JJF（有色金属）021—2023

脉冲电火花检漏仪校准规范

(编制说明)

审定稿

2024-09

脉冲电火花检漏仪校准规范

编制组

主编单位：西安汉唐分析检测公司

# 一、工作简况

## 1.立项目的

金属腐蚀问题遍及国民经济的很多领域，比如油气、石化、交通、机械制造等。凡是使用金属材料的地方都存在着腐蚀问题。金属腐蚀给社会带来了许多损失和危害，包括经济损失、环境污染、安全隐患。因此防止金属腐蚀是一个很严重的全球性问题。最常见的金属防腐蚀方法就是给金属涂上防腐层，隔绝金属与空气和水的接触。保证金属表面防腐层完好，就能避免金属腐蚀的现象发生，而电火花检漏仪正是检查金属表面防腐绝缘层的施工质量、老化、腐蚀的微孔的仪器，电火花检漏仪的指标正常，就能够保证其对金属防腐绝缘层的检测时的准确定性。近几年市场对电火花检漏仪的需求较大，相关企业生产的该产品销往全国各地，主要用于化工、石油、橡胶、管道防腐等行业。

全国无任何检定规程或校准规范，生产企业之间出厂检测项目不一，大量计量器具得不到有效溯源。该规范弥补了国内用于金属防腐绝缘层检测的电火花检漏仪计量性能校准依据的空白。

## 2.任务来源

根据工业和信息化部《关于印发2023年行业计量技术规范制修订计划的通知》（工信厅科函［2023］476号）文的要求，行业计量技术规范《脉冲电火花检漏仪校准规范》由西安汉唐分析检测有限公司负责起草。该项目计划编号为JJFZ（有色金属）021-2023。

按计划要求，本计量规范应于2024年完成制定。

## 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：西安汉唐分析检测有限公司、陕西天成航空材料有限公司、中国石油集团工程材料研究院有限公司、国标（北京）检验认证有限公司、西南铝业（集团）有限责任公司、西安优耐特容器制造有限公司、青海大学。

### 3.2 主编单位简介

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，技术装备水平国内一流、国际先进，在我省优势产业稀有金属材料领域的检测能力和水平处于领先地位；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。

本单位积极组织编制组各次工作会议，开展相关的校准，有效组织参编单位多次对规范的各版《征求意见稿》进行认真的讨论和审议，提出大量有益的意见和建议，在编制组中发挥了牵头作用。

3.3成员单位简介

3.3.1陕西天成航空材料有限公司

陕西天成航空材料有限公司天成航材成立于2007年，是专业从事钛合金材料研发、生产的高新技术企业。公司于2008年投产，目前拥有自主知识产权及各项成果100余项，研发人员占比15%，累计研发投入上亿元，是国内较早涉足钛合金产业的技术队伍之一。

公司产品定位于高端钛材应用，主营产品包含钛合金棒材、线材、锻件等，以一流的“航空标准”管理体系支撑钛产业高质量发展。公司自主研发、设计了国内首条航空级钛合金全流程动态多向控温控轧生产线，可为航空、医疗等高端领域用户提供超细晶钛棒及高品质钛盘卷，从材料端创新突破，解决了多项航空材料“卡脖子”难题；大规格棒材生产线采取“以轧代锻、锻轧结合”的方式，进一步优化生产工艺，可为航空终端提供发动机盘、轴件及飞机结构件用原材料，赋能中国航空业态升级。

公司致力于通过先进材料的开发及应用推动航空航天事业的进步与发展，先后获得航天特种工艺Nadcap无损检测认证及AS9100D、ISO13485、ISO14001、ISO45001等资质认证。

公司努力寻求高附加值、高技术含量的钛合金产业新突破，投资12.8亿建成的现代化、智能化生产基地已于2019年投入使用，建筑面积达80000㎡，项目配套3000㎡先进材料实验室及企业研发中心，预计到2025年，公司年产能将达到20000吨。

