

中华人民共和国机械工业部部标准

## 钢制压力容器磁粉探伤

JB 3965—85

## 1 适用范围

1.1 本标准适用于检查铁磁性材料制成的压力容器焊缝及工件表面或近表面的裂纹和其他缺陷,对于铁磁性材料的毛坯件、半成品(钢坯、铸件和锻件)及成品也可参照本标准检验。

1.2 本标准包括干磁粉探伤法(荧光和非荧光)、湿磁粉探伤法(荧光和非荧光)。

## 2 名词术语

本标准的名词术语和定义按照 JB 3111—82《无损检测名词术语》的规定。

## 3 探伤人员

3.1 探伤人员必须经过有关部门考试合格后方可操作,签发探伤报告者必须持有磁粉探伤Ⅱ级以上资格证书。

3.2 色盲、近距离矫正视力在 0.8 以下者,不得参加磁粉探伤评定。

3.3 为防止强电危害及紫外线影响,必须配备有关防护用品并按有关安全操作规程操作。

## 4 方法概要

### 4.1 磁粉探伤有三个基本步骤

4.1.1 工件必须磁化。

4.1.2 磁粉探伤时必须使用规定的磁粉。

4.1.3 必须观察、解释、评定磁粉堆积。

### 4.2 磁化

4.2.1 铁磁性材料可以直接通电或放入磁场内来磁化。按工件尺寸、设备能力或探伤需要,可以整体或局部磁化。

4.2.2 由于缺陷可能出现在工件任何方向,通常需要在两个(两次磁力线方向互相垂直)或多个方向上进行磁化,且磁化区域应有适当的覆盖范围。

4.2.3 为了正确显示缺陷,必须有适当的磁场强度(详见12节)。

### 4.3 磁粉类型

磁粉探伤可使用各种磁粉,如干磁粉(荧光或非荧光)、湿磁粉(荧光或非荧光)等(详见13节)。

### 4.4 磁痕观察和评定

检查磁化区域,辨别真伪磁痕并与验收条件相比较,作出相应的处理。

### 4.5 磁痕的类型

4.5.1 表面缺陷(少数例外)会产生尖锐、清晰的图象显示。

4.5.2 近表面的缺陷产生的图象显示不如表面开口缺陷清晰,图象显示线条宽、不尖锐、磁粉附着不紧密。

## 5 设备

### 5.1 类型

磁粉探伤设备以及特殊类型的设备必须满足 GB 3721—83《磁粉探伤机》中的要求。

### 5.2 控制试验

为保证磁粉探伤设备的精度推荐下列试验。

5.2.1 安培表应定期校验。

5.2.2 使用直流电流表测量半波整流电流时,其读数应加倍。

5.2.3 电磁轭提升力试验——当使用磁轭最大间距时,交流电磁轭至少应有 44N (~4.5kg) 的提升力。而直流电磁轭至少应有 177N (~18.1kg) 的提升力。

5.2.4 干磁粉喷粉器——干磁粉喷粉器应定期校验,在发生故障时应及时进行校验,校验应在典型试验零件上进行。喷粉器应能喷出均匀的雾状干磁粉并有足够的力量吹掉多余的磁粉而不干扰已形成的磁痕。喷粉器喷出的气体流速应按制造厂规定的方法进行必要的调整。

### 5.3 光强控制

#### 5.3.1 白色光强度

用于非荧光方法检查的白色光强应保证磁粉探伤时被检工件表面有足够的亮度。

#### 5.3.2 黑光强度

用于荧光方法检测时,在被检表面黑光强度不应小于 970lx。

#### 5.4 设备的维修和校验

磁粉探伤设备至少一年校验一次,在怀疑有故障时应及时检验。校验应符合试验装置的有关规定。校验记录结果应存档。

### 6 磁粉材料

6.1 磁粉应具有高磁导率和低剩磁性质,且磁粉之间不应相互吸引。用磁性称量法检验时,其称量值应大于 7g,荧光磁粉的称量值可另行选择。磁粉的粒度应不小于 200 目。

6.2 常用磁粉的颜色为浅灰色、黑色、红色或黄色。其选择原则应与被检工件有最大的对比度。

6.3 磁粉应置于密封器内,并且在干燥的环境中贮存。否则,使用前应将磁粉在 60~70℃ 的温度下经 2 小时以上时间烘干,方可使用。

6.4 实际使用的磁粉为干磁粉和按规定浓度配制的磁粉悬浮液(包括使用荧光磁粉)。为了防止易燃和中毒等危害,应按照制造厂说明书和有关规定使用。

6.5 干磁粉使用后通常不回收。若要回收重复使用,必须进行性能和灵敏度试验,以确保探伤效果。

干磁粉的应用和质量控制按 13.1 条和 17 章的规定。

6.6 湿磁粉是指磁粉按规定浓度悬浮在载液(如水或油)中,它是通过流淌、喷雾或浇注的方法施加到被探工件表面。通常悬浮液是存放在卧式湿磁粉设备的油箱中循环使用。循环使用的磁悬液应确保探伤效果。湿磁粉也可用于不可回收的情况,例如:喷罐式等。

