

系统与附件

主机气缸油在线调和技术应用分析

孙化栋

(青岛远洋船员职业学院, 山东 青岛 266071)

摘 要: 介绍了主机气缸油在线调和技术(BOB 技术)产生的背景, BOB 系统的主要组成及 BOB 技术的使用特点及优势。结合中远亚洲轮的应用情况对 BOB 技术经济性进行了分析, 分析表明: BOB 技术在节能和环保方面具有突出优势。

关键词: 船用柴油机; 气缸油; 在线调合技术(BOB); 经济性

中图分类号: TK423.4⁺3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-4357(2015)02-0047-03

Application of BOB Technology for Main Engine Cylinder Oil

Sun Huadong

(Qingdao Ocean Shipping Mariners College, Shandong Qingdao 266071)

Abstract: The BOB technology for main engines' cylinder oil is introduced, focusing on its generation background as well as the main composition of BOB system. Moreover, the application characteristics and advantages of BOB technology are presented. Based on the application experiences on Cosco Asia, the economic analysis was carried out, the results show that BOB technology boasts good performance both on energy saving and environmental protection.

Keywords: marine diesel engine; cylinder oil; BOB; economic performance

0 引 言

近年来,随着船用燃料的变化及新型主机向大缸径、长冲程、大冲程缸径比发展的趋势,柴油机对气缸油的油膜扩散性能、抗氧化性能、抗磨性能、清净分散性能及沥青分散能力等提出了更高的要求。此外,国际公约和相关法令对硫排放提出了严格的限制,船舶可能须要同时配备低硫燃料(LSFO)和高硫燃料(HSFO),与此对应的气缸油也由过去的单一碱值变化为向高、低两极变化。通常低硫燃料使用 30BN 及以下的气缸油,而当发动机燃用高硫燃油时则需要 70BN 以上碱值的气缸油来中和产生的酸性物质。目前,船东出于降低成本的需要,经常采用降低航速与载荷的运行方式,这进一步加剧了气缸套的酸性腐蚀,也导致对应气缸油的碱值更高,甚至能达到 100 以上。在 30BN ~

100BN 甚至更大的碱值变化范围内,一种或者两种碱值的气缸油无论在性能还是经济性方面都很难满足需求。

1 BOB 系统组成

基于此,马士基流体科技公司在 2008 年研发出主机气缸油在线调合技术(Blending on Board,简称 BOB 技术)。该技术装置可引出部分主机系统油与 BOB 复合剂通过自动控制系统调合成任意目标碱值的气缸油,以适应不同硫含量燃料对不同碱值气缸油的需要,该系统也可以和辅机的滑油系统组合在一起。图 1 为 BOB 示意图。BOB 系统的主要组成有:

(1) 基础油贮存柜(used system oil tank for BOB),用来存放从主机循环油柜中引出的待调配的系统油,可由机舱闲置的主机滑油沉淀柜改制。

收稿日期: 2014-10-22

作者简介: 孙化栋(1979-),男,副教授,主要研究方向为现代轮机工程技术, E-mail: sunhd@coscoqmc.com.cn。

(2) 复合剂存放柜(addictive tank), 用来存放 BOB 复合剂。复合剂的 BN 值很高, 能达到 300 以上。中石油已成为目前世界上掌握 BOB 复合剂技术的少数公司之一, 其研发的 PetroChina RHY3532 BOB 复合剂可以满足调和各种碱值 (30BN ~ 130BN) 气缸油的需求。

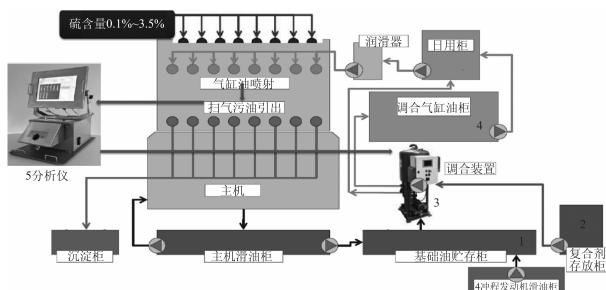


图 1 BOB 系统工作示意图

利用 RHY3532 复合剂调和出的气缸油不仅能达到二冲程发动机所需气缸油的指标与性能要求, 而且具备超强的清洁与分散性, 其特点是更容易在气缸壁上形成油膜, 使在高温运转中所形成的结焦变得较柔软, 容易在运转中被分散燃烧掉。复合剂存放柜可由机舱原来的低碱值气缸油柜改制。