3.3.2中国石油集团工程材料研究院有限公司

中国石油集团工程材料研究院有限公司组建于1981年，坐落于古城西安高新技术开发区，是中国石油集团（CNPC）直属科研机构，也是国内石油行业在石油管工程技术领域唯一集“科学研究、质量监督、工程技术服务”为一体的综合性技术中心与核心科研机构，是为中国石油集团石油管工程技术提供决策支持的“参谋部”，开展石油管工程技术创新的“研发中心”，保障石油管质量安全的“检测评价中心”，为重大管道工程和油气田勘探开发项目提供石油管技术支持与服务的“技术中心”。

工程材料研究院有限公司秉承着“创新、致远、严谨、公正”的理念，致力于科技创新。建院四十年来完成国家和省部级科研项目400余项，其中获国家级科技奖励16项，省部级科技奖励150余项（次），专利授权656项（其中发明专利333项），发表论文2900余篇，注册软件95套，制修订国际、国家、行业、企业标准400余项（其中国际标准6项，国家标准40项），参与制修订ISO、API等标准多项。完成质量监督项目近10000余项，失效分析项目1500余项，为西气东输管线、陕京管线、中亚管线等国家重大管道项目建设及塔里木、长庆、新疆、西南等重点油气田勘探开发提供了重要的技术保障。

3.3.3国标（北京）检验认证有限公司

标准（北京）检验认证有限公司（简称标准公司，英文简称GTC），是中国的第三方检验认证服务机构，致力于为客户提供一站式质量保障服务。公司前身为北京有色金属研究总院分析测试技术研究所，同时运行管理着“地区有色金属质量监督检验中心”和“地区有色金属及电子材料分析测试中心”，分别由原地区质量技术监督局于1985年批准建立和原地区科委于1983年批准建立。 标准公司通过ISO 17025实验室地区认可(CNAS)、中国计量认证(CMA)、实验室审查认可（CAL）、培训机构资质认证（NTC）等，是地区工业与信息化部挂牌“有色金属标准样品研制单位（YSRK 07-2014）”、 “多晶硅行业准入检测测评实验室”、“工业(有色金属及半导体材料)产品质量控制及评价实验室”；中国有色金属工业协会认定的“有色金属失效分析行业实验室”；中关村高新技术企业园区挂牌的开放实验室；“航天器材料质量机构”；中国船级社检测和试验机构；同时是中国有色金属学会理化检验学术、中国稀土学会理化检验的主任委员单位。 标准公司主营业务涉及第三方检测服务，分析测试仪器装备及配件的研制和销售、标准物质/样品、无损检测设备检定、分析检测人员培训、实验室规划设计、特种功能材料研发与生产等领域。公司是中国第三方金属检测的成员之一者，主要从事有色金属、黑色金属、矿物材料、建筑材料、环境样品等的分析检测服务；服务项目包括化学成分成分、组织结构分析、物理性能测试、力学性能测试、无损探伤检测等。

3.3.4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。经过50多年的建设发展,西南铝已成为我国综合实力最强的特大型铝加工企业之一,是我国航空航天和重点项目材料研发保障、高精尖铝材研发生产和出口的“核心基地”。现隶属于中国铝业集团有限公司。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、享受国务院政府特殊津贴专家30余人，建有院士工作站，拥有国家级企业技术中心，技术研发实力国内领先。率先开发出以地铁车辆用铝型材、易拉罐用铝板材、印刷用铝版基等为代表的大量高品质新型铝合金材料以及全铝家居系列产品，“西南铝”驰名商标已成为具有国际影响力的中国铝加工品牌。

3.3.5西安优耐特容器制造有限公司

西安优耐特容器制造有限公司是一家由西北有色金属研究院控股的国家级高新技术企业，‌专注于稀有金属装备的研发、‌制造及工程化服务。‌ 该公司成立于2010年，‌注册资本为1.5亿元，‌由西部材料、‌西部超导、‌凯立新材等三家上市公司参股。‌西安优耐特容器制造有限公司在稀有金属装备制造领域内具有世界领先的钽、‌铌装备制造技术，‌以及国内一流的钛、‌锆、‌镍装备制造技术。‌公司的业务重点服务于核化工、‌新能源和高端精细化工等国家战略需求及新兴产业领域。‌

