

ICS 23.080

J 71

JB

中华人民共和国机械行业标准

JB/T 6912—2019

代替 JB/T 6912—2008

泵产品零件无损检测 磁粉检测

Non-destructive testing for parts of pump—Magnetic particle testing

2019-12-24 发布

2020-10-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 检测人员	1
4.1 资格要求	1
4.2 防护要求	1
5 检测时机	1
6 检测设备	1
6.1 要求	1
6.2 辅助设备	2
6.3 磁粉要求	2
6.4 工件表面准备	2
7 磁化	2
7.1 方法	2
7.2 通电方式	4
7.3 规范	4
8 施加磁粉	8
8.1 施加时间	8
8.2 干粉法	8
8.3 湿粉法	8
9 退磁	8
9.1 要求	8
9.2 交流退磁法	8
9.3 直流退磁法	8
10 磁痕的评定	8
10.1 要求	8
10.2 区域划分	9
11 复检	10
12 质量等级评定	10
12.1 不合格缺陷	10
12.2 线性缺陷磁痕分级	10
12.3 圆形缺陷磁痕分级	10
13 检测报告	11

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 JB/T 6912—2008《泵产品零件无损检测 磁粉探伤》，与 JB/T 6912—2008 相比主要技术变化如下：

- 将紫外线灯修改为黑光灯，并增加了相关内容（见 6.1.3，2008 年版的 6.3）；
- 将退磁装置应能保证工件退磁后的表面磁场强度由“小于 160 A/m”改为“小于 240 A/m”（见 6.1.4，2008 年版的 6.4）；
- 增加了检测设备永久性磁轭，将交流电磁轭提升力修改为 45 N（见 6.1.5，2008 年版的 6.5）；
- 将紫外线灯强度计修改为黑光辐照度计（见 6.2.2，2008 年版的 6.7）；
- 修改了对磁粉要求的部分内容（见 6.3，2008 版的第 7 章）；
- 明确了被检工件的表面粗糙度 Ra 应不大于 25 μm （见 6.4.1，2008 年版的 8.1）；
- 增加了反差增强剂的使用规定（见 6.4.5）；
- 增加了对退磁方法要求，退磁方法分为交流退磁法和直流退磁法（见 9.1.1，2008 年版的 12.1）；
- 增加了对不退磁情况的要求（见 9.1.2，2008 年版的 12.2）。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国泵标准化技术委员会（SAC/TC 211）归口。

本标准起草单位：合肥通用机械研究院有限公司、浙江大农实业股份有限公司、庐江县新宏高压往复泵阀厂、宁波合力机泵股份有限公司、合肥通用环境控制技术有限责任公司。

本标准主要起草人：范宇、程华云、王洪仁、周先勤、刘程远、韩彩红、曲玉栋、左胜红、刘和平。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- JB/T 6912—2003、JB/T 6912—2008。

泵产品零件无损检测 磁粉检测

1 范围

本标准规定了泵产品零件的干、湿磁粉（包括荧光和非荧光）检测方法及其质量等级评定。本标准适用于检查铁磁性材料制造的泵产品零件（以下简称工件）的表面及近表面缺陷。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 5097 无损检测 渗透检测和磁粉检测 观察条件

GB/T 11533 标准对数视力表

GB/T 12604.5 无损检测 术语 磁粉检测

JB/T 8290 无损检测仪器 磁粉探伤机

3 术语和定义

GB/T 12604.5 界定的术语和定义适用于本文件。

4 检测人员

4.1 资格要求

检测人员应经有关部门考核合格后方可上岗操作。签发检测报告者应持有至少为Ⅱ级的磁粉检测资格证书。

按照 GB/T 11533 检查，色盲、近距离矫正视力在 1.0 以下者，不应参加磁粉检测评定。

4.2 防护要求

检测人员应配备防护用品，并按有关规程操作。

5 检测时机

检测应在工件最终热处理并精加工之后进行（用户另有要求除外）。

6 检测设备

6.1 要求

6.1.1 磁粉检测设备应符合 JB/T 8290 的要求。

6.1.2 当采用剩磁法检测时，交流磁粉探伤机应配备断电相位控制器。

6.1.3 当采用荧光法检测时,所使用的黑光灯在工件表面的紫外线强度应不低于 $1\,000\ \mu\text{W}/\text{cm}^2$,黑光灯的紫外线波长应为 $315\ \text{nm}\sim 400\ \text{nm}$,峰值波长约为 $365\ \text{nm}$,黑光源应符合 GB/T 5097 的规定。

