



## SK 系列动态信号分析仪

进口仪器的性能、国产仪器的价格

上海数可测控仪器有限公司的专业技术人员具有近二十年从事振动、噪声、应力应变测试仪器研发、现场测试的专业经验，可靠的高性能进口硬件，结合自主开发的专业测试软件，使SK动态信号分析成为机械工程师理想的动态信号测试分析仪器。在航空航天、船舶、兵器、电力、冶金、石化、化工、土木等众多行业中有广泛的应用。自主开发的专业测试分析软件的编程语言采用的是微软近年推出的 Microsoft Visual Studio C#，功能强大、类型安全，执行代码效率高。强大的编程工具结合多年的测试经验，分析仪功能丰富、用户界面友善。

### 数据采集硬件整机购买美国国家仪器NI公司的产品

- 用于振动、噪声、应变、温度、压力等测试模块
- 24位 $\Delta$ - $\Sigma$  A/D、动态范围>100dB
- 模拟加数字双重抗混滤波优于-100dB
- 多种采集硬件：USB接口、以太网接口、PCI插卡等
- 提供LabView、VB、VB、C#等用户再开发动态库

### 采用.net C#自主开发的专业测试软件

- SK-10基本分析软件包：瞬态数据采集、大容量数据连续记录、定时/定转速/手动保存数据；线性谱、自功率谱、谐波失真度、三维瀑布图
- SK-11 结构分析软件包：互功率谱、自相关函数、互相关函数、概率密度函数、累积分布函数、传递函数、相干函数、脉冲响应函数
- SK-30 旋转机械阶次分析：FFT谱分析、整周期采样、阶次跟踪分析、Bode图、任意阶次振幅/相位趋势图、全息谱图、三维瀑布图、定时/定转速/手动保存数据；
- SK-31 多平面现场动平衡软件包
- SK-20 跌落式冲击波形检测、SK-21 连续碰撞冲击波形检测、SK-22 冲击响应谱计算
- SK-41传感器检定软件包、振动/冲击台检定、桩基完整性检测
- 试验模态分析软件、用户定制的专用软件

### 部分典型用户名单

上海交通大学振动、噪声、冲击国家重点实验室、西安建筑科技大学、中航金城机电液压工程研究中心、西航动力、陕鼓、博泽电机（德资）、西部管道、河南电科院、湖北电科院、湖南电科院、广东电科院、新疆电科院、东北电科院、山东电科院、大唐发电湖南分公司所辖湘潭、株洲发电厂等 5 家电厂、大亚湾核电、上海发电机厂等

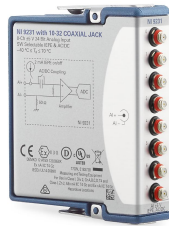


### USB、无线单槽机箱

可插入一个测量模块，构成 4 通道或 8 通道并行测量系统  
USB 单槽机箱不需外部电源



4 通道 NI 9234



8 通道 NI 9231



### SK9172 多通道分析仪

4槽、8槽或14槽机箱构建4~112并行测量通道  
多种模块：振动、转速、应变等、网口或USB口通讯、24位  $\Delta-\Sigma$  A/D、动态范围>100dB、最高采样频率51.2kHz/每通道、32通道仪器重量：~2.4kg  
外形尺寸：254 X 88 X 59 mm  
抗振设计，可用于车载测量



PXI 系列

附：NI 9234（NI 9231）测量模块主要性能指标

- 测量通道：4 通道（8通道）
- 信号输入接口：BNC(10-32)
- 各路独立24位 $\Delta-\Sigma$  A/D，并行同步采集
- 最高采样频率：51.2 kHz/每通道
- 动态范围 102 dB（107 dB）
- 抗混滤波：-100dB（-105dB）
- 输入电压范围：±5V Peak
- 幅值精度：
- ±0.05%（典型）、±0.34%（最大）
- 通道一致性：
- 幅值匹配：0.01dB(典型); 0.125dB(最大)
- 相位匹配：f X 0.058（最大）
- 输入通道间的相互影响：  
-110dB@1kHz（-116dB@1kHz）
- 内部采样时钟：13.1MHz；精度：好于±50ppm
- 输入阻抗：305 k $\Omega$ ；
- 信号耦合方式：DC、AC、ICP
- AC耦合：-3dB@0.5Hz（-3dB@1.2Hz）
- ICP激励电流：典型2.1mA@19V(最大电压)；2.0mA(最小电流)
- 功耗：0.9W（1W）



## SK9172 动态应变测量仪

每个8槽机箱可构成4~32通道应变测量系统

NI 同步的电桥模块包括同时驱动和测量四个基于电桥的传感器所需的全部信号调理功能。四个 RJ-50 插头可直接连接大多数的扭矩传感器或测压元件, 利用最少的工具来实现自定义电缆解决方案。具有高采样率和高带宽, 无通道间相位延迟就可形成优质的高速应力或加载测量系统。NI 动态应变测量模块的隔离为 60 VDC, 瞬态隔离为 1,000 Vrms, 具有很高的共模去噪, 因而可增加操作人员和设备的安全性。



每个模块测量通道数: 4 路同步采样模拟输入  
每路独立的 24 位 A/D、最高采样速率达 50 kS/s  
半桥和全桥、1/4 外接 (选件)

1,000 Vrms 瞬态隔离

测量精度: 0.2%

增益漂移 < 10 ppm/°C、电压漂移 < 0.6μV/V/°C

内部激励电压: 2.5V、3.3V、5V、10V

内部最大功率: 150mW

外部激励电压: 2 ~ 10V

安全符合: IEC 61010-1, EN 61010-1; UL 61010-1, CSA 61010-1

电磁兼容符合

EN 61326 (IEC 61326): Class A 放射标准、工业抗扰度标准; EN 55011 (CISPR 11):

Group 1, Class A放射标准; ...