公司拥有多项资质和认证，‌包括民用核安全机械设备制造许可证、‌A2类压力容器设计及制造许可证、‌管道元件（‌元件组合装置）‌制造许可证、‌ASME U证、‌PED证书等。‌这些资质和认证证明了公司在行业内的专业能力和技术水平。‌

西安优耐特容器制造有限公司还拥有陕西省“稀有金属装备”共性技术平台、‌陕西省“稀有金属压力容器”工程技术研究中心以及陕西省企业技术中心等研发创新平台。‌这些平台不仅提升了公司的研发能力，‌也为公司的技术创新和产品升级提供了强有力的支持。‌

该单位积极参与编制组的各项工作会议，对规范的技术指标和校准项目中的部分内容提出了有效建议，在编制组中发挥了主要作用。

3.3.6青海大学

青海大学坐落于高原古城——夏都西宁。学校已发展成为了一所以工、农、医、管、经、理、法、交叉学科协调发展的教学研究型大学。2016年以来，学校获批科研项目3248项，其中主持承担国家重点研发计划11项，科研经费总计达21亿元，鉴定科研成果1104项。获国家科技进步二等奖1项、何梁何利基金科学与技术创新奖1项、全国争先创优奖3项，省部级及以上奖143项、青海省科学技术重大贡献奖3人次。学校积极推进产学研深度融合，主动服务国家战略和区域经济社会发展，在三江源生态保护、高原农牧业、高原医学、藏医药学、盐湖化工、新能源新材料等方面形成了鲜明的学科优势和办学特色，培养了一大批应用型人才，为青海经济建设和社会发展做出了积极贡献。

该单位积极参与编制组的各项工作会议，对规范的技术指标和校准项目中的部分内容提出了有效建议，在编制组中发挥了主要作用。

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，2015年12月经广东省机构编制委员会批准为广东省科学院属下的独立法人事业单位。

中心是国家市场监督管理总局批准的资质认定实验室（CMA）、中国合格评定国家认可委员会批准的检测和校准实验室（CNAS）、运营管理着中国有色工业华南质量检验检测中心、国家矿物及再生金属材料质量检验检测中心、广东省质量监督有色金属产品检验站、广东省质量监督电子产品检验检测中心。本中心是广东省科技成果鉴定检验监督机构、广东省金属材料综合利用检测与评价中心、工业（有色金属及再生有色金属）产品质量控制和技术评价实验室、CQC认证及方圆认证签约实验室。

中心主要从事金属材料、矿物材料、建筑材料、电子电器、新能源电池、化工产品、固体废物、汽车材料、再生资源及金属材料综合利用的检测、咨询、评价及分析测试技术研究和计量校准等服务。同时本中心还开展行业标准制定和技术方法研究及企业科研及标准培训、实验室资质申请及运营咨询、工厂认证检查和产品认证服务。

该单位积极参与编制组的各项工作会议，对规范的技术指标和校准项目中的部分内容提出了有效建议，作为验证单位，在编制组中发挥了主要作用。

3.4各单位分工情况

3.4.1　编制组依据各单位情况，对整个规范的起草进行了分工。西安汉唐分析检测有限公司（主编单位）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。陕西天成航空材料有限公司、中国石油集团工程材料研究院有限公司、国标（北京）检验认证有限公司、西南铝业（集团）有限责任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 |
| 西安汉唐分析检测有限公司 | 刘泽晨 | 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。 |
| 西安汉唐分析检测有限公司 |  |  | 规范实验数据分析及讨论，内容审阅并提出修改意见，会议纪要整理。 |
| 陕西天成航空材料有限公司 |  |  | 内容审阅并提出修改意见 |
| 中国石油集团工程材料研究院有限公司 |  |  | 内容审阅并提出修改意见，规范二验工作 |
| 国标（北京）检验认证有限公司 |  |  | 内容审阅并提出修改意见 |
| 西南铝业（集团）有限责任公司 |  |  | 内容审阅并提出修改意见，规范二验工作 |
| 西安优耐特容器制造有限公司 |  |  | 实验方案讨论，内容审阅并提出修改意见 |
| 青海大学 |  |  | 实验数据分析及讨论，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，规范二验工作 |

