

## 南京维提思的激光测量系列产品

### 概述

在一些特殊情况下，比如被测试物体不能直接接触，或者传统的接触式传感器（如位移/速度/加速度传感器）无法使用时，非接触式振动测量就显得尤其至关重要，如下列情况：

- 被测件重量轻和尺寸小（电子元器件，压电晶体薄膜，喇叭薄膜，薄壁件等）
- 测试物件处于高温（200° C-3000° C）或高温及危险环境中，或无法触及到的地方
- 被测试物件在旋转中
- 操作者为了提高效率，免除粘贴传感器的时间和繁琐
- 逆向工程设计中，对有限元模型和试验模型的相关性分析及验证分析，需要增加大量的测试点（大于 1000 测点以上）

南京维提思为非接触式远距离振动测量提供了两个系列产品：

#### 激光测振仪系列产品：

根据结构的不同，分为单点激光测振仪，单点三维激光测振仪，激光测振仪阵列，单点扫描激光测振仪和单点三维扫描激光测振仪。

根据应用的不同，可以分为显微式激光测振仪，防水型激光测振仪，耐高温和低温型激光测振仪和发动机振动专用测振仪。

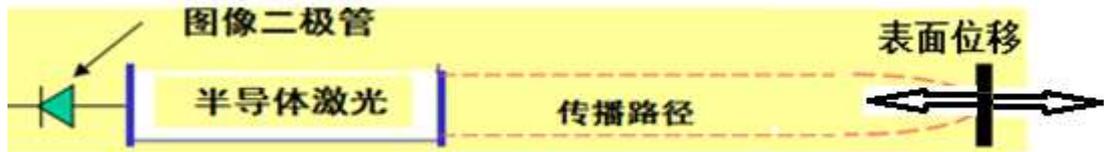
#### 激光位移传感器系列产品：

根据量程和工作距离的不同分成不同型号，也可以做成阵列型，扫描型，防真空型，防水型以及耐高温低温型。

### 一. 激光测振仪

#### 1.1 原理

和传统的多普勒激光测振仪不同，南京维提思公司激光测振仪采用半导体激光作为激光源，以及基于最先进和新颖的自混合干涉技术方案，将直接到激光头腔体里的散射光和标准激光源进行干涉处理，这样大大简化了激光头的设计，测量目标是表面法向方向的位移量。



原理示意图

## 1.2 原理优势：

和采用多普勒干涉原理的传统激光测振仪相比，自混合干涉型激光测振仪在以下几个方面表现出独特的优势：

### 1) 便携性：

自混合干涉型激光测振仪结构小巧轻便，便携性强。多普勒激光测振仪体积大而且笨重。

### 2) 测试结果：

自混合干涉型单点激光测振仪可直接测量测试表面的法向位移。增加可选模块，可以直接输出速度和加速度量。

多普勒激光测振仪测量出来的是测试表面法向速度。

### 3) 表面处理：

自混合干涉型激光测振仪对绝大多数测试表面无需反光处理，可进行直接测量，测试表面材料包括金属/非金属/塑料/纤维/复合材料/沙子/土壤等。

多普勒激光测振仪对大部分表面需要贴反光纸或涂反光漆。

### 4) 高温表面（200° C - 3000° C）测试：

自混合干涉型激光测振仪采用的激光波长为 1310nm, 有效避开了发热体的发光波长，避免了相互干扰。而且高温表面往往比较粗糙，无需涂高温漆。这两个方面决定了其对高温表面的振动测量极其方便，以及保证信号极高的信噪比。

多普勒激光测振仪需要涂高温漆，实验过程中容易被烧化。另外其激光源的波长在 630nm 左右，容易和高温发热体的发光波长相互干扰，从而使得测试结果信噪比很低，测量精度差。

### 5) 耐环境温度范围：

自混合干涉型单点激光测振仪，结构相对简单，使得其耐温范围很宽。标准产品系列温度范围在-20° C - +80° C 之间，定制的温度范围可在-273° C - +650° C 之间。可在极其恶劣的温度环境和湿度在 90%以上环境里正常工作。

多普勒激光测振仪由于其结构复杂，耐温范围受到限制，一般耐温范围在+5° C - +40° C 之间。

### 6) 应变计算：

自混合干涉型激光测振仪测试出来的位移量可直接用于计算应变或应变场，而且能保证极高的精度。

多普勒激光测振仪测量出来的是速度量，需要通过积分得到位移，再算出应变或应变场，极大的积分运算误差影响应变或应变场的结果。

### 7) 设置和对焦的操作：

自混合干涉型三维扫描激光测振仪的软件和硬件操作简单易懂，三维扫描激光头对焦等复杂和专业的任务完全实现自动化操作，具有极高的工作效率。

多普勒三维激光测振仪结构复杂，设置和对焦工作复杂繁琐费时，而且对操作者的专业度要求很高。

### 1.3 激光测振仪产品系列

#### 1.31 单点激光测振仪



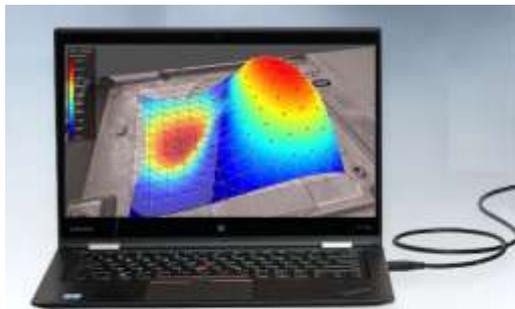
分体式单点激光测振仪



带摄像机和遥测仪的激光测振仪



带摄像机和遥测仪的集成化的激光测振仪和软件界面



采集和分析



控制单元  
(含采集卡)



激光头

一体机激光测振系统 VSM4000-DAQ

# 南京维提思实验仪器有限公司

## 高性能单点便携式激光测振仪系列产品参数比较表

描述	VSM1000	VSM4000 (可拓展型)	VSM1000LL10m	VSM1000-EXT35M	VSM1000LL30m-EXT
最大量程 (峰-峰)  (4 档)	±20mm@0.5V/mm ±5mm@2V/mm ±2mm@5V/mm ±0.2mm@50V/mm	±20mm@0.5V/mm ±5mm@2V/mm ±2mm@5V/mm ±0.2mm@50V/mm	±20mm@0.5V/mm ±5mm@2V/mm ±2mm@5V/mm ±0.2mm@50V/mm	±20mm@0.5V/mm ±5mm@2V/mm ±2mm@5V/mm ±0.2mm@50V/mm  (0-50KHZ) 4um (20KHZ-35MHZ)	±20mm@0.5V/mm ±5mm@2V/mm ±2mm@5V/mm ±0.2mm@50V/mm  (0-50KHZ) 4um (20KHZ-35MHZ)
速度范围	±2 m/s	±2 m/s	±2 m/s	±40 m/s	±40 m/s
输出的型号类型	<ul style="list-style-type: none"> <li>位移 / 速度/加速度 (模拟量 BNC 输出)</li> <li>跟踪信号 (3.5mm jack):</li> <li>±10V 电压输出</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>位移 / 速度/加速度 (模拟量 BNC 输出)</li> <li>跟踪信号 (3.5mm jack):</li> <li>±10V 电压输出</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>位移 / 速度/加速度 (模拟量 BNC 输出)</li> <li>跟踪信号 (3.5mm jack):</li> <li>±10V 电压输出</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>位移 / 速度/加速度(模拟量 BNC 输出)</li> <li>跟踪信号(3.5mm jack):</li> <li>±10V 电压输出</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>位移 / 速度/加速度(模拟量 BNC 输出)</li> <li>跟踪信号(3.5mm jack):</li> <li>±10V 电压输出</li> </ul>
位移量程分档数	4 档	4 档	4 档	4 档	4 档
最小位移分辨率	10 pm	10 pm	10 pm	10 pm	10 pm
速度分辨率	6 nm/s $\sqrt{\text{HZ}}$ @1KHZ	6nm/s $\sqrt{\text{HZ}}$ @1KHZ	6nm/s $\sqrt{\text{HZ}}$ @1KHZ	6nm/s $\sqrt{\text{HZ}}$ @1KHZ	6nm/s $\sqrt{\text{HZ}}$ @1KHZ
校准精度	1%	1%	1%	1% (0-50KHZ) 5%(20KHZ-10MHZ)	1% (0-50KHZ) 5%(20KHZ-10MHZ)
工作距离	0.1-5m	0.1-5m	0.1-10m	0.1-5m	0.5-30m
光斑尺寸	100 $\mu\text{m}$	100 $\mu\text{m}$	100 $\mu\text{m}$	100 $\mu\text{m}$	100 $\mu\text{m}$
测量表面	散射和背反射	散射和背反射	散射和背反射	散射和背反射	散射和背反射
调焦方式	固定焦距, 全自动调焦, 软件调焦及遥测仪全自动调焦四种模式	固定焦距, 全自动调焦, 软件调焦及遥测仪全自动调焦四种模式	固定焦距, 全自动调焦, 软件调焦及遥测仪全自动调焦四种模式	固定焦距, 全自动调焦, 软件调焦及遥测仪全自动调焦四种模式	固定焦距, 全自动调焦, 软件调焦及遥测仪全自动调焦四种模式
激光功率和波长	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pout &lt; 1 mW @ 650 nm (指示激光)</li> <li>Pout &lt; 15 mW @ 1310nm (测量激光光)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pout &lt; 1 mW @ 650 nm (指示激光)</li> <li>Pout &lt; 15 mW @ 1310nm (测量激光)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pout &lt; 1 mW @ 650 nm (指示激光)</li> <li>Pout &lt; 15 mW @ 1310nm (测量激光)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pout &lt; 1 mW @ 650 nm (指示激光)</li> <li>Pout &lt; 15 mW @ 1310nm (测量激光)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pout &lt; 1 mW @ 650 nm (指示激光)</li> <li>Pout &lt; 15 mW @ 1310nm (测量激光)</li> </ul>
激光等级	<ul style="list-style-type: none"> <li>Class 2 @ 650 nm (可见)</li> <li>Class 1M @ 1310 nm (不可见)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Class 2 @ 650 nm (可见)</li> <li>Class 1M @ 1310 nm (不可见)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Class 2 @ 650 nm (可见)</li> <li>Class 1M @ 1310 nm (不可见)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Class 2 @ 650 nm (可见)</li> <li>Class 1M @ 1310 nm (不可见)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Class 2 @ 650 nm (可见)</li> <li>Class 1M @ 1310 nm (不可见)</li> </ul>
激光头尺寸	50 mm x 70 mm x 105 mm	50 mm x 70 mm x 105 mm	50 mm x 70 mm x 105 mm	50 mm x 70 mm x 105 mm	50 mm x 70 mm x 105 mm
控制解调单元尺	12.5 cm x 15.5 cm x	24.6 cm x 15.5 cm x	12.5 cm x 15.5 cm x	12.5 cm x 15.5 cm x 29.6	12.5 cm x 15.5 cm x 29.6 cm

## 南京维提思实验仪器有限公司

寸	29.6 cm	29.6 cm	29.6 cm	cm	
信号电缆	2.5 m (5 m/10m 可选)				
通讯端口	以太网口	以太网口	以太网口	以太网口	以太网口
供电	• 110-120 VAC / 60 Hz • 220-240 VAC / 50 Hz	• 110-120 VAC / 60 Hz • 220-240 VAC / 50 Hz	• 110-120 VAC / 60 Hz • 220-240 VAC / 50 Hz	• 110-120 VAC / 60 Hz • 220-240 VAC / 50 Hz	• 110-120 VAC / 60 Hz • 220-240 VAC / 50 Hz
耗电	< 5 W	< 5 W /每通道 (最大 20 W)	< 5 W	< 5 W	< 5 W
远程遥控软件	标配	标配	标配	标配	标配
激光头重量	0.6 kg				
操作温度范围	激光头: -20°C to +80°C 控制解调单元: 0°C to +50°C				
湿度范围	环境相对湿度范围: 0~80%;	环境相对湿度范围: 0~80%;	环境相对湿度范围: 0~80%;	环境相对湿度范围: 0~ 80%;	环境相对湿度范围: 0~ 80%;

### 选型说明:

1) VSM1000 或 VSM4000 分别表示单模块和可拓展模块 (可装 4 个模块), 工作距离为 5 米的单点激光测振仪。工作距离为 10 米的或以上的, 除了加 LL 以外, 把距离数据加进去。

2) VSM1000LL10m-HS-EXT35M-EXTRA-TEM-IP68 表示单模块, 工作距离为 10 米, HS-量程为  $\pm 250\text{mm}$ , EXT35M-频带宽为 35MHZ, EXTRA-带摄像机和遥测仪器, TEM-耐高温, IP68-防水型。

3) VSM4000LL10m-HS-EXT35M-EXTRA-TEM-IP68 表示可拓展模块, 工作距离为 10 米, HS-量程为  $\pm 250\text{mm}$ , EXT35M-频带宽为 35MHZ, EXTRA-带摄像机和遥测仪器, TEM-耐高温, IP68-防水型。

4) 以上各型号的频率带宽是可以定制的, 最大带宽可到 35MHZ。EXT 表示频率拓展到 10MHZ, 及 10MHZ 以上, 需要在 EXT 后面加上数字, 如 EXT20M, EXT35M。

5) 以上型号可以加上防护罩, 使得激光测振仪可以在真空环境里工作。

6) VSM4000-DAQ 为内置采集卡系列产品, 直接连接电脑, 可以显示和分析测量结果。

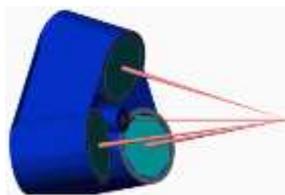
7) 带上 EXTRA, 是内置摄像机和遥测仪的配置, 可对测试表面可视化, 并自动测量距离, 快速自动对焦。

8 带上 HS, 量程可以拓展为  $\pm 250\text{mm}$ 。

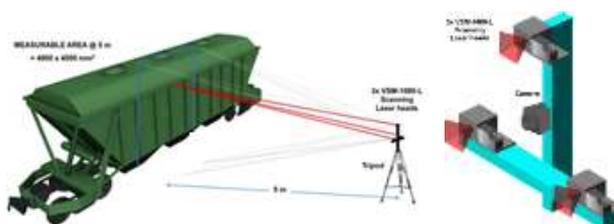
9) 以上型号可以根据客户需要, 把位移和速度量的量程分成多档 (4 到 18 档)。

10) 以上型号的测量激光的波长是可以根据客户的实际需求选择。

### 1.32 单点三维激光测振仪



固定工作距离三维测振仪



可变工作距离的三维测振仪

单点激光测振仪只测量测点法向方向的位移。但很多场合，测点的振动不局限于单个方向，而是两个或三个方向的复合振动。这个时候需要采用三维激光测振仪，采用三台激光头，三束激光成一定几何角度对测试点对焦和测量，然后采用固化软件或数据采集软件对相互耦合的三个测量量进行解耦，得到该点的 X/Y/Z 方向的分量。

三维激光测振仪有两种型号：

1) 固定工作距离三维测振仪：VSM-3D

描 述	VSM-3D	VSM-3D-EXT
最大量程 (峰-峰)	10mm	10mm (0-50KHZ) 4um (20KHZ-10MHZ)
最大测量速度值	2 m/s	40 m/s
输出的型号类型	-X, Y, Z 模拟电压输出 (BNC 输出) -跟踪信号 (3.5mm 小接头) - 光学信号 (模拟量)) - 光斑信号 (数字量)	-X, Y, Z 模拟电压输出 (BNC 输出) -跟踪信号 (3.5mm 小接头) - 光学信号 (模拟量)) - 光斑信号 (数字量)
位移灵敏度	0.5 V/mm	0.5 V/mm
分辨率	Noise-limited	Noise-limited
噪声指标	0.02 nm/ $\sqrt{\text{Hz}}$ (DC to 50 kHz)	0.02 nm/ $\sqrt{\text{Hz}}$ (DC to 50 kHz)
精度	1%	1%
光斑尺寸	100 $\mu\text{m}$	100 $\mu\text{m}$
测量表面	散射和背反射	散射和背反射
工作距离	• 15-25 cm	• 15-25 cm
激光功率和波长	• Pout < 1 mW @ 650 nm (平行)  • Pout < 15 mW @ 1310 nm (聚焦)	• Pout < 1 mW @ 650 nm (平行)  • Pout < 15 mW @ 1310 nm (聚焦)

激光等级	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Class 2 @ 650 nm (可见)</li> <li>• Class 1M @ 1310 nm (不可见光)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Class 2 @ 650 nm (可见)</li> <li>• Class 1M @ 1310 nm (不可见光)</li> </ul>
激光头尺寸	155 mm x 145 mm x 80 mm	155 mm x 145 mm x 80 mm
控制单元尺寸	24.6 cm x 15.5 cm x 29.6 cm	24.6 cm x 15.5 cm x 29.6 cm
信号电缆	2 m (5 m 可选)	2 m (5 m 可选)
供电	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 110-120 VAC / 60 Hz</li> <li>• 220-240 VAC / 50 Hz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 110-120 VAC / 60 Hz</li> <li>• 220-240 VAC / 50 Hz</li> </ul>
耗电	< 15 W	< 15 W
I/O 通讯	以太	以太
激光头重量	6 kg	6 kg
操作温度范围	激光头: 0°C to +80°C 控制单元: 0°C to +50°C	激光头: 0°C to +80°C 控制单元: 0°C to +50°C

注意:

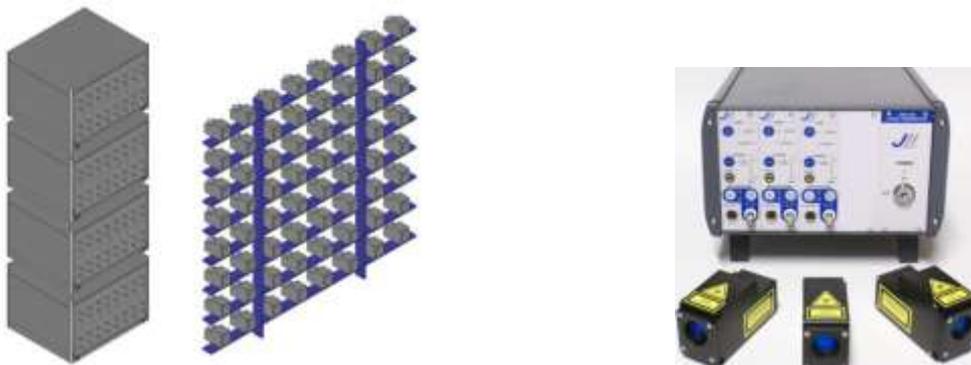
1) 以上各型号的频率带宽是可以定制的, 最大带宽可到 35MHZ。EXT 表示频率拓展到 10MHZ, 及 10MHZ 以上, 需要在 EXT 后面加上数字, 如 EXT20M, EXT35M。

2) 可变工作距离的三维测振仪: VSM4000-3D

可选择三台任何工作距离的单点激光测振仪安装于一支架上。三束激光手动测点对焦, 再采用 X/Y/Z 解耦装置对其解耦, 得到该点的三方向 X/Y/Z 的振动量。

3) 以上型号的测量激光的波长是可以根据客户的实际需求选择。

### 1.33 多点激光测振仪阵列



南京维提思推出 4 /8/16/32/48/64/128 个光学头 (也就是说 4-128 个独立的光学通道) 组合, 采用

VSM4000/VSM8000/VSM16000/VSM32000/VSM64000/VSM12800

的模块化控制单元, 以满足这方面的测试需求。

**选型说明：**

1) 单个激光测振仪的选型，可参照上述 1.32 章节单点激光测振仪的选型说明。多点阵列必须带有摄像机和遥测仪。

2) 多通道控制单元有 4 通道，8 通道以及 16 通道三种机箱，分别的型号为 VSM4000，VSM8000，VSM16000。三种机箱同一型号或不同型号之间可以自由组合，组成大的通道组合。

**主要应用：**

1) 很多场合单点测量还远远不够，2D/3D 扫描式激光测振仪在有些场合比如瞬态测量，爆炸测量等不一定适用，必须采用阵列式激光测振仪。

2) 测量面/立体结构的振动/模态/应变场。

**1.34 单点扫描激光测振仪**



激光头和控制单元



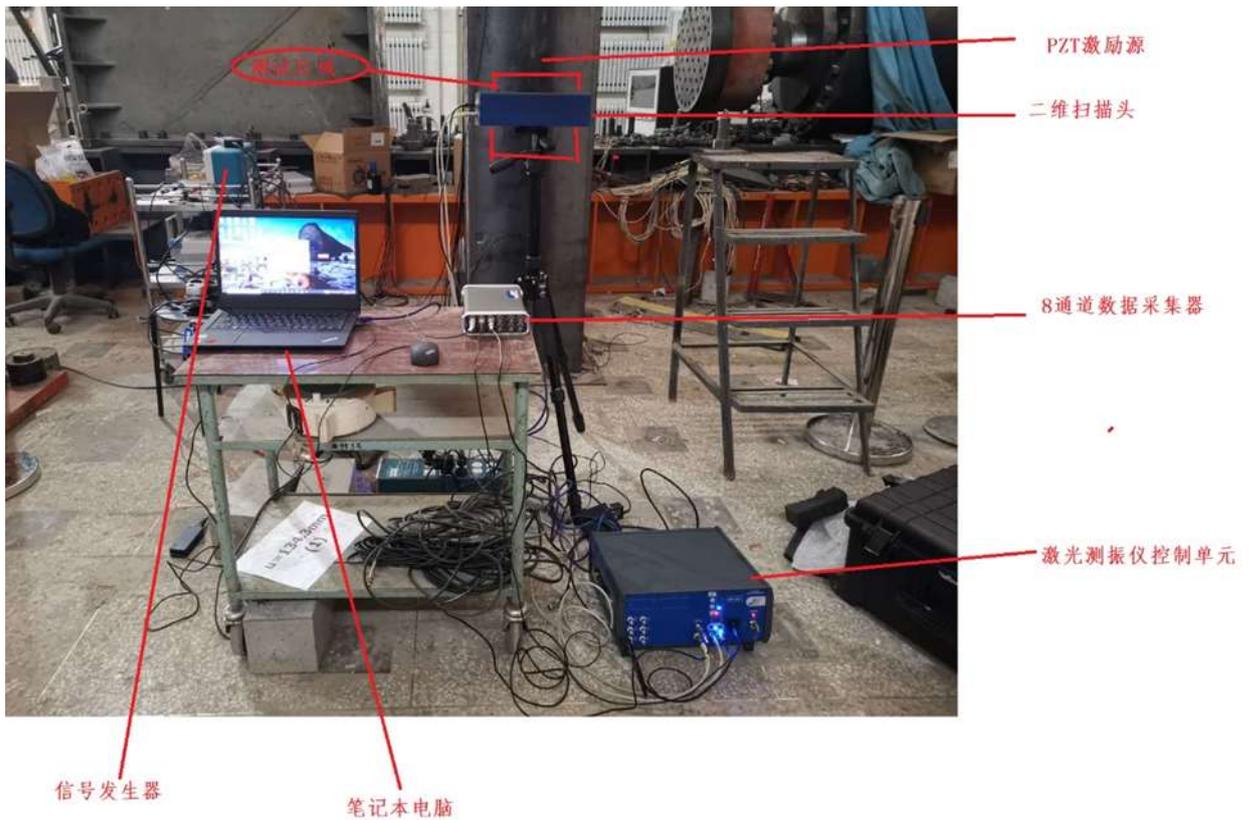
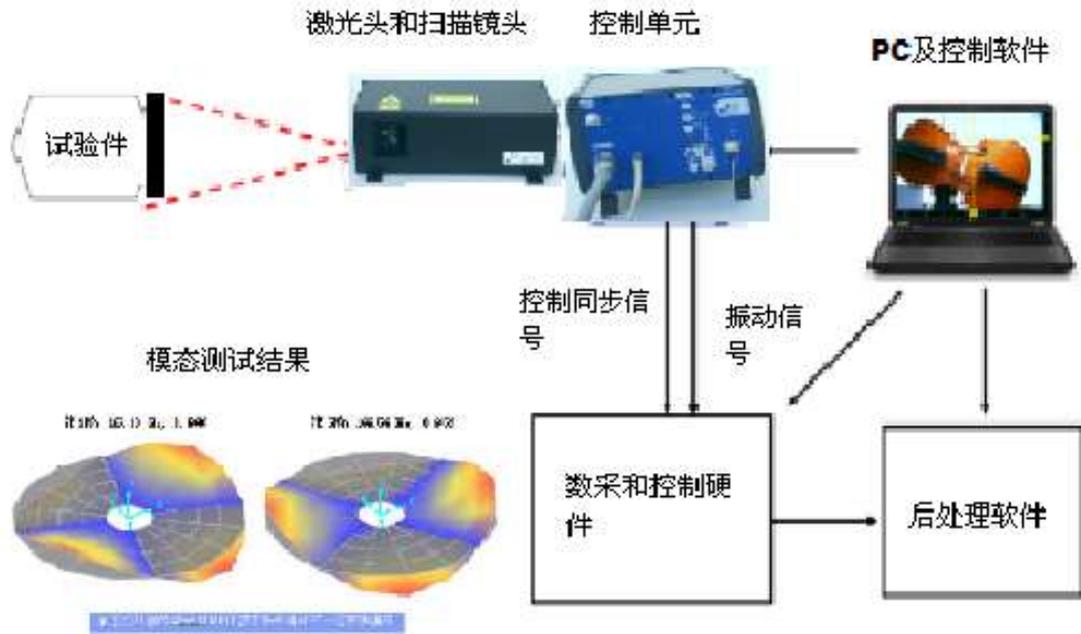
测点布置和激光束

**新型单点扫描激光测振仪**

南京维提思的 VSM1000-EXT-SCAN 激光测振仪运用偏移扫描系统发出的激光束，因此可以采用非接触法对大型结构物进行全场振动分析。这套系统具有最小和最轻便的光学头，进行市场上需要扫描应用的测试。

测试可以在粗糙和散射表面（比如未抛光的金属，塑料，橡胶，木质，纤维等）。模拟量输出是被测物位移或速度的对应值，频率范围从 DC 到 50KHZ（或只要加上作为选项的-EXT，频率便能从从 DC 到 3MHZ,10MHZ 甚至 35MHZ），工作距离 0.1-5m。

系统组成



单点扫描激光测振仪系统图

VSM1000-EXT-SCAN 单点扫描式激光测振仪是由 PC 电脑通过专业软件遥控测试而成，可以通过软件来设置激光束的偏移角度，外加数据采集系统进行存储和分析振动数据。

VSM1000-EXT-SCAN 单点扫描式测振仪由激光探头（含激光头，镜片扫描系统，摄像系统和轮廓遥测仪）、一套控制器单元、电子控制器及电脑，和一套可实现复杂几何表面扫描和测量的综合软件包组成。该软件包还包含了模态分析模块，应变场分析等应用软件。

VSM1000-EXT-SCAN 单点扫描式测振仪可在每个方向上 $\pm 25^\circ$  的扫描空间内测量高达 1024 个点/每轴。系统软件可实现：目标柔性测量网格的生成、已编程网格的自动化扫描、大量多种数据的分析和过滤选项、以及分析结果的 3D 动画和可视化显示。

扫描范围进一步扩大，扫描角度达 $\pm 25^\circ \times \pm 25^\circ$ ，扫描速率从 0.5 P/s 到 50P/s, 扫描点数为 $1024 \times 1024$ 点，一次扫描完成从尺寸几毫米小器件到十几米大的结构模态测量。

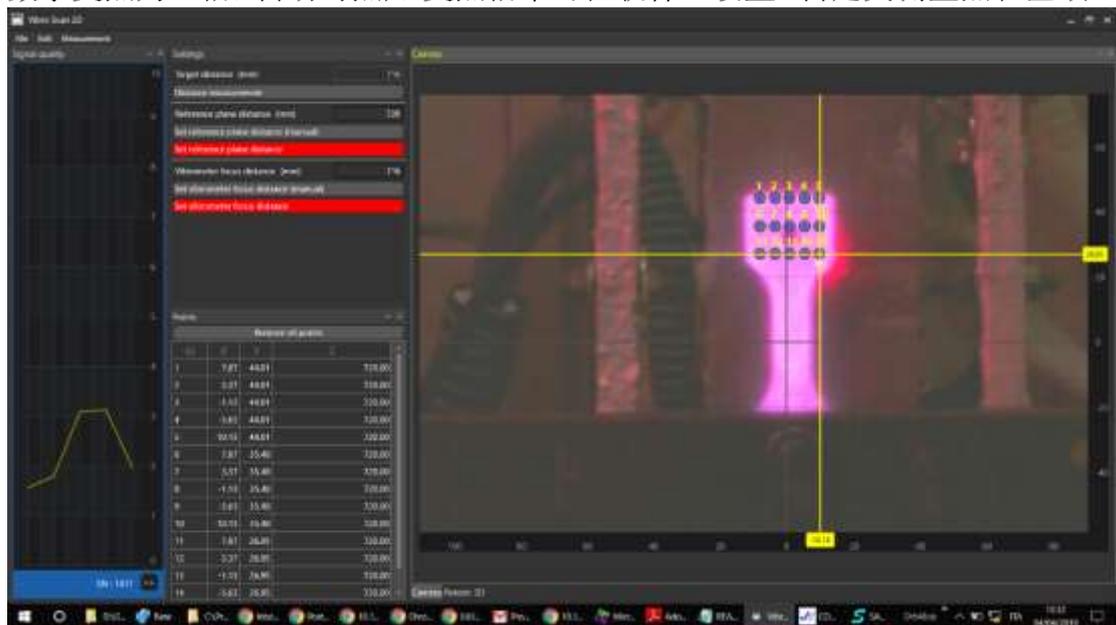
扫描过程中,数采系统具有时域和频域模块，所有点的振动以时域和频域方式逐点记录，数采的谱线数可高达 25600 点。数采系统采用自动量程方式，可以根据测量值的大小调节量程，以求最大的信噪比。

单点扫描式激光测振仪可配高性能计算机一台：内含激光测振仪数据管理系统；WIN7 或 WIN10 操作系统，32/64 位嵌入式系统，安装有扫描控制软件/数据采集软件/模态后处理软件/应变场计算软件,可连接 24 寸及以上的液晶显示屏; 10m-15m 主电缆。

### 单点扫描激光测振仪特点：

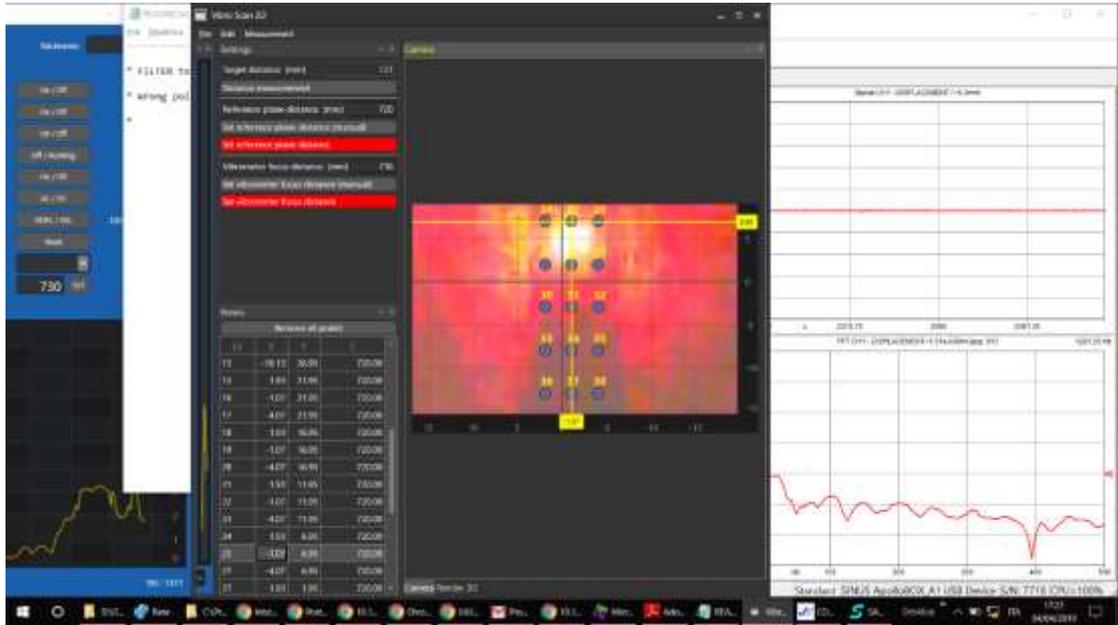
测点选择简单直观

高清型摄像-可以通过集成在激光头里面的摄像头观测到被测物。用户可以直接在被测物的图像上选择测点。用实时彩色 96 倍变焦成像系统(光学变焦为 24 倍，数字变焦为 4 倍，自动对焦)，变焦倍率可在软件上设置、自定义测量点和区域。



## 多模式快速扫描

**3D扫描几何图形**-通过集成在激光头部的**3D扫描激光遥测仪**获得被测物体的距离和轮廓图，也可以提高对焦速度，提高非平面物体的扫描速率（采用可预见或实时焦距调节模式）。一键式自动聚焦，一键自动扫描所有测试点，在扫描过程中不需要再对光学头做移动。标准配置的扫描速率最大为**50点/秒**。



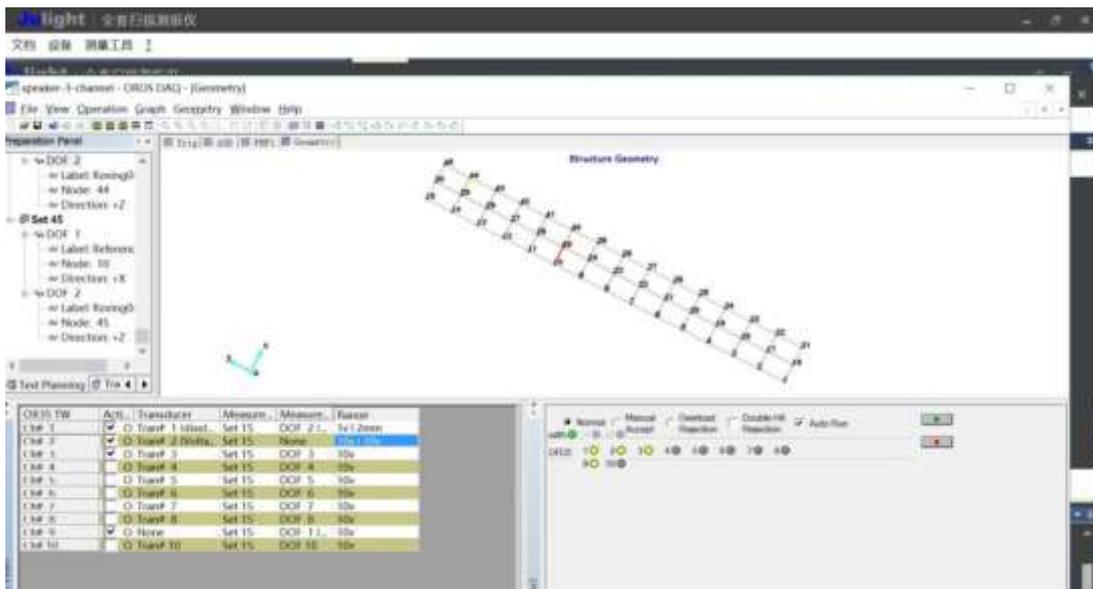
自动扫描和手动扫描两种模式可选：

根据客户需求，选择自动或手动两种模式，或自动与手动同时使用。控制软件具有专门的窗口，用绿/黄/红三种颜色判断激光测振仪拾取的测点的信号好坏（三种颜色对应好中差）。系统信号差的测点汇总起来，自动或手动地再次对这些测点扫描，同时，将这些测点反馈到数据采集系统，使得数据采集系统同时采集。单点扫描激光测振仪的控制部分将和数据采集系统双向通讯，使得两部分能协调工作。

