



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 13978—2008  
代替 GB/T 13978—1992

## 数 字 多 用 表

Digital Multimeters

2008-08-19 发布

2009-03-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会

发布

目 次

前言 ..... III

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 术语和定义 ..... 2

4 产品分类..... 11

5 技术要求..... 12

6 试验方法..... 18

7 检验规则..... 29

8 标志、包装、贮存..... 30

附录 A（规范性附录） 基本不确定度和工作不确定度的关系 ..... 32

附录 B（资料性附录） 从“误差”到“不确定度”的概念和术语的发展以及不确定度极限的规定 ..... 33

附录 C（规范性附录） 检验项目 and 不合格分类 ..... 37

附录 D（规范性附录） 外磁场影响试验电磁铁 ..... 40

## 前 言

本标准代替 GB/T 13978—1992《数字多用表通用技术条件》。

本标准与 GB/T 13978—1992 相比有较大变化, 主要有:

——规范性引用文件方面, 只保留了 GB 11463—1989, 其余均引用了新的国家标准, 并引用了两项国际电工委员会标准。

——术语方面:

删除了与本标准无关的术语: 数字电压(DVV)(电流、电阻)表、量化、对称输入、非对称输入、性能特性、线性转换、非线性转换、换码点、转换指令、触发工作方式、线性误差、漂移、死区、基本误差、绝对误差、相对误差等术语。

增加了: 被测量、(测量)不确定度、被测量的不确定度、测量值、指示和读数值、(规定的)测量范围、仪表的绝对不确定度、基本不确定度、校准、校准图、校准曲线、实物量具、分压器、畸变因数、准确度等级、等级指数等术语。

修改了: 额定值、改变量、影响量、串模电压、共模电压、串模抑制比、共模抑制比、输入阻抗、输出阻抗、改变量、输出信号、输出状态等术语。

——产品分类方面, 取消了按工作原理、模式转换原理的分类。

——技术要求方面, 取消了原标准没有技术指标的要求项目, 将其放入第 8 章标志、包装、储存中。

——取消了不需在标准中规定的尺寸、质量方面的要求。

——必须有技术指标的项目规定了技术指标, 如: 功能、过载能力、测量范围、稳定性、响应时间、数据输出、接口、预热时间、可靠性、电磁兼容性、输入电阻、输入阻抗、波峰因数、串模抑制能力、共模抑制能力、串模电压、共模电压、欧姆调零、开路电压、最大输入电流、最大电压、功率消耗、线性范围等。

——特别在安全要求方面, 按 GB 4793.1—2007 标准的要求, 明确了有关的安全要求项目, 增加了机械安全要求, 明确了塑料外壳的强度、熔断器座、电源电压选择装置、调整机构电气安全、印制电路板的不燃性、电气间隙和爬电距离、温度极限值、耐热、电流测量电路、测量等级、污染等级、防火焰蔓延、电池充电、电池极性等方面的要求等。

——按 GB/T 18268—2000 标准的要求选择了相关的电磁兼容性的严酷度等级和技术要求。

——按 GB 4028 的要求, 规定了外壳防护等级。

——环境分类方面, 按 IEC 60732-3-7 标准的要求, 将仪表的环境分类归入了 7K2 的类别。

——根据 IEC 60359 的规定, 以不确定度取代了误差, 规定了基本不确定度、工作不确定度和影响量影响的指标, 以附录的形式给出了工作不确定度和基本不确定度、影响量影响之间的关系。

——试验方法中, 因原标准除了基本误差外, 基本上没有技术指标, 试验方法相应地也只规定了几项基本的试验条件, 没有具体的试验方法, 本次修订对应于每个技术要求规定了试验方法, 确定了近 80 种试验方法。

——全面地修订了检验规则和合格判据。

——修订了标志、包装、储存的规定。

——取消了原标准的表 7 特性的检验项目, 以附录 C 检验项目 and 不合格分类取代。

本标准的附录 A、附录 C 和附录 D 是规范性附录, 附录 B 是资料性附录。

本标准自实施之日起, 原国家标准 GB/T 13978—1992 废止。

本标准由中国机械工业联合会提出。

## GB/T 13978—2008

本标准由全国电工仪器仪表标准化技术委员会(SAC/TC 104)归口。

本标准起草单位：哈尔滨电工仪表研究所、上海英孚特电子有限公司、上海四达电子仪表有限公司、深圳世纪人通讯设备有限公司、东莞华仪仪表科技有限公司、优利德科技(东莞)有限公司、国家电工仪器仪表质量监督检验中心、山东省计量科学研究院、江苏省计量科学研究院、上海市计量测试技术研究院、湖北省电力试验研究院、江西省电力科学研究院。

本标准主要起草人：薛德晋、刘献成、邵风云、申莉、来磊、李林、孙平、张勤、马雪峰、叶江雪、朱登伟、郭利陆、胡林生。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

——GB/T 13978—1992。



## 数 字 多 用 表

### 1 范围

本标准界定了数字多用表(以下简称为仪表)的术语、规范性引用文件,规定了技术要求、试验方法和检验规则,给出了产品标志、包装和贮存等一些基本要求。

本标准适用于各种分类的数字式多用表。也适用于各种数据处理与信息控制设备和自动测试系统或个人仪器系统中,旨在对直流电压、交流电压、直流电流、交流电流和电阻等模拟量进行数字化测量的各种模数转换器。

本标准还适用于同类型以测量电压为基础兼有其他参量(电的或非电的)数字式测量仪器及其联用的附件,或者是它们的组合。

本标准也适用于数字和模拟或图形组合的多用表的数字测量、显示部分。

本标准不适用于模拟式多用表和其他非数字指示仪表。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 191—2008 包装储运图示标志(ISO 780:1997,MOD)

GB/T 2423.1—2001 电工电子产品的环境试验 第1部分:试验方法 试验A:低温(idt IEC 60068-2-1:1990)

GB/T 2423.2—2001 电工电子产品的环境试验 第2部分:试验方法 试验B:高温(idt IEC 60068-2-2:1974)

GB/T 2423.4—1993 电工电子产品基本环境试验规程 试验Db:交变湿热试验方法(idt IEC 60068-2-30:1980)

GB/T 2829—2002 周期检验计数抽样程序及表(适用于对过程稳定性的检验)

GB 4208—1993 外壳防护等级(IP代码)(eqv IEC 60529:1989)

GB 4793.1—2007 测量、控制和实验室用电气设备的安全要求 第1部分:通用要求

GB 9254—1998 信息技术设备的无线电骚扰限值和测量方法

GB 11463—1989 电子测量仪器可靠性试验

GB/T 17626.1—2006 电磁兼容 试验和测量技术 抗扰度试验总论(IEC 61000-4-1:2000, IDT)

GB/T 17626.2—2006 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验(IEC 61000-4-2:2000, IDT)

GB/T 17626.3—2006 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验(IEC 61000-4-3:2000, IDT)

GB/T 17626.4—1998 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验(idt IEC 61000-4-4:1995)

GB/T 17626.5—1999 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌(冲击)抗扰度试验(idt IEC 61000-4-5:1995)

GB/T 17626.6—1998 电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度(idt



## GB/T 13978—2008

IEC 61000-4-6:1996)

GB/T 17626.11—1999 电磁兼容 试验和测量技术 电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验(idt IEC 61000-4-11:1994)

GB/T 17626.29—2006 电磁兼容 试验和测量技术 直流电源输入端口电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验(IEC 61000-4-29:2000,IDT)

GB/T 18268—2000 测量、控制和实验室用的电设备电磁兼容性要求(idt IEC 61326-1:1997)

IEC 60359:2001 电工和电子测量设备的性能表示

IEC 60721-3-7:2002-10 环境条件分级 第3-7部分:环境参数及其严酷度组别——携带式和非固定使用设备

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

#### 3.1 通用术语

##### 3.1.1

数字多用表(DMM) digital multi-meter

用于测量电压、和或电流)、电阻和/或其他参量的,并以十进制数字显示测量值的电子式多量限、多功能的测量仪表。

##### 3.1.2

模拟信号 analogue signal

具有一个或多个参数值的连续范围的信号,不同的信息与其中的一个值相联系。

注:对于一个量,模拟信号就是该量的模拟表示。

##### 3.1.3

数字信号 digital signal

参数值的范围为离散数的信号。不同的信息与其中之一相联系。

##### 3.1.4

模/数转换 analogue-to-digital conversion

把被测的模拟信号转换为数字信号的过程。

##### 3.1.5

电子模/数转换器 electronic analogue-to-digital convertor

执行电信号的模/数转换并以数字形式给出结果的电子器件或装置。

##### 3.1.6

分压器 voltage divider

由电阻器、电感器、电容器、变压器,或这些器件的组合构成的设备,在该设备的两个点间可以得到所需要的外加电压的分数值。

##### 3.1.7

实物量具 material measure

在使用中以一个恒定的方式再现或提供一个或多个给定量已知值的装置。

注1:有关的量可以称之为供出量。

注2:该定义也包括诸如信号发生器和标准电压或电流发生器等装置,它们经常被归诸于替代仪表。

注3:供出量的值和不确定度的识别是由带有测量单位或代码项的数字给出的,称之为实物量具的标称值或标志值。

[IEC 60359]

### 3.2 关于输入的术语

#### 3.2.1

**输入端 input terminals**

把被测量施加到仪器仪表的连接端子。

#### 3.2.2

**差分输入 difference input**

有两组输入端的输入电路,用于测量加给它们的同类电量之间的差值。

#### 3.2.3

**接地输入 grounded input**

有一个输入端直接同测量“地”相连的输入方式,该端往往是公共端。

#### 3.2.4

**浮置输入 floating input**

与机架、电源和任一在外部可触及到的电路相绝缘的一种输入方式。

#### 3.2.5

**保护输入 guarded input**

带有屏蔽保护的一种输入方式,其屏蔽与地以及公共端相绝缘,并与某个载有信号的导体等电位。

#### 3.2.6

**被测量 measurand**

提交测量、处于由测量系统进行测量评估状态的量。

注1: 由一个提交测量的量体现的值,当其与测量仪表不相互影响时可以被称为该量的无干扰值。

注2: 无干扰值及其相关联的不确定度只能通过计算得到,计算是通过测量系统模型以及与仪表已知的适当的计量特性相互作用的测量模型进行的,这个值可以被称为仪表的负载。[IEC 60359]

#### 3.2.7

**过载 overload**

当输入信号超过测量范围的最大值时为过载。

#### 3.2.8

**最大允许输入电压(电流) maximum permissible input voltage(current)**

在额定工作条件下,允许施加到一组输入端子间的最大电压(电流)值。

#### 3.2.9

**过负载能力**

仪表能承受的电压或电流的最大输入量并持续规定的时间而不损坏的能力。

#### 3.2.10

**输入零电流 input offset current**

在输入信号为零时,仪器的输入电路中由于仪器内部引起的电流。

注: 它等效于在输入电压和偏置电压为零时,使输出指示值减小到零所施加给两输入端之间的注入电流。

#### 3.2.11

**输入偏置电流 input bias current**

当输入信号为零时,为使输出指示减少到零而输入端注入的电流。

#### 3.2.12

**输入阻抗 input impedance**

工作条件下在输入端子间测得的输入回路的阻抗。

注1: 阻抗能以用术语导纳表示。

注2: 在特定情况下,例如,采样设备或自平衡电位计的输入阻抗因测量瞬间的不同而不同。测量前、测量中及测量

## GB/T 13978—2008

后的输入阻抗均不同。

注3: 当在特定频率和电压下, 流进输入端子的电流瞬时值是输入电压瞬时值的非线性函数时, 吸收相同的有功功率的, 在实际输入电路中流动一个与基波分量相等的无功电流的电阻和电抗的组合, 有时被称为等效阻抗。

### 3.2.13

**非工作状态输入阻抗 input impedance at non-operating mode**

在非工作状态下, 仪器输入端子间所呈现的阻抗。

### 3.2.14

**串模电压 series mode voltage**

由被测量产生的叠加在输入电压上的不期望的部分。

注: 串模电压的典型例子是感应电压, 例如直流电信号上的纹波或热电势。

### 3.2.15

**共模电压 common mode voltage**

存在于两个测量输入端与参考点之间, 其幅度和相位或极性相同的那部分输入电压。

注: 参考点可以是底盘端、测量地端或一个不可接触点。

### 3.2.16

**串模抑制比(SMRR) series mode rejection ratio**

在输出信息中产生规定变化的串模电压与被测量引起的能产生相同变化的电压之比。

注1: 串模抑制比通常用分贝(dB)表示, 并且可能与频率、波形和测量方法有关。

注2: 串模抑制比也适用于电压以外的量。

### 3.2.17

**共模抑制比(CMRR) common mode rejection ratio**

施加于按规定电路连接在一起的规定参考点和两个输入端之间的电压与产生相同输出值在输入端之间所需施加的电压之比。

注1: 共模抑制比通常用分贝(dB)表示, 并且可能与频率、波形和测量方法有关。

注2: 共模抑制比也适用于电压以外的量。

## 3.3 关于仪器工作的术语

### 3.3.1

**转换速率 conversion rate**

在一个时间间隔内完成的模数转换或数模转换次数与这个时间间隔的持续时间之比。

### 3.3.2

**转换时间 conversion time**

完成一次将模拟量转换为数字量(或反过程)所需的时间。

### 3.3.3

**采样时间 sampling time**

输入量被转换电路所取样的时间间隔。

### 3.3.4

**读出时间 readout time**

仪器持续工作时, 读取有效输出信号的时间间隔。

注: 读出时间通常规定在最大转换速率下。

### 3.3.5

**显示时间 display time**

输入量被转换电路所取样的时间间隔。



3.3.6

**复位时间 reset time**

置全部转换电路于初始条件所需要的时间间隔。

3.3.7

**响应时间 response time**

从输入量阶跃变化后到输出信号变化达到最终值给定百分比(通常是 90%)所需要的时间。

3.3.7.1

**量程响应时间 range response time**

按规定的量值施加输入信号使仪器切换到相邻量程(不含极性变化)所需要的时间间隔。

3.3.7.2

**极性响应时间 polarity response time**

按规定的量值加输入信号到引起指示极性改变所需要的时间间隔。

3.3.8

**输入建立时间<sup>\*</sup> input setting time**

从施加阶跃输入信号到满足误差规定的转换所需要的时间间隔。

3.3.9

**测量速率 measuring rate**

单位时间内完成测量的次数。

3.3.10

**过载恢复时间 overload recovery time**

从去掉规定的过载输入信号到可以进行满足误差规定的测量所需要的时间间隔。

3.3.11

**电零位 electrical zero**

在输入信号为零且输入端与外部干扰隔离的情况下,或厂家的有特殊说明要接到某电路上时,所测得的输出信息值。

注:电零位也可称为零点。

3.4 关于仪器技术性能的术语

3.4.1

**测量值 (measure-)value**

指定代表被测量的集合中的中间元素。

注:该测量值不是代表被测量的,比该集合中的其他元素都小的元素。它只不过是挑选出来为了方便地表达  $V \pm U$  形式的集合,其中  $V$  是中间元素, $U$  是集合的半宽度。限定词“测量”是在认为需要避免与读数或指示相混淆时使用的。[IEC 60359]

