【主轴承振动空地一致性模拟设备】采购需求

**一、采购标的需实现的功能或者目标，以及为落实政府采购政策需满足的要求：**

**（一）采购标的需实现的功能或者目标**

主轴承振动空地一致性模拟设备由驱动系统、试验主体、加载冲击系统、高低温润滑系统、电气控制系统、监控系统等组成，可以对航发主轴轴承（球轴承、圆柱滚子轴承等）的转速、承载、润滑、安装方式等进行模拟。通过模拟轴承超速、重载、轻载、断油、高温、冲击、振动等特殊工况，开展典型服役环境下主轴承故障（磨损、打滑蹭伤及疲劳剥落等）萌生及发展规律研究，实现服役条件下主轴承故障分析。此外，试验器还可以对轴承外圈温度、外圈振动、保持架转速、内圈转速、回油路金属屑沫等进行测试，对温度、振动、转速信号利用数采系统进行连续/间断高速采集并分析。

**（二）为落实政府采购政策需满足的要求**

根据《政府采购促进中小企业发展管理办法》（财库【2020】46号）规定，本项目采购标的为中小型企业制造、承建或承接的，投标人应提供办法规定的《中小企业声明函》，否则不得享受相关中小企业扶持政策。投标人应对提交的中小企业声明函的真实性负责，提交的中小企业声明函不真实的，应承担相应的法律责任。

本项目采购标的对应的《中小企业划型标准规定》所属行业为：工业。

**二、采购标的需执行的国家相关标准、行业标准、地方标准或者其他标准、规范：**

采购项目中所含的投标产品及制造商应符合国家有关部门规定的相应技术、计量、节能、安全和环保法规及标准，如国家有关部门对投标产品或其制造商有强制性规定或要求的，投标产品或其制造商必须符合相应规定或要求，投标人须提供相关证明文件的复印件。

1）GJB8530-2015 航空发动机主轴轴承耐久性试验方法

2）GJB7268-2011 航空发动机轴承试验定寿程序和要求

**三、采购标的概况**

（一）采购项目名称：主轴承振动空地一致性模拟设备

（二）采购数量及计量单位：1套

（三）最高限价：人民币750万元。

（四）交付时间：2024年6月30日之前设备运抵采购方指定地点开始装配、调试，2025年4月30日之前完成最终交付和设备验收；

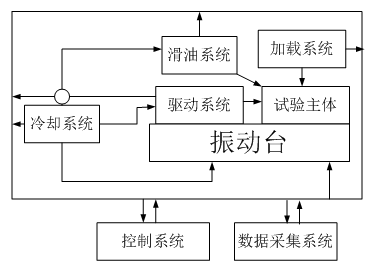
（五）交付地点：采购方指定地点。

（六）付款进度安排：（1）货物运输至采购方指定地点后，30个工作日内支付合同价款的30%；（2）整体验收合格后，30个工作日内支付合同价款的65%；（3）剩余5%作为质量保证金，验收合格后两年内无质量问题条件下无息支付。

**四、采购标的需满足的质量、安全、技术规格、物理特性等要求：**

1. 名称：主轴承振动空地一致性模拟设备
2. 型号：非标定制
3. 功能要求：

主轴承振动空地一致性模拟设备可以对航发主轴轴承（球轴承、圆柱滚子轴承等）的转速、承载、润滑、安装方式等进行模拟，在模拟轴承超速、重载、轻载、断油、高温、冲击、振动等特殊工况的同时，还可对轴承外圈温度、外圈振动、保持架转速、内圈转速、回油路金属屑沫等进行测试，温度、振动、转速信号可通过数采系统进行连续/间断高速采集并分析。试验台可以对轴系转速、载荷、冲击载荷、供油温度等控制项目进行闭环自动控制，可以对工艺轴承温度、主轴电流、载荷、供油温度、供油压力、回油温度、主副油箱温度、滤芯阻塞等项目进行监测，所有监测项目可以设置报警值，设备具有自动记录数据、自动报警停机等功能。



