

温度对长度计量检定的影响研究

李振宇

(忻州市综合检验检测中心,山西 忻州 034000)

摘要:针对温度对长度计量检定的影响问题展开探讨,简要介绍了长度计量的检定,包括计量检定工具和误差要求,并从理论角度分析了温度与长度计量之间的关系,进一步探讨了温度误差产生的原因,以及温度对长度计量的影响,最后,结合上述分析以及实际长度计量检定经验,总结提出了减小温度对长度计量检定影响的建议和策略。根据研究结果可知,通过确定标准温度允许偏差、防止环境温度改变、降低空调影响以及正确使用计量仪器等措施,能够有效减少长度计量检定过程中的温度影响,提高计量的准确性。

关键词:温度;长度;检定

中图分类号:TB921

文献标识码:A

文章编号:1004-7344(2023)42-0175-03

0 引言

随着社会的发展和行业的进步,长度计量工作逐渐得到更多重视和广泛应用,长度测量精度对于后续工作质量、开展情况等有着直接影响,甚至是关乎工作成功与否的决定性因素。而温度则是影响长度计量准确程度的重要因素,在热胀冷缩的影响之下,长度计量检定精度控制难度较高。因此,为保障长度计量检定的准确性,加强对于温度影响以及控制措施的研究是十分有必要的。

1 长度计量检定

1.1 计量工具

长度计量工具种类较多,对于不同的测量对象,需要使用的长度工具也各不相同。如在测量直线物体长度的情况下,会选择直尺、量块;在测量物体表面平整度时,通常会使用靠尺、塞尺等,此外,长度计量工具还包括卷尺、游标卡尺、千分尺等。

1.2 误差要求

在实际展开长度计量检测的过程中,由于温度会对计量结果产生影响,因此,对检测环境温度有着明确的要求,应使被测工件在测量环境下停留足够长的时间,被测工件、仪器和其周围空气温度达到均匀一致,并维持稳定^[1]。以三等金属线纹尺检定工作为例,在检定过程中,相关检定条件以及误差允许值如表1所示。

2 温度与长度计量关系的理论分析

温度对于物体的长度影响主要体现为热胀冷缩,

表1 检定条件及误差允许范围

| 序号 | 检定条件 | 要求 |
|----|-------------------------|-----------------|
| 1 | 检定地点等温时间 | ≥4h |
| 2 | 环境温度控制范围 | (20±1)℃ |
| 3 | 每小时温度变化 | ≤0.5℃ |
| 4 | 标尺间隔为100mm和10mm时,最大允许误差 | ±0.02mm |
| 5 | 标尺间隔为1mm和0.2mm时,最大允许误差 | ±0.01mm |
| 6 | 示值误差 | ±(0.03+0.02L)mm |

注:L表示三等线纹尺的标称长度,单位为m。

因此温度的改变会导致物体长度发生变化。温度与长度计量的关系如式(1)所示。

$$\Delta L=L \cdot K(t-20)。(1)$$

式中: ΔL ——物体长度变化量; L ——20℃下的工件尺寸; K ——工件膨胀系数; t ——环境温度; 20 ——标准环境温度20℃。

由式(1)可知,长度计量结果不仅会受到环境温度的影响,还会受到工件种类的影响,不同工件的膨胀系数各不相同,如铜的膨胀系数为 $18.5 \times 10^{-6}/\text{℃}$,钢的膨胀系数为 $11.5 \times 10^{-6}/\text{℃}$ 。

3 长度计量检定过程中温度误差形成的原因及影响分析

3.1 温度误差形成原因

根据式(1),在实际进行长度计量的过程中,若实际温度与标准温度之间存在偏差,就会出现测量误差。造成温度误差的主要原因包括以下两种。

(1)被检工件与检定工具存在温差。不仅环境温度不符合标准温度要求可能会造成测量误差,若被检工

件与检定工具存在温度差,也会引起测量偏差。由式(1)可知,当被检工件温度与检定工具存在温差时,被检工件的长度检定结果会产生大的偏差,同理,当检定工具温度与标准温度存在温差时,检定工具自身长度也会变化。