3.4.2

**指示或读数 value indication or reading value**

仪表的输出信号。

注1:指示值能够从校准曲线的指示得到。

注2:对于实物量具,指示是其名义值或规定值。

注3:指示依赖于仪表的输出形式;

对于模拟输出,它是带有适当显示单位的数字;

对于数字输出,它是显示出的数字化的数字;

对于代码输出,它是代码模式的符号。

注4:对于模拟输出,指的是通过人类观察者的读出(如:指针在仪表标尺上),输出单位是标度数的单位;对于模拟输出也意味着由另一个仪表读出(如:校准过的变送器),输出单位是支持输出信号的量的测量单位。

[IEC 60359]

GB/T 13978—2008

3.4.3

(规定的)测量范围 (specified) measurement range

由两个被测量、或供出量的值确定的范围,在此范围内规定了测量仪表的不确定度的极限。

注 1: 一个仪表可以有几个测量范围。

注 2: 规定的测量范围的上限或下限有时被相应地称之为最大能力和最小能力。[IEC 60359]

3.4.4

量程 range

满足规定的 uncertainty 极限的测量范围。测量范围的最大值或最小值即为量程的上限值或下限值。

[IEC 60359]

3.4.5

超量程 over range

能保证本量程 uncertainty 极限规定的量程延伸范围。通常用满量程的相对百分数表示。

3.4.6

满度值 full scale value

量程的最大值。

注: 满度值可以不是最大显示值。

3.4.7

分辨力 resolution

引起指示(值)产生可觉察改变的被测量或供出量的最小变化。

3.4.8

(测量) uncertainty (of a measurement)

和测量结果相关的参数,它表征该值能够合理地归结到被测量的离散程度。[IEC 60359 3.1.4]

注 1: 例如,该参数可以是一个标准偏差(或它的一个给定的倍数),或说明了置信水准区间的半宽度。

注 2: 通常,测量 uncertainty 包含许多分量,这些分量中某些能够从一系列测量结果的统计分布进行评定,并且可以用标准差来表征。另一些分量也能用标准差来表征,可用基于经验或其他信息的假定概率分布估算。

注 3: 测量结果应理解为被测量之值的最佳估计,全部 uncertainty 分量均贡献了分散性,包括那些由系统效应引起的,诸如与修正值和参考测量标准器有关的分量。

注 4: 定义和注 1、注 2 来自 GUM (Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement) 的 B.2.18。本标准选择 GUM 程序中的包含因子为 2 的区间的半宽度代表 uncertainty。这个选择符合当前许多国家标准实验室的实际。包含因子 2 的正态分布符合 95% 的置信水平。另外,统计学的细节需要在包含因子和置信水平之间建立联系。由于这种细节不总是可用的,因此认为规定包含因子更可取。在认识 GUM 的定义时,由于在最常见的情况下,“区间”保证以一个足够高的置信水平,以相同的方法赋予同一个被测量和所有其他测量结果相一致,所以它能够适度地用于描述被测量。

注 5: 根据国际度量衡委员会 CIPM (International Committee for Weights and Measures) 文件 INC-1 和 GUM,由统计方法评定得到的 uncertainty 分量被称为 A 类 uncertainty,通过其他方法评定的那些 uncertainty 分量称为 B 类分量。

3.4.9

被测量的基本 uncertainty intrinsic uncertainty of the measurand

描述一个测得的量能够赋予的最小 uncertainty。(IEC 60359 3.1.11)

注 1: 由于任何一个给定的量是在一个给定的精细水平上被规定或被识别的,所以无法以小而小的 uncertainty 测得一个量。如果谁试图以小于其自身的基本 uncertainty 去测量一个给定的量,谁就不得不以更精细的水平重新定义这个量,那么谁就是实际上在测量另一个量。也见 GUM D.1.1。

注 2: 以被测量的基本 uncertainty 实现的测量结果可以被称为上述量的最佳测量。

#### 3.4.10

##### 仪表的绝对不确定度 (absolute) instrumental uncertainty

可忽略基本不确定度的一个被测量的直接测量结果的不确定度。(IEC 60359 3.1.12)

注1: 除非另外特别说明, 仪表的不确定度以包含因子2的区间代表。

注2: 在被测量的系列的直接测量的单次读数中基本不确定度小于仪表的不确定度的情况下, 根据定义, 该测量不确定度和仪表的不确定度一致。另外, 仪表的不确定度在评估基于相关的一系列直接测量的典型连接的测量不确定度中作为B类分量处理。

注3: 根据定义, 仪表的不确定度自动地包含了读数值量化的影响(在模拟输出中, 是最小可能评估的分度区间, 在数字输出中, 是最后稳定的单位数字)。

注4: 对于实物量具, 仪表的不确定度是为保证它的各次测量结果的一致性, 由实物量具复现的与被测量的量值相关联的不确定度。

注5: 在可能和方便的情况下, 该不确定度可以用相对的形式或基准的形式表示。相对不确定度是绝对不确定度  $U$  和测量值  $V$  之比, 而基准不确定度是绝对不确定度  $U$  对约定选择的值  $V_i$  之比率  $U/V_i$ 。

#### 3.4.11

##### 基本不确定度 intrinsic uncertainty

经预热预调和校准后, 被测量值在其额定范围内, 影响量在参比条件下, 24 h 内测得的不确定度。

参比条件见表1。

#### 3.4.12

##### 90 天基本不确定度 intrinsic uncertainty in 90 day

经预热预调和校准后, 被测量值在其额定范围内, 环境温度在参比温度  $\pm 5^\circ\text{C}$  范围内, 其他影响量在参比条件下, 90 天内测得的不确定度。

#### 3.4.13

##### 一年基本不确定度 intrinsic uncertainty in 1 a

经预热预调和校准后, 被测量值在其额定范围内, 环境温度在参比温度  $\pm 5^\circ\text{C}$  范围内, 其他影响量在参比条件下, 一年内测得的不确定度。

#### 3.4.14

##### 工作不确定度 operating uncertainty

在额定工作条件内的不确定度。工作不确定度包括基本不确定度和影响量产生的改变量。

注: 在影响量的工作范围内, 诸影响量数值的某些结合点上, 会有工作不确定度的极大值。

#### 3.4.15

##### 准确度等级 accuracy class

测量仪表的分类, 所有该分类里的这些仪表预定遵从一组有关不确定度的规范。[IEC 60359]

注1: 一个准确度等级允许规定一个不确定度极限(对于一个规定的影响量范围), 无论怎样, 它也规定其他计量特性。

注2: 对于不同的额定工作范围, 一个仪表可以规定不同的准确度等级。

注3: 除非另有规定, 规定一个准确度等级的不确定度极限是一个包含因子为2的区间。

#### 3.4.16

##### 等级指数 class index

标志不确定度等级的数字。

#### 3.4.17

##### 改变量(由影响量引起的) variation (due to an influence quantity)

对于指示仪表的被测量的同一值, 或实物量具的各值, 假定当一个影响量相继取两个不同值, 其他影响量保持参比条件时的示值之差。

注1: 评估与影响量的不同值相关的不确定度得到的改变量的宽度应不大于同一影响量的参比范围的宽度。其他

GB/T 13978—2008

的性能特性和其他的影响量应该处于规定参比条件的范围内。

注 2: 当改变量大于仪表基本不确定度时, 改变量是一个意味深长的参数。[IEC 60359]

3.4.18

**稳定性 stability**

在所有条件保持恒定时, 在规定的时间内仪器输出信息保持不改变的能力。

注: 按时间长短分为短期(30 d 以内)稳定性和长期(90 d 以上)稳定性。

3.4.19

**温度系数 temperature coefficient**

测量示值随温度的变化率。

3.4.20

**基本量程 basic range**

不确定度最小的量程。

3.4.21

**重复性 repeatability**

在恒定条件下, 连续进行测量(转换)时, 仪器给出测量结果的一致性能为。

3.4.22

**平均值响应 average-responding**

在规定频率范围内, 其测量结果正比于规定频率范围内输入波形的绝对值的平均数。其示值可以用输入正弦波的方均根值(RMS)表示。

3.4.23

**峰值响应 peak-responding**

在规定频率范围内, 对于具有各种谐波分量的周期波形, 其测量结果等于输入交流信号的峰值。

3.4.24

**有效值响应 root-mean-square responding**

在测量交流信号时, 对于在规定频率范围内和峰值因数下的输入波形, 其测量结果等于它的方均根值(RMS)。

3.4.25

**波峰因数 crest factor**

周期性波形的峰值与它的有效值之比。

3.4.26

**总畸变因数 total distortion factor**

总失真的方均根值与非正弦波量的方均根值之比。

注: 总畸变因数取决于基波分量的选择。如果从上下文不能指出使用哪一个, 则应该给出。

3.4.27

**电压频率积 V · Hz volt-hertz product**

交流电压的方均根值(V)与它的频率(Hz)的乘积。

3.4.28

**电压负荷 voltage burden**

在电流测量中, 利用电阻插入技术取得的电压降大小。

3.5 关于输出的术语

3.5.1

**输出端 output terminals**

仪器以规定的电压(电流)形式提供输出信息或以规定的阻抗状态来表示的一些连接点。



3.5.2

**辅助端 auxiliary terminals**

供给或接收辅助的模拟或数字信号用的端子。输入端和输出端除外。

3.5.3

**输出信号 output signal**

由转换器产生的被测量的模拟或数字表示。

3.5.4

**辅助输出信号 auxiliary output signal**

呈现在辅助输出端的输出信号。通常由它来评价、判断输出信息。

3.5.5

**输出信息 output information**

转换过程得到的被测量的数字表示(电信息或显示数字)。

3.5.6

**输出状态 output state**

在读出时间内有效的电的或可视的信息组。

3.5.7

**输出阻抗 output impedance**

在工作条件下,在输出端子之间测得的输出电路的阻抗。

注1:阻抗能以术语导纳表示。

注2:在特定情况下,例如,采样设备或自平衡电位计的输出阻抗因测量瞬间的不同而不同。测量前、测量中及测量后的输出阻抗均不同。

注3:当在特定频率和电压下,流进输出端子的电流瞬时值是输出电压瞬时值的非线性函数时,吸收相同的有功功率的,在实际输出电路中流动一个与基波分量相等的无功电流的电阻和电抗的组合,有时被称为等效阻抗。

3.5.8

**通用接口总线(GP-IB) general purpose interface bus**

可编程仪器的一种接口系统。

3.5.9

**串行接口 serial interface**

可编程仪器的一种在数据终端设备(DTE)和数据电路终接设备(DCE)之间使用串行二进制进行数据交接的接口。

3.6 关于仪器使用和储运技术规范的术语

3.6.1

**预置时间 preconditioning time**

仪器在通电前存放在规定条件下的时间。

3.6.2

**预热时间 warm-up time**

从电源通电瞬间到测量仪表按制造厂规定可以使用的时刻之间持续的时间。

3.6.3

**预调整 preliminary adjustment**

按产品技术文件要求,对仪器可调部件进行调整的预操作。

3.6.4

**校准 calibration**

在规定的条件下,参照标准器建立存在于测量结果和指示之间关系的一组操作。

[IEC 60359 3.1.6]



GB/T 13978—2008

注 1: 原则上, 指示和测量结果之间的关系能用一个校准图来表示。

注 2: 校准必须在规定的仪表工作条件下满意地实施。如果仪表在超出校准使用的范围以外的条件下工作, 代表其结果的校准图是无效。

注 3: 十分经常的是, 特别是当仪表的计量特性根据以往的经验已经充分了解了的情况下, 为了方便预定一个简化的校准图并且仅在校准检验以检查仪表的响应是否在其极限内时执行。当然, 简化的图比由仪表的完全校准定义的图要宽, 并且因此归于测量结果的不确定度也比较大。

3.6.5

**校准图 calibration diagram**

由指示轴和测量结果轴定义的坐标平面的一部分, 它表示仪表对被测量的不同值的响应。

[IEC 60359 3.1.7]

3.6.6

**校准曲线 calibration curve**

给出指示值和被测量值之间关系的曲线。[IEC 60359 3.1.8]

注 1: 校准曲线是校准图上平行于测量结果轴线的校准图宽度的中点曲线, 这样, 连接的各点代表被测量值。

注 2: 当校准曲线是一根通过原点的直线时, 它方便地得到斜线, 该斜线是众所周知的仪表常数[IEV]。

3.6.7

**校准期 calibrating interval**

能够保证满足不确定度要求的两次校准时间间隔。

3.6.8

**额定值 rated value**

制造厂对仪表的一个规定的工作条件所指定的量值。

3.6.9

**影响量 influence quantity**

不是测量的对象, 但影响被测量或测量仪器指示值的量。

注 1: 一个影响量可以是仪器外部的, 也可以是仪器内部的。

注 2: 当在测量范围内调节一个性能特性时, 可能会影响另一个性能特性的误差, 前者称为后者的内部影响量。

[IEC 60359]

3.6.10

**参比值 reference value**

一组参比条件的一个规定值。

注: 参比值带有偏差。[IEC 60359]

3.6.11

**参比条件 reference conditions**

影响量的一组规定的值和/或值的范围的集合, 在此条件下确定一个仪表的最小允许不确定度。

注: 规定参比条件的范围也称为参比范围, 通常与规定工作条件的范围相比较窄, 而不是更宽。[IEC 60359]

3.6.12

**工作范围 operating range**

指单一影响量的数值范围, 它构成额定工作条件的一部分。

注: 在概念上, 工作范围与名义使用范围及额定使用范围类同。

3.6.13

**额定工作条件 rated operating conditions**

为了使校准图有效, 在测量期间必须满足的一组条件。

注: 除了对影响量规定测量范围和的额定工作条件以外, 对于其他的性能特性以及不能表示为量的范围的其他指示, 条件也可以包括规定的范围。

[IEC 60359]

3.6.14

极限工作条件 limit operating conditions

工作状态下的测量仪器能承受的极端条件。当仪器回到额定工作条件下工作时，不致损坏和降低其性能。

3.6.15

两端法电阻测量 two-terminal resistance measurement

在电阻测量中，两电流注入端和两测量被测电阻上电压的端子重合的测量方法。

3.6.16

四端法电阻测量 four-terminal resistance measurement

在电阻测量中，提供两个注入电流的端子，并提供另外两个检测被测电阻上电压降的端子的测量方法。

3.6.17

自动校零 auto-zeroing

为消除由于温度或元器件老化而引起的偏置电压或系统漂移的影响，在 A/D 转换过程中所采取的内部自动稳定电零位技术。

3.6.18

自动校准 auto-calibration

接入标准值后，仪器内部自动进行校准的调节过程。

4 产品分类

4.1 按交流响应分类

平均值响应；  
峰值响应；  
有效值响应。

4.2 按电阻测量的方式分类

两端法测量和四端法测量。

4.3 按欧姆-电压转换方式分类

标准恒流源转换式；  
比较放大器转换式。

4.4 按显示位数(分辨力)分类

通常满量程显示位数(分辨力)分为 3-1/2、3-3/4、4-1/2、4-3/4、5、5-1/2、6-1/2、7-1/2、8-1/2 等。

注：数字仪表的位数可以用公式(1)表征：

$$n \frac{N}{N+1} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$n$ ——能显示‘0~9’十个数字的位数；  
 $N$ ——没有进位时，首位能显示的最高数字；  
 $N+1$ ——进位后的首位数字。

