

生物柴油/矿物柴油混合燃料低温流动特性及流变特性研究

陈波水, 孙玉秋, 方建华, 王 九

(解放军后勤工程学院, 重庆 400016)

摘 要:采用多功能低温测定仪和旋转粘度计测定了生物柴油/矿物柴油混合燃料的冷滤点、凝点和粘度,研究了混合燃料的低温流动性能及流变学性能。结果表明:0#柴油调入生物柴油后,混合柴油的冷滤点降低,粘温性提高,低温流动性改善;不同温度下,剪切速率对混合燃料表观粘度影响不同。当温度高于冷滤点时,剪切速率对混合燃料表观粘度影响较小;当温度低于冷滤点时,剪切速率增大,混合燃料表观粘度降低,且随温度降低,表观粘度随剪切速率增大而降低更为明显。

关键词:生物柴油;矿物柴油;低温流动性;流变性

中图分类号:TK421.6

文献标识码:A

文章编号:1000-9841(2009)01-0148-03

Low Temperature Fluidity and Rheological Property of Biodiesel- Diesel Blends

CHEN Bo- shui, SUN Yu- qiu, FANG Jian- hua, WANG Jiu

(Logistical Engineering University, Chongqing 400016, China)

Abstract: With the growing problem of global energy shortages and environment deterioration, the protection of the natural environment of mankind's survival becomes an urgent solution. As a high- quality biological liquid fuel, biodiesel has been favored all over the world. In this paper, low temperature performance and rheological properties of biodiesel/ petrodiesel blends were studied to find influencing factors and rules of low temperature characteristics of biodiesel and to find ways of improving its cold flow properties. Cold filter plugging point, solidification point and viscosity of biodiesel- diesel blends were measured by a multifunctional low temperature instrument. The low temperature fluidity and rheological property of the biodiesel- diesel blends were tested on a rotatory viscometer. The results indicate that blending of biodiesel with petrodiesel considerably improved the viscosity - temperature performance and low temperature fluidity. The influence of shear rate on apparent viscosity of the blended fuels varied with temperatures. Under the temperatures higher than the cold filter plugging point, the influence of shear rate on apparent viscosity was not obvious. Under the temperatures lower than the cold filter plugging point, the apparent viscosity of the blended fuels decreased remarkably with increasing shear rate, especially at lower temperatures.

Key words: Biodiesel; Petrodiesel; Low temperature fluidity; Rheological properties

随着日益严重的全球性能源短缺与环境恶化,控制汽车尾气排放,保护人类赖以生存的自然环境成为人类亟待解决的问题。世界各国从环境保护和资源战略角度出发,积极探索发展替代燃料及可再生能源^[1-3]。生物柴油作为一种优质的生物液体燃料,其发展对我国能源安全、环境保护及农业产业结构调整等方面起重要作用^[4]。生物柴油具有无毒、可生物降解、可再生、闪点高,燃烧性、润滑性、互溶性好、能减少温室气体排放、降低空气污染且原料来源丰富等优点,是全新的、典型的“绿色可再生能

源”^[5]。此外,生物柴油能与矿物柴油以任意比例混合或直接用于现有柴油机无需对其进行结构改造而备受各国青睐^[6-7]。

柴油低温流动性能好坏直接关系到柴油机燃料供给系统能否正常供油,且与柴油在低温下的储藏、运输等有着密切的关系。生物柴油作为发动机燃料使用的一个突出问题是低温流动性能差,粘度较矿物柴油高,使用过程中容易堵塞柴油发动机的管道和过滤器,是生物柴油作为替代燃料的主要瓶颈之一^[8-10]。目前国内外在生物柴油低温流动特性方