(2)工件与计量器具膨胀系数差异。在高精度、形状简单的长度计量检定的过程中,难以保障检定工具与被测工件的材质完全相同,这就会使得二者膨胀系数不同,在二者均发生长度变化的情况下,实际计量检定结果的偏差将会更大。根据式(1)可得到测量偏差,如式(2)所示。

$$\Delta L=L \cdot [K_1(t_1-20)-K_2(t_2-20)] \quad (2)$$

式中: ΔL ——测量结果长度变化量; L —— 20°C 下的工件尺寸; K_1 ——被检工件膨胀系数; t_1 ——工件温度; K_2 ——检定工具膨胀系数; t_2 ——检定工具温度。

3.2 温度对长度计量检定的影响

根据上述分析可知,温度对长度计量检定的影响主要包括以下6种情况。

(1)当被检工件与检定工具温度均为 20°C 时,温度差为0,由温度产生的误差也为0。

(2)当被检工件与检定工具温度相同,但是不等于 20°C 时,影响温度误差的主要因素为两种材料膨胀系数之差,即膨胀系数差异越大,那么测量结果温度偏差越大。

(3)当被检工件与检定工具温度相同,膨胀系数相同时,所产生的温度误差为 $0^{\text{[2]}}$ 。

(4)当被检工件与检定工具膨胀系数相同时,温度不同时,则温度误差主要受到两种材料温度差的影响,被检工件与检定工具之间的温度差越大,所产生的温度误差越大。

(5)当检定工具温度为 20°C ,且与被检工件温度不相等时,则温度误差主要受被检工件的温度和膨胀系数影响,膨胀系数越大、被检工件与检定工具差越大,则温度误差越大。

(6)当被检工件温度为 20°C ,且与检定工具温度不相等时,则温度误差主要受检定工具温度和膨胀系数影响,二者与温度误差呈正相关。

4 减小温度对长度计量检定影响的建议

4.1 确定标准温度允许偏差

为减少温度对于长度计量检定的影响,需要结合

实际计量要求,确定标准温度影响偏差,以此将温度误差控制在可接受范围之内。通常工厂测量时,不同精度要求,温度允许偏差不同,详细要求如表2所示。

表2 不同测量精度下温度允许偏差

| 序号 | 测量精度 | 温度允许偏差 |
|----|------|------------------------------|
| 1 | 高精度 | $(20 \pm 0.5)^\circ\text{C}$ |
| 2 | 中等精度 | $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ |
| 3 | 低精度 | $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ |

除此之外,在实际进行长度计量检定的过程中,还应加强对于以下要点的重视,强化温度允许偏差控制。

①对于尺寸较大的被检工件,温度对于工件尺寸变化量的影响较大,因此,在测量时应适当减小温度允许偏差。②若被检工件与检定工具之间膨胀系数差异较大,应适当减少温度允许偏差,以此减小温度误差,此外,在条件允许的情况下,为缩小温度误差,应尽量选择与被检工件膨胀系数接近的检定工具,以此保障测量结果的准确性。

4.2 加强环境温度误差控制

4.2.1 加强测量温度控制

由式(1)和式(2)可知,环境温度对长度计量检定有着重要的影响,因此,为保障测量结果的精确度,应加强对于测量温度的控制,尽量使其与标准温度保持一致。与此同时,还应确保测量过程中,环境温度的稳定性,避免温度发生突然变化,尤其是在高精度测量活动当中,环境温度变化应控制在 0.5°C 以内。对此,可通过在环境当中使用恒温装置实现温度控制,并定时测量室内温度。除此之外,需要尽量减少开关门次数,以免由于空气流动影响环境温度。

4.2.2 降低空调接触影响

在实际展开长度计量检定的过程中,为保持室内温度恒定,通常会使用变频空调维持温度,以此保障测量结果的准确度。变频空调的使用较为方便,能够将室内温度维持在 20°C ,而且对于环境温度的变化控制效果也较好,可满足实际测量需求。但是值得注意的是,在空调运作的过程中,为保持室内温度恒定,空调吹出的温度通常会与室内温度之间存在差异。因此,在使用空调的过程中,应避免空调风与被检工件或者检定工具直接接触。此外,值得注意的是,为节约用电,空调在平常处于关闭状态,只有在进行计量检定时才会打开,这就需要一段时间才能够将室内温度调整到符合检测要求的温度,因此,需要为室内温度的调控预留充足的

