

JJF（有色金属）XXXX—XXXX
金属扩口试验机校准规范
(编制说明)

征求意见稿

2025-6

金属扩口试验机校准规范

编制组

主编单位：东北轻合金有限责任公司

一、工作简况

1.立项目的

金属扩口试验机是在规定试验机挤压板的移动运行速度、顶心锥形角度的情况下对金属管材进行扩口实验，通过冲击到样品表面，扩大管段的最大外径，肉眼观测到是否有可见裂纹，依据相关产品要求，通过评价金属管材材料的变形和裂纹等质量的结合情况，表征材料的抗变形破裂性。金属扩口试验机在金属材料行业得到了广泛的应用，其性能好坏直接影响测量结果的准确性，为保证金属扩口试验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。

本规范重点解决了金属扩口试验机校准方法不统一、校准方法差异化、校准方法未规定等问题，弥补金属扩口试验机校准的空白，为进行量值传递提供了有效保证，进一步提高了金属扩口试验机的准确性。

2.任务来源

根据工业和信息化部《关于印发 2024 年行业计量技术规范制修订计划的通知》（工厅科〔2024〕602 号）文的要求，行业计量技术规范《金属扩口试验机校准规范》由东北轻合金有限责任公司负责起草。该项目计划编号为 JJFZ（有色金属）003-2024。

按计划要求，本计量规范应于 2026 年 6 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：东北轻合金有限责任公司、西南铝业（集团）有限责任公司、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、国标（北京）检测认证有限公司、广东省科学院工业分析检测中心、中国船舶集团有限公司第七二五研究所、国合通用（青岛）测试评价有限公司、中铝材料应用研究院有限公司、中铝洛阳铜业检测技术有限公司

3.2 主编单位简介

东北轻合金有限责任公司(简称东轻)是国家“一五”期间 156 项重点工程中的 2 项。1952 年建厂，1956 年开工生产，是新中国第一个铝镁加工企业。公司主要生产铝、镁及其合金板、带、箔、管、棒、型、线、粉、材、锻件等产品，广泛应用于国防军工、航空航天、兵器舰船、轨道交通、石油化工等国民经济各领域，并出口欧美、日、韩、东南亚等多个国家和地区。东轻是国家级高新技术企业，拥有国家级企业技术中心、博士后科研工作站、院士工作站、有色金属材料制备加工国家重点实验室联合技术中心等国家级研发机构以及省级研发中心、工程中心和重点实验室。东轻获得了特种工艺认证、实验室认证、国外船级社等，拥有近百项专利和 1200 多项专有技术诀窍；主持和参与国家、行业标准编写，作为主编单位起草了《铝加工检验、测量和试验设备配备规范》、《金属裂纹超声试块校准规范》等行

业校准规范；校准实验室和检测实验室均通过 CNAS 认可，具备材料试验机、温度仪表、温度传感器、压力表、数字多用表等测量仪器的校准能力。

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 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。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。西南铝建有校准实验室与检测实验室，均通过 CNAS 认可，具备对贵金属热电偶、工业贵金属热电偶、开展热电偶的 CNAS 校准能力。西南铝累计申请专利 722 件，其中授权发明专利 249 件、授权实用新型专利 473 件，主持和参与国家、行业标准 277 项。

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、校准项目内容提出了有效建议，是该规范的验证单位（附验证报告），在编制组中发挥了主要作用。

3.3.2 有色金属技术经济研究院有限责任公司

有色金属技术经济研究院有限责任公司成立于 1983 年 3 月，是中央所属 242 家转制科研院所之一，于 1999 年 7 月由国家全额拨款科研事业单位转制为科技型企业，变更为现名称。隶属于中国有色金属工业协会(以下简称“协会”)，获批设立了国家级博士后科研工作站，是国家级高新技术企业和北京市高新技术企业。有五个主要业务板块，分别为信息咨询、标准专利、媒体宣传、分会工作及贸易投资，是我国有色金属行业专职从事产业发展战略研究与规划、市场信息服务与咨询、标准质量研究与专利查新、行业期刊出版发行、行业会议策划与组织的综合性科技服务机构，对外又称“中国有色金属工业信息中心”和“中国有色金属工业标准计量质量研究所”有色金属行业计量技术委员会是有色金属技术经济研究院有限责任公司下属机构，负责有色金属行业计量技术规范制修订工作。该机构自在充分发挥有色金属行业生产、科研、教学、质量检验和计量器具生产诸方面计量专家的作用，更好地开展有色金属行业的量值溯源、规范制修订、能力验证和提高计量标准建设与完善计量技术及其管理体系等工作。有色计量委员会是国家市场监督管理总局统一规划，受工业和信息化部业务管理，由中国有色金属工业协会组建，从事有色金属行业计量技术及其管理工作的技术性组织，负责本行业计量技术规范的计划制定、修订、宣贯及有关政策的咨询工作。目前已发布行业规范 20 余项，在研 40 余项。

