

文章编号 :1000-582X(2007)11-0042-04

电喷汽油机燃用大比例含水乙醇汽油的试验

王运生,何祖威,王 迎

(重庆大学 动力工程学院 重庆 400030)

摘 要 :在一台 JL368Q 双燃料多点电喷发动机上进行台架试验 ,对比分析了 3 种含水乙醇汽油 (E15W、E30W、E50W)的动力性、经济性和排放特性。结果表明 :在汽油机结构及参数未做任何调整下 ,低速时 ,含水乙醇汽油的转矩、功率和 93#汽油基本相当 ,随着转速增大 ,E15W、E50W 略低于 93#汽油 ,E30W 仍和汽油基本相当 ;油耗率 E15W 比汽油低大约 0.35% ,随着含醇量的增大 ,油耗率逐渐升高 ;3 种乙醇汽油的 NO_x 排放均略高于 93#汽油 ,但 CO 的排放都低于 93#汽油 ,E30W 的 CO 排在整个测试区间最优。随着含醇量的增加 ,HC 排放能得到不断的改善。

关键词 :电喷汽油机 ;乙醇汽油 ;尾气排放 ;添加剂

中图分类号 :TK411.71

文献标志码 :A

在目前世界能源日益紧张 ,石油资源减少的情况下 ,世界各国都在加速研究开发新的能源 ,特别是可再生的生物质能源。乙醇汽油作为车用替代燃料是当前研究的热点问题^[1-3]。乙醇辛烷值远高于汽油 ,能够有利于掺烧 ,且和汽油具有较好的互容性。另外 ,乙醇的理论混合气的热值还略高于汽油^[4]。由于这些方面的优点 ,国家发布了《变性燃料乙醇》、《车用乙醇汽油》两项国家标准来推行乙醇汽油的发展^[5]。近年来 ,国内对乙醇汽油的研究主要集中在燃烧特性、动力特性和排放上面 ,但对大比例含水乙醇汽油的各种特性的研究并不多见。文中对几种大比例含水乙醇汽油进行了试验 ,并对醇油各种特性进行了对比分析 ,得出了有现实意义的结论。

1 试验装置和试验方法

试验在 1 台 JL368Q 双燃料多点电喷发动机上进行 ,发动机采用德国 BOSCH 公司 Motronic1.5.4P 型多点顺序喷射、空燃比闭环反馈控制电喷系统 ,主要参数见表 1。

表 1 JL368Q 汽油机性能参数

缸径 d/mm	排量 v/mL	标定功率 P/kW	最大扭矩 Nm
68.5	796	29.4	59
压缩比	怠速点火提前角	点火顺序	怠速
8.7:1	7° CABTDC	1-3-2	900 ± 50

发动机的运行参数由 PowerLink(普联)—FC2000 发动机自动测控系统测量 ,各种参数直接从操作台上读出 ;尾气排放成份由仪器 AVL DIGAS 4000 LIGHT (五组份排放分析仪)测量。进行试验的乙醇汽油为 E15W(体积比 :15% 含水乙醇 + 85% 93#汽油)、E30W、E50W ,与 93#汽油(下文中称汽油)组成对比试验组。实验中用的乙醇为体积比为 95% 的医用乙醇 ,即含水率 5% 左右。为了保证含水乙醇与汽油的互溶性 ,保持乙醇汽油稳定性和动力性 ,优化排放 ,试验乙醇汽油中均加入了自行研制的新型添加剂。在试验过程中 ,为了使发动机有较好的工作状态 ,冷却水温度保持在 75 ± 5 °C 左右 ,机油温度保持在 60 °C 以上。试验

收稿日期 2007-06-26

基金项目 重庆市科技攻关计划资助项目 (CSTC 2006AB4005)

作者简介 :王运生(1981-) ,男 ,重庆大学硕士研究生 ,研究方向为能源动力的计算机仿真与优化。何祖威(联系人) ,男 ,教授 ,博士生导师 (E-mail)zwhe@cqu.edu.cn。

方法采取程序控制的模式:设定一个过渡和稳定时间,测试系统可以从上个工况点自动变动到下个工况点。在每个工况点运行结束时,系统自动记录下发动机运行的各种参数,如:转矩、功率、油耗、出水温度、油温等;由采集管采集的尾气,通入五组份排放分析仪中进行分析,测量出各种尾气的成分和含量。