时间,在变频空调运行 3~4h,室内温度符合测量要求,并达到稳定状态后,方可开始进行长度计量。

4.2.3 规避自然因素影响

自然因素主要指的是阳光和空气流动,众所周知,阳光和空气流动都会影响环境温度,导致测量温度升高或者下降,增加温度误差。因此,在长度计量检定的过程中,应选择不通风、不透光的房间,或者拉上窗帘、密闭门窗,以免阳光、流动的空气等直接与被检工件和检定工具接触,增加长度变量^[9]。

4.3 控制工具与待测物温度

由式(2)以及温度对长度的影响分析结果可知,被检工件与检定工具的温度也是影响温度误差的关键原因之一,被检工件与检定工具的温度差越小,越接近标准温度,所产生的温度误差越小,测量结果精度越高。因此,在实际检测过程中,应加强对于被检工件以及检定工具温度的控制。

一方面,应尽量保障被检工件与检定工具温度一致。对此,应结合被检工件自身尺寸大小,合理制定相应温度控制策略,若工件尺寸较大,应尽量缩短各部分温度偏差,以免增加温度误差,并经过等温处理后,方可展开测量。在对工件和检定工具放置在平板上恒温处理的过程中,可参考如下数据:①对于长度不足 1m 的被检工件,恒温处理时间可在 1.5h 左右。②对于长度在 1~3m 的被检工件,恒温处理时间应在 2.5h 左右。③对于长度在 3m 以上的被检工件,恒温处理时间应在 3.5h 左右。④对于体积较大的被检工件,恒温处理时间应在 24h 左右,以此保障恒温处理效果,避免工件内部与表面存在过大温度差,影响长度计量结果的准确性^[9]。

另一方面,减少操作过程中人体温度对于被检工件与检定工具温度的影响。人体温度多处于 36℃ 状态下,相较于标准温度的 20℃,人体温度较高,在测量的过程中,若直接用手触碰工件或者器具,将会影响测量结果,造成较大的温度误差。因此,在实际测量过程中,应佩戴手套或者使用隔热板进行操作,以免直接触碰工件和计量器具。

4.4 正确使用长度计量仪器

为保障长度计量检定的准确性,在实际测量的过程中,应正确使用计量仪器,同时做好仪器养护工作。

(1)在测量过程中,应避免人体与计量器具直接接

触,同时严格按照使用说明书进行操作,最大程度上减少温度变化对于计量器具的影响。

(2)加强计量器具的养护管理,避免器具由于保管、养护不当计量精度下降,影响计量结果的准确性。对此,在实际养护的过程中,应使用长纤维脱脂棉、白细布等材质较为柔软的布料擦拭。对于长时间不适用的长度计量器具,应涂抹防锈油,避免生锈影响使用。同时,还应做好器具的保存工作,避免由于外界因素使得器具遭受损坏影响,如磕碰、摔落等。

4.5 选择精度高的计量工具

计量器具本身的精度也是影响测量结果准确性的因素之一,由于温度对于计量器具的精准度影响较大,因此,为缩小温度误差,应选用精度较高的长度计量工具,不仅能够有效提高测量工作的准确度,同时还可以实现对于温度误差的有效控制,保障工作成效^[9]。

5 结语

温度是影响长度计量检定精准程度的主要因素,环境温度、待测工件温度、计量器具温度,以及工件和器具的膨胀系数等都会影响计量结果,产生温度误差。在实际进行长度计量检定的过程中,应先确定标准温度允许偏差,控制好环境温度、待测工件温度以及计量器具温度,减少由于阳光、空气流动、空调以及人体温度等引起的温度变化问题,严格按照计量器具使用说明书进行操作,同时还应选择精度较高、保养得当的计量工具,全面加强对于温度误差的控制。

参考文献

- [1] 陈楠,郝世豪,尹雪.对温度之余长度计量检定的影响研究[J].中国设备工程,2020(21):167-168.
- [2] 王学文.误差与测量的关键数据评定在长度计量检定与校准中的应用研究[J].大众标准化,2020(14):63-64.
- [3] 陈李河.关于温度对长度计量检定的影响分析[J].科技创新导报,2019,16(31):242,244.
- [4] 常闯.温度变化对长度计量检测的影响分析[J].计量与测试技术,2021,48(2):81-83.
- [5] 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(5):36-37,41.

作者简介:李振宇(1972—),男,汉族,山西偏关人,本科,工程师,研究方向为热电、医疗、长度等计量。