



TCD2015V08 柴油机废气大故障分析

付建岭

(河北华北柴油机有限责任公司, 河北 石家庄 050000)

摘 要: 针对 TCD2015V08 柴油机在试验过程中出现的废气大、机油压力降低等故障, 通过对故障件, 如箱体、气缸盖、缸套、活塞主轴瓦连杆瓦、水泵等技术状态的检查和分析, 确认系气缸盖回油孔与水腔壁裂, 致冷却液与机油混合, 造成了废气大、机油压力降低的故障; 相应地提出了改进设计方案。

关键词: 柴油机; 废气; 气缸盖; 机油压力
中图分类号: TK428 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001 - 4357(2012)05 - 0054 - 02

0 引 言

TCD2015V08 柴油机是引进德国道依茨公司的电控柴油机产品, 该机为水冷、高速四冲程、V 型 90°气缸夹角、8 缸、增压中冷柴油机, 采用电控单体泵燃油供给系统, 排放满足欧Ⅲ标准, 具有体积小、结构紧凑、功率大、工作可靠、噪声低等特点。TCD2015V08 柴油机主要技术参数见表 1。

表 1 TCD2015V08 柴油机主要技术参数	
气缸排列数/缸数	V 型/8 缸
进气方式	增压中冷
每缸气门	2 进、2 排
缸径×行程/mm×mm	132×145
喷油系统	电控单体泵+P 型喷嘴
额定功率/kW	500
额定转速/(r·min ⁻¹)	2 100
最低空转转速/(r·min ⁻¹)	600

1 故障现象

TCD2015V08 柴油机进行 200 h 可靠性试验, 分 50 h 和 150 h 两阶段进行。第一阶段 50 h 可靠性试验柴油机运行正常, 当柴油机运行到 86 h, 转速 2 100 (r·min⁻¹)、功率 518 kW、机油温度 102 ℃, 废气压力由 0.42 kPa 升至 1.22 kPa, 机油压力由 5.1 kPa 下降到 3.6 kPa。柴油机降至怠速检查, 无异常现象, 将转速升到 1 500 (r·min⁻¹), 用恒转速模式逐渐增加负荷, 柴油机废气逐渐增大, 机油压力逐渐下降; 当负荷和转速恒定和负荷恒定转速逐渐

升高时故障现象相同。

2 故障定位

TCD2015V08 柴油机采用开式呼吸器, 即废气呼吸器出口与大气相通, 柴油机正常工作时废气压力小于等于 1.0 kPa, 机油温度在 102 ℃时机油压力为 4.6~5.5 kPa。而该柴油机在正常运行时, 废气压力突然升高, 机油压力下降, 可以断定发生了故障, 经分析, 导致故障的可能因素有水泵 O 形圈、缸套阻水圈损坏; 柴油机拉缸; 曲轴箱、缸盖裂; 烧瓦。下面逐一进行分析。

(1) 水泵 O 形圈故障

TCD2015V08 柴油机冷却水泵上有两道 O 形圈, 将水腔和机油腔分开, 如果 O 形圈变形损坏, 冷却液就会窜入机油中, 使机油黏度降低, 造成机油压力低; 机油中的冷却液随温度的升高不断汽化, 造成废气增大。拆下水泵, 检查 O 形圈, 无异常, 水泵 O 形圈原因排除。

(2) 缸套阻水圈故障

TCD2015V08 柴油机缸套上有两道阻水圈, 将水腔和机油腔分开, 如果阻水圈变形损坏, 冷却液就会窜入机油中, 导致同样的故障。拆下缸套, 检查阻水圈, 无异常, 缸套阻水圈漏冷却液原因排除。

(3) 柴油机拉缸

柴油机拉缸后, 缸壁与活塞环失去密封, 窜气, 造成曲轴箱内废气增大, 冷却喷嘴喷射到气缸内的机油窜入到燃烧室, 主油道泄压, 造成机油压力下降。怠速运行时柴油机各缸无异响, 用内窥镜

检查各缸，各气缸无异常，所以柴油机拉缸故障可以排除。

(4) 连杆瓦和主轴瓦烧坏

连杆瓦和主轴瓦烧坏后，油膜被破坏，连杆瓦和主轴瓦新油膜不能建立，局部温度急剧升高，机油在连杆瓦和主轴瓦与曲轴之间不再起润滑作用，主油道机油压力不能保持，此处的机油温度急剧升高，造成机油压力下降，废气增大。对柴油机连杆瓦和主轴瓦进行拆检：连杆瓦和主轴瓦无烧坏现象，所以此故障可以排除。

