

中华人民共和国机械行业标准

JB/T 6912—93

泵产品零件无损检测 磁粉探伤

1993-07-13 发布

1994-07-01 实施

中华人民共和国机械工业部 发布

泵产品零件无损检测 磁粉探伤

1 主题内容与适用范围

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

2 引用标准

GB 3721	磁粉探伤机
GB 5097	黑光源的间接评定方法
GB/T 12604	无损检测术语
ZB H24 006	钢铁材料的磁粉探伤方法

3 术语

本标准的术语和定义按 GB/T 12604 的规定。

4 探伤人员

- 4.1 探伤人员应经有关部门考核合格后方可上岗操作。签发探伤报告者应持有磁粉探伤至少为 II 级的资格证书。
- 4.2 色盲、近距离矫正视力在 1.0 以下者,不得参加磁粉探伤评定。
- 4.3 探伤人员应配备有防护用品,并按有关规程操作。

5 探伤时机

- 5.1 探伤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 探伤设备

- 6.1 磁粉探伤设备应符合 GB 3721 的要求。
- 6.2 当采用剩磁法检测时,交流探伤机应配备断电相位控制器。
- 6.3 当采用荧光法检测时,所使用的紫外线灯在工件表面的紫外线强度应不低于 $1000 \mu\text{W}/\text{cm}^2$,紫外线的波长应在 $0.32 \sim 0.40 \mu\text{m}$ 的范围内。
- 6.4 退磁装置应能保证工件退磁后表面磁场强度小于 $160 \text{ A}/\text{m}$ 。
- 6.5 为保证磁粉探伤设备的可靠性,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 $50 \sim 200 \text{ mm}$ 时,交流电磁轭至少应有 44 N 的提升力,直流电磁轭至少应有 177 N 的提升力;
 - c. 紫外线灯的照度应按 GB 5097 的要求,每年进行一次测定。
- 6.6 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(八角试块)、A型试片、C型试片;
- b. 磁悬液浓度测定管;
- c. 2~10倍放大镜。

6.7 当采用荧光磁粉检测时,还应备有下列辅助设备:

- a. 磁场强度计;
- b. 光照度计;
- c. 紫外线灯;
- d. 紫外线灯强度计。

7 磁粉

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

7.2 磁粉的颜色与被检工件表面相比应有较高的对比度。

7.3 湿粉法应用煤油或水作为分散媒介。若以水为媒介时,应加入适当的防锈剂和表面活性剂。磁悬液的粘度为 $500\sim 2000\ \text{Pa}\cdot\text{s}$ (25°C 时)。

7.4 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 $10\sim 20\ \text{g/L}$ 、荧光磁粉浓度为 $1\sim 3\ \text{g/L}$ 。

7.5 磁悬液循环使用时,应定期对磁悬液浓度进行测定。每 $100\ \text{mL}$ 磁悬液中,非荧光磁粉沉淀体积为 $1.2\sim 2.4\ \text{mL}$,荧光磁粉沉淀体积为 $0.1\sim 0.5\ \text{mL}$ 。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。

8 工件表面准备

8.1 被检工件的表面粗糙度 R_a 值为 $25\ \mu\text{m}$ 。

8.2 被检工件表面不应有油脂或其他可粘附磁粉的物质。

8.3 被检工件的油孔及其他孔隙难于在探伤后清除磁粉时,应在探伤前用无害物质堵塞。

8.4 为防止电弧烧伤工件表面和提高导电性能,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。

9 磁化方法

9.1 纵向磁化

检测与工件轴线方向垂直或夹角大于 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(图 1);

