

c 附件 3:

建材行业计量技术规范项目建议书

建议项目名称	半导体用气体在线监测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	中国电子工程设计院股份有限公司		
联系人	郭凯	联系电话	15801448190
任务年限	2 年	申请经费	自筹
参加单位	铠爱分析仪器（上海）有限公司		
目的、意义和必要性	一、目的和意义 我国半导体工厂建设过程，对氮气、氢气、氧气、氩气、氦气等用气的供应和输配纯度要求较高，通常气体通过纯化器送达工艺设备时纯度达到 99.99999%以上，且对其中痕量杂质含量的要求为 1nmol/mol 以下。此类气体作为半导体工厂建设过程的原料或辅料，其纯度和稳定性对产品良率的提升和生产安全有直接影响。 目前，半导体工厂在线监测系统 100%配置在线气相色谱仪，因此该气相色谱仪校准的准确性就尤为重要，一方面，保证了用气在线监测数据的准确、可靠，支撑用户产品良率和安全生产；另一方面，推动国产设备及相关配套产业的技术进步。 二、必要性 认证认可、检验检测是国家质量技术基础的重要组成部分，是国家治理体系的重要工具和技术支撑。习近平总书记在十九届三中全会上作出的“推进质量认证体系建设”重要论述，为认证认可检验检测工作提供了根本遵循。国务院印发《关于加强质量认证体系		

	建设促进全面质量管理的意见》(国发(2018)3号)中，检验检测认证服务业列入国家战略性新兴产业分类，在国民经济和社会发展中发挥重要作用。以工信部为代表的十五部门联合印发《关于进一步促进服务型制造发展的指导意见》工信部联政法〔2020〕101号中提出，要求加强检验检测认证服务能力，鼓励有条件的认证机构创新认证服务模式，为制造企业提供全过程的质量提升服务，进一步强化了认证认可、检验检测的地位作用，并在应用范围、服务功能、创新能力等多方面提出了更高的要求。 现阶段，我国半导体及高端显示器产业已进入高速成长阶段，气体作为其生产的关键性介质，其输配系统的安全性、可靠性，准确性和稳定性直接关系到生产安全和工艺的运行。 目前半导体工厂通常是在纯化器前后端配备气体品质在线监测系统，其中配置的气相色谱仪对气体中的CO、CO₂、CH₄、NMHC、N₂、Ar、H₂等杂质含量和变化趋势进行连续在线监测，并通过对杂质含量和变化趋势的精确监测支撑产品质量控制体系。对于纯化器后的气体纯度一般要求大于等于99.9999999% (9N/10⁻⁹)，这就要求杂质不得高于1 nmol/mol，而目前国家没有相应的校准规范或检定规程。目前现有校准规范或检定规程JJG 700-2016《气相色谱仪》，JJG 1055-2009《在线气相色谱仪》、JJF 2364—2026《放电离子化气相色谱仪校准规范》，JJF 2022—2023《白酒分析气相色谱仪校准规范》，JJF 1953-2021《硫化学发光检测器气相色谱仪校准规范》等均是针对实验室使用，标准物质浓度大于1 μmol/mol，且没有覆盖电子大宗气常用的等离子发射检测器气相色谱。 因此，亟需制定一部专门针半导体用气体在线监测气相色谱仪的校准规范，在保证标准物质和在线稀释的可溯源的前提下，实现在线1~1000 nmol/mol浓度的精确校准，为检测、验收工作提供更为详细、更具可操作性和更符合验收实施过程的技术支撑，为半导体工厂气体系统的安全性、可靠性和稳定性做好把关工作。
--	---