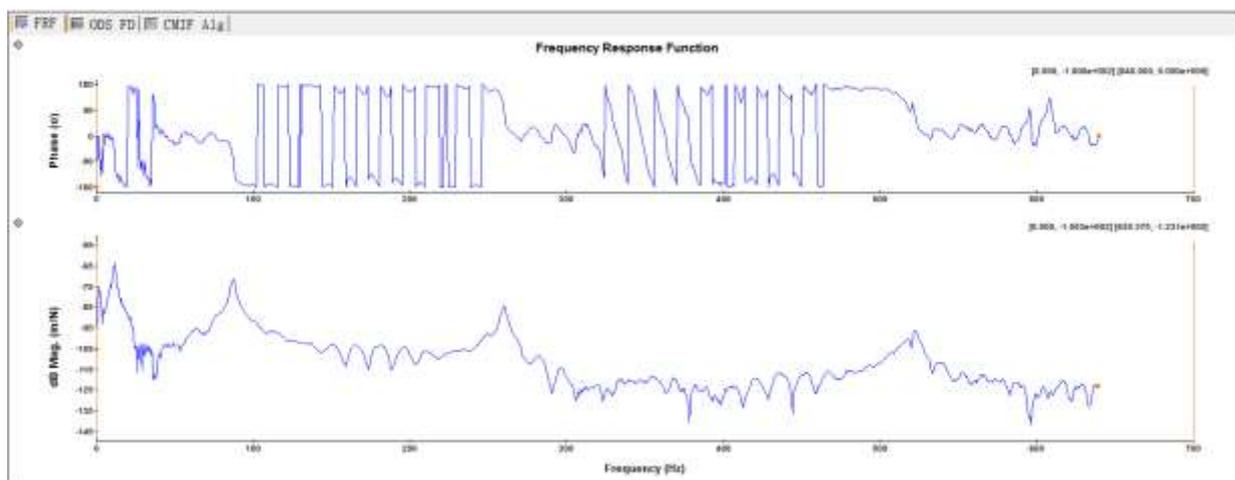


模态测试变得很简单

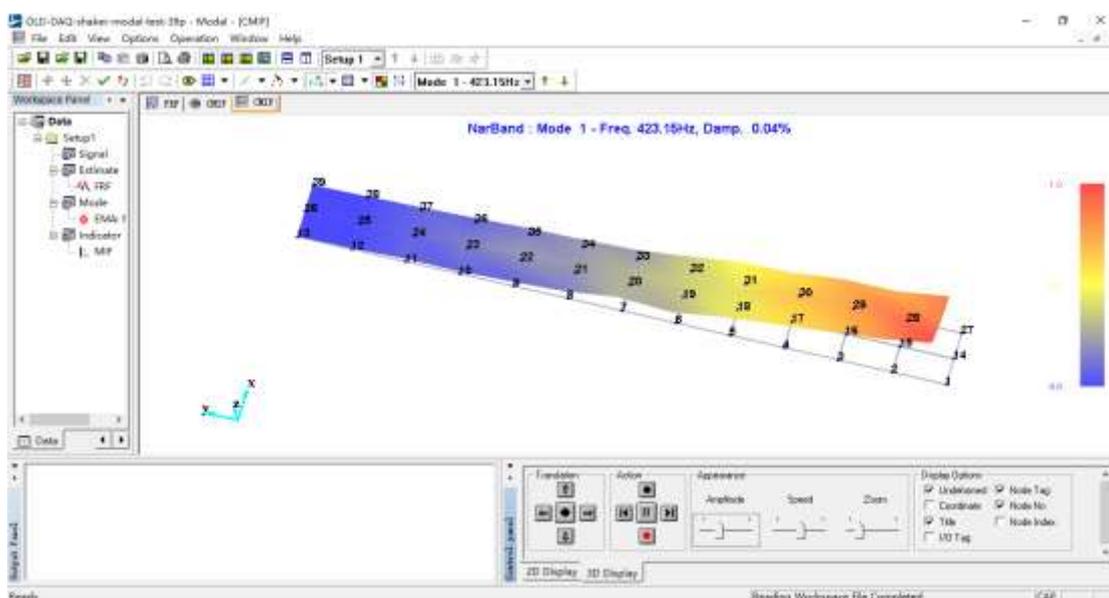
和 NJWTS 单点扫描测振仪配套的数据采集系统，控制单元通过扫描系统发出的脉冲（4.5VDC 脉冲），能做到和扫描系统同步采集。即使是多次平均采集，也一样可以使得扫描和数据采集同步。



采集测试计划设置



传递函数和模态分析



模态振型图

与传统多通道接触式传感器相比，VSM1000-EXT-SCAN 的操作更直观、更简单。启动系统获取形貌数据、定义扫描网格-即可开始扫描测试。

VSM-CONTROLLER控制软件包提供给用户大量的振动信息：各部位的振动状态，振幅大小及频率响应，频响函数等。由厂家集成的数据采集系统所配的模态采集软件，具有模态频响函数品质判断功能，采用自定义的判断准则来确定所测测点的频响函数的质量。如果该点的频响函数质量不好，将可以重新对该点进行测量。可显示任意频率下的频谱图，且能分析出共振点的位置，并将测量结果以图表、图形和动画的形式显示出来。这些图片和动画均可应用于演讲和报告，给人留下深刻印象。

指标说明如下表：

**VSM1000-EXT-SCAN**

位移范围 (峰-峰值)	40mm
速度范围	0-40 m/s (DC-3MHZ/10MHZ)

## 南京维提思实验仪器有限公司

振动频率范围	DC-3MHZ
工作距离	0.1m-5m
光学	平行（不需对焦）和对焦
目标表面	散射或背部反射面
信号输出	模拟位移和速度
激光头尺寸	10cm×8cm×20cm
电子控制器尺寸	24.6cm×15.5cm×29.6cm
激光头重量	2 kg
电子控制器重量	4 kg
低通滤波器	0.3, 1, 3, 10, 100 KHZ
输出电压（最大值）	±10 V
激光波长	1310nm, < 15 mw, Class 1M（不可见） 650 nm, < 1 mw, Class II（可见）
扫描范围	±25 °（X 和 Y 向）
扫描速率	0.5-50 p/s
每个轴最大扫描点数	1024（X 向）X 1024（Y 向）
激光光斑尺寸	100um（直径）
摄像机	18(Optical) X 4 (Digital)
遥测仪	测量误差±0.5mm, 测量距离和测点坐标
供电要求	电压 110V/220V
工作温度范围	光头：0-60° C, 控制器：0-50° C
相对湿度	≤80%
稳定性	设备在上述工作环境下能长期稳定工作

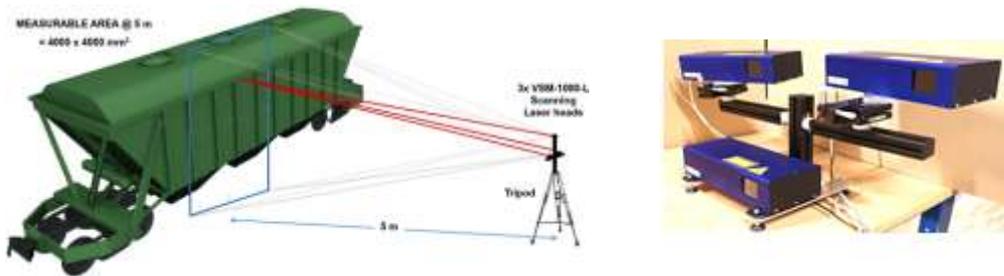
### 选项说明：

- 1) VSM1000-EXT-SCAN 表示工作距离 5 米的单点扫描激光测振仪。工作距离 10 米或以上的，除了加 LL 以外，把距离数据加进去。
- 2) VSM1000LL10m-SCAN-HS-EXT35M-EXTRA-TEM-IP68 表示工作距离为 10 米, HS-量为±250mm, EXT35M-频带宽为 35MHZ, EXTRA-带摄像机和遥测仪器, TEM-耐高温, IP68-防水型。
- 3) 以上各型号的频率带宽是可以定制的，最大带宽可到 35MHZ。EXT 表示频率拓展到 1MHZ, 3MHZ, 10MHZ。10MHZ 以上，需要在 EXT 后面加上数字，如 EXT20M, EXT35M。
- 4) 以上型号可以根据客户需要，把位移和速度量的量程分成多档（4 到 18 档）。
- 5) VSM4000-EXT-SCAN 是带控制器带扩展功能的单点扫描测振仪，控制器可以支持多个激光头或激光位移传感器。
- 6) 以上型号的测量激光的波长是可以根据客户的实际需求选择。

### 主要应用：

单点扫描激光测振仪适用于逐点测量许多点或一个面的振动信号，但必须是对稳态信号的测量。如汽车中碟式刹车器、挡风玻璃、发动机和车体等部件的 NVH 和 ODS 测量，发动机涡轮叶片和机械结构的模态分析，应力应变场的测试和疲劳分析和寿命预估。扬声器、乐器和噪声源的定位和控制，军事上的地雷探测、噪声探测和飞机老化测试。

### 1.35 三维扫描式激光测振仪



VSM4000-SCAN-3D 三维扫描激光测振仪



VSM-4000-SCAN-3D 三维扫描激光测振仪

南京维提思的三维扫描激光测试仪可以一次同时测量目标上一个点的三维振动（X, Y 和 Z 向），是一个精密度极高，可靠易用的非接触测量仪器。

VSM4000-SCAN-3D 是由三套单点扫描激光测振仪器，按照一定的布置方式组成，协调同步扫描完成在 0.1 米-5 米距离之内对任何表面进行非接触式逐点振动分析。该系统可由单人在野外环境下进行搬运、装配和操作。

VSM4000-SCAN-3D 测振仪由三套激光探头（每套含独立的激光头，独立的镜片扫描系统，独立的摄像系统和轮廓遥测仪）、三套控制器单元、电脑和一套可实现复杂几何表面扫描和测量的综合软件包组成。该软件包还包含了一个模态分析模块（选项）和全场应力分析软件（选项）。

VSM4000-SCAN-3D 测振仪可在每个方向上 $\pm 25^\circ$  的扫描空间内测量高达 1024 个点每轴。系统软件可实现：目标柔性测量网格的生成、已编程网格的自动化扫描、大量多种数据的分析和过滤选项、以及分析结果的 3D 动画和可视化显示。

VSM4000-SCAN-3D 测振仪可分解成三套独立的单点扫描测振仪，具有以上介绍的单点扫描测振仪的所功能和特点。

VSM4000-SCAN-3D 测振仪是由 PC 电脑通过专业软件遥控测试而成，可以通过软件来设置激光束的偏移角度，外加数据采集系统进行存储和分析振动数据。

测量数据输出格式：测量结果除了自带存储格式保存外，也可转换为模态分析软件（例如M+P，SDRC，LMS、MESCOPE等）可读取的格式，并能保存为动画或图片格式。

扫描范围进一步扩大，扫描角度达 $\pm 25^\circ \times \pm 25^\circ$ ，扫描速率从0.5 P/s 到50P/s, 扫描点数为 $1024 \times 1024 \times 1024$ 点，一次扫描完成从几个厘米小器件到十几米大结构的模态测量。

扫描过程中, 数采系统具有时域和频域模块，所有点的振动以时域和频域方式逐点记录，数采的谱线数可高达 25600 点。数采系统采用自动量程方式，可以根据测量值的大小调节量程，以求最大的信噪比。

激光测振仪可配高性能计算机工作站一台：内含激光测振仪数据管理系统；WIN7 或 WIN10 操作系统，32/64 位嵌入式系统，安装有扫描控制软件/数据采集软件/模态后处理软件/应变场计算软件，可连接 24 吋及以上的液晶显示屏；10m-15m 主电缆。

#### VSM4000-SCAN-3D 激光测振仪的技术参数：

振动速度范围	$\pm 2\text{m/s}$
振动位移范围	$\pm 10\text{mm}$
振动频率范围	DC to 50KHZ
工作距离	0.1 m to 5 m
最小速度分辨率	0.01 $\mu\text{m}/\sqrt{\text{HZ}}$
最小位移分辨率	10 pm
扫描角度	$\pm 25^\circ$ (X 和 Y 向)
扫描速率	0.5 - 50 p/s
每个轴上的扫描点数	1024 (X 向) X1024 (Y 向) X1024 (Z 向)
校准精度	$\pm 1\%$
使用环境条件	环境条件 <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 大气温度：0 °C ~ +60 °C；</li> <li>➤ 室内温度：0 °C ~ +60°C；</li> <li>➤ 相对湿度小于80%。</li> </ul>

#### 选型说明：

- 1) VSM4000-SCAN-3D 表示工作距离为 5 米的三维扫描激光测振仪。工作距离为 10 米的或以上的，除了加 LL 以外，把距离数据加进去。
- 2) VSM4000LL10m-SCAN-3D-HS-EXT35M-TEM-IP68 表示工作距离为 10 米, HS-量程为 $\pm 250\text{mm}$ , EXT35M-频带宽为 35MHZ, TEM-耐高温, IP68-防水型。
- 3) 以上各型号的频率带宽是可以定制的，最大带宽可到 35MHZ。EXT 表示频率拓

展到 10MHZ, 及 10MHZ 以上, 需要在 EXT 后面加上数字, 如 EXT20M, EXT35M。

4) 以上型号可以根据客户需要, 把位移和速度量的量程分成多档 (4 到 18 档)。

5) 以上型号的测量激光的波长是可以根据客户的实际需求选择。

### 系统组成

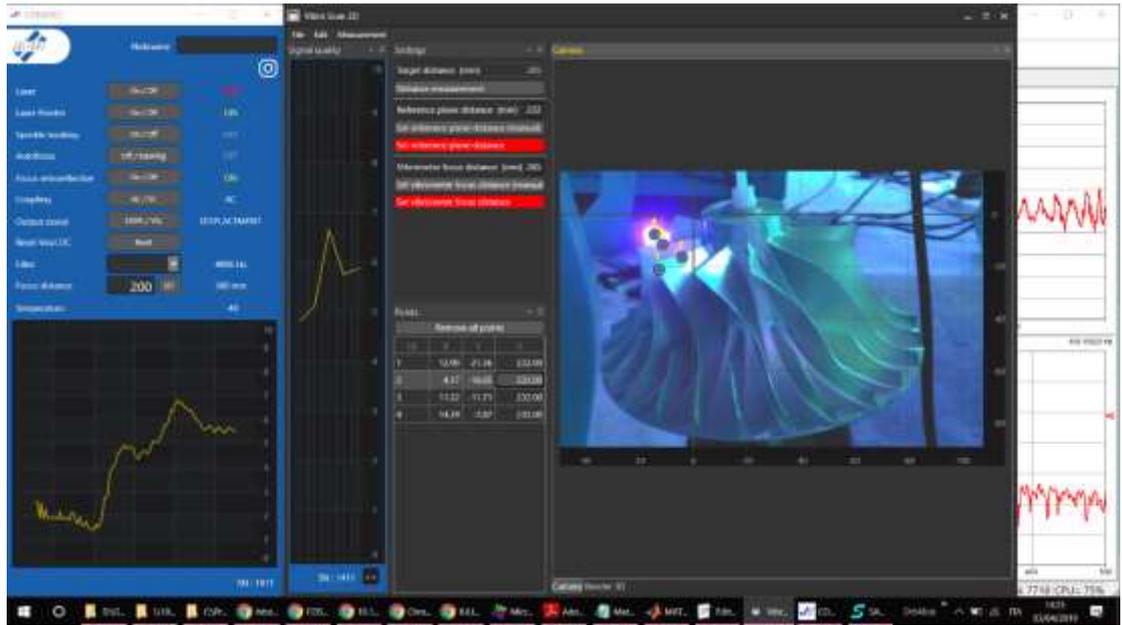


三维扫描激光测振仪系统

### 三维扫描激光测振仪的特点:

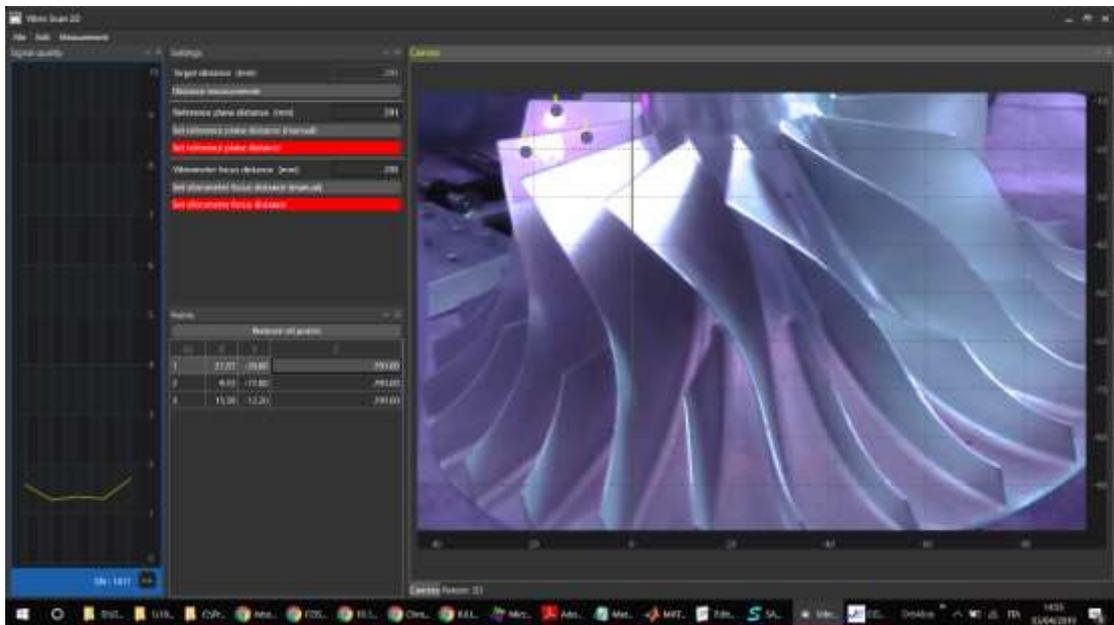
#### a. 测点选择简单直观

高清型摄像-可以通过集成在激光头里面的摄像头观测到被测物。用户可以直接在被测物的图像上选择测点。用实时彩色 96 倍变焦成像系统 (光学变焦为 24 倍, 数字变焦为 4 倍, 自动对焦), 变焦倍率可在软件上设置、自定义测量点和区域。



b. 多模式快速扫描

3D扫描几何图形-通过集成在激光头部的3D扫描激光遥测仪获得被测物体的距离和轮廓图，也可以提高对焦速度，提高非平面物体的扫描速率（采用可预见或实时焦距调节模式），能够完成构件的形貌扫描，生成被测件的表面形状用于定义三维扫描网格。一键式自动聚焦，一键自动扫描所有测试点，在扫描过程中不需要再对光学头做移动。扫描速率最大为50点/秒。



涡轮叶片振动模式测量

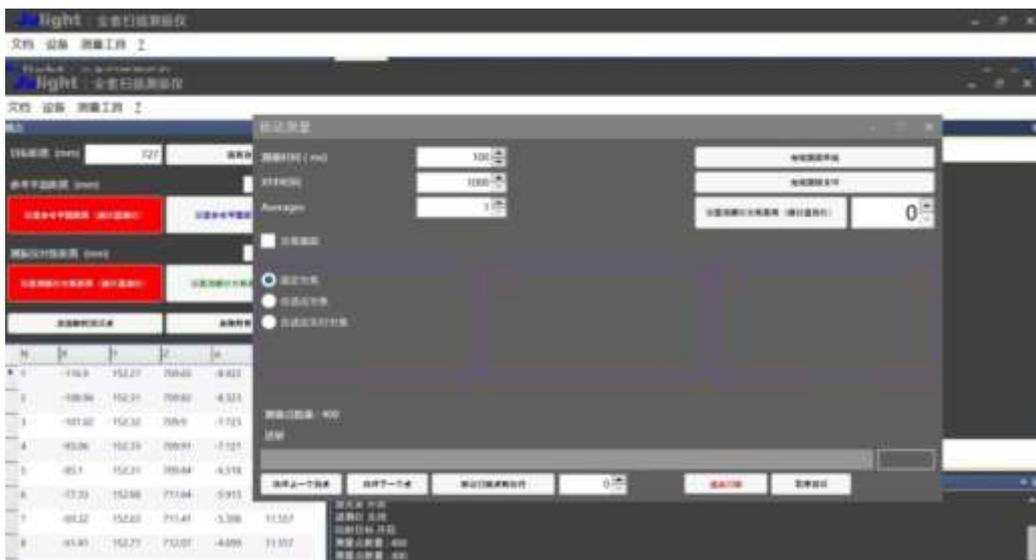
c. 自动扫描和手动扫描两种模式可选：

根据客户需求，选择自动或手动两种模式，或自动与手动同时使用。控制软件具有专门的窗口，用绿/黄/红三种颜色判断激光测振仪拾取的测点的信号好坏（三种颜色对应好中差）。系统信号差的测点汇总起来，自动或手动地再次对这些测点扫描，同时，将这些测点反馈到数据采集系统，使得数据采集系统同时采集。三维扫描激光测振仪的控制部分将和数据采集系统双向通讯，使得两

部分能协调工作。



全自动扫描和半自动扫描相结合



手动扫描

### d.3D快速对焦和快速扫描

采用遥测仪系统:采用高精度的遥测仪可以随着激光束进行扫描,对所测表面进行轮廓和每个测点的X,Y,Z向坐标信息的测量,也可以实现实时快速对焦功能。



轮廓表面各点的坐标信息

e. 自动扫描和存储数据

扫描过程中,所有点的振动以时域和频谱方式逐点存储于不同的文件中

f. 使得困难的事情变得简单

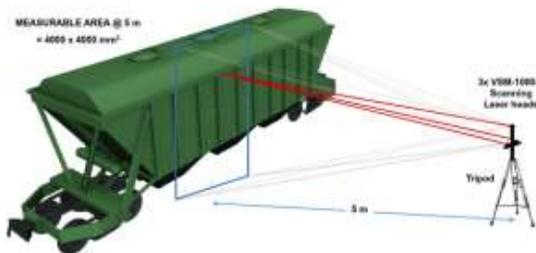
软件界面类似 2D 扫描测振仪的界面（无须复杂的界面）复杂的东西被隐含了，整个的操作是由软件操作，而不是用户。

三套摄像机 + 三套激光遥测仪

三套 3D 轮廓扫描

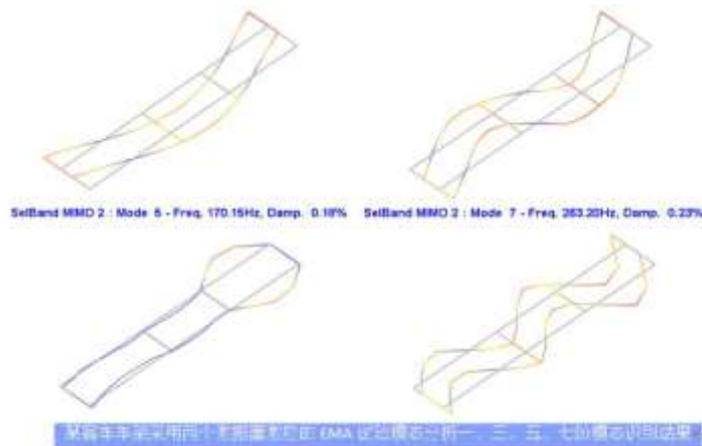
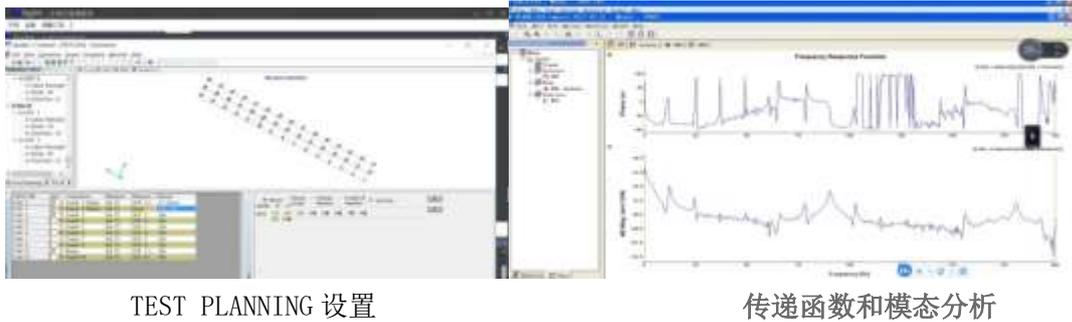
一套可视摄像机

三束激光的对中问题容易解决/三束激光必须打在测试表面的同一点上自动对中功能减少了很多工作量，加上手动对中功能，使得用户很容易而且快速完成对中这个原本复杂的任务。



g. 模态测试变得很简单

和 NJWTS 三维扫描测振仪配套的数据采集系统，主控制单元通过扫描系统发出的脉冲（4.5VDC 脉冲），能做到和扫描系统同步采集。即使是多次平均采集，也一样可以使得扫描和数据采集同步。



模态振型图

与传统多通道接触式传感器相比，VSM4000-SCAN-3D 的操作更直观、更简单。启动系统获取形貌数据、定义扫描网格-即可开始扫描测试。

VSM-CONTROLLER控制软件包提供给用户大量的振动信息：各部位的振动状态，振幅大小及频率响应，频响函数等。由NJWTS厂家集成的数据采集系统所配的模态采集软件，具有模态频响函数品质判断功能，采用自定义的判断准则来确定所测测点的频响函数的质量。如果该点的频响函数质量不好，将可以重新对该点进行测量。可显示任意频率下的频谱图，且能分析出共振点的位置，并将测量结果以图表、图形和动画的形式显示出来。这些图片和动画均可应用于演讲和报告，给人留下深刻印象。

测量数据输出格式：测量结果除了自带存储格式保存外，也可转换为模态分析软件（例如M+P, SDRC, LMS、MESCOPE等）可读取的格式，并能保存为动画或图片格式；

扫描范围进一步扩大，扫描角度达 $\pm 25^\circ \times \pm 25^\circ$ ，扫描速率从0.5 P/s 到50P/s, 扫描点数为 $1024 \times 1024 \times 1024$ 点，一次扫描完成从几个毫米小器件到十几米大结构的模态测量。

扫描过程中,数采系统具有时域和频域采集模块，所有点的振动以时域和频域方式逐点记录，数采的谱线数可高达 25600 点。数采系统采用自动量程方式，可以根据测量值的大小调节量程，以求最大的信噪比。

激光测振仪可配高性能计算机工作站一台：内含激光测振仪数据管理系统；Win7或win10操作系统，32/64位嵌入式系统，安装有扫描控制软件/数据采集软件/模态后处理软件/应变场计算软件，可连接24吋及以上的液晶显示屏；10m-15m主电缆。

### 主要应用：

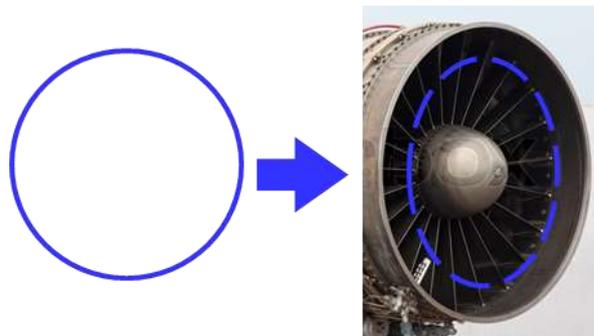
三维扫描激光测振仪适用于逐点测量许多点或一个面的振动信号，但必须是对稳态信号的测量。例如汽车中碟式刹车器、挡风玻璃、发动机和车体等部件的NVH和ODS测量和阻尼比测量，航空航天/船舶/兵器/核电/电厂的模态测试。航空和船舶发动机涡轮叶片等旋转机械结构在高速旋转情况下的振动模态，应力应变场的测试和疲劳分析和寿命预估。扬声器、乐器和噪声源的定位和控制，军事上的地雷探测、噪声探测和飞机老化测试。

### 三维扫描激光测振仪的旋转功能选项：



激光速旋转跟踪器

- 利用高速/先进的扫描镜片代替光学反旋转器
- 使得用户能把普通的3D扫描测振仪和旋转跟踪选项结合
- 用户无须使用旋转物和反旋转器的精确的机械对中
- 对中操作由软件完成，无须用户参与
- 可以实现有倾角地对旋转物体进行跟踪  
轨迹可以是个椭圆，不一定是个圆



旋转目标的模态振型

**工作原理：**

意大利南京维提思的激光扫描测振仪（2D 和 3D）可以和旋转跟踪器选项配合，对旋转目标如碟片，车轮，风扇，发动机叶片等在旋转过程中进行精确的振动和模态测量。

对旋转目标上测点的跟踪是通过驱动两轴向光镜实时同步旋转，这样使得激光束总能对准旋转表面的同一个点。使用三套旋转跟踪器选项，和 3D 扫描激光测振仪配合，可以做 3D 振动测量，即使用三束激光，从不同角度对准旋转面上的同一个点进行测量。

旋转跟踪器选项是通过一个非常精密和电子硬件和软件控制完美结合来实现和旋转目标同步旋转的。系统从测速仪或速度解码器 SNS-1000-TACHO 获取转速信号，它可以使激光束和旋转目标同步运动，跟踪的相位从 0 到 360 度，即：旋转目标上的所有点可以被跟踪，这样几乎和旋转目标静态时测量一样，从而获取振动测量数据。

系统都是自动对中和自动对焦，用户无需经过很复杂的调试过程。

对于一些转速变化的旋转目标（比如电机的开启和关机过程），系统也能准确和实时地跟踪转速变化，使得激光束快速实时调整，准确地跟踪转速变化的目标。

由于旋转目标高速旋转，激励力信号是无法测量，南京维提思采用额外的激光头（OH-1000-L），这个激光头瞄准旋转目标的中心位置（即固定点）作为参考点来对旋转激光束的振动测量结果进行相位调整。

**指标说明如下表：**

旋转功能：	
输入信号：	高精度测速仪（TTL） 脉冲角度解码器（TTL） 同步跟踪装置信号
最大转速	20,000 RPM
最大转速变化率：	1000 rpm/s
允许的角度范围：	50° x 50°（全场）
相位跟踪误差：	<0.5°（测速仪信号） <0.2°（解码器信号）
激光光斑尺寸	100um（直径）
供电要求	电压 110V/220V

**选型说明：**

在三维扫描激光测振仪各型号后面加上 ROTATION-OPT, 表示由普通的三维扫描激光测振仪变为对旋转结构进行测量的三维扫描激光测振仪。

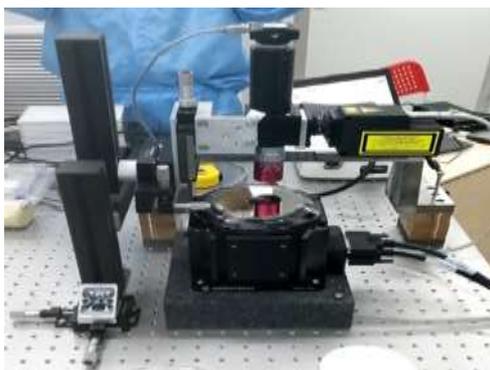
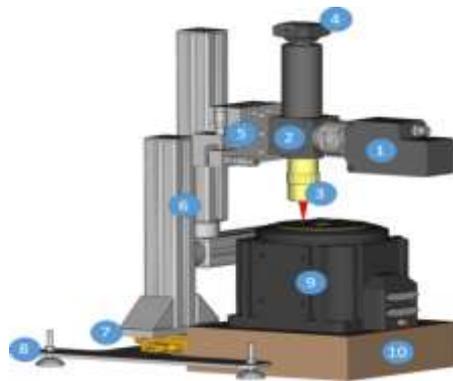
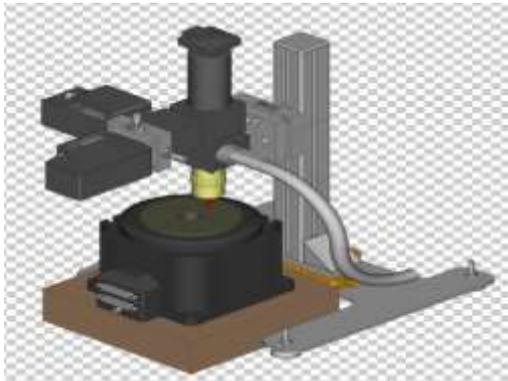
**主要应用：**测量结构（比如航空发动机叶片/涡轮叶片/高速转盘）在高速旋转状况下的振动/模态/应变场测试。

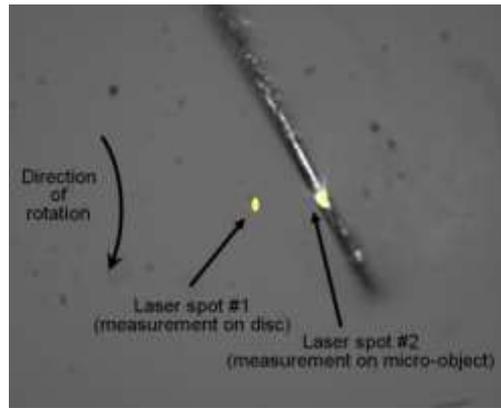
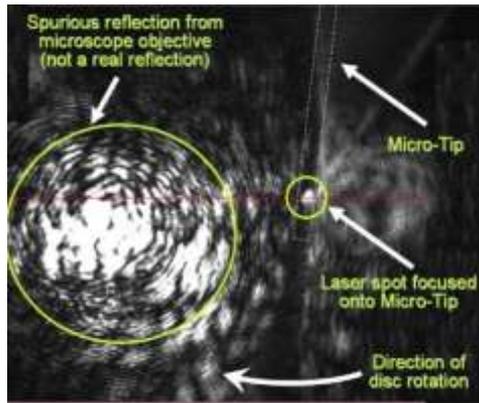
## 1.36 特种激光测振仪

### 1.361 VSM1000-MICRO 显微式激光测振仪

基于自混干涉技术的激光测振仪的构造要比传统的多普勒效应的激光测振仪简单得多。从半导体二极管出来的激光打到反射或散射表面后，一小部分背反射或背散射的光再次进到激光腔体，然后产生干涉信号，从中可以得到被测表面法向方向的位移。

VSM1000-MICRO 采用两种激光。测量振动的激光是红外（波长 1310nm），不可见的。红外和不可见激光对眼睛是完全的。另外一个红色的指示激光是为不可见的红外激光对中之用。为了不占满摄像机，红色指示激光的功率减到 1mw，光斑大小为 10 $\mu$ m。激光测振仪被附在显微镜的特殊调节架上，边通滤波镜主要用以红外激光和可见激光的反射，然后分别聚焦到测试目标上。滤波镜能够传递 20%从测试表面上散射回来的光，并且在 CMOS 摄像机的传感器上聚焦。为了能对中方便，显微镜装在一个俯仰、倾斜和旋转位移台上。显微镜激光测振仪测量测试表面的法向分量的振动。





**性能指标:**

测量范围: 13mm X 13mm

显微镜摄像机可见区域: 2mm X 2mm

摄像机分辨率: 1.4um

激光等级: 2

频率范围: 0-50KHZ (加EXT选项可拓展到35MHZ)

位移分辨率: 10 pm/sqrt(Hz)

速度分辨率: 0.1 (um/s)/sqrt(Hz)@1KHz, 100 (um/s)/sqrt(Hz)@ 2MHz

精度: 1%

工作距离:

45.0 mm(5倍放大),

30.8 mm (20倍放大)

20.5 mm(50倍放大)

光斑大小:

20 um(5倍放大)

8 um(20倍放大)

< 4 um (50倍放大)

量程大小:

2 mm(5倍放大)

0.75mm(20倍放大)

0.5 mm(50倍放大)

最大速度:± 1 m/s (0-50KHZ) , ±10 m/s @1MHz ; ±40 m/s @3MHz

**选型说明:**

显微式激光测振仪可以上单点的,也可以做成二维扫描和三维的。

如 VSM1000-MICRO 表示显微式单点测振仪。

VSM4000-MICRO-SCAN-2D 表示显微式二维扫描激光测振仪。

VSM4000-MICRO-SCAN-3D 表示显微式三维扫描激光测振仪。

频带宽为:

标准产品：0-50KHZ, 可拓展到 3MHZ/10MHZ/35MHZ。

如：VSM4000-MICRO-SCAN-3D-EXT 表示频带宽为 3MHZ 的显微式三维扫描激光测振仪。

如果需要 10MHZ 和 35MHZ，需把数据加载 EXT 后面。

VSM4000-MICRO-SCAN-3D-EXT35M 表示频带宽为 35MHZ 的显微式三维扫描激光测振仪。

### 主要应用：

显微式激光测振仪主要用于芯片/电力半导体器件/半导体薄膜/MEMS 的零部件/电子器件和供电内部连接件/MEMS 加速度传感器模子的振动模态及结构优化。如：硅片、IC、LCD、TFT、PCB、MEMS 激光加工、晶片测试、半导体材料、线束加工蚀刻、液晶电池盖、导线框架等产品的检查观察。

## 1. 362 水下振动激光测振仪



南京维提思的水下振动激光测振仪 VSM1000-UW 采用波长为 780nm 的半导体激光，利用水或水混合物的对次波长的吸收率非常低，再和自混合干涉技术结合起来，可以完成从空气中对水中（分水厚度为 0-50cm 或 0-200cm）运动物体表面的测量，并且通过软件，自动修正测量结果，从而能测量出水中物体表面的微小振动。

### 激光测振仪指标：

光学指标：

激光类型：

$P_{out} < 1 \text{ mW @ } 650 \text{ nm}$ （平行光）

$P_{out} < 5 \text{ mW @ } 780 \text{ nm}$ （聚焦光）

激光等级：

- Class 2 @ 650 nm (可见)
- Class 1M @ 780 nm (不可见)

