

# Application and Prospect of Methanol Gasoline

Daoling Xiong, Xingwei Wang, Jinhui Li

School of Materials and Chemical Engineering, Jiangxi University of Science and Technology, Ganzhou, China, 341000

E-mail: dlxiongcs@163.com

**Abstract:** According to the status of China's resources, the author analyses the significance of methanol gasoline as the oil alternatives. It is introduced that the development and the standards of methanol gasoline in the article. The domestic production and application prospect of methanol gasoline are introduced. And the stability, air-resistance, corrosion and the influence of methanol gasoline on swelling behavior of rubber and plastic parts of methanol gasoline have been studied, the relative solutions have been introduced too.

**Keywords:** Methanol-gasoline; additive; stability; air-resistance; corrosiveness; swelling property

## 甲醇汽油技术及应用前景

熊道陵, 王兴卫, 李金辉

江西理工大学材料与化学工程学院, 赣州, 中国, 341001

E-mail: dlxiongcs@163.com

**摘要:** 从国内资源现状出发, 分析了甲醇汽油作为石油替代物的意义。介绍了甲醇汽油的发展概况及其相关标准。阐述了甲醇汽油的国内产能, 以及甲醇汽油的发展优势和市场前景。分析了甲醇汽油的稳定性、气阻、腐蚀性、甲醇汽油对橡胶塑料的溶胀性等物理性能及相应的解决方法。

**关键词:** 甲醇汽油; 添加剂; 稳定性; 气阻; 腐蚀性; 溶胀性

### 1 前言

随着石油资源的日益减少, 汽油的消耗量逐年攀升, 环境保护的呼声不断高涨, 寻找清洁能源的要求就显日益迫切。自上世纪 70 年代第 2 次世界石油危机后, 各国广泛展开寻找替代燃料的研究工作, 甲醇替代汽油的前景广泛为业内人士看好。自瑞典提出甲醇可用作汽车燃料之后, 甲醇以其合成工艺简单, 来源广泛, 价格低廉等特点, 成为人们关注的热点。德国、瑞典、新西兰等国家曾先后试用 M15 甲醇汽油。1987 年, 美国加州开始试用 M85 甲醇汽油。我国在“六五”和“七五”开始, 已将甲醇汽油列入国家科技重点攻关项目, 从部分替代到完全替代的甲醇汽油研究工作持续不断, 取得了令人瞩目的进展<sup>[1,2]</sup>。据美国能源部和世界能源理事会的一项预测, 全球石化类能源的可开采期限分别为石油 39 年、天然气 60 年、煤 211 年。我国的能源结构是富煤贫油少气, 随着经济的快速发

展, 机动车辆和民用燃料的能源消耗量不断增加, 1993 年开始, 我国已经从石油出口国转变成石油进口国。2005 年开始, 每年都要进口大量的石油, 能源安全和可持续发展提上了议事日程, 寻找和开发合适的新型石油替代能源已经成为能源研究的重要课题并列入了战略重点项目。我国新的能源中长期规划纲要中提出: 要尽快调整优化能源结构, 拓展醇类等替代能源的清洁高效开发利用<sup>[3]</sup>。目前世界上的石油替代燃料项目都处于起步阶段, 虽然已经进行了一些理论探讨, 但缺乏实践经验, 必须通过不断实践和示范工程取得丰富经验后, 石油替代燃料产业才能全面有效地发展<sup>[4]</sup>。

甲醇汽油是一类含氧量高的环保型的新型替代能源, 甲醇单独使用需要修改发动机, 而将少量甲醇掺入汽油中燃烧, 不需要对发动机进行改动就能使用。甲醇汽油研究使用初期中普遍存在的问题是遇水易分层、金属腐蚀、橡胶溶胀、低温冷启动性等。甲醇燃料的优点是可以降低尾气中有害气体的排放, 改善环境质量<sup>[5]</sup>。

### 2 甲醇汽油简介

国家自然科学基金资助项目: (编号: 50864004); 江西省教育厅科技资助项目 (赣教高字[2008]87 号 JJ09237); 江西省科技厅科技资助项目 (赣财教[2009]148 号)

## 2.1 什么是甲醇汽油

甲醇汽油是由甲醇、汽油和添加剂按一定比例配制而成的车用替代燃料，辛烷值高，抗爆性好，氧含量较高，该燃料的燃烧比汽油更加充分彻底，燃烧后尾气中有害物质如  $\text{CO}_2$  的排放量明显比石油类燃料低，因此使用甲醇燃料有利于减少尾气污染从而改善环境质量。甲醇燃料是一种资源丰富、环境友好的新型清洁燃料。2007 年我国国家发改委颁布的《我国醇醚燃料及醇醚清洁汽车发展专题报告（征求意见稿）》中，确定甲醇燃料为今后 20~30 年过渡性车用替代燃料。目前我国市场上有 M5、M15、M45、M60、M85 和 M100 甲醇汽油，其中 M 表示甲醇汽油，后面的数字 5、15、45、60、85、100 表示甲醇的体积分数为 5%、15%、45%、60%、85%、100%<sup>[6-8]</sup>。

