

文章编号:1001-5132 (2008) 01-0108-04

120[#]重油动态乳化系统的设计

齐光¹, 王炳辉¹, 赵建岐², 刘大海¹

(1.宁波大学 海运学院, 浙江 宁波 315211; 2.江西远洋运输公司, 江西 南昌 330046)

摘要:针对目前船舶柴油机普遍燃用高粘度重油和雾化加热温度高的情况,设计了一套以 120[#]重油为对象的重油动态乳化系统.该乳化系统以单片机作为控制器,根据柴油机的转速与负荷信号实现较佳油水比例的在线调节,并在不改变柴油机结构参数和不添加任何乳化剂的前提下,在 6300ZC 型柴油机上进行了台架实验,实验证明:重油乳化后微粒特性满足柴油机燃烧要求,且节油效果明显.

关键词:掺水燃烧;在线油水混合;节能与环保

中图分类号:U664.12

文献标识码:A

燃料油的乳化技术在世界范围内的研究已持续了数十年,目前已被广泛应用于大型发电站及冶金等大型锅炉燃烧和车用动力,并将进一步向船舶柴油机的应用方向发展.而航运企业是燃油消费大户,如能在船舶柴油机上实现燃油乳化燃烧,可同时达到节油和降污的双重目的,符合目前能源危机和环境保护的现状,具有重大的现实意义.本文在动态乳化路线的基础上,以船用 120[#]重油为对象设计了一套船用重油的加压动态乳化系统,该系统经过柴油机台架试验,节油效果明显、性能可靠,并将进一步投入实船试验.

1 120[#]重油加压乳化系统设计

根据船舶柴油机低速、大负荷的特点,以使用 120[#]重油为研究对象,设计了 120[#]重油加压动态乳化系统,其乳化系统如图 1 所示.

1.1 加压乳化方式设计

由于 120[#]重油在常温下粘度极高而根本无法乳化,因此必须在乳化前进行加热,使其粘度降低.目前 120[#]重油的雾化温度大都在 100 以上,此时常压下的水早已变为气态,乳化油即出现破乳问题.因此必须对乳化油加压,使水的饱和温度超过加热温度,抑制乳化油中的水蒸发破乳.对 120[#]重油加压到 2.7 bar 以上时,此时水的饱和温度为 130 ,使乳化后的重油进机前不会破乳.

如图 1 所示,借助于原燃油系统的齿轮供油泵向乳化系统供油,溢流阀旁接在供油管路进行压力调节,保证压力稳定在 2.7 bar.乳化泵后的管路压力则由泵的旁通回流管路,与主管路的管路特性和乳化泵的性能自动匹配.由于注水泵的工作压力较低,在回流管处加装 1 只背压阀以抬高乳化泵出口水头,保证乳化后的乳化重油不因为后续管路上的压降,而在进机前使压力下降到水的饱和压力以