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、校准方法等内容提出了有效建议，在编制组中发挥了主要作用。

3.3.3 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,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。

3.3.4 国标(北京)检测认证有限公司

国标(北京)检验认证有限公司是我国有色行业的材料研究和材料检测的权威机构。该公司运行着国家有色金属质量监督检验中心,于1985年开始筹建并承担检验任务。1990年通过国家技术监督检验检疫总局的审查认可,2001年通过实验室“三合一”认可。中心拥有雄厚的技术力量,先进的仪器,齐全的分析方法,以及与国际接轨的质量管理体系(ISO/IEC 17025),承接了国家质量监督抽查、实施生产许可证产品的质量检验、方圆产品认证检验、产品质量鉴定、质量评价和仲裁检验等任务。同时,研究开发新的检验技术和方法;培训检验人员和技术咨询;承担和参加国家标准、行业标准的制定和修订工作,负责和参与起草制订国家标准150余项,行业标准70余项。

3.3.5 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(广州有色金属研究院),2015年12月经广东省机构编制委员会批准成为广东省科学院属下的独立二级事业法人单位。是我国从事矿产品、金属材料、冶金产品、化工产品、再生资源质量检测 and 性能评价,欧盟环保(RoHS)指令的有害物质检测、金属材料综合利用检测以及分析测试技术研究与技术咨询的专业机构。中心现有高、中、初级专业技术和管理人员100余人,其中教授有15人,高级工程师24人,硕博士20人,具有中级职称以上科技人员占80%。累计申请专利19件,其中授权发明专利8件、授权实用新型专利2件。承担国家、省级各类项目50余项,主持和参与国家、行业标准200余项,发表专著5部,发表论文300余篇。

该单位积极参与编制组的各项工作会议,对规范的校准方法提出了有效建议,在编制组中发挥了主要作用。

3.3.6 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是一个隶属于中国船舶集团有限公司的军工科研事业单位，成立于 1961 年。该所以专业从事舰船材料与工艺及应用性研究为主，拥有丰富的科研经验和强大的研发能力。七二五所下设 8 个研究室，包括 1 个国家级腐蚀与防护国防科技重点实验室和 1 个国防科技工业大型构件焊接技术中心，以及 4 个国家级海水环境试验站和 11 个科技产业公司。其研究领域广泛，包括船体结构材料研究、有色金属研究、非金属材料研究、腐蚀与防护研究、特种材料研究、焊接工艺研究、自然环境试验研究等。

中国船舶集团有限公司第七二五研究所参与新立项校准规范，配合制定校准规范中各项参数的规范，并且对讨论稿积极提出修改意见，并承担验证工作。

3.3.7 国合通用（青岛）测试评价有限公司

国合通用（青岛）测试评价有限公司隶属于国务院国资委央企有研科技集团有限公司，是承担国家新材料测试评价平台-主中心项目国合通用测试评价认证股份公司的全资子公司，于 2018 年 5 月在青岛市注册成立，占地面积约 1.5 万 m²。国合通用（青岛）测试评价有限公司设有“材料检测实验室”、“化学分析实验室”、“工业油品检测分析室”、“产品样品加工中心”，并建立金属材料腐蚀环境数据共享服务平台，可提供铝及铝合金、钢铁材料、镍及镍合金、钛及钛合金、工业用油、有机挥发物 VOC、食品及环境等方面的检测评价服务。

