

燃用甲醇燃料的发动机尾气排放

赵瑞兰 彭美生 雷鹏举

(中国科学院生态环境研究中心, 北京, 100085)

摘 要

本文主要报导了在二冲程、四冲程汽油机及柴油机上燃用甲醇-汽油混合燃料、 M_{100} 甲醇燃料的发动机尾气排放方面所做的研究, 并与燃用汽油、柴油的尾气排放进行了对照。结果表明, 无论是甲醇-汽油混合燃料, 还是 M_{100} 甲醇燃料尾气排放, 都较汽油、柴油尾气排放的常规污染物, 均有不同程度的减少。因此, 应用甲醇燃料对改善环境是有益的。

关键词: 甲醇, 甲醛, 尾气排放。

甲醇的理化性质近似汽油, 可部分或全部代替汽油或柴油在汽车上应用, 而且, 生产甲醇有广泛的丰富的原料(煤、天然气等)来源, 所以, 被视为一种最有希望的代用燃料, 在许多国家进行研究开发。自70年代起至80年代末, 出现了开发甲醇应用研究的热潮^[1]。日本在1974年制定了“阳光计划”, 1980年制定了 C_1 化学大型计划, 1983年还专门成立了“日本燃料甲醇联合公司”, 加强甲醇的开发和应用研究, 对这些大型计划政府给予了财政支持和政策优惠。德国、瑞典等国政府均对甲醇燃料的开发应用给予了财力支持和优惠政策, 使甲醇燃料在汽车上的应用技术达到了示范车队的水平。美国是研究醇类代用燃料投资最多, 行车范围最大的国家。美国参议院1988年曾就90年代中期要求增加使用代用燃料汽车、并对生产此类车采取鼓励政策一事通过了一项议案。美国示范车队计划为5 000辆, 1992年将达到300辆。美国政府对发展代用燃料采取这样积极的态度, 目前主要是为了解决日益严重的汽车排放对大气的污染。

我国总的能源特征是“煤多、油少”, 充分合理有效地利用丰富的煤资源, 无疑是保证我国能源供给的关键。将固体燃料煤变成液体燃料甲醇, 不仅是解决交通运输用燃料的有效途径, 也可减少污染, 改善环境。

人们普遍认为甲醇是比汽油更为清洁的燃料, 尾气排放的(当前)规范物质总HC, CO和 NO_x 减少。例如, 瑞典用含16%甲醇和4%异丁醇的汽油混合燃料在汽车上试验, 结果与汽油相比, 总HC含量相似, NO_x 减少10%; 用含15%的甲醇-汽油试验, CO减少60—70%, 未燃的总HC减少15—18%^[2]。

我国自1980年以来, 先后在二冲程发动机和不同型号的四冲程发动机(例如: B J 492Q, CA-14, CA-15, EQ-6100等汽油机及S-195柴油机)上进了甲醇-汽油混合燃料和 M_{100} 甲醇燃料的应用技术和排放性能的研究。此外, 还对前西德提供的 Santana 汽油机和甲醇机的排放进行了对照排放试验测定。

1. 甲醇-汽油混合燃料的试验结果

以不同混合比例的甲醇-汽油作为燃料,在492Q发动机上进行排放试验,结果如图1所示。从图1(a), (b), (c)中可以看出,随着甲醇掺入比例的增大,总HC, CO和 NO_x 排放量逐渐减少,汽油的排放量最大。而图1中(d), (e)则显示出随着甲醇掺入比例的增大,甲醇、甲醛的排放逐渐增大,汽油的排放量最小。表1为几种发动机应用甲醇-汽油混合燃料与汽油机尾气排放的对比结果。

