

有色金属行业计量技术规范项目建议书

建议项目名称	热重-差示扫描量热同步热分析仪校准规范		
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	厦门双瑞材料研究院有限公司		
联系人	李春辉	联系电话	0379-67256067
任务年限	1 年	申请经费	5 万
参加单位	中国船舶集团有限公司第七二五研究所、西安汉唐分析检测有限公司、国标（北京）检验认证有限公司、钢研纳克检测技术股份有限公司、耐驰科学仪器（上海）有限公司		
目的、意义和必要性	为贯彻《计量发展规划（2021-2035 年）》、《建立健全碳达峰碳中和标准计量体系实施方案》以及《工业和信息化部关于制造业计量创新发展的意见》等要求，本项目拟制定有色金属行业专用的《热重-差示扫描量热同步热分析仪校准规范》，建立一套可复现、可溯源的校准/核查方法体系，解决同步热分析仪在同一程序控温过程中质量与热量同时采集所带来的计量特殊性问题，使该类关键热分析设备的量值纳入可追溯的控制链条。 TGA/DSC STA 是一种将热重分析（TGA）与差示扫描量热（DSC）技术结合的仪器。它能够在同一试验中，同时测量试样的质量变化与热效应，常应用于材料的失重分析（如水分挥发、热分解等）、熔融、固态相变、玻璃转变等相变分析以及反应热、比热容的测定等。然而，目前我国尚无专门针对 TGA/DSC STA 的计量校准规范。该类仪器的校准主要参照 JJG 936-2012《示差扫描量热计》和 JJG 1135-2017《热重分析仪》等单一功能仪器的规程，或参考国外标准（如 ASTM E 968-2025、ASTM E2040-2025、ASTM E1582-2025 等）。这种做法在实际应用中存在明显的不适用性与局限性，主要体现在以下方面： 功能集成性不足： TGA 仅能测试质量随温度的变化， DSC 仅能测试热量随温度的变化，而热重-差示扫描量热同步热分析仪 TGA/DSC STA 则能同时测试试样的质量与热量随温度的变化。其在结构设计、传感器配置、热场控制等方面与单机 TGA 或 DSC 存在显著差异，单独参照现行标		

	准无法全面覆盖其计量特性，导致校准方法不系统、不完整。 温度范围限制：DSC 一般最高只能测试到 700℃，而 TGA/DSC STA 通常可达到 1600℃，因此，原有的 JJG 936-2012《示差扫描量热计》检定规范无法覆盖同步热分析仪的工作温度范围。 测量精度差异：同步热分析仪虽然整合了 TGA 和 DSC 的功能，但在实际测试中，其温度、热量和质量的测量精度往往低于专用仪器。单独的 DSC 的传感器样品端与参比端是完全对称的平台，基线漂移极小，微弱的热效应也能探测得到。TGA/DSC STA 传感器结构上先天不对称，热流计算要靠标定补偿，基线噪声天然比单 DSC 要大。此类差异未在现有标准中体现，导致实际校准中难以合理设置误差限值。 制定 TGA/DSC STA 校准规范，可有效解决上述问题。该规范拟围绕温度测量、热量测量、质量测量等关键计量特性，建立统一、科学、可操作的校准方法体系，提升仪器的校准水平和检测数据的科学性与可靠性。该规范是国内首个专门针对 TGA/DSC STA 仪器的校准规范，填补了行业空白。其科学性与可操作性强，围绕关键计量特性提出统一、可复现的校准方法，满足高精度、高耐热性材料的测试需求，适用于锂电池、新能源、航空航天等多个前沿领域。其实施将推动新材料研发与产业升级，保障产品安全与性能，提升行业整体技术水平和国际竞争力。 在推广应用方面，该规范将广泛应用于锂电池材料研发、热失控预警研究、材料失效分析等关键环节，为高校、科研机构 and 第三方检测机构提供统一的校准依据，提升检测数据的科学性和可比性。其推广应用前景广阔，具有显著的社会效益和产业支撑作用。
产业链应用	本规范适用于锂电池产业链。 在锂电池产业链中，TGA-DSC（热重-差示扫描量热）同步热分析仪是一种关键的热分析设备，具有同时测量材料质量变化和热量变化的能力，能够为锂电池正负极材料、电解液、隔膜等核心材料的热稳定性、热分解行为、相变特性等提供高精度的测试数据。这些参数对锂电池的安全性、能量密度和循环寿命具有决定性影响。 该规范的实施将为锂电池产业链提供可靠的技术支撑，提升材料研发、性能评估和质量控制的科学性与一致性，推动锂电池产业的高质量发展。通过统一校准标准，可有效保障材料测试数据的准确性与可比性，提升电池产品的安全性与性能水平，对推动锂电池产业链标准化、规模化发展具有重要意义。

