

附件 1:

2026 年行业计量技术规范申报项目汇总表

行业：机械汽车

填报单位（盖章）：上海材料研究所有限公司



序号	计量技术规范名称	制、修订	代替规范	完成年限	技术委员会或技术归口单位	主要起草单位	领域	重点产业链方向
一、重点项目								
二、基础项目								
1	应力环校准规范	制订	/	2026	中国机械工业联合会	上海材料研究所有限公司	产业基础	高端装备制造、新材料等

填表说明：“领域”包括以下 4 种（不可多选）：绿色低碳、关键核心技术攻关、产业基础、领域空白填补。

附件 2:

机械汽车行业计量技术规范项目建议书

建议项目名称	应力环校准规范		
制定或修订	☒ 制定 ☐ 修订	被修订计量技术规范号	
计量技术规范性质	☐ 检定规程 ☒ 校准规范	计量技术规范类别	☐ 重点 ☒ 基础
主要起草单位	上海材料研究所有限公司		
联系人	郑程	联系电话	18217161599
任务年限		申请经费	
参加单位	江苏材试仪器科技有限公司、 机械工业上海蓝亚石化设备检测所有限公司		
具备的特点	☐ 安全 ☐ 节能 ☐ 环保 ☒ 自主创新 ☐ 其他_____		
目的、意义和必要性	(一) 项目编制目的 应力环作为材料试验、应力腐蚀试验、恒载荷装置等领域的重要力学加载基准，其变形量可作为载荷的测量依据，是机械与汽车行业常用的二级值传递装置。然而，目前国内尚缺乏一部专门针对应力环的计量技术规范，导致实际测量过程中存在方法不统一、性能评价指标不一致、校准结果可比性差等问题。 本项目旨在制定 《应力环校准规范》，明确应力环的计量特性要求、校准条件、校准方法、校准结果表达方式以及不确定度评定方法，为行业提供统一的计量技术依据，确保力学试验中载荷测量的准确性、一致性和可追溯性。 (二) 项目的行业意义 1. 解决产业痛点，提高测量一致性		

目前我国材料腐蚀试验、疲劳试验、汽车零部件力学试验中广泛使用应力环作为恒应力加载装置，但因缺乏统一的技术规范，存在以下行业痛点：

- 1) 生产企业、自建实验室及第三方机构的校准方法差异明显；
- 2) 载荷—变形曲线拟合方法不统一，导致校准数据偏差大；
- 3) 示值重复性、线性误差等关键性能指标缺乏标准化；
- 4) 实验室使用的百分表、测力仪等辅助设备的要求不一致，影响溯源链闭环。

本规范的制定将有效解决上述问题，实现应力环校准方法的统一。

（三）先进性、亮点与创新点

本规范具有以下亮点：

- 1. 明确了应力环特有的计量特性要求

包括：

- 1) 加载面平行度定量化指标（ $\leq 1:0.0002 \text{ mm/mm}$ ）
- 2) 相对线性误差
- 3) 示值重复性相对误差

这是国内首次对应力环的结构几何特性和计量性能提出系统性指标。

- 2. 引入最小二乘拟合的线性误差求解方法

规范要求采用多项式方程进行拟合，使评价更加科学、稳定、可追溯，与国际先进趋势一致。

- 3. 完整的不确定度评定示例

附录提供完整模型，包括：百分表引入不确定度、测量重复性不确定度以及合成不确定度与扩展不确定度。这一部分具有方法学上的先进性，可直接指导全国实验室开展规范化校准。

- 4. 推动智能制造质量基础建设

应力环是许多力学试验系统的关键载荷组件，本规范将为材料产业、汽车制造、高端装备中试实验室/研发机构提供统一的力值测量基准，加强我国战略性新兴产业产业链的计量能力。

（四）社会效益、经济效益与推广前景

1. 社会效益。

可极大提升行业测试能力和国际竞争力，标准实施后可显著提升国内测试机构的校准能力，使试验结果更接近国际水平，为产品出口提供质量支撑。同时可降低企业质量事故风险，应力加载失准是导致连接件断裂、零部件失效的重要原因，统一标准可有效降低风险。

2. 经济效益。

最直接的经济效益可为市场主体"降本增效"，这是规范推广后最直观、最快速显现的效益。降低企业合规成本与检测费用：统一的规范为校准服务提供了"标准菜单"。企业可以更清晰地比质比价，避免因不同机构方法各异而导致的重复检测和校准，直接节省检测费用。同时，规范的推广会促进校准服务市场的良性竞争，有望降低单次校准服务的价格。减少设备故障与生产中断：在石油化工领域，应力环校准的精准性直接关系到对管材抗 SSC 性能的准确判断。规范的推广，确保了用于测试的设备量值精准，从而能更可靠地筛选出不合格材料，大幅降低因油井管、压力容器在服役中突然断裂而导致的灾难性事故。这类事故的损失动辄千万，甚至危及生命，规避它们本身就是巨大的经济效益。规范的校准能确保这种长周期测试数据的可靠性，为设备寿命评估和安全预警提供坚实基础。缩短产品研发与上市周期：在航空航天、汽车制造等高端领域，应力环被广泛用于新材料的疲劳评估。一个统一、可靠的校准规范，意味着研发人员可以信赖不同时间、不同地点测试数据的可比性。这能加速材料筛选和工艺验证过程，帮助企业更快地将新产品推向市场，抢占先机。

