

JJF（有色金属）XXXX—XXXX  
铝合金固态测氢仪校准规范  
(编制说明)

预审稿

2025-9

铝合金固态测氢仪校准规范

编制组

主编单位：东北轻合金有限责任公司

# 一、工作简况

## 1.立项目的

铝合金固态测氢仪是采用热导法原理对固态铝合金中氢元素进行测量的分析仪器。铝合金由于其具有的低密度、高强度、高导电性、理想的外观和优越的耐腐蚀性等优点，成为了建筑、航空航天、电子、集装箱和汽车工业的首选材料。铝合金在金属凝固过程中，氢的析出会导致气孔、疏松等缺陷，这将严重影响铝合金的力学性能和耐蚀性能等，因生产成本相对较高和氢溶解性较高制约了铝合金的发展。铝合金固态测氢仪广泛应用在铝合金生产企业测量固态铝合金中氢元素领域，其性能好坏直接影响测量结果的准确性，为保证铝合金固态测氢仪测试结果的准确可靠，需要对其进行校准，保证其量值准确、可靠、有源可溯。

本规范重点解决了铝合金固态测氢仪校准方法不统一、校准方法差异化、校准方法未规定等问题，弥补铝合金固态测氢仪校准的空白，为进行量值传递提供了有效保证，进一步提高了铝合金固态测氢仪的测量准确性，有利于铝合金产品的应用和市场的发展。

## 2.任务来源

根据工业和信息化部《关于印发 2024 年行业计量技术规范制修订计划的通知》（工厅科〔2024〕602 号）文的要求，行业计量技术规范《铝合金固态测氢仪校准规范》由东北轻合金有限责任公司负责起草。该项目计划编号为 JJFZ（有色金属）009-2024。

按计划要求，本计量规范应于 2026 年 6 月完成制定。

## 3.项目编制组单位简况

### 3.1 编制组成员单位

本规范的编制组单位为：东北轻合金有限责任公司、西南铝业（集团）有限责任公司、西安汉唐分析检测有限公司、国标（北京）检测认证有限公司、广东省科学院工业分析检测中心、国合通用（青岛）测试评价有限公司、有色金属技术经济研究院有限责任公司、中国船舶集团有限公司第七二五研究所。

### 3.2 主编单位简介

东北轻合金有限责任公司(简称东轻)是国家“一五”期间 156 项重点工程中的 2 项。1952 年建厂，1956 年开工生产，是新中国第一个铝镁加工企业。公司主要生产铝、镁及其合金板、带、箔、管、棒、型、线、粉、材、锻件等产品，广泛应用于国防军工、航空航天、兵器舰船、轨道交通、石油化工等国民经济各领域，并出口欧美、日、韩、东南亚等多个国家和地区。东轻是国家级高新技术企业，拥有国家级企业技术中心、博士后科研工作站、院士工作站、有色金属材料制备加工国家重点实验室联合技术中心等国家级研发机构以及省级研发中心、工程中心和重点实验室。东轻获得了特种工艺认证、实验室认证、国外船级社认证等；拥有近百项专利和 1200 多项专有技术；主持和参与国家、行业标准编写，

作为主编单位起草了《铝加工检验、测量和试验设备配备规范》、《金属裂纹超声试块校准规范》等行业校准规范；校准实验室和检测实验室均通过 CNAS 认可，具备材料试验机、温度仪表、温度传感器、压力表、数字多用表等测量仪器的校准能力。

该单位主要负责本规范的起草工作，成立编制组并根据委员会的工作安排组织编制组成员单位开展相关校准工作，组织各单位对规范的《征求意见稿》、《预审稿》及《送审稿》进行认真的讨论，并就提出的意见和建议进行反馈和修改，在编制组中发挥了主要带头作用。