## 2.2 甲醇和汽油的燃料性质

甲醇和汽油的燃料性质区别较大<sup>[9-11]</sup>，见表 1。

**Table 1. Comparison of fuel characteristics between methanol and gasoline**

**表 1 甲醇和汽油的燃料特性比较**

燃料	甲醇	汽油
化学分子式	$\text{CH}_3\text{OH}$	$\text{C}_5\sim\text{C}_{12}$ 烃类
分子量	32	58~180
含氧量 (m%)	50	0
密度 20℃ / (g/cm <sup>3</sup> )	0.792	0.70~0.80
粘度 20℃ / (MPa·s)	0.611	0.28~0.59
理论空燃比(KJ/Kg)	6.45	14.7
饱和蒸气压 (38℃/kPa)	31	62~82.7
常压沸点(℃)	65	30~225
闪点(℃)	11~12	-38~45
汽化潜热(kJ/kg)	1100	310~350
热值 (MJ/kg)	19.7	44.0
辛烷值：研究法 (RON)	106~115	80~98
十六烷值(CN)	3~5	5~25
混合气热值(kJ/kg)	3070	2990
着火界限/(%vol)	6.7~36.5	1.4~7.6

## 3 甲醇汽油的发展概况及行业标准

### 3.1 甲醇汽油发展简介

国外在甲醇汽油领域做了大量的研究工作，20 世纪 70 年代末期美国加州首次使用了甲醇汽油，日本在 20 世纪 80 年代后期开始研究和开发甲醇汽油，德国

在 20 实际 70 年代生产了甲醇汽车，巴西是甲醇汽车推广规模最大国家<sup>[12]</sup>。

我国从 20 世纪 80 年代开始甲醇汽油的试用和研究工作。国外基本上是用天然气来制造甲醇，我国煤炭资源丰富，主要是以煤来制取甲醇，我国的煤制甲醇技术处于世界领先水平。山西煤炭资源丰富，20 世纪 80 年代就成为了我国最早进行燃料甲醇和甲醇汽车研究和试点的省份，是我国甲醇燃料产业化示范试验较为系统且推广范围较大的地区，通过 20 多年的努力，取得了显著的成就，总结出了甲醇燃料试验、存储、运输等方面的技术规程，为在全国范围内推广甲醇汽油积累了宝贵的技术经验<sup>[13,14]</sup>。随后，陕西、河南、黑龙江、四川、浙江都作为甲醇汽油的试点省份。

### 3.2 甲醇汽油标准

我国颁布和实施的甲醇和甲醇燃料标准进一步推动和促进了甲醇汽油的发展，有助于规范甲醇燃料市场，对解决我国能源短缺问题具有重要的战略指导意义。甲醇的质量标准《工业用甲醇》(GB338-2004)<sup>[15]</sup>，规定了 12 项指标包括色度、密度、沸程、高锰酸钾试验、水溶性试验、水份含量、酸度、碱度、羰基化合物、蒸发残渣、硫酸洗涤和乙醇量，此标准还规定了工业用甲醇的要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存和安全等，适用于以煤、焦油、天然气、轻油和重油为原料合成的工业用甲醇。甲醇汽油的推广也需要政府制订相关政策支持，为此，山西、陕西、四川和黑龙江等地先后分别制订了 M5、M10、M15 等车用甲醇汽油的省级地方标准<sup>[6]</sup>。例如陕西省发布的地方标准有 DB61/T352-2004《车用 M15 甲醇汽油》<sup>[16]</sup>和 DB61/T353-2004《车用 M25 甲醇汽油》；山西省质量技术监督局出台了 4 项新车用甲醇燃料系列地方标准<sup>[17]</sup>，于 2007 年底发布，分别是《M5、M15 车用甲醇汽油》、《M85、M100 车用甲醇燃料》、《车用甲醇汽油变性醇》和《车用甲醇汽油组分油》。2009 年 5 月 20 日，国家标准化委员会发布了《车用燃料甲醇》(GB/T23510-2009)国家标准<sup>[18]</sup>，于 2009 年 11 月起实施，此国标规定了可以掺入汽油的甲醇的各种指标如一些杂质含量等指标，规定了车用燃料甲醇的要求、试验方法、检验规则及标志、包装、运输、贮存和安全等，适用于车用燃料甲醇的生产、检验和销售。这个标准为甲醇由化工产品向燃料转变提供了

合法依据,对全面推进和规范我国甲醇燃料的使用具有指导意义。2009年7月2日,国家标准化管理委员会公布的《车用甲醇汽油(M85)》(GB/T23799-2009)国家标准<sup>[19]</sup>,于2009年12月1日起实施,此国标规定了由体积分数为84~86%甲醇和16~14%的车用汽油(符合GB17930)以及改善使用性能的添加剂调合而成的M85车用甲醇汽油的术语和定义、缩略语、要求和试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存及安全等,适用于作为M85车用甲醇汽油点燃式发动机的燃料。这个标准是直接针对甲醇汽油应用的国标,是甲醇汽油的第一个国家产品标准。