#### 6.6.1 湿磁粉的应用

湿磁粉的应用按照 13.2 条的规定。

#### 6.6.2 湿磁粉悬浮液的浓度

6.6.2.1 湿磁粉的浓度按规定或由制造厂推荐,在使用前或定期测定沉淀物体积来检验磁粉浓度。

6.6.2.2 湿磁粉的浓度通常是采用梨形离心管测定它的沉淀体积来决定的。在取样之前通过循环系统旋转悬浮液至少 30min 取 100ml 溶液,并允许它沉淀大约 30min。在试管底的沉淀表示溶液中磁粉浓度。

6.6.2.3 除非制造厂另有规定外,荧光磁粉沉淀体积应是每 100ml 悬浮液中为 0.1~0.5ml,而对非荧光磁粉沉淀体积是每 100ml 为 1.2~2.4ml。

6.6.2.4 如果磁粉沉淀物显示出松散的聚集而不是一个固体层,则应重新取样。若仍松散的聚集物,则磁粉可能被磁化,需要更换磁悬液。

#### 6.6.3 载液

##### 6.6.3.1 油剂

通常使用的溶剂是低粘性的煤油等石油碳氢化合物。油剂应具有下列性质:

- 低粘度,在 38℃ 时,最大粘度不应超过 5cst。
- 最低闪点为 60℃;
- 无臭味;
- 如果使用荧光磁粉,要求油的固有荧光低,即不应干扰荧光磁粉的有效性;
- 不起化学反应,以免减少悬浮的磁粉。

##### 6.6.3.2 含有添加剂的水

对于湿磁粉可用带有添加剂的水作为载液。由于磁粉水悬液不易燃,因此使用安全。性能要求如下:

- 良好的湿润性,即可湿润全部被检区域;
- 良好的可分散性,即彻底分散磁粉颗粒而没有明显的磁粉凝结;
- 无泡沫,即不应产生多余的泡沫,泡沫会干扰磁痕的形成造成磁粉粘在泡沫上;
- 无腐蚀,不应腐蚀被检工件或使用的装置;
- 低粘度,在 38℃ 时,最大粘度不应超过 5cst;
- 无荧光,若使用荧光磁粉时,不应有荧光;
- 不起化学反应,不应造成磁粉悬液变质;
- 呈碱性,但 pH 值不应超过 10.5;
- 无臭味。

#### 6.6.4 质量控制试验

为保证磁悬液质量,对新使用的磁悬液(或定期对使用过的磁悬液)要进行下列试验。

6.6.4.1 含有添加剂的水悬液溢流通过与被检工件表面粗糙度一样的试件后,如果悬浮液薄层是连续的并且覆盖了试件的全部,则认为存在足够的湿润剂。如果悬液薄膜破碎,试件表面暴露出来,水悬液在试件表面形成许多单个微滴,则表明湿润剂不够。湿润光滑的表面一般比粗的表面需要更多的湿润剂。