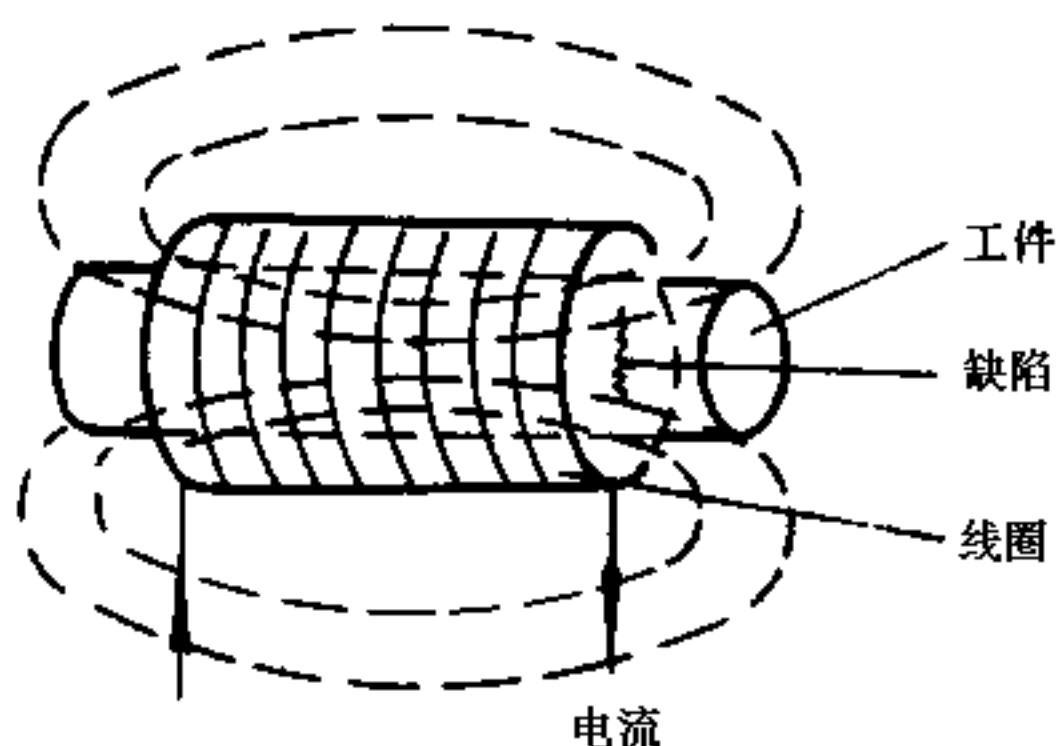


图 1

b. 磁轭法(图 2)。

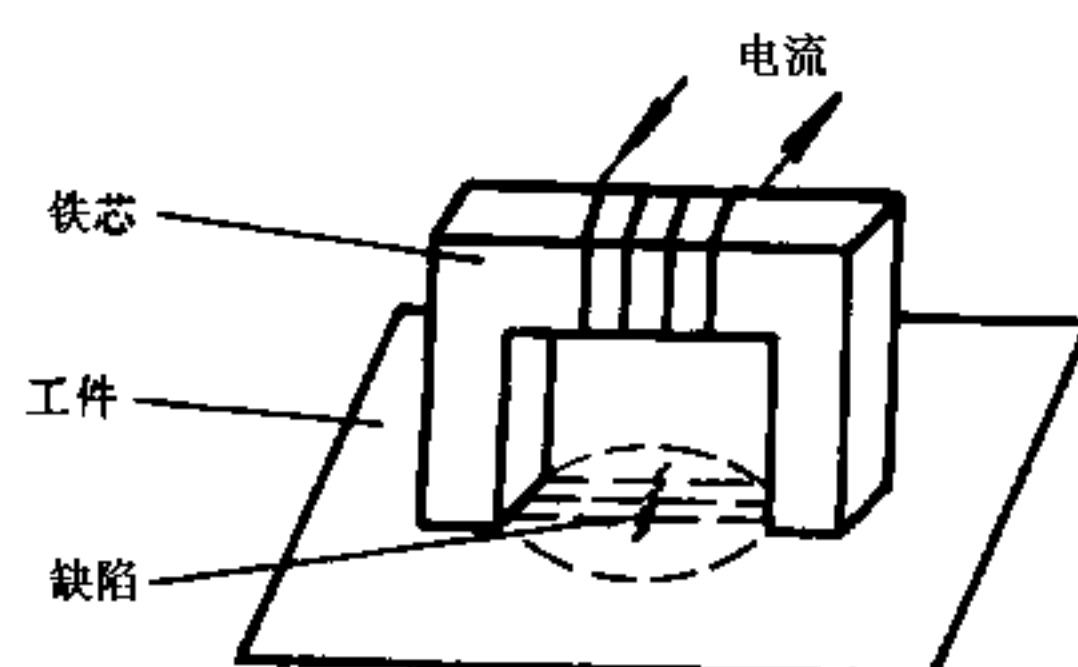


图 2

9.2 周向磁化

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(图 3);

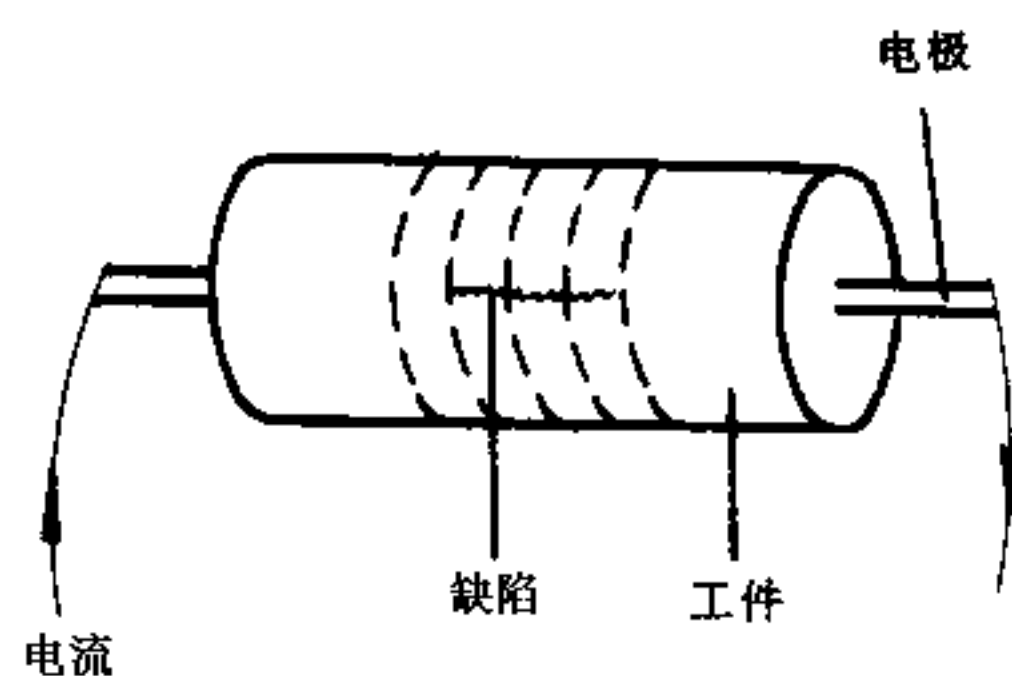


图 3

b. 中心导体法(图 4);