4.5 按测量速率分类

通常分为超高速(大于 1 000 次/s)；高速(1 000 次/s~100 次/s)；中速(100 次/s~10 次/s)；低速(10 次/s 以下)等类型。

## GB/T 13978—2008

### 4.6 按量程转换方式分类

手动切换、自动切换、程控切换和远程切换。

### 4.7 按结构形式分类

通常分为台式、便携式、手持式、卡式、模块式等。

### 4.8 按使用环境分类

本标准按 IEC 60721-3-7 的规定分类, 不注明的即为 7K2 级, 其温度、湿度等见表 4, 大气压力为 70 kPa~106 kPa。

### 4.9 按供电电源分类

可分为交流电源、直流电源和交直流两用电源供电类型。

## 5 技术要求

### 5.1 安全要求

5.1.1 仪表应符合 GB 4793.1—2007 的第 6、9、10、14 和 16 章有关防电击、防止火焰蔓延、温度极限值和耐热、元器件、电流测量电路以及多功能仪表和类似设备的规定。

5.1.2 自动转换量程的仪表在最高量程上应具有超出量程的指示。

### 5.2 机械要求

#### 5.2.1 机械安全要求

仪表的机械结构应符合 GB 4793.1—2007 的第 8 章有关耐机械冲击和撞击的规定。

仪表的熔断器座、电网电源电压选择装置、印制电路板不燃性等应符合 GB 4793.1—2007 的 14.4、14.5、14.8 的相应要求。

#### 5.2.2 外壳

仪表外壳的防护等级为 IP51。

仪表的金属外壳应有良好的表面处理, 不得有镀层脱落、锈蚀、霉斑等现象, 也不应有划伤、玷污等痕迹, 不允许有明显变形损坏或缺损。

仪表的塑料外壳应具有足够的机械强度, 不得有缺损和开裂、划伤和污迹, 不允许有明显的变形。

并应符合 GB 4793.1—2007 的 8.1 和 10.5.2 相应的要求。

仪表可具有封印装置, 防止未经授权开启外壳, 接触到仪表的内部结构。

#### 5.2.3 按键、按钮

仪器可具有一个或多个按键、按钮等, 按键、按钮应灵活可靠, 无卡死或接触不良的现象。

#### 5.2.4 可调整机构

仪器如具有可调整机构, 则不应松动、破损或自行改变位置等情况。可调整机构在正常情况下不得形成危险的带电部件, 如果是需用工具进行调整的机构, 应符合 GB 4793.1—2007 的 6.2.3 的要求。

### 5.3 电磁兼容性要求

#### 5.3.1 对电磁骚扰的抗扰度

5.3.1.1 仪表在传导、辐射等电磁骚扰的影响下, 不应损坏或受到实质性影响。经电磁兼容试验后, 仪表能准确、可靠地工作。

5.3.1.2 骚扰量包括: 静电放电、射频电磁场、电快速瞬变脉冲群、射频场感应的传导骚扰、浪涌电压及电压暂降、短时中断和电压变化。试验等级根据 GB/T 18262 的规定选择如表 1。

#### 5.3.2 无线电干扰抑制

无线电干扰的限值按 GB 9254—1998 中 B 级设备的规定。对于电池供电或线性电源的仪表可以不进行此项试验。

表 1 电磁兼容试验等级

电磁兼容项目	试验等级	技术要求
静电放电	4	允许在试验中有性能和功能的短暂降低或丧失,但能自行恢复
射频电磁场辐射	3(频率范围 80 MHz~1 GHz)	允许最后一位数字变化,试验后应正常
电快速瞬变脉冲群	2	允许最后一位数字变化,试验后应正常
射频场感应的传导骚扰	3	允许最后一位数字变化,试验后应正常
浪涌(冲击)	4	允许在试验中有性能和功能的短暂降低或丧失,但能自行恢复
电压暂降、短时中断	0% $U_T$ ,持续时间 50 个周期 40% $U_T$ ,持续时间 1 min	允许在试验中有性能和功能的短暂降低或丧失,但能自行恢复
电压变化	40% $U_T$	允许在试验中有性能和功能的短暂降低或丧失,但能自行恢复
注: 对于电池供电的仪表,不进行电快速瞬变脉冲群、浪涌和电压暂降、短时中断等试验。		

5.4 过载能力

5.4.1 具有电压、电流测量功能的仪表在经受电压(或电流)最高量程的测量范围上限值 1.2 倍,持续时间为 2 h 的连续过载以后,仪表不应受到损害;当过负载撤销时,仪表的零值读数不应产生±2 个字的变化,当其恢复到参比温度以后 2 h,仪表应能准确地工作。

5.4.2 具有交流电压测量功能的仪表,在交流电压测量功能下除在 50 Hz 频率范围内能承受上述过负载以外,还需在最高响应频率下按下式计算的电压进行过负载试验:

$$V_{ov} = 1.2 \frac{2 \times 10^7}{F_H} V \dots\dots\dots (2)$$

式中:  
 $V_{ov}$ ——过载电压;  
 $F_H$ ——最高响应频率。

5.4.3 具有电压、电流测量功能的仪表应能承受 2 倍测量范围上限值的电压(或电流)持续时间为 0.5 s 的短时过负载 5 次,每次间隔 15 s 的试验而无损坏,试验后恢复到室温 2 h 后仪表不应产生±2 个字的变化,并应准确地工作。

5.5 供电电源

对于电网供电的仪表的电气间隙和爬电距离应符合 GB 4793.1—2007 的 6.7.2 有关规定。电源线和插头、连接器等要求应符合 GB 4793.1—2007 的 6.10 有关规定。供电电源的断开要求应符合 GB 4793.1—2007 的 6.11 有关规定。

对于电池供电的仪表应符合 GB 4793.1—2007 的 13.2.1、13.2.2 有关电池电解液、电池和电池充电等要求,并应说明电池类型、型号、使用寿命等。

5.6 功耗

交流供电的仪表在额定工作条件下的视在功率不应大于 25 VA。其误差不应超过±10%。

5.7 分辨力

制造厂应说明仪器的最高分辨力,并且实际的测试分辨力应与制造厂标注的一致。如果各功能、各量程的分辨力不同,应分别标明。

5.8 预热时间和调零预热时间

仪表的预热时间一般应不大于 1 h,如需要更长的预热时间应在使用说明书中说明。



GB/T 13978—2008

仪表的调零预热时间应不大于预热时间的一半。

5.9 稳定性

5.9.1 仪表在参比条件下的 24 h 内的短期稳定性应优于基本不确定度限值的 1/10。

5.9.2 仪表在 23 °C ± 5 °C，其他环境条件为参比条件下的 1 年长期稳定性应优于基本不确定度的限值。

5.10 可靠性

仪表的 MTTF 应不小于 43 800 h。

5.11 功能要求

5.11.1 测量功能

5.11.1.1 基本测量功能

仪表的基本测量功能一般为：直流电压测量、直流电流测量、交流电压测量、交流电流测量、直流电阻测量；

仪表的基本测量功能至少应具有直流电压测量功能和直流电阻测量功能。

5.11.1.2 扩展的测量功能

仪表可以具有温度测量、电容测量、分贝测量、二极管导通测量、波形测量等扩展的测量功能。

5.11.2 显示功能

显示的被测量值应和相应的单位符号一致。

仪表应具有对被测量在测量范围内的连续变化的不间断的显示能力。仪表的不同功能、不同量程可以有不同的显示位数。

5.11.3 数据存储功能

手持式多用表可具有数据保持功能，其他多用表应具有数据存储功能。制造厂应说明存储容量。

5.11.4 数据输出功能

除手持式数字多用表外，仪表应具有数据输出功能。通信协议应符合国家标准、行业标准或国际规范。

5.12 接口

除手持式数字多用表外，仪表应具有通信接口，并在接口处标志相应的串行、并行或 GB-IB 等的标识。

5.13 测量范围

在各功能的测量范围内宜分成几个互相衔接的量程。制造厂应规定各量程值的划分及其上下限值，如有超量程，应规定超量程范围。

5.14 不确定度要求

5.14.1 基本不确定度

5.14.1.1 标准规定的参比条件见表 2。

5.14.1.2 基本测量功能的基本量程的基本不确定度极限见表 3。

5.14.1.3 各类多用表的 90 d 和 1 a 的基本不确定度应符合表 3 的规定。

5.14.1.4 扩展的测量功能的基本不确定度的极限由制造厂规定。

5.14.2 仪表非基本量程的绝对不确定度限值可以按下式确定。确定不确定度时的包含因子为 2。

$$u = \pm (a\%R + b\%R_A) \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$R$ ——被测量的读数值；

$R_A$ ——所测量程满度值；

$a$ ——与读数值有关的系数；

$b$ ——与量程有关的系数。



其中： $a \geq 4b$   
或者可以写成：

$$u = \pm (a\%R + n) \dots\dots\dots (4)$$

式中：  
 $n = b\%R_A$ ——以字数表示。

5.14.3 不确定度和等级指数的关系  
以规定基本测量不确定度的系数  $a$  和  $b$  之和作为等级指数。  
等级指数从 1—2—5 序列及其十进倍数和小数中选择，必要时可以使用 1.5、2.5 和 3 的非推荐序列。以等级指数的百分数表征仪表的相对不确定度的极限。

表 2 参比条件

影 响 量	参比值或范围	允 许 偏 差
环境温度	23 ℃	±1 ℃
相对湿度	(45~75)%RH	—
大气压	86 kPa~106 kPa	—
交流供电电压	220 V	±2%
交流供电频率	50 Hz 或 60 Hz	±1%
交流供电波形	正弦波	畸变因素≤2%
直流供电电压	额定值	±1%
直流供电电压的波纹	0	$\Delta V/V_0 \leq 0.1\%$
外部参比频率的电磁场	0	<0.05 mT
RF 电磁场, 30 kHz~1 GHz	0	<1 V/m
射频场感应的传导骚扰 150 kHz~80 MHz	0	<1 V
通风	良好	—
阳光照射	避免直射	—
注：ΔV 为纹波电压的峰值；V <sub>0</sub> 为直流供电电压的额定值。		

5.14.4 工作不确定度  
5.14.4.1 仪表的标称使用范围限值及其允许的改变量极限见表 4。  
5.14.4.2 仪表的工作不确定度与基本不确定度和影响量影响的关系见附录 A。  
5.14.4.3 仪表基本量程的工作不确定度极限不应超过 90 d 基本不确定度的 3 倍。  
5.14.4.4 工作不确定度的连续工作时间间隔和仪器校准期应在下列数列中选取：90 d；0.5 a；1 a。

表 3 基本不确定度极限

位 数	不 确 定 度 (%)									
	功 能									
	DCV		ACV(40 kHz~ 20 kHz)		DCI		ACI(40 kHz~ 5 kHz)		Ω(≤2 MΩ)	
	24 h	90 d/1 a	24 h	90 d/1 a	24 h	90 d/1 a	24 h	90 d/1 a	24 h	90 d/1 a
$3 \frac{N}{N+1}$	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5	2.0	0.5	1.0
$4 \frac{N}{N+1}$	0.05	0.1	0.5	0.5	0.1	0.2	1.0	1.0	0.10	0.2

GB/T 13978—2008

表 3 (续)

位 数	不确定度(%)									
	功 能									
	DCV		ACV(40 kHz~ 20 kHz)		DCI		ACI(40 kHz~ 5 kHz)		$\Omega(\leq 2\text{ M}\Omega)$	
	24 h	90 d/1 a	24 h	90 d/1 a	24 h	90 d/1 a	24 h	90 d/1 a	24 h	90 d/1 a
$5 \frac{N}{N+1}$	0.01	0.02	0.2	0.2	0.05	0.1	0.2	0.5	0.02	0.01
$6 \frac{N}{N+1}$	0.002	0.005	0.05	0.1	0.02	0.05	0.1	0.3	0.005	0.05
$7 \frac{N}{N+1}$	0.000 5	0.000 5	0.02	0.05	0.005	0.01	0.05	0.1	0.002	0.001
$8 \frac{N}{N+1}$	0.000 2	0.000 2	0.01	0.02	0.001	0.002	0.01	0.02	0.000 5	0.000 6

表 4 标称使用范围限值

影 响 量		标称使用范围极限 (另有标志者除外)	允许的改变量极限
环境温度		-5℃~45℃(7K2-IEC 60721-3-7) (或标注的其他工作温度范围)	温度系数应不大于基本不确定度 (24 h)极限的 1/10/℃
储存和运输温度		-25℃~70℃	—
相对湿度		5%~85%(7K2-IEC 60721-3-7)	50%(基本不确定度)
直流被测量的纹波		$\Delta V/V_0 \leq 5\%$	100%基本不确定度
交流被测量的畸变 (对有效值响应的仪表)		峰值因数:1~3	不超过基本不确定度的要求
交流被测量的频率响应范围		基本频率响应:40 kHz~20 kHz,电压; 40 kHz~5 kHz,电流; 扩展的频率范围由制造厂确定	不超过基本不确定度的要求
参比频率的外磁场		0.4 kA/m	100%基本不确定度
外部恒定磁感应		1 000 At(安匝)	100%基本不确定度
射频电磁场		10 V/m,频率范围为 80 MHz~1 GHz	200%基本不确定度
射频场感应的传导骚扰		3 V,频率范围为 150 kHz~80 MHz	200%基本不确定度
供 电 电 源	交流供电电压	额定值±20%	不超过基本不确定度的要求
	交流供电频率	额定值±2%	不超过基本不确定度的要求
	交流供电波形	畸变系数 5%	不超过基本不确定度的要求
	直流供电电压	额定值±20%	不超过基本不确定度的要求
	直流供电电压的波纹	$\Delta V/V_0 \leq 5\%$	不超过基本不确定度的要求

5.15 不同测量功能的技术要求

5.15.1 直流电压测量

5.15.1.1 极性

仪表应能自动测量极性并显示。正极性可以不标识,负极性应标以“—”号。

#### 5.15.1.2 输入电阻

输入电阻值应不小于  $10\text{ M}\Omega$ ，4-1/2 以上的仪表，基本量程及以下量程的输入电阻值应不小于  $1\ 000\text{ M}\Omega$ ，基本量程以上应不小于  $10\text{ M}\Omega$ 。

