

文章编号: 1000-8055(2003) 04-0512-03

在 ZS195 直喷式柴油机中燃用二甲基醚 (DME) 的实验研究

刘湘云

(北京航空航天大学 能源与动力工程学院, 北京 100083)

摘要: 本实验使用二甲基醚-柴油二元混合燃料, 在对原发动机的燃料供给系统做尽量少的改动的原则下, 柴油机的排放大大降低, 同时发动机仍能保持原有的动力性能。理论分析和实验证明二甲基醚是一种极有应用前景的柴油机代用燃料。

关键词: 航空、航天推进系统; 二甲基醚; 排放; 供油提前角; 代用燃料

中图分类号: TK421+.2

文献标识码: A

Experimental Study of a ZS195 Direct-Injection Diesel Engine Fueled with Dimethyl-Ether (DME)

LIU Xiang-yun

(Beijing University of Aeronautics and Astronautics, Beijing 100083, China)

Abstract: The performance of a diesel engine with Dimethyl Ether (DME)-Diesel mixed fuel was experimentally studied in this paper. Tests were conducted under the principle of minimum engine alteration. Results show that the exhaust emission is much lower with the mixed fuel while the output power of the engine could be kept little changed with the choice of different mixing ratios. Dimethyl-Ether is proved to be very promising as an alternative fuel for diesel engines.

Key words: aerospace propulsion system; Dimethyl-Ether (DME); exhaust emission; fuel-delivery advance angle; alternative fuel

1 引言

柴油机有害排放物的控制技术主要有: 以优化燃烧过程为核心的机内净化技术; 采用排气后处理装置的机外净化; 对传统的柴油成分进行改进的燃油改质; 开发新型的代用燃料四个方面。其中代用燃料是控制柴油机的最重要方法, 如 EPA 规定如果将来的柴油机排放达不到法规要求, 将强制使用代用燃料^[1]。

二甲基醚(Dimethyl Ether)简称 DME, 是近年来国外开发的一种极有发展前途的柴油机代用

燃料。

2 二甲基醚作为柴油机代用燃料的特点

首先, 二甲基醚(DME)的化学分子式 $\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_3$, 分子式中没有 C-C 键直接相连, 从而减少了微粒形成的可能性^[2]。其次, 二甲基醚的十六烷值很高, 其自点燃性好。另外其沸点较低, 能够在燃烧室内涡流较小的情况下, 快速形成良好的混合气, 使柴油机具有较好的冷启动性能。

与此同时, 二甲基醚(DME)在常温下为气

体, 沸点较低, 在使用时需要加压储存。二甲基醚的粘度只有柴油粘度的 0.05~0.1 倍(见表 1)。在使用原柴油机的供油系统时, 会因润滑不良而对高压油泵的柱塞副偶件和喷油器的针阀偶件产生磨损并发生燃料的泄漏, 严重时会导致发动机失速而停止运转^[3,4]。因而在使用时, 必须在二甲基醚中添加适当的润滑剂, 以保证发动机正常运转的可靠性和耐久性。

表 1 二甲基醚与柴油的主要性质比较

Table 1 A comparison of main properties of DME with Diesel fuel

性 质	二甲基醚	柴油
分子式	CH ₃ -O-CH ₃	—
低热值/(MJ/kg)	28. 84	42. 5
密度/(g/ml)	0. 66	0. 84
十六烷值	55~60	40~55
自燃温度/(°C)	235	250
化学计量空燃比/(kg/kg)	9. 07	14. 6
液态运动粘度/(cP)	0. 15	2~8. 5
沸点/(°C)	- 24. 7	180~370
含 C/(%)	52. 2	86. 0
含 O/(%)	34. 8	0
含 H/(%)	13. 0	14. 0

3 实验方案

针对二甲基醚在柴油机中使用时的有关问题, 实验中采用以下方案: 首先燃料采用二甲基醚中添加一定量柴油(作替润滑剂)的混合燃料, 以解决二甲基醚(DME)代用燃料的润滑问题。实验中以 D80 代表 80% 的二甲基醚(DME)和 20% 的柴油; D90 代表 90% 的二甲基醚(DME)和 10% 的柴油; 以此类推。并且实验证明, 二甲基醚与柴油混合均匀, 不发生任何化学反应。

