

乙醇-丁醇-柴油混合燃料的车辆排放性和经济性

陈振斌^{1,2}, 倪计民¹, 张惜辉², 叶年业¹, 郝汝林³, 麦瑞礼³

(1. 同济大学汽车学院, 上海 201804; 2. 海南大学机电工程学院, 海口 570228;
3. 海南汽车试验研究所, 琼海 571400)

摘要: 为了研究乙醇-丁醇-柴油混合燃料的车辆排放性和经济性, 该文对分别使用乙醇-丁醇-柴油混合燃料和柴油的在用柴油轿车的排放性能和燃油经济性, 以及在用柴油客车的自由加速排气烟度排放进行了对比试验。研究表明: 相对于柴油, 在用柴油轿车使用 E10 (体积比, 乙醇 10%、丁醇 4%、柴油 86%) 混合燃料的 NO_x 排放减少 10.42%, HC+NO_x 排放减少 27.43%, 微粒 (PM) 排放减少 2.13%, 90 和 120 km/h 等速行驶燃料消耗量分别减少 7.66% 和 3.71%; 然而 CO 排放增加 31.43%, 工况循环综合燃料消耗量增加 4.48%。此外, 在用柴油客车使用 E10 混合燃料的自由加速排气烟度排放减少 31.11%。该研究结果对于完善乙醇柴油混合燃料的车辆排放性和经济性具有实用价值。

关键词: 柴油车, 燃料消耗量, 尾气排放, 乙醇-丁醇-柴油

doi: 10.3969/j.issn.1002-6819.2012.07.011

中图分类号: TK464

文献标志码: A

文章编号: 1002-6819(2012)-07-0062-05

陈振斌, 倪计民, 张惜辉, 等. 乙醇-丁醇-柴油混合燃料的车辆排放性和经济性[J]. 农业工程学报, 2012, 28(7): 62-66.

Chen Zhenbin, Ni Jimin, Zhang Xihui, et al. Vehicle emissions and fuel consumption of diesel vehicles fueled with ethanol-butanol-diesel blends[J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE), 2012, 28(7): 62-66. (in Chinese with English abstract)

0 引言

由于当今世界能源消耗剧增, 生态环境不断恶化, 人类社会的可持续发展受到严重威胁, 因此许多国家越来越重视可再生清洁能源的开发利用。将可再生清洁的生物燃料用来部分或全部替代汽油、柴油已成为研究热点之一。生物乙醇作为一种可再生的含氧燃料, 被认为是一种很有发展前景的替代石油系燃料^[1-3]。

乙醇燃料作为发动机代用燃料的应用研究已开展得相当广泛, 乙醇燃料在汽油机上已经得到商业应用, 在热效率较高的柴油机上的应用研究也开展得较多。近年来国内外科技人员深入研究了乙醇柴油混合燃料发动机的着火和燃烧特性^[4-8]、燃油经济性和排放特性^[9-14]等。但是, 乙醇燃料在柴油车上的应用研究^[9,15]相关报道很少, 需要补充大量的试验数据和研究结果, 为乙醇柴油混合燃料的推广应用提供试验依据。为了探究乙醇-丁醇-柴油混合燃料对车辆排放性和经济性的影响, 作者对分别使用 E10 (体积比, 乙醇 10%、丁醇 4%、柴油 86%) 和柴油的捷达柴油轿车的排放性能和燃油经济性, 以及羊城柴油客车的自由加速排气烟度排放进行试验研究。

1 试验燃料

生物乙醇和丁醇都属于可再生的含氧燃料, 它们的

理化性质与柴油有所差异^[2,16] (见表 1)。常温下, 只要有少量的水分掺入, 在乙醇与柴油之间就会出现分层现象, 所以在制备乙醇柴油混合燃料时, 需要加入一定量的添加剂。经稳定性试验表明, 以丁醇为助溶剂的乙醇柴油混合燃料稳定性较好。另外, 丁醇也属烷基醇, 可作为发动机燃料。

