

天然气发动机动力性恢复研究

陈昊,袁华智,刘家利,廖均智

(长安大学交通新能源开发应用陕西省重点实验室,陕西西安 710064)

摘要:通过控制装置转换两用燃料来恢复发动机的动力性。在对两种燃料进行了性能对比试验后,分析并确定了转换点对应的节气门开度。然后进行燃料转换试验。研究表明:天然气汽油转换发动机运转稳定,最佳的转换位置是50%节气门开度。开度低于50%时,发动机燃用天然气;高于50%后,燃用汽油以恢复动力性要求。转换前后发动机排放分别接近燃用天然气和汽油的排放量。

关键词:天然气;汽油;燃料转换;节气门开度;排放

中图分类号:TK441 **文献标识码:**A **文章编号:**1671-5322(2008)02-0006-04

两用燃料汽车是可以在一辆车上使用两种燃料的汽车,可分别使用汽油和天然气。鉴于目前天然气加气站一时难以满足天然气汽车充气,可在保留汽车的汽油供应系统的基础上,另增天然气供应系统,将天然气减压后直接供给内燃机,可通过燃料转换控制装置选择天然气或燃油^[1,2]。

本研究通过对天然气和汽油性能进行对比,选择合适的转换工况来恢复天然气发动机的动力

性。并按转换条件测试了发动机的排放情况。

1 天然气理化特性及试验方案

1.1 天然气理化特性

天然气(NG)作为内燃机燃料,与汽油相比有许多差异。天然气的主要理化特性与汽油对比见表1。

表1 天然气与汽油的主要特性对比

Table 1 Comparison of main characteristics between natural gas and gasoline

项目	分子式	质量低热值/MJ·kg ⁻¹	自燃点/°C	理论质量空燃比/kg·kg ⁻¹
天然气	CH ₄	50.05	680-750	17.2
汽油	C ₈ H ₁₈	44.4	260-370	14.8
项目	燃烧层流火焰传播速度/cm·s ⁻¹	混合气热值/kJ·m ⁻³	辛烷值 MON	可燃范围体积比/%
天然气	33.8	3 364	115-139	5-15
汽油	39-47	3 831	80-89	1.0-7.6

1.2 试验方案

控制装置的输入控制信号是节气门位置传感器信号。小负荷工况下,发动机以纯天然气运转,此时的断油继电器通电,汽油泵停转,仿真器通电,喷油泵停止工作;当节气门开度超过设定值时,控制装置使燃气电磁阀关闭,燃气系统停止工

作,同时断电继电器断电使汽油泵工作供油,仿真器断电,喷油器工作,发动机以纯汽油运转。如此设计可以调节两种燃料的转换点。本文研究的目的是对比分析发动机燃用天然气和汽油性能,然后找出转换燃料的最佳节气门开度,为实现控制提供理论和实际的依据^[3-5]。

收稿日期:2007-12-12

作者简介:陈昊(1981-),男,安徽滁州人,博士研究生,主要研究方向为交通新能源与故障诊断。

2 燃料转换点的试验研究

2.1 发动机外特性对比分析

发动机燃用纯汽油和纯天然气外特性扭矩对比如图1所示。由图1可见,外特性下,燃用天然气的扭矩比燃用汽油的明显降低。天然气混合气的热值比汽油的低;天然气是气体燃料,不像液体燃料要吸收汽化潜热而能降低进气温度使充气效率提高,还有天然气以气体进入气缸减少发动机的新鲜空气充量;天然气燃烧的分子变更系数比汽油小;因此发动机燃用纯天然气比燃用纯汽油的扭矩小。由图2可见,在外特性下,发动机燃用CNG的能耗比燃用汽油的略低。这主要由于CNG以气态进入气缸,能与空气较好的混合,混合气的形成质量高,有利于完全燃烧;还有燃气ECO完全根据氧传感器来控制天然气的供给,使混合气过量空气系数基本上维持在1左右;而发动机燃用汽油时,发动机为了大功率的输出,额外供油,混合气较浓,过量空气系数较燃用CNG的小。所以,发动机燃用CNG时的能耗比燃用汽油的低。通过以上分析可以知道天然气汽车动力性较汽油明显下降,可以通过在高负荷时转换成汽油燃料来提高动力性。

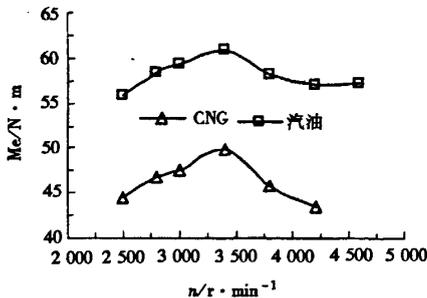


图1 外特性扭矩对比

Fig.1 Me comparison at full load

2.2 转换点的确定

这里所指的燃料转换点是发动机从燃用天然气向燃用汽油转换时所对应的工况点。由于控制装置的输入控制燃料转换信号是节气门位置传感器信号,所以转换点的确定就是确定燃料转换时的节气门开度。转换点的确定应遵循以下几个原则:(1)以发动机动力性恢复为首要目的;(2)要兼顾发动机的燃料经济性;(3)发动机尽可能多的燃用天然气;(4)燃料转换不能影响发动机运

