

附件 1

钢铁行业计量技术规范项目建议书

建议项目名称	反复弯曲试验机校准规范		
制定或修订	☒ 制定 ☐ 修订	被修订计量技术规范号	制定
计量技术规范性质	☐ 检定规程 ☒ 校准规范	计量技术规范类别	☒ 重点 ☐ 基础
主要起草单位	山东省冶金科学研究院股份有限公司		
联系人	田毅飞	联系电话	18309224857
任务年限	2028	申请经费	3 万
参加单位	山冶畅检计量检测（山东）有限公司、太钢不锈钢股份有限公司		
目的、意义和必要性	金属薄板、薄带反复弯曲试验机是材料力学性能检测核心计量设备，主要用于评定金属薄板、薄带等塑性材料在循环弯曲载荷作用下塑性变形能力、抗弯折疲劳寿命，广泛应用于黑色 / 有色金属冶炼、汽车制造、家电生产、轻工、电力电工、航空航天、军工装备、第三方检测、高校及科研院所等领域，是新材料研发、进厂原料验收、生产过程质量管控、成品出厂检验、产品质量仲裁的关键专用设备，配套支撑 GB/T 2521.2、GB/T 235、YB/T 4731 等国家、行业弯曲试验方法标准落地实施。 一、编制目的 1、补齐量值溯源体系空白，现行金属材料弯曲试验国家标准、行业标准均明确张紧力、弯曲半径、弯曲角度、弯曲速率直接决定弯曲断裂次数检测结果，其中 YB/T 4731 方式 B 规定标准试验张紧力为 70N。现阶段行业在用设备分为老式手动弹簧施力机型与全自动伺服机		

型两大类：老式设备依靠人工调节弹簧施加张紧力，无量化管控手段，完全依靠操作人员经验判定；全自动设备出厂装配偏差、长期运行机械磨损、弹簧疲劳松弛、传动部件间隙增大等问题，均会造成张紧力、运动参数失准。截至目前，国内尚无专门针对反复弯曲试验机的统一计量校准技术规范，设备无标准化量值传递路径，计量溯源无据可依。本规范制定旨在建立统一、可复现、可溯源的校准方法，明确各项关键计量参数的校准流程、判定指标，打通试验机从标准器到现场设备的量值传递链条，从源头保障试验机各项计量性能准确可靠。

2、统一行业检测评判尺度，不同检测机构、生产企业、设备厂家在校准操作、测点选取、数据处理、合格判定上无统一依据，同一台设备经不同单位校准易出现结果分歧，引发质量异议、产品仲裁纠纷。通过制定本规范，统一全行业校准操作流程、计量控制指标、数据记录与结果评定规则，消除人为操作、校准方法差异带来的数据偏差，保证不同实验室、不同批次设备检测数据具备可比性、一致性。

3、支撑强制性质量监管与标准化生产，当前国内汽车车身板、家电用薄板、电工硅钢、精密不锈钢带、军工超薄金属带材等产品均纳入质量监督抽查、CCC 认证、行业准入管控范畴，材料弯曲疲劳性能是核心考核指标。本规范落地后，可为市场监管部门、第三方检测机构、生产企业提供法定计量技术依据，满足产品质量监督、型式检验、出厂检验、客户验收等全场景计量确认需求，保障检测数据具备法律效力。

二、 编制意义

试验机张紧力、弯曲半径、弯曲角度、弯曲速率等计量性能示值误差、重复性直接左右金属材料反复弯曲试验断裂次数结果。规范统一校准技术要求后，可有效剔除设备系统误差、随机误差对试验数据的干扰，确保检测结果真实反映材料本身塑性。当发生产品质量纠纷、供需双方质量异议、第三方仲裁检验时，经本规范校准合格的设备出具的数据具备权威技术支撑，维护供需双方合法权益，规范金属材料

