

$$U_p = k u_c = 2 \times 1.2\% = 2.4\% \quad (18)$$

7 结语

1) 本文仅是对 DN20 的 3 级热能表在 2500L/h、温差 3℃ 条件下检定的不确定度评定。其他管径的 2、3 级热能表均可以参考上述方法进行测量不确定度的评定。

2) 本文之所以没有对 B 类不确定度的自由度进行计算, 笔者认为有以下几点原因: 一是 B 类评定中的数据主要来自上级检定证书, 取均匀分布是对不确定度分布的估计, 再计算自由度已显重复; 二是直接

依照 JJF1059——1999《测量不确定度评定与表示》7.2 采用近似估计取其包含因子, 可以避免繁琐的自由度估算, 使问题简单化; 三是对测量结果的自由度的计算, 应主要考虑其测量次数的影响而不应考虑装置本身的影响, 因装置是特定的、唯一的。以上仅是个人观点, 仅供参考, 不妥之处, 欢迎批评指正。

参考文献

- [1] JJF1059—1999《测量不确定度评定与表示》. 中国计量出版社
- [2] JJG225—2001《热能表检定规程》. 中国计量出版社
- [3] JJF1033—2001《计量标准考核规范》. 中国计量出版社
- [4] JJF1001—1998《通用计量术语及定义》. 中国计量出版社

校准结果测量不确定度评定的简化途径和方法

范巧成

(山东电力研究院计量检测中心, 济南市 250002)

摘要 本文从各个方面介绍了校准结果测量不确定度评定的简化途径和方法。其中主要包括: 测量重复性的处理, B 类评定分布及自由度的估计, A、B 两类评定方法的选择, 不确定度分量的忽略原则, 相关性的处理, 测量不确定度的合成, 最终不确定度报告形式。

关键词 校准结果; 测量不确定度; 简化途径; 简化方法

校准工作不同于一般的测量和检测, 对环境条件的控制相对较好, 测量方法一般采用直接比较法, 因此测量模型简单。但是, 使用同一套计量标准, 其被校准对象准确度等级差异可能较大, 测量范围可能很宽, 因此被校准点往往较多, 测量不确定度需要重复计算。针对这些特点, 提出如下简化途径和方法。

1 重复性标准差 s 与分辨力导致的分散性标准差 $0.29 \delta_x$ 的处理

如果重复观测的若干结果中, 末位存在明显的差异, 很明显, 由此按贝塞尔公式计算出的实验标准差 s 中, 已包含了分辨力导致的分散性, 但如果末位无明显出入, 甚至相同, 则 $s = 0$ 或甚小, 则其中未包含分辨力导致的分散性, 这时 $0.29 \delta_x$ 必须作为一个分量进入 u_c , 通常应该 s 与 $0.29 \delta_x$ 哪一个大取哪一个。

2 被校标准源或仪器的示值不稳定和示值重复性如何考虑和评定?

1) 示值不稳定显然是一个不确定度来源, 在短

时间内其值就在最大与最小间变化, 因此, 可将最大值与最小值之差的一半作为半宽 a , 按均匀分布处理, $u = a/\sqrt{3}$ 。

2) 示值重复性的评定可用每次测量的最大值或最小值的标准差 s 表示。

3) 当示值不稳定产生的不确定度 u 较大时, s 可忽略; 当两者相当时, 可分别考虑; 当 s 较大时, u 可忽略。

3 测量重复性的三种处理情况

当对某类仪器进行测量重复性的实验, 实验结果表明测量重复性可忽略时, 以后不再评定; 而当实验结果表明测量重复性不能忽略, 此时可设法获得合并样本标准差; 对于重要的测量, 测量重复性产生的不确定度分量可实时进行评定。

