

使用维修

PA6 柴油机缸套凸肩裂纹分析

李京¹, 马天²

(1. 海军驻兴平地区军事代表室, 陕西西安 713105; 2. 海军驻七一一研究所军事代表室, 上海 201108)

摘要: 通过对某型 PA6 柴油机缸套凸肩裂纹的系统分析, 并结合维修周期的情况, 得出结论: 导致该型柴油机缸套凸肩裂纹的原因系使用不当。由此, 对该型柴油机的正常使用提出合理化建议。

关键词: PA6 柴油机; 缸套; 裂纹

中图分类号: TK423.2 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-4357(2011)01-0052-02

0 故障现象描述

某型 PA6 柴油机缸套为合金铸铁件, 在使用过程中发现凸肩处有周向裂纹。经着色检测, 裂纹位于凸肩与缸体转接圆角凸肩一侧(即转角 R 的上缘), 周向扩展, 周向长约 280 mm, 来样形貌见图 1、2。

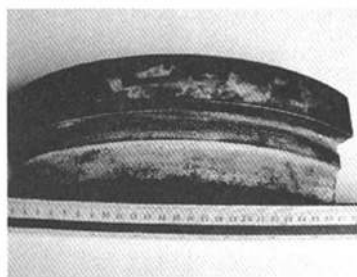


图1 故障件形貌



图2 故障件裂纹形貌

纹断口呈灰黑色, 人为打开部分为灰色; 裂纹起始于表面, 近表面约 1 mm 深度范围呈红褐色, 即锈斑色; 裂纹深约 6 mm, 裂纹断口较粗糙; 裂纹源区为线源, 源区未见材料及冶金缺陷。断口形貌见图 3, 源区形貌见图 4。扩展区可见到疲劳弧线, 高倍可见到疲劳特征, 见图 5, 图 6。

裂纹由转角 R 的上缘表面起裂沿缸体纵向扩展。裂纹源区近表面氧化较重, 可见到泥纹花样, 见图 7, 人为断口见图 8。



图3 裂纹断口形貌

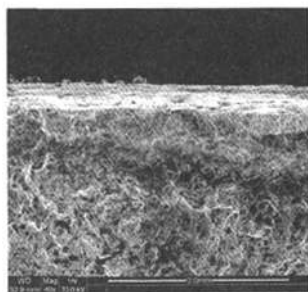


图4 裂纹源区形貌

1 裂纹断口及使用情况分析

1.1 裂纹及裂纹断口分析

将裂纹局部人为打开, 进行裂纹断口分析。裂

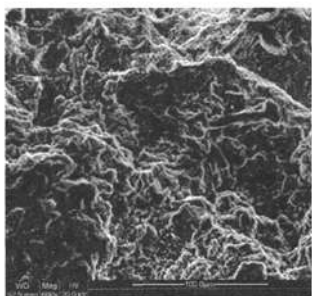


图 5 扩展区形貌

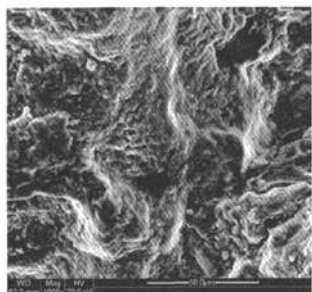


图 6 扩展区形貌

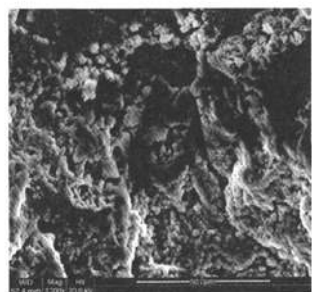


图 7 源区泥纹花样

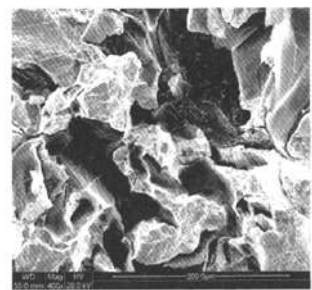


图 8 人为断口形貌

1.2 缸套使用分析

从缸套的外貌可以看出缸套的中上部冷却良好,但是缸套上部凸肩下方冷却不良,有空泡腐蚀现象,凸肩下方的裂纹区未水冷,存在温度分布不均匀现象。凸肩与缸盖和机身紧固在一起,在裂纹处存在装配应力,如果螺栓预紧力不平衡,或缸

盖、垫片、凸肩、机身配合不当,则有可能出现凸肩下缘圆周一侧萌生裂纹的情况。另外柴油机在工作过程中产生的脉动机械应力传递至凸肩下缘而成为附加应力。从受力状况分析,裂纹萌生是热应力、装配应力、脉动机械应力共同作用的结果,而预紧力不平衡,则致使裂纹在某一区域起裂。

经过全面检验,裂纹缸套的化学成分、机械性能、金相组织等均符合要求,故排除裂纹的萌生、扩展与材质有关。结合裂纹断口分析和工况判断,缸套裂纹应为热疲劳裂纹。热疲劳系应变疲劳,属低周次疲劳,对机械加工刀痕不敏感;裂纹的萌生与预紧力的不平衡有关,裂纹的扩展与热应力、柴油机的工况、装配等综合因素有关。

