

JJF（有色金属）XXXX—XXXX
接触（触针）式表面轮廓测量仪校准规范
(编制说明)

讨论稿

2025-X

接触（触针）式表面轮廓测量仪校准规范

编制组

主编单位：西安汉唐分析检测有限公司

一、工作简况

1.立项目的

轮廓仪一般由传感器、驱动箱、电子信号处理装置、计算机系统等组成。其以直线导轨为基础，触针沿工作表面运动，记录被测表面轮廓曲线，计算并评定被测轮廓的尺寸、角度、圆弧半径等二维形状、位置参数的测量仪器。仪器的触针在被测轮廓表面滑移，传感器通过锐利触针感受被测表面的几何形状变化，并转换成电信号。该信号经放大和处理，在转换成数字信号贮存在计算机系统的存储器中。计算机对此原始轮廓的数字信号进行数字滤波，并计算其参数。轮廓仪可用于测量各种机械零件素线形状和截面轮廓形状。为保证激光标距刻线机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。

本规范重点解决了轮廓仪校准方法不统一、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、轮廓仪的校准方法未规定等问题，弥补轮廓仪校准的空白，为进行量值传递提供了有效保证，进一步提高了轮廓仪的准确性。

2.任务来源

根据工业和信息化部《关于印发 202X 年行业计量技术规范制修订计划的通知》（工 XXX [202X] XXX 号）文的要求，行业计量技术规范《接触（触针）式表面轮廓测量仪校准规范》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）XXXX-202X。

（在 202X 年 X 月 X 日，XX 会议上，与会专家就规范名称提出修改意见，由于 XX 的原因，因此修改为《》。）按计划要求，本计量规范应于 2025 年 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：西安汉唐分析检测有限公司有限公司、青海大学、西安建筑科技大学、西南铝业（集团）有限责任公司、陕西延长石油机械装备制造有限公司、中铝洛阳铜业检测技术有限公司、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、山东省冶金科学研究院、广东省科学院新材料研究院、国合通用（青岛）测试评价有限公司。

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。

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 青海大学

青海大学是一所以工、农、医、管四大学科为主，其他学科协调发展的教学研究型大学。

3.3.2 西安建筑科技大学

西安建筑科技大学

3.3.3 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）是中铝集团、中铝高端核心铝加工企业，其前身是西南铝加工厂。经过近 60 年的发展，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工程材料研发保障、高精尖铝材研发生产和出口的核心基地，正朝着制造业高端化、智能化、绿色化方向高质量发展！

西南铝荟萃了中国现代铝加工技术装备的精华，装备有以 3 万吨模锻压机为代表的“四大国宝”，以及高精铝及铝合金板带材热连轧生产线、冷连轧生产线、铝合金厚板生产线，形成了航空航天、重点工程、交通运输、金属包装、电子信息、通用工程用铝材等 6 大系列支柱产品。投产以来，先后为我国第一座高能加速器、“长征”系列火箭、“天宫”系列目标飞行器、“神舟”系列飞船、“嫦娥”系列探月卫星、“天眼”、国产大飞机、C919 等数十项航空航天和国家重点建设工程提供了上千个品种的高性能、高品质关键铝材。产品畅销国内，出口五大洲、40 多个国家和地区。企业品牌影响力和

美誉度不断提升，在行业内保持领先地位。

3.3.4 陕西延长石油机械装备制造有限公司

陕西延长石油机械装备制造有限公司由延长石油集团投资建设，是集研发、制造、销售、服务于一体大型石油装备制造企业。主要产品有：二至十六型系列节能抽油机、各类抽油泵、撬装注水装置、野营值班房、玻璃钢各型管线及大型储罐、井下工具、压力管道元件（井口装置、阀门等）、压力容器（A1A2 级）、自动电控柜等产品；拥有抽油设备维修再制造、锅炉安装改造维修、检测等业务资质。