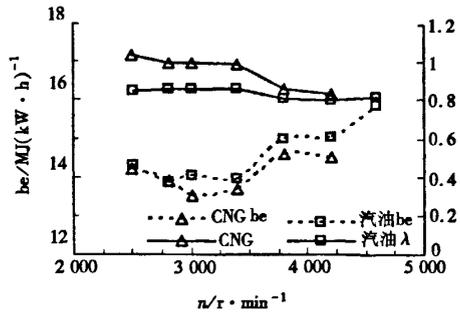


图2 外特性比能耗和过量空气系数对比

Fig.2 Be and lambda comparison at full load

行的稳定性。转换点可以通过控制装置来调节。

图3为发动机燃用CNG时,不同百分比的扭矩在不同的转速下对应的节气门开度,其中100% Me 为外特性下测得的扭矩,80% Me 为各转速下外特性扭矩的80%,90% Me 为各转速下外特性扭矩的90%。由图3可见,80% Me 和90% Me 曲线变化比较平缓,这说明:在某一扭矩幅值下,转速的增加对节气门开度的影响不大,用节气门位置信号作为唯一的输入控制信号可行。图4为发动机燃用CNG和汽油,转速n为3000 r/min,扭矩随油门开度的变化情况。由图可见,发动机燃用CNG,当油门开度达到50%时,扭矩的增长变慢。增长率随油门开度的变化如图5所示,由图5可见,增长率基本上随着油门开度的增加而减小,油门开度在大于50%的时,增长率已经小于1。而50%油门开度的扭矩为42.2 N·m,为90%油门开度所对应最大扭矩48 N·m的88.1%,再通过加大油门开度来增加扭矩的效果不明显。所以这个时候应该切换燃料,通过燃烧汽油来恢复扭矩的增长。图6为发动机分别燃用CNG和汽油,转速n=3000 r/min,能耗随油门开度的变化情况。由图可见,在较小油门开度时,发动机燃用CNG的能耗比燃用汽油的稍高;油门开度在大于25%,发动机燃用CNG的能耗比燃用汽油的低。通过以上分析,发动机从燃用CNG切换到燃用汽油所对应的油门开度定为50%。

3 燃料转换前后排放分析

当节气门全开时,控制装置选择燃用汽油,其外特性曲线就是发动机燃用汽油的外特性曲线。其外特性的扭矩见图3中的汽油。转速为3000r/min,发动机在油门开度为50%时,发动机的扭矩有一个突变,说明发动机这个时候开始燃用汽油,

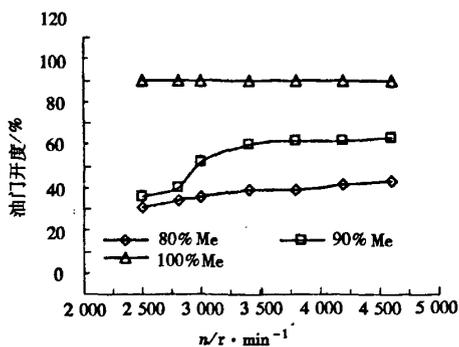


图 3 不同百分比 Me 对应的油门开度

Fig.3 Correspond valve rate with different Me

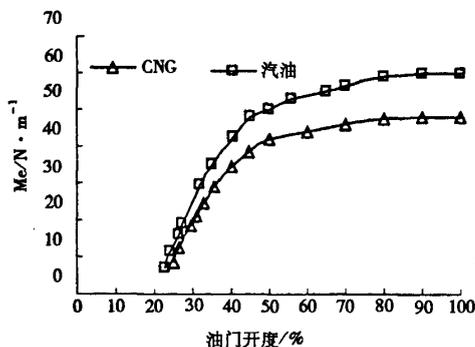


图 4 扭矩随油门开度变化的对比

Fig.4 Variation of Me with valve rate

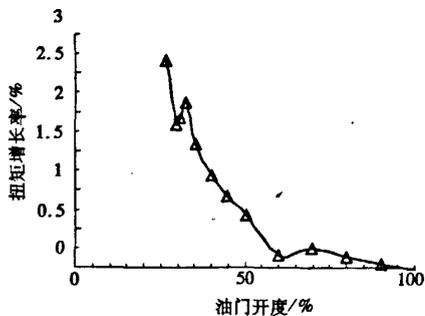


图 5 增长率随油门开度的变化

Fig.5 Variation of increasement rate of Me with valve rate

使发动机的动力性得以恢复。能耗在恢复前接近燃用 CNG 的,恢复后与燃用汽油的接近。

转速为 3 000 r/min 时,采用燃料转换的 HC、CO 和 NOx 排放随油门开度的变化与原机比较见图 7、图 8 和图 9。由图可见:3 种污染物在燃料

