

兵工民品行业计量技术规范项目建议书

项目名称	涡流阵列检测仪校准规范		
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	国营第六一八厂		
联系人	李宁	联系电话	15810532862
任务年限	2 年	申请经费	5 万
参加单位	国防科技工业 1112 区域计量站、北京华泰科恩科技发展有限公司		
目的、意义和必要性	<p>1、 目的、意义，解决行业、产业的问题和必要性、迫切性</p> <p>随着各行业科学技术的飞速发展，对无损检测技术提出了更高、更新的要求。涡流阵列检测仪在新能源汽车、仪器仪表、轨道交通装备、船舶与海洋工程装备、民用大飞机、航天航空、材料科学、导弹等高科技领域得到广泛应用，为了保证检测结果的的准确性和可靠性，并统一校准方法，需要对涡流阵列检测仪进行检定或校准，急需制定此类设备的校准规范。</p> <p>涡流阵列和传统涡流技术具有相同的基本原理。涡流阵列技术能够以电子方式驱动并排放置在同一个探头组件中的多个涡流线圈。数据采集是通过以特殊模式多路复用涡流线圈来执行的，以避免各个线圈之间的互感。凭借单次覆盖和增强成像功能的优势，ECA 技术提供了一种非常强大的工具，并在检查过程中节省了大量的时间。</p> <p>目前，国内使用的涡流阵列检测检测仪种类繁多，缺乏统一、规范的校准流程和方法，这不仅影响了测量数据的准确性和可比性，也限制了涡流阵列检测技术的进一步推广和应用。因此，制定</p>		

	<p>一套科学、合理、可操作的涡流阵列检测检测仪校准规范，对于提升涡流阵列检测仪器的性能、保障检测结果的可靠性、推动涡流阵列检测技术的标准化和规范化发展具有重要意义。</p> <p>涡流阵列检测仪作为高精度的检测仪器，其测量结果的准确性对于产品质量的控制至关重要，校准规范的研究和制定旨在通过标准化的校准流程和方法确保仪器在使用过程中始终保持高精度和可靠性，并统一行业内对涡流阵列检测仪的校准要求和标准，避免不同企业、不同机构之间校准标准不一致而产生的测量误差和争议，同时规范校准流程可以缩短校准时间，提高检测效率。</p> <p>2、先进性和亮点、社会效益和推广应用前景</p> <p>随着涡流阵列技术的不断发展，在各领域不断拓展，涡流阵列技术在航空航天领域的应用不断扩大。例如，用于飞机发动机叶片、机身结构件等部件的检测，可以有效地检测出裂纹、腐蚀等缺陷。在汽车工业中的应用也越来越广泛。如用于发动机缸体、活塞、曲轴等关键部件的检测，以及汽车车身结构件的焊接质量检测等。用于石油天然气管道、核电站设备等的检测。对石油天然气管道的腐蚀和裂纹检测，对核电站设备的焊缝和结构件的检测等，能够及时发现潜在的安全隐患，保障能源设施的安全运行。</p> <p>制定涡流阵列检测检测仪校准规范项目的申报与产业发展结合主要体现在以下几个方面：</p> <p>1) 行业标准的制定</p> <p>根据行业特点和需求，制定相应的校准规范，以确保行业内仪器设备的测量和测试结果具有一致性和可比性。</p> <p>2) 校准服务的提供</p> <p>校准规范的制定可促使各企业和机构能够按照统一的、合理的、可操作的校准规范进行操作，确保仪器设备的准确性和可靠性，检测结果的一致性和可信度。</p> <p>3) 企业内部的校准管理</p> <p>为企业和机构制定符合自身情况和需求内部校准规范提供依据。</p> <p>4) 技术创新与产业升级</p> <p>校准技术的研究升级有助于推动相关产业的发展和升级。</p> <p>3、查新结果</p> <p>查阅有关资料发现现有涡流探伤仪的检定规程 JJG(民</p>
--	---

