

塑料磁铁取向度对磁性的影响

杜洁海 张振宇

(吉林工业大学应用物理系, 长春 130025)

李向山 于文学

(吉林大学材料科学系, 长春 130022)

关键词 塑料磁铁 取向度 磁能积

高分子复合永磁材料, 亦即塑料磁铁, 它是由铁氧体粉或稀土永磁粉与高分子材料复合而成. 它具有烧结磁体所不具备的一系列优点^[1~3], 即: 工艺性好, 可以采用塑料、橡胶的生产设备, 能够高效率地进行成型加工; 尺寸精度高, 产品可以不用机械加工而一次成型; 还可制成形状较复杂的产品, 它的机械强度高, 有较好的机械韧性, 不易破碎, 在受冲击的部位使用起来比较安全, 比重较轻, 在成型过程中出现的烧口以及废品, 经过退磁, 破碎后仍可回收使用, 而且加工周期较短, 废品少.

由于塑料磁铁的一系列优点, 在国外已广泛地应用到化工、电工、家电和汽车等行业, 例如: 汽车中小型电机的磁性定子, 油箱贮油量测量器等都是塑料磁铁制品.

磁性材料按其磁特性, 可以分为两大类: 一类是晶粒没有定向排列的, 一般称为各向同性磁铁; 另一类是晶粒在磁场中按磁场方向取向的, 称为各向异性磁性材料.

1 塑料磁铁的取向度测量

1.1 塑料磁铁的取向度

塑料磁铁的取向度是指均匀分布在高分子材料中的磁粉的易磁化方向 (对于铁氧体磁粉来说易磁化方向为 $[000\ l]$), 相对于某指定宏观参考方向的取向程度. 这种取向度可以应用 X 光极图法测定, 也可以采用反极图法测定. 我们采用比较简便的反极图法^[2]. 其计算公式如下:

$$f = P_{00l} = \frac{(\sum P_{hkl})(I_{00l}/I_{k, 00l})}{\sum (P_{hkl} I_{hkl}/I_{k, hkl})},$$

式中 $f = P_{hkl}$ 为 $[00l]$ 方向的极点密度, 也就是易磁化方向的取向度, P_{hkl} 为 HKL 反射的多重性因子, I_{hkl} , $I_{k, hkl}$ 分别为待测试样和无取向标样的 X 射线衍射强度.

应用这种方法表示取向度, 当完全取向时 $f = \sum P_{hkl}$; 当无取向时 $f = 1$; 如果指定取向无 $00l$ 取向分布时 $f = 0$.

1.2 测试条件选取

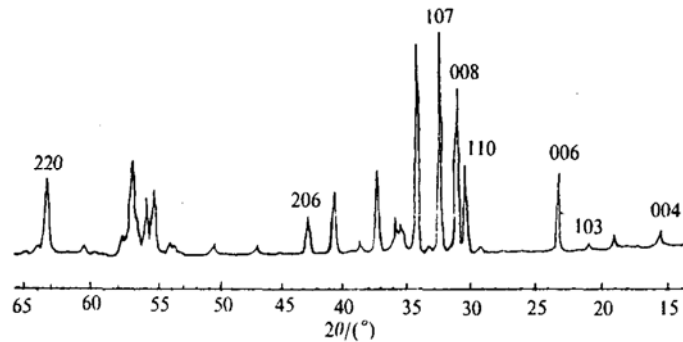


图1 锶铁氧体塑料磁铁的铜靶衍射图

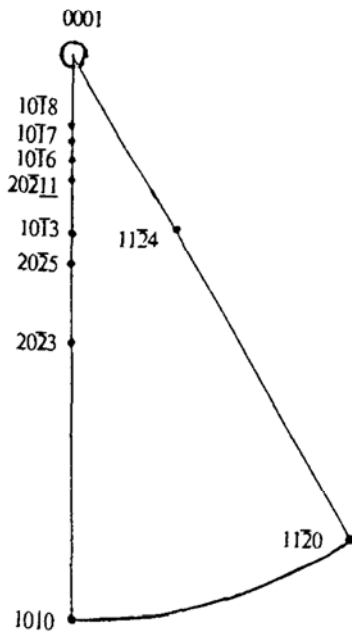


图2 反极图

(1) 测试衍射条件选择: 采用日本理学 D/MAX- γ A 转靶衍射仪, 选用 M_0 靶或 Cu 靶, 目的是为了增强衍射线, 以提高应和反极图测定极点密度的准确度. 所得衍射图见图 1.

