

Surge Analysis and Maintenance Management of Marine Diesel Supercharger

Longdian Chen

Shanghai Nengyuan Shipping Co., Ltd., Shanghai, 200090, China

Abstract

A supercharger type: TPL65-A33 is matched by 8G32A, which often surge in combination, and produces continuous surge when large wind and waves sail during light load.

Keywords

marine diesel engine; surge; mechanism analysis; maintenance and management

船用柴油机增压器喘振分析及维护管理

陈龙殿

上海能垣海运有限公司, 中国·上海 200090

摘要

某轮增压器型号: TPL65-A33, 与之匹配的主机是8G32A在合拍时常发生喘振, 在轻载时大风浪航行时发生连续喘振。

关键词

船用柴油机; 喘振; 机理分析; 维护管理

1 引言

船用柴油机喘振是船上管理者非常头疼的事情, 因为它带来了一系列问题, 比如损坏轴承, 破坏油密封、气密封等。那么怎样避免这样事情发生呢? 首要的问题我们要了解发生喘振的机理, 喘振是发生在压气器端的, 所以有必要了解离心式压气机的工作特性。

2 离心式压气机

离心式压气机在各种不同工况工作时, 它的各主要参数会随之变化。在不同转速下压气机的排出压力和效率随空气流量的变化规律称之为离心式压气机的特性。表示这种特性的曲线叫压气机的特性曲线。

从图1中可以看到, 当转速(速度线)等于常数时, 随着流量的减少, 压力比开始是增加的。当流量减少到某一值时, 压力比值最大, 然后随流量减少开始下降。效率(效率线)随流量的变化规律与压力比类似, 不过比速度线更明显。当压气机的流量减少到一定值后, 气体进入工作叶轮和扩压器的方向偏离设计工况, 造成气流从叶片或扩压器上强烈分离, 同时产生强烈脉动, 并有气体倒流, 引起压气机工

作不稳定, 导致压气机振动, 并发出异常的响声。这种现象称为压气机喘振。喘振是压气机的固有特性。如图1喘振线, 其左方为喘振区, 右方为稳定工作区。压气机是不允许在喘振区工作。

产生喘振的原因是当流量小于设计值很多时在叶轮进口和扩压器叶片内产生强烈的气流分离。如上两图分别为压气机流量变化时空气在叶轮前缘和扩压器中的流动情况。在设计流量下, 如图2(a)和图3(a)所示, 气流平顺地流进叶片前缘和扩压器, 气流与叶轮叶片、扩压器叶片既不发生撞击, 也不产生分离。当流量大于设计流量时, 如图2(b)和图3(b)中所示, 气流在叶轮叶片前缘冲向叶片的凸面, 与叶片的凹面发生分离; 在扩压器中气流冲向叶片的凹面, 与叶片的凸面发生分离。但是, 由于叶轮叶片的转动压向气流分离区, 扩压器中气流的圆周向流动压向气流分离区, 气流的分离区受到限制, 不致随流量的增压而过分地扩大。当流量小于设计流量时, 如图3(c)中所示, 气流在叶轮叶片前缘冲向叶片的凹面, 与叶片的凸面发生分离; 在扩压器中气流冲向叶片的凸面, 与叶片的凹面发生分离。由于叶轮叶片在转动中要离开气流分离区, 扩压器中气流的圆周向流动也使气流离开气流分离区, 气流分离区有扩展的趋势。随着流量的减少, 气流分离区会愈来愈大, 以致在叶轮和扩压器中造成气体倒流, 发生不稳定流动, 最终导致喘振的产生。一般扩压器叶片内气流分离的扩展是压气机喘振的主要

【作者简介】陈龙殿(1978-), 男, 中国安徽马鞍山人, 本科, 从事船舶管理研究。

原因,而叶轮进口处气流分离的扩展会使喘振加剧。机理清楚了,那么针对引起气体流量减少有哪些原因呢?