	市场交易秩序。 适应产业升级与质量提升的迫切需求，随着汽车、家电、军工等工业对金属材料塑性变形性能检测需求的日益增长，对试验机的测量精度要求越来越高。制定校准规范是适应工业基础标准化和质量提升、破解检测设备量值溯源短板的必要举措。解决实际校准中的技术痛点：在实际检测中，由于缺乏统一的校准标准，不同机构或厂家对同一设备的校准结果可能存在差异，容易引发质量争议。制定校准规范，能够解决校准方法差异化、计量标准技术指标不明确等问题，为试验机的计量确认和日常维护提供统一、科学的评判尺度。 完善钢铁行业计量技术标准体系，补齐计量短板，当前钢铁行业力学试验机校准规范覆盖拉伸、冲击、硬度等主流设备，但专门针对薄板薄带反复弯曲试验机的计量技术文件处于缺失状态，行业计量标准体系存在缺口。本规范作为钢铁行业重点计量校准规范，可完善金属力学性能检测设备量值溯源标准框架，填补细分专用试验机校准标准空白，统一行业计量管控要求，推动冶金计量体系与国家计量法律法规、通用计量技术规范衔接配套，提升钢铁行业整体计量治理能力。 三、编制必要性 本规范重点解决反复弯曲试验机校准方法不统一，各单位自行制定简易校准方案，测点数量、校准工装、数据计算方式差异巨大；计量指标无明确限值：行业无统一的弯曲半径偏差、速率波动、角度误差、张紧力示值误差、重复性合格判定指标；量值溯源路径不清晰：缺少标准测力仪、角度仪、半径规配套校准操作流程，中小企业无标准化校准实施路径等问题，系统性解决上述行业共性技术难题，为试验机出厂验收、周期校准、故障维修后计量确认提供统一、科学、可落地的评判依据。 同时国内反复弯曲试验机生产厂家数量较多，设备结构、控制逻辑差异较大，出厂计量检验无统一标准，部分低端设备出厂计量参数不达标流入市场。本规范可作为设备出厂检验、售后维修校准、第三
--	---

	方计量服务的统一技术依据，规范计量检测机构服务能力。
产业链应用	反复弯曲试验机覆盖金属原材料冶炼、零部件加工、质检认证、科研研发全链条，在高端机械制造、新能源汽车、航空航天三大战略性新兴产业具备不可替代的计量检测支撑作用。 在高端机械制造产业应用方面，一是应用于工程机械轻量化薄板构件检测，如挖掘机、装载机、起重机的驾驶室钣金、液压油箱薄板、底盘防护冷轧钢板长期受震动、交变弯折载荷，需通过试验机评估高强冷轧薄板、耐磨复合薄板反复弯折疲劳寿命，验证冲压折弯工艺合理性，避免长期作业出现开裂失效，优化结构轻量化选材方案，降低整机自重与故障率。 二是应用于工业机器人精密金属配件检测，机器人关节柔性铜带、伺服电机硅钢叠片、管线防护不锈钢薄带、机械手超薄缓冲钢板，在设备往复运动中持续承受循环弯曲应力。利用试验机量化材料弯折循环极限，筛选高韧性超薄金属基材，保障机器人百万次稳定运转，支撑自动化产线高可靠性要求。 三是应用于通用机械与精密仪器零部件质控，减速机、阀门、精密仪表内部弹性薄钢片、弹簧钢带、导电磷铜带，依靠反复弯曲试验判定塑性变形耐久性能；机床设备防护罩镀锌薄板、齿轮箱散热铝带通过该设备完成来料抽检，统一弯曲性能判定标准，保障通用机械批量零部件加工一致性，减少装配后疲劳破损返工。 在新能源汽车产业应用，电池包壳体铝 / 铝合金薄板、防爆不锈钢薄带：新能源车电池壳体长期受行驶振动、冷热循环带来反复微弯曲载荷，试验机模拟长期弯折工况，判定薄板抗开裂能力，保障电池包结构安全，规避磕碰、震动下壳体破损漏液风险。 电芯连接铜铝复合汇流薄带、柔性导电铜排：充放电热胀冷缩会造成连接带周期性弯折，通过标准 70N 张紧力反复弯曲试验，测试导