### 3.3 成员单位简介

#### 3.3.1 西南铝业（集团）有限责任公司

西南铝业（集团）有限责任公司（简称西南铝）位于重庆市九龙坡区西彭镇，前身为冶金部 112 厂、西南铝加工厂，始建于 1965 年 7 月，2000 年 12 月改制成立有限责任公司，是我国为生产重点项目、航空航天所需大规格、新品种、高质量铝及铝合金材料而建设的大型企业。西南铝培养了中国工程院院士 1 人、两江学者 1 人、国家级技能大师 1 人、享受国务院政府津贴专家 30 余人，建有院士工作站，拥有国家级企业技术中心。西南铝建有校准实验室与检测实验室，均通过 CNAS 认可，具备对廉金属热电偶、工业贵金属热电偶、开展热电偶的 CNAS 校准能力。西南铝累计申请专利 722 件，其中授权发明专利 249 件、授权实用新型专利 473 件，主持和参与国家、行业标准 277 项。

该单位积极参与编制组的各项工作会议，对规范的技术指标、校准项目内容提出了有效建议，是该规范的验证单位（附验证报告），在编制组中发挥了主要作用。

#### 3.3.2 中国运载火箭技术研究院物资中心

中国运载火箭技术研究院物流中心检测中心成立于 1994 年，是经航天科技集团公司及原中国人民解放军总装备部批准认定的军用电子元器件可靠性研究及质量保证专业技术职能机构，主要负责我国运载火箭及导弹用元器件的质量可靠性保证工作。中心成立以来，已获得多个国家重大军工工程项目的技改投资数亿元，拥有试验及工作场地近万平米，配备了各种先进的元器件质量与可靠性试验及研究仪器设备 400 余台套，具备了以元器件复验筛选、监制验收、DPA 与失效分析以及元器件可靠性基础研究为主体的、较为完善的质量与可靠性保证专业技术能力。

该单位积极参与编制组的各项工作会议，对规范的技术指标、校准方法等内容提出了有效建议，在编制组中发挥了主要作用。

#### 3.3.3 中国船舶集团有限公司第七二五研究所

中国船舶集团有限公司第七二五研究所是一个隶属于中国船舶集团有限公司的军工科研事业单位，成立于 1961 年。该所以专业从事舰船材料与工艺及应用性研究为主，拥有丰富的科研经验和强大的研发能力。七二五所下设 8 个研究室，包括 1 个国家级腐蚀与防护国防科技重点实验室和 1 个国防科技工业大型构件焊接技术中心，以及 4 个国家级海水环境试验站和 11 个科技产业公司。其研究领域广泛，包括船体结构材料研究、有色金属研究、非金属材料研究、腐蚀与防护研究、特种材料研究、焊接工艺

研究、自然环境试验研究等。

中国船舶集团有限公司第七二五研究所参与新立项校准规范,配合制定校准规范中各项参数的规范,并且对讨论稿积极提出修改意见,并承担验证工作。

### 3.3.4 西安汉唐分析检测有限公司

西安汉唐分析检测有限公司是西北有色金属研究院(集团)控股子公司,属国有企业,主要从事有色产品的检测、可靠性评价、失效分析、质量评估、腐蚀性能及表面测试与表征、规范起草、检测方法的开发、标物的研制、设备的计量校准等。公司于1985年被陕西省质监局授权为陕西省有色金属产品质量监督检验站。1987年被中国有色金属工业总公司授权为西北质量监督检验中心,先后被国家质检总局确定为钛及钛合金、铜及铜合金管材生产许可证检验工作实施单位;公司通过CNAS、CMA、国防DiLAC等认证认可,是陕西省有色金属材料分析检测与评价中心、陕西省稀有金属材料安全评估和失效分析中心、工业(稀有金属)产品质量和技术评价实验室、陕西省核工业用金属材料检测与评价服务平台挂靠单位。公司是国内最早从事有色金属材料及其产品分析检验检测与评价研究的专业机构之一,先后承担了国家、省市多项重大课题,目前已建成国内唯一的核电堆芯材料分析检测平台、多层金属复合材料测试和评价平台、钛及钛合金专业检测平台。近10年起草有色金属国家/行业规范共80余项、发表论文120余篇、授权专利30余项。先后荣获中国有色金属工业一等奖、二等奖20余次。