必要时还应给出在非工作状态下的最小输入电阻值。

#### 5.15.1.3 零位稳定性

仪表基本量程的零位稳定性应不大于基本不确定度极限的  $1/10$ 。

#### 5.15.1.4 零位调节范围

仪表的零位可调节范围应不小于最后一位数字。

#### 5.15.1.5 输入零电流

仪表的输入零电流值应不大于  $1\text{ nA}$ 。

#### 5.15.1.6 串模干扰抑制能力

仪表的  $50\text{ Hz}$  和  $60\text{ Hz}$  串模抑制比应不小于  $60\text{ dB}$ 。其计算公式如下：

$$SMMR = 20 \lg \frac{U_s}{\Delta U} (\text{dB}) \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中：

$U_s$ ——串模干扰电压的峰值；

$\Delta U$ ——施加串模干扰电压前后的显示值变化所对应的电压值。

也可以按不同的频率区段给出串模干扰抑制能力。

具有输入滤波器的仪器，须单独给出其滤波器的串模抑制能力。

#### 5.15.1.7 共模干扰抑制能力

当每根导线连接  $1\text{ k}\Omega$  电阻时， $50\text{ Hz}$  和  $60\text{ Hz}$  的仪表共模抑制比应不小于  $120\text{ dB}$ 。其计算公式如下：

$$CMMR = 20 \lg \frac{U_c}{\Delta U} (\text{dB}) \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中：

$U_c$ ——共模干扰的直流电压值或交流电压的峰值；

$\Delta U$ ——施加共模干扰电压前后的显示值变化所对应的电压值。

所允许的最大共模干扰电压(直流或交流峰值)应不大于该量程的允许最大输入电压值。

### 5.15.2 交流电压测量

#### 5.15.2.1 输入阻抗

仪表的最小输入电阻应不低于  $1\text{ M}\Omega$ ，并联的最大电容值应不大于  $150\text{ pF}$ 。

#### 5.15.2.2 波峰因数

对于有效值(RMS)响应的仪表，其基本量程的最大波峰因数在  $1\sim 3$  时应符合其对不确定度的要求，波峰因素高于  $3$  的，每提高  $1$  个数字允许附加改变量为基本不确定度的  $1/2$ 。

对于平均值响应的仪表应说明对输入波形失真度的要求。

#### 5.15.2.3 响应时间

当读数值达到最终显示值的  $\pm 0.2\%$  时交流电压测量的响应时间应不大于  $0.5\text{ s}$ 。

#### 5.15.2.4 测量信号频率范围

在  $40\text{ Hz}\sim 20\text{ kHz}$  的频率范围内仪表应满足不确定度的要求。制造厂同时应声明  $-3\text{ dB}$  的频带宽度。

#### 5.15.2.5 电压频率积， $\text{V}\cdot\text{Hz}$

当对交流电压的测量值(V)与它的频率(Hz)之间有限制时，其允许的电压频率积( $\text{V}\cdot\text{Hz}$ )数值，对于  $20\text{ V}$  以下的测量范围，应不低于  $1\times 10^7$ ；对于  $200\text{ V}$  及以上的测量范围，应不低于  $2\times 10^7$ 。

#### 5.15.2.6 交流共模抑制能力

当每根导线连接  $100\text{ }\Omega$  电阻时， $50\text{ Hz}$  和  $60\text{ Hz}$  或直流的仪表共模抑制比应不小于  $120\text{ dB}$ 。其计

GB/T 13978—2008

算公式如下:

$$CMMR = 20 \lg \frac{U_c}{\Delta U} (\text{dB}) \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中:

$U_c$ ——共模干扰的直流电压值或交流电压的峰值;

$\Delta U$ ——施加共模干扰电压前后的显示值变化所对应的电压值。

所允许的最大共模干扰电压(直流或交流峰值)应不大于该量程的允许最大输入电压值。

也可以按不同的频率区段给出共模干扰抑制能力。

5.15.3 电阻测量

5.15.3.1 欧姆调零

4-1/2 位以上的仪表应具有欧姆测量调零装置以消除导线电阻和热电势的影响。否则厂家应提供专用测试导线。

5.15.3.2 最大输入电压

仪表的最大输入电压不应小于直流 250 V 或交流 250 V。

5.15.3.3 开路电压

仪表的开路电压应不大于 15 V, 必要时应说明各量程的开路电压值。

5.15.3.4 响应时间

电阻测量范围在 20 M $\Omega$  以下的, 响应时间应不大于 0.5 s; 测量范围在 200 M $\Omega$  以上的响应时间应不大于 5 s。

5.15.4 直流电流测量

5.15.4.1 允许的调零电流范围

允许的最大电流调零范围不小于最后 1 位数字。

5.15.4.2 最大输入电流

自动量程转换的仪表其允许最大输入电流值应不小于最高量程满度值的 115%, 并且其不确定度应符合基本不确定度的要求。

5.15.4.3 电流测量的线性范围

电流的线性测量范围应至少从该量程的 1% 到 95%。如有与规定不同的线性范围, 制造厂应特别说明。

5.15.4.4 最大电压负荷

各量程的允许最大电压负荷值应不大于 1.5 V。

5.15.5 交流电流测量

5.15.5.1 电流测量的线性范围

电流的线性测量范围应至少从该量程的 2% 到 95%。如有与规定不同的线性范围, 制造厂应特别说明。

5.15.5.2 最大电压负荷

各量程允许的最大电压负荷值应不大于 1.5 V。

5.15.5.3 波峰因数

对于有效值(RMS)响应的仪表, 其满量程峰值因数应为 1~3; 更高峰值因数时可以有附加不确定度, 其极限由制造厂规定。

6 试验方法

6.1 通用试验条件

6.1.1 除另有说明外, 应在表 2 规定的参比条件下进行试验。



- 6.1.2 测量功能试验设备的不确定度应小于被试仪表对应功能基本不确定度的 1/3 以上。
- 6.1.3 测量功能试验设备短期稳定性应小于被试仪表对应功能基本不确定度的 1/5 以上。
- 6.1.4 测量功能检定装置的分辨力应小于被试仪表对应功能基本不确定度的 1/5。
- 6.1.5 所使用的标准仪器与试验设备应符合定期计量检定合格的规定。
- 6.1.6 仪表带有可更换的插入单元或分机时, 其主机与每个插入单元或分机均应作为一个整体进行试验。
- 6.1.7 仪器在进行性能试验以及介电强度试验时, 应保持整机处于完整状态, 在不打开机箱的情况下进行。

## 6.2 安全性试验

- 6.2.1 介电强度试验按 GB 4793.1—2007 的 6.8 的规定进行。
- 6.2.2 可触及零部件的试验按 GB 4793.1—2007 的 6.2 的规定进行。
- 6.2.3 电气间隙和爬电距离的试验按 GB 4793.1—2007 的 6.7 的规定进行目视检验。
- 6.2.4 防火焰蔓延的试验按 GB 4793.1—2007 的 9 的规定进行。
- 6.2.5 温度极限值的试验按 GB 4793.1—2007 的 10.4 的规定进行。
- 6.2.6 耐热试验按 GB 4793.1—2007 的 10.5 的规定进行。
- 6.2.7 超出量程的指示试验, 以目测的方法进行。

## 6.3 机械要求试验

- 6.3.1 仪表的耐冲击和撞击性能试验按 GB 4793.1—2007 的 8.2 的规定进行; 手持式仪表按 GB 4793.1—2007 的 8.2.2 的规定进行。
- 6.3.2 仪表的断路器座的试验按 GB 4793.1—2007 的 14.4 的规定进行。
- 6.3.3 仪表电网电源电压选择装置的试验按 GB 4793.1—2007 的 14.5 的规定进行。
- 6.3.4 仪表印刷电路板不燃性要求的试验按 GB 4793.1—2007 的 14.8 的规定进行。
- 6.3.5 仪表外壳防护等级的试验按 GB/T 4028—1993 的 12.4 和 13.2.1 的规定进行。
- 6.3.6 外壳的外观和封印装置以目测检验的方法进行。
- 6.3.7 塑料外壳的强度试验按 GB 4793.1—2007 的 8.1, 外壳的耐热试验按 GB 4793.1—2007 的 10.5.2 的规定进行。
- 6.3.8 仪表按键和按钮的试验以手动、目测检验的方法进行。
- 6.3.9 仪表可调整机构的试验以手动、目测的方法进行。

## 6.4 电磁兼容性试验

所有试验除非另有规定, 仪表应在其正常工作位置、盖上表盖, 所有预定接地的部分应接地。

### 6.4.1 静电放电抗扰度试验

应按 GB/T 17626.2 的规定, 并在下列条件下进行:

- 作为台式设备试验;
- 仪表在工作状态, 电源接通额定电压;
- 接触放电电压 8 kV, 放电次数 10 次(在最敏感的极性);
- 如无外露金属零部件而不能进行接触放电, 则以 15 kV 试验电压进行空气放电。

### 6.4.2 射频电磁场抗扰度试验

试验应按 GB/T 17626.3 的规定, 并在下列条件下进行:

- 作为台式设备试验;
- 仪表在工作状态, 电源接通额定电压, 仪表在基本量程下测试。标准表(或标准电源)应不受射频场影响;
- 暴露于电磁场中的电缆长度: 1 m;
- 频率范围: 80 MHz~1 000 MHz;



GB/T 13978—2008

- 在 1 kHz 正弦波上以 80% 调幅载波调制;
- 电场强度: 10 V/m。

6.4.3 快速瞬变脉冲群试验

试验应按 GB/T 17626.4 的规定, 并在下列条件下进行:

- 作为台式设备试验;
- 仪表在工作状态, 电源接通额定电压;
- 耦合器与被试设备之间的电缆长度  $\leq 1$  m;
- 试验以共模方式(线对地)作用于测量电路, 试验电压 2 kV;
- 辅助电路, 试验电压 1 kV;
- 试验时间: 每一极性 60 s。

6.4.4 射频场感应的传导骚扰抗扰度试验

试验应按 GB/T 17626.6 的规定, 并在下列条件下进行:

- 作为台式设备试验;
- 仪表在工作状态, 电源接通额定电压, 仪表在基本量程下测试。标准表(或标准电源)应不受射频场影响;
- 频率范围: 150 kHz~80 MHz;
- 电压水平: 3 kV。

6.4.5 浪涌抗扰度试验

试验应按 GB/T 17626.5 的规定, 并在下列条件下进行:

- 作为台式设备试验;
- 仪表在工作状态, 电源接通额定电压;
- 浪涌发生器与仪表之间的电缆长度: 1 m;
- 以差模方式(线对线)进行试验, 试验电压 1 kV;
- 以共模方式(线对地)进行试验, 试验电压 2 kV;
- 相位角: 在对于交流电源零位的  $60^\circ$  和  $240^\circ$  施加脉冲;
- I/O 信号端口试验电压 1 kV;
- 发生器电源阻抗:  $42 \Omega$ ;
- 试验次数: 正负极性各 5 次;
- 重复频率: 最大 1/min。

6.4.6 无线电干扰抑制试验

试验应按 GB 9254 的规定, 并在下列条件下进行:

- 作为台式设备试验;
- 作为 B 级设备;
- 仪表在工作状态, 电源接通额定电压;
- 与仪表连接的无屏蔽电缆长度: 1 m。

6.4.7 电压暂降和短时中断试验

- 仪表在工作状态, 电源接通额定电压;
- 交流电源供电的仪表按 GB/T 17626.11—1999 的规定进行;
- 直流电源供电的仪表按 GB/T 17626.29—2006 的供电进行;
- 电池供电的仪表不进行此项试验;
- $0\%U_T$ , 持续时间 50 个周期;
- $40\%U_T$ , 持续时间 1 min;
- 电压变化  $40\%U_T$ 。

## 6.5 过负载试验

### 6.5.1 连续过负载试验

- 按 5.4.1 的规定施加过负载, 持续时间 2 h;
- 将激励减小至零, 并将输入端短路, 观察仪表的读数。并置于工作条件下 2 h;
- 经过程序 b) 以后, 进行基本量程的不确定度试验。

### 6.5.2 对具有交流电压测量功能的仪表

- 在交流电压测量功能下按 5.4.2 的规定施加过负载, 持续时间 2 h;
- 重复 6.5.1 的 b) 和 c) 程序。

### 6.5.3 短时过负载试验

- 按 5.4.3 的规定施加短时过负载;
- 完成程序 a) 后 2 h, 观察仪表的零值读数, 并进行基本量程的不确定度试验。

## 6.6 供电电源试验

6.6.1 电网电源供电的仪表用目测检验的方法检验仪表与 GB 4793.1—2007 的 6.7.2、6.10、6.11 的符合性。

6.6.2 电池供电的仪表以目测检验的方法检验与 GB 4793.1—2007 的 11.5、13.2.1 和 13.2.2 的符合性。

## 6.7 功耗试验

仪表的功耗试验应在参比温度下, 供电电源处于额定电压、额定频率, 仪表显示器所有显示位数都显示的情况下进行测试。测定仪表功耗的设备的不确定度不大于 5%。

## 6.8 分辨力的检验

在被试仪表的最小量程、最高分辨力(灵敏度)下进行试验, 用具有高分辨力的测量装置进行测试。

由信号源供给信号使被检表显示值为某一数值, 同时读出测量装置的示值  $U_1$ , 然后微调使被检表读数在末位变化一个字, 再读出测量装置的示值  $U_2$ , 两次示值之差  $D=U_2-U_1$  即为被检表的分辨力。

## 6.9 预热时间和调零预热时间试验

短接测量输入端子, 接通仪表的电源电路, 同时启动计时装置, 观察被试表的显示读数, 记录直至读数稳定不变的时刻, 即为调零预热时间。如果读数不为零, 调节调整装置直至为零;

接通被试表电源保持至 1 h 后开始进行直流电压的基本量程测量, 测量时保持直流标准电压源输出不变, 在 20 min 内如果被试表的读数变化不大于仪表基本不确定度的 1/5, 则该 20 min 开始的时刻即为仪表的预热时间完成的时刻。

## 6.10 稳定性试验

试验在进行不确定度试验的同时进行, 检验应在基本量程和最大量程的上限进行。

## 6.11 可靠性试验

仪表的可靠性试验在批量生产鉴定时进行。按 GB 11463 规定的方法进行。

## 6.12 测量功能试验

在进行仪表不确定度试验时同步进行。

## 6.13 显示功能试验

本试验仅在 DC-V 功能基本量程下进行。由电压源给出直流电压信号, 观察被检表能否做连续变化。如 20 000 序列, 可如下给出电压进行检查:

0.000 1→0.001 0→0.010 0→0.100 0→1.100 0

0.000 2→0.002 0→0.020 0→0.200 0→1.200 0

.....