该单位积极参与编制组的各项工作会议，对规范的校准方法提出了有效建议，在编制组中发挥了主要作用。

3.3.8 广船国际有限公司

广船国际有限公司是中国船舶集团有限公司属下华南地区最大的综合舰船造修企业。公司历史可追溯到 1914 年的“广南船坞”，1954 年建厂，1993 年上市，是中国首家造船上市公司。公司地处粤港澳大湾区几何中心的广州市南沙区，占地 309 万平方米，码头岸线资源丰富，造船和修船设施先进，年造船能力达 350 万载重吨，年承修能力达 300 余艘。作为国家高新技术企业，拥有国家认定的企业技术中心。业务以造船为核心，产品涵盖各类液货船、客滚船、汽车运输船、半潜船、极地船等，在多个细分市场处于世界领先水平，如豪华客滚船交付纪录和在手订单世界第一、汽车运输船在手订单世界第一等。公司坚持“做强造船、放活非船”的经营宗旨，致力于成为“全球海洋装备与科技应用产业技术领先、服务卓越的一流船舶企业”。

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。东北轻合金有限责任公司负责资料的调研、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。西南铝业（集团）有限责任公司、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、国标（北京）检测认证有限公司、广东省科学院工业分析检测中心、中国船舶集团有限公司第七二五研究所、国合通用（青岛）测试评价有限公司、

广船国际有限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
东北轻合金有限责任公司	周桂平	高级工程师	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。
西南铝业（集团）有限责任公司	/	/	内容审阅并提出修改意见
国标（北京）检测认证有限公司	/	/	内容审阅并提出修改意见，规范一验工作
西安汉唐分析检测有限公司	/	/	内容审阅并提出修改意见，规范一验工作
中国船舶集团有限公司第七二五研究所	/	/	内容审阅并提出修改意见，规范二验工作
广船国际有限公司	/	/	内容审阅并提出修改意见，规范二验工作
有色金属技术经济研究院有限责任公司	/	/	内容审阅并提出修改意见

4.主要工作过程

东北轻合金有限责任公司于 2024 年 7 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 10 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 11 月~2025 年 5 月，编制组成员对《金属扩口试验机校准规范》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 5 月形成了计量规范讨论稿。
- 3) 2025 年 6 月 19 日~20 日，在新疆石河子市召开有色金属计量技术规范研讨会，会上对《金属扩口试验机校准规范-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《金属扩口试验机校准规范-讨论稿》中概述、校准项目、技术指标、校准方法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 2。修改后形成了《金属扩口试验机校准规范-征求意见稿》。

表 2 《金属扩口试验机校准规范-讨论稿》工作安排

拟参与编制单位	西南铝业(集团)有限责任公司、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、国标(北京)检测认证有限公司、广东省科学院工业分析检测中心、中国船舶集团有限公司第七二五研究所、国合通用(青岛)测试评价有限公司、广船国际有限公司
一验单位	国标(北京)检测认证有限公司、西安汉唐分析检测有限公司
二验单位	中国船舶集团有限公司第七二五研究所、广船国际有限公司
时间节点安排	2025年9月完成试验验证, 2026年6月完成规范报批

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 242《金属管扩口试验方法》第一部分:范围,第六部分试验程序等相关内容。提出了对金属管扩口试验机计量特性的要求,制定了基本原则和编制依据,可对金属管扩口试验进行校准,解决了目前没有金属扩口试验机校准方法的难题。

(二) 确定主要内容

1. 标准调研基本情况

调研内容包括以下信息:

1) 标准需求

可调速的金属扩口试验机,在规定试验机挤压板移动运行速度、顶心锥形角度试验范围内对金属管材进行扩口实验,通过冲击到样品表面,扩大管段的最大外径,依据相关产品要求,肉眼观测是否有可见裂纹,通过评价金属管材材料的变形和裂纹等质量的结合情况,来表征材料的抗变形破裂性,在金属材料行业得到了广泛的应用。

目前该试验机没有专用的校准规范,为科学的校准规范能规范校准操作并确保校准结果的准确性,保证行业领域产品性能检测的量值溯源,特制定本校准规范,保证测定金属管塑性变形能力的可靠性,对汽车轻量化、绿色能源产业的发展起到促进作用,较好的支撑我国碳中和、碳达峰的总体目标,促进新经济形态加快发展。