3.3.5 中铝洛阳铜业检测技术有限公司

中铝洛阳铜业检测技术有限公司是集金属材料测试与研究于一体的综合性机构，主要从事有色金属与合金及矿冶产品的化学成份分析，金属材料及其制品微观组织、力学性能、物理性能、无损探伤、耐腐蚀性能的检测和研究，铜及铜合金产品的失效分析，同时还进行有色金属标准样品的研制与销售。

作为国家工业和信息化部授权的“有色金属标准样品定点研制单位”，检测中心于 2014 年获得“标准物质/标准样品生产者”体系认证，是有色行业通过认可的机构。60 多年来研制了近百套行业级铜及铜合金标准样品。研制严谨、仪器先进、质量稳定、定值准确，多次获中国有色金属工业科学技术奖。

机构主持起草有：《铜及铜合金化学分析方法》、《铜及铜合金材料室温拉伸试验方法》、《铜及铜合金平均晶粒度测定方法》、《铜及铜合金导电率涡流测试方法》、《黄铜耐脱锌腐蚀性能的测定》、《铜氢脆检验方法》、《铜及铜合金加工材残余应力检验方法》、《铜及铜合金软化温度的测定》、《铜及铜合金板材超声波探伤方法》及《铜及铜合金棒材超声波探伤方法》等 40 多项国家/行业标准方法，编写有《铜及铜合金金相图谱》等 8 本专著

3.3.6 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（简称：中国石油工程材料研究院；英文名称：TubularGoodsResearchInstituteofCNPC，简称：TGRI）是中国石油天然气集团有限公司（简称：中国石油，英文简称：CNPC）的直属研究院，院本部坐落于古城西安高新技术产业开发区，是我国在石油管及装备材料领域唯一从事科学研究、质量标准、成果转化“三位一体”的权威科研机构，也是石油石化行业（涵盖油气开发、管道储运、炼油化工、工程技术、装备制造、工程建设、新能源等领域）唯一从事工程材料的科技创新中心。工程材料研究院以建设世界一流研究院为目标，致力于打造科技创新、质量标准、成果转化“三个平台”，构建成果、技术、创效、人才“四大高地”，努力建设精干高效、独具特色的高质量科技创新体系，矢志成为国际石油管及装备材料技术引领者和先进工程材料原创技术策源地。

3.3.7 国标（北京）检验认证有限公司

国标（北京）检验认证有限公司（简称国标检验）是我国有色金属及电子材料的权威第三方检测机构，也是我国有色金属行业分析测试标准的主要起草单位和标准物质研制骨干单位，管理和运行着国家有色金属质量检验检测中心和有色金属及电子材料分析测试中心，承担建设国家新材料测试评价平台有色金属材料行业中心。持有 CNAS、CMA、CAL、NADCAP 等多项资质，开展金属材料测试评价、环境监测、计量校准、产品认证等服务，研制并销售标准物质、标准样品和标准溶液，空心阴极灯等产品，为客户提供一站式质量保障服务。公司拥有雄厚的科技创新实力。荣获国家科技进步奖 6 项，国家发明奖 3 项，省部级科技进步一等奖 10 项，二、三等奖 107 项。在国内外科技期刊上发表论文 1200 余篇，撰写论著 22 部。共获得国家专利 170 余项。起草国际标准 5 项、国家/行业标准 380 余项。研制国家有证标准样品/物质 160 余个，标准样品/标准溶液 3000 余种。公司拥有一支基础理论扎实、实践经验丰富的研究和服务队伍。现有研发服务团队近 300 人，其中国务院特殊津贴专家 1 名，正、副高级技术人员 58 名，硕士以上青年技术骨干 102 名。拥有国家合格评定实验室认可委员会（CNAS）注册评审员 11 名，全国工业产品生产认证检查员 4 名，有色金属工业产品认证师 10 名。技术力量雄厚，人才队伍结构合理。

3.3.8 山东省冶金科学研究院有限公司

山东省冶金科学研究院股份有限公司隶属于济钢集团有限公司。主要从事标准物质/标准样品研制、能力验证、计量校准、检测技术研究和科技咨询服务等业务，为冶金、有色、煤炭、航空航天、轨道交通、船舶、核电等工业企业提供质量控制服务和检测技术服务。