### 3.3.5 有色金属技术经济研究院有限责任公司

有色金属技术经济研究院有限责任公司成立于1983年3月,是中央所属242家转制科研院所之一,于1999年7月由国家全额拨款科研事业单位转制为科技型企业,变更为现名称。隶属于中国有色金属工业协会(以下简称“协会”),获批设立了国家级博士后科研工作站,是国家级高新技术企业和北京市高新技术企业。有五个主要业务板块,分别为信息咨询、标准专利、媒体宣传、分会工作及贸易投资,是我国有色金属行业专职从事产业发展战略研究与规划、市场信息服务与咨询、标准质量研究与专利查新、行业期刊出版发行、行业会议策划与组织的综合性科技服务机构,对外又称“中国有色金属工业信息中心”和“中国有色金属工业标准计量质量研究所”有色金属行业计量技术委员会是有色金属技术经济研究院有限责任公司下属机构,负责有色金属行业计量技术规范制修订工作。该机构自在充分发挥有色金属行业生产、科研、教学、质量检验和计量器具生产诸方面计量专家的作用,更好地开展有色金属行业的量值溯源、规范制修订、能力验证和提高计量标准建设与完善计量技术及其管理体系等工作。有色计量委员会是国家市场监督管理总局统一规划,受工业和信息化部业务管理,由中国有色金属工业协会组建,从事有色金属行业计量技术及其管理工作的技术性组织,负责本行业计量技术规范的计划制定、修订、宣贯及有关政策的咨询工作。目前已发布行业规范20余项,在研40余项。

该单位积极参与编制组的各项工作会议,对规范的技术指标、校准方法等内容提出了有效建议,在编制组中发挥了主要作用。

### 3.3.6 国标(北京)检测认证有限公司

国标（北京）检验认证有限公司是我国有色行业的材料研究和材料检测的权威机构。该公司运行着国家有色金属质量监督检验中心，于 1985 年开始筹建并承担检验任务。1990 年通过国家技术监督检验检疫总局的审查认可，2001 年通过实验室“三合一”认可。中心拥有雄厚的技术力量，先进的仪器，齐全的分析方法，以及与国际接轨的质量管理体系（ISO/IEC 17025），承接了国家质量监督抽查、实施生产许可证产品的质量检验、方圆产品认证检验、产品质量鉴定、质量评价和仲裁检验等任务。同时，研究开发新的检验技术和方法；培训检验人员和技术咨询；承担和参加国家标准、行业标准的制定和修订工作，负责和参与起草制订国家标准 150 余项，行业标准 70 余项。

### 3.3.7 广东省科学院工业分析检测中心

广东省科学院工业分析检测中心始建于 1971 年，先后隶属于广州有色金属研究院、广东省工业技术研究院(广州有色金属研究院)，2015 年 12 月经广东省机构编制委员会批准成为广东省科学院属下的独立二级事业法人单位。是我国从事矿产品、金属材料、冶金产品、化工产品、再生资源质量检测 and 性能评价，欧盟环保(RoHS)指令的有害物质检测、金属材料综合利用检测以及分析测试技术研究与技术咨询的专业机构。中心现有高、中、初级专业技术和管理人员 100 余人，其中教授有 15 人，高级工程师 24 人，硕博士 20 人，具有中级职称以上科技人员占 80%。累计申请专利 19 件，其中授权发明专利 8 件、授权实用新型专利 2 件。承担国家、省级各类项目 50 余项，主持和参与国家、行业标准 200 余项，发表专著 5 部，发表论文 300 余篇。

