JJF（有色金属）XXXX—XXXX

摆锤动态撕裂冲击试验机校准规范

(编制说明)

摆锤动态撕裂冲击试验机校准规范

编制组

主编单位：西安汉唐分析检测有限公司

讨论稿

2024-06-12

《摆锤动态撕裂冲击试验机校准规范》

行业计量技术规范编制说明

一、工作简况

1立项目的

摆锤动态撕裂冲击试验机是金属材料动态撕裂性能测试的常用设备，具有能量高、效率高、低碳环保、适用范围广等诸多优点，被广泛用于深海舰艇、航空航天、高速铁路、装备制造等领域。在这些领域装备中应用的金属中厚板材均要求对材料的动态撕裂能（DT能）进行测试。

目前国内金属材料动态撕裂试验方法有GB/T 5482-2007 金属材料动态撕裂冲击试验方法、铁路行业TB/T 2985-2000金属材料的动态撕裂试验方法。其中GB/T 5482-2007修改采用[ASTM E604-83](https://www.baidu.com/link?url=uJ97k2hn5Atn9aKgi1GmdrdN4aTSwthcJzlCQS3WAV4Lf8x-rJJyBMojazVdtq0YemFAcJsrDHT0_ET1icEmEK&wd=&eqid=c2cd613c000010490000000661decac4" \t "_blank)金属材料动态撕裂试验的标准试验方法，TB/T 2985-2000等效采用[ASTM E604-1](https://www.baidu.com/link?url=uJ97k2hn5Atn9aKgi1GmdrdN4aTSwthcJzlCQS3WAV4Lf8x-rJJyBMojazVdtq0YemFAcJsrDHT0_ET1icEmEK&wd=&eqid=c2cd613c000010490000000661decac4" \t "_blank)8。GB/T 5482和TB/T 2985方法中均对动态撕裂冲击试验机的计量技术指标提出了明确的要求。

摆锤动态撕裂冲击试验机作为检测设备，如果不对其进行溯源，将无法保证试验机量值的准确性，从而影响材料测试性能结果的准确性、可靠性，进而影响到产品质量，会造成误判，存在合格产品判废、不合格产品成为合格产品的潜在风险，影响到产品质量的稳定可靠性，严重制约我国战略性新兴产业和原材料工业发展；不合格产品存在造成重大质量事故的风险，有可能会造成巨大的经济损失。

目前国内无摆锤动态撕裂冲击试验机校准规范，查阅资料亦未见摆锤动态撕裂冲击试验机校准方面的研究。这就造成目前摆锤动态撕裂冲击试验机的一部分技术指标需要参考JJG 145-2007摆锤式冲击试验机检定规程进行溯源，由于JJG 145-2007在测量范围、结构、设计参数、计量性能要求、校准项目、校准方法、计量标准器及配套设备与摆锤动态撕裂冲击试验机存在差异，因此另外一部分技术指标需要通过内部自校进行溯源。因此，需要对摆锤动态撕裂冲击试验机校准方法进行研究，建立国家统一的校准规范，从计量基准基础保证材料及制品测试结果的准确性，进而保障产品质量的稳定性。

据不完全统计，摆锤动态撕裂冲击试验机已经在深海舰艇、航空航天、高速铁路、装备制造等领域广泛应用，总量约在万台以上，因此更有必要加强计量管理和进一步规范摆锤动态撕裂冲击试验机的校准工作程序，制定摆锤动态撕裂冲击试验机国家校准规范势在必行。该规范的制定能够合理有效地完善我国在摆锤动态撕裂冲击试验机校准工作方面的不足，对具体校准方法和技术指标进行细化和补充，为保证我国动态撕裂冲击试验机的量值准确可靠奠定了技术基础。

2任务来源

为保证我国摆锤动态撕裂冲击试验机的量值准确、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）012-2023，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是中国石油天然气集团有限公司的直属研究院，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。

