

使用维修

某型柴油机阀桥导柱失效分析及改进

姜久奎, 梁 刚, 田雨生

(上海船用柴油机研究所, 上海 201108)

摘 要: 针对某型柴油机在首次动车试验时发生阀桥导柱与阀桥咬死故障, 对进气阀桥-阀桥导柱进行拆检, 并从设计、加工与装配等 3 方面进行分析。结果表明: 该组件在设计时, 阀桥-阀桥导柱的材料匹配不理想, 润滑结构设计不合理, 配合间隙偏小是造成本次故障的原因。据此进行改进。改进后的阀桥导柱经实机试验验证, 未再发生任何故障。改进措施有效。

关键词: 柴油机; 阀桥导柱; 材料; 润滑; 配合间隙

中图分类号: TK423.2; TK428 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-4357(2021)06-0062-03

Failure Analysis and Improvement on Valve Bridge Guide Post of a Diesel Engine

Jiang Jiukui, Liang Gang, Tian Yusheng

(Shanghai Marine Diesel Engine Research Institute, Shanghai 201108)

Abstract: Aiming at the seizure failure of valve bridge guide post and valve bridge in the first start-up test of a diesel engine, the intake valve bridge-valve bridge guide post was disassembled and inspected. Analysis was carried out from three aspects of design, processing and assembly. The results showed that the main reasons of the failure included: the material matching of valve bridge-valve bridge guide post was not ideal, the lubrication structure design was unreasonable, and the matching clearance was too small. Improvement was carried out accordingly. The improved valve bridge guide post was verified by real engine test, and no failure occurred again. The improvement measures were verified to be effective.

Key words: diesel engine; valve bridge guide post; material; lubrication; fit clearance

0 引言

柴油机阀桥导柱协同凸轮轴、挺柱机构、推杆组件、摇臂组件和气阀弹簧等引导阀桥组件上下往复直线运动, 实现气阀的开启和关闭, 进而实现柴油机气缸内的进气和排气, 其工作可靠与否直接关系到柴油机能否正常运行。

某新型柴油机在首次动车后, 某缸发生阀桥导柱与阀桥组件咬合故障, 直接导致柴油机运行失败。本文就该故障原因进行排查和分析, 并确定相应的改进措施。

1 故障现象

某型柴油机首次点火起动成功, 怠速运行约 2 min 后, 柴油机缸内发出异响, 伴随滑油自某缸缸盖罩盖吊装孔(未封堵)窜出。现场操作人员紧急停车并盘车检查, 发现盘车不顺; 检查外围系统无异常, 决定对柴油机本体做进一步拆检。

2 拆检情况

(1) 拆除缸盖罩盖并吊缸, 发现进气阀未落座。

(2) 进气阀桥与阀桥导柱咬死, 经拆检发现: 两者之间存在粘连和咬合现象 (图 1); 排气阀桥与阀桥导柱相对运动正常。

(3) 拆除阀桥后检查: 进、排气阀与阀桥导管相对运转灵活。

(4) 分解摇臂组件发现: 进气摇臂衬套无异常, 通向阀桥-阀桥导柱的供油通道顺畅。

(5) 活塞顶部未见异常碰撞痕迹。

(6) 进气侧推杆球头、挺柱滚轮、凸轮工作面均未发现异常。

(7) 除靠近进气道侧的进气阀的阀杆直线度超差外, 其余气阀未见异常。



图 1 进气阀桥与阀桥导柱咬合情况

3 故障原因分析

根据故障现象及拆检情况初步判断本次故障发生的过程为: 进气阀桥在下行过程中与阀桥导柱咬合, 进气阀未能及时落座, 使得进气阀与活塞顶发生轻微撞击, 并发出异响; 同时, 由于进气阀始终处于打开状态, 气缸内的工作压力经进气阀导管泄漏, 将气缸盖顶部积存的滑油从缸盖罩盖吊装孔吹出。

基于上述判断, 对阀桥-阀桥导柱相关零部件的设计、加工与装配做综合分析^[1]。

3.1 进气阀桥-阀桥导柱设计

进气阀桥-阀桥导柱设计主要考虑结构形式、材料匹配、滑油布油结构及配合间隙。

(1) 结构形式。缸盖摇臂与进气阀之间通过进气阀桥将摇臂的摆动转换成两个进气阀的同步直线运动, 阀桥的直线运动由阀桥导柱导向。这是一种成熟的结构形式, 在国内外船用柴油机中普遍运用, 可排除这一因素。