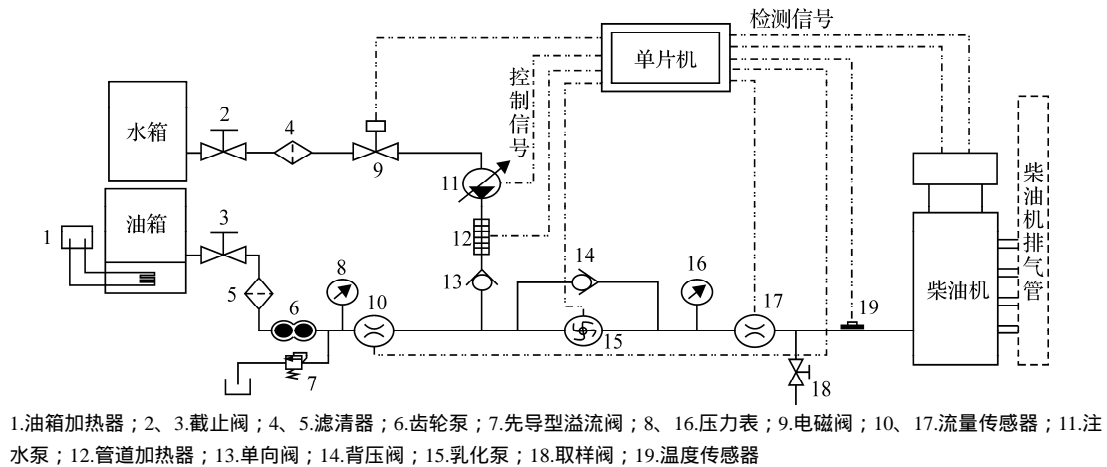


图1 重油动态乳化系统

下,导致乳化油破乳。

乳化方式采用简单的机械搅拌法。早有周子民等人^[1]的泵代乳化器研究表明,同时为简化系统降低成本,选用高温型旋涡泵匹配高转速调速电机作为系统的乳化器,利用旋涡泵对液体的强烈旋涡扰动作用进行乳化。此外当旋涡泵转速增加时,旋涡泵的扬程会优先流量而变化较快,在扬程增幅很大的情况下流量变化很小,旋涡泵的扬程由泵内液体的纵向旋涡能量产生^[2],因而可适当通过调节转速的方法来达到改变对重油乳化效果的目的。

在乳化泵的出口处设大流量回流管,将出口处多余的大部分乳化油再一次引回乳化泵的进口,进行重复乳化。其好处是将大量的乳化油引回乳化泵的进口,可以实现动态乳化下的多次乳化,并可提高乳化泵的搅拌速率,在边乳化边燃烧的条件下延长乳化油在乳化泵中的停留时间,提高了乳化质量^[3]。除此之外,燃油动态乳化方式还积极利用了柴油机供油泵和喷油器的二次乳化作用。在以前的研究中都十分重视这种二次乳化作用,并强调柴油机的二次乳化作用在动态乳化环节中的地位不亚于乳化器的初次混合乳化^[4]。

可见,本文整个乳化环节的设计吸取了传统的静态混合搅拌乳化的优点,相当于将原来的静态混合乳化方式下的混合油箱做得很小,同时又利用了动态乳化的特点,使其更满足实际应用。

1.2 乳化系统掺水方案

动态乳化方式下系统的掺水比例需随着柴油机的工况动态可调,并保持稳定,掺水量要满足系统要求的精度。水的温度要保持与重油温度相近,水的温度过低时,则水与重油混合时,重油会激冷而形成粘性团,降低乳化质量;过高则不仅浪费用于预热水的能量,而且还增加了乳化系统管路和传感器等部件的热负荷。为此,本文选用小型调速齿轮泵作为乳化系统的注水泵,齿轮泵为容积式泵,理论流量与压力无关。由于实际流量受压力波动影响较小,泵的电机可由单片机直接输出0~5V控制进行电压无级调速,而调速电压与泵流量关系的线性度好。重油动态乳化系统入口处的重油温度为雾化加热温度,此时的120[#]重油温度大约在100℃以上,系统出口乳化油直接进入柴油机燃烧,因此乳化系统出口乳化油的温度应等于入口处重油温度,并维持恒定。为此,在注水泵出口处设置管道加热器,在乳化系统出口处设温度传感器,两者与微控制器一起形成闭环控制以调节重油、水和出口乳化油三者的温度相等,并维持稳定。