2 试验结果与分析

2.1 燃料的动力性

图 1 和图 2 是发动机 50% 节气门开度时各种燃料转矩和功率的对比。从图 1 可以看出 3 种乙醇汽油曲线的走势和汽油是相同的。在转速小于 2 000 r/min 的时候,4 条曲线基本重合。随着转速的增加,E15W 转矩稍低于汽油,且差距逐渐增大;E30W 的转矩和汽油的曲线基本重合,只在高速时稍稍低于汽油;E50W 在发动机转速高于 3 500 r/min 时,转矩和汽油相差比较大。从图 2 可知,在低速时 4 种燃料功率相差很小,随着转速增加 3 种乙醇汽油与汽油的差距逐渐增大;E15W 功率高于 E50W 且都低于汽油,E30W 的功率最接近汽油;高速区运行时,含醇比例越大,功率下降越快。其原因为:由于乙醇是含氧燃料,其理论混合气热值与烃油相仿,和汽油不相上下;且乙醇汽化潜热比较大,在发动机低速运行时可以吸收发动机散

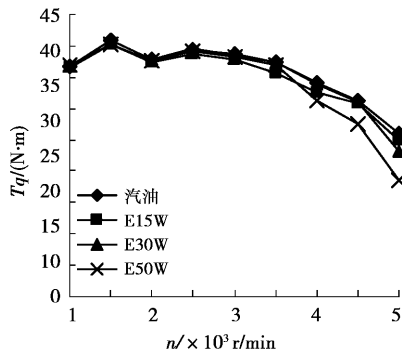


图 1 燃料的转矩对比

出的热量用于补偿低于汽油的部分^[6]。另一个方面,随着含醇量的增加,乙醇的汽化情况不如低速时,使得混合气的质量变差,影响了发动机的动力性能。这个也在测量尾气的时候得到了验证(尾气里有未燃液排出)。除此之外,乙醇汽油中的添加剂和水份也对动力性能产生了影响。如图 1 所示,转矩并未随着水份含量的增大而成比例下降,E30W 的转矩要比 E15W 高 1.4%,比 E50W 高 4.1% 左右。试验样本是油包水型乳化油,就试验样本而言,添加剂配制是基于 E30W 的,E30W 乳化效果最好。另外,含水乙醇汽油在燃烧

过程中产生微爆作用,使得油和水获得了第二次雾化,促使燃烧更完全和完善^[4]。上述的几个原因综合作用形成了图 1、图 2 的试验结果。

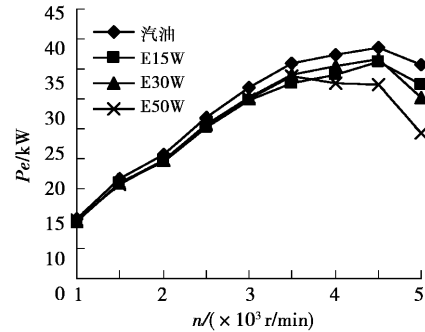


图 2 燃料的功率对比

2.2 燃料的油耗率和能耗率

乙醇的热值没有汽油高,与汽油的质量低热值的比值是 0.609 左右,文中同时用了油耗率和能耗率 2 个指标来评价燃料的经济性。由图 3 可知:E50W 油耗率高于汽油和其他两种乙醇汽油,4 条曲线都呈现先减少后增加的规律。经过计算,E50W 油耗率比汽油高 5.8% 左右,E30W 和汽油基本持平,E15W 比汽油低大约 0.35%。随着转速的增加,E50W 的油耗率与其他试验油品的差距逐渐扩大。其原因主要是由于乙醇的热值低于汽油引起的。由图 4 可看出 3 种乙醇汽油的能耗率均低于汽油。E15W 的能耗率略高于 E30W,E50W 的能耗率最低,所有曲线规律基本相同并在高速时候趋于相交。乙醇的火焰传播速度高于汽油,自带氧可以优化燃烧,使得燃烧更为充分,能量利用率高;虽然 E30W 含醇率比 E15W 高很多,可是其能耗率和 E15W 相差非常小,分析原因是添加剂里面的助燃成分是基于 E30W 配制的,使得含水乙醇、添加剂、汽油的配比到了一个比较合适的范围。