4 B 类评定分布的估计

一般只取正态分布和均匀分布。

1) 均匀分布: 按级使用的数字式仪表、测量仪器

最大允许误差导致的不确定度; 数据修约导致的不确定度; 数字式测量仪器对示值量化导致的不确定度。

2) 正态分布: 已知等级的装置, 其最大允许误差导致的不确定度, 如电能表装置。校准证书中给出的 U 未指明分布时按正态分布。

5 B类评定自由度的估计

1) 由数据修约和仪表分辨力产生的不确定度, 其自由度估计为 ∞ 。

2) 按校准证书、检定证书以及测量仪器最大允许误差所评定出的标准不确定度应是较为可信的, 其自由度可估计为 50 或更大。

3) 来源不十分可靠时, 可估计为 12 或更小。

6 A、B 两类评定方法的选择

A、B 两类评定只是评定方法不同, 对于一个完整的评定, 不一定非得要既有 A 类评定又要有 B 类评定。重要的是找到各个不确定度来源, 做到不能遗漏重要的分量, 至于用什么方法, 应按照方便、可靠、简单、实用的原则来选择。

7 不确定度分量的忽略原则

一切不确定度分量均贡献于合成不确定度, 只会使合成不确定度增加。忽略任何一个分量都会导致合成不确定度变小。但由于采用的是方差相加得到合成方差, 当某些分量小到一定程度后, 对合成不确定度实际上起不到什么作用, 为简化分析与计算, 当然可以忽略不计, 例如, 忽略掉一些分量后使合成标准不确定度的减少不到 1/10 即可, 对于比较重要的测量可控制到 1/20。

8 相关性的处理

输入量之间的相关系数 r 只取 -1, 0, +1 三个值。除非有明确的理由表明两输入量之间存在强相关, 否则均按不相关处理, 即取相关系数 $r = 0$ 。

若有明确的理由表明两输入量之间存在强相关, 则视其正相关或负相关而取相关系数 $r = 1$ 或 -1 。

对于存在强相关的各测量不确定度分量, 合成时采用线性相加(当相关系数 $r = -1$ 时, 则为相减)。对于不相关的各测量不确定度分量, 合成时采用方差(即标准不确定度的平方)相加。

若有部分不确定度分量相关, 则先将相关的不确定度分量采用线性相加的方法进行合成, 然后再与其它不相关的分量采用方差相加的方法进行合成。

一般情况下, 可以采取改变测量原理、测量方法、测量仪器等手段尽可能使其不相关。

9 测量不确定度的合成

在测量不确定度评定中, 合成标准不确定度及其有效自由度的评定是相当复杂和困难的。这里推荐参照中国计量出版社 2003 年出版的《Excel 在测量不确定度评定中的应用》一书中介绍的原理和方法, 可使测量不确定度的评定变得方便而且快捷。从而方便地获得任意结果的不确定度。

10 最终不确定度报告形式

给出 U_p 的条件是必须是正态分布或接近正态分布, 还有就是已知是均匀分布($U_{95}, k = 1.65$)。在不考虑输出量估计值的分布的情况下, 可只给出 $U, k = 2$ 或 3。

1) 对于输出量是正态分布或接近正态分布的, 做到给出 U_{95} 的评定电子表格, 计算有效自由度, 查 t 分布表获得 k_p 。当自由度 ν_{eff} 从附录 A 查不到时, 不必一律用内插法计算 t 值。只有当 $\nu_{eff} \leq 6$ 时用内插法计算 t 值, 其余可取表中能查到的较小的数值。若给出 $k = 2$ 的扩展不确定度 U , 则在 k_p 单元格输入 2 即可。测量不确定度的报告形式为“ $U_{95} = \quad, \nu_{eff} = \quad$ ”和“ $U = \quad, k = 2$ 或 3”

2) 对于输出量估计值是均匀分布的, 测量不确定度的报告形式为“ $U_{95} = \quad, k = 1.65$ (均匀分布)”或用“ $U = a, k = \sqrt{3}$ ”, a 为均匀分布的区间半宽。

3) 扩展不确定度的有效位数: 最多为 2 位, 首位为 1、2 的取两位, 其余可取 1 位。

参考文献

- [1] 李慎安等. JJF1059-1999 测量不确定度评定与表示[M]. 北京: 中国计量出版社, 1999
- [2] 李慎安. 测量不确定度表达百问[M]. 北京: 中国计量出版社, 2001
- [3] 李慎安等. 测量不确定度的简化评定[M]. 北京: 中国计量出版社, 2004
- [4] 范巧成. Excel 在测量不确定度评定中的应用[M]. 北京: 中国计量出版社, 2003