在为国家和石油行业做出重要成绩的同时，工程材料研究院也得到了长足发展，在资质、装备、人才、技术等方面具有独特优势，成为国内一流、国际知名的研究院。获得全国重点实验室和国家市场监管重点实验室、国家质检中心、国际标准化机构SC2副主席单位和国行标秘书处等43项重要机构、资质和授权；建立了金属和非金属、微观分析和全尺寸模拟的国际先进水平的试验研究装备体系。同时，构建和完善石油管材标准体系，包括国家、行业、企业和团体标准，成为ISO/TC67/SC2副主席单位和SC5中方技术归口单位，制修订一批国际标准，增强了在ISO等国际标准组织的话语权。

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 西安建筑科技大学

西安建筑科技大学坐落于历史文化名城西安，现有雁塔、草堂两个校区和一个大学科技园区。学校办学历史悠久、底蕴深厚，最早可追溯到始建于1895年的天津北洋西学学堂，1956年全国高等院校院系调整时，由原东北工学院、西北工学院、青岛工学院和苏南工业专科学校的土木、建筑、市政系（科）整建制合并而成，积淀了我国近代高等教育史上最早的一批土木、建筑、环境类系（科），时名“西安建筑工程学院”，是新中国西北地区第一所本科学制的建筑类高等学府，我国著名的土木、建筑“老八校”之一，原冶金工业部直属重点大学。1959年和1963年，学校先后易名为“西安冶金学院”“西安冶金建筑学院”；1994年3月8日，经原国家教委批准，更名为“西安建筑科技大学”。1998年，学校划转陕西省人民政府管理。现为“国家建设高水平大学项目”和“中西部高校基础能力建设工程”实施院校、陕西省、教育部与住房和城乡建设部共建高校。

2010年以来，学校先后荣获国家技术发明二等奖2项，国家科技进步二等奖9项。累计获国家教学成果奖10项，国家优秀教材奖3项，“何梁何利基金科学与技术进步奖”1项，入选“中国高等学校十大科技进展”1项，科学探索奖1项，获首届全国创新争先奖状。在国家重大教育教学改革中，学校先后入选国家“卓越工程师教育培养计划”实施学校、“研究生专业学位教育综合改革试点单位”和“国家高水平大学公派研究生项目平台和优秀本科生国际交流项目实施院校”；入选“全国深化创新创业教育改革示范高校”、“工程硕士教育创新院校”和首批“国家级创新创业学院建设单位”；入选教育部首届“全国毕业生就业典型经验高校”，入选教育部“全国国防教育特色学校”。学校学生在竞赛活动中屡创佳绩，在第八届中国国际“互联网+”大学生创新创业大赛中获金奖1项；在第十七届“挑战杯”全国大学生课外学术科技作品竞赛中获特等奖1项，摘得全国“优胜杯”；在第十二届“挑战杯”中国大学生创业计划竞赛中获金奖3项，摘得全国“优胜杯”；在第六届全国大学生艺术展演中获一等奖3项；在第27届国际建协UIA大学生建筑设计竞赛中获全球最高奖；此外在全国大学生数学建模竞赛、大学生英语竞赛、大学生结构设计竞赛、大学生先进成图、电子商务“创新、创意及创业”挑战赛、高校BIM毕业设计创新大赛、高校数字艺术设计大赛、金相技能大赛、三维数字化大赛等多项竞赛中屡获最高奖项。

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。

3.2.3 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控股股东为湖南湘投控股集团全资子公司湖南湘投金天科技集团有限责任公司，是一家从事钛及钛合金材料及零部件研发、生产、销售为一体的高新技术企业，公司注册资本3.7亿元人民币，位于常德经济技术开发区，占地450亩，是湖南省高端装备特种钛合金工程技术研究中心、企业技术中心、湖南省工业品牌培育示范企业、博士后科研工作站等授牌单位。

公司始终以“瞄准国家战略目标，打造高端装备钛合金材料先进制造平台与人才集聚创新高地”为发展方向，按照“高起点、专业化、高端化”的发展思路，本着“以人才为根本、客户需求为导向、创新驱动为动能、产品质量为生命”经营理念，拥有国际先进的钛合金材料生产线与检测实验室，以及国内两用市场准入资质、AS9100认证、Nadcap认证、CNAS认证等资格认证，通过开展产学研用合作与积极培育自主创新体系建设，研制生产20余种牌号钛及钛合金棒材、锻坯、零部件，授权国家发明权利30项，参与制定国家与行业标准17项，产品广泛应用于航空航天、海洋舰船、车辆、医疗器械等领域，是中国高端装备钛合金材料与零部件主要供应商之一。

