

使用维修

柴油机气门座圈脱落故障分析

陈晓燕, 商海昆

(河北华北柴油机有限责任公司, 河北石家庄 050081)

摘要: 通过对缸盖、气门座圈的检测及解剖, 分析了某型号柴油机排气门座圈脱落故障, 分析结果显示, 故障原因系缸盖排气门座圈孔周围水道狭窄、畅通性差, 影响冷却, 气门座圈孔局部热负荷偏高致使缸盖和座圈发生变形, 导致座圈从缸盖座圈孔中整体脱出; 据此提出了改进措施。

关键词: 柴油机; 缸盖; 气门座圈; 故障

中图分类号: TK423.4⁺3 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-4357(2010)02-0050-04

1 引言

气门座圈是影响柴油机可靠性的关键件之一, 它是为弥补缸盖耐磨性和耐热性不足, 以满足气门座合的质量要求而配置的, 与气门一起构成空气和燃料混合气进出燃烧室的门户(图 1)。气门座圈的工作环境十分恶劣, 除承受高温燃气的腐蚀外, 还要承受气缸内爆发压力以及气门回位的频繁冲击, 会产生磨损、脱落等故障。

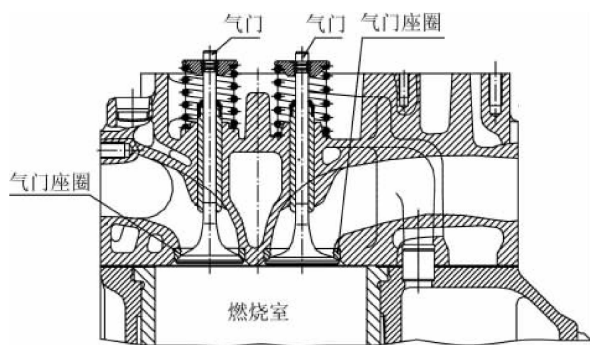


图 1 缸盖总成

某型号水冷柴油机用气门座圈采用含 Cr、Ni、Mo、P 等合金元素的耐热合金铸铁制成。这种座圈材料由于含 Mo、P 等多种合金元素, 高温强度、耐磨耐腐蚀性能都较好。但在考核中发现, 使用此座圈的柴油机保养后重新启动时, 突然出现异响, 检查发现第 2 缸缸盖与箱体之间漏水, 停车后盘动曲轴时, 在个别位置不能转动。

本文针对故障现象, 通过对缸盖、气门座圈的尺寸、化学成分、机械性能、金相组织检测及解剖检查, 查清了故障产生的原因, 并采取了相应措

施, 通过配机试验验证了措施有效, 对设计改进、质量提高有重要意义。

2 故障件宏观检查及检测

2.1 故障件宏观检查

拆检该柴油机发现: 第 2 缸缸盖左排气门座圈孔内没有气门座圈, 第 2 缸活塞顶部、缸盖燃烧室侧磕碰严重, 有明显的撞击痕迹, 并有气门座圈碎片内嵌, 第 2 缸气缸套上止口处有两处裂纹, 其它部位未发现问题。