抗振(工作状态):

随机 (IEC60068-2-64) : 5grms, 10~500Hz

正弦 (IEC60068-2-6) : 5g, 10 ~ 500Hz

冲击 (IEC60068-2-27) : 30G、11mS半正弦, 50G、3mS半正弦

工作温度范围 (IEC 60068-2-1, IEC 60068-2-2) : -40 ~ 70 °C



## SK4432(SK4431) 动态信号分析仪

多路同步测量通道、计算机USB口供电

每个通道24位  $\Delta-\Sigma$  A/D、动态范围好于100dB

输入电压范围:  $\pm 40V_{peak}$  (SK 4431测量范围  $\pm 10$ )

AC/DC信号耦合

几乎无级采样频率, 满足跟踪转速整周期采样

从1~102.4kHz/每通道, 采样频率档间隔0.349 mHz

输入阻抗: 800k $\Omega$ (信号输入); 对壳1k $\Omega$

IEPE (ICP) 激励电源 (第5通道除外): **2.1mA@20VDC**(最小)、TEDS 智能传感器读/写

抗混滤波: 模拟滤波 + 数字滤波, 滤波器性能优于: -100dB、-180dB/Oct.

幅值精度: 典型:  $\pm 0.05$  dB ( $\pm 0.5\%$ )@1kHz; 平坦度:  $\pm 0.05$  dB (最大)

输入噪声: 0.3mV(最大)@46.4kHz频宽

通道一致性:

幅值匹配: **0.015dB@1kHz**

相位匹配: 0.02° /kHz(典型); 0.04° /kHz(最大)

输入通道间的相互影响: -105dB@1kHz

相位线性度:  $\pm 0.05^\circ$  @20Hz ~ 46.4kHz

转速测量: 任何一个测量通道都可接入转速脉冲, 进行转速测量。

工作温度: -30°C ~ 70°C、湿度: 0 ~ 95%(非凝结)

安全符合

IEC 61010-1, EN 61010-1

UL 61010-1, CSA 61010-1

电磁兼容符合

EN 61326-2-1 (IEC 61326-2-1): Class A emissions; Basic immunity

EN 55011 (CISPR 11): Group 1, Class A emissions

AS/NZS CISPR 11: Group 1, Class A emissions

FCC 47 CFR Part 15B: Class A emissions

ICES-001: Class A emissions

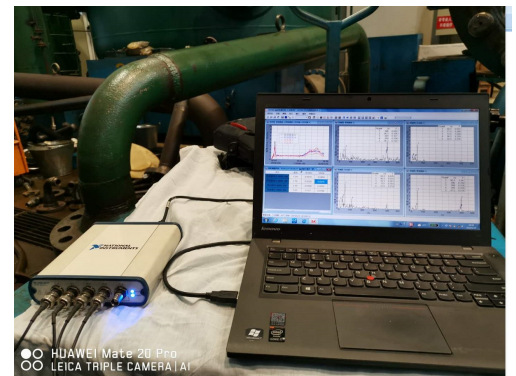
最大功耗: 2.5W

开机后15分钟到达指定技术指标

与计算机通讯: USB2.0

单独USB 数据采集模块由计算机提供工作电源, 不需要外接电源。

外形尺寸: 142 X 180 X 38 mm、重量675克





## 各功能模块基本功能

◆ 试验前测量通道自动量程

◆ 频域分辨率

谱线数: 25、50、100、...、25600

◆ 平均方式

关闭、线性、指数、峰值保持、预览平均

◆ 窗函数

矩形窗、海宁窗、平顶窗、力窗、响应窗(指数窗), 窗宽度可选

◆ 触发功能

自由、软件触发

触发电平: 可调

触发延迟: 正负延迟

◆ 激励信号 (需要配置输出通道)

正弦、正弦扫频、随机、磁盘文件等

◆ DockPanel 参数面板

测量参数设置采用了最新流行的浮动面板, 可随鼠标显示或隐藏、固定/浮动显示

◆ 实时显示

最多可同时打开 32 个显示窗口, 每个窗口可显示 8 条曲线

平铺或级联图显示

数量不限的用户自定义图形显示界面

试验中显示界面的动态修改

所有图形或选定图形自动刻度显示

图形细化显示

图形格线、曲线、光标、标记、用户注释

◆ 显示功能

显示刻度: 自动、缺省、用户定义、x-y

线性或对数

显示单位: EU、EUrms、EU<sup>2</sup>、EUrms<sup>2</sup>、EU/√

Hz、Eurms/√Hz、EU<sup>2/√</sup>Hz、EUrms<sup>2/√</sup>Hz

显示格式: 幅值、对数幅值、dB 幅值、实部、

虚部、相位、Nyquist

刻度: 十进制数、科学计数或工程刻度

◆ 光标读数

单光标、双光标、峰值搜索、谐光标

多个峰值列表显示, 最多前 15 个峰值

谐光标显示, 最多 100 个谐峰

峰值或谐峰光标读数

光标读数标记(Marking)

