

一. 概述

STSS-1 应力检测模块是济南西格马公司自主研发的一款性能极高的便携式应力应变测试仪器，与本公司专用计算机软件配合使用，主要测量工件上一个或多个点的静态和准动态的应变、应力、残余应力。STSS-1 应力检测模块所用的 A/D、CPU、存储器、通信等芯片以及电桥所配的精密电阻均精选自国际顶尖的电子器件制造商，无论是原理图设计还是线路板上元器件的布局及连线，都充分考虑了温度、湿度、振动等因素以及静电、脉冲群、电磁辐射等电磁干扰的影响，因而测量精度高、线性好、温漂小，可长时间安全可靠地工作，可广泛应用于工业现场、企业研发测试中心、大学教学实验。

STSS-1 应力检测模块含 3 个独立的高速应变采集转换通道，3 个通道同时工作，可接 3 个应变片或 1 个测应力三轴应变花。设 RS485/422 接口。一条 RS485/422 总线可连接 10 个应力模块。连上 PC 机后模块就变成一台 3 通道高速、高精度、动静态应变仪。

二. 主要功能

1. 测量各种线弹性材料的静态应变应力或低频变化的准动态应变应力，如：钢、铸铁、铜及其合金、铝及其合金、钛合金、镁合金、岩石、混凝土、复合材料、植物、塑料、橡胶等。
2. 测量各种各向同性弹塑性材料的内部残余应力（挤压、焊接、铸造、机加工等产生），如：钢、铸铁、铜及其合金、铝及其合金、钛合金、镁合金、岩石、混凝土、塑料、橡胶等，还可去除测残余应力打孔引起的系统误差。
3. 计算机软件主要功能
 - (1) 所有一次直接测量信号的数据都可以实时保存
 - (2) 所有被测物理信号的数据实时以表格形式显示

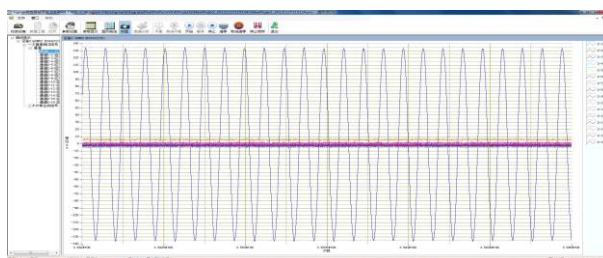


通道号	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6	1-7	1-8
应变值	0.4	-2.0	-1.7	-1.3	-4.3	0.0	-2.4	
应力值								
单位								
通道号	2-1	2-2	2-3	2-4	2-5	2-6	2-7	2-8
应变值	-0.1	-4.3	-2.1	0.4	-4.7	-5.0	-1.7	
应力值								
单位								

通道号	应变值	应力值	温度值	温度单位	通道号	应变值	应力值	温度值	温度单位	通道号	应变值	应力值	温度值	温度单位
1	三轴	1.0	0.1	10.0	223.4	-19.9	45.9	4.4	22.0	43.8	20.7	50Pa		
2	三轴	1.0	0.1	10.0	223.4	-19.9	45.9	4.4	22.0	43.8	20.7	50Pa		

