JJF（有色金属）XXXX—XXXX

金属材料旋转摩擦性能试验机校准规范

(编制说明)

讨论稿

202X-X

金属材料旋转旋转摩擦性能试验机校准规范

编制组

主编单位：西安汉唐分析检测有限公司公司

# 一、工作简况

## 1.立项目的

金属材料旋转摩擦性能试验机（下面简称摩擦试验机）主要用于测试金属材料的摩擦性能，作为测试标准件和紧固件等的重要设备，广泛应用于航空航天、机械制造、公路建材、有色金属等行业。摩擦试验机的计量特征对测试结果有重要影响。为了确保摩擦试验机性能准确可靠，需要对其关键参数进行校准，完成量值溯源。

目前，国内外针对摩擦试验机尚未出台统一的检定规程或校准规范，日常检定/校准常以JJG 269-2006《扭转试验机》检定规程或JJF 1478-2014《高强螺栓检测仪》校准规范为依据开展工作，但摩擦试验机部分结构与扭转试验机和高强螺栓检测仪不同，导致在目前的计量工作中存在校准参数不全面、技术指标不明确、校准方法不统一等诸多问题，无法保证摩擦试验机校准结果的准确性，不仅影响摩擦试验机的性能判定，也严重制约着有色金属材料行业的发展。

摩擦试验机校准规范能开展对旋转摩擦性能试验机的校准工作，针对JJG 269-2006《扭转试验机》检定规程或JJF 1478-2014《高强螺栓检测仪》校准规范中未涉及和未明确的主要参数进行全面覆盖并说明，确保摩擦试验机校准的全面性和准确性，保证摩擦试验机主要参数的可靠性，完成摩擦试验机的溯源工作，实现有色金属产业计量一体化、全面化发展，进一步建立全面有效的有色金属材料及相关产业的计量保障体系。

## 2.任务来源

根据工业和信息化部《关于印发2025年行业计量技术规范制修订计划的通知》（工信厅函［2025］3号）文的要求，行业计量技术规范《金属材料摩擦性能试验机校准规范》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）012-2024。

（在2025年5月8日，洛阳市讨论会议上，与会专家就规范名称提出修改意见，由于规范中仅对旋转式摩擦性能试验机做出了规定和要求的原因，因此修改为《金属材料旋转摩擦性能试验机》。）按计划要求，本计量规范应于2026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、新疆湘润新材料科技有限公司、西南铝业（集团）有限责任公司、西安建筑科技大学、西安精科华创材料分析检测有限公司、赤峰市产品质量检验中心、国标（北京）检验认证有限公司、广东省科学院工业分析检测中心、四川六合特种金属材料股份有限公司、有色金属经济技术研究院有限责任公司。

### 3.2 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。

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 新疆湘润新材料科技有限公司

……

3.3.2 西南铝业（集团）有限责任公司

……

3.3.3 西安建筑科技大学

……

3.3.4 西安精科华创材料分析检测有限公司

……

3.3.5 赤峰市产品质量检验中心

……

3.3.5 国标（北京）检验认证有限公司

……

3.3.6 广东省科学院工业分析检测中心

……

3.3.7 四川六合特种金属材料股份有限公司

……

3.3.8 有色金属经济技术研究院有限责任公司

……

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。新疆湘润新材料科技有限公司、西南铝业（集团）有限责任公司、西安建筑科技大学、西安精科华创材料分析检测有限公司、赤峰市产品质量检验中心、国标（北京）检验认证有限公司、广东省科学院工业分析检测中心、四川六合特种金属材料股份有限公司、有色金属经济技术研究院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 | 曹小刚 | 助理工程师 | 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。 |
| 新疆湘润新材料科技有限公司 | XXXXX | XXXXX | 内容审阅并提出修改意见，规范一验工作 |
| 西南铝业（集团）有限责任公司 | XXXXX | XXXXX | 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 | XXXXX | XXXXX | 规范实验数据分析及讨论，内容审阅并提出修改意见 |
| 西安建筑科技大学 | XXXXX | XXXXX | 内容审阅并提出修改意见，会议纪要整理 |
| 赤峰市产品质量检验中心 | XXXXX | XXXXX | 内容审阅并提出修改意见，会议纪要整理 |
| 广东省科学院工业分析检测中心 | XXXXX | XXXXX | 内容审阅并提出修改意见 |
| 四川六合特种金属材料股份有限公司 | XXXXX | XXXXX | 内容审阅并提出修改意见 |
| 有色金属经济技术研究院有限责任公司 | XXXXX | XXXXX | 内容审阅并提出修改意见 |