收稿日期:2008-07-28

基金项目:重庆市重点自然科学基金(CSTC,2006BA6031);解放军后勤工程学院研究生创新基金。

作者简介:陈波水(1963-),男,教授,博士生导师,主要从事液体燃料和润滑材料研究。E-mail:chenboshui@yahoo.com.cn。

面鲜有报道。研究影响生物柴油低温流动性能的因素和内在规律,寻找改善生物柴油低温流动性能的方法和途径对于拓展生物柴油应用具有重要意义^[11-12]。以食用大豆油碱催化酯化制成的生物柴油为原料,对生物柴油/矿物柴油混合燃料的低温流动性能和流变学性能进行了研究。

1 材料与方法

1.1 原料

大豆油生物柴油(SME),自制;0#柴油,中国石化股份有限公司北京燕山分公司炼油厂。

1.2 仪器

多功能低温测定仪,大连北方分析仪器厂;95270 VIARMES 旋转粘度计,法国 ST 公司(Sanchez Technologies)。

1.3 分析方法

大豆油生物柴油分别以 0%、20%、50%、80%、100% (体积百分含量) 与 0#柴油进行调和(以下简称 B0、B20、B50、B80、B100),参照 SH/T0248、GB/T510、GB/T265 方法测定混合燃料的冷滤点、凝点和运动粘度。

2 结果与讨论

2.1 混合燃料的低温流动特性

2.1.1 混合燃料的凝点和冷滤点 B100、B80、B50、B20、B0 的冷滤点、凝点随生物柴油调入比例的变化如图 1。

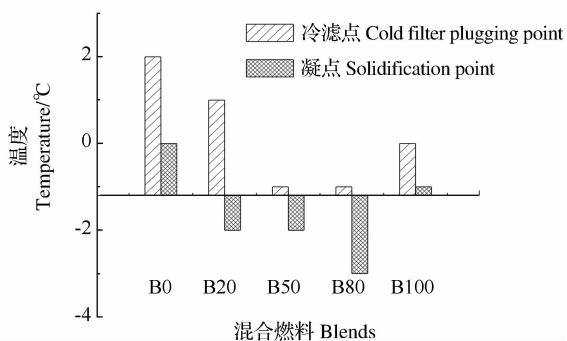


图1 生物柴油/0#柴油调和比例与冷滤点、凝点的关系

Fig.1 Relationship between cold filter plugging point, solidification point and mixed percentage of biodiesel-0# diesel blends

从图 1 可以看出,生物柴油与 0#柴油混合后,混合燃料的冷滤点和凝点均降低,尤其是当调和比为 80% 时,混合燃料的冷滤点和凝点最低;当生物柴油的调和比大于 80% 后,混合燃料的冷滤点和凝点有所升高,说明生物柴油与矿物柴油混合后,可

效降低混合燃料的冷滤点和凝点,改善混合燃料的低温流动特性。原因可能是生物柴油在混合燃料中起到了降凝剂的作用,生物柴油通过在蜡晶表面吸附或与蜡共晶,改变了蜡晶的形状和尺寸,减小三维网状结晶形成而使混合燃料的低温性能得到改善。

2.1.2 混合燃料的粘度 柴油粘度既是影响发动机喷射系统润滑特性和燃油雾化特性的重要指标^[13],也是柴油低温流动特性的重要参数之一。图 2 为 B0、B20、B50、B80、B100 的 40℃ 运动粘度随生物柴油调入比例的变化情况。

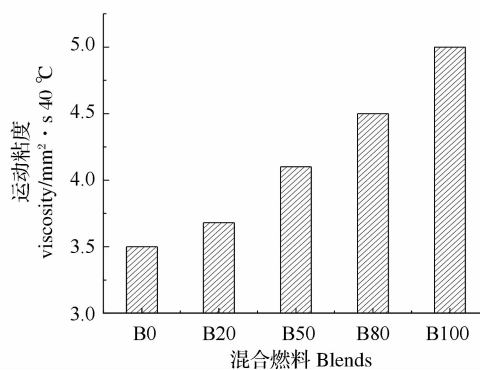


图2 生物柴油/0#柴油调和比例与运动粘度的关系

Fig.2 Relationship between viscosity and mixed percentage of biodiesel-0# diesel blends

