大电流(如 0.5A 以上) 时拨动量程选择开关, 以免产生电弧, 烧坏开关的触点。

(5) 当被测电压高于 100V 时就要注意安全。应当养成单手操作的习惯, 预先把一支表笔固定在被测电路的公共地端, 再拿另一支表笔去碰触测试点, 这样可保持精神集中, 避免只顾看读数而不小心触电。

某些万用表带 2500V 专用插孔, 测高压时应把插头插牢, 防止由于接触不良而造成高压打火, 或因插头脱落引起意外事故。

测量显像管上的高压时, 应使用 FJ-37、FJ-50 等型号的高压探头(亦称高压测试棒)。这两种高压探头可测电视机和电子设备中 25kV 以下的高压, 但不适于测量大功率输电、配电设备上的高压。高压探头一般有 4 个引出端。测量时将红、黑两个插头分别接万用表的正、负输入插孔, 黑色鳄鱼夹固定在被测线路的公共地上, 然后手持绝缘棒, 只让探针与被测高压端相接触。操作者应与地面绝缘良好。

(6) 测量高内阻电源的电压时, 应尽量选择较高的电压量程, 以提高电压挡的内阻。这样指针的偏转角度虽然减小了, 但所得到的测量结果更能反映真实情况。即使如此, 仍会产生较大的测量误差。采用复测法(即用两个不同的电压挡分别去测量高内阻电源的电压, 再代入公式计算出被测电压的准确值)可消除此项误差, 参见本书第四章第二节。

(7) 万用表交流电压挡的频率特性较差, 工作频率范围窄, 便携式万用表一般为 $45\sim 2000\text{Hz}$, 袖珍式万用表大多为 $45\sim 1000\text{Hz}$ 。某些万用表虽然可将频率扩展到一定范围, 但基本误差也相应增大。例如, MF10 型万用表的额定频率范围是 $45\sim 1500\text{Hz}$, 基本误差为 $\pm 4\%$, 虽然允许将交流 10V 挡 $\sim 50\text{V}$ 挡的频率扩展到 5000Hz , 但在 $1500\sim 5000\text{Hz}$ 的扩展范围内, 基本误差已增加到 $\pm 8\%$ 。MF64 型万用表的频率特性较好, 交流 10V 挡在 $45\text{Hz}\sim 20\text{kHz}$ 频率范围内的基本误差为 $\pm 5\%$, 可测量音频电压。

该挡还允许将频率扩展到 50kHz。

利用阻容分压器，能够大大提高万用表的工作频率上限，改善其频率特性，参见本书第四章第十一节。

(8) 由于整流元件的非线性，万用表在测量 1V 以下交流电压时误差也会增大，因此多数万用表对交流 1V 以下不再刻度。绝大多数万用表不能测量毫伏级微弱信号，但是利用本书第四章第三节所介绍的方法，就能测量毫伏级的直流电压。此外，还可用 MF101 型万用表测量毫伏级的交、直流电压。

(9) 万用表不能直接测量方波、矩形波、三角波、锯齿波、梯形波等非正弦电压。这是因为万用表的交流电压挡是按照正弦波而设计的，并且仪表实际测量的是交流电经过整流后的平均值，而刻度却是按正弦交流电压的有效值来标定的。若被测电压为非正弦波，其平均值与有效值的关系就会改变，使读数失去意义。但实践证明，只要掌握了规律，利用万用表测量周期性非正弦电压是完全可行的，详见本书第四章第六节。

(10) 当被测正弦电压的失真度超过 5% 时，万用表的测量误差会明显增大。

(11) 利用专门设计的真有效值万用表，能准确测量失真的正弦波以及各种非正弦波的有效值，详见本书第四章第七节。

(12) 测量频率较高的交流电压时，为避免因万用表与公共地之间存在分布电容而引起误差，应将黑表笔接被测电路的公共地端。

(13) 测量带感抗电路的电压（例如日光灯镇流器两端的压降）时，必须在切断电源之前先脱开万用表，防止由自感现象而产生的高压损坏万用表。

第三节 测量直流和交流电流的方法及注意事项

一、测量直流和交流电流的方法

1. 测量直流电流的方法

万用表测量电流时的等效电路如图 1-3-1 所示，其中：虚线框