

关于磁粉检测基础 知识及原理 (2)

1 磁粉探伤基础知识

1.1 磁粉探伤与漏磁检测（分类方法）

漏磁场探伤：是利用铁磁性材料或工件磁化后，在表面和近表面如有不连续性（材料的均质状态即致密性受到破坏）存在，则在不连续性处磁力线离开工件和进入工件表面发生局部畸变产生磁极，并形成可检测的漏磁场进行探伤的方法。漏磁场探伤包括磁粉探伤和利用检测元件探测漏磁场。其区别在于，磁粉探伤是利用铁磁性粉末—磁粉，作为磁场的传感器，即利用漏磁场吸附施加在不连续性处的磁粉聚集形成磁痕，从而显示出不连续性的位置、形状和大小。利用检测元件探测漏磁场的磁场传感器有磁带、霍尔元件、磁敏二极管和感应线圈等。

利用检测元件检测漏磁场：录磁探伤法、感应线圈探伤法、霍尔元件检测法、磁敏二极管探测法。

1.2 磁粉探伤

Magnetic Particle Testing, 简称 MT

基本原理是：

铁磁性材料和工件被磁化后，由于不连续性的存在，使工件表面和近表面的磁力线发生局部畸变而产生漏磁场，吸附施加在工件表面的磁粉，形成在合适光照下目视可见的磁痕，从而显示出不连续性的位置、形状和大小。如图1-1所示。

磁粉探伤的适用性和局限性

适用性：

磁粉探伤适用于检测铁磁性材料表面和近表面尺寸很小、间隙极窄（如可检测出长0.1mm、宽为微米级的裂纹），目视难以看出的不连续性。

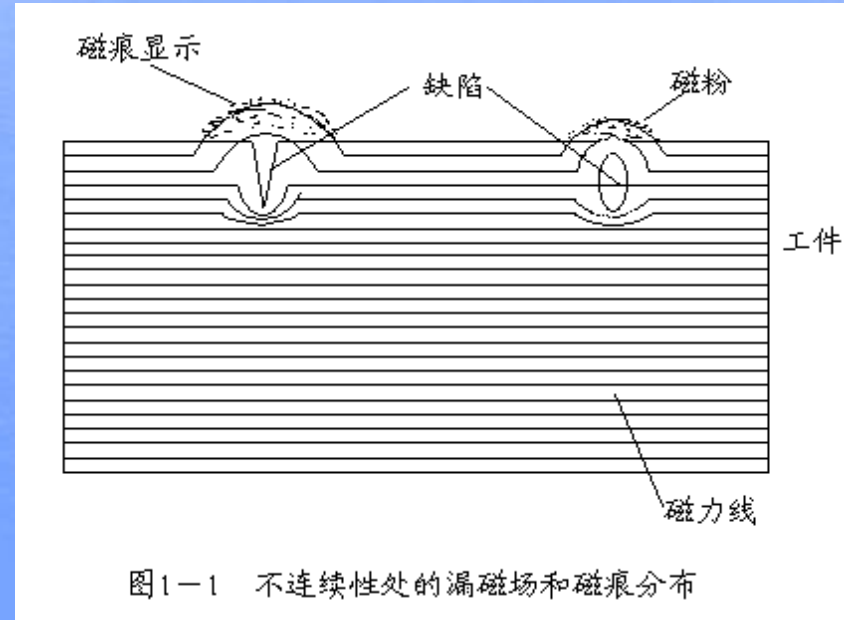


图1-1 不连续性处的漏磁场和磁痕分布

磁粉检测可对原材料、半成品、成品工件和在役的零部件检测探伤，还可对板材、型材、管材、棒材、焊接件、铸钢件及锻钢件进行检测。

马氏体不锈钢和沉淀硬化不锈钢具有磁性，可进行MT。
MT可发现裂纹、夹杂、发纹、白点、折叠、冷隔和疏松等缺陷。

磁粉检测程序

承压设备磁粉检测的七个程序是：

- (1)预处理；
- (2)磁化；
- (3)施加磁粉或磁悬液；
- (4)磁痕的观察与记录；
- (5)缺陷评级；
- (6)退磁；
- (7)后处理。

局限性:

