

◆现代轮机工程系列讲座(八)◆

船用润滑油的选用

魏海军, 孙培廷

【中图分类号】U664

【文献标识码】A

【文章编号】1006-7728(2003)03-0053-02

1 船用润滑油选用的一般原则

船用柴油机润滑油因其使用环境不同,柴油机润滑油必须选用船舶专用润滑油,它具有良好耐水性和高碱值(抵御高硫劣质燃料带来的酸性腐蚀)等独有特性,是陆用润滑油无法代替的。虽然目前国际上尚无统一船用油标准,但世界几大油公司的船用油已有几十年的发展史,实船使用效果早已被证实和认可。

船用油的选择主要分为两方面:第一,黏度等级。船用油的黏度等级较单一,系统油和中速机油分SAE30、40两个等级,气缸油以SAE50居多。航行环境温度偏高,发动机工况稍差者,应选用黏度等级高些为宜;反之,可选用较低黏度等级润滑油。第二,质量等级。船用油的质量等级是以油品总碱值(BN)的大小来区分的。润滑油碱值的选择十分重要,如果BN过小,润滑油的酸中和能力不足会造成腐蚀、磨损;BN过大,金属灰分高,也会造成磨损,同时添加剂加量增加,润滑油成本会升高。

2 船用气缸油的选用

气缸的润滑条件十分苛刻,首先,正常工况下,靠近上止点缸壁温度会达到240~280℃,如果燃烧不良,火焰撞击在气缸壁上,局部温度甚至更高。通常水冷式气缸套第一道活塞环在活塞上止点处的温度可达180~220℃,甚至更高;其次,气缸的工作条件决定了气缸壁不可能形成完整的油膜,活塞在上止点和下止点处存在瞬间静止,这将形成边界润滑状态等等。因此,一种优良的船用气缸油应具备以下特性。

(1) 承受负荷特性。船用气缸油应具有良好的承受负荷特性,即应具有良好的边界润滑特性和防止烧结现象,使润滑机件表面保持一层连续性的牢固油膜,以减少气缸套和活塞环(包括裙部)之间的滑动摩擦,减少金属与金属表面的直接接触而产生的磨损。

(2) 扩散性能。气缸套与活塞之间的润滑完全依靠注油器(或泵)将专用的气缸油泵送到沿气缸壁圆周均匀分布的注油孔,当活塞环组往复运动并通过注油孔时,定时定量地向气缸不断供油。为了油膜均衡,油品须具有很好的扩散性或蔓延渗播性能,这样才能使整个工作表面形成完整的吸附油膜。

(3) 密封性能。气缸油应起到气缸套与活塞环之间的密封作用,以防止压缩损失和燃气下窜。

(4) 清净分散性能。气缸油应具有足够的清净分散性能,以保证活塞环带、活塞及气口(阀)内的长期清洁,以减少积炭和漆状沉积物。所用的气缸油添加剂形成的灰分量应小,而且燃烧后形成的灰分应属于非磨料物质。

(5) 中和能力。高碱值是气缸油的特性之一,船用柴油机使用劣质含硫燃料时,一般硫含量可达2.5%~3.5%,因此船用气缸油必须具有高度的酸中和能力,以中和含硫燃料燃烧后形成的硫酸、三氧化硫等酸性物质,避免产生腐蚀磨损。

(6) 储存稳定性。气缸油的另一个重要性能是添加剂在油中的溶解性要好,储存稳定性要好。长期储存不应产生沉淀物,以避免在气缸注油系统中因添加剂析出沉淀物而发生堵塞和磨损等现象。

在选择气缸油时,首先应考虑所用燃油含硫量,当使用高含硫量时,应选用高碱值的气缸油。这不仅可将燃烧产物中的酸中和掉,而且能有效地降低酸性腐蚀,保护油膜,减少漏气,并保证气阀与活塞清洁。

严格说来,在确定所用气缸油的碱值时,还应考虑柴油机的燃油消耗量和气缸油消耗量。在燃油含硫量一定的情况下,如果燃油消耗量大,则气缸油的碱值也应高;而气缸油的注油量大时,则气缸油的碱值可以小。气缸油与燃油含硫量、燃油消耗量以及气缸油注油量之间的数值关系可以用下式计算:

$$BN(\text{碱值}) = 0.35XSBL$$

式中 S——燃油含硫量(以质量计), %;

X——总系数,大型船用柴油机为0.15;

B——单位时间的燃油消耗量;

L——单位时间的气缸油消耗量。

根据燃油含硫量选择气缸油碱值的同时,还应考虑柴油机的增压度。对于低增压柴油机(p_c 在0.8 MPa以下),在燃油含硫量不超过3%时,可选用总碱值40 mgKOH/g的气缸油,对于中、高增压的柴油机,当燃油含硫量大于3%时,就应选用总碱值50~70 mgKOH/g的气缸油。表1中列出了不同含

