

有色金属行业计量技术规范项目建议书

建议项目名称	相控阵超声探伤仪校准规范		
制定或修订	<input checked="" type="checkbox"/> 制定 <input type="checkbox"/> 修订	被修订计量技术规范号	/
计量技术规范性质	<input type="checkbox"/> 检定规程 <input checked="" type="checkbox"/> 校准规范	计量技术规范类别	<input type="checkbox"/> 重点 <input checked="" type="checkbox"/> 基础
主要起草单位	西安汉唐分析检测有限公司		
联系人	刘泽晨	联系电话	18991896582
任务年限	2024~2026	申请经费	2 万
参加单位	西北有色金属研究院、西部超导材料科技股份有限公司、陕西天成航空材料股份有限公司、宝钛集团有限公司		
目的、意义和必要性	<p>相控阵超声探伤仪用于对材料进行无损检测。相控阵超声探伤仪通过软件可以单独控制相控阵探头中每个晶片的激发时间，从而控制产生波束的角度、聚焦位置和焦点尺寸。在材料加工行业，相控阵超声探伤仪应用广泛，成为了有色金属材料加工产品出厂前质量保障的最后一道关卡。相控阵超声探伤仪电性能参数能够影响材料产品的检测结果。为了保障无损检测作业时的结果准确可靠，需要对相控阵超声探伤仪进行校准，以保证其各项参数满足检测工艺要求。</p> <p>目前相控阵超声探伤仪的校准常以 JJF 1338-2012《相控阵超声探伤仪校准规范》为依据开展工作，但其适用范围有所限定，仅适用于相控阵超声探伤仪 B 型显示模式下的校准，且校准时需要与相控阵超声换能器组合使用，不能完全反应相控阵超声探伤机的性能参数符合探伤工艺要求，导致校准工作中存在校准方法不适用、校准项目不全面等问题，无法保证相控阵超声探伤仪校准结果的准确性与可靠性。为提高金属加工行业产品质量，进一步与国际接轨，针对目前 JJF 1338-2012《相控阵超声探伤仪校准规范》校准校准项目不全面的问题重新编写更适用于相控阵超声探伤仪的校准规范，完善相关校准项目。保证相控阵超声探伤仪校准结果的准确性和可靠性，为有色金属行业建立要求更高的探伤标准提供技术保障，进一步帮助有色金属行业实现高标准、新技术的高质量发展目标。</p>		

产业链应用	<p>相控阵超声探伤仪校准规范应用于民用大飞机产业链。</p> <p>民用大飞机产业链中，在铝、钛合金等材料成型装机过程中，离不开超声无损检测技术的支撑，而相控阵超声检测仪器特性的好坏在超声检测中至关重要。</p> <p>通过对超声检测中使用的相控阵超声检测仪相关计量特性技术指标进行规定，保证了仪器设备基本指标的准确性，从而保证材料超声检测结果的准确性和可靠性，保证了民用大飞机在生产过程中对关键部位金属结构检测的速度和精度，有利于推动民用大飞机生产制造各个环节中所涉及到的金属材料的高质量、高品质发展，同时为服役期间的安全检修作业的结果可靠性保驾护航。</p> <p>该规范的制定，能够更高效、更准确的完成对民用大飞机的质量检测工作，有利于保障民用大飞机产业中制造和总装集成环节的质量提升，加快了行业向高端制造业及航空航天产业的融合，进一步提升民用大飞机的安全性和使用寿命。</p>																								
范围和主要 计量特性	<p>1 校准范围</p> <p>本校准规范适用于检测频率在 0.5MHz~10.0MHz 范围内的相控阵超声探伤仪。</p> <p>2 计量特性</p> <p>2.1 通用技术要求</p> <p>2.2 时基偏差</p> <p>最大偏差应不超过相控阵超声探伤仪的时间分辨力或其屏幕宽度的 <math>\pm 0.5\%</math>。</p> <p>2.3 脉冲重复频率</p> <p>脉冲重复频率最大允许误差：<math>\pm 5\%</math>。</p> <p>2.4 发射脉冲电压</p> <p>每个单独测量通道的发射脉冲电压最大允许误差：<math>\pm 10\%</math>。</p> <p>2.5 闸门幅度线性误差</p> <table><tr><th>衰减值/dB</th><th>测试信号幅度标称值 (与 FSH 的百分比) /%</th></tr><tr><td>1</td><td>90</td></tr><tr><td>0</td><td>80</td></tr><tr><td>-2</td><td>64</td></tr><tr><td>-4</td><td>50</td></tr><tr><td>-6</td><td>40</td></tr><tr><td>-8</td><td>32</td></tr><tr><td>-10</td><td>25</td></tr><tr><td>-12</td><td>20</td></tr><tr><td>-14</td><td>16</td></tr><tr><td>-16</td><td>13</td></tr><tr><td>-18</td><td>10</td></tr></table> <p>根据上表对应衰减值，闸门幅度线性误差应在标称幅度 FSH <math>\pm 2\%</math> 范围内。</p>	衰减值/dB	测试信号幅度标称值 (与 FSH 的百分比) /%	1	90	0	80	-2	64	-4	50	-6	40	-8	32	-10	25	-12	20	-14	16	-16	13	-18	10
衰减值/dB	测试信号幅度标称值 (与 FSH 的百分比) /%																								
1	90																								
0	80																								
-2	64																								
-4	50																								
-6	40																								
-8	32																								
-10	25																								
-12	20																								
-14	16																								
-16	13																								
-18	10																								