2) 各企业金属扩口试验机设备及实际计量情况

表 2 金属扩口试验机的调研信息

使用单位	金属扩口试验机					
	型号	生产厂家	扩口管材直径	扩口材质	顶芯锥度	底部是否有夹持装置
东北轻合金有限责任公司	WDW-100	济南东测试验机技术有限公司	(6-40) mm	铝合金	30° , 45° , 60° , 74°	是
国标（北京）检测认证有限公司	WDW-300	长春科新试验仪器有限公司	/	/	30° , 45° , 60° , 72°	否
国合通用（青岛）测试评价有限公司	ETM305D	生产厂家：深圳万测试验设备有限公司	(10-50) mm	不锈钢、钛合金、铜合金等	45°、60°、75° (可以根据需求进行加工)	否
广东省科学院工业分析检测中心	E45.105	生产厂家：美特斯工业系统（中国）有限公司	(6-30) mm (可定制)	铝合金、铜合金、不锈钢等	45°、60° (可以根据需求进行加工)	否
西安汉唐分析检测有限公司	5984	INSTRON	(4-100) mm	不锈钢，模具钢	45 度，60 度，74 度 (可根据需求加工)	否

1 范围

根据 GB/T 242 金属管扩口试验方法中的范围：“本标准规定了测定圆形横截面金属管塑性变形能力的扩口试验方法。本标准适用于外径不超过 150 mm(有色金属管外径不超过 100 mm)、管壁厚度不超过 10 mm 的金属管。”本规范适用于外径不超过 150mm (有色金属管外径不超过 100mm)、管壁厚度

不超过 10mm 的金属扩口试验机（以下简称扩口试验机）的校准。金属扩口试验机是用于测试金属管材在扩口试验后的塑性变形性能的试验仪器。

2 引用文件

本规范主要计量特性参数引自GB/T 242金属管扩口试验方法第六部分：试验程序

针对范围部分，参考了 GB/T 242 金属管扩口试验方法中对范围的表述。

针对计量特性、校准方法，参考了 JG475 电子万能试验机检定规程、JJG139 拉力、压力和万能试验机检定规程。

3 概述

本部分介绍了金属扩口试验机是用于评估金属管材径向扩张塑性变形能力的专用设备。该设备在设定的横梁移动速度下，通过将圆锥形顶芯轴向压入试样端口，使管径扩张。依据相关标准要求，通过肉眼观测试样是否出现可见裂纹，可检测材料在扩口过程中的抗开裂性能及极限变形率。其主要结构包括工作台、下夹持装置、主机框架、圆锥形顶芯、横梁、加载系统及测控系统等。目前在国内市场上的金属扩口试验机，根据驱动方式主要分成两类：液压式扩口试验机和电子式扩口试验机。石河子会议根据专家意见增加了金属扩口试验机结构示意图如图1所示。

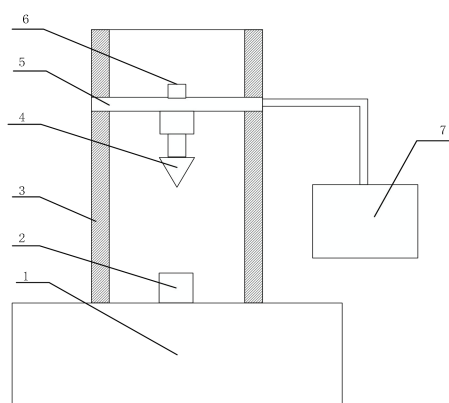


图1 金属扩口试验机结构示意图

1—工作台；2—下夹持装置；3—主机框架；4—圆锥形顶芯；5—横梁；6—加载系统；7—测控系统

4 计量特性

在 GB/T 242 金属管扩口试验方法 6.2 中规定扩口期间圆锥形顶芯的轴线应与式样的轴线一致，GB/T 242 金属管扩口试验方法 6.4 出现争议时压板的移动速度不应不超过 50mm/min,对速度有要求，必须校准速度，GB/T 242 金属管扩口试验方法 4.2 圆锥形顶芯应具有相关产品标准所规定的角度，所以同轴度项目、横梁移动速度、顶芯锥度至关重要。在根据实际使用情况，并与国标（北京）检测认证有限公司、西安汉唐分析检测有限公司等单位沟通，确定了金属扩口试验机的计量特性有三个：

4.1 同轴度

最大允许误差 2mm。（JJG139 拉力、压力和万能试验机同轴度校准）

4.2 横梁移动速度

横梁移动速度示值相对误差（根据 GB/T 242 金属管扩口试验方法 6.4 出现争议时压板的移动速度不应不超过 50mm/min,对速度有要求，必须校准速度，速度的相对误差参照 JJG475 电子式万能试验机检定规程）。石河子会议讨论后删除了试验机等级 0.5 级及对应的相对误差。