(3) 调和装置(blender)如图 2 所示, 目前版本为 SEA-Mate@ B3000, 尺寸为 2 160 mm 高 / 700 mm 长 / 700 mm 宽, 调和气缸油产量为 400 ($\text{kg} \cdot \text{h}^{-1}$), 需要三相 440 V 电源, 工作电流为 10 A。调和装置通过三个自带电磁阀 V1、V2、V3(三通)分别与装置 1、2、4(见图 1)连接, 并有一个自带泵, 负责往装置 4 或气缸油日用柜打油。每一套调和装置均由美国或劳氏船级社检验并获得认证, 以符合相关的技术标准。调和装置人机操作界面如图 3, 主要栏目有报警列表、自动模式、半自动模式、自动模式、参数设置和操作日志。



图 2 BOB 调和装置

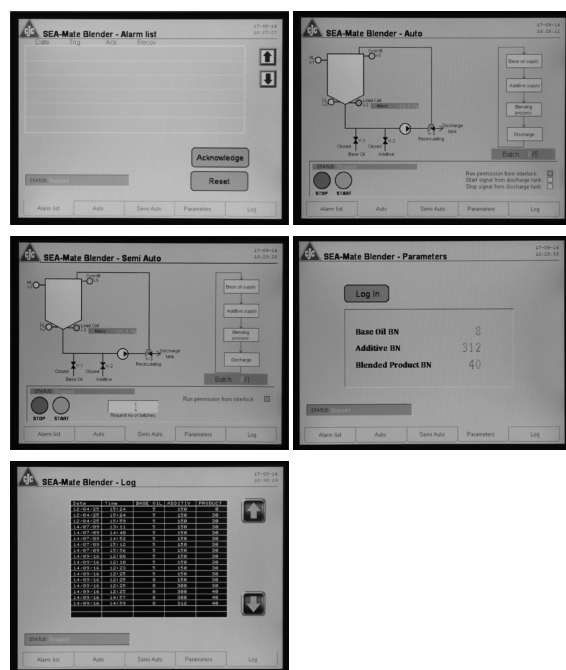


图 3 BOB 调和装置操作界面

(4) 调和油柜(blended cylinder oil tank)用来存放调和好的气缸油, 可由机舱原来的高碱值气缸油柜改装而成。调和气缸油性质稳定, 据马士基流体科技公司提供的信息: 调和气缸油能够储存 2 年之久。

(5) BOB 分析仪(analyzer)一般与 BOB 系统配套使用, 也可单独使用。最新的 Sea-Mate M4000 分析仪具有强大的功能, 它可对系统油、调和气缸油、扫气箱污油及燃油分别进行化验。

① 能测量出系统油和扫气箱污油中的金属含量和碱值, 金属包括 Fe、V、Ca、Cu、Cr、Ni、Pb、Zn 等。其中 Fe 的含量主要来自缸套、活塞以及轴承的磨损; Cu 的含量主要来自于活塞裙的承磨环和填料函铜环的磨损; V 的含量主要来自于燃油, 燃烧产物穿过填料函进入曲拐箱; Zn 是调和油中一个非常重要的元素, 起着减少摩擦和磨损的作用。

② 可以测量出调和油的碱值(以 Ca 含量, 按公式 $\text{BN} = \text{Ca}^{2+}$ 的 ppm 值 $\times 28/10000$, 计算出碱度值)。

③ 还能测量加装燃油中的硫含量, 对催化低硫燃油还能测量其中催化剂粉末的含量, 这种物质很硬, 如果燃油中含有一定量的该物质, 一旦进入燃烧室后, 就可能镶在缸套的表面, 导致缸套与活塞环产生快速剧烈的磨料磨损, 对于低速柴油机还有可能导致油头及高压油泵磨损。

该机油样分析速度很快, 只需要约 6 min。管理者可以根据上述参数的变化对气缸油注油率进行

优化, 并对主机进行预知性维护、早期故障检测以及对油品质量控制。

2 BOB 系统使用特点及优势

(1) 船上安装了 BOB 系统后, 可以按照需求将主机系统油调制成各种碱值的气缸油, 以应对各种状况, 减少气缸油柜数量, 节约机舱空间。调制的气缸油具备稳定良好的理化指标、优良的润滑性能, 增加了润滑系统操作的灵活性, 降低了日常运营成本。

(2) 如果适当提高调制气缸油的碱值, 就可以达到降低注油率、节省气缸油的目的。马士基流体科技有限公司的研究表明: 气缸注油率下调至 $0.75 \sim 0.9 \text{ (g} \cdot (\text{kW} \cdot \text{h})^{-1})$ 范围内, 机器的磨损也完全在正常的范围内。

