

# 某轮主机倒车启动困难的原因分析及解决办法

胡建峰, 罗光荣

(广州中船远航船坞有限公司, 广东 广州 510725)

**摘要:** 文章根据主机“倒车”启动困难的故障现象, 对启动空气分配器正时改变给主机正倒车启动造成的影响作了详细的分析, 找出故障的原因, 实施解决办法。

**关键词:** 主机; 启动困难; 启动空气分配器正时

**中图分类号:** U672 **文献标识码:** C **文章编号:** 1001-8328 (2010) 01-0007-02

**Abstract:** According to phenomenon of difficult starting of astern-running for ship main engine, this paper gives the cause for failure after detailed analysis to the effective starting air distributor timing changes on astern-running and solving method is also given.

**Key words:** main engine; difficult starting; starting air distributor timing

某远洋散货轮, 主机为前苏联制造, 1986年出厂的MAN B&W 6AKPH67/170-7 2冲程柴油机。主要结构和参数如下: 换气形式为直流阀式扫气, 汽缸数6个, 缸径670 mm, 行程1 700 mm, 功率为8 100 kW, 转速为119 r/min。该轮于2009年5月进入中船远航船坞有限公司修理。

## 1 故障现象

该轮主机正车启动很顺利, 但倒车启动非常困难, 启动空气消耗量大。主机正车试验时, 启动空气初始压力为2.5 MPa。当换向手柄置于“正车”位置、操纵手柄推至“启动”位置时, 启动空气分配器凸轮轴和高压油泵、排气阀凸轮轴换向到位, 曲轴转速在数秒钟内达到30 r/min以上。将操纵手柄推至“运转”位置时, 油门总拉杆立即向加油方向拉动油尺, 主机发火运转。连续8次正车启动均成功, 平均每次启动耗气量为0.20 MPa。在作倒车试验时, 启动空气初始压力同样为2.5 MPa。当换向手柄置于“倒车”位置、操纵手柄推至“启动”位置时, 启动空气分配器凸轮轴和高压油泵、排气阀凸轮轴换向到位, 但曲轴转速一直

在20 r/min以下徘徊。将操纵手柄推至“运转”位置时, 油门总拉杆立即向加油方向拉动油尺, 主机不发火运转。连续3次倒车启动均不成功, 启动空气压力已降至1 MPa以下, 平均每次启动耗气量为0.52 MPa。

## 2 故障分析

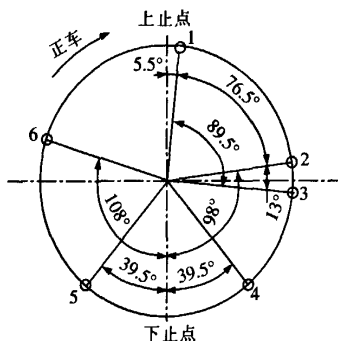
该主机倒车启动困难的现象表征是启动空气消耗量大, 启动转速达不到发火转速(通常为25~30 r/min), 主机不发火运转。

经过测量发现: 正车时, 启动空气分配器开启角度为上止点前 $9^{\circ}$ , 比说明书规定上止点后 $5.5^{\circ}$ 提前了 $14.5^{\circ}$ 。倒车时, 启动空气分配器开启角度为上止点后 $20^{\circ}$ , 比说明书规定上止点后 $5.5^{\circ}$ 滞后了 $14.5^{\circ}$ 。因该主机启动空气分配器采用双凸轮移动换向, 正车凸轮和倒车凸轮安装在同一根凸轮轴上, 凸轮轴转向与曲柄转向相同。正车时启动空气分配器正时提前, 必然造成倒车时启动空气分配器正时滞后。

下面分析空气分配器正时改变给主机启动造成的影响。

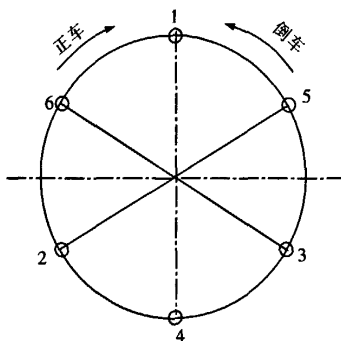
**作者简介:** 胡建峰 (1957-), 男, 湖南双峰人, 工程师, 大学本科, 主要从事船舶修理及管理工作。

## 2.1 该主机说明书的配气正时图和发火顺序图



1 - 启动空气分配器供气始点; 2 - 汽缸排气阀开启; 3 - 启动空气分配器供气终点; 4 - 汽缸扫气口开启; 5 - 汽缸扫气口关闭; 6 - 汽缸排气阀关闭。

