

磁性橡胶磁性能的测定方法

GB 11209—89

Magnetic rubber—Determination
method of magnetic properties

1 主题内容与适用范围

本标准规定了在闭合磁路中测量永磁性橡胶的剩磁、矫顽力、最大磁能积等磁性能的测定方法。
本标准适用于各向同性的永磁性橡胶磁性能的测定；也适用于各向同性的永磁性橡塑材料磁性能的测定。

注：对磁性橡胶制品在常温及经高、低温处理后表面磁通密度的测定方法见附录A。

2 引用标准

GB 2941 橡胶试样停放和试验的标准温度、湿度及时间

3 术语

3.1 剩磁 (B_r)

在所绘退磁曲线上对应磁场强度 $H = 0$ 这一点的磁通密度值，单位 $\text{Wb} \cdot \text{m}^{-2}$ (韦伯/平方米)。

3.2 矫顽力 (H_{cB})

在所绘退磁曲线上对应磁通密度 $B = 0$ 这一点的磁场强度值，单位 $\text{kA} \cdot \text{m}^{-1}$ (千安培/米)。

3.3 最大磁能积 [$(BH)_{\max}$]

退磁曲线上各点相应的 B 和 H 乘积中最大值，单位 $\text{kJ} \cdot \text{m}^{-3}$ (千焦耳/立方米)。

4 方法提要

首先用磁化装置将永磁性橡胶进行磁化，通过绕在试样上的测量线圈和电子积分器、磁场探测器以及磁性能测试有关仪器等组成的测试装置，并由记录装置描绘出饱和磁滞回线，求得剩磁矫顽力，最大磁能积值。

5 仪器

磁性能测试仪器主要由磁化装置、磁性能测试装置和记录装置组成 (见图1)。

5.1 磁化装置：由磁轭极头、磁化绕组和磁化电源组成。

5.1.1 磁轭与极头应由矫顽力不大于 $100 \text{A} \cdot \text{m}^{-1}$ 的软磁材料制成，其结构应对称。为减小磁通密度迅速变化而产生的涡流，最好用迭片铁心制成，极头间距离在一定范围内连续可调。极面应平整，光洁度不低于 $\nabla 3.2$ ，两极面应平行并与磁场方向垂直。

5.1.2 磁化绕组应尽量靠近试样并互相对称，其轴线与极头轴线一致。

5.1.3 磁化电源应具有足够的容量；在测量时，磁化电流的变化速度每分钟不超过 0.1% 。其调节机构应能在整个测量范围内连续而平稳地改变磁场。

5.1.4 磁化装置应能使试样磁化到饱和的磁化场 ($H_{\max}$)。其场必须大于 $800 \text{kA} \cdot \text{m}^{-1}$ 。