MT不能检测奥氏体不锈钢材料和用奥氏体不锈钢焊条焊接的焊缝，也不能检测铜、铝、镁、钛等非磁性材料。对于表面浅的划伤、埋藏较深的孔洞和与工件表面夹角小于 20° 的分层和折叠难以发现。

磁粉检测在压力容器定期检验中的重要性

2 磁粉探伤的物理基础

2.1 磁粉探伤中的相关物理量

2.1.1 磁的基本现象

磁性、磁体、磁极、磁化

磁性：磁铁能够吸引铁磁性材料的性质叫磁性。

磁体：凡能够吸引其他铁磁性材料的物体叫磁体。

磁极：靠近磁铁两端磁性特别强吸附磁粉特别多的区域称为磁极。
每一小块磁体总有两个磁极。

磁化：使原来没有磁性的物体得到磁性的过程叫磁化。

2.1.2 磁场和磁力线

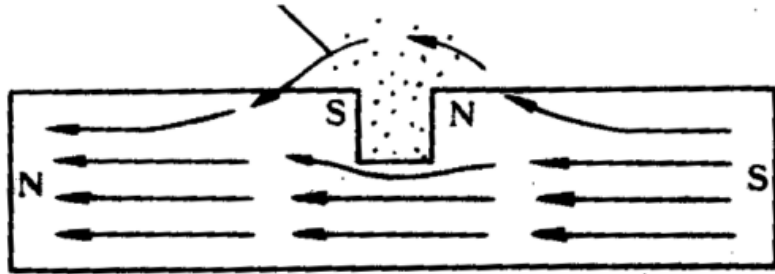
磁场：具有磁性作用的空间

磁场的特征、显示和磁力线

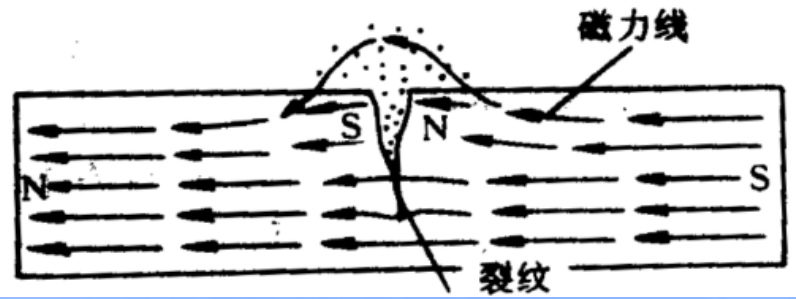
磁场的特征：是对运动的电荷（或电流）具有作用力，在磁场变化的同时也产生电场。

磁场的显示：磁场的大小、方向和分布情况，可以利用磁力线来表示。

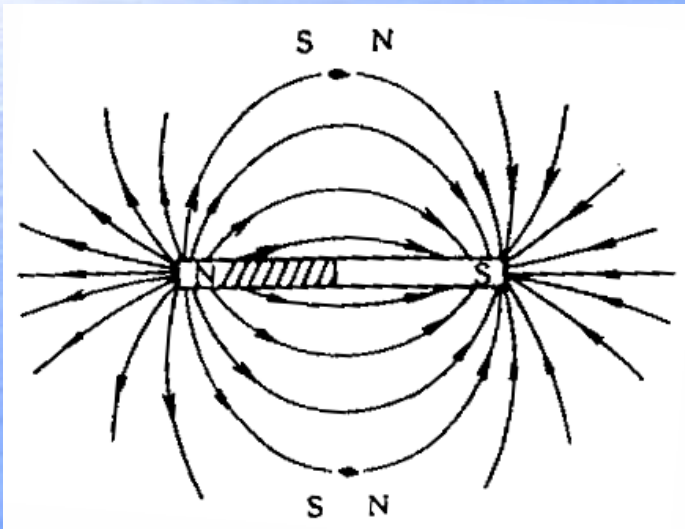
