

柴油发动机聚甲氧基二甲醚使用特性研究

蔡圆圆

中信国安化工有限公司 山东菏泽 274500

摘要: 本研究以柴油发动机聚甲氧基二甲醚使用特性为主题,通过对聚甲氧基二甲醚在发动机燃烧特性、排放特性和有效热效率方面的影响进行研究。介绍了聚甲氧基二甲醚在替代柴油燃料中的潜在应用和研究背景,运用实验检测了不同柴油发动机聚负荷、转速条件下,聚甲氧基二甲醚燃烧、排放等特性,归纳了聚甲氧基二甲醚在发动机使用中的特点和优势,以及未来对该领域的展望。本研究对柴油发动机聚甲氧基二甲醚使用特性的认识和应用具有重要意义,希望能够为相关从业人员提供帮助。

关键词: 柴油发动机;聚甲氧基二甲醚;燃烧特性;排放特性

Study on the Usage Characteristics of Polymethoxy Dimethyl Ether in Diesel Engines

Cai Yuanyuan

CITIC Guoan Chemical Co., Ltd. Heze, Shandong 274500

Abstract: This study focuses on the usage characteristics of polymethoxy dimethyl ether in diesel engines, and investigates the effects of polymethoxy dimethyl ether on engine combustion characteristics, emission characteristics, and effective thermal efficiency. This article introduces the potential application and research background of polymethoxy dimethyl ether as a substitute for diesel fuel, and uses experiments to detect the combustion and emission characteristics of polymethoxy dimethyl ether under different diesel engine load and speed conditions. The characteristics and advantages of polymethoxy dimethyl ether in engine use are summarized, as well as future prospects for this field. This study is of great significance in understanding and applying the usage characteristics of polymethoxy dimethyl ether in diesel engines, and hopes to provide assistance to relevant practitioners.

Keywords: diesel engine; Polymethoxy dimethyl ether; Combustion characteristics; Emission characteristics

1. 聚甲氧基二甲醚对发动机燃烧特性的影响

为了探究不同掺混比例对于发动机的影响,按照不同比例配置四种混合燃料,具体见下表1所示。

表1 混合燃料配比

代号	PODE 比例	柴油比例
D100	0	100
D90P10	10	90
D80P20	20	80
D70P30	30	70

研究选定发动机低速小负荷工况下进行,实验结果见下图1所示。

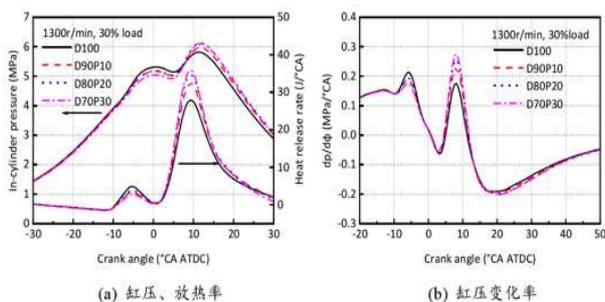


图1 聚甲氧基二甲醚对发动机燃烧特性的影响

从图中不难看出,聚甲氧基二甲醚混合醚(DMMn)对发动机的燃烧特性有很大的影响。随着掺混比的增加,发动机的燃烧特性发

生了显著变化。在低速和小负荷状态下,DMMn混合造成放热率降低,注入放热率达到峰值,增加主缸压力和圆柱压力变化的速度。这是因为在低速小负荷的情况下,气缸内温度低,蒸发潜热会使燃料在蒸发雾化阶段吸收更多的热量,影响预喷射燃料的点火性能。同时DMMn,波动率和增加比率最高的活性,放热量更强,燃烧速度更快,峰值压力明显加大气缸和气缸内压力的增加。DMMn混合法在低负荷和高负荷条件下影响不大,但报告主要注入热略有增加DMMn混合和先进的放热率,缸压和缸压速度变化明显增加。实际上,在低速和高负荷条件下,气缸内温度较高,预喷射燃料有足够的温度和时间进行吸热气化和点火。另外,大量的聚醚可以缩短主喷射的延迟期,稍微加快燃烧热量的释放。但是,高挥发性意味着燃烧延迟时间短,预混比比柴油机高,峰值气缸压力和气缸压力变化率高。