表 1 乙醇、丁醇与柴油的主要理化性质

Table 1 Physical and chemical properties of ethanol, butanol, and diesel fuel

项目	轻柴油	丁醇	乙醇
密度(20℃)(kg·m ⁻³)	0.849	0.810	0.789
气化热/(kJ·kg ⁻¹)	260	430	854
低热值/(MJ·kg ⁻¹)	43.1	35.1	26.8
十六烷值	45	25	8
沸点/℃	180~370	117.7	78.4
含碳质量分数/%	87.0	64.9	52.2
含氢质量分数/%	12.6	13.5	13.0
含氧质量分数/%	0.4	21.6	34.8

本试验所用混合燃料的各组分体积比如下: 无水乙醇 10%、丁醇 4%、柴油 86%, 简记 E10。常温下 E10 在密闭容器中静置, 可以保持均匀、稳定状态达到 45 d 以上。

2 试验设备及方法

2.1 试验车辆及测试设备

试验车辆为行驶里程大于 80 000 km 的捷达 GDF 1.9 L 柴油轿车, 装备直列四缸、水冷、自然吸气式柴油机, 并配备尾气催化转换器。该车主要技术参数如表 2 所示。进行车辆排放和经济性能试验所用的试验设备满足

收稿日期: 2011-08-15 修订日期: 2011-10-15

基金项目: 现代农业产业技术体系 (CARS-12)

作者简介: 陈振斌 (1968-), 男, 福建建瓯人, 海南大学副教授, 同济大学博士生; 主要从事发动机节能与排放控制、发动机代用燃料研究。海口 海南大学机电工程学院, 570228。Email: ebim1208@tom.com。

国家标准要求。主要试验设备有 IMTECH 环境模拟舱, AVL 汽车底盘测功机, HORIBA 排放分析系统、定容稀释采样系统和全流颗粒采样系统, 以及 METTLOR-TOLEDO 微量天平等。

表 2 捷达柴油轿车整车及发动机主要参数
Table 2 Technical parameters of Jetta diesel cars

车辆型号	FV7190GDF	
排放标准	欧 II	
整车尺寸 (长×宽×高) (mm×mm×mm)	4 416×1 668×1 438	
整 车	整备质量/kg	1 170
	满载质量/kg	1 570
	排气管数/个	1
	最高车速/(km·h ⁻¹)	150
发 动 机	排量/L	1.896
	压缩比	19.0
	额定功率/kW (转速/(r·min ⁻¹))	47(4 000)
	最大扭矩/kW (转速/(r·min ⁻¹))	125(2 200~2 600)
	燃料供给方式	电控多点喷射

2.2 试验方法

按照国家有关标准要求, 在底盘测功机上进行柴油轿车分别使用 E10 和柴油的对比试验, 测试尾气排放量和燃料消耗量。基于在现有车辆可以随意切换柴油或 E10, 以及规模推广使用乙醇柴油混合燃料的考虑, 本试验不改变发动机结构和运行参数。

2.2.1 排气污染物测量方法

汽车排气污染物排放试验是按照 GB18352.3-2005《轻型汽车污染物排放限值及测量方法(中国 III、IV 阶段)》I 型试验运转循环^[17]要求进行的。

2.2.2 自由加速排气烟度测量方法

汽车自由加速排气烟度试验是按照 GB3847-2005《车用压燃式发动机和压燃式发动机汽车排气烟度排放限值及测量方法》^[18]要求进行的。

2.2.3 燃料消耗量试验方法

1) 工况循环燃料消耗量按照 GB/T 19233-2008《轻型汽车燃料消耗量试验方法》^[19]要求在底盘测功机上进行。采用碳平衡计算法测量工况循环燃料消耗量。

碳平衡是指碳元素质量守恒, 即使用一定量的燃料中所含的碳元素质量与该燃料燃烧后排气中所含的碳元素质量相等。碳平衡计算法就是基于这样的质量守恒原理, 从分析一定体积的汽车排气含碳量入手, 根据燃料的碳氢质量比, 间接计算出燃料消耗量。具体计算公式^[19]如下

$$FC = \frac{(12 + H/C)}{(12 \times 10) \times D} \cdot [(0.866 \times M_{HC}) + (0.429 \times M_{CO}) + (0.273 \times M_{CO_2})] \quad (1)$$