该单位积极参与编制组的各项工作会议，对规范的校准方法提出了有效建议，在编制组中发挥了主要作用。

### 3.3.8 国合通用（青岛）测试评价有限公司

国合通用（青岛）测试评价有限公司隶属于国务院国资委央企有研科技集团有限公司，是承担国家新材料测试评价平台-主中心项目国合通用测试评价认证股份公司的全资子公司，于 2018 年 5 月在青岛市注册成立，占地面积约 1.5 万 m<sup>2</sup>。国合通用（青岛）测试评价有限公司设有“材料检测实验室”、“化学分析实验室”、“工业油品检测分析室”、“产品样品加工中心”，并建立金属材料腐蚀环境数据共享服务平台，可提供铝及铝合金、钢铁材料、镍及镍合金、钛及钛合金、工业用油、有机挥发物 VOC、食品及环境等方面的检测评价服务。

该单位积极参与编制组的各项工作会议，对规范的校准方法提出了有效建议，在编制组中发挥了主要作用。

## 3.4 各单位分工情况

编制组依据各单位情况，对编制组依据各单位情况，对整个规范的起草进行了分工。东北轻合金有限责任公司负责资料的调研、收集，完成分析方法研究工作，撰写标准文稿、编制说明和研究报告。西南铝业（集团）有限责任公司、中国运载火箭技术研究院物资中心、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对规范内容提出具体修改意见，提供对规范方法的验证工作及完成相应验证报告，并对标准文稿等提出相应修改意见，分工见表 1。

表1 各单位分工表

单位	人员	职称	工作分工
东北轻合金有限责任公司	罗海 军	高级 工程 师	规范起草编制，试验方案编订，实验数据分析，编制说明的撰写工作，会议纪要整理及规范的完善。
西南铝业（集团）有限责任公司		/	内容审阅并提出修改意见，规范一验工作
中国运载火箭技术研究院物资中心		/	内容审阅并提出修改意见，规范二验工作
中国船舶集团有限公司第七二五研究所		/	内容审阅并提出修改意见，规范二验
西安汉唐分析检测有限公司		/	内容审阅并提出修改意见，规范二验
有色金属技术经济研究院有限责任公司		/	内容审阅并提出修改意见
国标（北京）检测认证有限公司		/	内容审阅并提出修改意见
广东省科学院工业分析检测中心		/	内容审阅并提出修改意见
国合通用（青岛）测试评价有限公司		/	内容审阅并提出修改意见

#### 4.主要工作过程

东北轻合金有限责任公司于 2024 年 7 月接到有色金属行业计量技术委员会转发的下达的制定任务后，成立了计量规范编制组，对计量技术规范编写工作进行了部署和分工，制定了本规范的制定原则及工作计划。本项目主要工作过程经过了以下几个阶段：

1) 2024 年 10 月成立了计量规范编制组，明确了编制组成员各自的工作内容和任务。

2) 2024 年 11 月~2025 年 4 月, 计量规范编制组成员对有铝合金固态测氢仪校准规范中的计量特性及校准方法进行了讨论, 确定了校准项目和方法, 在 2025 年 4 月形成了计量规范讨论稿。

3) 2025 年 5 月 8 日~9 日, 在洛阳召开了有色金属计量技术规范研讨会, 会上对《激光导热仪校准规范》等 15 项计量技术规范进行了讨论, 会上有来自不同单位的计量委员会委员、专家、代表就《铝合金固态测氢仪校准规范》讨论稿中的术语和定义、概述、校准条件、校准方法、附录等提出了修改建议和意见。

表 2 有色金属计量技术规范研讨会会议纪要(讨论稿)