## 4 甲醇汽油优点

### 4.1 抗暴性能好

甲醇的抗暴性能好,辛烷值高:马达法辛烷值(MON)为106,研究法辛烷值(RO)为112。其中马达法和研究法是两种国际化的方法,测定设备都采

用压缩比可调的单缸发动机,把试样汽油与由异辛烷和正庚烷配制成的参比燃料进行比较,当待测汽油的抗暴性能与一定组成的参比燃料的抗暴性能相等或相近时,参比燃料中所含异辛烷的体分数就是待测汽油的辛烷值<sup>[20]</sup>。不同之处在于马达法辛烷值(简称为MON)是在较高的转速和进气温度条件下测定的,代表的是车辆在高速重负荷行驶条件下汽油的抗暴性能,而研究法辛烷值(简称为RON)代表的是车辆在中、低速行驶条件下汽油的抗暴性能。由于马达法辛烷值测试条件比较苛刻,MON比RON数值偏低。因而以甲醇作内燃机燃料抗暴性能很好,无须提高辛烷值便可达到较好性能。当其与汽油调合时,其调合辛烷值并不一定与调合比例呈线性关系,但多数情况下有增值效应,特别是甲醇汽油的研究法辛烷值上升数量最为显著。作者选用3种基础油与甲醇混合,用不同的方法测辛烷值,结果如表2所示<sup>[21]</sup>。

Table 2. The octane number harmonization of methanol in gasoline

表 2 甲醇在国内典型汽油中的辛烷值调和性能

调和组分	辛烷值	甲醇调入量(V%)					
		0	5	10	15	20	
直馏汽油	RON	辛烷值	69.3	73.8			
		调和辛烷值		149.8			
	MON	辛烷值	68.3	72.0			
		调和辛烷值		142.3			
催化裂解汽油	RON	辛烷值	88.3	90.0	91.9		
		调和辛烷值		122.3	124.3		
	MON	辛烷值	78.3	79.3	79.7		
		调和辛烷值		98.3	92.3		
催化重整汽油	RON	辛烷值	98.1	98.8	99.6	100.4	101.2
		调和辛烷值		112.1	113.1	113.6	113.6
	MON	辛烷值	87.0	87.5	87.7	87.9	88.1
		调和辛烷值		97.0	94.0	93.0	92.5

由表2数据可以看出,甲醇与3种基础油调合后的辛烷值均大于甲醇的净辛烷值,呈正调合效应。5%(V)的甲醇与直馏汽油的调合效应特别好,RON高达149以上,MON分别在142以上;甲醇与催化裂化汽油和催化重整汽油的调合性能远不及前两者,RON分别为122和112,MON分别为98和97。说明甲醇与饱和烃的辛烷值调合效应优于与烯烃和芳烃的调合

效应。

### 4.2 排放物更环保及安全性高

甲醇由C、H、O三种元素组成,含氧量为50%,在燃烧过程中有自供氧效应,使内燃机中的燃烧较为均匀,完全燃烧需要的空气量少,燃烧后尾气中有害气体含量比石油类燃料低<sup>[22]</sup>。

与普通汽油相比<sup>[3]</sup>, M20 甲醇汽油在 2500r/min 时, 燃烧产物 CO、CH、NO<sub>x</sub> 排放量分别降低 9.5%、相近、相近, 而 M85 甲醇汽油分别降低 19.3%、24.6%、37.9%。美国研究中心的一项研究表明<sup>[11]</sup>, 使用甲醇汽油 (含甲醇 5~10%) 燃烧后尾气中 CO、NO<sub>x</sub> 和 C<sub>x</sub>H<sub>y</sub> 分别减少 30%、30~50%和 30~60%, 因此使用清洁甲醇燃料有利于减少尾气污染从而起到改善环境质量的效应。甲醇的燃点高, 能点燃爆炸的浓度比汽油大得多, 且甲醇的十六烷值低, 着火性差, 甲醇着火后可用水扑灭, 因此甲醇燃料安全性好, 不易发生火灾等事故。

### 4.3 甲醇汽油的热效率

甲醇的汽化潜热大, 燃烧时可吸收燃烧室内壁和进气系统的部分热量从而提高汽油机热效率<sup>[9]</sup>。甲醇的沸点低, 有助于形成燃料和空气的混合气, 甲醇燃料的挥发性好, 有利于混合气的燃烧。甲醇的着火燃烧浓度界限比汽油的宽 (汽油: 1.4~6.7%, 甲醇: 6.7~36%), 可以在稀混状态下燃烧, 而且甲醇的燃烧速度和火焰传播速度较快, 燃烧的定容性强、持续期短, 能有效地提高发动机的热效率<sup>[23]</sup>。

