

电控柴油机在海洋钻井平台上的应用

肖延光

(胜利石油管理局海洋钻井公司, 山东 东营 257000)

摘要: 介绍了 CAT3500B 系列电控柴油机的电子控制单体喷油器 (MEUI) 燃油系统, 及 CAT3500B 系列电控柴油机的主要结构特点; 就其在石油钻机上的应用优势作了分析。实际应用表明, 由于电控柴油机具有节省燃油, 可靠性高, 排放低及维护要求低等优势, 其在海洋钻井上的应用具有很强的竞争力。

关键词: 电控柴油机; 电子控制单体喷油器; 海洋钻井; 应用

中图分类号: TK421. *4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-4357(2013)04-0015-03

Application of the Electronic Diesel Engine for Offshore Drilling Rig

Xiao Yanguang

(SINOPEC Shengli Offshore Drilling Company, Shandong Dongying 257000)

Abstract: The MEUI fuel system for Caterpillar 3500 B series electronic engines, as well as the main structure features of Cat3500 B series electronic engines are introduced. The application advantages of the machine for offshore drilling rig are analyzed. The application results indicate that the engine is very competitive in the application of offshore drilling rig, because of its features such as fuel saving, higher reliability, low emissions and easy maintenance.

Keywords: electronic engine; MEUI; offshore drilling rig; application

0 引言

随着海洋钻井市场竞争的日益激烈, 钻井承包商愈来愈注重钻井装备的更新与改造。在动力设备方面, 电控柴油机得到越来越多的重视。本文以 CAT3500B 系列为例介绍电控柴油机在海洋钻井平台的应用。实践证明, 由于具有节省燃油、可靠性高、排放低及维护要求低等性能, 电控柴油机的应用使钻井承包商处于非常有竞争力的位置。

1 CAT3500B 系列电控柴油机 MEUI 燃油系统

众所周知, 柴油机的性能不仅与燃油喷油量有关, 而且还受燃油喷油压力、喷油定时及喷油持续时间的影响。目前在石油钻机大功率柴油机中, 单

体喷油器得到广泛应用, 其主要原因是能够去掉高压燃油管线及提高喷油压力。如图 1 所示, 在传统的燃油系统中, 机械控制单体喷油器 (MUI) 的喷油量及喷油压力都是机械控制的, 不能动态地改变喷油定时。然而, 在 CAT3500B 系列柴油机的电子控制单体喷油器 (MEUI) 系统中, 喷油压力仍由机械控制, 但喷油定时及喷油持续时间却是由发送到喷油器电磁阀上的电子信号精确控制。这种电子控制燃油喷射是十分重要的, 因为最佳的喷油时间不是一个“常数”, 它需根据柴油机的中冷器水温、负载及转速等工况而调整优化。

图 2 是 CAT3500B 系列电控柴油机的 MEUI (Mechanical Electronic Unit Injectors) 燃油系统框图。这一系统主要有电子控制模块 (ECM)、电子控制单体喷油器 (MEUI)、柴油机传感器及柴油机监测系统组成。

收稿日期: 2013-01-15; 修回日期: 2013-04-10

作者简介: 肖延光, 男, 工程师, 主要研究方向为海洋钻采设备管理, E-mail: hzcsh@163.com。

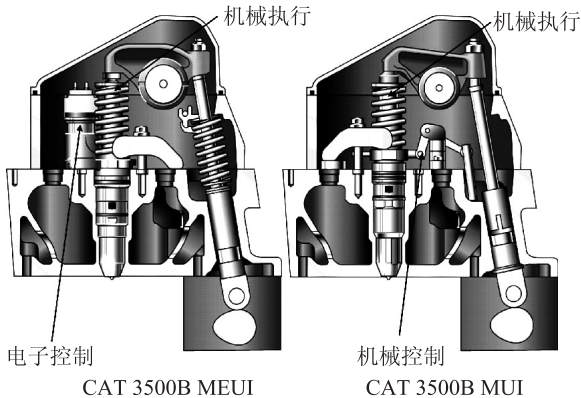


图 1 Cat 3500B MEUI 单体喷油器与 Cat 3500B MUI 单体喷油器对照图

(1) 电子控制模块 (ECM)。电子控制模块是一种高级柴油机管理系统，由微处理器、储存器、输入电路、输出电路及电源电路等组成。在柴油机运行中，ECM 接收来自各传感器及开关的数据和信息，将之与 ECM 程序数据库中所储存的数据进行比较、计算及处理，并向 MEUI 电磁阀发出一个电信号，以控制各喷油器向燃烧室喷油的开始、持续和结束，保证柴油机在任何负荷和转速下的性能都达到最佳。

