JJF（有色金属）XXXX—XXXX

平面双轴试验系统校准规范

(编制说明)

平面双轴试验系统校准规范

编制组

主编单位：西安汉唐分析检测有限公司

讨论稿

2024-06-12

《平面双轴试验系统校准规范》

行业计量技术规范编制说明

一、工作简况

1立项目的

平面双轴试验系统作为有色金属材料力学性能测试的关键设备，其性能对测试结果有着显著影响。为了确保平面波双轴试验系统性能准确可靠，需要对其关键参数进行校准，完成量值溯源。但目前国内外针对平面双轴试验系统尚未出台统一的检定规程或校准规范，大部分企业参照电子万能试验机或疲劳试验机检定规程进行校准，但因平面双轴试验系统结构与常规试验机有差异，导致目前存在校准方法不统一、校准参数不全面、技术指标不明确等问题，无法保证平面双轴试验系统校准结果的准确性，严重制约我国有色金属行业的发展。

平面双轴试验系统校准规范望能开展对平面双轴试验系统的校准工作，确保校准结果的准确性及可靠性，完成平面双轴试验系统的溯源工作，进一步促进有色金属材料及相关产业的发展，实现相关企业产品结构优化调整，为产业链提供保障。

目前，国家及行业尚未有平面双轴试验系统的检定规程及校准规范。

2任务来源

为保证我国平面双轴试验系统的量值准确、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）018-2023，按计划要求，本校准规范应于2025年完成。

3承担单位情况

3.1 主编单位简介

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 成员单位简介

3.2.1 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。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。

该单位积极参加编制工作，开展相关的资料收集工作，提供宝贵意见。

3.2.2 新疆湘润新材料科技有限公司

新疆湘润新材料科技有限公司（以下简称公司）成立于2016年7月8日，主要从事金属材料及制品的生产、销售、技术咨询、技术服务；货物与技术的进出口业务；经过多年专业水平和成熟技术积累，目前在有色金属行业具有很大影响力，为湖南五江轻化集团在西北地区投资设立的集研发、生产于一体的大型钛及钛合金新材料高新技术产业公司，拥有国内一流、国际先进的钛及钛合金生产装置、检测技术和一流的人才队伍。公司项目总投资76亿，主要产品包括海绵钛、钛及钛合金铸锭、带材、板材、锻材、棒材、复合材等，是国内首家“钛矿-海绵钛-钛加工材-钛制品”的钛全产业链公司。公司将建成年产5万吨钛材加工基地，目前一期已实现2.5万吨海绵钛，1万吨钛加工材，2万吨钛复合带材的生产能力。

该单位积极参加编制工作，开展相关的资料收集工作，提供宝贵意见。

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，参编单位有中国船舶集团有限公司第七二五研究所、新疆湘润新材料科技有限公司等。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12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）2024年1月~2024年6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6月形成了校准规范讨论稿。

二、编制原则和依据

1规范编制原则

1）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。

2）先进性：本规范对平面双轴试验系统的结构进行分析研究，提出了平面双轴试验系统的关键计量特性，同时，规范基于GB/T 25917单轴疲劳试验系统 第一部分：动态力校准和JJG 475电子万能试验机等相关内容，对相应计量标准做出要求，解决了目前平面双轴试验系统无校准规范的问题。

3）创新性：本规范对平面双轴试验系统的伺服作动系统作动筒位移、速度进行了明确的要求，提高了平面双轴试验系统的计量准确性。

2制定规范主要内容的论据

2.1 范围

本规范适用于平面双轴试验系统（以下简称试验系统）的校准。

2.2 引用文件

GB/T 16825.1-2022 静力单轴试验机的检验与校准 第1部分：拉力和（压力）试验机 测力系统的检验与校准

GB/T 3075-2021 金属材料 疲劳试验 轴向力控制方法

GB/T 25917.1-2019 单轴疲劳试验系统 第一部分：动态力校准

JJG 475-2008 电子式万能试验机

JJG 556-2011 轴向加力疲劳试验机

2.3 概述

平面双轴试验系统是指采用电液伺服的激振方式，通过控制伺服作动系统，可对材料各同向性和异向性进行分析，实现双轴载荷加载的力学性能测试设备。平面双轴试验系统广泛应金属材料双轴载荷测试、非金属材料双轴载荷测试。一般由控制系统、数据采集系统、伺服作动系统、液压夹具以及应变测量装置等部分组成。

2.4 计量特性

试验系统计量特性见表1。

表1 试验系统计量特性

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 要求 |
| 1 | 受力同轴度 | 8%\* |
| 2 | 零点漂移 | ±1.0% |
| 3 | 相对分辨力 | 0.5% |
| 4 | 回零差 | ±0.5% |
| 5 | 静态力示值相对误差 | ±1.0% |
| 6 | 静态力示值重复性 | 1.0% |
| 7 | 静态力示值进回程相对误差 | ±1.5% |
| 8 | 循环力范围示值相对误差 | ±2.0% |
| 9 | 循环力范围示值重复性 | 2.0% |
| 10 | 循环力峰值示值相对误差 | ±2.0% |
| 11 | 循环力峰值示值重复性 | 2.0% |
| 12 | 伺服作动系统作动筒位移 | ±0.5% |
| 13 | 伺服作动系统作动筒速度 | ±1.0% |
| 注：\*为试验系统同轴度的最低要求，实际校准时应根据试验方法要求的不同，按用户需要确定此项目指标，可选择5% 。 | | |