2 专利方技术资料对维修周期的有关说明

(1) PA6 柴油机维修说明书中明确规定:大修周期 24 000 小时清除所有缸套的结垢,更换密封圈,对缸套凸肩进行着色渗透探伤。如果在白色显示剂表面发现有大于 10 mm 的连续红线,缸套就应报废。

(2) 说明书给出的柴油机运行性能和各组的维修数据是很多台柴油机装置实际运行的统计平均值,所以,这些数值仅当柴油机在限定的或供货时所限定的工作范围被正确使用时才有效,特别在下述方面:使用功率、起动(次数和条件)、燃油和滑油等级、各种流体的温度和压力、运行时间或升负荷时间。

柴油机的良好运行依赖于正确的系统维护和正确的使用操作。为保证达到此目的,建议执行下文给出的标准维修时间表(图 9),该表所指使用功率水平大致符合 30%~90% 的最大持续功率。

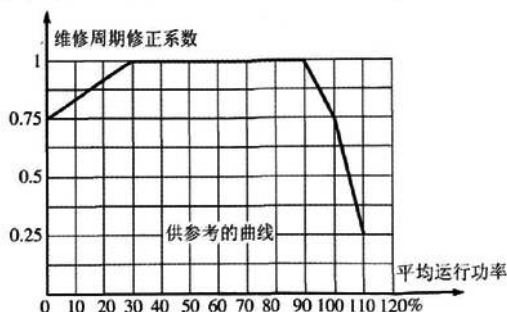


图 9 柴油机平均运行功率和维修周期修正系数关系

从图中可以看到,柴油机实际运行的时间周期是必须予以修正的。

(下转第 56 页)

的形状、数目、油滴细度和分布情况，注意察看启阀压力之前和喷射之后喷孔处是否有燃油滴漏。良好的雾化质量就是喷柱符合要求，并且无油滴涌出或渗漏，整个喷射过程中伴有清脆的“吱吱”声。

(2) 装配时注意事项

喷油器在装入气缸盖前，首先要检查喷油器上的密封圈是否完好，然后检查喷油器与气缸盖的密封面清洁度和密封性，必要时进行清洁与研磨，以防止燃气漏出，烧毁喷油器。同时，注意喷油器在缸盖上的紧固螺母不可过度上紧，要严格按照使用说明书的规定。

(3) 尽量使柴油机处于良好的工况

在满足使用要求的情况下，应尽量保持柴油机在较高负荷的工况下运行，负荷在 80% 以上时燃烧质量最好。

(4) 合理选用燃油

应选用最合适的燃油，尽量选用低含硫量的燃油，保证燃油的清洁度，减少杂质、水的含量。

5 结束语

喷油器是柴油机的关键部件，喷油器的好坏直接影响柴油机的运行状况。通过对喷油器常见故障的原因分析，提出了故障排除措施，并给出了减少喷油器故障应当注意的事项：要确保喷油器工作正常，需加强喷油器的检查与保养工作，要经常检查和调节启阀压力、检查密封性及时更换磨损偶件和失效的密封圈，检查雾化质量确保雾化良好。

参考文献

- [1] 王春华. 柴油机喷油器常见故障排除方法[J]. 现代农业装备, 2009(1).
- [2] 章炜. 舰船柴油机喷油器故障 3 例[J]. 中国修船, 2006(S1).

(上接第 53 页)

(3) 图 10 为起动次数与运行小时数之比对柴油机使用周期的影响。

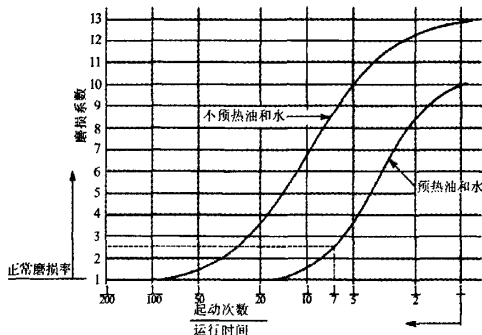


图 10 起动次数与运行小时对柴油机使用周期的影响

图 10 使用举例，对于一台预加热和预润滑柴油机，运转共 2 400 h，启动了 340 次。起动次数与运行小时数之比为 1/7，按照图 10，磨损率为 2.5。对应于维修计划表上的当量小时为 $2\,400 \times 2.5 = 6\,000\text{ h}$ 。

而对于一台不进行预加热和预润滑柴油机，运

转共 2 400 h 启动了 340 次。起动次数与运行小时数之比同样 1/7，按照图 10，磨损率为 8.5。对应于维修计划表上的当量小时为 $2\,400 \times 8.5 = 20\,400\text{ h}$ 。

维修周期时间的确定不仅仅是柴油机运行时间的累积，还应考虑起动次数、起动时的油水温度等条件的影响。

3 建议

综上所述，为延长柴油机维修周期，提出以下柴油机正确使用建议：

- (1) 避免固紧或减少预应力的不均衡；
- (2) 注意缸盖、垫片、缸套凸肩、机身配合面的光洁度和尺寸；
- (3) 柴油机起动前，请进行油、水预热，并尽量减少起动次数；
- (4) 按照说明书定期检查高温冷却水(淡水)理化指标。