公司具有检验检测机构（CMA）资质、中国合格评定国家认可委员会检测实验室认可资质（CNAS L1461）、标准物质生产者认可资质（CNAS RM0012）、能力验证提供者认可资质（CNAS PT0068）、校准实验室认可资质（CNAS L0049）、质量管理体系认证（ISO9001）。

3.3.9 广东省科学院新材料研究院

广东省科学院新材料研究所隶属广东省科学院，为其骨干科研院所，公益二类事业单位。研究所主要围绕广东省战略新兴产业、重点传统产业和高端装备制造业及国家重大工程对产品开发及装备性能不断提升的需求，面向航空航天、海洋工程、先进装备制造、新能源汽车、机械、电力、矿山、轨道交通、医疗器械等领域，开展热（冷）喷涂技术、铝镁轻金属材料、真空镀膜技术、金属基复合材料、激光制造技术、高性能粉末冶金和表面分析检测技术的研究与应用。

研究所建立了ISO9001质量体系，通过了GB/T 33250-2016科研机构知识产权管理体系认证、中国合格评定认可委员会CNAS资质认证，国家检验检测机构CMA资质认证。

3.3.10 国合通用（青岛）测试评价有限公司

国合通用（青岛）测试评价有限公司目前拥有化学分析、性能测试、组织结构和无损检测四个专业实验室，逐步建设汽车整车及零部件实验室、轨道交通实验室、船舶与海洋工程实验室、环境实验室、食品实验室、纺织品实验室等专业实验室，重点对汽车、轨道交通、船舶、海洋工程等行业提供第三方检测服务，同时开展材料失效分析、应用评价、产品认证、专业技能培训等业务。

3.4 各单位分工情况

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。有色金属技术经济研究院有限责任公司、西安汉唐分析检测有限公司、东北轻合金有限责任公司、广东省科学院工业分析检测中心、洛阳船舶材料研究所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
			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。
			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。
			内容审阅并提出修改意见
			内容审阅并提出修改意见，规范二验工作
			内容审阅并提出修改意见，规范二验
			内容审阅并提出修改意见，规范二验工作
			实验方案讨论，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计量检测中心于2025年6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8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9月~2025年4月，编制组成员对《接触（触针）式表面轮廓测量仪校准规范》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6月19日~20日，在石河子市召开有色金属计量技术规范研讨会，会上对《接触（触针）式表面轮廓测量仪校准规范-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《接触（触针）式表面轮廓测量仪校准规范-讨论稿》中的校准项目，技术指标，校准方法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《接触（触针）式表面轮廓测量仪校准规范-征求意见稿》。

表2 《接触（触针）式表面轮廓测量仪校准规范-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
一验单位	西安建筑科技大学、西安精科华创
二验单位	西南铝业（集团）有限责任公司、中铝洛阳铜业检测技术有限公司
时间节点安排	2025年10月完成试验验证，2026年6月完成规范报批

4) 202X年X月，XXXX发文《关于对<XXX校准规范>等15项有色金属行业计量技术规范征求意见的函》（XXXX字〔202X〕XXX号），其中包含《XXXX校准规范》，并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) 2023年11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2 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	规范章 条编号	意见内容	提出单位	处理意见
1				
2				

6) 2024年3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3 有色金属计量技术规范研讨会会议纪要（送审稿）

序号	规范章 条编号	意见内容	提出单位	处理意见
1				
2				

7) 2024年3月底,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《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001《通用计量术语及定义》和JJF 1059.1《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GB/T 19600-2004《产品几何量技术规范(GPS)表面结构 轮廓法 接触(触针)式仪器的标称特性》和接触(触针)式仪器使用说明书。