5.2 磁性能测试装置：由紧绕于试样上的 B 测量线圈和与其连接的感应电压积分器、冲击检流计、磁场探测器及相应的测量仪器等组成。

5.2.1 B 测量线圈是由直径为 $\phi 0.15\text{mm}$ 左右的漆包线或纱包线制成。

5.2.2 磁场探测器是用扁平线圈、磁位计或霍尔探头配合相应仪器组成。其总的测量误差不应超过 $\pm 2\%$ 。

5.3 记录装置：能同时记录磁通密度和磁场强度的变化值，绘出退磁曲线。其量程可调，在记录范围内有很好的线性关系。

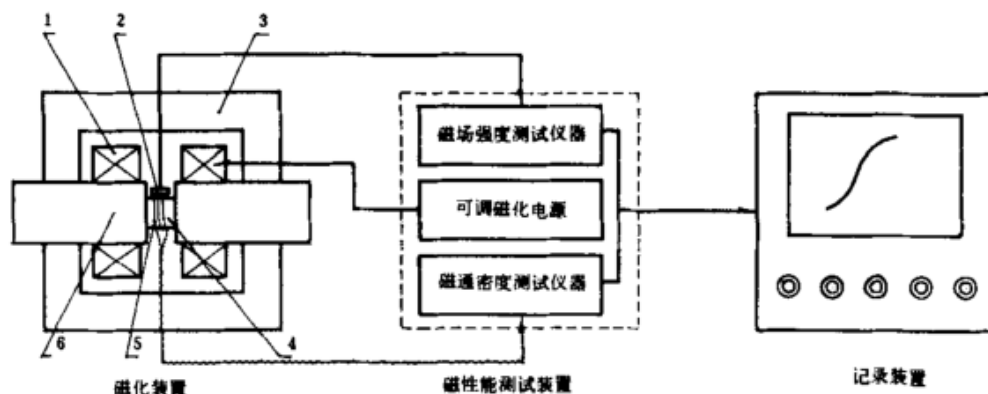


图1 磁性能测试仪结构示意图

1—磁化绕组；2—磁场探测器；3—磁轭；4—试样；5— B 测量线圈；6—极头

6 试样

6.1 试样为矩形或圆形截面的柱体，并满足以下公式：

$$D \geq 2.0L \quad (1)$$

式中： D ——试样的圆形截面直径或矩形截面的最长边长， cm ；

L ——试样的长度（厚度）， cm 。

但试样的长度（厚度）应在 $0.8 \sim 1.0\text{cm}$ 。

6.2 试样必须保证为各向同性的磁性橡胶或橡塑材料，并保证试样的密实程度均匀一致。

6.3 试样表面应清洁光滑，无斑点，无杂质，无气泡。

6.4 试样两端面间的平行度以及与试样轴线的垂直度应小于 0.2% 。

6.5 试样停放的标准温度、湿度及制样后至试验之间的时间间隔均按 GB 2941 中的有关规定执行。

7 试验步骤

7.1 试样磁化的准备

7.1.1 将 B 测量线圈均匀单层地紧绕于试样中部，与试样两端面对称。缠绕匝数按经验公式求出：

$$5 < N \cdot S < 9 \quad (\text{或 } \frac{5}{S} < N < \frac{9}{S}) \quad (2)$$

式中： N ——匝数（取整数）；

S ——试样截面积， cm^2 。

为了消除测量线圈引线产生的附加感应电压，引线应绞合在一起，与感应电压积分器相连。

7.1.2 将缠绕 B 测量线圈的试样放在磁化装置的极头间，放于两极面的磁场均匀区内，使试样欲磁化方向磁场方向一致。调整极头间距离，将试样夹住。尽量减小极头与试样间的空隙，但不应夹持过紧，以免试样变形影响测试精度。

7.1.3 将磁场探测器放在靠近 B 测量线圈并且与试样两端面对称，其轴与试样磁化方向一致。

7.2 试样磁化及磁性能测试

7.2.1 打开磁化电源，用正向磁化电流将试样磁化到饱和场（即当增大磁化电流，试样的 B_{max} 值不再增大时则达到该试样的饱和磁化场）。

7.2.2 将磁化电流反向，调节磁化电源电流的上升速度，使其连续平稳缓慢地增大磁化绕组电流，在2 s左右的时间内完成记录退磁曲线的全过程。

7.2.3 在记录纸上对该图的原点坐标定位。其方法有如下两种：

后定原点法：该法是测出退磁曲线后，将磁场探测器与试样从磁化装置两极头间取出，并把 B 测量线圈从试样上脱出，迅速把探测器和线圈移到无外磁场的空间，此时记录笔回到 $H = 0$ 、 $B = 0$ 的原点处。用记录笔记下该点，此点即为坐标原点。

先定原点法：该法是先将空的 B 测量线圈和磁场探测器置于无外磁场的空间，仔细调整仪器使记录笔置于某一位置用记录笔记下，此点就定为该次测试的原点。然后按前面述叙的试验步骤进行，但在本次试验未进行完毕之前不可再调整仪器。

