

使用与维修

某柴油机故障分析

付海燕, 丁技峰, 张维彪

(中国北方发动机研究所, 天津 300400)

摘 要: 针对某 8 V 柴油机在耐久性台架考核试验中发生严重故障的问题, 结合该柴油机结构和试验台架布置情况建立以“柴油机过热”为顶事件的故障树, 逐项排查分析并进行试验验证。分析表明: 故障主要是由于试验设备冷却系统的膨胀水箱蒸汽阀失效所致, 据此, 采取了相应的解决措施。

关键词: 柴油机; 台架试验; 过热; 故障; 膨胀水箱

中图分类号: TK428 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-4357(2013)04-0050-03

0 引 言

某 8V 柴油机在耐久性台架考核试验进行至 185 h 时, 曲轴箱废气压力突然升高, 同时排气温度升高, 伴随有呼吸器通气口冒出大量白烟现象, 在台架上检查时, 从油底壳机油放油阀放出大量的水。本文对该柴油机故障进行详细分析。

1 整机拆检情况

整机拆检发现左 4 缸故障最为突出, 左 3 缸次之, 左 1、2 缸略好, 右排完好。左 4 缸活塞火力岸损坏, 活塞顶部铸铁镶圈以上 1/3 存留, 其余部分烧熔或碎裂, 残留活塞环卡死在环槽内, 裙部严重拉伤, 内腔顶部发黄。活塞镶圈碎块经进气道进入进气管并进入左 3 缸, 造成左 3 缸活塞顶有金属嵌入, 顶部有明显的撞击痕迹。所有活塞内腔顶部均有轻微发蓝现象。左 4 缸气缸套严重拉伤且内壁上部附着金属铝屑, 气缸套经敲击取出, 八个气缸套外表面均有发蓝现象。左 4 缸气缸套密封圈粘接在环槽内, 第一道气缸套密封圈内表面多处烧熔, 第二道缸套密封圈外表面局部烧熔。左 4 缸活塞销与销座粘接, 活塞销经敲击取出, 活塞销外表面发蓝。左 4 缸连杆小头发黄。左 4 缸气缸盖燃烧室底面和气门头部附着大量金属铝屑。左 3 缸气门头部也附着有金属铝屑, 缸盖局部有撞击痕迹。左 4 缸活塞顶部烧熔的金属铝屑随废气排出时, 附着在左排排气管内表面及左增压器涡轮箱内, 同时造成左增压器涡轮叶轮损坏。故障实物见图 1~图 6。



图 1 左 4 缸活塞顶部全貌



图 2 左 4 缸活塞内腔热损伤情况



图 3 左 4 缸气缸套内部情况



图 4 左 4 缸气缸套外表面情况



图 5 左 4 缸气缸套第一道密封圈情况

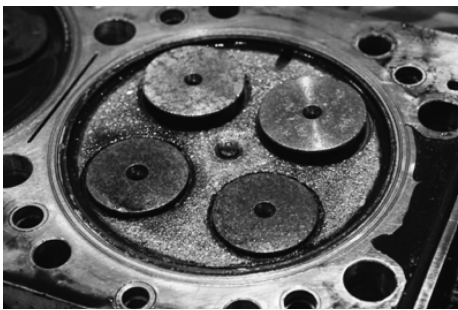


图 6 左 4 缸缸盖情况

2 故障原因分析

2.1 故障诊断

通过拆检情况分析认为，该机工作过程中可能存在冷却不足、过热现象，因而导致活塞烧蚀、拉缸、缸套密封圈烧熔、漏水等一系列故障。

2.2 过热原因分析

根据故障现象，主要从以下两方面进行过热原因分析：

(1) 冷却系统是否存在问题：冷却系统水流量不足、冷却水道局部堵塞、活塞冷却喷嘴堵塞、脱落或喷油量不足、活塞内冷油腔堵塞等，均可造成发动机过热；

(2) 燃烧系统是否存在问题：进气量不足、供油系统燃油喷射雾化不良等，也会引起柴油机排温升高，严重时出现过热。

2.3 柴油机过热故障树及相关零部件排查分析

通过以上分析，结合该柴油机结构和试验台架布置情况，建立以“柴油机过热”为顶事件的故障树，并进行逐项排查分析。柴油机过热故障树如

图 7 所示^[1-3]。

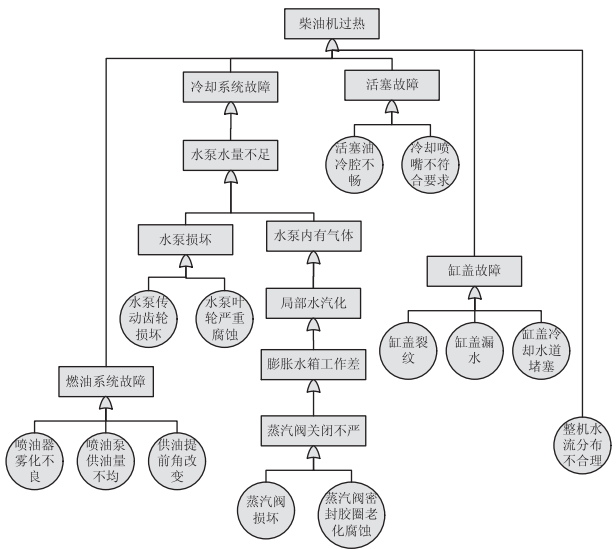


图 7 柴油机过热故障树

2.3.1 喷油器及喷油泵排查检验

经喷油泵及喷油器部件试验检验，喷油泵工作正常，左 4 缸喷油器雾化良好。喷油泵检查结果见表 1。

表 1 喷油泵检查结果

缸号	1	2	3	4	5	6	7	8
标定点各缸油 /(ml·400c ⁻¹)	226	226	225	227	228	225	228	225
怠速点各缸油量 /(ml·400c ⁻¹)	20	18	17	21	24	24	17	18
各缸供油相位 偏差/±0.5°	0	-0.5	0	0	+0.5	-0.5	-0.5	-0.5