(5) 曲轴箱裂

当曲轴箱产生裂纹后，水腔和机油腔窜通，机油中含有冷却液，机油黏度降低造成机油压力下降，机油中的冷却液随温度的升高不断汽化，造成废气增大。箱体中灌入煤油，用 50 kPa 压缩空气加压，安装 0 ~ 100 kPa 压力表，压力在 40 kPa 保持 1 h，压力无下降，说明曲轴箱没有裂，此故障可以排除。

(6) 气缸盖裂

将气缸盖从柴油机上拆下，安装在试漏工装平台上，将 40 kPa 的压缩空气加入气缸盖中，1 min 后压力下降了 20 kPa，依次对 8 个缸盖进行试验，现象相同。用试漏液查找故障源，发现气缸盖机油回油孔冒气泡，用线切割对气缸盖进行分解，发现气缸盖回油孔裂。至此，可以说明：废气大，机油压力下降故障系气缸盖机油回油孔裂造成。

3 原因分析

将气缸盖解剖如图 1 示。

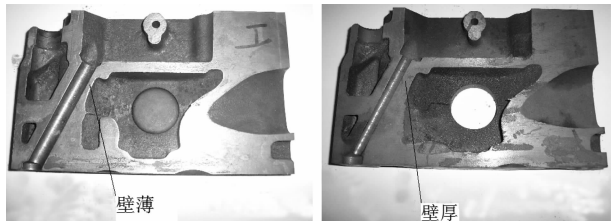


图 1 回油孔与水腔之间壁厚

气缸盖的作用是密封气体，并与活塞形成燃烧空间。气缸盖受到缸盖螺栓非常大的预紧力；随着负荷的逐渐增大，燃烧压力也逐渐增大，气缸盖的

变形量呈线性增长；螺栓孔附近和丁字筋处应力增加较慢，排气道和月牙梁处应力增加较快，最大变形量发生在底板火力面处。造成气缸盖变形的主要因素并不是螺栓应力而是气体应力，而气缸盖机油回油孔正处在排气道边侧，当燃烧压力作用在火力面上时，火力面整体向上举升，气缸盖侧面连接处的过度圆弧产生很大的应力。在 TCD2015V08 柴油机开发时，对原柴油机气缸盖进行了重新设计，为了提高柴油机功率，加大了气缸盖的进水量，将气缸盖回油孔与水腔之间的壁厚由 5.5 mm(图(a))变为 3.2 mm(图(b))，以增加气缸盖的冷却效果。为了提升柴油机功率，将单体泵预行程由原机的 4 mm 加大到 11 mm；柴油机最高燃烧压力由 15 MPa 升至 19 MPa。随着燃烧压力的增加，气缸盖变形量增加，以至将气缸盖回油孔与气缸盖水腔之间的薄壁撕裂，冷却液渗漏到机油中，机油黏度下降。当柴油机转速升高，气缸盖的进水压力增大，冷却液窜入机油的量增加；当柴油机转速不变扭矩增加，气缸内的最高燃烧压力增大，致使气缸盖回油孔的裂纹增大，冷却液窜入机油的流量进一步增大，机油的黏度降低，造成机油压力降低，废气增大。

4 结 论

新产品开发过程中，在进行某一模块的优化时，应兼顾其他模块的设计，综合考虑整体性能和强度。针对以上故障原因，通过对气缸盖磨具优化设计，将故障气缸盖回油孔由 $\phi 12.1\text{ mm}$ 减至 $\phi 11\text{ mm}$ ；气缸盖回油孔与气缸盖水腔之间的壁厚由 3.2 mm 增加到 4.2 mm。气缸盖回油孔与气缸盖水腔之间的壁厚为 4.2 mm，既保证了气缸盖回油的流量，又改善了气缸盖的冷却效果。经柴油机台架试验证明，此方案的缸盖设计，满足了 TCD2015V08 柴油机功率提升的要求。

参考文献

[1] 魏春源. 高等内燃机学[M]. 北京:北京理工大学出版社,2001.
[2] 姚亮宇,卫军朝,张晓静,等. 气缸盖冷却水腔的 CFD 分析和优化[J]. 车用发动机 ,2011. 6.