

附件 2:

行业计量技术规范项目建议书

建议项目名称	等离子发射检测器气相色谱仪校准规范		
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 ☒ 校准规范	计量技术规范类别	☐ 重点 ☒ 基础
主要起草单位	中石化安全工程研究院有限公司		
联系人	肖寒	联系电话	18561539951
任务年限	2027 年	申请经费	5 万
参加单位	青岛计量测试技术研究院、铠爰分析仪器（上海）有限公司、中国石油化工股份有限公司广州分公司		
目的、意义和必要性	1. 指出该计量技术规范项目编制的目的、意义，解决产业的问题和编制必要性、迫切性； 等离子发射检测器气相色谱仪由于具有高灵敏度、高选择性的特点，广泛应用于石化行业干气制氢、副产氢气、加氢站氢中痕量杂质检测、空分装置高纯气体（如高纯氧、高纯氮等）痕量杂质检测等关键场景，已成为适配石化行业高纯气体精准检测需求的新型高效检测手段。目前此类仪器在国内石化行业已投用 400 余台，主要厂家有加拿大 ASD、上海华爱、辽宁科瑞、常州磐诺等。 等离子发射检测器气相色谱仪是通过色谱柱进行组分分离，再经高温等离子体高效激发、特征光谱精准识别、高灵敏信号放大，从分离到检测全流程实现对痕量信号的无干扰捕捉。无需预浓缩即实现 ppb 级硫化氢的精准检测，还可满足二氧化碳、一氧化碳、氧气、氮气、氩气等永久性气体及氧化亚氮、乙炔的严苛检测要求，其测量准确性直接关乎石化行业安全与发展质量。 本校准规范的制定，旨在填补等离子发射检测器气相色谱仪专属计量标准空白，针对该类高端超痕量检测仪器无统一校准依据的行业短板，建立适配其等离子体激发检测原理、ppb 级超痕量检测工况的标准化计量体系，统一设备校准方法、试验条件及量值溯源等要求，规范仪器出厂校准、使用期间校准等全流程计量工作，助力高端分析仪器产业标准化、规范化、自主化发展。 本项目核心产业价值突出，精准靶向破解当前我国仪器仪表高端细分产业链的核心痛点。目前国内通用气相色谱仪器计量规范体系成熟，但针对等		

	离子发射检测器这类高端超痕量检测专用仪器，尚无专属计量技术规范，传统检测器配套计量技术规范无法适配其等离子体激发工作原理、ppb 级超痕量、高灵敏、低噪声的特殊检测工况，存在高端仪器计量评价体系脱节、标准适配性不足等突出产业问题。标准缺失直接导致仪器仪表行业计量乱象，各生产企业校准方法、性能判定尺度不统一，第三方计量机构无量值溯源依据，产品研发定型、出厂检定、市场准入缺乏权威技术支撑，造成国产高端痕量分析仪器产品质量参差不齐、核心性能无法统一评价。这一问题长期制约我国高端仪器仪表产业链提质升级，导致国产高端仪器市场公信力、竞争力不足，高端检测仪器细分领域国产化替代进程受阻，严重阻碍仪器仪表产业向高端化、标准化、规范化方向迭代发展。本规范落地后，可打通仪器仪表产业“研发生产-计量校准-市场推广”全链条发展堵点，完善高端分析仪器计量配套体系，为国产仪器技术迭代、性能优化提供权威计量支撑，全面赋能仪器仪表产业链补短板、强弱项，加速高端气体分析仪器国产替代。 项目具备极强的必要性与迫切性。国产核心技术持续突破、产业化进程持续提速，但专属计量标准的缺位，造成产业发展与标准体系建设严重脱节，成为制约高端仪器产业链规模化、高端化发展的核心瓶颈。随着下游新能源、高端石化产业快速扩容，超痕量气体检测刚需持续激增，行业亟需统一计量标准规范市场秩序、统一质量评价尺度。因此，尽快制定行业计量技术规范，是补齐高端仪器产业链标准短板、夯实产业质量基础、保障产业良性循环、实现高端仪器自主可控高质量发展的迫切刚需。 2. 先进性和亮点、社会效益和推广应用前景： 本项目针对等离子发射检测器气相色谱仪超痕量检测特性，突破传统气相色谱校准规范的技术局限，首次建立适配该类特殊检测器色谱仪的专属校准方法、性能指标及量值溯源体系，有效解决行业“有设备、无标准”的突出问题。规范贴合仪器技术特点与产业化实际，可精准支撑国产高端痕量分析仪器技术迭代与性能优化，助力高端仪器自主可控发展。项目实施可统一行业计量评价标准，规范仪器仪表产业市场秩序，提升国产仪器公信力与市场竞争力，完善高端仪器计量标准体系，社会效益显著。目前该类仪器国内应用体量持续增长，本规范适用场景广、覆盖主体全，可在计量机构、仪器厂商及工业检测领域快速推广，对推动高端分析仪器规模化应用、实现国产替代具有广阔的应用前景。 3. 查新结果（国家、本行业或其他行业是否有相关技术规范）： 经查新，GB/T 37182-2018《气体分析 等离子发射气相色谱法》为检测方法标准，JJG 1055-2009《在线气相色谱仪检定规程》和 JJG 700-2016《气相色谱仪检定规程》的适用对象、测量范围等特性均不适用于等离子发射检测器气相色谱仪。其他国家、本行业或其他行业均未见等离子发射检测器气相色谱法相关计量检定规程和校准规范。
产业链应用	1. 产业链方向： 仪器仪表。 2. 对产业链的支撑作用。 当前，石化行业正朝着高端化、精细化、绿色化方向转型升级，干气制氢、副产氢气以及空分装置产出的高纯氧氮等高纯气体作为核心原料或辅助介质，广泛应用于新能源氢能、催化加氢、氮封等重要领域。这些高纯气体的杂质含量直接决定生产安全、产品质量及工艺稳定性，其中关键杂质的存