磁力线



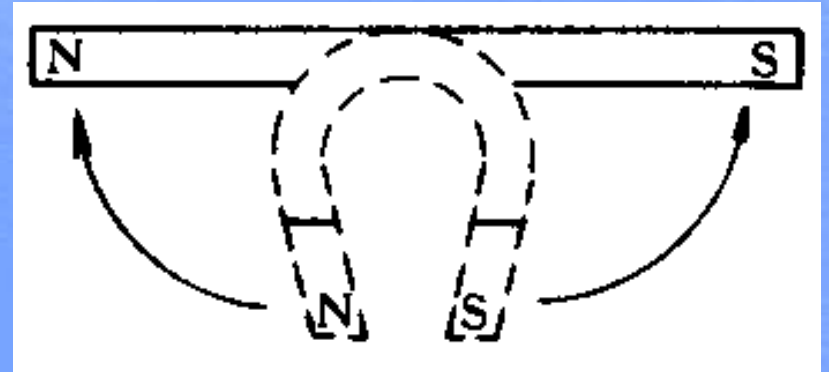
(b) 具有机加工槽的条形磁铁产生的漏磁场



(c) 纵向磁化裂纹产生的漏磁场



条形磁铁的磁力线分布



(a) 马蹄形磁铁被校直成条形磁铁后N极和S极的位置

磁力线在每点的切线方向代表磁场的方向，磁力线的疏密程度反映磁场的大小。

磁力线具有以下特性：

- 磁力线是具有方向性的闭合曲线。在磁体内，磁力线是由S极到N极，在磁体外，磁力线是由N极出发，穿过空气进入S极的闭合曲线。
- 磁力线互不相交。
- 磁力线可描述磁场的大小和方向。
- 磁力线沿磁阻最小路径通过。

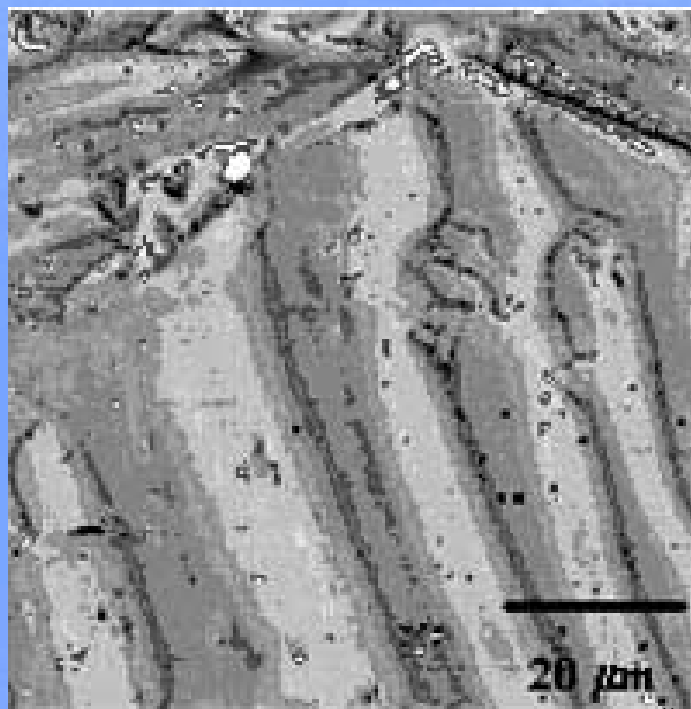
2.2 铁磁性材料

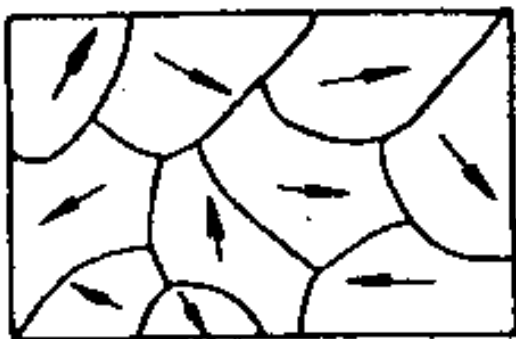
2.2.1 磁畴

在铁磁质中，相邻铁原子中的电子间存在着非常强的交换耦合作用，这个相互作用促使相邻原子中电子磁矩平行排列起来，形成一个自发磁化达到饱和状态的微小区域，这些自发磁化的微小区域，称为磁畴。