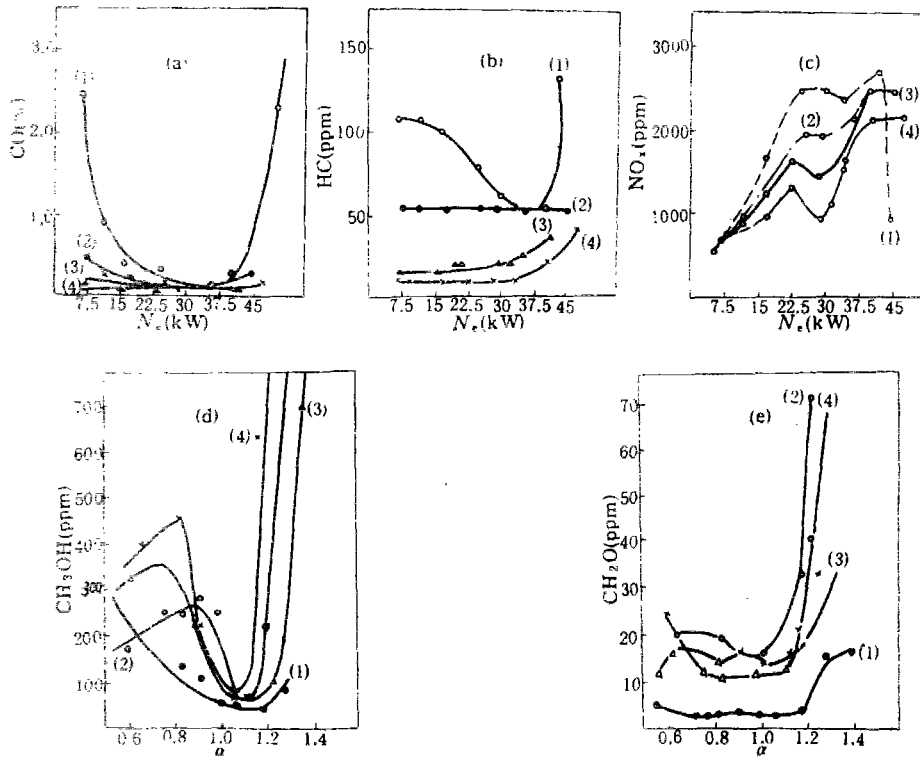


图 1 甲醇掺入比例对排放量的影响

($N=2500\text{r/min}$)

(1) 汽油, (2) M10, (3) M15, (4) M20

(a) CO, (b) HC, (c) NO_x , (d) CH_3OH , (e) CH_2O

Fig. 1 Effect of methanol content in blend fuel on emission

表 1 汽醇燃料与汽油尾气排放的对比结果

Table 1 Emission comparison between methanol-gasoline blends and gasoline fuels

发动机型号	燃料	工况	污染物排放较汽油的降低率 (%)		
			CO	HC	NO_x
CA15	M ₁₅	外特性	33	30	10
CA15	M ₂₀	负荷特性	15	50	20
CA15	M ₂₀	负荷特性	48	50	30
EQ6100	M ₁₅	外特性	30	25	4

多次试验结果表明, 对于汽醇混合燃料来说, 当掺入甲醇的比例 $<25\%$ 时, 与汽油相比, 甲醇、甲醛的排放约高1倍; 汽油排放的甲醇浓度为 $30-150\text{ppm}$ 、甲醛的浓度为 $14-50\text{ppm}$ 。但是, 当掺入甲醇的比例增大时, 就有明显的增加。

2. M_{100} 甲醇燃料 (含甲醇85—90%) 的试验结果

图2给出了二冲程发动机燃用 M_{100} 纯甲醇燃料与汽油时, NO_x , CO和甲醛的排放, 以及净化以后的排放水平。图3, 图4为492Q甲醇发动机燃用 M_{90} 甲醇燃料和燃用汽油时的 NO_x , HC, CO, 以及甲醇及甲醛的排放。表2给出了几种发动机燃用 M_{85} 或 M_{90} 的HC, CO, NO_x 排放较汽油机排放的减少率。

对492Q, Santana等甲醇机和汽油机的台架试验表明, Santana甲醇机在模拟道路试验中, 比汽油机HC减少15%, CO降低80%, NO_x 降低70%; 在外特性试验中, HC降低33%, CO降低65%, NO_x 降低33%。从这些常规污染物的排放来看, 甲醇机的排放较汽

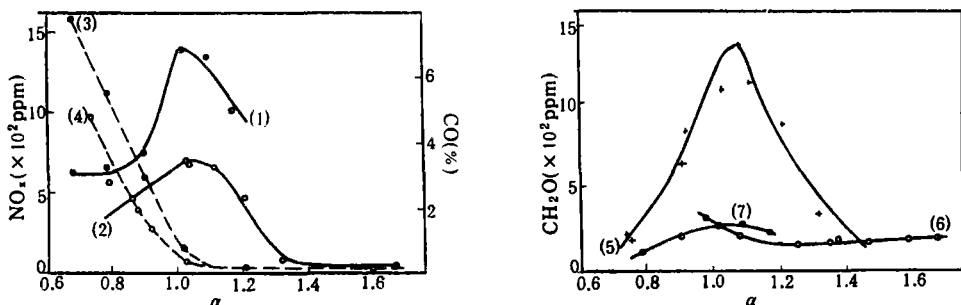


图2 过量空气系数 α 对排放的影响

($N=2760\text{r/min}$, 节气门全开)

