

# 微干扰力/力矩测量系统

- 目的及客户需求
- 我们的方案
- 系统结构
- HR-FP3402六分量测力台
- 精密电荷放大器
- 软件描述
- 参考用户

**M&T HORIZON**

Measure Test Innovate

个性测试方案的提供商

Customized test solution provider

**目的：**获取物体有关静不平衡、动不平衡和扭矩脉动等重要信息及其和回转体转速的相关性资料。  
为航天及其它带回转物体的设计、缺陷寻找、产品质量监测提供有效的检测手段



### 客户需求

- 被试验件：底座电机+上面飞轮。
- 整体尺寸：Φ300mm×400 mm
- 底座电机直径小于 300mm；
- 上面的飞轮直径小于 300mm，飞轮高度为 100mm；
- 整体质量：15kg；
- 要求的自然频率  $F_x, F_y, 1.5k; F_z: 2.5$
- 飞轮运行频率 100Hz，能够测量最大 1kHz
- 测力量程：250N；
- 测量力矩量程： $M_x: 0\sim 60Nm, M_y: 0\sim 60Nm, M_z: 0\sim 45Nm$
- 精度要求: 0.01N；
- 分辨率要求: 0.001Nm

### 我们的方案：

- I 构建一满足各项技术要求的力及力矩传感设备
- I 要求包括：1、 $F_x, F_y, F_z, M_x, M_y, M_z$  测量范围和精度。2、为达到上述目的和完成任务所必须的记录和分析手段 3、必要的标定和验证设备 4、系统必须满足的响应频率要求
- I 精度要求：系统线性 $<\pm 1\%$ ，典型  $\pm 0.2\%$ ，耦合误差  $<\pm 2\%$ ；力的分辨率 $<0.01N$ ；力矩分辨率  $<0.001Nm$

### 系统结构



## HR-FP3402 六分量测力台

### 一个多分力测力台能做什么？



多分力测力台能提供一个基于测力平台上表面正交直角坐标系上的三个方向的准静态和动态测力（ $F_x$ 、 $F_y$  或  $F_z$ ）以及三个方向的力矩（ $M_x$ 、 $M_y$  和  $M_z$ ）。

测力台拥有高的刚度，因此具备高的固有频率。

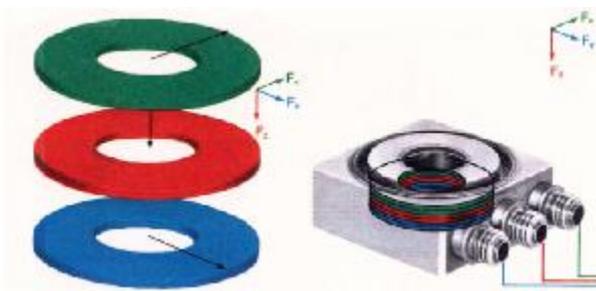
高分辨率；测量大量程力的系统也能测微小力的变化；极其好的线性误差和耦合误差；性能稳定；实践证明多年前标定的数据不变，这个特性可以节省标定成本。

可用的频率范围主要取决于被测件及整个测试台的共振频率。

多向测力台大部分的应用案例：

- § 微振动
- § 切削力测量
- § 跌落和冲击试验
- § 风洞模型力的测量
- § 机器地脚支撑力的测量
- § 火箭推进装置力的测量
- § 生物力学和神经医学试验