(2) 电子控制单体喷油器 (MEUI)。电子控制单体喷油器是将电磁阀、挺杆、柱塞、泵体及喷嘴组件等集为一体的紧凑单元，其结构如图 3 所示，它不仅包含较少的运动零件，而且能精确地控制喷油正时和供油持续时间。当 ECM 未向喷油器的电磁阀发出电信号时，电磁阀阀芯在弹簧的作用下保持开启，防止燃油压力超过由燃油系统输油泵产生的压力，随着柱塞的下移，燃油将经过开启的电磁阀阀芯流回燃油箱。当 ECM 发信号给喷油器电磁阀时，电磁阀阀芯将关闭，向下移动的喷油器柱塞使封闭在其下方的燃油压力迅速升高，当燃油压力上升到足够高时，喷油器头部的止回阀将克服弹簧作用而开启，燃油将喷入燃烧室。当 ECM 停止向喷油器发送信号时，电磁阀断电，其阀芯在弹簧的作用下又开启，喷油过程就会立即结束。ECM 向电磁阀发送信号时间越长，喷入燃烧室的燃油量就越多；相反，ECM 向电磁阀发送信号时间越短，喷入燃烧室的燃油量就越少。

(3) 柴油机传感器。ECM 实时地从安装在柴油机上的各种传感器接收信息，这些传感器包括：速度/正时传感器、冷却液温度传感器、后冷器温度传感器、机油压力传感器、大气压力传感器、增压器进口压力传感器及增压器出口压力传感器等。

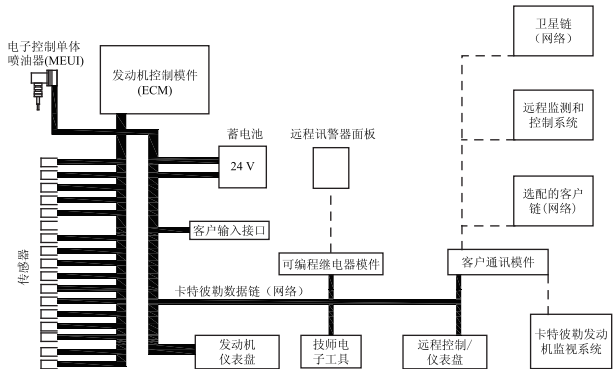


图 2 CAT3500B 系列电控柴油机 MEUI 燃油系统框图

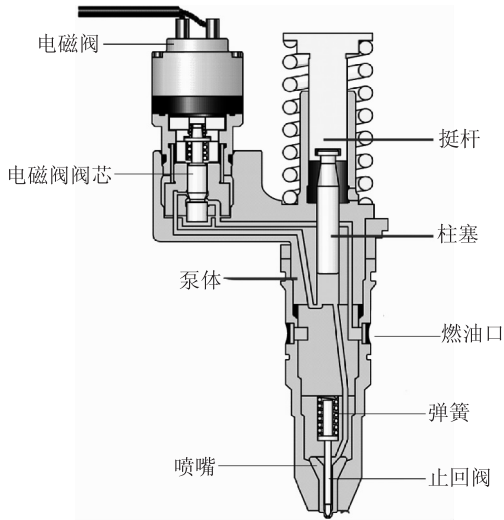


图 3 电子控制单体喷油器

(4) 柴油机监测系统。柴油机各种数据被传感器采集并传送到 ECM 后，又被传送到柴油机监测系统中。CAT3500B 系列电控柴油机柴油机监测系统为较先进电子监测系统，除传感器、开关及 ECM 等外，还包括 CAT3500B 电控柴油机电子仪表盘。该电子仪表盘将高技术与用户友好性相结合，操作人员可以选择在何处显示柴油机数据。在电子仪表盘出现之前，传统的标准仪表盘主要是依赖直径细小的耐压管线获得各种参数的信息，这些管线的存在使得欲将仪表盘安装在远离柴油机成为困难。CAT3500B 系列柴油机电子仪表盘则可以安装在远离于柴油机 100 英尺的地方，由于不存在传送流体的管线，因而维护更加方便，另外，其数据也可以通过电缆或卫星输到远方的监测站。

2 CAT3500B 系列电控柴油机主要结构特点

相对于 CAT3500 系列柴油机，CAT3500B 系列电控柴油机结构上具有以下特点：

(1) 凸轮轴 凸轮轴主轴承直径增加到 91.9 mm，目的是在喷油器凸轮上可以有一段更陡的升程斜面，凸轮基圆和非机械加工的心轴直径也增加，以提高凸轮扭转刚度，使凸轮能够在更高压力下驱动喷油器。