本规范引用下列文件

GB/T 19067.1-2003 产品几何技术规范(GPS)表面结构 轮廓法 测量标准 第1部分 实物测量标准

GB/T 19600-2004 产品几何技术规范(GPS)表面结构 轮廓法 接触(触针)式仪器的校准。

制定了基本原则和编制依据,可对接触(触针)式表面轮廓测量仪进行校准,解决了目前没有接触(触针)式表面轮廓测量仪校准方法的难题。

(二) 确定主要内容

1 范围

本规范适用于以扫描法测量工件表面二维形状、位置参数的接触(触针)式表面轮廓测量仪(以下简称“轮廓仪”)的校准。

2 引用文件

本规范引用下列文件

GB/T 19067.1-2003 产品几何技术规范(GPS)表面结构 轮廓法 测量标准 第1部分 实物测量标准

GB/T 19600-2004 产品几何技术规范(GPS)表面结构 轮廓法 接触(触针)式仪器的校准。

3 概述

本部分介绍了轮廓仪的结构等内容:轮廓仪一般由传感器、驱动箱、电子信号处理装置、计算机系统等组成,见图1所示。其工作原理是:仪器的触针在被测轮廓表面滑移,传感器通过锐利触针感受被测表面的几何形状变化,并转换成电信号。该信号经放大和处理,再转换成数字信号贮存在计算机系统的存贮器中。计算机对此原始轮廓的数字信号进行数字滤波,并计算其参数。轮廓仪可用于测量各种机械零件素线形状和截面轮廓形状。如:凸出量、曲面曲率半径、直线度、平行度、倾斜度、角度等。

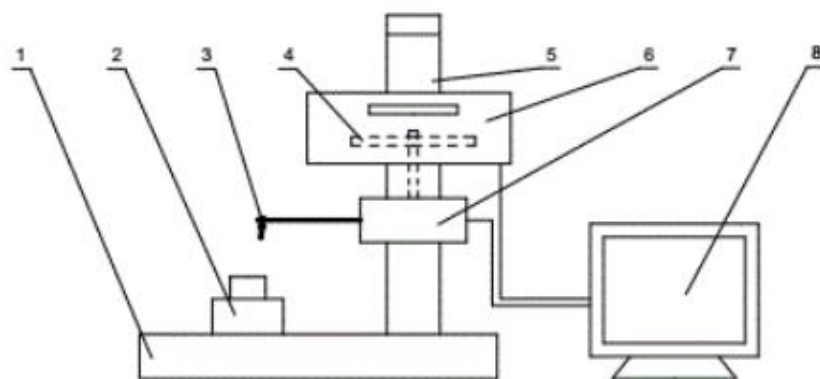


图 1 接触（触针）式表面轮廓测量仪

1—底座 2—工作台 3—触针 4—基准导轨
5—立柱 6—驱动箱 7—传感器 8—计算机系统

4 计量特性

- 4.1 静态测量力。
- 4.2 基准导轨直线度。
- 4.3 轮廓垂直分量（Z 轴）示值误差。
- 4.4 轮廓水平分量（X 轴）示值误差。
- 4.5 半径测量示值误差。
- 4.6 半径测量重复性。
- 4.7 角度测量示值误差。
- 4.8 角度测量重复性。

5 校准条件

5.1 环境条件

校准室内温度应在 $(20 \pm 3)^\circ\text{C}$ 范围内，相对湿度不超过 65%。

校准室内应无影响测量的灰尘、振动、气流、腐蚀性气体和较强磁场。

被校仪器及校准用测量标准及其他设备在室内连续平衡温度的时间不少于 1h。

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。

表 1 校准项目和测量标准

序号	测量标准	技术指标	校准项目
1	电子天平	分辨力 0.01g	静态测量力
2	平面平晶	1 级	基准导轨直线度
3	量块	4 等	轮廓垂直分量（Z 轴）

	平面平晶	2 级	示值误差
4	激光干涉仪	MPE: $\pm (0.03+1.5L) \mu\text{m}$	轮廓水平分量 (X 轴) 示值误差
5	半径和形状经校准的标准球或标准半球	(R10mm~R20mm 和 R70mm~R90mm 各一个)	半径测量示值误差
6			半径测量重复性
7	棱体	四等	角度测量示值误差
8			角度测量重复性
注: 也可采用满足测量准确度要求的其他测量标准及其他设备进行校准			