实验用样机为常州柴油机股份有限公司生产的 ZS195 直喷式柴油机, 其性能和技术参数见表 2。

供油系统: 以高压氮气对燃料罐中二甲基醚-柴油混合燃料进行预加压, 然后接入系统管路中用柱塞加压泵对燃料进行二次加压, 使得 DME-柴油混合燃料在供油系统中保持液态。

另外, 由于二甲基醚的低热值低于柴油, 所以, 其供油量应该比使用柴油时加大。所以本实验采用加大柱塞直径和行程, 以及扩大喷油器喷孔直径等方法, 以达到理论所需的供油量。

表 2 实验用发动机参数

Table 2 Parameters of an experimental engine

序号	规 格	参 数
1	型 式	四冲程水冷直喷式
2	气缸直径×活塞行程	95 mm × 115 mm
3	活塞排量/L	0. 815
4	标定功率/kW	8. 82
5	标定转速/(r/ min)	2000
6	压缩比	17
7	燃油消耗率/(g/kW · h)	≤242. 2
8	供油提前角/(°)	20±1
9	喷油压力/MPa	15. 2±0. 5

由于二甲基醚与柴油二元混合燃料雾化性能比纯柴油好, 所以在使用二甲基醚与柴油二元混合燃料时, 原发动机的供油提前角应该较使用柴油时滞后。本实验中将原机供油提前角分别滞后 3°, 5°, 7°(供油提前角为 17°±1(CA), 15°±1(CA)和 13°±1(CA))。进行试验, 以确定最佳的供油提前角。

4 实验结果分析

内燃机经济性和动力性是衡量内燃机性能的重要指标, 在使用代用燃料后, 发动机应能恢复原机动力水平, 而且经济性也应保证。

4. 1 混合燃料的影响

图 1 是发动机使用混合燃料各种比例代用柴油和原机使用柴油时的在负荷为 50% 和 100% 时燃油消耗率(经济性)。可见, D70 混合燃料的燃油消耗率较高, D80, D85, D90 混合燃料燃油消耗率

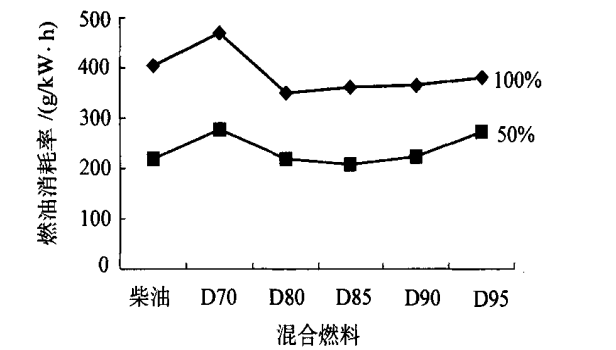


图 1 混合燃料对发动机经济性的影响

Fig. 1 The influence of the mixed fuel on the economic performance of the engine

与使用柴油燃料时发动机的燃油消耗率相当。图 2 是发动机在使用混合燃料时和使用原燃料(柴油)时发动机功率对比(动力性)。可以说明,发动机在使用混合燃料后,可以保证原机的动力水平。从混合燃料粘度以及发动机偶件磨损等因素来综合考虑,选用 D85 混合燃料代用柴油效果最佳。