(3) BOB 系统颠覆了传统系统油废油的处理方式, 使其作为再生气缸油的原材料, 减少了至少 75% 的主机和辅机的废油, 如此, 通过再生废油的利用减少了对环境的污染及废油处理的费用。

(4) 定期替换新的系统油, 保证了曲轴箱的洁净和各部件的更好润滑, 也改善了对活塞的冷却, 发动机运行更加顺畅, 从而节省了 $0.5\% \sim 1.5\%$ 的燃油耗油量; 系统油中油泥污染显著减少, 滤器的堵塞和清洗频率降低, 大幅度减轻清洗滤器的工作量, 也减少了液压系统日常维修的费用; 滑油分油机排渣间隔拉长, 污油排放减少, 操作成本降低。

(5) 特别是对于 MAN B&W ME 主机, 其动力油也来自主机系统油, 使用 BOB 技术后, 动力油品质也大大改善, 使主机故障率降到最低, 不但保障了船舶航行安全, 而且使船舶主机的持续功率得到提高。

3 BOB 技术经济性分析

3.1 BOB 技术的应用现状

截止 2014 年 9 月, 已经有 65 条船舶安装了 SEA-Mate BOB 系统, 有 70 个 BOB 分析仪正在使用, 另外还有 71 套 BOB 系统正在建设中。船用发动机的主要生产商 MAN B&W 和 Wartsila 也极力推广这种环保的设备, 以满足不同碱值气缸油的需求。中远集运在 2012 年初从船舶节能、成本控制、保证航行安全三方面出发, 计划为 4 艘万箱船电喷 ME 主机引进 BOB 技术。中远亚洲轮从 4 月份开始率先引进使用, 经过 2

年多时间的使用, BOB 技术的功能得以充分发挥。首先, 动力油的品质得到很大改观, 大大改善了主机 FIVA 阀的工作环境, 曾经发生的主机自动减速故障从未发生过, 保障了船舶航行安全。气缸油的支出成本也大幅减少, 利用 BOB 设备勾兑出不同碱值的气缸油并实时化验气缸油的残余碱值, 为降低气缸油注油率提供了技术支持, 主机气缸油注油率已从 2012 年 4 月份的 $1.1 \text{ (g} \cdot (\text{kW} \cdot \text{h})^{-1})$ 降到 2013 年 7 月份的 $0.78 \text{ (g} \cdot (\text{kW} \cdot \text{h})^{-1})$, 节约了大量气缸油。

3.2 BOB 技术经济性分析

以中远亚洲轮为例, BOB 系统安装初投资不到 180 万人民币, 收益情况计算如下: 主机气缸油注油率由 $1.1 \text{ (g} \cdot (\text{kW} \cdot \text{h})^{-1})$ 降为 $0.78 \text{ (g} \cdot (\text{kW} \cdot \text{h})^{-1})$, 对于像中远亚洲这样的巨轮来说, 一年节省的费用要在 100 万(人民币, 下同)以上, 这是最大一项节省; 如果完全接受马士基公司船舶的成功经验, 进一步降低注油率, 节省的费用将会更高。使用 BOB 技术后, 主机系统油变清洁, 减少了摩擦, 可节约燃油 $0.5\% \sim 1.5\%$, 这对远洋巨轮来说节省的费用也是很大的, 至少在 50 万以上。主机运行状况改良后, 还可节省 10 万元以上的备件费用。另外, 调制气缸油的成本也比购买气缸油要低, 系统油废油处理费用也减少 75%。对于 ME 主机, 动力油油质提高后, 动力液压系统维修费用减少并可免除五年一次更换系统油的费用。通过上面的分析, 安装 BOB 设备给船东带来的回报显著, 基本上在一年之内可回本。

4 小 结

基于 BOB 技术在节能和环保等方面的突出优势, BOB 系统势必在不远的将来应用在更多的远洋船舶上。

参考文献

- [1] 侯立平, 李煦, 陈立春. 某型船应用主机气缸油在线调和技术分析[J]. 航海技术, 2013(1): 47-49.
- [2] 张杰, 翟月奎, 于军, 等. 船载在线调合系统专用气缸油复合剂的性能评价[J]. 石油炼制与化工, 2013(44): 67-70.
- [3] 孙化栋. 船舶 SO_x 排放控制[J]. 世界海运, 2013(44): 67-70.
- [4] 王海峰, 毛伟, 董凤, 等. 船用润滑油使用新技术介绍[J]. 交通节能与环保, 2010(2): 67-70.