### 4.主要工作过程

西安汉唐分析检测有限公司于2024年X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X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X月～2025年3月，编制组成员对《金属材料摩擦性能试验机校准规范》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，在洛阳市召开有色金属计量技术规范研讨会，会上对《金属材料摩擦性能试验机校准规范-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《金属材料摩擦性能试验机校准规范-讨论稿》中提出了修改建议和意见，具体内容见表2。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。修改后形成了《金属材料旋转摩擦性能试验机校准规范-征求意见稿》。

表2 有色金属计量技术规范研讨会会议纪要（讨论稿）

（重点写技术要求改动较大的意见、格式意见无需专门标注，无重大意见可不列表）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 标准章条编号 | 意见内容 | 提出单位 | 处理意见 |
|  | 规范名称 | 修改为金属材料旋转摩擦性能试验机 | 国标（北京）检验认证有限公司 | 采纳 |
|  | 3.1 | 术语和计量单位删除 | 有色金属经济技术研究院有限责任公司 | 采纳 |
|  | 5 | 计量特性中增加同轴度、设定时间偏差 | 有色金属经济技术研究院有限责任公司 | 采纳 |
|  | 6.2.2 | 轴向力校准方法建议调整 | 国标（北京）检验认证有限公司 | 采纳 |

表3 《金属材料旋转摩擦性能试验机校准规范-讨论稿》工作安排

|  |  |
| --- | --- |
| 拟参与编制单位 | 西安汉唐分析检测有限公司、新疆湘润新材料科技有限公司、西南铝业（集团）有限责任公司、国标（北京）检验认证有限公司、西安建筑科技大学、广东省科学院工业分析检测中心、四川六合特种金属材料股份有限公司、赤峰市产品质量检验中心、有色金属经济技术研究院有限责任公司 |
| 一验单位 | 新疆湘润新材料科技有限公司 |
| 二验单位 | 西南铝业（集团）有限责任公司 |
| 时间节点安排 | 2025年6月完成试验验证，2025年7月完成规范报批 |

4）XXXX年X月，中国有色金属工业协会发文《关于对<XXXX校准规范>等X项有色金属行业计量技术规范征求意见的函》（中色协科综字〔XXXX〕XX号），向社会广泛征求意见。(预审稿和征求意见的先后顺序可能不一样，可根据实际情况进行调整)

5）XXXX年X月在昆明举行有色金属计量技术规范研讨会，会上对《XXXX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《XXXX校准规范》提出了修改建议和意见。修改后形成《XXXX校准规范-送审稿》。

表4 有色金属计量技术规范研讨会会议纪要（预审稿）

（重点写技术要求改动较大的意见、格式意见无需专门标注，无重大意见可不列表）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 标准章条编号 | 意见内容 | 提出单位 | 处理意见 |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

6）XXXX年X月在普洱举行有色金属计量技术规范审定会，会上对《XXX校准规范》进行了审定，会上有来自不同单位的计量委员会委员、专家、代表对《XXXX校准规范》审定稿提出了修改建议和意见。

表5 有色金属计量技术规范研讨会会议纪要（送审稿）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 标准章条编号 | 意见内容 | 提出单位 | 处理意见 |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

# 7）XXXX年X月，主编单位修改了各方意见，形成《XXXX校准规范-报批稿》，并与申报单、编制说明、验证报告、审查表、会议纪要等文件等，共同形成《XXXX校准规范》的报批材料，报送有色金属行业计量技术委员会。

# 二、编制原则和依据

## （一）编制原则

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》共同构成支撑校准规范制修订工作的基础性系列规范。

本规范主要参考了JJG 269-2006《扭转试验机》、JJF 1478-2014《高强螺栓检测仪校准规范》、JJG 652-2012《旋转纯弯曲疲劳试验机》，对旋转摩擦性能试验机提出了计量参数。

