

文章编号: 1002-0268 (2003) 02-0131-04

空燃比对 LPG/汽油两用燃料发动机的性能影响

王 羽, 隗海林, 王云鹏, 李世武

(吉林大学交通学院 吉林 长春 130025)

摘要: 改装的 LPG/汽油两用燃料汽车的性能如何, 很大程度上取决于空燃比与发动机性能的匹配程度。本文通过试验研究 LPG/汽油两用燃料发动机动力性与排放性能随空燃比的变化规律, 分析化油器式汽车改装为燃气汽车所带来的技术问题, 对进一步发展 LPG/汽油两用燃料汽车技术提出具体建议。

关键词: 代用燃料; LPG/汽油两用燃料发动机; 空燃比

中图分类号: U464.173

文献标识码: A

Effect of Air-fuel Ratio on LPG/Petrol Fuel Engine Performance

WANG Yu, KUI Hai-lin, WANG Yun-peng, LI Shi-wu

(Traffic and Transportation College of Jilin University, Jilin Changchun 130025)

Abstract: The performance of LPG-petrol dual-fuel automobile depends on the match of its Air-Fuel Ratio Based on the experiments gives the changing law of dynamic performances and emission of LPG-petrol dual-fuel engine when Air-Fuel ratio is changing The technique problems caused by refitting the vehicle with carburetor and some suggestions to develop LPG / petrol dual-fuel technology are put forward

Key words: Alternative fuel; LPG/petrol dual-fuel engine; Air-fuel ratio

为了缓解石油危机,减轻汽车对环境的污染,世界各国一直致力于寻求汽、柴油的替代燃料以改善日益恶化的交通环境。目前, LPG 以其价格低、储存方便、燃烧热值高等优点已成为各国汽车替代燃料的首选之一。为此,我国于 1999 年开展了全国范围内的清洁汽车工程行动,在全国的首批 12 个示范城市中推广应用燃气汽车。LPG 在汽车上使用主要有两种:一是在原有的汽柴油发动机基础上加装一套 LPG 供给系统,汽车可以分别使用两种燃料;另一种是专门设计的发动机只使用 LPG,可充分发挥 LPG 的优势。目前,受 LPG 加气站较少且分布不合理的制约,兼顾考虑用户燃料的获取方便性,我国的燃气汽车推广以两用燃料为主。由于化油器式汽车较多,在近 3 年的推广应用,各地主要以发展机械控制式的 LPG/汽油两用燃料汽车为主。汽油的理

论空燃比是 14.8 而 LPG 的化学计量空燃比是 15.69,改装后发动机结构不变,加之供气量无法随工况进行适时调节,燃用 LPG 无疑会对发动机的性能产生影响。关于这种影响,国内外的相关论述报道较多,但具体的试验数据较少,对推广应用 LPG/汽油两用燃料汽车缺乏技术指导性。本文通过试验研究发动机排放和转矩随空燃比变化的规律,得到了 LPG/汽油两用燃料发动机的空燃比最佳调整范围及其动力性的变化情况,对进一步发展 LPG/汽油两用燃料汽车技术提出了建议。

1 试验设备

试验用发动机为六缸、直列、水冷、四冲程、顶置气门汽油机 (CA6102),所用的改装件由意大利 LOVATO 公司生产。实验用测功机为南峰 CW10 型电

收稿日期: 2002-03-13

基金项目: 2001 年吉林省杰出青年基金项目 (20010113)

作者简介: 王羽 (1962-), 男, 吉林长春人, 工程师, 研究方向为交通环境。

涡流测功机，废气分析仪为 MD5000X 型五组份废气分析仪。

2 试验结果与分析

2.1 空燃比对 CO、HC、NO 排放的影响

2.1.1 空燃比对 CO 排放的影响

图 1 和图 2 分别为外特性和部分负荷特性时空燃比对 CO 排放影响的关系曲线，反映了 CO 在部分负荷特性和外特性时的排放随过量空气系数的变化关系和排放规律。

试验结果表明：当过量空气系数大于 1 时，CO 的排放就会急剧降到 1% 以下；在过量空气系数大于 1.1 时，此时的混合气特别稀薄，燃料完全而生成 CO₂，这时 CO 的排放小于 0.1%。当过量空气系数在 0.7~0.9 范围内时，此时的混合气较浓，燃料燃烧很不完全，所以 CO 的排放也就很高。试验结果还表明，在各个转速和负荷下，CO 随过量空气系数的变化趋势基本都是一致的。