用户选定图形窗光标连动

测量统计值: 最大值、最小值、有效值、峰峰值、均值、skewness、峭度值(kurtosis)

◆ 典型界面及管理

不同的功能模块系统配置了多种典型显示界面, 用户自定义的界面可存入典型界面

◆ 测量保存

测量数据存贮在硬盘或联网计算机上

按用户定义的测试项目名、路径存贮测量数据, 同时可保存其它信息如: 测量参数、显示界面等。

◆ 工程单位

所有测量通道均可从系统给出的常用工程单位列表中选择所需的工程单位, 包括振动位移、振动速度、振动加速度、力、压力、功率、温度等, 用户可以增添新的工程单位

◆ 数据后处理

利用记录的原始波形, 允许改变某些分析参数再重新分析, 例如: 窗函数、平均方式等

◆ 输出数据文件

文本文件(txt)、万能格式文件(UFF)

◆ 测试报告

测试报告可设定图形、统计信息栏、加注释行(页眉/脚注)、叠加公司图标等

测试报告输出到打印机或生成 word 文档

图形 Copy/Paste 粘贴到其它 Windows 程序



## SK-10 基本分析软件包

SK-10基本软件包集成了动态信号分析仪常用功能：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、数字滤波、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  
声压级-时间趋势图、特定频率分量-时间趋势图  
倍频程谱（1/1、1/3、1/6、1/9 倍频程；None/A/B/C 加权）