序号	标准章条编号	意见内容	提出单位	处理意见
1	1	范围用括号表示, 单位在括号后面	赤峰市产品质量检验中心-王德文	采纳
2	3	测氢仪结构示意图按设备说明书更改	有色金属技经院-闫艳楠	采纳
3	4.3	天平的计量特性删除, 在文中强调天平的等级	中铝洛阳铜加工有限公司-刘光辉	采纳
4	5.1	先规定温湿度条件, 再规定温度波动情况。温湿度条件需考虑天平的使用环境。	赤峰市产品质量检验中心-王德文	采纳
5	5.1	气源环境需在此条款中规定	有色金属技经院-闫艳楠	采纳
6	表 1	增加坍塌的技术要求	有色金属技经院-闫艳楠	采纳
7	6.2.3	正常校准不需做气标校准	中铝洛阳铜加工有限公司-刘光辉	采纳
8	6.2.4	公式格式	有色金属技经院-闫艳楠	采纳
9	附录 C	测量标准的名称标明全称, 对规范中使用 2 个测量标准进行说明	有色金属技经院-闫艳楠	采纳

同时, 会上确定了项目的参编单位及一验、二验单位, 明确了各项工作时间进度要求, 具体内容见表 3。

表 3 《铝合金固态测氢仪校准规范-讨论稿》工作安排

拟参与编制单位	西南铝业(集团)有限责任公司、中国运载火箭技术研究院物资中心、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、广东省科学院工业分析检测中心、国标(北京)检验认证有限公司等
一验单位	西南铝业(集团)有限责任公司
二验单位	中国运载火箭技术研究院物资中心、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
时间节点安排	2025 年 11 月完成试验验证, 2026 年 6 月完成规范报批

4) 2025 年 5 月, 针对 5 月的洛阳讨论会中代表们提出的修改意见和建议, 编制组开会讨论并修改了校准规范, 修改后形成了《铝合金固态测氢仪校准规范-征求意见稿》。

5) 2025 年 5 月, 有色金属行业计量技术委员会发文《关于对<气体吸附法比表面积分析仪校准规范>等 10 项计量技术规范征求意见的函》(有色计量委字〔2025〕4 号), 向社会广泛征求意见。

6) 2025 年 9 月主编单位东北轻合金有限责任公司对意见进行了收集整理, 根据收集的意见, 对规范进行了修改, 形成了预审稿。

## 二、编制原则和依据

### (一) 编制原则

本规范是以 JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001-2011《通用计量术语及定义》和 JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》为基础性系列规范进行编写。

本规范引用了 GB/T 20975.30-2019 铝及铝合金化学分析方法 第 30 部分: 氢含量的测定 加热提取热导法、ASTM E1447《Standard Test Method for Determination of Hydrogen in Reactive Metals and Reactive Metal Alloys by Inert Gas Fusion with Detection by Thermal Conductivity or Infrared Spectrometry》等相关内容。提出了对铝合金固态测氢仪计量特性的要求, 制定了基本原则和编制依据, 可对铝合金固态测氢仪进行校准, 解决了目前没有铝合金固态测氢仪校准方法的难题。

### (二) 确定主要内容

#### 1. 标准调研基本情况

调研内容包括以下信息:

##### 1) 固态铝合金测量氢含量标准需求

由于铝合金具有的优异性能, 促使各国越来越重视对铝材料的研究开发以及利用。但是, 随着研究的不断深入, 发现洁净的熔体是保证合金质量的关键。在影响铝熔体纯净度的因素中, 熔体中的氢十分关键。在金属凝固过程中, 氢的析出会导致气孔、疏松等缺陷, 这将会严重影响合金的力学性能和耐蚀性能等。固态铝合金中的氢元素需要准确检测, 而固态测氢仪是铝加工企业常用的检测设备, 因此测氢仪需要进行校准才能保证测氢的准确性和可靠性。目前尚未建立关于测量铝合金中氢含量的固态测氢仪校准标准, 因此有必要建立针对固态测氢仪校准的行业标准, 对校准项目和校准方法给出统一的要求, 为铝及铝合金中氢元素的检测提供统一的尺度。标准的研制, 将有利于推动铝合金质量的提高, 有利于铝合金产品的应用和市场的发展, 具有非常重要的现实意义。