	在不仅可能引发工艺故障，甚至诱发爆炸等恶性安全事故，因此石化领域对高纯气体中杂质的精准检测需求日渐迫切。等离子发射检测器气相色谱仪，主要应用于石化行业氢气中硫化物、二氧化碳、一氧化碳、氧气、氮气、氩气等杂质，以及石化液氧中氧化亚氮、乙炔等杂质在线/实验室检测。然而，由于目前缺乏此类仪器的校准规范，无法保证其测量结果的准确性和可靠性。 制定该校准规范，可补齐我国高端仪器仪表产业链标准短板、完善产业配套体系、推动全链条高质量发展的核心基础性支撑，全方位赋能高端痕量气体分析仪器产业链研发、生产、计量、市场推广全流程升级，有效破解当前标准滞后、评价失序、国产替代缓慢的发展难题。 在生产制造环节，通过标准化质量约束，倒逼行业淘汰低端劣质产品，优化产业竞争格局，推动仪器仪表产业从规模化量产向高品质、高精密度方向提质升级。在计量服务环节，本规范可填补高端等离子发射气相色谱仪专属计量标准空白，为各级法定计量机构、第三方检测平台、企业内部实验室提供合规统一的校准依据，健全高端分析仪器计量服务体系，补齐了仪器仪表产业链配套服务短板，实现高端仪器量值精准溯源。在市场推广与产业升级环节，统一的国家级计量标准有效提升高端痕量检测仪器的市场公信力，解决国产仪器“无标准背书”的行业痛点，加速打破进口设备长期垄断格局，全面推动仪器仪表产业链高端化、标准化、自主化发展，为产业良性循环与持续技术迭代筑牢计量基础。																											
范围和主要 计量特性	1. 计量技术规范的适用范围： 本校准规范适用于等离子发射检测器气相色谱仪的校准。 2. 以典型仪器或试验设备等（注明仪器型号）为依据，提出计量特性的技术指标，包括其名称、测量范围和最大允许误差： 以型号为 KA8000Ex 的等离子发射检测器气相色谱仪为例，参考 JJG 700 的通用框架提出计量特性技术指标。 <table><tr><th>序号</th><th>项目</th><th>技术要求</th></tr><tr><td>1</td><td>检测限</td><td>$\leq 5 \times 10^{-10} \text{ mol/mol}$（硫化氢） $\leq 1 \times 10^{-8} \text{ mol/mol}$（氧化亚氮）</td></tr><tr><td>2</td><td>保留时间重复性</td><td>$\leq 1\%$</td></tr><tr><td>3</td><td>峰面积重复性</td><td>$\leq 5\%$</td></tr><tr><td>4</td><td>示值误差</td><td>$\leq 15\%$</td></tr></table> 注：上述指标，不用于合格性判定。 3. 主要测量标准的技术指标： <table><tr><th>序号</th><th>校准项目</th><th>设备名称及计量器具</th></tr><tr><td>1</td><td>检测限</td><td rowspan="4">氢中硫化氢标准物质：1.0×10⁻⁶ mol/mol，U=3%，k=2； 氧中氧化亚氮标准物质：1.0×10⁻⁶ mol/mol，U=4%，k=2； 音速喷嘴高精度稀释仪：流量误差 1%，U=0.4%，k=2。</td></tr><tr><td>2</td><td>保留时间重复性</td></tr><tr><td>3</td><td>峰面积重复性</td></tr><tr><td>4</td><td>示值误差</td></tr></table> 4. 简要描述主要计量项目的技术原理。 载气经色谱柱分离的气体组分在石英池内经电磁场的作用形成等离子	序号	项目	技术要求	1	检测限	$\leq 5 \times 10^{-10} \text{ mol/mol}$ （硫化氢） $\leq 1 \times 10^{-8} \text{ mol/mol}$ （氧化亚氮）	2	保留时间重复性	$\leq 1\%$	3	峰面积重复性	$\leq 5\%$	4	示值误差	$\leq 15\%$	序号	校准项目	设备名称及计量器具	1	检测限	氢中硫化氢标准物质：1.0×10 ⁻⁶ mol/mol，U=3%，k=2； 氧中氧化亚氮标准物质：1.0×10 ⁻⁶ mol/mol，U=4%，k=2； 音速喷嘴高精度稀释仪：流量误差 1%，U=0.4%，k=2。	2	保留时间重复性	3	峰面积重复性	4	示值误差
序号	项目	技术要求																										
1	检测限	$\leq 5 \times 10^{-10} \text{ mol/mol}$ （硫化氢） $\leq 1 \times 10^{-8} \text{ mol/mol}$ （氧化亚氮）																										
2	保留时间重复性	$\leq 1\%$																										
3	峰面积重复性	$\leq 5\%$																										
4	示值误差	$\leq 15\%$																										
序号	校准项目	设备名称及计量器具																										
1	检测限	氢中硫化氢标准物质：1.0×10 ⁻⁶ mol/mol，U=3%，k=2； 氧中氧化亚氮标准物质：1.0×10 ⁻⁶ mol/mol，U=4%，k=2； 音速喷嘴高精度稀释仪：流量误差 1%，U=0.4%，k=2。																										
2	保留时间重复性																											
3	峰面积重复性																											
4	示值误差																											

