



# 中华人民共和国国家标准化指导性技术文件

GB/Z 26082—2010

GB/Z 26082—2010

## 纳米材料直流磁化率(磁矩)测量方法

Measuring method for DC magnetic susceptibility (magnetic moment)  
of nanomaterials

中华人民共和国  
国家标准化指导性技术文件  
纳米材料直流磁化率(磁矩)测量方法  
GB/Z 26082—2010

\*

中国标准出版社出版发行  
北京复兴门外三里河北街16号  
邮政编码:100045

网址 www.spc.net.cn

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷  
各地新华书店经销

\*

开本 880×1230 1/16 印张 0.75 字数 11 千字  
2011年4月第一版 2011年4月第一次印刷

\*

书号:155066·1-42000 定价 16.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话:(010)68533533



GB/Z 26082-2010

2011-01-10 发布

2011-10-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会 发布

## 前 言

本指导性技术文件由中国科学院提出。

本指导性技术文件由全国纳米技术标准化技术委员会纳米材料分技术委员会(SAC/TC 279/SC 1)归口。

本指导性技术文件起草单位:中国科学院物理研究所国家超导重点实验室。

本指导性技术文件主要起草人:张鹰子、闻海虎。

## 5.1 磁强计

### 5.1.1 超导量子干涉器磁强计(SQUID)

超导量子干涉器磁强计是利用约瑟夫森效应制成的器件,是高灵敏度的磁探测器件。样品在磁场中产生的磁矩,通过传输系统的上下运动,使探测线圈中的磁通量产生变化。根据电磁感应定律,探测线圈产生感应电动势,该电动势与磁通量变化率成比例,经放大及线圈耦合形成超导量子干涉器磁强计测得的信号。利用特定公式对一个循环周期(或多循环周期平均成一个循环周期)的信号集合进行数字拟和,即可获得样品的磁矩。超导量子干涉器磁强计的磁矩微分精度为: $\leq 10^{-8}$  emu(在测量范围0.25 T以内), $\leq 6 \times 10^{-8}$  emu(在测量范围7 T以内)。

### 5.1.2 振动样品磁强计(VSM)

振动样品磁强计是利用样品在探测线圈内上下作周期性高频振动,使探测线圈中的磁通量产生周期性变化,从而生成出感应电动势。该电动势信号与磁矩成比例。振动样品磁强计的微分精度通常比超导量子干涉器磁强计的精度大一个数量级。

## 5.2 分析天平

所用测量仪器为准确度好于0.5%,灵敏度好于0.1 mg的电子天平。

## 5.3 几何尺寸测量仪器

尺寸测量可以用扫描电镜(SEM)、扫描隧道显微镜(STM)、原子力显微镜(AFM)、透射电镜(TEM)等。

## 6 测量步骤

测量通常是由计算机控制下的仪表进行数据采集。数据由计算机保存。数据文件应包括:文件名、测量时间、样品特性、样品尺寸、测量温度、测量结果等相关测量条件。

测量步骤如下:

- 样品封装,封装时注意不要用铁磁性工具操作,不要有任何可能的人为污染。纳米粉应用磁化率低于 $10^{-7}$  emu的材料进行封装定位,并注意封装的对称性;
- 实验室的温度是否满足 $23 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- 实验室的湿度是否在70%以下;
- 检查磁强计剩场:通常利用振荡模式退场后,磁体剩场小于5 Gs;磁强计的剩场可以利用高斯计来确定或利用标准样品进行曲线比对分析;如果异常,应考虑:
  - 对磁体的屏蔽合金进行退磁;
  - 对磁体进行重置;
- 检查样品腔的真空密封状况及样品安装过程是否规范:若有样品腔有漏气或气体吸附现象,会在40 K~60 K测量范围内发现顺磁峰(氧峰)。需要排除异常及把样品腔的温度升至室温除气后才能继续测量;
- 检查试验磁强计及线路是否有良好电磁环境屏蔽;
- 检查磁强计预备待测条件是否完备;
- 按仪器操作规程安装样品于恰当的测量位置;
- 按测量需求编写测量程序;
- 检查测量程序;
- 确定上述步骤无误后,启动测量;
- 测量后,确定测量无误后,书写试验报告。

## 纳米材料直流磁化率(磁矩)测量方法

### 1 范围

本指导性技术文件规定了测量纳米材料直流磁化率(磁矩)的术语及定义、样品制备及测量、测量仪器、测量步骤和试验报告等。

本指导性技术文件适用于利用电磁感应定律制造的超导量子干涉器磁强计及振动样品磁强计测量纳米材料的直流磁化率(磁矩)。亚微米尺度范围的材料也可参照本标准执行。

### 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本指导性技术文件的引用而成为本指导性技术文件的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本指导性技术文件,然而,鼓励根据本指导性技术文件达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本指导性技术文件。

GB/T 19619 纳米材料术语

### 3 术语及定义

GB/T 19619 确立的以及下列术语定义适用于本指导性技术文件。

#### 3.1

##### 磁矩 magnetic moment

在磁场作用下能发生变化并反过来影响磁场的介质,叫磁介质。对任一磁性物质而言,由电流产生磁矩的最小单位为原子。原子因藉由电子的自旋及环绕着原子核的运动而产生磁矩。磁矩方向可由右手定则确定。其表达式见式(1):

$$\vec{m}_j = \vec{A}_j i \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

$\vec{m}_j$ ——磁矩矢量,单位为安培平方米( $\text{A} \cdot \text{m}^2$ );

$\vec{A}_j$ ——电流*i*所包围之封闭面积矢量,单位为平方米( $\text{m}^2$ );

*i*——封闭路径上电流,单位为安培(A)。

依据磁矩在外加磁场作用时的不同表现,通常可以简单将物体区分成下列三类物质:

- 抗磁性物质:当在外加磁场作用时,物体本身所产生的磁化方向与外加场相反;
- 顺磁性物质:当在外加磁场作用时,物体本身所产生的磁化方向与外加场相同;
- 铁磁性物质:当在外加磁场作用时,物体本身产生极强的磁化且方向与外加场一致。铁磁性物质又分为软磁质和硬磁质。

#### 3.2

##### 磁化强度 magnetization

单位体积的磁化物质内的总磁矩,其表达式见式(2):

$$\vec{M} = \sum_j \vec{m}_j / V \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

$\vec{M}$ ——磁化强度矢量,单位为安培每米( $\text{A}/\text{m}$ );

*V*——磁化物质的体积,单位为立方米( $\text{m}^3$ )。