0.000 9→0.009 0→0.090 0→0.900 0→1.900 0

与此同时检查显示的单位符号、正、负极性, 小数点等。

GB/T 13978—2008

6.14 数据存储功能试验

对手持式仪表, 测量某个直流电压, 然后按下数据保持按键, 观察仪表显示值是否为原测量值。

其他多用表, 在进行不确定度试验后检查数据存储内容, 观察是否符合本标准要求。

6.15 数据输出功能试验

用相应的接口与计算机进行通信试验, 证实仪表的数据输出功能。

6.16 接口试验

在进行 6.14 程序的同时目测检查接口的标识。

6.17 测量范围试验

在进行显示功能试验的同时, 检查测量范围。观察自动量程切换、各量程衔接和超出量程的显示等。

6.18 不确定度检验

6.18.1 在参比条件下, 对所用标准仪器进行预热、预调等操作, 使仪表处于最佳工作状态。被试表如果需要预热或预调零的应按标准要求进行预热和预调零。

交流仪表的试验应在正弦波下进行。

6.18.2 直流电压测量功能的不确定度检验

6.18.2.1 可用直接比较法、直流电压标准源法或直流标准仪器法进行试验, 直流标准仪器法作为仲裁的试验方法。

6.18.2.2 使用直接比较法、直流电压标准源法试验时, 如果标准直流数字电压表或标准源与被检仪表的量程对不上时, 可用标准分压箱来扩展量程。

6.18.2.3 试验至少应在基本量程上进行, 其他量程应选择具有代表性的量程或最有可能出现较高不确定度的量程进行试验。并应在最低至最高测量范围的近似等分的 5 个以上的试验点进行试验。

6.18.2.4 每个试验点应至少进行 5 次以上测量, 建立校准图, 以校准图的半宽度作为不确定度。

6.18.3 直流电流测量功能的不确定度试验。

6.18.3.1 可用直流标准电流源法、直接比较法或标准数字电压表法进行试验, 直流数字电压表法可作为仲裁的试验方法。

6.18.3.2 试验至少应在基本量程上进行, 其他量程应选择具有代表性的量程或最有可能出现较高不确定度的量程进行试验。并应在最低至最高测量范围的近似等分的 5 个以上的试验点进行试验。

6.18.3.3 每个试验点应至少进行 5 次以上测量, 建立校准图, 以校准图的半宽度作为不确定度。

6.18.4 直流电阻测量功能的不确定度试验

6.18.4.1 可用标准电阻器法、电阻校准仪法或标准数字电阻表法进行试验, 标准定值器法可作为仲裁试验方法。

6.18.4.2 用标准电阻法进行时为了保持阻值的稳定, 标准电阻要放在恒温箱的环境条件中, 并在小于额定功率(电压)下使用。

6.18.4.3 用标准电阻器法、电阻校准仪法进行试验时, 当被测电阻小于或等于  $1\,000\,\Omega$  时(或按仪器说明书规定), 采用四端测量法, 并要求由于引线电阻、接触电阻等所带来的不确定度小于被检表基本不确定度的  $1/5$ 。采用标准数字电阻表法试验时, 标准电阻接入标准数字电阻表和被试表时均应采用四端测量法。

6.18.4.4 试验至少应在各量程的满度值进行, 其他量程应选择具有代表性的量程或最有可能出现较高不确定度的量程进行试验。并应在最低至最高测量范围的近似等分的 5 个以上的试验点进行试验。

6.18.4.5 每个试验点应至少进行 5 次以上测量, 建立校准图, 以校准图的半宽度作为不确定度。

6.18.5 交流电压测量功能的不确定度试验

6.18.5.1 可用直接比较法、交流标准电压源法或交流标准仪器法进行试验, 热电转换的交流标准仪器法可作为仲裁的试验方法。



6.18.5.2 使用直接比较法、电压标准源法试验时,如果标准数字电压表或标准源与被检仪表的量程对不上时,可用感应分压器分压后再接到被检表上进行试验。

6.18.5.3 试验至少应在基本量程上进行,其他量程应选择具有代表性的量程或最有可能出现较高不确定度的量程进行试验。并应在最低至最高测量范围的近似等分的5个以上的试验点进行试验。

6.18.5.4 试验点的选取:在40 Hz~20 kHz范围内,应选取40 Hz、100 Hz、1 kHz频率点,每个电压量程选取不少于3个电压检定点;在40 Hz~20 kHz的其他频率点,选取电压量程的满度点。

6.18.5.5 每个试验点应至少进行5次以上测量,建立校准图,以校准图的半宽度作为不确定度。

#### 6.18.6 交流电流测量功能的不确定度试验

6.18.6.1 可用直接比较法、交流标准电流源法或交流标准仪器法进行试验,热电转换的交流标准仪器法可作为仲裁的试验方法。当被试表的电流量程较大时可用跨导放大器法进行试验。

6.18.6.2 被检电流幅值一般选取每个量程的满度点,被检频率点一般选取:40 Hz、100 Hz、1 kHz、5 kHz,也可根据实际需要增加或减少其他频率。

6.18.6.3 试验至少应在基本量程上进行,其他量程应选择具有代表性的量程或最有可能出现较高不确定度的量程进行试验。并应在最低至最高测量范围的近似等分的5个以上的试验点进行试验。

6.18.6.4 每个试验点应至少进行5次以上测量,建立校准图,以校准图的半宽度作为不确定度。

#### 6.19 影响量试验

##### 6.19.1 温度影响(温度系数)试验

平均温度系数应在整个工作范围内测定,将工作温度范围按20 K宽区间进行划分,然后在该区间中心的+10 K~-10 K范围内测定平均温度系数。对于-5℃~45℃的7K2工作温度范围,可以在5℃、35℃的上下10 K进行温度影响试验。试验时,其温度变化不应超出规定的工作温度范围。

试验时仪表应在上述各温度点保温2 h,确保仪表内部达到温度平衡时进行测量。

##### 6.19.2 湿度影响试验

- 试验在直流电压测量的基本量程的满度值进行;
- 在参比条件下测定a)的不确定度;
- 将仪表置于湿度箱中,将湿度调至标称范围的下限,保持2 h;
- 测定仪表在程序c)下的不确定度;
- 将湿度调至标称范围的上限,保持2 h;
- 测定仪表在程序e)下的不确定度;
- 计算d)和f)测定的不确定度与b)的不确定度之差,即为湿度影响量。

##### 6.19.3 直流被测量的纹波影响试验

- 采用直流标准源法在基本量程的满度进行检测,获取其不确定度。
- 叠加5%的45 Hz的纹波电压或电流(对电流表),缓慢地提高频率到65 Hz,找出被试表读数变化最大的频率,在此频率下获取被试表的改变量。
- 在90 Hz~130 Hz的频率范围内重复程序b)。

##### 6.19.4 交流被测量的畸变影响

- 在被试表的基本量程进行试验,首先在正弦波下试验,记录对应被试表读数值 $R_1$ 的标准仪器的值;
- 用矩形波发生器作为信号源,试验中用有效值响应的比较仪作标准,以确保波峰因数的大小对误差的影响量满足要求,用脉冲示波器测量矩形波发生器的信号占空比;
- 调整矩形波发生器的占空比为1:1(从脉冲示波器上获取),此时的峰值因数为1;调整矩形波发生器信号的幅度,使标准仪器的读数与程序a)的相同,记录被试表的读数值 $R_2$ ;
- 保持矩形波发生器的幅度不变,改变矩形波的占空比(从脉冲示波器上获取),使其从1:1到1:3,观察被试表读数值的变化,在读数值变化最大的占空比下读取并记录被试表的读数 $R_3$ ;

GB/T 13978—2008

- e) 计算  $R_3, R_2$  与  $R_1$  的差值, 取其最大者为畸变产生的改变量;
- f) 更高的波峰因数试验, 则按下式计算占空比。

波峰因数  $K_P$  与占空比的关系为:

$$K_P = \sqrt{\frac{T}{t_1} - 1} \dots\dots\dots (8)$$

其中:

$T$ ——矩形波的周期,  $T = t_1 + t_2$ ;

$t_1$ ——矩形波的宽度;

$t_2$ ——矩形波的空。详见图 1。

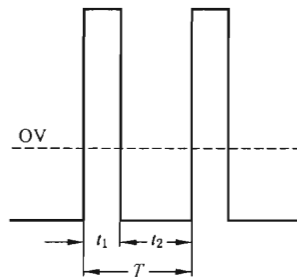


图 1 矩形波波形图

6. 19. 5 交流被测量的频率影响试验

6. 19. 5. 1 测量方法和设备与不确定度试验时相同, 可任选一种试验方法。

6. 19. 5. 2 测试首先在基本量程某一电压下进行, 如果频率响应趋势已知, 可根据变化趋势选频率点, 频率点按 1、2、5 的倍率选取, 弯曲部分应多取几个点, 力求反映出频率响应的特点。

6. 19. 5. 3 在仪表的输入端加上欲测频率的交流电压, 读取并记录被试表的读数值。

6. 19. 6 参比频率的外磁场试验

可使用中心能放置仪表的环形电流线圈产生 0. 4 kA/m 磁感应强度场。环形线圈的平均直径为 1 m, 截面为矩形, 并且相对直径具有较小的径向宽度。磁场强度为 400 安匝。

被试表置于线圈的中心, 外部 0. 4 kA/m 的磁感应强度由施加给仪表电压相同频率的电流产生, 逐步地转动仪表在线圈中的位置和改变外磁场的相位, 在对被测仪表最不利的相位和方向的条件下进行试验。

6. 19. 7 外部恒定磁场影响试验

恒定磁场可采用直流电磁铁获得, 见附录 D。该磁场应作用于按正常使用时仪表的所有可触及表面。其磁势值应为 1 000 At(安匝)。

试验在基本量程的测量范围上限进行, 首先读取被试表对应读数值的标准仪表的读数值, 并保持该读数值不变。然后以上述直流电磁铁作用于被试表的所有可触及表面, 观察被试表读数值的变化, 取其变化的最大值为影响量的改变量。

6. 19. 8 射频电磁场影响试验

在作射频场电磁兼容性试验的同时进行。

6. 19. 9 射频场感应的传导骚扰试验

在作射频场传导骚扰电磁兼容性试验的同时进行。

6. 19. 10 交流供电电压影响试验

a) 将仪表的电源线接入可调交流稳压电源的输出端, 将稳压电源的电压调整至仪表供电电压的额定值, 在仪表的基本量程的满度值处进行试验, 读取并记录被试表的读数值  $R_1$ , 保持测量值不变;

b) 调整稳压电源的输出电压至被试表供电电压的上限值, 读取并记录程序 a) 的被测量的被试表



上的读数值  $R_2$ ;

- c) 调整稳压电源输出电压至被试表供电电压的下限值, 重复程序 b), 记录被试表的读数值  $R_3$ ;
- d) 计算  $R_3$ 、 $R_2$  与  $R_1$  的差值, 取其大者作为供电电压影响的改变量。

#### 6. 19. 11 交流供电频率影响试验

- a) 将仪表的电源线接入频率可调的交流稳压电源的输出端, 将稳压电源的频率调整至频率的额定值, 在仪表的基本量程的满度值处进行试验, 读取并记录被试表的读数值  $R_1$ , 保持测量值不变;
- b) 调整稳压电源输出电压的频率至本标准表 4 的上限值, 读取并记录程序 a) 的被测量在被试表上的读数值  $R_2$ ;
- c) 调整稳压电源输出电压的频率至本标准表 4 的下限值, 重复程序 b), 记录被试表的读数值  $R_3$ ;
- d) 计算  $R_3$ 、 $R_2$  与  $R_1$  的差值, 取其大者作为供电电源频率影响的改变量。

#### 6. 19. 12 交流供电波形影响试验

- a) 将被试仪表的电源线接入波形可调的交流稳定电源的输出端, 将稳定电源的波形调整为正弦波, 电压为供电电压的额定值。在仪表的基本量程的满度值处进行试验, 读取并记录被试表的读数值  $R_1$ , 保持测量值不变。
- b) 调整稳定电源的输出电压的波形, 使其含有 5% 三次谐波, 保持电压的频率和额定值不变, 读取并记录程序 a) 的被测量在被试表上的读数值  $R_2$ 。
- c) 计算  $R_2$  与  $R_1$  的差值, 取其大者作为供电电源波形影响的改变量。

#### 6. 19. 13 直流供电电压影响试验

试验方法同交流供电电压影响试验, 供电电源改为可调直流稳压电源。

#### 6. 19. 14 直流供电电压纹波影响试验

- a) 被试表的电源接入直流稳压电源, 在被试表的直流电压测量功能的基本量程的满度值处进行试验, 读取被试表的指示值  $R_1$ , 并保持被测量值不变。
- b) 在直流稳压电源的输出上叠加 5% 的 45 Hz 的纹波电压, 并使其总的输出电压与程序 a) 相同, 缓慢地提高频率到 65 Hz, 找出被试表读数值变化最大的频率, 在此频率下获取被试表的改变量。
- c) 在 90 Hz~130 Hz 的频率范围内重复程序 b)。

### 6. 20 直流电压测量功能的特殊要求试验

#### 6. 20. 1 极性试验

在进行基本不确定度试验的同时目测检验其极性改变时的显示符号。

#### 6. 20. 2 输入电阻试验

- a) 将被试表投入工作状态, 将标准电压源的测试电压  $V$  施加到被试表的输入端, 读取并记录被试表的读数值  $U_1$ ;
- b) 将标准电压源的测试电压  $V$  经过一个数值已知的标准电阻  $R$  接入被试表的正极性输入端, 读取并记录被试表的读数值  $U_2$ ;
- c) 保持程序 a) 的测试电压  $V$  不变, 用一个输入电阻极高的标准直流电压表测量标准电阻  $R$  两端的电压值  $V_R$ ;
- d) 用下式计算被试表的输入电阻  $R_i$ :

$$R_i = \frac{U_1 - U_2}{\frac{V_R}{R}} \quad \dots\dots\dots (9)$$

#### 6. 20. 3 零位稳定性试验

- a) 试验在基本量程下进行, 将仪表置于参比条件下 2 h, 将被试表投入工作状态, 使被试表的直流

GB/T 13978—2008

电压输入端短路，读取并记录被试表的读数值  $U_1$ ，保持仪表的工作状态不变；

- b) 经过 24 h 后再次读取并记录被试表的读数值  $U_2$ ；
- c) 计算  $U_2 - U_1$  的差值即为仪表的零位稳定性。

6.20.4 零位调节范围试验

以手动目测的方法进行试验。

6.20.5 输入零电流试验

- a) 将被试表投入工作状态，将被试表的两个直流电压输入端接入一个已知的电阻  $R$ ，电阻  $R$  阻值在  $10^5 \sim 10^9$ ；
- b) 用一个输入电阻极高的标准直流电压表测量电阻  $R$  两端的电压值  $V_R$ ；
- c) 用下式计算被试表的输入零电流  $I_z$ ：

$$I_z = \frac{V_R}{R} \dots\dots\dots (10)$$

6.20.6 串模干扰抑制能力试验

测量电路如图 2 所示。图中  $T_1$  为自耦变压器， $T_2$  为隔离变压器， $U_s$  为交流电源， $V\sim$  为交流电压表， $E$  为可调直流电源， $C$  为电容器，电容量为  $1\ \mu F$ 。应在最小量程进行测试，被试表处在直流电压功能，先在输入端加一直流电压  $E$  (如干电池等)， $E$  的电压值接近满度值的 70% 左右，并保持不变。然后再叠加交流电压  $U_c$ ，逐渐加大，使被试表有一个  $\Delta U$  变化，记下此时所加的交流电压峰值  $U_c$ 。串模干扰电压的大小应使被检表读数有明显变化，但不能超过允许电压值。交流干扰源需用音频信号发生器或交流电压源。