	<p>航)0061-2001《涡流探伤仪检定规程》，该检定规程适用于脉冲型涡流探伤仪的检定。本项目申请的是涡流阵列的校准规范，两者有明显区别。</p> <p>脉冲涡流：利用脉冲涡流磁场的快速变化，通过改变脉冲涡流信号的幅值、频率等参数，来分析被测物质的不同性质和表面状态。脉冲涡流检测的特点是高精度、高灵敏度、能够检测更深的缺陷，特别适用于检测铝合金零件、复杂结构件和厚壁钢管等。阵列涡流：采用多个小涡流探头阵列成像，利用不同探头的涡流信号进行叠加，产生高分辨率的图像。它的优点是可以较快地检测出较小尺寸缺陷，适用于地板、轴承和桥梁等的表面检测。</p> <p>脉冲涡流和阵列涡流两者输出的信号不同，因此校准方法也不同，JJG(民航)0061-2001《涡流探伤仪检定规程》不适用于涡流阵列检测仪，也没有相应的校准规程。</p>
产业链应用	<p>1、重点产业链方向</p> <p>涡流阵列检测仪是应用电磁感应原理对金属材料及其制品进行无损检测的电子设备，对应的重点产业链为仪器仪表产业中工业用涡流探伤仪、轨道交通装备产业整车系统中安全和可靠性、船舶与海洋工程装备产业中缺陷检测、民用大飞机产业制造与检测中材料测试、医药工业医疗设备中影响诊断。涡流阵列检测仪常用于军工、新能源汽车、仪器仪表、轨道交通设备、船舶与海洋工程装备、民用大飞机等领域，可在野外或现场使用，是具有多功能、实用性强、高性能、价格比特点的仪器，广泛应用于各类有色金属、黑色金属管、棒、线、丝、型材的在线、离线探伤。对金属管、棒、线、丝、型材的缺陷，如表面裂纹、暗缝、夹渣和开口裂纹等缺陷均具有较高的检测灵敏度。</p> <p>2、对本行业重点产业链的支撑作用</p> <p>涡流阵列检测仪在多个领域有着广泛的应用，主要包括以下几个方面：</p> <ol style="list-style-type: none">1) 新能源汽车制造：涡流阵列检测仪可以用于检测汽车发动机、传动系统、底盘、轮毂、制动器等零部件的缺陷和损伤，以确保汽车零部件的安全性和可靠性。2) 航空航天工业：在航空航天领域，涡流阵列检测仪用于检测飞机、导弹、火箭等航空器件的缺陷和损伤，确保航空器件的安全性和可靠性。

	<div>3) 石油化工行业：该检测仪可用于检测石油管道、储罐、加热器等设备的裂纹、磨损等缺陷，确保设备的安全性和可靠性。</div> <div>4) 金属加工业：涡流阵列检测仪用于检测金属材料的表面裂纹、疲劳、腐蚀等缺陷，确保金属制品的质量和安全性。</div> <div>5) 电力行业：在电力领域，该检测仪用于检测电力设备的线圈、转子、绕组等部件的缺陷和损伤，确保设备的安全性和可靠性。</div> <div>6) 铁路行业（轨道交通）：涡流阵列检测仪可用于检测铁路轨道、车轮、轴承等零部件的缺陷和损伤，确保铁路运输的安全性和可靠性。</div> <div>7) 电子行业（仪器仪表）：涡流阵列检测仪可以用于检测石墨材料中的缺陷，尤其是多层石墨组件中的内部缺陷。由于其高导电性，涡流阵列可以有效地检测石墨表面的毫米级缺陷。</div> <div>8) 机械加工：在螺纹检测中，涡流阵列检测仪可以检测螺纹加工中的疲劳损坏，确保机械零件的连接强度和可靠性。</div>																													
范围和主要 计量特性	<div>1、适用范围</div> <div>规范明确涡流阵列检测检测仪的适用范围和限制条件，确定在不同领域和场景中的有效应用。</div> <div>2、主要计量特性的技术指标</div> <div>表 1 主要计量特性技术指标</div> <table><tr><th>编号</th><th>计量项目</th><th>技术指标</th><th>允许误差</th><th>备注</th></tr><tr><td>*1</td><td>激励源</td><td>64Hz~5MHz 0V~5V</td><td>$\Delta f \leq \pm 2\%$ $\Delta U \leq \pm 3\%$</td><td></td></tr><tr><td>*2</td><td>信噪比</td><td>小于 1 μ V</td><td>S/N > 3</td><td></td></tr><tr><td rowspan="3">*3</td><td rowspan="3">增益准确度检测</td><td>不小于 50dB</td><td>$\leq 1\text{dB}$</td><td rowspan="3"></td></tr><tr><td>在任意连续 10 dB 范围内，衰减器累积误差</td><td>$\leq 1\text{ dB}$</td></tr><tr><td>在任意连续 1 dB 范围内，衰减器累积误差</td><td>$\leq 0.3\text{dB}$</td></tr><tr><td>*4</td><td>幅度差异检测</td><td>/</td><td>$\leq 3\%$</td><td></td></tr></table>	编号	计量项目	技术指标	允许误差	备注	*1	激励源	64Hz~5MHz 0V~5V	$\Delta f \leq \pm 2\%$ $\Delta U \leq \pm 3\%$		*2	信噪比	小于 1 μ V	S/N > 3		*3	增益准确度检测	不小于 50dB	$\leq 1\text{dB}$		在任意连续 10 dB 范围内，衰减器累积误差	$\leq 1\text{ dB}$	在任意连续 1 dB 范围内，衰减器累积误差	$\leq 0.3\text{dB}$	*4	幅度差异检测	/	$\leq 3\%$	
编号	计量项目	技术指标	允许误差	备注																										
*1	激励源	64Hz~5MHz 0V~5V	$\Delta f \leq \pm 2\%$ $\Delta U \leq \pm 3\%$																											
*2	信噪比	小于 1 μ V	S/N > 3																											
*3	增益准确度检测	不小于 50dB	$\leq 1\text{dB}$																											
		在任意连续 10 dB 范围内，衰减器累积误差	$\leq 1\text{ dB}$																											
		在任意连续 1 dB 范围内，衰减器累积误差	$\leq 0.3\text{dB}$																											
*4	幅度差异检测	/	$\leq 3\%$																											

