



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 9444—××××/ISO 4986:1992  
代替GB/T 9444—1988

---

## 无损检测 铸钢件磁粉检测及质量分级

Non-destructive testing — Magnetic particle inspection  
and acceptable quality level of steel castings

(ISO 4986:1992, Steel castings -- Magnetic particle inspection, IDT)

(送审稿)

××××-××-××发布

××××-××-××实施

---

国家质量监督检验检疫总局 发布

## 目 次

前言.....	II
1 范围.....	1
2 磁粉检测的条件.....	1
3 检测方法.....	1
3.1 操作方式.....	1
3.2 人员资格.....	1
3.3 表面状况.....	1
3.4 检查条件.....	1
4 检测验收.....	3
4.1 缺陷迹痕.....	3
4.2 质量等级.....	3
5 检测结果评定.....	3
6 订货单.....	3
附录 A (资料性附录) 缺陷特征 迹痕类型.....	4
附录 B (资料性附录) 表面状况的等效性(指南).....	5
附录 C (资料性附录) 质量等级图例.....	6
附录 D (资料性附录) 推荐的灵敏度试片(尺寸为毫米).....	10
附录 E (资料性附录) 正方形法图例.....	13
附录 F (资料性附录) 无损检测 磁粉检测.....	14
图 D.1 A1 灵敏度试片(法国标准 NF A09-125 所规定的) <sup>[1]</sup> .....	10
图 D.2 A2 灵敏度试片(法国标准 NF A09-125 所规定的) <sup>[1]</sup> .....	11
图 D.3 A3 灵敏度试片(美国标准 ASTM E709 规定的) <sup>[2]</sup> .....	11
图 D.3 A3 灵敏度试片(美国标准 ASTM E709 规定的) <sup>[2]</sup> (续).....	12
图 E.1 对角线法.....	13
图 E.2 双矩形法.....	13
表 1 磁粉检测的质量等级.....	2

## 前 言

本标准等同采用ISO 4986:1992 《铸钢件 磁粉检测》（英文版）。

为方便使用，本标准做了下列编辑性修改：

- a) “本国际标准”一词改为“本标准”；
- b) 用小数点“.”代替作为小数点的逗号“,”；
- c) 在第2章插入GB/T 1.1—2000规定的引导语。

本标准代替GB 9444—1988《铸钢件磁粉探伤及质量评级方法》。

本标准与GB 9444—1988 相比主要变化如下：

—— 。

本标准的附录A、附录B、附录C、附录D、附录E和附录F为资料性附录。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国无损检测标准化技术委员会(SAC/TC56)归口。

本标准起草单位：沈阳铸造研究所。

本标准主要起草人：李兴捷、王子文、吴登远。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

——GB/T 9444—1988。

# 无损检测 铸钢件磁粉检测及质量分级

## 1 范围

本标准规定了经买方同意,在合同中商定有磁粉检测程序时,用于确定磁粉检测检测到的表面缺陷<sup>1)</sup>合格界限的试验方法。本标准适用于无论何种铸造方法生产的全部磁性铸钢件。

如果一种钢磁场强度为2.4kA/m时,磁感应强度大于1T,则应认为是可磁化的。

注:应予指出的是:象所有无损检测一样,磁粉检测构成总的评定或特殊评定的一部分,须在合同中明确规定。

## 2 磁粉检测的条件

本标准仅适用于检测铸件的各个局部及一定百分率的铸件。在给供方的询价单尤其是订货单中应清楚地说明检测条件,并为供方所接受。

生产阶段进行磁粉检测应由双方协议予以明确的规定。

铸件上需检测的每个部位应标明如下:

——质量等级(见表1);

——缺陷迹痕的类型(线型迹痕或非线型迹痕)(见附录A)。

缺陷迹痕的类型和质量等级可因铸件被检测部位而异(关于表面状况,见3.3)。

除非另有规定,质量等级既适用于线型或点线型迹痕,又适用于非线型迹痕(簇状)。

如果检测所获得的缺陷迹痕的质量等级低于或等于选自表1的质量等级且符合第5章的规定,就认为检测是合格的。

否则,铸造厂有责任采取经买方同意的办法,使铸件符合前述规范要求。

一般情况下,只要在铸件中任何一块面积为 $105\text{mm} \times 148\text{mm}^2$ 的区域不含有超过所规定的质量等级缺陷,对铸件中合格缺陷的程度和范围就不再有别的限定。