**6.6.4.2** 过多增加荧光亮度能造成高的背景荧光,它会造成磁痕解释困难,而过低的亮度会造成漏检。对已知缺陷的工件使用旧磁悬液进行操作并记录结果,然后用新准备的磁悬液进行操作,如果旧磁悬液荧光亮度显著减小,则应换新的荧光磁悬液。

**6.6.4.3** 磁粉耐用性按17章规定的灵敏度试验检查。

## 7 工件准备

**7.1** 被检工件表面应清洁、干燥、没有油脂、铁锈、沙、氧化皮、棉纤维、涂层、焊剂和焊接飞溅物。

**7.2** 被检工件表面,需经外观检查合格后,方可进行探伤。

## 8 操作方法

### 8.1 连续磁化法(包括湿法和干法)

**8.1.1** 湿磁粉连续磁化法。在通磁化电流时应同时施加磁悬液。磁化电流每次持续时间为0.5~2秒,间歇时间不得超过1秒。停施磁悬液至少1秒后才可停止磁化。

**8.1.2** 干磁粉连续磁化法。由于干磁粉接触到零件表面时会失去流动性,因此应在施加磁粉前进行磁化。施加磁粉后,吹去多余的磁粉才可停止磁化。

### 8.2 完全连续磁化法

在完全连续磁化法中,磁化电流在检验工件时是连续不间断的。

### 8.3 剩磁法

**8.3.1** 在剩磁法中,磁化停止后才施加磁粉。只有被检材料有足够的剩磁才能应用剩磁法。

**8.3.2** 剩磁法的探伤设备应包括有能提供相应的磁化电流迅速断开的装置。若要使用交流半波整流设备,则应配备断电相位控制装置。

## 9 磁化电流类型

**9.1** 磁粉探伤中磁化工件常用的电流是:交流电、单相半波整流电、全波整流电和直流电。

**9.2** 交流磁化法由于“集肤效应”,对于表面开

口缺陷有较高灵敏度。它也可用于退磁。由于线圈法快速、简单、通常也把交流电用于线圈磁化法中。

**9.3** 对于近表面缺陷,直流、半波整流和全波整流电磁化法有较高灵敏度。

## 10 工件磁化方法

### 10.1 概述

工件可以直接通电磁化或间接磁化。直接磁化或间接磁化的选择取决于工件尺寸、形状或操作的难易程度。工件磁化的各种方法之间的优缺点参照附录B。

### 10.2 直接通电磁化法

#### 10.2.1 局部磁化

触头法:

a. 由于交流电、半波整流电对于磁粉会产生附加的流动性,通常触头法使用干磁粉。磁粉油悬液存在易燃性,故在触头法中应尽量少用。

b. 应保持触头端干净,保证触头与工件表面良好接触,停止电弧放电和表面局部过热。开路电压不应超过24V。

c. 在触头手柄上应安装远控开关。为了防止起弧,在触头放妥后才允许电流接通,关上开关才移去触头。

#### 10.2.2 整体磁化

##### 10.2.2.1 两端接触法

工件可以在两个电极间夹住,而磁化电流直接通过工件。

##### 10.2.2.2 夹具法

通过带有电极的夹具,使电流通过工件产生周向磁场。

##### 10.2.2.3 复合磁化法

在工作中,产生多向磁场。通常使用湿磁粉法。

### 10.3 间接磁化

#### 10.3.1 磁化线圈和电缆缠绕

当使用磁化线圈或电缆缠绕法时,磁场强度与电流成正比(如果使用线圈或螺线管时是安匝),并与被检截面厚度成反比。

#### 10.3.2 中心导体感应电流装置磁化

空心的试样或工件可以通过磁化电流流过中心导体或作为中心导体而使用的电缆或通过感应电流装置来间接周向磁化。

### 10.3.3 磁轭

10.3.3.1 交流电磁轭对工件表面缺陷的检查，半波整流电磁轭对近表面缺陷的检查提供了有效的方法。

10.3.3.2 电磁轭基本上是Ⅱ型电磁铁，它在磁极之间产生纵向磁场。磁轭磁化法通常使用干磁粉。

## 11 磁场方向

11.1 在被探工件上至少使用两个近似相互垂直方向的磁化。

11.2 在一些工件上要使用周向和纵向磁化两种，而在另一些工件上使用两个或更多方向的磁化(包括使用旋转磁场在工件上获得多向磁化)。

## 12 磁场强度

### 12.1 概 述

为了保证探伤结果的准确性，工件中的磁场必须有足够的强度，而且必须控制在适当的范围内，通常是 $\pm 25\%$ 。影响场强的因素是工件尺寸、形状、材料和磁化技术等。因为这些因素非常广泛，所以很难建立严格的磁场强度规则。因此推荐应用下列准则。对于新产品，应使用已知缺陷的工件来试验，以决定真正需要的场强。

### 12.2 周向磁化磁场强度准则

#### 12.2.1 整体磁化

采用全波或半波整流电流时，推荐采用的电流值按表1的规定。

整体磁化法选择电流值 表1

工件尺寸 $D$ (mm)	电流值 $I$ (A/mm)
$D \leq 125$	16~36
$125 < D < 375$	14~28
$D \geq 375$	4~12

注：①表中  $D$  表示直径或横截面上最大尺寸。

②检测表面缺陷时，若要用交流电则电流约为上述数值的一半。

#### 12.2.2 中心导体磁化

12.2.2.1 产生的磁场与工件同轴，并且在工件内表面磁场强度最大。中心放置的中心导体所

需磁化电流应与具有同样外径的实心工件一样，同样使用12.2.1款的准则。

12.2.2.2 当设备磁化电流不足以检查大工件时中心导体可以逐次偏斜并有大约10%的磁场重迭来检查整个周向。每次有效磁化的周向距离大约是中心导体直径的4倍。使用中心导体相应的磁化准则按表2的规定。