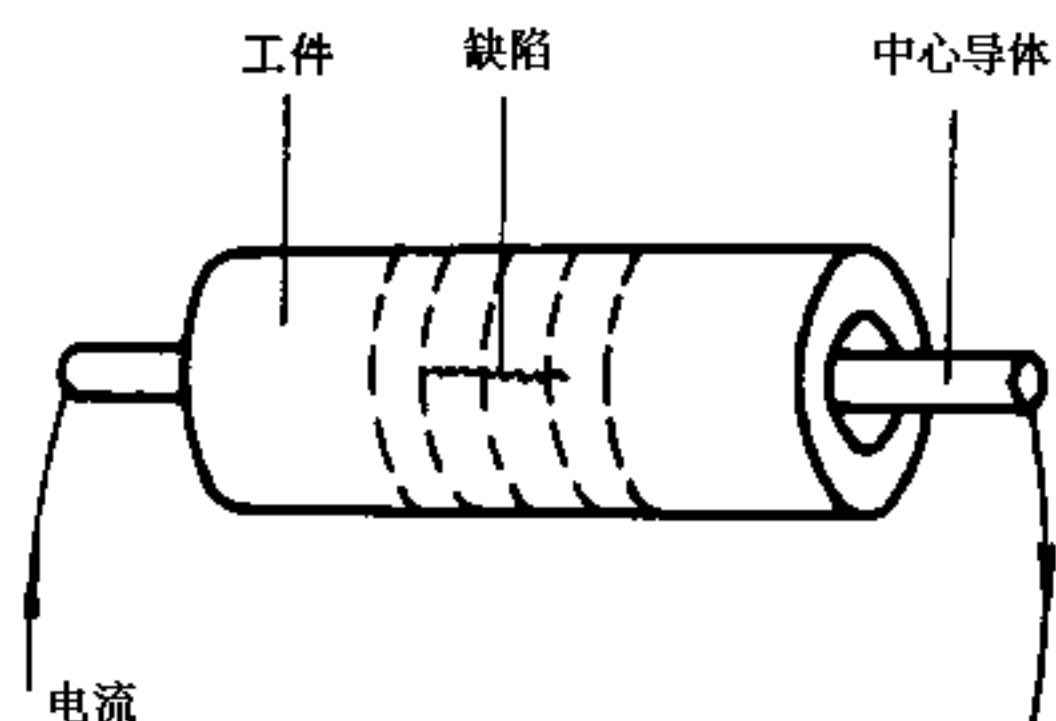


图 4

c. 触头法(图 5)。

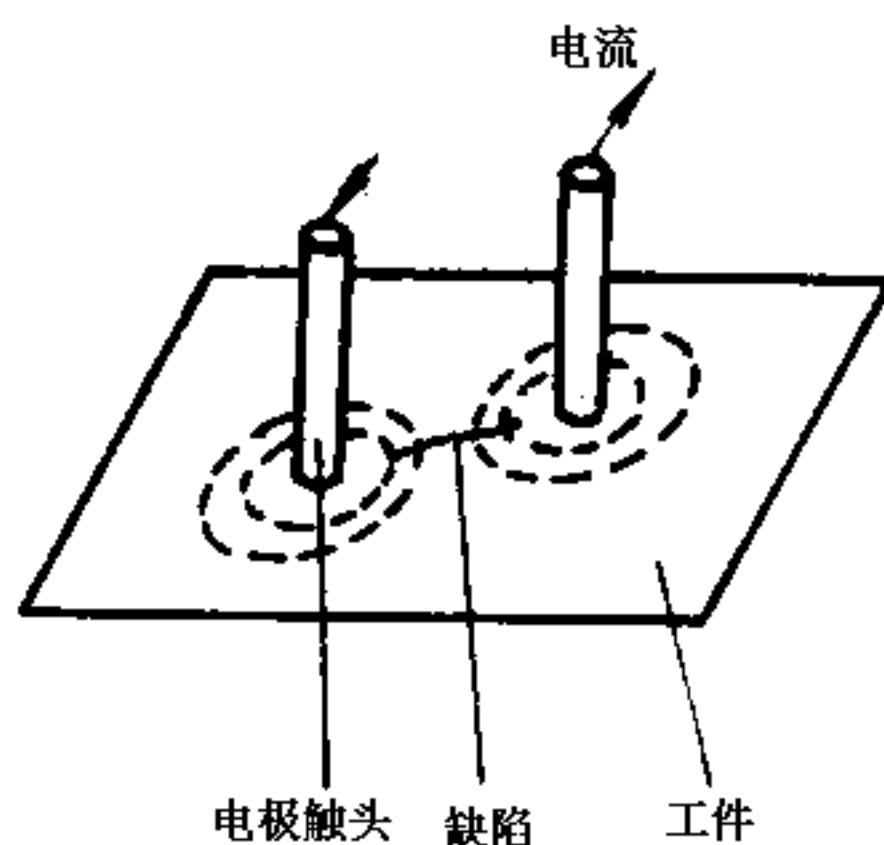


图 5

9.3 通电方式

工件磁化通电方式分为连续法和剩磁法。

9.3.1 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 1~3 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 后才可停止磁化。

9.3.2 采用剩磁法时,磁粉应在通电结束后再施加,通电时间为 0.25~1 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。