	电薄带疲劳断裂循环次数，筛选高导电高韧性复合带材，防止高压回路弯折断裂引发热失控。 车身高强钢、铝镁合金覆盖件，车门、机盖、翼子板薄板在车辆颠簸、开关门过程持续承受交变弯曲，采用试验机验证轻量化板材弯折耐久性能，指导主机厂材料选型与冲压工艺优化，平衡轻量化与结构耐久性需求。 在航空航天产业应用方面，应用于飞行器机身轻量化超薄板材验证，民用客机、军机机身蒙皮铝锂合金薄板、钛合金薄带，飞行中受气压交变、气流振动产生持续循环弯曲载荷。采用反复弯曲试验机完成地面加速疲劳模拟测试，量化材料弯折极限，筛选耐疲劳轻量化航空板材，预防高空金属疲劳裂纹，保障飞行结构安全。 航空机载精密柔性构件检测，飞控系统导电钛合金薄片、航空线束不锈钢屏蔽薄带、起落架活动连接薄钢片，起降与飞行全程承受高频往复弯曲；通过规范张紧力、弯曲角度校准后的试验机开展疲劳试验，严格管控超薄特种金属带弯折耐久性能，满足航空高可靠、长寿命强制标准。综上，反复弯曲试验机贯穿传统冶金、通用机械、新能源汽车、航空航天四大核心产业链，是支撑我国高端装备轻量化、新能源产业升级、航空航天材料自主可控的关键计量检测设备；配套统一校准规范实施后，将全面提升全行业薄板弯曲试验数据一致性、计量溯源可靠性，为各产业产品质量管控、新材料创新提供标准化计量保障。		
范围和主要 计量特性	本规范适用于反复弯曲试验机的校准，包括手动和全自动两种类型设备。 以长沙天恒 TS1810 型电工钢片反复弯曲自动试验装置为例，其校准的计量特性及技术指标主要包括：弯曲半径、弯曲速率、弯曲角度、张紧力，其技术要求结合 GB/T 2521.2、GB/T 235 、YB/T 4731 检测标准如下表所示： <table><tr><td>弯曲半径</td><td>(5.0±0.1) mm</td></tr></table>	弯曲半径	(5.0±0.1) mm
弯曲半径	(5.0±0.1) mm		

	弯曲速率		60 次/min
	弯曲角度		90° ± 1°
	张紧力	YB/T 4731 方式 A 型仪器	试样抗拉强度力值的 2%
		YB/T 4731 方式 B 型仪器	70N
计量标准器：数显半径规、电子秒表、角度测量仪、标准测力仪。 校准过程： 1) 弯曲半径校准：取试验机配套的圆柱支辊，在支辊的圆周方向用数显半径规测量支辊半径，记录测量值，取 3 次算术平均值作为该支辊的实际半径，计算实际值与公称值的偏差。 2) 弯曲速率校准：启动仪器，在仪器正常工作条件下，用电子秒表记录 1 分钟的弯曲速率。注：从初始位置开始，向一侧弯曲 90° 回到初始位置计为 1 次。 3) 弯曲角度校准：启动仪器，在仪器正常工作条件下，用角度测量仪测量弯曲臂正向 90° 和反向 90° 的示值。 4) 张紧力校准：用仪器夹片夹住标准测力仪，测量仪器在正常工作条件下的力值。			
水平	☒国际先进 ☐国内先进		
国内外情况 简要说明	对目前国内依据 GB/T 2521.2、GB/T 235、YB/T 4731 进行检测的生产型企业或科研机构，行业内缺乏统一的计量技术文件支撑，检测仪器无法计量溯源，结果准确性和产品质量无从保证。为满足客户需求，故有必要起草相应的技术规范。 该项目不涉及知识产权或专利问题。		

推荐意见					
主要 起草单 位	(签字、盖公章) 月 日	技术 委员 会	(盖公章) 月 日	部委托 支撑 单位	(盖公章) 月 日

填写说明：1.表中第 2，3，11 行，请在选定的内容上填写 “■” 的符号。
2.填写制定或修订项目中，若选择修订则必须填写被修订计量技术规范号。