### 4.4 经济效益显著

甲醇是液体燃料, 其储运、分配、携带、使用都和汽、柴油一样方便。据山西示范经验, 在现有石油加油站上, 添建一个抗甲醇材料的加甲醇设备 (耐醇加油机和不锈钢甲醇罐), 只需要 20 万元, 远比 CNG 加气站便宜 (一座 CNG 加气站大概需投资 400 万元)。甲醇汽油在经济方面具有显著优势。具体来看甲醇汽油市场价格, 以 M15 甲醇汽油为比较: 90#汽油 4500 元/t, 用汽油 850kg, 3825 元, 甲醇 2200 元/t, 用甲醇 147.5kg, 324.5 元, 助溶剂 15000 元/t, 用助溶剂 2.5kg, 37.5 元, M15 甲醇汽油的价格为 4187 元/t, 比成品油 1 吨少 313 元; 以 M40 甲醇汽油为比较: 用 90#汽油 600kg, 2700 元, 用甲醇 393kg, 865 元, 用助溶剂 7kg, 105 元, M40 甲醇汽油的价格为 3670 元/t, 比成品油 1 吨少 830 元<sup>[23,24]</sup>。

## 5 甲醇汽油发展中存在的问题及应对方法

甲醇汽油作为汽油的替代品, 人们希望能如汽油一样直接用于汽车内燃机。制备甲醇汽油以掺混方法最为简单, 为此, 世界各国进行了广泛的研究, 一致

认为, 应当解决的主要问题主要有稳定性较差、遇水分层、冷启动难、热值低、动力不足、热气阻、腐蚀溶胀等。经过数十年的努力, 甲醇汽油用在汽车上的技术问题都已得到了较好的解决, 达到了实用水平。

### 5.1 甲醇汽油的稳定性

甲醇汽油必须均匀而稳定。甲醇和汽油在使用环境温度范围内不能以任意比例相互混合, 会发生分层。研究表明, 甲醇含量较低或较高时, 甲醇和汽油能在较低温度下互溶, 不会产生分层现象, 而当甲醇含量居中时, 相互溶解的温度相对较高。既然甲醇与汽油的相溶性很小, 要制成大比例的均匀稳定的甲醇汽油, 一般采取添加助溶剂的办法解决, 如芳烃、酮、醚、醇等类化合物都是甲醇的好溶剂。从中选择与汽油也有较好混溶性的物质, 以适当比例相混合, 便可制得稳定均匀的甲醇汽油<sup>[25-27]</sup>。

以下是几种应用较为成熟的添加剂。(1) 一种甲醇汽油添加剂由丙酮、丁醇、二甲苯、乙苯、金属腐蚀抑制剂、2, 6-二叔丁基对甲基苯酚组成。使用时按体积加入 3~10%甲醇汽油添加剂, 此甲醇汽油添加剂可以使辛烷值提高到 93#、97#号汽油及以上标准, 且含氧、不含硫。具有无腐蚀、提高燃烧性能、放热迅速、热效率高的特点, 同时保持动力性不变, 还降低有害气体排放量<sup>[28]</sup>。(2) 该甲醇汽油添加剂含有 0.1~25%的抗氧化腐蚀剂 (如 2, 6-二叔丁基对甲酚、N, N, -二亚水杨-1, 2-乙二胺)、1~25%的清净分散剂 (如脂肪胺、烷基二酰亚胺类)、0.1~4%的促燃防爆剂 (如二茂铁、MMT) 和 50~95%的互溶剂 (如丙醇、丁醇、乙二醇), 在实现甲醇与汽油互溶的同时, 保护车内橡胶、金属等器件, 冷启动容易, 燃烧充分动力强, 降低排放<sup>[29]</sup>。(3) 一种甲醇汽油变性甲醇是由以下重量双的组成的: 甲醇 90~95%, 异丁醇 1~3%, 二异丙醚 2~6%, 抗氧化剂 0.1~0.3%, 金属钝化剂 0.1~0.3%, 调节辅剂 0.2~0.4%。该甲醇汽油变性甲醇可在 5~30%比例内以任意比例与 90#、93#汽油调配成 (M5~M30) 93#、97#甲醇汽油, 不需要加入其他添加剂。与普通汽油调合后, 溶合性好, 低温或遇少量水不易分层, 不易浑浊, 且低温冷启动性能好, 不易发生气阻<sup>[30]</sup>。