|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 设备名称 | 子设备名称 | 功能 |
| 主轴承振动空地一致性模拟设备 | 电动振动台 | 电动振动台是根据电磁感应原理设计的，当通电导体处在恒定磁场中将受到力的作用，当导体中通以交变电流时将产生振动。振动台的驱动线圈正是处在一个高磁感应强度的空隙中，当需要的振动信号从信号发生器或振动控制仪产生并经功率放大器放大后，通到驱动线圈上，这时振动台就会产生需要的振动波形。通过电动振动台对试验件产生规定的振动波形，模拟试验件的振动环境。 |
| 轴承试验机 | 轴承试验机用于对轴承的转速、载荷、润滑、安装方式进行模拟，通过配套的驱动系统、试验主体、加载系统、润滑系统等系统进行功能的模拟实现。结合振动台的振动模拟，实现航空主轴承振动空地一致性模拟，开展相关的试验研究。试验过程中，对载荷、转速、温度、振动等参数进行测试。 |

1. 电动振动台

包含振动台体、功率放大器、水平工作台面、垂直附加台面、换热系统、振动检测及控制系统等，其中单轴PCB振动传感器8只，三轴PCB振动传感器1只，水平滑台工作台上下方向高度能够调整300mm。

1）具备40t振动能力，振动频率最大2000Hz；

2）振动台最大综合加速度：≮10g；

3）额定正弦推力：≥392kN；

4）振动台承载能力最大为：≮2500Kg；

5）最大加速度：100g；

6）冷却方式：水循环冷却；

7）振动台配备水平滑台尺寸：≮1500mm\*1500mm；垂直附加台面尺寸（带辅助支撑及导向系统）：≮1500mm\*1500mm\*375mm；

8）振动台硬件要求：

输入通道≥8个，输出通道≥2个，具备扩展能力；

控制器应采用CI、SD、LMS、DP品牌以保证可靠性及精度；

加速度传感器：PCB、Kistler同等或以上品牌；

电荷放大器：总通道数8通道，采用B&K、Endevco、PCB、或者与振动控制仪同品牌。

1. 轴承试验机

1）试验轴承要求：

试验轴承内径：Φ65～Φ150mm；

试验轴承类型：球轴承、圆柱滚子轴承等；

单次试验数量：1~2套；试验设备总共至少满足3套航空轴承的试验研究，具体轴承型号由采购方指定；

试验工装设计考虑装拆便捷性，试验轴承需模拟发动机中安装方式，包括主轴尺寸、轴承座内孔尺寸、轴座材料（可采用近似线膨胀系数材料代替）、喷油嘴孔径位置数量及方式（环下、端喷等）、轴承在主机中转速及承载；

