

科技期刊要注意误差、偏差、 不确定度和准确度的规范使用

韩国秀¹⁾ 辛督强²⁾

1) 西京学院外语系; 2) 西京学院应用理学系; 710123, 西安

摘要 针对当前科技期刊中存在不当使用“误差”“偏差”“不确定度”“准确度”等通用计量术语的现象,依据 JJF 1001—2011《通用计量术语及定义》,对这几个术语进行辨析,并通过实例分析,提出其规范用法。

关键词 误差; 偏差; 不确定度; 准确度; 规范使用

Sci-tech journals should notice the normative use of error, deviation, uncertainty and accuracy // HAN Guoxiu, XIN Duqiang

Abstract In view of the improper use of the terms "error", "deviation", "uncertainty" and "accuracy" in the current sci-tech journals, the definitions of these terminologies are differentiated and analyzed according to the JJF 1001-2011 *General Terms in Metrology and Their Definitions*. Moreover, examples are presented to demonstrate the normative use of these words.

Keywords error; deviation; uncertainty; accuracy; normative use

First-author's address Foreign Language Department of Xijing College, 710123, Xi'an, China

在计量、物理、化工、生物、机械等众多科技论文中,经常会遇到对测量或模拟计算结果进行评定的问题,涉及诸如“误差”“偏差”“不确定度”“准确度”“精度”“精密度”“正确度”等计量学基本术语;但是,由于部分作者和编辑对这些术语的基本概念、联系和区别以及如何正确使用等存在混乱,致使当前不少科技期刊中仍存在很多混用、错用、误用这些基本术语的问题,严重影响了学术观点的科学表达和信息传播的效果^[1-5]。本文从这些术语的定义、解释出发,并结合期刊中存在的“错例”进行分析,提出了相关术语的规范用法,以期增强作者和编辑规范使用这些术语的意识,最终达到认识和应用的一致,方便学术成果的交流和应用^[6-9]。

1 “误差”误用作“偏差”

错例 1^[1] 利用化工模拟软件应用热力学方程 WILSON、NRTL 和 UNIQUAC 方程对实验数据进行关联和预测,得到了相关的模型参数,结果表明 UNIQUAC 模型对实验数据的吻合性最好,汽相组成的计算值与实验值最大绝对偏差不超过 0.03,平均值不超过 0.004,为工业分离工艺的设计提供了参考。

错例 1 将理论计算值与相应条件下的实验值进行比较,用“最大绝对偏差”和“平均绝对偏差”来验证这些理论计算的可靠性。JJF 1001—2011《通用计量术语及定义》对“偏差”的定义为:“多次测量时某次测量值与一系列测量值的平均值之差。”相对于“偏差”,通常使用更多的是“标准偏差”,其定义为“偏差平方和除以测量次数的平方根”^[10],用于对同一被测量对象进行多次测量,表征测量结果的分散性。

由“偏差”的定义可知:首先,求“偏差”需对同一被测量对象进行多次测量(计算);其次,“偏差”描述的是某次测量(计算)偏离多次测量(计算)平均值的大小;再次,“偏差”的大小仅与测量结果有关,且其值是确定的,是可根据测量结果直接、准确计算的,不需要知道被测量的真值,也不需要将被测得值与真值进行比较。然而,错例 1 中虽然计算了多组理论值,但并非同一被测量对象的重复计算(测量),而是不同条件下多组被测量对象的各一组理论计算,这一点与“偏差”定义不符;此外,错例 1 中并不存在多次重复计算的平均值,例中也未涉及某一计算值与平均值之差,这也与“偏差”定义不符;还有,错例 1 将计算值与实验值进行比较,得到了所谓的“偏差”值,以此来描述表征理论模型计算的可靠性,这也与“偏差”的定义不符。综上,错例 1 中将计算值偏离实验值的大小用作“偏差”是错误的。

错例 1 中正确的术语应该为“误差”。JJG 1027—1991、JJF 1001—1998 等规范^[11-12]对“误差”的定义是“测量结果与真值之差”。由于真值的不可知,传统的误差定义在可操作性方面存在较大困难。JJF 1001—2011《通用计量术语及定义》^[10]对“误差”做了新的定义:“测得的量值减去参考量值。”新的误差定义用“参考量值”代替了传统的“真值”,将使实际处理更具操作性。其中,参考量值可以是被测量的真值(如果真值能获知),也可以是由某协议赋予的约定量值,还可以是测量不确定度可忽略不计的测量标准器的测得值。此外,“误差”概念不仅局限于实验测量,广义的“误差”概念还包括理论模拟计算值、猜测值、标称值等与真值或约定真值之差,即既有“测量误差”,还有

“计算误差”等。从“误差”定义可知,误差不仅与测得值有关,还与参考量值有关。错例1中作者的意图正是将实验值作为约定真值,将理论计算值与这些约定真值进行比较,用二者之差的大小来判断理论计算值的可靠与否,应属于广义“误差”的范畴;因此,应将错例1中的“最大绝对偏差”改为“最大误差”。