激光头尺寸: 50 mm x 70 mm x 105 mm

控制单元尺寸: 12.5 cm x 15.5 cm x 29.6 cm

激光测振仪指标:

量程(峰-峰): 40mm

频率范围: 0-50KHZ(可选 1MHZ, 3MHZ, 10MHZ 或 35MHZ)

分辨率: 0.2 nm/√Hz

精度: 1% (0-50KHZ), 5% (20KHZ-35MHZ)

可穿越水的最大厚度: 0-50cm 和 0-200cm 两种

加 IP68 选项, 可以变成防水型激光测振仪。

### 选型说明:

南京维提思的激光测振仪, 包括单点/单点扫描/三维扫描激光测振仪的所有型号, 后面加上 UW 就变成水下振动激光测振仪。或加上 IP68 变成防水型激光测振仪。

如:

VSM1000-UW 表示工作距离为 5 米的水下结构激光测振仪。

VSM1000-IP68 表示工作距离为 5 米的防水型激光测振仪。

VSM1000-SCAN-UW 表示工作距离为 5 米的测水中振动的二维扫描激光测振仪。

VSM1000-SCAN-IP68 表示工作距离为 5 米的防水型二维扫描激光测振仪。

VSM4000-EXT-SCAN-IP68 表示工作距离为 5 米的防水型三维扫描激光测振仪。

### 主要应用:

水中结构的振动/模态/应变测量。

## 1.363 双头激光测振系统

- 激光技术
- 实时同步输出位移, 速度和加速度
- 测量发动机头部振动
- 100KHZ 带宽
- 控制模块-可到 N 个通道:
  - 多个激光位移传感器模块
  - 多个激光测振仪模块

### OH-1000 激光头



激光位移传感器

- 通道间求差，自动消除基础振动影响

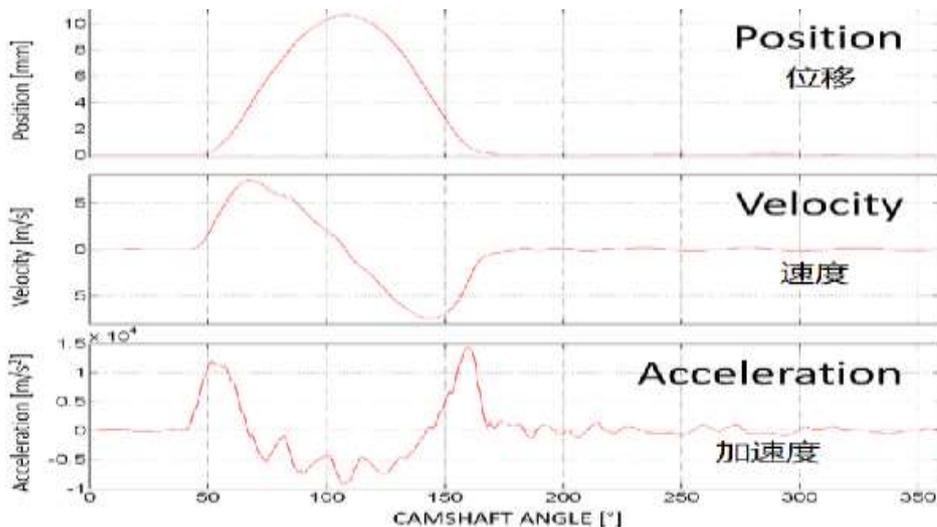
## 先进的激光位移传感器

LVM4000 激光系统包含多达 2 个 LT-10030 激光位移传感器，能够准确地测量发动机阀门的运动，使得采用两个传感器测量同一气缸的两个阀门的运动成为可能（吸气-吸气，吸气-排气，排气-排气）。两个激光采用不同的波长以避免相互干涉。

南京维提思采用独特的信号处理电子系统，使得系统能同时测量阀门的位移，速度和加速度三个信号。所有的信号都是实时没有延迟地测量出来，而且和旋转曲轴出来的编码信号同步。

由于具有很低的噪声（时域小于 15 $\mu$ m（峰-峰值），使得测试的高精度有保证，即使对哑光白色漆面也能够取得好的测量效果。

激光测振仪 LVM4000 激光系统包含一个激光仪通道 OH-1000, 外加一个小型的激光头（这得感谢南京维提思自混合的自主知识产权技术）



从激光测振仪的信号可以从三角距离传感器测量的阀门位移信号的内部减除，这样可以消除汽缸盖的不需要的振动，因此可以获得较清晰和平滑的阀门运动信号。为达到这个目的，激光测振仪的光束是打在气缸盖的中心位置（如上一页的图示）激光测振仪也可以独立用作一般性的振动测量，可以在汽车研究中心的 NVH 部门服务。激光测振仪器可以从通过 PC 机里的软件进行控制。

这套特制的软硬件工具 LVM4000 超高分辨率激光系统提供了离线和超高分辨率的阀门运动的分析方法，直接从激光干涉信号获得，而且位移精度为 1 $\mu$ m. 这套工具可以精密分析阀门运动细节，也能测量一些非重复性的或预想之外的事件。LVM-4000 超高分辨率激光系统包含：

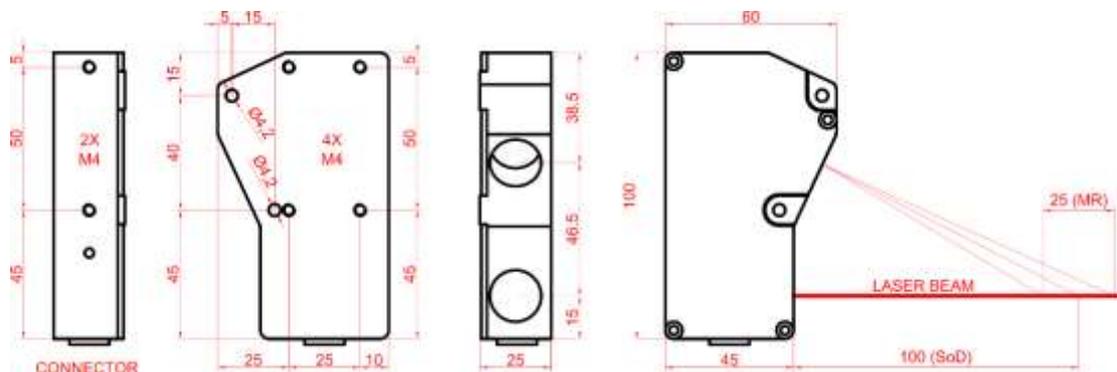
- 1) 高速数采，能采集从激光测振仪出来的信号

- 2) 装有 WINDOWS10 的笔记本电脑
- 3) 能采集时域信号的采集软件，能处理信号，能提供阀门运动的位移 / 速度 / 加速度曲线，可达 125 个阀门周期

### LT10030 激光位移传感器技术参数

工作距离 (SoD)	100 mm
测量范围 (MR)	85 -115 mm (SoD ± 15 mm)
最大的可测量的阀门升程	30 mm
带宽	可选择的低通滤波器 (2 kHz 和 20 kHz)
线性度	< 0.6μm (for SoD ±7 mm) ; < 30 μm (for SoD ±15 mm)
模拟量输出	位移 [0.5 V/mm] 速度 [0.5 V/(m/s)] 加速度 [0.5 mV/(m/s <sup>2</sup> )]
位移分辨率和精度 (时域)	15 μm (0.05% full scale), limited by noise, for 100 kHz bandwidth
噪声等效位移	0.01 nm/√Hz
空间横向分辨率	0.5 mm
被测目标面	散射面/哑光白色漆面
激光波长	630 ± 10 nm, or 660 ± 10 nm
激光功率	20 mW (in standard operating condition) < 1 mW (in safety mode)
激光等级	Class 3B in standard operating condition Class 2 in safety mode (i.e. when target surface is not present)
(according to IEC 60825-1:2014)	
激光头电缆	10 m (5 m optional)
传感器尺寸 (L x H x W)	60 mm x 100 mm x 25 mm
重量(只有传感器头)	0.3 kg
操作温度	Optical Head :0°C to +60 °C ,Cable : 0°C to +60 °C

### LT10030 激光位移传感器激光头尺寸



(所有单位为 mm)

**VSM4000-T1-V1-EXTRA 激光测振仪技术参数**

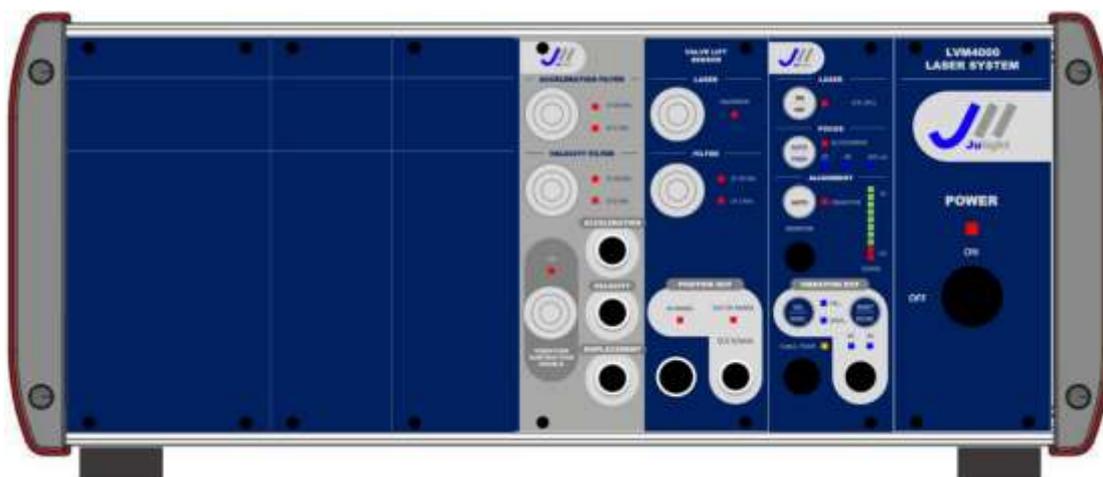
测量范围	±250mm,±200mm , ±180mm±,160mm,±140mm,±120mm±,100mm,±80mm,±60mm, 4±0mm,±20mm,±15mm,±10mm,±5mm,±2mm,±1mm,±0.5mm ,±0.2mm,±0.1mm
速度量程	±0.1m/s, ±0.2m/s, ±0.5m/s, ±1m/s±2m/s, ±5m/s, ±10m/s, ±12m/s, ±15m/s, ±18m/s, ±20m/s,±25m/s, ±28m/s, ±30m/s, ±33m/s, ±36m/s, ±38m/s, ±40 m/s
输出信号	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 位移/速度 (BNC 接头)</li> <li>• 监测: 光学信号电平+ 光斑跟踪激发电平 (3.5mm jack)</li> <li>• +-10V 模拟电压信号</li> <li>• 可以和其他数采如 LMS,M+P,BK 等兼容</li> </ul>
灵敏度	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 位移: 0.5 mV/μm</li> <li>• 速度: 5 V/(m/s)</li> </ul>
最小分辨率	位移: 10pm                      速度: 6 纳米/秒/H z 带宽
频响范围	0-3MHZ
低通滤波	低通滤波: 300HZ,1KHZ,5KHZ,10KHZ,50KHZ,100KHZ,500KHZ,1MHZ,2MHZ,3MHZ
高通滤波	5HZ,100HZ,300HZ,500HZ,5KHZ,10KHZ,50KHZ,100KHZ
精度 (相对精度)	1 %
空间横向分辨率	100 μm
测量表面	散射
工作距离	0.1m - 5 m
对焦方式	手动对焦, 自动对焦, 软件对焦, 全自动快速对焦 (遥测仪)
激光功率	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 指示激光 (可见): Power &lt; 1 mW @ 650 nm (collimated)</li> <li>• 测量激光 (不可见): Power &lt;1 mW @ 1310 nm (focused)</li> </ul>
激光安全等级 (according to IEC 60825-1:2014)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 可见激光: Class 2</li> <li>• 不可见激光: Class 1</li> </ul>
激光头尺寸	80 mm x 100 mm x 120 mm
激光头电缆	10 m
摄像机: 遥测仪	5 HPM,测试面可视化 精度: +-0.5mm, 实现快速全自动对焦
操作问题	光学头: 0 °C to +60 °C    电缆: 0 °C to +60 °C
湿度	相对湿度: 80% (无凝露)

OH-1000 激光头

PC 控制软件



LVM4000-T1-V1-EXTRA 控制单元



LT10030  
激光位移传感器模块#1

OH-1000  
激光测振仪模块

- 位移+速度+加速度
- 可选择低通滤波器
- 自动消除两激光测振仪之间的信号

**LVM4000-T1-V1-EXTRA 控制单元技术参数**

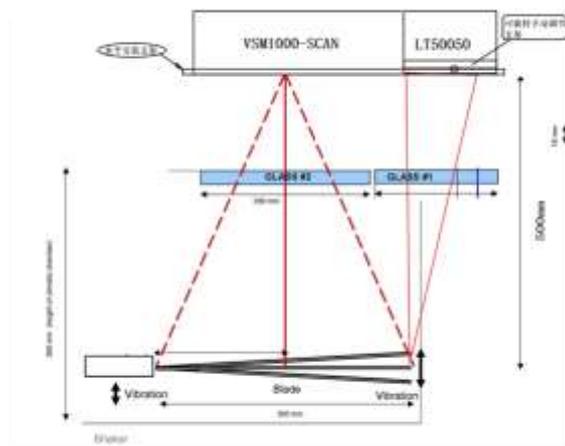
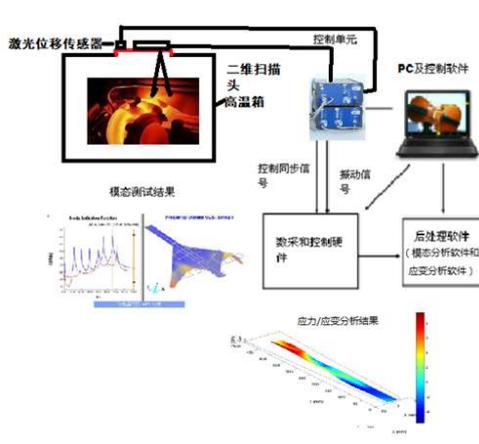
尺寸	320 mm x 360 mm x150 mm
供电	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 110-120 VAC / 60 Hz</li> <li>• 220-240 VAC / 50 Hz</li> </ul>
最大耗电	15 VA
接口	USB 2.0 (for Laser Vibrometer channel)
重量	6 kg (max)
操作温度	+ 0 °C to +60 °C (non-condensing humidity)

**主要应用：**

- 1.汽车或摩托车的发动机/齿轮箱/管路/涡轮增压/凸轮/皮带的振动。
- 2.测功机的壳体振动，旋转轴的径向振动和轴向窜动。
- 3.气缸气门的振动测量。

**1.364 旋转件振动/模态/应变测试系统**

**1.3641 旋转件测试系统：**

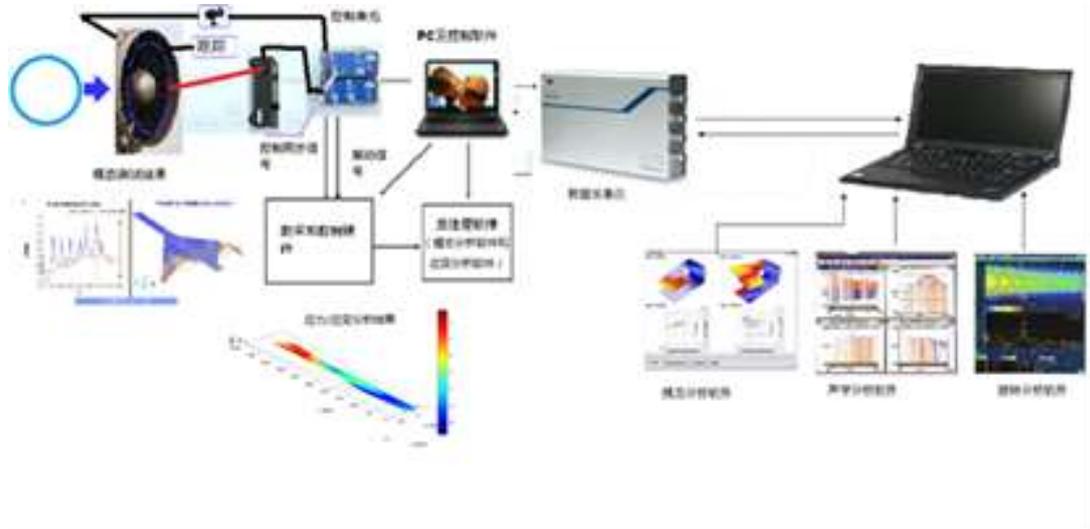


叶片振动台上高温模态/应变测试

**工况条件：** 温箱温度：900° C,振动台信号：正弦或随机  
**系统指标：**

- 1) 二维扫描激光测振仪主要指标：  
 工作距离：0.1-5 米，测试范围：4.5 米 X4.5 米，频率范围：0-100 kHz，  
 最大速度：2 或 10m/s，位移最大量程：±10mm。
- 2) 激光位移传感器指标：  
 中心距离：500mm，量程：±25mm，精度：15um@5kHz 。
- 3) 数据采集器：

- 4 通道输入，1 通道输出，采样率：102.4kHz 。
- 4) 模态分析软件：含基本软件功能，ODS/EMA/OMA 功能。
- 5) 应变/应力计算软件：图形显示，数据输出，精度：1 个微应变。

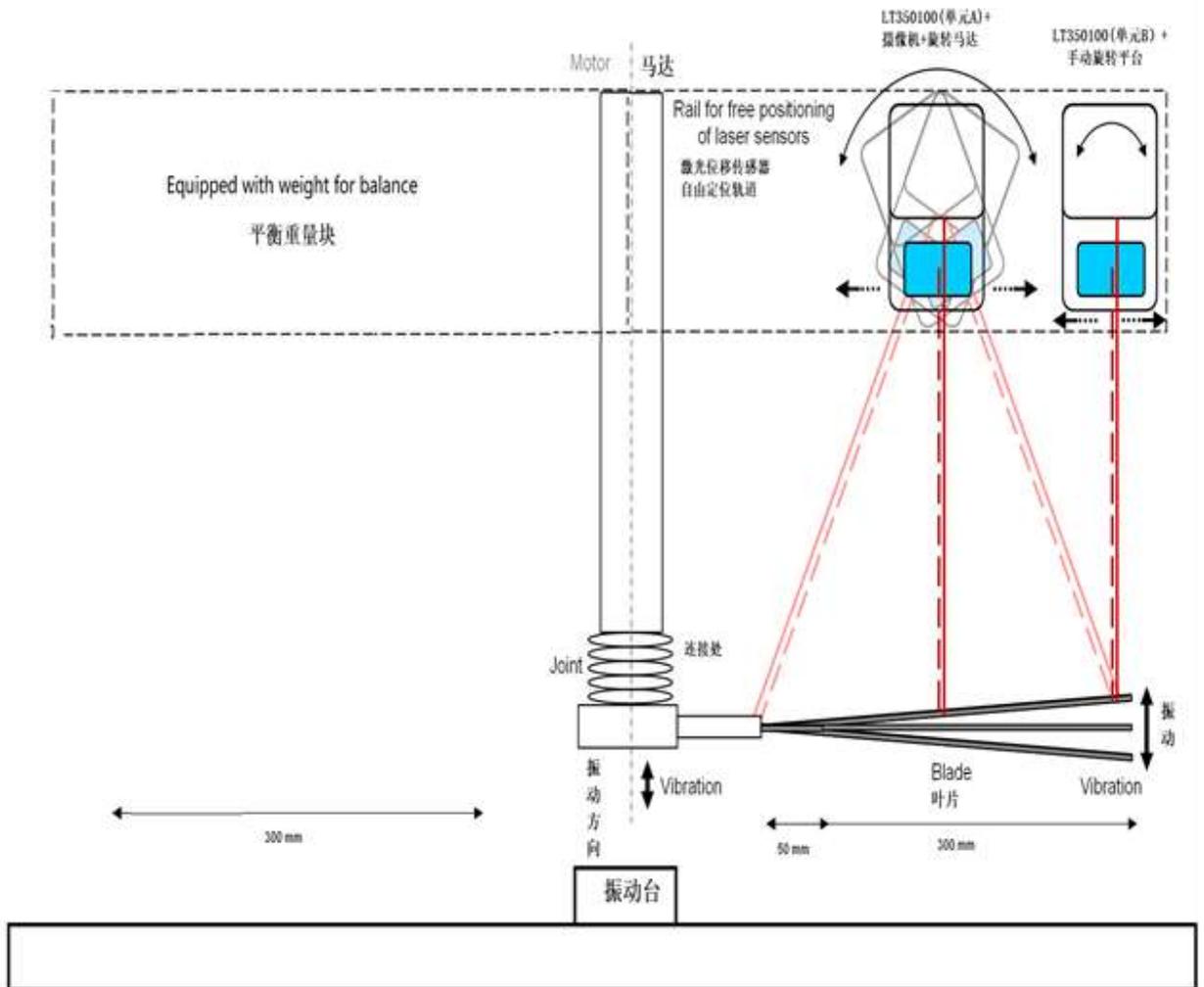


飞机上高速旋转叶片振动/模态/应变测试

工况条件：飞机叶片转速可到 20000RPM

系统指标：

- 1) 二维扫描激光测振仪主要指标：
  - 工作距离：0.1-5 米，测试范围：4.5 米 X4.5 米，频率范围：0-100 kHz，
  - 最大速度：2m/s 或 10m/s，位移最大量程：±10mm。
  - 最大转速：20000RPM, 最大速度变化量：1000RPM/s
  - 允许的角度范围：50° x 50° (全场)
  - 相位跟踪误差：<0.5° (测速仪信号), <0.2° (解码器信号)
- 2) 激光位移传感器指标：
  - 中心距离：500mm，量程：±25mm，精度：15um@5 kHz 。
- 3) 数据采集器：
  - 4 通道输入，1 通道输出，采样率：102.4kHz 。
- 4) 模态分析软件：含基本软件功能，ODS/EMA/OMA 功能。
- 5) 应变/应力计算软件：图形显示，数据输出，精度：1 个微应变。



叶片振动台上高速旋转状态模态/应变测试

**工况条件：**，振动台信号：正弦或随机，旋转转速：5000-15000 RPM

**系统指标：**

1) 二维扫描激光位移传感系统主要指标：

工作距离：350mm，频率范围：0-20 kHz，最大速度：1000m/s，

位移最大量程：±50mm。

最大转速：20000RPM。

2) 激光位移传感器指标：

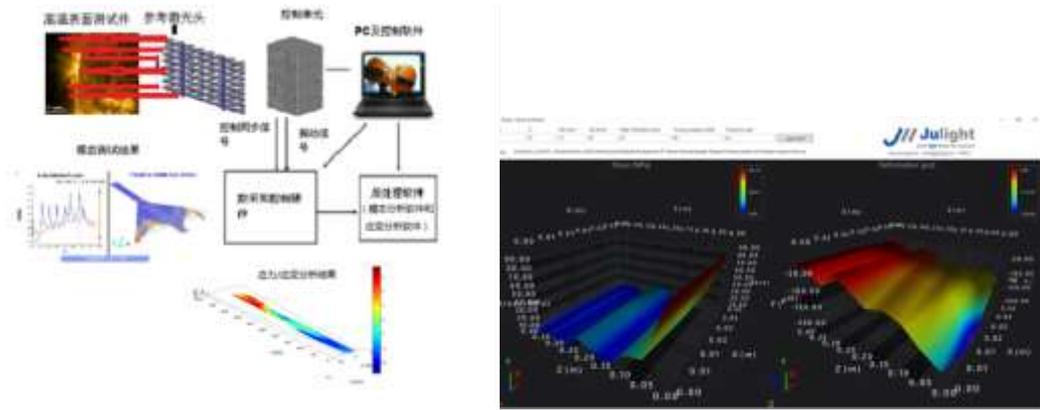
中心距离：350mm，量程：±50mm

3) 数据采集器：

4 通道输入，1 通道输出，采样率：102.4kHz 。

4) 模态分析软件：含基本软件功能，ODS/EMA/OMA 功能。

5) 应变/应力计算软件：图形显示，数据输出，精度：1 个微应变。



叶片鸟撞状态应变测试系统

工况条件：鸟撞模拟试验

系统指标：

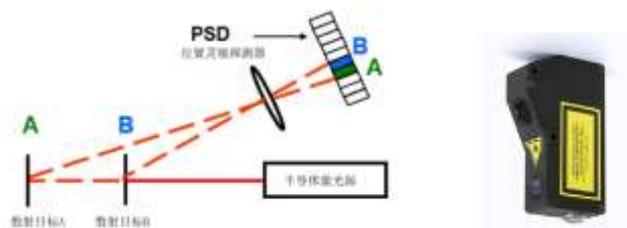
- 1) 4X4 激光测仪阵列主要指标：  
工作距离：0.1-5 米，频率范围：0-50 kHz，最大速度：2m/s 或 10m/s，  
位移最大量程：±10mm。
- 2) 数据采集器：  
4 通道输入，1 通道输出，采样率：102.4kHz。
- 3) 模态分析软件：含基本软件功能，ODS/EMA/OMA 功能。
- 4) 应变/应力计算软件：图形显示，数据输出，精度：1 个微应变。

### 1. 3642 主要应用：

- 1) 飞机发动机叶片常温和高温下的振动/模态/应变试验。
- 2) 飞机叶片的疲劳试验。
- 3) 飞机高速转盘的疲劳试验。
- 4) 汽车轮胎/涡轮轮叶片/风扇叶片/转轴等旋转机械的旋转试验。

## 二. 激光位移传感器系列产品：

### 2.1 工作原理：



激光发射器通过镜头将可见红色激光射向被测物体表面，经物体反射的激光通过接收器镜头，被内部的位置探测器(PSD)接收，根据不同的距离，PSD可以在不同的角度下“看见”这个光点。根据这个角度及已知的激光和 PSD 之间的距离，

数字信号处理器就能计算出传感器和被测物体之间的距离。同时光束在接收元件的位置通过模拟和数字电路处理，并通过微处理器分析，计算出相应的输出值，并在用户设定的模拟量窗口内，按比例输出标准数据信号。如果使用开关量输出，则在设定的窗口内导通，窗口之外截止。

## 2. 2 系统组成:



1)激光位移传感器 2)单通道智能调理器 3)连接电缆

## 2. 3 智能调理器功能:

- 采用激光测振仪同一款遥控软件，可在 PC 电脑上远程控制激光位移传感器，智能调理器和电脑之间通过网线连接。
- 开启和关闭激光源。
- 测试目标在量程范围内和量程范围外的指示。
- 激光束安全性指示。
- 激光安全模式排除按键，该功能主要用于类似叶片高速旋转状况下，叶片周期性出现和不出现的模式下进行有效测量，会提示“目标出现”“目标不出现”的提示。
- LP 滤波器选择（高/低带宽）。
- 目标距离（平均值）的数字显示，显示频次为 1HZ。
- 目标距离（平均值）vs.时间的滚动图。

## 2.4 产品优势

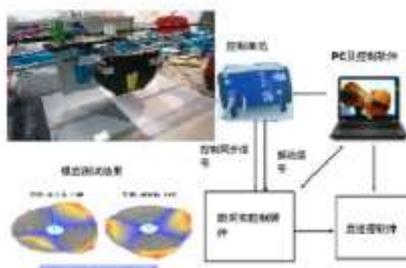
相比较市面上众多的三角法激光位移传感器，意大利南京维提思的激光位移传感器属于中高档产品，而且具有以下优势：

1. 频率响应高，标准频响范围是 20KHZ/100KHZ/500KHZ, 最高可以到 1MHZ。
2. 精度和分辨率高，可以到小于 0.1um。
3. 模拟电压输出，响应速度快，不存在延时。
4. 指标和几何尺寸，以及供电方式，都可以根据客户需求量身定制。
5. 加上防护罩和液体冷却系统等，可在真空/高压/超低温（可达-273° C）/超高温（可达 650° C）/高转速（25000RPM）/防水等工况条件下工作。
6. 可定制采用蓝色激光束，对 1200° 以下的高温表面的振动进行测量。

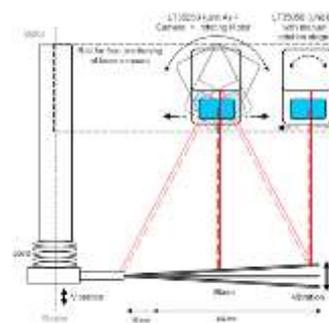
## 2.5 产品系列



激光三角距离传感器



二维扫描激光位移传感器系统



旋转叶片和叶尖振动测量

产品系列和参数

型号 参数	LT2004	LT1505 -1000K	LT5020	LT1505-1100K- HR (小光斑)	LT10030	LT11020	LT12050	LT14020	LT200100	LT60050
距离	20mm	15mm	50mm	15mm	100mm	110mm	120mm	140mm	200mm	600mm
量程	+/-2mm	+/-2.5mm	+/-10mm	+/-2.5mm	+/-15mm	+/-10mm	+/-25mm	+/-10mm	+/-50mm	+/-25mm
分辨率和 精度	0.08um	0.1um	0.4um	0.1um	0.6um	0.4um	1um	0.4um	2um	1um
频带宽	20KHZ	1MHZ	100KHZ	1MHZ	100KHZ	10KHZ	100KHZ	20KHZ	20KHZ	20KHZ
输出灵敏度	1V/mm	1V/mm	0.5V/mm	1V/mm	0.5V/mm	0.5V/mm	0.2V/mm	0.5V/mm	0.1V/mm	0.1V/mm
NED	0.01um/ √Hz	0.02um/ √Hz	0.01um/ √Hz	0.02um/ √Hz	0.01um/ √Hz	0.01um/ √Hz	0.02um/ √Hz	0.03um/ √Hz	0.03um/ √Hz	2um/ √Hz

## 南京维提思实验仪器有限公司

尺寸	40 x 40 x 30 mm	100 x 80 x 30 mm	100 x 60 x 30 mm	100 x 80 x 30 mm	100 x 60 x 25mm	100 x 60 x 30 mm	120 x 70 x 25 mm	100 x 80 x 30 mm	100 x 80 x 30 mm	430 x 145 x 45 mm
重量	0.3kg	0.3kg	0.5kg	0.3kg	0.5kg	0.5kg	0.5kg	0.5kg	0.5kg	0.8kg

型号 参数	LT20020 -100K	LT30050 -20K	LT50050 -100K	LT200100 -20K	LT350100 -20K	LT500300 -20K	LT1000100 -100K	LT30050 -20K-BLUE (蓝光)	LT50050 -100K-BLUE (蓝光)
距离	200 mm	300mm	500mm	200mm	350mm	500mm	1000mm	300mm	500mm
量程	±10mm	±25mm	±25mm	±50mm	±50mm	±150mm	±50mm	±25mm	±25mm
分辨率 和精度	<a href="#">0.4um@10KHZ</a> 3um@100KHZ	5um@2KHZ 20um@20KHZ	5um@2KHZ 40um@100KHZ	10um@2KHZ 30um@20KHZ	4um@2KHZ 15um@20KHZ	10um@1KHZ 50um@20KHZ	15um@1KHZ 150um@100KHZ	5um@2KHZ 20um@20KHZ	5um@2KHZ 40um@100KHZ
频带宽	100KHZ	20KHZ	100KHZ	20KHZ	20KHZ	20KHZ	100KHZ	20KHZ	100KHZ
输出灵 敏度	0.5V/mm	0.4V/mm	0.4V/mm	0.1V/mm	0.1V/mm	0.05V/mm	0.2V/mm	0.4V/mm	0.4V/mm
NED	0.01um/√Hz	0.02um/√ Hz	0.12um/√Hz	0.1um/√Hz	0.01um/√ Hz	0.2um/√Hz	0.5um/√Hz	0.02um/√ Hz	0.12um/√Hz
尺寸	60 x 180 x 50 mm	100 x 80 x 30 mm	370 x 140 x 100 mm	120 x 80 x 35mm	250 x 80 x 60 mm	250 x 80 x 60 mm	370 x 140 x 100 mm	100 x 80 x 30 mm	370 x 140 x 100 mm
重量	1kg	1.2kg	2.0kg	0.3kg	1.5kg	1.5kg	2.0kg	1.2kg	2.0kg

### 可定制的指标:

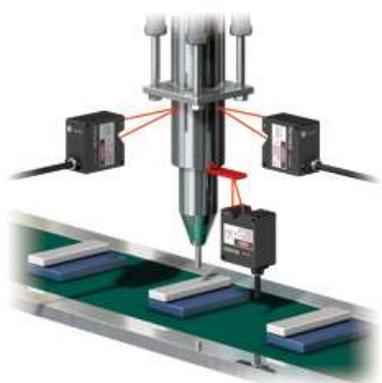
1. 工作距离最小 20mm, 最大到 3000mm .
2. 量程范围: 最小±2mm, 最大 ±250mm.
3. 频带宽 : 以上型号都可以定制带宽和加滤波器, 最大频带宽 1MHZ.
4. 尺寸可以定制.
5. 工作温度范围: 标准: 0° C - 60° C, 可定制温度范围: -273° C - +650° C .
6. 以上型号都可以改为兰色激光, 以适合测量测量高温 (1200° C 以下) 表面的振动。
7. 以上信号加上防护罩, 可以用于真空环境里面的测量。

### 2.6 测量应用

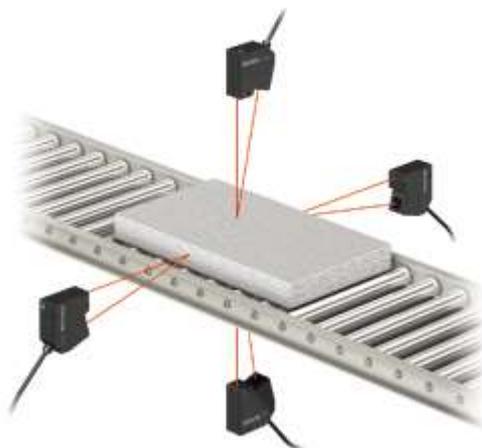


激光三角位移传感器常用于长度、距离、振动、速度、方位等物理量的测量，还可用于探伤和大气污染物的监测等

1.尺寸测定：微小零件的位置识别;传送带上有无零件的监测;材料重叠和覆盖的探测;机械手位置(工具中心位置)的控制;器件状态检测;器件位置的探测(通过小孔);液位的监测;厚度的测量;振动分析;碰撞试验测量;汽车相关试验等。



2.金属薄片和薄板的厚度测量：激光传感器测量金属薄片(薄板)的厚度。厚度的变化检出可以帮助发现皱纹，小洞或者重叠，以避免机器发生故障。



3.气缸筒的测量，同时测量：角度，长度，内、外直径偏心度，圆锥度，同心度以及表面轮廓。

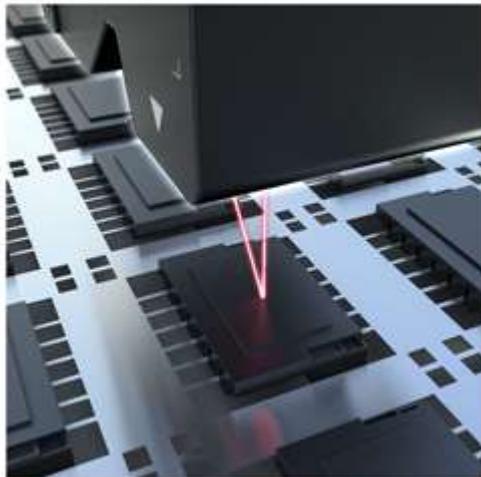


4.长度的测量：将测量的组件放在指定位置的输送带上，激光传感器检测到该组件并与触发的激光扫描仪同时进行测量，最后得到组件的长度。

5.均匀度的检查：在要测量的工件运动的倾斜方向一行放几个激光传感器，直接通过一个传感器进行度量值的输出，另外也可以用一个软件计算出度量值，并根据信号或数据读出结果。

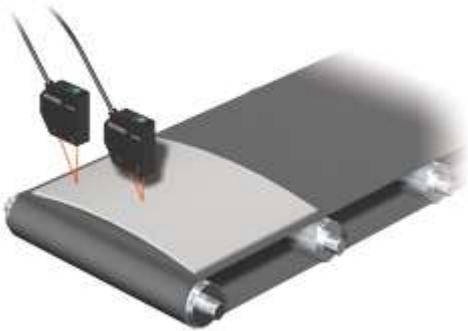
6.电子元件的检查：用两个激光扫描仪，将被测元件摆放在两者之间，最后通过传感器读出数据，从而检测出该元件尺寸的精确度及完整性。

