

兵工民品行业计量技术规范项目建议书

项目名称	激光散斑无损检测仪校准规范		
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	江南工业集团有限公司		
联系人	周杰	联系电话	15873277283
任务年限	2 年	申请经费	8 万
参加单位	上海工程技术大学、北京华泰科恩科技有限公司		
目的、意义和必要性	<p>1、目的和意义、解决行业和产业的问题、必要性和迫切性</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。激光散斑无损检测仪在仪器仪表、轨道交通装备、船舶与海洋工程装备、民用大飞机、航天航空、新能源汽车、医药工程、新型显示产业、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，需要对激光散斑无损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>激光散斑无损检测仪作为精密光学检测仪器，其测量结果的准确性对于产品质量的控制和保证科研中测试结果的准确性至关重要，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，并统一行业内对激光散斑无损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>目前，国内在用激光散斑无损检测仪近百台/套，各使用单位依据各自的产品要求，设计制作试块，对设备进行核查，方法各异，导致检测结果的不一致，甚至引起争议，为了规范设备的校准方法，</p>		

确保设备精度和准确性，按照各行业检测精度的要求制定校准规范，具有迫切性。

定期校准激光散斑无损检测仪，能及时发现并纠正仪器的测量偏差，确保检测结果的准确性和可靠性，通过激光散斑无损检测仪校准规范的研究和制定，在不同行业保障产品质量、推动技术进步、促进行业发展等方面具有一定的意义。进而保障产品的整体质量，校准规范的制定和实施需依托先进的技术手段和理论知识，这有助于推动检测技术的不断进步和创新；同时校准标准有助于规范市场秩序，促进行业健康发展。

2、先进性和亮点、社会效益和推广应用前景

本校准规范采用制备标准对比试块进行验证测试的方法对设备进行校准，具有试块制备方法和系统校准方法的先进性。

激光散斑无损检测仪在仪器仪表、轨道交通装备、船舶与海洋工程装备、民用大飞机、航天航空、新能源汽车、医药工程、新型显示产业、材料科学、导弹等高科技领域得到广泛应用。

激光散斑无损检测技术是近年来复合材料无损检测探伤，如1~7mm 包覆层粘接结构内部缺陷检测等领域迅速发展的高新技术，制定检测设备校准规范，能够确保该技术的测量准确性和可靠性，推动其在技术前沿的应用可以实现激光散斑无损检测仪的标准化生产和使用，以提高设备的互换性和可比性，促进技术的普及和发展，校准规范的制定基于大量的检测试验数据和理论分析，确保其在科学性和合理性方面的先进性，为技术的进一步发展奠定基础。

激光散斑仪校准规范中包含对新技术、新方法的应用研究，如：更精准的校准算法、更高效的校准流程等，并涵盖仪器的各项关键性能指标，如散斑图像的稳定性、散斑图像的信噪比、离面位移的测量精度和标准缺陷试样的小缺陷检测等确保设备在各个方面的性能都能得到有效评估和校准，规范中包含详细的校准步骤、操作指南和注意事项，使得操作者能够掌握校准技能，提高工作效率和准确性。

制定激光散斑校准规范具有一定的社会效益，可以有效提升设备的测量精度，降低应测量误差导致的安全风险，同时，可以确保设备处于较佳性能状态，减少因设备性能下降而导致资源浪费。随着激光散斑检测技术的普及及应用，校准规范的制定，将进一步推动和规范该技术在仪器仪表、轨道交通装备、船舶与海洋工程装备、民用大飞机、航天航空、新能源汽车、医药工程、新型显示产业、

