

船舶四冲程柴油机常见故障原因分析及对策

肖茂兵

(中国海警局直属第四局, 海南 文昌 571300)

摘要 柴油机作为船舶的主要设备, 属于船舶行驶的主要动力来源。由于四冲程柴油机内部结构具有一定复杂性, 导致其在运行过程中难免出现一些大大小小的故障。基于此, 本文简单分析船舶四冲程柴油机常见故障, 深入探讨四冲程柴油机运行故障的处理对策, 以供相关人员参考。

关键词 船舶 四冲程柴油机 故障分析

中图分类号: U672

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2022)10-0037-03

近年来, 船舶技术发展迅速, 船舶四冲程柴油机也在持续升级, 这使得其内部构造变得越来越复杂。船舶工作人员必须对柴油机整体结构深入了解, 同时能够快速锁定船舶四冲程柴油机故障原因并进行针对性处理, 这直接影响船舶的安全稳定运行。

1 船舶四冲程柴油机常见故障及原因分析

1.1 船舶四冲程柴油机启动困难

在船舶运行中经常会发生柴油机启动困难或者根本无法启动的现象, 大部分是因为柴油机设备本身故障和启动线路出现问题导致。通常会出现机器启动时转速不正常, 曲轴无法转动或转动速度很慢。还有就是虽然转动速度没问题但柴油机本身却打不着火, 即使柴油可以运转但运转速度时快时慢, 甚至停止。

如果正常启动按钮但无法引起电磁开关联动, 这就表示很有可能是开关连接线路不正常或者电路故障造成的。可按照整体线路进行分段排查, 可在电池正极、接线柱、电流负极、启动开关钥匙、启动开关按钮、小接线柱、内部打铁、蓄电池负极等区域对直流电压进行分点测量, 如果直流电压不在标准电压 26V 上下则表示测试节点之间的线路出现问题, 应及时采取相应的措施进行处理。此外, 如果启动后电磁开关状态正常但无法启动油机设备, 则需测量蓄电池的电压是否小于 24V, 若电量不足应当及时予以充电。

若所有电路故障均已排除则很有可能是柴油机本身原因导致无法启动, 需要考虑以下几个原因: 检查空压机状态以及气管漏气、气管长度和气源压力等原因; 检查油压状态和停车杆位置以及油箱阀门等设备是否违规, 超速停车装置有没有复位、齿轮位置以及喷油器是否正常工作; 检查排气设备是否正常工作以及缸盖活塞孔隙大小以及缸头位置等原因。

1.2 船舶四冲程柴油机功率不足

在柴油机运行过程中发生排气管冒黑烟、排气温度超高以及船舶柴油机运转速度时快时慢的现象, 很可能是因为船舶柴油机功率不足导致。而柴油机功率状态很大程度取决于室内柴油燃烧效果, 因此可以从柴油机的进排气状态、配气结构、调速系统以及动力传递方面进行检测。

首先, 在燃油供给方面, 可以使用工具将高压油管打开再撬开承盘检查泵油状态, 如发现漏油则需及时更换油泵、柱塞。如果泵油状态没问题再对喷油器进行细致检查, 如喷油嘴处于潮湿状态且有剩余燃油则表示柴油无法成功燃烧, 还需对喷油嘴压力、积碳以及雾化状态以及角度位置进行检测并及时调整更换。

其次, 在排气状态方面也要系统检查, 及时检查空气滤清器以及管道消声器情况, 如有堵塞现象发生则需及时清理。另外, 进气门没有完全密封会导致气缸漏气, 使空气滤清器出现冒烟现象, 应及时检查排气门位置, 若调整过后空气滤清器仍然冒烟, 则表示气门损坏需要进行调整研磨。进气门和排气门的情况比较类似, 如出现同样问题可以采用同一种方法进行调整研磨。

最后, 检查动力传递机构状态是否正常, 开机启动后可以打开机油盖检查气缸活塞的密封程度是否达到标准, 在打开机油箱盖的同时如有烟雾冒出则说明活塞密封程度不够、气缸漏气燃烧效果不好致使柴油机功率不足^[1]。

1.3 船舶四冲程柴油机转速不稳

调速器是控制调节柴油机转速的主要设备, 它可以将柴油机转速波动率控制在 0.5% 以内, 使其保证稳定运转。当柴油机转速不稳时通常会发生“喘气”“游

车”的现象,这种现象大多发生在柴油机低速运行的状态下,其主要原因在于供油状态不佳、调速器故障以及其他外部因素。其中供油系统中如果发生水阻、气阻现象会使供油频率忽快忽慢。喷油器故障包括泵柱塞阀门损坏、喷油器针阀齿轮松动、卡滞、弹簧损坏等也是造成柴油机转速不稳的主要原因。此外,调速器内弹簧损坏、移位变形、硬度减弱以及相关零部件磨损严重时也会对柴油机转速产生不同程度的影响。

