

黑龙江省地方标准化指导性技术文件

DB23/Z 0005—2026

纳米胶体软磁性材料典型计量特性 测量规范

2026 - 06 - 29 发布

目 次

前言 II

引言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 一般要求 1

5 饱和磁化强度和超顺磁性 2

6 表观粘度 2

7 热稳定性 3

8 密度 4

9 磁稳定性 4

10 试验报告 4

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由黑龙江省科学院高技术研究院提出。

本文件由黑龙江省市场监督管理局归口。

本文件起草单位：黑龙江省科学院高技术研究院、黑龙江省标准化研究院、东北石油大学、黑龙江省知识产权保护中心。

本文件主要起草人：迟佳龙、李鹏、张敬、徐振勇、黄波、布和巴特尔、谢洋、杨帆、隋新、付东、刘佳莹、张晓臣、王阳、王铁霖。

引 言

本文件的发布机构提请注意，声明符合本文件时，可能涉及到专利“一种强磁场条件下高抗磁沉降性密封用磁性液体的制备，ZL201911106552.X”相关专利的使用。

本文件的发布机构对于该专利的真实性、有效性和范围无任何立场。

该专利的持有人已向本文件的发布机构保证，他愿意同任何申请人在公平、合理、无歧视基础上，免费许可任何组织或者个人在实施该标准时实施其专利。该专利持有人的声明已在本文件的发布机构备案。相关信息可通过以下联系方式获取：

专利持有人：黑龙江科学院高技术研究院

地址：黑龙江省哈尔滨市人和街52号

邮政编码：150010

联系人：黄波

联系电话：13895720216

邮箱：huangbo208@163.com

请注意除上述专利外，本文件的某些内容仍可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

纳米胶体软磁性材料典型计量特性测量规范

1 范围

本文件规定了纳米胶体软磁性材料的典型计量特性的测量要求，包括饱和磁化强度、超顺磁性、表观粘度、热稳定性、密度、磁稳定性等，以及试验报告应包含的主要内容。

本文件适用于1 nm ~ 100 nm粒径范围内纳米尺寸的纳米胶体软磁性材料典型计量特性的测量。微米级的胶体软磁性材料可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 1884 原油和液体石油产品密度实验室测定法(密度计法)

GB/T 30544.4 纳米科技 术语 第4部分：纳米结构材料

3 术语和定义

GB/T 30544.4界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

纳米胶体软磁性材料

具有胶体特征和超顺磁性的液态纳米复合材料。

4 一般要求

4.1 测量内容

纳米胶体软磁性材料的典型计量特性的测量包括磁饱和强度和超顺磁性的测定、表观粘度、热稳定性、密度、磁稳定性。

4.2 测量环境

测量温度为20℃~25℃、室内湿度<60%，无振动、无强电磁干扰。

4.3 样品的准备

进行各项测量之前，应将纳米胶体软磁性材料样品在离心机中以5000 r/min的速度，离心60 min后，取上层清液，采用≥400目滤布过滤后将待测样品置于无色透明具塞广口玻璃瓶内，常温室内存，24 h内进行各项测量。

注：磁稳定性需在720 h内进行测量。

5 饱和磁化强度和超顺磁性

5.1 测量方法

动态电磁感应法。

5.2 测量设备参数和调试

5.2.1 测量仪器：振动样品磁强计。

5.2.2 具体参数：最大磁场（电磁铁） ± 1.5 T、磁场分辨率 0.1 mT（ 1 Oe）、磁场稳定性 $<0.05\%$ /h、磁场均匀区 $\phi 10$ mm 范围内 $<0.1\%$ /10 mm、磁极间隙 10 mm ~ 38 mm、扫场速率 1 mT/s ~ 50 mT/s 连续可调。

5.2.3 设备调试：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，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或对磁体进行重置。

5.3 样品前处理

样品前处理操作步骤如下：

- a) 将 $1\text{ cm} \times 1\text{ cm}$ 正方形保鲜膜放置于天平托盘上，在保鲜膜上称取 $0.010\text{ g} \pm 0.001\text{ g}$ 脱脂棉，使用直径为 4 mm 的玻璃棒蘸取 $0.045\text{ g} \pm 0.005\text{ g}$ 纳米胶体软磁性材料样品滴加到已称取的脱脂棉上；
- b) 用保鲜膜将滴加纳米胶体软磁性材料的脱脂棉包裹形成球状，并置于内径 $6.28\text{ mm} \sim 6.42\text{ mm}$ ，长度 $10.00\text{ mm} \sim 10.50\text{ mm}$ 的胶囊内；
- c) 称取 $0.10\text{ g} \pm 0.01\text{ g}$ 脱脂棉对囊体中的纳米胶体软磁性材料球体进行密封紧实，防止样品在测量中产生上下松动，进行封装定位，封装时不应使用铁磁性工具操作，避免人为污染；
- d) 将囊体固定在振动样品磁强计测试杆上进行测量。

5.4 测量步骤

测量样品矫顽力 <1.0 Oe 表明其具有超顺磁性，测量操作步骤如下：

- a) 在振动样品磁强计的控制软件上，输入样品质量纳米胶体软磁性材料的质量、密度。设定磁场范围为 ± 1.0 T，磁极间隙为 20 mm ，扫场速率为 10 mT/s ；
- b) 先启动振动测试杆，然后启动磁场电源开始测量，直到振动样品磁强计自动完成测量断开磁场电源、关停振动测试杆；
- c) 读取饱和磁化强度（精确至 1 Gs ）和矫顽力（精确至 0.1 Oe ）数值。