8 测试结果

8.1 通过原点沿记录纸的纵横格线绘出直角坐标系。横坐标轴为磁场强度轴（ H 轴）；纵坐标轴为磁通密度轴（ B 轴），该坐标系与退磁曲线交于两点。 B 轴与退磁曲线的交点为剩磁（ B_r ）值； H 轴与退磁曲线的交点为矫顽力（ H_{cB} ）值（见图2）。

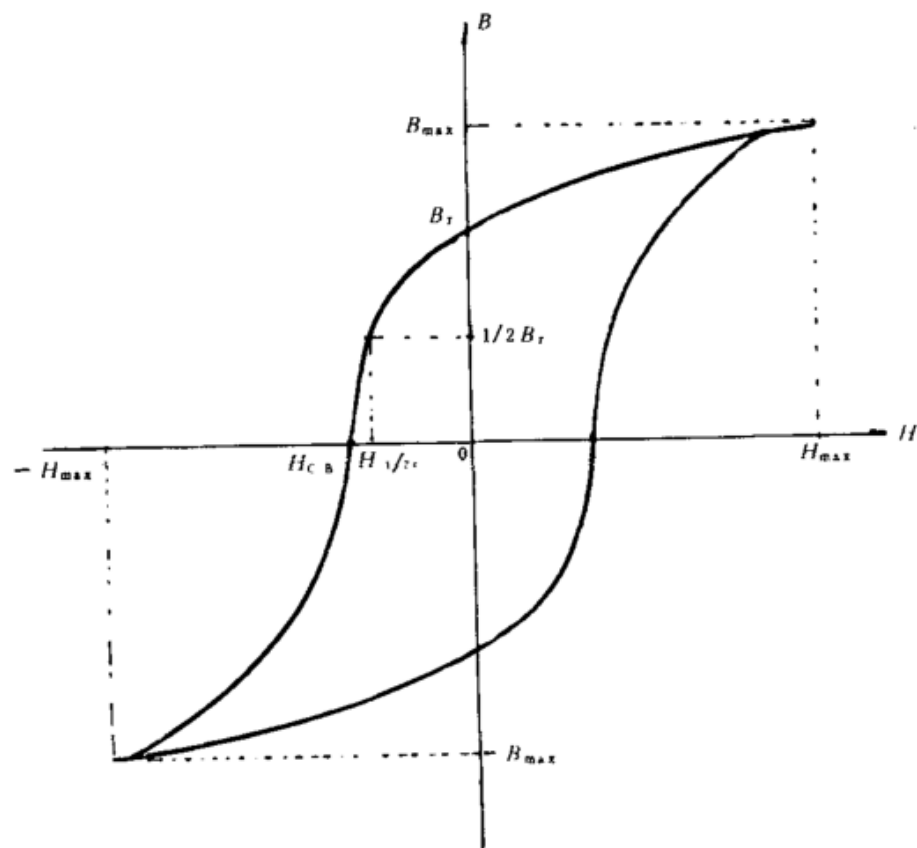


图2 饱和磁滞回线

8.2 在 B 轴上取 $\frac{1}{2}B_r$ 作与 H 轴平行的直线交退磁曲线上一点，过该点向 H 轴引垂线交 H 轴于 $H_{1/2r}$ 点（见图2）。则 $\frac{1}{2}B_r$ 值与对应的 $H_{1/2r}$ 值的乘积即为欲求的最大磁能积。此法为简便近似求法，可用公

式表示如下:

$$(BH)_{\max} = \frac{1}{2} B_r \cdot H_{\frac{1}{2}}, \dots\dots\dots (3)$$

9 允许误差

平均测定两次误差不超过 $\pm 2\%$ 。

10 试验报告

本标准的试验报告应包括下列内容:

- a. 样品名称、代号与来样日期;
- b. 试样制备及处理的条件;
- c. 试样规格;
- d. 试验条件;
- e. 测试的各项数据: B_r , H_{CB} , $(BH)_{\max}$ 值;
- f. 测试误差;
- g. 试验日期;
- h. 试验者。