1.4 船舶四冲程柴油机飞车急停

正常情况下柴油机在调速器的作用下转速是相对稳定的,就算运行时船舶突然减重也不会对其运转频率造成太大影响,通常都会保持在减重前转速的8%以下。柴油机因某种原因导致其运转频率瞬间增高远远超过合理范围就会产生“飞车”现象,反之因某种原因使柴油机瞬间停止工作被称为“急停”。造成“飞车”或者“急停”现象的根本原因在于燃油系统出现问题导致调速器失灵或者调速器因某些原因造成损坏,从而导致柴油机运转频率呈现两地极端化运行状态。

2 船舶四冲程柴油机故障处理对策

2.1 主机安全阀故障及处理措施

在某种情况下柴油机缸内压力瞬间增大远远超出安全阀设定的起跳压力时就会导致主机安全阀发生起跳现象。这种现象通常是因为柴油机因长期高负荷运转过程中进行工况转变时,短时间内频率转变过大导致超出柴油机正常承受范围、内部压力瞬间增高而引起的。遇到这种情况可以根据实际情况调整负荷曲线使其保持在正常情况下运转。还有因喷油器质量问题以及安全阀本身压力值不稳也有可能引起主机安全阀起跳现象发生,如遇此类情况只能及时更换喷漆器和安全阀从而避免安全事故发生。此外,如因本身质量问题导致的高压油管破裂,也需及时更换油管才能彻底解决此类问题^[2]。

2.2 高压油泵磨损处理措施

燃油内包含太多焊渣和其他有机杂质没有及时清理也会导致喷油嘴堵塞和油泵拉磨损坏,从而引起柴油机故障发生。可以使用分油机抽出日常运行中产生的杂质和水来延长燃油沉淀时间。如已将多余杂质清理干净仍无法避免油泵磨损,则需要将日用柜和燃油管整体清洗,将积压已久的焊渣和其他残留物彻底清理掉,从而有效避免异物流入主机系统引起堵塞。

2.3 主机拉缸现象处理措施

在船舶航行过程中经常会因柴油机日常维护工作不到位,致使很多残渣、焊渣在长期工作运行中越积越多,导致气缸套、活塞环磨损或损坏。此外,受到各种零部件设计不合理、安装不规范、型号配备错误以及日常磨损方面的影响,经常导致主机出现拉缸现象,致使柴油机运转时发出异常响声、曲轴箱冒烟、运转速率变慢。

主机出现拉缸现象通常会使缸套严重磨损表面产生划痕,此时需要对燃油系统进行全方位的清理,做好润滑工作,防止积碳以及工作中产生的残渣混入燃油和机油内部。针对不同情况可以适当使用空气滤清器、机油滤清器以及燃油滤清器进行及时清理油缸。

有时活塞裙部出现划痕擦伤的情况也会引起主机拉缸,大部分是因为活塞材料型号运用不当、处理方式错误、汽缸之间的间隙太小导致。应当严格按照标准磨合工艺对活塞进行有效打磨,如有必要还需切割部分拉缸区域或者针对活塞整体结构进行重新调整设计,选用适合的热处理方法采购符合要求的活塞、气缸组件。此外,活塞环胶结卡顿也是引起拉缸的主要原因之一,需合理使用润滑油调整活塞环开头边间隙,定期维护更换,让活塞环表面拥有合理的液体高度。使缸壁上始终保持一层油膜,对活塞冷却系统加以改善,使其始终保持稳定高效的冷却效果。

2.4 排气阀常见故障及处理措施

相对而言,排气阀的工作条件要比船舶柴油机中其他配件恶劣许多,在日常工作期间排气阀不仅要承受900~1000℃的高温,还要承受最高速度达到600m/s,具有高强度腐蚀性气体的冲刷,在气阀中心温度和过渡圆弧中段温度高达600~800℃。长期的高温环境不仅使排气阀本身机械性能减弱,还会在一定程度上导致变形从而引发一系列柴油机故障。

为避免因排气阀损耗造成柴油机故障必须充分掌握排气阀的维修技术,通常在对排气阀进行维修前要检测缸盖底面与排气阀底面的距离是否在标准范围之内。若相差过大则会使活塞与气阀之间的撞击概率大大增加。应使用外径千分尺等工具准确测量阀杆磨损后的圆度产生的误差以及圆柱度误差,当测量数据远远超过导管配合标准值时应当进行报废处理并及时予以更换。检查排气阀是否有凹坑、裂纹以及麻点的现象,按照各项工艺参数要求进行修复和更换,如发现裂纹现象必须执行报废处理。还应注意对气阀弹簧表面锈

蚀、裂纹方面的检测,一旦发现有裂纹现象必须予以报废处理并及时更换,若存在锈蚀应避免弹簧所受应力集中并及时用纱布打磨修复。同时在发现排气阀变形弯曲超过标准时也应予以报废处理并及时更换^[3]。

