

采购需求

一、采购清单

产品名称	数量
非接触式激光多普勒多点测振仪	1套

二、配置清单

序号	产品名称	数量
1	非接触式激光扫描测振仪主机	1套
2	振动模态分析系统	1套
3	便携式微震采集模块	1套
4	动态测试和信号采集模块	1套

三、技术参数

1. 非接触式激光扫描测振仪主机

1. 1激光光源：测量激光波长介于1400nm~1600nm之间；指示激光波长介于400nm~600nm之间；
1. 2工作距离0.3m~20m；
1. 3扫描角度 $\geq 40^\circ \times 50^\circ$ （可实现全宽带内激光逐点自动扫描）；
1. 4扫描精度 $\leq 0.5^\circ$ ，角度分辨率 $\leq 0.001^\circ$ ，角度稳定性 $\leq 0.001/h$ ，最大 ≥ 30 点/秒；
1. 5扫描点数 $1 \times 1 \sim 512 \times 512$ ；
1. 6采用自动聚焦的成像与高精度测振同轴融合，采用实时高清色彩变焦成像系统，摄像机变焦支持360倍变焦（30倍光学变焦 \times 12倍数字变焦），可设置变焦倍率，在不同尺寸的目标上定义测量区域；
- ▲1. 7、控制器带7英寸交互式菜单彩色触摸屏用于引导设置控制器和光学头，每个光学头与控制箱传输连接仅采用一根LDV连接线方便测试，包含相机控制、振镜等通讯；
1. 8控制器具备的数字采样率 $\geq 15MHz$ ；
- ▲1. 9最大测量速度： $\geq 30m/s$ ，速度量程：VD21F：
0.0000245/0.000245/0.00245/0.01225/0.0245/0.1225/0.245/0.49/1.225/2.4

5/4. 9/12. 25/24. 5/49/122. 5/245/490/1225/1470/2450/3000 ; 标定值单位(mm/s/V)

1. 10速度分辨率: $\leq 0.01 \mu\text{m/s}/\sqrt{\text{Hz}}$, 线性误差 $\leq 1\%$; 位移分辨率: $\leq 0.32\text{pm}$;

1. 11数据高精度频率分析 $\leq 0.001\text{Hz}$;

▲1. 12具备GPS远程控制信号采集及触发能力, 可实现规则的应变分析, 可进行应变云图的生成;

▲1. 13系统具备速度和位移信号同步输出, 输出类型BNC接口, 具备高通、低通滤波设置, 至少具备16档低通滤波器, 涵盖

500/1k/2k/10k/20k/40k/50k/80k/100k/160k/250k/320k/500k/1M/1.5M/3M; 低通滤波选择(速度/宽带数位移解码器); 具备4档跟踪滤波器: Slow、Medium、Fast、OFF;

▲1. 14多通道数据采集系统, 支持同步及触发功能, 可拓展实现远程触发功能; 扫描光学头支持轮廓扫描功能, 实现对被测器件的距离进行测量, 可实现被测物表面轮廓点云图的生成, 支持激光测距功能, 最远可测距离不低于20m, 测距精度不低于2mm;

▲1. 15支持虚拟通道功能, 通道可进行微积分转换、线性合成、矢量合成、衰减时间分析, 频响函数分析, 可实现幅频曲线、相频曲线、相干曲线的计算显示, 响应时间分析, 阻尼比分析, 支持衰减曲线拟合, 实现Q值、 τ 值计算, 需提供第三方软件测评报告;

1. 16基于MD、MMIF、等多种方法估算模态参数(包括频域和时域), 阻尼比估计;

1. 17支持数据导入、导出、模态振型视频图片导出, 支持模型、原始数据、频响函数等数据以UFF格式、mat格式、txt格式等形式导出;

1. 18硬件和软件必须为同一制造商, 并出具制造商计算机软件著作权登记证书, 且软件需提供SDK开发包。

▲1. 19为保证测量数据准确性和通用性, 可使用德国西门子LMS. testlab软件读取分析测量数据及模态振型, 可使用美国晶钻Crystal软件控制扫描测振仪建模布点、振镜控制、数据采集、模态算法识别, 可无缝生成模态振型、ODS振型及声表面波等多类动力学与声学测量结果。

2. 振动模态分析系统

2. 1应变分辨率≤10 $\mu\epsilon$ ，应变测量范围0.005%~2000%。

2. 2位移分辨率≤0.01 个像素。

2. 3须可进行应变和应力计算。应变计算包括表面应变张量 ϵ_{xx} 、 ϵ_{yy} 、 ϵ_{xy} ，Mises应变，主应变计算(ϵ_1 、 ϵ_2)；应力计算窗口须可输入弹塑性、超弹性、粘弹性和粘塑性等材料模型，弹塑性屈服准则至少包含VonMises、Hill1990、Yoshida2011等屈服准则。

2. 4软件还可以自动识别标记点并计算其三维位移、速度、加速度计算、FFT分析功能。

2. 5软件须具有ODS模态分析模块，能自定义虚拟传感器，对任何关键位置进行FFT频率响应分析，能进行频域分析，查看其不同频率下的振型并支持导出振型动画。支持数据直接导入到Simcenter Testlab中进行模态分析。