### ◆ 瀑布图

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的变化）

### ◆ 测试节拍

关闭、等时间间隔、等转速间隔、等时间或等转速间隔、手动保存数据，任何情况振幅异动触发存盘

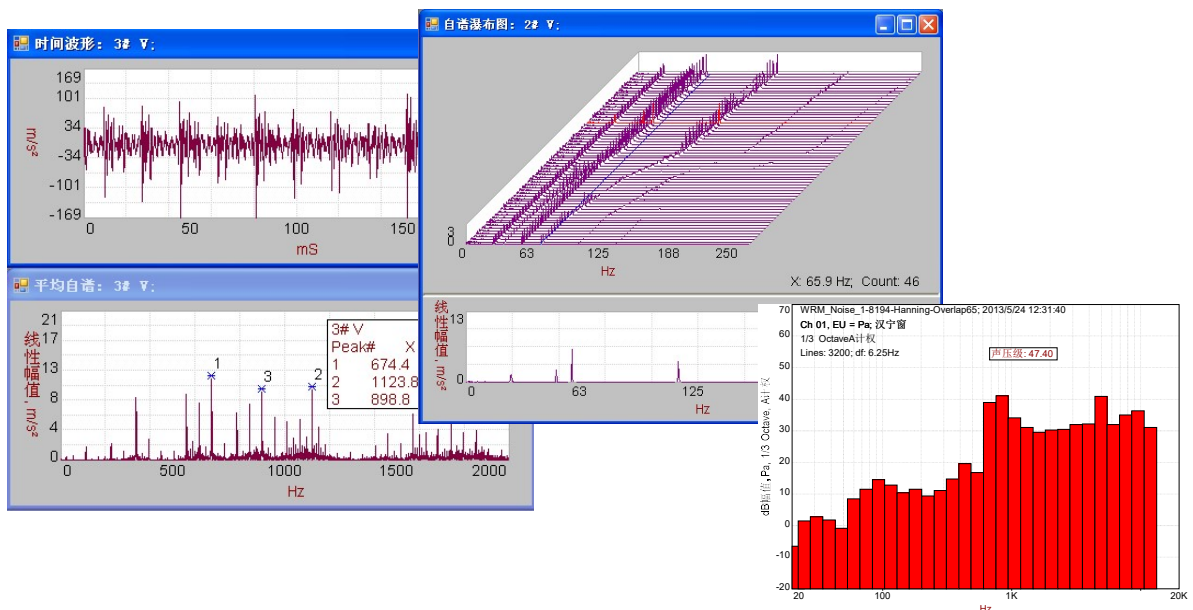
### ◆ 连续记录及回放分析

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：低通、高通、带通、带阻

### ◆ 数字微积分：一次数字微分、二次数字微分、一次数字积分、二次数字积分

### ◆ 输入数据文件：文本文件(txt)、万能格式文件(UFF)





## SK-11 结构分析软件包（选件）

SK-11 结构分析软件包集成了结构分析常用功能：频响函数 FRF、自相关/互相关分析、概率分布与概率密度函数。

### ◆ 测量功能

时域波形、自功率谱、互功率谱

频响函数 (H1、H2、1/H1、1/H2)：幅频曲线、实虚图、奈奎斯特图等

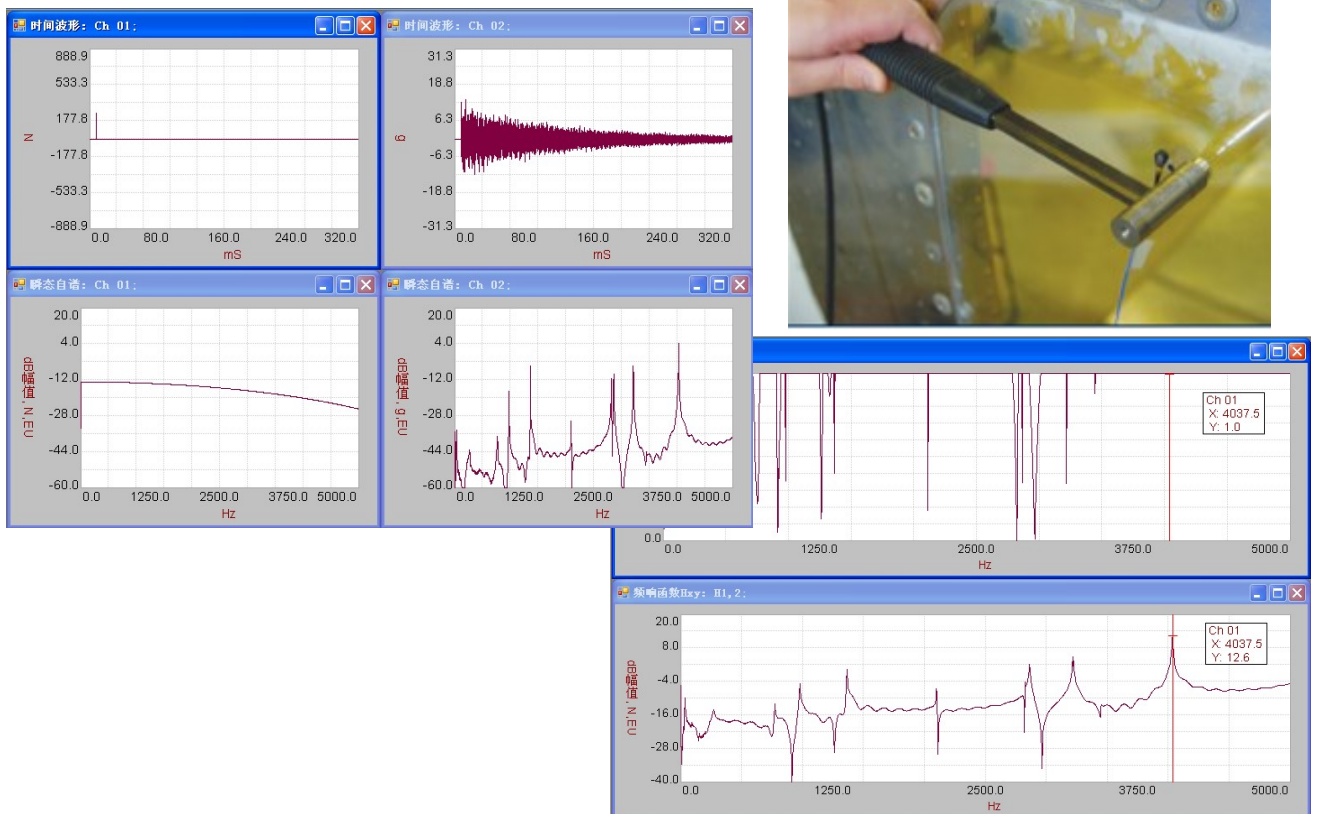
相干函数、脉冲响应函数

自相关函数、互相关函数

概率密度函数(PDF)、累积分布函数(CDF)

节点信息、节点号自动递增、频响函数数据其它文件格式输出供模态等软件调用  
锤击法、正弦扫频、随机白噪声激振法测量FRF函数

其它功能：详见各功能模块基本功能





## SK-30 旋转机械阶次分析（选件）

旋转机械阶次分析软件包采用了当今重采样先进技术，即首先同步测量转速和对振动信号进行高速采样，然后再跟踪转速对振动信号进行数字滤波、等角度整周期重采样、阶次跟踪分析。配合-10 基本分析功能模块，具有整周期采样的同时采集定频数据以及趋势监测等功能。

