

文章编号:1006-1355(2015)06-0091-04

甲醇汽油对发动机排气噪声影响的试验

殷俊, 张冰蔚

(江苏科技大学 机械工程学院, 江苏 镇江 212003)

摘要:以一款经过改造后的1.5 VCT发动机为试验研究平台,研究燃用甲醇汽油灵活燃料对排气噪声特性的影响。外特性试验结果表明甲醇汽油在中、高转速时使排气噪声增大,其中6 000 r/min时最大增加4.0 dB(A);负荷特性(4 500 r/min)试验表明负荷达到M0最大负荷的32 %以上时排气噪声也会增大。

关键词:声学;甲醇;汽油;灵活燃料;发动机;排气噪声;试验

中图分类号:V216.5⁺4;U464;TU112.3

文献标识码:A

DOI编码:10.3969/j.issn.1006-1355.2015.06.020

Test of the Influence of Using Mixed Methanol-gasoline Fuel on Engine Exhaust Noise

YIN Jun, ZHANG Bing-wei

(School of Mechanical Engineering, Jiangsu University of Science and Technology,
Zhenjiang 212003, Jiangsu China)

Abstract: With an improved 1.5 VCT engine as the test platform, the influence of combusting methanol-gasoline flexible fuel on the engine exhaust noise was investigated. The result of full speed load character test shows that the exhaust noise of the engine at middle and high speed for using methanol-gasoline fuel is higher than that for using gasoline. The difference of the engine exhaust noise between them can reach the maximum value of 4.0 dB (A) at 6 000 r/min speed. The result of load character test at 4 500 r/min speed shows that the exhaust noise for using methanol-gasoline fuel will increase when the load reaches 32 % of the maximum load of M0.

Key words: acoustics; methanol; gasoline; flexible fuel; IC engine; exhaust noise; test

经过100多年的开发,石油资源已日益枯竭,目前已探明储量不足开采50年,大规模开发和推广使用新能源十分必要。近年来,随着从煤和植物制取甲醇技术的发展和成熟,甲醇成为可再生能源之一。

甲醇在标准状态下是无色澄清液体,有刺激性气味,可溶于水,也可混溶于醇、醚等多种有机溶剂。作为燃料使用具有辛烷值高、抗爆性好、含氧量高等特点,是良好的汽车替代燃料。甲醇的理化特性比较接近汽油见表1,可以作为点燃式发动机的替代燃料。由于甲醇分子中含有50 %的氧,理论上可使燃烧更充分。

汽车噪声主要来源发动机噪声、轮胎噪声、排气

噪声等几方面^[1]。目前对于发动机燃用新能源的噪声研究基本上是燃烧噪声的研究^[2-5],却没有关于排气噪声研究的报道。实际上汽车排气噪声对环境的影响要高于燃烧噪声,且是整车噪声的主要来源,也是城市环境噪声的主要来源^[6,7]。

表1 汽油与甲醇理化特性

化学组成	汽油	甲醇
分子式	C ₅ ~C ₁₂ 碳氢化合物	CH ₃ OH
C(质量)/%	85	38
H(质量)/%	15	12
O(质量)/%	0	50
液态比重/kg·L ⁻¹	0.74~0.79	0.80
低热值/MJ·kg ⁻¹	42.5	20.7
沸点/℃	20~260	64.5
蒸发潜热/kJ·kg ⁻¹	314	1110
研究法辛烷值	70~105	106~108
理论空燃比	14.8	6.45

收稿日期:2015-05-14

作者简介:殷俊(1987-),男,江苏泰兴人,硕士生,研究方向为车辆振动噪声控制技术。

E-mail: yj400389yj@163.com

通讯作者:张冰蔚,男,硕士生导师。

E-mail: zbw33@163.com

因此,很有必要进行燃用新能源的排气噪声研究,为其环境影响评价提供参考。

本文以一款经过改装的汽油机(在发动机中设置两个完全独立的供给系统(汽油和甲醇供油系统)为试验平台,进行了燃用甲醇汽油灵活燃料的排气噪声试验。

1 试验方法

试验用型号为1.5VCT的发动机(四冲程、直列4缸、自然吸气、直喷),其主要技术见表2。

表2 汽油机主要技术参数

项目	参数
缸径×行程/mm	75.0×84.4
排量/L	1.5
压缩比	10.5
额定功率/kW/6 000 r/min	80
最大转矩/N·m/4 500 r/min	135

传统的甲醇汽油灵活燃料系统是对已配好的混合燃油组分进行识别,通过ECU对不同工况的要求,调整喷油量和点火等参数,以达到发动机的动力性、经济性和排放等方面的平衡。但这样也存在不足:可选择的混合比例较少;在发动机冷启动和怠速情况下,高比例甲醇汽油混合燃料存在启动困难和非常规排放(如甲醛等)较大等问题;甲醇的吸水性较强,混合后存放时间过长会分层。

