

柴油机零件磁粉探伤质量要求

本标准适用于下列柴油机零件：
轴颈直径 $\phi 100$ 以上、整体锻钢的柴油机曲轴；
转速大于 1000r/min 的柴油机连杆；
大功率柴油机连杆螺栓，
大功率柴油机活塞销，
大功率柴油机排气阀。
以上零件有特殊要求时，由有关部门另行商定。

一、总 则

- 1. 柴油机零件磁粉探伤工艺，按 CB819—75《柴油机零件磁粉探伤》的规定执行。
- 2. 缺陷的性质，参照 CB819—75 的附录执行。
- 3. 缺陷的分类按表 1

表 1

类 别	性 质
A	磁粉探伤查有磁粉堆集，擦去磁粉后，用 5 倍放大镜或肉眼不可见的缺陷，如发纹、点状夹杂等。
B	擦去磁粉后，用 5 倍放大镜或肉眼可见的缺陷，如块状或线状夹杂等。
C	裂纹(缩管、白点、摺叠、淬裂、磨列等)。

- 4. 关于缺陷的一般规定：
 - (1) 柴油机零件两缺陷间距小于 5mm 时，作为一个缺陷处理。
 - (2) 柴油机零件(不含连杆)缺陷秘痕与轴向夹角大于 30° 者为横向缺陷，除非修整去掉，不允许存在横向缺陷。
 - (3) 柴油机零件(不含连杆)缺陷长度或直径小于 0.5mm 者不作为缺陷处理。每平方厘米超过三点者为密集缺陷，除非修整去掉，不允许存在密集缺陷。

二、 曲轴磁粉伤质量要求

- 5. 根据柴油机工作时各部份所受应力的大小，将曲轴表面划分为若干区，如图 1 (a)。

注：① 有油孔的柄肖式主轴颈，其油孔的圆周表面应作为 II 区。II 区范围应为油孔直径 d_0 的二倍，见图 1 (b)。

- ② 图中 $a = 0.1d$ ， d 为曲轴直径， $b = 2r$ ， r 为法兰圆角半径。

6. 曲轴的分级

- (1) 按照中、低速柴油机曲轴曲柄销圆角弯曲应力的大小，将曲轴分为如下三级：

- 1 级曲轴: $K > 1.5$
- 2 级曲轴: $1.5 > K > 1.25$
- 3 级曲轴: $1.25 > K > 0.75$

(2) 对于表面硬化的整锻曲轴分为以下 2 级:

- 1H 级曲轴: $K > 1.25$
- 2H 级曲轴: $1.25 > K > 0.75$

(3) 对于高速机, 一律按 1 级或 1H 级曲轴验收。

K 为系数, 确定 K 值的公式见附录 1。

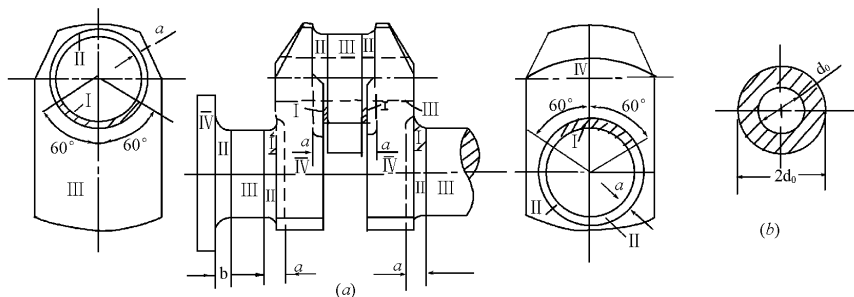


图 1 曲轴磁检表面的分区

7. 各级曲轴的验收规则。

- (1) 除特别指明外, 各级曲轴的 A 类缺陷, 不作缺陷处理。
- (2) 碳钢及合金钢 1 级曲轴按表 2。

表 2

I 区	有 B、C 缺陷者, 曲轴不合格
II 区	有 C 缺陷者, 曲轴不合格。B 缺陷允许挖修。挖修深度小于 $0.01d$, 坑底圆弧半径大于坑深的 3 倍, 挖修面积不超过缺陷所在连续区域面积的 0.3%。油孔周围不允许修正。
III 区	有 C 缺陷者, 曲轴不合格。允许长度小于 2mm, 且两缺陷之间有足够距离的 B 缺陷。其余挖修, 坑深小于 $0.01d$, 坑底圆弧半径不小于坑深的 2 倍。挖修面积不超过缺陷所在连续区域面积的 0.5%。
IV	有 C 缺陷者, 曲轴不合格。允许长度小于 5mm, 且两缺陷之间有足够距离的 B 缺陷。其余修整, 修整深度和数量以不影响该区强度为准。

