

钢锻件磁粉检验



SA - 275/SA - 275M



(与 ASTM 标准 A 275/A 275M—98 完全等同)

1 适用范围

1.1 本试验方法提供了钢锻件磁粉检验规程,本规程将得到始终一致的结果,并可作为验收标准的基础,本标准不包括验收标准或推荐的质量等级。

1.2 只有直流电或整流后的交流电(全波或半波)才可用作任何一种磁化方法的电源。不允许用交流电,因为它能探测出的近表面不连续性非常有限,因此是不合适的。

注1:实用规程 E 709 可用作原先是由钢锻件制造的机加工部件的现场磁粉检验。

1.3 以英寸—磅单位或国际单位(SI)表示的数值都应分别视为标准值,正文中 SI 单位在括号内示出。由于两种单位制的数值并非精确相等。故必须独立地分别采用之。如果加以混用将导致与本标准的不一致。

1.4 本标准 and 适用的材料标准中同时用英寸—磅单位和 SI 单位表示。所以,除非在订货单中规定采用“M”标准号(SI 单位),否则材料按英寸—磅单位制供货。

1.5 磁粉检验的最低要求应符合 E 1444 实用规程的实用标准。如果本试验方法的要求和 E 1444 实用规程的要求有矛盾时,则应以本试验方法的要求为准。

1.6 本标准无意论述与其使用有关的安全问题。本标准的用户有责任在使用前建立适当的安全卫生操作规程并确定这种管理限制的适用范围。

2 引用标准

2.1 ASTM 标准:

E 709 磁粉检验实用规程

E 1444 磁粉检验实用规程

2.2 其他标准:

推荐实用规程 SNT - TC - 1A 附录 B——磁粉检验方法

3 术语

3.1 定义:

3.1.1 指示——由磁场中的漏磁磁场产生的可见磁粉堆积。

3.1.2 线性指示——一个长度至少等于三倍宽度的指示。被认为是线性指示的最小长度是 $\frac{1}{16}$ in. (1.6mm)。

3.1.3 磁力线——磁感应时,产生的磁感应和表面(或横截面)的面积是均匀分布的,并垂直于表面的一个平面。磁场是沿着力作用线流动的——这一概念假定这些线是“流动”的线,并称作磁力线。

3.1.4 磁粉检验方法——在合适的磁化材料上探测表面或靠近表面的不连续性的一种方法。这种方法使用分割成很细的磁粉,它能在漏磁场区域内集聚。

3.1.5 非相关指示——由漏磁场产生的指示。但是,由于设计或事故或零件具有与探测到的损伤性裂纹没有关系的其他特征引起指示的情况是存在的。本术语表明这种与不连续性无关的指示可能成为缺陷。

4 应用基础

4.1 当根据询价单、合同、订货单或标准的要求,所提供的锻件要求作磁粉检验时,制造厂和采购方应就下列事项达成协议:

4.1.1 锻件进行磁粉检验的部位。

4.1.2 被认为是有害指示的类型、尺寸、数量、部位和方向。

4.1.3 施加磁粉的方法、消磁要求和磁场强度。

4.2 在采购方收到的锻件中有很大咬边的情况下,制造厂应获得在粗加工锻件上机加工沟槽或坡口的特许(当设计上许可时)以便在发货前查

明内部情况。

4.3 验收标准。

5 人员要求

5.1 按照本试验方法进行检验的人员应按照符合推荐实用规程 SNT-TC-1A 的书面程序或别的买卖双方都接受的国家标准进行资格评定并取得合格证。

6 检查阶段

6.1 除非采购方另有规定,验收检查应在最终机加工表面状态和最终热处理状态或还留有 0.030in. (0.8mm)最终机加工表面状态的锻件上进行。

7 磁化装置

7.1 可用整流交流电源(全波或半波)或直流电源。当电源从零件本身流过时,设备应由具有足够表面积和夹紧压力的接触或夹紧元件组成,以允许所需电流流过而不损害(烧伤)受检零件。

