

某轮船四冲程柴油机排烟温度异常 原因分析及排除方法*

操江能

(武汉交通职业学院,湖北 武汉 430065)

摘要:排烟温度是船舶四冲程柴油机运行工况的一个重要参数,排烟温度异常是比较常见的故障,引起柴油机排烟温度异常的原因复杂多样。文章介绍了影响柴油机排烟温度的主要因素,并以实例分析了四冲程柴油机排烟温度异常的表现特征、原因及排除方法,提出了预防排烟温度异常的管理要点。

关键词:四冲程柴油机 排烟温度;异常;管理

中图分类号: U672

DOI: 10.3969/j.issn.1672-9846.2019.02.019

文章编号: 1672-9846(2019)02-0099-03

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



船舶四冲程柴油机排烟温度是柴油机运行工况的一个重要指标参数,是各缸负荷大小和燃烧质量好坏的反应。船舶四冲程柴油机排烟温度异常是比较常见的故障,是引起四冲程柴油机发生故障的重要原因。本文以船员在船实际工作经验分析柴油机排烟温度异常的原因及排除方法。

1 某轮船四冲程柴油机排烟温度异常表现特征

某轮船为15年船龄的近洋散货船,选用陕西柴油机重工有限公司6PC2-5L机型为主机,该机为一四冲程、直接喷射式、带废气涡轮增压器不可逆转直列式四冲程柴油机,额定功率3900HP,额定转速520r/min,最高爆发压力 $12.35\pm 0.3\text{MPa}$,供油提前角 10.5° 。

某年10月,该船在中国东海外海满载由南向北航行时,轮机员在机舱巡检时抄录的主机柴油机各缸排烟温度如下表1所示。此时,所在海域东北风7~8级,大浪浪高2.5~3.0m,气温 $16\sim 25^\circ\text{C}$,海水温度 20°C 。主机柴油机转速在420~450 r/min之间波动,航行速度平均8.7节。

表1 主机各缸排烟温度

气缸号	1	2	3	4	5	6	平均值
排烟温度 ($^\circ\text{C}$)	393	415	383	414	381	392	396

从表1可以看出,主机柴油机6个缸的排烟温度整体上都较高,且主机转速波动较大,各缸排烟温度相差也较大,航速较低,船舷外排烟管排烟浓度较大。主机排烟温度出现异常,轮机员需要立即做出处理,以避免运行状态进一步恶化而造成船舶重大损失。

2 影响柴油机排烟温度的主要因素及故障分析

四冲程柴油机排烟温度异常成因比较复杂,轮机管理人员需结合合理理论和日常管理经验,对柴油机排烟温度异常的原因进行分析,并及时处理。

2.1 外部因素

船舶装载和航行海域海况,包括风向、风力、浪高、水流等外部因素都会引起船舶负荷的变动,对主机排烟温度的影响是很直接和明显的。通常情况下,进气温度每升高 1°C ,排烟温度就会升高 3°C ^[1]。空冷器脏堵或水泵效率下降而造成冷却能力下降、冷却水温过高、机舱通风不良等都会引起进气温度升高而导致排烟温度过高。

2.2 自身因素

2.2.1 燃油品质和各缸供油量

燃油品质直接影响柴油机的燃烧过程。如果采用不符合质量要求的燃油,燃油在整个燃烧或

* 收稿日期:2019-04-14

作者简介:操江能(1974-),男,湖北武汉人,武汉交通职业学院船舶与航运学院讲师,主要从事现代航海教育研究。

者化合过程中,由于不能够充分利用和完全燃烧,会导致柴油机的排烟温度过高。通常通过控制燃油温度来调节燃油的粘度,做到合理控制燃油的品质。

柴油机在运行时由于某种原因出现各缸供油不均,喷油量相差较大,就会引起柴油机各缸的负荷不同,各缸的排温相差就会较大,而单缸排温不均又会影响到整机的排烟温度过高等现象发生。因此,在多缸四冲程柴油机中,调节好各缸供油量可以控制好各缸排烟温度的均匀性。