##### 2) 各企业固态测氢设备及实际计量情况

表 7 有证标准物质(铝合金中氢成分分析标准物质)调研信息



制造部门	系列号	氢含量范围 (ppm)	特点
NIST美国国家标准与技术研究院	SRM 89x	0.1~5	高纯度铝合金，适用于低氢含量校准
BAM德国联邦材料研究所与测试研究所	BAM-H001	1~50	覆盖中低浓度氢，适用于工业铝合金分析
JSS日本钢铁标准样品	JSS	0.5~20	针对铸造铝合金或变形铝合金设计
钢铁研究总院	GBW (E)	0.1~30	适用于航空航天及汽车用铝合金氢分析
国家有色金属及电子材料分析测试中心	GSB	1~50	涵盖多种铝合金牌号

表 2 铝合金固态测氢仪的调研信息

使用单位	铝合金固态测氢仪				
	型号	生产厂家	检测范围	测试原理	坩埚
东北轻合金有限责任公司	RHEN 602	美国力可公司	0.05ppm ~500ppm	惰性气体熔融后，热导法检测，	规格 764-330 试样尺寸 $\Phi 10 \times 300\text{mm}$ 最大样品质量 5g 坩埚材质石墨
西南铝业（集团）有限责任公司	RHEN 602	美国力可公司	0.05ppm ~500ppm	惰性气体熔融后，热导法检测	最大样品质量 5g 坩埚材质石墨
中国船舶集团有限公司第七二五研究所	ONH836	美国力可公司	0.01ppm ~1000ppm	脉冲加热惰性气体熔融后，热导法检测，	试样尺寸 $\Phi 8 \times 20\text{mm}$ 试样质量 1g~1.5g， 最大试样质量 2g 坩埚材质石墨
中国船舶集团有限公司第七二五研究所	IRCH-802	上海景瑞阳实业有限公司	/	载气热提取法	试样尺寸 $\Phi 10 \times 100\text{mm}$ 试样质量 20g~25g 坩埚材质石英
航天一院	RHEN 602	美国力可公司	0.05ppm ~500ppm	惰性气体熔融后，热导法检测	规格 764-330 最大样品质量 5g

				测	坩埚材质石墨
——	G8 GALILEO	德国布鲁 克仪器公 司	0.1ppm~ 3000ppm	载气提取法和 热导检测技术	样品尺寸 9.5×16mm 试验质量 3g 坩埚材质石墨
——	H-831	上海景瑞 阳实业有 限公司	0.1ppm~ 3000ppm	脉冲加热惰性 气体熔融后， NDIR 非色散 红外检测器或 TCD 热导检测 器	试验质量 1g



图 1 型号为 RHEN-602 的测氢仪



图 2 型号为 IRDH-802 的测氢仪



图3 型号为 G8 GALILEO 的氧氮氢分析仪

## 2 范围

本规范适用于采用热导法或红外吸收法对铝及铝合金固态材料中氢(H)元素含量范围为(0.01~50) µg/g范围进行测量的固态测氢仪(以下简称测氢仪)的校准。

## 3 引用文件

本规范没有引用文件。

## 4 概述

本部分介绍了铝合金固态测氢仪的测量原理和结构等内容。测氢仪是采用热导法或红外吸收法原理测试固态铝及铝合金材料氢(H)元素含量的分析仪器。热导法是基于氢气与载气(如氩气)的热导率差异,通过测量混合气体热导率的变化,反推出铝合金中氢的释放量;红外吸收法是基于氢气分子对特定波长红外光的选择性吸收特性,通过测量红外光被吸收的程度,结合郎博-比尔定律计算出铝合金中氢的含量。测氢仪通常由控制系统、高温加热炉、载气系统、动力气系统、检测系统(热导池检测系统或红外吸收检测系统)、分析气流杂质去除装置、数据处理系统、称量系统(分辨力小于0.0001g)等部分组成。