7.2 可用便携式电磁交直流电(ac-dc)磁轭以直流电(dc)模式作为磁化装置,若探测裂纹状缺陷的灵敏度被证明至少等同于直流磁化方法的灵敏度。

8 磁粉

8.1 检查介质应包括分割得很细的铁磁粉粒,后者可以悬浮在合适的液体介质中,或以干粉型式使用。

8.2 粉粒的大小和形状以及它们的磁性,不论单独的还是聚合的都很重要(见 11 节)。

9 表面准备

9.1 磁粉检验的灵敏度在很大程度上取决于受检表面的状态。在喷丸或其他方法清理的锻件表面上,或在未经任何专门表面准备的有少量热处理氧化皮的表面上,缺陷可能令人满意地显露出来;但是,松散的氧化皮必须清除掉。为了能显露细小的缺陷,受检表面宜光滑机加工到至少 250 μ m. (6.35 μ m)的粗糙度。

9.2 表面应没有油脂、油或令粉粒可能粘附于上的其他物质。

9.3 粗糙的表面会妨碍磁粉的流动,由于机

械性阻挡会产生虚假的指示。这些区域应是打磨过的表面。如果打磨行不通,可用纸带覆盖来排除这一问题(如 14.1.1.2 中所述)。

10 磁化方法

10.1 锻件可用电流流过工件或用线圈中心导体方法感应产生的磁场进行磁化。

10.1.1 连续磁化法——采用连续法时,在电流仍然流通时将检查介质施加到受检表面上。电源以长达 1 秒持续时间的脉冲产生高安培电流。这个流通持续时间至少能有三个电流脉冲或在机器提供连续电流的情况下应采用的最短持续开通时间 $\frac{1}{4} \sim \frac{1}{2}$ 秒。

10.1.2 浪涌磁化法——采用脉动浪涌法时,先施加一很大的磁化力,然后在施加检查介质的过程中降低到一个较低的持续值。

10.1.3 剩磁法——采用剩磁法时,检查介质是在磁化电流中断以后施加到受检表面上的。这个方法的有效性取决于磁化力的强度和工件的顽磁性,后者依次取决于这些因素例如化学成分、热处理等等。剩磁法对答应一些管理机构作检查的锻件是不合适的;因此,只有当采购方批准时,才可采用此法。

10.2 每一区域至少应作两次单独的检验,第二次检验用磁力线的方向大致垂直于这一区域第一次检验用的方向。第二次检验可以用不同的磁化方法。一个以上方向的磁化不可能同时完成。

注 2:上述规则的一个例外是包含一切顺序的多重矢量磁化,据此对在多重方向顺序磁化的零件取决于电流触头的位置提供几个磁化线圈。运用这一技术,任何方向的缺陷用简单施加磁粉都能探测出来。

10.3 磁化方向的两种通用型式是纵向磁化和周向磁化,如下:

10.3.1 纵向磁化——锻件作纵向磁化时,磁力线通常平行于工件的轴线。纵向磁化工件常常有固定的极,用指南针或磁力计能很容易测定出来。纵向磁化通常将锻件放入螺线管线圈中就完成了,它常常由围绕工件缠绕的电缆来形成(图 1)。对特殊用途,当满足 7.2 节的要求时,可以用磁轭(图 2)。

