温度测量系统校准规范

编制组

主编单位：西安汉唐分析检测有限公司

讨论稿

2024-04

JJF（有色金属）XXXX—XXXX

温度测量系统校准规范

(编制说明)

1. 工作简况

1.立项目的

温度测量系统由温度传感器（热电阻、热电偶）半导体电阻等）、测量单元、信号传感器、显示单元等构成的温度监测系统，其主要应用于有色金属行业生产工艺过程的温度监视和温度验证等。在整个温度控制系统中温度传感器的准确性、稳定性和测量单元的准确性是温度测量系统中的重要环节，直接影响到整个系统的可靠性和精确度。由于之前的一些校准方法如JJF1171-2007适用于（-60300）℃的温度测量系统，对（-801500）℃温度测量系统的校准工作并未开展，校准规范旨对（-801500）℃温度测量系统进行校准，填补有色金属行业空白。

目前，有色金属行业对温度测量系统的校准工作尚未开展。所提出的校准规范望能开展对（-801500）℃温度测量系统的校准等工作，促进温度测量系统在工业产品中更合理更准确的应用。因此，制定《温度测量系统校准规范》行业计量校准规范非常必要。该规范能弥补国内温度测量系统校准依据的空白。

2.任务来源

为保证用于校准温度测量系统的量值准确、可靠，适应我国有色金属行业的快速发展和满足国内外市场的需要，工业和信息化部以工信厅下达了《工业和信息化部办公厅关于印发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），其计划项目代号为：JJFZ(有色金属)014-2023，计划完成年限为2025年。

3.项目编制组单位简况

3.1主编单位

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。

3.2编制组成员单位

3.2.1陕西有色榆林新材料集团有限责任公司

陕西有色榆林新材料集团有限责任公司主要经营铝、铝基合金、炭素产品、化工产品（易制毒、危险、监控化学品除外）、多晶硅及原辅材料的生产、销售（涉及国家有专项专营规定的从其规定）；自备电厂经营；有色金属及原料、贵金属、机电产品的销售；进出口贸易（国家限定或禁止公司经营的商品和技术除外）；技术咨询、技术服务；黄金的加工、销售。

3.2.2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。

3.2.3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(以下简称“七二五所”)成立于1961年，隶属中国船舶集团有限公司，专业从事舰船材料与工艺及应用性研究。七二五所(事业单位)开办资金5307万元，(企业营业执照)注册资金81599万元。

科研方面：涉及船体结构材料、有色金属材料、非金属材料、腐蚀与防护技术、特种材料、焊接工艺、自然环境试验等多个重点领域。目前,七二五所拥有海洋腐蚀与防护国防科技重点实验室等8个国家级创新平台、4个海洋环境试验站、4个国家级检测认证中心、25个省部级及6个市级创新平台;并拥有材料学和材料加工工程硕士学位授权点、材料学博士学位授权点和博士后工作站。

科技产业方面：七二五所秉承“精诚团结、求实创新、志存高远、追求卓越”的精神，致力于构建“国内领先、国际一流的集科研和多个高技术产业为一体的高科技产业集团”，持续推进科技成果转化和高新技术产业化，初步建成了领先的高科技产业集团。主要产品有：金属波纹管膨胀节、特种材料压力容器、管道和桥梁支座、特种材料铸锻件、特种焊接材料、金属爆炸复合材料、钛合金构件和铸件、海绵钛、防腐防污产品、非金属材料制品、风电叶片、船舶压载水系统、海水淡化系统等。

近年来，七二五所获得的主要荣誉：中国质量奖提名奖、全国质量标杆、“中国制造业十大创新企业”、“创建国有企业四好领导班子先进集体”、“中央企业先进集体”、“中央企业先进党组织”、“全国模范职工之家”、“全国五四红旗团委”、“全国文明单位”、“全国无偿献血促进奖(单位奖)”、“首届中国质量奖提名奖”、“第十七届全国质量奖”、国家“守合同重信用”企业等荣誉称号。

3.2.4湖南湘投金天钛业科技股份有限公司

湖南湘投金天钛业科技股份有限公司成立于2004年04月08日，注册地位于湖南省常德经济技术开发区德山街道青山社区乾明路97号，法定代表人为李新罗。经营范围包括钛及钛合金等稀有金属，各类金属复合材料及其设备的研发、生产、加工、销售；企业对外投资（上述生产经营涉及前置审批或许可证的凭资质证书生产、经营）。湖南湘投金天钛业科技股份有限公司具有1处分支机构

3.2.5西安建筑科技大学

西安建筑科技大学（Xi’an University of Architecture and Technology），简称西安建大、西建大（XAUAT），由中华人民共和国住房和城乡建设部、教育部和陕西省人民政府共建，“建筑老八校”之一，原冶金工业部直属重点大学，国家“中西部高校基础能力建设工程”与“特色重点学科项目”高校，陕西省省属高水平大学，全国首批博士、硕士和学士学位授权单位；入选111计划、首批国家卓越工程师教育培养计划、国家国际科技合作基地、全国工程硕士研究生教育创新院校、国家建设高水平大学公派研究生项目。学校以土木建筑、环境市政、材料冶金及相关学科为特色，以工程技术学科为主体，多学科协调发展。