按公式(5)计算被试表的串模抑制比 SMMR。

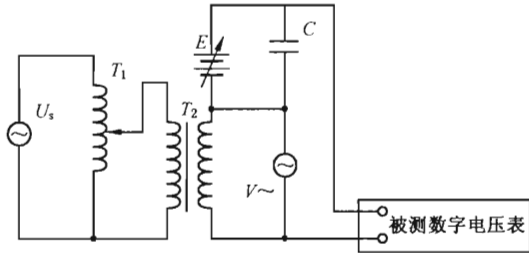


图 2 串模抑制比试验电路图

6.20.7 共模抑制能力的试验

6.20.7.1 直流共模抑制能力的试验

按图 3 的电路进行试验。

输入端加上一个直流电压  $E$  (使被试表显示为满度值的 70% 左右)，然后加入共模干扰电压  $U_c$ ，逐渐加大  $U_c$ ，使被检数字多用表指示有一个明显的  $\Delta U$  变化为止。电阻  $R$  为不平衡电阻，电阻值为  $R = 1\ k\Omega$ 。记下电压表的读数  $U_c$ 。

按公式(6)计算交流共模抑制能力  $CMMR_{DC}$  公式中  $U_c$  是直流干扰电压值。

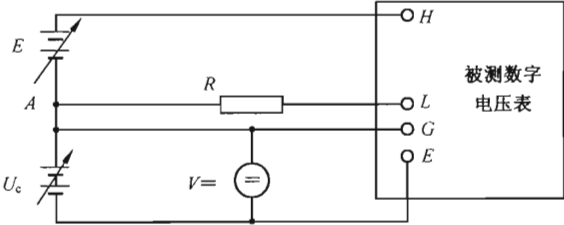


图 3 直流共模抑制能力的试验电路图

6.20.7.2 交流共模抑制能力的试验

按图 4 的电路进行试验。

试验方法同 6.20.7.1。

按公式(6)计算交流共模抑制能力  $CMMR_{AC}$ ，公式中  $U_c$  是交流干扰电压的峰值。

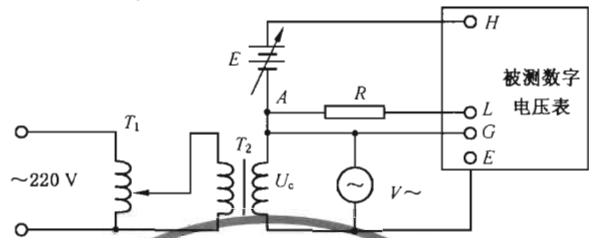


图 4 交流共模抑制比试验电路图

6.21 交流电压测量功能的特殊要求试验

6.21.1 输入阻抗试验

- a) 按图 5 的线路测量仪表的输入阻抗，图中， $T$  为输出。
- b) 选取测量频率 10 kHz，调节交流信号源的输出为适当的值。调节电容箱和电阻箱使指零仪表  $G$  指零。
- c) 按公式(11)、(12)计算输入电阻和输入电容值：

$$R_i = \frac{n_1}{n_2} R \quad \dots\dots\dots (11)$$

$$C_i = \frac{n_1}{n_2} C \quad \dots\dots\dots (12)$$

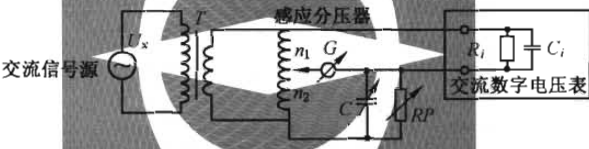


图 5 输入阻抗试验

6.21.2 波峰因数试验

波峰因数 1~3 的试验同 6.19.12 交流电压波形影响试验，高于 3 的波峰因数试验方法同 6.19.12。

6.21.3 响应时间试验

- a) 试验在基本量程的满度附近进行。缓慢地增加标准电压源的激励，使被试表达到预定的读数值，保持标准电压源的输出值不变的情况下关闭标准电压源的输出。
- b) 突然打开标准电压源的输出，并同时开始计时，观察被试表的读数，当读数达到预定读数值的 80% 时，记录该时刻的时间  $t$ ，即为响应时间。

6.21.4 测量信号的频率范围试验

在交流被测量的频率影响试验的同时进行，试验在基本量程下实施。选择 40 Hz、100 Hz、1 kHz、10 kHz 和 20 kHz 各频率点进行基本不确定度试验，求取其各点的基本不确定度。

6.21.5 电压频率积试验

用频率范围达到 2 MHz 以上的标准表作为试验标准。在 20 V 量程下，从 20 kHz 到 2 MHz 改变信号源的频率，同时观察被试表的读数值变化，以读数值的 uncertainty 达到 10 倍基本 uncertainty 时为止，计算其电压频率积。

在 200 V 量程进行上述同样的试验，计算其电压频率积。

6.21.6 共模抑制能力试验

6.21.6.1 直流共模抑制能力试验的电路和方法同 6.20.7.1。

6.21.6.2 交流共模抑制能力试验的电路和方法同 6.20.7.2，试验的频率分别为 50 Hz 和 60 Hz。

## GB/T 13978—2008

### 6.22 电阻测量功能的特殊要求试验

#### 6.22.1 欧姆调零试验

以目测手动的方法进行试验。

#### 6.22.2 最大输入电压试验

- a) 在直流电阻测量的输入端施加标准规定的最大电压, 施加时间为 5 min, 观察被试表有无损坏或异常;
- b) 撤销激励后 1 h, 进行基本不确定度的试验, 检查其不确定度是否有变化。

#### 6.22.3 开路电压试验

用高内阻电压表测量被测电阻两端的电压值, 即为开路电压。

#### 6.22.4 响应时间试验

- a) 试验在基本量程的满度附近进行, 测量相应大小的标准电阻值, 直至在 5 min 内读数值不再变化时止, 记录其最终读数值, 断开被测电阻的连接;
- b) 再次将程序 a) 使用的同一电阻接入测量端, 并同时开始启动时间记录装置, 记录当读数值达到程序 a) 读数值 80% 时的时间记录装置的时间, 即为响应时间。

### 6.23 直流电流测量功能试验

#### 6.23.1 允许的调零范围试验

以手动、目测的方法进行试验。

#### 6.23.2 最大输入电流试验

在进行不确定度试验的同时进行。将输入电流调节到最大量程的 115%, 观察量程是否自动切换到最高量程, 并且测量其不确定度。

#### 6.23.3 电流测量的线性范围试验

在基本量程下进行试验。调节直流标准电流电源的输出, 使其输出电流从量程的 0 开始到 100%, 记录量程的 1%、2%、5%、20%、50%、80%、95%、100% 各点的被试表的读数值。检查各点的不确定度, 满足基本不确定度要求的范围, 即为其线性范围。

#### 6.23.4 电压负荷试验

试验在最高量程的满度进行。用高内阻的低电压直流电压表(不确定度优于 1%)测量被试表电流测量端子之间的电压值, 测定的最终值即为电压负荷值。

### 6.24 交流电流测量功能试验

#### 6.24.1 电流测量线性范围试验

在基本量程下进行试验。调节交流标准电流电源的输出, 使其输出电流从量程的 0 开始到 100%, 记录量程的 1%、2%、5%、20%、50%、80%、95%、100% 各点的被试表的读数值。检查各点的不确定度, 满足基本不确定度要求的范围, 即为其线性范围。

#### 6.24.2 最大电压负荷试验

试验在最高量程的满度进行。用高内阻的低电压的交流电压表(不确定度优于 1%)测量被试表电流测量端子之间的电压值, 测定的最终值即为电压负荷值。

#### 6.24.3 波峰因数试验

波峰因数为 1~3 的试验在进行 6.19.12 交流被测量的波形畸变试验完成, 更高的波峰因数的试验方法同 6.19.12, 但是试验时的占空比应在 1:4 以上。

### 6.25 标志试验

#### 6.25.1 仪表外壳上的标志试验

6.25.1.1 设备外标志的耐受清洗性能的试验通过目测检验以及进行下列试验来验证。以手用浸有规定的清洁剂(如无规定, 则用酒精)的布不加力擦拭 30 s, 观察标志清晰程度的变化以及粘性标志有否翘起或松动。



6.25.1.2 在外观检验的同时,以目测的方法进行。

#### 6.25.2 仪表技术文件的标志试验

以目测制造厂提供的技术文件的方法进行试验。

### 7 检验规则

#### 7.1 检验分类

仪表的检验分为出厂检验、型式检验和周期性检验。

##### 7.1.1 出厂检验

出厂检验是对每台仪表进行的检验。由制造厂质量检验部门进行检验,检验合格后应出具检验合格证明,仪表如具有封印的,检验合格后还应加以封印。

出厂检验项目见附录 C。

##### 7.1.2 型式检验

###### 7.1.2.1 型式检验规定

型式检验是对少量仪表按本标准规定进行所有项目的检验。型式检验通常又分为设计定型鉴定检验和生产定型鉴定检验。

除非在相应条款中另有说明,所有检验应在参比条件下进行。

推荐的型式试验项目及顺序在附录 C 中给出。

下列情况应进行型式检验:

- a) 新产品定型鉴定;
- b) 当仪表的结构、工艺或主要元器件有重大改变时。

若在型式试验后,对仪表所进行的调整仅影响仪表部分性能时,则只需对因调整而可能影响到的特性进行有限的试验。

###### 7.1.2.2 型式检验合格判据

允许出现 1 次缺陷,但均不允许出现致命缺陷。

##### 7.1.3 周期检验

###### 7.1.3.1 周期检验规定

正常生产时应进行周期检验,并按 GB/T 2829—2002 规定的程序进行。

周期检验每二年进行一次,检验项目及顺序见附录 C。

###### 7.1.3.2 周期检验抽样方案

按 GB/T 2829—2002 的规定,选择判别水平 I、不合格质量水平  $RQL=30$  的一次抽样方案。

即:

$$(n, Ac, Re) = [3, 0, 1]$$

式中:

$n$ ——抽样数;

$Ac$ ——合格判定数;

$Re$ ——不合格判定数。

#### 7.2 不合格分类

不合格分为 A、B、C 三类。A 类不合格权值为 1, B 类不合格权值为 0.5, C 类不合格权值为 0.2。

检验不合格类别的划分见附录 C。

#### 7.3 检验结果的判定

- a) 检验中,以样本的 A 类不合格或其他类不合格折算为 A 类不合格,作为不合格判定数。
- b) 除另有说明外,对在同一样本的同一检验项目上重复出现的不合格,均以 1 个不合格计。
- c) 根据合格或不合格的样本数,按抽样方案中的合格判定数  $Ac$  和不合格判定数  $Re$ ,确定检验是否合格。

## GB/T 13978—2008

### 8 标志、包装、贮存

#### 8.1 标志

8.1.1 在正常使用条件下设备外的标志应清晰明显, 并且能抗由制造厂规定的清洁剂的清洗效应影响试验, 试验后标志应清晰明显, 并且粘性标签不应松动或卷角。

8.1.2 制造厂应在仪表的外壳上给出下面的信息:

- a) 产品的型号、名称;
- b) 制造厂的名称、商标或供货者名称或商标;
- c) 执行的标准号;
- d) 制造顺序号;
- e) 仪表的污染等级、测量类别;
- f) 供电电源的性质和电压的额定值;
- g) 电源选择开关(如有时)附近, 清晰地标注相应的电压值;
- h) 量程切换开关对应的量程;
- i) 输入、输出和接口的标识(如有时);
- j) 根据 GB 4793.1—2007 要求的与安全有关的标志。

8.1.3 制造厂应在技术文件中标注:

- a) 仪表的测量速率。若可调时, 还应给出其变化范围;
- b) 采用不连续输入进行模-数转换的仪表, 给出每次测量转换的采样时间和采样方式, 也可以分段给出;
- c) 必要时, 测量结果的显示时间、保持时间, 数据读出时间、读出位数;
- d) 必要时, 仪表的阶跃响应时间、量程响应时间和极性响应时间等, 也可以另外给出输入信号较小突变值的建立时间;
- e) 交流测量的响应方式, 如有效值响应、平均值响或峰值响应;
- f) 交流电压和交流电流测量的允许输入方式, 如: 交流输入、交流和直流输入;
- g) 峰值响应的交流电压测量仪表应给出显示下降速率或保持时间;
- h) 数据传输速率;
- i) 如果电阻测量与测量原理有关, 制造厂应说明仪表的电阻测量的原理;
- j) 电阻测量的输入接线方式, 如: 采用二端法或四端法;
- k) 电阻测量的保护的类型和接线法, 如: 采用有源保护或是无源保护;
- l) 当电阻测量取决于外部电容和所使用的保护/屏蔽技术, 应给出最高测量电阻时的建立时间。若加滤波器时, 须另作说明;
- m) 测量结果的输出形式和制式;
- n) 输出数据的技术参数和输出端的负载能力以及通讯协议;
- o) 仪表采用的接口方式和类型, 接口的引脚布线图和指令(编码)表;
- p) 接口的通信参数条件及其选择方式和通信命令;
- q) GB-IB 接口(如有时)的功能子集、程控数据、器件地址和接口地址选择方式等;
- r) 对于高速和超高速仪表的各程控数据的执行时间和测量数据及状态数据的发送时间;
- s) 电阻测量的各量程恒流源提供的流过被测电阻的电流值;
- t) 其他应说明的事项。

8.1.4 产品说明书应给出产品的详细的操作说明。

8.1.5 包装储运指示标志应符合 GB 191—2008 的规定。

## 8.2 包装

8.2.1 产品应按相关标准及运输部门有关包装的规定和设计图纸规定的包装方法进行包装。也可按照合同(协议)规定进行包装。

一般要求,包装箱内应有良好的防震性能和防潮性能。并且包装箱体应坚固耐用。

8.2.2 包装时,应保证仪器的完好性和成套性,并且不应有明显机械损伤。

产品包装箱内应放入装箱清单。装箱清单应包括下列内容:

- a) 产品名称、型号;
- b) 产品技术说明书和使用说明书等有关随机文件名称和数量;
- c) 选件、附件、备件及维修工具等名称、型号、规格和数量;
- d) 产品合格证书并有装箱人员、检验人员和质检部门的签字盖章。

## 8.3 贮存

8.3.1 储存产品的仓库应有良好的通风和降湿措施。应无酸、碱、易燃、易爆、有毒等化学物品和没有其他有腐蚀性的气体及产品。

8.3.2 码放产品应垫高地面至少 30 cm 高,距离取暖设备应不少于 2 m。

## 8.4 随机文件

8.4.1 产品出厂时,应附有使用说明书等必备技术文件,以供用户使用仪器时查阅。

8.4.2 产品出厂时,应填写装箱单。

GB/T 13978—2008

附 录 A  
(规范性附录)