从活塞及缸盖上留下的痕迹判断应是排气门座圈先从缸盖座圈孔中整体脱落, 倾斜后受活塞、气门等的撞击后碎裂, 造成活塞、缸盖、缸套受损。见图 2、图 3。



图 2 故障活塞



图 3 故障缸盖

2.2 气门座圈检测情况

分别对进口排气门座圈(已通过考核)、库存同批次座圈和失效座圈的金相组织、化学成分及尺寸进行对比检测。

2.2.1 金相组织

金相组织图片见图 4。

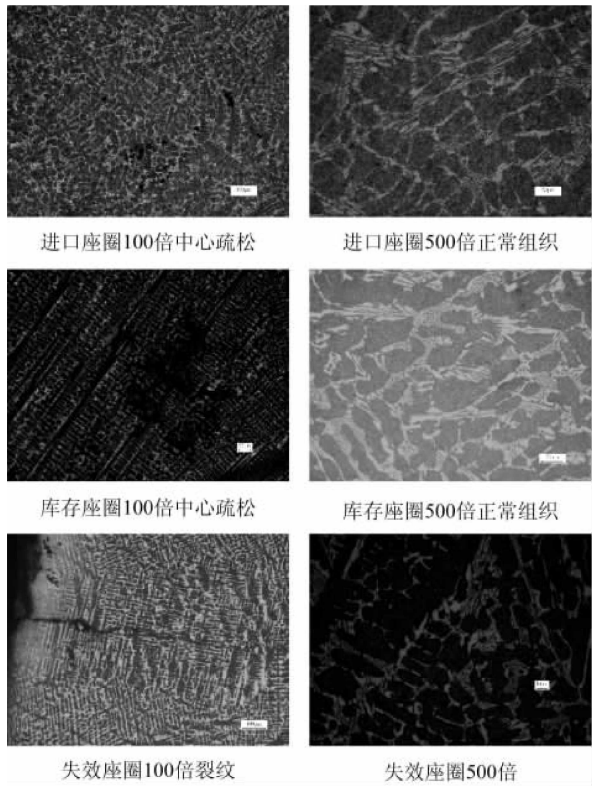


图 4 进口座圈、库存座圈及失效座圈金相照片

通过金相图片可以看出,国产与进口座圈正常组织基本相同,国产座圈由于使用重力铸造,在显微状态下具有大面积疏松,疏松直径最大在0.5 mm左右,并且多处存在;进口座圈最大疏松直径在0.1 mm左右,仅存在于个别位置。

2.2.2 化学成分

化学成分检测结果见表 1。

表 1

化学成分	图样要求	国产	进口
C	1.8~2.3	2.10	2.14
Cr	12~14	12.47	13.18
Mo	2~2.5	1.89	2.01
Si	0.8~1.3	1.21	1.08
Mn	Max0.9	0.53	0.50
P	Max0.06	0.025	0.038
S	Max0.04	0.024	0.020
Ni	Max0.5	0.31	0.15

通过比较分析,国产座圈与进口座圈化学成分基本相同,均满足要求。

2.2.3 尺寸检测

分别从进口缸盖总成(1个)和该发动机非故障缸盖总成(2个)中无破坏取出排气门座圈进行外观和尺寸检测。

外观检测发现,国产排气门座圈的内侧变黑(图 5),外侧颜色正常。分析认为,气门座圈外圆两侧颜色不一致,应是气门座圈受热不均所致,发黑一侧的工作温度较高。

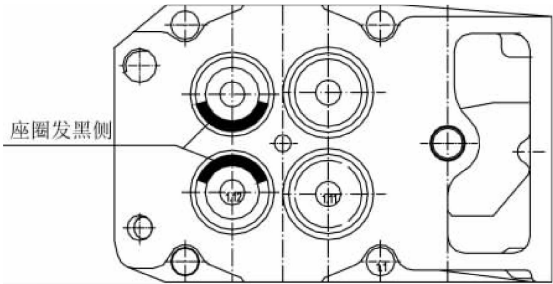


图 5 座圈色变部位

尺寸检测结果见表 2。

表 2

名称	编号	尺寸	图样要求
进口气门座圈	右排	44.065~44.055	44.06~44.076
	左排	44.065~44.063	
国产气门座圈	右排	44.024~44.035	44.07~44.086
	左排	44.037~44.005	
	右排	44.025~44.055	
	左排	44.025~44.041	

检查结果可以看出,座圈尺寸均满足图样要求,但国产气门座圈受热冷却后变形较大,成椭圆(发黑方向为长轴),外径尺寸相对变小。

2.3 缸盖检测情况

2.3.1 水道检查

分别解剖了故障缸盖和进口缸盖,解剖部位为缸盖燃烧室向上 20 mm 处,即气门座圈冷却水道部位,见图 6、图 7。

通过比较发现:故障缸盖气门座圈周围的冷却水道狭窄甚至不畅通,并且水道粘砂较多。

2.3.2 材料及机械性能检测

分别对进口和故障缸盖材料进行了分析检测,检测结果见表 3,两种缸盖的材料成分区别很小,均符合要求。



图 6 故障缸盖座圈孔周围水道



图 7 进口缸盖座圈孔周围水道

表 3

名称	牌号	C	Si	Mn	P	S
进口缸盖	HT250	3.42	1.99	0.98	0.047	0.072
故障缸盖	HT250	3.24	1.86	0.74	0.044	0.07

机械性能检测结果见表 4，两种缸盖机械性能均符合图纸要求。

表 4

名称	抗拉强度/MPa	硬度/HB
图样要求	≥250	180~240
进口缸盖	275	193
故障缸盖	267	191

2.3.3 尺寸检测

将故障件缸盖排气门座圈镗出，对座圈孔进行了检测，检测结果见表 5。

表 5

名称	编号	尺寸	图样要求
缸盖	右排	44.00~44.005	44~44.016
	左排	43.99~43.998	

从检查结果可以看出，缸盖左排气门座圈的底孔略有缩小。

3 缸盖与排气门座圈过盈力分析

针对排气门座圈失效的状况，对其设计过盈力和在工作中受热负荷的影响进行了有限元计算分析和评估。对缸盖进行了以下内容的计算：座圈在冷态时的过盈分析；座圈在不同受热条件下的过盈分析。计算结果表明，由缸盖冷却水腔产生的温度梯度使气门座圈和缸盖间的过盈力增大，但最大值尚在材料的理论性能的许可范围内，因此在理论上座圈是安全的。