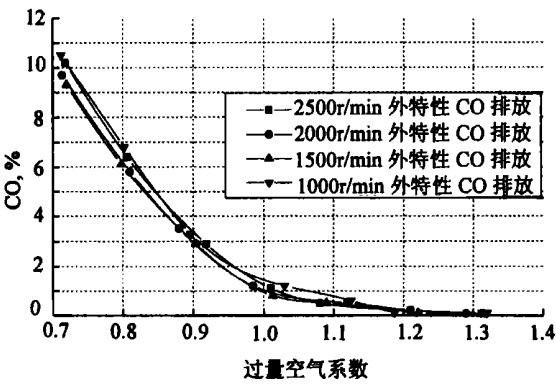


图 1 外特性时空燃比对 CO 排放的影响

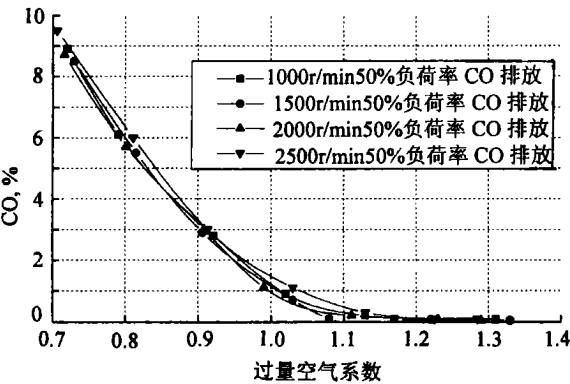


图 2 部分负荷特性时空燃比对 CO 排放的影响

2.1.2 空燃比对 HC 排放的影响

HC 的生成与发动机内的燃烧温度紧密相连，图 3 和图 4 即为试验中部分负荷特性和外特性时空燃比

对 HC 排放影响的关系曲线。无论是部分负荷特性还是外特性，HC 的排放均随转速的增加而下降。这主要是由于在发动机转速提高时，混合气燃烧温度升高，缝隙效应减弱，并且发动机的排气温度也相应提高，使得 HC 后期氧化增加，导致排放减少。试验结果表明，不论是部分负荷特性还是外特性，当过量空气系数的值处于 0.95~1.05 之间时，HC 的排放均达到了最低值。因此，从控制 HC 排放的角度看，在对两用燃料发动机进行调整时，应尽量将其过量空气系数控制在 0.95~1.05 的范围内。

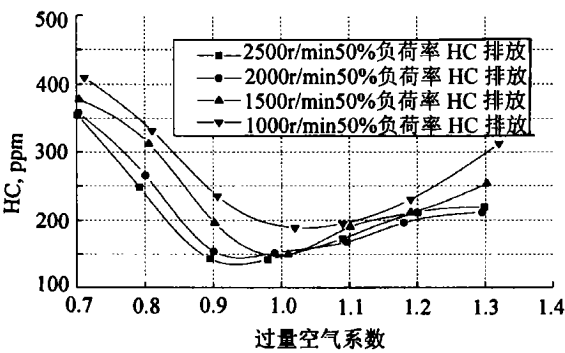


图 3 部分负荷特性时空燃比对 HC 排放的影响

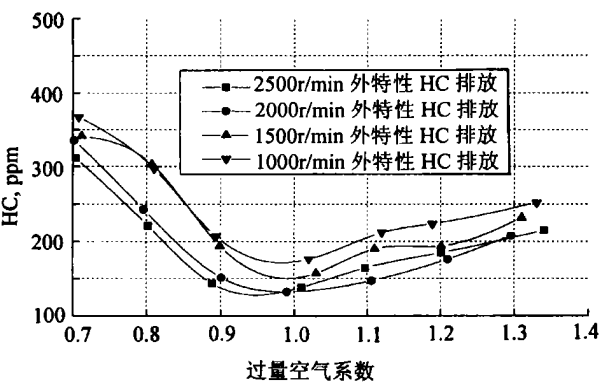


图 4 外特性时空燃比对 HC 排放的影响

2.1.3 空燃比对 NO_x 排放的影响

图 5 和图 6 分别为外特性和部分负荷特性时空燃比对 NO_x 排放影响的关系曲线。在较稀的混合气浓度时（过量空气系数一般在 1.05~1.15 之间），LPG / 汽油两用燃料发动机的 NO_x 排放量最大。并且对于不同的转速和负荷，最高值的大小是不同的。由试验结果可知，转速越高、负荷越大，NO_x 的排放值就会越大；这是因为转速的提高标志着单位时间内燃烧反应进行的次数增多，导致缸内燃烧温度的提高；同样，负荷的增加使得充气效率增加，因而进入气缸的混合气就增加，在空燃比一样的前提下燃烧反应的放热量也增加，缸内温度就会相应提高。无论是转速还是放热量引起的缸内温度的提高都会引起 NO_x 排放