### ◆ 信号

测量值列表：时间、转速、通频振幅、工频 1X 振幅/相位、二倍频 2X 振幅/相位、自定义倍频振幅/相位、间隙电压

振动波形、振动频谱、轴心位置图、全息谱、轴心轨迹图、同相/反相图

Bode 图、趋势图：通频振幅曲线、任意阶次振幅/相位、间隙电压、转速

三维瀑布图：常规三维瀑布图、彩色三维瀑布图、二维色谱图；横向切片（某时刻或转速的频谱）、纵向切片（某频率分量随转速或时间的变化）

同时打开 2 个测试项目同窗口显示

### ◆ 采样方式

无转速信号时指定转速测量得到阶次谱、各通道相对相位、转速跟踪整周期采样同时进行定频采样

### ◆ 阶次分析

阶次数从 1 阶到 128 阶（256 点/每转）

阶次分辨率从 1 到 1/32 分多档、设置 PPR

### ◆ 滚动轴承数据库

内置上万种轴承参数，振动频谱图中叠加显示滚动轴承特征频率标识。用户可添加

### ◆ 三维瀑布图

常规三维瀑布图、彩色三维瀑布图、二维色谱图、全息谱图

横向切片（某时刻或转速的频谱）、纵向切片（某频率分量或阶次）

### ◆ 数据存储控制

等时间间隔、等转速间隔、等时间或等转速间隔、手动保存数据、连续

振幅报警、振幅变化率、1X相位变化等

## SK-31 多平面现场动平衡软件包（选件）

转子动不平衡是工程应用中旋转机械最常见的振动故障之一，很多情况需要在现场对转子实施动平衡处理，减小机组的振动。普通动平衡算法只能在一个转速下对与动平衡面数相同数量的振动测点进行，而最简单的单转子系统有 2 个支撑轴承座。每个轴承座需要兼顾垂直、水平 2 个方向，如果是柔性转子还需要考虑过临界转速时的振动，这样动平衡应该考虑多测点、多转速时的振动。SK 优化动平衡计算可以兼顾多转速，例如：在双平面动平衡时可以兼顾 2 个轴承座的 4 个振动测点、多个转速时的振动。

### ◆ 动平衡数据录入

指定动平衡过程的测试项目文件自动读入

手动录入

### ◆ 动平衡方式

只考虑单转速时与动平衡面数相同的经典动平衡算法

多转速、多测点优化动平衡算法





- ◆ **平衡面数**  
1~6 个动平衡面
- ◆ **试重**  
加重或去重、允许试重不去除
- ◆ **动平衡计算**  
原理: 影响系数法  
试加重次数: 等于平衡面数, 同类型或已做过动平衡的转子, 不需要试重直接得到最终平衡配重结果。
- ◆ **残余振动仿真计算**
- ◆ **动平衡报告**  
完整的测试报告: 试验日期、单位名称、转子型号、每次测试的数据、配重、残余振动等

## SK-32 多转速测量软件包 (选件)

可同时测量四路转速, 指定测量通道跟踪的转速。或实时跟踪一路转速, 同步记录多转速及振动原始信号, 事后指定需要的跟踪转速再分析。

- ◆ **多转速测量**  
同时接入键相1、键相2、键相3、键相4  
各个测量通道独立设定所跟踪的转速,  
整周期采样  
时间波形、阶次谱、振动频谱、轴心位置图、全息谱、轴心轨迹图  
Bode图、趋势图: 通频振幅曲线、任意阶次振幅/相位、间隙电压
- ◆ **其他**  
独立振动阶次谱、转频1X振幅等信息。  
包含SK-10、SK-30旋转机械振动分析的各个功能
- ◆ **航空发动机振动测量**  
航空发动机的振动包含2个转子振动,  
SK对测到的航空发动机振动同时对2个转子进行跟踪滤波, 得到2个转子的



## SK-33 叶片静频测量软件包（选件）

旋转机械转子有多级叶轮，尤其是尺寸较大的叶片经过长期运行后可能存在松动、内部裂纹等潜在故障，如：汽轮发电机组的低压转子。通过对某级叶片的静频测量，SK-33可给出某阶固有频率的平均值、各叶片频率的离散度，方便找出有无叶片存在问题。符合“中华人民共和国机械行业标准 JB/T6320-92 汽轮机动叶片测频方法”中“静频测试”要求。