基本不确定度和工作不确定度的关系

工作不确定度应包括基本不确定度和由影响量引起的改变量。

工作不确定度和基本不确定度以及影响量引起的改变量之间的关系如下：

$$U_{OP} = |U_I| + 1.15 \times \sqrt{\sum_1^n U_i^2}$$

式中：

$U_{OP}$ ——工作不确定度；

$U_I$ ——基本不确定度；

$U_i$ ——各影响量引起的改变量；

$n$ ——影响量的数量。



## 附录 B (资料性附录)

### 从“误差”到“不确定度”的概念和术语的发展以及不确定度极限的规定

本附录 B.1《从“误差”到“不确定度”的概念和术语的发展》择自 IEC 60359:2001 的附录 A。B.2《不确定度极限的规定》择自 IEC 60359:2001 的第 6 章。

#### B.1 从“误差”到“不确定度”的概念和术语的发展

测量结果从“误差”的概念向“不确定度”的概念的发展意味着基本计量术语的某些再调整, 为避免仍然习惯于传统方法的人们的误解, 这是值得讨论的。这个发展是由于在术语“真值”和“误差”方面的传统思路不适当, 一个不适当是与现代仪表使用的发展变得越来越突出, 现代仪表应用强烈地依靠仪表内信号的自动完善。

在传统思路中被测量是假定用一个带有测量单位的单纯的实数的真值来代表的, 但是仪表是不能产生这个真值的, 而是指示一个与真值不同的, 带有“随机”和“系统”分量的附加“误差”的值。然而, 真值是永远不能得到的, 由此, “误差”也是不能确定的: 最大可能做的是为其估算一个极限, 一个“最大误差”, 假定实际误差存在最大误差之中, 并且据此估算一个区间, 期望“真”的值存在于区间中。实际上, 这个区间不能通过参考未知的“真值”估算出来, 而是通过多个测量的一致性, 亦即通过它们的“躺在误差之中”(意味着“最大误差”)估算。此外, 由于在“精度”和“准确度”之间产生明显的区别, 分别意味着具有小的随机和系统误差, 因此没有术语描述一个仪表或一次测量的综合性能。因而, 现行的测量世界开始合理地引入“不确定度”的术语, 用这个术语说明一个代表性的宽度, 这个宽度是保证测量一致性的值的集合。

CIPM(国际度量衡委员会)1980 年建议通过将不确定度分成两个分量, 以克服传统的“随机”和“系统”误差之间的区别, 没有一个统一的规则给出这些区分, 随着测量次数增加可以降低不确定度的不确定度分量为 A 类分量, 不能降低的为 B 类。GUM (Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement) 与之配套, 分析怎样综合几个分量, 并且给出一个不依靠真值概念的不确定度的定义。

这个不确定度定义要求重新调整有关仪表校准的几个术语, 因为一个被测量能够合理地归于一个值的散布的叙述使得传统的定义被作废, 传统定义将一个测量结果作为一个单一的值并且按指示值的附加修正值进行校准。

首先, 代表被测量表达的“测量结果”应该和能够归于被测量的值的整个散布的观念一致。因此 3.1.2 的定义说一个值的集合, 作为一个区间看待, 用它的分别被认作“值”和“不确定度”的中间元素和其半宽度来表达是适当的。确定集合大小的是不确定度, 中间元素正好是一个归宿于该集合的标志, 但是并不比其他元素能更好地代表被测量: 代表被测量的是整个集合。尽管在传统的思路中误差是一个指定值的正确性、归纳性判定, 不确定度是测量结果的基本成分: 没有一个测量结果可以不用不确定度表示的(根据前后关系能按惯例指出不确定度)。例如, 以  $149 \text{ mA} \pm 1 \text{ mA}$  方式给出流过给定电阻的电流: 该被测量用从  $148 \text{ mA}$  到  $150 \text{ mA}$  的整个集合来表示; 毫安是测量单位;  $149 \text{ mA}$  是集合的中间元素, 它是测量值;  $\pm 1 \text{ mA}$  是集合的半宽度, 是测量不确定度。

由于用值的集合来描述被测量, 因此从仪表的指示值到这个描述的转化不能视为指示值自身的“对误差的修正”的术语。此外, 现代仪表的使用甚至更依靠仪表内信号的复杂的细节, 而作为自动控制和调整链的一部分的测量仪表甚至不能在一个标尺上出现可视的指示。

一个能够避免误解而且适合于所有各种仪表的术语, 在仪表输出的描述, 亦即指示值(见 3.1.5)和被测量的描述, 亦即包括不确定度(见 3.1.2)在内的最终测量结果之间应该有清晰的区分: 该指示值允许通过仪表的校准得到测量结果(见 3.1.6 和 6.1)。

## GB/T 13978—2008

通过校准引入的信息在校准图(见 3.1.7 和 6.1)中以读数值和测量值的坐标平面里的一个狭带进行综合的表达。需要一个狭带是因为一方面必须知道无论哪个指示值都必须和什么值和什么不确定度相对应——这不是简单的对读数值修正的问题。该狭带适宜地被它的中间线——校准曲线(见 3.1.8 和 6.1),以及它的半宽度——不确定度所代表。

例子:

- a) 一个带有 100 个标尺分度的安培表:80 个分度。该仪表的校准图告诉我们,在额定工作条件下(见 3.3.13),这个读数能够确定该(直接)测量的结果: $8.0\text{ A} \pm 0.1\text{ A}$ 。为方便使用者,这个信息可以由安培表的标尺分度(1 A 10 个分格)和一个规定满标尺(包括读数的不确定度)的不确定度为  $\pm 1\%$  的准确度等级指数所提供。然而,这种标尺分度对校准曲线(见 6.2)只是一个短划,并不意味着仪表产生一个被最终对误差修正过的安培值。
- b) 一个力-电压变送器:50 mV。该变送器的校准图表明,在额定工作条件下,有作为(直接)力测量的结果的值: $210\text{ kN} \pm 4\text{ kN}$ 。这个信息可以由表格内的指示值和与不确定度范围相关的测量值之间的对应关系提供。
- c) 一个过热报警装置:“on”(亦即点亮灯)。装置的校准图表明,在额定工作条件下,当灯点亮时温度高于  $90\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。这个信息可以由装置的说明书注明。注明的是:在这种测量中,被测量不是温度自身,而是温度高于(on)和低于(off)阈值的区分,不确定度的区间适用于该阈值。

校准曲线画出仪表指示和被测量(见 3.1.9)的指示值之间的关系,在正确完成直接测量的情况下,被测量就是测量值,或在间接测量(包括由重复观察的测量,见 3.2.9)的情况下是计算测量结果的一个元素,在任何情况下,计算也需要由校准图获得的与指示值相关联的不确定度。

在传统的方法中在“校准”名目下处理的困难情形是引入“标度”或“调整”的术语,意味着当涉及在指示值和标准器的(约定真)值之间建立关系的操作时(见 VIM 4.29),进行确定仪表标度线的位置的操作(见 VIM 6.11)。这被视作同意以被测量的测量单位(或其倍数)标志标度线。这个术语对于经典的仪表是十分自然的,这种仪表是一个指针被机械驱动越过黄铜上雕刻的标度尺,它不适合于更精密的仪表,适用于所有情况的是一个更通用的术语。

一个正确测量的结果的不确定度应该保证和同一个被测量的所有的其他正确测量一致,该一致性是由代表结果的数字集合的重叠(见 3.1.10)。不确定度的标准由适用于 GUM 的合成不确定度标准得出,合成不确定度是两个结果之差的不确定度:这种术语中两个测量结果当它们用数字区间表示时,被认为是彼此一致的,诸如  $|V_1 - V_2| \leq U_{12} = \sqrt{(U_1^2 + U_2^2 - 2rU_1U_2)}$ ,其中  $U_{12}$  是两个测量之差的不确定度, $r$  是两个测量的相关系数。如果两个测量是完全不相关的,那么  $r=0$ ,并且对于一致性两个区间必须部分交叠;如果它们完全正相关,那么  $r=+1$ ,  $U_{12}=U_1 - U_2$ ,并且一致性要求完全交叠;如果它们是负相关, $r=-1$ ,那么  $U_{12}=U_1 + U_2$ ,并且对于一致性,两个区间的交叠可以被简化为 1 个元素。一致性的评估因此被密切地与几个测量之间的相关性的评判联系在一起,这个评判可能不容易,并且将要求在校准数据方面更关注其统计的细节。对于本标准的目的,我们认为测量要在工作条件合成影响的两个相反的极端实施,是  $r=-1$  的负相关(见 6.1)。

例子:

一个电容器的电容量的以下测量被认为是相互完全一致的:

- a)  $322.5 \pm 0.2\text{ pF}$ , b)  $322.6 \pm 0.2\text{ pF}$ , c)  $322.58 \pm 0.02\text{ pF}$ , d)  $323.0 \pm 0.5\text{ pF}$ 。另一个不相关的结果, e)  $322.52 \pm 0.02\text{ pF}$ , 和 c) 是不一致的,但是仍然和另一个一致。如果这些测量是正确的,意味着在 c) 和 e) 测量之间电容已经变化了;相应于  $\pm 0.02\text{ pF}$  的不确定度的两次测量是变化的,当不确定度为  $\geq \pm 0.2\text{ pF}$ , 各次测量的电容量被认为是不变的。

观念上一个明显的推理是不确定度是测量结果的基本部分,亦即如果一个值不和它的不确定度结合,这个值是没有意义的,工作条件应该用范围来规定,而不是一个单一的值。不能使用这样的叙述,例如,仪表应该在  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$  下工作,而是宁可说,温度影响量的参比范围是  $24\text{ }^{\circ}\text{C}$  到  $26\text{ }^{\circ}\text{C}$  (或者  $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ),

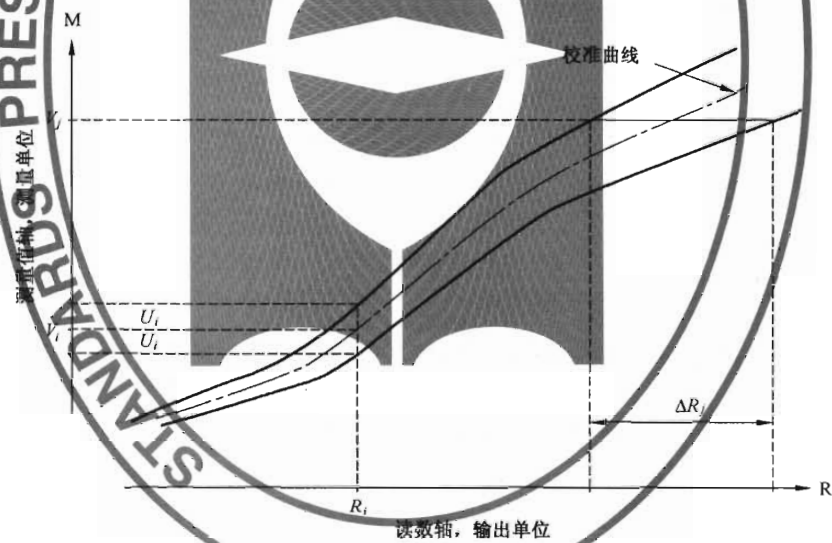


这意味着温度  $T$  必须规定成  $24\text{ }^{\circ}\text{C} \leq T - U < T + U \leq 26\text{ }^{\circ}\text{C}$  才是满意的。很显然, 温度测量必须带有不确定度  $U \ll 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 此外, 该条件 ( $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) 只有在偶尔才是满足的。

在概念和术语从“误差”到“不确定度”的发展的同时, 电测量仪表也在范围上经历了发展。已经出版的早期的电测量指示仪表标准中, 逐渐形成了“基本误差”和改变量的概念。然后在电子测量仪表的标准方面也跟随着。主要的问题来自处理改变量, 一方面不能仅在参比条件下使用仪表, 在参比条件下定义了“基本(最大)误差”; 而在另一方面, 无法对几个改变量的组合形成一个经济的标准(也是由于术语和概念上的模糊, 以模糊的术语和概念, 无论它们是作为“系统误差”分量或者作为计算“最大工作误差”的计算学装置都不能清除改变量)。由于电工和电子测量仪表方面的差别开始缩小, IEC 60359 (1987) 对两种仪表提出了一个标准, 试图克服这个困难, 将改变量作为等概率分布的不相关的独立误差源来处理。虽然这个方法允许有一个简易的数学程序计算“最大误差”, 但是它缺乏物理基础, 当然, 大部分影响量既不是无关联的也不是等概率的。此外, 问题仍然是处理“误差”这个术语。现在, 电工和电子测量仪表之间的差距已完全消失, 不确定度的思想已经流行, 现在正是全面地解决现代术语问题的时候。

B.2 不确定度极限的规定

B.2.1 所有关于仪表不确定度的信息, 亦即通过已校准仪表的直接测量的不确定度, 在概念上是通过校准图传递的, 校准图也就是由指示的  $R$  轴(以输出作为单位)和代表仪表对不同值的被测量的响应的值  $M$  轴(以测量为单位)定义的坐标平面的部分(图 B.1)。校准图不需要以图形表示, 在大多数情况下, 表格或代数关系更方便, 但是通过图的形式提供综合观察, 更适合于一般讨论。



- M——测量值的轴, 以测量的单位制为单位;
- $V_j$ ——已知被测量  $j$  的值;
- $R_i$ ——已知被测量  $i$  的指示;
- $U_i$ ——已知被测量的不确定度;
- R——指示值轴, 以输出值为单位;
- $\Delta R_j$ ——已知被测量  $j$  的指示范围;
- $V_i$ ——赋予被测量  $i$  的测量值。

图 B.1 校准图

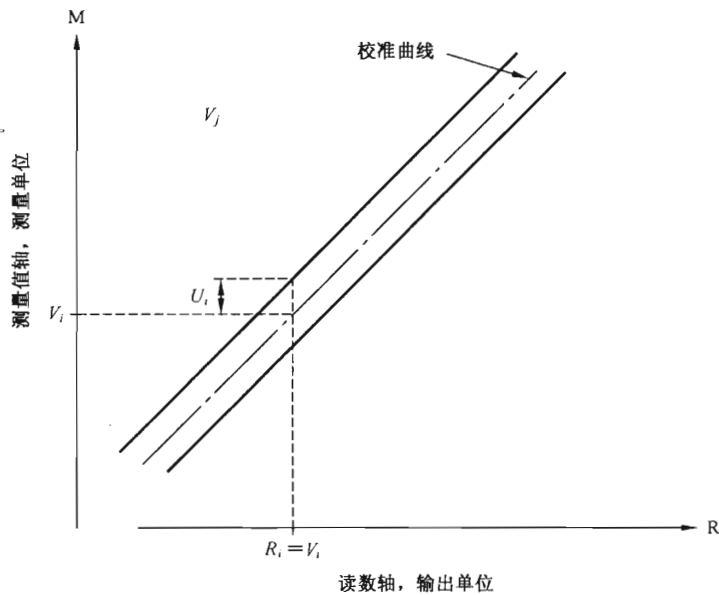
原则上, 校准图由确定代表读数值的范围  $\Delta R_j$  的线段来构建, 这样, 人们在规定的置信水平上, 通过在规定工作条件的整个范围内对已知具有比仪表小得多的不确定度的测量值  $V_j$  的被测量实施一系列测量能够获得, 亦即(具有比仪表小得多的不确定度的测量值  $V_j$  的值)被用作“约定(真)值”。在校准

