

测量不确定度分析在长度计量检定与校准中的应用探讨

王莹(通辽市产品质量计量检测所, 内蒙古 通辽 028000)

摘要: 测量不确定度主要是和测量结果相关联, 反映被测量值的分散性, 在计量检定和校准工作中, 测量不确定度分析是非常重要的一部分工作, 通过不确定度分析, 测量值的分散性误差能够得到展现, 同时还能够使计量工具在使用中有更加精准的数值关系体现。鉴于此, 本文主要对长度计量检定和校准工作中测量不确定度分析的应用内容进行了分析, 以供参考。

关键词: 长度计量检定; 测量不确定度; 校准; 应用

测量不确定度主要是指对测量结果有效性、可靠性的不肯定程度, 是反映测量结果质量的定量分析参数。在进行计量检定和校准工作时, 通过测量不确定度分析, 能够使计量工作的质量得到有效的提升, 检定数据的精准性大大提高。

1 测量不确定度介绍

1.1 概念

测量不确定度主要是和测量结果存在关联的一个参数, 简单来讲是对测量结果有效性的不肯定程度, 主要是通过定量分析的方式体现测量结果的准确度。在计量工作中, 被测物体选定后, 设置一个参数, 获得测量值的分散性、被测物体的测量值在一定范围的概率。然后根据概率值给测量结果划定一个区间范围, 接着根据测量误差通过设定的参数进行相应的校正。划定的区间范围越小就说明不确定度越小, 而测量值所代表的真实数据精准性也就越高。

1.2 分类和来源

不确定度主要分为: A类评定的标准不确定度、B类评定的标准不确定度、合成标准不确定度、扩展不确定度。首先, A类评定的标准不确定度为 $u_A(\bar{x})$, 因为偶然效应造成的偏差使用统计方法进行评定, 公式主要是取算术平均值的标准偏差: $u_A(\bar{x}) = s(\bar{x}) = s/\sqrt{n}$ 。另外, B类评定的标准不确定度为 $u_B(x)$, 因为系统效应造成的偏差通过非统计方法进行评定。具体来讲, 对测量范围进行判别, 如果仪器误差概率的分布密度具有均匀分布规律, 通过概率 p 确定 k 值。 $u_B(x) = a/k$ 中的 a 主要是指区间的半宽度, 从有关资料中查找。 K 值确定主要是: 扩展不确定度和合成不确定度之间存在倍数关系时, 其倍数就是 k , 如果是正态分布, 依照概率查表取得 k 值。

测量不确定度评定中有关不确定度来源分析非常关键, 不确定度来源主要包含测量标准给出值, 测量方法、数据处理以及系统不完善, 环境条件变化、被测物性能的局限性以及测量重复性。

2 测量不确定度分析的应用

按照有关规范要求, 使用示值误差为 $(1+L/100) \mu m$ 的万能工具显微镜, 在 $(20 \pm 10)^\circ C$ 的温度范围内、确保同样条件下对 $0.040 mm$ 试验筛进行 10 次重复测量, 对其测量不确定度进行分析。

2.1 测量不确定度分析

先将测量的数学模型建立起来, 线性函数 $\delta = d$, δ 是被测筛孔的尺寸值, d 是万能显微镜上的读数值。接着

对测量不确定度的组成要素进行分析: 由于测量重复性造成的不确定度 $u(d_1)$, 由显微镜示值误差造成的标准不确定度 $u(d_2)$, 显微镜和被测工件之间线膨胀系数差值造成的标准不确定度 $u(d_3)$, 显微镜和被测工件线膨胀系数温度差值造成的标准不确定度 $u(d_4)$ 。

2.1.1 A类不确定度 $u(d_1)$

因为多次的重复测量出现测量不确定度属于 A 类不确定度, 通过 10 次的重复测量, 得到数据的平均值 $\bar{x}$ 为 $0.0403 mm$, 依照实验标准差公式计算:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