### 4.主要工作过程

西安汉唐分析检测有限公司接到有色金属行业计量技术委员会转发下达的制定任务后，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，制定了制定原则及计划工作。本项目主要工作过程经过了以下几个阶段：

1）2023年8月成立了计量规范编制组，明确编制组成员各自的工作内容及任务，对被校对象的使用单位进行了校准需求调研，收集相关资料。

2）2023年9月~2024年3月编制组成员对校准规范中的计量特性及校准方法进行了讨论，确定了校准项目及方法，在2024年3月形成了校准规范讨论稿。

3）2024年3月6日~8日，在普洱市召开有色金属计量技术规范研讨会，会上对《脉冲电火花检漏仪校准规范-讨论稿》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《脉冲电火花检漏仪校准规范-讨论稿》中的计量特性、校准项目和测量标准等提出了修改建议和意见。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1。修改后形成了《脉冲电火花检漏仪校准规范-征求意见稿》。

表2 《脉冲电火花检漏仪校准规范-讨论稿》工作安排

|  |  |
| --- | --- |
| 拟参与编制单位 | 陕西天成航空材料有限公司、中国石油集团工程材料研究院有限公司、国标（北京）检验认证有限公司、西南铝业（集团）有限责任公司 |
| 一验单位 | 西南铝业（集团）有限责任公司 |
| 二验单位 | 广东省科学院工业分析检测中心 |
| 时间节点安排 | 2024年5月完成试验验证，2024年9月完成规范报批 |

4）2024年5月，向社会广泛征求意见，根据收到的意见进行修改，修改后形成《脉冲电火花检漏仪校准规范-预审稿》。

5）2024年6月在嘉峪关举行有色金属计量技术规范研讨会，会上对《脉冲电火花检漏仪校准规范》进行了预审，会上有来自不同单位的计量委员会委员、专家、代表对《脉冲电火花检漏仪校准规范》提出了修改建议和意见。修改后形成《脉冲电火花检漏仪校准规范-审定稿》。

 表2 有色金属计量技术规范研讨会会议纪要（预审稿）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 标准章条编号 | 意见内容 | 提出单位 | 处理意见 |
|  | 4章节 | 4.1中最大允许误差不能以范围形式表述。 | 青海大学 | 采纳 |
|  | 5章节 | 5.2表1中数显卡尺量程改为0~150mm | 国标（北京）检验认证有限公司 | 采纳 |
|  | 附录A | 校准原始记录参考格式中加入校准前检查内容 | 西南铝业（集团）有限责任公司 | 采纳 |
|  | 附录C | C.3.5扩展不确定度中增加相对扩展不确定度表示方法 | 西安优耐特容器制造有限公司 | 采纳 |

# 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 16927.2-2013 高压电实验技术、GB/T 19285-2014 埋地钢制管道腐蚀防护工程检验、GB4793.1-2007 测量、控制和实验室用电气设备的安全要求 第一部分 通用要求等相关内容。

## （二）确定主要内容

* 1. 1 范围

本规范适用于输出电压为30kV及以下的用于检测导电基材上非导电涂层缺陷的脉冲式电火花检漏仪的校准。

* 1. 2 引用文件

本规范无引用文件。

* 1. 3 概述

检漏仪是用来检测金属基材上的非导电涂层是否存在针孔，裂纹及其他损伤和缺陷的仪器。使用时，该仪器一头接地，另一头是高压探头，仪器通过高压探头发出高压电，当探头经过有缺陷的涂层表面时，仪器会自动声光报警。

检漏仪由稳压电路、脉冲调制电路、升压整流电路和高压发生器等及部分组成，由电源提供工作电压，通过高压发生器产生（0~30）kV连续脉冲高压信号，并在显示器中显示输出脉冲电压值。