但助溶剂和甲醇、汽油相比价格都比较昂贵, 这将增加混合燃料成本。因而实际应用中, 希望不加或少加助溶剂以降低燃料成本, 于是在生产和使用过程

中，必须严格控制甲醇的含水量。

## 5.2 热值降低及改进甲醇汽油的动力性

甲醇的热值为 1916MJ/kg，仅为汽油热值(4315MJ/kg)的 45%。因此，使用甲醇汽油后，发动机的油耗随甲醇掺入量的增加而增加。甲醇引入汽油之后，因其热值降低而动力性能下降，通常采用添置助燃剂的方法，改善其动力性。通常使用的助燃剂一般有金属有机化合物、有机过氧化物、一些硝基化合物等。例如，添加烷基过氧化物如二丁基过氧化物的改性剂，将过氧化物以 7~25%的比例与甲醇相混合制成混合物，再将此混合物与汽油以 1:1 的比例混合制得的甲醇汽油，具有良好的动力性、稳定性，冷启动的动力不低于单一的汽油；也可以添加一定比例的醚类化合物和少量的防腐剂、清洁剂调和而成的甲醇汽油，使用时不需改造发动机的部件，就具有很好的相溶性和冷启动性，且不污染环境。其它添加剂如二甲氧基甲烷可以提高甲醇汽油的贮存稳定性，甲醇在汽油中的含量。

## 5.3 腐蚀性改善

甲醇对发动机易造成腐蚀和磨损。主要部位是活塞环和汽缸壁。因为：① 甲醇本身及其燃烧中间游离基反应( $\text{CH}_3\text{OH} + \text{O}_2 = \text{HCOOH} + \text{H}_2\text{O}$ )，生成的氧化产物甲酸等对环带金属表面造成的腐蚀；② 由于甲醇蒸发潜热大，气化不良而流入汽缸壁，使得润滑油膜被冲刷而造成磨擦磨损；或与润滑油、添加剂反应，导致后者失去防腐蚀作用而加快了活塞和汽缸壁的腐蚀磨损。

对此一般采用添加腐蚀抑制剂的方法来抑制甲醇汽油的腐蚀性，添加剂多为含氮物质。(1) 由苯并三氮唑类、二聚亚油酸抗腐蚀剂及酚类抗氧剂经稀释调合而成甲醇汽油，可有效地抑制对多种金属的腐蚀；

(2) 由马来酸酐，伯胺和一含氮杂环化合物制得的腐蚀抑制剂，以每千桶燃油添加 2.27~22.7kg，即可达到良好的抑制腐蚀效果；(3) 由琥珀酸酐、脂肪酸、不饱和和羧酸及多氢聚烯烃反应制成的添加剂，添加量仅  $5 \times 10^{-4} \sim 1 \times 10^{-4}$ ，即可达到抑制腐蚀的目的。此外，添加助燃剂促进油料燃烧完全，也能起到降低甲醇汽油腐蚀的作用<sup>[31]</sup>。

## 5.4 对甲醇汽油冷启动和气阻问题的解决

甲醇的沸点比汽油要低，易于蒸发，在夏天或热带地区应用时易产生气阻，在春秋两季，由于温度较低，甲醇作内燃机燃料时基本不产生气阻问题。甲醇的汽化潜热较高、蒸气压较低。甲醇的汽化潜热为 1109kJ/kg，是汽油汽化潜热(310kJ/kg)的 3.17 倍。50%的馏出点甲醇高出汽油 20℃。在低温条件下，甲醇的气化性变差，因而冷启动性能差。表明纯甲醇的最低启动温度为 5℃，当环境温度低于 5℃时，甲醇汽油车就难以启动。甲醇本身的蒸气压比汽油要低约 32kPa，可是当它调入汽油时，调合油的饱和蒸气压呈正偏差而显著增加，其升高程度受甲醇含量的影响。特别是当汽油中含有 5%的甲醇时，其蒸气压比同温下汽油的蒸气压上升了 20kPa 左右，而当甲醇含量在 5~15%时则上升得很少。因而使用甲醇汽油时，需严格控制基础汽油的蒸气压，以便为调入甲醇预留出适当的蒸气压上升空间<sup>[32]</sup>。甲醇汽油在燃烧不完全的情况下，烃类物质裂解，氧化聚合而产生碳渣的沉积，使汽化室喷嘴阻塞，发生气阻。解决这一问题的办法是促进甲醇汽油充分燃烧，抑制高温下的氧化聚合，添加抗阻沉积剂可以抑制甲醇汽油的气阻发生。一种添加剂，其组分和含量(质量分数)是：有机胺 9~11%，脂肪酸 3~6%，醇类 8~12%，互溶剂 8~12%，稀土盐 8~12%，乳化剂 2~4%，烃类 42~62%，优点是除炭效率高，对金属无腐蚀现象，在汽油使用中稳定可靠。

## 5.5 对橡塑材料的溶胀性变强

汽油是不良溶剂，对橡塑材料无侵蚀作用；但甲醇是一种优良溶剂，因而甲醇汽油对汽车供油系统或油泵中的橡塑密封件都有溶胀作用。由于甲醇本身存在对塑料的溶胀性，故而甲醇汽油对汽车供油系统的溶胀作用不容忽视，特别是当甲醇含量达到 10%左右时。有关实验数据，如表 3 所示<sup>[21]</sup>。

