

## 1 主题内容与适用范围

本标准规定了磁粉检验方法的概要、检验设备、磁粉材料、检验系统的性能及灵敏度的测定、试样的制备、检验条件及步骤、磁化电流类型、磁场方向、磁场强度、检验结果的评定及验收、检验人员职责及要求、磁粉磁性及粒度测定方法、磁悬液的配制与测定、人工标准试块等。

本标准适用于检验铁磁性钢材塔形表面或近表面发纹及其他缺陷。对于铁磁性的毛坯件、半成品(钢坯、铸件和锻件)及成品也可参照本标准检验。

本标准为一一般性通用磁粉检验方法标准,如有特殊要求时,可按供需双方协议执行。

## 2 引用标准

GB 3721 磁粉探伤机

### 3 方法概要

#### 3.1 原理

磁粉检验方法是基于铁磁性材料因连续性的改变,如发纹等缺陷的存在,磁力线会发生畸变这一原理。如果这种缺陷位于被磁化试样表面或近表面时,则磁力线将在表面畸变,这种状态,术语上称为“漏磁通”。当存在漏磁通时,假如将细磁粉撒布在有发纹处,则磁粉被吸附在此处,这种磁粉的聚集在适当的光照条件下可用肉眼或借助不大于10倍放大镜观察到。磁粉检验虽然有各种方法,但都是基于磁粉会保留在漏磁通处这一原理。

#### 3.2 检验方法

3.2.1 被检验试样必须进行磁化。

3.2.2 试样磁化必须施加标准中规定的磁粉。

3.2.3 对磁粉的任何聚集都必须进行详细观察和说明。

#### 3.3 磁化

3.3.1 塔形试样应采用直接通电进行磁化。由于被磁化物体中缺陷的存在,会切断磁力线的正常通路产生漏磁通。

3.3.2 由于发纹沿钢材轴向分布,因此对钢材塔形试样要进行周向磁化,使感应的磁力线与发纹成垂直方向,从而实现合适的磁粉检验。

3.3.3 磁场必须有足够强度,以便能显示那些拒收的发纹,但也不能太强,以至造成磁粉局部过多聚集产生不相关显示,而掩盖真正发纹的磁痕。

#### 3.4 磁痕的观察和判断

被检验塔形试样在磁化过程中施加磁悬液后,磁粉会聚集在漏磁通处,这些磁粉聚集表明了磁场的畸变,并称之为磁痕,应在不触动磁粉的情况下检验试样被磁化处有无磁痕,并对有磁痕的试样作出处理。

### 3.5 典型磁痕

3.5.1 一般表面发纹产生的磁痕都是细而清晰的图形。

3.5.2 近表面发纹产生的磁痕略比表面发纹产生的磁痕模糊些。这些磁痕并不细狭而是较宽,并且磁粉聚集也不密实。

3.5.3 由于碳化物条带或碳化物形成元素偏析、金相组织变化而引起磁导率变化,在强磁场下会产生不相关显示,试样经热处理后采用剩磁法检验,不相关显示即可消失。

## 4 检验设备

4.1 检验设备性能及灵敏度,应符合 GB 3721 的规定。设备的构造和装配应根据需要进行灵活调整。检验钢材塔形试样时应能进行周向磁化。

4.2 凡能满足 4.1 要求的交流或直流磁粉检验设备均可使用。

4.3 检验设备应加强维护和保养,每年鉴定一次,如有故障随时进行鉴定。

### 5 磁粉材料

5.1 检验发纹时,应使用荧光或非荧光磁粉。磁粉应具有高磁导率,便于磁化和被吸附到有缺陷处,同时又要有较低的顽磁性,以避免磁粉互相吸引(形成磁粉团)。用磁性称量法检验时,对于非荧光磁粉其称量值不少于 7g,荧光磁粉的称量值可另行选择。