中心导体法选择电流值 表2

最大壁厚 (mm)	中心导体直径 (mm)			
	12.5	25	37.5	50
	电流值 $A$ ( $\pm 10\%$ )			
3.2	500	750	1000	1250
6.4	750	1000	1250	1500
9.6	1000	1250	1500	1750
12.8	1250	1500	1750	2000

注：对于圆筒形壁厚大于12.8mm的工件，壁厚每增加3.2mm电流值增加250A ( $\pm 10\%$ ) [这些值适用于热处理值达124MPa ( $12.65\text{kg/mm}^2$ ) 或更高的材料。对于低于此值的材料，电流安培值必须实测确定。]

#### 12.2.3 局部磁化

12.2.3.1 使用触头法进行周向磁化时，磁场强度与电流成正比。但随电极间距和被检工件截面厚度变化而改变。磁化电流值推荐如下：

触头法磁化电流值(交、直流) 表3

材料厚度 $T$ (mm)	电流值 $I$ (A/mm, 极间距)
$T < 19$	3.5~4.5
$T \geq 19$	4~5

通电时间过长会引起工件局部过热。极间距应不大于200mm，也不应小于75mm，否则电极周围会吸附磁粉。

12.2.3.2 使用电磁轭的磁场强度可通过测量其提升力来确定(见5.2.3款)。磁极间距应控制在50~200mm范围内，探伤区域应限制在两磁极连线的两侧相当于 $\frac{1}{4}$ 最大磁极间距的面积内。

12.2.3.3 磁化区域的重迭每次至少应有25mm。

### 12.3 纵向磁化的磁场强度准则

12.3.1 工件的纵向磁化是将工件或工件的一部分放在多匝通电的线圈内，在工件上产生一个与线圈轴线平行的磁场，测量的单位是安匝(即：线圈中实际电流值乘以线圈或电缆缠绕匝数)。线圈两端外伸的有效磁场长度约等于线圈的半径，



长工件应分段检测而不应超过这个长度。有三种基本的纵向磁化计算公式可用于低充填因数和高充填因数的环状线圈。这种方法适用于直线、整流电流,对于交流电流应按附录 A 的方法实测。

#### 12.3.1.1 低充填因数线圈

在这种情况下,固定环状线圈的内径通常大于工件尺寸(工件小于线圈内径 10%)。正确的工件磁化方法是工件放置在线圈中并紧靠线圈内壁。使用这种低充填因数线圈时,长径比( $L/D$ )在 3~15 之间,偏心放置的工件可用下列公式计算出合适的磁场强度。

a. 公式 (1) (用于工件偏心放置在低充填因数线圈中):

$$NI = \frac{K_1}{\frac{L}{D}} (\pm 10\%) \quad (1)$$

式中  $I$ ——所使用线圈中的电流值, A;

$N$ ——线圈匝数, t;

$L$ ——工件长度, mm;

$D$ ——工件直径或横截面上最大尺寸, mm;

$K_1$ ——45000 (经验常数), At。

b. 公式 (2) (用于工件正中放置在低充填因数线圈中):

$$NI = \frac{K_2 R}{6 \frac{L}{D} - 5} (\pm 10\%) \quad (2)$$

式中  $R$ ——线圈半径, mm;

$K_2$ ——21720 (经验常数) At/mm;

其他符号同公式 (1)。

#### 12.3.1.2 高充填因数线圈

在这种情况下,工件的外径完全与固定线圈或缠绕电缆的内径相等。

公式 (3) (用于工件放置在高充填因数线圈中) 适用于工件的长径比 ( $L/D$ ) 大于或等于 3。

$$NI = \frac{K_3}{\frac{L}{D} + 2} (\pm 10\%) \quad (3)$$

式中  $K_3$ ——35000 (经验常数), At/mm。

其他符号同公式 (1)。

注意:对于长径比  $L/D$  小于 3 的,应使用磁极加长块(与工件直径相同的铁磁材料)以增加有效长径比或使用其他磁化法。对于长径比大于 15 时,在上述公式中都应取长径比的极大值 15。