## 3 检测方法

### 3.1 操作方式

附录F阐述了磁粉检测的一般规则。

### 3.2 人员资格

检测应由在技术上能胜任的操作人员进行并评定检测结果,其资格应在询价或订货单时由双方一致认可。

### 3.3 表面状况

被检表面应清洁,无油、脂、砂、锈及任何会影响对磁粉迹痕正确评定的其他状况。被检表面须经喷砂或喷丸(圆形或角形丸)、磨削或切削,与所要求的质量等级相匹配。

当使用非荧光检测介质时,检测介质的颜色应与被检表面的底色有足够的反差。也可通过采用彩色颜料检测介质或被检表面覆一层反差增强剂来达到这一要求。

铸件各被检区域的表面状况要求,应在询价或订货时列入协议内容(见附录B)。

### 3.4 检查条件

本检测应凭肉眼或在不超过放大3倍下进行磁痕观察(见表1)。

<sup>1)</sup> 表面缺陷指的是金属中露出表面或非常接近表面的缺陷,其结果使磁桥变窄。

<sup>2)</sup> ISO A6 样式。

表1 磁粉检测的质量等级

本表将最大面积 (mm<sup>2</sup>)和最大长度(mm)限定在ISO A6-105mm × 148mm 评定框内。

质量等级		001	01	1	2	3	4	5					
迹痕观察手段		放大镜或肉眼 <sup>1)</sup>		肉眼	肉眼	肉眼	肉眼	肉眼					
放大倍数		3		1	1	1	1	1					
应考虑的最小迹痕长度(mm)		0.3		1.5	2	3	5	10					
非线型簇状迹痕(SM) <sup>2)</sup>	总面积mm <sup>2</sup>	-	-	10	35	70	200	500					
	单个迹痕长度(mm)	1	1	2 <sup>3)</sup>	4 <sup>3)</sup>	6 <sup>3)</sup>	10 <sup>3)</sup>	16 <sup>3)</sup>					
线型迹痕(LM) <sup>4)</sup> 或点线型迹痕(AM) <sup>5)</sup>	迹痕类型	单个的或累加的	单个的或累加的	单个的	累加的	单个的	累加的	单个的	累加的	单个的	累加的	单个的	累加的
	壁厚 16mm	0	1	2	4	4	6	6	10	10	18	18	25
	壁厚 16mm<50mm	0	1	3	6	6	12	9	18	18	27	27	40
	壁厚 >50mm	0	2	5	10	10	20	15	30	30	45	45	70
应用实例		航空航天制造： -熔模铸件； -特殊应用		根据表面和用途的其它铸件									
<p>1) 允许采用带目镜测微尺的放大仪。</p> <p>2) 非线型迹痕(SM)：L&lt;3b，式中L是较大迹痕的长度，b是较大迹痕的宽度。</p> <p>3) 允许有不超过2个表中规定长度的迹痕。</p> <p>4) 线型迹痕(LM)：L ≤ 3b。</p> <p>5) 点线型迹痕(AM)：含有至少三条由最大为2mm的间隙隔离的线型或非线型迹痕。</p>													

## 4 检测验收

### 4.1 缺陷迹痕

磁粉检测是一种无损检测方法，可检测到直接目测发现不了的表面缺陷。缺陷的迹痕分为线型<sup>3)</sup>或点线型<sup>4)</sup>，或非线型(簇状)。附录A中所列出的缺陷可以与不同的磁粉磁痕相对应。

缺陷的检测与铸件中的磁通方向有关，因此，除非另有规定，必须控制在两个大致垂直的方向上进行，以保证缺陷走向至少在一个方向上削弱磁通。

### 4.2 质量等级

根据表1，质量等级定为7个等级。对应所要求的质量等级，磁粉检测必须在光洁度符合规定的表面上进行(见附录B)：

- 精密；
- 光滑；
- 粗糙。

线型或点线型磁痕的最大允许长度随铸件截面厚度而变化。规定了三个厚度级别：

- 16mm；
- 16mm < 50mm；
- >50mm。

表1给出了最小长度，相应等级中短于该长度的迹痕不予考虑。

附录C给出了按1:1比例绘制的线型和非线型迹痕的图例。这些图例是按附录F规定的程序和表1的规定制作的。

## 5 检测结果评定

为了对铸件的磁粉检测显示的缺陷迹痕分级，必须将105mm × 148mm评定框放置在评定迹痕最严重的部位。如果被评定的迹痕小于或等于订货单中规定的质量等级，则认为检测合格。