平面平晶技术指标参考了 JJG 28-2019 《平晶》中 4.2 的相应要求。激光干涉仪的技术要求参考 JJG 739-2005 《激光干涉仪》中 5.2 的相应要求。标准球和标准半球则根据溯源的实际尺寸使用。棱体的技术指标参考了 JJG 283-2007 《正多面棱体》中 4.5 的相应要求。

6 校准项目和校准方法

6.1 校准项目

静态测量力; 基准导轨直线度; 轮廓垂直分量 (Z 轴) 示值误差; 轮廓水平分量 (X 轴) 示值误差; 半径测量示值误差; 半径测量重复性; 角度测量示值误差; 角度测量重复性。

6.2 校准方法

6.2.1 校准前准备

轮廓仪各活动部件运动应平稳、灵活, 无卡滞、跳动和爬行等现象; 紧固部件作用有效、可靠; 可调部分满足测量要求。

检查轮廓仪各部分相互作用, 确定没有影响校准计量特性的因素后按 6.1~6.8 校准。也可采用满足测量准确度要求的其它校准方法进行校准。校准前, 被校仪器连续通电预热时间不少于 30min。

6.2.2 静态测量力

将触针针尖轻轻地压在电子天平上, 调整传感器的高低位置, 使传感器触针位移显示指向零位。读出电子天平的示值 m , 触针静态测量力 F 的计算见公式 (1)。

$$F = m \cdot g \cdot 10^{-3} \quad (1)$$

式中:

F —触针静态测量力, N;

m —电子天平的示值, g;

g —重力加速度, 取 9.8N/kg。

6.2.3 基准导轨直线度

将工作面长度大于轮廓仪 X 轴测量范围的 1 级平晶水平放置在轮廓仪工作台上, 调整轮廓仪垂直分辨力为最小值, 轮廓仪滤波器选择高斯滤波器, 且截止波长不大于 0.5mm。

在 X 轴测量范围内至少取三段测量平晶表面轮廓, 用最小二乘法分别计算各段表面轮廓的直线度, 取各段直线度中的最大值作为基准导轨的直线度。

以全行程表面轮廓的曲线图上最大值作为全行程基准导轨的直线度。

6.2.4 轮廓垂直分量 (Z 轴) 示值误差

在传感器触针位移范围内选择 5 个大致均匀分布的测量点 L , 分别选取对应尺寸的 4 等量块。先把量

块按尺寸由大到小平行并紧密接触地研合在平面平晶工作面上，然后将其置于轮廓仪工作台上。由大到小测量各量块表面轮廓 D 。测量值与量块实际值之差为各点示值误差，取其最大值为轮廓垂直分量（Z轴）示值误差，见公式（2）、（3）。

$$L_{Zi} = D_i - L_i \quad (2)$$

式中：

L_{Zi} —各测量点的示值误差， $i=1,2,3,4,5$ ，mm；

D_i —各测量点轮廓仪示值， $i=1,2,3,4,5$ ，mm；

L_i —量块实际尺寸， $i=1,2,3,4,5$ ，mm。

$$L_Z = \max(L_{Zi}) \quad (3)$$

式中：

L_Z —轮廓垂直分量（Z轴）示值误差，mm。

6.2.5 轮廓水平分量（X轴）示值误差

把激光干涉仪的靶镜固定在轮廓仪驱动箱与传感器连接件上，调整激光干涉仪的激光光束与轮廓仪基准导轨平行。在轮廓仪X轴测量范围内选取大致均匀分布的5个测量点 e ，读取各点轮廓仪示值与激光干涉仪示值，轮廓仪示值与激光干涉仪示值之差为各点轮廓水平分量（X轴）示值误差。取其最大值为轮廓水平分量（X轴）示值误差，见公式（4）、（5）。