范围和主要
计量特性

1. 计量技术规范适用范围

本规范适用于热重-差示扫描量热同步热分析的校准，温度范围覆盖室温至 1600 摄氏度。

2 主要计量特性

主要计量特性见表 1。

表 1 仪器计量性能要求

校准项目		技术指标
温度重复性		$\leq 1.0^{\circ}\text{C}$
温度示值误差	室温 $\sim 156^{\circ}\text{C}$	$\leq \pm 1.5^{\circ}\text{C}$
	$> 156^{\circ}\text{C} \sim 419^{\circ}\text{C}$	$\leq \pm 2.0^{\circ}\text{C}$
	$> 419^{\circ}\text{C} \sim 660^{\circ}\text{C}$	$\leq \pm 2.5^{\circ}\text{C}$
	$> 660^{\circ}\text{C} \sim 1064^{\circ}\text{C}$	$\leq \pm 3.0^{\circ}\text{C}$
	$> 1064^{\circ}\text{C} \sim 1455^{\circ}\text{C}$	$\leq \pm 4.0^{\circ}\text{C}$
热量重复性		$\leq \pm 2\%$
热量示值误差		$\leq \pm 8\%$
质量重复性		$\leq 1\%$
质量示值误差		$\leq 2\%$

3. 主要测量标准的技术指标

3.1 标准物质：校准时应使用系列热分析标准物质，标准物质的温度范围为室温至 1600℃，温度不确定度为（0.06~0.94）℃，k = 2，热量不确定度为（0.3~1.3）J/g，k = 2。

3.2 电子天平：分度值不大于 0.01 mg。

4. 主要计量项目的技术原理

4.1 温度示值误差与重复性

使用同步热分析仪对标准试样的熔点进行测量，取两次测量结果的差值的绝对值作为温度重复性的表征；将两次测量结果的平均值与标准试样已知标准值之间的差值作为温度示值误差的评价依据。

4.2 热量示值误差与重复性

使用同步热分析仪对标准物质进行熔化焓的测量，取两次测量结果的差值的绝对值与其平均值的比值，作为热量重复性的表征；同时，将两次测量结果的平均值与标准值之间的差值与标准值的比值，作为热量示值误差的评价指标。

4.3 质量示值误差与重复性

使用同步热分析仪对碳酸钙标准物质的热失重测量，取两次测量结果的差值绝对值，作为质量重复性的表征；同时，将两次测量结果的平均值

	与标准值之间的差值作为热量示值误差的评价指标。				
水平	☐ 国际先进 ☒ 国内先进				
国内外情况 简要说明	当前，我国尚无专门针对同步热分析仪的计量校准规范。目前该类仪器的校准主要参照 JJG 936-2012《示差扫描量热计》和 JJG 1135-2017《热重分析仪》等针对单一功能仪器制定的规程。这种做法虽在一定程度上保证了仪器的使用，但存在明显的不适用性与局限性，理由如下：1) 单独参照现行标准无法全面覆盖其计量特性，导致校准方法不系统、不完整；2) 差示扫描量热仪一般最高只能测试到 700℃，而同步热分析仪通常可达到 1600℃，因此，JJG 936 无法覆盖同步热分析仪的工作温度范围 3) 同步热分析仪测试精度不如单独的 DSC 与 TGA 此类差异未在现有标准中体现，导致实际校准中难以合理设置误差限值。 未发现有知识产权的问题，或涉及专利的情况。				
推荐意见	本规范规定了热重-差示扫描量热同步热分析仪的校准内容，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。