

doi: 10.11823/j.issn.1674-5795.2016.04.12

超声波测厚仪校准中常见问题及解决方式

赵淑君

(安徽省长江计量所, 安徽 合肥 230088)

摘 要: 为保证校准结果的准确可靠, 本文从校准试块、耦合剂、校准方法、测厚仪探头和声速几个方面分析超声波测厚仪校准工作中显示示值不准确的原因, 并提出了相应的建议。

关键词: 超声波测厚仪; 校准; 示值

中图分类号: TB92; TH821 **文章标识码:** A **文章编号:** 1674-5795(2016)04-0045-03

Frequently Asked Questions and Solutions for Calibration of Ultrasonic Thickness Instruments

ZHAO Shujun

(Anhui Changjiang Institute of Metrology, Hefei 230088, China)

Abstract: The reason for uncertainty of displaying indication was analyzed for ultrasonic thickness instruments on basis of calibration samples, couplant, calibration methods, detector of thickness instrument and acoustic velocity. Meanwhile, the relative suggestions were given to assure the accuracy and reliability of results.

Key words: ultrasonic thickness instruments; calibration; indication

0 引言

目前, 我国超声波测厚仪计量性能的校准是依据 JJF 1126-2004《超声波测厚仪校准规范》进行。实际校准工作中经常会遇到一些旧的超声波测厚仪, 这些测厚仪由于长期使用, 仪器的测量性能变差, 磨损程度增加, 外加上校准过程中一些小的疏忽, 很容易导致超声波测厚仪显示示值不准确。针对这些问题, 本人总结了几则小经验。

1 超声波测厚仪的工作原理

超声波测厚仪的工作原理如图 1 所示。测厚仪通过探头发射超声波, 超声波在到达被测物体底面后反射回来被探头接收。计数器精确测量超声波在被测物体中往返一次传播的时间, 通过计算测得被测物体的厚度值^[1]。

$$H = \frac{vt}{2}$$

式中: H 为试件厚度; v 为声速; t 为超声波在试件中往返一次的传播时间。

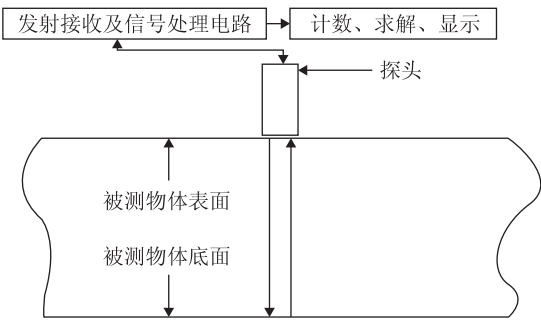


图 1 超声波测厚仪工作原理框图

超声波测厚仪主要分为分辨力 0.1 mm 和 0.01 mm 两种, 以下以分辨力为 0.1 mm 的超声波测厚仪为例。分辨力为 0.1 mm 的超声波测厚仪, 测量范围下限至 10 mm 以下的最大允许示值误差为 ± 0.1 mm; 10 mm 至测量范围上限的最大允许示值误差为 $\pm \left(0.1 + \frac{H}{100} \right)$, H 为标准厚度块的标称值。

2 引起超声波测厚仪显示示值不准确的原因分析及解决措施

2.1 校准试块锈蚀引起的示值不准确

超声波测厚仪都自配一块校准试块, 便于每次测量前进行仪器的自校准。但是由于使用人员的保养不

收稿日期: 2016-07-01
作者简介: 赵淑君 (1980-), 女, 工程师, 从事几何量计量工作。

当, 校准试块容易锈蚀, 校准试块的表面粗糙度增加, 容易使探头与试块接触面的耦合效果变差, 反射回波降低, 甚至有时探头无法接收到回波信号^[2], 因此对测厚仪的示值产生影响。用锈蚀的校准试块校准测厚仪, 在测量范围较小的情况下仪器示值偏小 0.1 ~ 0.2 mm。如果校准试块的锈蚀影响到了仪器的示值, 可以另配一块较好的校准试块进行自校准, 再次测量时仪器的示值误差也会减小。

