



振动样品磁强计 (VSM) 中文说明





EZ 振动样品磁强计

振动样品磁强计 (VSM) 是 Simon Foner 在上世纪 50 年代后期发明的一款磁测量设备。Foner 在他自制的磁强计中利用扬声器鼓膜使样品产生振动。他形容自己自制的设备为：“一款非常成功的振动样品磁测量设备……，这款磁强计具有很多新颖的特点：第一，样品振动方向与磁场方向垂直；第二，在探测线圈分布上，有效区域不沿着振动轴对称分布，这使得观测振动偶极磁场成为可能”。

这样，磁场中振动的样品就可以在线圈中产生磁通和交流电压。

$$V_{\text{coil}} = A \sin(2\pi ft)$$

参数 A 中包含了样品的磁矩信息，我们可以通过测量电压来确定样品的磁矩。参数 f 和 t 指的是测试时所使用的频率和时间。



MicroSense 公司（以前的 DMS 和 ADE 公司）具有近 30 年的生产振动样品磁强计和其他磁测量设备的行业经验，其生产的振动样品磁强计 (VSM) 已经成为许多大学和科研机构实验室、包括公司和企业必不可少的设备之一。

事实上几乎所有的磁性材料都可以使用 Easy (EZ) 系列 VSM 产品进行表征。固体、液体、粉末、薄膜、单晶和岩石等样品都可以作为 EZ 系列 VSM 测量的对象。

可选型号

MicroSense 公司为用户提供了 3 种不同型号的 VSM，他们之间的区别来自于所使用电磁铁的大小和其所提供最大磁场的不同。

样品空间	EZ 7	EZ 9	EZ 11
4 mm	2.15 T	2.6 T	3.2 T
温度选件	1.75 T	2.2 T	2.7 T

EZ-VSM 系统的优势

- 任何测试间距都具有最低的噪声。
- 当选配 EZ1-LNA 温度组件时，噪声低于 0.5 μemu 。
- 在可用样品空间内噪声低于 0.1 μemu 。
- 场噪声很低，约 5 mOe。
- 磁场分辨率高，约 0.2 mOe。
- 最大磁场强度可达 3.2 T。
- 在高低温实验时最大磁场强度可达 2.7 T。
- 无需硬件切换即可调节 77 K 至 1000 K 温区。
- 变温组件可以快速的在室温至高温或低温进行切换。
- 安全可靠的风冷磁体电源。
- 设备设计紧凑，所需空间小。

高精度、高灵敏度

EZ-VSM 是一款独一无二的、将测定极强磁场和极弱磁场的优异性能相结合的系统。相对于别的 VSM，EZ-VSM 在任意测试间距下都具有最低的噪声，当使用液氮氩温度选件时噪音为 0.5 μemu ，可用样品空间为 5 mm 时噪声低于 0.1 μemu 。EZ-VSM 温度选件腔体内径为其他同类产品的 2.5 倍，这样确保可以测试体积更大的样品。所以在选配温度系统后信噪比是同类竞争产品的 5 倍左右。当选用磁扭矩选件时，噪音比同类 VSM 低 10 倍。

由于具备极低噪音的实时、全时的磁场控制系统，不需转换赫姆霍兹线圈即可测定弱磁性信号和极低的矫顽力，具备了 1 mOe 的磁场分辨率。

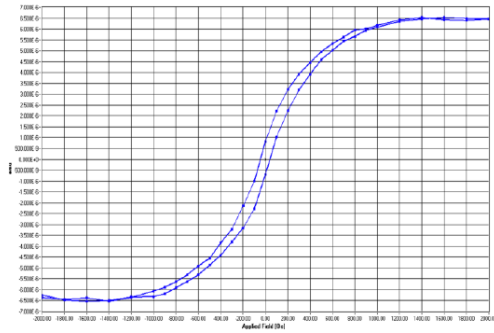


图 1: 6 memu 样品依然可以轻松测试。

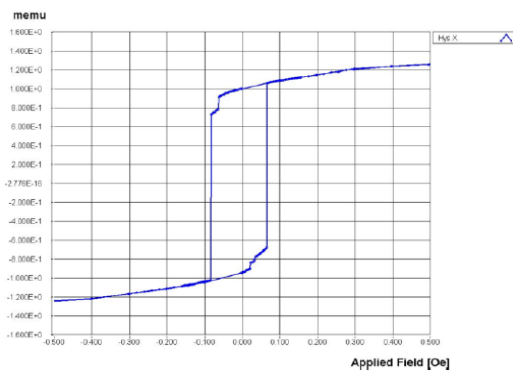


图 2 EasyVSM 系统具有极强的磁场控制能力，图中磁场间隔为 2 mOe。EZ-VSM 在不需要选件的情况下低场分辨率超过了大多数使用了赫姆霍兹线圈的 VSM。