*5	相位差异检测	0° ~359°	≤1°	
6	灵敏度检测	≥1mm	≤0.2mm	
7	阵元一致性	全通道	幅度偏差≤2 dB, 相位偏差≤1°	
8	横向分辨力	缺陷间距 1 mm、 2 mm、3 mm 时	≤0.2mm	
9	纵向分辨力	缺陷间距 2 mm、 3 mm、4 mm 时	≤0.2mm	

注：带*计量项目依据 JJG（民航）0061-2001 涡流探伤仪检定规程进行检定或校准，其他计量项目依据本校准规范进行校准。

准确度等级与测量范围关系：

表 2 准确度等级与测量范围关系

准确度等级	测量范围		
	灵敏度	横向分辨力	纵向分辨力
1	1mm	缺陷间距 1 mm	缺陷间距 2 mm
2	2mm	缺陷间距 2 mm	缺陷间距 3 mm
3	3mm	缺陷间距 3 mm	缺陷间距 4 mm

3、主要测量设备的技术指标

表 3 主要测量设备的技术指标

编号	计量项目	技术指标	标准器	标准器技术要求
1	灵敏度检测	1 mm、2 mm、3 mm	灵敏度标准试块	$X_{-0.05}^0$ $Ra \leq 1.6\mu m$
2	阵元一致性	全通道	灵敏度标准试块	$X_{-0.05}^0$ $Ra \leq 1.6\mu m$
3	横向分辨力	缺陷间距 1 mm、2 mm、3 mm 时	分辨力标准试块	$X_{-0.05}^0$ $Ra \leq 1.6\mu m$
4	纵向分辨力	缺陷间距 2 mm、3 mm、4 mm 时	分辨力标准试块	$X_{-0.05}^0$ $Ra \leq 1.6\mu m$

4、主要计量项目的技术原理

a) 灵敏度（检测到与扫查方向垂直的裂纹的最小深度）

在进行平衡和提离效应补偿后，在灵敏度标准试块上，以匀速沿着切槽中垂线扫查切槽，扫查时应保证每个阵元的扫查方向与切

	<p>槽垂直，应清晰观测到各切槽信号，按检测到标准试块的最小尺寸确定灵敏度等级，等级参照表 2。</p> <p>b) 阵元一致性</p> <p>使用灵敏度标准试块，探头垂直于标准试块扫查，保证每个阵元的扫查方向与标准试块垂直，读取幅值差与相位差。</p> <p>c) 横向分辨力（区分探头长度方向的两条裂纹的最小间距）</p> <p>在进行平衡和提离效应补偿后，在分辨力标准试块上，沿切槽中垂线匀速扫查，应确保每个阵元的扫查方向与切槽垂直，应清晰观测到各切槽信号，观察最小可分辨间距，按检测到标准试块的最小的尺寸确定横向分辨力等级，横向分辨力等级参照表 2。</p> <p>d) 纵向分辨力（区分与扫查方向垂直的两条裂纹的最小间距）</p> <p>在进行平衡和提离效应补偿后，在分辨力标准试块上，沿切槽中垂线匀速扫查，应确保每个阵元的扫查方向与切槽垂直，应清晰观测到各切槽信号，观察最小可分辨间距，按检测到标准试块的最小的尺寸确定纵向分辨力等级，纵向分辨力等级参照表 2。</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>1、与国内相关技术规范之间的关系：</p> <p>目前国内没有涡流阵列检测仪的校准规范，有用于涡流检测仪校准的规范 JJG（民航）0061-2001，JJG（民航）0061-2001 规定了常规涡流检测仪的校准指标，本规范在编制过程中引用了其部分指标，但是阵元一致性、灵敏度校准、横向分辨力和纵向分辨力等涡流阵列检测仪才有的指标没有发现有相关规范可以依据进行校准，因此急需编制涡流阵列检测仪的校准规范。</p> <p>2、指出是否发现有知识产权的问题，或涉及专利的情况。</p> <p>本规范的编制没有涉及知识产权或专利的问题。</p>
推荐意见	<p>涡流阵列检测仪在新能源汽车、仪器仪表、轨道交通装备、船舶与海洋工程装备、民用大飞机、航天航空、材料科学、导弹等高科技领域得到广泛应用，为了保证检测结果的准确性和可靠性，并统一校准方法，需要对涡流阵列检测仪进行校准，急需制定此类设备的校准规范。</p> <p>建议上报《涡流阵列检测仪校准规范》。</p>

主要 起草 单位		技术 委员 会		部委托 支撑 单位	
	年 月 日		年 月 日		年 月 日

填写说明：1.表中第 2，3，11 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。