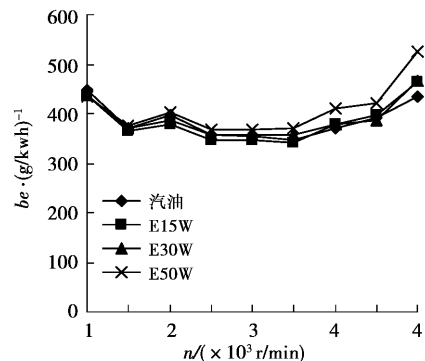


图 3 燃料的油耗率对比

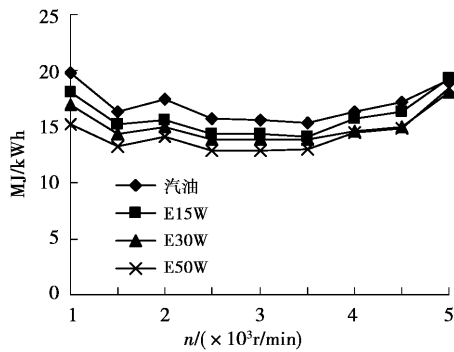


图4 燃料的能耗率对比

2.3 排放特性

图5是发动机在节气门为50%开度的情况下的 NO_x 排放对比。由图可知3种乙醇汽油的 NO_x 排放均高于汽油,其中E50W的排放最高,在低速区,E30W的排放最好,到中速区的时候低于E15W,高速时又高于E15W的排放。因为醇类燃料含有自带氧,瞬时燃烧温度比较高,有使气缸内温度上升的趋势,同时随着乙醇量的增加,乙醇汽化也需要更多的热量,造成了缸内温度的下降。 NO_x 的生成与氧浓度和温度、以及滞留时间有关。两者综合使得 NO_x 的生成量不具有很强的规律性,表现在图中就是其中有交叠的部分。但就试验而言,温度上升的影响大于汽化降温的影响程度。综上所述几个原因,形成了图5的结果。

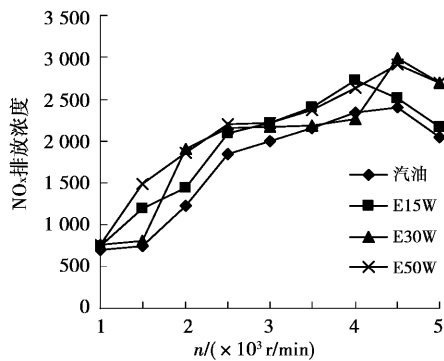
图5 NO_x 排放对比

图6是节气门开度为50%时候的CO排放对比。可看出:几种燃料的CO排放趋势总体是一致的。3种乙醇汽油的CO排放都低于汽油,在高速区,E50W的CO排放最优。就整体而言,E30W的CO排放最低,优于其它3种试验油品。主要是由于醇类燃料含有自带氧,能够形成更为均匀的混合气,使得发动机燃烧更为

充分。从而优化CO的排放。再者,水的含量随着含醇率增大也逐渐增加,在高温情况下, H_2O 可以直接和中间产物CO反应生成 CO_2 ,E30W里的水分、添加剂、汽油配比比较合适,使得水的作用体现得更充分,从而CO的排放最优。

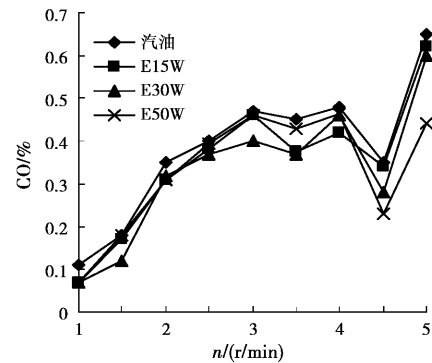


图6 CO 排放对比

由图7可看出:在中低速区4条曲线的HC排放都是逐渐下降的,在大于4000 r/min的时候,稍有增加。其中E50W HC排放情况最好,E30W的排放在中速时和汽油基本相当,随着速度逐渐增大,HC排放低于汽油,E15W在整个测试区间里HC的排放略高于汽油。结果表明,随着含醇量的增加,HC排放能得到不断的改善。乙醇的含碳量是52.14%,而汽油是85%~87%,在大比例加入含水乙醇后,导致碳的含量在整个燃料中越来越小,氧含量相对增大,燃烧较完全,经过计算,冷却水的平均出水温度E50W最高,为77.4℃,其次为汽油76℃,然后是E30W、E15W。