聚甲氧基二甲醚混合物对发动机的燃烧特性有很大的影响。在不同的环境下,混合罐降低预喷射的喷流率,增加主喷射的喷流率、气缸压力和气缸压力的变化率。这些变化是由于蒸发潜热和挥发性对燃料燃烧性能的影响。这些结果对于理解混合燃料对发动机性能的影响是很重要的,并且为使用混合燃料作为替代燃料提供了参考。

2. 聚甲氧基二甲醚对发动机排放特性的影响

混合燃料发动机的排放特性取决于转速和负荷。实验结果见下图2到图4所示。

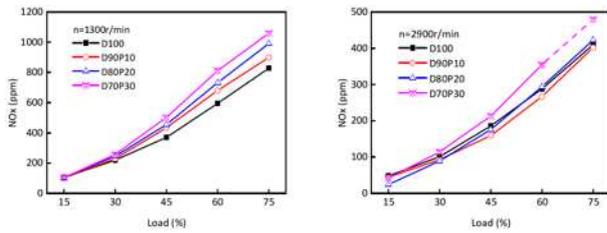


图2 掺混 DMMn 对发动机 NOx 排放的影响

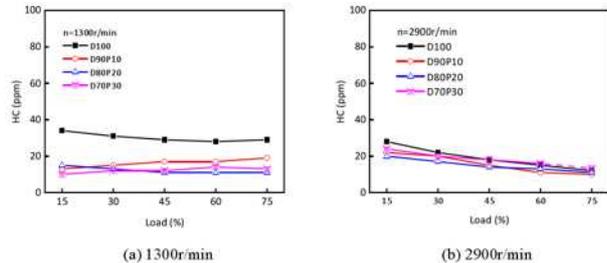


图3 掺混 DMMn 对发动机 HC 排放的影响

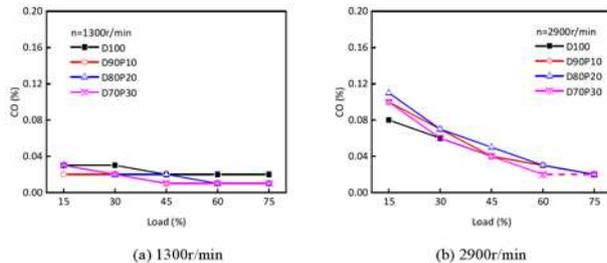


图4 掺混 DMMn 对发动机 CO 排放的影响

根据实验结果,在低速大负荷工况下,掺混率的增加可能导致 NOx 排放值的大幅增加,最高可达 36.3%。这是因为混合后燃烧温度高,特别是在高负荷条件下,高温持续时间长,容易产生高 NOx 排放。但是,在高速和低负荷条件下,添加 DMMn 可以抑制预喷射燃料的点火,加速主喷射燃料的快速燃烧,缩短燃烧时间。这一效应抑制了 NOx 生成,甚至使得在掺混 10% DMMn 时,NOx 排放略微降低。另外,混合燃料发动机中 DMMn 的掺混还对 HC 和 CO 排放产生了影响。在低转速下,掺混 DMMn 可以明显降低 HC 排放,因其改善了油气混合和燃烧速度。在高转速下,HC 排放已经较低且稳定,DMMn 掺混量的变化对 HC 排放影响不大。关于 CO 排放,可知低速时每燃料的 CO 排放较低,因负荷增加而产生的变化较小。在高转速下 CO 排放呈下降趋势,混合对 CO 排放的影响较小。总的来说,混合燃料发动机的 NOx、HC 和 CO 排放特性受到转速、负荷和 DMMn 掺混比的影响,以及燃烧温度和燃烧持续期的变化。这些实验结果对于混合燃料发动机的优化和环境保护具有重要参考价值。