式中, FC 为燃料消耗量, L/100 km; M_{HC} 为排气中的 HC 排放量, g/km; M_{CO} 为排气中的 CO 排放量, g/km; M_{CO_2} 为排气中的 CO_2 排放量, g/km; D 为 288 K (15°C) 下试验燃料的密度, kg/L; H/C 为氢碳比。

对于柴油车, 将柴油的氢碳比 $H/C=1.86$ 代入公式(1)可得

$$FC = \frac{0.1155}{D} \cdot [(0.866 \times M_{HC}) + (0.429 \times M_{CO}) + (0.273 \times M_{CO_2})] \quad (2)$$

2) 等速行驶燃料消耗量按照 GB/T 12545.1-2008《汽车燃料消耗量试验方法 第 1 部分: 乘用车燃料消耗量试验方法》^[20]要求在底盘测功机上进行。采用油耗仪测量法直接测量等速行驶燃料消耗量。

油耗仪测量法是通过计量一定时间或里程内汽车所消耗燃料体积或质量, 所得到的汽车燃料消耗量。

3 试验结果与分析

3.1 排气污染物排放

由于试验车辆是一台 2006 年产、累积行驶里程大于 80 000 km 的旧车, 它的排放控制系统没有处于最佳的有效工作状态。从表 3 可知, 不论是使用 E10 和柴油, 试验车辆的排气污染物排放量都较高。相对于柴油, E10 的 CO 排放增加 31.43%, NO_x 和 HC+ NO_x 排放分别减少 10.42% 和 27.43%, PM 排放减少 2.13%。尽管 E10 的 CO 排放显著增加, 但由于柴油机排气中 CO 的绝对含量较低 (不及汽油机的一半), 所以总的来说 E10 具有较好的降污作用。

表 3 捷达柴油轿车的排气污染物排放
Table 3 Exhaust pollutants of Jetta diesel car

试验燃料	排气污染物/(g·km ⁻¹)			
	CO	NO_x	HC+ NO_x	PM
柴油	2.10	0.96	2.37	0.47
E10	2.76	0.86	1.72	0.46
变化率/%	31.43	-10.42	-27.43	-2.13

注: 劣化系数 $CO=1.1$; $NO_x=1.0$; $HC+NO_x=1.0$; $PM=1.2$ 。E10 混合燃料各组分体积比如下: 乙醇 10%、丁醇 4%、柴油 86%。

3.1.1 CO 排放比较

从图 1 可知, 在市区运转循环中 E10 的 CO 排放明显高于柴油。在每个市区运转循环单元 (0~195 s) 中, E10 的 CO 排放基本上都高于柴油, 尤其在 11~49 s 区间 E10 的 CO 排放明显增加。在市郊运转循环 (0~400 s) 中 E10 的 CO 排放也明显高于柴油, 尤其在 36~251 s 区间 E10 的 CO 排放大幅度增加, 而在 286~362 s 区间 E10 的 CO 排放则低于柴油。