从图 2 可以看出,生物柴油-0#柴油混合燃料的粘度比 0#柴油大,而且,0#柴油的运动粘度随生物柴油体积百分含量的增大而增大。生物柴油运动粘度较大也是其低温流动性差的原因之一。

2.2 混合燃料的流变特性

2.2.1 温度对混合燃料表观粘度的影响 采用 95270 VIARMES 旋转粘度计测定同一剪切速率下,混合燃料 B0、B20、B50、B80、B100 的表观粘度随温度的变化情况,结果如图 3 所示。

在试验温度范围内,当温度高于混合燃料的冷滤点时,混合燃料的粘温曲线接近于水平的直线,说明在冷滤点以上,温度对混合燃料的表观粘度影响不大。当温度低于冷滤点时,混合燃料的表观粘度随温度的降低显著增大。由于温度低于冷滤点时,混合燃料相态发生转变,燃料中固相物质增多,流动性降低,从而导致粘度增大。尤其是生物柴油含量较低时,混合燃料的表观粘度随温度降低而增加的幅度更大。B80 的粘温性较好,这与图 1 混合燃料低温流动性试验结果吻合。

2.2.2 剪切速率和温度对混合燃料表观粘度的影响 采用 95270 VIARMES 旋转粘度计测定 B80 混合燃料

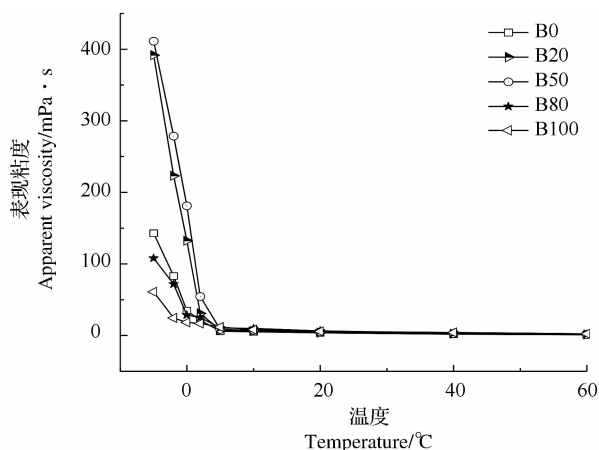


图3 混合燃料的表观粘度与温度的关系

Fig. 3 Relationship between apparent viscosity of the blends and temperature

在不同温度和剪切速率下的表观粘度,结果如图4。

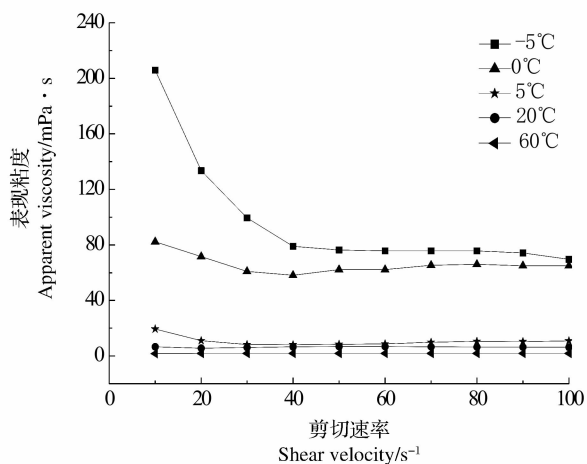


图4 B80 的流变曲线

Fig. 4 The rheological curve of B80

由图4可见,不同温度下,剪切速率对混合燃料表观粘度影响不同。当温度高于冷滤点时,高剪切速率和低剪切速率对混合燃料表观粘度影响很小,且不同温度下的流变曲线非常接近,说明温度对混合燃料的表观粘度影响也不大,混合燃料可视为牛顿流体;当温度低于冷滤点时,剪切速率增大,混合燃料表观粘度降低,且随温度降低,表观粘度随剪切速率增大而降低更为明显,低剪切速率时表观粘度随剪切速率变化明显,而达到一定剪切速率后,表观粘度随剪切速率变化很小,混合燃料的粘度不再是温度的单一函数,混合燃料可视为非牛顿流体。