10.3.2 周向磁化——周向磁化是电流直接流过工件而得(图 3),或通过导线感应而得(图 4),或穿过工件上开孔的几根导线感应而得

(图 5)。局部周向磁化可以用触头型接触器使电流流过局部区域而得(图 6)。

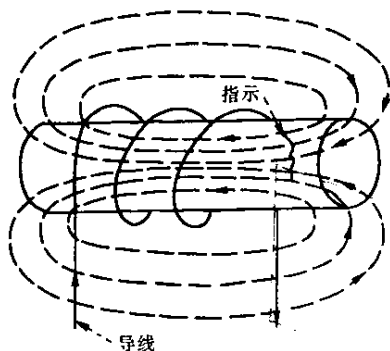


图 1 纵向磁化

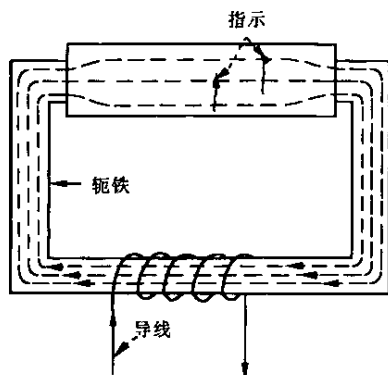


图 2 纵向磁化，带轭铁

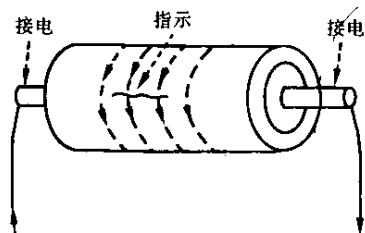


图 3 周向磁化，电流直接通过工件

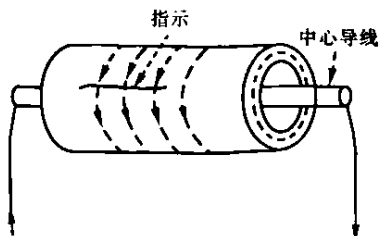


图 4 周向磁化，电流通过一导线

10.4 磁场几乎全部局限于工件上并可能没有磁化现象的外部体现。在垂直于磁场方向的方向出现的指示最浓。

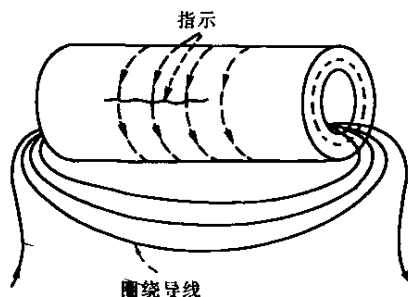


图 5 周向磁化，电流通过穿过工件的几根导线

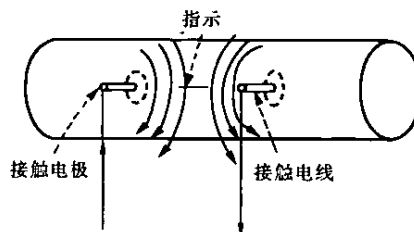


图 6 周向磁化，使用触头型接触器

10.5 磁场强度——应使用能显示并能给所有不含缺陷分类的最小磁场强度。最大的磁场强度实际上是一个刚好低于在受检表面上开始出现磁粉过份粘附那一点的磁场强度。

10.5.1 线圈磁化——采用线圈磁化时，磁场强度与电流成正比（如果用线圈或螺线线圈是安培—匝数），并与受检截面的厚度成反比。

10.5.1.1 纵向磁化——对环绕线圈（图 1），线圈的线匝应紧靠在一起。磁场强度随着距离线圈的距离增加而降低，故长工件必须分段磁化。如果受检区域在线圈任一端以外 6in. (150mm)，磁场强度是否足够应用磁场指示器来验证检查（见 10.5.6）。

(1) 小工件——磁化力应是 35000 安/匝除以 2 加受检零件的“长度与直径”比值之和。例如，一个长 10in. (250mm) 外径 2in. (50mm) 的零件 L/D 之比值为 5。因此， $35000/(2+5) = 5000$ 安/匝；如果用 5 匝的线圈，所需电流是 $5000/5 = 1000$ 安。这个公式所给的磁场强度对 L/D 的比值等于或大于 4 的小零件是足够的。对 L/D 的

