

# 车用替代能源动力性、排放性研究

黄华 邱森 李献菁 黄锦成

(广西大学机械工程学院 广西 南宁 530004)

**摘要** 能源问题与环境问题直接影响了替代能源的发展,本文介绍了目前已推广应用的和正在研究的替代能源,就其动力性、排放性进行分析,并展望了未来的前景。

**关键词** 替代能源;代用燃料;动力性;排放性

中图分类号 U473

文献标识码 A

文章编号:1672-545X(2006)04-0029-03

## 前言

随着经济的发展,能源消耗越来越大,不可再生的石化能源储量越来越少。据统计,目前世界石油可开采量为1386亿吨,估计可使用到2050年。近年来,由于市场需求增加,加上国际局势不稳定,导致油价不断上涨。2006年初,纽约国际原油期货价格已突破每桶70美元。我国的石油资源相对贫乏,2005年原油进口量达到1.3亿吨,居世界第二位,石油对外依存度达到40%。能源安全令人担忧,能源短缺已成为制约我国经济发展的重要因素。

排放污染始终伴随着能源消耗,国家环保总局对全国322个城市空气质量调查报告表明,233个城市(占调查总数的72%)空气质量相当或低于三级标准,没有一个城市空气质量达到一级标准。调查同时表明,汽车尾气是环境污染的主要来源,在北京、上海,有害气体排放总量的70%来自汽车尾气。

## 1 车用替代能源

汽车是石油产品的主要用户,汽油与柴油的消耗量约占石油消费总量的40%。我国每年汽车销量呈两位数增长,2005年汽车销售量达到创记录的592万辆,过去10年间石油消费量年均增长6.7%,而同期的石油产量年均增长仅为1.75%。巨大的燃料消耗不仅对日益枯竭的石油能源造成巨大压力,同时排放了大量的污染物,如NOX、HC、CO、PM等等,这些污染物严重威胁人类生存与发展。有鉴于此,各国纷纷制定了严格的排放法规来限定汽车尾气排放。目前,欧洲已经执行了Ⅱ号标准。我国北京由于奥运会的需要,已执行了欧洲Ⅱ号标准,全国大部分地区执行的是欧洲Ⅱ号标准。

面对能源短缺与日益严格排放法规,寻求资源丰富、环境友好和经济可行的替代能源,已成为亟待解决的重大问题。经过多年研究,人们发现良好的代用燃料应该满足以下要求:a、资源丰富,价格合适;b、燃料的热值能够满足内燃机动力性能的需要;c、能够满足车辆起动性能、行驶性能及加速性能等方面的要求;d、能量密度较高、储存运输方便;e、对发动机结构变动小,技术上可行;f、燃料在现有的储运分配系统中能够用得上;g、对人类健康、环境保护及安全防火等无有害影响;h、对发

动机的寿命及可靠性没有不良影响。目前,已经推广使用的和正在研究的替代能源主要可分为如下几类,见表1。

表1 替代能源

燃气燃料	主要分为液化石油气(LPG)和压缩天然气(CNG)
醇类燃料	最具代表性的是甲醇和乙醇
二甲醚	简称DME,含氧燃料,最清洁燃料,气体
生物柴油	含氧燃料,可从植物油或动物脂肪中提取
氢能和电能	主要以燃料电池和电池的形式体现

除氢能与电能使用专门动力外,其他代用燃料都能直接或改进后在发动机上使用。为便于比较,表2列举了代用燃料与柴油、汽油的物理特性。

## 2 替代能源的性能

### 2.1 液化石油气(LPG)

#### 2.1.1 动力性

液化石油气(LPG)来源于石油炼制和油田伴生气。实际应用中,只要对汽油机供油管路进行改进,就能燃用LPG。我国自1985年首先在上海出现液化气燃料汽车和加气站之后,北京、广州、深圳、哈尔滨等地先后开展了桑塔纳、捷达等车型燃用液化气的改装试验。目前,北京和上海已经分别改装了12万辆和1.1万辆LPG汽车。在国内广泛推广应用的是LPG-汽油双燃料动力。实验表明,LPG具有高的抗爆性(辛烷值高)和与汽油至少等值的动力性能,并且其不含铅和芳香族有机化合物,燃烧更充分,汽车发动机噪音小,磨损小,发动机无爆震现象,汽车运行平稳。