军品轴承品牌：航发哈轴、天马虹山、LYC同等或以上品牌；

民品轴承品牌：SKF、NSK、FAG同等或以上品牌；

2）驱动系统要求：

转速范围：0~15000rpm；功率：120kW；转速控制精度：±0.2% FS；升速时间：0~15000rpm升速时间≤1min；

主轴设计S1工作制，永磁同步电机；

主轴品牌：轴研所、广东昊志、安阳斯普同等或以上品牌；

转速传感器品牌：KEYENCE、SICK、Schneider同等或以上品牌；

3）加载系统要求：

常规载荷范围：±62kN，控制精度：±1% FS；加载速度：0~62kN最快0.1s；

常规加载波形：正弦波、三角波、矩形波和随机波形等；波形频率：10Hz；脉冲波形和容差精度±8%；

冲击载荷最高50kN，冲击载荷加载时间≤0.1s，载荷保持时间0~1s,载荷卸载时间≤0.1s，冲击载荷精度：±1% FS；冲击频率：3-5次/分钟；

力传感器测量范围：0~50kN，过载能力120%；

力传感器精度：0.2级，重复性≤0.5% FS，线性≤0.5% FS；

加载方式：液压加载，伺服阀载荷闭环控制；

伺服阀品牌：ATOS、MOOG、Parker同等或以上品牌；

力传感器：江苏联能、菲尔斯特、威卡同等或以上品牌；

4）滑油供油温度范围：-20℃~200℃；升温速度： 常温~200℃≤60min；温度控制精度：±2℃。供油温度与压力测试位置靠近试验轴承；

滑油牌号：飞马Ⅱ号、4050、4106等航空润滑油；

滑油加热方式：监控热源温度，避免局部过热导致滑油积碳；

过滤器：采用不锈钢滤芯，过滤精度分10μm、30μm、50μm级别，通流能力＞最大流量3倍；

管路密封方式：采用硬密封或O型圈密封；

管路设计方便拆卸，经常拆卸处优选四氟内衬或不锈钢波纹外部不锈钢缠绕管；

5）设备重量：不超过1500Kg；

1. 测控系统

1）测控系统

试验设备测控方式：微机自动控制、自动监测和自动记录；

测试项目：轴承温度X3、轴承振动、保持架转速、轴系转速、主轴电流、载荷、供油温度、供油压力、回油温度、主副油箱温度、滤芯阻塞等；

控制项目：主轴转速、载荷、供油温度、供油电机转速、回油电机启停等；

试验台架测控部分采用工控机（CPU、内存、硬盘、显示器DELL P2719H）配合PLC、驱动器、空开、断路器、中间继电器和接触器等对各辅助系统进行监测控制。  
工控机品牌：研华、东田工控、凌华，IPC610L/i33220/4G/1T，同等或以上品牌型号；  
显示器品牌：DELL P2719H，3台；

变频器品牌：深圳弘远、台达、英威腾同等或以上品牌；

PLC：台达、SIEMENS、施耐德同等或以上品牌；

低压元器件：施耐德、ABB、西门子同等或以上品牌；

轴承温度传感器：量程不低于200℃；OMEGA、虹润、天津今明同等或以上品牌；

轴承振动传感器：量程不低于10g，PCB、VIBRO、IMI同等或以上品牌；

保持架转速传感器：采用光纤对射式，Panasonic、KEYENCE、SICK同等或以上品牌；

转速传感器：响应不低于1kHz；KEYENCE、SICK、Schneider同等或以上品牌；

压力传感器：量程不低于1Mpa，KEWILL、ifm、Rosemount同等或以上品牌；

高温润滑油站温度传感器：量程不低于150℃；ifm、OMEGA、KEWILL同等或以上品牌；

油箱液位：量程不低于200mm；KEWILL、ifm、OMEGA同等或以上品牌；

金属屑沫传感器：监测颗粒大小不低于100μm；北京航峰、浙江中欣、昆仑中大同等或以上品牌；

传感器类型及精度

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 测试内容 | 传感器类型 | 量程 | 精度 |
| 温度 | PT100 | -50~300℃ | A级 |
| 转速 | 接近开关 | 2500Hz | ±1% FS |
| 振动 | 加速度 | 20g | ±1% FS |
| 载荷 | 压电式 | 100kN | ±0.5% FS |
| 保持架转速 | 光纤对射 | 60μs | ±1% FS |

2）采集与监控系统

试验轴承运行关键项目通过数据采集系统配合各传感器进行高频采集。

服务器：T440处理器2x银牌4210R，20核；内存32G，硬盘3x4TB；

显示器：P3221D，32英寸，2K显示器，IPS微边框旋转升降显示器，Type-C+DP端口+ HDMI端口；

数据库软件：正版SQL sever 2019标准版；

数据管理软件：DHDAS；

数据采集系统：轴承试验机采用DH8303，16通道，输入方式DC、AC、GND、IEPE(ICP) 及1/4桥（三线制自补偿）、半桥、全桥,所有通道并行采样最高采样频率512kHz，放大器频响DC～100 kHz, 每通道独立24位A/D转换器，支持智能导线和TEDS传感器识别，进口接插件，各通道卡可分别设置不同采样率。