## 13 干磁粉和湿磁粉的应用

### 13.1 干磁粉

13.1.1 干磁粉法广泛地用于大型工件或工件的局部区域,例如焊缝的磁粉探伤。

13.1.2 使用喷粉器或其他适当的工具,使干磁粉均匀地撒在被检工件表面。

13.1.3 分析磁痕之前应在不关闭电流的情况下吹去多余的磁粉而不干扰真正的磁痕。

### 13.2 湿磁粉

荧光或荧光湿磁粉可在连续法或剩磁法中使用。

## 14 磁痕解释

磁粉探伤形成的各种磁痕是漏磁场产生的结果。磁痕可以是相关显示,也可以是无关显示。相关显示是由缺陷引起的,无关显示是伪磁痕。

### 14.1 相关显示应按本标准评定

### 14.2 如果能判定是无关显示,可不考虑

## 15 磁痕记录

应采用下列一种或几种方式记录磁痕

- 磁痕草图。
- 用胶带盖住磁痕,移去粘着磁粉痕迹的胶带,并把它粘在纸上或其他适当的背景材料上。
- 在磁痕上喷涂一层可剥离的薄膜,将磁痕粘在上面取下薄膜。
- 磁痕照相,胶带照相或可剥离的薄膜的复制。
- 记录磁痕的位置、长度和数目。

## 16 退磁

16.1 剩磁的磁场强度取决于工件的顽磁性。剩磁场可能造成切屑物吸附在工件表面,影响随后的机械加工操作,涂漆和喷镀。如果工件在较高灵敏度的仪器附近使用,强剩磁场可能影响这些仪器的使用。工件中的强剩磁场会干扰电焊,干扰以后的磁粉探伤,需要退磁的工件应在合同中和工艺卡上注明,并注明允许的剩磁大小和测量方法。

**16.2 退磁**一般通过下面方法来实现,即把工件放入等于或大于磁化工件的磁场,然后不断改变磁场方向,同时逐渐减小磁场到零。

#### **16.2.1 从交流磁化线圈中移开**

把工件放在高电流交流磁化线圈中,然后缓慢地将工件从线圈磁场中移出,推荐使用 5000~10000At 的线圈。交流电流磁轭可用作局部退磁。把磁极放在表面上,围绕着该区域移动。当电磁仍然激磁时,将其缓慢移开在退磁力停止以前,应确保工件完全从磁化线圈或交流电磁轭的影响区移开,否则工件将达不到退磁的效果。

#### **16.2.2 减小交流电**

把工件放入磁场中而渐渐地减小交流电,以把磁场降低到规定值。

#### **16.2.3 反向直流电**

退磁工件受到反向连续递减直流电流的磁化作用直至降到所需的值(这是对大型工件退磁有效的方法,因为交流电的磁场不能去除内部剩磁)。

**16.3 退磁操作的效果**可用磁场指示器或场强计来测定,工件周向磁化后可以保留较强的剩磁但显示较小或不明显。若需要完全退磁,应在纵向退磁前采取周向退磁。

## **17 系统性能和灵敏度评价**

**17.1 系统的全面性能和灵敏度**(如:磁粉材料的组成,磁粉探伤设备,操作技术和磁场值等)应定期检验。校验次数应在操作规定中标出,并保留校验结果。

**17.2 为了评价干、湿磁粉性能、灵敏度或整个系统的性能灵敏度或评价上面两者,可以使用灵敏度试板。**

**17.3 对磁轭法和触头法**可以采用试板(图 1),通过观察最浅的磁痕来比较和评定磁粉材料的灵敏度及设备性能。试板的厚度、宽度和长度可根据实际需要改变。对于中心导体法可以采用图 2 所示的试环,通过观察显示出的磁痕来比较和评定磁粉材料的灵敏度及设备性能。

**17.4 磁场指示器**(图 3)可反映试验工件表面场强和方向,不能作为磁场强度或磁场分布的定量指示。

**17.4.1 当磁场指示器上没有形成磁痕或没有**在所需的方向形成磁痕时,应改变或校正磁化方法。

**17.4.2 需要测定磁场强度时,测定方法和设备**

应由供需双方事先商定。

## **18 探伤报告**

磁粉探伤报告至少应包括下列内容:

- a. 技术草图、被检区域以及缺陷的记录;
- b. 磁粉材料类别(干磁粉或湿磁粉、荧光或非荧光磁粉);
- c. 磁粉探伤设备;
- d. 工件状况(材质、热处理、表面粗糙度、编号等);
- e. 磁化过程(连续法、完全连续法、剩磁法);
- f. 磁化电流(交流、半波整流、直流等);
- g. 工件磁化方法(触头法、磁轭法、电缆缠绕等);
- h. 磁场方向(周向或纵向);
- i. 磁场强度(安匝、磁场强度、提升力、磁化电流和持续时间);
- j. 磁粉施加方法;
- k. 磁痕的解释和评定;
- l. 缺陷记录的类型;
- m. 如需要,则应记录退磁情况;
- n. 探伤日期、操作者和评定者及其资格等级。