5.2 磁粉的粒度,用酒精沉淀法测定,粒度均匀的磁粉沉淀柱高度不低于 180mm。

5.3 磁粉对发纹显示程度,应能使标准试块上的人工缺陷磁痕,显示清晰。

## 6 检验系统的性能及灵敏度的测定

6.1 磁粉检验系统的性能及灵敏度(即磁粉材料、设备、操作步骤和方法,磁场强度等的综合性能)应定期进行校对,以使检验系统保持正常性能。

6.2 采用带有缺陷的试样进行检验,是测定磁粉检验系统的性能和灵敏度可靠而有效的方法。使用带有实际生产检验中常见类型和严重程度的已知缺陷的典型试样,如果在钢材塔形试样上找到上述缺陷,则说明整个检验系统的性能满足生产检验的要求。

6.3 人工标准试块是测试设备的性能、灵敏度及磁悬液是否正常的工具,其测试方法详见附录 C(补充件)。

### 6.4 应备有的设备仪器

- a. 磁场指示器;
- b. 磁粉磁性测定仪;
- c. 磁粉粒度测定管;
- d. 磁悬液浓度测定管。

## 7 试样的制备

7.1 试样截取的部位、数量、规格及试样状态,应按有关标准或供需双方协议规定执行。

7.2 经加工后的试样其表面粗糙度  $R_a$  值为  $1.6\mu\text{m}$ ,两端平整无斜度、无锈蚀、无划伤、不受砂子、纤维屑、油垢、涂料等污染,清洗干净。

## 8 检验条件和步骤

### 8.1 检验条件

8.1.1 磁粉检验设备应安装在单独的房间内,使用单独的电源供电,室内保持清洁干净,室温控制在  $15^\circ\text{C}$  以上。

## 8.1.2 照明强度的控制

8.1.2.1 非荧光磁粉检验的白光强度应定期复查,以保证被检验试样表面具有不小于2000lx白光照射度。

8.1.2.2 荧光检验时,在距光透镜滤色片380mm处的被检表面黑光强度应不低于 $800\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 。

## 8.2 检验步骤

8.2.1 启动磁粉检验设备,检查设备运转、仪表指示是否正常。

8.2.2 检验前磁悬液必须搅拌均匀,并用人工标准试块或带有缺陷的试样验证设备、仪表,磁悬液能够显示出清晰磁痕,方可进行磁粉检验。

8.2.3 按第7章中规定,认真验收被检试样,然后测量试样规格,按相应标准规定确定磁化电流值,由小尺寸开始至大尺寸逐级进行检验。

8.2.4 将试样在磁粉检验设备的两个磁化夹头间夹紧,保证两端接触良好,防止松动或打弧。

8.2.5 采用“湿”连续磁化法,即磁化同时,均匀地向试样表面喷洒磁悬液。

8.2.6 磁化电流每次持续时间一般不少于0.5s。

8.2.7 磁化结束,小心取下试样,放在检验架上,表面不能触抹,防止磁痕被碰掉或出现假象,从而造成漏检或误检,然后进行检验,并按相应验收标准进行验收。

## 9 磁化电流类型

磁化电流通常采用交流电流,也可以采用直流电流进行磁粉检验。

## 10 磁场方向

检验发纹缺陷应沿钢材轧制垂直(发纹与磁粉)方向直接通电进行周向磁化。

## 11 磁场强度

11.1 为了产生满意的磁痕,试样中的磁场必须足够强,为了使磁痕有一致性,这一磁场强度必须控制在合理的公差范围内,通常是 $\pm 25\%$ 。影响磁场强度的因素有试样的尺寸、形状和磁化技术等。

### 11.2 周向磁化磁场强度准则

为了检验钢材塔形表面或近表面发纹缺陷所需的足够磁场强度,所用交流电流,当试样直径小于和等于125mm时,应采用 $350\sim 450\text{A}/25\text{mm}$ ;当试样直径大于125mm和小于等于375mm时,采用 $250\sim 350\text{A}/25\text{mm}$ ;当试样直径大于375mm时,采用 $50\sim 150\text{A}/25\text{mm}$ 。对于近表面发纹缺陷的检验,使用直流电流,磁化电流约为上述值的二倍。