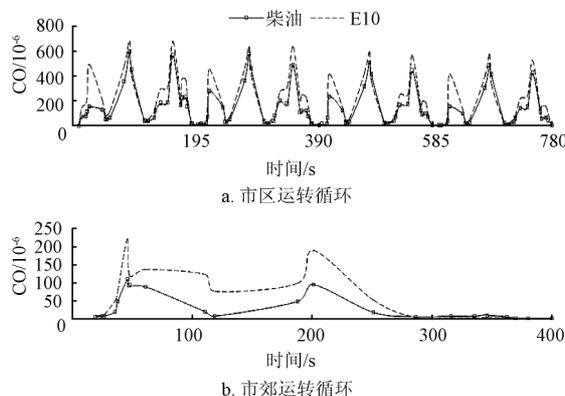


图 1 不同燃料的 CO 排放

Fig.1 CO emissions of different fuels

分析认为,在低负荷工况时发动机缸内温度还很低,乙醇和丁醇的汽化进一步降低缸内温度,从而使靠近壁面的激冷层厚度增加,在着火过程中可能出现局部火焰窒息,所以E10的CO生成高于柴油。在中、高负荷工况时E10含氧因素可能起主导作用,使燃烧更充分,所以E10的CO排放低于柴油。另外,乙醇和丁醇的热值低于柴油,E10降低了发动机循环放热量,使缸内温度下降、CO排放增加。总之,由于在I型试验运转循环^[17]中汽车发动机大部分时间处于中、低转速和中、低负荷工况,E10的汽化热高和热值低的因素起主要作用,使缸内温度下降、CO排放增加。另外,显然试验车辆的氧化催化转化器没有高效工作、CO氧化效果不佳,最终导致E10的CO排放显著增加。

3.1.2 NO_x排放比较

从图2可知,在采样总时间为1180s的I型试验循环中E10的NO_x排放总体上略低于柴油。分析认为,乙醇和丁醇的十六烷值低,使E10的着火延迟期变长,此时形成的混合气量增加,使预混燃烧量增加、NO_x排放增加。另外,E10含氧因素能够改善缺氧严重的扩散燃烧,使NO_x排放增加。然而,乙醇和丁醇的高汽化热及低热值因素,却会使缸内温度下降、NO_x排放减少。尤其在高负荷时,乙醇和丁醇的汽化吸热,能够明显降低缸内局部高温和最高温度,使NO_x排放减少。总之,上述因素的综合作用使E10的NO_x排放总体上低于柴油。

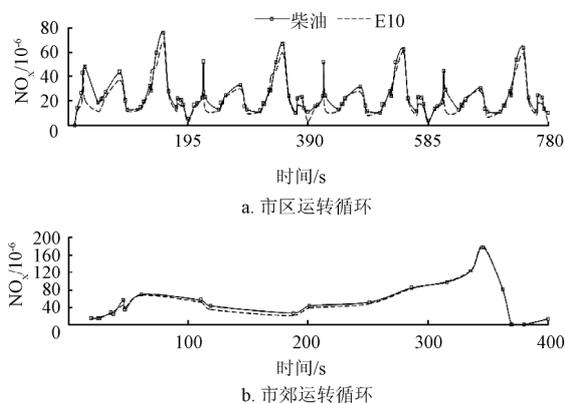


图2 不同燃料的NO_x排放
Fig.2 NO_x emissions of different fuels

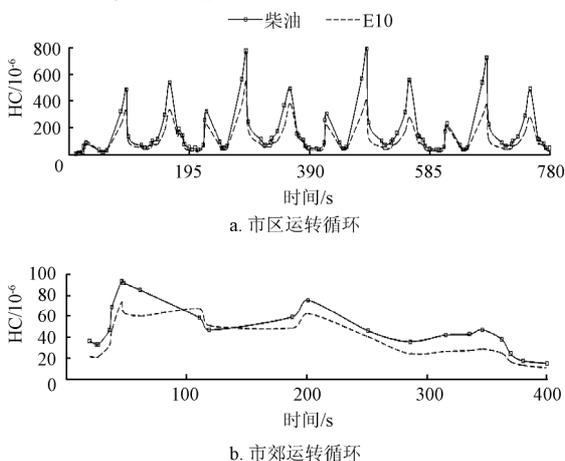


图3 不同燃料的HC排放
Fig.3 HC emissions of different fuels

3.1.3 HC排放比较

从图3可知,E10的HC排放在冷起动和加速初期区间(0~61s)略高于柴油,但在整个市区运转循环(0~780s)中总体上低于柴油。在市郊运转循环(0~400s)中E10的HC排放基本上低于柴油。分析认为,E10含氧因素会使燃烧趋于完善、HC排放减少。然而,乙醇和丁醇的高汽化热及低热值因素,却会使缸内温度下降、HC排放增加。总之,在常温冷起动时由于混合气过冷、过浓,使HC排放增加;随着负荷增大,缸内温度升高,E10含氧因素起主导作用,HC排放减少。