图1 配气正时图



曲柄夹角60°; 正车发火顺序 1-6-2-4-3-5; 倒车发火顺序 1-5-3-4-2-6。

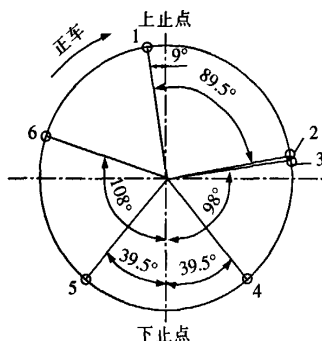
图2 发火顺序图

根据该主机说明书的配气正时图和发火顺序图, 计算出如下数据: ①启动空气分配器正时: 上止点后5.5°开启, 上止点后95°关闭, 供气延续角为89.5°曲柄转角, 从汽缸启动阀开启到汽缸排气阀开启时的有效供气角度为76.5°曲柄转角。②汽缸排气阀正时: 下止点前98°开启, 下止点后108°关闭, 排气延续角为206°曲柄转角。③汽缸启动阀开启与汽缸排气阀开启的重叠角度为13°曲柄转角。④启动空气共同作用在发火顺序相邻的两个汽缸活塞顶部的重叠角度为16.5°曲柄转角。

## 2.2 启动空气分配器正时提前对主机正车启动的影响

当正车启动时, 启动空气分配器正时提前了14.5°, 为上止点前9°, 在启动空气分配器供气延续供气角内, 汽缸排气阀还没有开启, 有效供气角度变为89.5°曲柄转角, 比说明书规定的76.5°曲

柄转角增加了13°曲柄转角。汽缸启动阀开启与汽缸排气阀开启的重叠角度消失。启动空气共同作用在发火顺序相邻的两个汽缸活塞顶部的重叠角度为31°曲柄转角, 比说明书规定的16.5°曲柄转角增加14.5°曲柄转角。启动空气分配器有效供气角度增大、汽缸启动阀开启与汽缸排气阀开启的重叠角度消失、启动空气共同作用在发火顺序相邻的两个汽缸活塞顶部的重叠角度增加, 结果是增加了启动空气的能量, 减少启动空气的消耗, 有利于启动转速提高。虽然启动空气分配器在上止点前9°开始向汽缸启动阀供气, 会对主机产生一定的制动作用, 但实际上启动空气进入汽缸的时刻要稍为滞后些, 这是因为汽缸启动阀不是瞬时全开的, 在开启的初期由于开度极小对启动空气起到节流作用, 启动空气并未真正进入汽缸, 只有汽缸启动阀的开度较大时压缩空气才进入汽缸, 这时曲柄已经接近上止点, 实际产生的制动力矩很小。这就是该主机正车启动顺利的原因。



1 - 启动空气分配器供气始点; 2 - 启动空气分配器供气终点; 3 - 汽缸排气阀开启; 4 - 汽缸扫气口开启; 5 - 汽缸扫气口关闭; 6 - 汽缸排气阀关闭。

图3 启动空气分配器正时提前14.5°的配气正时图

## 2.3 启动空气分配器正时滞后对主机倒车启动的影响

当倒车启动时, 启动空气分配器正时滞后了14.5°, 为上止点后20°, 从汽缸启动阀开启到汽缸排气阀开启时的有效供气角度变为62°曲柄转角, 比说明书规定的76.5°曲柄转角减少了14.5°曲柄转角。汽缸启动阀开启与汽缸排气阀开启的重叠角度为27.5°曲柄转角, 比说明书规定的13°曲柄转角增加了14.5° (增加了一倍), 大量的启动空气从汽缸排气阀排走。

(下转第28页)

程序可依据所建的故障树,按照“由顶至下、逐级分解、先重要后次要、先人因后硬件、先外围后内部”的原则对底事件一一进行排查。实践证明,这样做比盲目拆解分油机去查找故障,能够大大提高查找故障的准确率,及时排除故障。

## 6 结论

以分油机跑油故障为顶事件,针对实际中分油机故障诊断困难的问题,建立了故障树。对故障割集进行了定性分析,得到最小割集,并按照结构重要度对底事件进行了排序,指出了故障诊断程序,为快速定位故障提供参考,分油机其他故障诊断程序也可参照本思路运用。此外,识别出了造成顶事件的一些人为因素,可通过加强培训和制作合理的