首先最有可能是气流通道堵塞,增压系统的气体流动路线是这样的:压气机进口滤器和消音器→压气机叶轮→压气机扩压器→空气冷却器→扫气箱(进气总管)→柴油机的进气口(阀)→排气口(阀)→排气管→废气涡轮喷嘴环→废气涡轮叶轮→废气锅炉→烟囱 上述流动路线中的任何一个环节发生阻塞,如脏污、结炭变形等都会因流阻增大而使压气机流量减少,背压升高,引起喘振。其中易脏堵的部件是进口滤器,压气机叶轮和扩压器,空气冷却器,气缸进气口和排气口,涡轮喷嘴环和叶轮,另外,涡轮的喷嘴环极易发生热变形^[1]。

3 船用柴油机增压器维护管理

管理中应注意检查上述部件的污损,并加以清洁。特别是喷嘴环和空冷器,一个在废气端,直接影响涡轮的转速,最终影响进气量;一个在进去端直接影响进气流量,而且比较难以拆除清洁的,做起来是比较大的工程,一般上船上做不了,所以作为公司管理船舶人员要对此引起足够重视,当发现脏了,及时找外协专业人员到船上把这个问题解决掉,以免引起严重后果。

另外是增压器和柴油机的运行失配造成的:对于设计时选配良好的柴油机和增压器,在正常情况下不会发生喘振的,但是由于柴油机本身的某些故障或者由于装载、顶风、污底、环境温度变化等原因,或者由于轮机员操作不当以及在大风浪天航行都可能导致柴油机和增压器匹配不良引起喘振。具体如下:

①柴油机喷油设备出现故障,柴油机活塞环断裂或者粘着,气阀烧损,这时如果柴油机的供油量不变,就会破坏柴油机和增压器的正常匹配关系,导致压气机在高背压小流量的状态下工作,严重时就会发生增压器喘振^[2]。②当船舶满载,顶风,污底严重时,因阻力增加主机负荷加大,柴油机在低转速高负荷下运行气缸耗气降低而循环喷油量增加,废气量增大,也会使增压器转速升高,供气量增多,这也容易引起增压器和柴油机匹配不良而出现喘振。③若轮机人员操作不慎,可能使增压器与柴油机失配而发生喘振,但不久又能恢复匹配关系,喘振即可自动消失,如高速下停车,需急速将操纵杆拉到停油位置,急速降低主机转速时也会出现喘振现象;主机加速过快时增压器也会发生短暂喘振。④船舶在风浪航行发生飞车时,并联增压系统和单独增压系统会发生喘振。在并联增压时,辅助泵因转速高供气增多,使压气机背压较高而流量减少,引起喘振;在单独增压系统时,若螺旋桨入水时柴油机转速过低,也会造成压气机阻塞而发生喘振。⑤有一种相对特殊脉冲增压,一般都是定压增压的,这种增压一缸熄火时,与之相连的涡轮功率减少,转速下降,供气能力降低,而其他增压器正常工作,压气机的出口背压仍与正常运转时相同,这对于同熄火缸相连的增压器来说背压就显得过高排量减少,发生喘振。由于喘振使得压气机出口压力波动幅度较大,甚至可能引发多台增压器交替喘振^[3]。

⑥环境温度的变化,在低温时匹配的不带空冷器的增压器和柴油机如用在高温海域时,或者在高温时匹配的带有空冷的增压器和柴油机用在低温海域时,由于两者匹配关系的改变,运行点更靠近喘振区,因而容易引起喘振。