比值小于4的零件,应用磁场指示器(见10.5.6)来验证磁场强度是否足够。图7中曲线用来确定每个 L/D 相应比值所要求的安/匝数。

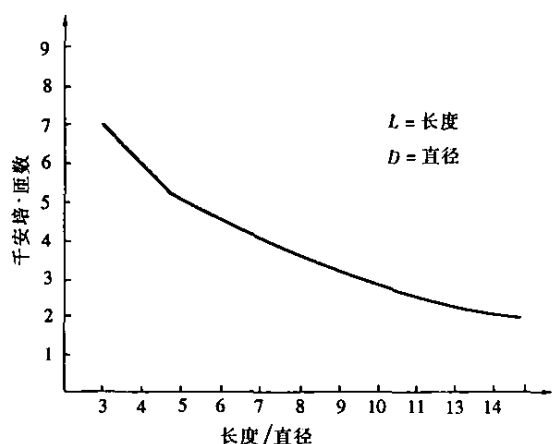


图7 纵向磁化

(2) 大锻件——大锻件的磁化力应在 1200 到 4500 安/匝的范围内。应用磁场指示器(见10.5.6)来验证受检区域的磁场强度是否足够。

10.5.1.2 周向磁化(图5)——对贯穿式线圈作周向磁化,采用10.5.2中规定的安培除以线圈匝数的电流。

10.5.2 直接磁化——当电流直接流过受检零件时,每 in. 直径或横截面(在垂直于电流的平面上的最大宽度 in. 或 mm)的电流应在 100 到 900A 之间(4 到 35A/mm)。对空心零件这就是壁厚,当电缆夹于壁厚上时。对直径或截面小于 5in. (125mm)的,建议电流用 600 ~ 900A/in. (25 ~ 35A/mm); 对直径或截面在 5 ~ 10in. (125 ~ 250mm)之间的,建议电流用 400 ~ 600A/in. (15 ~ 25A/mm); 对外径或截面大于 10in. (250mm)的,建议电流用 100 ~ 400A/in. (4 ~ 15A/mm)。对直径大于 10in. 的,如果取得这些电流值不可行时,用磁场指示器来验证是否存在足够的磁场强度。在所有其他场合,应借助磁场指示器(见10.5.6)来验证磁化力是否足够。当用夹于壁厚的接触器来检验大的零件时,圆周方向的磁场是否足够亦应用磁场指示器来验证。

10.5.3 触头磁化——当触头用于局部区域的周向磁化时,磁场强度与所用安培数成正比,但亦随触头间距和受检截面厚度而变化。

10.5.3.1 对厚度 $\frac{3}{4}$ in. (20mm)以下的材

料,每延长 1in. 触头间距的磁化力为 75 ~ 100A (3 ~ 4A/mm)。对厚度等于和大于 $\frac{3}{4}$ in. (20mm)的材料,每延长 1 英寸触头间距的磁化力为 100 ~ 125A (4 ~ 5A/mm)。

10.5.3.2 触头间距最大为 8in. (200mm)。触头间距若小于 3in. (75mm),由于围绕触头磁粉堆成带状因此是行不通的。小心防止受检表面局部过热或烧损。当磁化电压超过 25V 断开电压(接触不良)时,为避免渗透铜建议用钢和铝尖形触头或铜刷型触头而不是实芯铜尖形触头。永久性磁吸盘可成对或与触头配合使用。超过 1500A 因为出现磁化损失故不用磁吸盘。

