

使用维修

某型柴油机排气滚轮碎裂原因分析与排除

田永维¹, 张 杰², 李焕英², 胡明翔²

(1. 海军驻兴平地区军事代表室, 陕西 兴平 713105; 2. 陕西柴油机重工有限公司, 陕西 兴平 713105)

摘 要: 针对某型柴油机排气滚轮碎裂故障, 从配气机构受力、零部件质量等方面进行了排查和分析。分析表明: 故障系缸盖排气阀座异常磨损导致气阀间隙变小所致。而导致排气阀座异常磨损的根本原因为未正确使用相应燃油。

关键词: 配气机构; 滚轮; 碎裂

中图分类号: TK428 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-4357(2018)03-0058-02

0 引 言

配气机构是柴油机的呼吸系统, 柴油机工作时, 按规定的气阀正时打开和关闭进排气气阀, 吸入新鲜空气并排出燃烧废气。配气机构通常采用相应设计的凸轮型线, 通过滚轮推动气阀来控制气阀正时。滚轮与凸轮接触应力很大, 如果使用维护不当或零件加工缺陷, 容易发生磨损或滚轮碎裂故障。

本文就某型柴油机运行过程中发生排气滚轮碎裂故障, 开展相关理论分析和排查, 并制定了有效解决方案, 供同仁参考。

1 故障描述

某型柴油机在运行过程中 A4 缸排气温度报警, 停车检查发现: A4 缸排气凸轮表面异常磨损, 相应排气滚轮碎裂成四段, 内外圈表面均发生了严重磨损; 滚轮外径要求为 44 mm, 而实测约为 40 mm, 如图 1 所示。A4 挺柱开档磨损, 滚轮衬套表面磨损, 转动灵活。A4 滚轮碎裂对应的左侧排气阀座异常磨损, 磨损量达到 2.6 mm, 超过报废极限 2 mm。



图1 滚轮碎裂

2 滚轮理化分析

碎裂的滚轮宏观形貌见图 1, 拼合良好, 说明滚轮破碎时未发生明显的塑性变形, 为脆性断裂。滚轮外圈可见麻点, 内圈可见沿周向的粘着磨损痕迹; 断口整体平整洁净, 与周向大致垂直, 呈亮金属色, 可见疲劳弧线; 疲劳弧线收敛于内圈处, 具有疲劳断裂特征; 裂纹起源于滚轮内圈的表面。

滚轮微观形貌见图 2、图 3。

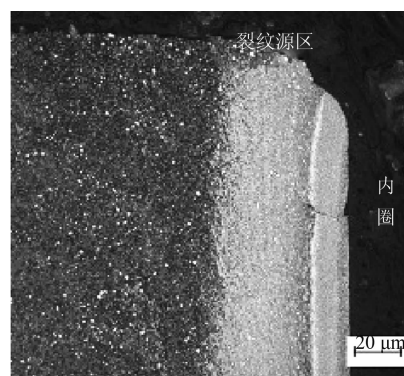


图2 内圈显微组织

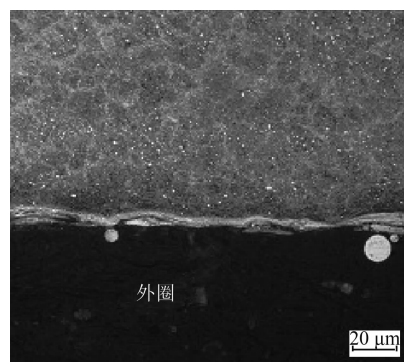


图3 外圈显微组织

基体显微组织为回火马氏体 + 碳化物, 符合技术文件要求。内圈表面显微组织可见马氏体白亮层, 内圈表面因粘着磨损产生大量摩擦热, 在表面形成马氏体白亮层。外圈表面成一定角度的微裂纹, 亦存在高温下产生的马氏体白亮层。