当它们呈现相同的非线型簇状迹痕，或长度相同、形貌相似的线型迹痕时，就评定为迹痕相等。

规定迹痕类型仅起指导作用，并且，按表1的质量等级进行分级的依据是缺陷的长度。

在计算累加长度时，应把点线型迹痕和非点线型迹痕都考虑在内。

## 6 订货单

询价和订货单应规定下列要点：

- a) 铸件被检区域和百分比(见第2章)；
- b) 生产阶段检测，需有关双方达成协议(见第2章)；
- c) 检测区域的表面状况(见3.3)；
- d) 铸件各区域的缺陷迹痕的类型及质量等级(见第2章及4.2)；
- e) 操作人员资格(见3.2)；
- f) 是否沿互相垂直的方向进行检测，如否，应申明(见4.1)；
- g) 检测完毕后，铸件是否要退磁(见F.6.7)。

<sup>3)</sup> 最大尺寸L(长度)至少为最小尺寸b(宽度)的3倍(L = 3b)，见表1。

<sup>4)</sup> 见表1注5。

附 录 A  
(资料性附录)  
缺陷特征 迹痕类型

缺陷特征	代号	磁力线在最佳方向通过获得的迹痕	类型	定义
气孔 点蚀坑	A	非线性簇状	SM	$L < 3b$
		点线型	AM	$d < 2$
砂眼 夹杂物	B	非线性簇状	SM	$L < 3b$
		点线型	AM	$d < 2$
缩孔(松)	C	线型	LM	$L \leq 3b$
		非线性簇状	SM	$L < 3b$
		点线型	AM	$d < 2$
热裂纹	D	线型	LM	$L \leq 3b$
		点线型	AM	$d < 2$
裂纹	E	线型	LM	$L \leq 3b$
		点线型	AM	$d < 2$
芯撑	F	线型	LM	$L \leq 3b$
		非线性簇状	SM	$L < 3b$
		点线型	AM	$d < 2$
冷铁	G	线型	LM	$L \leq 3b$
		非线性簇状	SM	$L < 3b$
		点线型	AM	$d < 2$
冷隔	H	线型	LM	$L \leq 3b$
		点线型	AM	$d < 2$
L=迹痕长度； b=迹痕宽度； d=相邻俩迹痕边缘之间的距离(mm)。				

附录 B  
(资料性附录)  
表面状况的等效性(指南)

表面状况	精密						光滑				粗糙	
表面粗糙度 Ra/ $\mu\text{m}^{1)$	1.6		3.2		6.3		12.5		25		>25	
表面制备方法	精磨, 精密研磨	精密喷丸	精磨, 精密切削, 研磨	光滑喷丸, 熔模铸造	光滑磨削	光滑喷丸, 精密铸造(陶瓷型)	磨削, 光滑切削	光滑喷丸精密铸造(壳型, 陶瓷型)	磨削, 粗切削	中度喷丸, 仔细造型	粗糙制造	砂型铸造
BNIF341-02	-	-	-	-	1S2	-	2S2 3S2	1S1	4S2 5S2	2S1 3S1	1S3 2S3 5S3 6S3	4S1 5S1 6S1
ACI	-	-	-	-	-	S1S1	-	S1S3	-	S1S4	-	-
CSC(铸造表面比较样块)	-	-	-	C30	-	C40	-	C70	-	C90	-	-
SCRATA	-	-	-	-	-	-	-	A1	H1 H2	A2 A3	G2 G3	A4 C3 D3
LCA2 磨削	15	-	16	-	17	-	-18	-	-19	-	-	-
LCA3 喷丸处理	-	N7 (15)	-	N8 (16)	-	N9 (17)	-	N10 (18)	-	N11 (19)	-	-
1) 本表所指的表面粗糙度值 Ra 是由样块制造商提供的表面粗糙度值。 S1：铸态或喷丸处理状态。 S2：磨削状态。												