Table 3. The effect of methanol gasoline on rubber volume/%

表 3 甲醇汽油对橡胶体积变化的作用/%

橡胶(塑料)	无铅汽油	10%甲醇	100%甲醇
氟烷橡胶	1	21	100
氟硅橡胶	18	22	9
聚硫橡胶	27	28	3
聚乙醚胶	22	45	11
聚氨脂橡胶	21	58	18
聚乙烯橡胶	61	66	1

表氯醇橡胶	33	77	31
丁腈橡胶	51	81	14
氯丁橡胶	96	81	-4
氯乙烯橡胶	84	87	-2

(20 d, 21°C 以膨胀百分率表示)

橡胶在甲醇汽油混合燃料中的抗溶胀性能，并不是甲醇和汽油作用简单的加合，而是它们的复合作用，只是甲醇和汽油二者哪一个起主要作用而已。所以，在进行橡胶材料的选择时要根据不同的配比综合考虑。氟橡胶在 M10 中有很好的抗溶胀性能，具有实用价值。因此解决这个问题的办法有两种：一是改用不被甲醇腐蚀的氟橡胶；二是在燃油中添加溶胀抑制剂，如羧酸或酰氯与芳胺反应制得的溶胀抑制剂，添加少量即能达到要求。从长远来看应以第二种方法为主。

### 5.6 甲醇燃料的毒性及安全性

甲醇具有毒性<sup>[32]</sup>是一种典型的神经毒物，经呼吸道、消化道和皮肤吸收侵入人体而影响视神经系统和血液系统，损害呼吸道粘膜和视力，甲醇中毒症状包括头痛、乏力、胸闷、恶心、呕吐、胃痛和视力模糊，严重的导致失明，必须严格遵守甲醇的相关操作规程以防止甲醇对操作人员造成伤害。但是如果把危害程度分为 10 个等级，1 为没有危害，2—3 为低水平危害，4—6 为中水平危害，7—8 为高水平危害，9—10 为极端危害，则可将甲醇危害性列为 2 级。

四川疾病预防控制中心在大量实验考察的基础上，评价了车用甲醇燃料毒性和对环境的影响问题。甲醇经口、呼吸道和皮肤均可使人中毒，生产环境主要经呼吸道和皮肤途径中毒。职业接触以防止甲醇蒸发、泄漏、控制空气中甲醇浓度低于 50mg/m<sup>3</sup>。甲醇在贮存、运输和汽车加注过程中有甲醇蒸发逸散，在正常无事故泄漏（大量排放）的情况下，对大气质量无明显影响甲醇可由绿色植物吸收或光化学反应氧化降解，不会对地表大气质量长期造成不良影响。从宏观考虑，甲醇汽车尾气排放甲醛对环境的潜在危害不容忽视，特别是在城市高流量汽车环境中，成千上万辆甲醇汽车同时持续排放尾气所排放的甲醛，可对交警、环卫工人、人行道人群、道路两边的商铺和居住的人群健康构成威胁。故应使尾气净化技术与甲醇燃料汽车推广同步进行。在控制甲醇汽油尾气排放方面科技工作者进行了大量工作。采取制备清洁燃料，改

善燃烧和对尾气进行催化净化的综合措施，从技术上已解决了车用甲醇汽油尾气排放的问题，可达到环保要求标准。我国山西省已经制成清洁的甲醇汽油并通过了国家鉴定，正进行着甲醇汽油的推广应用实验<sup>[6,17]</sup>。

甲醇的燃点高，能点燃爆炸的浓度比汽油大得多，且甲醇的十六烷值低，着火性差，甲醇着火后可用水扑灭，因此甲醇燃料安全性好，不易发生火灾等事故。由此来看作为燃料甲醇发生火灾的可能性比汽油小，且火灾后造成的危害也比汽油轻。低浓度时，甲醇的毒性要小于汽油。

## 6 结束语

甲醇汽油是一类清洁的新型燃料，污染物排放少，原料来源广泛，制备工艺娴熟，工艺路线多，符合我国资源特点，可以作为石油替代燃料缓解石油危机造成的能源短缺。由于甲醇汽油制备成本低，经济性好，具有非常广阔的发展前景。在低碳经济时代，开辟出甲醇汽油更广阔的发展天地，甲醇汽油必然会成为能源安全得以保障的主力军，在多元化能源结构中显现优势。