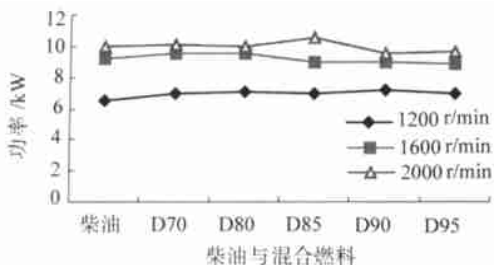


图 2 混合燃料对发动机最大功率的影响

Fig. 2 The influence of the mixed fuel on the maximum power of the engine

4.2 供油提前角的影响

图 3 是供油提前角对 D85 发动机经济性的

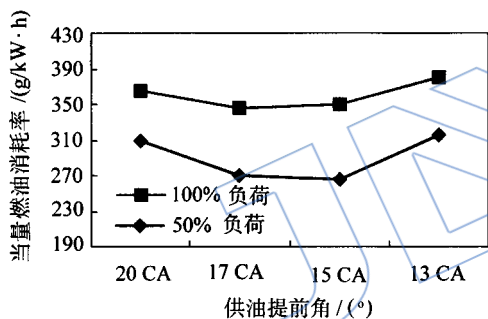


图 3 供油提前角对 D85 发动机经济性的影响

Fig. 3 The influence of the fuel-delivery advance angle on the economic performance of the engine fueled with D85

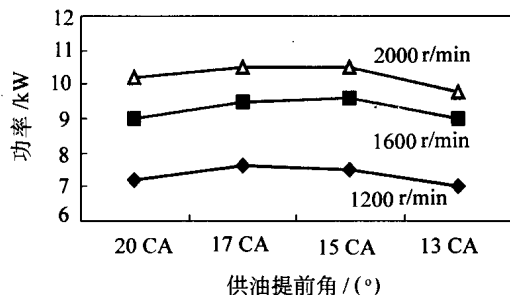


图 4 供油提前角对 D85 发动机最大功率的影响

Fig. 4 The influence of the fuel-delivery advance angle on the maximum power of the engine fueled with D85

影响曲线。从图中可以看出,在供油提前角比原机供油提前角滞后 5 度即为 15 $^{\circ}\text{CA}$ 时, D85 混合燃料当量燃油消耗率最低。图 4 是发动机使用 D85 混合燃料时,供油提前角对发动机功率的影响。可以看出,在供油提前角为 15 $^{\circ}\text{CA}$ 时,发动机的功率为最大。

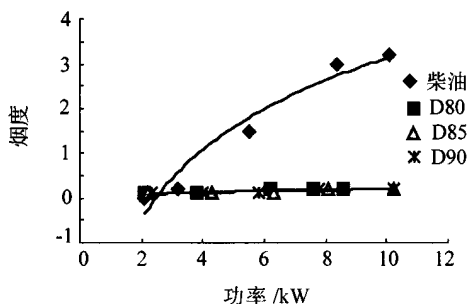


图 5 混合燃料排放比较 (2000 r/min)

Fig. 5 The comparison among the exhausts of the mixed fuel (2000 r/min)

图 5 是发动机使用混合燃料(供油提前角为 15 $^{\circ}\text{CA}$)时烟度排放与使用柴油(供油提前角为 20 $^{\circ}\text{CA}$)时烟度排放比较曲线。图中发动机在使用混合燃料后,烟度排放大大降低。达到了清洁代用燃料的要求。

5 结 论

试验结果表明,柴油机使用二甲基醚(DME)与柴油二元混合燃料时,只需对发动机做很少的改造即可达到原机的动力水平。混合燃料 DEM 的比例为 80% 时效果最佳,其经济性和动力性都与原机相当,而烟度排放大大降低。实验证明二甲基醚可以作为柴油的清洁代用燃料在压燃式发动机中使用。随着理论研究和实验进展的继续,二甲基醚必将显示其作为柴油机中的清洁代用燃料的巨大优越性。

参考文献:

- [1] Theo Fleisch, et al. A New Clear Diesel Technology: Demonstration of ULEV Emissions on a Navistar Diesel Engine Fueled with Dimethyl Ether[R]. SAE Paper 950061.
- [2] John Bogild Hanser, Bodil Voss, Finn Joensen, et al. Large Scale Manufacture of Dimethyl Ether - A New Alternative Diesel Fuel from Natural Gas[R]. SAE Paper 950063.
- [3] Verbeek R, Van der Weide. Global Assessment of Dimethyl Ether: Comparison with Other Fuels[R]. SAE paper 971607.
- [4] James C McCandless, Shurong Li. Development of a Novel Fuel Injection System (NFIS) for Dimethyl Ether and Other Clean Alternative Fuels[R]. SAE Paper 970220.