9.3.3 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。

9.4 磁化区域

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,可使用旋转磁场以及交直流复合磁化方法。

10 磁化规范

10.1 灵敏度试片

10.1.1 A 型灵敏度试片仅适用于连续法,用于被检工件表面有效磁场强度和方向、有效探测区以及探伤方法是否正确的测定。磁化电流应能使试片上展现出清晰的磁痕。

10.1.2 A 型灵敏度试片的灵敏度分高、中、低三档,其几何尺寸见图 6,型号及槽深见表 1。

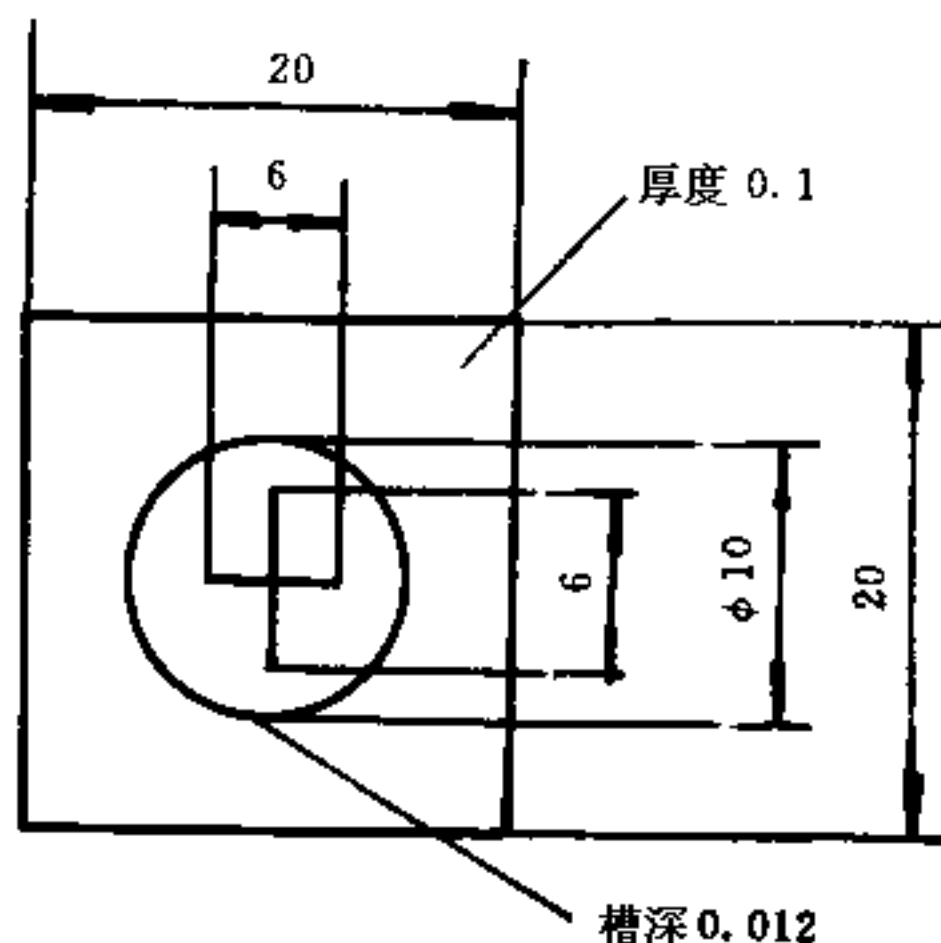


图 6

表 1 μm

型 号	相 对 槽 深	灵 敏 度	材 质
A-15/100	$\frac{15}{100}$	高	超高纯低碳纯铁($C < 0.03\%$, $H_0 < 80 \text{ A/m}$, 经退火处理)
A-30/100	$\frac{30}{100}$	中	
A-60/100	$\frac{60}{100}$	低	

注：试片相对槽深表达式中,分子为人工槽深度,分母为试片厚度。

10.1.3 当检测狭小部位,A 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见图 7,型号及槽深见表 2。

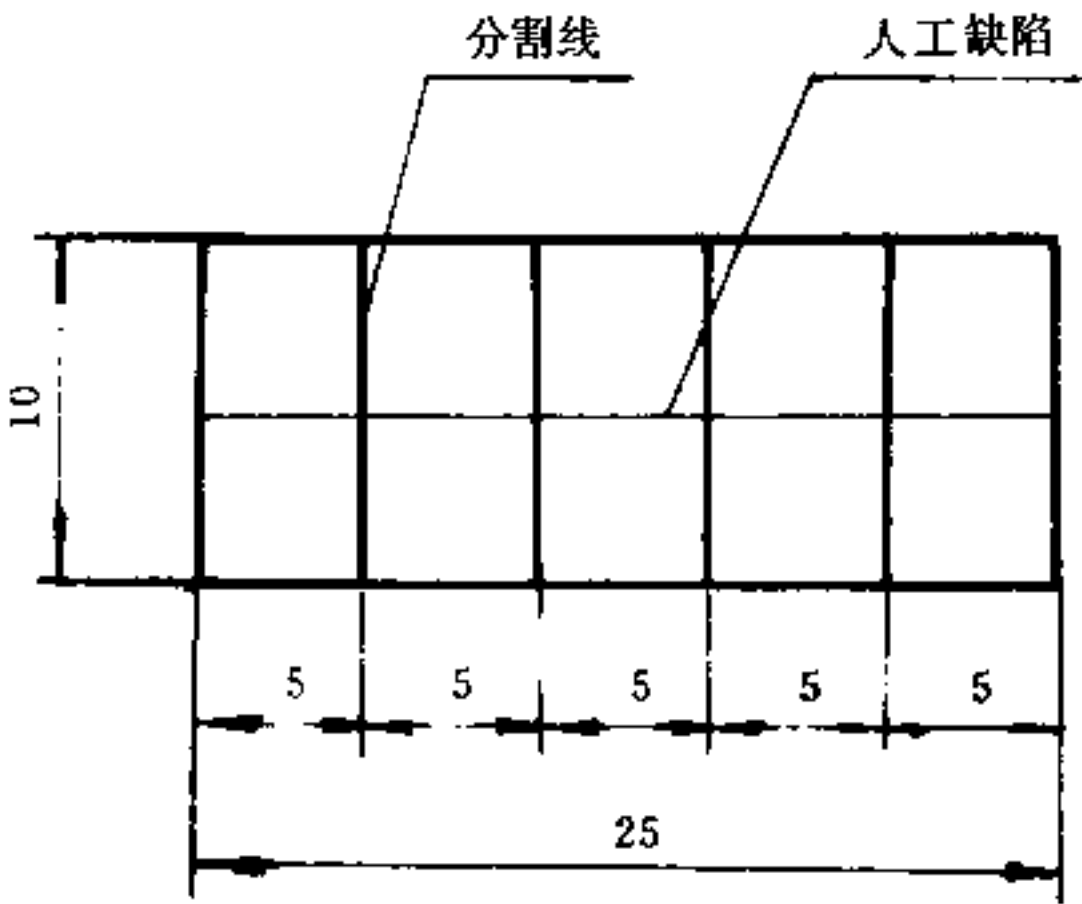


图 7

表 2 μm

型 号	厚 度	人工缺陷深度	材 质
C	50	8 ± 1	超高纯低碳纯铁($C < 0.03\%$, $H_0 < 80 \text{ A/m}$, 经退火处理)

10.1.4 磁场指示器(八角试块)是一种用于表示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一种粗略的检测工具,但不能作为磁场强度及其分布的定量指示。其几何尺寸见图 8。