## References (参考文献)

- [1] XIONG Dao-ling, FU Xue-zheng, LI Jin-hui, Methanol fuel-the most development potential alternative energy[J], *Clean Coal Technology*, 2008, 14(3), P8-11 (Ch).  
熊道陵, 傅学政, 李金辉, 醇基燃料—21 世纪最具发展潜力的新能源[J], 洁净煤技术, 2008,14(3), 8-11.
- [2] ZHONG Hong-quan, WANG Ya-ming, ZHANG Song, The Technique Development and the Application Prospect of the Methanol-petrol[J], *Yunan Chemical Technology*, 2006, 33(5), P28-30, 35 (Ch).  
钟洪权, 王亚明, 张松, 甲醇汽油的技术进展及应用前景[J], 西部煤化工, 2006, 33(5), P28-30, 35.
- [3] Tang Qiongying, Ke Yousheng, Tu'ersunnayi, The Research Status of Methanol Fuel and Its Development Prospect[J], *Petroleum & Petrochemical Today*, 2008, 16(10), P23-25 (Ch).  
唐琼英, 柯友胜, 吐尔孙那依, 甲醇燃料的研究现状及发展前景[J], 当代石油化工, 2008, 16 (10), P23-25.
- [4] Qu Guohua, Prospect Analysis of Industrial Development of Coal-Based Methanol Fuel &Its Ethers Derivatives[J], *China Foreign Energy*, 2009, 14 (3), P21-27(Ch).  
瞿国华, 煤基甲醇燃料及其醚类衍生物的产业开发前景分析[J], 中外能源, 2009, 14 (3), P21-27.
- [5] Wang Jitao, The current situation and prospect of alternative fuel of vehicle [J], *Petroleum Products Application Research*, 2007, 25(4), P32-35(Ch).  
王继涛, 车用替代燃料发展现状及展望[J], 市场观察, 2007, 25(4), P32-35(Ch).
- [6] Zhang Yong, The appearance of national standard of methanol gasoline[J], *Fortune World*, 2009, 8, P86-88(Ch).  
章勇. 甲醇汽油国标:千呼万唤始出来[J], 中国科技财富, 2009, 8, P86-88.