### ◆ 静频测量方法

自激法：静频测试一般采用敲击法，即通过敲击单个叶片同步测量叶片的振动响应，经过FFT信号分析得到该叶片的多阶固有频率

共振法：通过激振器对叶片或叶轮进行正弦扫描激励，得到扫频范围内的各阶固有频率。

传递函数法：力锤敲击或激振器激励同时测量结构振动响应，通过传递函数FRF识别固有频率。

### ◆ 测频参数及信号

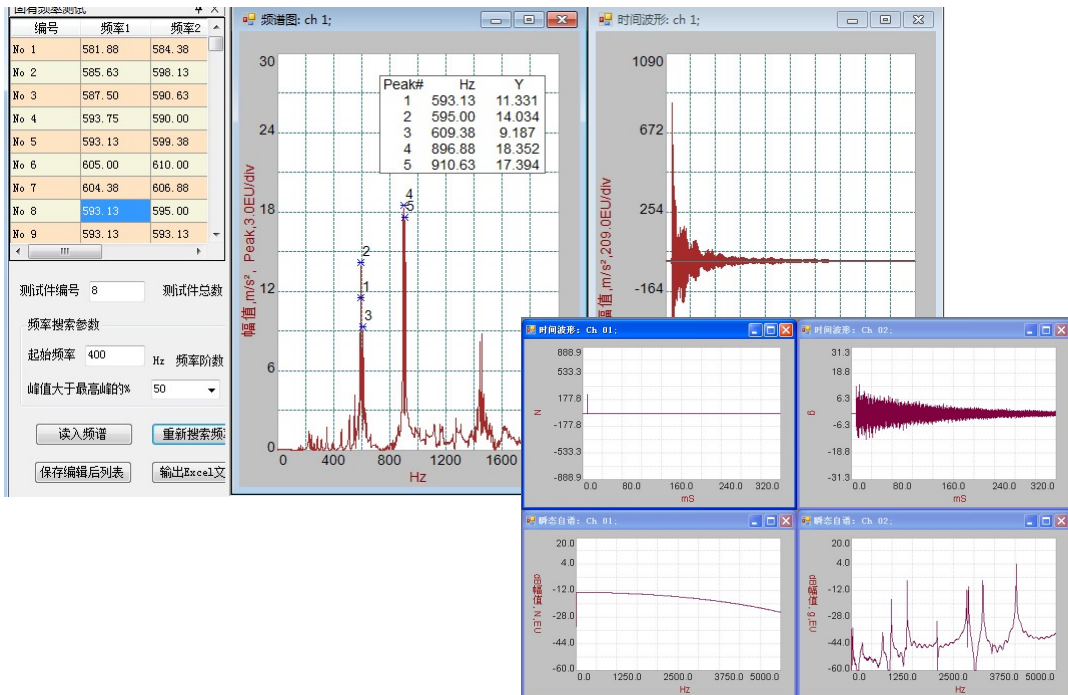
振动响应信号触发采集、共振法测频峰值保持

振动响应波形、频谱

固有频率测量阶数自定义

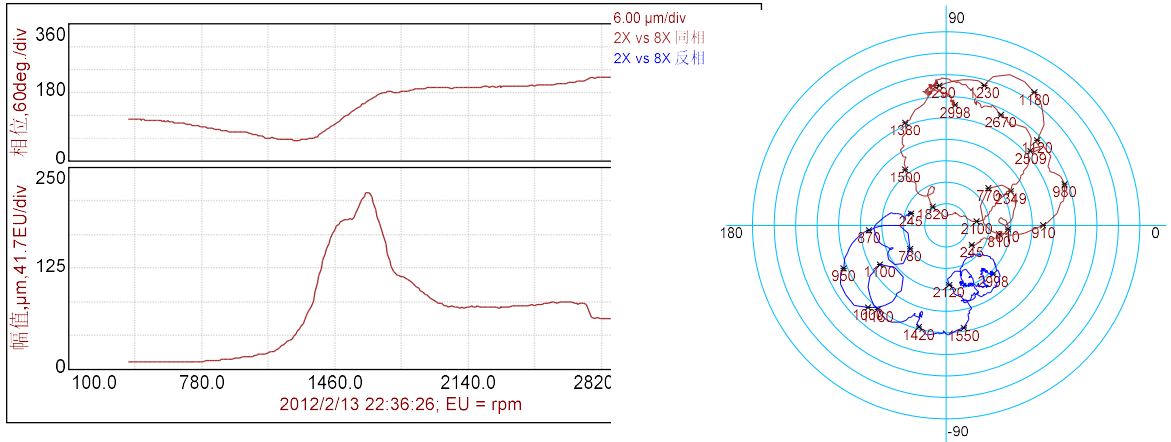
测频数据列表、离散度统计

测频报告、输出到Excel表格

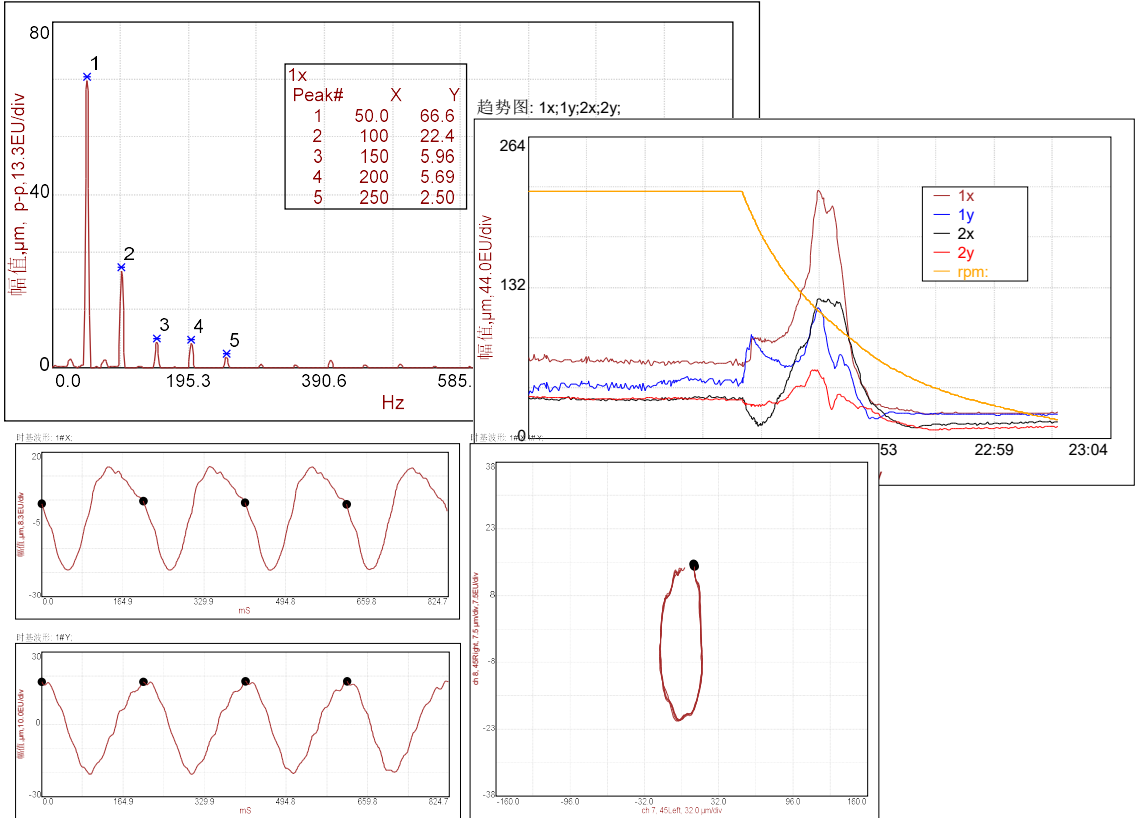




Bode图: 1x;