(1) 汽油(NO_x), (2) $\epsilon=11.1$ 甲醇(NO_x), (3) 汽油(CO), (4) $\epsilon=11.1$ 甲醇(CO), (5) $\epsilon=11.1$ 甲醇(CH_2O), (6) $\epsilon=11.1$ 甲醇净化(CH_2O), (7) $\epsilon=6.8$ 汽油(CH_2O)

Fig.2 Effect of relative air-fuel ratio on emission

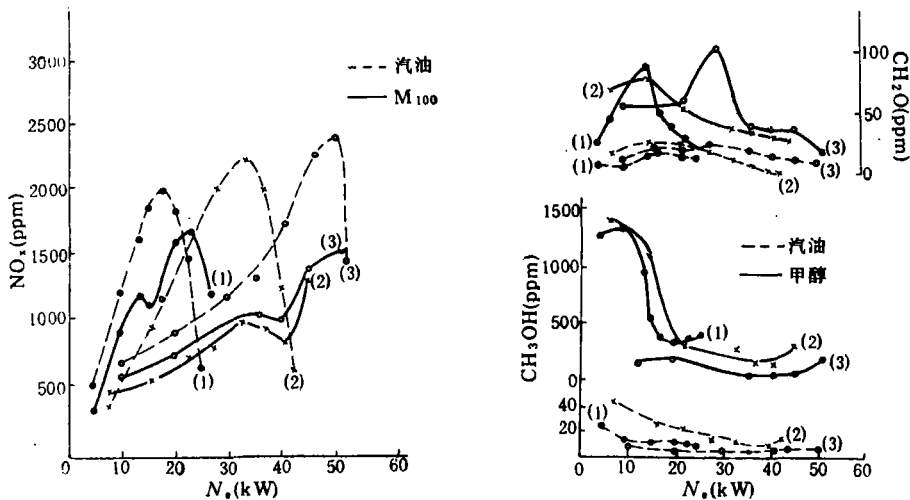


图3 负荷对排放的影响

(1) 1500r/min , (2) 2500r/min , (3) 3100r/min

Fig.3 Emission in relation to the engine load

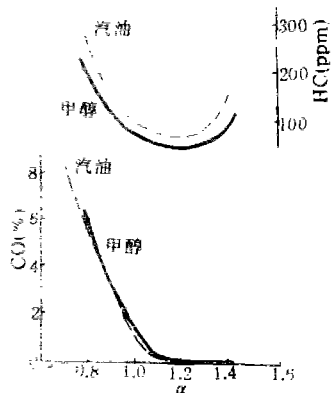


图 4 空燃比调整 HC, CO 排放

— 汽油
- - 甲醇

Fig.4 HC, CO emissions in relation to the air-fuel ratio

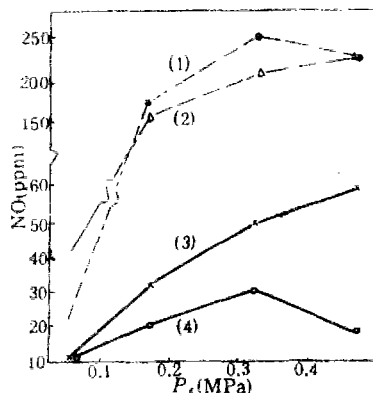


图 5 甲醇发动机与柴油机 NO_x 排放比较

(1) 柴油, 铝活塞; (2) 柴油, 钢顶活塞;
(3) 甲醇, 铝活塞; (4) 甲醇, 钢顶活塞

Fig.5 NO_x emission of methanol engine and diesel engine

表 2 甲醇机、汽油机污染物的排放

Table 2 Emissions comparison between methanol engine and gasoline engine

发动机型号	燃料	工况	污染物排放比较*				
			CO	HC	NO _x	CH ₃ OH	CH ₂ O
492Q	M ₁₀₀	负荷	相近	-20%	39%	+(15-50倍)	+(2-3倍)
CA-11	M ₁₅	空燃比调整	-22%	-(40-60%)	-12.8%		
Santana	M ₁₀₀	模拟道路	-80%	-65%	-65%	+100倍	+5-5倍

* 甲醇机较汽油机降低为(-), 升高(+).