3. 聚甲氧基二甲醚对发动机有效热效率的影响

混合动力发动机的耗油量可以用等效耗油量和有效热效率来衡量。相同数值的耗油量占工作单位燃料消耗质量后的有效转换,在相同热值下,柴油的效率比实际产量更有效地得到发动机和燃料所含热量。根据给定的试验工况,在常用转速和不同负荷下,选择 4 种不同的燃料进行燃烧,并记录得到了混合燃料发动机的当量燃油消耗率的变化情况。结果见下图 5 所示。

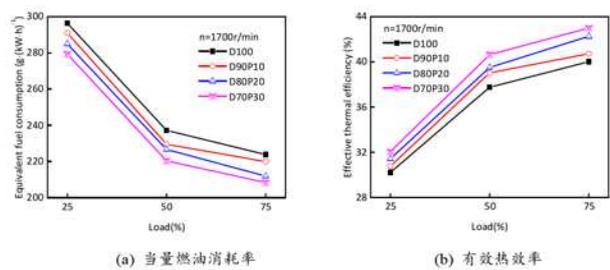


图5 发动机转速 1700r/min 时的当量燃油消耗率和有效热效率

如图 5 所示,混合动力发动机的等效耗油量根据负荷随着混合比的增加降低 15 ~ 17g/kW·h,有效热效率也从 1.84 提高到 3%。这是因为 DMMn (多氧二甲醚)具有色沙烷数高、挥发性强、含氧量高的理化性质,能促进燃料的粉碎和燃烧。再加上 DMMn 预注入燃料散热低,主要喷射燃料在高做功区间进行燃烧,燃烧时间集中,可以有效提高发动机的热效率。因此,调整掺混比在降低柴油发动机的油耗和提高发动机的油耗方面非常有效。

4. 总结

本研究将聚甲氧基二甲醚 (DMMn) 掺混到柴油中对柴油机燃烧、气体排放和燃油经济性的影响。根据试验结果,得出以下结论:

- (1) 混合增压和中间冷却影响柴油机的燃烧特性。在低速、低负荷、高速状态下,混合物会降低预喷器的热释放率,增加主喷器前进入气缸的活成分比例。掺混混合动力改善了主喷射燃料的雾化,缩短了发动机的燃烧时间,提高了气缸内的燃烧温度。
- (2) 受 HC 和二氧化碳排放量减少的影响,DMMn 混合柴油氮氧化物排放量同比小幅减少。但是,混合动力发动机减少了燃料消耗,提高了热效率,提高了燃油效率。
- (3) 随着油箱混合比的增加,气缸内峰值压力和压力上升速率显著增加,燃烧时间缩短,燃烧温度升高。此外,在低转速下,随着混合率的增加,NOx 排放也会增加。在高转速下,掺混比 NOx 排放的影响小于 20%,但在 30%混合式掺混比对 NOx 排放的影响显著增加。另外,柴油机的有效热效率随着混合比的增加而提高,在 10 ~ 30% 掺混比的试验中,有效热效率提高了 1.84 ~ 3%。

未来的研究可以进一步探究 DMMn 的添加量和混合比例对柴油机性能的影响,并寻求降低 NOx 排放的方法。此外,还可以研究 DMMn 与其他添加剂的协同效应,进一步优化柴油机的燃烧特性和经济性能。还可以考虑实际应用中 DMMn 的成本、可靠性和环境影响等方面的问题,进一步评估 DMMn 作为柴油替代燃料的潜力。

参考文献:

[1]段旭东,曾东建,袁慧彬,等.喷油策略对柴油机燃用正丁醇,聚甲氧基二甲醚,柴油混合燃料燃烧和排放特性的影响[J].内燃机工程,2023,44(2):8-16.
[2]寇超兴,刘洋,曾爱武.聚甲氧基二甲醚+水+环己烷+氯化钠四元体系的液液平衡研究[J].2021.DOI:10.11949/0438-1157.20190758.