## **19 磁痕的评定**

**19.1 可用 2~10 倍的放大镜来观察磁痕。**

**19.2 磁导率或工件几何形状的变化等**均可产生磁痕,这些磁痕是无关显示。

**19.3 当不能判定是否是真正的缺陷时,应该复验。**

**19.4 线性显示**是指长度大于 3 倍宽度的显示;圆形显示是指其长度小于 3 倍宽度的圆形或椭圆形显示;成排气孔是指 4 个或 4 个以上的气孔,边缘之间的距离不大于 1.6mm。

## **20 验收标准**

### **20.1 下列缺陷为不合格**

- a. 任何裂纹。
- b. 成排气孔。
- c. 在任何一块  $150 \times 25\text{mm}^2$  的表面上,有 10 个以上符合表 4 的缺陷显示。

20.2 允许存在的线性显示和圆形显示见表4。

最大允许的缺陷尺寸 (mm) 表 4

工件厚度 $T$	线性显示			圆形显示		
	I 级	II 级	III 级	I 级	II 级	III 级
$T \leq 16$	0	$\leq 1.6$	$\leq 2.4$	0	$\leq 3.2$	$\leq 4.8$
$16 \leq T \leq 50$			$\leq 3.2$		$\leq 4.8$	$\leq 6.4$
$T > 50$			$\leq 4.8$			

对于特殊要求的产品，可由供需双方商定验收标准。例如：对薄壁压力容器。

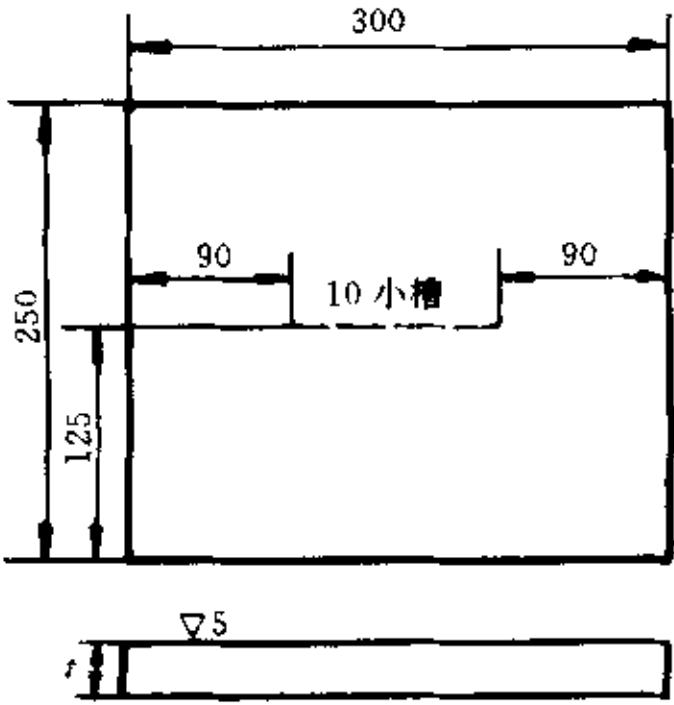


图 1

- 注：1. 试板材料应和被检材料相同（所有低合金钢材料都可用一种低合金钢材料代替）。
2. 被检材料厚度在 19mm 以下时， $T$  应在 6.4mm 以内，被检材料厚度在 19mm 以上时， $T$  等于 19mm。
3. 10 个小槽由电火花加工机床加工，小槽长 3mm，第一个槽深 0.125mm，其他各槽按增量 0.125mm 加深直至 1.25mm，小槽宽  $0.125 \pm 0.025$ mm。
4. 小槽应用不导电材料填满，如象环氧树脂，以防槽中塞满磁悬液。