一个典型的磁畴宽度约为 10^{-3}cm ，体积约为 10^{-9}cm^3 ，内部大约含有 10^{14} 个磁性原子。

在没有外加磁场作用时，铁磁性材料内各磁畴的磁矩方向相互抵消，对外显示不出磁性，如下图a。

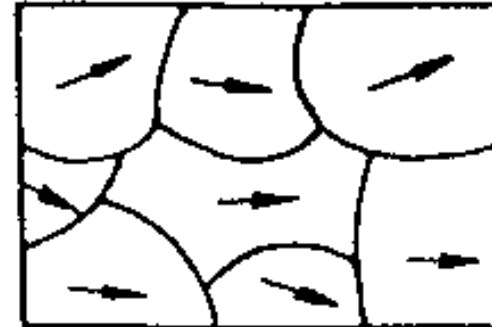




(a)



(b)



(c)

a) 不显示磁性; b) 磁化 c) 保留一定剩磁

当把铁磁性材料放到外加磁场中去时，磁畴就会受到外加磁场的作用，一是使磁畴磁矩转动，二是使畴壁发生位移，最后全部磁畴的磁矩方向转向与外加磁场方向一致，铁磁性材料被磁化，显示出很强的磁性。

永久磁铁中的磁畴，在一个方向上占优势，因而形成N和S极，能显示出很强的磁性。

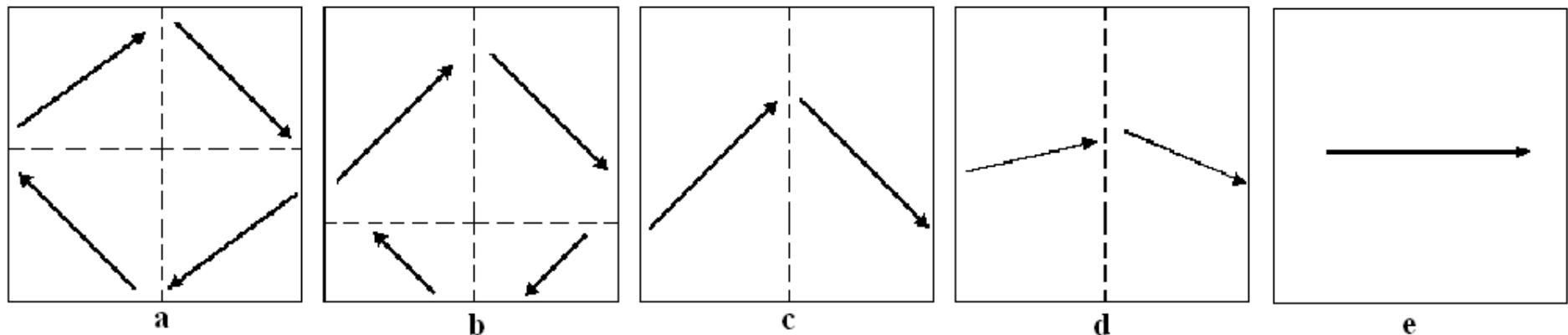
在高温情况下，磁体中分子热运动会破坏磁畴的有规则排列，使磁体的磁性削弱。超过某一温度后，磁体的磁性也就全部消失而呈现顺磁性，实现了材料的退磁。铁磁性材料在此温度以上不能再被外加磁场磁化，并将失去原有的磁性的临界温度称为居里点或居里温度。从居里点以上的高温冷却下来时，只要没有外磁场的影响，材料仍然处于退磁状态。

一些铁磁性材料的居里点见下表

铁磁性材料的居里点

材 料	居里点 (°C)
铁	769
镍	365
钴	1150
铁, 硅5%	720
铁, 铬10%	740
铁, 锰4%	715
铁, 钒6%	815

2.2.3 磁化过程



- (1)未加外加磁场时，磁畴磁矩杂乱无章，对外不显示宏观磁性，如图 (a)
- (2)在较小的磁场作用下，磁矩方向与外加磁场方向一致或接近的磁畴体积增大，而磁矩方向与外加磁场方向相反的磁畴体积减小，畴壁发生位移，如图 (b)。
- (3)增大外加磁场时，磁矩转动畴壁继续位移，最后只剩下与外加磁场方向比较接近的磁畴，如图 (c)。
- (4)继续增大外加磁场，磁矩方向转动，与外加磁场方向接近，如图 (d)。
- (5)当外加磁场增大到一定值时，所有磁畴的磁矩都沿外加磁场方向有序排列，达到磁化饱和，相当于一个微小磁铁或磁偶极子，产生N极和S极，宏观上呈现磁性，如图 (e)。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/827065144003010004>