频谱图: 1x;





## 振动环境试验（选件）

### SK-50 跌落式冲击波形检测

振动环境试验中自由落体冲击试验的瞬态冲击

- ◆ 信号：时间波形、冲击波形检测（冲击波形可平移）
- ◆ 试验波形：半正弦波、后峰锯齿波、梯形波
- ◆ 检测标准：GB 2423.5-81、GJB150.18-86、GJB 360A-96、用户自定义容差
- ◆ 冲击检测结果：峰值加速度(g)、脉冲宽度(mS)、速度变化量(m/s)、速度误差(%)

### SK-51 连续碰撞冲击波形检测

振动环境试验中连续碰撞试验的瞬态冲击波形捕捉、带通数字滤波冲击波形检测，冲击波形可平移。

- ◆ 信号：连续碰撞试验冲击时间波形、平均冲击波形检测

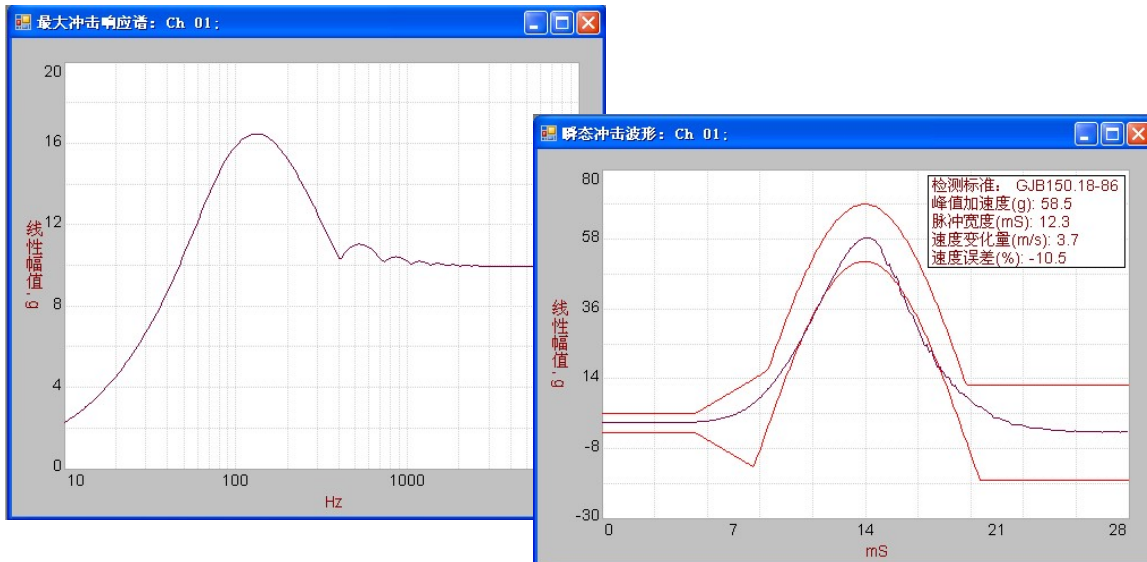
波形捕捉、带通数字滤波、冲击波形检测，冲击波形可平移。

- ◆ 试验波形：半正弦波
- ◆ 检测标准：GB 2423.6-81、JJG 497-87、JJG 498-87、用户自定义容差
- ◆ 冲击检测结果：峰值加速度(g)、脉冲宽度(mS)、速度变化量(m/s)、速度误差(%)

### SK-52 冲击响应谱计算

振动环境试验中冲击试验的瞬态冲击波形捕捉、冲击响应谱计算。

- ◆ 信号：时间波形、最大正冲击响应谱、最大负冲击响应谱、最大冲击响应谱
- ◆ 计算参数：阻尼系数、参考频率可调  
倍频程：1/1、1/3、1/6、1/12、1/24





## SK-41 压电传感器或ICP传感器检定软件包（选件）

SK-41 压电传感器或 ICP 传感器检定：符合 JJG 223-2008 压电加速度计检定规程；绝对法和比较法检定；灵敏度频响、幅值线性度、横向灵敏度等；检定报告