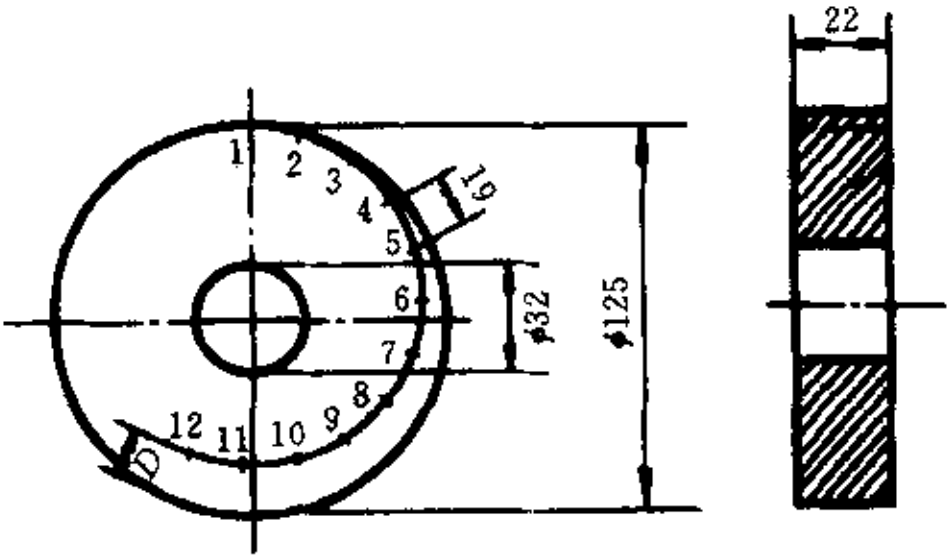


图 2

孔号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
孔径	1.8											
$D$	1.8	3.6	6.4	7.2	9	10.8	12.6	14.4	16.2	18	19.8	21.6

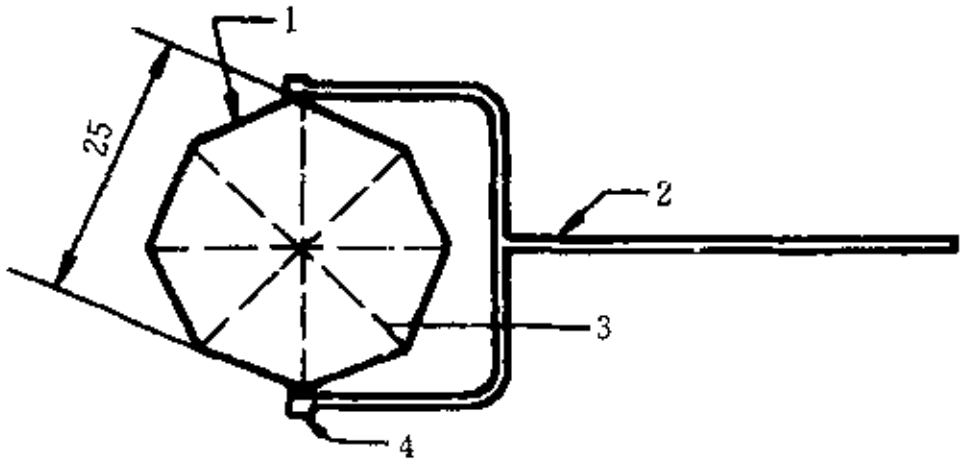


图 3

- 1—8 块饼形低碳钢片，以铜焊焊在一起；
- 2—适当长度的无磁性手柄；
- 3—人工缺陷；
- 4—用铜焊或机械方法固定在非铁金属的转轴上。

## 附录 A 试块的使用 (补充件)

### A.1 磁粉探伤系统性能测试板

A.1.1 系统性能测试板用于触头法和磁轭法的磁粉材料和系统灵敏度的评价。

A.1.2 系统性能测试板的结构、材质等参见图 1。

湿磁粉环状试块磁痕显示 表 A1

磁悬液的类型	磁化电流安培值 $A$ (FWDC)	所显示出近表面 孔为最小数目
荧光或非荧光磁粉	1400	3
	2500	5
	3400	6

对于特殊的要求，可根据情况适当改变其长、宽、高。

### A.2 人工缺陷试环

A.2.1 人工缺陷试环用于中心导体法的磁粉材料和系统灵敏度的评价。

A.2.2 试环的材料为 MnCrWV 冷作模具钢，在退火状态下加工而成，其硬度为 HRB90~95。

A.2.3 测试时，使用全波整流电，通过直径为 32mm 的铜质中心导体来对试环产生周向磁化。

A.2.4 在试环外圆上所显示出的磁痕数量见表 A1，表 A2。若达不到表中规定值，则应对所使用的系统（磁粉、设备、方法等）加以检查、修正。



干磁粉法、环状试块磁痕显示 表 A2

磁化电流 安培值 A (FWDC)	所显示出近 表面孔的 最小数目	磁化电流 安培值 A (FWDC)	所显示出近 表面孔的 最小数目
500	4	2500	6
900	4	3400	7
1400	4		

注：FWDC—全波整流直流电。

### 附录 B 各种磁化方法优缺点 (参考件)

	优点	缺点
B.1 直接通电磁法（见 10.2.1 款）两端接触法：实心的比较小的工件（铸件锻件机加工件）并能在卧式湿法磁粉探伤机上检测的	a. 迅速易行 b. 凡通电处均有完整的环状磁场 c. 对于表面和近表面缺陷有较高灵敏度 d. 简单和复杂的工件通常都可在一次或多次通电后检测完 e. 完整的磁路有助于使材料剩磁特性达到最大值	a. 接触不良时会产生放电火花 b. 为使施加磁悬液方便，对于长工件应分段磁化，而不能用长时间通电来完成
大型铸、锻件	在较短时间内，可对大面积表面进行检测	要专门的直流电源供给大电流（16000~20000A）
管状工件如：管子和空心轴等	通过两端接触可使全长被周向磁化	a. 有效磁场限制在外表面。不能用于内表面检测。 b. 端部必须有利于导电并在规定电流下不发生过热

