

行业计量技术规范项目建议书

建议项目名称	辉光放电发射光谱仪校准规范		
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"/> 技术规范	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	中铝洛阳铜加工有限公司		
联系人	韩跃伟	联系电话	13503886114
任务年限	2 年	申请经费	5 万元
参加单位	中铝材料应用研究院有限公司、国标（北京）检验认证有限公司		
目的、意义和必要性	<p>辉光放电发射光谱仪 (GD-OES) 是一种能同时对材料进行成分分析和表面分析的仪器。在常规化学成分分析中，该仪器可以直接对固体样品进行多元素同时快速分析，同时具备检测限低、灵敏度高、线性范围宽和分析成本低的特点。在表面分析中，根据方法是否经过了校准, 可以进行定量或定性的表面分析。利用射频 (RF) 光源，辉光光谱还能进行非导电样品的成分分析和表面分析。辉光光谱的分析时间较短 (一般为几分钟到十几分钟), 深度分辨率可以达到纳米级, 所以辉光光谱仪在有色金属材料行业中应用非常广泛，目前已形成多项相关国家标准，如：GB/T 19502-2023《表面化学分析 辉光放电发射光谱方法通则》、GB/T 29559-2013《表面化学分析 辉光放电原子发射光谱 锌和/或铝基合金镀层的分析》、GB/T 32996-2016《表面化学分析 辉光放电发射光谱法分析金属氧化物膜》等。</p> <p>有色金属材料的化学成分直接影响其性能，也是判断产品合格与否的关键参数；有色金属材料的表面处理工艺直接关系到材料的耐腐蚀性、抗氧化性、导电性等性能，如在铜基、铝基、镁基等材料表面进行镀镍，在铜基材料表面镀银等。辉光放电发射光谱仪 (GD-OES) 作为精密的光学仪器，其准确度直接影响了被测样品的化学成分及材料性能，因此必须定期对辉光放电发射光谱仪 (GD-OES) 进行校准。</p> <p>该校准规范的制定，将实现辉光放电发射光谱仪 (GD-OES) 校准的规范化与一致性，为辉光放电发射光谱仪 (GD-OES) 的检测数据准确可靠提供了必要的计量保障。从行业需求来看、此类设备应用广泛，不仅可以作为有色金属材料化学成分的快速分析常规手段，随着对材料表面质量的要求越来越高，在表面分析方面更体现出了独特的优势。因此，亟需专门制定针对辉光放电发射光谱仪 (GD-OES) 的计量校准规范，以填补此类仪器设备量值溯源所依据技术文件的空白，满足行业相关计量的迫切需求。</p> <p>经查阅国家计量技术规范全文公开系统及行业计量技术规范</p>		

	<p>等公开资料信息，目前国内均无涉及辉光放电发射光谱仪 (GD-OES) 的计量校准或检定的相关技术规范。目前国内针对发射光谱仪这一类仪器发布了 JJG 768-2005《发射光谱仪检定规程》，但该检定规程仅包含了电感耦合等离子体发射光谱仪、火花/电弧直读光谱仪和摄谱仪三类发射光谱仪，未涉及辉光放电发射光谱仪 (GD-OES)。由于辉光放电发射光谱仪 (GD-OES) 在性能和用途方面与上述三类发射光谱仪存在较大差别，因此该规程无法有效应用于辉光放电发射光谱仪 (GD-OES)。</p>
产业链应用	<p>本项目作为新能源汽车产业链中对有色金属材料的质量技术控制的重要环节，为产品质量检测仪器的校准提供了统一的方法。辉光放电发射光谱仪 (GD-OES) 是有色金属材料生产行业用于化学成分分析和表面分析的一种重要的常用仪器，用于材料的成分控制、表面处理工艺的研究及失效分析有非常重要的指导作用。</p> <p>辉光放电发射光谱仪 (GD-OES) 以其独特的性能优势在新能源汽车产业链中得以应用，对其中的铜及铜合金等有色金属材料的成分分析和表面分析发挥了重要作用，以铜及铜合金材料为例，一般用于汽车的电池连接部件、电池外壳、电机绕组、电机外壳及散热部件、电力电子系统功率器件散热、线路连接等零部件。</p> <p>新能源汽车电池包内的连接片、极柱等常采用铜及铜合金材料，辉光放电发射光谱仪 (GD-OES) 可确保这些部件的材料成分和性能符合要求，保障其良好的导电性和抗腐蚀性，使电池内部的电流传输稳定，减少能量损耗，提高电池的充放电效率和整体性能；新能源汽车部分电池外壳会用到铜合金以实现电磁屏蔽等功能，辉光放电发射光谱仪 (GD-OES) 对铜合金外壳材料的检测，可保证其成分准确、涂层良好，能有效屏蔽外界电磁干扰，提高电池系统的稳定性和安全性；铜及铜合金是电机绕组的常用材料，其性能直接影响电机的效率和功率密度。通过使用辉光放电发射光谱仪 (GD-OES) 对绕组材料的检测，确保铜材的纯度和合金元素含量合适，使电机绕组具有良好的导电性和机械强度，降低电机运行时的电阻损耗，提高电机的能效和可靠性；新能源汽车电力电子系统中的线路连接点使用的铜及铜合金材料，经辉光放电发射光谱仪 (GD-OES) 检测可保证连接点的材料质量和表面涂镀层质量，减少接触电阻，降低线路损耗和发热，提高整个电力电子系统的效率和安全性。</p>
范围和主要 计量特性	<p>1. 范围</p> <p>本校准规范适用于辉光放电发射光谱仪的计量校准。</p> <p>2. 计量特性</p>

