

附件 2:

行业计量技术规范项目建议书

建议项目名称	在线超声波法氢气纯度分析仪校准规范		
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 ☒ 校准规范	计量技术规范类别	☐ 重点 ☒ 基础
主要起草单位	绍兴市质量技术监督检测院		
联系人	赵丹丹	联系电话	15857545372
任务年限	2027 年	申请经费	3 万元
参加单位	宁波市计量测试研究院、绍兴市特种设备检测院		
目的、意义和必要性	1.目的、意义和必要性：针对目前国内尚无专用在线超声波法氢气纯度分析仪计量校准技术规范、行业沿用通用气体仪器校准方法适配性差的现状，本规范编制旨在建立一套适配超声波声学检测原理、贴合工业在线复杂工况、覆盖全量程精度考核的专业化校准技术体系。统一该类仪器的校准条件、校准项目、校准方法、数据处理、示值误差判定、重复性、响应时间、稳定性及测量不确定度评定规则，通过规范实施，实现全国范围内在线超声波法氢气纯度分析仪计量量值统一、结果准确可靠、数据可溯源互认，全面提升该类设备在线监测的计量精准度与运行可靠性，满足新能源汽车、集成电路、仪器仪表等重点产业链高端质控与安全生产计量需求。（2）编制意义：一是完善国家计量标准体系，补齐细分领域标准空白。在线超声波法氢气纯度分析仪应用规模逐年增长，但长期缺乏专属计量校准依据。本规范的制定可填补国内超声波法氢气在线监测计量标准空白，健全氢气分析仪器细分领域计量技术体系，推动我国气体检测器具计量标准向专业化、工况化、精细化升级。二是解决行业计量乱象，提升产业计量一致性与权威性。目前行业校准方法不统一、判定标准各异、导致不同机构、不同厂家设备校准结果差异大、数据无法互认。本规范统一核心计量指标考核体系，建立校准量化评估机制，有效规范设备生产、现场校准、周期溯源全流程计量行为，提升行业计量规范化与权威性。三是支撑重点产业链安全高质量发展。规范可精准匹配新能源汽车产业氢在线监测、仪器仪表安全运行、半导体精密气氛管控等高端场景计量需求，通过精准监测与可靠溯源，降低工艺波动与安全风险，提升产品良品率与生产安全性，为战略性新兴产业链提质、降本、保安提供关键计量支撑。四是助力国产检测装备技术迭代与自主可控。推动国产超声		

	波法氢气分析仪性能升级，打破通用标准对新兴检测设备的适配限制，提升国产仪器市场竞争力，推动行业技术标准与国际先进水平接轨。 （3）编制必要性：一是现有通用校准标准与超声波检测原理严重不匹配，计量失准问题突出。超声波法依靠气体声速时差原理检测，具备耐高湿、动态气流适配、无耗材、适合连续在线监测等独有特性，区别于热导、电化学、光谱类仪器。现行热导式分析器检定规程仅适用于热导式检测器的氢气分析器的检定，无法满足超声波法氢气纯度分析仪计量要求。二是行业无统一校准流程与判定依据，计量结果一致性差。目前国内各级计量机构、生产企业、终端用户对在线超声波法氢气分析仪的校准项目、试验条件、误差限值、稳定性考核、不确定度评定无统一标准，造成同一台设备多地校准结果差异显著，量值溯源链条不完整、计量数据无权威性，严重影响安全监测与质量验收的公正性。三是产业高速发展与计量标准滞后矛盾日益凸显。随着新能源汽车产业规模化推广、半导体产业高端化升级，在线超声波法氢气纯度分析仪装机量呈爆发式增长，已成为产业链关键质控与安全监测装备。与之相比，专属计量校准标准严重滞后于设备产业化速度，存在“设备先用、标准后缺、计量裸奔”的现状，制约产业规范化、高质量发展。四是安全生产与高端质量管控亟需标准化计量支撑。氢气属于易燃易爆高危介质，氢气纯度监测失准易引发机组故障、工艺安全隐患与产品质量缺陷。对氢气纯度监测的实时性、准确性、稳定性要求极高，亟需建立工况适配、科学严谨、统一规范的计量校准体系，筑牢重点产业安全生产与高端质量管控底线。 2.先进性和亮点、社会效益和推广应用前景： （1）项目先进性与创新亮点：本项目针对在线超声波法氢气纯度分析仪专属技术特性，创新建立适配超声波声学原理、贴合工业动态工况的专用校准技术体系，整体创新与技术优势显著。一是原理适配精准，填补标准适配空白。现有校准规范多适用于热导、电化学等原理仪器，无法匹配超声波时差法检测机理。本项目建立专属校准方法，从根本上解决通用标准原理不匹配、工况偏差大的行业难题。二是计量评价体系全面科学。构建涵盖示值误差、重复性、响应时间、稳定性等全维度考核体系，补齐行业纯度校准、稳定性评定等量化的技术短板。三是引领国产设备标准化升级。规范紧密适配国产设备工况特点，统一产品技术指标与计量标准，引导国产仪器性能迭代，助力国产检测装备提质增效、实现进口替代。四是实用性强、推广性好。规范兼顾计量校准、现场核查多场景需求，技术严谨、操作简便，具备良好的工程落地性与行业通用性。 （2）社会效益：本规范填补了国内在线超声波法氢气纯度计量标准空白，完善新能源汽车、集成电路等重点产业计量体系，解决行业校准方法不统一、量值溯源不一致、数据无法互认等共性问题。通过建立工况适配的标准化校准体系，有效提升工业氢气在线监测精度与稳定性，筑牢行业安全生产防线。同时以标准引领国产检测设备技术迭代升级，提升国产仪器性能与市场竞争力，推动高端分析装备自主可控，助力高质量发展，社会效益突出。 （3）推广应用前景：超声波法氢气分析仪凭借无耗材、耐高湿、动态工况适配性好、可长期在线监测等优势，市场需求持续快速增长。本规范匹配超声波检测机理、适配工业超声波法氢分析仪专项校准，弥补了校准标准适配性不足的短板，可广泛适用于各级计量机构溯源校准、企业出厂校准等场景。规范可全国统一推广实施，有效提升行业氢气计量规范化、精准化水平，统一产业技术判定标准，助力行业标准化、规模化高质量发展，推广应用前景广阔。 3.查新结果：本项目立项前期已完
--	---