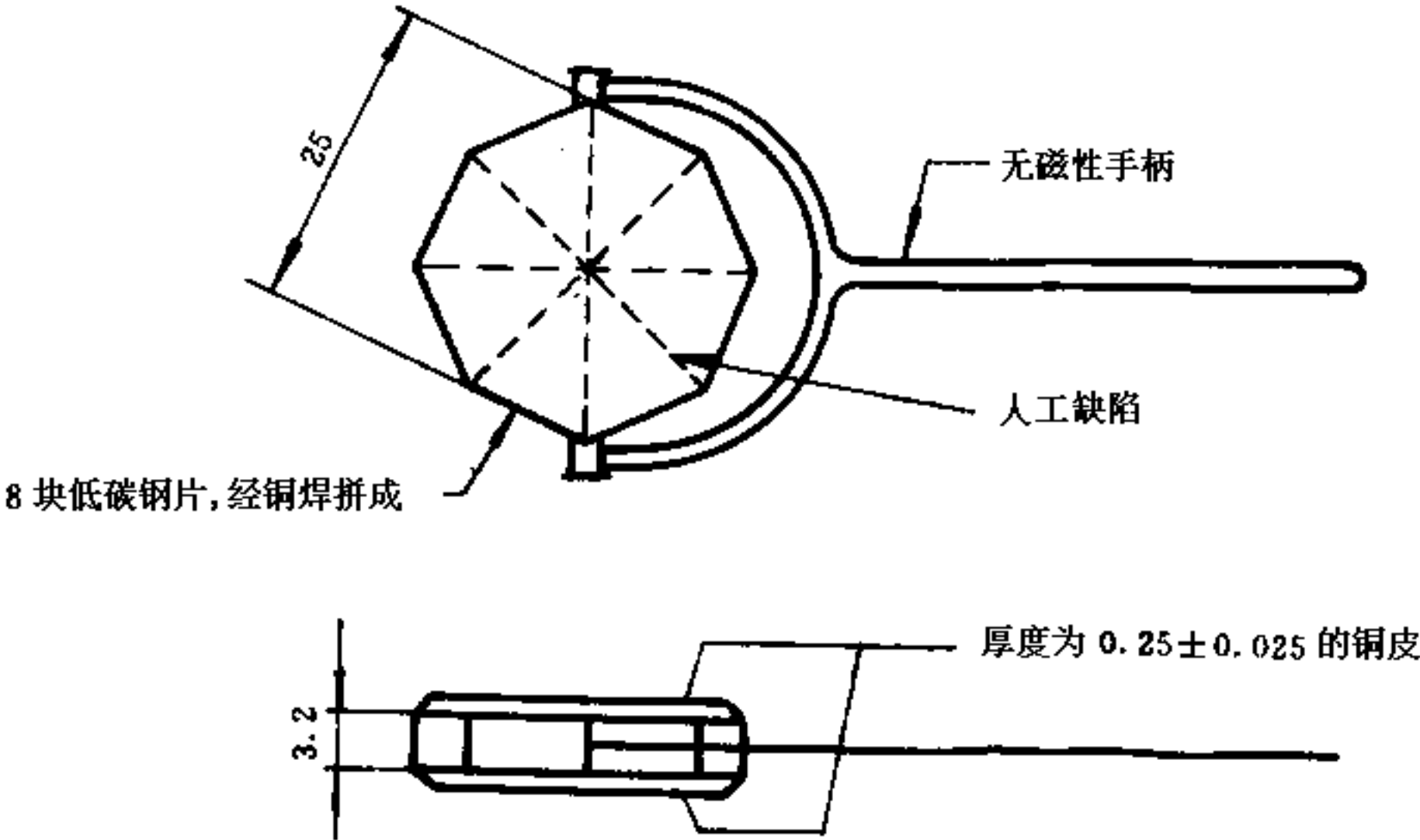


图 8

10.1.5 灵敏度试片使用方法

- a. 使用 A 型或 C 型灵敏度试片时,应将试片无人工缺陷的面朝外。为使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,以是否出现“×”形磁痕来判定工件磁化适当与否。

10.2 轴向通电法

轴向通电磁化时,磁化电流分别按式(1)、式(2)、式(3)计算:

直流电(整流电)连续法

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

直流电(整流电)剩磁法

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

交流电连续法

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

式中: I ——电流值,A;
 D ——工件横截面上最大尺寸,mm。

10.3 触头法

10.3.1 当采用触头法局部磁化大工件时,磁化电流值见表 3。

表 3

材料厚度 T mm	电流值 I A
<20	3~4 倍触头间距
≥ 20	4~5 倍触头间距

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

10.4 中心导体法

10.4.1 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好,中心导体的直径不应小于工件内孔直径的 10%。中心导体可以正中放置也可偏心放置。偏心放置时,中心导体与工件内表面间距为 10~15 mm。每次的有效检测区约为 4 倍中心导体的直径(见图 9)且应有一定的重叠区,重叠区长度应不小于 0.4 d 。