▲2. 6软件须集成先进的VFM虚功法本构模型参数反求功能，以改进有限元模型的仿真精度。要求该功能须已集成VonMises、Hill1990、Yoshida2011、Vegter、Hu2005、BarlatYLD89、BanabicBBC2008等弹塑性屈服准则和超弹性，粘弹性，粘塑性等材料模型库以满足表征线性和非线性材料的复杂非均匀变形力学特性；塑性硬化模型可以选用模型至少包含：Bilinear, Voce+Swift, Voce I, Voce II, Ludwik等硬化模型；并要求具有材料模型库二次开发接口。VFM虚功法参数反求模块要求可以自由定义力方向和边界、编织角度等等；VFM虚功法算法包含基于灵敏度的方法，会根据应力集中程度进行重点计算。

2. 7软件可在综合考虑图像质量和系统噪声的基础上进行计算精度优化。可对DIC计算的相关参数设置（子集，步长，应变窗口，形函数，插值函数等等）对位移和应变的噪声，分辨率，精度等方面的影响进行量化分析，并生成不同参数设置的信噪比曲线图，采购人可直接从曲线图选择最佳参数设置并一键应用相关参数设置到DIC计算中。

▲2. 8软件具有断裂力学模块：包含裂纹路径识别、裂纹宽度计算、Williams Series Expansion以及J-积分等裂纹分析处理模块。裂纹路径识别、裂纹宽度计算模块具有裂纹路径检测及裂纹开口分析功能，自动计算COD，可根据设置阈值大小自动检测一条或多条裂纹并显示裂纹轨迹及长度；根据检测出的多条裂纹轨

迹可逐一进行裂纹开口分析，可以定义裂纹边界提取宽度、步长和裂纹最小尺寸（尖端），可获得裂纹轨迹上各点裂缝的宽度、坐标及裂纹开裂尖端演变云图和位置信息；Williams Series Expansion模块可以进行线弹性阶段裂纹尖端的应力场和应力强度因子K计算，描述裂纹尖端的应力场强度，用于预测脆性材料中裂纹扩展的临界载荷；J-积分支持定义域分析和线分析，用于描述裂纹尖端的应力场和能量场。

▲2.9软件能识别散斑和规则网格图案，采用Gaussian和Bi-Triangular滤波。

▲2.10软件须提供开放二次开发接口，利用MATLAB, Python, C++等软件自行编写符合项目工程需求的应用小程序。

2.11相关专业的图像质量辅助评估功能，待测物的灰阶分布范围（以曲线图表示），散斑质量（设定临界值）。

2.12能出具报告，报告内容须包含工程应力-应变曲线，弹性模量，抗拉强度，屈服强度，最大力塑性\总延伸率，断裂塑性\总延伸率。

2.13. 数据采集装置主要组成和功能如下：

2.13.1工业相机的分辨率不低于2500万像素；最大分辨率5120x5120下频率不低于30Hz，降低分辨率可以提高拍摄速度，数量2台。

2.13.2照明装置2套，采用大功率832颗灯珠白光LED 灯，可以满足大范围的照射可实现连续调节亮度和按档次调节亮度。

2.13.3固定装置数量1套，包含相机专用精确铝棒1只，三脚架1只，超专业的云台1只。

2.13.4高性能镜头1套，包含2500万像素高分辨率的焦距为25mm, 50mm定焦镜头各2个，并提供镜头保护箱1个，配置专业偏振滤镜1套。

2.13.5同步装置1台，频道数不低于4通道，分辨率：16 bits，最大取样频率：100k/ch；输入讯号范围：±10 V；输入讯号接口：BNC；

2.13.6标定板1套，数量4块(3mm, 7mm, 10mm, 14mm)。

2.13.7散斑滚章1套，散斑工具应由散斑模块生成的标准散斑图案制成的工具。包含：

（1）材料测试专用散斑制作工具，相机分辨率为500万像素，散斑制作模板的面积为70*120mm，包含以下型号：

A、散斑点的大小为1mm, 最大视野≤450*400mm。

B、散斑点的大小为1. 5mm, 最大视野≤600*500mm。

(2) 结构测试专用散斑制作工具, 相机分辨率为500万像素, 包含以下型号:

A、散斑点的大小为1mm, 散斑制作模板的面积为60*120mm, 最大视野≤450*400mm。

B、散斑点的大小为1. 5mm, 散斑制作模板的面积为150*240mm, 最大视野≤600*500mm。

2. 13. 8 控制台1台, 处理器: 主频大于2. 3GHz: 内存32G 固态硬盘: 2T。

3. 便携式微震采集模块

3. 1在采集过程中, 需配备便携式多通道微震采集模块。

3. 2通道数≥8通道。

3. 3采用高速采样技术(大于10KHz), 对破裂事件进行定位(需对数据导出分析, 定位精度不大于±0. 3m), 三维展示事件位置, 分析裂隙发展趋势。

4. 动态测试和信号采集模块

4. 1在采集过程中, 动态测试和信号采集模块。

4. 2通道数≥16通道。

4. 3 量程: 应变测量通道: ±20000 μ ϵ 与±40000 μ ϵ 可调。

4. 4测量精度: ≤0. 1%FS。