### 工作原理



每个传感器有 3 对石英片圈，一个对 Z 方向力敏感，其他两个分别对 X 和 Y 方向力敏感。测量过程非常刚性，几乎无任何位移产生。

每个传感器的力都分解为 3 个方向的力。

由四个同样的传感器构成测力台的测量链。

对于力的测量，由连接电缆汇合传感器各个三分量力信号，对于 6 分量力和力矩的测量，所有 8 个单独的信号在连接电缆中汇合后直达电荷放大器。

根据不同力的方向，在连接处上会产生合并电荷。负电荷给予电荷放大器转换成正电压，正电荷转换成负电压。

## HR-FP3402 技术指标

范围	Fx (KN)	-4~4	Mx (N.m)	-60...60
	Fy (KN)	-4~4	My (N.m)	-60...60
	Fz (KN)	-8~8	Mz (N.m)	-45...45
局部校正范围	Fx, Fy (KN)	0 ~ 1		
	Fx, Fy (KN)	0~0.1		
	Fz (KN)	0~8; 0~0.8		
过载	Fx	>20%FSO		
	Fy			
	Fz			
响应极限	N	<0.01N		
灵敏度	Fx, Fy:	7.8pc/N		
	Fz	3.8pc/N		
线性度 (所有范围) %FSO	≤1, 典型的≤0.2			
迟滞 (所有范围) %FSO	≤0.5			
干扰 crosstalk				
刚度 (单个传感器)	Cx(N/μm)	600		
	Cy(N/μm)	600		
	Cz(N/μm)	4000		
固有频率 (单个传感器)	f0 (x, y, z) KHz	>2.8		
固有频率 (安装边缘)	f0 (x, y) KHz	>1.04		
固有频率 (安装边缘和顶板)	f0 (z) KHz	>0.9		
工作温度范围	°C	-30~50		
20°C时的绝缘阻抗	Ω	>10 <sup>13</sup>		
地面绝缘	Ω	>10 <sup>8</sup>		
防护等级	IP65			
重量	公斤 (顶板) KG	≈23.58		
	公斤 (整体) KG	≈57.58		
尺寸	上顶板 mm	300×300		
	下底板 mm	390×305		
	高度 mm	105		

**精密电荷放大器技术指标:**

测量范围 (pC)		$\pm 2 \sim \pm 2,200,000$
频率响应范围 (kHz)		0~200
低通滤波(-3dB,Hz)		10 to 100K
电荷漂移 (pC/s)	(25℃时)	<±0.03
	(50℃时)	<±0.3
零点误差 (mV)		<±10
输出电压范围 (V)		-10~10
供电 (VAC)		220±10%

**HRsoft\_MVMF 微振动力测试分析软件****软件功能:**

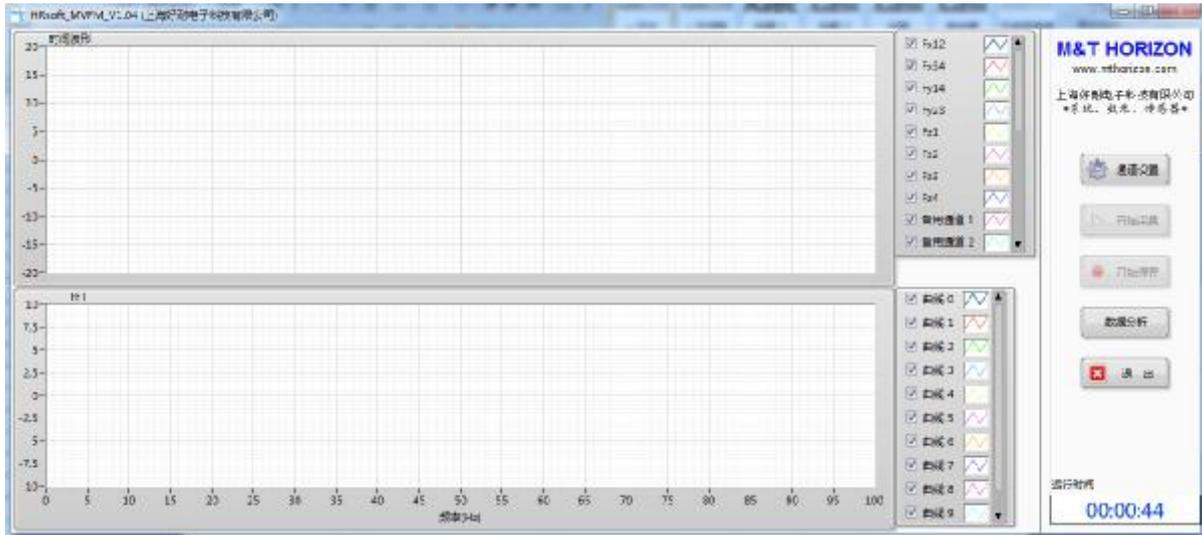
**通道设置:** 灵敏度、量程、力矩计算参数、滤波、采样率等设置, 可设置输出合力和合力矩或单分量力, 辅助双通道加速度输入设置, 保存设置和导入设置等;

**显示:** 实时曲线显示, 保存时间长度显示等;

**数据采集启动:** 一键启动电荷放大器和数据采集;

**数据保存和分析:** 数据保存为二进制格式, 数据文件可转换为文本格式, 数据统计分析, 漂移补偿, 趋势补偿, 数字滤波, 创建注释 (标识曲线用, 方便出做报表), 二维 FFT, 三维时频 FFT (平面和立体两个效果显示), 可提取部分曲线分析、文本和图片导出等

