

行业计量技术规范项目建议书

建议项目名称	金属管材卧式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	
计量技术规范性质	☐ 检定规程 ☒ 技术规范	计量技术规范类别	☒ 重点 ☐ 基础
主要起草单位	国标（北京）检验认证有限公司		
联系人	吴承骏	联系电话	17600931995
任务年限	1 年	申请经费	5 万元
参加单位	北京航空航天大学分析测试中心、国合通用（重庆）测试评价认证有限公司、上海有色金属工业技术监督中心有限公司、国合通用（青岛）测试评价有限公司、西南铝业（集团）有限责任公司		
目的、意义和必要性	金属管材卧式弯曲试验机采用旋转绕弯原理，夹持管材一端，驱动工作臂带动管材贴合标准弯模旋转至设定角度，使管材产生可控塑性弯曲，观察外弧有无裂纹、起皮，评定管材成形塑性与缺陷。整机分卧式机架；伺服传动系统，控制弯曲转速、角度；可更换系列标准弯模、夹紧工装与薄壁管防扁芯棒；角度、力值传感采集单元；微机测控系统五部分。目前国内的管材弯曲试验机常见的品牌包括济南世昌试验设备有限公司、莱博特(天津)试验机有限公司、济南力领试验机有限公司等。管弯曲试验主要依据 GB/T 244-2020《金属材料 管 弯曲试验方法》开展实验。  图 1 卧式管材弯曲试验机示意图 该设备广泛用于有色金属中铝、铜、钛、镁合金管材入厂与出厂检测。覆盖空调铜管、轻量化铝型材管、化工耐蚀钛管、新能源镁合金管路，检验焊接、无缝管材冷弯成形性能。有色金属塑性差异大、薄壁易压扁开裂，配套专用芯棒可避免截面畸变，快速判定		

	轧制、焊接工艺稳定性，是管材加工、质检实验室标配设备。民用大飞机中民机液压、燃油、环控管路也是该设备的重点应用领域。民机大量采用 TC4 钛合金、7000 系铝合金薄壁无缝导管，管路长期承受高压、振动与高低温交变载荷，弯曲开裂会引发燃油泄漏、液压失效等重大安全隐患。试验机按航空专用弯曲半径、角度开展验证，模拟管路装配成形工况，检测管材母材、焊缝弯曲后微裂纹、壁厚减薄量，筛选合格管材；支撑导管弯曲工艺评定、新材料国产化验证，直接保障整机管路系统疲劳可靠性与飞行安全。 首先，经调研市场上管材弯曲试验机，目前无专用校准规范，各厂家设备角度、加载力、弯模尺寸计量无统一依据，同一样品多台设备测试偏差大，校准规范统一计量项目、方法与允许误差，实现量值可追溯。其次，民机导管检测数据具备安全判定效力，设备失准会造成不合格管材装机，规范通过定期校准保证设备精度，规避飞行安全风险。再者，有色金属、航空企业、第三方检测机构设备参数不统一，规范统一弯模、芯棒、传感器校准流程，实现实验室间数据互认，减少贸易、检测纠纷，有力支撑高端有色金属管材与航空导管产业标准化发展。
产业链应用	1. 重点产业链方向 本规范适用于民用大飞机产业链。 民用大飞机产业链覆盖有色金属管材原料冶炼、管材轧制、管路制造、整机装配、适航检测、售后维修全环节，TC4 钛合金、7000 系铝合金薄壁导管是液压、燃油、环控系统核心构件，弯曲试验机按 GB/T 244-2020 完成冷弯性能测试，统一校准规范将是全链条数据可信的基础保障。 上游有色金属管材原材料端，航空专用铝、钛无缝管材生产企业配套弯曲试验机用于出厂逐批次抽检。校准规范统一力值、弯曲角度、弯模半径、芯棒尺寸的校准方法，解决不同企业设备测量偏差问题。通过定期校准减少设备示值误差，从源头筛除塑性不达标原料，保障供货管材满足民机管路成形指标，实现上下游企业检测数据互通互认，减少贸易质量纠纷。 中游管路加工与零部件制造环节，导管加工厂开展管材焊接工艺评定、冷弯成形模拟试验，设备长期使用易出现传感器漂移、弯模磨损、定位偏差。校准规范明确校准周期，规范工装、角度传感、加载系统校准流程，可靠评估焊缝、折弯处微裂纹敏感性，避免不合格导管流入总装线，支撑数控弯管工艺参数优化。 主机厂适航验证与检测实验室，商飞整机材料试验室、第三方 NADCAP 认证检测机构是适航取证核心单元。民航适航要求所有力学试验设备量值可溯源，校准规范提供标准化校准报告，作为材料符合性、零部件适航鉴定法定佐证。统一判定尺度，消除多实验室间数据不一致问题，满足国产大飞机国内外适航审查计量合规要求。 下游机队维修保障环节，民航维修企业对替换导管开展复检，试验机精度衰减易误判管材弯曲性能。校准规范统一现场简易核查