2.5 校准条件

校准温度范围应为（20±10）℃，相对湿度不大于80%，温度波动不大于2℃/h。

2.6 校准项目和校准方法

2.6.1通用技术要求检查

采用目测和手动方式进行检查。

2.6.2受力同轴度

首先校准上、下夹头的受力同轴度，将同轴度校验棒安装并调整合适位置后，对同轴度校验棒施加试验系统最大力的1%的力，此时将同轴度测试仪清零，施加力至试验系统最大力的10%，对同轴度校验棒进行至少2次预拉。预拉完成后，对同轴度校验棒施加试验机最大力的1%的力，此时将同轴度测试仪清零，再缓慢以递增方式施加力至试验系统最大力的4%、6%、8%、10%点，逐点读取并记录同轴度测试仪上的同轴度数值。上、下夹头的受力同轴度校准完成后，用同样方法校准左、右夹头的受力同轴度。

2.6.3零点漂移

试验系统开机预热后，调整零点，观察并记录15 min内试验系统零点的变化。按公式（1）计算零点漂移*Z*d。

 （1）

2.6.4相对分辨力

试验系统的力指示装置的相对分辨力*a*由公式（2）计算。

 （2）

2.6.5回零差

试验系统的回零差*f*0由公式（3）计算。

 （3）

2.6.6静态力

在试验系统满量程的20%～100%范围内，可选择20%、40%、60%、80%、100%等作为校准点，对于测量下限值小于20%满量程的试验系统，应选择10%、5%、2%作为校准点。试验系统的测量下限应不小于满量程值的2%。

首先将标准测力仪安装在上、下夹头，并调整至合适位置，放置足够的时间，使其达到稳定的温度。校准前应调好零点，校准时加卸力应平稳、缓慢。缓慢预加量程上限的最大力3次，并卸回至零负荷。逐级递增施加力，校准进程，逐级递减卸除力，校准回程。重复此过程至少3次。然后将标准测力仪安装在左、右夹头，重复上述过程。

2.6.7循环力

首先选择循环力级，选择合适的平均循环力比和循环力范围比，对平均力级和循环力级进行校准。也可以仅在一个平均循环力下进行循环力的校准，此时，*F*m/*F*max=0。然后进行频率的选择，若试验系统仅使用几个特定的工作频率（离散的），则循环力仅在这几个特定的工作频率下校准；若试验系统在一个变化的频率范围内使用，则选取3个频率（包括该频率范围的下限和上限）作为循环力的校准频率。也可以根据客户要求的频率进行校准。对循环力校准装置的采样频率进行设置，其采样频率至少为校准频率的50倍。逐个频率、逐个力级地施加循环力。每个频率和力级下，在指示装置的示值稳定后，读取10个连续循环周期的循环力峰值示值和循环力谷值示值，并按公式计算各个频率及循环力级下的循环力范围平均值和循环力峰值平均值。以试验系统力指示装置为准，在力校准装置上进行读数，按照公式计算试验系统循环力范围示值相对误差、循环力范围示值重复性、循环力峰值示值相对误差和循环力峰值示值重复性。

2.6.8伺服作动系统作动筒位移

使用磁性表座将数显千分表固定在试验系统合适的位置，调整数显千分表使其触头表面与试验系统中和作动筒相连接的夹头表面接触，根据作动筒行程，在其行程范围内均匀选择3点进行校准，每点校准3次。调整磁性表座和千分表位置，分别完成上、下夹头和左、右夹头位移的校准。

2.6.9伺服作动系统作动筒速度

在校准伺服作动系统作动筒位移的基础上配合电子秒表，完成伺服作动系统作动筒速度的校准。

2.7 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。

2.8 复校时间间隔

建议复校时间间隔为1年。试验系统使用频繁时应适当缩短周期，在使用过程中试验系统经过修理、更换重要部件的应重新校准。

2.9 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、平面双轴试验系统力值示值误差测量结果不确定度评定示例三部分。

三、规范水平分析

3.1采用国际标准及国外先进规范的程度

平面双轴试验系统是专门用于校准或核查金属材料的各同向性和异向性的专用设备，据查，目前国内外没有针对平面双轴试验系统的校准规范，计量检测机构也未开展该类仪器的检定校准工作。

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。

四、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。

五、规范中涉及的专利或知识产权说明

（无）

六、重大分歧意见的处理经过和依据

（无）

七、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。

八、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，促进平面双轴试验系统生产厂家按照设备使用情况合理选用校准规范，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。

九、废止现行有关规范的建议

（无）。

十、预期效果

平面双轴试验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，对平面双轴试验系统在行业中应用提供了技术支撑，市场发展和政府急需程度非常高。

十一、其他应予说明的事项

（无）。

《平面双轴试验系统校准规范》编制组

2024年6月12日