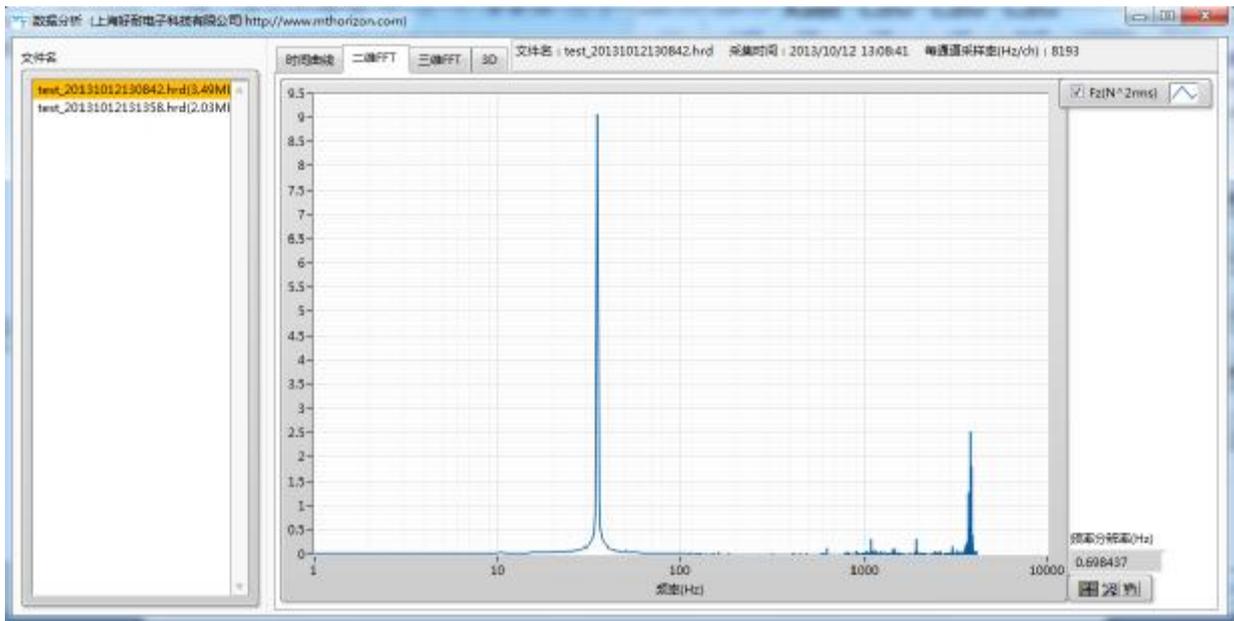
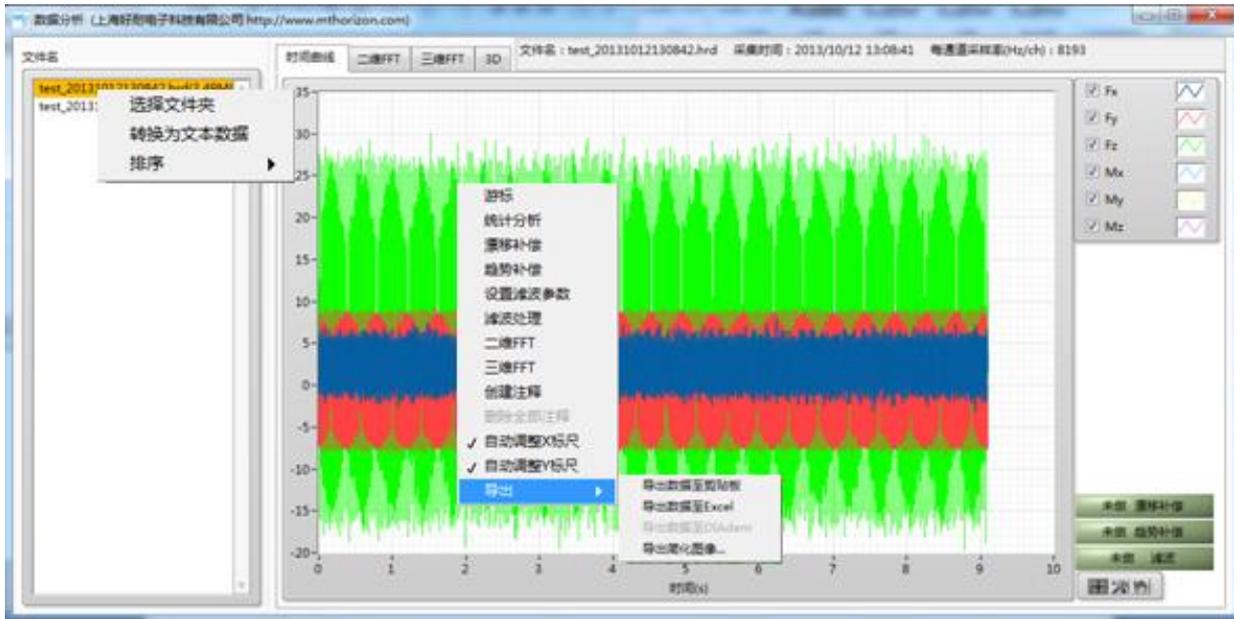
主界面



设置界面



数据分析



参考用户： 中科院长春光机所、中科院上海小卫星研究所、上海卫星工程研究所