间接经济效益可为产业链"提质增效"。这部分效益更为深远，它通过提升产品和服务的质量，间接地创造价值。提升产品良率与一致性：在超硬材料合成（如金刚石）中，预应力模具（应力环）的承载状态直接影响合成工艺的稳定性。规范的校准确保了所有模具的力学性能评估有统一标尺，制造商可以更精确地掌握模具状态、优化工艺，从而提升超硬材料的合成良率和品质一致性。良率的提升直接转化为利润的增加。强化产业链协同与互信：规范的推广，相当于在产业链上下游之间建立了一个关于力值测量的"共同语言"。上游的应力环制造商按规范提供产品，中游的校准实验室按规范提供服

务，下游的用户按规范验收和使用。这种量值的统一和互信，可以减少因数据不一致导致的商务纠纷，提升整个产业链的协作效率。规避重大安全风险与社会成本：这是间接经济效益中分量最重的一环。无论是石油管道的应力腐蚀开裂，还是飞机结构件的疲劳断裂，其背后都可能与应力测试的准确性有关。一个覆盖全国的、严格执行的校准规范，是国家防止此类重大安全事故的重要技术防线。它所避免的生命财产损失、环境灾难和社会动荡，是无法用金钱衡量的巨大效益。

还可以产业带动效益：催生新业态，驱动技术升级。规范的推广不仅是约束，更是创新的催化剂。催生高端校准与检测服务新业态：规范中若引入如 DIC 技术、激光探测等先进方法，将推动校准服务从传统人工操作向高精度、自动化、现场化方向发展。这会催生一批掌握核心技术的第三方校准服务机构，提供更高效、附加值更高的技术服务，创造新的市场价值和就业岗位。驱动国产仪器仪表产业升级：校准规范对测量精度、稳定性的高要求，为国产应力环、测力仪、以及相关传感器等设备制造商指明了技术攻关方向。为了满足规范要求，企业必须加大研发投入，提升产品性能和质量，从而逐步摆脱对进口高端仪器的依赖，实现国产替代，并最终提升在国际市场的竞争力。促进标准物质与验证体系建设：规范的落地离不开配套的标准物质（如标准力值发生装置）和验证体系。这对于确立测量基准、提升检测精度和可靠性具有重要意义。

3. 广泛的推广前景

石油管材在含 H_2S 的酸性环境中极易发生硫化物应力腐蚀开裂，这是导致油井管、压力容器突发断裂的主要原因之一。基于国际标准（如 NACE TM0177）设计的应力环测试系统，通过模拟井下高温高压及含 H_2S 的恶劣环境，对材料施加恒定拉伸载荷，以评估其抗 SSC 性能。这种测试是验证石油管材是否合格、保障油气开采安全的关键环节。除了常规的 H_2S 环境，应力环系统也被用于模拟更极端的工况。例如，在深海高压环境下对石油钻采设备进行应力测试，已验证设备在高压、腐蚀环境下的长期可靠性。有资料显示，应力环系统能在此类工况下连续稳定运行超过 500 小时。

同时应力环还常用于力值的校准。它的原理基于胡克定律，通过精确测量受力后的弹性变形来反推力值，因此常被用作标准测力仪，用于校准材料试验机、压力机等各种测力设备。其校准过程本身就是一个严格的量值传递过程。基于上述核心价值，结合应力环的具体使用场景，主要有以下几个维度的预期效果：

1) 对计量与测试行业：引领技术升级与服务规范化

- 提升校准精度与效率：规范将推动校准方法从传统的人工操作向自动化和高精度方向升级。将促进整个行业采用更先进的技术，实现快速校准，大幅提升工作效率和准确度。
- 统一市场服务标准：规范为校准实验室提供了统一的操作流程和判定依据，从测力环的预处理、安装，到力值递增/递减的进程、数据处理，都有了明确的校准程序。这将减少因方法不同导致的校准结果差异，提升校准服务的可比性和公信力。

2) 对石油化工领域：筑牢极端环境下的安全防线

- 强化关键数据的可靠性：在模拟深海高压、硫化氢腐蚀等极端环境的SSC测试中，应力环的准确性直接关系到对管材性能的判读。规范的推广，确保用于测试的应力环本身量值精准，从而让基于其数据的材料筛选、设备寿命评估和安全预警更加可靠，为油气开采筑牢安全防线。
- 促进跨区域技术互认：石油化工项目往往跨地域甚至跨国界。有了统一的校准规范，不同地区、不同实验室出具的关于抗硫化物应力腐蚀开裂（SSC）性能的测试报告，其数据基础（即应力环的准确性）就具有了可比性和互认性。这有助于打破技术壁垒，促进全球范围内的技术合作与贸易。