[收稿日期]2003-03-06

[作者简介]魏海军(1971-),男,浙江上虞人,大连海事大学副教授,从事轮机工程教学与研究。

硫量所要求的气缸油碱值。

表1 燃料含硫量与气缸油碱值的关系

燃料含硫量 / m%	推荐气缸油碱值 / BN
0.5	5
0.5~1.0	5~10
1.0~1.5	10~20
1.5~2.5	20~40
2.5~3.5	40~70
3.5 以上	70~100

所选用气缸油的碱值是否足够,可以用直观方法加以确定。一般来说,若注油点之间的气缸表面上出现漆状物,就说明气缸油的碱值低于所要求的数值。

3 船用系统油的选用

船用系统油一般分为主机系统油和副机系统油,因此,系统油主要根据柴油机型来选择。

3.1 十字头式二冲程柴油机系统油的选用

主机一般采用十字头式二冲程柴油机,因此,主机系统油一般只用来润滑有关轴承,燃气和燃烧残留物通常不易漏入系统油中,所以一般选用低碱值的系统油,但必须满足以下要求。

(1) 抗腐蚀性。现在的船用柴油机活塞上虽然装有设计良好的刮油环和密封环,但它不可能百分之百有效,尤其是当他们没有保持良好的状态时,难免有部分不完全燃烧的燃油、气缸油、燃气以及冷却用的海水、淡水等侵入曲轴箱,这样曲柄销轴承和主轴将受到严重腐蚀。因此要求系统油必须具有良好的抗腐蚀性,以保护机件不受腐蚀。

(2) 抗水、抗乳化性能。在船上曲轴箱常常会遇到水的浸入,如空冷器损坏,压力较高的海水就会进入气缸的扫气空间,从而漏入曲轴箱;润滑油冷却器的损坏,也将入侵曲轴箱;缸套、活塞、气缸盖和增压器的裂纹或破损,将会导致大量的水进入曲轴箱。水(尤其是海水)污染,不仅会造成机件腐蚀,还会与油形成乳化液,这在离心式分油机内可以分离。乳化液和水分使轴承中油膜承载能力大大降低,从而引起轴承故障。所以要求系统油必须具有抗水和分水能力,即遇水有足够的稳定性(不易被乳化),且能够与水有较高的分离性。

(3) 清净分散性。船用系统油应能把一些微小固体颗粒从润滑机件上清洗下来并使之悬浮在油中,确保机件清洁和不形成沉淀物,保持良好润滑状态。

(4) 热氧化安定性。润滑油的氧化反应速度与温度成正比,若油中含有磨损物质时,将会因其催化作用而加大氧化反应的速度。氧化产物不溶于油,易粘附于机件表面,形成积炭,影响热传导,润滑油氧

化的结果同时会形成酸,腐蚀润滑机件。

3.2 中、高速柴油机系统油的选用

当主机为中速柴油机或发电副机时,由于润滑方式与低速二冲程柴油机完全不同,系统油在润滑轴承的同时还润滑气缸,而且燃气和燃烧残留物不可避免地会混入润滑油中,使系统油污染,并且在曲轴箱底部沉积出泥渣。在燃烧劣质重油时情况更为严重,为此,应选用含有碱性添加剂的中速机油,润滑油碱值视所用燃油的含硫量而定。因此,中速机油必须满足高质量要求,还要具备气缸油和系统油的双重功能。

(1) 酸中和性。酸中和性可以抵制酸性物质的腐蚀、磨损,其性能代表指标为碱值,因而要求润滑油具有一定水平的总碱值。表2为中速机油碱值的参考选择表。

表2 中速机油碱值选择表

工况	燃油含硫量 /%	中速机 BN, mgKOH/g
苛刻	3.5~4.0	40
苛刻	2.0~3.5	30
苛刻	1.0~2.0	20
苛刻	0.5	12
中等苛刻	1.5~2.0	25
中等苛刻	0.5~1.5	15
中等苛刻	0.5	10
缓和	<0.5	7

(2) 清净分散性。因筒状活塞式柴油机只使用一种润滑油,燃烧产物与酸性物质容易直接混入曲轴箱,成为不溶物,沉积在系统内影响供油而恶化润滑状态。优良品质的清净分散性可使这些不溶物分散,悬浮在油中不致沉积在发动机内,而经过润滑滤器滤掉。目前国内外各石油公司生产的中速机油均添加清净分散剂,具备这种品质。

(3) 抗氧化安定性。中速机油一般选用精制良好的基础油,加入性能佳的抗氧化添加剂,使其耐用,可减少为换油清洁而停运的时间。

(4) 耐水性。船用油难免水污染,水的混入,会引起油中添加剂降解,总碱值下降,使油品失效,造成磨损及轴承故障。

系统油的黏度一般选用 SAE30 或 SAE40 黏度等级,黏度指数对于十字头式二冲程柴油机常选用 75~85,对于中高速柴油机选用 100 左右。因为高黏度指数能够保证柴油机在启动、低负荷和全负荷等各种情况下都有良好的工作性能。

4 结 论

随着柴油机强载化发展,选择合适的船用润滑油,确保柴油机安全可靠运转已显得尤为重要。