(2) 材料匹配。阀桥-阀桥导柱通常有两种材

料匹配方案: 方案 1 是阀桥导柱采用合金结构钢, 而阀桥采用球墨铸铁; 方案 2 是阀桥导柱和阀桥均采用合金结构钢。一般采用方案 1 的居多, 因为球墨铸铁具有较好的自润滑特性, 不容易咬合; 方案 2 由于材料特性相近, 易发生咬合^[2]。本案例中, 阀桥-阀桥导柱采用方案 2 的材料匹配方式, 进气阀桥与阀桥导柱均采用 42CrMo 合金结构钢。这种方案虽为阀桥-阀桥导柱常用的两种材料匹配方案之一, 但由于材料特性相近, 相对容易发生咬合。

(3) 润滑结构。阀桥-阀桥导柱润滑结构通常有两种形式: 阀桥导柱不布置油槽, 通过间隙布油润滑; 阀桥导柱外圆布置油槽润滑。后者的润滑效果优于前者。本案例阀桥导柱未布置油槽, 而是通过进气阀桥与阀桥导柱之间的间隙布油, 加上采用方案 2 的材料匹配, 可能导致润滑不良。

(4) 配合间隙。根据经验数据和统计结果: 采用无油槽结构的设计, 阀桥与阀桥导柱之间的相对配合间隙通常为 2‰~6‰, 如 W16、W20 等机型; 采用油槽结构的设计, 阀桥与阀桥导柱之间的相对配合间隙为 1‰~4‰, 如 MAN16、MAN21、W20 等机型。本案例为无油槽结构方案, 阀桥与阀桥导柱之间的相对配合间隙为 1‰~3.1‰, 可见相对配合间隙过小, 可能导致咬合故障。

3.2 进气阀桥-阀桥导柱加工

查阅进气阀桥-阀桥导柱验收数据: 阀桥与阀桥导柱之间的设计间隙为 0.020~0.062 mm, 实测间隙为 0.020 mm, 符合设计要求。

3.3 进气阀桥-阀桥导柱装配

查阅进气阀桥-阀桥导柱装配检验记录, 装配符合要求。

综上所述, 阀桥-阀桥导柱材料匹配不理想, 润滑结构设计不合理, 配合间隙偏小是导致本次故障的原因。

4 改进措施

针对上述 3 个因素, 相应采取以下改进措施:

(1) 材料匹配。将阀桥材料改为球墨铸铁, 降低咬合风险。

(2) 润滑结构设计。在阀桥导柱外圆面布置周向螺旋油槽, 供给摇臂的滑油自球头螺钉、球座和阀桥盖, 经阀桥进入阀桥导柱螺钉孔, 沿供油孔注入供油槽, 为阀桥和阀桥导柱之间的摩擦副提供润滑 (见图 2、图 3)。

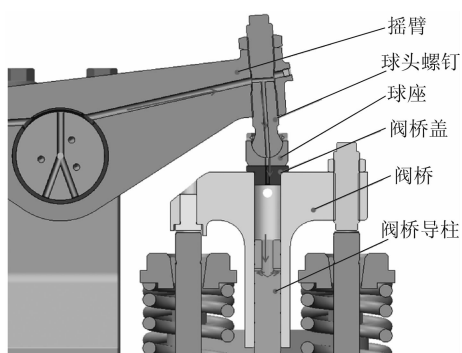


图 2 阀桥导柱滑油供油系统

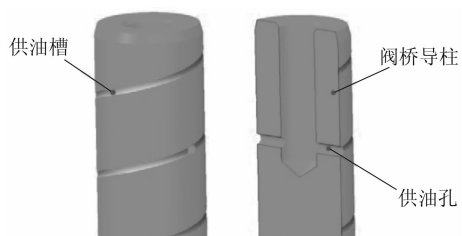


图 3 阀桥导柱滑油供油槽

(3) 配合间隙。配合间隙加大至 $0.050 \sim 0.089 \text{ mm}$ ，相对配合间隙为 $2.5\% \sim 4.4\%$ 。

5 结论

故障柴油机改换新型阀桥导柱后进行了 10 min 的试运行，初步检查没有发现任何异常。随后对新型阀桥导柱随机进行了磨合试验、性能调整试验及耐久试验等，稳定运行近 $5\,000 \text{ h}$ ，未发生任何故障，表明上述改进措施有效，故障解决。

参考文献

- [1] 冯洲鹏, 熊小龙. MTU 956 型柴油机排气阀座异常磨损故障分析 [J]. 柴油机, 2013, 35 (1): 58-59.
- [2] 付雨霞, 江秋红, 李宁. 阀桥导柱断裂原因分析 [J]. 广东造船, 2014, 139 (6): 92-94.