	<p>2.6 脉冲宽度</p> <p>每个单独测量通道脉冲上升时间不得大于设备技术说明书中规定的最大值。</p> <p>2.7 中心频率</p> <p>中心频率最大允许误差：±10%。</p> <p>2.8 带宽</p> <p>带宽最大允许误差：±10%。</p> <p>2.9 增益线性</p> <p>整个增益范围内的任何连续 1dB，最大允许误差：±0.5dB；</p> <p>整个增益范围内的任何连续 20dB，最大允许误差：±1dB；</p> <p>整个增益范围内，最大允许误差：2dB；</p> <p>3 测量标准的技术指标</p>		
	序号	校准项目	测量标准技术指标
	1	时基偏差	相控阵超声探伤仪； 数字存储示波器或频谱分析系统： 频率范围：不小于 DC~100MHz 采样率：不小于 100MHz 幅值：幅值灵敏度小于每格 5mV，测量误差不大于 ±5% 信号发生器： 频率范围：(0.5~20) MHz； 频率稳定度： $5 \times 10^{-4}$ ； 频率准确度 $5 \times 10^{-4}$ ； 标准衰减器： 衰减范围：(0~80) dB； 频率范围：(0~20MHz)； 衰减分档形式：至少有 10dB，1dB，0.1dB 三种衰减分档形式； 衰减误差：(0.5%A ± 0.02) dB，式中： A 为衰减量 脉冲发生器：能够产生带有或不带确定延迟的触发脉冲；
	2	脉冲重复频率	数字存储示波器或频谱分析系统： 频率范围：不小于 DC~100MHz 采样率：不小于 100MHz 幅值：幅值灵敏度小于每格 5mV，测
	3	发射脉冲电压	

		量误差不大于 $\pm 5\%$
4	中心频率	相控阵超声探伤仪；
5	带宽	信号发生器：
6	增益线性	频率范围：(0.5~20) MHz； 频率稳定度： $5 \times 10^{-4}$ ； 频率准确度 $5 \times 10^{-4}$ ； 脉冲发生器：能够产生带有或不带确定延迟的触发脉冲； 数字存储示波器或频谱分析系统： 频率范围：不小于 DC~100MHz 采样率：不小于 100MHz 幅值：幅值灵敏度小于每格 5mV，测量误差不大于 $\pm 5\%$ ； 参考试块：可选用 ISO 2400 标准规定的 1 号校准试块，用于产生地面回波
<p>4 主要校准项目的技术原理</p> <p>4.1 时基偏差</p> <p>将相控阵超声探伤仪、衰减器、脉冲发生器、信号发生器、示波器按照测量原理连接。</p> <p>调整信号发生器，以输出一个频率为最宽范围时的中心频率 <math>f_0</math> 的单周期正弦波；</p> <p>依次将时基调至最小、最大和中间位置；</p> <p>对应每个设定值，调整信号发生器触发延迟、相控阵超声探伤仪增益及经过校准的衰减器，使在显示屏时基的中间位置获得至少为 80%FSH 的显示信号；</p> <p>以不大于屏幕宽度 5% 的增量，改变脉冲发生器的延迟时间值；</p> <p>记录每个延迟设定值，并测量对应相控阵超声探伤仪显示屏上显示的回波信号位置（前沿或峰值）的时间；</p> <p>对应每个测量值，计算从相控阵超声探伤仪上读取的时间与脉冲发生器给出的延迟时间之间的差值。</p> <p>4.2 脉冲重复频率</p> <p>连接示波器至相控阵超声探伤仪的一个发射端，用示波器测量脉冲重复频率，选取 10 个均匀分布的设定值（包括最小值和最大值）进行测量。</p> <p>4.3 发射脉冲电压</p> <p>连接示波器与相控阵超声探伤仪，在发射输出插座连接一个 <math>50\Omega</math> 无感电阻用于在各个通道上的测量。使用示波器对脉冲发射电压进行测量。</p> <p>4.4 中心频率</p> <p>将相控阵超声探伤仪、信号发生器、脉冲发生器、示波器按照测量原理</p>		