10.5.3.3 遥控开关可以装在触头手柄内,触头正确就位后接通电流和在触头拿开前关掉电流以防引弧。

10.5.3.4 检验覆盖区——在确定的灵敏度下为确保 100%覆盖所进行的检验要有足够的重叠。

10.5.3.5 磁化方向——在每一区域至少应进行两次独立的检验。触头的放置要使一次检验过程中的磁力线大致垂直于另一次的磁力线。

10.5.4 轴锻件内孔的间接周向磁化(图4)应用每英寸孔直径 100 ~ 125A (4 ~ 5A/mm)大小的电流进行。

10.5.5 用合适的仪表如安培计来测量规定的或商定的电流值。

10.5.6 需要时用磁场指示器(图8)来确定磁场的充足程度。为在指示器上得到的清晰图形,磁化电流要足够。

10.5.6.1 在施加所要求的电流和磁粉时,指示器在受检锻件上的定位应使用磁场指示器。产生的可识别的磁粉图(通常是横向的)表明受检锻件上已产生足够的磁场强度。

10.5.7 磁轭磁化——当用电磁轭作局部区域磁化时,在极间形成纵向磁场。

10.5.7.1 设备——磁轭可以是固定式或铰链型腿式。

10.5.7.2 磁轭鉴定——直流电磁轭在极间距 3 ~ 6in. (75 ~ 150mm)处至少应有 40lbf (175N)的提升能力。

10.5.7.3 磁化方向——在每一区域至少应进行两次独立的检验,第二次检验时磁力线

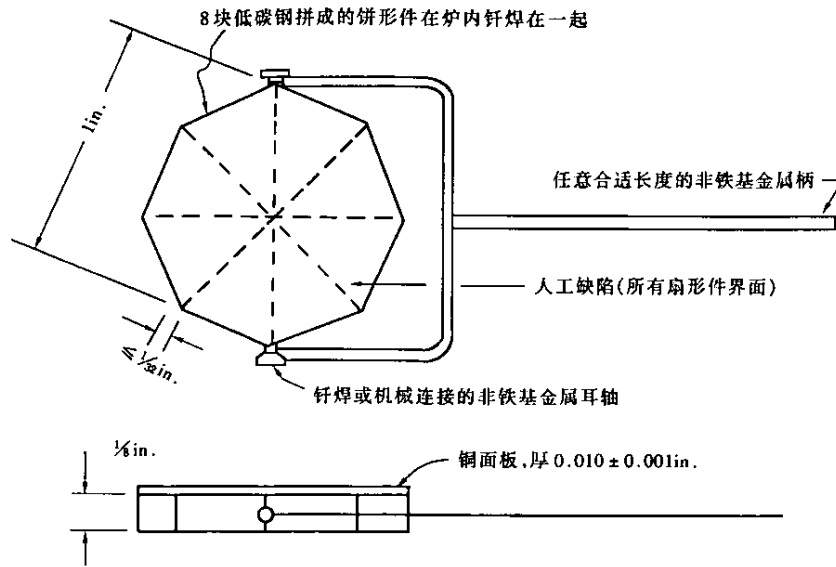


图8 磁场指示器

的方向应大致垂直于该区域第一次检验所用的磁力线方向。

10.5.7.4 极间距——极间距的范围是2~8in. (50~200mm)。

10.5.7.5 检查区域——检查区域限定在两极连线任一侧极间距的 $\frac{1}{4}$ 最大距离。极间距应至少重叠1in. (25mm)。

11 磁粉的施加

11.1 在锻件进行了合适的磁化时可用下列方法之一施加磁粉：

11.1.1 干粉法——作干粉法时磁粉用手动搅拌器(例如搅拌罐)、机械搅拌器、球形吹粉器或机械吹粉器施加。搅拌器的使用只限于平的并接近水平的表面，而吹粉器可用于垂直的或顶部的表面。磁粉应均匀地施加在锻件的表面上。干磁粉的颜色应选择能提供合适对比度的。磁粉太多是不利的因为它遮盖了图形。

11.1.2 吹去多余磁粉的操作要细心，以便不弄乱指示。

11.2 湿粉法：

11.2.1 油—湿粉法用材料通常是以浓缩型式提供的。故检查介质应将浓缩物与合适的轻油相混合来制备。检查载体用推荐液体是具有比较高闪点的精炼的轻质石油蒸馏物。合适液体的大致特性如下：

API 比重	46
粘度, SUS	31
闪点(示踪敞口杯), °F(°C)	155~175(65~80)
初沸点, °F(°C)	390(200)
终沸点, °F(°C)	490(255)
颜色, 赛波特	25

通常采用1%~2%体积的固体材料悬浮物。检查介质应吹或喷到受检区域。磁粉的颜色宜选择能提供合适对比度的。

11.2.2 水—磁粉粒悬浮在的清水中或可用带合适湿润媒介物的清水。通常采用2%~2½%体积的固体材料悬浮物。

11.3 荧光法—荧光磁粉检查是一种湿法检查。除磁粉应涂以当用“黑”光灯活化时能发荧光的材料外，可用类似于湿法所用的浓缩物。

11.3.1 当采用石油蒸馏物或水时，除悬浮物应含有0.1%~0.7%体积的固体材料外，应遵守搅拌湿介质时所规定的相同方法。

11.3.2 载液没有荧光。

11.3.3 如果采用荧光磁粉，应用“黑光灯”在暗室内进行检验，并且在距灯15in.，处光线强度至少应为 $1000\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 。“黑光灯”应发射波长在3300~3900Å范围内的紫外线。磁粉粒在受到这光后应发射明亮的荧光。灯泡在它用于检

验之前可以最少加热 5min。

12 退磁

12.1 当规定时,零件应在检查后进行充分退磁以使剩磁场不干扰以后的焊接或机加工工序,在零件附近使用磁性工具或为了在动接触面区域不出现漏磁场。

12.2 当用直流电时,退磁一般可用重复正反方向减少磁化电流来完成。退磁过程中用的初始磁场强度应等于或大于原先的磁化力。当电流降到趋于零点时,零件实际上已退磁了。对大零件退磁建议用直流电。