维修操作规范降低人因故障,提高分油机的可靠性。

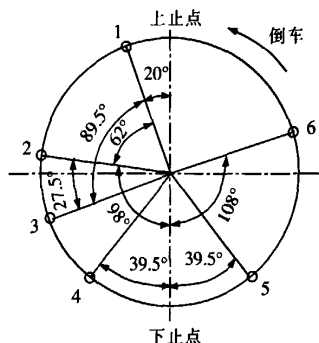
### 参考文献

- [1] 孙培廷. 船舶柴油机 [M]. 大连海事大学出版社, 2002.
- [2] 宋保维. 系统可靠性设计与分析 [M]. 西北工业大学出版社, 1999.
- [3] 李媛媛, 等. 激光雷达测量系统故障树分析 [J]. 红外与激光工程, 2009, 38 (2): 335-339.
- [4] 贾哲, 等. FTA 在机器人故障诊断中的应用 [J]. 装备制造技术, 2008 (9): 84-85; 91.
- [5] 魏勇. 船舶常规电站主开关跳闸的故障树分析 [J]. 船舶工程, 2008, 37 (4): 22-24.

收稿日期: 2009-09

(上接第 8 页)

启动空气共同作用在发火顺序相邻的两个汽缸活塞顶部的重叠角度只有  $2^\circ$  曲柄转角, 比说明书规定的  $16.5^\circ$  曲柄转角时间少了  $14.5^\circ$  曲柄转角。启动空气分配器有效供气角度减小、汽缸启动阀开启与汽缸排气阀开启的重叠角度增大、启动空气共同作用在发火顺序相邻的两个汽缸活塞顶部的重叠角度减小, 结果导致启动空气能量不足, 致使倒车启动时既消耗了大量的启动空气又不利于启动转速提高, 这就是该主机倒车启动困难的原因。



1 - 启动空气分配器供气始点; 2 - 汽缸排气阀开启; 3 - 启动空气分配器供气终点; 4 - 汽缸扫气口开启; 5 - 汽缸扫气口关闭; 6 - 汽缸排气阀关闭。

图 4 启动空气分配器正时滞后  $14.5^\circ$  的配气正时图

## 3 解决办法

按该主机说明书配气正时图将正倒车的启动空气分配器正时调整到上止点后  $5.5^\circ$ 。在主机没有暖缸情况下作正倒车启动试验。启动空气初始压力为  $2.5 \text{ MPa}$ , 正倒车交替启动各 6 次, 连续 12 次启动均成功, 平均每次启动耗气量为  $0.14 \text{ MPa}$ 。试验结果符合船舶规范要求, 确保了船舶航行安全。

## 4 结束语

船舶经常在各种复杂的条件下航行, 例如: 在进出港口和靠离码头时, 要求船舶多次改变航速及航向; 在紧急情况下, 船舶为了避碰而要求紧急刹车, 强迫主机迅速停车、倒车。目前, 各港口国政府严格和广泛地采取措施, 对抵港外轮实施 PSC (Port State Control, 港口国监控), 这就对船舶机动操作性能和主机的技术状态提出更严格的要求。

在日常的轮机管理和维修过程中, 要按照说明书准确地调整主机的各项技术参数, 才能使主机处于良好的技术状态, 满足各种工况要求, 确保船舶航行安全。

收稿日期: 2009-08

# 某轮主机倒车启动困难的原因分析及解决办法

作者: [胡建峰](#), [罗光荣](#)  
作者单位: [广州中船远航船舶坞有限公司, 广东, 广州, 510725](#)  
刊名: [中国修船](#)  
英文刊名: [CHINA SHIPREPAIR](#)  
年, 卷(期): 2010, 23(1)  
引用次数: 0次

## 相似文献(6条)

### 1. 期刊论文 [池华方. 赵殿礼](#) MaK M32型船用主机启动困难原因分析及解决 -航海技术2004(5)

MaK船用中速柴油主机在世界航运船舶中所占比例已达18.5%, 排名第二. 基于此, 此文详细分析了MaK M32型船用柴油机启动困难的原因, 提出了改进建议, 给出了应急措施, 并解决了该故障. 对轮机管理人员具有很好的参考指导意义.

### 2. 期刊论文 [洪哲](#) 某型柴油机换向启动困难故障排除 -中国修船2004(6)

某拖船装备8NVD48A-2U柴油机两台, 某段时期常发生柴油机换向启动困难. 经研究分析, 对原操纵系统进行了局部改进性维修, 比较圆满地解决了这个问题. 故障现象: 柴油主机在正车位置或倒车位置时启动均正常, 启动时间都在范围之内(不换向), 但两主机从正车换向至倒车或从倒车换向至正车后, 主机很难启动, 经过较长一段时间后又能启动起来, 但经换向后又出现类似情况. 通过观察飞轮, 发现其旋转缓慢且不均匀, 有时还来回摆动.