附录 C  
(资料性附录)  
质量等级图例

C.1 非线性型迹痕

在C.1.1至C.1.5中给出了非线性型迹痕的示意图(SM1至SM5)。

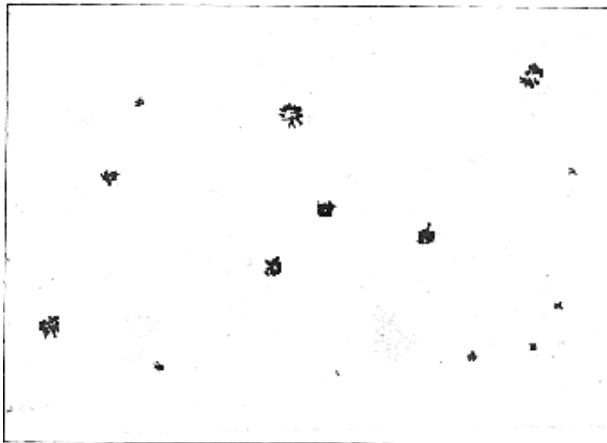
C.1.1 质量等级 SM1



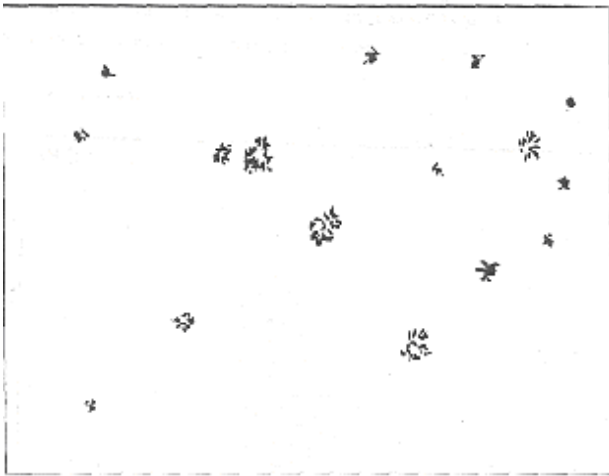
C.1.2 质量等级SM2



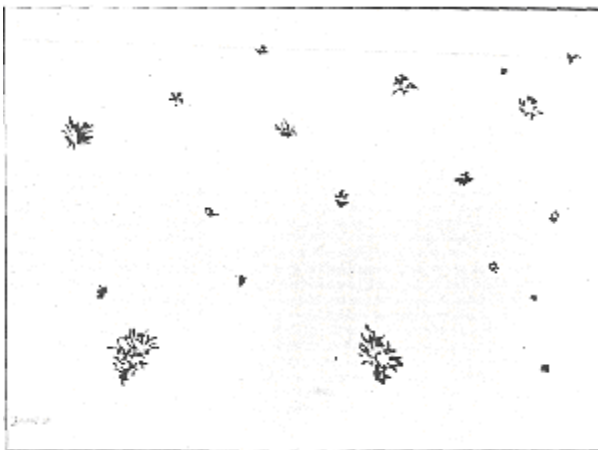
C.1.3 质量等级SM3



C.1.4 质量等级SM4



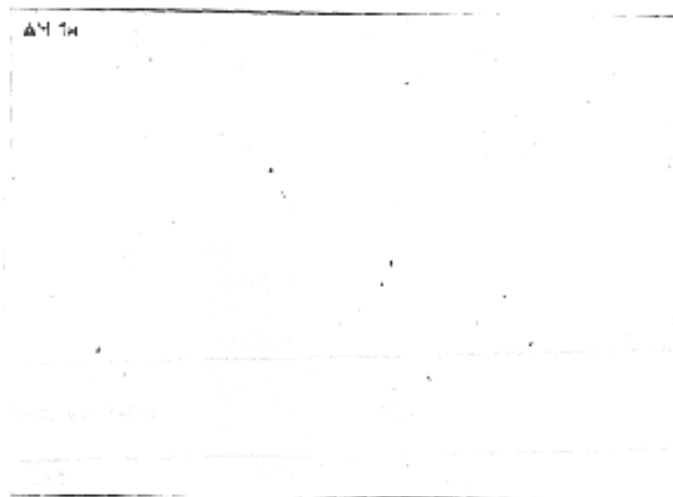
C.1.5 质量等级SM5



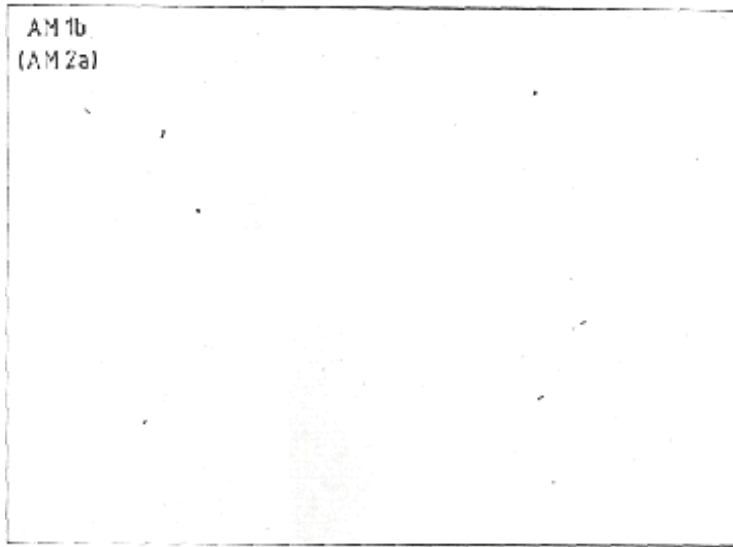
C.2 线型和点线型迹痕(用AM代表)