多功能测试和灵活多样的选件

EZ-VSM 可以进行几乎所有的磁学实验测量：比如磁滞回线和小磁滞回线、IRM 和 DCD 剩磁曲线、SFD、Delta M、Delta H、Henkel Plots、变角和 AC 剩磁曲线、温度扫描和时间衰减等测试。同样，用户也可以通过系统功能来进行自定义测量。用户只需灵活的运用 Easy VSM 软件进行编程即可完成。该软件具有独一无二的处理数据能力，可以直接读取 H_{CB} 、 H_C 、磁能积和各向异性场等参数，对研究永磁的客户非常方便。

所有的 EZ-VSM 产品都可同时配备磁扭矩测试和磁电阻测试系统，用户只需要单独升级配件即可满足多重需求，无需另外单独购买昂贵的设备。

磁扭矩选件可以测量材料的扭矩随转角和磁场的变化关系，进而获得材料各向异性的数据。磁电阻选件可以测试薄膜样品的电阻随温度、磁场和转角的变化关系。磁电阻测量 (>5000 个点) 可在 2 分钟内完成。

占用空间小，安全高效的风冷磁体

所有的 EZ-VSM 都采用小体积、高能效的风冷磁体。得益于此，控制系统可以集成在一个控制柜中，这比常规的需要单独电源控制的系统占用更小的空间。系统标配的触屏电脑固定在控制柜的悬臂上。可转动的悬臂允许操作员站着或者坐着对仪器进行控制。同时，也可根据用户需要将控制计算机放置在用户的实验桌上上。



得益于集成的单个控制柜，EZ-VSM 系统所占空间很小。

使用简单，掌握迅速

独特的样品振动机制使得装样更为便捷，可以方便快捷的安装和拆卸样品，这样可以最大限度的提高测量的重复性。得益于优异的磁场控制系统和高灵敏度，EZ-VSM 的测试速度通常是同类产品的 3 倍。温度选件（右图是氮气温度试验样品腔）总是安装在该系统上，利用一个简单的杠杆滑动机制可以实现样品的进出。这样可以在几十秒内快速实现变温测量。



EZ-VSM 系列 基本指标

磁矩和磁矩噪声

范围	噪声(μemu RMS)
室温	
4mm 0.1s TC, 无平均	0.4
4mm 0.1s TC, 1s/点	0.175
4mm 0.1s TC, 10s/点	0.075
10mm 0.1s TC, 无平均	0.8
10mm 0.1s TC, 10s/点	0.3
单一样品台配件, 无平均	2.5
10s/点	0.5
标准矢量配件	2.5
10s/点	0.5
标准大间距矢量配件	3
10s/点	0.75
氦气选件	5
10s/点	1.5

精度: ±1%+噪声 (样品和校准标准的形状和大小一致)。

重复性: ±5%+噪声 (典型值为 0.1%) 在常温环境。

稳定性/漂移: 满量程 0.05% RMS (室温恒场强, 间距适用 EZ1-LNA 温控配件的情况下测试超过 48 小时)

磁场

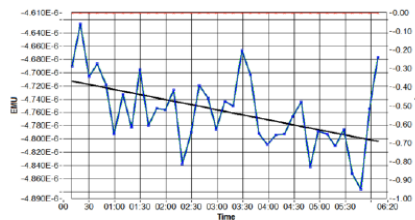
最大磁场

样品空间	EZ 7	EZ 9	EZ 11
4 mm	2.15 T	2.6 T	3.2 T
10 mm	2.0 T	2.4 T	2.9 T
16mm	1.8 T	2.25 T	2.75 T
单一温度平台	1.75 T	2.2 T	2.7 T
标准矢量选件	1.75 T	2.2 T	2.7 T
高温选件	1.6 T	2.0 T	2.5 T
低温选件	1.6 T	2.0 T	2.5 T
大空间矢量选件	1.6 T	2.0 T	2.5 T
扭矩选件 (VSM 感应线圈在原位)	2.0 T	2.4 T	2.9 T
扭矩选件 (VSM 感应线圈移出)	2.4 T	2.8 T	3.4 T

场分辨率和场噪声

该数据具有 20 字节磁场程序编制和 24 字节读数分辨率

范围	精度	噪音(RMS)
100 Gs	0.0002 Gs	5 mGs
200 Gs	0.0004 Gs	5 mGs
400 Gs	0.001 Gs	10 mGs
1 kGs	0.002 Gs	10 mGs
2 kGs	0.004 Gs	15 mGs
4 kGs	0.01 Gs	15 mGs
10 kGs	0.02 Gs	20 mGs
20 kGs	0.04 Gs	20 mGs
40 kGs	0.1 Gs	50 mGs
100 kGs	0.2 Gs	100 mGs