2.2.2 燃油雾化质量和供油正时

燃油良好的雾化是实现良好燃烧过程的基础,如果燃油喷射系统出现如喷油压力不够、喷油器异常等导致燃油雾化不良,造成燃油与空气混合不充分,影响燃烧质量,就会导致排烟温度出现异常。

燃油喷射系统一般均在上止点前就将燃油喷入气缸,若喷油提前角过大,会因喷油时缸内工质状态不利于着火,使滞燃期延长,最高爆发压力过高,燃烧粗暴,排烟温度会偏低。若喷油提前角过小,会因喷油着火前缸内温度与压力已下降,也会使滞燃期延长,后燃严重,排烟温度会上升。

2.2.3 空气进气量

气阀关闭不严(尤其是排气阀因烧蚀而漏气)、活塞环磨损严重或断裂、气阀间隙调整不当和气阀导管之间间隙过大等原因都会引起气缸密封性变差,空气进气量不足,压缩压力变小,压缩终点温度偏低而产生后燃,导致柴油机排烟温度升高。另外进气道脏污堵塞、废气排出通道不畅通、增压器压气机或涡轮机端积垢太多,会导致进排气不畅,引起进气量减少而出现排烟温度升高。

3 排烟温度异常的处理

轮机员根据表1的数据,并结合实际和以往经验判断是由于船舶处于恶劣海况中航行,逆风且海浪大,各缸油门开度较大,柴油机整体负荷较高而导致排烟温度过高,当即决定采取降速来降低柴油机负荷^[2],将主机柴油机转速在405~435r/min之间波动,各缸排烟温度也随即降了下来,表2是降速后抄录的各缸排烟温度的数据。

表2 主机各缸排烟温度

气缸号	1	2	3	4	5	6	平均值
排烟温度(°C)	382	400	369	399	367	380	382

主机柴油机各缸的排烟温度都降了下来,但各缸温差较大,有些缸与平均值相差较大,排烟温度异常依然存在,还需进一步的检查。

3.1 排烟温度高原因分析及处理

从表2中可看出,柴油机各缸温度相差较大,第2缸和第4缸高于平均值近20°C,排烟温度明显偏高,需做进一步的检查,轮机员抄录下更多的主机柴油机运行参数如下表3和表4所示。

表3 主机运行参数

机舱温度(°C)	主机转速(r/min)	透平速度(r/min)	扫气温度(°C)	扫气压力(MPa)	冷却水进机温(°C)
31	425	11800	43	0.085	69

表4 主机各缸油门开度

气缸号	1	2	3	4	5	6
各缸油门开度	30	31	30	29	30	29

从表4中数据可看出,主机各缸油门开度较接近,但仍然较大,增压器转速和扫气压力都较低,扫气温度也较高,表明船舶处在恶劣海况中航行,负荷一直较高,各缸供油量较大,但供油均匀性较好。轮机员随即检测了各缸的最大爆发压力和部分负荷时的压缩压力,如下表5所示。

表5 爆发压力和压缩压力

气缸号	1	2	3	4	5	6	平均值
最大爆发压力(MPa)	10.0	8.9	9.0	10.9	11.3	10.2	10.0
压缩压力(MPa)	4.1	4.2	4.1	4.1	4.0	4.1	4.1

从表5可看出各缸的压缩压力比较均匀,与平均值相差都在10%以内,说明各缸气缸密封性良好。第2缸最大爆发压力都较其他缸低15%以上,需做进一步的检测和判断。轮机员在靠港后检测了主机各缸高压油泵的供油正时,测得各缸的供油正时如下表6所示。