其中 $n=10$, 计算结果 $s=0.675 \mu m$ 。

也就说明测量值 A 类不确定度 $u(d_1)$ 为 $0.675 \mu m$ 。

2.1.2 B类不确定度 $u(d_2)$ - 显微镜示值误差引起

显微镜的示值误差是 $(1+L/100) \mu m$, 具有正态分布规律, k 值取 3, 测量长度为 $0.040 mm$ 时 $u(d_2) = 0.66 \mu m$ 。

2.1.3 B类不确定度 $u(d_3)$ - 显微镜和被测工件线膨胀系数差值引起

通过查找资料得知, 被测工件的线膨胀系数为 $(18 \pm 0.5) \times 10^{-6}/^\circ C$, 显微镜线膨胀系数为 $(10 \pm 0.5) \times 10^{-6}/^\circ C$, 差值最大为 $9 \times 10^{-6}/^\circ C$, $\Delta t = 10^\circ C$, $L = 5 mm$, 符合三角分布规律, $u(d_3) = 0.18 \mu m$ 。

2.1.4 B类不确定度 $u(d_4)$ - 显微镜和被测工件线膨胀系数温度差引起

两者之间温度差为 $2^\circ C$, 线膨胀系数为 $18 \times 10^{-6}/^\circ C$, $L = 5 mm$, 符合反正弦分布规律, $k = \sqrt{2}$, $u(d_4) = 0.13 \mu m$ 。

2.2 标准不确定度汇总

表 1 标准不确定度汇总表 (单位 /mm)

测量孔 1	测量孔 2	测量孔 3	测量孔 4	测量孔 5	测量孔 6	测量孔 7	测量孔 8	测量孔 9	测量孔 10	平均值
0.041	0.041	0.040	0.039	0.040	0.040	0.041	0.040	0.040	0.041	0.0403

2.3 合成标准不确定度

表 2 不确定度来源汇总表

符号	来源	标准不确定度
$u(d_1)$	测量重复性	$0.68 \mu m$
$u(d_2)$	显微镜示值误差	$0.66 \mu m$
$u(d_3)$	显微镜和被测工件线膨胀系数差值	$0.18 \mu m$
$u(d_4)$	显微镜和被测工件线膨胀系数温差	$0.13 \mu m$

各个影响量之间没有影响, 相互独立, 合成标准不确定度为:

$$u_c = [u(d_1)^2 + u(d_2)^2 + u(d_3)^2 + u(d_4)^2]^{1/2}$$

$=0.97 \mu\text{m}$

2.4 扩展不确定度

测量值遵循正态分布规律, 包含因子 k 设置为 2, 依据计算公式:

$U=ku_c=1.94 \mu\text{m}$, 这次长度为 0.040mm 的试验筛修正值的扩展不确定度就是 $1.9 \mu\text{m}$ 。

3 误差和测量不确定度之间的关系

计量检定工作中, 误差的出现比较常见, 测量不确定度是对误差进行评估的一个参数。一般引起测量误差的原因是多方面的, 比如仪器设备的选择、操作方式、测量环境、监测设备等。而由于不同原因引起的误差, 其分析的方式也相应存在差异, 两者之间相互关联, 但实验数据的处理侧重不同, 由于引起误差的原因不同相应出现不确定度种类。在计量检定和校准工作中, 针对测量结果进行不确定度分析, 有助于提高检定工作的质量。

因此, 在计量检定和校准工作中, 测量不确定度分析是保证计量工作质量的重要手段。与以往的计量检定工作相比, 开展测量不确定度分析, 检定数据的精准性进一步提高。由于测量的条件、设备、方法以及被测对象的不同, 不确定度来源也存在差异, 所以分析时需要对相关的内容进行深入掌握。计量检定人员对测量不确定度方面的知识和技能要有足够的了解, 这样检定的操作过程才能把握好, 对检定中影响测量结果的因素能够良好的分析出来。

对测量不确定度来源明确后, 可以校正误差, 以使检定数据的精确度更高。不过, 现阶段的计量工作中, 部分检定人员对测量不确定度分析的认识还存在一定的不足, 有关操作流程和具体内容认知较少, 使得检定结果的可靠性还需进一步提升。

