

有色金属行业计量技术规范项目建议书

建议项目名称	高温拉伸试验机用真空炉校准规范		
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 ☒ 技术规范	计量技术规范类别	☐ 重点 ☒ 基础
主要起草单位	西安汉唐分析检测有限公司		
联系人	李荣	联系电话	15902946319
任务年限	1 年	申请经费	5 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、西部金属材料股份有限公司、西安建筑科技大学、陕西天成航空材料股份有限公司		
目的、意义和必要性	高温拉伸试验机用真空炉是评价陶瓷基复合材料、单晶高温合金等先进航空材料在 500℃~2500℃极端环境下力学性能的核心装备，广泛应用于民用大飞机产业链中发动机热端部件、机身热结构的地面模拟试验与适航验证。然而，由于该温区远超常规计量范围，现行国家计量规范（如 JJG 276-2009 ）主要针对 1200℃以下的中高温环境，依赖接触式热电偶测温，在超高温条件下传感器极易发生漂移、氧化甚至熔断，导致高温拉伸试验机用真空炉无法有效溯源；同时，行业内缺乏统一的校准依据，各使用单位仅凭厂商说明或内部方法进行核查，不同实验室间的测试数据缺乏可比性，导致高温拉伸试验机用真空炉测温数据准确性和可靠性难以保证，严重制约了材料研发的效率与可靠性。 基于上述现状，制定《高温拉伸试验机用真空炉校准规范》具有重大的现实意义与迫切性。本规范的实施将填补国内有色金属行业在超高温计量领域的空白，解决长期困扰业界的“超高温无法测准”的共性技术难题，为民用大飞机等关键领域的有色金属材料研发提供准确、可靠的计量保障。通过建立统一的非接触式辐射测温校准体系，能确保产业链上下游数据的有效性与互认度，保障国产大飞机等重大装备的供应链安全与适航认证进度。此外，本项目确立的先进校准技术将提升我国在极端条件计量测试领域的能力，具有显著的社会效益和广阔的推广应用前景。		
产业链应用	本规范适用于民用大飞机产业链。 在民用大飞机产业链中，铝合金、钛合金、高温合金等材料在服役过程中往往面临超高温环境和复杂的交变载荷，其高温力学性能直接决定着		

	飞机结构的安全性和服役寿命。因此，在大飞机用有色金属材料的研发、认证和批量生产过程中，必须通过高温拉伸试验对其高温力学性能进行严格、准确的评价与验证。高温拉伸试验机用真空炉作为实现超高温、真空或可控气氛环境下材料力学性能测试的核心装备，其温度场的准确性、均匀性和稳定性直接决定了试验数据的可靠性和可比性，支撑着“关键原材料—核心部件—整机验证”全链条的质量控制与技术创新。在产业链上游，规范将为陶瓷基复合材料、高温钛合金等航空关键有色金属材料的成分与工艺研发提供精准的计量保障，确保材料在极端环境下的性能数据可信；在中游部件制造环节，将服务于航空发动机热端部件（如涡轮叶片、燃烧室）及机身热结构的地面模拟试验，为部件的设计定型与寿命评估提供坚实的数据支撑；在下游整机制造与运维环节，可为中国商飞及配套供应商提供统一的供应链计量标准，确保外协零部件的超高温性能测试结果满足主制造商的准入要求。 本规范的制定，将填补我国有色金属行业高温拉伸试验机用真空炉校准技术规范空白，确保真空炉在超高温条件下的温度计量性能准确可靠，从源头上保障大飞机用有色金属材料高温力学性能测试数据的有效性。这不仅有助于提升国内航空材料供应商的检测能力和产品竞争力，推动有色金属材料在民用大飞机产业中的国产化替代进程，更是支撑我国民用大飞机产业链自主可控、高质量发展的重要计量技术基础。															
范围 and 主要 计量特性	1.适用范围 本规范适用于测量范围为(500~2500)℃的金属材料及复合材料高温拉伸试验机用真空炉的校准。 2.主要计量特性 高温拉伸试验机用真空炉的计量特性见表 1。 表 1 计量特性 <table><tr><th>温度范围</th><th>温度均匀性</th><th>温度稳定度</th></tr><tr><td>(500~800)℃</td><td>±4℃</td><td>±1℃</td></tr><tr><td>(800~1100)℃</td><td>±6℃</td><td>±2℃</td></tr><tr><td>(1100~1600)℃</td><td>±8℃</td><td>±3℃</td></tr><tr><td>(1600~2500)℃</td><td>±10℃</td><td>±4℃</td></tr></table> 3.测量标准 校准所用标准器及配套设备应经过计量溯源，根据不同的校准温度范围，应选用对应的测量标准，具体要求见表 2。	温度范围	温度均匀性	温度稳定度	(500~800)℃	±4℃	±1℃	(800~1100)℃	±6℃	±2℃	(1100~1600)℃	±8℃	±3℃	(1600~2500)℃	±10℃	±4℃
温度范围	温度均匀性	温度稳定度														
(500~800)℃	±4℃	±1℃														
(800~1100)℃	±6℃	±2℃														
(1100~1600)℃	±8℃	±3℃														
(1600~2500)℃	±10℃	±4℃														