2 “不确定度”误用

错例2^[2] 研究了不同离子色谱仪在相同色谱条件下,对同一样品的分离分析中各种目标离子在不同仪器上检测结果的不确定度。 Na^+ 样品重复测定时,DX 600型离子色谱仪的不确定度为0.011 18,ICS 3000型离子色谱仪的不确定度为0.001 908。

错例2中的“不确定度”是国际上通用的定量表征测量结果质量的术语。测量结果必须附有不确定度才是完整、有意义的;这是因为由于误差的存在,测量值是具有分散性的,即便是一个简单的测量,被赋予的测量值也不唯一,真值是多少并不知道,只能获得一个最佳估计值,而真值就在包含最佳估计值的一个不确定的范围内,其分散程度或可信程度就用“不确定度”来衡量。

JJF 1001—2011对“不确定度”的定义为:“根据所用到的信息,表征赋予被测量值分散性的非负参数。”^[10]其中:不确定度的一些分量可用测量结果的统计分布估算,称为A类不确定度;另一些分量则可基于一些事先获得的可靠信息(如权威机构发布的量值、校准证书、仪器的漂移和经检定的测量仪器的准确度等级,等等)或基于事件发生的信任程度(称为主观概率或先验概率)估算,称为B类不确定度。这2类不确定度都可用标准偏差表征,从而称为标准不确定度。

综上所述,“不确定度”是与测量结果相联系的一个参数,它和被测量对象的测量结果(最佳估计值)一起,说明被测量之值可能出现的一个区间或说明所获得的最佳估计值的可能出现的误差限;因此,“不确定度”只能与测量结果相联系,而不能用于测量仪器,即不存在“测量仪器不确定度”这一概念。错例2中将“不确定度”直接用于评定测量仪器显然不对。

然而,也有学者认为测量仪器的“示值”可以是测量结果,那些实物量具如量块、砝码等的示值就是其标称值,也存在不确定度,这样就可认为存在“测量仪器不确定度”这一概念^[13]。事实上,这种提法是将“仪器测量结果的不确定度”(即“测量不确定度”)与“测量仪器示值不确定度”这2个概念混为一谈。由不确定度的评定方法可知,不确定度分为A、B 2类不确定

度,分别运用统计和非统计2类方法进行定量评定,“仪器测量结果的不确定度”是各输入量、各类因素导致的不确定度的合成,而“测量仪器示值不确定度”仅表示仪器示值这一个因素的不确定度,这二者是总体与部分的关系,不应等同;因此,建议错例2中不要直接使用“测量仪器不确定度”这一简称,可使用“某仪器测量结果的不确定度”,以免与仪器示值导致的“测量仪器示值不确定度”混淆。

3 “误差”与“不确定度”混用

错例3^[3] 测量结果最终应表示为 $x = \bar{x} \pm \Delta$ 的形式。式中 \bar{x} 是算术平均值或最佳值, Δ 是测量的不确定度,亦即测量的最大误差。

“误差”和“不确定度”是现代计量学中2个重要的概念,运用误差理论和不确定度理论都可对测量结果进行质量评估,二者各具特色,在使用时采用哪种理论要视具体情况而定;然而,很多文献包括实验教材都总是回避使用不确定度,而将误差这个概念到处滥用,造成概念上的混乱。如测量结果都表示为 $x = \bar{x} \pm \Delta$,但对于 Δ 却说法不一,有的称作“标准偏差”,也有的称作“误差”“最大误差”或“误差限”等等,甚至如错例2将“不确定度”与“最大误差”混为一谈。

“误差”是描述测量值与真值(或参考量值)接近程度的量,“不确定度”则是与测量结果相联系的、表征被测量之值分散性的非负参数。从二者定义可知:第一,误差在数轴上表示为一个点,而不确定度则表示为一个区间,即被测量之值可能的分布区间。第二,误差具有确定的正负号,或为正值,或为负值,不应当以 \pm 号的形式表示;而不确定度则是标准偏差或包含区间的半宽度,恒为正值。第三,当已知误差的值或估计值时,可对测量结果进行修正,得到修正后的结果;但不能用不确定度或标准偏差对测量结果进行修正。第四,误差不仅与测得值有关,还与真值(或参考量值)有关;因此,不能单靠测量结果获得误差,也不能通过分析方法得到误差,如果真值未知,则“误差”以及“最大误差”等也都是未知的。而不确定度可根据测量结果或资料、经验等其他所得信息,灵活运用统计和非统计2类方法进行定量评定,是完全可获知的。

错例3中将测量结果表示为 $x = \bar{x} \pm \Delta$ 的形式,符合国际惯例;但由于大多数测量的真值未知,导致误差及最大误差等也都未知,故此处 Δ 不可能是“误差”“最大误差”或“误差限”等,而应表述为“不确定度”或以标准偏差表示的“标准不确定度”。

$x = \bar{x} \pm \Delta$ 的准确含义为:测量结果的算术平均值为 \bar{x} ,标准不确定度为 Δ ,合理赋予被测量值的68%

(标准偏差对应的包含概率)位于 $[\bar{x} - \Delta, \bar{x} + \Delta]$ 内。也就是说,被测量的真值还有32%的可能性不在这个区间,故最大误差有可能超过不确定度 Δ 。