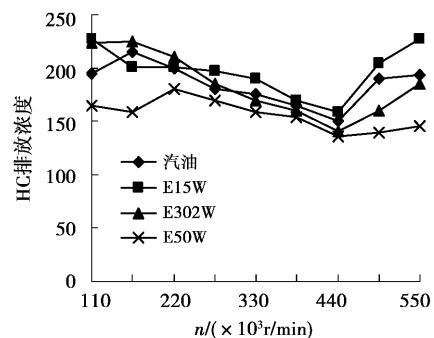


图7 HC 排放对比

可以看出,随着含醇量逐渐增大,冷却水出水温度越高。研究表明,提高冷却介质温度有利于减弱壁面激冷效应,降低HC排放^[7]。

3 结束语

1)在节气门 50% 开度情况下运行时,3 种乙醇汽油的转矩和功率在低速区和汽油基本相当,随着转速的不断增大,略低于 93#汽油,其中属 E30W 和汽油最为接近;在整个运行区间里,E15W 的油耗率低于汽油,随着含醇量不断增大,油耗率也逐渐增大;能耗率 E50W 最低,E30W、E15W 也都低于 93#汽油。

2)3 种乙醇汽油的 NO_x 排放要稍高于 93#汽油,越在高速区,情况越明显,3 种乙醇汽油的 CO 排放要优于 93#汽油。E30W 的整体排放效果是最好的,在高速区,E50W 的 CO 排放最低;HC 的排放根据含醇量的不断增加得到改善。由几种乙醇汽油比较得知,E30W 的各项指标最优。

3)试验是一定节气门开度速度特性的对比试验。由于试验条件所限,未对尾气的醛和未燃醇的排放进行测量,试验用发动机也未使用排放后处理装置,含水

量的多少和添加剂的筛选需要进一步深入的研究。

参考文献:

- [1] 刘圣华,魏衍举.乙醇汽油发动机排放特性研究[J].西安交通大学学报,2006,40(7):745-747.
- [2] 赵广明.车用乙醇汽油调和及储运问题的探讨[J].炼油设计,2002,32(2):44-47.
- [3] 赵玉梅.对乙醇汽油发展前景的探讨[J].化工技术经济,2003,21(8):15-16.
- [4] 何学良.内燃机燃料[M].北京:中国石化出版社,1999.
- [5] 杜爱民,陈明.汽车节能技术[M].北京:人民交通出版社,2005.
- [6] 许沧粟,杜德兴.汽油机燃用乙醇和含水乙醇汽油与汽油的混合燃料的试验研究[J].太阳能学报,2005,26(2):253-257.
- [7] 龚金科.汽车排放污染及控制[M].北京:人民交通出版社,2005.

Experiments of the EFI engine fueled with blends of high proportion aquiferous ethanol and gasoline

WANG Yun-sheng, HE Zu-wei, WANG Ying

(College of Power Engineering, Chongqing University, Chongqing 400030, P. R. China)

Abstract: Engine power performance of fuel economy and emission characteristics with a JL368Q engine run on ethanol/gasoline blends was experimentally investigated. The results show that with the same structure and parameter of the engine, at the low speed, the power output or torque of blended fuels are almost similar to that of 93# gasoline. But with the speed increasing, the E15W and E50W power outputs are lower than that of 93# gasoline while E30W remains the same. The brake specific fuel consumption of E15W is lower than that of gasoline about 0.35%. With the increase of ethanol volume fraction in the blended fuel, the specific fuel consumption increases gradually. When fueled with ethanol/gasoline blends, the engine NO_x emission increases and CO emission decreases. E30W gives the lowest CO emission in this test. With the increase of ethanol volume fraction, HC can be improved gradually.

Key words: electronic fuel injection gasoline; ethanol and gasoline; exhaust emission; additive

(编辑 陈移峰)