



中华人民共和国国家标准

GB/T 13888—92

在开磁路中测量磁性材料矫顽力的方法

Methods of measurement of the coercivity of
magnetic materials in an open magnetic circuit

1992-12-10 发布

1993-06-01 实施

国家技术监督局 发布

中华人民共和国国家标准

在开磁路中测量磁性材料矫顽力的方法

GB/T 13888—92

Methods of measurement of the coercivity of
magnetic materials in an open magnetic circuit

本标准等效采用 IEC 标准 404-7《磁性材料 第七部分:在开磁路中测量磁性材料矫顽力的方法》(1982年版)。

1 主题内容与适用范围

本标准规定了在开磁路中测量磁性材料矫顽力的方法。

本标准适用于矫顽力为 500 kA/m 以下的磁性材料。对于矫顽力低于 40 A/m 和高于 160 kA/m 材料的测量,参见附录 A。

2 引用标准

GB 2900.4 电工名词术语 电工合金

3 术语、符号

矫顽力 H_{Cj} 。

使预先磁化到饱和的试样磁极化强度减小到零时,所需的磁场强度,称为矫顽力 H_{Cj} (或内禀矫顽力 H_{Cj})。

矫顽力 H_{Cj} 和矫顽力 H_{Cb} 的区别在于磁滞回线是定义在 $B-H$ 坐标系上,还是定义在 $J-H$ 坐标系上(见图 1)。可以证明对于高增量磁导率的材料,在 $B=0$ 的范围,矫顽力 H_{Cj} 和矫顽力 H_{Cb} 之间的差别可以忽略不计,因为:

$$H_{Cj} = H_{Cb}(1 - \mu_0 \Delta H / \Delta B) \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中: H_{Cb} ——磁感应强度矫顽力, A/m;

H_{Cj} ——内禀矫顽力, A/m;

ΔB ——磁通密度的增量, T;

ΔH ——磁场强度的相应变化, A/m;

μ_0 ——磁常数, $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ H/m。

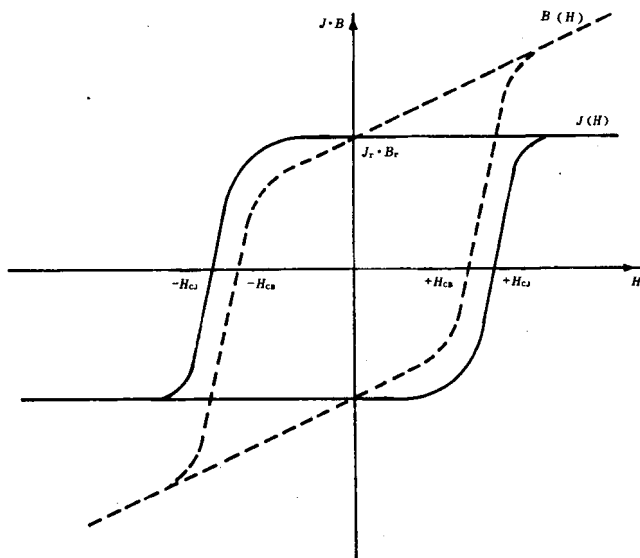


图1 磁滞回线

4 原理和方法

当把一个磁性材料的试样,放入非常均匀的磁场时,只要试样的磁极化强度不为零,迭加在原来的磁场上,便会使这个磁场发生畸变。如果在试样上施加一退磁场,使试样的磁极化强度变为零,试样处于完全退磁状态,则磁场的畸变消失,此退磁场的大小等于矫顽场强度。利用磁通探测器,可检测靠近试样磁场畸变情况,从而给出测定矫顽场强度的方法。

本方法首先把试样磁化到饱和,然后施加一退磁场,直到由于试样引起的磁场畸变消失为止。测量此时的退磁场强度,就得到试样的矫顽力。

测量时,试样放在螺线管中部的开磁路中。磁通探测器,可放在如下两种位置:

- a. 靠近试样一端(图2方法A);

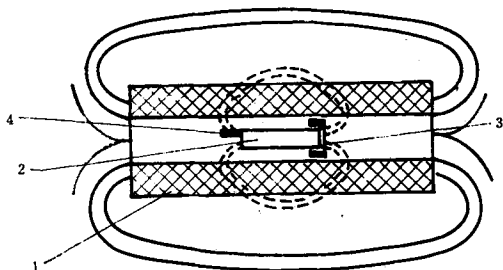


图2 方法A

b. 在螺线管外部(图3方法B)。

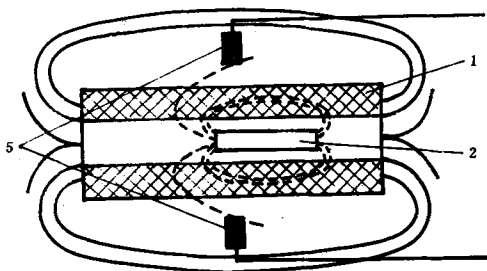


图3 方法B

图2和图3的注

- 1—螺线管；2—试样；3—振动探测线圈；4—离开轴线
安装的磁通敏感探头(例如霍尔探头或磁通门探头)；
5—差分探头(例如霍尔探头或磁通门探头)

5 试样

试样应具有长直的形状,以使自退磁场不致影响其磁化到饱和,并且形状效应对矫顽力的测量不产生显著误差(例如:在圆柱形试样的情况下,推荐长径比应大于5:1)。但试样长度不得超出螺线管的磁场均匀区¹⁾。

试样放在螺线管内,其长轴应与螺线管的轴线平行。

6 测量

6.1 磁化

把试样磁化到饱和可采用:

采用说明:

1)、2) IEC 标准 404-7 中无此规定。

a. 矫顽力测量装置的螺线管；

b. 一个独立的装置，例如一个带有永磁体或电磁铁，或脉冲线圈的磁化装置。

当磁化场强度增加 50%，矫顽场强度的增加小于 1% 时，则认为试样达到饱和了。对于具有低矫顽力和高电导率的磁性材料，应该平缓地、不间断地施加磁化场。饱和磁化场的持续时间应足够长，以保证完全穿透材料（这个持续时间取决于材料的磁导率，电导率和厚度，一般在 2 s~20 s 之间）。然后将电流从最大缓慢、平稳地降到零，其持续时间不短于 30 s¹⁾。

注：参见附录 A2.1。

6.2 测量装置

对于在退磁过程中，试样零磁极化强度的探测，可用下述两种方法：

6.2.1 方法 A

靠近试样末端放置一个轴向振动的探测线圈（图 2），检测试样的磁极化强度。在探测线圈中感应的交流电压零点（例如在示波器上观测），或者靠近试样放置一个磁通敏感探头（例如霍尔探头或磁通门探头），其测量轴垂直于螺线管的轴（图 2）。该探头应放在螺线管的轴线外，以提高灵敏度。

6.2.2 方法 B

将两个差分磁通敏感探头（例如：霍尔探头或通门探头），对称放置在螺线管的外面并靠近中部。

用这种差分方法，可充分补偿均匀外磁场的影响。

6.3 矫顽力的测定

测量应在无强磁场的环境中进行，螺线管的轴线方向尽可能垂直于地磁场及周围杂散场合方向²⁾。

试样饱和磁化后，应避免受震动或撞击³⁾。

调节与螺线管相接的直流电源，连续、缓慢地增加通过螺线管的退磁电流，直到测出试样的磁极化强度为零。

这个退磁电流的值，应该用一只准确度不低于 0.2 级的电流表来测量，或者在给出相同准确度的条件下，采用数字电压表并联在一标准电阻两端的方法进行测量（图 4）。

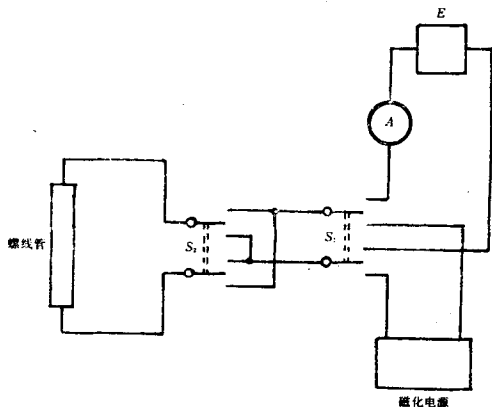


图 4 磁化和退磁电路

E—可变的直流电源；A—电流测量装置；

S₁—转换开关；S₂—反向开关

采用说明：

1)、2)、3) IEC 标准 404-7 中无此规定。

螺线管中试样体积范围内的磁场强度变化应不大于 $\pm 0.5\%$ 。

对于螺线管退磁场的两个方向,都应测量退磁电流。

矫顽力按式(2)计算:

$$H_{CJ} = KI \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中: H_{CJ} ——内禀矫顽力, A/m;

I ——极性相反的两个电流的平均值, A;

K ——螺线管常数, I/m。

当使用方法 A 时,测量应该在试样的两个末端分别进行,矫顽力值取两个测量结果的平均值。

对于矫顽力大于 500 A/m 的材料,不必在两个磁场方向测量。

注:方法 A 是对试样局部的测量,而方法 B 是对试样整体的测量,因此,对于一个不均匀的试样,测量结果可能有些差异。

6.4 重复性

只要执行上述测量程序,而且材料具有均匀的磁极化强度,则矫顽力测量的重复性,对于矫顽力小于 40 A/m 的材料,可小于或等于 $\pm 5\%$;对于矫顽力大于 40 A/m 的材料,可小于或等于 $\pm 2\%$ 。但是,这个重复性可能受到材料不均匀性和试样形状的影响。

7 试验报告

报告应包括:

- 材料的类型和状态;
- 试样的形状和尺寸;
- 磁化到饱和的方法;
- 测量方法和使用的装量;
- 内禀矫顽力 H_{CJ} 的计算值;
- 试验温度。

附录 A

对于矫顽力低于 40 A/m 和高于 160 kA/m 材料的测量措施

(补充件)

A1 对于矫顽力低于 40 A/m 的材料,应采取下述措施¹⁾:

A1.1 当试样的矫顽力低于地磁场及周围杂散场在螺线管的轴线方向的分量时,应对周围的磁场加以补偿或者对装置进行屏蔽²⁾。

A1.2 在制备试样的过程中和以后,务必避免引入内部的机械应力。

A1.3 当使用霍尔探头测量低于 10 A/m 的矫顽力时,必须保证由于霍尔探头的偏流产生的磁场对测量确无影响。

A2 对于矫顽力高于 160 kA/m 的材料,应采取下述措施:

A2.1 具有高矫顽力的试样,长径比常常小于 5:1。在这种情况下,采用在磁化时把若干段同样的材料块靠在试样两端,使试样加长,可能有利于磁化到饱和。

A2.2 务必避免在磁化或退磁过程中使试样变热。

采用说明:

1) IEC 标准 404-7 附录 A 的 A1 a) 中的内容移至本标准的 6.3 条中。

2) IEC 标准 404-7 原相应内容为:“周围的磁场应加以补偿或对装置进行屏蔽,使外磁场值降低到 0.5 A/m 以下”。

附加说明:

本标准由机械电子工业部提出。

本标准由机械电子工业部桂林电器科学研究所归口。

本标准由机械电子工业部桂林电器科学研究所和陕西计量测试研究所负责起草。

本标准主要起草人张福民、李 幸、刘兴民。