为解决以上问题,对发动机供油系统进行改造,提出新型灵活燃料系统,其特点是加装一套甲醇供油系统,汽油和甲醇分别喷射,并在进气道内混合,如图1所示。

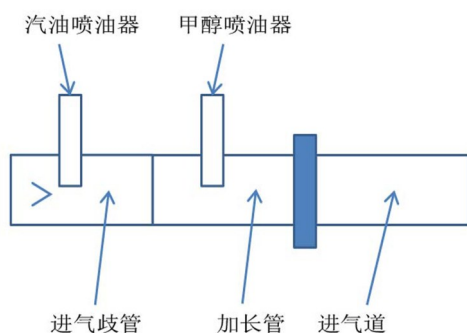


图1 新型灵活燃料系统示意图

改造后的灵活燃料系统,理论上可实现无数种甲醇和汽油混合比例,适应不同工作条件下的需要。但在本文研究中,选择应用范围较广的4种混合比例(为保证发动机的动力性能,在使用混合燃料时,喷入的甲醇量的低热值应等于汽油减少量的低热值,使得总的低热值保持不变),4种灵活燃料分别

表示为M15、M30、M50和M85(即每次喷入汽油的体积减少量分别为15%、30%、50%和85%,而同时喷入相应等低热值的甲醇进行替代),M0表示纯汽油。

试验示意图如图2所示。燃烧分析仪用于采集第一缸的缸压曲线。

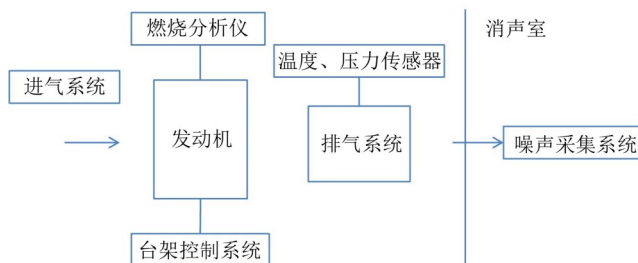


图2 发动机台架试验示意图

在专业的半消声室内采集排气噪声,如图3所示。

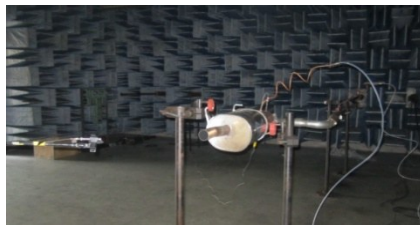


图3 噪声测试

试验时按照发动机试验标准(GB18297-2001《汽车发动机性能试验方法》)和消声器试验标准(QC/T 631-2009《汽车排气消声器总成技术条件和试验方法》)进行。

2 试验结果及分析

2.1 外特性试验及分析

图4为外特性试验结果。从中可以看出,转速在2 500 r/min以上时,使用甲醇汽油灵活燃料时的排气噪声要高于汽油,且甲醇比例越高,排气噪声越大;最大相差8 dB(A)(4 000 r/min时);转速为6 000 r/min时,M85比M0高约4 dB(A),M50与M85相差不大;转速在2 500 r/min以下时,情况则相反。

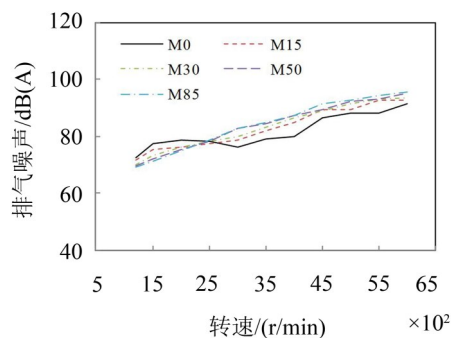


图4 排气噪声

从排气噪声理论上,排气噪声主要由燃烧噪声和气流摩擦噪声组成^[6-8]。一般情况,转速在2 500 r/min以下时,排气噪声由燃烧噪声(低频噪声)决定;转速在2 500 r/min以上时,由气流摩擦噪声(高频噪声)决定。

通过燃烧和流动分析可以解释排气噪声的变化规律。

混合气在气缸中燃烧,当排气门打开时,产生压力波,这个压力波在排气管道内传播而形成燃烧噪声。当管道中气体流速较低时(即低转速时),燃烧噪声的大小取决于气缸燃烧压力形成的压力波强度^[7]。以转速2 000 r/min为例,第一缸的燃烧压力如图5所示。