2 120[#]重油动态乳化系统控制

120[#]重油动态乳化系统控制部分主体是单片机^[5],外围电路包括电源模块、传感器信号处理模

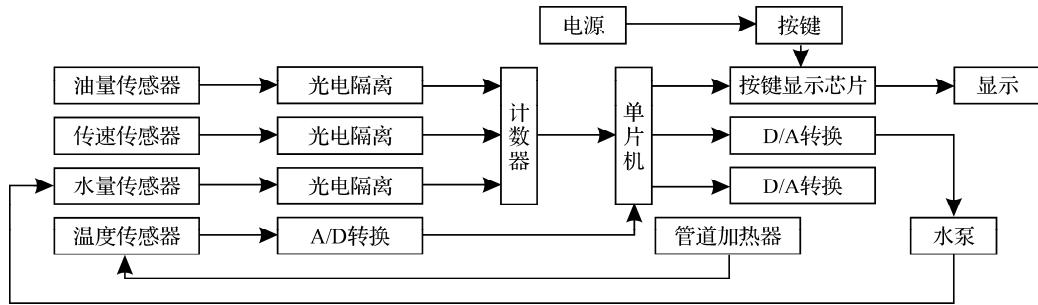


图2 控制系统的原理图

块、控制按键与显示模块以及A/D与D/A转换等。其中电源模块主要将船上的+24 V电源转换为微控制器工作所需的+5 V直流稳压电源,为喷水电磁阀提供+12 V的稳压电源,为放大器提供-5 V的稳压电源。各传感器的检测信号都经过光电隔离和相应的信号处理环节,按键与显示芯片具有硬件抗干扰措施,提高了整个控制系统的可靠性。控制系统的原理如图2所示。

油水混合比例由柴油的运行状态,即负载情况决定,而柴油机的负载情况又由转速与油耗决定。2种参数经传感器(流量传感器10检测到柴油机的油耗信号,机旁转速传感器检测柴油机的转速)检测后送入单片机进行运算,通过模糊查表确定当前状态下的最佳掺水比例。另一方面单片机以当前掺水量的偏差 e 和偏差变化率 Δe 为输入,通过查找另1个二维模糊控制表,使其输出0~5 v的控制电压,驱动注水齿轮泵对水管中的水流量进行调解。图1中的流量传感器17与传感器10的差值反映水流的实际流量,其数值变化反映了偏差变化率 Δe 。单片机形成闭环控制,使油水实现精确配比。120[#]重油动态乳化系统主控制程序流程如图3所示。

3 取样与乳化效果分析

在100 下,使系统加压到3.0 bar时,在不添加任何乳化剂及添加剂的情况下,旋开图1中的取样阀18,由一小段波纹管引出乳化重油至2片足够狭窄的钢化载玻片中间通道,在通道后的软管上采用节流阀节流保压,使取样装置内维持3.0 bar压

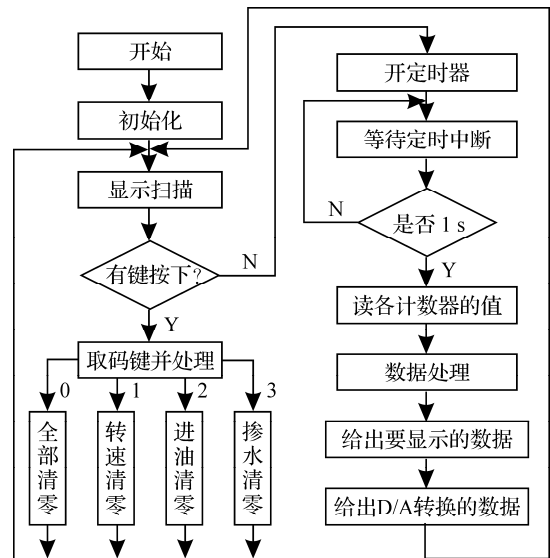


图3 120[#]重油动态乳化系统主控制程序流程

力,并用氟塑料软性管道加热器对取样通道加热保温,使整个过程中乳化油温度基本不变,而钢化载玻片固定安装在电子显微镜载物台上。这样,显微镜可以对乳化质量进行在线连续观察、摄像,得到120[#]重油乳化后的显微图片,如图4所示。

