

辨别测量不确定度，标准不确定度，合成不确定度，扩展不确定度

在我所接触过的一些中国国内化学实验室朋友们中，能真正区分所谓的测量不确定度，标准不确定度，合成不确定度，扩展不确定度的意思者不多。很可能他们还未搞清楚评定不确定度的基本步骤吧。这里让我们再来理顺一回。

中国国家标准 JJF 1059.1-2011 给测量不确定度 U 的定义为：“根据所获信息，表征赋予被测量值分散性的非负参数。” 国际 ISO GUM 对测量不确定度的定义为：“表征合理地赋予被测量之值的分散性，与测量结果相联系的参数。” 这两个定义大同小异，意味着测量结果是对目标参数真值的最佳估计值，而不确定度则用来表征赋予测量值的波动范围的不确定性。定义中的“合理”意指我们必须考虑各种可能对测量有影响的因素，包括重复性条件或再现性条件。测量不确定度就是说明被测量之值分散性的参数。

给出不确定度参数的方法是先估计各个影响因数的标准不确定度 u ，以标准差表示，然后计算合成标准不确定度。最后用标准差的倍数给出扩展不确定度，所用的倍成因子 k 称为包含因子，一般取 $k=2$ 或 $k=3$ ，得出的参数称扩展不确定度 U ，并说明了置信概率 p 的区间的半宽。

例： 设某一土壤样本中的六，六，六农药残留测量结果为

$$(108.9 \pm 7.5)\mu\text{g}/\text{kg}; \quad k=2 \text{ (95\%置信区间)}$$

这意味着在 95%的置信度，该土壤中的六，六，六农残的测量值是在 (101.4, 116.4) $\mu\text{g}/\text{kg}$ 之间。不确定度(uncertainty, U)，也称扩展不确定度(expanded uncertainty)为 7.5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 而这 U 是由一个包含因子或覆盖因子(coverage factor, k) 和合成标准不确定度 u 组成的，它们之间的关系是

$$U = k \times u \quad \text{式[1]}$$

由于随机数据是服从正态概率分布，包含因子 k 一般都是 2,也可以是 3，分别基于大部分不低于 95% 和 99%的置信概率。因此标准不确定度 u 可从

式[1] 换算出来, 即 $7.5 / 2 = 3.7(5)\mu\text{g}/\text{kg}$ 。这也表示了实验室在做不确定度评定时是先取得合成标准不确定度 u , 然后再乘以 k 而给出了该数据结果的不确定度。

在评定一个试验方法的测量不确定度过程中, 所有的不确定因素的贡献指标都是以其个别标准不确定度 (以标准差表示) 来做合成计算的。乘与包含因子的行动是留到最后总结扩展不确定度时才用得上。