3) 对超硬材料与高端制造：夯实工艺创新的基础

- 支撑精密制造工艺：在合成金刚石等超高压制备工艺中，预应力模具（应力环）的承载能力与稳定性是核心技术。规范的推广，意味着对这些核心模具的力学性能评估有了统一标尺。制造商可以更精确地掌握模具的状态，优化预应力设计，从而提升设备性能，为合成更高品

	质的超硬材料提供工艺基础。 提升产品质量一致性：在航空航天、汽车制造等高端领域，应力环被广泛用于材料的疲劳评估和质量控制。统一的校准规范确保了所有应力环量值的一致性，进而保证了在这些严格质量控制下生产的零部件性能的高度一致和可靠，最终提升整机产品的安全性与寿命。 （五）查新结果 1. 国内标准情况 尚无针对“应力环校准”的 JJG（检定规程）或 JJF（校准规范）文件；GB/T 系列中也未包含专门用于应力环校准的方法；现有文献中仅对力学试验机、标准测力仪等进行规范，不能覆盖应力环特殊结构。 2. 国际标准情况 ISO、ASTM 标准中没有单独针对应力环的校准方法，其中 ASTM E4、ISO 7500 等主要用于标准测力仪的检定，无法直接适用于应力环。在应力腐蚀试验领域，如 ASTM G38 仅对试验程序给出原则性描述，没有量值校准要求。 3. 行业及企业标准情况 部分企业内部可能存在自定方法，但缺乏统一性与溯源链要求，不具备行业推广性。
--	---

范围 and 主要
计量特性

(一) 计量技术规范的适用范围

本计量技术规范适用于各类型应力环的校准，包括材料试验、应力腐蚀试验、恒载荷试验等场景中使用的不同量程、不同结构形式的应力环。

规范适用于实验室、制造企业、科研机构和第三方检测机构，对应力环进行几何参数检查和力一位移对应关系的计量校准。

(二) 计量特性的技术指标

依据行业主流试验设备（如 MTS Landmark 液压伺服试验系统（0.5 级及以上）、高精度数显百分表 0.001mm 分辨力等）对应力环进行校准，计量特性包括以下主要技术指标：

1. 加载面平行度

指标：≤ 1 : 0.0002 mm/mm

用于评价应力环两加载面几何结构是否满足线性加载要求。

2. 相对误差

指标分级：

应力环级别	相对线性误差 le %	示值重复性相对误差 R %
0.5	±0.5	0.5
1	±1.0	1
2	±2.0	2

3. 外观检查

铭牌、编号、制造信息完整，表面无影响性能的损伤与锈蚀。

(三) 主要测量标准的技术指标

应力环校准所需的核心测量标准设备及典型技术指标如下：

设备名称	测量范围	准确度等级/测量不
------	------	-----------

			确定度
MTS Landmark 液压伺服系统	$\pm 100\text{ kN}$		0.5 级
数显千分表	$(0\sim 12.7)\text{ mm}$		$U=4.2\mu\text{m}\ (k=2)$

以上测量系统确保应力环校准过程中的力值、位移量和几何参数均具备可溯源性，满足规范要求。

(四) 主要计量项目的技术原理

1. 加载面平行度测量原理

利用高度尺和高平度基板测定应力环上下加载面两点间的高度差，根据几何关系计算平行度偏差。

2. 相对线性误差测量原理

应力环在加载下产生弹性变形，百分表测得的位移量与施加载荷应呈线性关系。

通过最小二乘法拟合载荷—位移曲线，比较实测点与拟合直线偏差，即可求得线性误差。

3. 示值重复性相对误差原理

在相同加载点重复施力三次，观察位移响应的差异，计算示值波动占满量程或平均值的比例。

4. 位移测量原理

使用百分表/千分表直接测量应力环加载面之间的相对位移，其测量精度与探头方向、装夹方式、试验机刚度等直接相关。

5. 力值测量原理

施加载荷由 MTS 伺服试验机提供，其力值经国家力学量溯源链传递，确保加在应力环上的力具有法定计量溯源。

水平		☐ 国际先进 ☒ 国内先进			
国内外情况 简要说明		1. 国内标准情况 尚无针对“应力环校准”的 JJG（检定规程）或 JJF（校准规范）文件；GB/T 系列中也未包含专门用于应力环校准的方法；现有文献中仅对力学试验机（JJG 475）、工作测力仪（JJG 455）等进行规范，不能覆盖应力环特殊结构。 2. 国际标准情况 ISO、ASTM 标准中没有单独针对应力环的校准方法，其中 ASTM E4、ISO 7500 等主要用于标准测力仪的检定，无法直接适用于应力环。 3. 涉及的知识产权与专利情况 通过对国内外相关文献、标准以及公开数据库的查新检索，未发现针对“应力环校准方法、加载面平行度测量方法、线性误差评价、重复性评价”等内容的专利性技术。			
推荐意见					
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 2，3，11 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。