

使用维修

某型大功率柴油机低温水泵漏水原因分析

庞龙俊, 黄旭, 周金丹, 高向花, 陈晨光

(陕西柴油机重工有限公司, 陕西 兴平 713105)

摘要: 某型大功率柴油机在调试试验中突发机带低温冷却水泵漏水故障, 并对柴油机相关部件造成一系列影响。针对此故障进行排查分析, 结果表明: 水泵泄漏的直接原因是轴窜导致水封失效; 而根本原因是安装过程中深槽滚珠轴承内圈推进不到位即进行锁紧螺母紧固。对此给出了针对性的改进措施。

关键词: 柴油机; 水泵; 轴承; 漏水

中图分类号: TK424.2⁺11 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-4357(2019)06-0062-02

0 引言

某型柴油机为高速大功率 V 型柴油机, 面向柴油机功率输出端 (KS), 左侧为 A 排, 右侧为 B 排。该柴油机组在调试试验过程中, 柴油机机带低温冷却水泵支承体与蜗壳之间的结合面沿圆周方向突然往外大量喷水, 2~3 min 内低温水系统水箱低位报警, 紧急停机。

1 故障排查

拆下低温冷却水泵后发现: 齿轮端外轴承 (单列滚柱轴承) 的黄铜质轴承保持架碎裂; 轴承内圈与冷却水泵驱动小齿轮接触部分的凸肩整圈龟裂并脱落; 主轴承外圈有明显的过热导致变色现象; 水泵叶轮 (青铜材质) 与进水管刮擦发生卷边。故障具体情况见图 1。

打开柴油机齿轮箱检查, 在齿轮箱 B 侧高温冷却水泵安装位置的凸台上发现 5 块崩裂的轴承内圈凸缘碎块和 3 块轴承保持架碎块及大量的碎金属屑; 在齿轮箱下面的盖板又发现数块损坏的轴承内圈和保持架碎块以及细小的金属碎块。

低温水泵驱动齿轮、中传齿轮、B 列滑油泵齿轮均有不同程度的刮擦和挤压痕迹。将水泵轴垂直放置, 轴承内圈与水泵轴发生可逆的轴向相对位移 (图 2), 约 7 mm, 而图纸要求为 0 mm。

水泵轴发生窜动的可能原因有: (1) 深槽滚珠轴承内圈未安装到位即锁紧螺母。(2) 锁紧螺母没有按工艺技术文件规定 ($220 + 20 (N \cdot m)$),

螺纹部分涂抹乐泰防松胶) 进行有效紧固, 在运转中发生松动, 并引起一系列连锁反应。(3) 水泵或水泵叶轮安装过程中, 水泵叶轮与进水蜗壳的径向或者轴向间隙 (主要是轴向间隙) 未达到技术要求, 运转过程中叶轮发生刮擦; 设计中不可避免地会产生轴向力, 在轴向力和刮擦产生的反向轴向力以及不规则的径向力综合作用下, 水泵轴在高速转动中的运动呈不规则多维运动, 在振动等作用下引起螺母松动, 进而轴承内圈和水泵轴产生相对运动并引起一连串的连锁反应。

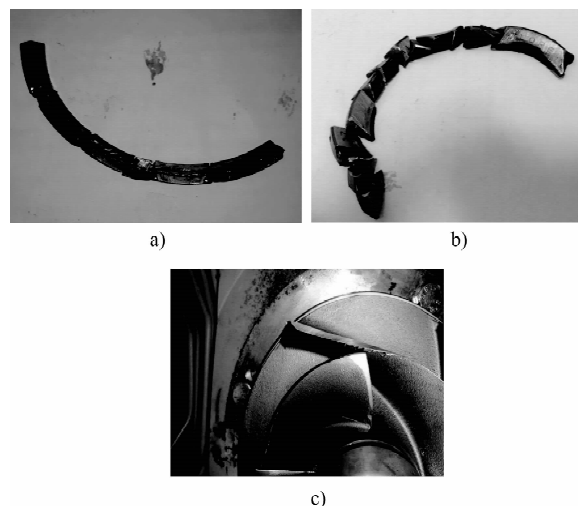


图 1 故障情况

拆卸水封静环检查发现: 由于轴窜, 静环座和与之对应的轴上凸肩发生较严重磨损 (图 3), 水封密封环发生形变, 油封内圈弹簧断裂 (图 4)。

低温水泵的密封是由位于密封支架上的静环和

收稿日期: 2018-10-15; 修回日期: 2019-02-28

作者简介: 庞龙俊 (1988-), 男, 助理工程师, 主要研究方向为柴油机装试现场技术支持, 6545281@163.com。

位于叶轮上的动环两者共同实现的。水泵运行状态下，两者相对运动，接触面形成一层薄薄的液面，避免了两者干摩擦，同时对流到叶轮背面的水起到密封作用。正常状态下，水封不泄漏或者允许少量滴漏。本次泵的泄漏很大，呈带压力喷射状，所以水封失效的可能性很大，而非水封表面或动静环之间存在异物或划痕。