(2) 单位极射赤面投影三角区的选取: 由于铁氧体磁粉为六方结构, 故可以选取 $[0001]$ - $[10\bar{1}0]$ - $[11\bar{2}0]$ 三角区制作反极图 (图 2).

(3) 单位三角区中的晶向数目: 选用 M_0 靶, 铁氧体磁粉的反射线较多, 扣除多极反射相互重复部分, 在单位三角区中对应的晶向有 $[0001]$, $[10\bar{1}3]$, $[10\bar{1}6]$, $[10\bar{1}7]$, $[11\bar{2}0]$, $[11\bar{2}4]$, $[10\bar{1}8]$, $[20\bar{2}3]$, $[20\bar{2}5]$, $[20\bar{2}11]$, 选用 Cu 靶时单位三角区中晶向指稍少一些, 其中 $[0001]$ 晶向对应于铁氧体粉的易磁化方向.

1.3 塑料磁铁磁性与取向度关系

图 3 是锶铁氧体塑料磁铁中磁粉重量百分比与取向度和最大磁能积的关系. 图 4 是锶铁氧体塑料磁铁中磁粉粒度与取向度和磁能积之间的关系.

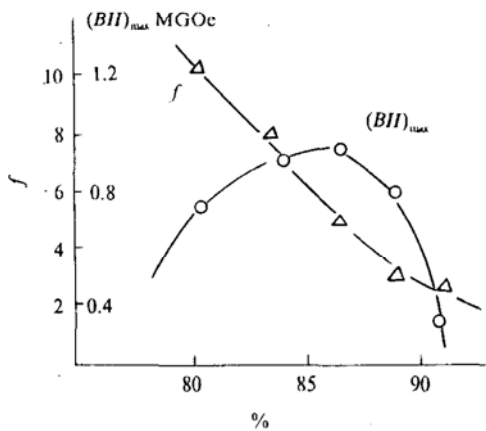


图3 磁粉重量百分比与 f 及 $(BH)_{\max}$ 关系图

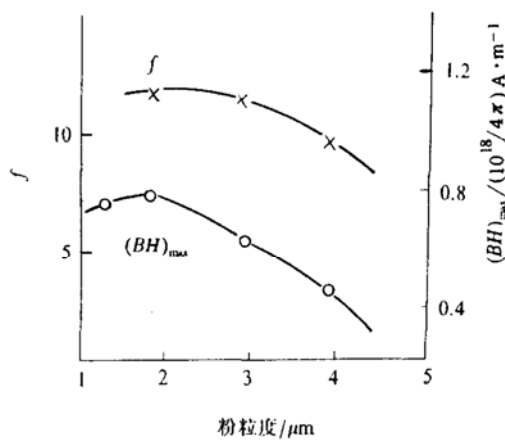


图4 磁粉粒度与 f 及 $(BH)_{\max}$ 关系图

2 结果与讨论

(1)从图 3 可见,磁粉含量愈高取向度愈差.这是由于磁粉多时,塑料磁铁成型的流动性变差,难于转动取向的缘故.考虑到,塑料磁铁的磁性应随磁粉含量的增加而提高,同时它也应随着磁粉含量上升,导致取向度下降,进而导致磁性能下降.这两种相互矛盾的因素作用,使得塑料磁铁的最大磁能积一般在磁粉某一含量下出现最大值的结论,对于正确选择塑料磁铁配方有参考价值.

(2)从图 4 可见,最大磁能积、磁粉取向度随磁铁粉晶粒度减少而提高.这应是磁粉粒度减少逐渐接近单畴化,使取向度提高的结果.

(3)应用反极图法测量塑料磁铁的磁粉取向度,方法简便,而且能够较好地解释塑料磁铁的一些磁性能规律.但也应看到,应用这种方法测量取向度,所得结果不可避免地与 X 射线靶、狭缝衍射条件和计算公式中加权因子的选择等人为因素有关,这些都需在今后的工作中逐步完善.

参 考 文 献

- 1 中川凯夫.热可塑性プラスチック磁石の特徴上用途.レニフイコ(日)合成树脂,1981,27(7):6~8
- 2 小瀬古久秋.フライプラスチック磁石の特徴上用途.开尧.(日)合成树脂,1981,27(7):9~13
- 3 Stablein H. Hardferites and Plas to Ferrites. 见林毅编译,北京:科学普及出版社,1986,180
- 4 (日)中山亮治,武下拓夫.工業レア X タル.1992,(104):25
- 5 (日)浜野正昭.工業レア X タル.1992,(104):16
- 6 范雄.X 射线金属学.北京:机械工业出版社,1980.207