比例与汽油、柴油混合燃烧。甲醇、乙醇与汽油掺烧已经获得推广,在巴西、美国尤为成功。我国一些甲醇、乙醇资源丰富的地区及农村地区,已经推广了在汽油中添加体积比。

#### 2.1.2 排放性

研究表明,如果LPG在汽车上合理应用,即供气装置与发

作者简介:黄华(1979-),男,广西宜州人,在读硕士研究生,主要从事内燃机代用燃料方面的研究。

收稿日期:2006-09-15

表2 代用燃料及汽油、柴油热物理特性比较

项目	汽油	柴油	LPG	CNG	甲醇	乙醇	二甲醚	生物柴油
分子式或组成	C5-C11	C15-C20	C3-C4	CH <sub>4</sub>	CH <sub>4</sub> O	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH	CH <sub>3</sub> OCH <sub>3</sub>	—
含碳量, %	84.9	86.1	80	75	37.5	52.2	46	70-75
含氢量, %	15.1	13.9	20	25	12.5	13	13	10-12
含氧量, %	0	0	0	0	50	34.8	34.8	10-15
着火温度 / °C	350-468	270-350	470	595	470	434	235	—
理论空燃比 / (kg·Kg <sup>-1</sup> )	14.2-15.9	14.1-14.5	14.5-15.5	17.3	6.45	8.45	9	12.5
低热值 / MJ·Kg <sup>-1</sup>	42.5	42.7	46	47.7	19.9	26.8	28.8	36.9
汽化潜热 / kJ·Kg <sup>-1</sup>	310-340	250-300	426	510	1088	854	467	—
辛烷值(ROD)	90-100	20-30	102-105	118-120	106-115	100	—	—
十六烷值	0-8	50-65	—	—	3	8	55-60	53
运动粘度 (20°C) 10 <sup>-6</sup> v/m <sup>2</sup> ·s <sup>-1</sup>	1	2.5	—	—	0.75	1.5	—	7

动机进行了最佳匹配,可使CO、NO<sub>x</sub>等有害气体的排放量低于发动机燃用汽油的排放量,基本消除黑烟和颗粒物,如果同时采用闭环电控燃料喷射装置和三效催化转化器技术,可实现较高的污染物降低率的目标。

## 2.2 压缩天然气(CNG)

### 2.2.1 动力性

世界上使用压缩天然气(CNG)的汽车已超过50万辆,在我国主要使用CNG-汽油双燃料动力汽车。天然气发动机具有抗爆性好、起动性能好、混合气着火界限宽、燃烧完全等特点。但动力性不如汽油机,单一使用CNG时,如结构参数不进行改动,其动力性能比使用汽油时下降10%-20%;当通过适当提高压缩比后,其动力性能得以提高。如果对发动机进行优化调整后,其动力性能下降幅度可控制在5%左右。

### 2.2.2 排放性

发动机使用CNG后,与汽油机相比,在相同工况下,CO减少97%,HC减少72%,NO<sub>x</sub>减少39%,且不向大气排放高硫、苯、烯类废气和醛类废气。整体排放水平低于LPG,环保效益十分显著。

## 2.3 甲醇、乙醇

### 2.3.1 动力性

国际上对甲醇、乙醇燃料,通行的做法掺烧,即按一定10%(E10)的乙醇混合燃料和体积比为15%(M15)的甲醇混合燃料。醇燃料与柴油的混合燃烧,目前还处于实验研究阶段,主要问题是醇的十六烷值低,自燃温度相对较高;且在柴油中溶解度小,必须添加助溶剂,遇水分层,尤其是乙醇)等。

从甲醇汽车示范运行的实践效果看,M15混合燃料发动机的动力性与汽油机相比并不低,M85甲醇发动机的动力性还优于汽油机。其原因是甲醇的RON辛烷值为106~115,汽油的辛烷值RON为90~100,抗爆性能好。发动机使用时甲醇可进一步提高压缩比,且允许较大的点火提前角,从而能获得更高的热效率和更大的功率,见表3。

表3 两种发动机动力性比较

项目	功率 / kW·r·min <sup>-1</sup>	转矩 / N·m·r·min <sup>-1</sup>
汽油机	92/4500	281/3600
M100 甲醇机	118/5000	273/3750