6.1.4 退磁装置应能保证工件退磁后表面磁场强度小于 $240\ \text{A}/\text{m}$ 。

6.1.5 为保证磁粉检测设备的可靠性,应进行下列校验:

- a) 安培表在正常情况下,每年至少校验一次;
- b) 当电磁轭极间距为 $50\ \text{mm}\sim 200\ \text{mm}$ 时,交流电磁轭至少应有 $45\ \text{N}$ 的提升力,直流电磁轭或永久性磁轭至少应有 $177\ \text{N}$ 的提升力;
- c) 黑光灯的辐照度应按 GB/T 5097 的要求,每年进行一次测定。

6.2 辅助设备

6.2.1 为保证磁粉检测工作的顺利进行,应备有下列辅助设备:

- a) 磁场指示器、 A_1 型灵敏度试片、C 型灵敏度试片;
- b) 磁悬液浓度测定管;
- c) 2 倍~10 倍放大镜。

6.2.2 当采用荧光磁粉检测时,还应备有下列辅助设备:磁场强度计、光照度计、黑光灯、黑光辐照度计。

6.3 磁粉要求

6.3.1 磁粉粒度应均匀。湿粉法用磁粉的平均粒度为 $2\ \mu\text{m}\sim 10\ \mu\text{m}$,最大粒度应不大于 $45\ \mu\text{m}$;干粉法用磁粉的平均粒度不大于 $90\ \mu\text{m}$,最大粒度应不大于 $180\ \mu\text{m}$ 。

6.3.2 非荧光磁粉的颜色与被检工件表面相比应有较高的对比度。

6.3.3 湿粉法应用煤油或水作为分散媒介。若以水为媒介,应加入适当的防锈剂和表面活性剂。油基载体的运动黏度在 $38\ ^\circ\text{C}$ 时应小于或等于 $3.0\ \text{mm}^2/\text{s}$,最低使用温度下应小于或等于 $5.0\ \text{mm}^2/\text{s}$,闪点应不低于 $94\ ^\circ\text{C}$,且油基载体应无荧光、无活性和无异味。

6.3.4 磁悬液浓度应根据磁粉种类、粒度以及施加方法、时间来确定。新配制的非荧光磁粉浓度为 $10.0\ \text{g}/\text{L}\sim 25.0\ \text{g}/\text{L}$,荧光磁粉浓度为 $1.0\ \text{g}/\text{L}\sim 3.0\ \text{g}/\text{L}$ 。

6.3.5 磁悬液循环使用时,应定期对磁悬液浓度进行测定。每 $100.0\ \text{mL}$ 磁悬液中,非荧光磁粉沉淀体积为 $1.2\ \text{mL}\sim 2.4\ \text{mL}$,荧光磁粉沉淀体积为 $0.1\ \text{mL}\sim 0.4\ \text{mL}$ 。测定前应通过循环系统对磁悬液进行不少于 $30\ \text{min}$ 的充分搅拌。

6.4 工件表面准备

6.4.1 被检工件的表面粗糙度 R_a 应不大于 $25\ \mu\text{m}$ 。

6.4.2 被检工件表面不应有油脂、污垢或其他可黏附磁粉的物质。

6.4.3 被检工件的油孔及其他孔隙难于在检测后清除磁粉时,应在检测前用无害物质堵塞。

6.4.4 采用轴向通电法和触头法磁化时,为防止电弧烧伤工件表面和提高工件导电性能,应将工件和电极的接触部位清理干净,必要时应在电极上安装接触垫。

6.4.5 为增强对比度,经标准试片验证后,可以使用反差增强剂。

7 磁化

7.1 方法

7.1.1 检测与工件轴线方向垂直或夹角大于或等于 45° 的缺陷时,应使用纵向磁化。纵向磁化可用下列方法获得:

- a) 线圈法 (见图 1);
- b) 磁轭法 (见图 2)。

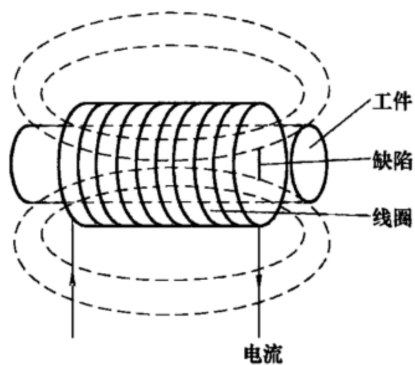


图 1

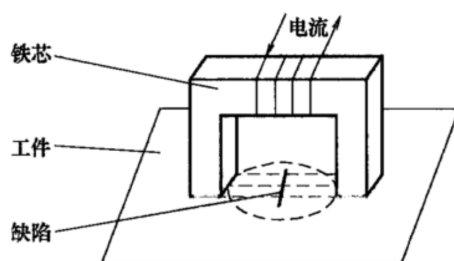


图 2

7.1.2 检测与工件轴线方向平行或夹角小于 45° 的缺陷时, 应使用周向磁化。周向磁化可用下列方法获得:

- a) 轴向通电法 (见图 3);
- b) 中心导体法 (见图 4);
- c) 触头法 (见图 5)。

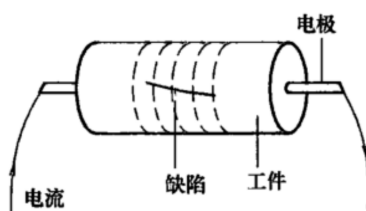


图 3

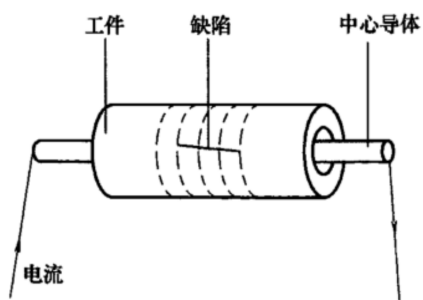


图 4

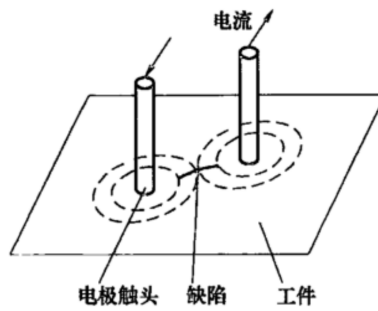


图 5

7.2 通电方式

7.2.1 工件磁化通电方式分为连续法和剩磁法。

7.2.2 采用连续法时，磁粉或磁悬液应在通电时间内施加完毕，通电时间为 1.00 s~3.00 s。为确保磁化效果应至少反复磁化两次，停施磁悬液至少 1 s 后才能停止磁化。

7.2.3 采用剩磁法时，磁粉或磁悬液应在通电结束后再施加，通电时间为 0.25 s~1.00 s。当采用冲击电流时，通电时间应在 0.01 s 以上且至少反复磁化三次。

7.2.4 采用交流磁化法时，应配备断电相位控制器以确保工件的磁化效果。

7.2.5 被检工件的每一被检区域至少应进行两次独立的检测，两次检测的磁力线方向相互应大致垂直。条件允许时，可使用旋转磁场或交直流复合磁化方法。

7.3 规范

7.3.1 灵敏度试片法

7.3.1.1 A₁ 型灵敏度试片仅适用于连续法，用于测定被检工件表面有效磁场强度和方向、有效探测区以及磁化方法是否正确。磁化电流应能使灵敏度试片上展现出清晰的磁痕。

7.3.1.2 A₁ 型灵敏度试片的灵敏度分高、中、低三档，其几何尺寸如图 6 所示，型号及槽深见表 1。

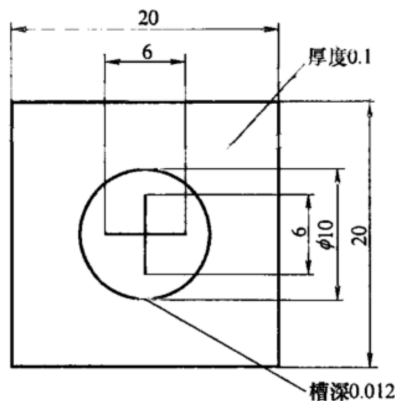


图 6

表 1

型号	相对槽深 (人工槽深度与灵敏度试片厚度的比值)	灵敏度	材质
A ₁ -15/100	15/100	高	超高纯低碳纯铁 [w(C) < 0.03%, 磁场强度 H ₀ < 80 A/m, 经退火处理]
A ₁ -30/100	30/100	中	
A ₁ -60/100	60/100	低	

