

# 甲醇汽车的发展应用现状及前景分析

仲崇智<sup>1,2</sup>, 张泰钰<sup>1,2</sup>, 沈 姝<sup>1,2</sup>, 李菁元<sup>1,2</sup>, 耿培林<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>中国汽车技术研究中心有限公司, 天津

<sup>2</sup>中汽研汽车检验中心(天津)有限公司, 天津

收稿日期: 2022年7月12日; 录用日期: 2022年8月11日; 发布日期: 2022年8月18日

---

## 摘 要

经研究对比发现, 甲醇汽车与传统燃油汽车的常规污染物排放水平相当。但是若使用“液态阳光”绿色甲醇这种新技术, 则为实现双碳目标开辟了新路径, 对于能源安全和汽车产业碳中和目标达成存在正向意义。

## 关键词

甲醇, 排放水平, 清洁燃料

---

# Analysis of the Current Situation and Prospects of the Development and Application of Methanol Vehicles

Chongzhi Zhong<sup>1,2</sup>, Taiyu Zhang<sup>1,2</sup>, Shu Shen<sup>1,2</sup>, Jingyuan Li<sup>1,2</sup>, Peilin Geng<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>China Automotive Technology and Research Center Co., Ltd., Tianjin

<sup>2</sup>CATARC Automotive Test Center (Tianjin) Co., Ltd., Tianjin

Received: Jul. 12<sup>th</sup>, 2022; accepted: Aug. 11<sup>th</sup>, 2022; published: Aug. 18<sup>th</sup>, 2022

---

## Abstract

It is found that the conventional pollutant emission levels of methanol vehicles and traditional fuel vehicles are comparable. However, if the new technology of “liquid sunshine” green methanol is used, it opens up a new path to achieve the double carbon target, which has positive significance for energy security and the achievement of carbon neutrality in the automotive industry.

## Keywords

Methanol, Emission Levels, Clean Fuels

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

2019年,我国原油进口量50,572万吨,增长9.5%,石油对外依存度达70.8% [1],同时,根据生态环境部统计,2019年,全国机动车保有量达到3.48亿辆,全国机动车四项污染物排放总量为1603.8万吨,其中,一氧化碳(CO)、碳氢化合物(HC)、氮氧化物(NO<sub>x</sub>)、颗粒物(PM)排放量分别为771.6万吨、189.2万吨、635.6万吨、7.4万吨,汽车是污染物排放总量的主要贡献者,其排放的CO、HC、NO<sub>x</sub>和PM超过90% [2]。

能源供应和环境保护问题凸显,无论是从保障能源安全的角度出发,还是站在环境保护的角度考虑,寻找合适的车用替代燃料已是迫在眉睫[3],甲醇因其生产资源广泛、技术成熟及燃烧清洁等优势而成为具有广泛应用前景的替代燃料。本文初步分析了甲醇汽车发展应用现状和前景,为后续的政策导入提供支撑。

## 2. 国内外甲醇汽车政策标准

### 2.1. 国外甲醇汽车法规调研

美国、日本等国家甲醇汽车产业的发展相继得到了国家战略及政策层面的支持,因此,在试点示范、推广应用方面所受到的阻力较小。为了鼓励发展替代燃料,改善大气环境,美国国会在5年间通过了3个立法法案:1988年,里根总统签署了《替代车用燃料法案》;1990年,老布什总统签署了《清洁空气法修正案》;1992年签署了《能源政策法案》[4]。其主要内容是:对生产清洁替代燃料汽车和使用替代燃料给予减免税收的优惠政策;要求各城市实施净化城市环境项目;政府部门带头使用甲醇汽车。这些法案都从政策和经费上促进了甲醇燃料的发展[5]。但最终,由于美国能源政策的调整,甲醇燃料戛然而止,并进一步导致甲醇汽车生产商放弃甲醇燃料汽车计划[6]。

日本1973年发布《日本通产省关于“家传汽车及燃料”研究计划》;1984年成立“汽车用甲醇燃料特别委员会”;1980年至1994年开展甲醇燃料及汽车试验运行计划[6]。除了美国和日本外,其他国家对于甲醇汽车及燃料的研究、开发及应用并未明确上升为国家战略,只是作为汽车产业发展和可替代燃料的方向[6]。