公司聚焦战略性、创新性高端钛合金产品的研制，建有“国家级博士后科研工作站”、“湖南省企业技术中心”、“湖南省高端装备特种钛合金工程技术研究中心”。公司已形成较完整的研发体系及研发队伍，拥有一支60人的专业化创新研发团队开展技术研发工作，保障公司技术和产品布局适应行业技术发展趋势。截至目前，公司已获得56项专利，其中发明专利31项。同时，公司参与制定了14项国家标准和3项行业标准，并先后获得了湖南省国防科学技术进步二等奖（2014年）、湖南省科学技术进步一等奖（2020年）和中国有色金属工业科学技术奖一等奖（2020年）等荣誉。

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，参编单位有中国石油集团工程材料研究院有限公司、西安建筑科技大学、湖南湘投金天钛业科技股份有限公司等。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：本规范对摆锤动态撕裂冲击试验机的结构进行分析研究，提出了摆锤动态撕裂冲击试验机的关键计量特性，同时，规范基于GB/T 5482金属材料动态撕裂试验方法和TB/T 2985金属材料的动态撕裂试验方法等相关内容，对相应计量标准做出要求，解决了目前摆锤动态撕裂冲击试验机无校准规范的问题。

3）创新性：本规范对摆锤动态撕裂冲击试验机的摆锤两个侧面与支座之间的间隙、动态撕裂功值的误差、支座圆弧半径进行了明确的要求，提高了摆锤动态撕裂冲击试验机的计量准确性。

2制定规范主要内容的论据

2.1 范围

本规范适用于摆锤动态撕裂冲击试验机（以下简称冲击试验机）的校准。

2.2 引用文件

GB/T 5482-2007 金属材料动态撕裂试验方法

TB/T 2985-2000 金属材料的动态撕裂试验方法

ASTM E604-18 金属材料动态撕裂试验的标准试验方法(Standard Test Method for Dynamic Tear Testing of Metallic Materials)

2.3 概述

摆锤动态撕裂冲击试验机是金属材料动态撕裂性能测试的常用设备，一般由基座、支座、摆锤、显示装置等部分组成。

2.4 计量特性

计量特性主要包试验机机架：摆锤自由悬挂时，冲击刀刃与试样侧面的距离应小于5mm；摆锤两个侧面与支座之间的间隙应不小于51mm；冲击刀中心线的运动平面，应通过支座跨距的中点，偏差不应超过0.8mm；冲击刀刃应垂直于试样的纵轴，其偏差不大于0.01rad；冲击刀刃与试样侧面的平行度不得大于0.005rad；摆轴轴向间隙应不超过0.75mm；摆轴轴承处的径向间隙应不超过0.075mm。摆锤：试验机势能因摩擦和空气阻力造成的损失不应超过原势能的2.0%；试验机摆轴中心至打击中心的距离应与摆轴中心至试样中心的距离一致，允许偏差为1%；摆锤的重量误差或由下落高度的误差造成的动态撕裂功值的误差应不超过1%；打击瞬间摆锤的冲击速度应为4.0m/s～8.5m/s；冲击刀圆弧半径12.7mm±0.8mm或38mm±0.5mm，冲击刀夹角30°±1°。支座：支座的垂直支撑面应垂直于水平支撑面，偏差不大于0.025rad；支座的垂直支撑面、水平支撑面的左右面应在同一平面上，偏差不大于0.13mm。

2.5 校准条件

校准前，实验室环境条件环境温度：（10~35）℃，相对湿度：不大于80%，试验周围无腐蚀性介质，并且附近无影响试验结果的振源。

2.6 校准项目和校准方法

2.6.1校准项目：试验机机架、摆锤、支座相关尺寸

2.6.2通用技术要求检查：采用目测和手动方式进行检查。

2.6.3冲击刀与试样间隙：在摆锤自由悬挂时，将40mm×45mm（或120mm×125mm或160mm×165mm或200mm×205mm）的矩形试样，分别以40mm（或120mm、160mm、200mm）和45mm（或125mm、165mm、205mm）截面尺寸方向放在支座上，检查冲击刀刃与试样间隙。