7.3.1.3 当检测狭小部位, A₁型灵敏度试片使用不便时, 可采用 C 型灵敏度试片。C 型灵敏度试片的几何尺寸如图 7 所示, 型号及槽深见表 2。

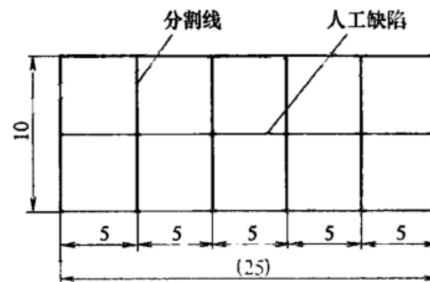


图 7

表 2

型号	厚度 μm	人工缺陷深度 μm	材质
C	50	8 ± 1	超高纯低碳纯铁 [w(C) < 0.03%, 磁场强度 H ₀ < 80 A/m, 经退火处理]

7.3.1.4 磁场指示器是一种用于被检工件表面磁场方向、有效探测区以及磁化方法是否正确的粗略校检工具, 但不能进行磁场强度及其分布的定量指示。其几何尺寸如图 8 所示。

7.3.1.5 灵敏度试片应按以下方法使用:

- a) 使用 A₁型或 C 型灵敏度试片时, 应将灵敏度试片无人工缺陷的面朝外。为使灵敏度试片与被检面接触良好, 可用透明胶带将其平整粘贴在被检面上, 并注意胶带不应覆盖灵敏度试片上的人工缺陷。测试时, 应使用连续磁化法。
- b) 使用磁场指示器时, 应在用连续法对工件磁化的同时, 将其平放在被检面上, 并对其表面施加磁悬液, 以工件表面是否出现“×”形磁痕来判定工件磁化适当与否。

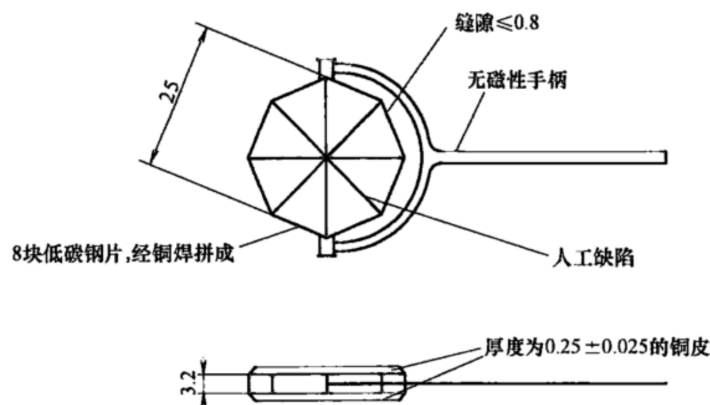


图 8

7.3.2 轴向通电法和中心导体法

7.3.2.1 采用轴向通电法和中心导体法磁化时，磁化电流分别按公式（1）、公式（2）、公式（3）计算。

a) 直流电（整流电）连续法：

$$I = (12 \sim 20) D \dots\dots\dots (1)$$

式中：

I ——磁化电流，单位为安（A）；

D ——工件直径或横截面上最大尺寸，单位为毫米（mm）。

b) 直流电（整流电）剩磁法：

$$I = (25 \sim 45) D \dots\dots\dots (2)$$

c) 交流电连续法：

$$I = (6 \sim 10) D \dots\dots\dots (3)$$

7.3.2.2 空心或有孔零件内表面的磁化应尽量采用中心导体法。中心导体的材料以铜质为优，中心导体的直径不应小于工件内孔直径的 10%。中心导体法检测外表面时应使用直流电或整流电。