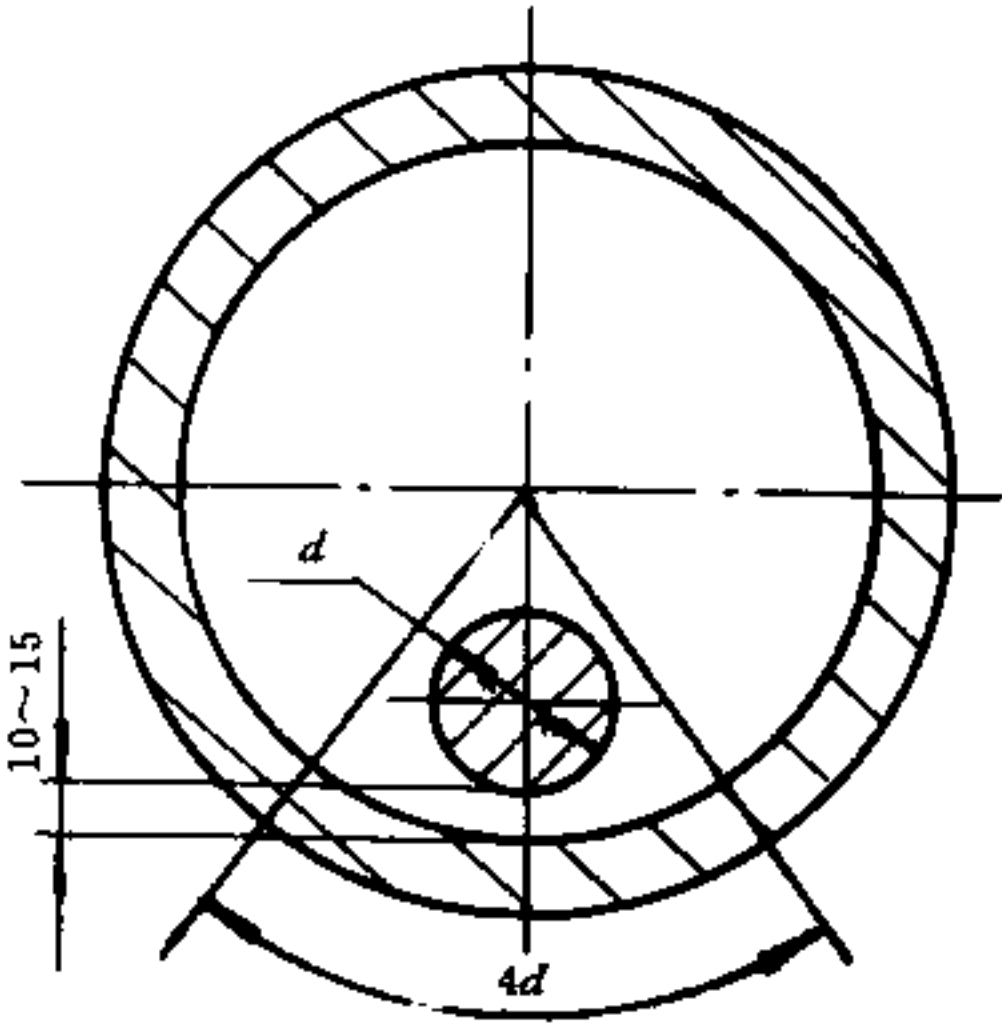


图 9

10.4.2 中心导体直径为 50 mm 时的磁化电流值见表 4。

表 4

壁厚 T mm	电 流 值 I A
≤ 6	1000
$> 6 \sim 9$	1250
$> 9 \sim 12$	1500
$> 12 \sim 15$	1750

当壁厚大于 15 mm 时,厚度每增加 3 mm,电流增加 250 A。

当中心导体直径比规定值增大或减小 12.5 mm,则电流值相应增加或减少 250 A。

10.5 磁轭法

10.5.1 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。

10.5.2 磁轭的磁极间距为 50~200 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。

10.6 线圈法

10.6.1 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。

a. 偏心放置时,线圈的磁化电流按式(4)计算:

$$I = \frac{45000}{N(L/D)} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中: I ——电流值,A;

N ——线圈匝数;

L ——工件长度,mm;

D ——工件直径或横截面上最大尺寸,mm。

b. 正中放置时,线圈的磁化电流按式(5)计算:

$$I = \frac{1720R}{N[6(L/D) - 5]} \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中: R ——线圈半径,mm。

10.6.2 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,按式(6)计算磁化电流:

$$I = \frac{35000}{N[(L/D) + 2]} \quad \dots\dots\dots (6)$$

10.6.3 上述公式不适用于长径比(L/D)小于 3 的工件。对于(L/D)小于 3 的工件,若使用线圈法时,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 值。对于(L/D) ≥ 10 的工件,式中(L/D)取 10。

10.6.4 线圈法的有效磁化区为线圈及线圈端部外 0.5 倍线圈直径的范围内。

10.6.5 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%。

11 施加磁粉

工件被磁化后,可用下述方法之一施加磁粉。

11.1 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。在吹去多余磁粉时不应干扰缺陷磁痕。

11.2 湿粉法

11.2.1 采用湿粉法时,应确认整个探伤面能被磁悬液良好地湿润后,再施加磁悬液。

11.2.2 磁悬液的施加可采用浇、浸等方法,不应采用刷涂法,无论采用哪种方法,均不应使探伤面上磁悬液的流速过快。

12 退磁

12.1 探伤完毕后一般应退磁。

12.2 周向磁化的零件如无特殊要求,以及探伤后尚应进行加热处理的零件可不退磁。

12.3 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。

12.3.1 交流退磁法

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,将线圈中的电流值逐渐减小至零。

12.3.2 直流退磁法

将应退磁的工件放于直流电磁场中,不断改变电流方向,并逐渐减小电流值至零。

12.3.3 大型工件退磁

大型工件可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。

12.4 工件的退磁效果一般用剩磁检查仪或磁强计测定。

13 磁痕的评定

13.1 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。

13.2 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。

13.3 缺陷磁痕与工件轴线或母线的夹角大于或等于 30° 时,作为横向缺陷处理,其他按纵向缺陷处理。

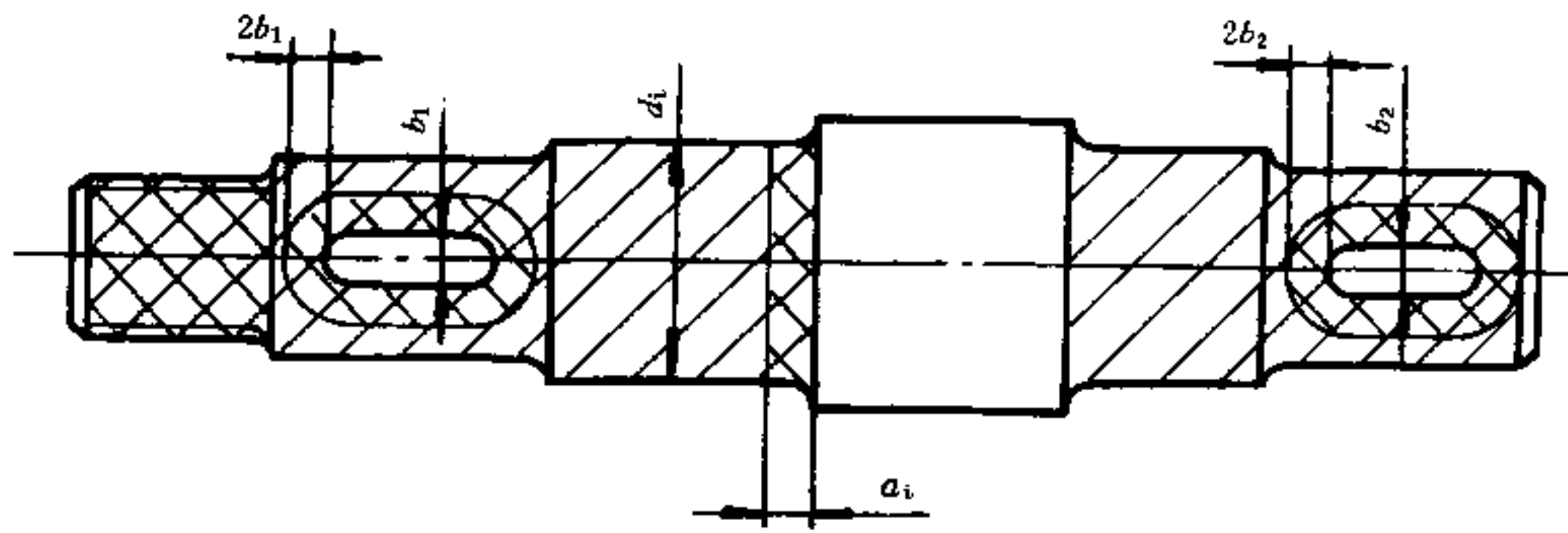
13.4 缺陷磁痕在同一连线上且间距小于或等于 2 mm 时,按一条缺陷处理,其长度为两缺陷之和加间距。