## （二）确定主要内容

### 1范围

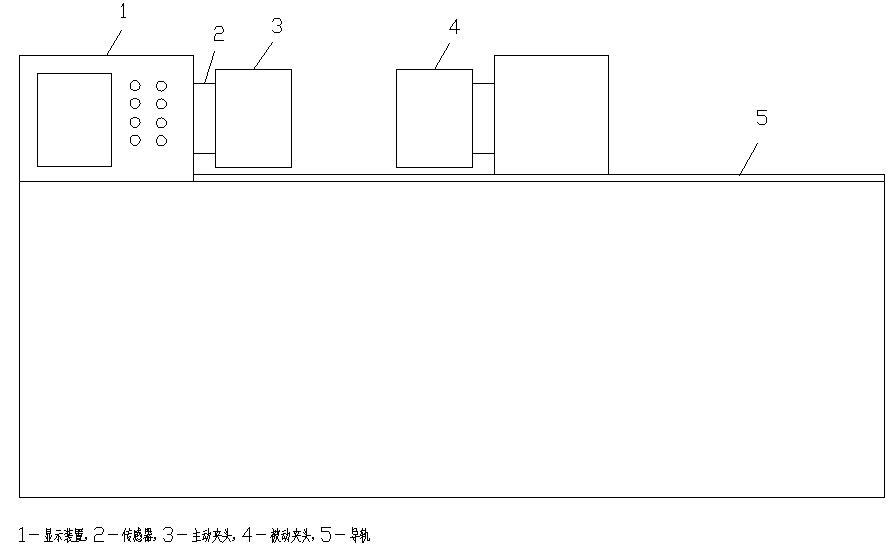
本规范适用于摩擦运动方式为旋转摩擦的摩擦性能试验机（摩擦系数试验机）的校准的校准。

### 2 引用文件

（本规范无引用文件）

### 3 概述

本部分介绍了摩擦性能试验机的结构等内容：摩擦性能试验机是一种用于测试金属材料摩擦性能的专用设备，该设备一般由微机控制模拟不同的摩擦方式（如直线往复式、旋转摩擦等）和载荷条件，测得材料的摩擦系数，来对金属材料进行评估，旋转摩擦性能试验机示意见下图。



### 4计量特性

根据实际使用情况，并与参与单位沟通，确定了摩擦性能试验机的计量特性见下表：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 要求 |
| 1 | 轴向力示值误差 | ±2.0% |
| 2 | 轴向力示值重复性 | 2.0% |
| 3 | 扭矩值示值误差 | ±2.0% |
| 4 | 扭矩值示值重复性 | 2.0% |
| 5 | 扭转角示值误差 | ±1.0% |
| 6 | 扭转角重复性 | 1.0% |
| 7 | 夹头扭转速度示值误差 | ±1.0% |
| 8 | 夹头扭转速度重复性 | 1.0% |
| 9 | 两夹头同轴度 | ≤0.3mm |
| 10 | 设定时间偏差 | ±2.0% |

### 5 校准条件

5.1 环境条件

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。

编写理由：查阅摩擦性能试验机仪器使用说明书。

5.2 测量标准

测量标准的技术要求应符合正文中表3的规定。

测量标准及其他设备包括标准测力仪、标准扭矩仪、光电轴角编码器、转速表、秒表、同轴度校验棒、百分表，并给出相应的技术指标。

### 6 校准项目和校准方法

6.1 校准项目

轴向力示值误差、轴向力示值重复性、扭矩值示值误差、扭矩值示值重复性、扭转角示值误差、扭转角示值重复性、夹头扭转速度示值误差、夹头扭转速度示值重复性、两夹头同轴度、设定时间偏差。

6.2 校准方法

6.2.1通用技术要求检查

采用目测和手动方式进行检查。

6.2.2轴向力示值误差

采用标准测力仪（分离法）进行校准，用性能稳定的电子万能试验机，将摩擦性能试验机力值传感器和指示装置拆下与标准测力仪一同放置在电子万能试验机上，使得标准测力仪与摩擦性能试验机的力传感器同轴，然后进行预热30min后置零。