6 表观粘度

6.1 测量方法

同轴圆筒旋转粘度法。

6.2 测量设备参数和调试

6.2.1 测量仪器：指针式旋转粘度计。

6.2.2 设备参数：主机形式为台式、测量范围为 $10\text{ mPa} \cdot \text{s} \sim 100000\text{ mPa} \cdot \text{s}$ 、转速范围： $6\text{ r/min} \sim 60\text{ r/min}$ 、

档位为 4 档、转速稳定性 $\leq 0.2\%$ 、转子 4 只（1#、2#、3#、4#）、精准度为 $\pm 5\%$ F S、重复性 $\leq \pm 2\%$ 、有效测量区间为 $10\% \sim 90\%$ 满量程扭矩。

6.2.3 设备调试：指针式旋转粘度计应放置在稳定台面上，调整机器上的水平仪至水平，指针归零。

6.3 样品前处理

在 250 ml 烧杯中，将倒入 200 ml ± 10 ml 纳米胶体软磁性材料，静置 2 h 后测量。

6.4 测量步骤

测量操作步骤如下：

- 将装有纳米胶体软磁性材料的 250 ml 烧杯放置于恒温水浴锅中，烧杯内外液面相平，水浴锅温度恒定于 $27\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- 设定转速为 30 r/min，将 1#转子固定在旋转粘度计上，调整粘度计表盘高度，将转子放入纳米胶体软磁性材料中没过转子刻度线；
- 打开电源开始测量，控制指针应稳定在有效测量区间，如不在有效区间，需更换转子，指针在有效区间后，持续测量 5 min；
- 锁定指针，关闭电源，读取表盘数值，计算表观粘度值。

7 热稳定性

7.1 测量方法

恒温恒时表面蒸发损失测量法。

7.2 测量设备参数和调试

7.2.1 测量仪器：恒温鼓风干燥箱、分析天平。

7.2.2 设备参数如下：

——恒温鼓风干燥箱：控温范围为 $10\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 300\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、温度精度至 $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、温度波动度为 $\pm 1.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、温度均匀度 $\leq \pm 2.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；

——分析天平：最大称量为 320 g、精度至为 0.0001 g、重复性误差 $\leq \pm 0.0001\text{ g}$ （200 g 载荷下）、线性误差为 $\leq \pm 0.0002\text{ g} \sim \pm 0.0003\text{ g}$ 、稳定时间为 $\leq 2\text{ s}$ 、去皮范围为全量程去皮。

7.2.3 设备调试：恒温鼓风干燥箱、分析天平应放置在稳定台面上，调整机器上的水平仪至水平，分析天平需采用标准砝码进行校准。

7.3 测量步骤

测量精度至 0.0001 g，测量操作步骤如下：

- 将不加盖的 25 mm $\times$ 25 mm 圆形玻璃称量瓶称重，加入 10 g $\pm 0.0001\text{ g}$ 纳米胶体软磁性材料，并记录总质量；
- 打开电源，将恒温鼓风干燥箱的温度设为 $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，待温度升至设定温度，放入装有纳米胶体软磁性材料的称量瓶；
- 持续恒温烘干 1 h 后，取出称量瓶，待温度降至 $23\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，称量称量瓶的总质量；
- 计算测量前与测量后称量瓶的总质量之差，计算结果。

8 密度

密度按照GB/T 1884进行测量。

9 磁稳定性

9.1 测量方法

采用磁场诱导沉降磁稳定性评价方法。

9.2 测量设备参数和调试

9.2.1 测量仪器：带盖广口玻璃瓶、圆形钕铁硼永磁铁。

9.2.2 设备参数如下：

——带盖广口玻璃瓶：容量为 200 ml、颜色为透明、尺寸为 61.4 mm×109.5 mm；

——圆形钕铁硼永磁铁：直径为 80 mm、厚度为 10 mm、剩磁（Br）为 12.8 kGs~13.2 kGs、磁感矫顽力（Hcb）为 11.6 kOe~12.0 kOe、最大磁能积（BH）max 为 40 MGOe~43 MGOe、工作温度为室温~80 °C。

9.2.3 设备调试：带盖广口玻璃瓶、圆形钕铁硼永磁铁应放置在稳定台面上。

9.3 测量步骤

测量精度至 0.0001 g/cm³，测量操作步骤如下：

- 对纳米胶体软磁性材料按照第 8 章的方法测量密度，并记录数值；
- 在广口玻璃瓶中加入 100 ml 纳米胶体软磁性材料并盖紧瓶盖，然后放置在圆形钕铁硼永磁铁的中心位置，保持测量环境并静置 720 h；
- 每隔 120 h 使用密度计测量一次广口玻璃瓶中上层纳米胶体软磁性材料的密度，并记录时间和密度；
- 测量总时间结束后，计算测量前与测量后密度之差，计算结果；
- 以间隔时间为横坐标，密度为纵坐标，绘制点点连接平滑曲线，观察趋势。

10 试验报告

试验报告应包含但不限于以下内容：

- 机构名称及资质；
- 委托单位；
- 样品名称、样品数量、送样时间、编号、样品形态；
- 执行标准及测量项目相应标准、测量条件(如测量温度和湿度等)；
- 测量仪器；
- 测量结果包括磁饱和强度和超顺磁性的测定、表观粘度、热稳定性、密度、磁稳定性；
- 其他必要的试验记录内容；
- 检验者、审核者及检验日期。