3.1.4 PM排放比较

从表3可知,E10的PM排放量略低于柴油。分析认为,E10含氧因素能够改善缺氧严重的扩散燃烧,使PM排放减少。然而,乙醇和丁醇的高汽化热及低热值因素,却会使缸内温度下降、PM排放减少。另外,乙醇和丁醇碳原子数少,不含芳香烃也利于PM排放减少^[2]。但是,乙醇和丁醇的十六烷值低,使E10的着火延迟期变长,在冷起动时乙醇和丁醇的汽化将进一步降低缸内温度,使燃烧恶化,有利于PM排放增加。总之,上述因素的综合影响使E10的PM排放总体上略低于柴油。

3.2 在用汽车自由加速排气烟度排放比较

按照GB3847-2005《车用压燃式发动机和压燃式发动机汽车排气烟度排放限值及测量方法》附录I(规范性附录)“在用汽车自由加速试验 不透光烟度法”^[18]要求,在一辆在用的羊城YC6700C3柴油客车上进行分别使用E10和柴油的汽车自由加速排气烟度排放对比试验。试验采用AVL Disomke4000型不透光烟度计测量汽车排气的吸收系数(k),将测得的吸收系数(k)值作为该车的自由加速排气烟度排放值。试验结果如下:在用汽车使用柴油的 k 值为 2.70 m^{-1} ,使用E10的 k 值为 1.86 m^{-1} 。可见,相对于柴油,在用汽车使用E10的自由加速排气烟度排放减少31.11%。

3.3 燃料消耗量

3.3.1 工况循环燃料消耗量比较

从表4可知,试验车辆使用E10的工况循环综合燃料消耗量比柴油高4.48%。在I型试验运转循环^[17],E10燃料所含乙醇和丁醇的高汽化热及低热值因素可能起主导作用,使缸内温度降低和工质膨胀功减少,最终导致燃料消耗量增加。

表4 捷达柴油轿车的工况循环燃料消耗量

Table 4 Fuel consumption of Jetta diesel car in city driving cycle and extra urban driving cycle

试验燃料	燃料消耗量/(L·100km ⁻¹)		
	市区工况	市郊工况	综合
柴油	8.11	4.47	5.80
E10 实测值	8.29	4.57	5.94
E10 修正值*	8.46	4.66	6.06
变化率**/%	4.32	4.25	4.48

注: *对于非标准要求的基准燃料,可利用密度值以及氢碳比的变化来修正在试验过程中计算出来的燃料消耗量。**变化率=(E10的修正值-柴油消耗量)÷柴油消耗量×100。

3.3.2 等速行驶燃料消耗量比较

从表 5 可知, E10 的 90 和 120 km/h 等速行驶燃料消耗量都低于柴油, 其中 E10 的 90 km/h 等速行驶燃料消耗量比柴油低 7.66%。分析认为, 汽车在 90 和 120 km/h 等速行驶工况时发动机处于高转速、高负荷状态。在车速较高、负荷较大工况时, E10 含氧因素起主导作用。乙醇和丁醇的自供氧能力改善了缺氧严重的扩散燃烧, 使燃烧趋于完善, 从而提高 E10 的燃烧效率。在车速较低、负荷较小工况时, 乙醇和丁醇的高汽化热及低热值因素, 都会使缸内温度下降。此时缸内温度较低, 乙醇和丁醇的汽化将进一步降低温度, 使工质膨胀功减少, 导致 E10 燃烧效率下降^[9]。

表 5 捷达柴油轿车等速行驶燃料消耗量

Table 5 Fuel consumption of Jetta diesel car in constant velocity conditions

车速/(km·h ⁻¹)	燃料消耗量/(L·100 km ⁻¹)		变化率/%
	柴油	E10	
90	5.09	4.70	-7.66
120	6.20	5.97	-3.71

4 结 论

1) 通过在使用捷达柴油轿车在不改变发动机结构和运行参数的条件下, 分别使用 E10 和柴油的 I 型试验运转循环的排气污染物排放和燃料消耗量试验, 可得:

相对于柴油, 试验车辆使用 E10 的 CO 排放增加 31.43%, NO_x 和 HC+NO_x 排放分别减少 10.42% 和 27.43%, PM 排放减少 2.13%; 工况循环综合燃料消耗量增加 4.48%, 90 和 120 km/h 等速行驶燃料消耗量分别减少 7.66% 和 3.71%。