中石化公司对在乙醇汽油试验发现,10%的乙醇汽油动力性能与汽油基本相同。且由于乙醇的加入,扩大了混合气的着

火界限;乙醇辛烷值高于汽油,改善了燃料的抗爆性,可以进一步提高汽油机的压缩比,从而提高发动机的动力性,但随着乙醇比例的不断增大,单位质量热值降低,燃烧温度低,动力性下降,低温时发动机启动困难。

### 2.3.2 排放性

西安交大的研究人员对M10混合燃料与汽油进行排放比后发现,CO和HC排放有所改善,NO<sub>x</sub>排放相当;低工况下,M10混合燃料会产生一定量的甲醛,在高负荷工况下则为0。

天津大学内燃机燃烧学国家重点实验室的科研人员,对在电喷汽油机上使用不同比例的乙醇汽油混合燃料后发现:在低转速时CO排放有所升高,而中高转速时CO排放改善程度较小;在所有转速条件下,THC排放都有所降低,含乙醇比例最大的一组,THC排放改善效果较明显,其最大降幅率接近40%;NO<sub>x</sub>排放在中低转速时降低较明显,在高转速时也略有改善,安装三效催化器后,排放进一步降低。总体评价为良好。

## 2.4 二甲醚

### 2.4.1 动力性

二甲醚(DME)是甲醇系列衍生物之一,也是碳化工的重要中间体,应用广泛。DME具有较高的十六烷值(55-60),压缩性优良,非常适合压燃式发动机,是柴油机的理想代用燃料。由于DME在常温下是气体,在5个大气压下成液体后,粘度低,使用时需对供油管路进行改进,并保证润滑。大量研究表明,DME燃烧性能好,热效率高,发动机低温启动和加速性能比较好;在一定转速范围内,发动机输出功率超过原柴油机。西安交大2005年开发出二甲醚城市中巴车,国家科技部验收后认为:认为该车起动容易,运行自如;在城市繁忙路段频繁加减速、换档自如,崎岖不平路面行驶稳定,爬坡性能良好,未出现熄火和气阻现象;最高时速达到120km/h;尾气排放为极低,工作噪音相对较低。

### 2.4.2 排放性

DME是目前已知燃烧最清洁的燃料,可实现超低排放,排气不经处理,就能达到欧排放标准。

## 2.5 生物柴油

### 2.5.1 动力性

生物柴油是一种无毒、可生物分解、可再生的燃料,可从植物油或动物脂肪中提取,因此可分为很多种类。北京理工大学汽车动力与排放测试国家实验室的科研人员通过对使用正和生物柴油后发现,在柴油机供油系统不作任何调整的情况下,燃用纯生物柴油后,柴油机的动力性没有明显变化;使用柴油-生物柴油混合燃料时,柴油机的动力性、油耗率基本不变。湖南大学、江苏大学的研究人员通过使用自行研制生产的生物柴油后,同样得出上述结论。

### 2.5.2 排放性

生物柴油性质与柴油相近,又是含氧燃料,并有比柴油高的十六烷值,所以燃烧更迅速和充分,温度较高,因而HC、CO和PM排放减少,但NO<sub>x</sub>排放有所增加。

## 2.6 电能与氢能

发展电动汽车与氢汽车的根本意义在首先于能源结构的多元化。电动汽车技术从上世纪 90 年代开始研究发展。尽管目前在价格、技术成熟度方面还不能与传统内燃机汽车比拟,但电动汽车具有深厚的发展潜力,将在今后十年至二十年中逐步取代传统汽车。目前,电动公交车最高时速已达到 120km/h。从环保和节能的角度看,发展清洁无污染的电动汽车将是我国汽车工业的一个突破口。电动汽车具有传统燃油汽车无可比拟的优点,如:电动汽车噪声低,污染物排放可以减少 97%,电的来源多样化,能效高,电动汽车能量利用率为 17.8%,燃油汽车的能量利用率仅为 10.3%,换算后即可节省大约 40% 的石油。电动汽车将成为 21 世纪最有潜力的交通工具。但电动汽车还面临除价格外的问题:续驶里程有限,一般为 100~300km,需充电,蓄电池使用寿命短,易泄漏。