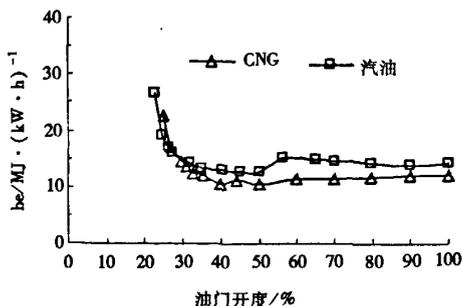


图 6 比能耗随油门开度的变化

Fig.6 Variation of be with valve rate

转换时迅速提高,这是由于燃用汽油各种污染物排放较天然气高;在恢复前接近燃用 CNG 的,恢复后与燃用汽油的接近。

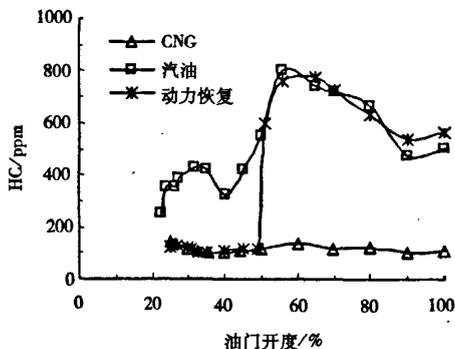


图 7 HC 排放随油门开度的变化

Fig.7 Variation of HC emission with valve rate

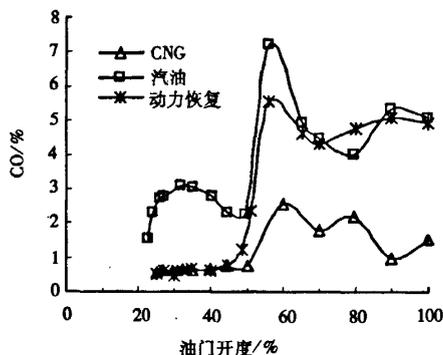
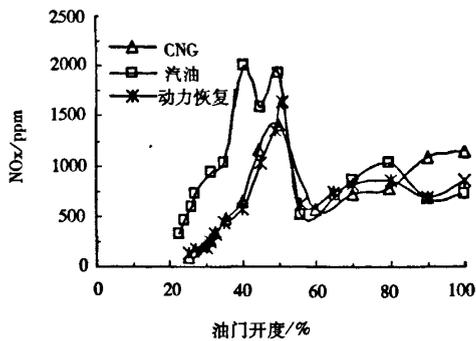


图 8 CO 排放随油门开度的变化

Fig.8 Variation of CO emission with valve rate

4 结论

外特性下,发动机燃用天然气比燃用汽油的扭矩小;发动机燃用天然气的能耗比燃用汽油的

图9 NO_x 排放随油门开度的变化Fig.9 Variation of NO_x emission with valve rate

略低。在某一扭矩幅值下,转速的增加对节气门开度的影响不大,用节气门位置信号作为唯一的输入信号控制燃料转换是可行的。

发动机燃用天然气,当油门开度达到50%时,扭矩的增长变慢;开度大于50%时,切换燃料通过燃烧汽油来恢复扭矩的增长,从而满足高负荷运转的条件。

燃料转换前后发动机污染物排放量在转换前接近燃用天然气的,恢复后与燃用汽油的接近,比汽油排放低,较天然气略高。

参考文献:

- [1] 边耀璋. 汽车新能源技术[M]. 北京:人民交通出版社,2003:55-57.
- [2] 仇世侃. 汽油/天然气两用燃料汽车燃料转换控制原理及检修[J]. 汽车电器,2005(10):22-27.
- [3] 张西振. 汽车发动机电控技术[M]. 北京:机械工业出版社,2004.
- [4] 刘震涛. 压燃式双燃料发动机燃料转换控制器的设计[J]. 电子技术应用,2002(8):42-43.
- [5] 夏渊. 双燃料发动机电控天然气喷射监控系统的研制[J]. 北方交通大学学报,2000,4(4):62-65.

Study of Conversion Performance on Natural Gas – gasoline Engine

CHEN Hao, YUAN Hua-zhi, LIU Jia-li, LIAO Jun-zhi

(Key Laboratory of Development and Application for New Transportation Energy in Shanxi Province,
Chang'an University, Shanxi Xi'an 710064, China)

Abstract: Conversion is done with control equipment on a gasoline engine. Performance comparison between gasoline and natural gas is made and valve opening degree of conversion is confirmed. Then the conversion experiment is carried. Results indicate: engine works without problems. Valve opening degree of conversion is 50%. When it is lower than 50%, natural gas is used and when it is higher than 50%, gasoline is provided to assure the high load. Emission of conversion experiment lies between natural gas and gasoline.

Keywords: natural gas; gasoline; conversion; valve opening degree; emission