7.3.3 触头法

7.3.3.1 当采用触头法局部磁化大工件时，磁化电流见表 3。

表 3

材料厚度 T mm	磁化电流 I A
<20	(3~4) 倍触头间距 (mm)
≥20	(4~5) 倍触头间距 (mm)

7.3.3.2 采用触头法时，电极间距应控制在 75 mm~200 mm，电极与工件之间的接触应保持良好的，以免烧伤工件。

7.3.4 偏心导体法

7.3.4.1 偏心放置的芯棒导体与工件内表面间距应为 10 mm~15 mm。每次有效检测区为 $4d$ (d 为芯棒导体直径)，且应有一定的重叠区，重叠区长度应小于 $0.4d$ ，如图 9 所示。

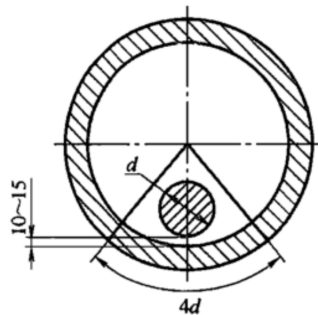


图 9

7.3.4.2 芯棒导体直径为 50 mm 时的磁化电流见表 4。当壁厚大于 15 mm 时，厚度每增加 3 mm，磁化电流增加 250 A；当中心导体直径比规定增大或减小 12.5 mm 时，磁化电流应相应增加或减小 250 A。

表 4

壁厚 T mm	磁化电流 I A
≤ 6	1 000
$>6\sim 9$	1 250
$>9\sim 12$	1 500
$>12\sim 15$	1 750

7.3.5 磁轭法

7.3.5.1 采用磁轭磁化工件时，其磁化电流应根据灵敏度试片或提升试验来确定。

7.3.5.2 磁轭的磁极间距为 50 mm~200 mm，检测的有效区域为两磁极连线两侧各 50 mm 的范围内。磁化区域每次应有 15 mm 的重叠。

7.3.6 线圈法

7.3.6.1 当采用低充填因数线圈对工件进行纵向磁化时，工件的直径（或相当于直径的横向尺寸）应不大于固定环状线圈内径的 10%。工件可偏心或正中放置在线圈中，其线圈的磁化电流按以下规定计算：

a) 偏心放置时，线圈的磁化电流按公式（4）计算。

$$I = \frac{45\,000}{N \left(\frac{L}{D} \right)} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

I ——磁化电流，单位为安（A）；

N ——线圈匝数；

L ——工件长度，单位为毫米（mm）；

D ——工件直径或横截面上最大尺寸，单位为毫米（mm）。

b) 正中放置时，线圈的磁化电流按公式（5）计算。

$$I = \frac{1690R}{N \left[6 \left(\frac{L}{D} \right) - 5 \right]} \dots\dots\dots (5)$$

式中：

R ——线圈半径，单位为毫米（mm）。

7.3.6.2 对于不适宜用固定线圈检测的大型工件，可采用电缆缠绕式线圈进行检测。磁化时，按公式（6）计算磁化电流。

$$I = \frac{35\,000}{N \left[6 \left(\frac{L}{D} \right) + 2 \right]} \dots\dots\dots (6)$$

7.3.6.3 公式（4）~公式（6）不适用于长径比（ L/D ）小于 3 的工件。对于长径比（ L/D ）小于 3 的工件，若使用线圈时，可利用磁极加长块来提高长径比的有效值或采用灵敏度试片实测来决定 I 。对于长径比（ L/D ） ≥ 10 的工件，式中长径比（ L/D ）取 10。