2) 通过在使用羊城柴油客车分别使用 E10 和柴油的自由加速排气烟度排放试验, 可得:

相对于柴油, 试验车辆使用 E10 的自由加速排气烟度排放减少 31.11%。

使用乙醇-丁醇-柴油混合燃料的车辆非常规排放特性(醛类、未燃醇类等)有待进一步试验研究。

[参 考 文 献]

- [1] 张建安, 刘德华, 主编. 生物质能源利用技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2009: 93—154.
- [2] 何学良, 詹永厚, 李疏松. 内燃机燃料[M]. 北京: 中国石化出版社, 1999: 326—351.
- [3] Sara Gonzalez-Garcia, Carles M. Gasol, Xavier Gabarrell, et al. Environmental aspects of ethanol-based fuels from *Brassica carinata*: A case study of second generation ethanol[J]. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2009, 13: 2613—2620.
- [4] 许汉君, 姚春德, 杨广峰, 等. 柴油在乙醇高温热氛围中着火和燃烧的特性[J]. *内燃机学报*, 2010, 28(3): 207—213. Xu Hanjun, Yao Chunde, Yang Guangfeng, et al. Ignition and combustion of diesel spray in premixed ethanol mixture with high temperature[J]. *Transactions of CSICE*, 2010 28(3): 207—213. (in Chinese with English abstract)
- [5] 邢元, 尧命发, 张福根, 等. 乙醇与柴油混合燃料燃烧特性及排放特性的试验研究[J]. *内燃机学报*, 2007, 25(1): 24—29. Xing Yuan, Yao Mingfa, Zhang Fugen, et al. Experimental investigation on combustion and emission characteristics of engine fuelled with ethanol-diesel blends[J]. *Transactions of CSICE*, 2007, 25(1): 24—29. (in Chinese with English abstract)
- [6] 王建昕, 闫小光, 程勇, 等. 乙醇-柴油混合燃料的燃烧与排放特性[J]. *内燃机学报*, 2002, 20(3): 225—229. Wang Jianxin, Yan Xiaoguang, Cheng Yong, et al. Investigation on combustion and emissions characteristics of ethanol-diesel blend fuel[J]. *Transactions of CSICE*, 2002, 20(3): 225—229. (in Chinese with English abstract)
- [7] Hu Chen, Shi-Jin Shuai, Jian-Xin Wang. Study on combustion characteristics and PM emission of diesel engines using ester-ethanol-diesel blended fuels [J]. *Proceedings of the Combustion Institute* 2007, 31: 2981—2989.
- [8] 何邦全, 王建昕, 闫小光, 等. 乙醇柴油在线混合燃料的燃烧排放特性[J]. *清华大学学报: 自然科学版*, 2003, 43(11): 1523—1525. He Bangquan, Wang Jianxin, Yan Xiaoguang, et al. Combustion and emission characteristics of engines using ethanol-diesel fuels blended on line[J]. *J Tsinghua Univ: Sci and Tech*, 2003, 43(11): 1523—1525. (in Chinese with English abstract)
- [9] 陈振斌, 倪计民, 叶年业, 等. 不同配比乙醇柴油混合燃料的经济性和排放性[J]. *农业工程学报*, 2011, 27(4): 164—169. Chen Zhenbin, Ni Jimin, Ye Nianye, et al. Fuel economy and emissions of ethanol-diesel blends with different proportions [J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE)*, 2011, 27(4): 164—169. (in Chinese with English abstract)
- [10] 李冠峰, 陈亮, 李遂亮, 等. 柴油机供油提前角对乙醇/柴油混合燃料经济性的影响[J]. *农业工程学报*, 2006, 22(12): 90—93. Li Guanfeng, Chen Liang, Li Suiliang, et al. Influence of fuel supply advance angle on fuel economy of diesel engine with ethanol-diesel blend fuel[J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (Transactions of the CSAE)*, 2006, 22(12): 90—93. (in Chinese with English abstract)
- [11] Huang Jincheng, Wang Yaodong, Li Shuangding, et al. Experimental investigation on the performance and emissions of a diesel engine fuelled with ethanol-diesel blends[J]. *Applied Thermal Engineering*, 2009, 29: 2484—2490.
- [12] Avinash Kumar Agarwal. Biofuels (alcohols and biodiesel) applications as fuels for internal combustion engines[J]. *Progress in Energy and Combustion Science*, 2007, 33: 233—271.
- [13] Liu Jie, Liu Shenghua, Wei Yanju, et al. Diesohol CI engine performances, regulated and nonregulated emissions characteristics[J]. *Energy and Fuels*, 2010, 24: 828—833.