### 2.2. 我国甲醇汽车及燃料国家政策法规

2004年国家发改委发布《汽车产业发展政策》、《国家重大产业技术开发专项》两项政策,明确指出国家在产业发展层面支持甲醇汽车发展,甲醇燃料也列为重要技术专项,确定甲醇汽车及燃料的发展定位。2009年国家标准化委员会发布《车用燃料甲醇》、《车用甲醇汽油(M85)》两项标准明确了相关生产要求,但对于全面推进甲醇燃料生产应用,目前甲醇燃料的国家标准仍然不健全,如具有强烈市场呼声的甲醇M15、M100国家燃料标准长期酝酿但难以出台。这两项标准如果不加快推出,将很难实现

我国“两高一低”(高比例甲醇燃料 M85 和 M100, 低比例甲醇燃料 M15)的甲醇汽车产业发展战略。尽管涉及“两高一低”的地方标准早已出台,但差异化的地方标准将不利于甲醇燃料的跨区域生产和流动,也进一步限制了甲醇汽车的跨区域推广应用。2013 年,国务院发布《关于加强内燃机工业节能减排的意见》,该意见强调重点加快内燃机替代燃料多样化发展,其中甲醇燃料及发动机被列为重要的替代燃料之一。

2015 年工信部印发《车用甲醇燃料加注站建设规范》、《车用甲醇燃料作业安全规范》,进一步规范甲醇燃料加注站的标准化运营。

2020 年生态环境部印发《甲醇燃料汽车非常规污染物排放测量方法》,规定甲醇燃料的轻型汽车、重型发动机和汽车(含柴油/甲醇双燃料发动机和汽车)尾气中甲醛和甲醇的测量方法,并且甲醇燃料汽车参照 GB 18352.6-2016 标准执行相关的型式认证。

相比电动车,甲醇汽车及燃料依然没有得到国家的重点关注,国家政策资金和政策效应难以普惠到甲醇汽车产业,这相比国外甲醇汽车试点示范期间的资金政策支持仍有一定的差距。从地方政策来看,山西省、陕西省示范规模较大,省政府在财税政策、资金补贴、牌照发放、燃料加注、土地出让、政府优先采购等方面都给予了大力支持,同时山西省还在媒体宣传和公众引导、建立甲醇燃料价格机制、注重基础设施建设和使用便利性等方面[7]加大投入。

### 3. 国内外甲醇汽车发展应用现状及前景

#### 3.1. 国外甲醇汽车发展应用现状

20 世纪 70 年代,第二次石油危机的爆发促使美国、德国、瑞典和日本等国家出于能源安全的考虑纷纷开展以甲醇为车用替代燃料的研究开发工作。1976 年,第一次国际醇燃料会议在瑞典召开,会议旨在推动醇燃料(主要为甲醇和乙醇)的发展[5]。虽然 20 世纪 80 年代的石油价格出现回落,但是对大气环境保护的重视致使许多国家依然发展甲醇作为汽车的清洁代用燃料。自 1980 年起,瑞典就开始大规模引入 M15 甲醇替代燃料,并计划在十年内将甲醇替代量提升至汽油和柴油消费总量的十分之一。美国加州能源委员会在 1978 年至 1998 年间开展的加州甲醇汽车示范项目是世界上最大的甲醇汽车示范项目。该项目自 20 世纪 70 年代末起对甲醇汽车进行示范运行。到 80 年代由于加注站较少而造成的甲醇燃料加注不便的问题,美国又开始推广灵活燃料汽车(FFV)。

到 90 年代后期,国外甲醇燃料汽车的应用逐步走向衰退。一方面甲醇的成本优势因石油价格的大幅回落而减弱,且埃索、美孚等几大石油公司与美国政府签订的 10 年合作协议到期后,原来的甲醇加注站大部分都转回加注汽油。另一方面,巴西、美国等农业大国转向发展零碳排放的生物质乙醇燃料,致使甲醇燃料市场快速被生物质乙醇所取代。目前,欧洲对甲醇在车用汽油中的添加量限制在 3%以内,而早在 1993 年,欧洲共同体已要求汽油掺混燃料中含 5%的乙醇[5]。目前国外甲醇燃料汽车的发展仍然处于初期阶段,但迫于环境的压力以及各国对温室效应的高度重视,使应用甲醇作为替代燃料又重新受到关注。冰岛碳循环国际公司利用可再生能源与二氧化碳合成甲醇,且其于 2016 年与吉利汽车集团达成合作,对吉利甲醇汽车在冰岛路面上进行测试运行。近年来美国兴起的“页岩气革命”,把甲醇作为页岩气储存的载体又被人重新认识。

#### 3.2. 国内甲醇燃料汽车发展现状及前景

吉利汽车集团于 2005 年开始研发甲醇燃料汽车,已成为我国唯一获得国家甲醇汽车产品公告的企业。吉利在贵阳、山西、陕西、甘肃和上海等试点区域投放的逾千辆吉利甲醇轿车已完成示范运营,单车最大行驶里程超过 30 万公里,在安全性、经济性、环保性和可靠性等方面各项指标均满足国家标准要求。