	<p>材料科学、导弹等高科技领域的应用和推广。</p> <p>3、查新结果</p> <p>国外没有相关检测标准。</p> <p>国内其它行业有相关检测标准，但是没有散斑系统的校准标准。</p>
产业链应用	<p>1、重点产业链方向</p> <p>激光散斑检测仪是一种基于激光散斑干涉原理的非接触式光学检测技术，主要用于检测物体表面或内部的微小变形、缺陷或应力分析，其非接触式、全场测量、高灵敏度、实时性等技术优势，以及其高精度、快速和非破坏性的特点使其在多个产业链中具有广泛应用场景和重要作用。以下概述其在主要产业链中的应用及具体应用场景。</p> <p>1、仪器仪表产业</p> <p>激光散斑检测仪非接触式检测特性避免对精密部件的物理损伤, 高分辨率(微米级)满足仪器仪表的高精度要求，激光散斑技术可以用于高精度仪器仪表的校准、检测和测量，确保其精度和性能，提高仪器仪表的精度和可靠性，为工业生产、科研实验等提供准确的数据支持。</p> <p>应用场景：</p> <p>1)精密传感器检测</p> <p>检测压力传感器膜片、光学镜片等微型部件的微变形或残余应力。例如，激光陀螺仪反射镜的装配应力分析。</p> <p>2)工业仪表密封性测试</p> <p>通过施加微小气压或温度变化, 检测仪表外壳的密封性(如泄露导致的局部变形)。</p> <p>3)动态性能标定</p> <p>实时监测振动传感器在动态载荷作用下的形变响应，验证其线性度和灵敏度。</p> <p>2、新能源汽车产业</p> <p>支持生产线在线检测，适应新能源汽车对安全性和轻量化的严苛要求。该技术用于检测电池包内部的缺陷和裂纹，确保电池的安全性和可靠性，以提升关键部件的质量，保证整车的动力性能、安全性以及经济性。</p> <p>应用场景：</p> <p>1)动力电池全生命周期检测</p> <p>包括动力电池电芯焊接缺陷检测和热失控预警等方面应用。</p>

	<p>电芯焊接缺陷检测:识别极耳焊接的虚焊或裂纹。</p> <p>热失控预警:检测电池充放电过程中因膨胀导致的壳体变形。</p> <p>2) 轻量化材料检测</p> <p>检测碳纤维车身、铝合金底盘的分层、孔隙和胶接缺陷。</p> <p>3) 电机与电控系统</p> <p>分析永磁电机转子在高转速下的动态变形, 预防磁钢脱落风险。</p> <p>3、轨道交通</p> <p>激光散斑检测仪的大视场检测能力适合长轨道车辆的大面积扫查, 高灵敏度可捕捉微米级疲劳损伤。通过该技术, 可以检测出车体、车轮、轮轴、转向架等部件内部的裂纹、夹杂物等缺陷, 确保轨道交通的安全运行, 延长关键部件的使用寿命, 降低维护成本。</p> <p>应用场景:</p> <p>1) 车体复合材料检测</p> <p>高铁/地铁车体的碳纤维增强复合材料(CERP)蒙皮脱粘、分层缺陷检测。</p> <p>2) 轮轴与转向架疲劳监测</p> <p>通过周期性加载检测轮轴和转向架表面微裂纹或内部应力集中。</p> <p>4、船舶与海洋工程装备产业</p> <p>激光散斑检测仪抗振动干扰能力适合船舶动态环境, 可用于船体结构、海洋平台等关键部件的无损检测, 通过该技术, 可以检测出使用中出现粘接疲劳的缺陷、材料的腐蚀情况等, 提高装备的质量和安全性, 延长使用寿命, 降低运营风险。</p> <p>应用场景:</p> <p>1) 船体结构健康监测</p> <p>复合材料船体:检测复合材料船体的分层和海水渗透导致的腐蚀膨胀。</p> <p>船体结构焊接接头检测:如:液化天然气船货仓焊缝的低温疲劳缺陷的检测。</p> <p>2) 海洋平台安全评估</p> <p>检测深海钻井平台支撑结构的应力分布情况, 预防裂纹扩展。</p> <p>3) 水下设备检测</p> <p>通过水下激光装置(需特殊设计)检测船体外壳的碰撞损伤。</p> <p>5、医药工程</p> <p>激光散斑检测仪的应用可显著提升医药产品的质量一致性, 其非接触和无污染特性符合 GMP 洁净环境要求, 可用于生物组织、药</p>
--	--