### ◆ 测量功能

时域波形、FFT 谱、谐波失真度

### ◆ 检定方法

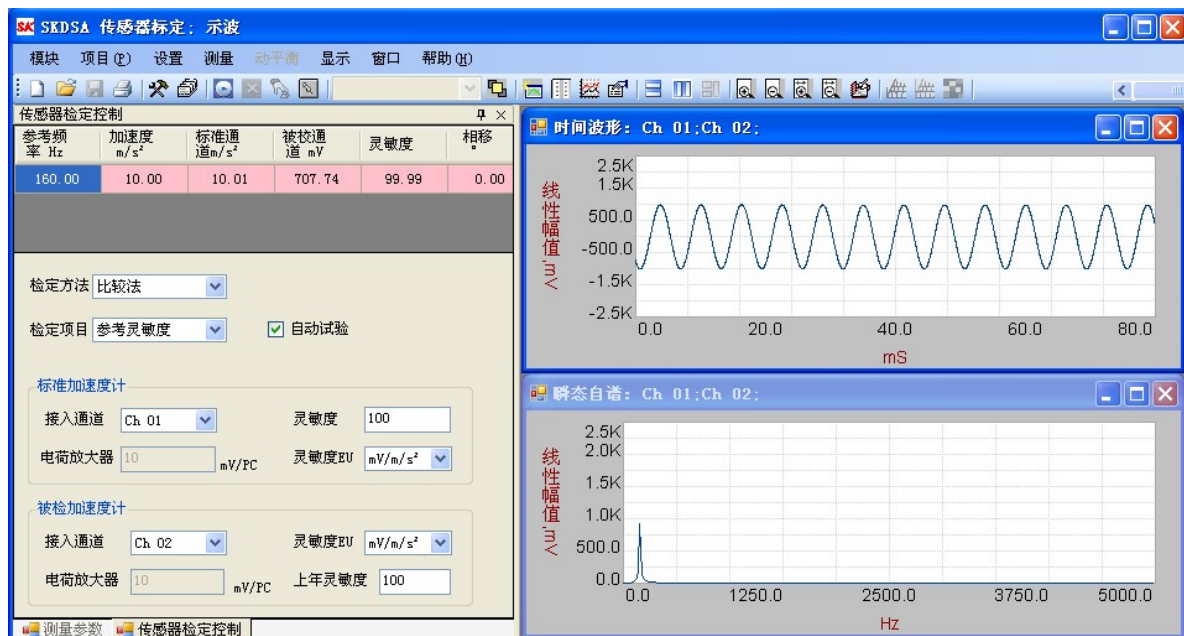
绝对法、比较法检定

正弦定频、自动步进扫频

### ◆ 检定项目

灵敏度频响、幅值线性度、横向灵敏度、灵敏度年稳定性等

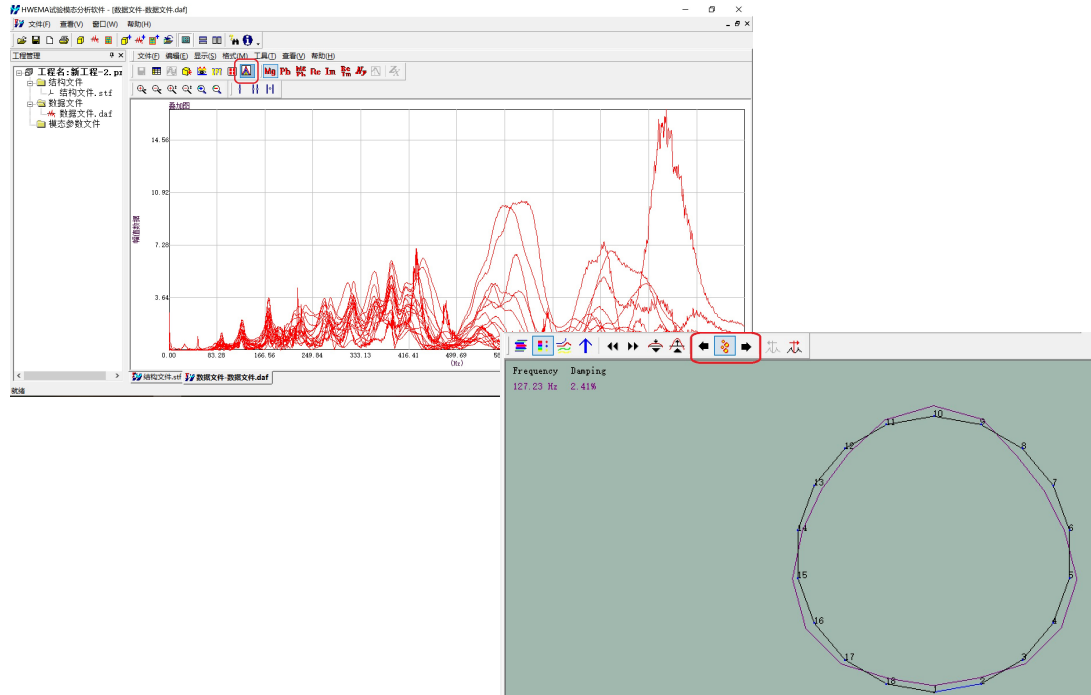
### ◆ 检定报告





## 上海数可测控仪器其它产品:

### A) 模态分析软件包



### B) SK2016旋转机械振动状态在线监测TDM系统

- 数据采集硬件整机进口，精度高、抗干扰强、可长时间连续稳定工作。
- 软件采用 .net C# 自主研发，功能齐全、使用简洁、可为用户量身定制系统。
- 状态监测系统既可以从已有的 TSI 系统接入信号，也可以直接布传感器
- 系统功能齐全：
  - 机组振动状态监测：振动状态、振动报警、趋势分析，具有振动故障预测功能，防患于未然自动数据记录、突发振动故障事故追忆功能
  - 实时在线监测：振动波形、频谱、趋势图
  - 多重报警事件定义：通频振幅报警、分频段报警
  - SQL 监测数据库：日记库、历史库、报警库
  - 在线故障诊断、转子动平衡
  - 直接生成 Word 文档报告
- 多监测系统联网、SQL数据库共享，实现远程监测、故障诊断