3 结论

在0#柴油中调入大豆油生物柴油后,混合柴油的冷滤点降低,粘温性提高,低温流动性得到了改

善。生物柴油与0#柴油的混合燃料比为80%时,混合燃料的低温流动性最好。

不同温度下,剪切速率对混合燃料表观粘度影响不同。当温度高于冷滤点时,剪切速率对混合燃料的表观粘度影响不大;当温度低于冷滤点时,剪切速率增大,混合燃料表观粘度降低,且随温度降低,混合燃料表观粘度随剪切速率增大而降低更为明显。

参考文献

- [1] 梁斌. 生物柴油的生产技术[J]. 化工进展, 2005, 24(6): 577-585. (Liang B. Manufacture technologies of biodiesel [J]. Chemical Industry and Engineering Progress, 2005, 24(6): 577-585.)
- [2] 闵恩泽. 利用可再生油料资源发展生物炼油化工厂[J]. 化工学报, 2006, 57(8): 1739-1745. (Min E Z. Developing bio-refinery by utilizing renewable vegetable oils [J]. Journal of Chemical Industry and Engineering, 2006, 57(8): 1739-1745.)
- [3] 朱建良, 张冠杰. 国内外生物柴油研究生产现状及发展趋势[J]. 化工时刊, 2004, 18(1): 23-27. (Zhu J L, Zhang G J. Current situation and development trend of the research and production of biodiesel [J]. Chemical Industry Time, 2004, 18(1): 23-27.)
- [4] 闵恩泽, 唐忠, 杜泽学, 等. 发展我国生物柴油产业的探讨[J]. 中国工程科学, 2005, 7(4): 1-4. (Min E Z, Tang Z, Du Z X, et al. Perspective of biodiesel industry in China [J]. Engineering Science, 2005, 7(4): 1-4.)
- [5] Ziejewski M Z, Kaufman K R, Pratt G L. Vegetable oil as diesel fuel [R]. USDA, Agric. Rev. Man, 1983, ARM-NC-28: 106.
- [6] Shay E G. Diesel fuel from vegetable oil: status and opportunities [J]. Biomass and Bioenergy, 1993(4): 227-242.
- [7] Lee C S, Park S W, Kwon S I. An experimental study on the atomization and combustion of biodiesel-blended fuels [J]. Energy Fuels, 2005(19): 2201-2208.
- [8] Karaosmanoglu F, Akdag A, Cigizoglu K B. Biodiesel from rapeseed oil of turkish as an alternative fuels [J]. Applied Biochemistry and Biotechnology, 1996, 61(6): 151-164.
- [9] 韩恩山, 康红欣, 魏子海, 等. 生物柴油低温流动性及其降凝剂的研究进展[J]. 化工中间体, 2006(1): 13-17. (Han E S, Kang H X, Wei Z H, et al. Study on the low-temperature fluidity and the progress of pour point depressant of bio-diesel [J]. Intermediate of Chemical Industry and Engineering, 2006(1): 13-17.)
- [10] Knothe G, Van Gerpen J, Krah J, et al. The biodiesel handbook [M]. United States of America: AOCS Press, 2005: 125-130.
- [11] Dunn R O, Shockley M W, Bagby M O, et al. Improving the low-temperature properties of alternative diesel fuels: vegetable oil-derived methyl esters [J]. JAOCS, 1996, 73(12): 1719-1728.
- [12] Gonzalez M E, Howard-Hildige R, Leahy J, et al. Winterization of waste cooking oil methyl ester to improve cold temperature fuel properties [J]. Fuel, 2002, 81(1): 33-39.
- [13] A C 奥尔林, M F 克鲁格洛夫. 内燃机 [M]. 北京: 机械工业出版社, 1994: 87-89. (Oilyn A C, Chrugropher M F. Internal combustion engine [M]. Beijing: Engine Industry Publishing Company, 1994: 87-89.)