续表

	优点	缺点
触头法焊缝	a. 通过触头位置的摆放，可使周向磁场指向焊缝区域 b. 使过半波整流电和干磁粉对表面和近表面缺陷提供了很高的灵敏度 c. 柔性电缆和电流装置可携带到探伤现场	a. 一次只能探测到较小面积 b. 接触不好会产生电弧火花 c. 当使用干磁粉时，工件表面必须是干燥的 d. 触头间距应根据磁化电流大小来决定
大型铸、锻件	a. 用额定电流值以小增量值可对全部表面进行探伤 b. 可将环状磁场集中在易于产生缺陷的区域 c. 探伤设备可以携带到工件不易搬动的地方 d. 对那些用其它方法不易检测出来的近表面缺陷使用半波整流电流和干磁粉法进行检测，灵敏度很高	a. 大面积探伤时需要多向通电，很费时 b. 由于接触不好，可能产生电弧火花 c. 当使用干磁粉时，工件表面应是干燥的
B.2 间接磁化法（见 10.2.2 款） 中心导体法： 有孔的复杂工件，这些工件能让导体通过，如空心圆柱体、齿轮、大型螺母、大型吊钩、管道联接器	a. 工件不通电，消除了产生电弧的可能性 b. 在导体周围所有面上均产生环状磁场（包括内外表面及其它表面） c. 理想的情况下可使用剩磁法 d. 较轻的工件可直接用导体来支承 e. 可将多个环状工件一起探伤以减少用电量	a. 导体尺寸必须满足电流要求的大小 b. 理想的情况下，导体应处于孔的中心 c. 大直径的工件需要反复磁化，可将中心导体贴着内表面并旋转工件。此时应对工件反复磁化，在每次磁化后都应检查

续表

	优点	缺点
管状工件, 如管子、空心轴	a. 工件不直接通电 b. 内表面可象外表面一样检查 c. 工件的全长都可以周向磁化	对大直径和管壁很厚的工件, 外面的灵敏度比内表面有所下降
大型阀门壳体和类似的工作	对于检测内表面的缺陷有较好的灵敏度	壁厚大时外表面灵敏度比内表面有所降低
线圈/电缆缠绕法: 长度尺寸为主要尺寸的工件, 如: 曲轴	通常所有纵向表面均能被纵向磁化, 这样就可有效地发现横向缺陷	由于线圈位置的改变, 要进行多次通电磁化
大型铸、锻件或轴类工件	用缠绕电缆可方便地获得纵向磁场	由于工件的外形, 需要进行多次磁化
各种各样小型工件	a. 方便而迅速, 特别是可用剩磁法 b. 工件不直接通电 c. 比较复杂的工件也可象简单横截面工件那样进行探伤	a. 在决定适当的安匝数时, $L/D$ (长径比) 的值是很重要的 b. 可用等截面面积的试片来改变有效长径比 ( $L/D$ ) 的值 c. 要得到高强磁场就要使用较小的线圈 d. 由于存在磁场泄漏, 工件端部的灵敏度有所下降 e. 在 $L/D$ 较小的工件上, 为使端部效应减至最小需要有“快断电路”

续表

	优点	缺点
感应电流装置: 检测环形工件中的周向缺陷	a. 不直接通电 b. 工件的所有表面都可产生周向磁场 c. 一次就可探伤完所有被检区域 d. 可自动探伤	a. 要用迭片铁心通过环中 b. 磁化电流的类型必须与所用方法相一致 c. 必须避免其它导体的周向磁场 d. 大直径工件需特殊条件
磁轭法: 检测大面积表面缺陷	a. 不直接通电 b. 携带很方便 c. 只要取向合适, 可发现任何位置的缺陷	a. 费时 b. 由于缺陷取向不定必须有规则地变换磁轭位置
需要局部检测的复杂工件	a. 不直接通电 b. 对表面缺陷灵敏度高 c. 携带很方便 d. 干湿磁粉法均可使用 e. 在某些情况下, 通以交流电, 可做为退磁器	a. 与缺陷取向之间的位置必须合适 b. 工件和磁轭之间的接触必须很好 c. 工件几何形状复杂探伤困难 d. 近表面缺陷的探伤灵敏度不高, 除非在孤立区域