### 4计量特性

根据实际使用情况，并与济宁市计量测试所、济宁鲁科等单位沟通，确定了脉冲电火花检漏仪的计量特性有三个：

### 4.1脉冲电压输出示值误差

数字式检漏仪示值误差用相对误差表示，指针式检漏仪示值误差用引用误差表示。应符合仪器说明书中的要求。

### 4.2脉冲电压输出稳定度

在1min内，脉冲电压输出值最大变化量与设定值的百分比不大于该测量点最大允许误差的1/5。

### 4.3放电距离

检漏仪高压输出端与接地线裸露点间的电火花产生距离。输出电压取20%和100%量程上限分别进行测试。

### 5 校准条件

5.1 环境条件

校准前，实验室环境条件根据测距仪的说明书，可确定其温度、湿度、温度波动度应满足要求，为环境温度：20℃±5℃；相对湿度：≤80%；电源电压：220V±22V；电源频率：50Hz±0.5Hz；应配备保障校准人员安全的绝缘胶垫、绝缘手套和良好的接地。

5.2 测量标准

测量标准的技术要求应符合正文中表1的规定。

测量标准及其他设备包括数字存储示波器、电压探头、数显卡尺、耐电压测试仪、绝缘电阻表。

### 6 校准项目和校准方法

校准项目包含校准前检查、脉冲电压输出示值误差、脉冲电压输出稳定度、放电距离以及具体的校准方法。

脉冲电压输出示值误差：对指针式检漏仪和数字式检漏仪进行了区分。对于指针式检漏仪，对所有带数字分度值的点进行校准。对于数字式检漏仪，在其量程的20%到量程上限内均匀选取不少于5个点进行校准。多量程的检漏仪，应选用一个常用量程作为基本量程，校准点选取同上；其他量程为非基本量程，选取其两端和中间值作为校准点（也可根据客户要求选取）。接线方式如正文中图1所示。数字式检漏仪脉冲电压输出示值误差按照正文中公式（1）计算；指针式检漏仪脉冲电压 示值误差按照正文中公式（2）计算。

脉冲电压输出稳定度：选取检漏仪基本量程上限的50%点（也可根据客户要求选取）进行试验，接线方式如正文中图1所示。在1min内，读取并记录相同时间间隔的10个峰值电压值，选取此组数据中的最大值和最小值，按照正文中公式（3）计算稳定度。

放电距离：将检漏仪接地线与检漏仪金属连接杆连接，确保与高压输出端在同一个水平直线上，使用数显卡尺标记出特定距离（一般为1mm和10mm）的位置。输出电压取20%和100%量程上限分别进行测试，将金属连接杆缓慢向标记处移动，观察移动到标记点处或移动过程中是否出现放电及报警现象。

### 7 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。

### 8 复校时间间隔

复校时间间隔的长短取决于其使用情况，使用单位可根据实际使用情况自主决定复校的时间，建议复校时间间隔为1年。

### 9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、检漏仪脉冲电压输出示值误差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 脉冲电火花检漏仪校准记录参考格式

附录B 脉冲电火花检漏仪校准证书内页参考格式

附录C 检漏仪脉冲电压输出示值误差测量不确定度评定示例

# 三、实践检测情况

西南铝业（集团）有限责任公司、广东省科学院工业分析检测中心根据本规范的校准项目对脉冲电火花检漏仪进行了全计量特性的校准，内容详见校准报告。

# 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JJF(新)32-2019《脉冲电火花检漏仪校准规范》只针对检漏仪的脉冲电压提出了校准要求，并未考虑到检漏仪放电距离的校准问题。

目前国外没有相关技术规范，本规范水平达到国内先进水平。本规范的制定填补了有色金属行业脉冲电火花检漏仪的校准空白。

# 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，能解决脉冲电火花检漏仪校准方法不全、计量标准技术指标不明确、脉冲电火花检漏仪的校准方法未规定等问题，弥补脉冲电火花检漏仪校准的空白，为保证脉冲电火花检漏仪在使用时测试结果的准确可靠提供保证。

# 十二、其他应予说明的事项

无。

《脉冲电火花检漏仪校准规范》编制组

2024年9月14日