- (3) 碳钢和合金钢 2 级曲轴按表 3。
- (4) 碳钢和合金钢 3 级曲轴按表 4。
- (5) 表面硬化处理的整锻曲轴, 按表 5、6。

(6) 曲轴缺陷按规定进行修整后, 修整部分的光洁度应不低于本区的光洁度, 并进行复探, 以验明缺陷是否去掉。

(7) 成品曲轴应经磁粉探伤检查和验收, 曲轴制造厂应有探伤报告, 报告中应附有缺陷的类别, 位置简图及大小、修整的位置和尺寸。

表 3

I 区	应修整去掉所有缺陷,修整深度不大于 0.01d,坑底圆弧半径为坑深的 3 倍。修整面积不超过缺陷所在连续区域面积的 0.3%。
II 区	允许长度不大于 2mm,且两缺陷之间有足够距离的 B 缺陷。其余修整,要求同 I 区。但油孔周围不允许修整。
III 区	允许长度不大于 10mm,且两缺陷之间有足够距离的 B 缺陷。其余修整,修整深度不大于 0.01d,坑底圆弧半径不小于坑深的 2 倍,修整面积不超过缺陷所在连续区域面积的 0.4%。
IV 区	允许长度不大于 20mm,且两缺陷之间有足够距离的 B 缺陷。其余修整,修整深度和数量以不影响该区域强度为准。
	各区有 C 缺陷时;合金钢轴不合格,但摺叠允许修正;碳钢曲轴由有关单位协商处理。

表 4

I 区	允许长度不大于 2mm,且两缺陷之间有足够距离的 B 缺陷。其余修整,修整深度不大于 0.1d,坑底圆弧半径不小于坑深的 2 倍,修整面积不超过缺陷所在加续区域面积的 0.3%。
II 区	允许长度不大于 3mm,且两缺陷之间有足够距离的 B 缺陷。其余修整,修整要求同 I 区,但油孔周围不允许修整。
III 区	允许长度不大于 10mm,且两缺陷之间有足够距离的 B 缺陷。其余修整,修整深度不大于 0.01d,坑底圆弧半径不小于坑深的 2 倍,修整面积不超过缺陷所在连续区域面积的 0.5%。
IV 区	允许长度不大 20mm,且两缺陷之间有足够距离的 B 缺陷。其余修整,修整深度和数量以不影响该区强度为准。
	各区有 C 缺陷的; 合金钢曲轴不合格,但摺叠允许修正;碳钢曲轴由有关部门协商处理。

表 5 1H 级 曲 轴

非硬化部分	各区标准同 1 级曲轴
硬化部分	I、II 区不允许存在包括 A 类缺陷的任何缺陷,其余部分有 C 缺陷者,曲轴不合格。允许长度不大于 0.02d,且两缺陷之间有足够距离的 B 缺陷,其余应修整,修整深度不在于 0.001d 或者硬化层的 1/3,坑底圆弧半径不小于坑深的 2 倍,修整面积不超过缺陷所在连续区域面积的 0.3%。