总之,“不确定度”和“误差”的含义不同,测量的“最大误差”和“不确定度”之间没有确定的数量关系,“最大误差”有可能大于“不确定度”,也有可能等于或小于“不确定度”;因此,错例3中将“不确定度”与“最大误差”等同起来是错误的。

4 “准确度”相关术语误用

错例4^[4] 甲活塞压力计的测量准确度为 $\pm 0.05\%$,乙活塞压力计的测量准确度为 $\pm 0.1\%$,故甲仪器的测量准确度更高。

错例5^[5] 实验所用仪器包括WAY-2S型阿贝折射仪,精度0.002;FA1104N型分析天平,精度0.1 mg;恒温水浴,精度0.1 °C;密度计精度为 $0.2 \text{ mg} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。

错例4中的“准确度(accuracy)”是反映测量结果与真值(参考量值)一致程度的术语^[10],其高低用“误差”来衡量;而“误差”按照产出的原因和性质,又可分为“系统误差”和“随机误差”,“系统误差”是“在重复测量中保持不变或按可预见方式变化的测量误差的分量”,“随机误差”是“在重复测量中按不可预见方式变化的测量误差的分量”;因此,“准确度”反映了测量结果中“系统误差”和“随机误差”的综合情况,当测量提供较小的误差时就说该测量是较准确的。

JJF 1001—2011还定义了2个与“准确度”有关的术语,即“正确度”和“精密度”。“正确度(trueness)”是指“无穷多次重复测量所得量值的平均值与一个参考量值间的一致程度”。其与系统误差有关,系统误差越小,则测量的正确度就越高。“精密度(precision)”则是指“在规定条件下,对同一或类似被测对象重复测量所得示值或测得值间的一致程度”。其通常用于定义测量的重复性,与随机误差有关,随机误差越小,则测量值分布越密集,测量的精密度就越高。

从定义可知,尽管“准确度”“正确度”与“精密度”之间有关联,但不应混淆使用。其中,“精密度”常以数字形式表示,如在规定测量条件下的标准偏差、方差或变差系数等,而“准确度”和“正确度”却是定性的概念,不能用数值表示,一般用高或低来描述,或用有关标准或检定规程给定的等级表示。

错例4中将“准确度”这个定性概念用量值来表示,显然与其定义不符,是错误的。建议将“准确度”改为“示值误差”,或按有关标准或检定规程,称该仪器的准确度为1级或2级。

错例5中所用的“精度”,在我国普遍使用,它不

仅在仪器设计和制造中用,而且在测量结果和仪器的质量评定中用;但长期以来,“精度”用语并不统一,可以指“精密度”“正确度”或“准确度”。由于含义不确定,JJF 1001—2011中并未出现“精度”;因此,为了表述准确,科技期刊中应避免使用“精度”;对于评定测量结果而言,宜用“不确定度”;对于测量仪器而言,宜用“准确度”“精密度”或“最大允许误差”等;对于批量性产品而言,可给出其“最大允许误差”。

5 结束语

“误差”“偏差”“不确定度”“准确度”等术语,既有联系又有区别,各有其用。科技期刊作者和编辑应熟悉这些术语的含义和规范用法,在使用时要具体问题具体分析,根据使用意图严格区分,规范使用,以免影响学术信息的科学、严谨和准确表达。

6 参考文献

- [1] 李柏春,杨瑞岭,杨振生,等.常压下丁酮-丁酮连氮体系气液平衡数据的测定与关联[J].化学工程,2014,42(7):48
- [2] 王晓香,王文佳,崔晓庆,等.离子色谱仪器的不确定度比对[J].中国无机分析化学,2012,2(3):82
- [3] 权松.大学物理实验中的误差理论:测量误差与测量不确定度[J].吉林建筑工程学院学报,2007,24(3):80
- [4] 赵彩琳.正确理解精度和准确度概念[J].大众标准化,2006(5):40
- [5] 朱民,辛督强,解延雷,等.三元系无机溶液折射率的计算方法[J].北京师范大学学报(自然科学版),2006,42(2):174
- [6] 刘锐.“化学需氧量”的正误用法辨析[J].编辑学报,2014,26(3):241
- [7] 秦和平,周佩琴,邢宝妹.科技期刊常见语言文字问题正误辨析[J].中国科技期刊研究,2005,16(2):257
- [8] 杨继民,潘学燕,郭柏寿.几个易误用的量和单位辨析[J].编辑学报,2010,22(6):505
- [9] 胥橙庭,张彤,夏道家.科技期刊中3组异形词的辨析[J].编辑学报,2013,25(6):549
- [10] 通用计量术语及定义:JJF 1001—2011[S].北京:中国计量出版社,2011
- [11] 测量误差及数据处理:JJG 1027—1991[S].北京:中国计量出版社,1991
- [12] 测量不确定度评定与表示:JJF 1001—1998[S].北京:中国计量出版社,1999
- [13] 李慎安.JJF 1059—1999《测量不确定度评定与表示》讨论之六:测量仪器不确定度[J].工业计量,2006,16(4):39

(2014-12-03 收稿;2015-03-16 修回)