

“精度”是个含义不确定的非规范用语

盛伯湛

在衡器行业的一些文宣资料中，不时会见到“高精度xx秤”的提法，然而“精度”不是一个规范用语，又常被用来表达不同的意思。因此它的涵义是含混不清的，不能传递明确的意思，应当避免再继续不当使用它。

为什么说“精度”是一个涵义含混不清的不规范用语呢？因为：

首先，“精度”只是一个曾经出现过的通俗说法，但从来就不是一个有正式定义的计量学名词。

其次，对应于汉语“精度”的英文单词有两个：一是 precision, 另一个是 accuracy；而在计量学术语中，前者指“精密度”，后者指“准确度”。

此外还有一些场合，“精度”用来指称“分度值”。例如，某些衡器制造商在产品推销资料上介绍所谓“高精度台秤”系列产品的规格时有这样的描述：“量程 60kg、75kg、100kg/精度 1g、2g、5g、10g，秤台面尺寸 30cm×40cm；量程 150kg、200kg、300kg/精度 1g、2g、5g、10g、20g、50g，秤台面尺寸 40cm×50cm。”而其实这些同系列产品的等级都是相同的。

按 JJF1181-2007《衡器计量名词术语及定义》6.2.2 条分度值(d , scale interval)的定义是指：“以质量单位表示的相邻两个(数字指示的)示值之差或(模拟指示的)标尺标记所对应的值之差。”因此，这里所称的“精度”只是衡器设计制造时所规定的指示器显示分度的大小而已。与此相近的有关术语还有：

6.2.3 检定分度值(e) verification scale interval

用于衡器分级或检定的，以质量单位表示的值。

6.2.5 检定分度数(n) number of verification scale interval

最大称量(Max)与检定分度值(e)之比，即 $n=Max/e$ 。

7.7 鉴别力 discrimination

衡器对载荷微小变化的反应能力。

7.9 分辨率 resolution

指示装置可以有效辨别紧密相邻称重值的能力。

由此可见，这里的“精度”还不及“鉴别力”或“检定分度值”、“检定分度数”等更能客观地反映衡器计量性能的好与差。

至于即使都用于评价主要计量性能的“精密度”与“准确度”两者的含义也是不相同的。

在评价和分析计量器具的误差(error of measuring instrument)状况时，除了应把由于偶而疏忽而造成的粗大测量误差(careless error)先行剔除之外，剩余的误差一般包含了

计量器具的系统误差(systematic error)和检测的随机误差(random error)两大部分。它们产生的源头不同,想要消除或减小它们,需要采取不同的针对性措施。也就是说:

$$E_m = E_s + E_r \quad \text{式 1}$$

式中: E_m 为测量误差, E_s 为系统误差, E_r 为随机误差

测量误差是指,由测量仪器(系统)给出的量值与对应输入量的参考量值之差。

对同一对象重复多次测量,可以提高结果的可信度。若 n 次测量的结果分别为:

$x_i = x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$; 对该被测对象输入量的参考量值(约定真值)为 T , 则有:

$$E_{m_i} = x_i - T \quad \text{式 2}$$

系统误差又称为可测误差或规律误差。其特征是:在实际测量条件下重复多次测量同一量值时,该测量误差分量基本保持恒定(即绝对值和符号不变),或按某种可以预见的方式变化(绝对值和符号的变化都有一定规律)。其中,前者又称恒定误差,后者又称变值误差。

反映系统误差(E_s)大小程度的是正确度(trueness),可用多次测量的算术平均值(或数学期望) μ 与约定真值 T 之差,即偏移(bias)来衡量。

$$E_s = \mu - T \quad \text{式 3}$$

式中: $\mu = \frac{1}{n}(x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n)$

随机误差又称未定误差。其特征是:在实际测量条件下重复多次测量同一量值时,该测量误差分量的绝对值和符号以不可预知的方式变化。按概率论和数理统计学的观点来看,它是在测量条件下围绕测量结果的算术平均值(数学期望)周围随机变化的那部分误差,其出现的规律性十分复杂,只能用统计的方法找出误差的大小和出现次数之间的数字关系,即找出误差的概率分布规律。经典的误差理论认为:随机误差出现的概率分布为正态分布,并在这一前提下建立了随机误差的统计分析方法。当测量次数不断增加时,该种误差的算术平均值趋向于零。