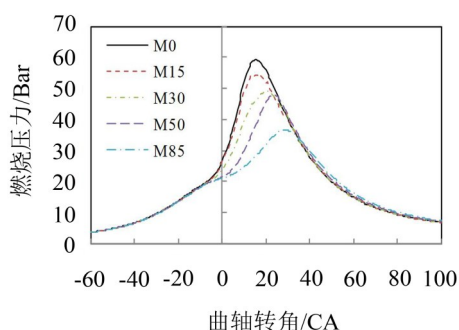


图5 缸压曲线

从图5中可以看出,M0的气缸最大爆发压力最大,而M85气缸压力最小,仅为M0的60%;且甲醇比例越高,最大爆发压力点越滞后。

M85的最大压力出现在活塞燃烧上止点后30°,且整个曲线比较平缓,这也使得压力升高率较低。这是因为2 000 r/min的转速比较低,气缸内温度相对低一些,而且喷入甲醇的量也比较大,甲醇又是含氧燃料,蒸发潜热也大,所以低转速时的燃烧效果没有汽油好。最终使得排气门打开时,气流形成的压力波能量较小,导致排气噪声较低,且甲醇比例越高,排气噪声越低。

以转速为1 500 r/min为例,说明甲醇汽油在低转速时的排气噪声变化,其1/3倍频程频谱图(0~5 000 Hz)如图6所示。可以看出,随着甲醇比例的升高,各频率的噪声值相应下降,其中M50和M85降幅较大,而3 000 Hz以上的噪声变化不明显。

当发动机转速较高(2 500 r/min以上)时,气流速度迅速增大,导致气流与壁面之间摩擦也迅速增大,一方面形成紊流,振动壁面产生辐射噪声,另一方面气流传到尾管时对外发出巨大的噪声(气流摩擦噪声)。

图7为催化器后端(消声器前端)的排气背压

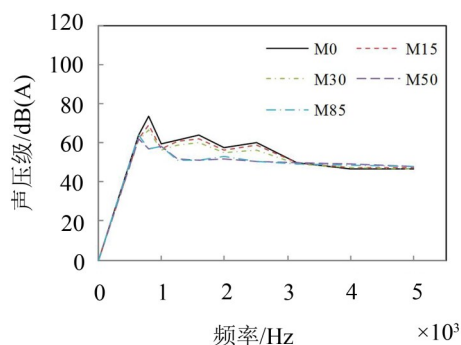


图6 转速为1 500 r/min时噪声频谱

值。可以看出,当转速达到3 000 r/min以上时,排气背压迅速增大,并且甲醇比例越高,排气背压越高。转速达到6 000 r/min时,M85的排气背压为20.6 kPa,约为M0的1.6倍。排气压力越大,势能也就越大,可转换成动能也就越大,排气流速就越大,气流摩擦噪声也越大,所以排气噪声也就越大。

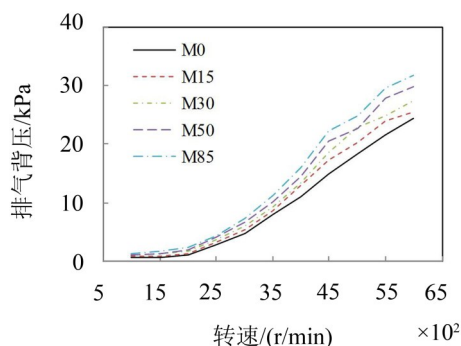


图7 催化器出口背压

另外,从甲醇燃烧的量看,甲醇比例越高,每次循环喷入量就越大,同时每次循环尾气排量就越大,排气压力就越大,最终流速也就越大。由数据估算,6 000 r/min时燃用M85,排气管路中的气流流速约为200 m/s,而M0约为140 m/s。

因此,转速在2 500 r/min以上的排气噪声,甲醇比例越高,排气噪声越大。

2.2 负荷特性试验及分析

从外特性试验可以看出,转速在2 500 r/min以下时,灵活燃料的排气噪声都低于汽油,因而可以推得部分负荷时噪声也低于M0;而在2 500 r/min以上时,则高于汽油。以最大扭矩转速4 500 r/min为例,负荷变化对排气噪声的影响如图8所示。

从图8可以看出,当负荷达到35 N·m(约为M0最大负荷的32%)时,燃用甲醇汽油的排气噪声开始接近或高于M0,甲醇比例越高,排气噪声越高;而在35 N·m以下时,情况则相反。

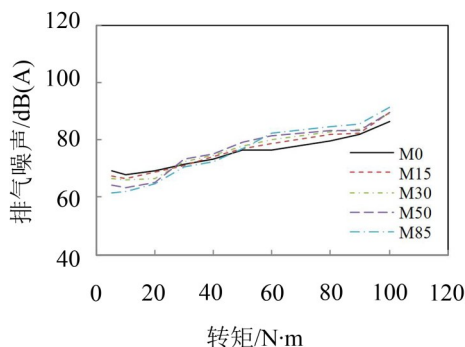


图8 排气噪声

3 结语

(1) 发动机气缸压力和排气背压是影响排气噪声的重要因素;