与电动汽车相比,氢汽车还处于起步阶段。在相当长的一段时间内,氢汽车还不可能市场化。氢来源广泛,自然界中含量很大,且是唯一不含碳的燃料;氢燃烧后生成水,不排放 CO<sub>2</sub>、CO、HC 及硫化物,这对环境保护具有重要的意义。但以目前的技术水平,氢提取成本较高,且储藏、运输都比较困难。我国同济大学开发的“超越系列”氢燃料汽车,2005 年底在上海示范运行,获得一致好评。2006 年 6 月,“超越三号”氢燃料电池汽车参加在巴黎举行的清洁能源汽车必比登挑战赛,获得优胜奖,其中四项指标(废气排放、能源效率、发动机噪音和二氧化碳排放)达到 A 级标准,有国际专家据此认为,我国的氢燃料电动汽车技术已经达到国际先进水平。

## 3 车用替代能源的前景分析

目前,汽、柴油是主要的也是最适用的车用燃料,这种状态要持续较长一段时间。

全社会都应高度重视能源问题。政府、科研机构、企业应三方携手,共同推进替代能源的市场化进程,确保能源安全。

研究与应用替代能源是大势所趋。我国已颁布并实行了《可再生能源法》,为发展新能源提供了法律保障。与国际先进水平相比,我国替代能源的研究还处于起始阶段,应当结合我国的国情与地区特点,积极发展替代能源,研发体现替代能源特点的发动机,以提高发动机动力性、经济性,降低排放,更好的服务于经济建设。

参考文献:

- [1] 王丹,朱向荣.车用代用燃料研究及发展趋势[J].汽车工艺与材料, 2005, (10): 1-5.
- [2] 张君涛,梁生荣,丁丽芹.车用清洁代用燃料及发展趋势[J].精细石油化工进展, 2005, (4): 43-46.
- [3] 张晶,雷黎.机动车代用燃料性能比较[J].内蒙古环境保护, 2005 (4): 27-29.
- [4] 景恒,陈立功,朱海军.内燃机代用燃料的发展分析[J].能源研究与信息, 2006 (1): 55-59.
- [5] 钱新荣.推广甲醇燃料的量比分析[J].山西能源与节能, 2004, (2): 9-10.
- [6] 纪文萍,郭东华,郭亦明.乙醇代用燃料在汽车上的应用研究[J].上海汽车, 2006 (12): 35-39.
- [7] 宋立.柴油发动机代用燃料的应用与发展[J].矿用汽车, 2004, (1): 4-8.
- [8] 陈燕.天然气汽车的动力性能与排放性能研究[J].烟台师范学院学报(自然科学版), 2005, (4): 310-320.
- [9] 葛蕴珊,张世鹰,郝利君,吴思进,孔林河.生物柴油在柴油机中的应用研究[J].内燃机工程, 2004, (2): 12-14.
- [10] 刘圣华,汪映,周龙保,杨中极,骆聪.二甲醚发动机动力与排放特性的研究[J].汽车工程, 2006, (2): 114-116.
- [11] 徐兆坤,黄虎,赵高晖,常健. LPG-汽油两用燃料汽车发动机的性能特征及其技术对策[J].小型内燃机与摩托车, 2004, (2): 10-13.
- [12] 张军昌,师帅兵,张娟利.柴油机燃用甲醇/柴油双燃料的试验研究[J].拖拉机与农用运输车, 2005, (4): 45-47.
- [13] 李春卉.电动汽车的发展现状及趋势研究[J].汽车工业研究, 2005 (5): 44-46.

### Research on Dynamic Performance and Emission Behavior of Alternative Energy Sources for Automobile HUANG Hua, QIU Sen, LI Xian-jing, HUANG Jin-cheng (Mechanical Engineering College, Guangxi University, Nanning 530004, China)

**Abstract:** The problem of energy and environment influences the development of alternative energy resources directly. The paper introduces the applied and being researched alternative energy resources, analyzes the dynamic performance and emission behavior of them and expects the future.

**Keywords:** alternative energy resources; alternative fuels; dynamic performance; emission behavior

(上接第 26 页)

### Genetic Analysis of Cracks for Thermal Treatment ZHANG Li

(Yancheng Textile Vocational Technology College, Yancheng Jiangsu 224005, China)

**Abstract:** Analyzes the causations of crack in metal parts caused by heat treating and other factors.

**Keywords:** Heat treating flaws; Crack; Factor