12.3 当用交流电时,仅仅需要一点一点地或连续地降低磁化电流到很低的电流。

12.4 如果工件在将来使用或机加前进行奥氏体化热处理,则不必退磁。

13 指示的解释和评定

13.1 下面所述不能用作拒收或验收零件的标准,但在解释和评定所得指示时可能有帮助。在实用规程 E709 中可以找到不连续性的实例和磁粉指示的参考照片。

13.2 在解释指示时就其原因必需考虑的因素如下:

13.2.1 指示的外形。

13.2.2 指示的方向和形状。

13.2.3 零件制造所用材料类型。

13.2.4 零件的加工过程;机加工类型、热处理等等。

13.2.5 根据破坏性试验例如截断、腐蚀、拉断、铲凿、打磨等等类似零件的过去经验。

13.3 指示可以分组成三大类:

13.3.1 表面缺陷呈现尖锐的,截然不同的,轮廓清楚的紧密粘附的图形。这些通常可以从指示的特征解释如下:

13.3.1.1 层状缺陷:平行与表面的很浓的指示。

13.3.1.2 锻造重皮和折叠:可能不很浓和不直的指示,它们顺着金属流线。

13.3.1.3 发裂(由滞留的氢引起的热开裂)可能出现在已机加工的区域。其特征是不规则的散射性指示。

13.3.1.4 热处理裂纹:在隅角、切槽

和截面变化处出现的很浓的指示。

13.3.1.5 收缩裂纹:很浓并尖锐的指示,一般与一些分岔相连和在截面变化处出现。

13.3.1.6 打磨裂纹:一般在与打磨垂直方向成组出现的指示。

13.3.1.7 腐蚀和喷镀裂纹:在垂直与残余应力方向上生产的很浓的指示。

13.3.2 皮下缺陷:呈现不很清楚的或模糊的图形,它们宽而不尖和不紧密吸住的。它们通常产生以下特征的指示。

13.3.2.1 较窄的非金属夹杂:常常是很浓的指示就像表面缝隙,但是一般是不连续的或短的并成组出现。这些指示顺着锻件内的结晶流线。只有当缺陷靠近表面时才出现这些指示。

13.3.2.2 大的非金属夹杂:产生的指示从尖锐的到弥散之间变化,可能出现在截面的任何地方。

13.3.2.3 焊缝焊道下裂纹:产生的指示以宽阔分散图形出现。

13.3.2.4 锻造破裂:呈现不规则和分散的指示。

13.3.3 不相关的或“虚假”的指示:通常能引起干扰但一般是能够识别的,情况如下:

13.3.3.1 磁写:是模糊的和用退磁会消失的指示。这些指示是磁化时与其他钢材或磁铁接触引起的。

13.3.3.2 截面变化:是宽阔和模糊的,和在齿轮的齿、角焊缝、键槽等处磁场集聚引起指示。

13.3.3.3 焊缝边缘:是由于弥散使磁化性能变化引起的指示。这些指示不紧密粘附。

13.3.3.4 金属流线:尤其在用过大的电流检验的锻件上出现的大的成组平行指示。

13.3.4 任何被确认是非相关的指示,应作不合格考虑,直到指示被表面修整所消除或用同一或另一无损检验方法进行复验证明是非相关指示为止。

14 指示的报告

14.1 记录所有线性指示的尺寸、数量和部位。用简图指出指示的部位、方向和出现率。报告应指出磁化类型和触点位置。

14.1.1 资料的永久记录:

14.1.1.1 指示的永久记录可以用透明

的背面涂粘合剂的玻璃纸带小心地覆盖在表面上制作之。然后纸带带着粘在它上面的磁粉拿开。然后将纸带放在白纸或卡片纸上照相或用其他方法复制。

14.1.1.2 如果想要更准确的复制可用以下技术。一旦用正规的检验技术探测出指示, 去掉堆积的磁粉并在包含指示的区域上面放上一张白纸胶带, 纸带一面是光的背面带胶的; 重新加上电流并将磁粉撒在胶带上。立即粉粒会集聚

在不连续性上面, 电流依然流过试件, 将一薄层丙烯酸清漆喷在纸胶带表面上。切断电流和拿下胶带; 这就留下了一张粉末集聚粘附在上的正确复制品。

15 验收标准

15.1 用磁粉检验探测出的缺陷的验收标准应在相关的 ASME 产品标准、合同或订货单中规定。