(2) 活塞 采用新型“深燃烧室”活塞结构，大大提高了燃烧效率。由于 CAT3500B 系列柴油机喷油系统的能量增加，因而可以采用深燃烧室的活塞结构。燃烧室的深腔、活塞顶环位置的提高和活塞到气缸盖余隙的减少，改善了挤压特性，把强涡流的空气引入气缸，加强了空气和燃油的混合。

(3) 气门机构 将气门升程增至 18.5 mm，喷油凸轮宽度增加，凸轮轴凸轮和滚轮机构中的接触应力分布更加均匀；顶升机构均使用加大直径、加大压力润滑的滚轮和圆桶形的滚轮销。顶杆加长，使之更靠近顶杆套筒的滚筒，顶杆与顶杆套筒共线，从而使传动机构更加有效；改进的摇臂箱为喷油器的电气接插件提供了接插位置；喷油器顶杆的助推弹簧保证了超速情况下气门机构的稳定性。

(4) 独立循环的中间冷却(SCAC) 由于涡轮增压作用，进气温度升高，传统的方法是经柴油机水套水冷却。CAT3500B 系列柴油机则使用一套独立循环的中间冷却系统，该系统有独立的水泵、节温器等，可以很好地降低进气温度，使 NO_x 的形成达到最少；另外空气密度提高也有利于增加柴油机运行中的空燃比，提高了燃油经济性，增大了输出功率。

(5) 进气和排气系统 进气和排气系统流线型化，减少了系统流动阻力，提高了总的燃烧效率。

3 在石油钻机上应用的优势

- (1) 性能好。CAT3500B 系列柴油机在起动、加速及高功率输出时，其性能可以得到自动调整。
- (2) 额定输出功率得到了提高。例如当作为常用发电机组(50 Hz)时，CAT3512B 柴油机的额定功率为 1 200 kW，而 CAT3512 柴油机额定功率为 1 020 kW，额定功率提高了 17.6%，因而比较容易克服钻井过程中的额外负荷。
- (3) 具有良好的经济性。降低成本一直是钻井承包商追求的目标，而燃油费用占发动机总的运行费用的 60% 至 90%，采用 CAT3500B 系列电控柴

油机可以节省更多的燃油，提供更多的投资回报。表 1 为 CAT3512B 柴油机与其他几种石油钻机上常用柴油机额定工况时的燃油消耗率对照，由表 1 的数据可以看出：CAT3500B 系列柴油机具有良好的燃油经济性。

表 1 不同机型燃油消耗率比较
单位：(g·(kW·h)⁻¹)

机型	Z12V190B	D399TA	3512	3512B
燃油消耗率	238	234.3	205.6	197

(4) 有利于环境保护。CAT3500B 系列电控柴油机不仅具有优异的燃油经济性，其 NO_x 与颗粒的排放也较低。如图 4 示。

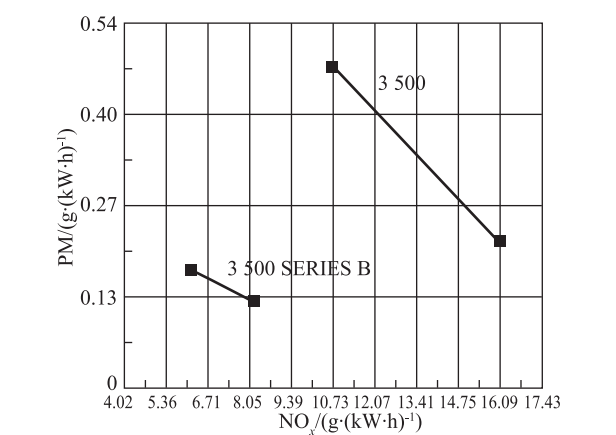


图 4 柴油机 NO_x 与 PM 的改善

(5) 可靠性高、维修成本低。CAT3500B 系列柴油机在其系统与零部件的改进提高中采用了新的柴油机技术，不仅明显地改善了柴油机的性能，而且提高了柴油机的可靠性和耐久性，使用率高，维修成本低。

4 结 语

目前，节能电控柴油机已在公司的海洋钻井平台上得到了广泛应用，每年可节省约 300 万元的燃油费用，大大提高了钻井平台的经济效益。

参考文献

[1] Caterpillar. Cat3500 SERIES B Engine[R]. 1995.

[2] Caterpillar. Operation and maintenance manual—3500B engines and 3500 engines with EUI option[R]. 1999.

[3] Derek Lowe. Electronic engines drive growth at Command Drilling[J]. DRILLING CONTRACTOR, September/October 1998.