的恶化。

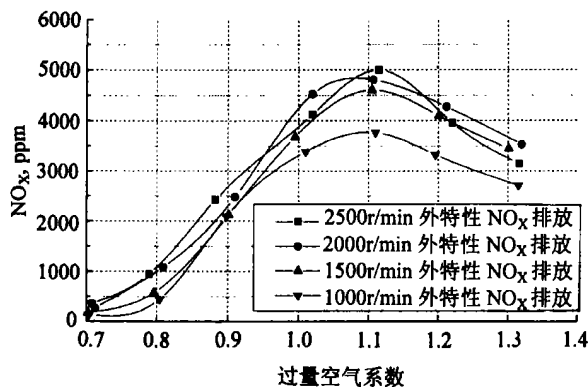


图 5 外特性时空燃比对 NO_x 排放的影响

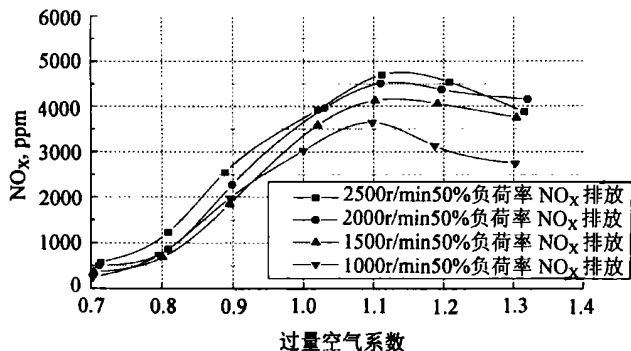


图 6 部分负荷特性时空燃比对 NO_x 排放的影响

2.2 空燃比对动力性的影响

对 LPG/汽油两用燃料发动机来说，空燃比是影响其动力性的一个重要因素。空燃比调整的得当与否，直接影响着 LPG/汽油两用燃料发动机的动力性的好坏。

图 7 和图 8 为试验所得到的部分负荷特性和外特性时的空燃比对发动机转矩影响的关系曲线。可以看出，部分负荷特性和外特性时的曲线趋势基本相同。在试验中所测量的几种转速情况下，1000r/min 时的转矩较其它 3 种转速时的转矩要高。这较好地符合了该发动机的最高转矩出现在 1200r/min 左右的情况；在过量空气系数为 0.7~1.0 的范围内时，转矩的变化比较平缓，而在过量空气系数较大的 1.1~1.3 范围内时，转矩的变化幅度较大，并且在过量空气系数为 0.95~1.0 的范围内时，发动机的转矩达到了最大值。这主要是因为，在过量空气系数为 0.95~1.0 时，火焰的传播速度较大，燃烧持续期比较短，缸内最高压力和最大压力升高率比较大，使得发动机转矩较高。在过量空气系数较小时，虽然混合气较浓，但由于受发动机内部燃烧机理等因素的影响，使得此时的转矩变化不大。在过量空气系数较大时，由于混合气的过度稀薄，

使得发动机转矩急剧下降。为了使得 LPG/汽油两用燃料发动机具有较好的动力性，根据上述试验及分析，对于试验中所用发动机，其过量空气系数应尽可能地控制在 0.95~1.0 的范围内，在此范围内时，该 LPG/汽油两用燃料发动机可获得最大的转矩。

但是在实际中，不同的机型在改装为 LPG/汽油两用燃料发动机之后，最佳空燃比的具体调整数值不完全相同。在本文试验中，1000r/min 下出现最大转矩的过量空气系数分别为 0.988 和 0.989，换算为空燃比分别为 15.5 和 15.52。其他转速下，出现最大转矩时的空燃比也在 15.5 附近。以发动机部分负荷特性和外特性时的转矩试验数据为例，将 LPG/汽油两用燃料发动机的空燃比调整在 15.5 附近之后，当发动机的转速为 1000r/min 时，其最大输出转矩为 292 N·m，发动机的输出转矩增大为 306 N·m，上升了 4.8%。而对于发动机外特性，当发动机的转速为 2500r/min 时，转矩由 274 N·m 上升为 277 N·m，上升了 1.1%。