	<p>连接。</p> <p>将输入相控阵超声探伤仪的正弦信号设置为适当幅度，以在增益中间值设置下产生 80%FSH 的信号；</p> <p>若相控阵超声探伤仪提供可变信号滤波，除带宽滤波以外的处理应关闭，如平滑或混叠；</p> <p>依次选取由模拟滤波器确定的每个频带设定值；</p> <p>在相控阵超声探伤仪工作频率范围内，改变输入信号的频率，记录每个频带在相控阵超声探伤仪显示最大信号幅度时对应的频率 <math>f_{\max}</math> 以及这个电平幅度 <math>A_{\max}</math>；</p> <p>以小于标称频带带宽 5% 的增量，依次从 <math>f_{\max}</math> 提高和降低频率，并记录相控阵超声探伤仪现实的信号幅度低于最大幅度 <math>A_{\max}</math> 3dB 时所对应的上限 <math>f_u</math> 和频率下限 <math>f_l</math>；</p> <p>每个频带的中心频率 <math>f_0 = \frac{f_u + f_l}{2}</math></p> <p>4.5 带宽</p> <p>每个频带的带宽 <math>\Delta f = f_u - f_l</math></p> <p>4.6 增益线性</p> <p>将相控阵超声探伤仪的增益设置为最小值，并调整信号发生器产生的参考信号，使其不饱和的显示；</p> <p>在整个增益范围内，以适当的增量，增加相控阵超声探伤仪的增益；</p> <p>对于每个增益设定值，调整经过校准的外部衰减器，使信号幅度保持恒定高度；</p> <p>对应每个增量记录控阵超声探伤仪的增益值和外部衰减器之间的差值，单位为 dB；</p> <p>在可同时激活的通道上重复进行测量，每次通道测量包括每个模拟频带。</p>
水平	<div> <input type="checkbox"/> 国际先进           <input checked="" type="checkbox"/> 国内先进         </div>
国内外情况 简要说明	<p>国内对相控阵超声探伤仪的校准，除 JJF 1338-2012《相控阵超声探伤仪校准规范》外没有其他计量技术规范可参考使用，国际中对于相控阵超声探伤仪的检测规范无法满足相控阵超声探伤仪的校准需求，检测项目多为性能测试项目。</p> <p>本次所提出的相控阵超声探伤仪校准规范与此次申请的相控阵超声换能器望能开展对相控阵超声探伤仪的校准工作，共同保障校准方法的合理性以及试验结果的可信度，填补有色金属行业以及计量行业领域空白，促进相控阵超声探伤仪在有色金属行业中更合理、更准确的应用。</p> <p>未发现有知识产权的问题，或涉及专利的情况。</p>

推荐意见		本规范规定了相控阵超声探伤仪校准内容，处于国内先进水平，推荐申报有色金属行业计量技术规范。			
主要起草单位	(签字、盖公章)  月 日	技术委员会	(盖公章)  月 日	部委托支撑单位	(盖公章)  月 日

填写说明：1.表中第 2, 3, 10 行，请在选定的内容上填写 “■” 的符号。  
2.填写制定或修订项目中，若选择修订则必须填写被修订计量技术规范号。