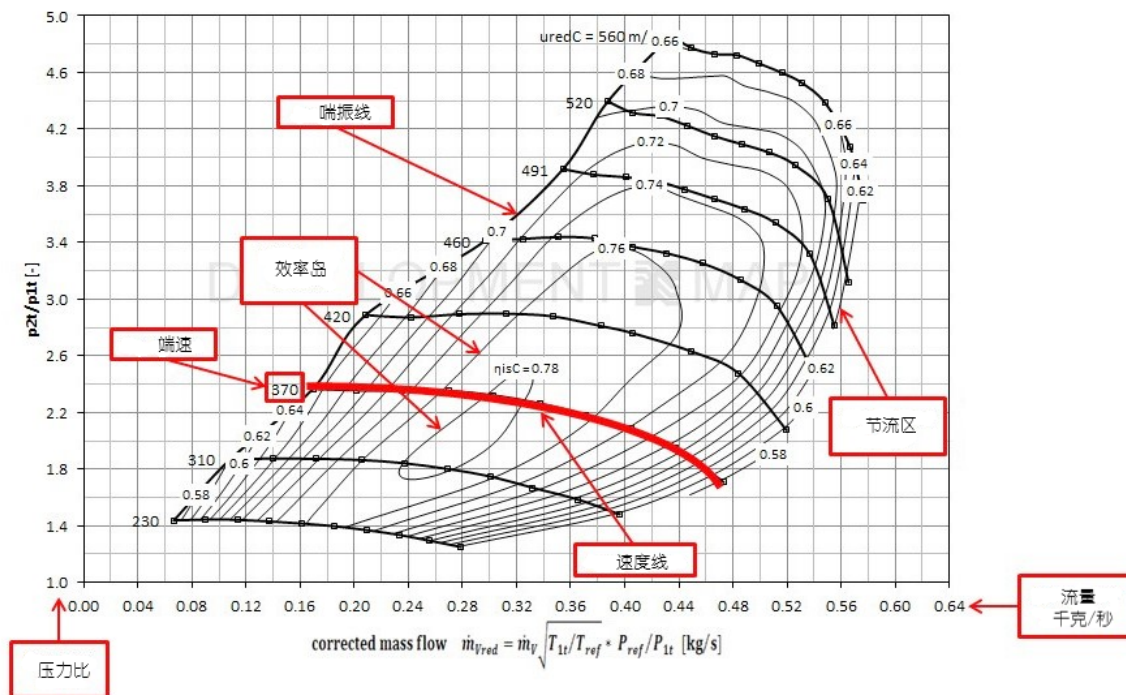


图 1 压气机的特性曲线

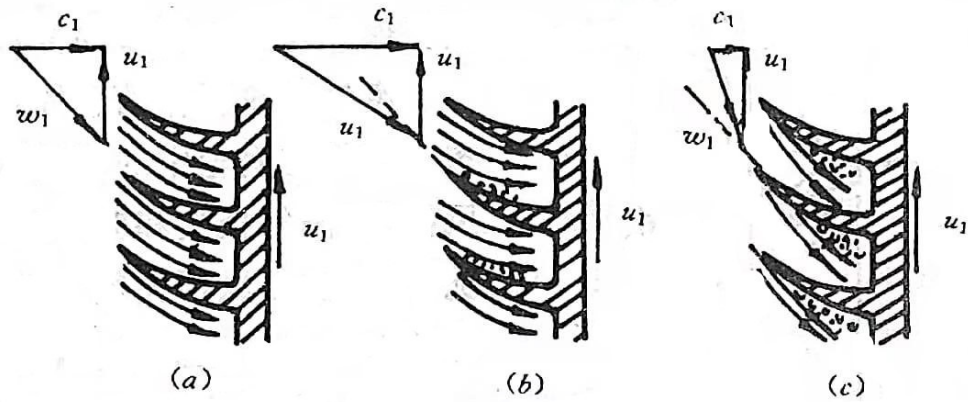


图2 空气在工作轮片前缘附近的流动情况

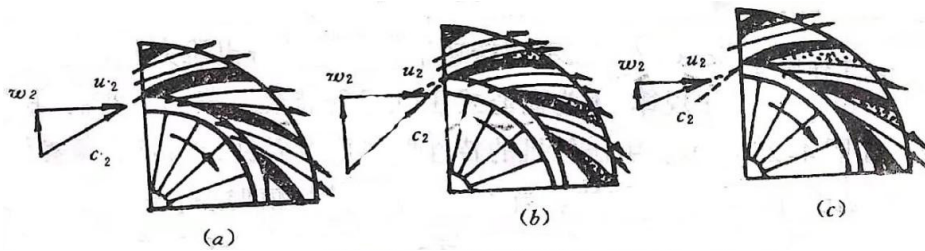


图3 空气在扩压器前缘附近的流动情况

如果船舶出现喘振了，怎样去解决？案例分析：

某轮主机是 8G32A，增压器是 TPL65-A33 该轮空载从中国南方港口开往北方港口装货，在舟山附近遇到寒流，风力有 8-9 级，因为船是空载，所以摇得很厉害，螺旋桨忽高忽低，主机转速变化很大，就听见增压器喘振声不绝于耳，连续不断，主机降速还是没有多少改观，压载舱已经压满，不能再压了，没有办法只能进行风暴压载，货舱也基本上压满，此时船摇晃好多了，主机降速到一个合适速度，增压器喘振明显好多了，不连续了，偶尔一下船可以开了，以上喘振现象已经很严重了，公司决定到北方某个船厂进行临航修，解决这个喘振问题。

通过对喘振机理、匹配分析，结合本船实际情况，因为在上一段时间在南方抛锚很长时间，接近半个月，估计船底长很多海蛎子，主机有接近七千小时没有打开检查排气阀、进气阀、活塞环、进气道、排气道等检查，增压器涡轮端喷嘴环，涡轮，进去端叶轮和扩压器等都检查。船进坞后真如分析判断一样，船底很脏，如图 4 所示船底附着海生物确实很严重，进坞能彻底清除干净，然后涂上油漆。机器方面经检查发现涡轮叶片有两个损坏，不完整了，缺少一部分，喷嘴环已经变形。进气方面空冷器也很脏，对以上的发现的问题，在修船厂逐一解决掉，吊缸检查，清洁进气口、排气口，增压器涡轮更换新的，喷嘴环换新，空冷器化学清洗，经过这一系列操作后，船再开出去，工况大为改观，喘振现象彻底消失，这就是理论结合实际典型案例。