- (3) 所有被测物理信号的波形实时显示

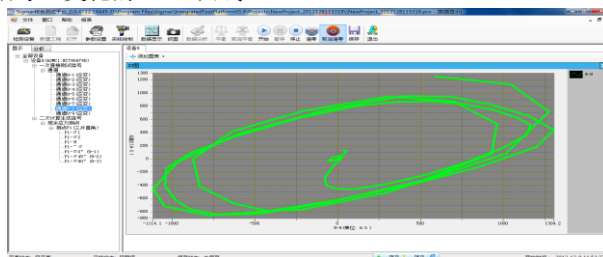
- a. 信号随采样次数变化的曲线



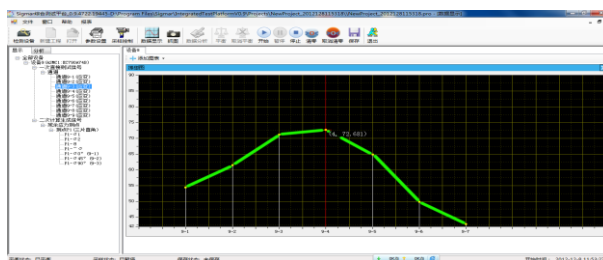
- b. 信号随时间变化的曲线



c. 信号 Y 随信号 X 变化的 X-Y 曲线

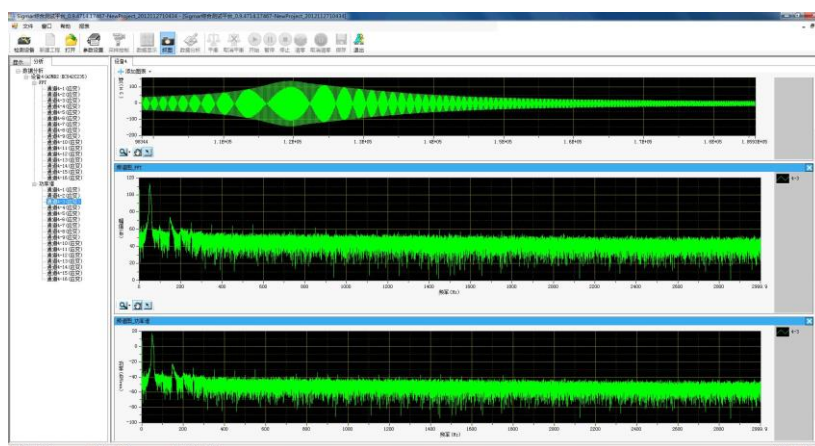


d. 被测工件随时间变化的振型图

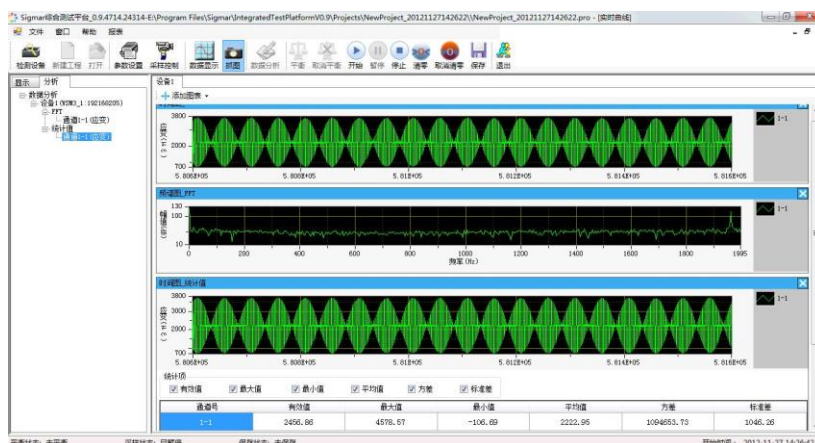


(4) 强大的实时数据分析功能

- a. FFT 频谱分析
- b. 功率谱分析
- c. 统计分析：最大值、最小值、平均值、有效值、方差、标准差



(5) 强大的事后数据回放、数据处理、数据分析、图形处理等功能



- (6) 数据导入导出功能，可导入 txt 文本和 csv 文件，导出 txt 文本、tdms 文件、csv 文件、Excel 表格等数据格式文件，方便查看与进一步处理

三. 应用领域

1. **航天航空**：测量火箭、导弹、飞机等飞行器在飞行过程中的动态应力，以及飞行引起的热应力。
2. **机械工程及制造设备**：起重机、挖掘机、水泥泵车等工程机械的力臂等部位的应变应力、位移测试；油缸的应变应力综合测试；机床导轨的残余应力测试；冲压设备的动态应变应力测试；旋转部件的应变应力及扭矩测试（需采用无线应变测试仪）。
3. **高铁、汽车、轮船等交通设备**：发动机、减速机的压力、温度、应变应力综合测试；车体、轮轴、高压输电弓等部位的应变及振动测试。
4. **电力、动力工程**：电厂设备的强度测试，如核电站安全壳整体强度测试；水轮机轴及叶片的应变应力测试；蒸汽管道受热后的应变应力测试。
5. **土木建筑及水利工程**：建筑结构静态应变应力测试；大型体育场馆的钢结构屋顶在拆除安装支架时的应力监测。
6. **桥梁和道路**：大型钢结构桥梁的静载强度试验和道路涵隧工程结构应力测试。
7. **材料参数测定**：各种金属材料的弹性模量、泊松比、残余应力释放系数 A 和 B 等参数测定。
8. **冶金、石油、化工**：钢锭模表面热应力测试；油罐、压力容器、管道的压力、应变应力测试。