截至2023年10月，学校有雁塔、草堂两个校区和一个科教产业园区，总占地3700余亩；设有21个学院，开设67个本科专业；拥有一级学科博士学位授权点8个，博士专业学位授权点2个，博士后流动站9个，一级学科硕士学位授权点25个，硕士专业学位授权点19个；有专任教师1900余名，各类学生总数36000余名，其中全日制本科生20000余名，研究生10000余名，留学生200余名。

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。

2023年7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。

2023年8月~2024年4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，对关键技术指标提出了修改意见最终形成讨论稿。

1. 规范编制原则和确定主要内容
   1. 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JJF 1171-2007 《温度巡回检测仪校准规范》、JJF 1366-2012 《温度数据采集仪校准规范》、JJG 141-2013 《工作用贵金属热电偶检定规程》、JJG 229-2010 《 工业铂、铜热电阻检定规程》等相关内容。

* 1. 确定主要内容

1 范围

本规范适用以热电偶、热电阻为温度传感器 (以下简称传感器)，测量范围为 (-80～+1500)℃的温度测量系统的校准。

2 引用文件

JJF 1171-2007 《温度巡回检测仪校准规范》

JJF 1366-2012 《温度数据采集仪校准规范》

JJG 141-2013 《工作用贵金属热电偶检定规程》

JJG 229-2010 《 工业铂、铜热电阻检定规程》

3 概述

温度测量系统是由温度测试仪表和一组温度传感器组成。其结构简图如图1所示。

2

1

0

0

0

4 计量特性

4.1 测量误差

温度测量系统各通道的示值与实际温度的差值为温度测量系统误差。用下列两种形式之一表示。

4.1.1 以与被测量值有关的量程和量化单位表示：

Δmax =±(a%FS+bd)

式中:Δmax—最大允许测量误差，℃；

a—温度测试仪表准确度等级；

FS—温度测试仪表的两成，℃；

b—在数字化过程中产生的量化误差，一般为1；

d—输出信息末位1个字所表示的值，℃。

4.1.2 直接以被测量值表示：

Δmax =±*K*

式中：*K*—允许的测量误差限，℃。

4.2 安全性能

4.2.1 绝缘电阻

在环境温度为（10～35）℃，湿度为45%～75%RH的条件下，温度测试仪表电源端子-外壳、传感器-电源端子之间的绝缘电阻应不小于20 MΩ。

4.2.2 绝缘强度

在环境温度为（10～35）℃，湿度为 45%～75% RH的条件下，电源端子-外壳、传感器-电源之间施加表1所规定的频率为50 Hz的试验电压，历时1 min，应无击穿、电晕和火花，巡检仪应能正常工作。

表1 试验电压

|  |  |
| --- | --- |
| 试验部位 | 试验电压/V |
| 电源端子-外壳 | 1500 |
| 传感器-电源端子 | 1000 |

5 校准条件

5.1 环境条件

校准时的环境条件应满足以下要求：

环境温度：10℃ ～ 35℃；

相对湿度：30% ~ 80%；电测设备应符合相应的环境要求。

其他条件应满足所用仪器设备的正常使用要求。

5.2测量标准及其他测量设备

测量标准及其他测量设备技术指标见表2。

表2 测量标准及其他测量设备技术指标

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 名称 | 技术要求 | 用途 | 备注 |
| 1 | 标准铂电阻温度计 | 二等 | （-80~300）℃温度范围标准器 | 也可使用满足要求的其他标准 |
| 2 | 标准铂铑10-铂热电偶 | 一等 | （300~1100）℃  温度范围标准器 |
| 3 | 标准铂铑-30-铂铑6热电偶 | 二等及以上 | （1100~1500）℃温度范围标准器 |
| 4 | 电测仪器 | 准确度等级不低于0.01级，分辨力不低于0.1微伏 | 测量标准铂电阻温度计阻值和标准铂热电偶热电动势 |  |
| 5 | 管式炉 | 炉长约 600 mm, 炉管内径约20 mm，常用温度为1100 ℃，炉内温度最高点偏离炉子几何中心不大于20 mm，温度最高点±20 mm内有温度变化梯度 ≤0.4 ℃/10 mm的均匀温场 | （300~1100）℃  范围温度源 | 炉管内径大于20mm的管式炉，可在炉内加装一支同轴清洁瓷管 |
| 6 | 高温管式炉 | 炉长约 600 mm, 炉管内径约20mm，常用温度为1500℃，炉内温度最高点偏离炉子几何中心不大于20 mm，温度最高点±20mm 内有温度变化梯度≤0.5℃/10mm的均匀温场 | （1100~1500）℃范围温度源 |  |
| 7 | 恒温槽 | 温度均匀性不超过0.01 ℃  温度波动性不超过0.02 ℃/10 min | （300~1100）℃  范围温度源 | 也可使用满足校准要求的其他恒温设备。 |
| 8 | 水三相点瓶 | *U* = 1 mK， *k* = 2 |  |  |
| 9 | 耐电压试验仪 | 输出电压大于1500 V，功率不低于0.25 kW | 测量绝缘强度 |  |
| 10 | 兆欧表 | 额定电压500 V，10.0级 | 测量绝缘电阻 |  |