油机有明显改善。负荷特性的排放也得到相同的结论。对国产发动机经改装后燃用M₁₅或M₁₀₀甲醇燃料时, 规范污染物的排放也有明显改进。但是, 甲醇、甲醛的排放量比起低比例的甲醇-汽油混合燃料有显著增加。对此, 我们用自己研制的催化剂, 对492甲醇机和EQ6100甲醇机进行了尾气催化净化研究(图3)。净化后, 甲醇、甲醛的排放水平可接近汽油机的排放水平。表3列出了催化净化的效果。另外, 应用前西德提供的贵金属净化器, 对Santana甲醇机的尾气进行了净化试验。经处理后的尾气中甲醇含量为1.0~6.5ppm, 甲醛为0.5~2.84ppm, 远低于Santana汽油机尾气中的含量。

甲醇在柴油机上的应用, 不如在汽油机上做的那样广泛和深入。这主要是甲醇的理化性质与柴油的差异较大, 在实际使用过程中的困难和问题更多些。国内主要在S-195柴油机上做了应用研究^[2]。从M₂₀甲醇-柴油混合燃料及M₁₀₀甲醇燃料与柴油对照试验结果看, HC和CO的排放均有一定程度的增加; 但是, NO_x和烟度均有改善。图5给出了S-195柴油机燃用M₁₀₀和柴油时, NO_x的对照排放曲线。

表 3 催化净化器对甲醇机尾气的净化性能

Table 3 Catalytic purification of exhaust gases from methanol engine

发动机型号	净化器型号	工况	净化率 (%)			
			CH ₃ OH	CH ₂ O	HC	CO
492Q (M ₉₅)	M-1型	外特性	90	91	57	38
		怠 速	99	86	70	45
EQ6100 (M ₈₅)	M-2型	负荷特性	94	96	67	88
		怠 速	88	85	91	84

3. 汽车尾气的光化学反应

汽车排气对大城市灾难性的危害就是在一定的条件下排出的HC和NO_x等在阳光的照射下形成光化学烟雾。甲醇燃料与汽油对照在发动机压缩比为8.5:1条件下,按当量比配成的排气在100cu·ft的烟雾室的试验结果,得到甲醇的光化学反应性低于汽油。这可能因为甲醇燃料尾气排放的光化学活泼的烃类比汽油少,而且NO_x的排放也比汽油少的缘故^[4]。

4. 小结

综上所述,应用纯甲醇(M₁₀₀)和甲醇-汽油混合燃料排放的HC,CO和NO_x与汽油相比有所降低;有机铅和苯的排放也降低或可完全避免;光化学反应性也有所降低,不过,甲醇燃料排放的甲醇和甲醛是增加的,掺入甲醇<25%时增加不明显。对M₁₀₀甲醇燃料的尾气采用催化净化处理,可以达到有效地控制。

参 考 文 献

- [1] 朱起明,潘奎润等,1989.我国发展醇类代用燃料的可行性研究.国家科委重点软课题研究项目.
- [2] 欧风,1982.国外甲醇汽油开发及使用情况.石油部科技情报所
- [3] 崔心存,1991.甲醇燃料在点燃式发动机上的应用技术.“七五”攻关项目鉴定材料
- [4] Bechtold R, Pullman J B, 1980. Driving Cycle Economy, Emissions and Photochemical Reactivity Using Alcohol Fuels and Gasoline. SAE 800260

1992年11月4日收到。

EXHAUST EMISSION FROM ENGINE BURNING METHANOL FUELS

Zhao Ruilan Peng Meisheng Lei Pengju

(Research Center for Eco-Environmental Sciences,
Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100085)

ABSTRACT

In this paper, the study on exhaust emission from 2-stroke, 4-stroke gasoline engine and diesel engine, burning methanol-gasoline blend fuel and M₁₀₀ methanol fuel has been reported. The comparison of these emission with those from engines burning gasoline and diesel fuels was conducted. The results showed that the exhaust emission from both methanol-gasoline blend and M₁₀₀ methanol fuel are in some degrees reduced comparing with those from gasoline and diesel fuels. Therefore the application of methanol fuel is useful for improving our environment.

Keywords: methanol, formaldehyde, exhaust emission.