- [7] Huang Kui, The development of Methanol fuel[J], *Anhui Chemical Industry*, 2008(S1), P26-28(Ch).  
黄葵, 甲醇燃料之发展[J], *安徽化工*, 2008 (S1), P26-28.
- [8] Li Hongsong, Cao Jianguo, Zhang Yong, Wu Gang, Research on Effects Of Methanol-Gasoline Blend Fuel with Different Methanol Volume Fractions on EFI Engine Performances[J], *Small Internal Combustion Engine and Motorcycle*, 2008, 37(4), P70-73(Ch).  
李红松, 曹建国, 张勇, 吴刚, 不同比例甲醇汽油混合燃料对电喷汽油机性能影响的研究[J], *小型内燃机与摩托车*, 2008, 37(4), P70-73.
- [9] Bian Yaozhang. Automobile new energy technology[M]. Beijing: People Traffic Press, 2003. 55-57.  
边耀璋. 汽车新能源技术[M]. 北京: 人民交通出版社, 2003. 55-57.
- [10] Xie Kechang, Li Zhong. Methanol and Derivatives[M]. Beijing: Chemical Industry Press, 2002. 10-34.  
谢克昌, 李忠. 甲醇及其衍生物[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002. 10-34.
- [11] Yao Chunde, Li Yunqiang, Alcoholic Fuel-the Future Alternative Fuel for Vehicles[J], *Diesel Engine*, 2004, (1), P5-9(Ch).  
姚春德, 李云强, 醇燃料-未来汽车的石油替代燃料[J], *柴油机*, 2004 (1), P5-9.
- [12] SUN Yu-jian, SUN Rui-yu, Current Situation of Methanol-gasoline and Its Development in China[J], *Chemical Industry*, 2007, 25(12), P15-19(Ch).  
孙玉建, 孙瑞玉, 我国甲醇汽油的现状和发展趋势[J], *化学工业*, 2007, 25(12), P15-19.
- [13] Hou Zhihui, The application of Methanol fuel in China[J], *Sichuan Chemical Industry*, 2005, 8(5), P25-26(Ch).  
侯治会. 甲醇燃料在我国的应用[J], *四川化工*, 2005, 8(5), P25-26.
- [14] Xu Hui, The analysis and application of methanol gasoline[J], *Petrochemical Industry Application*, 2007, 26(1), P10-11(Ch).  
徐辉, 有关甲醇汽油的特性分析和应用[J], *石油化工应用*, 2007, 26 (1), P10-11.
- [15] Qian Xinrong, The methanol car and methanol fuel[J], *Shanxi Energy and Conservation*, 2007, (4), P13-14(Ch).  
钱新荣, 甲醇汽车与甲醇燃料[J], *山西能源与节能*, 2007, (4), P13-14.
- [16] Wang Yunzhi, The physical and chemical properties of methanol gasoline[J], *Science & Technology Information*, 2007, (32), 373(Ch).  
王芸志, 甲醇汽油的理化性能[J], *科技信息*, 2007, 32, P373.
- [17] Wang Xinyuan, The implementation of new methanol gasoline standard in Shanxi[J], *Popular Standardization*, 2008, (01), P27(Ch).  
王新源, 山西开始实施甲醇燃料新标准[J], *大众标准化*, 2008, (01), P27.
- [18] GB/T23510-2009. Vehicle methanol fuel(S).  
GB/T23510-2009. 车用燃料甲醇(S).
- [19] GB/T23799-2009. Vehicle methanol gasoline(M85)(S).  
GB/T23799-2009. 车用甲醇汽油 (M85)(S)
- [20] Chen Shaozhou, Xu Peiruo. Oil Chemistry[M]. Shanghai: Chemical Institute of East china Press, 1993.35-38.  
陈绍洲, 徐佩若. 石油化学[M]. 上海: 华东化工学院出版社, 1993. 35-38.
- [21] YU Shu-feng, Methanol Fuel—Market Development and Future Application in China[J], *Chemical Industry*, 2009, 27(3), P74-76(Ch).  
于树峰, 我国车用甲醇燃料的市场开发与应用前景[J], *化学工业*, 2009, 27(3), P74-76.
- [22] Li Hongsong, Li Zhaohui, Wu Gang, Study on the Emission Characteristic of Methanol-Gasoline Blend Fuel on EFI Engine[J], *Small Internal Combustion Engine and Motorcycle*, 2008, 37(5), P54-57(Ch).  
李红松, 李朝晖, 吴刚, 甲醇汽油混合燃料电喷汽油机的排放特性的研究[J], *小型内燃机与摩托车*, 2008, 37(5), P54-57.
- [23] Liu Jun, The analysis of economy and social of alternation of gasoline by methanol and ethanol[J], *Science & Technology Information*, 2009, (04), P359-360(Ch).  
刘筠, 甲醇及乙醇替代汽油的经济效益和社会效益分析[J], *科技信息*, 2009, (04), P359-360.
- [24] Zhang Xiaoxia, The current production situation of methanol and the application prospect of methanol gasoline[J], *Petrochemical Industry Application*, 2006, 25(4), P21-23(Ch).  
张晓霞, 浅析我国甲醇生产现状及甲醇汽油应用前景[J], *石油化工应用*, 2006, 25(4), P21-23.
- [25] Xi Qiang, Li Chunchang, Xu Fuliang, Kuang Shenglu, Study on Phase Stability of Methanol-gasoline System[J], *Chemical Industry Times*, 2007, 21(8), P10-12(Ch).  
奚强, 李传厂, 徐福亮, 邢生鲁, 甲醇汽油相稳定剂的研究[J]. *化工时刊*, 2007, 21 (8), P10-12.
- [26] ZHOU Rui, HUANG Feng-lin, NI Bing-hua, Stability Study of Methanol-gasoline Blend[J], *Journal of Xi'an University of Arts And Science(Natural Science Edition)*, 2008, 11(1), P64-67(Ch).  
周瑞, 黄凤林, 倪炳华, 甲醇汽油的稳定性能研究[J], *西安文理学院学报(自然科学版)* [J], 2008, 11(1), P64-67.
- [27] Guo Baogui, Chu Hongchun, Liu Haoming, et al. A kind of methanol gasoline additive[P]. Chinese Patent: CN101270308A, 2008-9-24.  
郭宝贵, 褚宏春, 刘昊明等. 一种甲醇汽油添加剂[P]. 中国专利: CN101270308A, 2008-9-24.
- [28] An Dong. The preparation method of methanol gasoline additive and methanol gasoline[P]. Chinese Patent: CN101519610A, 2008-9-22.  
安东. 甲醇汽油添加剂及其制备方法以及甲醇汽油[P]. 中国专利: CN101519610A, 2008-9-22.
- [29] Li Jingnan. A kind of denatured methanol of methanol gasoline[P]. Chinese Patent: CN101497841A, 2009-8-5.  
李京楠. 一种甲醇汽油变性甲醇 [P]. 中国专利: CN101497841A, 2009-8-5.
- [30] WU Yao-qu, GUO Si-hu, A Study on the Corrosion Inhibitors for Methanol-based Gasoline[J], *Internal Combustion Engines*, 2008, (2), P52-54(Ch).  
吴耀曲, 郭四虎, 甲醇汽油金属腐蚀抑制剂的应用研究[J], *内燃机*, 2008, (2), P52-54.
- [31] XU Shi-hai, LIU Xiao, QIN Min, Study on The Evaporation Property and Gas Block Tendency of Methanol-gasoline[J], *Vehicle Engine*, 2008, 175(3), P90-92(Ch).  
许世海, 刘晓, 秦敏, 甲醇汽油的蒸发性与气阻倾向研究[J], *车用发动机*, 2008, 175(3), P90-92.
- [32] Han Fei, Liu Changpeng, Xing Wei, Lu Tianhong, Research Progress on Direct Methanol Fuel Cells[J], *Chinese Journal of Applied Chemistry*, 2004, 21(9), P78-79(Ch).  
韩飞, 刘长鹏, 邢巍, 陆天虹, 直接甲醇燃料电池的研究进展[J], *应用化学*, 2004, 21(9), P78-79.