在测量上限的20%~100%范围内均匀选取5个校准点对轴向力进行校准，使用电子万能试验机进行加荷，逐步增加至各个校准点记录数值后回零。以标准测力仪的示值为准逐点读取摩擦性能试验机的示值。重复此步骤三次。

采用公式（1）算出轴向力的示值误差：

(1)

式中:---力值示值误差，%；

---试验机力值示值，N；

---标准测力仪示值平均值，N。

编写理由：摩擦性能试验机力值校准与高强螺栓检测仪原理相似，故参考了JJF 1478-2014《高强螺栓检测仪校准规范》7.1.2对轴向力的校准方法，对轴向力的校准方法进行编写

6.2.3轴向力重复性

根据7.2.2得到的数据按公式（2）算出轴向力的示值重复性：

(2)

式中:---力值重复性，%；

---标准测力仪示值最大值，N；

---标准测力仪示值最小值，N；

---标准测力仪示值平均值，N。

编写理由：摩擦性能试验机力值校准与高强螺栓检测仪原理相似，故参考了JJF 1478-2014《高强螺栓检测仪校准规范》7.1.2对轴向力的校准方法，对轴向力的校准方法进行编写

6.2.4扭矩值示值误差

采用标准扭矩仪（整机法）进行校准，采用合适的工作配件，将标准扭矩仪连接至摩擦性能试验机上，使得标准扭矩与摩擦性能试验机的扭矩传感器串联，使两者同轴，然后进行预热30min后置零。

在测量上限的20%~100%范围内均匀选取5个校准点对扭矩值进行校准，使用摩擦性能试验机进行扭矩加荷，逐步增加至各个校准点记录数值后回零。以标准扭矩仪的示值为准逐点读取摩擦性能试验机的示值。重复此步骤三次。

采用公式（3）算出扭矩值的示值误差：

(3)

式中:---扭矩值示值误差，%；

---试验机扭矩值示值，Nm；

---标准扭矩仪示值平均值，Nm。

编写理由：摩擦性能试验机扭矩值校准与高强螺栓检测仪原理相似，故参考了JJF 1478-2014《高强螺栓检测仪校准规范》7.2.2对扭矩值的校准方法，对扭矩值的校准方法进行编写

6.2.5扭矩值重复性

根据7.2.4得到的数据按公式（4）算出扭矩值的示值重复性：

(4)

式中:---扭矩值重复性，%；

---标准扭矩仪示值最大值，Nm；

---标准扭矩仪示值最小值，Nm；

---标准扭矩仪示值平均值，Nm。

编写理由：摩擦性能试验机扭矩值校准与高强螺栓检测仪原理相似，故参考了JJF 1478-2014《高强螺栓检测仪校准规范》7.2.2对扭矩值的校准方法，对扭矩值的校准方法进行编写

6.2.6扭转角示值误差

采用光电轴角编码器进行校准，将编码器与扭转夹头同轴串联，适当固定编码器壳体，驱动主动夹头旋转以消除初始间隙后将编码器和夹头扭转角度清零。

在测量上限的20%~100%范围内均匀选取5个校准点对扭转角进行校准，使用摩擦性能试验机进行旋转，逐步增加至各个校准点记录数值后回零。以摩擦性能试验机的示值为准逐点读取光电轴角编码器的示值。重复此步骤三次。

采用公式（5）算出扭转角的示值误差：

(5)

式中:---扭转角示值误差，%；

---试验机扭转角示值，°；

---轴角编码器示值平均值，°。

编写理由：摩擦性能试验机扭转角校准与扭转试验机原理相似，故参考了JJG 269-2006《扭转试验机》6.2.2.10对扭转角的校准方法，对扭转角的校准方法进行编写

6.2.7扭转角重复性

根据7.2.6得到的数据按公式（6）算出扭转角的示值重复性：

(6)

式中:---扭转角重复性，%；

---轴角编码器示值最大值，°；

---轴角编码器示值最小值，°；

---轴角编码器示值平均值，°。

编写理由：摩擦性能试验机扭转角校准与扭转试验机原理相似，故参考了JJG 269-2006《扭转试验机》6.2.2.10对扭转角的校准方法，对扭转角的校准方法进行编写