产业链应用	本项目深度覆盖半导体全产业链，面向工程建设单位、电子大宗气生产企业、分析检测设备制造企业等上下游主体提供标准化计量技术支撑。项目可将在线气相色谱仪的校准能力提升至 nmol/mol（ppb）级别，实现计量标准与国际先进水平对标接轨，为行业高质量发展筑牢计量根基。 在电子大宗气生产端，规范统一的校准体系能够保障产品研发、量产全流程中氮、氢，氩，碳氧化物、烃等各类痕量杂质检测结果精准可靠，有效把控气体产品品质，助力企业持续优化生产工艺、提升产品良率与市场竞争力，保障高纯电子气体稳定供应。 在半导体工程与生产端，依托量值准确、数据一致的检测设备，可实现生产用气在线监测、实时管控，精准把控工艺气体品质，减少因气体杂质超标引发的晶圆缺陷、工艺异常等问题，全面提升半导体生产线整体良品率，降低生产损耗与运营成本。 在检测仪器制造端，专项校准规范的落地将为等离子气相色谱仪的研发、测试、定型提供统一技术依据，引导国产仪器开展性能迭代与技术升级，补齐高端分析仪器产业短板。同时推动建立全行业统一的设备验收、计量校准与性能评价标准，规范市场秩序，加速高端气体分析仪器国产化替代进程，构建自主可控的产业链配套体系
范围和主要计量特性	1. 本规范适用于测量范围在（1~1000） nmol/mol 在线气相色谱仪的校准。 2. 计量特性：1）检测器出口流量稳定性：$\leq 1\%$；2）柱箱温度稳定性：$\leq 0.4^{\circ}\text{C}(10\text{min})$；3）基线噪声：$\leq 0.1\text{mV}$；4）基线漂移：$\leq 0.5\text{mV}(30\text{min})$；5）仪器检出限（3 倍信噪比）：$\leq 0.5 \text{ nmol/mol}$；方法检出限$\leq 1 \text{ nmol/mol}$ 6)定性重复性(保留时间)：$\leq 1\%$；7）1 $\mu\text{mol/mol}$ 定量重复性$\leq 1\%$，20 nmol/mol 级别$\leq 3\%$,10 nmol/mol 级别$\leq 5\%$
水平	☐ 国际先进 ☒ 国内先进
国内外情况简要说明	1. 目前国内没有针对在线气相色谱仪在测量范围 nmol/mol 的校准规范，为电子大宗气用在线监测气相色谱仪配套的计量校准体系存在根本性空白，计量溯源体系不完善、行业管控乱象突出。其一，国内现行核心气相色谱计量检定规程 JJG 700 仅适

	配 1umol/mol 以上浓度设备的检定或校准，指标体系围绕常规浓度检测、普通灵敏度色谱设备编制，参数阈值、噪声判定、检出限校准、线性评定等要求，无法适配电子大宗气用气相色谱仪低基线噪声、超高灵敏度、nmol/mol 级超痕量检测。其二，国内虽已出台放电离子化气相色谱仪、等离子体质谱联用设备专项校准规范，但未覆盖独立式等离子气相色谱仪，专项计量标准断层明显。其三，无国家级统一计量校准规范约束下，各地法定计量机构、第三方检测机构只能自行编制非标校准方案、自主选定校准参数、自制评定规则，校准点位、杂质标气选型、检出限核算、不确定度评定口径完全不统一，直接造成不同机构、不同实验室、不同品牌设备检测数据无法互认、可比性极差，既无法满足半导体电子特气出厂核验、进厂复检、在线质控的数据一致性要求，也制约仪器招投标验收、周期溯源、司法鉴定全流程规范化开展。 2. 国外高纯/超高纯气体行业标准化体系成熟，ASTM、SEMI、EEMUA 等国际权威机构，已出台多项适配半导体级高纯气体、工艺特种气体的分析检测方法标准、仪器性能准入要求，可对在线气相色谱仪使用场景、检测限值、基础性能作出规范性约束，但依旧存在标准短板与落地壁垒，无法支撑国内直接照搬应用。一是国际现有标准均聚焦气体检测方法、成品气体准入指标，并未出台通用性、全覆盖式的等离子气相色谱仪整机专项计量校准规范，针对仪器基线漂移、痕量检出限、系统吸附误差、跨量程计量溯源等核心校准环节，无统一标准化流程，全球层面计量校准规则依旧缺失。二是海外头部仪器厂商核心校准算法、管路钝化校准、等离子光源校准、痕量本底扣除等关键技术受知识产权、商业专利保护，公开标准仅公示下限性能要求，核心校准工艺、修正参数并未对外公开。三是海外标准适配欧美本土气源工况、仪器制式、实验室环境，计量单位、溯源层级、杂质基体匹配规则与我国国家计量体系不兼容，直接套用
--	--

	会造成量值偏差，无法对接国内国家量值溯源体系，难以合规用于国内半导体项目验收、气体产品资质判定、仪器法定溯源工作。				
推荐意见	本规范填补国内电子大宗气用在线监测气相色谱仪-超痕量检测校准空白，解决电子高纯气体微量杂质量值溯源难题，助力半导体、电子气体等行业高纯气体质量控制具有重要支撑作用，建议立项。				
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 2，3，10 行，请在选定的内容上填写 “■” 的符号。
3. 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。