7.生产线上灌装级别的检查：激光传感器集成到灌装产品的生产制造中，当灌装产品经过传感器时，就可以检测到是否填充满。传感器用激光束反射表面的扩展程序就能精确的识别灌装产品填充是否合格以及产品的数量。



8.传感器测量物体的直线度：首先你需要 2-3 个激光位移传感器来进行组合式的测量,然后将 3 个激光位移传感器安装在于产线平行的一条直线上，并根据你所需要的测量精度来确定三个激光位移传感器之间的间距。最后，你需要让这一个物体以平行于激光位移传感器安装线上的方向前进。当产线与传感器的安装线是平行的情况下，三个传感器测出来的距离差别越大则此物体的直线度越差，三个传感器测出来的距离差别越小，说明此物体的直线度越好，你可

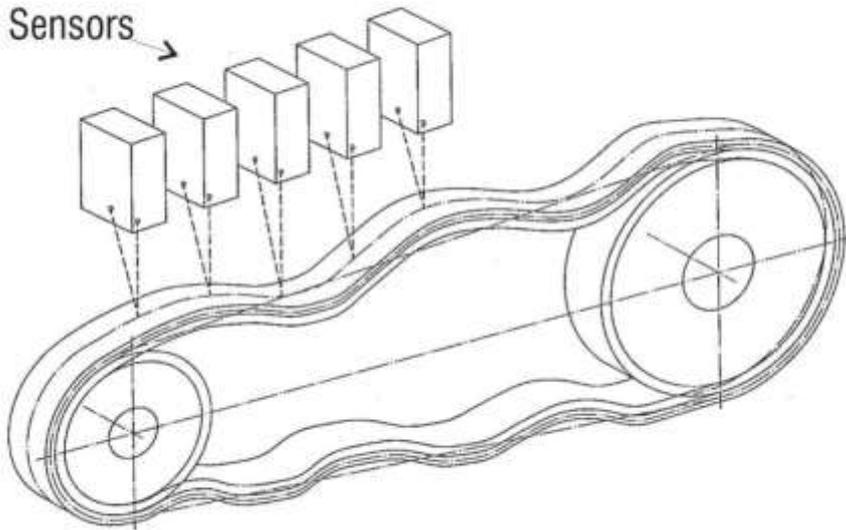
以根据你所要测量物体的长度，以及三个传感器安装间的间距等数据来确立一个直线度的百分比，从而得到量化的信号输出，已达到检测物体直线度的目的。



9. 在柴油发动机中，由于多个系统的相互影响，可能导致多转轮驱动皮带发生振动。凸轮的周期性力矩变化，会导致皮带本身的振动。本测量任务中，并排安装了 5 支激光位移传感器，以便安全测量皮带的振动。

选择南京维提思激光位移传感器的原因如下：

- 非接触测量
- 高可靠性和精度
- 无磨损
- 超小探头设计
- 小测量光斑
- 长工作距离



10. 振动台的破坏性试验:

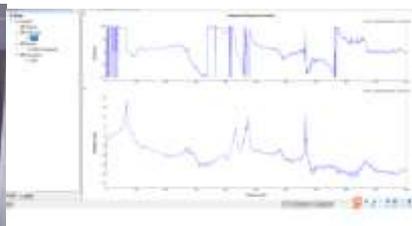
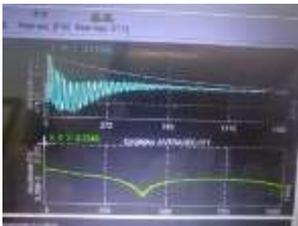
航空航天及电子行业的零部件，在振动台上进行高频率（3KHZ-8KHZ 之间大位移破坏性试验。采用大距离（300mm-600mm）的三角距离传感器可以胜任这样的测试。



11. 高温环境测量和高温表面测试:

用于极端环境的如环境温度在 $-200^{\circ}\text{C}$ - $+200^{\circ}\text{C}$  和相对湿度在 90%以上的极端环境里的测试。

用于测试具有极端温度（ $+500^{\circ}\text{C}$ - $1000^{\circ}\text{C}$ ）的表面的振动测试。



航空发动机部件高温表面（ $1000^{\circ}\text{C}$ ）模态测试



航空零部件高温表面



高低温环境型激光测振仪  
(-200°C~+200°C)

高低温环境里振动测量

例行实验测试

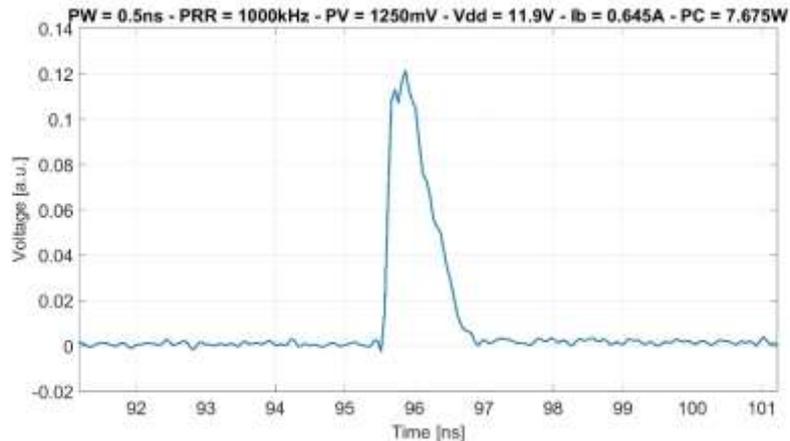
### 三. 激光三维轮廓扫描仪



激光三维轮廓扫描仪使用激光扫描技术，具有高频率、高精度，可以对物体的

轮廓、二维尺寸、二维位移进行精确和快速测量与检验的仪器，并且环境适应性强，作为精密测量仪器在各个行业应用十分广泛。意大利南京维提思提供的三维轮廓扫描仪，不仅具有轮廓扫描功能，还具有表面振动的测振功能。

**3.1 测试原理：**脉冲型光纤激光器，以 1550nm（不可见激光）释放出脉冲，该脉冲的重复率是从 100KHZ 到 1MHZ，脉冲宽度是 3ns 到 0.5ns ,请看以下图一为一个例子。

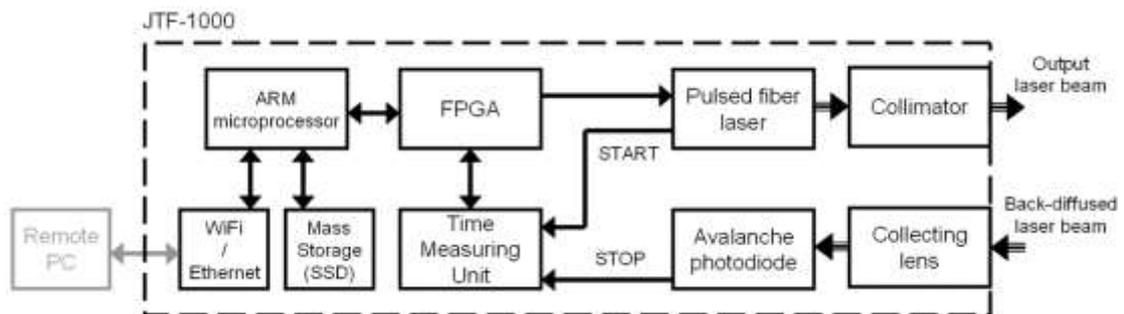


对于每一个发送的激光脉冲，被远距离的测试表面背散射或背反射回来的光信号就由一个光学镜头（大约 100mm）收集，和被一个高速/高灵敏度的雪崩式光电二极管所探测，在连接到串联式信号放大器。

这些对应 START 和 STOP 事件的电脉冲信号被发送到先进的时间测量单元电路（TMU），能测量出分辨率在 10ps 的飞行时间（TOF）。通过飞行时间（TOF）的测量，就能够测量出瞬时目标的绝对距离。

通过重复率达到 1MHZ 的多次飞行时间（TOF）的重复测量，就可以对运动轨迹和振动参数的重构，最大带宽达到 1MHZ。TOF 数据由 FPGA 系统和 ARM 微处理器实时处理和分类。数据通过专业的软件存储在大容量存储器里，可以做后续的分析。这样客户自己就可以采用离线的方式对目标的位置和位移进行重构。通过时间平均法，可以提高测量结果的分辨率和精度,但是这需要牺牲带宽为代价。

### 3.2 系统框图：



### 3.3 系统参数：

- 1) 轮廓扫描的精度：4-6mm@100m，10-15mm@300m，30-40mm@800m
- 2) 表面振动测量距离和精度以及频带宽的关系见下表：

		Measurement bandwidth (and pulsed laser repetition-rate, RR)			
		1 MHz (RR = 1MHz)	100 kHz (RR = 100kHz)	10 kHz (RR = 100kHz + 10 avg)	1 kHz (RR = 100kHz + 100 avg)
Target distance	10	3 ÷ 5 mm	3 ÷ 5 mm	2 ÷ 4 mm	0.5 ÷ 1 mm
	20	4 ÷ 6 mm	3 ÷ 5 mm	2 ÷ 4 mm	0.5 ÷ 1 mm
	50	4 ÷ 6 mm	4 ÷ 6 mm	2 ÷ 4 mm	0.5 ÷ 1 mm
	100	5 ÷ 9 mm	4 ÷ 6 mm	2 ÷ 4 mm	1 ÷ 2 mm
	200	-	5 ÷ 9 mm	3 ÷ 5 mm	2 ÷ 4 mm
	500	-	16 ÷ 22 mm	6 ÷ 8 mm	3 ÷ 5 mm

3) 最大速度：1000m/s

4) 激光指标：

激光特性		
参数	指标	备注
激光类型	-	光纤激光
波长	1550 nm	测量激光是不可见的 可见绿光(指示激光)：波长-520nm ,功率： <5mW
最大功率	1.6 W	
脉冲重复率	100-1000 kHz	
脉冲周期	0.5-3ns	0.5ns at 1000kHz, 3ns at 100kHz

## 南京维提思实验仪器有限公司

激光光斑直径大小 @10m : @100m : @200m :	12 mm 20 mm 30 mm	
激光安全等级	4	

激光三维轮廓扫描仪其他指标		
参数	指标	备注
接收镜片直径	100 mm	
照相机指标	-	Color, 12MP
照相机镜片	-	10 倍光学放大, 可通过软件远程控制
I/O 输出	-	以太(1000Mb/s)
供电 (标准)	+24VDC, 2A	
供电 (可选)	2x Battery packs	测试时间: 3 h 选项: 4x Battery packs 可外接电池
耗电	30 W	
工作温度范围 (空气)	-20 °C - +50°C	
IP 防护等级	IP 54	
尺寸 (L x W x H)	300mm x 200mm x 200mm 300mm x 200mm x 280mm	
重量	5 kg	
三脚架	-	
X 和 Y 向的细调节	-	
控制软件		

远距离 PC 连接方式	-	WiFi (最大距离: 10m) 以太传输 (最大距离: 50m)
后处理 TOF 数据所需要的时间 (1MHZ 带宽所得到的 10s 的数据)	20s	
下载 TOF 数据所需要的时间 (一台的 JTF-1000 在 1MHZ 带宽测量 10s)	20s 10s	Via WiFi Via Ethernet

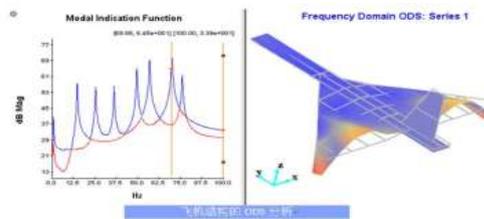
### 3.4 应用领域：

文物保护、城市建筑测量、地形测绘、采矿业、变形监测、工厂、大型结构、管道设计、飞机船舶制造、公路铁路建设、隧道工程、桥梁改建等领域里应用。

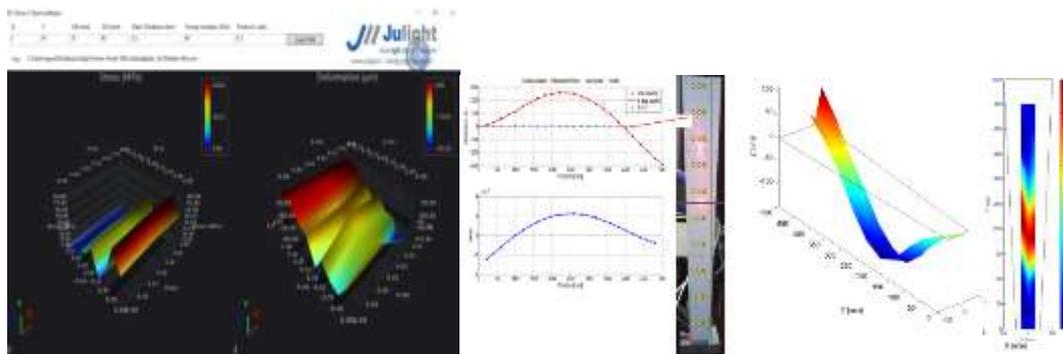
### 四.系统集成产品：



系统集成



模态分析软件



应变/应力计算软件

提供：激光头/三角距离传感器/三维轮廓仪，数据采集系统，相关专业软件（模态分析软件，应变分析软件，疲劳分析软件）

### 五. 数据采集系统

南京维提思的单点激光测振仪可以和市面上的任何接受模拟电压信号的数据采集系统配套使用,自身也开发了和激光系列产品配套的数据采集卡或数据采集系统 VSM-DAQ-4(8),以及专业的数据采集软件 VSM-VTI-LAB。从 2019 年下半年开始,南京维提思将把数据采集部分集成到控制单元,形成一体化的集成度很高的激光测振系统,以供客户选择。

**硬件指标:**

输入通道: 4 (或 8) 个 BNC 输入, 4 (或 8) 个 7 芯 LEMO 接口, 最高可达 128 通道

输入量程:  $\pm 10V$ ,  $\pm 1V$ ,  $\pm 100mV$ ,  $\pm 10mV$

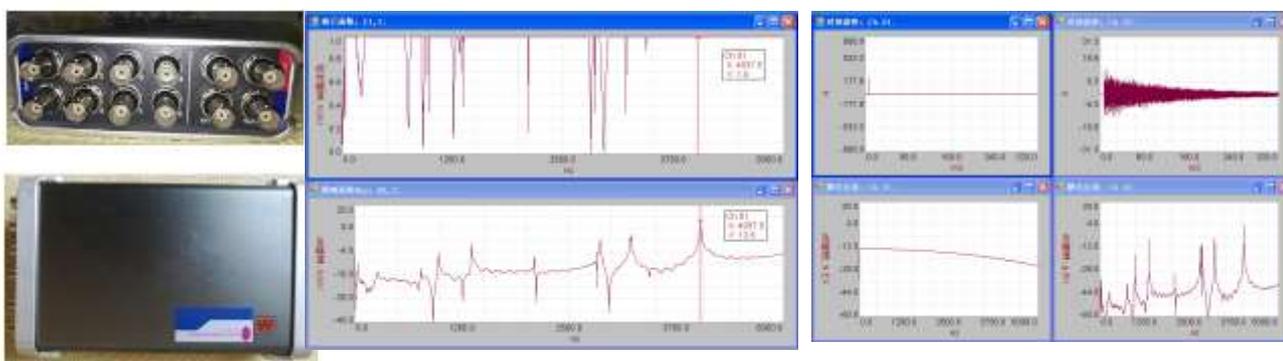
采样率: 204.8kHz/s (最高可到 4MHz/s 或 10MHz/s)

A/D 位数: 24 bit (或 16 bit)

动态范围: 120dB 以上

输出通道: 1/2/4 个

参考通道: 1/2/4 个



8 通道数据采集系统

软件界面

**软件功能:**

基本软件包集成了常用功能: 瞬态数据采集、谱分析 (线性谱、功率谱、功率谱密度谱), 线数可达 25600 条。此外还提供了丰富的功能: 磁盘连续数据记录、借助测试节拍自动定时或定转速间隔自动保存数据、瀑布图、趋势图、谐波失真度、读入其它系统采集的数据、实时数字滤波、实时一次数字积分/微分、实时二次数字积分/微分等功能。

◆ **测量功能**

时域波形、线性谱、功率谱、功率谱密度、谐波失真度、自谱、互功率谱、传递函数 (H1、H2、1/H1、1/H2)、相干函数、脉冲响应函数、自相关函数、互相关函数、概率密度函数 (PDF)、累积分布函数 (CDF)、ODSFRF、阻尼比计算

◆ **瀑布图、趋势图**

三维谱、彩色三维谱、二维色谱图, 横向切片 (某个时刻的谱图) 或纵向切片 (某个频率成分随时间或转速的变化)

通频振幅 - 时间/转速趋势图 (峰值、峰峰值、有效值、均值)

任意频率分量 - 时间/转速趋势图

转速-时间曲线

◆ **连续记录及回放分析**

在进行实时信号分析、显示的同时，提供实时无缝隙磁盘记录。记录的数据可回放分析

◆ **数字滤波：**实时低通、高通、带通、带阻

◆ **数字微积分：**实时一次数字微分、二次数字微分、一次数字积分、二次数字积分

◆ **测试件建模功能：**可以调用现有的模型文档（CAD 格式，UFF 格式，IGES 格式，OBJ 格式等），还可以建立几何模型

◆ **实时动画显示功能：**对所有点测试后，可画出所有点的峰值云图，测点布置-幅值分布-随频率变化或固定频率的分布图，时域 ODS 和频域 ODS，MIF（峰值指针函数），并实时动画测试结构。动画视频储存功能（AVI），存储格式：WAV 格式，存储时间可调，暂时只要做对所有点测试后，可画出所有点的峰值云图

◆ **触发功能：**在基本的触发功能基础上，增加周期性脉冲触发功能

◆ **存储功能：**在基础的存储功能基础上，增加周期性触发对应的自动存储功能（不同点的存储文件名通过自动加标以区别，加标可以说数字，日期或时间）

◆ **输入数据文件：**文本文件(txt)、万能格式文件(UFF)、Excel 文档格式等通用格式

◆ **其他功能：**1) 测点的坐标信息，2) 测量计划的设置，测点自动递增功能，3) 各种传感器灵敏度和单位设置，4) 自动去除多余通道参与存储和运算功能（比如用于扫描激光测振仪的触发通道信号，只是用于触发作用，对于运算是没有任何用处的，存储的时候（无论是时域信号还是频域信号），都无须参与）5) 模态测试给出三维动感提示，以提醒所需敲击的测点，6) 频响函数的自动化品质监测（利用响应通道和参考通道之间的相关性在共振峰的值），可给出频响质量的自动评价 7) 所有测点的均方根值云图。

◆ **操作系统：**WIN7/8/10（32/64bit）

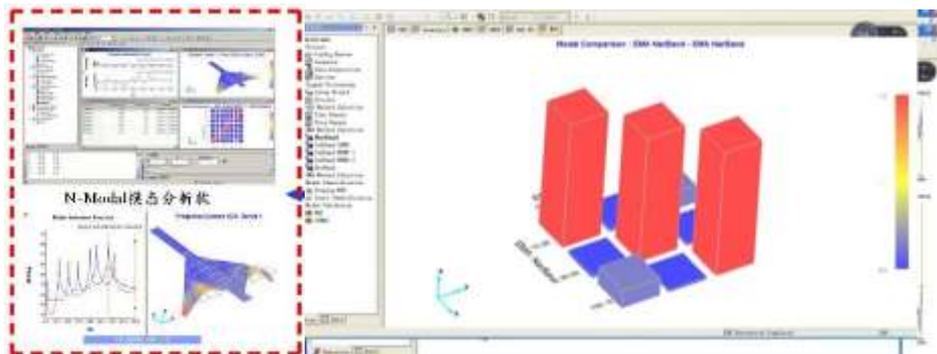
◆ **文字：**中文/英文，可自动切换

## 六. 专业分析软件

。 VSM-MODAL 模态分析软件

。 VSM - STRAIN /STRESS 应变和应力场测试分析软件

### Modal 模态分析软件简介



模态试验分析系统软件：Modal2

**Modal2**——业界知名的分析软件，具有三大分析功能：

→ **Modal2**

**Modal2-EMA**（试验模态分析），适用于大型复杂结构在输入输出可测、采用人工激励（激振器或力锤）情况下的多输入多输出（MIMO）振动模态试验与分析。可进行单个或多个激振器激励的模态试验，也可完成采用单个或多个参考点的锤击法模态试验（MRIT）

**Modal2-OMA**（运行模态分析），适用于大型复杂结构在运行状态中利用自然激励（环境激励）、输入不可测，或者仅使用输出数据情况下的振动模态试验与分析

**Modal2-ODS**（响应模态分析），分为时域 ODS 和频域 ODS。时域 ODS 用于观察机械结构在各时间点上的振动响应状态；频域 ODS 用于观测机械结构在各频率点上的运行状态振型，还可用于区分同一频率点在不同模态空间上的强迫振动振型。

**模态分析软件特点**

直接驱动或数据导入

→

- 可以直接驱动采集前端，直接实时采集频响函数和 ODS 动画，也可以导入 UFF 格式的频响函数进行模态后处理分析。

**快速几何建模**

→

- 集成交互式几何建模模块，实现节点、连线、多边形、3D 对象的交互式选择、移动、旋转、放大、删除、修改等功能；
- 可定义总体坐标和局部坐标，具有笛卡尔、柱、以及球等三种坐标系统，各种坐标系统间转换方便；
- 可实现线段、直线、矩形、梯形、扇面、椭圆、圆台、球体等规则 3D 对象的快速建模，还可自定义三维单元库；

- 除了交互式几何建模，模型几何信息也可通过配置信息界面直接进行修改、添加、删除等操作。

### 快速、易用的信号分析功能



- 向导式的信号处理参数设置，实现趋势去除、时域抽取、快速傅立叶变换（FFT）、加窗函数等功能；  
FFT 长度：基 2 整数，根据实测数据自由可选；重叠：0%~83%，可从下拉列表中选择；平均次数：用户自定义；窗函数：矩形窗、汉窗、海明窗、平顶窗、指数窗、力窗、指数窗等；分析频率范围：采样频率的 1/2 或 1/2.56；  
功率谱估计：自谱、互谱、功率谱密度矩阵、半功率谱密度矩阵；  
单输入多输出（SIMO）的频率响应函数（FRF）估计：H1、H2 估计；  
多输入多输出（MIMO）的频率响应函数估计及相干函数估计；  
多线程支持的信号处理过程，并可采用不同设置参数重复进行。

### 灵活的二维\三维图形显示、控制和输出

提供专用的二维曲线与三维图形控制面板，以及鼠标、快捷键、菜单等多种控制方式；

多种曲线表达方式，诸如频率响应函数的幅值（线性、对数、dB 坐标）、相位、展开相位、实部、虚部、奈奎斯特图等；

方便灵活的二维曲线显示与控制，网格、图例等元素可显示或隐藏，并能提供相应曲线的完善测量信息（测量节点、方向，是否原点测量等）；

缩放（具有不同缩放状态的记忆能力）、选段、寻峰寻谷等实用功能；

方便灵活的三维图形显示与控制，节点号、输入/输出标记、坐标轴等元素可显示或隐藏，并能轻易实现平移、缩放、旋转等功能；

提供三维图形的俯仰、左右、前后等各向视图，能实现结构的框架线显示或着色面渲染；

二维曲线和三维图形的各元素颜色均可自定义；

基于 OpenGL 的三维图形动画控制，实现播放、暂停、帧播放、幅度控制、速度控制等功能；

各种二维曲线和三维图形均可复制到操作系统剪贴板中，亦可一键存储为 BMP 或 JPG 文件；

振型动画和 ODS 可直接输出成 AVI 文件。

### 先进、准确、可靠的模态分析技术

**EMA**：基于输入（激振力）、输出（响应）测量的试验模态分析技术

单输入/多输出（SIMO）的全局模态识别技术，可识别得到全局模态参数；

多点激振的多输入/多输出（MIMO）模态识别技术，具有识别高密度或重根模态的能力，是大型、复杂结构试验模态分析的理想方法；

单参考点和多参考点锤击法（MRIT）模态识别技术；

**OMA:** 环境激励下仅有输出（响应）可测量的**运行模态分析**技术，可以对桥梁、建筑、汽车、飞机、旋转机械等机械结构在运行状态进行试验与分析，无须人工激励，只需测量响应

不仅简单可行，同时还可获得结构在真实运行状态下的动态特性，且天然具备多参考点特性，具有解耦密集模态的能力；

基于全功率谱密度矩阵的窄带模态参数识别方法（频域空间域分解法，FSDD），

方便易用，结果准确；

基于半功率谱密度矩阵的窄带模态参数识别方法，操作方便，实现了 EMA 与 OMA 分析的统一。

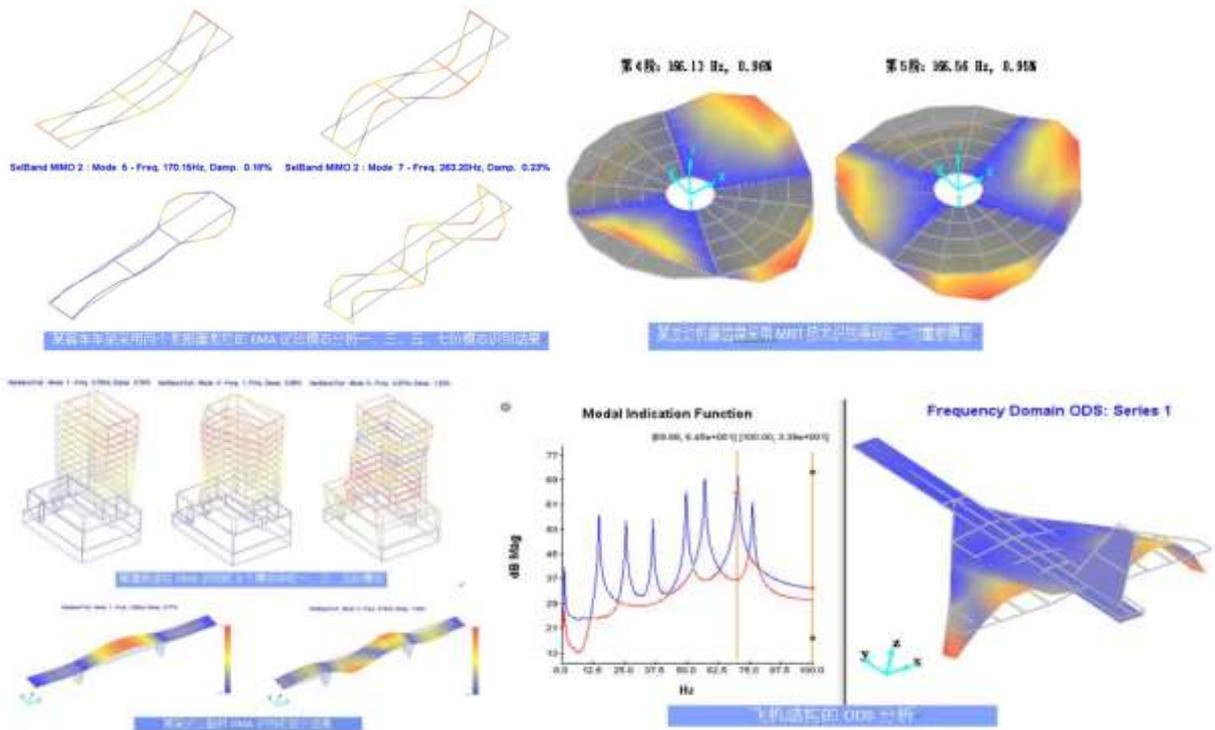
时、频域**响应模态分析（ODS）**及可视化，用户可实时了解某一时刻或频率点的结构振动模式



时域 ODS

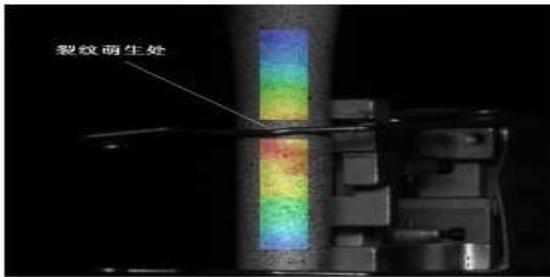
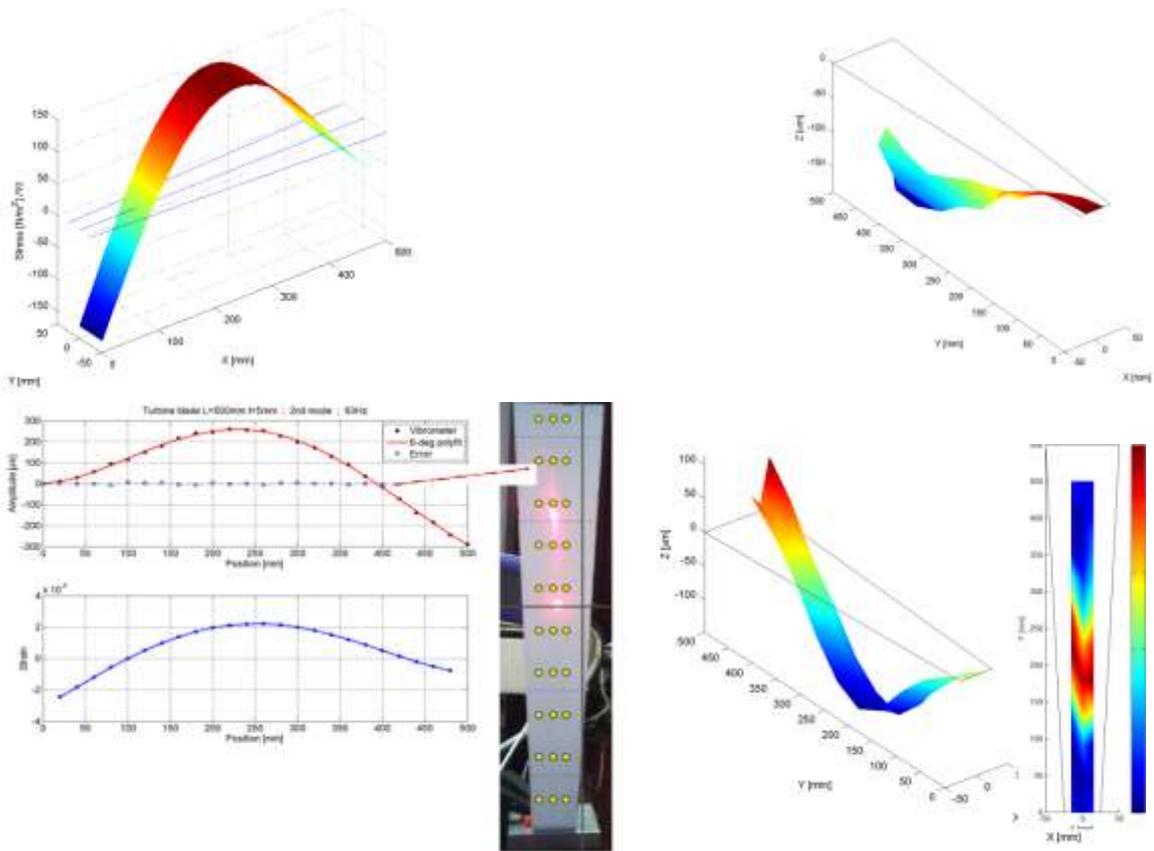
频域-ODS

以下为模态振型图

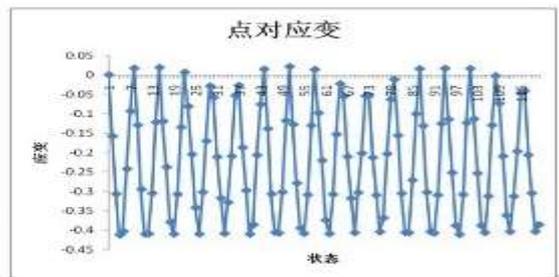


应力场测试软件 VSM-STRAIN/STRESS

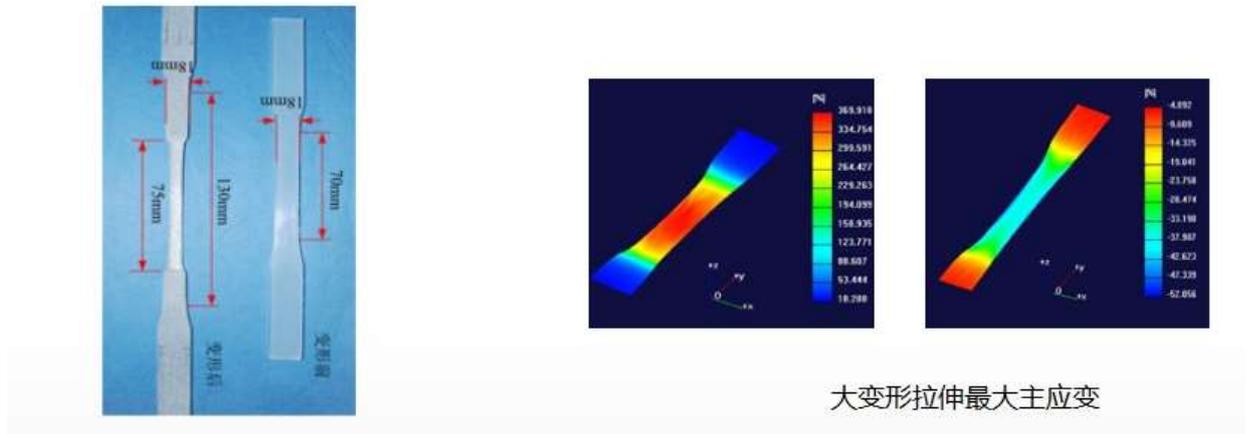
通过 VSM4000L-EXT-SCAN-3D 三维扫描测振仪，可以准确地测试被测物体的原材料数据（各点的位移值），再转变成结构变形 ODS，通过后处理软件 VSM-STRAIN/STRESS，可以转换成全场应变和应力分布。



测量结果



点对应变



### 特点:

1. 全场方法：直接和有限元（FE）计算结果比较
2. 无附加质量，刚度和阻尼
3. 可以测试不同尺寸的被测件
4. 测点可以直接从扫描激光测振仪控制软件得到的模型调用，或有限元(FE)模型调用
5. 应变数据直接从位移矢量对应的变形数据 ODS 计算而得，能保证测试精度

## 七. 测试服务

南京维提思除了提供现场或实验室需要的各种应用领域的工程服务，我们还可以在整个项目中为您提供建议和专业知识。无论是模态测试或振动分析，您都可以外包给我们。

## 八. 租赁服务

意大利南京维提思还提供设备租赁服务，对于有急需测试任务而经费尚未到位的客户，无疑是最好的选择。设备租赁有年租和月租两种。

## 九. 应用领域

自然和科技领域的振动测量需要顶尖、灵活和理想的无损检测工具，非接触式激光测振仪无疑是最佳选择。在工业研究和开发中，激光测振仪被用于研究不同尺寸物体的动态和声学特性，从整个汽车车身及零部件，航空/航天/船舶和兵器的零部件和建筑物到 MEMS 系统和数据硬盘组件，其已被广泛地应用于机械工程、声学及其它工程学科和科学领域中，甚至可以对热物体、旋转表面、超声波工具和复杂敏感的结构进行精确测量。

激光测振系列产品可应用于以下几个方面的测量：

**1. 用于大型目标的远距离监测：**

比如大坝变形检测、地铁监测、山体滑坡监测、桥梁监测和高层建筑物等。

**2. 精密机械加工在线检测&各种机械振动检测、故障诊断：**

比如电机/泵/电梯马达/各种旋转件的振动测量。

**3. 材料的超声波测试：**

先进材料的扩散波的研究，材料的裂纹和缺陷诊断等。

**4. 各种柔软物体、旋转物体的测试：**

比如：气球/薄膜等柔性体的振动模态测量，旋转轴如机床转轴的轴向和径向振动测量。

**5. 微机电系统（MEMS）动态测试：**

芯片/电力半导体器件/半导体薄膜/MEMS 的零部件/电子器件和供电内部连接件/MEMS 加速度传感器模子的振动模态及结构优化。如：硅片、IC、LCD、TFT、PCB、MEMS 激光加工、晶片测试、半导体材料、线束加工蚀刻、液晶电池盖、导线框架等产品的检查观察。

**6. 汽车工业：**

汽车和摩托车的发动机/制动器（刹车片）/轮胎/排气系统/白车身/测功机/转轴/齿轮箱等的 NVH 和 ODS 测量及应变测试，整车阻尼比测量和车门关门的撞击测试。

**7. 计算机外设的动态测试：**

硬盘驱动器/光盘机/磁带机头/盘接口等振动模态测量。

**8. 航空/航天/船舶/兵器行业的应用：**

航空/航天：太阳帆板的模态测试，飞机发动机高速旋转（高达 20000RPM）叶片模态和应变测试，太阳帆板单元的振动测试，焊接工艺特性测试，航天部件的阻尼比测试等。