在C.2.1至C.2.7中给出了线型和点线型迹痕(类型A至H)的示意图。  
圆括号内的质量等级与示意图大致相符。

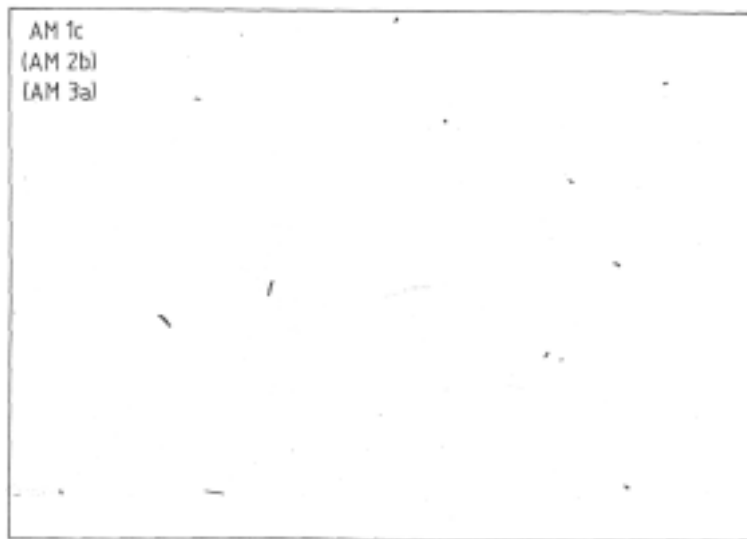
C.2.1 质量等级AM1a



C.2.2 质量等级AM1 b



C.2.3 质量等级AM1c



C.2.4 质量等级AM2c



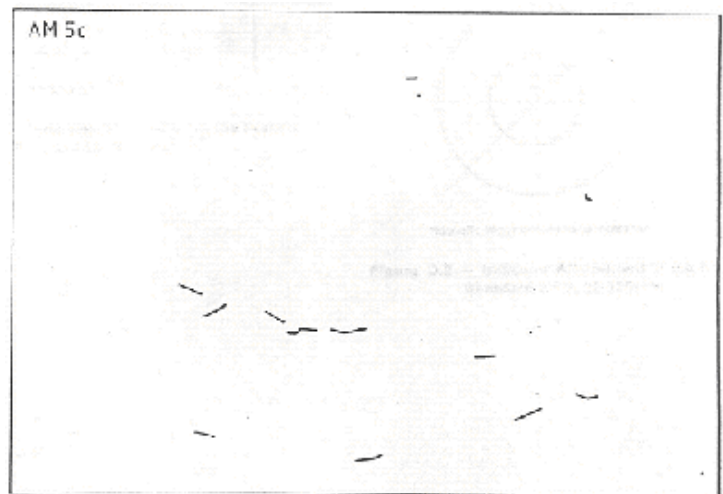
C.2.5 质量等级AM3c



C.2.6 质量等级AM4c



C.2.7 质量等级AM5c



附录 D  
(资料性附录)

推荐的灵敏度试片(尺寸为毫米)