2.6.4摆锤两个侧面与支座之间的间隙：采用深度卡尺进行直接测量。

2.6.5冲击刀的中心与支座跨距的中心差：将标准试样缺口背面粘贴复写纸，将试样在支座之间对正后，由摆锤冲击刀刃轻击标准试样，用游标卡尺测量试样上冲击刀痕迹中心线与缺口顶端之间的距离。

2.6.6冲击刀刃与试样纵轴的垂直度：将标准试样缺口背面粘贴复写纸，将试样在支座之间对正后，由摆锤冲击刀刃轻击标准试样，用影像仪测量标准试样上冲击刀痕迹中心线与试样纵轴的夹角。

2.6.7冲击刀刃与试样侧面的平行度：采用标准试样与冲击刀刃接触，通过直角尺、塞尺、象限测量仪等校准。

2.6.8支座的垂直支撑面与水平支撑面的垂直度：采用直角尺、塞尺、象限测量仪等校准。

2.6.9支座的垂直支撑面、水平支撑面的的左右面的平行度：采用水平仪、塞尺、象限测量仪等进行校准。

2.6.10摆轴轴向、径向间隙的校准：将打击点推力块置于试样支座中间，使冲击刀紧卧其Ｖ型槽口内，将装好百分表的磁性表架置于主机架上适当位置，当百分表垂直对准冲击刀刃时，用于测量摆轴的轴向间隙；当百分表垂直对准摆轴上方中心处时，测量摆轴的径向间隙；将测力传感器对准打击点推力块中心，施加相当于摆锤有效重量4%的横向力，记录百分表最大示值，作为测量结果。

2.6.11摩擦和空气阻力损失：摩擦和空气阻力损失为摆锤开始位置时的势能与摆锤完成一次无试样时的摆动后的势能之差。测量完成后，补偿摩擦和空气阻力损失，使摆锤无试样释放时指示出零势能。

2.6.12摆轴到打击中心的距离：使用分度值不大于0.2s的电子秒表或其他计时器，将摆锤提起，提起至总角度不大于15°位置释放，记录摆锤往返摆动100次的时间t，重复测量3次计算摆动时间平均值$\overline{t}$，按计算公式计算摆轴到打击中心的距离。

2.6.13势能：在某一个最能与测力传感器起作用的一点上将摆锤支在水平位置（离静止位置90°±1°），测出摆锤质量，操作时务必使承载支撑和称重支撑处的摩擦力减至最小，测定力臂长度（即摆轴中心与通过支撑点的垂直线之间的水平距离），按照计算公式进行势能计算。

2.6.14动态撕裂能示值误差的校准：同样用倾角仪或冲击试验机检定仪（具有角度测量功能）测量摆锤不同位置的仰角，进行指示能量与动态撕裂能示值误差的校准。校准范围选择试验机度盘标称能量的10%~80%，不少于5点，抬起摆锤使指针分别指示要求校准的各分度标记，然后测量升角α，按计算公式计算动态撕裂能。

2.6.15摆锤的冲击速度

①考虑摩擦和空气阻力损失时，采用瞬时速度测量仪测量打击瞬间摆锤的冲击速度。

②不考虑摩擦时，打击瞬间摆锤的冲击速度$θ$按下式计算：

2.6.16冲击刀刃、支座尺寸：采用游标卡尺、万能角度尺、半径样板或数显半径测量仪等校准。

2.6.17双摆锤试验机校准方法与单摆锤试验机相同。

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。冲击试验机使用频繁时应适当缩短周期，在使用过程中冲击试验机经过修理、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、冲击试验机能量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

摆锤动态撕裂冲击试验机是金属材料动态撕裂性能测试的常用设备，据查，目前国内外没有针对摆锤动态撕裂冲击试验机的校准规范，计量检测机构也未开展该类仪器的检定校准。

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，促进摆锤动态撕裂冲击试验机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

摆锤动态撕裂冲击试验机校准规范的缺乏，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，对摆锤动态撕裂冲击试验机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）。

 《摆锤动态撕裂冲击试验机校准规范》编制组

2024年6月12日