7.3.6.4 线圈法的有效磁化区为线圈及线圈端部外 50%线圈直径的范围内。

7.3.6.5 当被检工件过长时，应分段磁化，且应有一定的重叠区。重叠区应不小于分段检测长度的 10%。

8 施加磁粉

8.1 施加时间

工件被磁化后,可按 8.2 或 8.3 施加磁粉。

8.2 干粉法

在干粉法中,可用手动或电动喷粉器以及其他合适的工具施加磁粉。磁粉应均匀地撒在工件被检面上,磁粉应适量,以免掩盖缺陷磁痕。吹去多余磁粉时不应干扰缺陷磁痕。

8.3 湿粉法

8.3.1 采用湿粉法时,应确认整个检测面能被磁悬液良好地湿润后,再施加磁悬液。

8.3.2 磁悬液的施加可采用喷、浇、浸等方法,不应采用刷涂法。但无论采用哪种方法,均不应使检测面上磁悬液的流速过快。

9 退磁

9.1 要求

9.1.1 检测完毕后一般应退磁,退磁方法分为交流退磁法和直流退磁法。

9.1.2 无特殊要求的周向磁化的零件,以及检测后须进行热处理的零件(且热处理的温度达到居里点以上的)可不退磁。

9.1.3 退磁一般是将工件放入等于或大于磁化工件的磁场中,然后不断改变磁场方向,同时逐渐减小磁场强度至零。

9.1.4 大型工件使用交流电磁轭进行局部退磁或采用缠绕电缆线圈分段退磁。

9.1.5 工件的退磁效果一般用剩磁检查仪或磁场强度计测定。

9.2 交流退磁法

采用交流退磁法退磁时,将应退磁的工件从通电的磁化线圈中缓慢抽出,直至工件离开线圈 1 m 以上时再切断电流;或将工件放入通电的磁化线圈后,将线圈中的电流逐渐减小至零。

9.3 直流退磁法

采用直流退磁法退磁时,将应退磁的工件置于直流电磁场中,不断改变电流方向,并逐渐减小电流至零。

10 磁痕的评定

10.1 要求

10.1.1 除能确切认定磁痕是由工件材料局部磁性不均或操作不当造成的外,其他磁痕显示均应作为缺陷磁痕处理。

10.1.2 长度与宽度比大于 3 的缺陷磁痕,按线性缺陷处理;长度与宽度比小于或等于 3 的缺陷磁痕,按圆形缺陷处理。

10.1.3 与工件轴线或素线的夹角大于或等于 30° 的缺陷磁痕,按横向缺陷处理,其他按纵向缺陷处理。

10.1.4 缺陷磁痕在同一连线上且间距小于或等于 2.0 mm 时,按一条缺陷处理,其长度为两缺陷之和

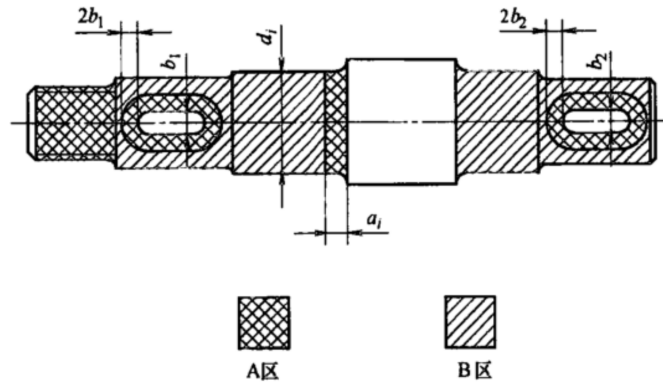
加间距。

10.1.5 长度小于 1.0 mm 的非裂纹类纵向缺陷磁痕和长度小于 0.5 mm 的非裂纹类横向缺陷磁痕，评定时不计。

10.2 区域划分

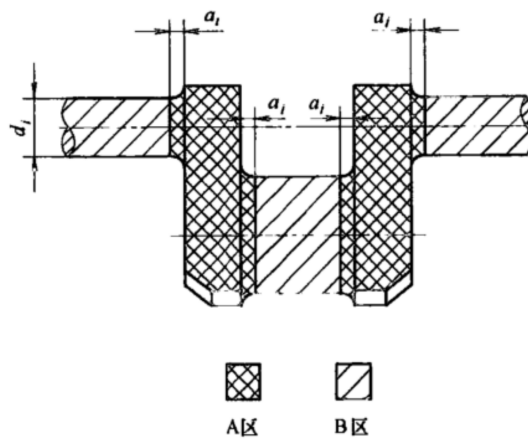
10.2.1 按工件各部位受力状况不同可将工件表面划分成重要区域（A 区）和次重要区域（B 区）。

10.2.2 泵轴、曲轴、连杆的重要区域（A 区）和次重要区域（B 区）划分如图 10～图 12 所示。



注： $a_i = 0.1d_i$ 且 $a_i \geq 25$ ($i=1, 2, 3, \dots$)