13.5 长度小于 1 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。

13.6 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。

13.7 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)和非重要区域(B区)。

13.7.1 泵轴、曲轴、连杆的重要区域(A区)和非重要区域(B区)划分见图 10、图 11、图 12。



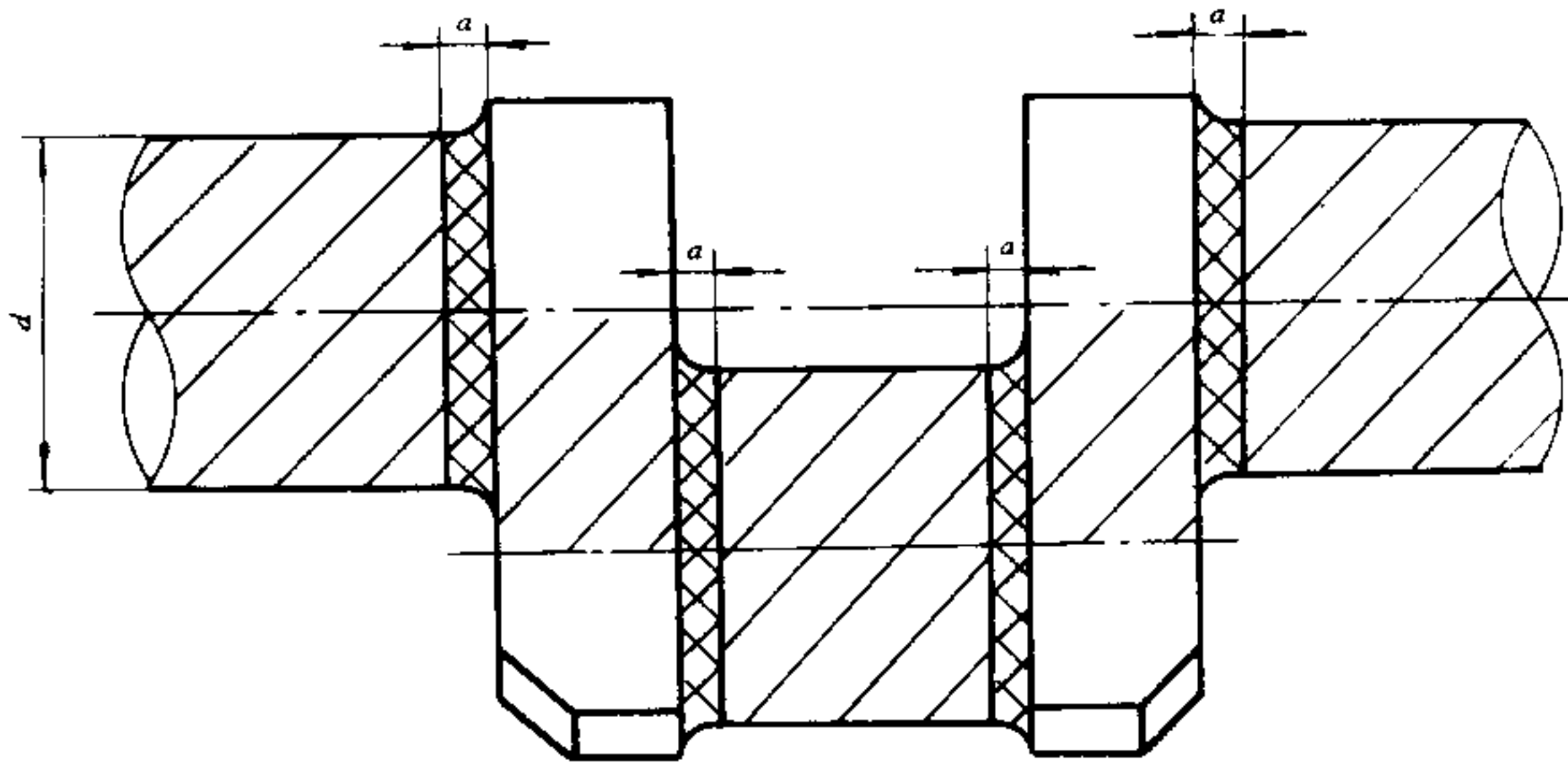
B 区



A 区

$$a_i = 0.1 d_i \text{ 且 } a_i \geq 25 (i=1, 2, 3 \dots)$$

图 10



B 区



A 区

$$a = 0.1 d \text{ 且 } a \geq 25$$

图 11

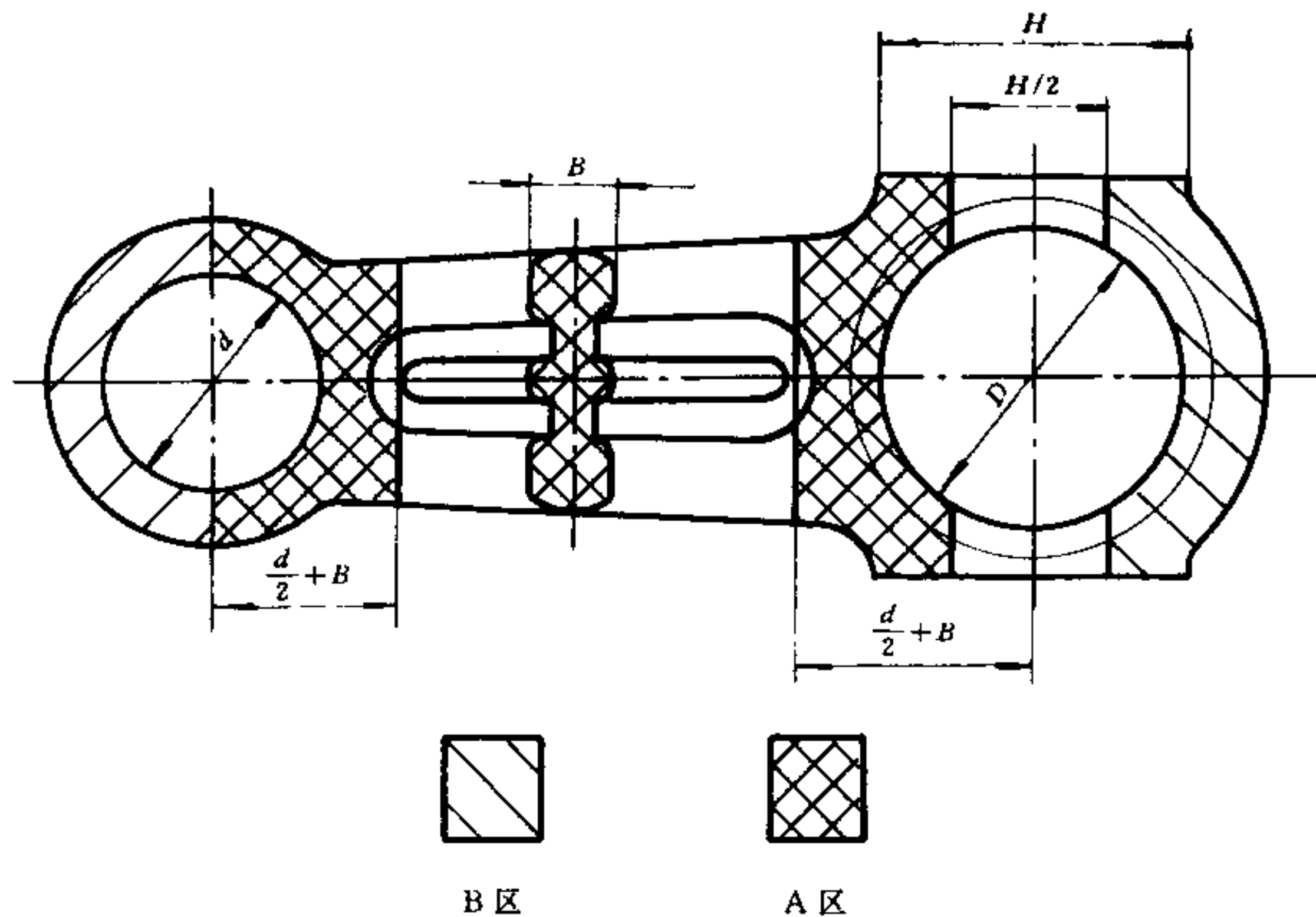


图 12

13.7.2 其他零、部件中凡焊缝、螺纹区、配合面、密封面、过渡圆角、键槽(油孔) $2d$ 范围内均为重要区域(A区),此外为非重要区域(B区)。

14 复验

当出现下列情况之一时,应按第 8~13 章中的有关规定进行复验。

- a. 探伤结束时,用灵敏度试片验证发现探伤灵敏度不符合要求;
- b. 探伤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时;
- d. 经返修后的部位。

15 质量等级评定

15.1 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 个缺陷磁痕显示且边缘间距小于 10 mm。

15.2 线性缺陷磁痕分级

线性缺陷磁痕的分级见表 5。

表 5

等级	缺陷磁痕的长度和数量	
	A 区	B 区
I	无任何缺陷磁痕显示	$L \geq 1 \sim 5 \text{ mm}$, 且 ≤ 2 条
II	$L \geq 1 \sim 5 \text{ mm}$, 且 ≤ 2 条	$L \geq 1 \sim 5 \text{ mm}$, 且 ≤ 3 条