4 压力试验

在压力机上分别对国产气门座圈（从故障机非故障缸盖中无破坏取出）和进口气门座圈（从缸盖总成中无破坏取出）进行静压力试验，结果如下：

进口气门座圈加压 4 MPa 后碎裂。国产气门座圈加同样压力后发生变形，加压至 7 MPa，座圈压扁但未碎裂。

通过压裂试验可以看出，进口座圈成散碎状，国产座圈成压扁状。据此现象，结合金相检查认为：因国产座圈组织存在较大疏松，具有较好的退让性，导致国产座圈成压扁状而不破碎。

5 综合分析

综合以上检测及计算结果分析认为，由于缸盖气门座圈孔，特别是排气门座圈孔周围水腔狭窄，且有大量粘砂，导致水道畅通性差，水流不畅，影响气门座圈冷却散热，在柴油机长时间全速全负荷运转时，气门座圈孔周围局部热负荷过高，相配合的缸盖与座圈因热膨胀系数存在差异（材料为合金铸铁的座圈的热膨胀系数为 $11.5 \times 10^{-6}/K$ ，材料为 HT250 的缸盖的热膨胀系数为 $13.2 \times 10^{-6}/K$ ），因而两者在高温下变形程度不同，加之组织疏松造成的退让性，导致座圈从缸盖座圈孔中整体脱落；同时，从缸盖冷却水道的分布情况看，冷却水从靠近右排气门座圈孔的进水孔进入缸盖冷却水道，经由左排气门座圈孔周围水道、进气门座圈孔周围水道排出，左排气门座圈因温度高冷却效果差而首先脱落，座圈失效，最终使活塞、缸盖、缸套受损。

6 改进措施

（1）按图样要求，比照进口缸盖解剖件，对影响冷却水流通能力的水道模具进行了修整，改进了缸盖水道，见图 8。

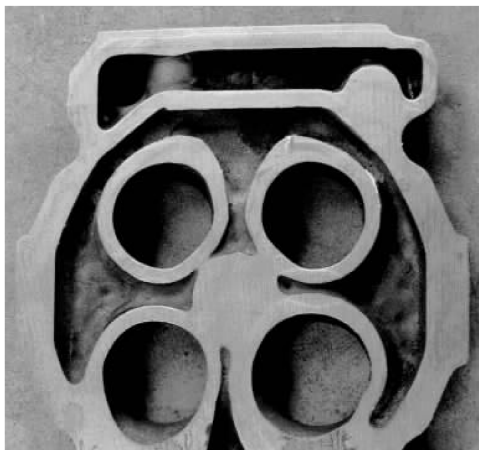


图8 改进后缸盖座圈孔周围水道

(2) 针对缸盖水道粘砂问题,在缸盖铸造工艺中完善了清砂工艺:①落砂处理;②粗抛丸处理、

精抛丸处理;③时效处理;④振动处理;⑤二次落砂处理;⑥精抛丸处理、风洗;⑦用清砂工具人工再清砂。经解剖检查,按此工艺清砂的缸盖水道粘砂现象基本消除。

(3) 在气门座圈技术条件中增加了 X 射线检测需达到关于铸件质量评级相关标准规定的一、二级的要求。

经以上改进措施,该型机的气门座圈脱落故障得以排除。

参考文献

- [1] 成大先. 机械设计手册,第三版[M]. 北京:化学工业出版社,1994.
- [2] 李树满. 最新柴油机选型设计、故障诊断及国内外标准实用手册. 第一版[M]. 北京:中国知识出版社,2006.

(上接第 42 页)

4 结 论

根据以上齿轮传动机构激励载荷的计算分析,在 ADAMS 环境下成功模拟了整个传动机构在工作过程中的动态载荷响应情况。根据两种方案激励载荷分析情况,可以很明显地看到新方案的动力学性能优于原方案。通过齿轮副的啮合激励力来对比分析不同结构方案的动力学性能的方法,为齿轮传动机构的方案设计和优化评价提供了新思路。而且通过动态激励载荷分析方法可以实现在满足强度要求的情况下,预测整个传动机构的振动、噪声情况,

并力求达到最小。

参考文献

- [1] 廖琪梅,张弛云. 内燃机配气机构 ADAMS 虚拟样机技术研究[J]. 内燃机工程,2003(3):23~26.
- [2] 吴兆汉等. 内燃机设计[M]. 北京:北京理工大学出版社,1990.
- [1] 齿轮手册编委会,齿轮手册[M]. 北京:机械工业出版社,2000.
- [2] 蔡耀辉,实用机械手册[M]. 北京:机械工业出版社,1998.