	<p>物制剂等无损检测和成像，诸如利用该技术可观察分析身体植入器械形变情况, 以及生物组织的微观结构变化等，为医疗设备研发和生产提供有力的技术支持，提高安全性。随着医药工业的智能化升级，该技术有望进一步与 AI 图像分析结合，实现更高效的自动化缺陷识别。</p> <p>应用场景：</p> <p>1) 医疗设备可靠性测试</p> <p>激光散斑检测仪适用复杂形状和柔性材料的无损检测，满足医疗产品高可靠性要求。</p> <p>植入器械检测: 人工支架的疲劳形变分析、骨科植入物(螺钉、关节假体)的表面微裂纹检测、生物可降解材料的降解过程监测等。。</p> <p>精密注射器: 检测针头与塑料件的微泄露(通过负压变形)。</p> <p>2) 药品包装密封性检测.</p> <p>非接触式检测避免污染, 并快速识别包装缺陷，保障无菌环境要求。例如监测西林瓶或预灌封注射器的胶塞与瓶口贴合完整性等。</p> <p>3) 生物材料力学研究</p> <p>分析 3D 打印生物支架在模拟体液中降解形变。</p> <p>6、 新型显示产业</p> <p>激光散斑检测仪高分辨率适配微米级显示元件检测，其全场检测能力可提升超大屏幕的质检效率。通过该技术的应用，可保障显示性能和产品质量的可靠性。</p> <p>应用场景：</p> <p>1) 屏幕基板缺陷检测</p> <p>屏幕基板缺陷检测应用包括玻璃基板微裂纹检测和柔性屏弯折测试。</p> <p>玻璃基板微裂纹检测: 检测大尺寸 OLED 玻璃在切割后的边缘应力。</p> <p>柔性屏弯折测试: 量化折叠屏铰链区域的塑性变形阈值</p> <p>2) 屏贴合工艺质量控制</p> <p>发现显示屏与触控膜层间的气泡和局部脱粘(通过热加载诱导变形)，评估屏幕与盖板玻璃的贴合精度。</p> <p>3) 光学膜层应力分析</p> <p>测量全屏膜层在贴合过程中的均匀性，避免显示不均。</p>
--	--

	<p>7、民用大飞机</p> <p>激光散斑检测仪抗疲劳、振动干扰能力适合民用大飞机机翼、机身服役前后的粘接质量排查，通过该技术，可以检测出使用中出现粘接疲劳的缺陷、内部材料的腐蚀情况等,提高装备的质量和安全性,及时修补延长使用寿命,降低运营风险。</p> <p>1)机翼、机身结构健康监测</p> <p>复合材料机翼、机身:检测复合材料的分层和金属材料上防腐蚀粘接导致的腐蚀膨胀。</p> <p>通过水下激光装置(需特殊设计)检测船体外壳的碰撞损伤。</p> <p>2)仪器、仪表密封性测试</p> <p>通过施加微小气压或温度变化,检测仪表外壳的密封性(如泄露导致的局部变形)。</p> <p>3)动态性能标定</p> <p>利用激光散斑实时监测振动传感器在动态载荷作用下的形变响应，实时监控粘接数字散斑全场。</p> <p>8、航天航空、材料科学、导弹：</p> <p>激光散斑无损检测仪可以检测航空零部件表面粘接的缺陷，如脱粘、弱粘、腐蚀、气孔等。这些缺陷可能影响零部件的强度和使用寿命.激光散斑无损检测能够及时发现并进行替换。</p> <p>在航天、航空、兵器包覆层推进剂，包覆层起到隔热、防腐等重要作用。激光散斑无损检测仪可以检测推进剂与包覆之间的缺陷，确保产品交付及在役质量排查。</p> <p>2、对本行业重点产业链的支撑作用</p> <p>通过激光散斑无损检测仪对仪器仪表、轨道交通装备、船舶与海洋工程装备、民用大飞机、航天航空、新能源汽车、医药工程、新型显示产业、材料科学、导弹等高科技领域粘接质量进行检测，有利于保障产品整体质量。</p>
范围和主要 计量特性	<p>1、适用范围</p> <p>本规范适应于激光散斑无损检测仪的校准</p> <p>2、主要计量特性的技术指标</p>