4 结束语

综上所述, 在计量检定和校准工作中, 测量不确定度分析是一项非常重要的工作, 与测量结果有密切的关联。在长度计量检定工作中, 对测量值的精确度要求更高, 而且随着校准工作的不断开展, 进行测量不确定度分析的重要性更加凸显。通过合理的测量不确定度分析, 能够更好的确保测量值准确可靠。因此在计量检定和校准工作中要充分具备测量不确定度有关的知识和分析技能。

参考文献:

- [1] 丛嘉然. 测量不确定度分析在长度计量检定与校准中的应用 [J]. 百科论坛电子杂志, 2019(01):750-750.
- [2] 张艳云. 误差与测量不确定度分析在长度计量检定与校准中的应用 [J]. 仪器仪表标准化与计量, 2018(05):53-54+58.
- [3] 陈谊丽. 测量不确定度在计量检定中的应用刍议 [J]. 科技创新导报, 2017, 14(33):36+38.
- [4] 任瑞影. 校准结果测量不确定度评定问题的分析 [J]. 建筑工程技术与设计, 2017(21):4561-4561.

(上接第 112 页) 备的操作和当控制对于矿山运行发展有着较为重要的意义, 虽然 PLC 技术的应用可以对控制过程进行改进, 但是 PLC 技术属于新型技术, 工作人员应充分掌握 PLC 技术的操作方式, 这也无形中提升了对工作人员的要求。因此矿山工作人员需要在了解 PLC 技术操作原理的基础上对 PLC 控制设备加以利用。矿山内部提升机内部较为主要的技术特点就是基于 PLC 技术的变频控制, 这一技术能够为提升机的作业质量起到有效保证, PLC 技术下变频控制还利用了电-液联合控制及制动器, 使用径向齿块式调绳离合器。矿山企业在更新提升机的时候, 应始终遵循操作标准和规范, 使提升机的优化步骤更加科学合理。提升机内部主要分为保护系统, 动力系统, 指示系统, 制动控制系统。在提升机内部制动系统和控制系统属于最为重要的环节, 制动系统直接影响着制动器和液压站, 而控制系统直接影响着电气控制设备及操作台。对于利用双 PLC 系统的提升机, 不但可以实现半自动运行, 还可以通过高速计算模块实时接收轴编码器发射的信号, 对矿车的位置进行确定, 为矿山内部生产运行做出保护。

2.5 在控制顺序中的应用

在顺序控制器中能应用 PLC 技术, 有着理想的效果。在矿山生产控制过程中, 可能受到多方面因素的影响, 会

降低生产效率。通过应用 PLC 技术, 能采用远程控制和现场传感来提升控制效果。合理布置控制系统, 优化排列组合方式, 能发挥 PLC 技术的作用和功能, 保障顺序控制的效果。此外, 这种技术还能显著降低顺序控制的费用成本, 在使用方面有较强的灵活性。PLC 设备能把模拟信号进行转化为正常信号, 实现自动化控制。

3 结语

综上所述, 社会经济加速推动了自动化控制系统的发展, 矿山原有的继电器控制系统已经被 PLC 技术所取代, 为矿山企业的有序开采提供支撑。在矿山机电设备开采工作进行的时候, PLC 技术还可以为机电控制系统的安全性做出保证, 降低矿山内部工作人员的工作压力, 为矿山企业可持续发展起到推动作用。

参考文献:

- [1] 熊媛. 论 PLC 技术在电气设备自动化控制中的应用 [J]. 现代职业教育, 2016(9):37.
- [2] 徐渠. 化工装置电气自动化控制中 PLC 技术的应用分析 [J]. 西昌学院学报(自然科学版), 2014(4):45-47.
- [3] 李阳, 熊国鹏, 辛文军, 等. PLC 技术在化工装置电气自动化控制中的应用 [J]. 电子技术与软件工程, 2018(4):127.