	成全面标准查新、文献检索及内容查重工作，系统比对了国家、行业、地方标准及已立项标准化项目库、学术研究成果。经查新确认，本项目《在线超声波法氢气纯度分析仪校准规范》无重复标准、无同类立项、无高度重合研究文献，内容原创性强，立项具备唯一性。目前国内现行氢气检测计量标准（如 JJG 663）主要针对热导式、便携式氢气检测设备制定，适配原理、校准方法与判定规则均无法覆盖超声波法检测的专属技术特性，国内暂无针对在线超声波法氢气纯度分析仪的专项校准规范与计量体系，存在明确的标准空白，本项目不属于现有标准修订或重复整合类项目。国内现有公开研究多集中于设备应用与单点校准优化，尚未形成可作为溯源依据的系统化、规范化校准体系。同时，各级标准化立项库未查询到同类或高度相似立项记录，不存在重复申报、内容重叠及替代现有标准等问题。本规范聚焦超声波传感器专属计量痛点，创新性融入动态工况校准，在适用范围、技术框架、校准方法与指标体系上均区别于传统热导式氢气仪器标准，具备显著独特性与技术创新性。项目查新查重合格，无知识产权冲突与重复建设问题，立项依据充分、必要且唯一。
产业链应用	1.产业链方向：本规范紧扣新能源汽车、集成电路、仪器仪表三大重点产业链发展方向，聚焦氢气在线检测计量短板，补齐产业链质量基础设施薄弱环节，服务产业链上下游协同升级。 2.对产业链的支撑作用：在线超声波法氢气纯度分析仪基于气体声速差实现 H₂ /N₂ 二元混合气百分比级纯度在线监测，具有无耗材、耐高湿、长寿命、不污染气源等优势，已批量应用于新能源汽车、集成电路、高端分析仪器制造三大战略性新兴产业。制定本校准规范，紧扣国家战略性新兴产业发展需求，补齐氢气在线监测计量标准短板，破解关键环节计量失准、标准缺失、数据不可靠等问题，产业支撑作用显著。规范对三大产业链的支撑作用突出：一是支撑新能源汽车全产业链安全提质与国产化替代。覆盖锂电负极烧结、加氢站制氢储氢、燃料电池及电池回收等环节，统一校准项目与方法，保障工艺气氛精准控制，提升产品质量与生产安全性，满足行业监管要求，助力国产仪表进入头部企业供应链。二是支撑集成电路高端制造稳定运行。服务晶圆退火、器件封装等保护气氛监测，规范洁净工况校准流程，保障工艺良率，明确与泄漏监测设备的计量边界，降低中小产线设备投入成本，筑牢洁净厂房安全防线。三是支撑仪器仪表产业链协同升级与自主可控。为上游核心零部件提供标准化性能验证，推动中游整机提质增效、规范竞争，助力下游计量技术机构拓展服务能力，完善量值溯源体系与全国数据互认，健全高端制造质量基础设施。 本规范填补了国内相关仪器计量标准空白，统一行业技术准则，既保障核心工艺安全可控、合规运行，又打通国产化计量验证链路，对推动三大产业链规范化、高端化、自主可控高质量发展具有重要基础支撑作用。