D.1 图 D.1、图D.2 和图D.3 给出了推荐采用的灵敏度试片。但是，也可以采用A1、A2、A3 以外的其他灵敏度试片，例如Berthold 灵敏度试片。

单位为毫米

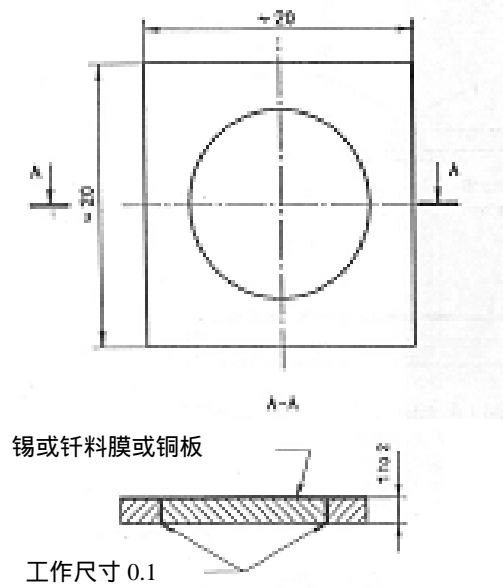
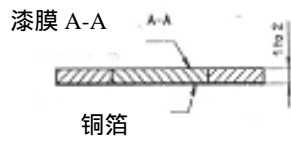
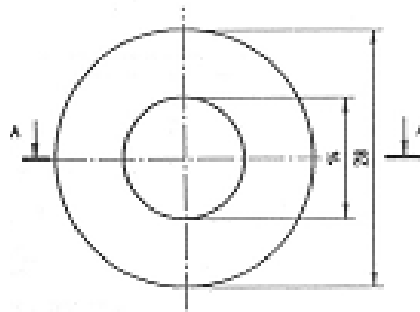
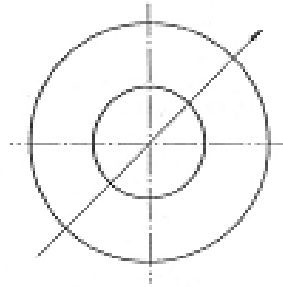


图 D.1 A1 灵敏度试片(法国标准 NF A09-125 所规定的)<sup>[1]</sup>

单位为毫米



磁力线方向



在试片上观察到的磁场图像

图 D.2 A2 灵敏度试片(法国标准 NF A09-125 所规定的)<sup>[1]</sup>

单位为毫米

在熔炉内将 8 块碳钢片焊成一体

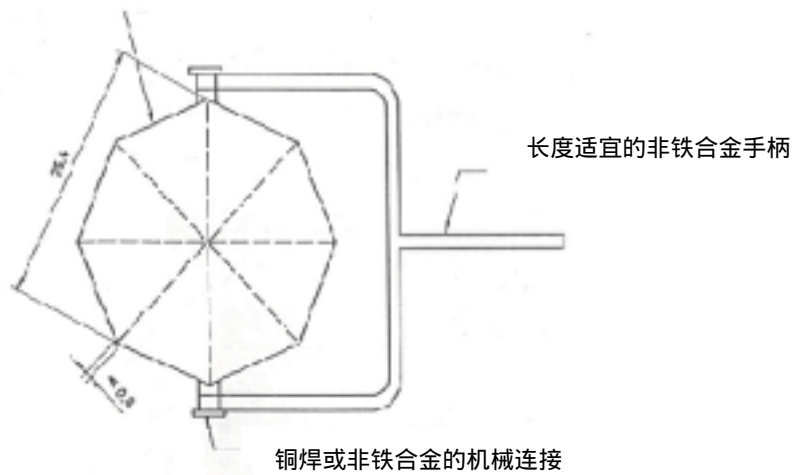


图 D.3 A3 灵敏度试片(美国标准 ASTM E709 规定的)<sup>[2]</sup>

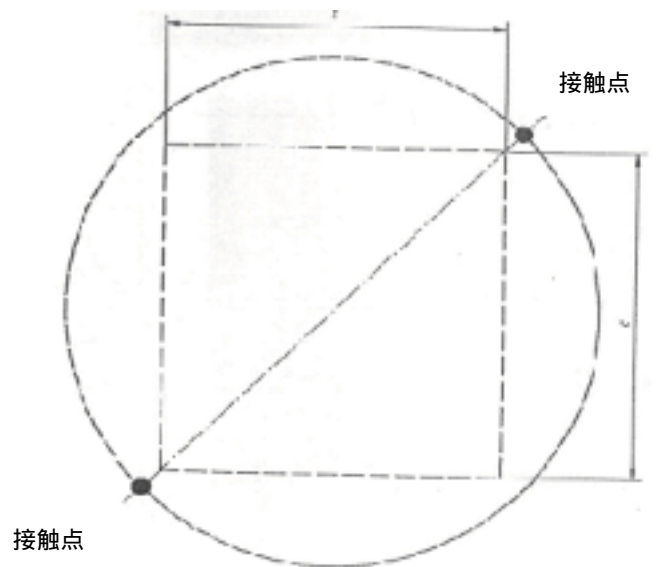


图 D.3 A3 灵敏度试片(美国标准 ASTM E709 规定的)<sup>[2]</sup> (续)