表 6 2H 级 曲 轴

非硬化部分	各区标准同 2 级曲轴
硬化部分	标准同 1H 级硬化部分

三、 连杆磁粉探伤质量要求

8. 连杆的杆身及销孔内表面有任何缺陷为不合格。其余表面:有 C 缺陷为不合格,其他类缺陷可进行修整,修整要求以不影响连杆强度为准。

四、 连杆螺栓磁粉探伤质量要求

9. 连杆螺栓的螺纹处及在头部支承面圆角 R 范围内有任何缺陷者为不合格。其余部位有 C 类缺陷者

不合格,允许有纵向 A 及 B 类缺陷,但其值不得大于表 7 的规定。

表 7

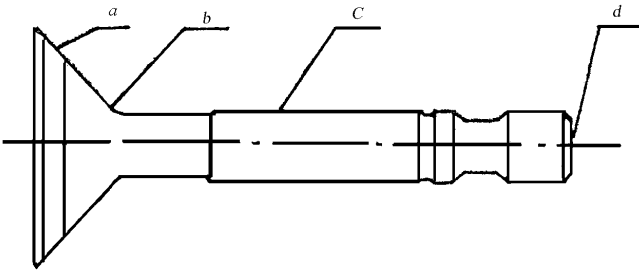
柴油机转速(r/min)	最长一条的长度(mm)	总条数	总长度(mm)
> 1000	3	4	9
350 ~ 1000	5	12	25
< 350	10	25	50

五、活塞销磁粉探伤质量要求

表 8

柴 油 机 类 别	最长一条的长度(mm)	总 条 数	总长度(mm)
四冲程 > 1000r/min 或 二冲程 > 500r/min	3	4	9
四冲程 ≤ 100r/min 或 二冲程 > 250 ~ 500/min	5	12	25
二冲程 ≤ 250r/min	10	25	50

10. 在活塞销端角处及距端面 0. 1D 的范围,不允许存在 B、C 类缺陷。D 为活塞销直径。



11. 对碳钢:有 C 类缺陷者不合格,允许有长度不大于 0. 05D 的 B 类缺陷。对合金钢:有 C 类缺陷者不合格,允许有长度不超过 0. 02D 的 B 类缺陷。

六、 排气阀磁粉探伤质量要求

- 12. 在气阀 a、b 处不允许有任何缺陷。d 处不允许有 B, C 类缺陷。
- 13. 在气阀 C 处不允许有 B、C 类缺陷,纵向 A 类缺陷不得大于表 8 的规定。

附录 1. 系数 K 的计算方法。系数 K 由下式确定:

(1) 对相邻曲拐相角为 55° 及以下的四冲程柴油机的曲轴:

$$K = \frac{1.3}{5}(\frac{dc}{d})^3 f_1 f_2 f_3 f_4 f_6$$

(2) 对于其他曲轴:

$$K = \frac{1}{5}(\frac{dc}{d})^3 f_1 f_2 f_3 f_4 f_5 f_6$$

式中: d_c ——按《钢质海船建造规范》规定的理论计算的轴颈值。(见附录 2)

d ——曲轴的实际轴颈

$$f_1(r) = r^{-0.4106} \quad \text{适用范围: } 0.03 \leq r \leq 0.10$$

当 $r > 0.10$ 时,以 $r = 0.10$ 代入

$$f_2(h) = e^{-2} \cdot 8885h \quad \text{适用范围: } 0.25 \leq h \leq 0.60$$

$$f_3(e_k) \cdot h) = 0.$$

$$1063 \left[\frac{-9.1479e_k^2}{h-0.1372} - 56.8759e_k^2 + \frac{0.7944}{(h-0.1372)^2} + \frac{27.9497e_k}{h-0.1372} + 128.5468e_k - \frac{28.8067}{h-0.1372} + 91.4882 \right]$$

适用范围: $0.5 \leq e_k \leq 1.5$

$0.20 \leq h \leq 0.60$

$$f_4(b) = 0.1606b^2 - 0.3581b + 0.8632$$

适用范围: $1.3 \leq b \leq 2.0$

$$f_5(\delta) = e^{0.14193\delta}$$

适用范围: $0 \leq \delta \leq 0.667$

$$f_6(\alpha_0) = 1.4203\alpha_0 + 1.5888e^{\alpha_0} 0.5888$$

适用范围: $0 \leq \alpha_0 \leq 0.75$

$r = R/d$ ——过渡圆角相对厚度

R ——过渡圆角半径

$h = H/d$ ——曲臂相对厚度

H ——曲臂厚

$e_k = 1 - E/d$ ——相对搭叠度

E ——搭叠度

$b = B/d$ ——曲臂相对宽度

B ——曲臂宽度

$\alpha^0 = d_0/d$ ——轴颈中孔直径与外径之比

d_0 ——轴颈中孔直径

$\delta = P/R$ 圆角凹入相对深度

P ——圆角凹入尺寸

e ——2.718

附录 2: 中华人民共和国船舶检验局《钢质海船建造规范》关于柴油机曲轴最小直径的规定:

$$d = \left\{ \frac{D^2 [A \cdot \alpha \beta \cdot P_z (L - L_p) + C \cdot \alpha_T \cdot P_1 \cdot S]}{660 \left(\frac{\sigma_b + 16}{60} \right)} \right\}^{\frac{1}{3}}$$

适用范围: 抗拉强度下限值不低于 44kgf/mm^2 的锻钢曲轴。

式中: D ——气缸直径(mm), s ——活塞行程(mm)

L ——相邻两主轴承中心线距离(mm);

L_p ——曲柄销长度(mm);

P_z ——最高燃烧压力(kgf/cm^2);

P_1 ——平均指示压力(kgf/cm^2);

σ_b ——材料抗拉强度的下限值(kgf/mm²)；
当锻钢 $\sigma_b > 75\text{kgf/mm}^2$ 时,仍按 75kgf/mm² 计算
A——常数 直列: A = 0.50

V 型: $\begin{cases} \text{二冲程按表 9 选取} \\ \text{四冲程按表 10 选取} \end{cases}$

C——常数 直列: 按表 11 选取

V 型: $\begin{cases} \text{二冲程按表 12 选取} \\ \text{四冲程按表 13 选取} \end{cases}$

α_β ——弯曲应力集中系数
 σ_β —— $0.625 \cdot f_1(r) \cdot f_2(h) \cdot f_3(e_k \cdot h) \cdot f_4(b) \cdot f_5(\alpha_0) \cdot f_6(\delta)$
 α_T ——扭转应力集中系数

$$\alpha_T = c_n \cdot r^{[-0.2250-0.1015(1-e_K)]}$$

$c_n = 0.833$ 适用范围: $0.03 \leq r \leq 0.10$
 $0.50 \leq e_k \leq 1.5$

当 $r > 0.10$ 时,以 $r = 0.10$ 代入

表 9 V 型二冲程柴油机常数 A

同一同拐上气缸发火间隔	36°	45°	60°	90
A	0.70	0.66	0.615	0.585

表 10 V 型四冲程柴油机常数 A

同一曲拐上气缸发火间隔	45°	60°	75°	90°	270°	285°	300°	315°
A	0.665	0.630	0.610	0.599	0.594	0.596	0.597	0.598

表 11 直列式单作用柴油机常数 C

二 冲 程		四 冲 程	
缸 数	C	缸 数	C
1	2.043	1	1.872
2	2.069	2	1.872
3	2.616	3	2.082
4	2.933	4	2.082
5	3.273	5	2.553
6	3.300	6	2.553
7	3.446	7	2.915
8	3.960	8	2.915
9	4.148	9	2.993
10	4.661	10	2.993
11	4.782	11	3.300
12	4.840	12	3.300

表 12 V 型二冲柴油机常数 C

缸 数 夹 角	同一曲拐上的气缸发火间隔			
	36°	45°	60°	90°
2×3	3.786	3.464	3.546	3.675
2×4	4.138	3.800	4.400	5.630
2×6	5.469	5.684	6.563	5.236
2×8	6.504	7.010	6.469	7.003

表 13 V 型二冲柴油机常数 C

缸 数 夹 角	同一曲拐上的气缸发火间隔							
	45°	60°	75°	90°	270°	285°	300°	315°
2×3	2.934	2.833	2.648	2.511	3.307	3.309	3.380	3.309
2×4	3.224	3.103	3.056	3.159	3.105	3.183	3.150	2.848
2×6	3.859	3.613	3.404	3.471	3.864	4.146	4.155	4.187
2×8	2.274	4.035	4.500	4.455	4.706	4.314	3.648	3.480