图 2 所示的是某一超声波测厚仪自配的校准试块, 因长期保养不当而锈蚀, 厚度为 4.0 mm。图 3 所示的是一块较好的超声波通用校准试块, 厚度也为 4.0 mm。分别用锈蚀的校准试块和较好的校准试块对超声波测厚仪进行自校准, 校准完毕后对一组标准厚度块进行测量。测量结果如表 1 所示, 使用较好的校准试块校准后仪器示值误差符合规范的要求, 这个结果验证了之前的分析是正确的。



图 2 锈蚀的超声波测厚仪校准试块

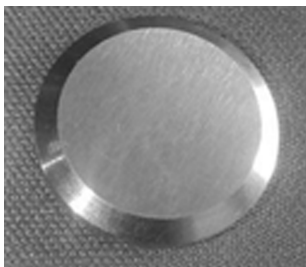


图 3 较好的超声波通用校准试块

表 1 用锈蚀的校准试块和较好的校准试块校准后测量结果 mm

标准厚度块标称值	测量结果	
	锈蚀校准试块	较好校准试块
1.0	0.8	1.0
5.5	5.3	5.5
10	9.8	10.0

2.2 耦合剂用量使用不当引起的示值不准确

为了消除探头与被测物体之间的空气, 便于超声波可以有效地穿入被测物体进行检测, 在超声波测厚仪进行测量时, 都会使用耦合剂^[3]。耦合剂涂抹的厚薄有时候也会对仪器的示值有一定的影响, 有些超声

波测厚仪在耦合剂涂抹充分时测得的数据较为准确, 还有些超声波测厚仪只需要涂抹很薄的一层耦合剂便能测得准确的数据, 涂抹较厚的耦合剂反而会影响仪器示值。耦合剂的用量使用不当容易引起 0.1 ~ 0.2 mm 的示值误差, 因此在使用耦合剂时, 要根据超声波测厚仪的具体情况适量使用。

某一超声波测厚仪的探头分别涂抹少量和足量耦合剂后, 测量同一组标准厚度块。测量结果如表 2 所示, 探头涂抹足量耦合剂时仪器示值误差符合规范的要求, 这个结果验证了之前的分析是正确的。

表 2 探头涂抹少量耦合剂和涂抹足量耦合剂时测量结果 mm

标准厚度块标称值	测量结果	
	涂抹少量耦合剂时	涂抹足量耦合剂时
1.0	1.2	1.0
5.5	5.7	5.5
10	10.2	10.0

2.3 校准方法的选择错误引起的示值不准确

为了确保测量的准确性, 超声波测厚仪每次使用前都要对自配的或者已知厚度的校准试块进行测量, 以达到仪器自我校准的目的。有些超声波测厚仪的自校准可能会有几种方法供选择, 例如单点校准法和两点校准法。校准方法选择错误时仪器也会产生很大的示值误差, 尤其是对测量性能变差的旧超声波测厚仪。因此正确的选用自校准的方法, 对超声波测厚仪显示示值的准确性有很大影响。

对某一超声波测厚仪进行自校准, 第一次测量前自校准使用的是仪器自身配置的 4.0 mm 的校准试块, 校准完毕后对一组标准厚度块进行测量。第二次测量前自校准使用的是超声波测厚仪阶梯试块, 对 1 mm 和 10 mm 两点进行自校准, 校准完毕后再次对该组标准厚度块进行测量。两次测量结果如表 3 所示, 单点法校准后仪器示值误差超出规范的要求, 两点法校准后仪器示值误差符合规范的要求。超声波测厚仪的测量性能比较好的情况下, 用自身配置的 4.0 mm 的校准试块自校准后, 进行测量的结果大多数是可以符合规范要求的。但是对于测量性能变差的超声波测厚仪, 要根据仪器的自身情况选择适合的自校准方法。



