

进气密封件淬火后裂纹原因分析

■ 林蔓, 李克

摘要: 通过对进气密封件淬火后出现的裂纹进行冶金分析, 确定了开裂性质为典型的淬火纵裂。针对纵裂的产生机理, 结合零件实际结构进行工艺控制, 提出了分级淬火加淬火且零件凹孔朝上的措施, 有效地控制了淬火裂纹的产生。

关键词: 淬火; 组织应力; 裂纹; 分级淬火

淬火裂纹是热处理过程中不可修复的工艺缺陷, 一旦产生, 零件只能彻底报废。且淬火裂纹总是批次性产生, 给生产带来巨大损失。淬火裂纹的产生是热应力或组织应力或两者同时作用的结果, 常见的裂纹形式有纵向裂纹、横向裂纹、网状裂纹和剥离裂纹等几种形式。其中, 纵向裂纹是人们发现最早的裂纹形式, 虽然研究较多, 但生产中仍不可

避免地出现。

本文通过对进气密封件(材料45钢)调质后裂纹产生原因和机理展开分析, 确定了裂纹性质为典型的纵向淬火裂纹, 并制订了相应的改进和控制措施, 有效控制了裂纹的产生。

1. 裂纹性质分析

(1) 外观检查 整批零件一端端面均出现肉眼可见的贯穿

性裂纹, 裂纹较平直, 基本沿径向分布, 形貌如图1b所示。

(2) 金相分析 垂直于裂纹剖切后金相观察: 裂纹与表面基本垂直, 刚劲有力, 开口较大, 尾端纤细, 两侧耦合性较好, 裂纹内及附近未见冶金缺陷, 如图2所示。腐蚀后观察, 裂纹两侧无脱碳现象, 晶粒度为7~8级, 显微组织为回火索氏体, 是正常的淬透性调质组织,

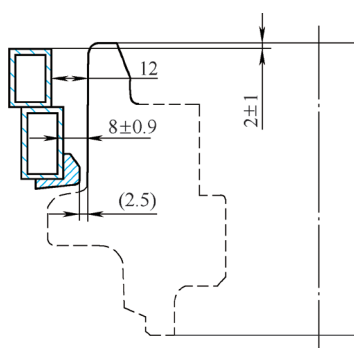


图8 感应器与轮体间隙设定



图9 感应器改进后剖切照片

表2 感应器改进后剖切结果

项目	a/mm	b/mm	c/mm
要求范围	6~13	≥3	≥5
左半坯	6.7	3.5	7.1
右半坯	7.4	4.1	8.4

5. 结语

通过对托轮体热处理裂纹的调研与分析, 找出了托轮体热处理裂纹的原因, 根据原因采取多种方法进行了改善, 通过最终的确认将感应器进行改进即采用梯形感应器代替原来直壁的感应器取得了很好的效果, 成功地解决

了热处理裂纹问题, 保证了产品质量, 降低了成本。

参考文献

- [1] 匡利华, 付建华. 40Mn2钢的热处理工艺研究[J]. 机械工程与自动化报, 2010, 21(1): 50-53.

作者简介: 刘美娜、赵燕堂, 山推工程机械股份有限公司, 履带底盘事业部; 张英超, 兖矿集团南屯煤矿。联系方式: 15063776610

MW 20170316

如图3所示。

(3) 成分分析 经化学成分定量分析,符合相关要求,结果如附表所示。

2. 分析讨论

(1) 裂纹性质分析 外观检查发现裂纹较平直,基本沿径向分布。剖切后裂纹刚劲有力,开口较大,尾端纤细,两侧耦合性较好,无脱碳现象,为典型的纵向淬火应力裂纹。

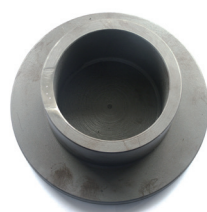
(2) 裂纹机理及原因 对于淬透件来说,组织应力的影响远大于热应力的影响,纵裂的应力状态属于组织应力型残余应力。当零件在冷却时,表面先冷至 M_s 点以下,发生比体积增大的马氏体转变,表面体积膨胀,受到来自心部的压应力;而此时,心部温度较高,尚未发生马氏体转变,受到了来自表面的拉应力,但由于温度较高,塑性较好,发生塑性变形,抵消了一部分拉应力。当零件继续冷却时,心部冷至 M_s 点以下,发生马氏体转变,应力发生反向,此时应力表现为心部受压,表面受拉。但这时表面已经完成马氏体转变,变成一个坚硬的外壳,塑性极大降低,已不能发生塑性变形来抵消拉应力,最终零件表面表现为存在残余拉应力。

数据表明,组织应力的切向应力总是显著大于轴向应力,当切向最大拉应力超过材料的断裂强度时,便使工件纵向开裂。组织应力形成如图4所示。最大拉应力为表面的切向应力,故纵裂先在表面开裂,并向内部扩展,形成典型的楔形裂口。

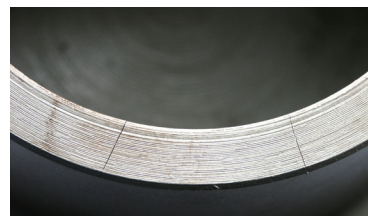
3. 工艺改进及验证

由机理及原因分析可知,该批零件的淬火裂纹主要因为在马氏体转变区间的冷速过大。同时,受零件外形影响,冷却时放置方向不正确对裂纹的产生也起了一定的促进作用。针对这两方面进行工艺改进,拟采用分级淬

火的冷却方式,同时冷却时将零件凹孔朝上放置。改进后较快的冷却速度增加了零件的热应力,而热应力的应力类型正好与组织应力相反,对组织应力起到了一定范围内的抵消作用。经此改进和控制后,多批次零件调质后未出现裂纹。



(a) 零件外观

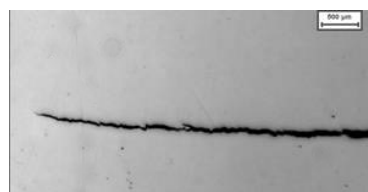


(b) 裂纹形貌

图 1



(a) 裂纹头部



(b) 裂纹尾端

图2 裂纹形态

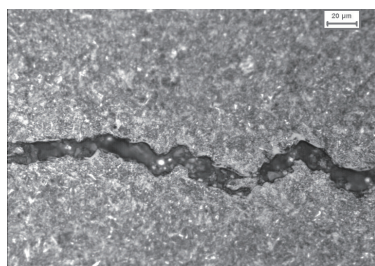


图3 裂纹部位显微组织

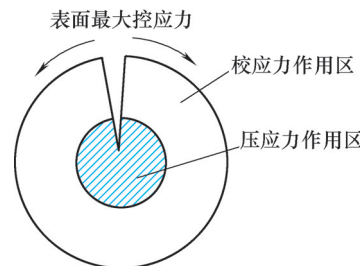


图4 纵裂组织应力示意

化学成分(质量分数)分析结果 (%)

C	Mn	Si	S	Cr	Ni
0.47	0.64	0.25	0.0064	<0.10	<0.10

4. 结论及建议

- (1) 进气密封件端面裂纹性质为淬火裂纹。
- (2) 建议淬火时零件凹孔朝上放置,并采用分级淬

及案例[M].北京:机械工业出版社,2007:13-51.

作者简介:林蔓、李克,中国航发南方航空工业有限公司。

参考文献

- [1] 王广生.金属热处理缺陷分析

MW 20170316