试验机级别	1	2
横梁移动速度相对误差/%	±1	±2

4.3 圆锥形顶芯锥度

最大允许误差不大于1° ,角度误差参照ISO2768机械加工通用误差要求。

5 校准条件

5.1 环境条件

试验机应在（10~35）℃，相对湿度不大于80%，温度变化率不超过2℃/h的条件下校准。校准环境周围无腐蚀性介质，附近无影响实验结果的振源。

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钢直尺、指示表、秒表、万能角度尺，并给出相应的技术指标。指示表、秒表技术指标参考了 JJG139《拉力、压力和万能试验机》。根据实际的使用情况，指示表的量程根据试验机的实际速率选用相应的即可。

6 校准项目和校准方法

校准项目包含同轴度示值误差、横梁移动速度示值相对误差、圆锥形顶芯锥度误差以及具体的校准方法。

6.1 同轴度示值误差是依据 GB/T 242 金属管扩口试验方法 6.2 中，扩口期间圆锥形顶芯的轴线应与式样的轴线一致，所以同轴度项目至关重要。本规范调研了 5 家单位，4 家均没有固定管材的加持装置，东轻公司的扩口试验机有夹持装置，在购买时要求厂家给配置的，根据调研结果，同轴度的校准在有夹持装置时校准，没有夹持装置时不需要。

石河子会议经过专家讨论确定了同轴度的校准测量标准及辅助设备，重新确定了校准方法，使同轴度示值误差通过测量得到量值，增加了同轴度误差的计算公式。

$$e = \bar{L}_{\max} - \bar{L}_{\min} \quad (1)$$

式中：

e ——同轴度示值误差, mm;

$\bar{L}_{\max}$ ——3 次测得所得较大距离值 $L_{\max}$ 的算术平均值, mm;

$\bar{L}_{\min}$ ——3 次测得所得较小距离值 $L_{\min}$ 的算术平均值, mm;

增加了对辅助工具的描述,使用的校准辅助工具为检验试样,检验试样为圆柱形,其外径应不超过 100mm,高度需确保能稳固夹持于下夹持装置上且避免变形,试样一端横截面中心点应有明显标记。测量标准为钢直尺。

确定了同轴度校准方法为:将相应规格的圆锥形顶芯安装固定在上夹持装置上,将检验试样稳固固定在下夹持装置的中心位置,缓慢移动扩口试验机的横梁,将顶芯的锥尖轻触检验试样上表面中心,使用钢直尺,测量顶芯锥尖至圆柱形检验试样两侧母线的距离 $L_{\max}$ 及 $L_{\min}$,见下图 2,分别测量 3 次,共得到 3 组值,计算 3 次测得值 $L_{\max}$ 及 $L_{\min}$ 的算术平均值。

为了更准确地描述对示值误差的测量方法,增加了示意图。

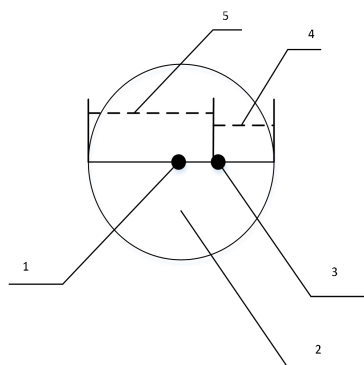


图2 同轴度校准示意图

1——检验试样横截面中心点; 2——检验试样与顶芯接触的横截面; 3——顶芯锥尖与试样的接触点;

4—— $L_{\min}$; 5—— $L_{\max}$;

6.2 横梁移动速度示值相对误差依据 JJG475 电子式万能试验机检定规程的要求及校准方法,结合实际试验确认了校准方法。经专家讨论,石河子会议后修改了部分语言描述,在横梁移动速度范围内,选取速度的最高值、最低值和中间值 3 个点进行校准(低于 0.05mm/min 的速度可不进行校准),使用秒表并按速度的大小分别选用千分表、百分表或钢直尺之一进行测量,重复测量 3 遍。

当选择千分表或百分表作为测量标准时,将磁性表座座体工作面吸附在被校试验机立柱侧面的合适位置,将千分表或百分表表径插入夹具孔内,旋紧夹具旋钮固定,使千分表或百分表主尺与试验机的上