## D.2 参考文献

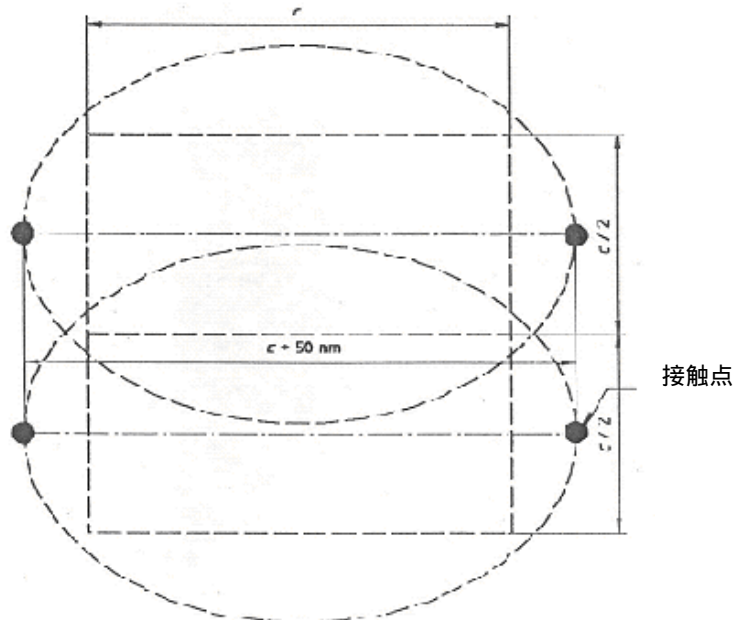
- [1] AFNOR , NF A09-125:1982 金属制品无损检测 磁粉检测总则
- [2] ASTM , E 709-80 (Reapproved 1985) 磁粉检测实施标准

附录 E  
(资料性附录)  
正方形法图例



正方形：cxc

图 E.1 对角线法



两个矩形：1/2cxc

图 E.2 双矩形法



附 录 F  
(资料性附录)  
无损检测 磁粉检测

本附录摘自GB/T 15822.1 无损检测 磁粉检测 总则 (GB/T 15822.1—2005, ISO 9934-1:2001, IDT)。

### F.1 范围

本标准涉及铁磁性铸钢件中的表面或近表面缺陷的<sup>5)</sup>的磁粉检测方法。  
如果钢磁场强度为2.4kA/m时,磁感应强度大于1T,应认为该钢具有铁磁性。  
本标准不适用于诸如奥氏体钢那样的无磁性或弱磁性材料的检测。

### F.2 安全防护措施

用磁粉检测缺陷的方法要采用电气设备,并且有可能要用到易燃材料或紫外线光源,因此,必须按各国现行的安全条例,采取防护措施。

### F.3 磁化技术——检测设备

有两种基本的磁化技术,主导的磁化技术是通磁法。

#### F.3.1 通电技术

在本技术中,使电流由铸件上的一点流向另一点来实现磁化。可采用交流电或半波整流或全波整流电流,并可在询价或订货时由双方协商一致。

#### F.3.2 通磁技术

在本技术中,用下列方法在铸件中产生磁力线:

- a) 采用一个具有磁极可调的电磁轭,将铸件置于两磁极之间,使磁力线通过铸件;
- b) 采用便携式电磁铁;
- c) 采用穿过铸件的通电导体,或环绕被检铸件的通电线圈。

#### F.3.3 检测设备

用于提供磁化电流或磁力线的设备有:

- a) 固定的,被检测的铸件置于其上,这些设备一般使磁力线和电流通过铸件;
- b) 可移动的
  - 带有通电流的触头;
  - 带有通磁力线的磁极;

### F.4 用于磁粉检测的介质

可以用下列介质获得磁痕。

所采用的介质类型可在询价或订货时由双方商定:

- 低于 350<sup>0</sup>C 时稳定的干磁粉(用于常态及较高温度时的磁粉检测);
- 具有彩色颜料的干磁粉;
- 悬浮在水基或烃基液体中的磁粉;
- 悬浮在水基或烃基液体中的荧光磁粉。