船舶：船舶水下部件的振动模态测试，高速旋转轴的振动模态测试和故障诊断，海上钻井平台的振动模态测试。

兵器：超高速火箭发动机的振动测量，炮管的三维振动测量，探雷测试。

**9. 用于生命科学研究及农业研究：**

仿生蜜蜂/蟋蟀/昆虫等振动测试，人造牙/人造耳朵/人造骨头等的力学特性测试

牛肉检测/水果特性试验等。

**10. 声学 and 乐器测试：**

通过对音箱和乐器的振动测量，进行品质检验。

**11. 家电/电力/核电行业：**

家电：家用电器的管路模态测试，空调旋转叶片的振动测试

电力：发电机励端/气端的模态测试（配置可伸展自动旋转机构，测量测点坐标和同轴度），高速旋转轴的径向振动和轴向窜动测试。

风力发电机叶片的模态测试，机壳的远距离监测。

核电：关键部件的振动监测，大型高速旋转轴的径向振动测试，管路的应变测试。

## 12. 振动台的破坏性试验：

航空航天及电子行业的零部件，在振动台上进行高频率（3KHZ-8KHZ 之间大位移破坏性试验。采用大距离（300mm-600mm）的三角距离传感器可以胜任这样的测试。

## 13. 高温环境测量和高温表面测试：

用于极端环境的如环境温度在 $-200^{\circ}\text{C}$ - $+200^{\circ}$  和相对湿度在 90%以上的极端环境里的测试。

用于测试具有极端温度（ $+200^{\circ}\text{C}$ - $3000^{\circ}\text{C}$ ）的表面的振动/模态/应变分布。

## 14. 非接触应变/应力场测试：

采用单点三维/二维扫描/三维扫描测振仪，可以直接计算出某点的应变或采用模态法计算出某个面的应变场分布。

## 15. 疲劳分析：

在精确测量应力应变场的基础上，可将应变/应力数据输入到专业的疲劳分析软件，从而进行测试件的寿命预估等。

## 16. 激光三角距离传感器的应用：

常用于长度、距离、振动、速度、方位等物理量的测量，还可用于探伤和大气污染物的监测等，特别擅长于各个行业的旋转机械的振动测量。

### 以上应用图示：

#### 1. 用于大型目标的远距离监测：

比如大坝变形检测、地铁监测、山体滑坡监测、桥梁监测和高层建筑物等。



建筑物和电网监测



管路测量



跨海大桥的绕度测量



地铁和高铁监测

## 2. 精密机械加工在线检测&各种机械振动检测、故障诊断：

比如电机/泵/电梯马达/各种旋转件的振动测量。

机床主轴跳动



机床主轴的位移，速度，加速度测量



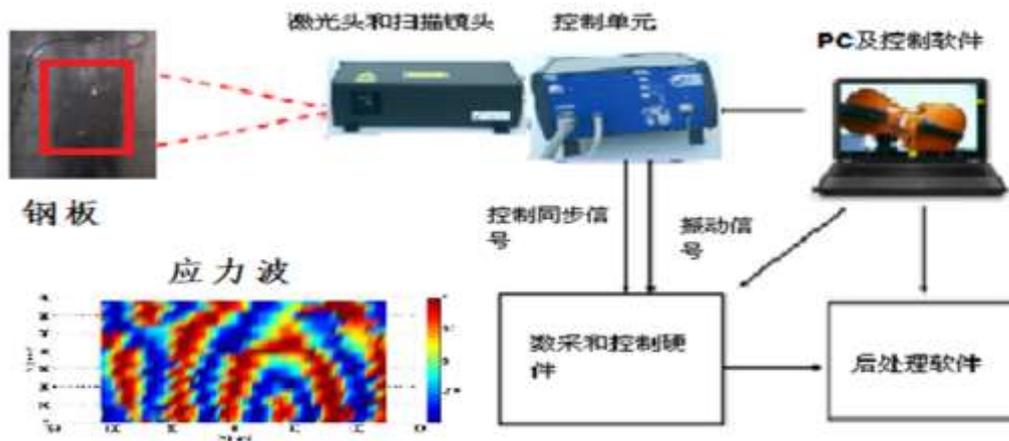
各种泵的位移，速度及加速度的测量



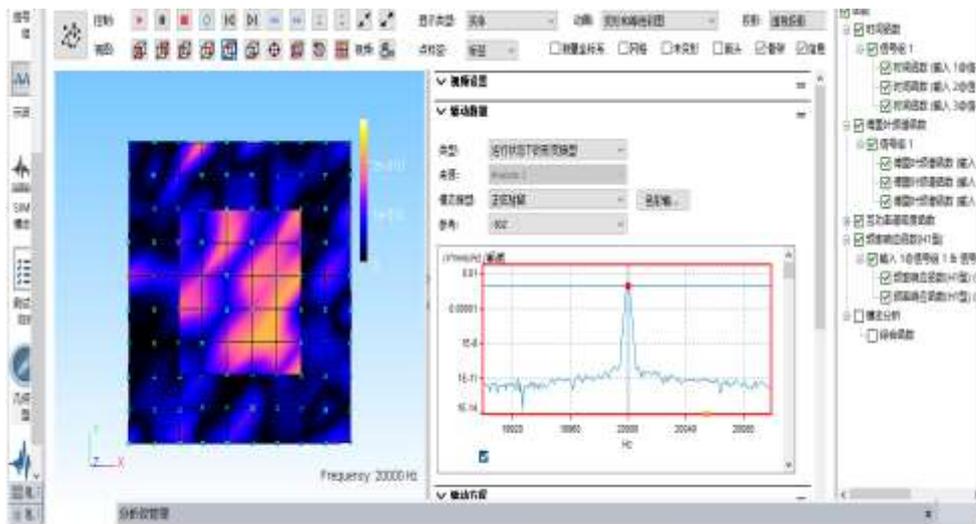
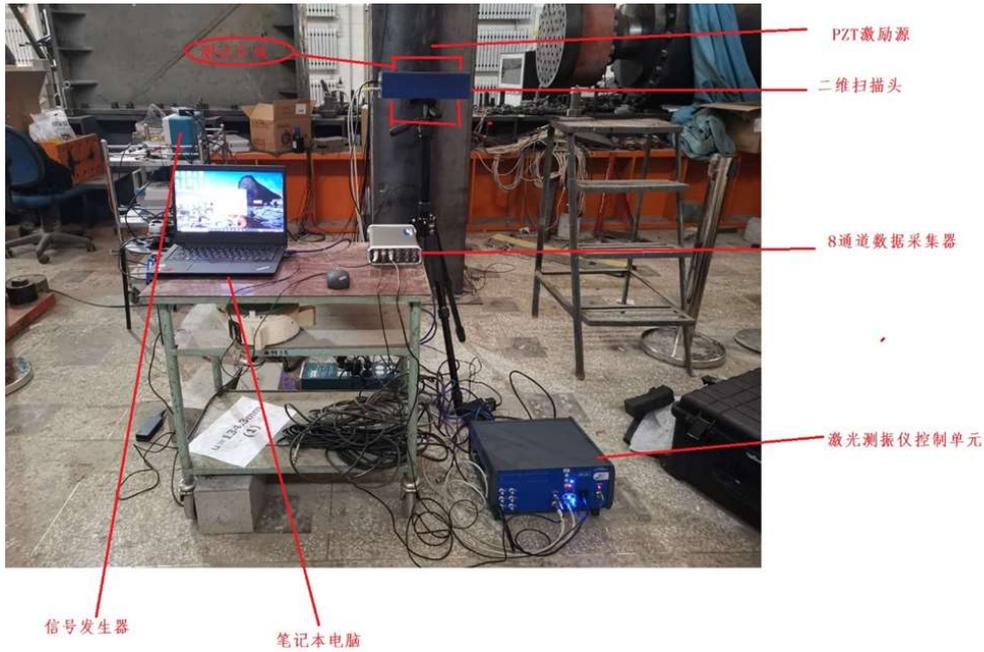
电机旋转轴振动测量

## 3. 材料的超声波测试：

先进材料（如弹性融合材料）的扩散波的研究，材料的裂纹和缺陷诊断等。



弹性融合材料的扩散波的研究试验



水泥钢板结合物的应力波测试

#### 4. 各种柔软物体、旋转物体的测试:

比如: 气球/薄膜等柔性体的振动模态测量, 旋转轴如机床转轴的轴向和径向振动测量。



机床转轴的振动测试

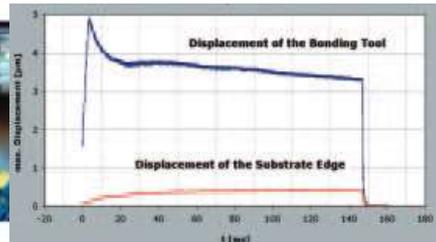


平面反射天线的模态测试

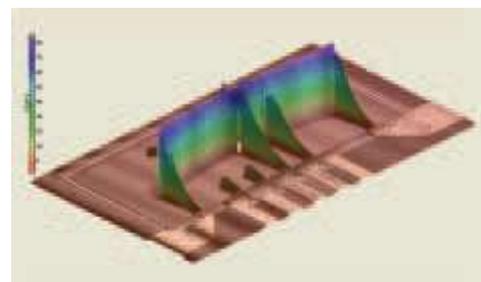
### 5. 微机电系统（MEMS）动态测试：

芯片/电力半导体器件/半导体薄膜/MEMS 的零部件/电子器件和供电内部连接件/MEMS 加速度传感器模子的振动模态及结构优化。如：硅片、IC、LCD、TFT、PCB、MEMS 激光加工、晶片测试、半导体材料、线束加工蚀刻、液晶电池盖、导线框架等产品的检查观察。

#### MEMS振动测量



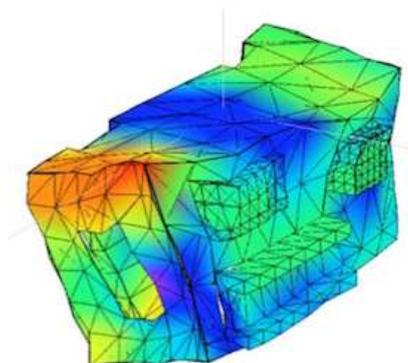
电力半导体器件振动测试



半导体薄膜振动测试

### 6. 汽车工业：

汽车和摩托车的发动机/制动器（刹车片）/轮胎/排气系统/白车身/测功机/转轴/齿轮箱等的 NVH 和 ODS 测量及应变测试，整车阻尼比测量和车门关门的撞击测试。



白车身模态测试和阻尼比测试



车门关闭测试



天津发动机测试



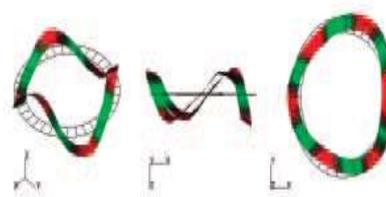
转鼓振动测试



测功机壳体振动和转轴振动测试



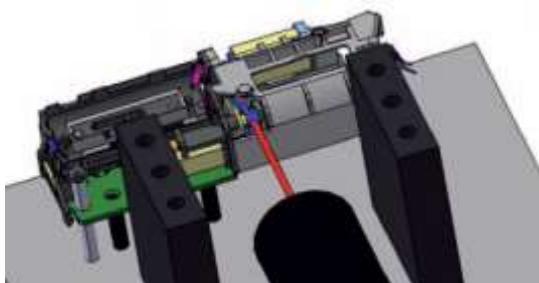
操作前 请在汽车刹车片公称转速下，将刹车片轴端测点安装到位。



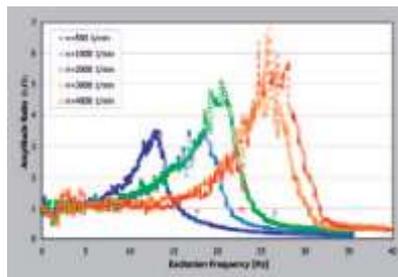
刹车片的模态振型



汽车微驱动系统动态模态测试，消除噪声



汽车微驱动系统的模态测试，消除噪声

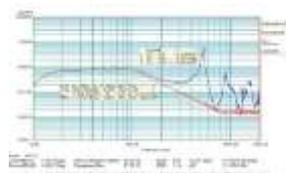


汽车传动系统的振动测量

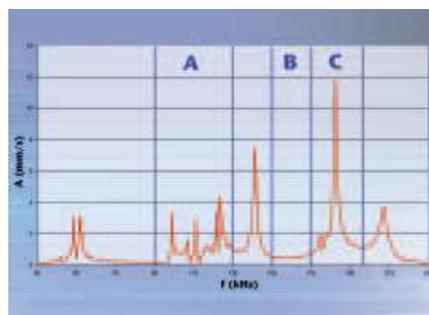
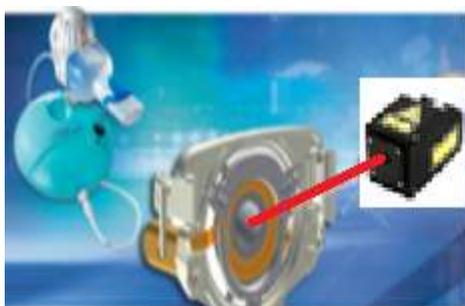


摩托车发动机测试

汽车轧制计算机的测量

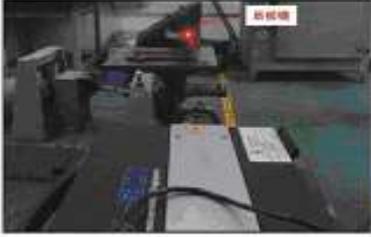


汽车电子部件的加速度的谱密度图

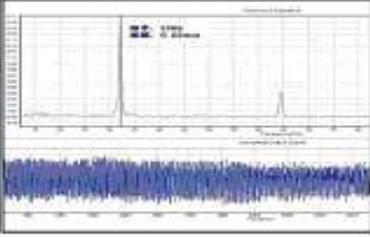


汽车驾驶盘齿轮的振动测试

汽车后视镜振动测试



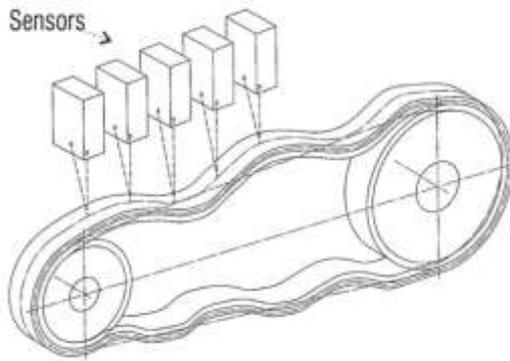
汽车后视镜测试结果



玻璃质量检测



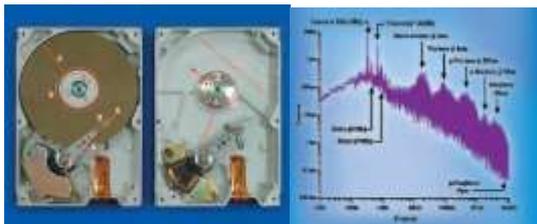
汽车后视镜和玻璃的振动测试



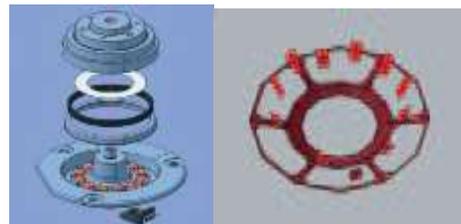
皮带轮振动

## 7. 计算机外设的动态测试

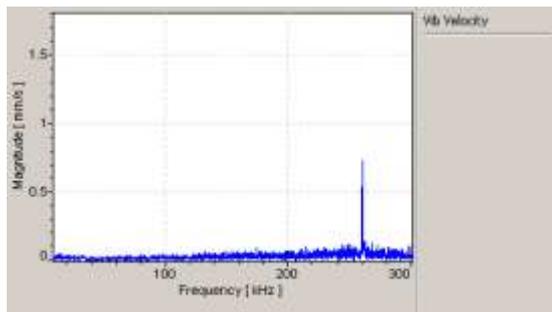
硬盘驱动器/光盘机/磁带机头/盘接口等振动模态测量。

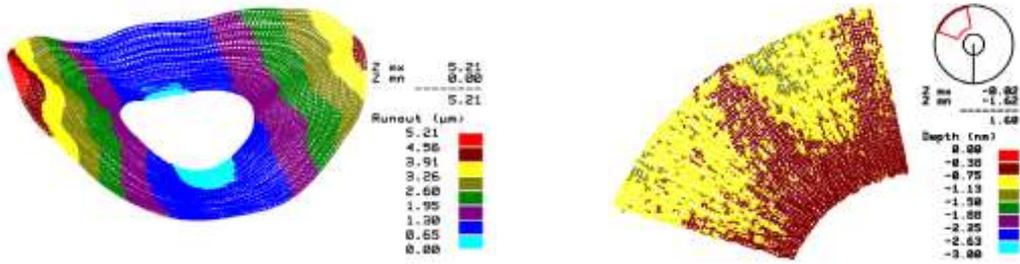


硬盘驱动器

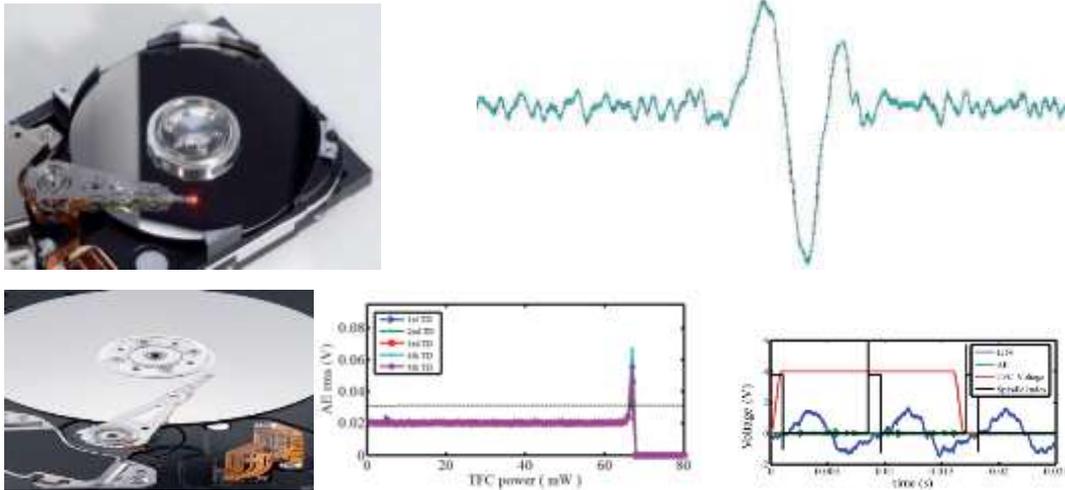


计算机驱动器定子的振动

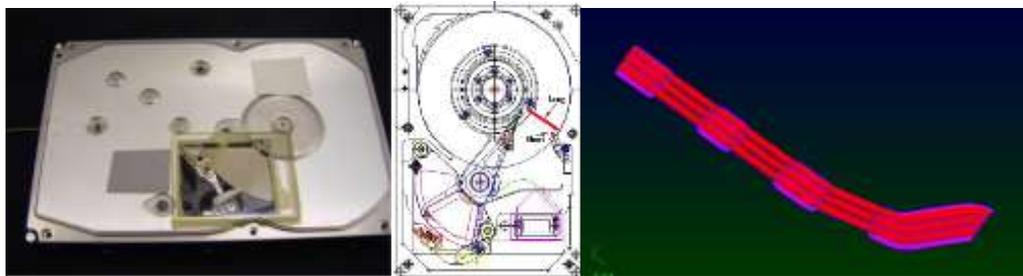




计算机驱动器零部件的振动测量



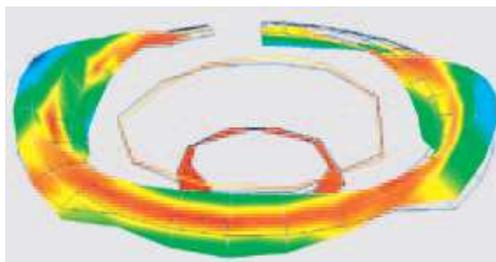
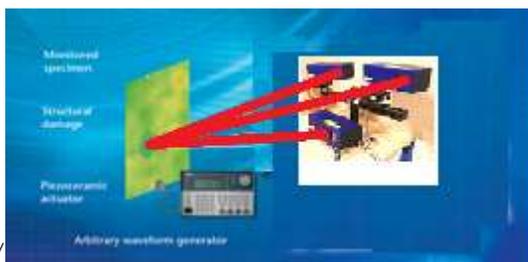
计算机驱动盘的振动测量



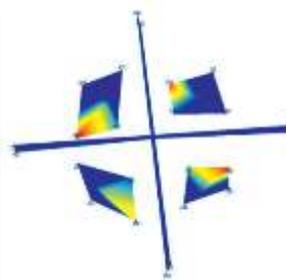
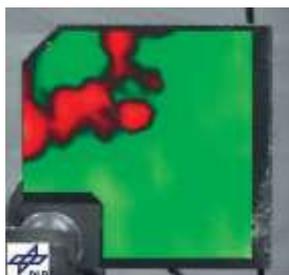
计算机驱动器的指针振动

### 8. 航空/航天/船舶/兵器行业的应用:

航空/航天: 太阳帆板的模态测试, 飞机发动机高速旋转 (高达 20000RPM) 叶片模态和应变测试, 太阳帆板单元的振动测试, 焊接工艺特性测试, 航天部件的阻尼比测试等。



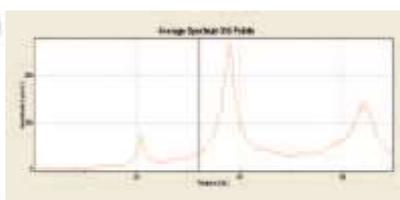
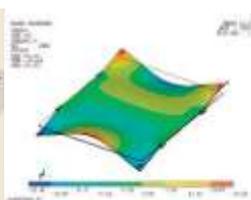
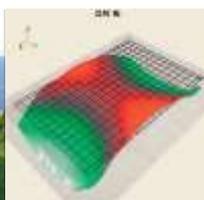
航天材料的超声波测试



太阳帆板的模态测试结果



飞机模态和发动机旋转叶片模态测试



太阳帆板单元的振动测试

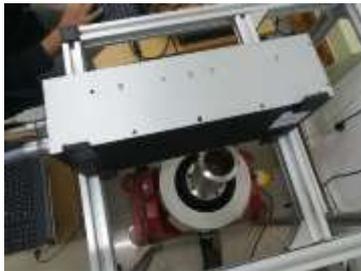


焊接工艺特性测试



各种航天材料阻尼比测试

**船舶：**船舶水下部件的振动模态测试，高速旋转轴的振动模态测试和故障诊断，海上钻井平台的振动模态测试。



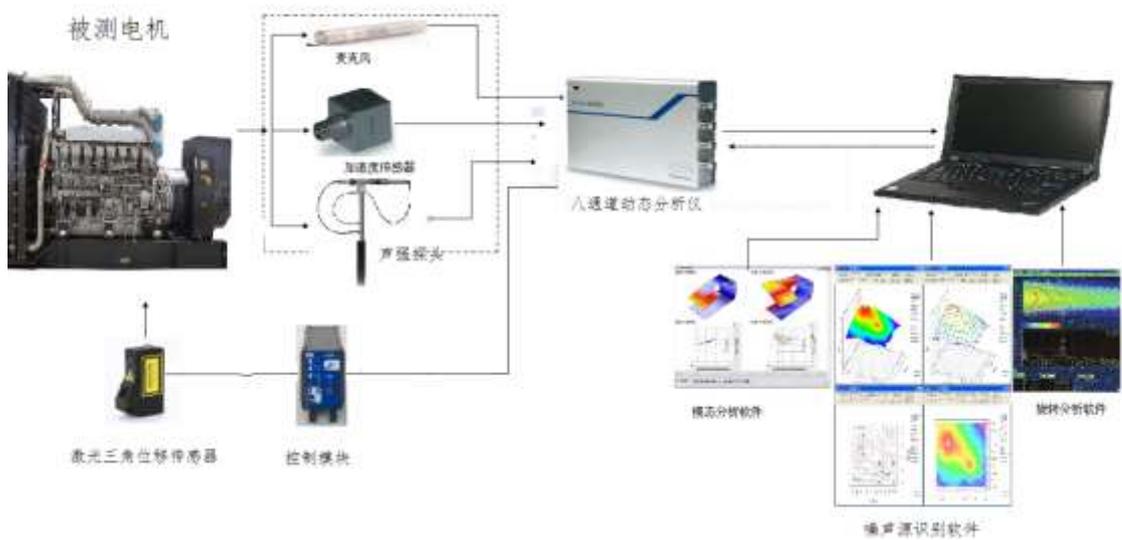
船舶水下结构物振动测试



深海作业测试



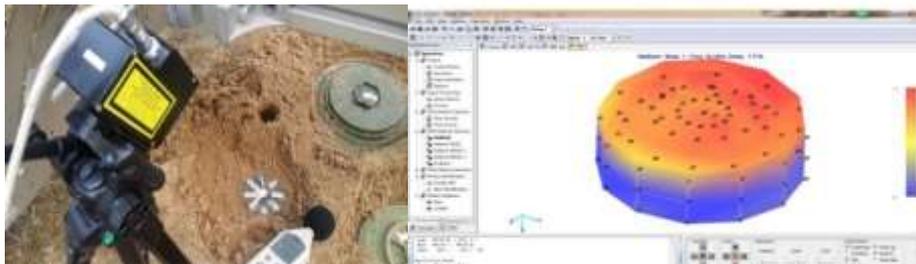
船舶旋转轴模态测试



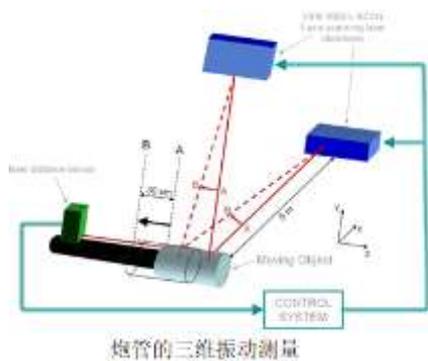
船舶旋转轴模态测试

**兵器：**

超高速火箭发动机的振动测量，炮管的三维振动测量，探雷测试，坦克传动系统测试



探雷测试研究



炮管的三维振动测量

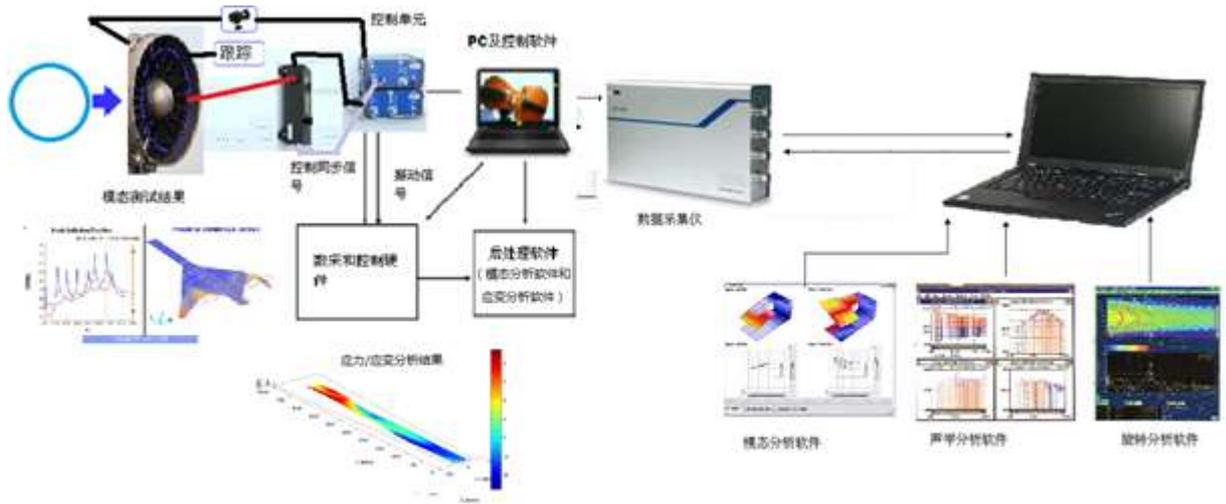


火箭发动机振动测试

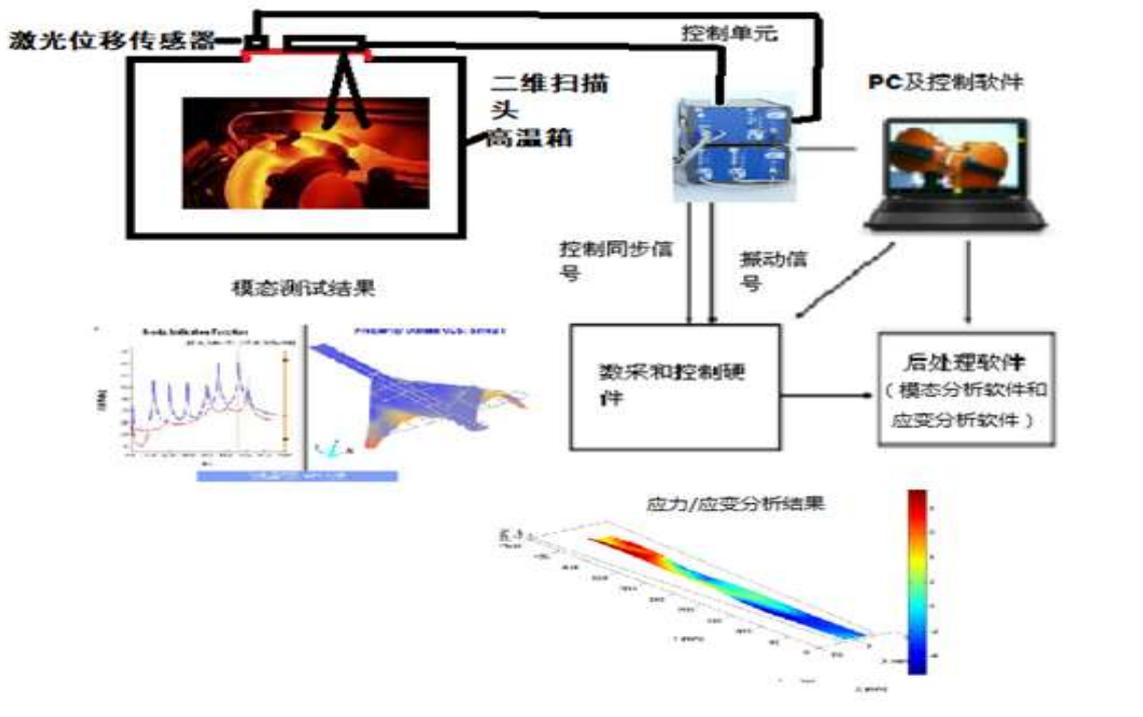


某武器传动系统振动模态测试

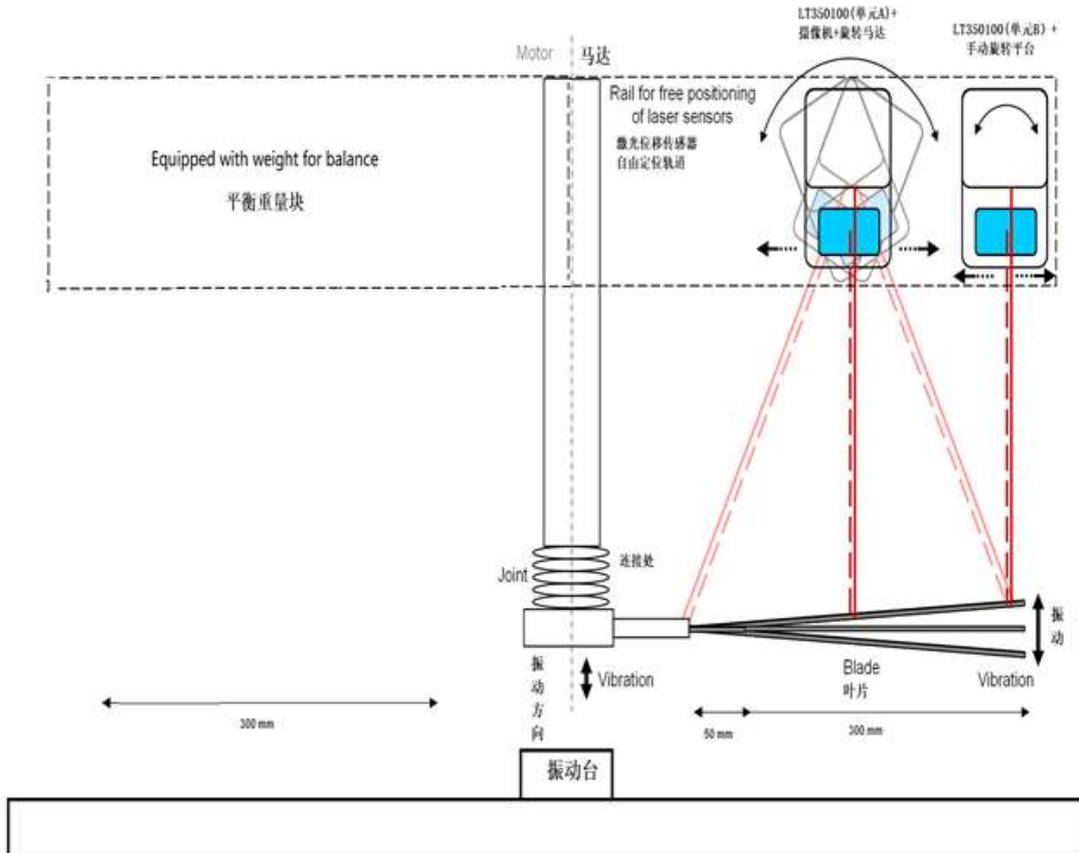
航空发动机测试案例：



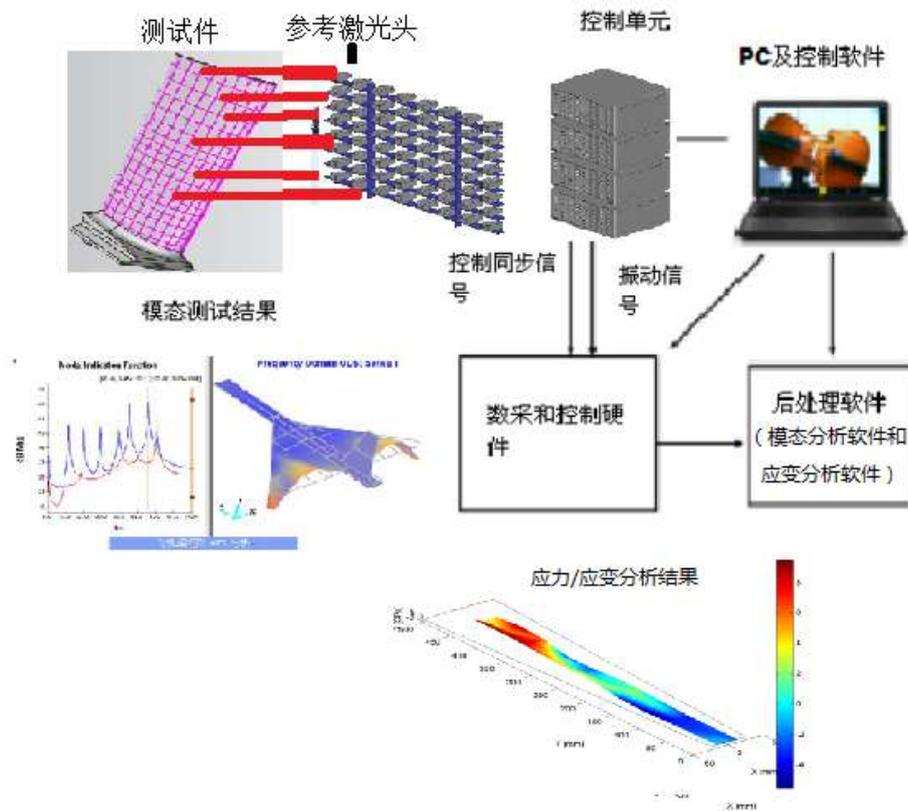
发动机高速旋转状态的振动/模态/应变测试



飞机叶片在高温情况下的振动/模态/应变测试



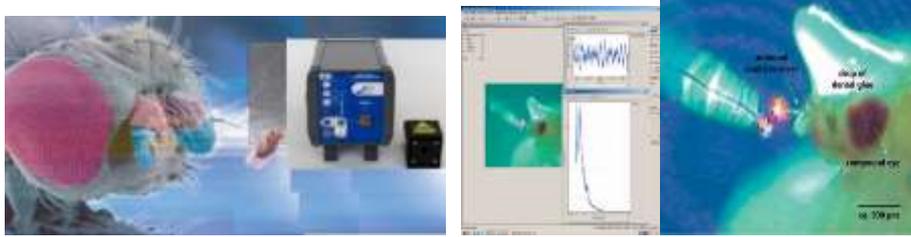
飞机叶片在振动台上的疲劳测试实验



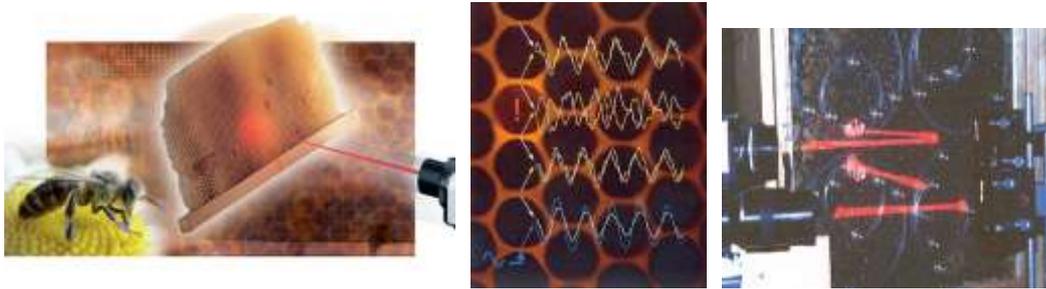
飞机叶片鸟撞应变测试实验

11. 用于生命科学研究及农业研究:

仿生蜜蜂/蟋蟀/昆虫等振动测试, 人造牙/人造耳朵/人造骨头等的力学特性测试, 牛肉检测/水果特性试验等。



昆虫的振动测量研究

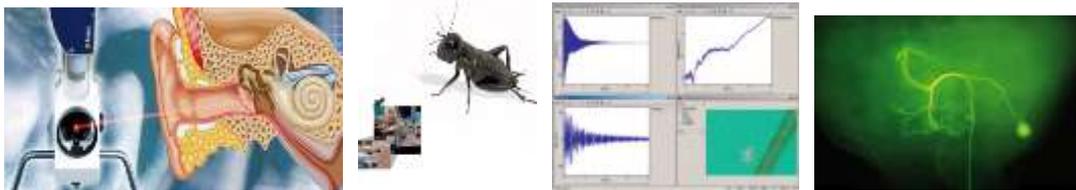


蜜蜂的振动测试



牙齿的振动测试

耳朵振动测试



人类中耳的振动测试

蟋蟀的胡须的振动测试

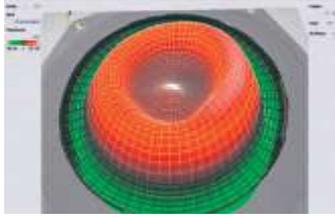


骨头的振动试验

人类心理信号测试

12. 声学 and 乐器测试:

通过对音箱和乐器的振动测量, 进行品质检验。



音箱测试开发



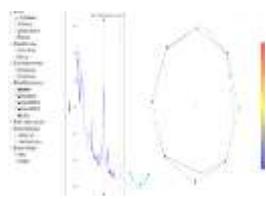
乐器开发

### 11. 家电/电力/核电行业:

**家电:** 家用电器的管路模态测试, 空调旋转叶片的振动测试



脱排油烟机罩的模式测试



空调风扇的振动测试



**电力:** 发电机励端/气端的模态测试 (配置可伸展自动旋转机构, 测量测点坐标和同轴度), 高速旋转轴的径向振动和轴向窜动测试。

风力发电机叶片的模态测试, 机壳的远距离监测。



发电机励端/气端的模态测试



风电远距离测量

**核电:** 关键部件的振动监测, 大型高速旋转轴的径向振动测试, 管路的应变测试。



管路振动监测



高速旋转轴振动测量

### 12. 振动台的破坏性试验:

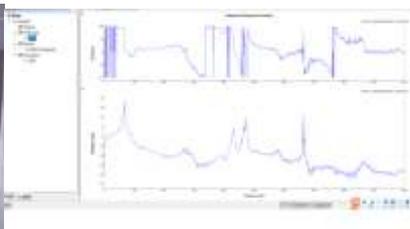
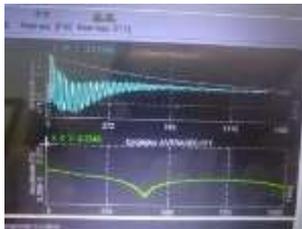
航空航天及电子行业的零部件，在振动台上进行高频率（3KHZ-8KHZ 之间大位移破坏性试验。采用大距离（300mm-600mm）的三角距离传感器可以胜任这样的测试。



### 13. 高温环境测量和高温表面测试：

用于极端环境的如环境温度在 $-273^{\circ}\text{C}$ - $+650^{\circ}$  和相对湿度在 90%以上的极端环境里的测试。

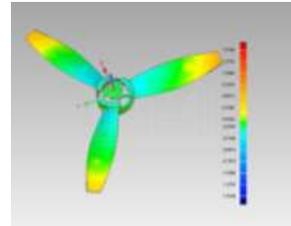
用于测试具有极端温度（ $+500^{\circ}\text{C}$ - $3000^{\circ}\text{C}$ ）的表面的振动/模态/应变分布。



航空发动机部件高温表面（ $800^{\circ}\text{C}$ ）模态测试



航空零部件高温表面



高温应变测量



高温滚轮振动测量



深海作业

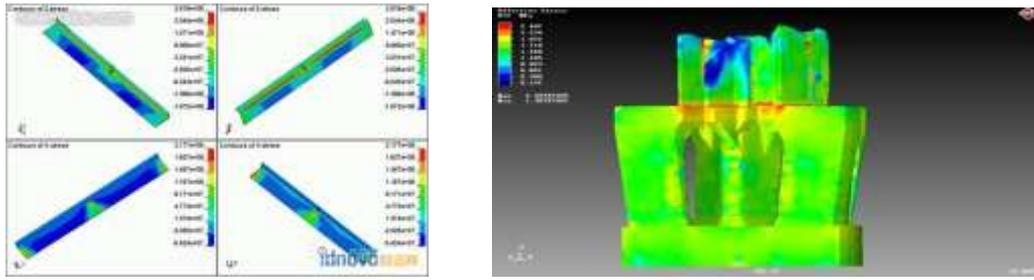


高低温环境里振动测量

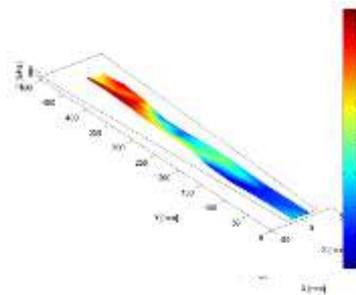
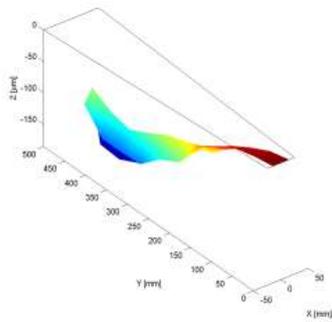
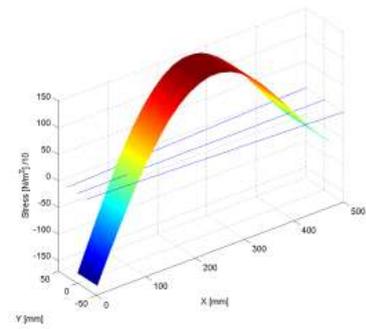
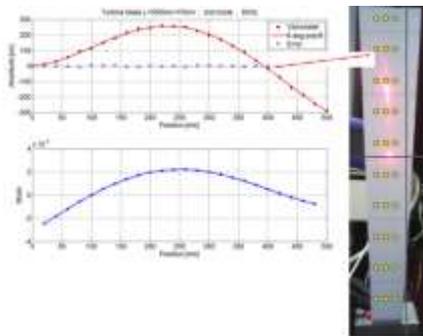
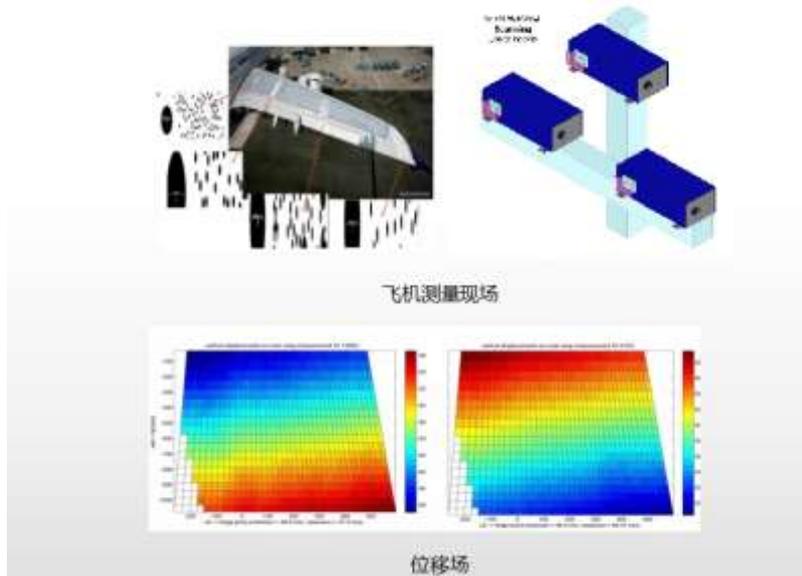
例行实验测试

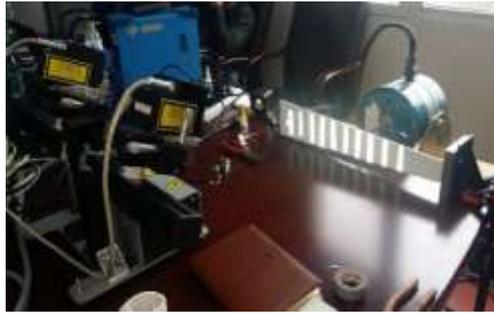
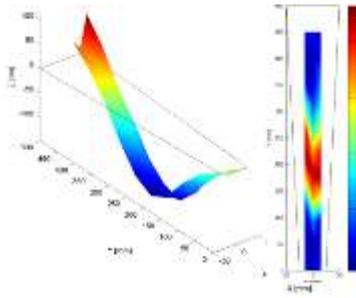
### 14. 非接触应变/应力场测试：

采用单点三维/两维扫描/三维扫描测振仪，可以直接计算出某点的应变或采用模态法计算出某个面的应变场分布。



飞机机翼在飞行中的变形测量：测量范围：几十米；翼尖最大变形：1米左右；

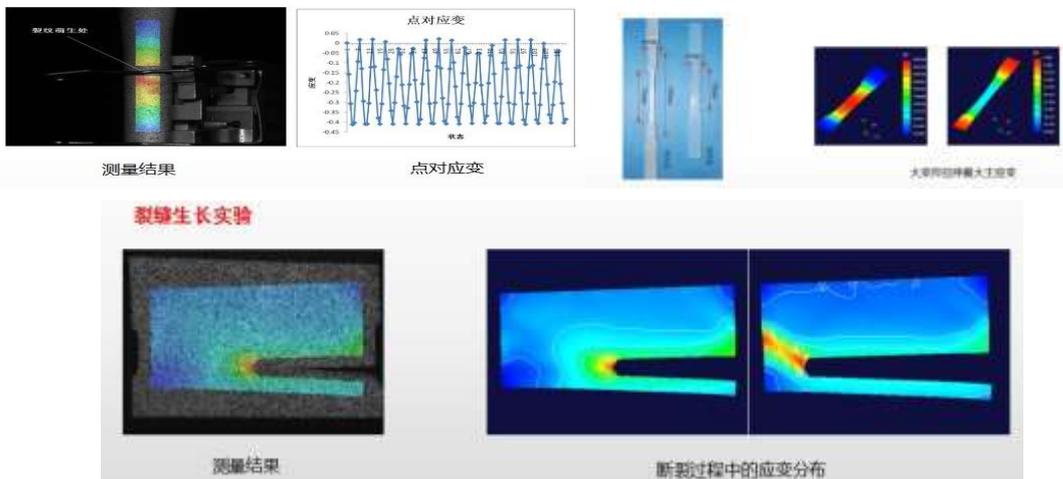




飞机叶片应变计算

### 15. 疲劳分析:

在精确测量应力应变场的基础上，可将应变/应力数据输入到专业的疲劳分析软件，从而进行测试件的寿命预估等。



### 16. 激光三角距离传感器的应用:

常用于长度、距离、振动、速度、方位等物理量的测量，还可用于探伤和大气污染物的监测等，特别擅长于各个行业的旋转机械的振动测量。



## 十. 国内外部分客户

### 国内部分参考客户

上海大学机电与自动化学院 贵州理工学院机械系, 香港理工大学 北京信息科技大学, 西南交通大学, 重庆大学, 国防科技大学, 中南大学, 湖南大学, 南通大学, 机电学院, 中国矿业大学矿岩国家重点实验室, 中国地质大学, 江苏大学物理系, 江苏大学材料学院, 武汉理工大学, 华中科技大学力学系, 中国民航大学, 南京理工大学, 南京航空航天大学, 清华大学土木工程系, 大连海事大学路桥系, 西安交通大学机电学院, 西北工业大学, 厦门大学, 上海交大, 上海技术物理所, 航天八院 812 所, 航天八院 800 所, 航天 702 所, 航空 624 所, 航空 623 所, 航空 614 所, 深圳烯创材料研究院, 宁波智能仪器有限公司, 浙江海骆航空科技有限公司, 中国商发制造公司, 中船 105 所, 中船 701 所, 潍柴, 锡柴, 一汽解放, 福田汽车, 同济大学汽车风洞实验中心, 苏州泰斯特实验仪器有限公司, 无锡广电, 苏州长菱测试技术有限公司, 西安力利航空科技有限公司, 华为东莞分公司, 江苏核电, 宁德核电, 无锡广电。。。。。。等。

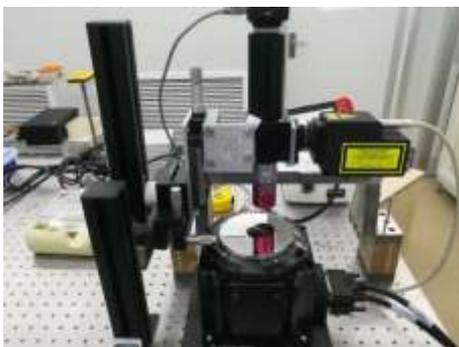
## 十一. 活动汇总



电科院旋转轴的测试



某大学测试现场



显微式激光测振仪测试现场



某大学研讨会现场



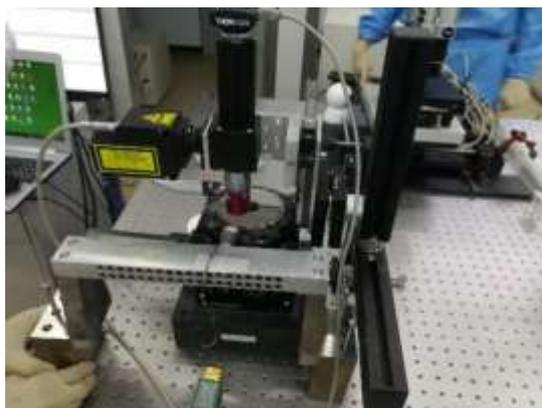
2019 年汽车测试技术展会现场

## 十二. 典型案例

1. 半导体和电子行业
2. 汽车行业
3. 家电行业
4. 核电工业
5. 加工机床
6. 航空/航天/兵器
7. 探雷测试
8. 先进材料研究
9. 其他应用

### 半导体和电子行业

清华大学-显微镜式激光测振仪





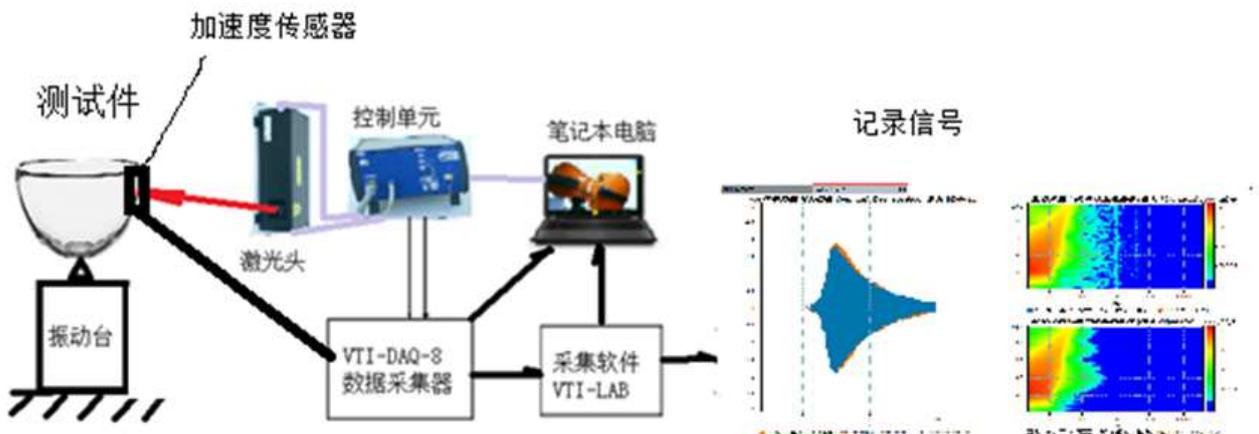
测试对象：微型针尖（4um 宽度）+特殊表面材料的光碟  
测试目标：通过测量针尖的振动，检验两者贴合度的测试，  
产品型号：MICROSCOPE-VSM1000 显微式激光测振仪

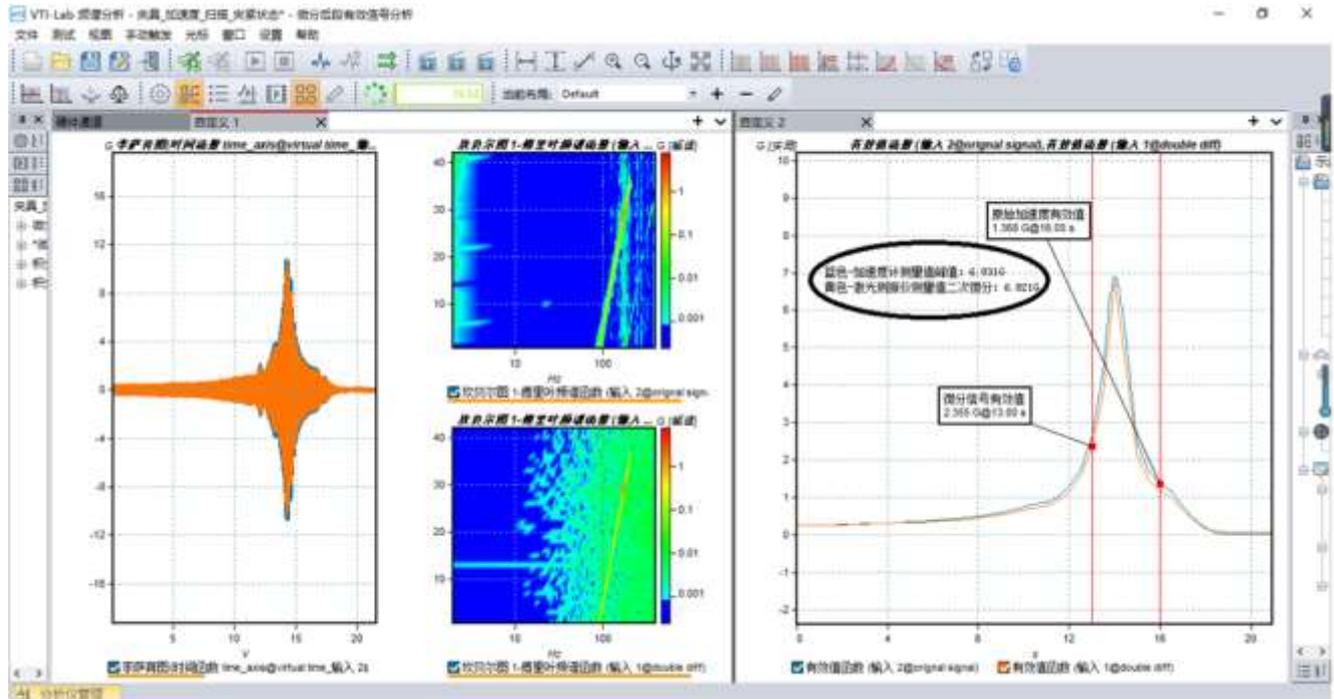
### 江苏某大学实验室



测试目标：陶瓷片高频振动测试  
测试结果：精度和分辨率很高，结果满意  
产品型号：LT1505-HR

### 中科院某研究所验证实验





测试目标：振动台工装上某点正弦扫频/测试件上某点的随机振动模式下加速度传感器和单点激光测振仪背对背测量的比对试验

测试结果：

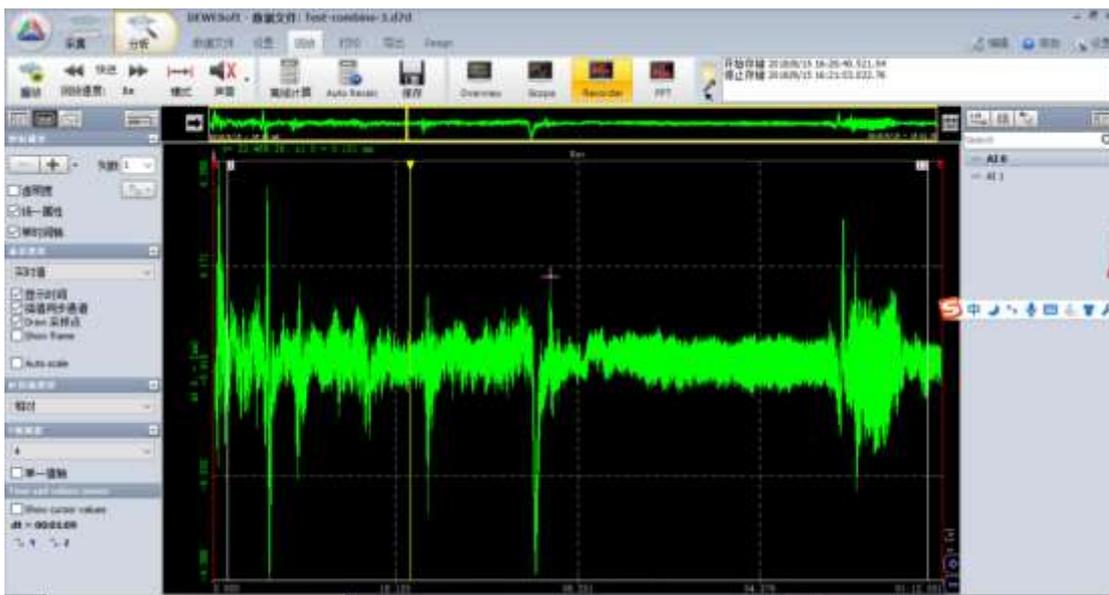
- 1) 正弦扫频法比较：无论是采用对加速度二次积分得到位移，和激光测振仪测量出来的位移进行比较，还是采用对激光测振仪测量的位移量进行两次微分得到加速度，和加速度传感器得到的值比较，从时域信号/坎贝尔图/有效函数值，得到趋势是一致的，得到的峰值误差在 2%之内。
- 2) 随机振动法比较：无论是采用对加速度二次积分得到位移，和激光测振仪测量出来的位移进行比较，还是采用对激光测振仪测量的位移量进行两次微分得到加速度，和加速度传感器得到的值比较，从时域信号/坎贝尔图/有效函数值，得到趋势是一致的，有很好的 consistency。

产品型号：VSM4000 单点激光测振仪

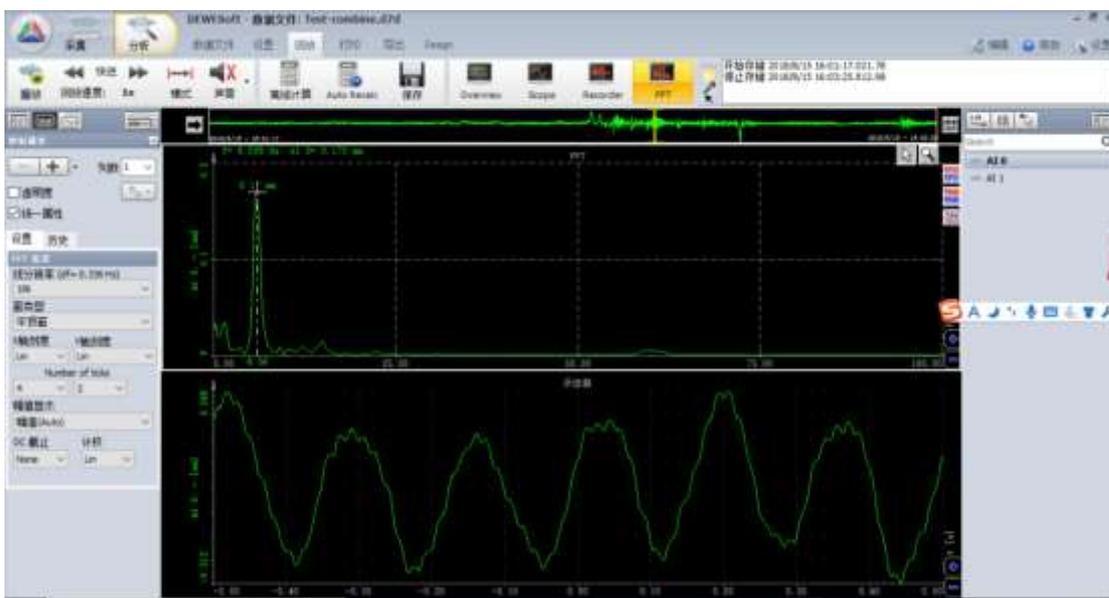
## 汽车行业

安徽某汽车技术中心





测试对象：发动机  
测试目标：振动测试  
产品型号：VSM1000 单点激光测振仪



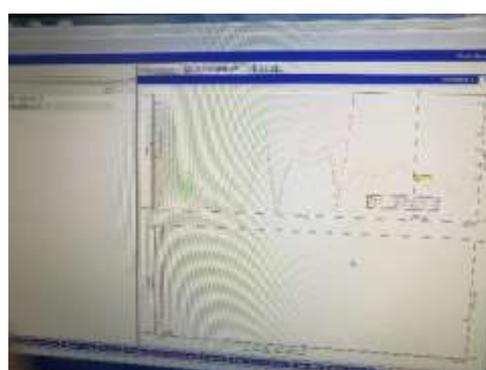
汽车转鼓测试结果-径向振动

测试对象：汽车转鼓

测试目标：转轴跳动位移

产品型号：LT14030 激光三角距离传感器

一汽



测试对象：车门

测试目标：关门振动衰减测试

产品型号：LT14030 激光三角距离传感器

柳州汽车



测试对象：发动机

方法：激光测振仪的测量位移对准美国 PCB 公司的加速度传感器，加速度传感器贴在发动机上。激光测振仪的微分结果和加速度传感器测量结果比对。

测试目标：在 2000HZ 以下，两者测量结果高度一致

产品型号：VSM1000L 单点激光测振仪

### 山东潍柴发动机 耐高温比对测试





测试对象：振动台振动测试

测试目标：0-80° C 高温环境测试，模拟激光测振仪在发动机环境下（0-60° C 温度环境）的测试性能

测试结果：激光测振仪能耐 80° C 的高温环境

产品型号：VSM1000L 单点激光测振仪

### 福田汽车



测试对象：测功机及其旋转轴

测试目标：测功机壳体在不同转速的振动，以及转轴的径向振动，看是否超标

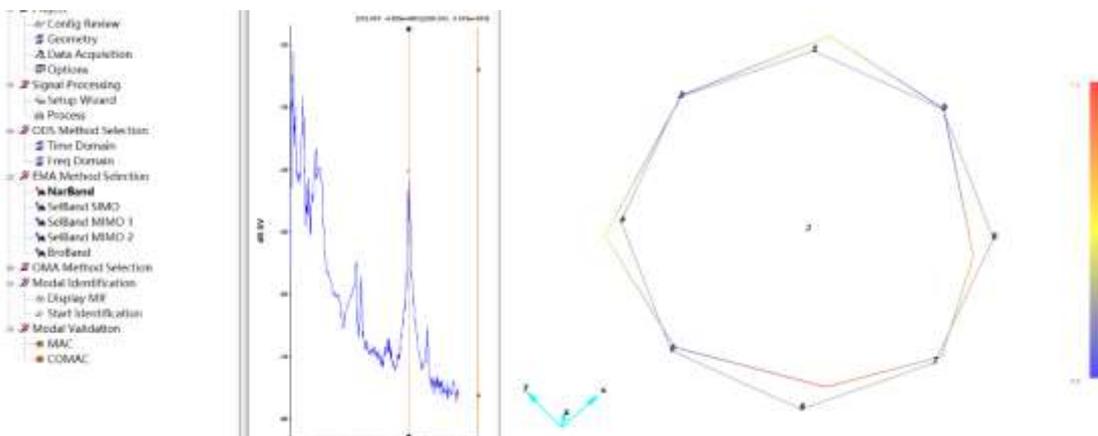
测试结果：符合规律

产品型号：LVM4000

### 家电行业

#### 方太厨具





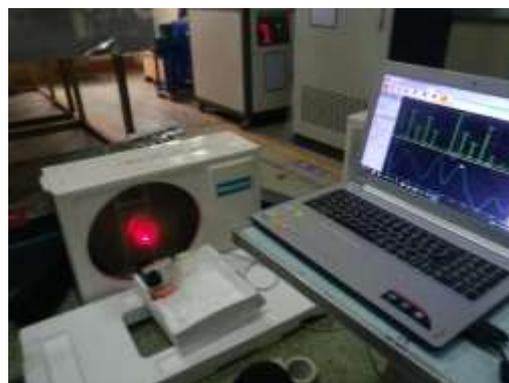
模态测试结果

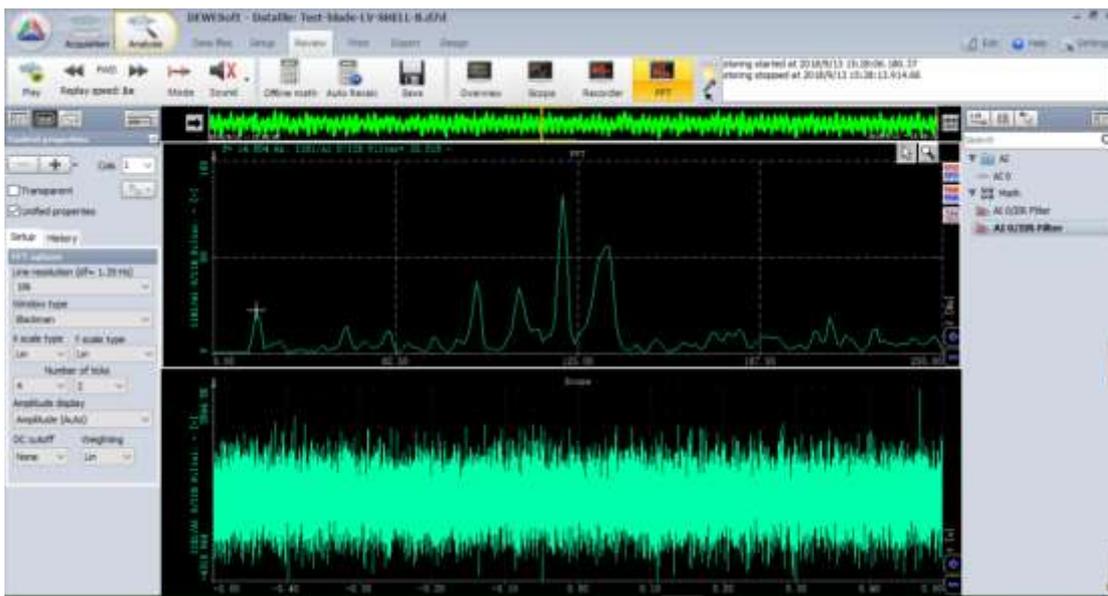
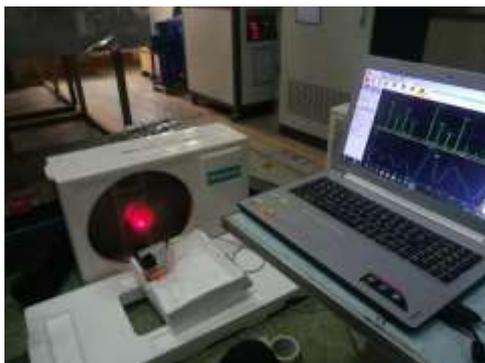
测试对象：厨具电机

测试目标：模态测试

产品型号：VSM1000L 单点激光测振仪

### 科隆空调

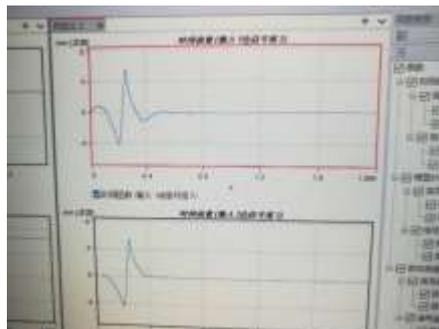
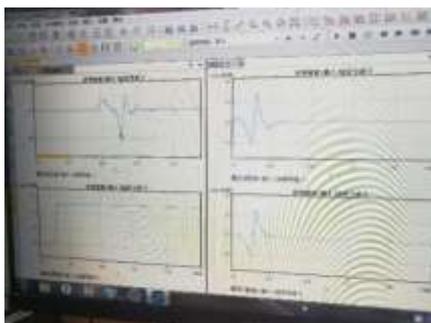