## 12 检验结果的评定与验收

12.1 钢材塔形发纹缺陷沿轴向分布,一般呈直线形状,磁痕显示的清晰程度,视发纹的高度和埋藏深度而有所不同。

12.2 对钢材塔形发纹的起算长度、合格界限,应按有关标准或供需双方协议进行验收。

## 13 检验报告

检验报告一般包括以下项目:

冶炼炉号、钢号、规格、试样编号、技术标准号、检验结果、检验日期及检验者。

## 14 检验人员

所有从事磁粉检验的无损检验人员,均应经过适当培训,具有基本专业知识,应能独立进行操作由二级或二级以上检验人员评定检验结果,签发检验报告。

## 附录 A

### 磁粉磁性及粒度检验方法

#### (补充件)

A1 用磁性称量法测量磁粉磁性,测量仪系由 220V 的交流电磁铁组成(见图 A1)。

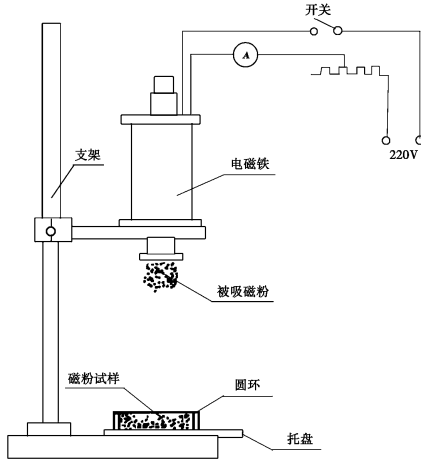


图 A1 磁粉磁性测量仪

#### A2 检验步骤

A2.1 将内径为 70mm,高度为 10mm 的圆环放在 100mm×100mm 的托盘上。圆环和托盘均用非磁性材料制成。

A2.2 将磁粉倒入圆环内,用直尺刮平磁粉,使之与圆环边缘齐平,但不得往下压紧。

A2.3 使电磁铁通电,利用变阻器将电流强度调整到 1.30A。随即关闭电源。

A2.4 将装有磁粉的圆环连同托盘移向电磁铁的铜盘下,使圆环的上部边缘与铜盘相接触,然后接通电流 5s。

A2.5 将装有磁粉的圆环连同托盘,缓慢地向下移动至原处,这时在电磁铁的铜盘下残留有一些被吸住的磁粉(见图 A1)。

A2.6 在 1min 内,使被吸住的磁粉稳定下来,这时可能掉下来少量磁粉。

A2.7 电磁铁断电。这时,被吸住的磁粉落入事先准备好的纸上,将残留在铜盘上的磁粉一起收入纸中,用工业天平称其重量。

A2.8 按上述步骤进行三次测量,每次更换新磁粉。

A2.9 求出三次测量结果的平均值,其重量不少于 7g 为合格。

磁粉磁性测量仪,必须用标准磁粉定期校正。用此测量仪测出的标准磁粉磁性称量数据,应符合标准磁粉证明书中所规定的数值,否则,则需调节 2 与电磁铁骨架下底盘 4 之间的距离(见图 A2),使其符合标准数值,方可使用。