$$L_{Xi} = e_i - a_i \quad (4)$$

式中：

L_{Xi} —各测量点示值误差， $i=1,2,3,4,5$ ，mm；

e_i —轮廓仪各点示值， $i=1,2,3,4,5$ ，mm；

a_i —激光干涉仪各点示值， $i=1,2,3,4,5$ ，mm。

$$L_X = \max(L_{Xi}) \quad (5)$$

式中：

L_X —轮廓仪水平分量（X轴）示值误差，mm。

6.2.6 半径测量示值误差

将标准球或标准半球放置于轮廓仪工作台上，先调整标准球（标准半球）的位置，使触针滑行轨迹通过标准球（标准半球）的最高点，然后测量标准球表面轮廓半径。重复以上步骤，连续三次测量标准球表面轮廓半径 R ，三次测量平均值与标准球（标准半球）半径的实际值之差为半径测量示值误差，见公式（6）。

$$\Delta_R = \frac{\sum_{i=1}^3 R_i}{3} - R_{\text{标准}} \quad (6)$$

式中：

Δ_R —半径测量示值误差，mm；

R_i —三次测量标准球轮廓仪示值， $i=1,2,3$ ，mm；

$R_{\text{标准}}$ —标准球半径，mm。

6.2.7 半径测量重复性

将标准球或标准半球放置于轮廓仪工作台上，调整触针滑行轨迹通过标准球（标准半球）的最高点，重复三次测量表面轮廓半径，按极差法计算实验标准差作为半径测量重复性，见公式（7）。

$$C_R = \frac{\max(R_i) - \min(R_i)}{1.69} \quad (7)$$

式中：

C_R —半径测量重复性，mm；

$\max(R_i)$ —三次测量最大值，mm；

$\min(R_i)$ —三次测量最小值，mm。

6.2.8 角度测量示值误差

将四等棱体放置于轮廓仪工作台上，先调整棱体的侧边平行于触针滑行方向，然后测量棱体各相邻工作面的角值。重复以上步骤，连续三次测量棱体其中各相邻工作面的角值 θ_i ，三次测量平均角值与棱体工作角标称角值之差为各角度测量示值误差，取其最大值为角度测量示值误差，见公式（8）、（9）。

$$\theta_j = \frac{\sum_{i=1}^3 \theta_{ji}}{3} - \theta_0 \quad (8)$$

式中：

θ_j —各相邻工作面角度测量示值误差， $j=1,2,3,4, \dots, '$ ；

θ_{ji} —各相邻工作面角度三次测量值， $j=1,2,3,4, \dots, ' , i=1,2,3, '$ ；

θ_0 —相邻工作面标称值，'。

$$\theta = \max(\theta_j) \quad (9)$$

式中：

θ —角度测量示值误差，'。

6.2.9 角度测量重复性

将四等棱体放置于轮廓仪工作台上，调整棱体的侧边平行于触针滑行方向，对四等棱体任一工作角重复测量三次，按极差法计算实验标准偏差作为角度测量重复性，见公式（10）。

$$C_{\theta} = \frac{\max(\theta_i) - \min(\theta_i)}{1.69} \quad (10)$$

式中：

C_{θ} —半径测量重复性，mm；

$\max(\theta_i)$ —三次测量最大值，mm；

$\min(\theta_i)$ —三次测量最小值，mm。

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、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。

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 轮廓仪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

国内对轮廓仪的校准方法研究有 JJF（冀）3012-2021《触针式电动轮廓仪校准规范》、JJF（鲁）127-2022《接触（触针式）表面轮廓测量仪校准规范》，本规范的提出在校准方法上提供了更为准确的解释和描述，符合实际校准工作要求。本次所提出的轮廓仪校准规范希望能开展对轮廓仪的校准工作，确保校准方法的合理性以及试验结果的可信度，填补有色金属行业以及计量行业领域空白，促进轮廓仪在有色金属行业中更合理、更准确的应用。

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 XXX 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。（水平应与审查意见一致）

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 XXX 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、XXX 的校准方法未规定等问题，弥补 XXXX 校准的空白，为保证 XXXX 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。

十一、其他应予说明的事项

无。

《接触（触针）式表面轮廓测量仪校准规范》编制组
2025年X月X日