Operator	System Admin	Field	10000.044 Oe
Date	Thursday, March 01, 2012	Temperature	0.000 degC
Time	14:28:15	Averages	100
Test duration	00:06:00	RMS Noise	54.304E-9
Temperature	0.0 degC	PP Noise	248.876E-9
Angle	0.0 deg		
Field	10000.0 Gs		
Gauss Range	20000 Gs		
Signal range	1 uV		
Number of averages	100		
Number of points measured	37		
Down Signal	-4.728E-6		
Peak-Peak noise	248.876E-9		
Peak-Peak noise fs	5.230		
RMS noise	54.304E-9		
RMS noise %	1.12		
Average noise	44.265E-9		
Time Between Averages	0.100		

图 3 给出了在 4 mm 样品空间每点 10 s 进行平均测量的噪声, 值得注意的是噪音指标仅为 0.075 μemu RMS。

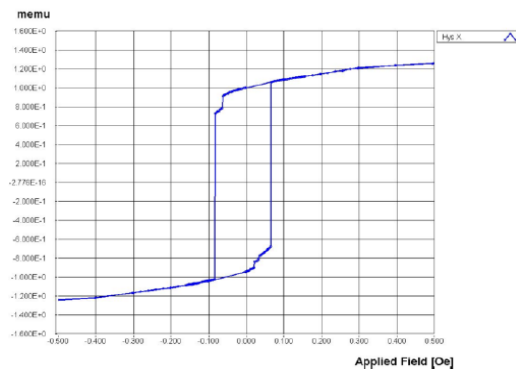


图 4 给出了 EasyVSM 系统的磁场控制能力, 图中磁场间隔为 2 mOe. EZ-VSM 在不需选件的情况下低场分辨率超过了某些使用了赫姆霍兹线圈的 VSM。

EZ-VSM 系列 选配组件

EZ1-样品自动旋转台

范围: $\pm 400^\circ$
 分辨率: 0.002°
 精度: $\pm 0.2^\circ$

EZ1-XY 磁性向量测量系统

该系统可对样品在 X 和 Y 两个方向的磁向量信号进行测量。

测量噪声指标

	标准线圈	大间距线圈
0.1s/点	2.5 μemu	3 μemu
3s/点	800 nemu	1.2 μemu
10s/点	500 nemu	750 nemu

向量系统选件的最大磁场 (标准线圈):

EZ 7	EZ 9	EZ 11
1.75 T	2.2 T	2.7 T

EZ1-液氮温控系统

所有的 MicroSense 振动样品磁强计 (VSM) 可以在可控的温度范围内对样品进行变温测量, 液氮系统最高温可达 1000 K, 无需拆卸或安装硬件即可实现从低温到高温的快速切换。由于采用了独特的温度样品杆, 配备有温度控制系统的噪声比同类产品低 2 倍, 信噪比也比同类产品高 5 倍。

范围: 77 K, 100 K-1000K
 分辨率: 0.01 K
 内径: 10 mm
 噪声: 2.5 μemu (0.1s/点) 0.5 μemu (10s/点)

EZ1-液氮控温系统

液氮温度控制系统称为 N2DEW 系统, 也可以使用液氮, 该系统具备很高的温度分辨率, 并将系统噪声和背景信号最小化。由于其具备很低的噪音和相对高的信号强度, 这一选配系统的信噪比是其他同类产品的 3 倍多。

范围: 4.2 K+8 K-450 K
 分辨率: 0.01 K
 内径: 9 mm

EZ1-SWP 扫场测量选件

VSM 标准测量模式为步进测量--进行采点之前, 磁场的变化已经停止。这可以对很多参数进行精准的测量。扫场模式可以使系统在扫场模式下进行采点, 每秒最多可采集

60 个点, 这使得测量更加快速并且可以采集更多的数据。

转动磁扭矩测量系统

该选件可以提供高精度和高灵敏度的磁扭矩测量。扭矩传感器和振动头安装在一个滑动导轨上, 可以实现扭矩测量和 VSM 测量之间的快速切换。磁扭矩测量系统具有更高的精度和 5 倍于矢量线圈的灵敏度。

范围: 1-400 dyne-cm 全刻度
 分辨率: 满量程刻度的 0.0025%
 精度: 1%标准镍标样校准后
 噪音: 0.05 dyne-cm RMS (无平均)
 0.005 dyne-cm RMS (5s/pt 平均)