图4 船底附着海生物

那么怎样避免喘振发生，又怎样维护保养以及管理使喘振少发生甚至不发生呢？我想从以下几个方面着手来做：

①从选配上手，主机和增压器配置要合理，增压器容量要大些，这样主机在很宽的负荷范围内都不会喘振即基本上都在喘振线右边区域工作。

②定时维护保养和视情维护保养相结合，特别要重视视情维护，根据观察设备实时运行工况，参数及时分析，这样才能及时掌握设备要不要维护和修理，不要等到故障后再修理，那就非常被动了，也会造成不必要损失。

③操作主机要规范，最好办法是有一个带负荷限制操作系统，用程序来限制粗暴操车的陋习，这样就会避免因操车带来的喘振。

④航行时若遇到恶劣海况，特别夏季台风，冬季强冷空气这种状况时，船舶能抛就尽量抛锚躲避，等海况好转时

再开,这样就避免因大风浪导致转速变化太大,从而避免喘振的可能。

⑤船舶常规保养一定要及时到位,比如增压器压气端滤网脏了就立即更换或清洗,涡轮要用核桃壳粉末按时干洗,压气端要定期水洗,油头、排气阀发现问题及时解决,燃油滤器、空冷器水侧等及时清洗和疏通。

4 结语

总而言之,船舶建成后基本上不会改变,关键是后期

管理工作,怎样做到科学有效管理是至关重要的,是决定是否杜绝或者极少发生喘振最重要的要素。

参考文献

- [1] 付镇.船用柴油机废气涡轮增压器喘振修理分析及维护建议[J].内燃机与配件,2021(21):125-127.
- [2] 李成福,吴昭阳.船用主柴油机增压器喘振的排除[J].武汉船舶职业技术学院学报,2011,10(2):27-29+34.
- [3] 李成福,吴昭阳.船用主柴油机增压器的喘振排除[J].船舶物资与市场,2011(1):33-35.