用酒精沉淀法测量磁粉粒度的装置(见图 A3)。

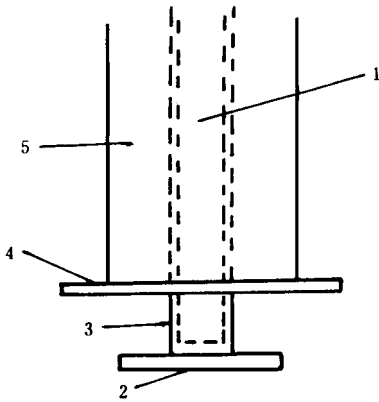


图 A2 电磁铁图

1—轴心；2—铜盘；3—轴套；  
4—线圈底盘；5—电磁铁圈

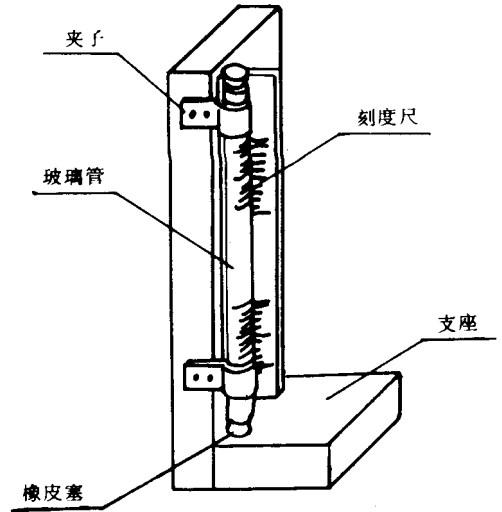


图 A3 用酒精沉淀法测量磁粉粒度的装置图

## 附录 B

### 磁悬液的配制与测定

(补充件)

#### B1 磁粉可用水或油作为分散介质。

B1.1 推荐用无味煤油作为磁粉的油分散介质。无味煤油特点是：无荧光，无味，低粘度，高闪点。油分散介质应符合下列质量指标，并有生产合格证方可使用：

运动粘度 .....  $< 5\text{cSt} (5 \times 10^{-6} \text{m}^2/\text{s})$ ；  
闪点 .....  $60^\circ\text{C}$ 。  
荧光 ..... 无。

荧光磁粉只能采用煤油作为油分散。

B1.2 用变压器油或煤油与变压器油混合液，作为非荧光磁粉的油分散介质时，要求在  $20^\circ\text{C}$  时的运动粘度不得超过  $20\text{cSt} (2 \times 10^{-5} \text{m}^2/\text{s})$ 。

B1.3 采用水分散介质时，必须在水中加润湿剂、防锈剂和消泡剂。

B1.4 非荧光磁粉水磁悬液的配制：

100# 浓乳 ..... 10g；  
亚硝酸钠 ..... 5g；  
三乙醇胺 ..... 5g；  
水 ..... 1L。  
非荧光磁粉 ..... 15~30g。

将 10 g 100# 浓乳加入到一升  $50^\circ\text{C}$  的温水中，搅拌至完全溶解，再加入亚硝酸钠 5g，三乙醇胺 5g，磁粉 15~30g，每加入一种成分后要搅拌均匀。

## B1.5 荧光磁粉水磁悬液的配制:

乳化剂(JFC) .....	5g;
亚硝酸钠 .....	15g;
消泡剂(28#) .....	0.5~1g;
荧光磁粉 .....	1~2g;
水 .....	1L。

将乳化剂(JFC)与消泡剂搅拌均匀,用少量水冲淡,加入磁粉,再加入余量水,然后加亚硝酸钠使之溶解。任何添加剂均不应影响荧光磁粉的使用性能。

## B1.6 非荧光磁粉变压器油磁悬液的配制:

变压器油 .....	1L;
非荧光磁粉 .....	15~30g。

将磁性和粒度合格的非荧光磁粉按比例称好,放入器皿中,用变压器油调成糊状,然后注入磁力探伤机油箱内,再将量好的变压器油注入油箱内,搅拌均匀即可。

## B2 磁悬液的测定

B2.1 磁悬液浓度一般采用梨形沉淀管,〔见图 B1(a)、(b)〕,以测量容积的方法测定。对于荧光磁悬液,沉淀管的刻度值应为 0.05 mL,对于非荧光磁悬液,沉淀管的刻度值应为 0.1mL。

B2.2 测量方法是,启动泵,搅拌磁悬液至少 30min,磁粉搅拌均匀后,取 100 mL 注入沉淀管中使其沉淀。煤油和水配制的磁悬液须静置 30min,变压器油配制的磁悬液静置沉淀 24h。沉淀在管底的容积即表示箱中磁悬液的浓度。一般情况下,荧光磁粉的沉淀容积值为 0.1~0.5mL,非荧光磁粉的沉淀容积值为 1.2~2.5mL 即可使用。