2.3.2 活塞内冷油腔检验

经注水检验，活塞内冷油腔无堵塞现象。活塞沿销座轴线解剖后，检查冷却油腔满足结构设计要求。

2.3.3 活塞冷却喷嘴检验

左 4 缸冷却喷嘴结构完好，安装可靠；经部件压力检验，油温 80 ℃、油压 0.2 MPa 时开始出油；油压 0.6 MPa 时，喷孔的机油流量为 9.2 (L·min⁻¹)，满足设计要求。

2.3.4 整机水流分布测试

柴油机复装后，经台架试验验证，柴油机本体与水空中冷器的水流分布合理，符合设计指标要求。

2.3.5 水泵排查检验

(1) 水泵拆解结果

拆水泵进水接盘，发现水泵叶轮有汽蚀现象，如图 8 所示，其它零部件及密封部位均正常。



图 8 水泵汽蚀情况

(2) 水泵性能复验

水泵部件性能试验结果见表 2，水泵装机后考核试验过程中性能试验结果见表 3。通过试验数据对比分析看出，在正常工作状态下，水泵的流量和扬程均能满足设计指标要求，证明水泵本体工作正常；从水泵装机后的试验数据看，其扬程、流量大幅下降，证明台架试验中的闭式冷却系统存在问题，分析其主要原因是水泵进口压力太低。

表 2 水泵性能试验结果

标定转速/ ($\text{r}\cdot\text{min}^{-1}$)	流量/ ($\text{m}^3\cdot\text{h}^{-1}$)	进口 温度/ $^{\circ}\text{C}$	水泵进口 压力/ kPa	水泵后 压力/ kPa	扬程/ m
3 970	64	77.5	16.2	328.6	31.2
3 970	62	77.7	10.7	311.3	30.1
3 970	46	79.9	-15.5	154.3	17

表 3 考核期间柴油机标定点水泵后压力及进回水温度情况

标定转速/ ($\text{r}\cdot\text{min}^{-1}$)	测量工况	水泵后压力/ kPa	进回水温差/ $^{\circ}\text{C}$
2 300	考核前外特性	200	6
2 300	正常考核过程中	140	8

2.3.6 气缸盖排查检验

气缸盖解剖后发现，下水腔靠近传动端进、排气道之间有铸造夹渣，该处水路堵塞近 1/4，计算表明，如果冷却系统工作正常，该堵塞基本不影响水流分布及气缸盖的冷却效果。左 4 缸气缸盖水腔解剖情况如图 9 所示。

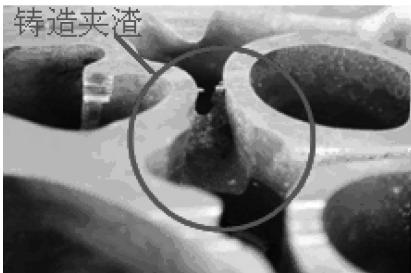


图 9 左 4 缸气缸盖解剖情况

2.3.7 设备冷却系统排查检验

检查试验设备冷却系统，发现膨胀水箱上的蒸汽阀关闭不严；柴油机工作时，膨胀水箱无法建压，造成水泵前进水吸真空，冷却液汽化，系统内形成气阻，水泵流量大幅下降^[4]。经实测，在未解决蒸汽阀关闭不严问题之前，水泵前进水压力为 -0.015 MPa，水泵扬程为 0.15 MPa，实测水量为 46($\text{m}^3\cdot\text{h}^{-1}$)；故障排除后(更换一个新的蒸汽阀)，进一步试验验证，水泵前压力达到 0.025 MPa，水泵扬程提高到 0.28 MPa，水泵流量提高到 79 ($\text{m}^3\cdot\text{h}^{-1}$)，满足了冷却系统正常工作要求。

3 故障定位及解决措施

柴油机复装时，对新的左排气缸盖水腔进行了检查，发现各水腔通畅；更换了左排气缸盖、气缸套、增压器等故障件以及其它易损件。针对造成本次故障的主要原因，更换了试验室设备膨胀水箱蒸汽阀。经试验验证，设备冷却系统修复后，水泵进口能够保证相应的正压值，柴油机通过了耐久性台架考核试验。

4 结 论

该柴油机故障是由整机过热引起，整机过热导致活塞顶烧熔损坏、拉缸、缸套密封胶圈烧损漏水等^[0]破坏现象。而整机过热主要是由于试验设备冷却系统的膨胀水箱蒸汽阀失效所致，由于蒸汽阀关闭不严，水泵进口形成负压，冷却液汽化，水泵水量大幅减小，使得柴油机冷却系统散热受到严重影响。另外，在水泵水量不足的条件下，柴油机左 4 缸下水腔进、排气道之间的铸造夹渣，进一步恶化了左 4 缸的冷却效果，造成左 4 缸首先出现故障。

参考文献

[1] 李树生,万德玉. 中高速大功率柴油机故障诊断与排除[M]. 呼和浩特:远方出版社, 2003.
[2] 徐安,赵长利. 车用发动机过热故障树分析[J]. 汽车技术,2007,43(3):43-46.
[3] 周龙保. 内燃机学[M]. 北京:机械工业出版社, 2005.
[4] 徐文忠,郑国良. 离心水泵的汽蚀现象分析及其对策[J]. 节能技术,2007,25(6):539-540.