	与年度全参数校准流程，保障维修备件弯曲性能检测精准，规避管路更换后飞行泄漏、失效风险，覆盖飞机全生命周期质量管控。 2. 对本行业重点产业链的支撑作用 在民用大飞机产业链中，管材弯曲性能的检测和管材弯曲试验机的校准有助于筑牢航空飞行安全底线，降低重大故障风险；打通国产航空管材自主可控产业链；适配航空高端制造与适航合规体系建设；统一行业计量尺度，降低产业综合成本；支撑新材料、新工艺研发迭代的发展，对于民用大飞机产业链标准化、安全化、高质量规模化发展起到重要基础支撑作用。
范围 and 主要 计量特性	1. 适用范围 本规范适用于适用于金属管材卧式弯曲试验机的校准。 2. 计量特性 以 GGW-65 型金属管材弯曲试验机为依据，其计量特性技术指标如下： (1) 弯曲角度示值误差 $\pm 1.5^{\circ}$ (2) 弯曲角度示值重复性 $\leq 0.75^{\circ}$ (3) 弯模椭圆度 (4) 弯模角速度示值误差 3. 主要测量标准的技术指标 (1) 角度测量仪,测量范围：（$0^{\circ}\sim 360^{\circ}$）；MPE: $\pm 0.3^{\circ}$ (2) 倾角仪,测量范围：（$-90^{\circ}\sim 90^{\circ}$）；MPE: $\pm 0.3^{\circ}$ (3) 游标卡尺,测量范围：（$0\sim 300$）mm；MPE: $\pm 0.04\text{mm}$ 4. 简要描述主要计量项目的技术原理 (1) 弯曲角度示值误差 采用激光角度测量仪、标准角度量块作为标准计量器具。控制试验机分别运行多个典型弯曲角度档位，同步记录设备屏幕显示角度与标准器具测得真实角度，两者差值为示值误差。多点校准覆盖常用试验区间，用于判定角度传感器、传动机构、控制系统的测量准确度。 (2) 弯曲角度示值重复性 选定同一标准角度，工装、转速、加载条件保持恒定，连续完成不少于 6 次弯曲测试，逐次记录设备角度示值。计算测量数据的实验标准差或极差，量化传动间隙、伺服电机波动、信号采集扰动造成的角度数据离散程度，评价设备角度测量稳定性。 (3) 弯模椭圆度 使用高精度外径千分尺、测微仪，在弯模工作圆弧截面内，沿互相垂直的两个直径方向测量尺寸，两次测量差值即为椭圆度。原理是检测弯模长期使用磨损、加工形变带来的截面圆度偏差，椭圆

		超标会改变管材受力状态，造成弯曲试验缺陷判定失真。 (4) 弯模角速度示值误差 以高精度秒表、转速标准装置为参照，设定试验机标准角速度，记录弯模旋转固定角度的理论用时，同时用标准器具实测实际耗时，换算出真实角速度。对比设备显示角速度与换算真值，差值为示值误差。用于校验伺服驱动、速度控制系统精度，角速度不稳定会改变管材弯曲成形速率，影响裂纹、减薄试验结果一致性			
水平		☐ 国际先进 ☒ 国内先进			
国内外情况 简要说明		1. 金属管材卧式弯曲试验机国内暂时没有相应的校准规范，参考 GB/T 244-2020《金属材料 管 弯曲试验方法》确认了计量特性：弯曲角度示值误差、弯曲角度示值重复性、弯模椭圆度、弯模角速度示值误差。 2. 本规范不涉及知识产权和专利问题。			
推荐意见		本规范规定了金属管材卧式弯曲试验机的校准内容，技术内容合理，同意推荐申报有色金属行业计量技术规范。			
主要 起草 单位	(签字、盖公章) 月 日	计量 委员 会	(盖公章) 月 日	部委托 支撑 单位	(签字、盖公章) 月 日

填写说明：1. 表中第 2，3，8 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。