- [14] Yage Di, Cheung C S, Zuohua Huang. Experimental study on particulate emission of a diesel engine fueled with blended ethanol-dodecanol-diesel[J]. *Aerosol Science*, 2009, 40: 101–112.
- [15] 张克范, 马伟东, 冯文生, 等. 乙醇柴油混合燃料的应用研究[J]. *柴油机*, 2005, 27(1): 21–23.
Zhang Kefan, Ma Weidong, Feng Wensheng, et al. Application research on ethanol-diesel mixture fuel[J]. *Diesel Engine*, 2005, 27(1): 21–23. (in Chinese with English abstract)
- [16] 许伯彦, 张为宾, 齐运亮, 等. 柴油醇的燃料性质和排放特性[J]. *机械工程学报*, 2007, 43(2): 156–161.
Xu Boyan, Zhang Weibin, Qi Yunliang, et al. Fuel properties and emission characteristics of diesohol[J]. *Chinese Journal of Mechanical Engineering*, 2007, 43(2): 156–161. (in Chinese with English abstract)
- [17] 国家环境保护总局, 国家质量监督检验检疫总局[S]. GB18352.3-2005 轻型汽车污染物排放限值及测量方法(中国III、IV阶段), 2005-04-15.
- [18] 国家环境保护总局, 国家质量监督检验检疫总局[S]. GB3847-2005 车用压燃式发动机和压燃式发动机汽车排气烟度排放限值及测量方法. 2005-05-30.
- [19] 国家质量监督检验检疫总局, 国家标准化管理委员会[S]. GB/T 19233-2008 轻型汽车燃料消耗量试验方法. 2008-02-03.
- [20] 国家质量监督检验检疫总局, 国家标准化管理委员会[S]. GB/T 12545.1-2008 汽车燃料消耗量试验方法第1部分: 乘用车燃料消耗量试验方法, 2008-12-31.

Vehicle emissions and fuel consumption of diesel vehicles fueled with ethanol-butanol-diesel blends

Chen Zhenbin^{1,2}, Ni Jimin¹, Zhang Xihui², Ye Nianye¹, Hao Rulin³, Mai Ruili³

(1. *Automotive College, Tongji University, Shanghai, 201804 China*; 2. *College of Mechanical and Electrical Engineering, Hainan University, Haikou, 570228 China*; 3. *Hainan Automobile Test Research Institute, Qionghai 571400 China*)

Abstract: Exhaust emissions and fuel consumption of a diesel passenger car and a diesel minibus on road were measured to investigate the vehicle emissions and fuel consumption with ethanol-butanol-diesel blends. The experimental data from the car fueled with an E10 blend that contains 10% ethanol and 4% butanol by volume, was compared with those from the fossil diesel, it resulted in decreases of 10.42% in NO_x emissions, 27.43% in HC+NO_x emissions and 2.13% in PM emissions. The fuel consumption also declined by 7.66% and 3.71% under the car in constant velocity conditions of 90 and 120 km/h, respectively. Nevertheless, the results showed increases of 31.43% in CO emissions and 4.48% in fuel consumption for the car in terms of New European Driving Cycle or NEDC. Yet the E10 mixture in the minibus reduced the emissions of free acceleration exhaust smoke by 31.11%. This research demonstrates the practical applications of ethanol-butanol- diesel blends for improving vehicle emissions and fuel consumption.

Key words: diesel engine, fuel consumption, exhaust gases, ethanol-butanol-diesel blends