注:后三种介质仅用于室温。

<sup>5)</sup> “表面缺陷”指的是金属中露出表面或非常接近表面,因而使磁桥变窄的缺陷。

对于水基悬浮液，液体中应含有防锈剂和表面活性剂。

在任何情况下，当磁粉以指定的方式使用时，其尺寸、形状和颜色应保证有适宜的灵敏度和反差。

## F.5 仪器和介质的校验

### F.5.1 电源的校验

用安培计校验设备给出的电流值时，应使用分流器和经过校正的仪器(交流电为有效值，半波或全波整流电流为平均值)。

设备校验应每6个月进行一次。电流值的变化范围应不超过指标的 $\pm 10\%$ 。

### F.5.2 磁粉质量的校验

#### F.5.2.1 干粉

干粉能全部被磁铁吸引，才算校验合格。

#### F.5.2.2 液体

校验该介质的浓度。使样品在晃动后自然沉降，收取沉淀物并对其进行清洗、干燥和称重，并校验其是否全部被磁铁吸引。也可对样品进行倾倒，分离出沉淀物。

注：对荧光介质，还要使用检测用的黑光来校验其发光质量。

## F.6 程序

### F.6.1 通电技术

检测一般应在两个互相垂直的方向上或符合订货单规定的单一方向上进行。按附录E所示，在铸件上放置一个坐标方格。如果采用接触法进行检测，则电极之间的距离必须符合对所采用的电流性质和电流值的规定，使用经双方商定的适当的控制方法，从而达到经校验的适宜的磁化强度。

作为指南，当电流为800A时，触点间的距离可大致为200mm，当电流为1200A时，触点间的距离则为250mm至300mm。上述电流，对于交流电指的是有效值，对于整流电则指的是平均值。

为了防止烧坏与电极接触的铸件，建议采取下列措施：当触头与铸件表面未完全接触时不接通电流，当电流已经断开时才取走触头。并且采用足够清洁和适宜的触头。

对于经过机械加工的光洁表面，建议采用通磁法进行检测。

还可以采用对整个铸件表面进行磁化的装置。

在任何情况下，都必须以适宜的灵敏度试片(见附录D)或通过测定切向磁场来校验磁化强度是否合适。对于绝大多数磁性材料来说，用2~4KA/m的切向磁场即可获得合适的磁化强度。

### F.6.2 通磁技术

可在F.3.2定义的方法中选用一种。在任何情况下，都必须用适宜的灵敏度试片(见附录D)或通过测定切向磁场来校验磁化强度是否合适。

### F.6.3 磁粉的施加

可在磁化过程中用喷雾(对于磁悬液)或洒粉(对于干粉)的方法进行磁粉的施加操作，在所检查的面积上形成一层均匀的磁粒薄膜。悬浮在液体中的磁粉在使用前须充分搅拌。

在某些特殊情况下，如用整流电流、直流电流或通磁磁化后，材料仍有残余磁化强度(具有高矫顽磁力的硬磁性材料)，通过协议允许在磁化后施加磁粉。

在通电过程中施加磁悬液的时间约3s左右，然后在磁悬液疏散的过程中继续通电1s，以使磁痕稳定。

### F.6.4 重复试验

已经用一种磁粉施加过的表面，不能接着施加另一种悬浮在不同液体中的磁粉，除非该件已经彻底清洗过。特别是残余物可以与荧光磁粉反应，使荧光磁粉部分或完全失去荧光。

### F.6.5 表面的检查

为了能满意地评价显示在检测表面上的迹痕，被检查的区域应有适当的照明。

检查应在适当的照明条件下用肉眼进行。在日光下的最小照度为500lx。在黑光下，UV(紫外)灯或UV灯组应提供最小辐射照度为 $8\text{W/m}^2$  ( $800\mu\text{W/cm}^2$ )。

#### F.6.6 检测结果评定

由于本检测所显示的迹痕并不一定完全与附录A中所定义的缺陷相符，因此在评定检测结果时应十分谨慎。对可疑的迹痕应仔细检查，如需证实，则应清洗试验表面并用更长的磁化时间和喷洒磁粉时间来重做检测。如果仍有疑点，需要用其它检测方法查证异常的性质。

判断某些铁磁性钢的检测结果是困难的，例如，在焊接后钢表现出不均匀的磁性(残余奥氏体)。

#### F.6.7 退磁处理

某些情况下，必须对铸件进行退磁处理。

在铸件必须没有任何可知的残余磁性及铸件具有高的力学性能(具有较大的矫顽磁力)的情况下，在用通电流法(或通磁法)磁化后，应立即专门进行退磁处理。

#### F.6.8 检测后的清洗

只有残留的检测介质会影响后续处理或使用要求时，才需要清洗。

#### F.6.9 检测报告

如需提交检测报告，该报告应包括下列资料：

- a) 检测依据；
  - b) 检测日期；
  - c) 操作人员资格及签名；
  - d) 磁粉检测所达到的操作条件，所用产品及制造厂名称；
  - e) 表面状况；
  - f) 明显迹痕的位置及描述(附结果略图)，以及评定结果。
-