表6 主机各缸供油提前角

气缸号	1	2	3	4	5	6	标准值
供油提前角(°)	10.3	9.0	10.1	10.6	11.8	10.7	10.5

第2缸的供油正时较说明书推荐值低1.5°,供油提前角偏小,导致供油滞后,爆发压力偏低,后燃严重,引起排烟温度升高,轮机员将第2缸供油

提前角调整到标准值 10.5° 。第4缸供油提前角正常,爆发压力偏高,轮机员又拔出第4缸的喷油器,该缸喷油器较上次维修后已经工作900多小时,拔出后放在喷油器泵压试验台上试压,测得喷油器起阀压力为24MPa,比说明书推荐值29MPa低5MPa。进一步观察发现,该喷油器在试压时,雾化质量不佳,油嘴还有滴漏现象,导致气缸内燃油雾化不良,燃烧不充分,引起排烟温度高,轮机员更换了新的喷油嘴偶件,试压后装复。

3.2 排烟温度低原因分析及处理

从表2可以看出,第3缸和第5缸排烟温度较平均值低 10° 以上,排烟温度偏低。从表5中可看出,第3缸爆发压力偏低,但供油提前角正常,轮机员拔出该缸喷油器试压,喷油器的起阀压力为26MPa,同时发现喷油器回油管有一定量的燃油流出,而在正常情况下回油管不应有明显的燃油溢出。该缸喷油器已运行800多小时,起阀压力稍有降低属正常情况,但喷油器偶件密封面漏油导致供油量明显减少,两方面共同作用是导致排烟温度偏低的主要原因,轮机员更换了新的喷油嘴偶件,试压后装复。

第5缸排烟温度偏低,爆发压力较高,该缸的供油提前角为 11.8° ,比说明书推荐值高 1.3° ,供油提前角明显偏大,导致滞燃期延长,最高爆发压力过高,排烟温度偏低,轮机员随即将供油提前角调整到标准值。

船舶离开码头满载开航后,所在海域海况已经大为改善,转速稳定在390 r/min,轮机员对柴油机各缸的排气温度抄录如下表7所示。

表7 主机各缸排烟温度

气缸号	1	2	3	4	5	6	平均值
排烟温度($^\circ\text{C}$)	376	378	372	379	375	373	375
各缸油门开度	28	29	29	28	29	27	

从表7可以看出,经过轮机员一系列的调整维护,各缸的排烟温度都已经较正常,各缸温差也不大,问题已经解决,主机恢复到正常的运行状态。

4 结论

四冲程柴油机排烟温度异常是很常见的故障,发现故障后一定要从多方面分析可能产生异常的原因,找到问题所在,采用科学合理的方法解决问题^[3]。在日常运行管理过程中,轮机员要严格按照说明书要求做好日常维护保养工作,防微杜渐,故障是可以大大降低的。

(1)柴油机运行时,要多观察,勤检查,并做好记录,对抄录的运行数据要认真分析,发现问题要及时处理。

(2)按要求选用合适的燃油品类,对燃油进行净化处理,定期对气阀间隙、供油正时、爆发压力等进行检测,喷油泵和喷油器等燃油设备按要求进行拆解维护,尤其是喷油器更应经常检查雾化性能。

(3)柴油机的进气阀和排气阀要经常检查其气密性,尤其是排气阀,工作条件恶劣,容易发生烧蚀而漏气,更应经常检查。空气过滤器、增压器和中冷器等设备要做好清洁工作,保持进、排气通道的畅通。

(4)规范轮机员的操作,养成良好的用机习惯。柴油机负荷受外部工况的影响较明显,要及时调整并保持合适的负荷。

参考文献:

- [1] 张大勇,许振波.船舶柴油机主要机械故障诊断和解决方法探析[J].中国高新技术,2019(2):39-41.
- [2] 胡丁山.发电柴油机排烟温度异常故障排除实例[J].航海技术,2018(6):44-45.
- [3] KONRAD REIF.柴油机管理系统:系统、部件、控制和调节[M].范明强,范毅峰,等译.5版.北京:机械工业出版社,2016.