数据输出格式：txt，后期可转换成excel，matlab等格式，提供二次开发接口；

数据记录方式：连续记录或周期性记录；

采集线长度及数量：≤15m，16根；

采集内容：轴承温度X3、主轴转速、轴承振动、回油金属屑沫、保持架转速；

**五、采购标的需满足的服务标准、期限、效率等要求**

1. 设备系统质保期：3年，且5年内完成两次免费维护保养；电动振动台的动圈和励磁线圈质保期5年。质保期满后，仍需提供专业维修服务，投标人在投标文件中需注明维修服务单项报价。
2. 服务响应时间：接到维修电话后2小时内给予明确答复，12小时内到达现场维修。维修人员到现场后若问题特殊无法现场修复的，供货方需在24小时内给出合理解决方案。
3. 培训要求：投标人对设备操作人员进行现场操作培训（工装拆装培训、轴承拆装培训、软件操作培训、易损件更换培训等），培训时间不少于10天。培训完成后，投标人应提供完整的电子版培训材料和培训记录，包括视频、文档等形式。

**六、采购标的履约验收方案**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 验收主体 | 主轴承振动空地一致性模拟设备 | | |
| 现场验收的内容及方法 | | | |
| 序号 | 功能或指标 | 验收方式或测试方法 | 履约情况 |
| 1 | 主轴转速  0~15000r/min，精度：±0.2% FS，升速时间≤1min； | 使用手持转速表测试主轴最高转速及精度，并且记录升速时间； |  |
| 2 | 载荷  ±62kN，±1% FS | 工艺工装测试加载精度、最大载荷，观察软件显示载荷数值； |  |
| 3 | 冲击载荷  最高50kN，冲击载荷加载时间≤0.1s，载荷保持时间0~1s,载荷卸载时间≤0.1s | 工艺工装测试最大冲击载荷精度以及冲击时间，观察软件显示载荷数值及加载时间； |  |
| 4 | 加载波形  波形频率：10Hz； 脉冲波形和容差精度±8% | 工艺工装测试加载波形频率与载荷精度，观察软件显示波形频率与载荷精度； |  |
| 5 | 最高供油温度：-20℃~200℃；  升温速度：室温~200℃≤60min； 温度控制精度：±2℃； | 滑油加热至最高温度，观察软件显示供油温度数值、精度以及升温时间； |  |
| 6 | 系统硬件完整性 | 检查系统硬件品牌数量等是否符合技术协议要求； |  |
| 7 | 验收资料完整性 | 检查验收资料内容数量是否符合技术协议要求； |  |
| 8 | 软件报警功能验证 | 对所有报警停机项进行测试，验证设备报警停机功能； |  |
| 9 | 功能性验证试验 | 按照技术协议要求验收轴承型号，进行48小时连续运行试验，试验过程不允许故障停机，试验后检查数据记录文件各项目数据精度是否满足要求； |  |
| 10 | 振动试验系统测试 | 满足技术协议要求的主要技术参数要求（最大推力、最大速度、最大位移、最大加速度）。 |  |
| 验收时是否需要供应商提供样品 | | 是☑ | 否□ |
| 验收时是否需供应商提供必要的其他设备 | | 是☑ | 否□ |
| 除现场验收外，需提供的其他验收要求 | | | |
| 除现场验收外，是□否☑需提供第三方检测报告 | | 对于检测机构的要求：国家正规检测机构，出具的检测报告由验收复核专家认可之后作为验收复核通过的主要依据。  对于检测执行标准的要求：各项检测项目标准以检测机构按照行业相关要求最新适用并执行的标准为准。 | |