6.2.8夹头扭转速度示值误差

采用转速表进行校准，将反光贴贴在夹头上，使用转速表水平对准反光贴，测量其转速值，在测量上限的20%~100%范围内均匀选取5个校准点对夹头扭转速度进行校准。重复此步骤三次。

采用公式（7）算出夹头扭转速度的示值误差：

(7)

式中:---夹头扭转速度示值误差，%；

---试验机设定转速，r/min；

---转速表测得转速平均值，r/min。

编写理由：摩擦性能试验机夹头扭转速度校准与旋转纯弯曲疲劳试验机原理相似，故参考了JJG 652-2012《旋转纯弯曲疲劳试验机》7.2.2对转速的校准方法，对夹头扭转速度的校准方法进行编写

6.2.9夹头扭转速度重复性

根据7.2.8得到的数据按公式（8）算出夹头扭转速度的示值重复性：

(8)

式中:---夹头扭转速度重复性，%；

---转速表测得转速最大值，r/min；

---转速表测得转速最小值，r/min；

---转速表测得转速平均值，r/min。

编写理由：摩擦性能试验机夹头扭转速度校准与旋转纯弯曲疲劳试验机原理相似，故参考了JJG 652-2012《旋转纯弯曲疲劳试验机》7.2.2对转速的校准方法，对夹头扭转速度的校准方法进行编写

6.2.10夹头两头的同轴度

用百分比进行校验。校验时，先将校验棒夹在被动夹头中并伸出110mm，将百分比连同表座架于主动夹头上进行转动，检测校验棒端头以及距端头100mm的最大跳动量，取最大值为*∆*1；再将校验棒夹在主动夹头中并伸出110mm，将百分比连同表座架于机身上，转动夹头检测校验棒端头以及距端头100mm的最大跳动量，取最大值为*∆*2。

同轴度误差按以下计算：

(9)

式中:---夹头两头的同轴度，mm；

---主动主轴轴线对被动夹头轴线的同轴度，mm；

---主动夹头轴线对主动主轴轴线的同轴度，mm。

编写理由：摩擦性能试验机同轴度校准与扭转试验机原理相似，故参考了JJG 269-2006《扭转试验机》6.2.2.3对转速的校准方法，对夹头扭转速度的校准方法进行编写

6.2.11设定时间偏差

使用电子秒表进行校准，将试验机设定时间不低于5min，测量试验机开始和停止时的时间间隔，按以下公式进行计算：

(10)

式中:---设定时间偏差，s；

---试验机设定时间，s；

---秒表所测得时间，s。

编制理由：试验机以一设定时间进行运转，根据计量常识使用电子秒表进行校准计算其误差

### 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

建议复校时间间隔为1年。旋转摩擦性能试验机使用频繁时应适当缩短周期，在使用过程中旋转摩擦性能试验机经过修理、更换重要部件的应重新校准。

### 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、刻线机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 旋转摩擦性能试验机校准记录参考格式

附录B 旋转摩擦性能试验机校准证书内页参考格式

附录C 旋转摩擦性能试验机示值误差测量不确定度评定示例

# 三、实践检测情况

XXX公司、XXX公司、XX公司根据本规范的校准项目对XXX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，类似的校准规范有JJFZ（有色金属）002-2022《摩擦、磨损和磨耗试验机校准规范》，其主要针对磨耗试验机和环块摩擦损耗试验机，其原理为将环块以一固定力接触一恒定转速的主轴测定其摩擦力，然后测量环块的磨损量来评定环块性能，而本规范所提到的旋转摩擦性能试验机类似于高强螺栓检测仪，其原理为将试样以一恒定力、一恒定转速接触一平面，通过测量其产生的扭矩值来计算其摩擦系数。二者虽都为摩擦试验机但其原理不同。

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旋转摩擦性能试验机的校准空白，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，能解决旋转摩擦性能试验机校准方法不统一、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、旋转摩擦性能试验机的校准方法未规定等问题，弥补旋转摩擦性能试验机校准的空白，为保证摩擦性能试验机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。

《XXXX校准规范》编制组

202X年X月X日