附录 A

磁性橡胶制品在常温及经高、低温处理
表面磁通密度的测定方法
(参考件)

A1 常温条件下表面磁通密度的测定

A1.1 将磁化后的制品试样平放在不导磁的试验台上,使欲测磁性面向上。用精度不低于2.5级的毫特斯拉计进行测试。先把毫特斯拉计电源接通,打开预热开关,接好霍尔探头,并校正仪表零点。

A1.2 毫特斯拉计的霍尔探头表面紧贴于被测试样表面,轻轻移动霍尔探头。若指针向逆时针方向移动时,可将探头背面翻转过来,使所测其点在仪表上读数达到最大值,该值即为该点的表面磁通密度值。

按此方法测出试样上各点的表面磁通密度值,其中最大的一点值为该试样表面最大磁通密度值。测试一般不能少于五点。

A2 高温处理表面磁通密度的测定

A2.1 高温试验箱的有效工作空间与每批试样的体积之比不应小于五倍,箱内风速 $1 \sim 2 \text{ m/s}$ 。

A2.2 将试样经过常温条件下测得表面磁通密度较强的值选三点并标出,再取加和平均值 B_1 。然后置于高温试验箱内。试样任一表面与相对的箱壁之间最小距离应不小于 10 cm 。以 $0.7 \sim 1 \text{ }^\circ\text{C/min}$ 的速度把箱温升至 $85 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$,此时开始计时。保温持续时间可根据用户对制品的要求而选定 48 h 、 96 h 、 200 h 、 240 h 、 360 h 等。当达到规定时间后,切断电源,打开箱门,自然降温 1.5 h 后取出试样,使其在室温条件下继续降温 4.5 h ,用毫特斯拉计按 A1.1 条测量在高温处理后原先所标出的对应三点的表面磁通密度加和平均值 B_2 。

A2.3 除得出持续高温处理后表面磁通密度值外,并可比较与常温时磁性能的变化率。可按公式(A1)计算:

$$\text{变化率}(\%) = \frac{B_1 - B_2}{B_1} \times 100 \quad \text{..... (A1)}$$

式中: B_1 ——常温测得试样上三点表面磁通密度平均值;

B_2 ——持续高温处理后对应三点表面磁通密度平均值。

A3 持续低温处理后表面磁通密度的测定

A3.1 低温试验箱的有效工作空间与每批试样的体积之比不应小于五倍,箱内风速 $1 \sim 2 \text{ m/s}$ 。

A3.2 将试样经过常温条件下测得表面磁通密度较强的值选三点并标出,再取加和平均值 B_1 。然后置于低温试验箱内,使试样任一表面和相对的箱壁之间最小距离应不小于 10 cm ,以 $0.7 \sim 1 \text{ }^\circ\text{C/min}$ 的速度把箱温下降至 $-25 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$,此时开始计时,保温持续时间可根据用户对制品要求而选定 48 h 、 96 h 、 200 h 、 240 h 、 360 h 等。当到达规定时间后,把箱温以 $0.7 \sim 1 \text{ }^\circ\text{C/min}$ 的速度回升至 $15 \text{ }^\circ\text{C}$ 。关机并取出试样,在室温条件下恢复 6 h 后,用毫特斯拉计按 A1.1 方法测量在低温处理后原先所标出的对应三点的表面磁通密度加和平均值 B_2 。

A3.3 除得出持续低温处理后表面磁通密度值外,并可比较与常温时磁性能的变化率。可按公式(A2)计算:

$$\text{变化率}(\%) = \frac{B_1 - B_2}{B_1} \times 100 \quad \text{..... (A2)}$$

式中: B_1 ——常温测得试样上三点表面磁通密度平均值;

B_2 ——持续低温处理后对应三点表面磁通密度平均值。

附加说明：

本标准由化学工业部北京橡胶工业研究设计院归口。

本标准由化学工业部北京橡胶工业研究设计院负责起草。

本标准主要起草人王经方、葛雄章。