	表 1 主要计量特性技术指标			
	编号	计量项目	测量范围	最大允许误差
	1	仪器灵敏度(能检测出最小缺陷的能力)	$\Phi 1\text{mm}\sim\Phi 5\text{mm}$	$\Phi 1\text{mm}\pm 0.2\text{mm}$ $\Phi 2\text{mm}\pm 0.3\text{mm}$ $\Phi 3\text{mm}\pm 0.4\text{mm}$ $\Phi 5\text{mm}\pm 0.5\text{mm}$
	2	缺陷分辨力(两个缺陷的分辨能力,小于等于缺陷大小)	$\geq 2\text{mm}$ 或 $>1/2$ 缺陷尺寸	± 0.3
	3	示值重复性	$\Phi 1\text{mm}\sim\Phi 5\text{mm}$	$\pm 0.3\%$
	*4	激光器波长	532nm	$\pm 1\%$
	*5	激光器功率	160mW-800mW	$\pm 1\%$
	3、主要测量标准的技术指标			
	表 2 要测量标准的技术指标			
	编号	计量项目	技术指标	标准器技术要求
	1	灵敏度	$\Phi 1\text{mm}$ $\Phi 2\text{mm}$ $\Phi 3\text{mm}$ $\Phi 5\text{mm}$	灵敏度标准试块 $X_{-0.05}^0$ $Ra\leq 1.6\mu\text{m}$
	2	缺陷分辨力	$\geq 2\text{mm}$ 或 $>1/2$ 缺陷尺寸	分辨力标准试块 $X_{-0.05}^0$ $Ra\leq 1.6\mu\text{m}$
	3	示值重复性	$\pm 0.3\%$	灵敏度标准试块 $X_{-0.05}^0$ $Ra\leq 1.6\mu\text{m}$
	4、主要计量项目的技术原理			
	(1) 灵敏度			
	对产品或材料中缺陷进行测量时,所得结果与真实值之间的一致程度。主要反映了测量结果的准确性和可靠性,是衡量检测方法或设备性能优劣的重要指标。测试方法:使用标准试块上的缺陷进行检测,所得结果与真实试块缺陷尺寸进行对比。按照检测出的最小尺寸确定灵敏度。			
	(2) 缺陷分辨力			
	缺陷分辨力是指激光散斑检测系统能够识别两个缺陷之间大			

		<p>小、位置和形状的能力。测量方法:通过分辨力标准试块缺陷制作进行检测测量,测量所得的检测系统分辨力缺陷 1mm 时优于 1mm 间距、2mm 优于 2mm 间距、3mm 时优于 3mm 间距、大于 4mm 时优于 4mm。</p> <p>(3)示值重复性</p> <p>测量灵敏度标准试块缺陷,重复测量 3 次,将测量 3 次的结果按照示值重复性计算公式进行计算。</p>			
水平		<input type="checkbox"/> 国际先进 <input checked="" type="checkbox"/> 国内先进			
国内外情况 简要说明		<p>1、不涉及知识产权问题。</p> <p>2、与国内相关技术规范之间未发现关系。</p>			
推荐意见		<p>激光散斑无损检测仪广泛应用于仪器仪表、轨道交通装备、船舶与海洋工程装备、民用大飞机、航天航空、新能源汽车、新型显示产业、材料科学、导弹等高科技领域。校准规范的编制提供了可以依据的技术文件,确保激光散斑无损检测仪量值溯源的准确可靠。</p> <p>建议上报《激光散斑无损检测仪校准规范》。</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。