## 5 计量特性

### 5.1 示值误差

依据 JJF 1321-2011 3.1,测氢仪示值误差:不大于所选用标准物质扩展不确定度的3倍。

### 5.2 重复性

依据JJF 1321-2011 3.1,重复性:≤10%。

## 6 校准条件

### 6.1 环境条件

测氢仪应在(20~25)℃、相对湿度小于80%、温度波动不宜超过±1℃/h的条件下校准。校准环境周围无明显机械振动、无电磁干扰、无易燃易爆和腐蚀性气体。

### 6.2 测量标准

测量标准见表1。

表1 测量标准及其他设备的技术要求

序号	测量标准 或其他设备	技术要求	用途	备注
1	铝或铝合金中氢成分分析标准物质	有证标准物质。	校准测氢仪的示值	至少3种以上的标准物质,其

			误差和重复性	中 1 种标准物质的氢含量应接近或高于测氢仪常用最大的氢含量
2	坩埚	采用高纯度石墨制造，需使用与测氢仪型号匹配的专用坩埚	铝或铝合金的高温熔炼	采用热导法的测氢仪选用
		采用石英制造，SiO <sub>2</sub> 纯度 ≥99.998%，杂质含量 < 10ppm，需使用与测氢仪型号匹配的专用坩埚	铝或铝合金的高温熔炼	采用红外吸收法的测氢仪选用

测量标准选用说明：测量标准至少选择 3 种以上的铝或铝合金中氢成分分析标准物质，标准物质的氢含量应大于、接近、小于测氢仪常用最大氢含量。根据测氢仪的型号选用石墨坩埚或石英坩埚。征求意见时：电子天平是测氢仪的组成部分，应删掉电子天平部分，需在文中提及电子天平的技术要求。

## 7 校准项目和校准方法

### 7.1 校准项目

示值误差、重复性。

征求意见时删除表 1 中电子天平，因此删除了电子天平的示值误差和重复性两个校准项目。

### 7.2 校准方法

#### 7.2.1 校准前准备工作

7.2.1.1 测氢仪使用前按照使用说明连接好电源、气源、更换过滤棉、清洁过滤网等，测氢仪主机和分析天平需进行 4 小时充分预热，待仪器稳定后方可操作。

GB/T 20975.30 中要求预热不小于 4 小时，把原来 2 小时改为 4 小时。

7.2.1.2 根据被校测氢仪的测量范围，至少选用 3 种不同氢含量的标准物质校准测氢仪。标准物质用精密车床进行加工，去除表面氧化膜，加工后样品的尺寸和质量应符合被校测氢仪加热炉内加热容器（如石墨坩埚、石英坩埚等）的规格，每种标准物质制备 3 个样品。为避免产生氧化膜，样品制备后立即进行校准。

GB/T 20975.30 中要求样品加工后应立即测试。

7.2.2 校准前使用同一石墨坩埚做 3 个以上空白试验。将坩埚置于高温加热炉内，选择 1 g 为样品重量，输入“空白”作为样品代码并分析。在空白试验测量值稳定情况下校准，采用热导法的空白试验测量值的平均值应在  $(-0.01 \sim 0.01) \mu\text{g/g}$  之间，采用红外吸收法的空白试验测量值的平均值应在  $(-0.05 \sim 0.05) \mu\text{g/g}$  之间。

#### 7.2.3 示值误差的测量

按照测氢仪的操作程序将样品放入空白试验用的坩埚内，再将坩埚放置于高温加热炉内，分析顺序将自动启动和结束。

根据测氢仪优化分析条件，测定样品中的氢含量，测氢仪自动显示氢含量测量值。每种标准物质测量 3 次，按照公式（1）计算示值误差。

$$\Delta H = \bar{H} - H_s \quad (1)$$

式中： $\Delta H$ ——测氢仪示值误差， $\mu\text{g/g}$ ；

$\bar{H}$ ——3次测量氢含量的实测值平均值， $\mu\text{g/g}$ ；

$H_s$ ——标准物质氢含量的标准值， $\mu\text{g/g}$ 。

#### 7.2.5 测氢仪重复性的测量

在 7.2.4 的测量条件下，测量所选测量范围的中间含量的标准物质，重复测量 7 次，按照式（2）计算测量重复性。

$$R_H = \frac{1}{\bar{H}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (H_i - \bar{H})^2}{(n - 1)}} \times 100 \% \quad (2)$$