测试对象：空调叶片  
测试目标：振动测量  
产品型号：LT14030 三角距离传感器

### 杭州某家电公司空调关门试验

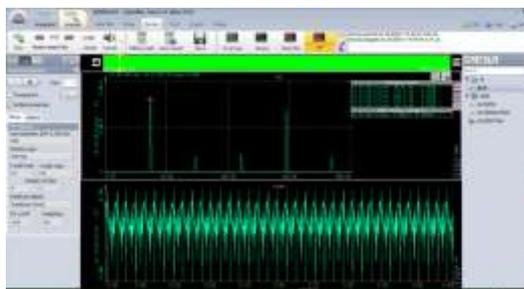




测试对象：冰箱门  
测试目标：关门测量  
产品型号：LT14030 三角距离传感器

## 核电工业

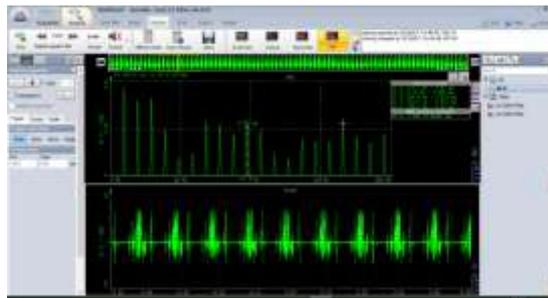
### 某核电



测试对象：转轴  
测试目标：不同转速下径向振动，测试结果和接触式位移传感器相比较  
测试结果：吻合  
产品型号：LT14030 三角距离传感器

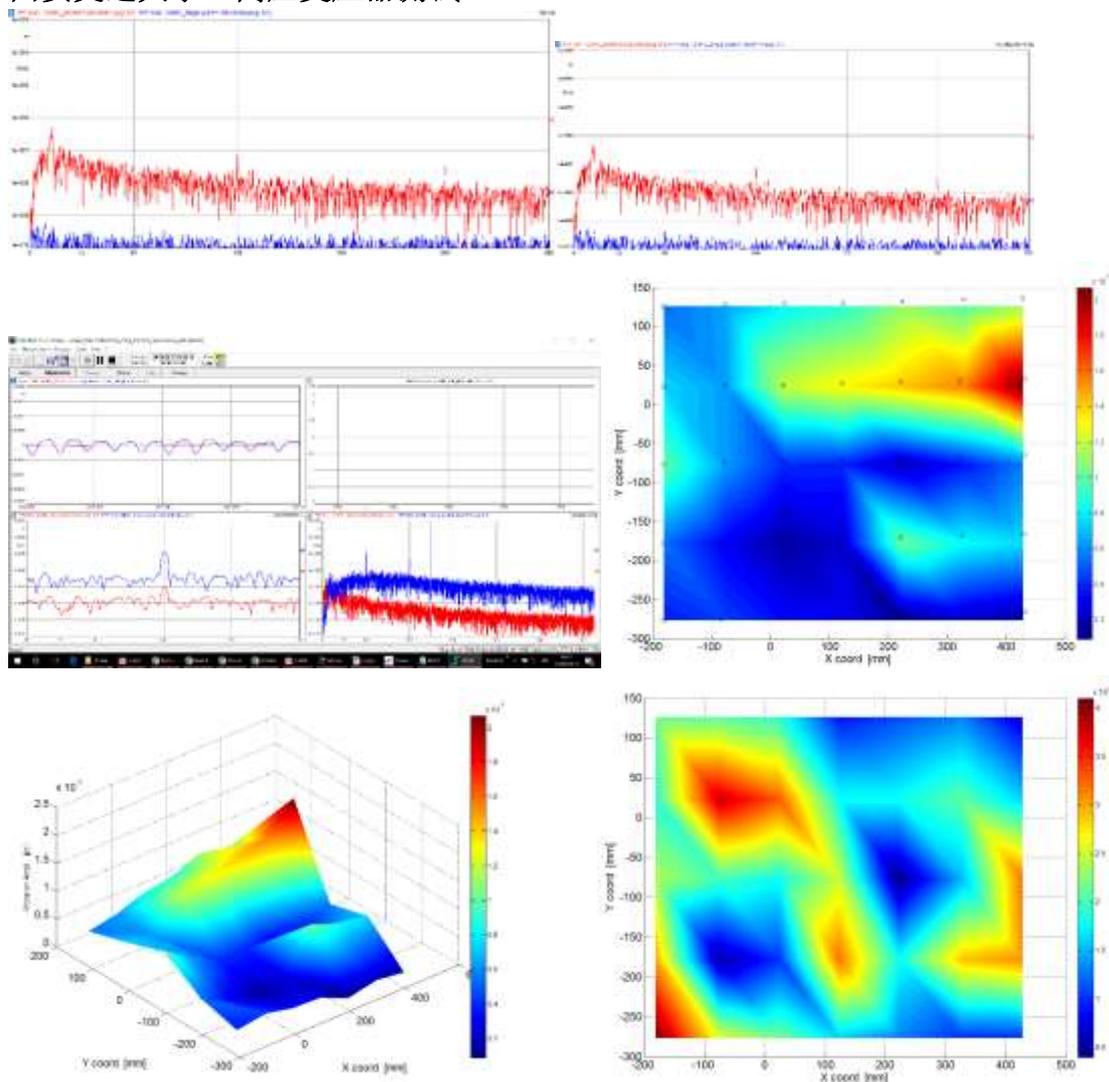
### 杭州某电科院

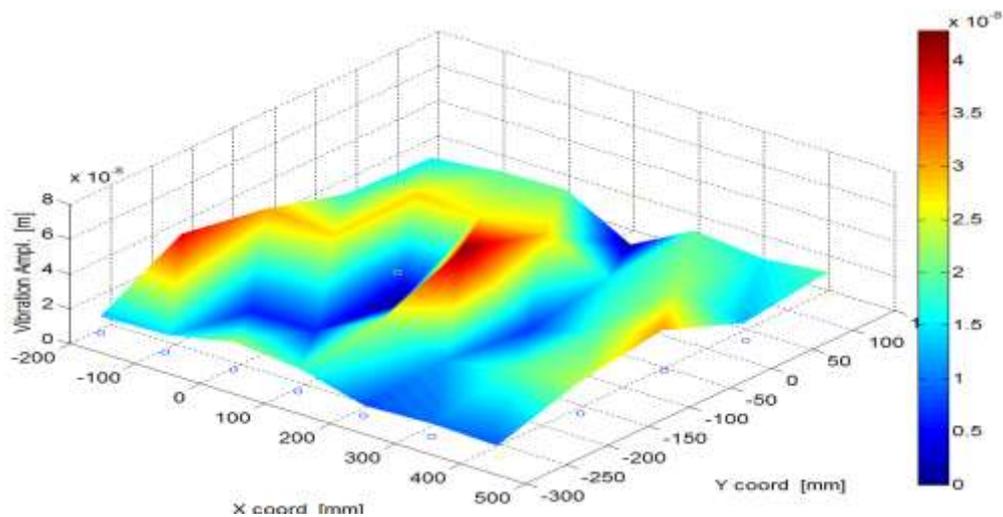
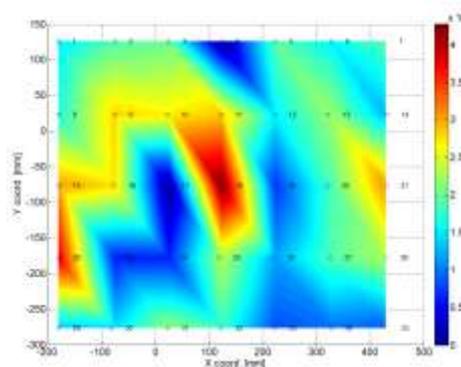
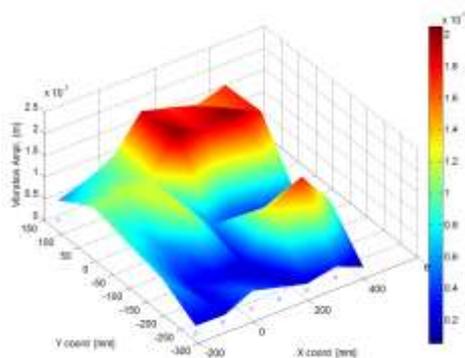
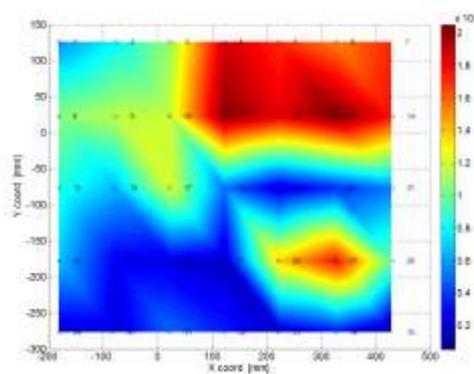
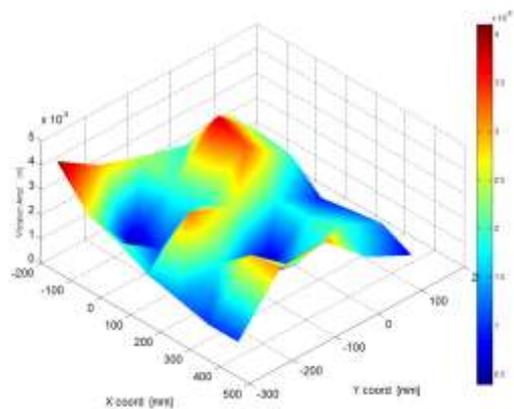


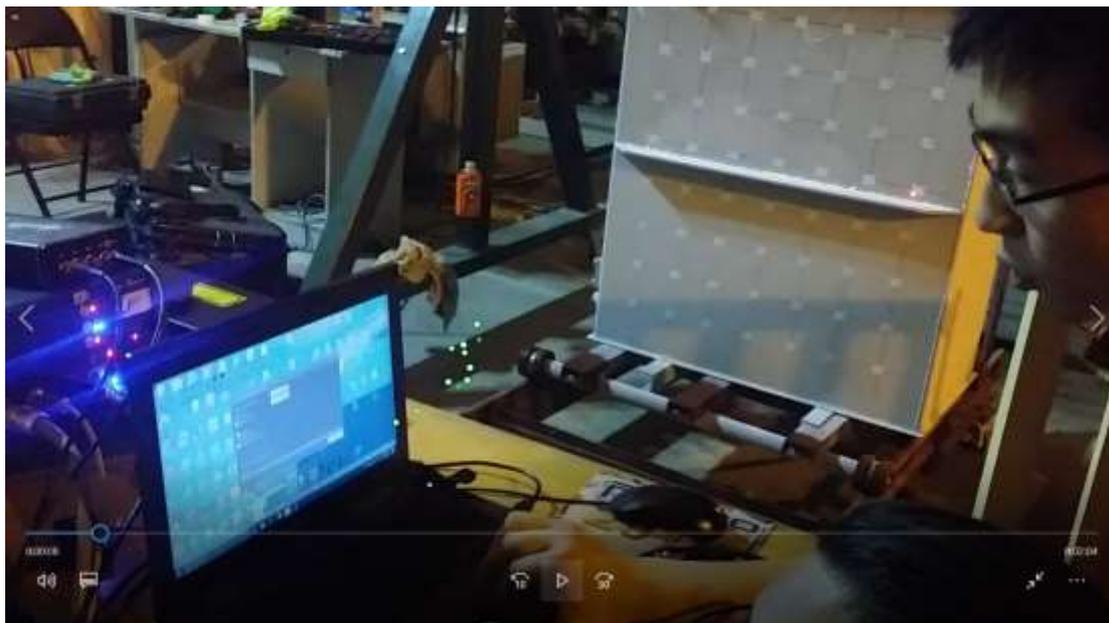


测试对象：发电机定子转轴  
测试目标：振动测量  
产品型号：LT14030 三角距离传感器

### 西安交通大学 高压变压器测试







实验室现场

测试表面：3000 伏高压变压器

测试目标：电流通过时的表面振动，大约 1  $\mu\text{m}$

测试结果：符合规律

产品型号：VSM1000L-SCAN-2D 两维扫描激光扫描仪

## 加工机床

### 兵器某所



测试对象：传动系统

测试目标：振动和模态测试

测试结果：符合规律

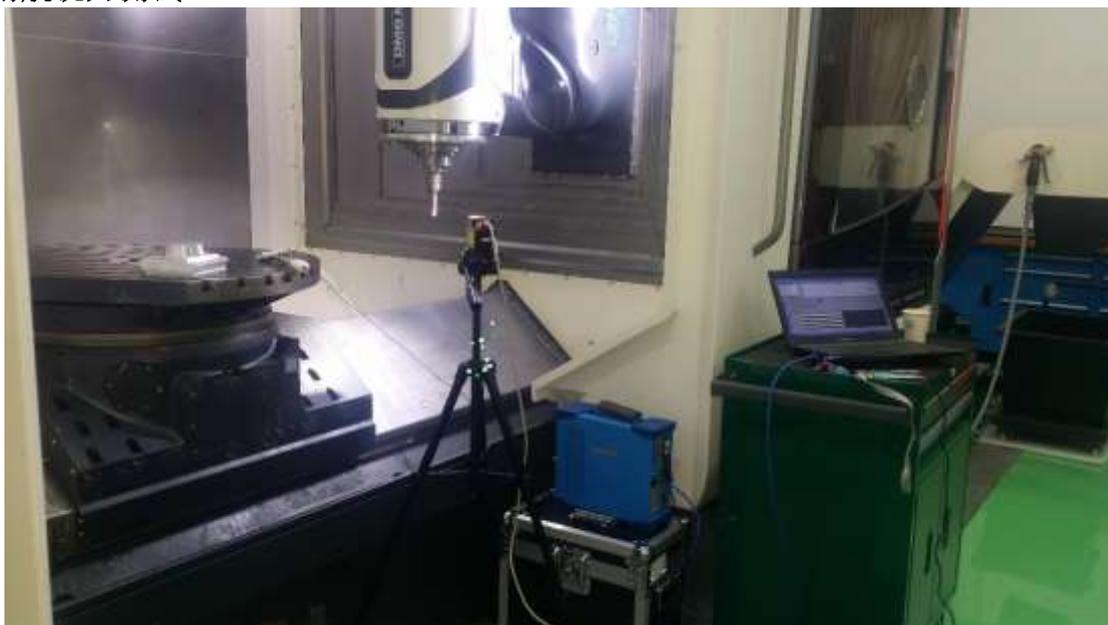
产品型号：VSM1000L 单点激光测振仪/2D 扫描激光测振仪

贵州某理工学院



测试对象：机床转轴  
测试目标：振动测量  
测试结果：客户满意  
产品型号：LT14030 三角距离传感器

南航铣刀测试



测试对象：铣床钻头

测试目标：钻头的模态测试  
测试结果：符合有限元计算结果  
产品型号：VSM1000 单点激光测振仪

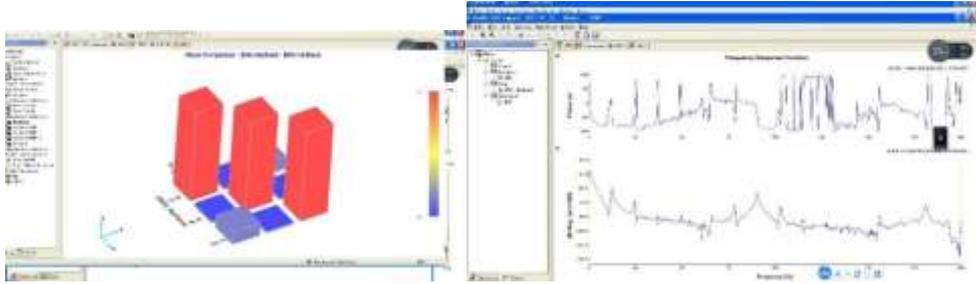
某理工学院



测试对象：铣床钻头  
测试目标：钻头的振动测试  
测试结果：客户满意  
产品型号：VSM1000L 单点激光测振仪

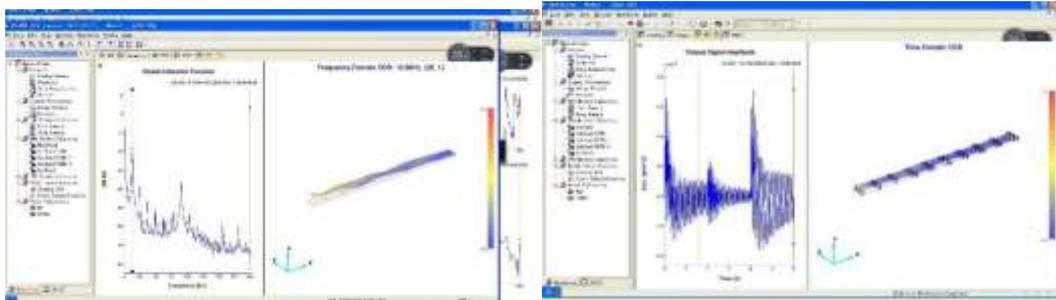
航空/航天/兵器

航空某所



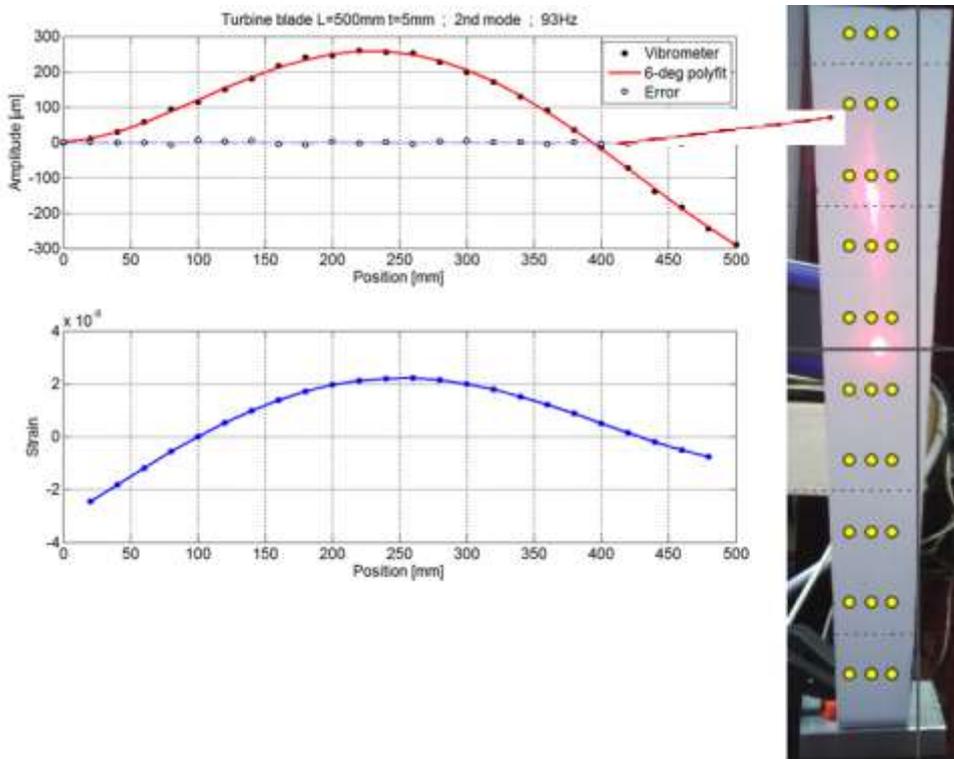
模态确信因子

传递函数

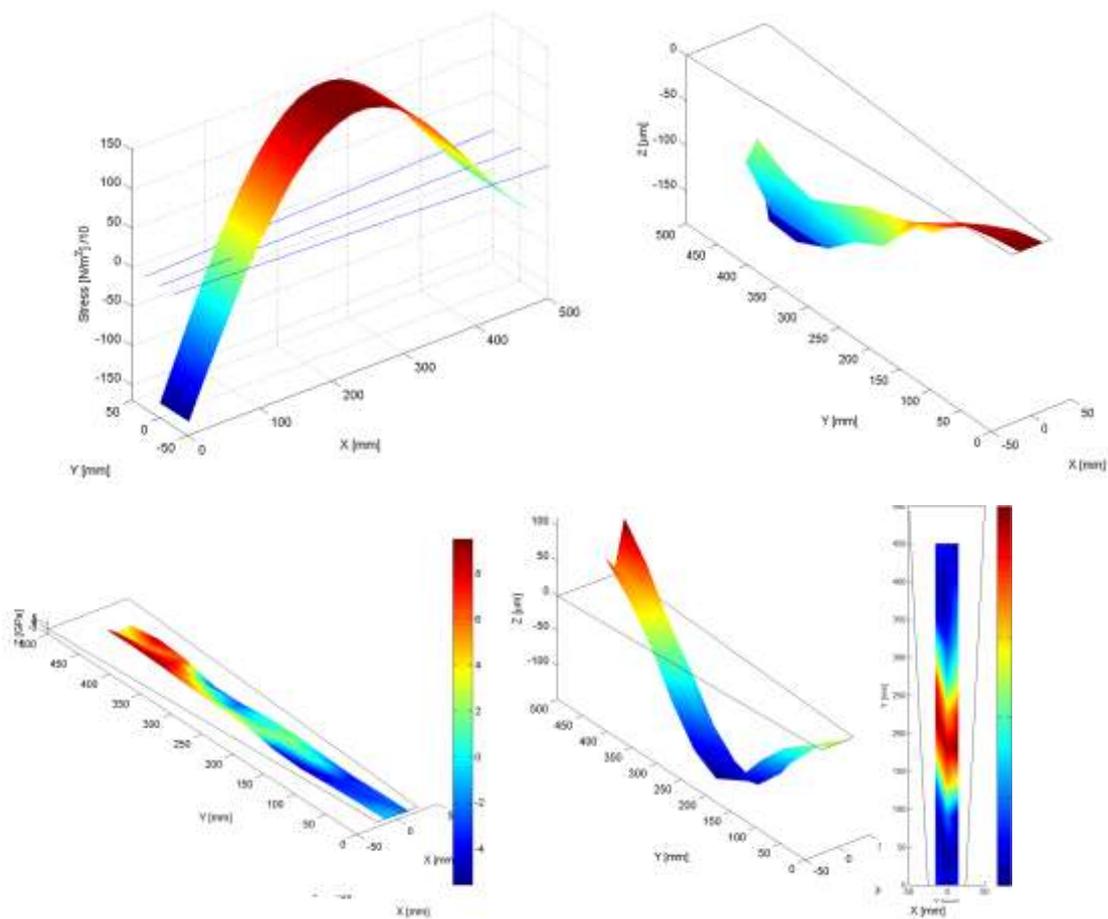


频域 ODS

时域 ODS



应力/应变计算



应变计算



测试现场

测试目标：发动机叶片

测量目标：叶片的模态参数，应力应变测量和分析

测试结果：和有限元计算结果高度吻合

型号：VSM1000-SCAN-3D 三维扫描激光测振仪

航天发电机测试



1) 测试目标:

测量发电机表面的微小振动, 大概在  $1\mu\text{m}$  , 小于  $1\mu\text{m}$  算合格

2) 应用: 航空航天精密发电机

3) 所用型号: 两头激光测振仪 VSM4000

测试结果: 客户满意

### 航空某所高温表面振动测试



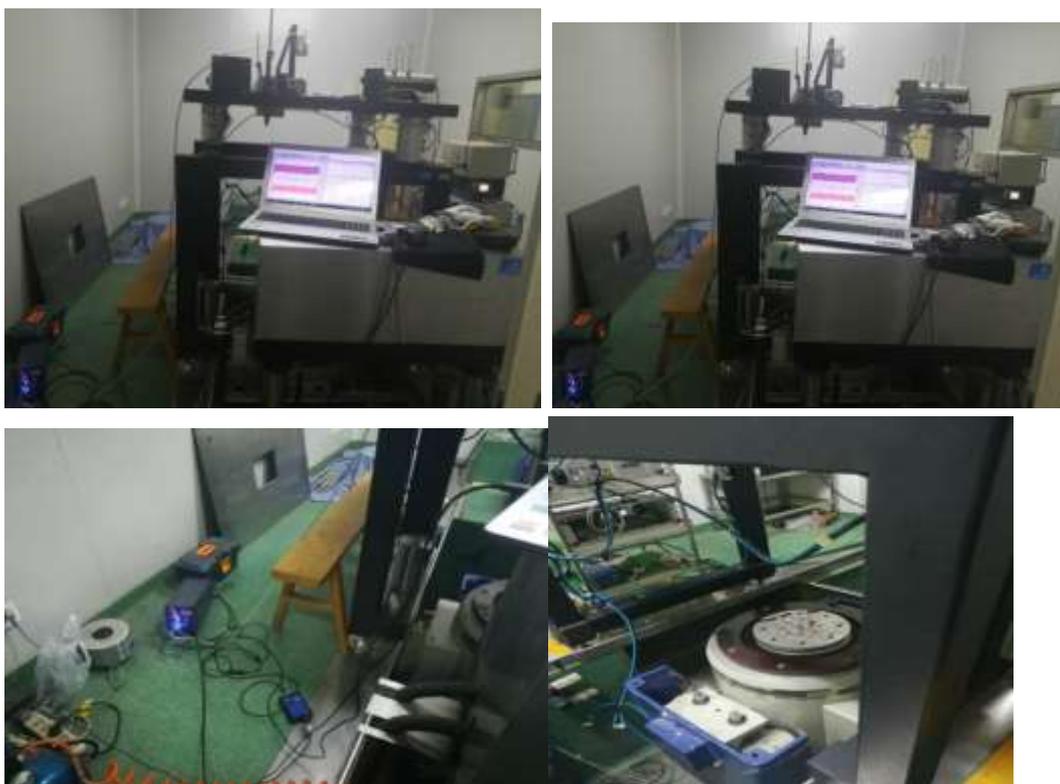
测试对象: 零部件高温表面

测试目标: 振动测试

测试结果: 符合规律

产品型号 : LT50050 三角距离传感器

### 振动台测试



测试对象：航空零部件

测试目标：和 POLYTEC 的激光测振仪做比对试验

产品型号：VSM1000 单点激光测振仪

测试结果：完全一致

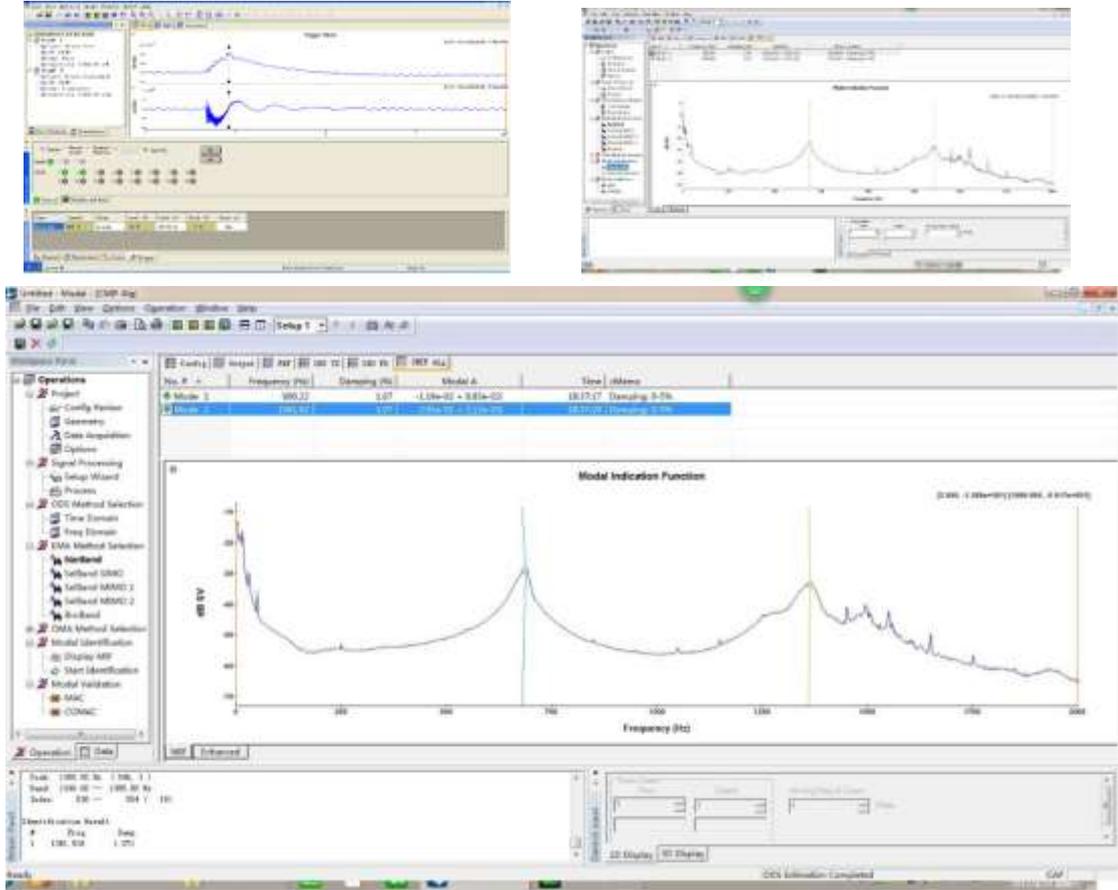
### 振动台破坏性测试



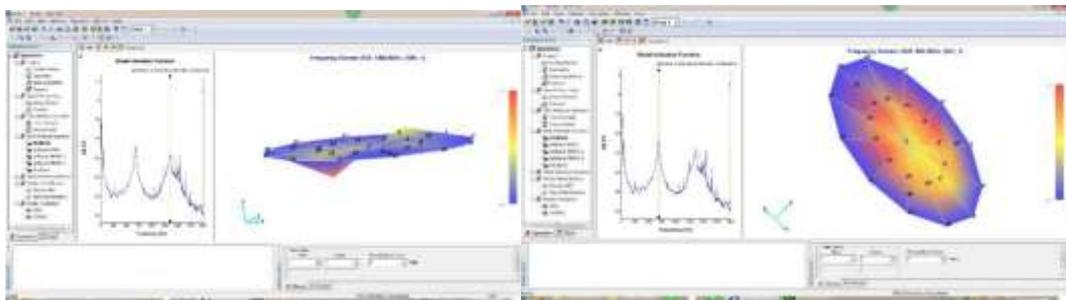
测试对象：航空航天零部件

测试目标：破坏性振动测试  
产品型号：LT30050 三角距离传感器  
测试结果：完全符合规律

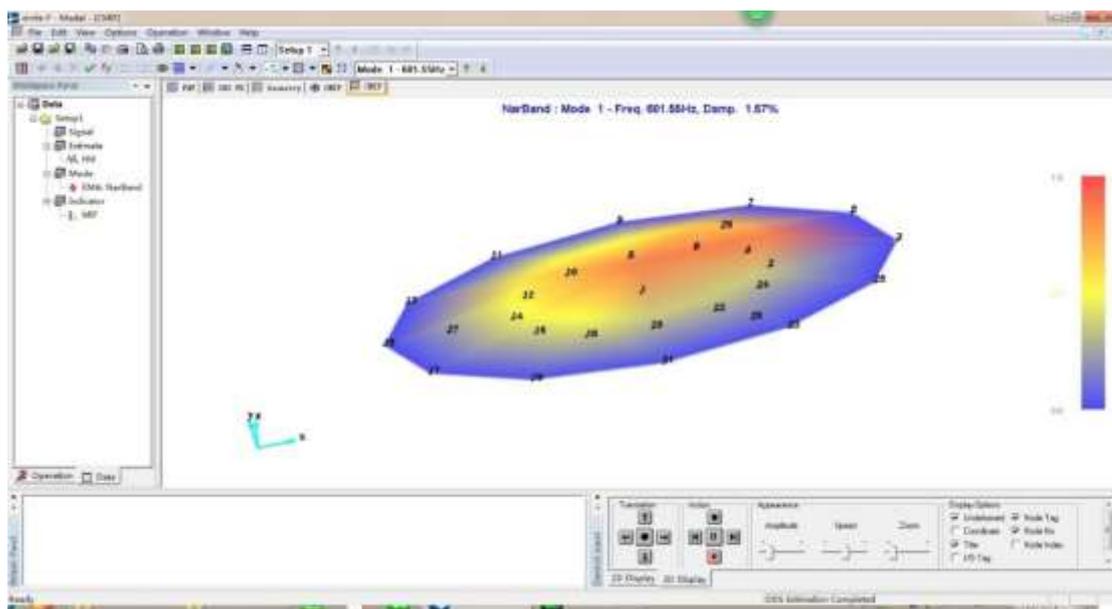
兵器某所 光学器件模态测试



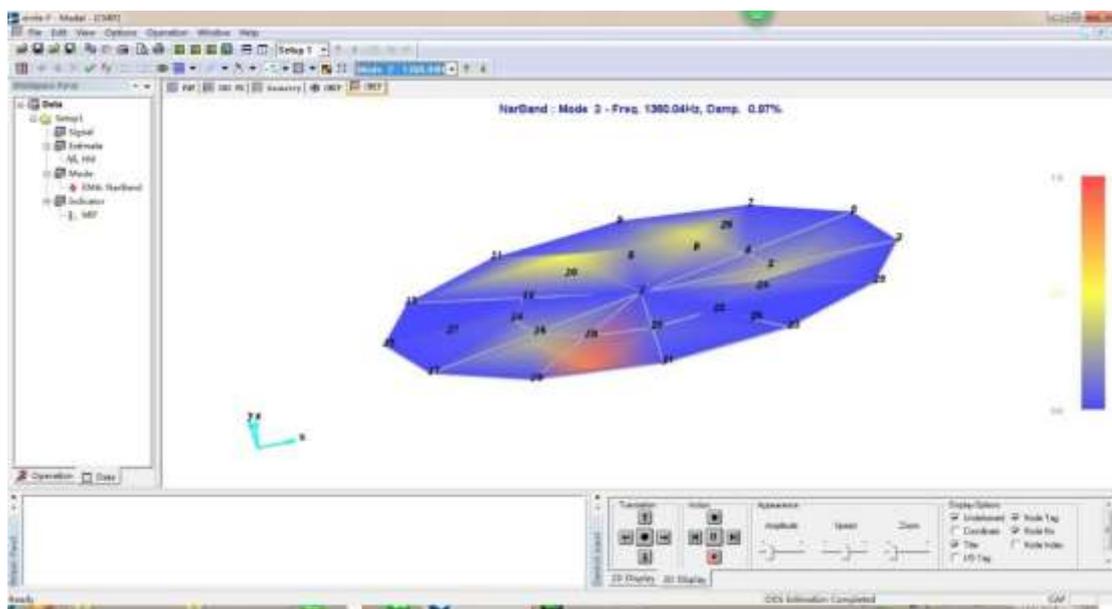
传递函数



频域 ODS



一阶振型



二阶振型



测试现场

测试对象：光学器件

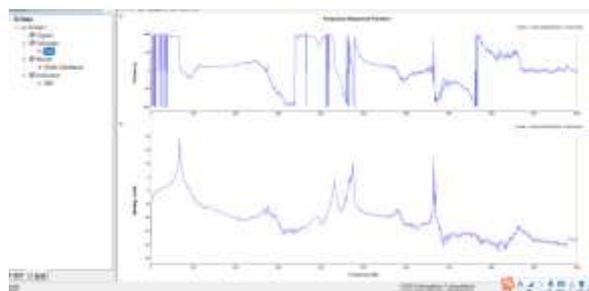
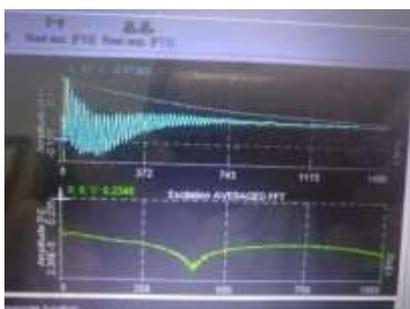
测试目标：光学器件的相对变形分析  
产品型号：VSM1000 单点激光测振仪  
测试结果：和有限元计算结果一致

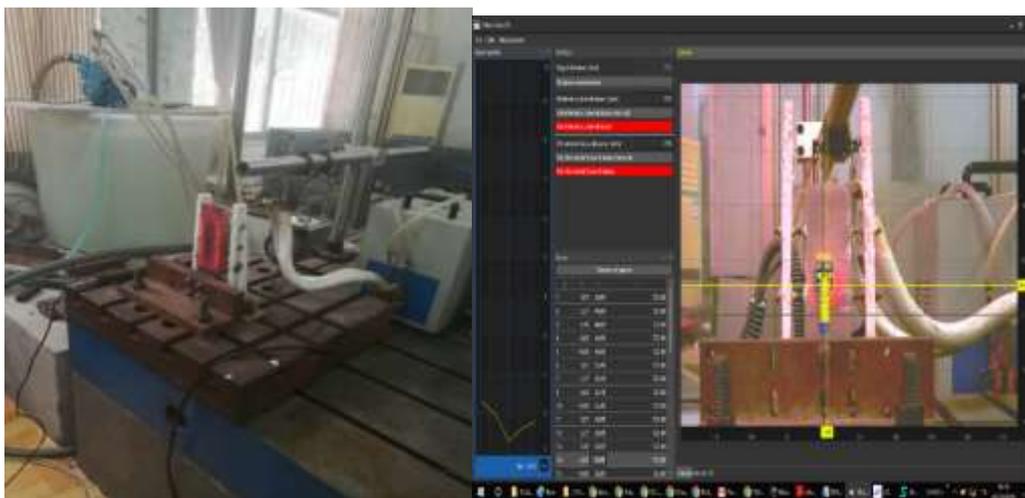
### 贵州某大学



测试目标：发动机叶片  
测量目标：叶片的振动测试  
型号：VSM1000-SCAN-3D 三维扫描激光测振仪  
测试结果：和计算结果一致

### 航空航天大学发动机高温表面测试





测试目标：发动机部件

测量目标：800° C-1700° C 高温表面振动/模态测试

型号：VSM1000 单点激光测振仪/3D 三维扫描激光测振仪

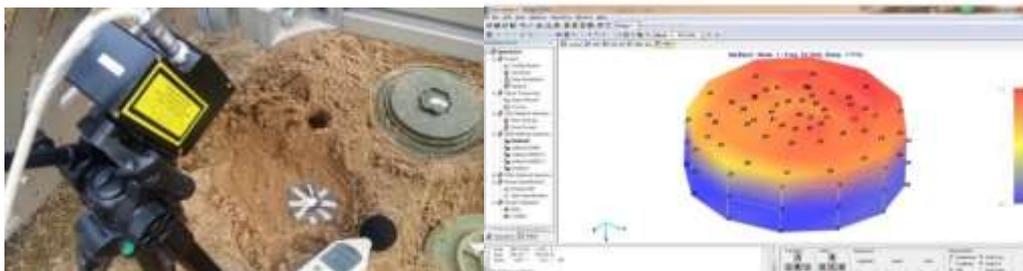
测试结果：和 POLYTEC 测试结果相比，南京维提思的测振仪在对高温表面振动测试上有很强的优势

## 探雷测试

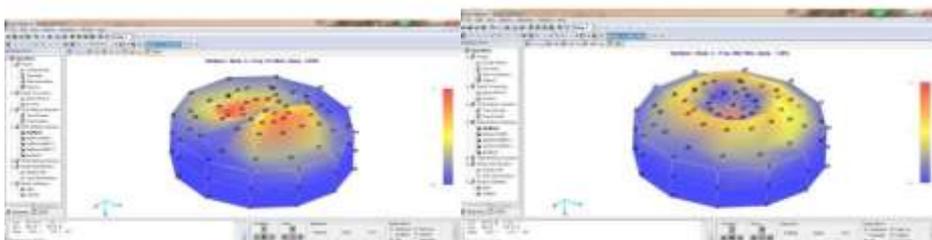
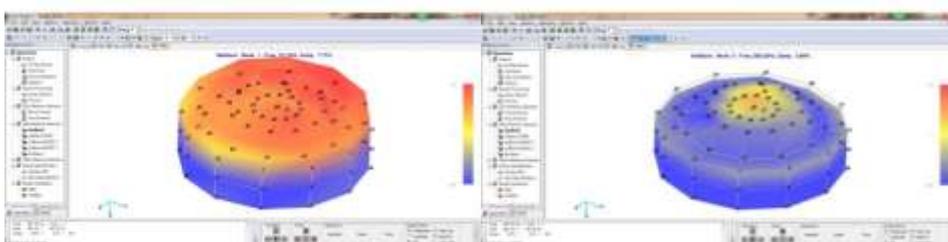
上海大学