	<p>(1) 重复性: $\leq 2.0\%$ (质量分数为 $0.05\% \sim 1.0\%$);</p> <p>(2) 稳定性: $\leq 3.0\%$ (质量分数为 $0.05\% \sim 1.0\%$);</p> <p>(3) 检出限: $\leq 0.001\%$;</p> <p>(4) 深度测量重复性: $\leq 3.0\%$ (镀层厚度 $\leq 20\mu\text{m}$)。</p> <p>3. 主要测量标准的技术指标</p> <p>采用铜基、铝基、锌基等有色金属成分标准物质确定重复性和稳定性, 采用纯铜、纯铝、纯锌标准物质确定检出限, 采用镀锌、镀镍、镀银等厚度片确认深度测量重复性。</p> <p>如采用铜合金成分标准物质 GSB04-1925-F01-2022 确定重复性和稳定性: Pb: $1.00\% \pm 0.03\%$, Fe: $0.149\% \pm 0.007\%$, Mn: $0.146\% \pm 0.004\%$, Ni: $0.298\% \pm 0.006\%$, Al: $0.177\% \pm 0.008\%$, Si: $0.126\% \pm 0.005\%$, As: $0.107\% \pm 0.004\%$, Sn: $0.30\% \pm 0.02\%$。</p> <p>如采用纯铜成分标准物质 GBW(E)020272 确定检出限: Pb: $0.00009\% \pm 0.00003\%$, Fe: $0.0002\% \pm 0.00003\%$, Bi: $0.00008\% \pm 0.00002\%$, Sb: $0.00007\% \pm 0.00003\%$, As: $0.00013\% \pm 0.00003\%$, Sn: $0.00007\% \pm 0.00002\%$, Ni: $0.00012\% \pm 0.00002\%$, Zn: $0.00006\% \pm 0.00002\%$, P: $0.00016\% \pm 0.00003\%$, S: $0.00052\% \pm 0.00009\%$, Ag: $0.00071\% \pm 0.00006\%$, Si: $0.00016\% \pm 0.00003\%$, Mn: $0.00005\% \pm 0.00002\%$, Cd: $0.00006\% \pm 0.00002\%$, Co: $0.00009\% \pm 0.00002\%$, Cr: $0.00007\% \pm 0.00002\%$, Se: $0.00007\% \pm 0.00002\%$, Te: $0.00008\% \pm 0.00003\%$。</p> <p>如采用铜基镀镍厚度片确认深度测量重复性:</p> <p>NI40CU999: 厚度 $1\mu\text{m}$;</p> <p>NI400CU999: 厚度 $10\mu\text{m}$;</p> <p>NI800CU999: 厚度 $20\mu\text{m}$。</p> <p>4. 主要计量项目的技术原理</p> <p>辉光放电发射光谱仪(GD-OES)工作原理是在辉光放电光谱光源内维持一个低真空氩气环境(一般 $100 \sim 500\text{Pa}$)。给样品施加负电压(一般 $500 \sim 1500\text{V}$), 样品作为阴极。在电场作用下, 电离产生的氩离子(Ar^+) 在阴极与阳极间被加速。同时在电离过程中, 产生了阳离子和自由电子, 最终形成等离子体, 该等离子体的形成过程称之为辉光放电。一些高速氩离子(Ar^+) 到达样品表面, 撞击得到阴极(样品)原子和二次电子, 将样品表面物质均匀地溅射(或剥离)出来, 一些溅射出的物质扩散到辉光放电等离子体内, 最终被激发。这些被激发的原子由激发态回到基态时所发出的光是组成该样品元素的特征光谱。经光栅分光后, 利用这些发射光谱的波长和强度即可进行定性和定量分析。在深度分析时, 通过相应的数学模型将实验得到的元素强度与溅射时间的关系转化为元素含量与溅射深度的关系, 即可得到样品深度分布的信息。</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>本计量技术规范与先有国家/行业技术规范不重复、不冲突。</p> <p>国内目前针对发射光谱仪这一类仪器发布了 JJG 768-2005《发射光谱仪检定规程》，但辉光放电发射光谱仪（GD-OES）与该规程中所涉及三类发射光谱仪在特性和用途方面存在较大差异，该检定规程存在较多的局限，难以有效应用于辉光放电发射光谱仪（GD-OES）。在化学成分分析方面，辉光放电发射光谱仪（GD-OES）的操作流程与直读光谱仪相接近，但在检出限、重复性、稳定性以及典型分析元素等计量特性要求方面则与之不同，不能照搬该规程；在表面分析计量特性方面，该规程则完全没有涉及，无法对辉光放电发射光谱仪（GD-OES）表面深度检测重复性这一关键计量特性进行检定校准。因此，制定专门的辉光放电发射光谱仪（GD-OES）计量校准规范显得尤为重要。该规范将填补国内在此类仪器设备量值溯源方面的技术文件空白，为有色金属材料产业链的质量技术控制提供有力支持。</p>			
推荐意见		该规范规定了辉光放电发射光谱仪的计量特性，技术先进，同意推荐。			
主要 起草 单位	(签字、盖公章) 月 日	计量 委员 会	(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。