式中： $R_H$ ——测氢仪重复性，%；

$H_i$ ——每次测量实测值， $\mu\text{g/g}$ ；

$\bar{H}$ ——7次测量平均值， $\mu\text{g/g}$ ；

$N$ ——测量次数。

### 8 校准结果表达

根据实验室环境要求、校准项目校准结果、测量不确定度评定结果等，按照 JJF 1071-2010 推荐的校准报告格式，出具校准证书。

### 9 复校时间间隔

建议复校时间间隔不超过为 1 年。由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸因素所决定的，因此，送校单位可根据实际使用情况自主选择复校时间间隔。

### 10 附录

附录主要包含校准原始记录参考格式、校准证书内页参考格式、测氢仪示值误差的测量不确定度评定示例。

本规范设置了 3 个附录，便于校准时参考和规范化。

附录 A 校准记录参考格式

附录 B 校准证书内页参考格式

附录 C 测氢仪示值误差的测量不确定度评定示例

## 三、实践检测情况

## 四、规范水平分析

目前，国家和各省检定规程和校准规范中，类似的校准规范如国内测氢仪校准依据国家质量监督检

验检疫总局 2011 年 11 月 14 日发布 2012 年 02 月 14 日实施的 JJF1321-2011《元素分析仪校准规范》，从适用范围、概述、计量特性、校准条件、校准项目和校准方法、校准结果等方面规定了元素分析仪的校准过程和方法，适用于采用红外法、热导法、滴定法、吸收法、电量法等不同原理对碳、氢、氮、氧、硫等元素进行测量的元素分析仪的校准。只针对多种元素分析仪做了规定，对于铝及铝合金固态测氢仪的校准和检定无统一的校准依据。

目前美国材料与试验协会关于氢检测的标准为《ASTM E1447-22 用热导率或红外光谱法检测的惰性气体熔融法测定活性金属和活性金属合金中氢的标准试验方法》。本规范的制定填补了有色金属行业铝合金固态测氢仪的校准空白，属于国内首创，水平达到国内领先/国际一般/国际先进。

## 五、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

本规范所引用的规程、规范及标准均为我国现行有效的计量规程及规范，是本规范的一部分，引用这些文件后，使本规范的要求与现行的相关法律、法规、规章及相关规程规范的关系不矛盾、不冲突，相互关系协调。

## 六、规范中涉及的专利或知识产权说明

无。

## 七、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

## 八、规范作为国家（或行业）计量技术规范的建议

建议本规范作为行业计量技术规范，供行业企业参考使用。必要时可根据实际需要，结合其他行业使用要求，申报国家计量技术规范，以满足校准需要。

## 九、贯彻规范的要求和措施建议

本规范发布后，中国有色金属行业协会和有色金属行业计量技术委员会应加强本规范的宣传力度，以促进我国企业的技术进步和产品质量上档次，提高我国产品在国际国内市场的竞争能力。

## 十、废止现行有关规范的建议

无。

## 十一、预期效果

本规范发布后，能解决测氢仪校准方法不统一、校准方法差异化、计量标准技术指标不明确、校准点的选择不统一、测氢仪的校准方法未规定等问题，弥补测氢仪校准的空白，为保证测氢仪测试结果的准确可靠提供保证，从而提高刻线精度的准确性。

## 十二、其他应予说明的事项

无。

《铝合金固态测氢仪校准规范》编制组  
2025年9月15日