### 3. 期刊论文 [刘永江](#) 康明斯船用柴油机启动困难原因与排除 -海洋与渔业2006(9)

重庆康明斯柴油机是引进美国康明斯(Cummins)发动机有限公司NH和K系列柴油机的设计制造技术专利. 该系列船用柴油机属高速发动机, 供船舶主、副机及船舶发电机等动力设备配套. NH和K系列发动机具有重量轻、功率高、扭矩大、油耗低等优点. 该机型适合我省群众渔船特定的条件, 机舱容积较小, 要求主机功率大, 机器体积小, 单位功率重量轻, 油耗低的特点, 很受渔民的欢迎. 目前康明斯柴油机在我省群众拖网和刺网作业渔船以及远洋渔船上应用很普遍. 为便于对该系列柴油机维护和管理, 着重介绍该系列船舶柴油机常遇启动困难的故障以及处理方法. 康明斯船用柴油机启动困难常见原因大致有如下几方面:

### 4. 期刊论文 [祁万江](#) JS1500型搅拌机低温启动困难之排除 -建筑机械化2004, 25(6)

1故障现象 我单位2003年9月购进两套HZ75型砼搅拌站, 担负廊泊线二工区标段全部砼的搅拌任务. 该标段全长11km, 净宽24.3m, 为省级一级路面, 包括1座跨度454.9m的永定河大桥, 4座小桥, 若干桥涵、管涵和4km的水泥过水路面等, 约8万m<sup>3</sup>的砼施工量. 10月中旬两套设备投入施工, 一直到11月中旬设备工作基本正常, 完成成品砼的搅拌任务约1.3万m<sup>3</sup>. 这时北方地区经历了一次大范围的雨雪降温天气, 夜间的最低气温降至-7℃左右, 两套搅拌站的主机均无法启动.

### 5. 期刊论文 [那振宽](#) 重载设备启动中遇到的两个典型问题及解决办法 -水泥2004(8)

在水泥行业, 球磨机和回转窑属重载设备, 易发生主机启动困难的情况. 1水泥磨难以启动 我公司制成车间Φ2.4m×12m水泥磨在2001年之前, 特别是冬季经常出现主机启动过程中, 自动跳闸, 或越级到公司总变电所跳闸, 经检查每次跳闸都是过流继电器动作. 而检查电动机、启动设备及传动设备均未发现问题. 再启动有时又能正常运行.

### 6. 期刊论文 [葛智勇. 杜宏斌. 王启亮](#) PYRH-2型自动喷油装置在球磨机上的应用 -设备管理与维修2001(2)

MTZ3258型筒式磨煤机, 传动方式为开式齿轮传动, 传动电机TDMK 6000kV 800kW, 筒体转速18.9r/min. 运行多年来, 常因润滑不善, 造成磨机齿轮磨损、胶合和点蚀. 我厂使用的齿轮油基质中含有沥青, 虽可增加粘附性, 但在气温低、停机时间长时, 易造成齿轮啮合间隙变化, 使启动困难, 电机电流增大, 加剧齿轮振动, 从而损害齿面.

二、PYRH-2型自动喷油润滑装置 2000年1月, 我车间在筒式磨煤机传动齿轮上安装了自动喷油装置, 装置系统框见图1.

1. 装置特点 压缩空气驱动气动油泵, 配合气动元件, 使润滑油从油箱到达喷嘴, 呈均匀雾状喷射在工作齿面上. 使用数显时间继电器, 定时定量供油, 调整方便, 直观准确. 可与主机联锁, 同时启动或停止, 并且有故障报警功能. 使用各种油脂(任用户选择)均可雾化, 如球磨机使用680#或460#极压齿轮油或二硫化钼润滑脂. 装置安装和调整简便, 投入运行后, 维护工作量很少. 为了使油嘴保持清洁, 装置还具有供油后延长吹气功能.

2. 使用及安装要求 根据磨机齿轮特点, 喷嘴安装时应注意: ①钻喷嘴板的固定螺孔时, 应防止铁屑等杂物掉入齿轮; ②固定用螺栓或螺帽应采取可靠的防松措施; ③油气管路可用铜管或无缝钢管, 也可用塑料管, 但应与供油、供气压力相适应.

三、应用效果 一年来的运行表明, 喷油润滑装置运行可靠, 故障率低, 对主体设备润滑作用显著. 经对大齿圈定期测量发现, 安装喷油润滑装置后, 振动和偏摆量减小, 相应径向和端面跳动也减小许多. 三台磨机传动轴承的实际运行寿命也延长到800h以上.

节油效果明显, 按每天4台磨运行计算, 每天节油75kg. 设备和环境面貌大大改观. 该装置虽一次性投资较大, 但从节约的备件费和维修费用以及运行效果来看, 其潜在的效益是十分可观的.

本文链接: [http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical\\_zgxc201001004.aspx](http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_zgxc201001004.aspx)

下载时间: 2010年4月7日