图 4 超声波测厚仪阶梯试块

表 3 单点法和两点法校准后测量结果 mm

标准厚度块标称值	测量结果	
	单点法校准后	两点法校准后
1.0	1.2	1.0
5.5	5.7	5.6
10	10.5	10.1

2.4 超声波测厚仪探头磨损引起的示值不准确

超声波测厚仪示值误差超差，有时候也是因为超声波测厚仪探头磨损引起的。通常使用的探头表面材料多为丙烯酸树脂(如图 5 所示)，长期使用容易使探头表面粗糙度增加，引起灵敏度下降，从而造成超声波测厚仪显示的示值不正确。根据探头磨损程度的不同，示值误差的大小也有差别，用磨损程度严重的探头测量时会出现较大的示值误差。在确定为探头磨损造成误差的情况下，可以用砂纸或油石轻微打磨探头表面，在保证平行度的前提下使其平滑^[4]。如显示示值仍未得到改善，在条件允许的情况下，可以考虑更换好的探头，再进行校准。



图 5 超声波测厚仪探头

某一超声波测厚仪用磨损的探头对一组标准厚度块进行测量，再更换好的探头后又对该组标准厚度块进行测量。两次测量结果如表 4 所示，使用磨损的探头测量时仪器出现较大的示值误差，更换好的探头后仪器示值误差符合规范的要求，这个结果验证了之前的分析是正确的。

表 4 探头磨损和探头更换后的超声波测厚仪测量结果数据表 mm

标准厚度块标称值	测量结果	
	探头磨损时	探头更换后
1.0	1.4	1.0
5.5	5.9	5.5
10	10.5	10.0

2.5 超声波测厚仪探头按压力度变化引起的示值不准确

超声波测厚仪探头表面材料多为丙烯酸树脂，对粗糙的测量表面的重划非常敏感，因此在操作时尽量轻按探头^[5]。但是有很多探头因为长期使用，导致灵敏度下降，需要稍微施加一点按压力度，随着按压力度

大小的变化，仪器显示示值也会有所变化。超声波测厚仪的测量过程中，先对探头使用一定的按压力度完成仪器的自校准后，如果再用不同的按压力度进行测量，仪器显示示值将会产生一定的误差。因此超声波测厚仪在自校准时和测量过程中的按压力度应尽量保持一致，否则也容易造成测量中 0.1~0.2 mm 的示值误差。

用一定的按压力度对某一超声波测厚仪进行自校准后，保持按压力度不变时对一组标准厚度块进行测量，稍微加大按压力度后对该组标准厚度块再次进行测量。两次测量结果如表 5 所示，按压力度稍微加大后仪器示值偏小，仪器示值误差超出规范的要求，按压力度保持不变时仪器示值误差符合规范的要求，这个结果验证了之前的分析是正确的。

表 5 按压力度稍微加大和按压力度保持不变时测量结果数据表 mm

标准厚度块 标称值	测量结果	
	按压力度稍微加大时	按压力度保持不变时
1.0	0.8	1.0
5.5	5.3	5.5
10	9.7	9.9

2.6 声速选择错误引起的示值不准确

在超声波测厚仪校准中，有时候会遇到仪器测得的示值与标准厚度块实际值相差较大，此时不妨留意一下超声波测厚仪设置的声速是否正确。超声波测厚仪在使用前，应根据所测材料种类设置声速。当超声波测厚仪以一种材料的声速自校准后去测量另一种材料时，仪器的示值将会出现很大的示值误差，随着测量点的增大尤为明显。因此超声波测厚仪在测量前一定要设置适合测量材料的声速。

设置某一超声波测厚仪的声速分别为 7900 m/s 和 5900 m/s 时，对同一组标准厚度块进行测量，两次测量结果如表 6 所示。标准厚度块的材料为钢，其对应声速为 5900 m/s。当超声波测厚仪的声速设置为 7900 m/s 时，随着标准厚度块标称值的增大，仪器示值误差也随之增大，超出规范的要求。当超声波测厚

表 6 在不同声速时仪器测量结果数据表 mm

标准厚度块标称值	测量结果	
	声速 7900 m/s 时	声速 5900 m/s 时
1.0	1.0	1.0
5.5	5.9	5.5
10	11.9	10.0