沙土探雷测试



探雷测试



金属雷的前四阶振型



测试现场

测试对象：各种地雷

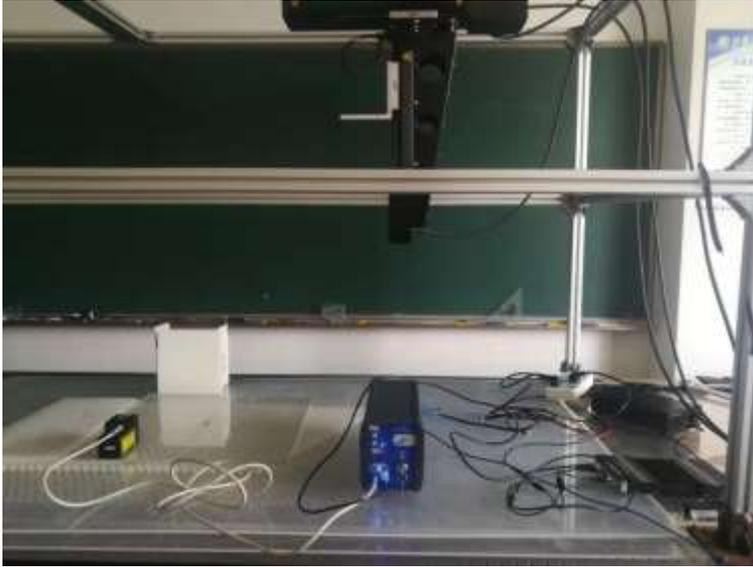
测试目标：模态测试，动力学特性分析，探雷实验

产品型号：VSM1000L 单点激光测振仪

测试结果：符合规律，和有限元计算结果相符

## 先进材料研究

江苏某大学材料实验室



测试目标：融合材料激励振动测试

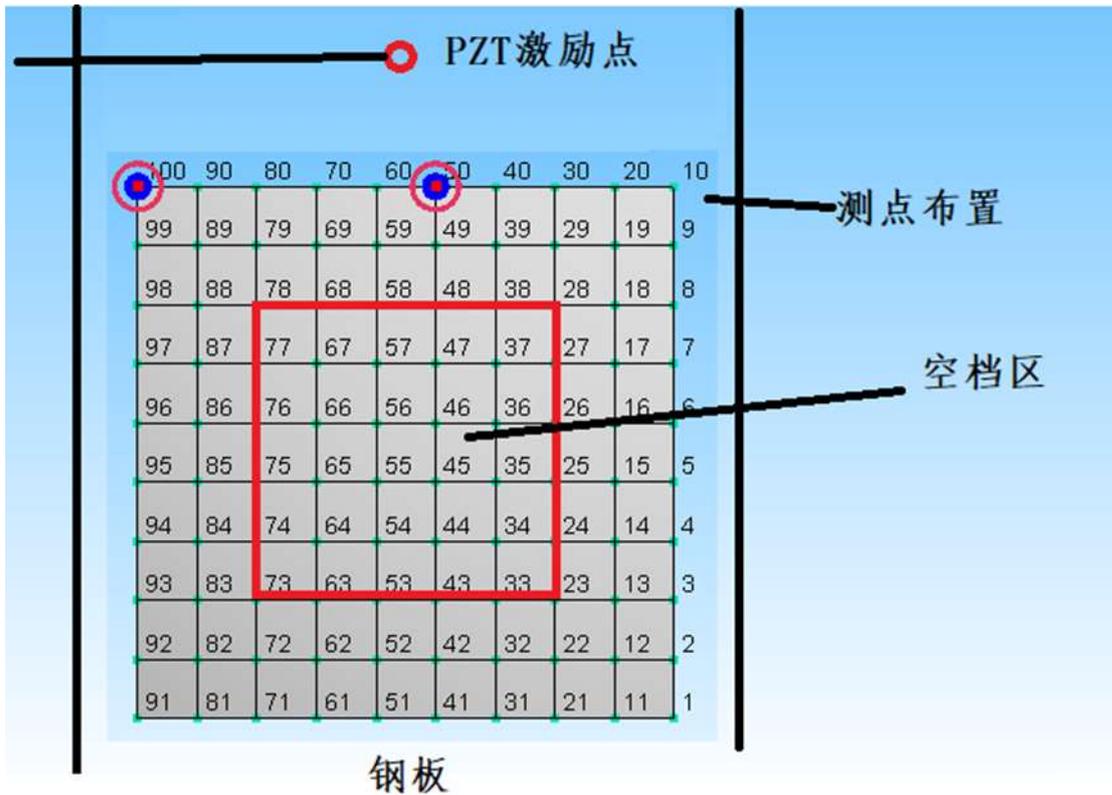
测试结果：结果满意

产品型号：VSM4000-GAIN/FILTER

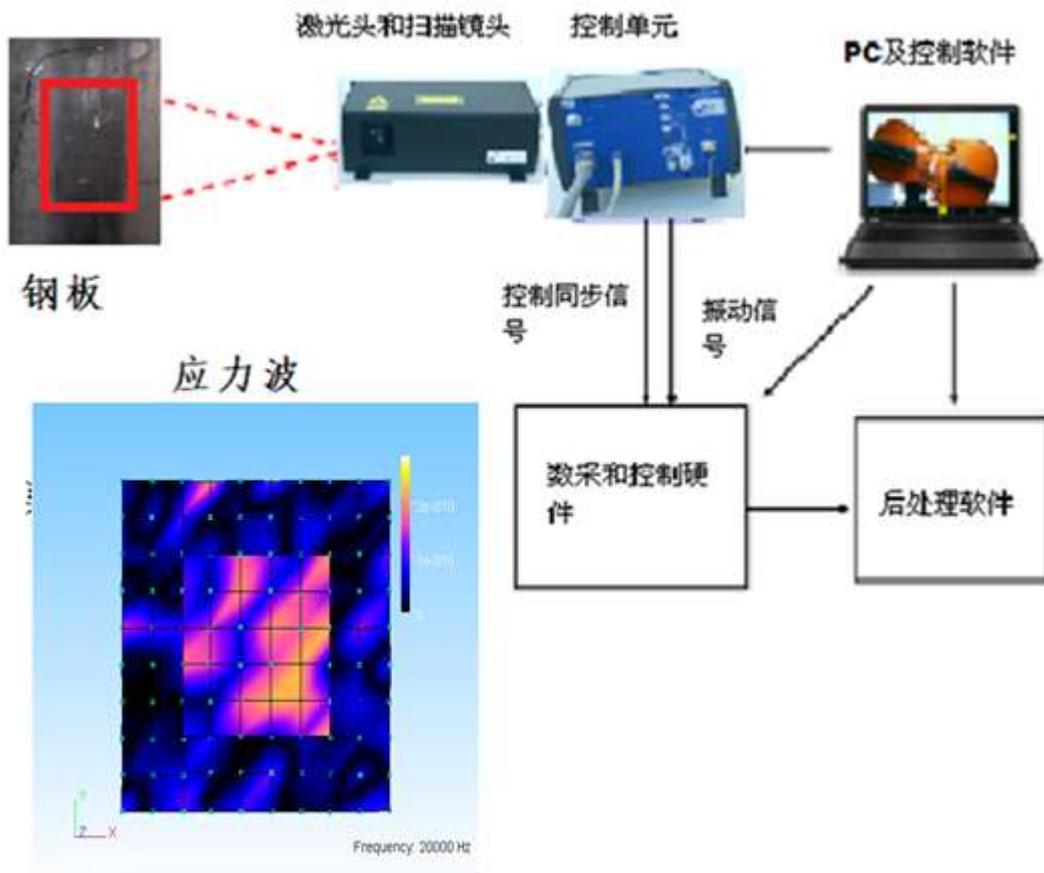
香港某大学土木学院



现场布置图



测点布置

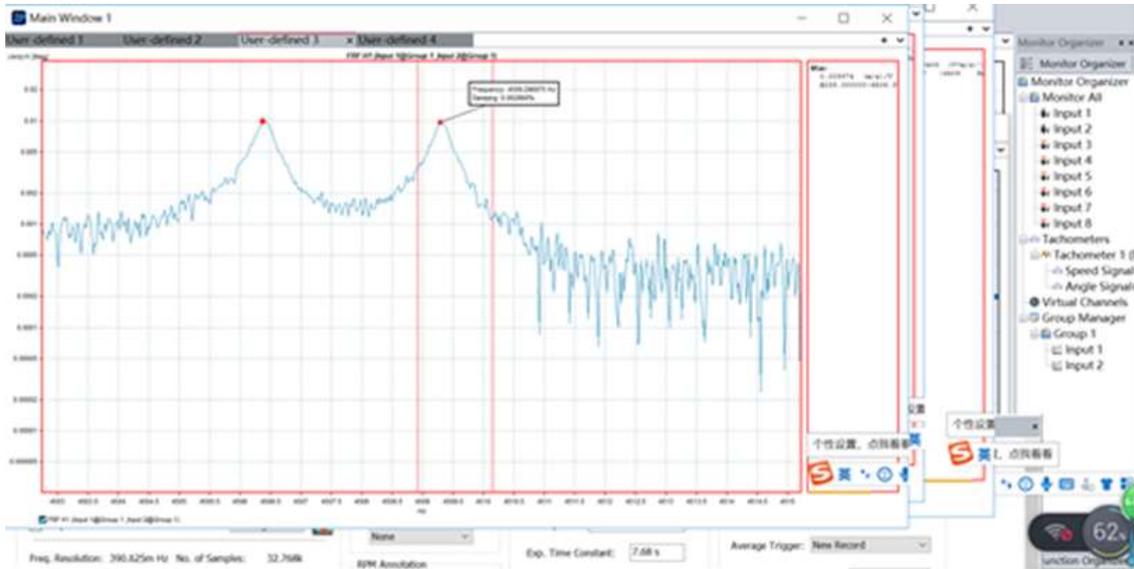
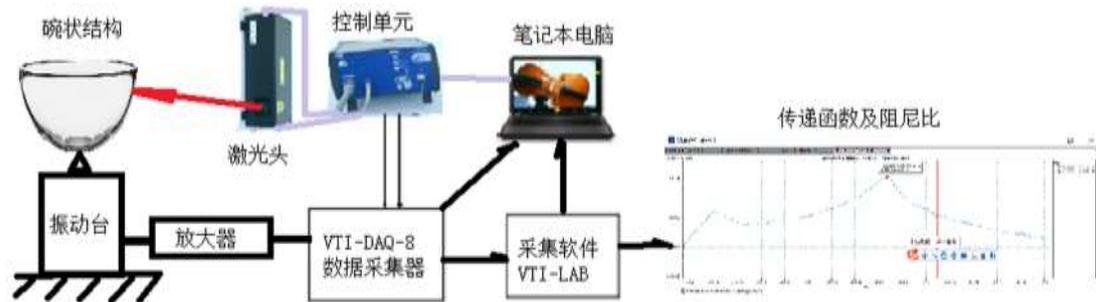


测试目标：钢板和水泥材料粘合度测试

测试结果：结果满意

产品型号：VSM4000-EXT-SCAN

### 航天某所阻尼测试实验



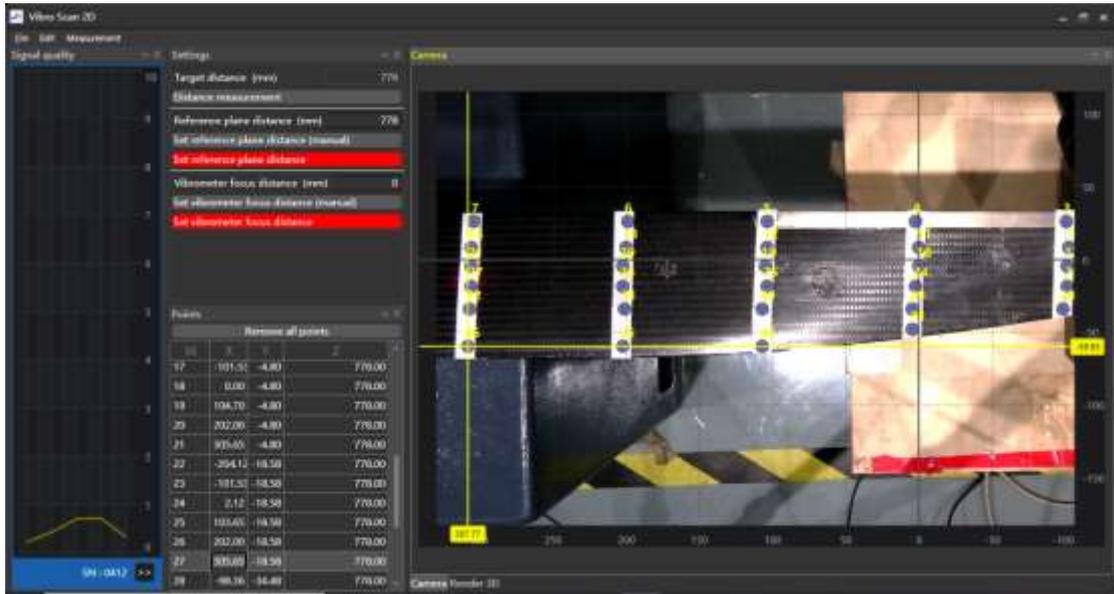
测试目标：碗状透明物结构的阻尼系数和频率的高精度测量

测试结果：结果满意

产品型号：VSM4000

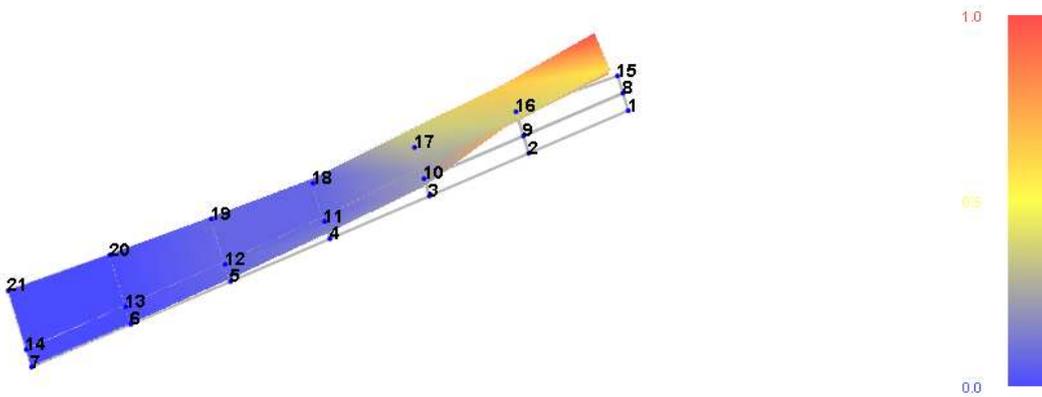
### 航空叶片测试汇总

1. 声激励测量叶片模态

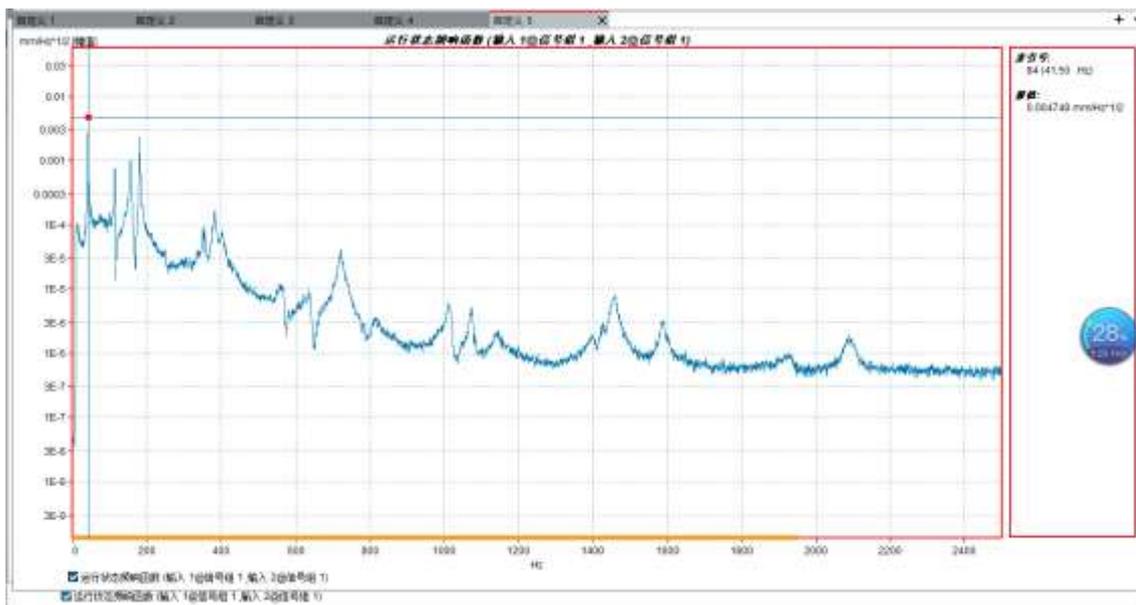


测点布置

Frequency Domain ODS: 41.25Hz, (67, 1)



模态振型



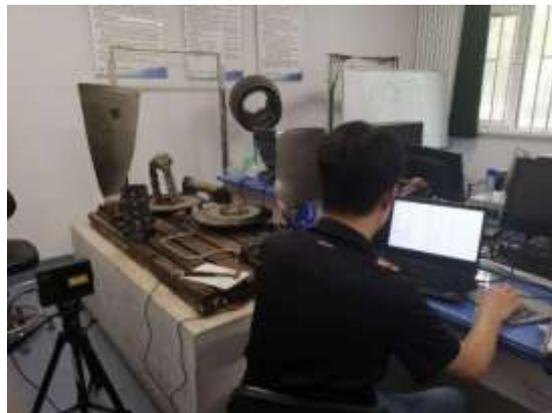
### 传递函数

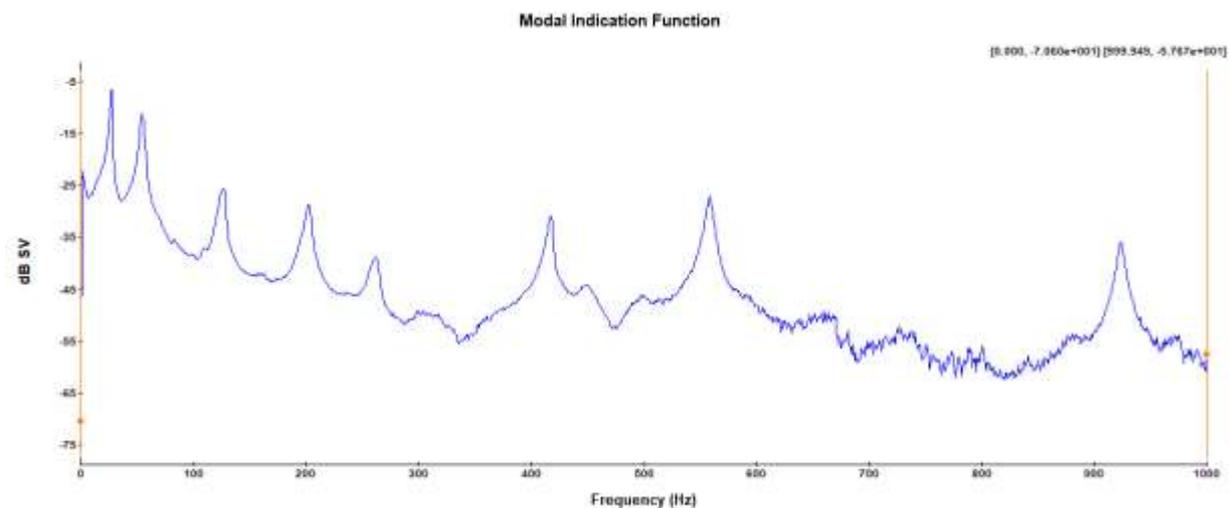
测试目标：采用声激励和扫描式激光测振仪测试叶片模态

测试结果：结果很理想

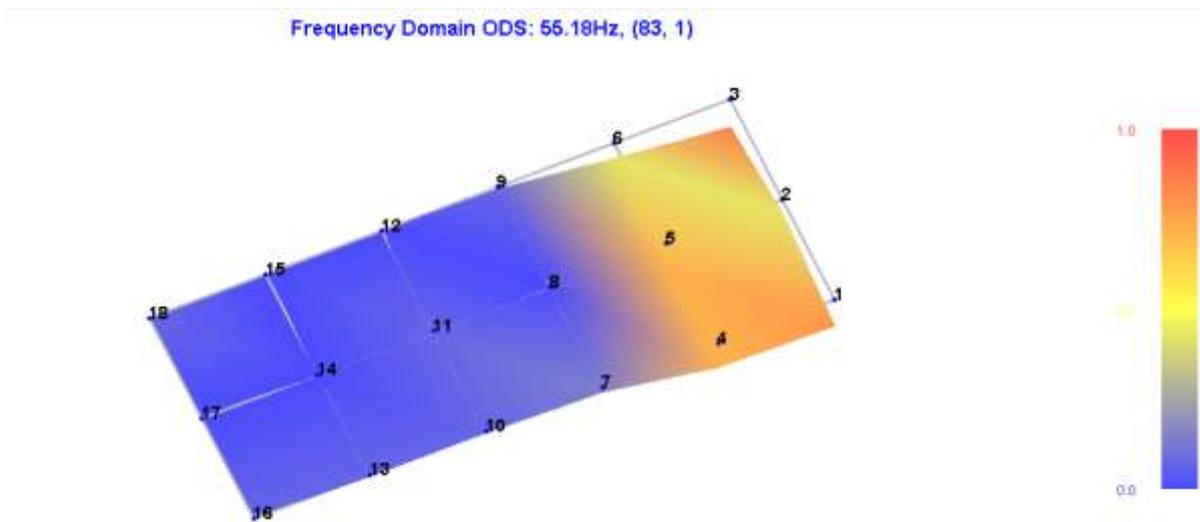
产品型号：VSM4000-SCAN

### 2. 锤击法测试叶片模态





频响函数



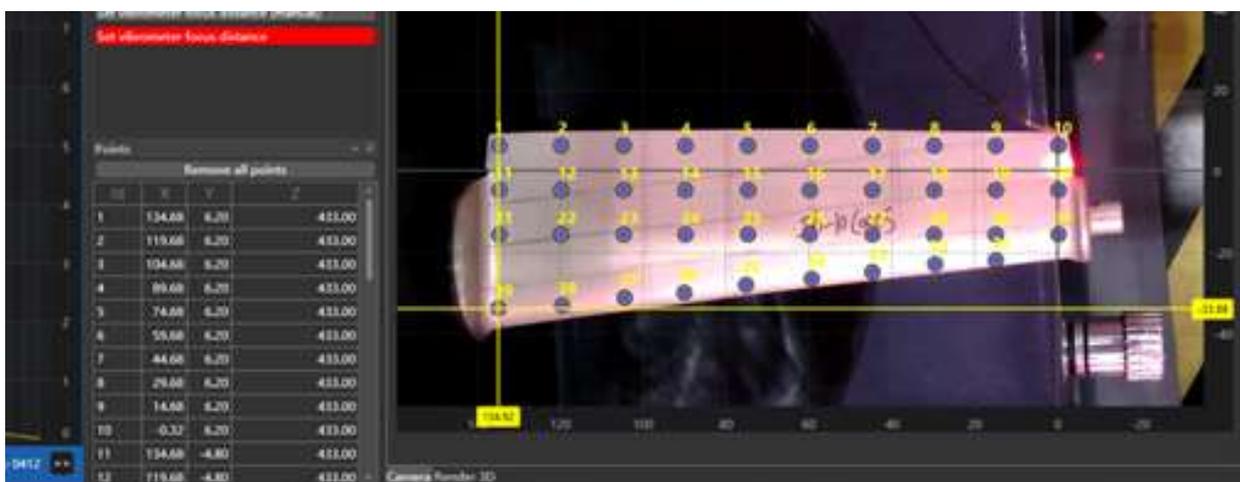
模态振型

测试目标：测试叶片模态  
测试结果：结果很理想  
产品型号：VSM4000-EXTRA

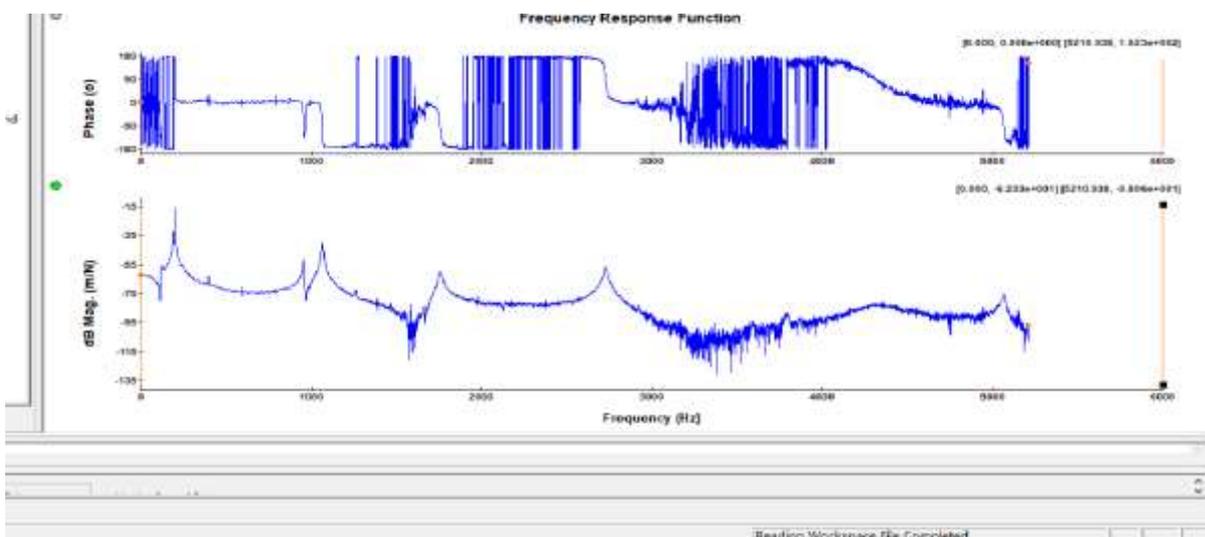
### 3. 叶片疲劳应变测试



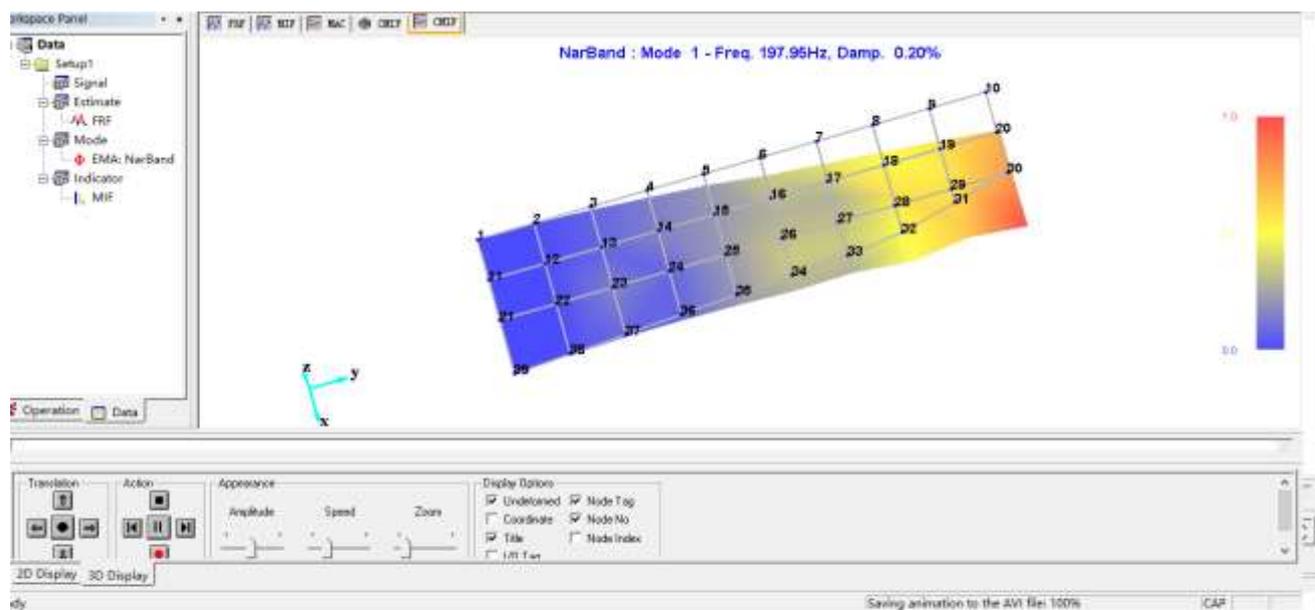
振动台上叶片共振测试



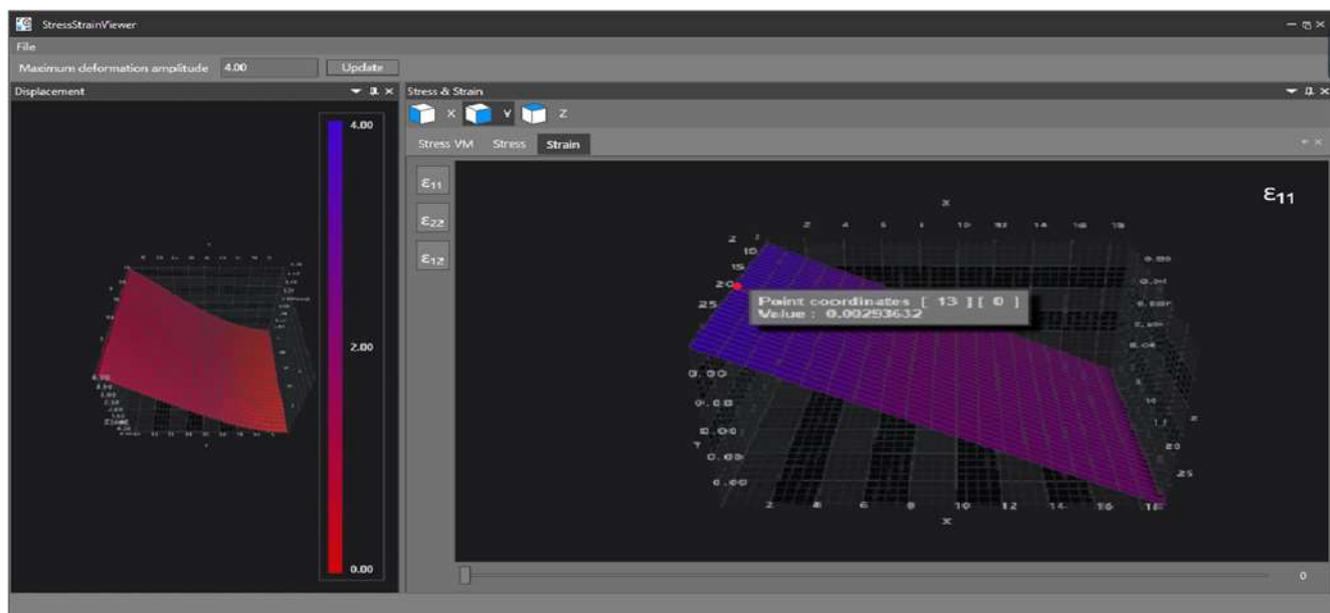
测点布置



传递函数



模态振型

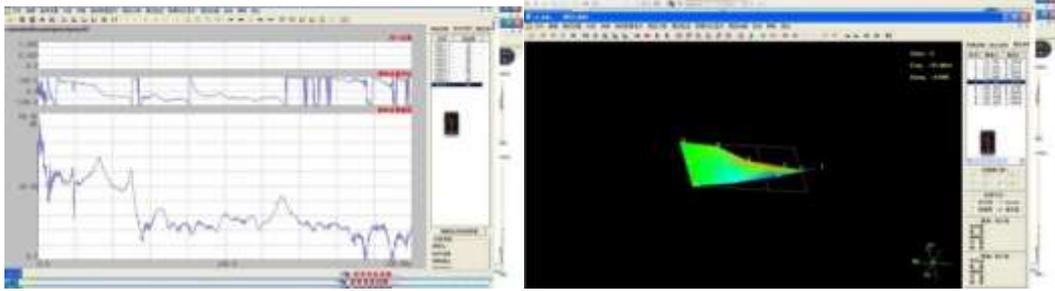


动应变计算结果

测试目标：测试叶片动应变  
产品型号：VSM4000-SCAN

其他应用

### 1. 厦门大学 实验室 鞋垫的模态试验



传递函数

二阶振型



一阶振型



测试现场

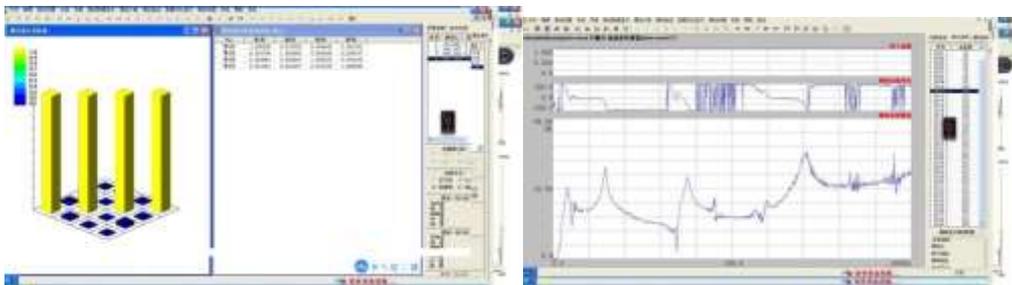
测试对象：塑料鞋垫

测试目标：鞋垫的模态测试，应变分析

产品型号：VSM1000 单点激光测振仪

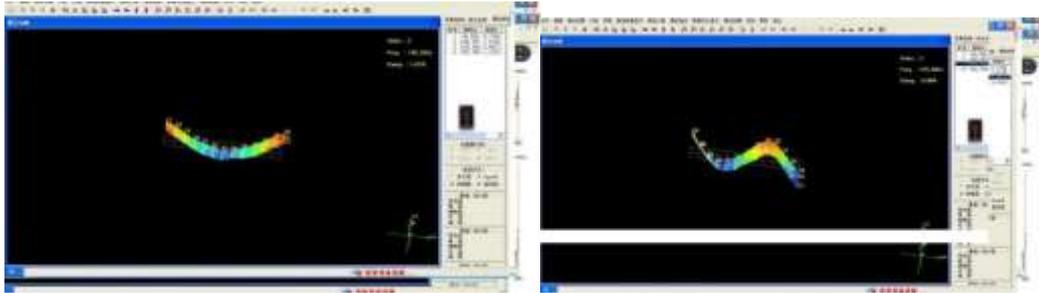
测试结果：和计算结果相相符

### 2. 某研究所地板测试



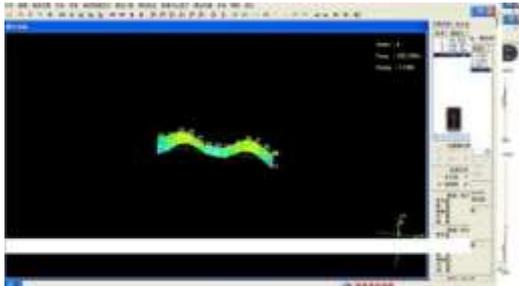
模态确信因子

传递函数



一阶振型

二阶振型



三阶振型



测试现场

测试对象：地板

测试目标：模态测试

产品型号：VSM1000 单点激光测振仪

测试结果：和有限元计算结果相符

### 3. 各种表面材料的测试



湿泥巴

测试对象：各种土壤表面

测试目的：各种土壤表面对激光的反应

测试结果：意大利南京维提思的激光测振仪对测试表面要求不严格

产品型号：VSM4000L

#### 4. 山东大学



测试对象：岩石

测试目标：振动测试

测试效果：符合规律

产品型号：VSM1000 单点激光测振仪

#### 5. 江苏科技大学





测试对象：教学仪器

测试目标：位移测试

测试结果：符合预期

产品型号：LT4520 激光三角距离传感器

中国矿业大学



测试对象：探矿杆撞击测试

测试目标：采用霍普金斯杆碰撞的位移

测试结果：符合预期

产品型号：LT10030