	表 2 测量标准的技术指标			
	序号	测量标准	测量范围	技术指标
	1	温度传感器	(500~1600)℃	工作用铂铑 10-铂热电偶 I级
			(500~2300)℃	钨铼热电偶 $\pm 1.0\%t$ (t 为测量温度)
			(1600~2500)℃	标准精密辐射温度计 $U \leq 3.3^{\circ}\text{C}$, $k=2$
	2	多通道数据采集仪	(500~2300)℃	不低于 0.02 级, 具备修正功能
注: 也可采用满足测量不确定度要求的其他测量标准进行校准。				
4.技术原理				
(1) 分段量值传递原理				
本规范针对(500~2500)℃宽温区的物理特性, 确立了分段量值传递的技术路线:				
(500~1600)℃段: 利用工作用铂铑 10-铂热电偶或钨铼热电偶测温, 直接感知被测温场的热电势, 实现接触式量值传递。				
(1600~2500)℃段: 利用标准精密辐射温度计或标准精密辐射温度计与钨铼热电偶组合测温。				
(2) 有效加热区与布点原理				
无论炉体结构如何, 校准均在炉内设定的“有效加热区”内进行。该区域是指能够满足表 1 所列计量特性要求的空间范围。校准布点依据空间坐标法, 在有效加热区内选取具有代表性的特征点(如中心点、边缘点), 通过多点测量数据综合评价炉温性能。				
(3) 真空环境修正原理				
在真空环境下, 气体对流传热消失, 热量传递主要依靠热辐射。对于非接触式测量, 需考虑真空观察窗材料的光谱透射比变化对辐射能量采集的影响; 对于接触式测量, 需确保标准热电偶保护管的气密性及化学稳定性, 防止在真空高温下发生污染或失效。				
水平	☐ 国际先进 ☒ 国内先进			
国内外情况 简要说明	目前, 国内针对试验机高温炉的计量技术规范(如 JJG 276)主要覆盖中高温范围($\leq 1200^{\circ}\text{C}$), 依赖接触式热电偶测温, 在超高温下因传感器漂移、氧化等问题无法保证准确性, 存在计量“断层”。国际上, ASTM 等组织已关注超高温测试的校准, 但系统性的规范仍属前沿。发展趋势是采用辐射测温法替代或补充接触法, 并建立更完善的校准体系和量值传递链。目前我国在超高温材料研发和测试方面有显著需求, 制定此规范是紧跟国际趋势、满足国内迫切产业需求的必要举措。 本规范不涉及专利, 无知识产权冲突。			

推荐意见		本规范规定了高温拉伸试验机用真空炉的校准内容，技术内容合理，同意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	计量委员会	(签字、盖公章) 月 日	部委托支撑单位	(签字、盖公章) 月 日

填写说明：1.表中第 2，3，8 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。