四. STSS-1 照片



STSS-1 应力检测模块及便携箱照片

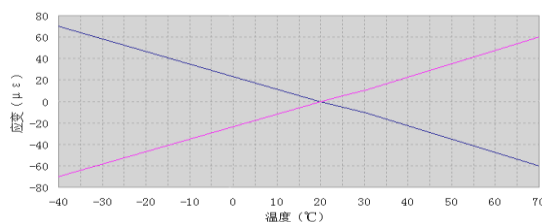
五. 技术指标

1. ADC 分辨率: 24 位
2. ADC 类型: Sigma-Delta
3. 应变仪与计算机通讯方式: RS485/422 转 USB
4. 测试信号通道数: 3 通道同步采集/台, 多台 STSS-1 应变仪可连接到一台电脑上同时工作
5. 每通道信号采样率 f_s (Samples/second): 5、10、20、50、100、200、600、1200
6. 低通滤波器性能: 信号幅值比衰减 3dB 时, 通带截止频率: $f_c=0.23f_s$
7. 应变信号技术指标 (开机预热半小时测得)
 - a. 电桥激励电源 (V): 5
 - b. 电桥连接方式: 半桥一对一补偿、半桥无横向效应、半桥有横向效应
 - c. 应变计阻值 (Ω): 60、120、350、700、1000
 - d. 电桥平衡范围 (Ω): 应变计阻值 $\times \pm 1\%$
 - e. 应变测量范围 ($\mu\epsilon$): $-60000 \sim +60000$ (半桥一对一补偿)
 - f. 非线性: 小于 0.02%
 - g. 应变测量分辨率 ($\mu\epsilon$): 0.1、0.5、1 (可选)
 - h. 应变显示分辨率 ($\mu\epsilon$): 0.1、0.2、0.5、1、2、5、10
 - i. 应变测量误差

$f_s=5S/s$		温度条件	半桥误差 (D 为测量值)
出厂时测量误差	典型值	$20^\circ\text{C} \sim 30^\circ\text{C}$	$\pm(D \times 0.05\% \pm 0.3\mu\epsilon)$
	典型值	$-40^\circ\text{C} \sim 70^\circ\text{C}$	$\pm(D \times 0.1\% \pm 1\mu\epsilon)$
计量标定后测量误差	典型值	$20^\circ\text{C} \sim 30^\circ\text{C}$	$\pm(D \times 0.02\% \pm 0.2\mu\epsilon)$
	典型值	$-40^\circ\text{C} \sim 70^\circ\text{C}$	$\pm(D \times 0.05\% \pm 0.5\mu\epsilon)$

j. 应变测量零点温度漂移

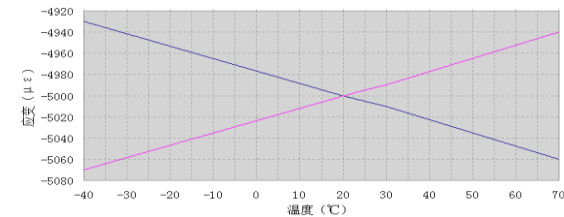
测试条件			温漂
应变信号源置于恒温箱, 应变仪置于调温箱, $f_s=5S/s$, 电桥硬件平衡, 然后从低温开始调温 测量	半桥	$20^\circ\text{C} \sim 30^\circ\text{C}$	$1\mu\epsilon/^\circ\text{C}$
		$-40^\circ\text{C} \sim 70^\circ\text{C}$	$2\mu\epsilon/^\circ\text{C}$



STSS-1 应变测量零点温漂 (半桥)

k. 加载-5000 $\mu\epsilon$ 应变温度漂移

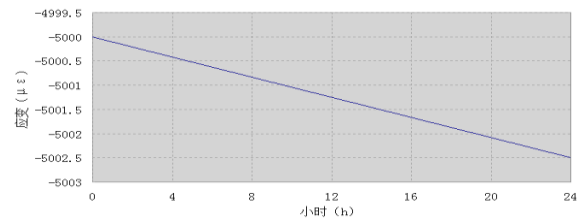
测试条件			温漂
应变信号源置于恒温箱, 应变仪置于调温箱, $f_s=5S/s$, 电桥硬件平衡, 然后加载应变 -5000 $\mu\epsilon$, 从低温开始调温测量	半桥	$20^\circ\text{C} \sim 30^\circ\text{C}$	$1\mu\epsilon/^\circ\text{C}$
		$-40^\circ\text{C} \sim 70^\circ\text{C}$	$2\mu\epsilon/^\circ\text{C}$



STSS-1 应变测量加载温漂（半桥）

1. 应变测量随时间漂移

测试条件			时漂
应变信号源和应变仪置于恒温箱， fs=5S/s， 电桥硬件平衡，平衡后加载应变-5000με	半桥	24 小时	3με



STSS-1 应变测量时漂（半桥）

8. 测试信号接口类型：航空插头

9. 外形尺寸及重量

应变仪外形尺寸：150mm×82mm×38mm, 重量：316 g

便携式工程塑料仪表箱外形尺寸：265 mm×205 mm×110mm， 总重：1200 g

10. 电源要求

12VDC 2A（标配 220VAC 输入/ 12VDC 2A 输出的电源适配器）

功耗：3W

11. 环境要求

工作温度：-40℃～70℃

储存温度：-40℃～85℃

工作湿度：10%RH～90%RH

储存湿度： 5%RH～95%RH

12. 其它抗干扰测试

静态应变应力测量过程中，允许在被测材料上电钻打孔、电焊、等离子切割等操作。

高速动态应变应力测量过程中，在被测材料上电钻打孔、电焊、等离子切割等操作时，测量数据会出现瞬间干扰，但不影响仪器正常运行。