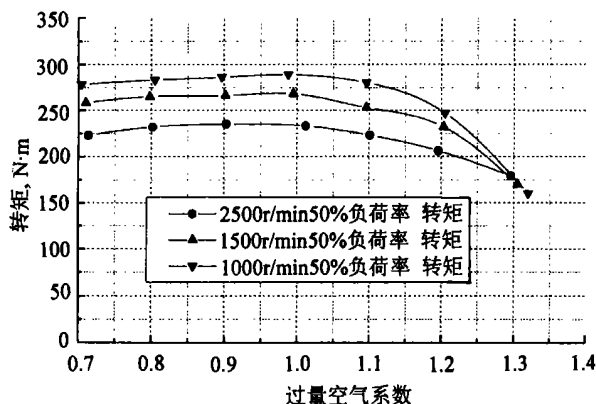


图 7 部分负荷特性时空燃比对发动机转矩的影响

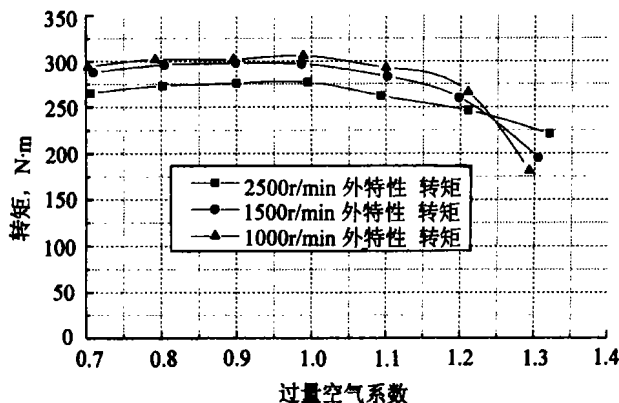


图 8 外特性时空燃比对发动机转矩的影响

3 结论

(1) LPG/汽油两用燃料发动机对于降低 NO_x 排

放的效果不明显，而 CO 和 HC 的排放得到了较好的改善。

(2) 调整空燃比，可以使 LPG 汽油两用燃料发动机动力性得到改善。LPG 汽油两用燃料发动机的空燃比在 15.5 附近时可获得较大功率。所以，在改装 LPG 汽油两用燃料发动机之后，应根据不同机型的实际情况，将其空燃比调整到理论空燃比附近，以获得较好的动力性。尽管如此，无论在部分负荷特性还是外特性时，同原汽油机相比，其输出转矩仍然下降较大。

(3) 化油器供油技术限制了空燃比的适时调整，给改装的燃气汽车的合理使用带来很大的困难，缺少技术上的可行性。通过机械式调控发动机的供气量很难保证获得满意的动力性和排放性能，必须转入开发和推广使用电控燃气供气、稀薄燃烧技术，以确保发动机的供气量随着工况的变化适时调节和空燃比的最佳范围，保证燃气汽车的动力性，并配备专用的催化

器，发挥其绿色环保优势。主管部门应该停止目前化油器式汽车的改装，扶持、引导用户使用电控燃气供气技术。

参考文献:

[1] 清华大学, 等. 中国清洁汽车技术发展路径研究报告[R]. 2000-02.
[2] 秦文新, 程熙, 等. 汽车排气净化与噪声控制 [M]. 人民交通出版社, 1999.
[3] 朱延民, 刘有平. 天然气燃料特性对 CNG 汽车动力性能的影响 [J]. 汽车研究与发展, 1999 (增).
[4] 孙济美, 方祖华, 等. 压缩天然气和液化石油气发动机电控喷气技术及燃烧特性的研究 [J]. 世界汽车, 1997 (2).
[5] 王云鹏, 等. 天然气汽车发展现状与对策 [J]. 公路交通科技, 1998, 15 (3): 64—67.
[6] 鹿应荣, 等. 天然气汽车与汽油车的排气污染分析 [J]. 公路交通科技, 1998, 15 (4): 85—87.
[7] 王云鹏, 等. 压缩天然气汽车的改装技术 [J]. 公路交通科技, 1999, 16 (2): 71—73.

(上接第 130 页) 度对整车结构的模态特性影响较大, 其刚度参数确定及影响分析需深入研究。

参考文献:

[1] 傅志方. 振动模态分析与参数辨识 [M]. 机械工业出版社, 1990
[2] 管迪华. 模态分析技术 [M]. 清华大学出版社, 1996
[3] 朱西产. 客车车身试验模态分析及其在车身定型中的应用 [J]. 汽车技术, 1996 (6): 23—26.

[4] 屈求真. 轿车车身结构的有限元分析与评价. 汽车工程 [J]. 1996. (3): 148—151
[5] 傅强. 大客车整车模态综合分析及应用 [J]. 汽车技术, 1992 (9): 6—10.
[6] 冯国胜. 汽车车架动特性分析及应用 [J]. 汽车技术, 1994 (8): 9—12
[7] 王海霞, 等. CJ6121GCHK 型客车车身骨架有限元建模及结果分析方法研究 [J]. 汽车工程, 2001 (1): 33—36.
[8] 郭有利. 轻型车动力总成模态频率响应分析 [J]. 振动与冲击, 1998 (4): 75—78.