范围 and 主要 计量特性	1. 计量技术规范的适用范围：适用于在线超声波法氢气纯度分析仪的校准，其他相同原理或相近结构的气体检测装置可参照执行。 2. 拟确定的主要计量特性：以常见在线超声波法氢气纯度分析仪为依据，拟确定示值误差、重复性、响应时间、流量示值误差等计量特性。拟定计量技术指标如下：示值最大允许误差 $\pm 2.0\% \text{FS}$，重复性不大于 1.0%，响应时间不大于 60 s (T_{90})，稳定性 $\leq \pm 2.0\% \text{FS}$，。 3. 主要测量标准的技术指标：气体标准物质：浓度分别约为量程浓度的 15%、50%、85%，气体标准物质的扩展不确定度不大于 2%，当使用气体稀释装置时，稀释后标准气体的扩展不确定度应满足此要求；零点气体：高纯氮气；流量计：不低于 1 级；流量控制器：由校准用流量计和旁通流量计组成，流量范围应不小于 1000 mL/min，流量计的准确度级别不低于 4 级；电子秒表或时间间隔测量仪，分度值不大于 0.1 s；必要时配备密封性检测装置等。 4. 技术原理：在线超声波法氢气纯度分析仪基于气体声学传播特性差异与双向时差检测原理实现氢气纯度实时在线检测。采用动态配气装置对高纯度氢气标准气体进行定量稀释，分别配制出仪器量程 15%、50%、85% 三点浓度标准气体，依次通入待校准在线超声波法氢气纯度分析仪，对比仪器实时测量示值与配气输出标准浓度标称值，计算各浓度点示值误差；选取量程 85% 浓度标准气体连续重复测量 6 次，依据贝塞尔公式计算仪器测量重复性；将标准流量计串联接入仪器测量气路，通入试验气体，同步读取被校分析仪流量显示示值与标准流量计标准示值，比对并计算流量参数示值误差，完成该仪器浓度示值误差、测量重复性、流量示值误差计量性能校准。所采用的标准气体均为二级以上有证标准物质且气体标准物质的扩展不确定度不大于 2%，流量计：不低于 1 级；流量控制器：由校准用流量计和旁通流量计组成，流量范围应不小于 1000 mL/min，流量计的准确度级别不低于 4 级；保证了测量示值误差与流量示值误差的溯源性。
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：国内现有氢气分析仪计量规程、检测标准以热导式、便携式氢气检测仪为适配主体，如 JJG 663 等现行检定规程，仅适用于传统原理氢气分析设备，无针对超声波时差法检测原理的专项校准技术依据。随着我国新能源汽车、半导体等产业快速发展，在线超声波法氢气纯度分析仪凭借耐高湿、无耗材、适配动态在线监测等优势实现大规模产业化应用，但对应的计量校准体系严重滞后。国内现有文献与技术研究多聚焦设备应用优化与单点校准改进，未形成系统化、规范化、可用于法定量值溯源的校准体系，行业长期沿用通用气体仪器通用校准方法，存在工况模拟失真、量值不统一、结果无法互认、不确定度评定无依据等突出问题，暂无同类专项校准规范立项及发布记录，标准空白问题突出，亟需制定专属校准规范补齐产业计量短板。 2. 知识产权或专利情况：经全面检索国家知识产权局专利数据库、国内外学术及标准化成果库，目前国内超声波氢气检测领域相关知识产权多集中于设备结构设计、检测算法优化、硬件传感装置、系统集成应用等产品技术层面，存在多项设备类专利与应用研究成果。但针对在线超声波法氢气纯度分析仪的校准方法和计量标准类专利、知识产权成果基本处于空白状态。现阶段行业现有专利成果主要围绕通用氢气监测系统、采样装置、检测硬件改良，未

	涉及适配超声波声学检测原理的专属校准体系、计量指标判定等核心技术内容，无成型的校准技术专利、标准化著作权及成套计量知识产权成果。同时查新确认，本校准规范研制内容为行业原创体系化计量技术成果，不存在已授权、在审或高度重合的校准类专利及知识产权冲突，项目编制内容具备独立知识产权属性，无侵权、重复成果建设问题。本项目通过构建专属工况化校准技术体系，可填补国内超声波法氢气分析仪计量校准知识产权与标准成果空白，形成自主可控的计量技术标准体系，进一步完善我国氢能检测领域标准化知识产权布局。				
推荐意见	该项目针对当前国内尚无在线超声波法氢气纯度分析仪专属校准规范、现有通用计量标准无法适配超声波检测原理及工业动态工况的行业突出问题，立足新能源汽车、半导体等重点产业链高质量发展需求，开展专项校准规范研制工作。项目选题针对性强、行业需求迫切、立项依据充分。规范创新构建适配在线超声波法氢气纯度分析仪校准方法、计量技术指标，填补了国内该领域计量标准空白，技术创新性和工程实用性突出。项目研究内容科学、技术路线清晰，成果可有效统一行业校准方法与判定标准，提升国产在线氢气分析设备计量精度度和可靠性，完善氢能产业质量基础设施体系，对保障重点产业链安全稳定运行、推动国产检测装备技术升级、促进行业规范化高质量发展具有重要意义。综上，本项目具备充分的必要性、创新性和推广价值，同意推荐立项。				
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。