(2) 外特性试验表明,转速在2 500 r/min以上时,使用甲醇汽油混合燃料时的排气噪声要高于汽油,且甲醇比例越高,排气噪声越高,最大相差10 dB(A)(3 500 r/min时)。转速在2 500 r/min以下时,情况则相反。转速为1 500 r/min时的噪声频谱分析表明,随着甲醇比例的升高,各频率的噪声值相应下降,其中M50和M85降幅较大,3 000 Hz以上的噪声变化不明显;

(3) 最大扭矩转速4 500 r/min时的负荷特性表明,当负荷达到35 N·m(约为M0最大负荷的32%)

时,燃用甲醇汽油的排气噪声接近或高于M0,甲醇比例越高,排气噪声越高;而在35 N·m以下时,情况则相反;

(4) 由于甲醇低热值较低(不到汽油的一半),为保证发动机的动力性不致大幅度降低,需燃用较多的甲醇,以致总体上排气噪声升高。从对环境评价和乘客乘坐的舒适性上看,应当予以较大的关注。

参考文献:

- [1] 秦勤,肖伟民,蒋从权,等. 电动汽车和燃油汽车的噪声特性对比[J]. **噪声与振动控制**, 2014, 34(4): 63-65.
- [2] 汤东,来超峰,胡正权,等. 生物制气—柴油双燃料发动机的燃烧噪声[J]. **江苏大学学报**, 2006(5): 409-412.
- [3] 袁银南,罗福强,梁昱,等. 生物制气—柴油双燃料发动机燃烧噪声分析[J]. **农业机械学报**, 2008(5): 18-22.
- [4] 汤东,沈飞,来超峰,等. 双燃料发动机燃烧噪声特性及影响因素分析[J]. **农业机械学报**, 2008(11): 18-22.
- [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[C]. 中国内燃机学会2005年学术年会暨APC2005年学术年会论文集, 2005.
- [6] 黎志勤,黎苏. 汽车排气系统噪声与消声器设计[M]. 北京:中国环境科学出版社, 1991.
- [7] 庞剑,湛刚,何华. 汽车噪声与振动—理论与应用[M]. 北京:北京理工大学出版社, 2006.
- [8] 刘勇强,左承基. 发动机排气噪声测量方法的实验研究[J]. **噪声与振动控制**, 2010, 30(2): 179-183.

(上接第90页)

传感器拾取的振动信号,该信号信噪比高。结合EMD与PCA在信号处理方法的优点,对转子系统弹支动应力信号进行分析与处理,并运行相关系数法,建立噪声评判标准剔除“无用”的噪声成分,进一步提高了弹支动应力信号的信噪比,最后对“有用”成分重构进行频谱分析,得到转子系统运行过程中的故障特征。试验结果表明,本文的方法正确可行,且具有工程应用价值。

参考文献:

- [1] 王平,雷沫枝,王金舜,等. 中小型航空发动机转静子碰摩故障诊断的一种方法[J]. **测控技术**, 2014, 33(7): 57-60.
- [2] N E Huang. The empirical mode decomposition and the Hilbert spectrum for nonlinear and non-stationary time series analysis[J]. **Proc R Soc Lond A**, 1998, 454: 903-995.
- [3] Y Q Ni, X T Zhou, J M Ko. Experimental investigation of

seismic damage identification using PCA-compressed frequency response functions and neural networks[J]. **Journal of Sound and Vibration**, 2006, 290(2): 242-263.

- [4] 明安波,褚福磊,张伟. 滚动轴承故障特征提取的频谱自相关方法[J]. **机械工程学报**, 2012, 48(19): 65-71.
- [5] 尹泽勇. 航空发动机设计手册(第19分册)[M]. 北京:航空工业出版社, 2000.
- [6] 王珍,郭方,江亲瑜. EMD的Lab VIEW实现及其在滚动轴承故障诊断中的应用[J]. **噪声与振动控制**, 2009, 29(4): 54-57.
- [7] 刘永斌,何清波. 基于PCA和SVM的内燃机故障诊断[J]. **振动、测试与诊断**, 2012, 32(2): 251-255.
- [8] 陈彦龙,张培林. DCT和相关分析在轴承故障诊断中的应用[J]. **机械强度**, 2013, 35(2): 138-141.
- [9] 杨伟新,王平. EMD-ICA与SVM在滚动轴承故障诊断中的应用[J]. **噪声与振动控制**, 2014, 34(3): 182-185.
- [10] 黄家善,张平均. 基于PCA与DHMM的发动机故障诊断研究[J]. **厦门大学学报**, 2010, 49(5): 617-621.