		体，待测气体组分的等离子体发出的光经过过滤选择后通过光电转换将光信号转变为电信号，而待测气体组分的含量与电信号强度具有正比关系，通过比较标准样品信号与待测组分信号计算出待测气体组分的含量。 对于氢中杂质含量检测的仪器，采用音速喷嘴气体稀释仪将 1×10^{-6} mol/mol 标准气体稀释为 1×10^{-9} mol/mol (1ppb) 标准气体，测定 3 次，计算峰高平均值，通过噪声、标准气浓度和峰高，计算仪器检测限；采用音速喷嘴高精度稀释仪将 1×10^{-6} μmol/mol 标准气体稀释为 4×10^{-9} mol/mol (4ppb) 标准气体，进样 7 次，记录硫化氢保留时间、峰面积及定量浓度，计算相对标准偏差，从而达到校准保留时间重复性、峰面积重复性和示值误差的目的。 对于空分杂质含量检测的仪器，采用音速喷嘴气体稀释仪将氧化亚氮标准气体稀释为 50ppb，测定 3 次，计算峰高平均值，通过噪声、标准气浓度和峰高，计算仪器检测限；将标准气体稀释为 100ppb，进样 7 次，记录保留时间、峰面积及定量浓度，计算相对标准偏差，从而达到校准保留时间重复性、峰面积重复性和示值误差的目的。			
水平		☐ 国际先进 ☒ 国内先进			
国内外情况 简要说明		1. 与国内相关技术规范之间的关系： 经查新，GB/T 37182-2018《气体分析 等离子发射气相色谱法》为相关的测试方法标准。JJG 1055-2009《在线气相色谱仪检定规程》和 JJG 700-2016《气相色谱仪检定规程》的适用对象、测量范围等特性均不适于等离子发射检测器气相色谱仪的检定和校准。 本技术规范为校准规范，属于填补领域空白和产业急需项目。 2. 指出是否发现有知识产权的问题，或涉及专利的情况： 经查新，不涉及国内外专利和知识产权问题。			
推荐意见		等离子发射检测器气相色谱仪是主要用于石化行业气体中痕量杂质含量检测的专业仪器，制定等离子发射检测器气相色谱仪专项校准规范，能够统一该类仪器的校准方法、计量参数和评价准则，为设备量值溯源、检测数据精准可靠提供权威计量支撑，对评价仪器性能、保障工业检测质量、支撑石化行业高质量发展具有极强的必要性与实用性。			
主要 起草 单位	(签字、盖公章) 年 月 日	技术 委员 会	(盖公章) 年 月 日	部委托 支撑 单位	(盖公章) 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。