2.5 实例分析

以某公务轮为例,该船配备四冲程柴油机 3 台均为 6 缸,额定转速维持在 750r/min,缸径和行程分别为 270mm 和 380mm,额定功率 1980kW 还配有 NR24/S 型定压增压器。维护期间已经对每台柴油机包括调速器在内各种零部件进行系统调试,重新投入使用后发现 3 号柴油机仍存在故障。该柴油机启动时发生“游车”现象,故障基本维持在 200–270r/min 之间。在排除调速器信号电流、探头以及安保故障后,在减少油门杆阻力调整进气限制器后终于成功启动。后来经过反复检查发现,第五号缸燃油泵与压油管接缝处存在很多螺纹、第六号缸燃油内漏(压油管损坏),在更换零部件并对燃油限制器经过一番调整之后消除故障。

该船启动系统通常由燃油限制器、启动器以及调速器等基本设施来保障机械正常启动。采用涡轮式气动电动机作为启动器,其原理是通过压缩内部空气的方式带动启动阀从而联动电动机旋转,同时电动机齿轮通过咬合主齿轮运转连接柴油机转动。气动阀会在柴油机恒定运转速度达到 90r/m 时关闭,紧接着启动电机齿轮会在气动阀关闭的同时与主齿轮脱开。具体使用的调速器为 WOODWARD-2307E 型电子调速器,执行器为电液伺服器(WOODWARD-UG)。柴油机尚未开启工作时电流调速器也无输出,最大电流输出在达到转速 80r/min 时产生,直至柴油机转速达到速度控制阶段,调速器会根据各方面具体变化将输出电流控制在 20–160mA 之间。

通常燃油限制器是保障机械运行时因柴油机负荷突然变大或变小而产生黑烟,同时在整个柴油机启动时具有限制燃油用量的作用,它还可以对柴油机转速起到一定的控制作用,这一点与调速器类似。在该船故障运用中需将限制器安装在故障产生的两个缸之间,图 1 为限制器调速器控制系统。

图 1 中的 10、9、8、7、6 分别为调速器输出杆、缓冲弹簧、调整臂、进气总管、限制器气缸,5、4、3、2、1 分别为限制器活门、微动开关、调整臂、喷射电磁阀、控制电磁阀。左端供气受主模控制只在柴油机启动过程中出现,而右端中进气管是在柴油机正常工

作时作用于与左端弹簧力和活塞产生的力相结合下决定伸出量。开关是否关闭由二者共同作用产生^[4]。由于柴油机启动过程较为复杂,需要多方位细致排查才能找出故障原因并解决。针对此次“游车”现象,技术人员通过检查启动器、分析故障发生时间,并在柴油机成功启动后进行内部状态检测,最终成功解决故障,具有较高的借鉴价值。

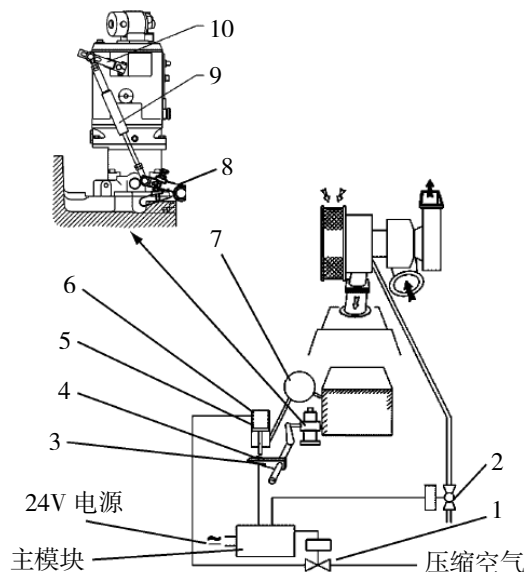


图 1 限制器调速器控制系统

3 结论

综上所述,船舶四冲程柴油机内部构造非常复杂,在日常运行中可能出现的故障多种多样,很多故障并非由一种原因造成。工作人员需在排除自身操作失误的前提下,对柴油机出现的故障进行综合系统的分析,再通过科学合理的方法找出故障原因,制定解决方案,并做好全面的预防与维护工作。

参考文献:

- [1] 李慧敏. 舰船柴油机机械磨损故障识别研究 [J]. 舰船科学技术, 2020, 42(24): 100–102.
- [2] 马玉成, 林永全, 张忠麟. 某二冲程柴油机扫气箱增压腔高温故障的处置经验分析 [J]. 机电信息, 2020(30): 72–73.
- [3] 李慧敏. 舰船柴油机机械磨损故障识别研究 [J]. 舰船科学技术, 2020, 42(24): 100–102.
- [4] 王国平. 简析单缸四冲程柴油机配气机构气门组的安装与检查 [J]. 南方农机, 2019, 50(23): 100.