横梁面轻轻接触，应保持水平状态，然后旋转螺纹副，使主尺上的刻度线与零位调整螺丝对齐。

当选择钢直尺作为测量标准时，将钢直尺竖直固定在立柱上，尽量接近上横梁，使钢直尺的零位与上横梁初始位置平行。选取相应的速度校准点，上横梁开始下降的同时启动秒表计时，以试验机的指示装置为准，计时 1min，停止秒表，记录秒表时间示值 t_i 和指示类量具位移示值 d_i ，每个速度校准点测量 3 次。对计算公式重新确认。见公式（2）

$$v_i = \frac{d_i}{t_i} \quad (2)$$

式中：

v_i ——横梁移动速度实测值，mm/min；

d_i ——横梁移动的位移，mm；

t_i ——横梁在该移动位移下的时间，min。

计算每个校准点测量3次的算术平均值 $\overline{v_i}$ ，计算移动速度相对误差，见公式（3）。

$$\omega = \frac{v - \overline{v_i}}{\overline{v_i}} \times 100\% \quad (3)$$

式中：

ω ——横梁移动速度相对误差，%；

v ——横梁移动速度的标称值，mm/min；

$\overline{v_i}$ ——横梁移动速度3次测量平均值，mm/min。

6.3 顶芯锥度示值误差校准方法是依据万能角度块说明书，实际进行校准得到的校准方法。石河子讨论后确定了校准方法，修改了方法中部分标准测量设备的描述，并修改了顶芯锥度误差的计算方法。

根据调研结果顶芯锥度在(30~80)°之间，而结合万能角度尺的使用方法，万能角度尺在 50° 以内和 50° 至 140° 测量方法不一样，所以该校准方法分两种情况写。

将顶芯从试验机上取下，放置在工作台上，使用万能角度尺校准顶芯锥度。

校准前，松开万能角度尺卡块上的螺钉和制动头上的螺帽。移动万能角度尺的直尺和主尺，使两者测量面紧密贴合，确保目视无间隙。拧紧螺钉和螺帽，固定万能角度尺的直尺、角尺和主尺。检查万能角度尺的游标尺的零刻线是否与主尺上的零刻线重合，尾刻线是否与主尺 29' 度刻线相重合，若不重合，松开制动螺帽，微调万能角度尺的游标尺位置直至重合。

根据顶芯锥度，选择以下方法使用万能角度尺。。

测量 50° 以内的顶芯锥度时，安装万能角度尺的角尺和直尺，并用卡块螺钉固定，将顶芯的被测部位置于万能角度尺的基尺与直尺的测量面之间，松开制动螺帽，移动主尺进行粗调，然后转动扇形板

背面的微动装置进行细调，确保被测面与基尺、直尺的测量面平行且紧密贴紧，目视无间隙，拧紧制动螺帽，将万能角度尺从顶芯上取下读数，测量 3 次，取平均值。

测量 50° 至 140° 之间的顶芯锥度时，卸下万能角度尺角尺，安装万能角度尺的直尺并将其与万能角度尺的扇形板连接固定；将顶芯被测面置于万能角度尺的基尺与直尺测量面之间，松开制动螺帽，移动主尺进行粗调；转动扇形板背面的微动装置进行细调，确保被测面与基尺、直尺测量面平行且紧密贴合，目视无间隙，拧紧制动螺帽；取下角度尺读数，测量 3 次，取平均值。

顶芯锥度的示值误差计算方法见公式（4）。

$$\Delta\alpha = \alpha - \bar{\alpha} \quad (4)$$

式中：

$\Delta\alpha$ —顶芯锥度示值误差，°；

α —顶芯锥度标称值，°；

$\bar{\alpha}$ —顶芯锥度 3 次测量平均值，°。

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、横梁移动速度示值相对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 金属扩口试验机校准记录参考格式

附录 B 金属扩口试验机校准证书内页参考格式

附录 C 金属扩口试验机横梁移动速度示值相对误差测量不确定度评定示例

三、实践检测情况

东北轻合金有限责任公司根据本规范的校准项目对金属扩口试验机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金属扩口试验机的校准空白，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，能解决金属扩口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、金属扩口试验机的校准方法未规定等问题，弥金属扩口试验机校准的空白，为保证金属扩口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。

《金属扩口试验机校准规范》编制组

2025年6月27日