从4图可以看出当掺水比例为7%、12%逐渐增加时,乳化油中水的微粒分布密度也逐步增加,水微粒的直径却未随掺水率的增大而变大,水微粒在油中的分布十分均匀。图4(e)是为了对乳化油中水微粒的大小进行测量,而在掺水30%时放大400倍的观察结果,而图4(a)~图4(d)放大倍数为100倍,从中也可看到由于样本油膜厚度较大,使其中大部分水微粒未能够明显的显露出来,但是仔细观察其模糊的轮廓依然可以看出,此时的乳化油中水微粒大小均匀,并没有因为掺水量的增大,而变得大小不一,使图片显得粗糙。

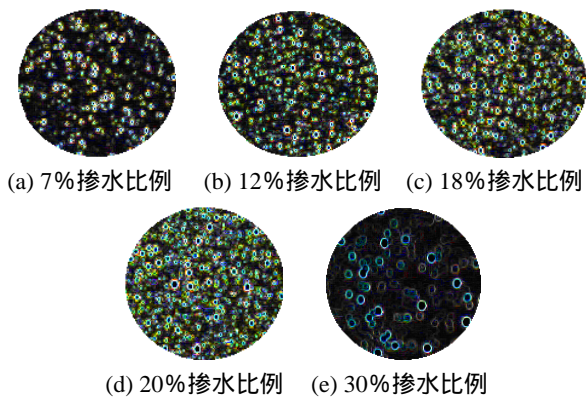


图4 乳化重油显微图片

此外,该120[#]重油加压动态乳化系统经过了柴油机台架试验,节油效果明显.并将在进一步试验中应用到实船柴油上进行测试.

4 结论

实验结果表明本文设计的120[#]重油动态乳化系统在掺水率0~30%的范围内,具有很好的乳化效果,乳化油中水微粒直径不随掺水比例增加而变

大,水微粒分布均匀.初步乳化后的乳化油进入柴油机进行二次乳化,乳化后的重油完全可以满足柴油机燃烧要求.

重油动态乳化控制系统具有抗干扰性强及可靠性高的特点,能够随柴油机的工况变化实现掺水率的动态调节.柴油机工作在不同工况下具有不同的最佳掺水比例,但掺水率为20%时柴油机能够达到很好的节能和降低排放的综合性能.

参考文献:

- [1] 周子民, 邓胜祥. 重油掺水乳化燃烧中泵代乳化器的理论与实践[J]. 节能技术, 1998(4):11-12.
- [2] 费千. 船舶辅机[M]. 大连: 大连海事大学出版社, 1998.
- [3] 陈飞, 肖才榕. 乳化器中搅拌结构及参数对乳化作用的影响[J]. 爆破器材, 2002, 35(4):35-36.
- [4] 孙平. 船用柴油机使用乳化燃油的 NO 和微粒排放研究[J]. 内燃机学报, 2001, 19(6):553-555.
- [5] 孙培岩, 李剑钊. 基于 AVR 单片机的柴油机油——水在线乳化自控系统[J]. 测试技术学报, 2005, 19(2):143-145.

Dynamic Emulsifying System Design of 120[#] Heavy-fuels

QI Guang¹, WANG Bing-hui¹, ZHAO Jian-qi², LIU Da-hai¹

(1.The Maritime Faculty, Ningbo University, Ningbo 315211, China; 2.Jiangxi Ocean Shipping Company, Nanchang 330046, China)

Abstract: With the fact that ship diesel engines are commonly driven by burning high-viscosity heavy-fuels resulting high pulverization temperature, this paper introduces a design of dynamic emulsifying system with 120[#] heavy-fuels. The controller of the system is built with a singlechip, which in a real-time fashion ensures the optimal oil-to-water ratio adjustment based on the engine rotation speed and load input. Without changing the structure parameters of the engine and adding any emulsifying agents, the system was tested with 6300ZC diesel engine. Results show that the particulate diameter of water is sufficiently small and the particulates are uniformly dispersed in the oil. With the emulsified fuels, the fuel-saving of the diesel engine is noteworthy.

Key words: emulsifying combustion; online water-oil commix; energy saving and environmental protection

CLC number: U664.12

Document code: A

(责任编辑 章践立)