GB/T 13978—2008

图上穿过读数值  $R_i$  平行于  $M$  轴截取线段  $(V \pm U)_i$ ,  $R_i$  是在生成测量结果的特定测量中获得的, 由于它和, 也仅仅和所有的其他结果相一致, 所以通过测量同一被测量可以获得其他的结果。由于系列测量是在一致性极限上根据定义在工作条件的综合效应的相反的极端实施的测量, 这里以相关系数  $r = -1$  评定得到的一致性。

校准曲线是校准图上平行于  $M$  轴截取的线段中点的连线。仪表的绝对不确定度由平行于  $M$  轴的校准图截取的线段的半长给出 (图 B. 1)。测量范围是规定校准曲线的测量轴的线段。

现场使用的绝大多数仪表的是这样安排输出显示的, 选择合适的输出单位, 使代表指示值的数字和代表测量值的一致。这个方法, 校准曲线是一个带有单位斜度的直线, 并且为了方便使用者, 标尺被直接按测量单位标度 (见图 B. 2)。这个形式的简化不改变指示 (读数值) 和归结为测量结果的测量值之间的概念上的不同: 校准图仍然用于决定不确定度。



M——测量值的轴, 以测量单位为单位;

R——指示轴, 以输出为单位;

$V_i$ ——归结到被测量  $i$  的测量值;

$R_i = V_i$ ——被测量  $i$  的指示, 数字上等于其测量值;

$U_i$ ——被测量  $i$  的不确定度。

图 B. 2 以测量单位标度的校准图

对于只有一个标称值的, 或具有离散的标称值集合的实物量具, 校准图被减少到只有一个平行于  $M$  轴的线段或这种线段的离散集合。

**B. 2. 2** 原则上, 不确定度极限的规定存在于指定的预定校准图中, 仪表在校准检验中被预期符合校准图。实际上, 这不是估计一个特定测量的不确定度, 甚至也不是估计特定仪表的仪表不确定度, 而是对这样一种仪表的不确定度设定一个极限, 它是规定一个通用校准图的宽度, 足以包含满足该规定的仪表的实际校准图, 以至于依据这个极限指定的不确定不高于实际的 (但是是未知的) 不确定度。

对所有设备, 在参比条件下给出基本校准图, 它决定基本不确定度。

当每个工作条件不同于其参比条件时, 可预期改变校准图的宽度和/或在  $M$ - $R$  平面里移动。改变量描述当一个影响量假定其值超出参比范围时的校准曲线的移动, 但是没有述及新的校准图的宽度, 在任何情况下它取决于该影响量围绕其额定值的工作范围。

**B. 2. 3** 如果有一个相关设备的 IEC 产品标准写入了“最大误差极限”的条款, 那么应该根据该标准对任何给定的工作条件的集合规定不确定度的极限。在不确定度条款中起草规范时, 对确定“最大误差”的方法给予应有的关注, 该不确定度由依据该标准设置的误差极限构建的校准图得到。



附 录 C  
(规范性附录)  
检验项目和不合格分类

表 C.1

序号	试 验 项 目	标准要求	试验方法	不合格类别	出厂 检验	周期性 试验	型式 检验
1	外观、封印装置检查	5.2.2	6.3.6	C	✓	✓	✓
2	安全性试验	5.1.1					
2.1	介电强度试验	5.1.1	6.2.1	A	✓	✓	✓
2.2	可触及零部件试验	5.1.1	6.2.2	A		✓	✓
2.3	电气间隙和爬电距离	5.1.1	6.2.3	A		✓	✓
2.4	防火焰蔓延试验	5.1.1	6.2.4	A			✓
2.5	温度极限值试验	5.1.1	6.2.5	A		✓	✓
2.6	耐热试验	5.1.1	6.2.6	A			✓
2.7	超出量程的信号指示试验	5.1.2	6.2.7	B	✓	✓	✓
3	机械要求试验	5.2					
3.1	耐冲击和冲击试验	5.2.1	6.3.1	B			✓
3.2	熔断器座试验	5.2.1	6.3.2	A	✓	✓	✓
3.3	电网电源选择装置	5.2.1	6.3.3	A	✓		✓
3.4	电路板不燃性要求的试验		6.3.4	A			✓
3.5	外壳防护等级试验	5.2.2	6.3.5	B			✓
3.6	塑料外壳强度、耐热性试验	5.2.2	6.3.7	B	✓		✓
3.7	按键、按钮试验	5.2.2	6.3.8	B	✓	✓	✓
3.8	调整结构试验	5.2.3	6.3.9	B	✓	✓	✓
4	电磁兼容性试验	5.3					
4.1	静电放电试验	5.3.1	6.4.1	B		✓	✓
4.2	射频电磁场试验	5.3.1	6.4.2	B			✓
4.3	快速瞬变脉冲群试验	5.3.1	6.4.3	B		✓	✓
4.4	射频场感应传导试验	5.3.1	6.4.4	B			✓
4.5	浪涌试验	5.3.1	6.4.5	B			✓
4.6	无线电干扰抑制	5.3.2	6.4.6	B			✓
4.7	电压暂降和短时中断试验	5.3.1	6.4.7	B		✓	✓
5	过负载能力	5.4					
5.1	连续过负载试验	5.4.1	6.5.1	B		✓	✓
5.2	短时过负载试验	5.4.3	6.5.3	B		✓	✓
6	供电电源要求试验	5.5	6.6	B			✓

GB/T 13978—2008

表 C.1 (续)

序号	试 验 项 目	标准要求	试验方法	不合格类别	出厂 检验	周期性 试验	型式 检验
7	功率消耗试验	5.6	6.7	B		✓	✓
8	分辨力试验	5.7	6.8	B	✓	✓	✓
9	预热时间和调零预热时间	5.8	6.9	B	✓	✓	✓
10	稳定性试验	5.9	6.10	B	✓	✓	✓
11	可靠性试验	5.10	6.11	A*			✓
12	测量功能试验	5.11.1	6.12	B	✓	✓	✓
13	显示功能试验	5.11.2	6.13	B	✓	✓	✓
14	数据存储功能试验	5.11.3	6.14	B	✓	✓	✓
15	数据输出功能试验	5.11.4	6.15	B	✓	✓	✓
16	接口功能试验	5.12	6.16	B	✓	✓	✓
17	测量范围试验	5.13	6.17	B	✓	✓	✓
18	不确定度试验	5.14	6.18.1~ 6.18.6	B	✓	✓	✓
19	影响量试验	5.14.4.1		B			
19.1	温度影响量试验	5.14.4.1	6.19.1	B		✓	✓
19.2	湿度影响量试验	5.14.4.1	6.19.2	B	—		✓
19.3	直流被测量纹波影响试验	5.14.4.1	6.19.3	B			✓
19.4	交流被测量畸变影响试验	5.14.4.1	6.19.4	B			✓
19.5	交流被测量频率影响试验	5.14.4.1	6.19.5	B			✓
19.6	外磁场影响试验	5.14.4.1	6.19.6	B		✓	✓
19.7	恒定外磁场影响试验	5.14.4.1	6.19.7	B		✓	✓
19.8	射频电磁场影响试验	5.14.4.1	6.19.8	B			✓
19.9	射频场感应传导影响试验	5.14.4.1	6.19.9	B			✓
19.10	交流供电电压影响试验	5.14.4.1	6.19.10	B		✓	✓
19.11	交流供电频率影响试验	5.14.4.1	6.19.11	B		✓	✓
19.12	交流供电波形影响试验	5.14.4.1	6.19.12	B			✓
19.13	直流供电电压影响试验	5.14.4.1	6.19.13	B		✓	✓
19.14	直流供电电压纹波影响试验	5.14.4.1	6.19.14	B			✓
20	直流电压测量功能试验	5.15.1					
20.1	极性检验	5.15.1.1	6.20.1	B	✓	✓	✓
20.2	输入电阻试验	5.15.1.2	6.20.2	B	—	✓	✓
20.3	零位稳定性试验	5.15.1.3	6.20.3	B	✓	✓	✓
20.4	零位调节范围试验	5.15.1.4	6.20.4	B	✓	✓	✓
20.5	输入零电流	5.15.1.5	6.20.5	B		✓	✓

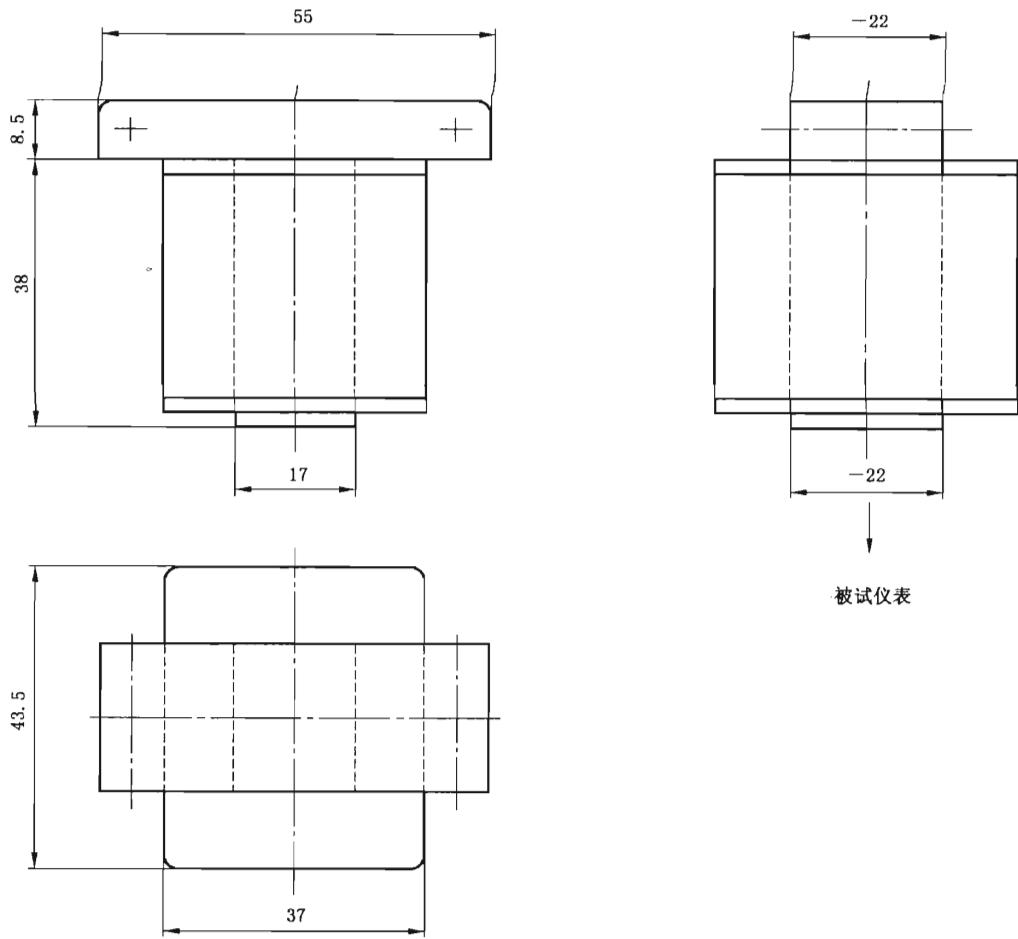
表 C.1 (续)

序号	试 验 项 目	标准要求	试验方法	不合格类别	出厂 检验	周期性 试验	型式 检验
20.6	串模干扰抑制能力试验	5.15.1.6	6.20.6	B		✓	✓
20.7	共模干扰抑制能力试验	5.15.1.7	6.20.7	B		✓	✓
21	交流电压测量功能试验	5.15.2					
21.1	输入阻抗试验	5.15.2.1	6.21.1	B		✓	✓
21.2	波峰因数试验	5.15.2.2	6.21.2	B		✓	✓
21.3	响应时间试验	5.15.2.3	6.21.3	B		✓	✓
21.4	测量信号频率范围试验	5.15.2.4	6.21.4	B		✓	✓
21.5	电压频率积试验	5.15.2.5	6.21.5	B		✓	✓
21.6	共模抑制能力试验	5.15.2.6	6.21.6	B		✓	✓
22	电阻测量功能试验	5.15.3					✓
22.1	欧姆调零试验	5.15.3.1	6.22.1	B	✓	✓	
22.2	最大输入电压试验	5.15.3.2	6.22.2	B	✓	✓	✓
22.3	开路电压试验	5.15.3.3	6.22.3	B	✓	✓	✓
22.4	响应时间试验	5.15.3.4	6.22.4	B		✓	✓
23	直流电流测量功能试验	5.15.4					✓
23.1	允许的调零电流范围试验	5.15.4.1	6.23.1	B	✓	✓	
23.2	最大输入电流试验	5.15.4.2	6.23.2	B	✓	✓	✓
23.3	电流测量线性范围试验	5.15.4.3	6.23.3	B	✓	✓	✓
23.4	电压负荷试验	5.15.4.4	6.23.4	B		✓	✓
24	交流电流测量功能试验	5.15.5					✓
24.1	电流测量的线性范围试验	5.15.5.1	6.24.1	B	✓	✓	
24.2	电压负荷试验	5.15.5.2	6.24.2	B	✓	✓	✓
24.3	波峰因数试验	5.15.5.3	6.24.3	B		✓	✓
25	标志试验	8.1					
25.1	仪表外壳标志耐清洗试验	8.1.1	6.25.1.1	B		✓	✓
25.2	仪表外壳标志标识检验	8.1.2	6.25.1.2	B	✓	✓	✓
25.3	仪表技术文件标志试验	8.1.3	6.25.2	C	✓	✓	✓
A * ——可靠性试验只在批量生产鉴定试验时进行，正常生产后允许 5 年进行一次。							

GB/T 13978—2008

附录 D  
(规范性附录)  
外磁场影响试验电磁铁

比例:1:1(尺寸单位:mm)



绕组参数举例:500 匝  $\Phi 0.6 \text{ mm}^2 / 0.28 \text{ mm}^2$

或:1 000 匝  $\Phi 0.4 \text{ mm}^2 / 0.126 \text{ mm}^2$

铁芯比总损耗:1.0 W/kg

图 D.1 外磁场影响试验



中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准  
数 字 多 用 表  
GB/T 13978—2008

\*

中国标准出版社出版发行  
北京复兴门外三里河北街16号  
邮政编码：100045

网址 [www.spc.net.cn](http://www.spc.net.cn)

电话：68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷  
各地新华书店经销

\*

开本 880×1230 1/16 印张 3 字数 79 千字  
2009年1月第一版 2009年1月第一次印刷

\*

书号：155066·1-34954 定价 32.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换  
版权专有 侵权必究  
举报电话：(010)68533533



GB/T 13978—2008