图 10



注： $a_i = 0.1d_i$ 且 $a_i \geq 25$ ($i=1, 2, 3, \dots$)

图 11

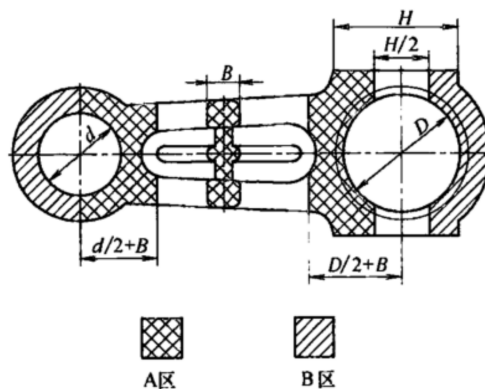


图 12

10.2.3 重要受力零部件中，凡焊缝、螺纹区、配合面、密封面、过渡圆角、键槽（油孔周围 2 倍油孔直径范围内）均为重要区域（A 区），其他为次重要区域（B 区）。

10.2.4 缺陷磁痕若处于工件的重要区域和非重要区域交界处，按重要区域计。

11 复检

有下列情况之一时，应按第 6 章~第 10 章的规定进行复验。

- a) 检测结束时，用灵敏度试片验证，发现检测灵敏度不符合要求；
- b) 检测过程中操作方法有误；
- c) 供需双方有争议或认为有其他需要；
- d) 经返修后的部位。

12 质量等级评定

12.1 不合格缺陷

以下缺陷为不合格缺陷：

- a) 裂纹或白点磁痕；
- b) 横向缺陷磁痕；
- c) 在任一直线上有不少于 3 个缺陷磁痕且边缘间距小于 10 mm。

12.2 线性缺陷磁痕分级

线性缺陷磁痕的分级见表 5。

表 5

等级	缺陷磁痕的长度 L 和数量	
	A 区	B 区
I	无任何缺陷磁痕	$L < 5 \text{ mm}$ ，且数量 ≤ 2 条
II	$L < 5 \text{ mm}$ ，且数量 ≤ 2 条	$L < 5 \text{ mm}$ ，且数量 ≤ 3 条
III	$L < 8 \text{ mm}$ ，且数量 ≤ 3 条	$L < 8 \text{ mm}$ ，且数量 ≤ 4 条
IV	$L < 10 \text{ mm}$ ，且数量 ≤ 3 条	$L < 10 \text{ mm}$ ，且数量 ≤ 4 条
V	> IV 级者	

12.3 圆形缺陷磁痕分级

12.3.1 圆形缺陷磁痕的评定应在评定区内进行，评定区为 $10 \text{ mm} \times 10 \text{ mm}$ 的正方形。评定区应选在缺陷磁痕最严重的部位。

12.3.2 评定区内参与评定的缺陷磁痕最大长径为 5 mm，大于 5 mm 者按线性缺陷磁痕计算评级。

12.3.3 圆形缺陷磁痕的分级见表 6。

表 6

等级	缺陷磁痕的长径和数量	
	A 区	B 区
I	无任何缺陷磁痕	长径 ≤ 3 mm, 且数量 ≤ 1 处
II	长径 ≤ 3 mm, 且数量 ≤ 1 处	长径 ≤ 5 mm, 且数量 ≤ 1 处
III	长径 ≤ 5 mm, 且数量 ≤ 1 处	长径 ≤ 5 mm, 且数量 ≤ 2 处
IV	长径 ≤ 5 mm, 且数量 ≤ 2 处	长径 ≤ 5 mm, 且数量 ≤ 3 处
V	>IV 级者	

13 检测报告

磁粉检测报告至少应包括以下内容:

- a) 被检工件名称、编号;
- b) 被检工件材质、热处理状态及表面状态;
- c) 检测装置的名称、型号及制造厂名称;
- d) 磁粉种类及磁悬液浓度;
- e) 施加磁粉的方法;
- f) 磁化方法;
- g) 检测灵敏度校验及灵敏度试片名称;
- h) 缺陷记录及工件图(或示意图);
- i) 检测结果及等级分类;
- j) 检测人员和责任人员签字;
- k) 检测日期。