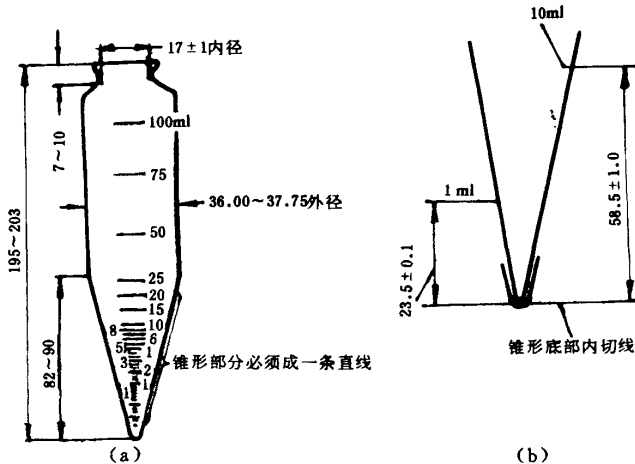


图 B1 梨形沉淀管

### 附录 C

#### 人工标准试块

(补充件)

C1 将人工标准试块(见图 C1)夹于磁粉探伤机的两极之间,通以 800A 的电流,用“湿”连续法检查。

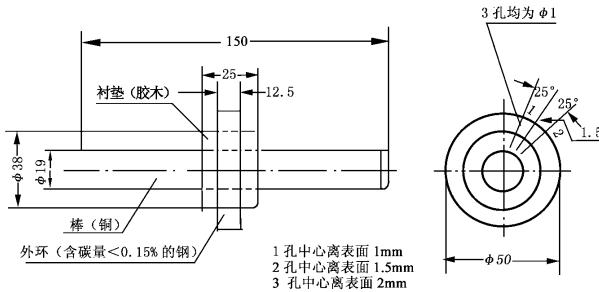


图 C1 人工标准试块示意图

C2 标准试块中,三个人工孔都应当显示清晰。三条线如果不能全部显示,说明磁悬液不合格或设备处于不正常状态。经调整使三条线全部显示清晰方可进行磁粉检验。

C3 环形试样

C3.1 环形试样(见图 C2)是评定和比较采用直流电流磁化时,“湿”磁粉(荧光磁粉和非荧光磁粉)检验方法的综合性能和灵敏度的工具。图 C2 中各孔位置及尺寸见表 C2。

C3.2 试样应由 9CrWMn 工具钢的退火圆坯制成。

C3.3 用环形试样测试磁粉检验系统的综合性能和灵敏度时,可使用直流电通过直径为 30mm 的中心导体对环形试样作周向磁化,与此同时将磁悬液施加于宽度为  $22.22 \pm 0.07$ mm 的环形试样圆周上。

C3.4 环形试样外缘上所显示的磁痕数量表示所使用的检验系统的相对灵敏度。如果不能检验出规定的磁痕数量(见表 C1),则必须按要求对磁粉、磁悬液、磁化方法或磁化设备等进行校对。

表 C1 环形试样上应显示的磁痕数

磁悬液类型	磁化电流(直流),A	应显示的最少近表面孔磁痕数,个
荧光或非荧光	1 400	3
	2 500	5
	3 400	6

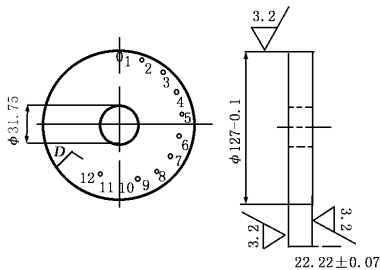


图 C2 环形标准试块示意图

表 C2 环形试样上各孔位置和尺寸

孔号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
直径 D	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75	1.75
位置	1.73	3.5	5.3	7.1	8.9	10.6	12.4	14.2	16.0	17.8	19.5	21.3

注:①一般尺寸公差均为  $\pm 0.5$ mm。

②所有孔均用 1.75mm 钻头起钻。

用铜棒作中心导体,用穿棒法磁化,通以直流电,用连续法检验,孔数应清晰显示。