图2 轴承内圈与水泵轴发生轴向相对位移

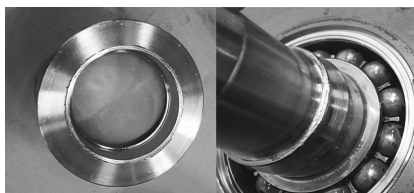


图3 静环座和轴上凸肩磨损



图4 水射密封环变形，油封内圈弹簧断裂

2 故障原因分析

正常状态下，动、静环接触后，静环的厚度应为 $20.5 + 0.5 \text{ mm}$ ，而自然状态下静环的厚度值为 23.8 mm ，也就是说静环须被压缩 $2.8 \sim 3.3 \text{ mm}$ ，才能有效起到密封作用。从水泵剖视图（图5）可以看出：深槽滚珠轴承左边内圈与轴上凸肩靠紧（现场拆检检查结果与图纸相符），右边内圈靠紧左边内圈（而现场拆检结果为相距 $6 \sim 7 \text{ mm}$ ），这样，当轴在叶轮压差力和驱动齿轮向心力的作用下向右窜动时，在左边内圈和轴凸肩的作用下实现轴向定位，此时静环的状态与剖视图一改，即被压缩 $2.8 \sim 3.3 \text{ mm}$ ，实现有效密封；当轴向左窜动时，轴承右边内圈及锁紧螺母被轴承外圈限位，但由于左右内圈存在 $6 \sim 7 \text{ mm}$ 间隙，故实际上整个轴已偏离了设计位置，向左窜动了 $6 \sim 7 \text{ mm}$ ，此时静环

不但没被压缩，反而与动环之间存在约 $3 \sim 4 \text{ mm}$ 的间隙，因此发生带压泄漏。

另外，由于轴窜，驱动端的圆柱滚柱轴承内圈与外圈发生相对位移，内圈 L 形凸起被滚柱啃掉，保持架被啃去一半；由于轴窜挤压超过了油封内圈弹簧的拉伸极限，故内圈弹簧断裂；本不应接触的轴凸肩与水封座发生接触并磨损。

那么轴承内圈与水泵轴如何会发生 $6 \sim 7 \text{ mm}$ 的位移。如果是螺母松脱，那么轴窜将是一个渐进的过程，与之对应的泄漏也应该是逐渐增大的过程，但该泵是突然泄漏。如果是安装过程中在深槽滚珠轴承右内圈推进不到位，与左内圈存在较大间隙的情况下紧固螺母，那么在水泵安装后的初期，由于机封依然处于压缩状态，水泵并不会出现泄漏；而当水泵长期运行后，轴在叶轮压差力和驱动齿轮向心力的作用下，发生较大轴窜时，机封失效，呈现带压泄漏状。

综上所述，可以确定水泵发生泄漏的直接原因是轴窜造成水封失效；而根本原因是安装过程中深槽滚珠轴承内圈推进不到位即进行锁紧螺母紧固。

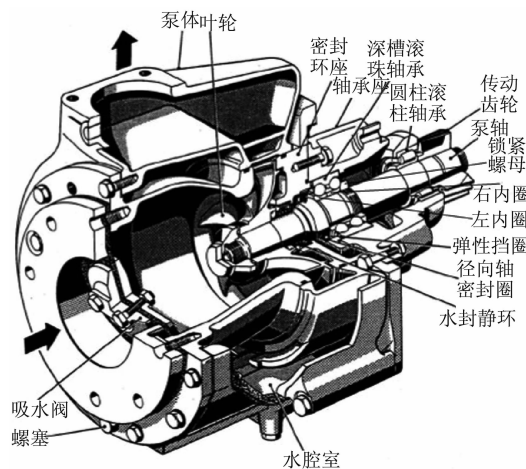


图5 低温水泵剖视图

3 改进措施

水泵损坏导致前端箱整个齿轮系磨损，整个滑油系统通流元件产生污染甚至失效，这是一个小概率事件引起的系统故障，须引起高度重视。为此专门制定水泵安装作业指导书，并对水泵轴承安装、叶轮安装等关键点增加互检、专检，以避免水泵安装中出现的人因失误。

参考文献

- [1] 岳三民, 田秀俊, 张晓红, 等. 柴油机维修说明书 [R]. 陕西柴油机重工有限公司, 2012.