扭矩测量最大场强:

	EZ 7	EZ 9	EZ 11
VSM 感应线圈& 10mm 间距	2.0 T	2.4 T	2.9 T
去掉 VSM 感应线圈后	2.4 T	2.8 T	3.4 T

(如想降低扭矩噪音, 需无振动的环境)

磁阻测量系统

磁电阻测试系统可以对薄样品关于场强、温度、场强角度、样品电流和时间的依赖关系进行方便快捷的测量。磁电阻探头采用 4 弹簧引脚线连接到样品。磁电阻选件可搭配 EZ1-LNA 配件对样品进行变温磁电阻测量。较大的引脚间距提高了磁电阻的测量精度。

测量时间: <10 s 以上可调
 标准测量时间: 1-2 分钟, 每分钟 3000-3600 个数据点
 Ohms 范围: <1mOhm 至>1MOhm
 Ohms 精度: 1%
 Ohms 重复性: 0.1%
 分辨率: 16 bit
 温度范围: 77 K+100 K-673 K
 电流范围: ± 2 nA, ± 20 mA
 电流分辨率: <0.1 μA
 样品尺寸: 3 \times 9 mm
 样品最大宽度: 3.5 mm
 样品最小长度: 8.1 mm
 电流插脚 (外部) 空间: 7.77 mm
 电流插脚 (内部) 空间: 4.978 mm

国际用户



感谢 MicroSense-VSM 在中国的众多用户（排名不分先后）

用户举例

1	中国科学院物理研究所（2套）
2	兰州大学磁学与磁性材料教育部重点实验室
3	南京大学
4	复旦大学
5	武汉大学
6	西南大学
7	首都师范大学
8	扬州大学
9	华侨大学
10	安徽大学
11	北矿
12	深圳长城开发铝基片有限公司
13	江门磁粉
14	日立硬盘

磁性单位转换表

磁学量名称	符号	CGS单位	SI单位	换算比 (SI制数值乘以此数即 得CGS制数值)
磁极强度	m		韦(Wb)	$108/4\pi$
磁 通	ϕ	麦克斯韦 (Mx)	韦(Wb)	108
磁 矩	M_m	磁 矩	安/米 ² (A/m ²)	10 ³
磁通密度或 磁感应强度	B	高斯 (Gs)	韦/米 ² 或特[斯拉] (Wb/m ² 或T)	10 ⁴
磁场强度	H	奥斯特 (Oe)	安/米(A/m)	1/79.6
磁 势 磁通势	ϕ_m V_m	奥·厘米(Oe·cm)	安匝 (A)	$4\pi/10$
磁化强度	M	高斯 (Gs)	安/米(A/m)	10 ⁻³
相对磁化率	χ			4π
相对导磁率	μ			1
退磁因子	N (CGS) D (SI)			4π
真空导磁率	μ_0	1	$4\pi/10^7$	$10^7/4\pi$
磁 阻	R_m	(奥·厘米)/麦克斯 韦	安匝/韦 (A/Wb)	$4\pi \cdot 10^{-9}$
磁晶各向异性常 数	K_1	erg/cm ²	焦/米 ³ (J/m ³)	10
磁能积	$(BH)_m$	高·奥	焦/米 ³ (J/m ³)	109/ 7.96
畴壁能密度	γ	erg/cm ²	焦/米 ² (J/m ²)	10 ³

Quantum Design



Quantum Design 中国子公司提醒您:

此中文资料仅供中国大陆用户参考，一切技术信息以 Quantum Design 公司 MicroSense 系统的英文详细资料为准，如需获得更详细的产品资料以及最新推出的系统选件介绍，请登录 Quantum Design 中国子公司的网站直接查询 <http://www.qd-china.com>，或致电中国子公司北京、上海和广州办公室，欢迎垂询！

Quantum Design 中国子公司 北京办公室

北京市朝阳区霄云路 36 号
国航大厦 3 层 0306-0308 室
电话: 86-10-85120277/78/79/80
传真: 86-10-85120276
邮箱: info@qd-china.com
网站: www.qd-china.com

Quantum Design 中国子公司 上海办公室

上海市静安区成都北路 333 号
招商局广场东楼 701 室
电话: 86-21-52280980
传真: 86-21-52282156
邮箱: info@qd-china.com
网站: www.qd-china.com

Quantum Design 中国子公司 广州办公室

广州市海珠区江南大道南 362 号
达镖国际中心 1202 室
电话: 86-20-8920 2739
传真: 86-20-8920 2750
邮箱: info@qd-china.com
网站: www.qd-china.com