检测碎裂滚轮的化学成分, 满足技术要求。

测得滚轮心部硬度平均为 58.1 HRC, 满足图纸 60 ± 2 HRC 要求。

3 故障原因分析

从滚轮碎裂特征看: 滚轮碎裂前发生了异常磨损, 可能是润滑失效或受到异常外力作用引起。检查了滚轮、顶升机构、凸轮轴等配气机构润滑油路及零部件配合尺寸, 均未见异常。结合相应缸盖排气阀座异常磨损 (2.6 mm) 情况, 分析认为: 排气阀座异常磨损后, 气阀间隙减小, 柴油机运行过程中, 排气阀受热伸长, 燃烧上止点时, 阀顶端受摇臂限制向上移动, 气阀关闭不严, 燃烧爆发压力作用在排气阀盘上, 通过气阀在滚轮销、衬套、滚轮、凸轮之间施加周期性附加作用力。受力示意图如图 4 所示。

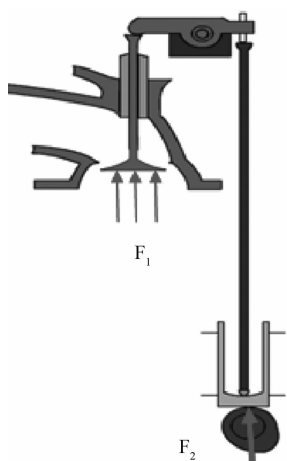


图4 滚轮受力示意图

采用 AVL-ETD 计算出正常情况下柴油机在额定转速下滚轮接触作用力最高为 27.6 kN, 疲劳安全系数为 2.32, 如图 5、图 6 所示。

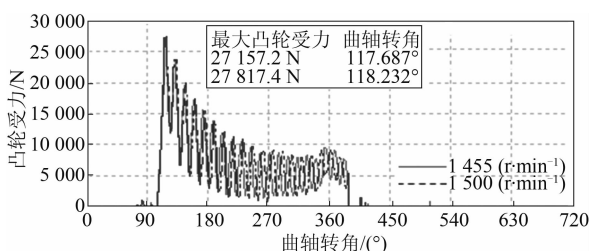


图5 正常情况下滚轮接触作用力

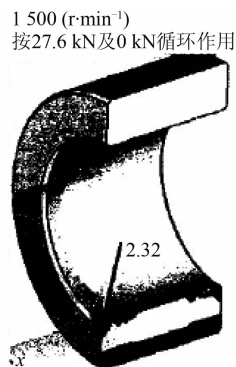


图6 滚轮设计安全系数

计算表明: 当排气阀座异常磨损使得实际气阀间隙为 0 时, 燃烧爆发压力传递到滚轮上的力达到 62.4 kN, 约为正常工作受力的 2.3 倍, 滚轮疲劳安全系数下降至 1.05, 如图 7 所示。

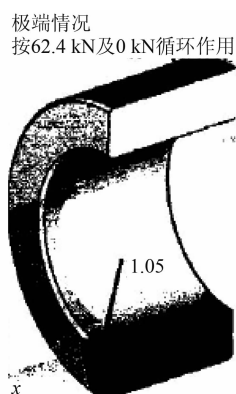


图7 阀座异常磨损后滚轮受力

此外, 排气滚轮与衬套为无压力油润滑, 在周期性高接触力作用下, 油膜破坏, 滚轮与衬套之间发生干摩擦, 产生高温, 在滚轮内圈表面萌生裂纹。随着柴油机继续运行, 裂纹源以疲劳形式扩展, 最终发生滚轮碎裂。

至于排气阀座异常磨损的原因, 经排查: 柴油机运行使用的柴油牌号为 -10# GB19147-2016, 含硫量极低 (不超过 10×10^{-6}), 不满足柴油机用油要求: 硫含量小于 500×10^{-6} 时须要使用抗磨添加剂。更换缸盖后, 使用含硫量满足要求的柴油, 柴油机后续运行正常。

4 结 语

本次故障是一起典型的由于未按要求运行柴油机导致的故障。直接原因是缸盖阀座异常磨损导致气阀间隙减小。说明合理设定和检查气阀间隙对柴油机可靠运行至关重要。