反映随机误差大小程度的是精密度(precision),是指规定测试条件下各独立测试结果相互间的一致程度,可用偏差(deviation)来衡量。

对于单次测量的精密度,可用各单次测量结果分别与在重复条件下对同一被测对象多次测量结果的平均值之差来表达,即:

$$E_r = x_i - \mu \quad \text{式 4}$$

对于有限量样本的全体,则通常用大量测试结果的标准差 σ (standard deviation)来表达,即:

$$E_r = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2} = \sigma \quad \text{式 5}$$

可见,精密度依赖于随机误差的分布,仅仅与期望值有关,而与真值无关。

至于准确度 (accuracy) 是指测试结果与真值之间的一致程度。准确度通常用误差 (error) 来衡量, 其由随机误差分量 (偏差) 及系统误差分量 (偏移) 共同组成。因此, 当我们比较两组数据的准确度时, 应当同时比较它们的正确度与精密度。

用于反映不同类误差之大小程度的三种术语的比较

误差类别	测量误差 E_m	系统误差 E_s	随机误差 E_r
反映程度的术语	准确度 (accuracy)	正确度 (trueness)	精密度 (precision)
定义*	5.5 测量结果与被测量真值之间的一致程度	5.20 在重复条件下, 对同一被测量进行无限多次测量所得结果的平均值与被测量的真值之差	5.19 测量结果与在重复条件下, 对同一被测量进行无限多次测量所得结果的平均值之差
评定方式 及对应值名称	示值与真值之差 $E_{m_i} = x_i - T$	期望值与真值之差 $E_s = \mu - T$	大量示值的标准差 $E_r = x_i - \mu$
	示值误差 (error)	偏移 (bias)	偏差 (deviation)

* 定义前标的数字为《JJF 1181-2007 衡器计量术语及定义》中相应条款的编号

下面用射箭为喻, 进一步说明正确度、精密度、准确度三者的区别:

如果甲、乙、丙、丁各射 20 箭, 设靶心 (10 环) 为真值, 并用概率统计学的相关公式分别计算各人成绩的数学期望值和标准差, 结果如下表:

靶环		6 环	7 环	8 环	9 环	10 环	总计	期望值	标准差
中 靶 箭 数	甲	2	3	4	5	6	170 环	8.5	1.357
	乙	0	4	5	8	3	170 环	8.5	1
	丙	0	0	10	10	0	170 环	8.5	0.513
	丁	4	5	8	3	0	150 环	7.5	1

甲乙丙三人的总成绩都是 170 环、平均 8.5 环, 相对于“真值”靶心, 三人成绩的偏倚量都是 $8.5 - 10 = -1.5$, 也就是说三者的系统误差或正确度是相等的。但是他们的精密度和准确度并不完全相同, 甲的最低分为 6 环、乙的最低分为 7 环、丙的最低分为 8 环, 即三人的最大误差并不相等。而甲乙丙三人的标准差依次递减, 说明三者的随机误差不相等, 也就是甲的精密度最差、乙次之、丙最高 (虽然甲射中 10 环 6 次、乙射中 3 次、而丙为 0 次)。

再看乙和丁二人成绩的期望值不同, 显然正确度与准确度都不会相同; 但是他们的标准差都是 1, 也就是说两者的随机误差或者精密度是相等的。

准确度曾一度叫做“精确度”, 有人将其简称为“精度”, 但只是一种通俗的说法, 并没有严格的等同关系; 却倒是在不少场合还有人会把“精度”作为“精密度”的简称。因此, 与“高精度”对应的英译文也有 high precision 和 high accuracy 两种, 使得“精度”所表达的涵义就不确定了。为了避免混淆, “精确度”一词已停止使用, 改称为“准确度”了, “精度”也就不应再理解成它的简称了。

计量器具的准确度能够反映被测对象的测量值偏离实际值(约定真值)的程度,测量误差既包含了偏差量(随机误差),也包含了偏移量(系统误差);而精密度仅仅反映了随机误差,并没有包括系统误差在内。因此“高精度xx秤”中的“精度”所表征的意义往往是含混不清的,故而对于他人所所谓的“精度”究竟是指“精密度”呢,还是“准确度”,甚至仅仅是“显示分度值”,我们必须弄明白,不致误解。更要警惕个别无良商家有意滥用不规范用语来误导忽悠客户。同时,我们自己也不应再盲目跟风,以免使人确定不了所表达的真实含义。