6 校准项目和校准方法

6.1 校准项目

校准项目见表3。

表3 校准项目表

|  |  |
| --- | --- |
| 序号 | 校准项目 |
| 1 | 安全性能 |
| 2 | 测量误差 |

6.2 校准方法

6.2.1温度测试仪表显示功能的检查

接通温度测试仪表电源，检查各部位开关，按键操作应灵活、可靠，在规定的状态下应具有相应的功能。

将温度测试仪表的传感器由室温直接插入低于零度的恒温设备中,此时应明显地观察到温度测试仪表示值由室温变化到负温度值，并显示 “-” 的极性符号及相应的通道号和温度值。再将温度测试仪表的传感器插入超上限温度中，巡检仪应明显地显示出过载的符号及相应通道号。此项可在所有通道内任选一通道作单点考核，也可与测量误差同时进行。

6.2.2 绝缘电阻和绝缘强度的检查

温度测试仪表的绝缘电阻用额定电压500V 的兆欧表检查。检查时，切断外部电源,并将温度测试仪表电源开关置于接通位置，然后按4.2.1规定进行测量。

进行绝缘强度检查时，应将温度测试仪表与外部电源切断，并将温度测试仪表电源开关置于接通位置，按表1规定的要求和试验电压进行测量。测量时耐电压试验仪试验电压由零逐步平稳地上升到规定值，并保持1min，最后使试验电压平稳地下降为零。

6.2.3测量误差校准

6.2.3.1校准温度点的选择

温度测量系统测量误差的校准点应均匀地分布在整个测量范围的整度点上，包括零点和上、下限值在内，不得少于5个。

在特殊情况下，可根据用户要求选择校准点,选择实际的常用温度进行校准。

6.2.3.2校准顺序

先校准零点，再分别向上限值或下限值逐点进行校准。

6.2.3.3 零点的校准

零点示值的校准应在恒温设备中进行，将温度测量系统的传感器插入恒温设备中，待温度测试仪表示值稳定后按“标准→被校1→被校2→……→被校n→标准”的顺序分别读取测量标准和温度测量系统的实时显示值。上述顺序为一个读数循环，应进行两个循环的读数。

6.2.3.4 其他温度点的校准

将恒温槽或管式炉的温度恒定在各被校温度点上，温度偏离校准点不得超过± 0.2 ℃ （以测量标准示值为准）。

6.2.3.4.1对于温度范围为（-80 ~ 300）℃的温度测量系统的校准均在恒温槽中进行，校准方法应符合JJF 1171-2007 中6.6.5的相关要求。

6.2.6.2对于温度范围为（300 ~ 1500）℃的温度测量系统的校准均在管式炉中进行，应符合JJG 141-2013 中7.3. 3、7.3. 4、7.3. 5、7.3.6的相关要求。

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，按照推荐的校准报告格式，出具校准证书。

8 复校时间间隔

建议复校时间间隔为1年。温度测量系统使用频繁时应适当缩短周期，在使用过程中经过修理、更换传感器或温度测试仪表重要部件时应重新校准。

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、温度测量系统测量误差不确定度评定示例。

1. 规范水平分析

3.1采用国际标准及国外先进规范的程度

据查，目前国内外没有针对温度测量系统的校准规范，计量检测机构对温度测量系统校准项目的选取以及校准方式参照JJF 1171-2007 《温度巡回检测仪校准规范》。

3.2与国际及国外同类标准水平的对比分析

目前国外没有相关技术规范，本规范水平达到国外先进水平。

1. 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及规范均为我国现行有效的计量规程及规范，是本规范的一部分，引用这些规程及规范后，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，其相互关系非常协调。

1. 规范中涉及的专利或知识产权说明

（无）

1. 重大分歧意见的处理经过和依据

（无）

1. 规范作为强制性或推荐性国家（或行业）标准的建议

建议本规范作为推荐性行业计量技术规范，供相关行业参考采用。

1. 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，促进温度测量系统生产厂家按照实际情况合理选用校准规程，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。

1. 废止现行有关规范的建议

（无）。

1. 预期效果

温度测量系统校准规范的缺乏，已经无法满足日益增长的应用需求，本规范的制定，具有极大的经济效益和社会效益，填补了有色金属行业领域校准空白，对温度测量系统的校准在行业中的校准过程提供了技术支撑。

1. 其他应予说明的事项

（无）。

《温度测量系统校准规范》编制组 2024年04月