III	$L \geq 5 \sim 8 \text{ mm}$, 且 ≤ 3 条	$L \geq 5 \sim 8 \text{ mm}$, 且 ≤ 4 条
IV	$L \geq 8 \sim 10 \text{ mm}$, 且 ≤ 3 条	$L \geq 8 \sim 10 \text{ mm}$, 且 ≤ 4 条
V	> IV 级者	

15.3 圆形缺陷磁痕分级

15.3.1 圆形缺陷磁痕用评定区进行,评定区为 10 mm×10 mm 的正方形。评定区应选在缺陷磁痕最严重的部位。

15.3.2 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。

15.3.3 圆形缺陷磁痕的分级见表 6。

表 6

等 级	缺 陷 磁 痕 的 数 量	
	A 区	B 区
I	无任何缺陷磁痕显示	每处≤3 点,且≤1 处
II	每处≤3 点,且≤1 处	每处≤5 点,且≤1 处
III	每处≤5 点,且≤1 处	每处≤5 点,且≤2 处
IV	每处≤5 点,且≤2 处	每处 5 点,且≤3 处
V	> IV 级者	

16 探伤报告

磁粉探伤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. 探伤装置的名称、型号及制造厂名;
- 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. 探伤灵敏度校验及试片名称;
- h. 缺陷记录及工件图(或示意图);
- i. 探伤结果及等级分类;
- j. 探伤人员和责任人员签字;
- k. 探伤日期。

附加说明:

本标准由机械工业部合肥通用机械研究所提出并归口。
本标准由合肥通用机械研究所负责起草。
本标准主要起草人刘庆、谢华桂、陈世亮。

中 华 人 民 共 和 国
机 械 行 业 标 准
泵产品零件无损检测
磁 粉 探 伤

JB/T 6912—93

*

机械工业部机械标准化研究所出版发行
机械工业部机械标准化研究所印刷
(北京 8144 信箱 邮编 100081)

*

版权专有 不得翻印

*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 22,000
1994 年 4 月第一版 1994 年 4 月第一次印刷
印数 00,001—500 定价 6.00 元

编号 1483