目前吉利也在谋划私家车领域的投放, 预计在西安试先开始私家车投放。据了解, 长城汽车也正在谋划甲醇汽车的技术发展。

2012年, 我国工业和信息化部印发《关于开展甲醇汽车试点工作的通知(工业和信息化部节[2012]42号)》, 正式启动了在山西、陕西、贵州、甘肃和上海开展的甲醇汽车试点工作。

在重型车方面, 搭载柴油/甲醇组合燃烧发动机的5辆陕汽商用车也参加了工信部于2012年开展的甲醇车试点工作, 并在陕西榆林地区进行了长达2年多的运行。从2006年在中国山西完成第1辆柴油/甲醇双燃料改装车开始, 现在柴油/甲醇组合燃烧技术已经在全国14个省市的超过100辆重型车上得到应用。用户的反馈数据表明, 应用柴油/甲醇组合燃烧技术的重型柴油车能够实现平均30%以上的甲醇替代率, 替代等体积柴油的甲醇量比理论值低30%以上, 每年能为用户节省15%以上的燃油成本。此外, 应用该技术无需尿素辅助可以满足国V排放法规的要求, 不仅可减少逾50%的碳烟和77%的NO<sub>x</sub>排放, 而且免除了对尿素的需求。这大大提高了用户使用该技术的主动性和积极性, 使用户主动参与到节能减排的行动中来。柴油/甲醇组合燃烧技术的大规模推广应用对减少我国石油对外依存度以及降低重型柴油车排放具有积极的作用。

#### 4. 甲醇汽车排放水平研究

与汽油、柴油相比, 甲醇燃烧放热呈现出先慢后快的规律。这是由于甲醇的汽化潜热大(见下表1), 雾化蒸发时将降低发动机缸内温度, 使着火滞燃期延长, 而其后甲醇的火焰传播速度快, 放热率和压力升高率高, 速燃期较短。当发动机运行在高转速、大负荷、高涡流比的工况时, 由于缸内气流扰动强, 缸内温度高, 甲醇燃料能迅速雾化蒸发, 使滞燃期相对缩短, 而甲醇在速燃期燃烧速率快, 能提高燃烧效率, 减小传热损失。而当发动机运行在低转速、小负荷、低涡流比的工况时则正好相反, 甲醇汽化潜热大的影响起主导作用。

**Table 1.** Physical parameters of methanol, gasoline and diesel

**表 1.** 甲醇与汽油、柴油的物性参数表格

物化参数	甲醇	汽油	柴油
分子式	CH <sub>3</sub> OH	C4~C14	C16~C23
密度(20℃)/(kg/L)	0.791	0.72~0.78	0.82~0.86
汽化潜热/(kJ/kg)	1167	310	270
低热值/(MJ/kg)	19.93	42.5	43.03
理论空燃比	6	14.8	14.6
着火温度/℃	463	350~468	270~350
辛烷值	114	89~98	-

大部分研究工作显示, 相比于传统汽、柴油, 通过掺混甲醇燃料或者直接使用高比例甲醇燃料能够有效降低CO和THC的排放, 由于使用发动机不同, 测试条件、工况存在差异, 相关污染物排放量降低程度也不同。甲醇燃料发动机的碳烟排放相较于柴油机会有所减少。原因是: 首先, 甲醇自身含氧且没有碳键, 燃烧不易生成碳烟; 其次, 甲醇的高汽化潜热降低了缸内温度, 从而延长了燃烧滞燃期, 且甲醇对柴油的替代减少了柴油的量, 导致参与扩散燃烧的柴油量减少; 此外, 甲醇中的氧原子增加了燃烧过程中的氧浓度, 故PM排放会随着甲醇替代率的增加而逐渐降低。综合这些年来相关机构的研究

数据和结论，可以认为通过使用甲醇燃料代替传统汽、柴油，可以降低汽车行驶的常规排放，使燃料更加清洁。

**Table 2.** Endurance test results of methanol vehicles meeting CN V emission standards  
**表 2.** 满足国 V 排放标准甲醇汽车耐久性试验结果

里程数 (万公里)	HC (g/km)	CO (g/km)	NOx (g/km)	NMHC (g/km)	甲醛 (mg/km)
0	0.037	0.352	0.036	0.034	0.364
1	0.05	0.064	0.008	0.046	-
2	0.036	0.51	0.012	0.034	-
3	0.034	0.433	0.029	0.031	-
4	0.062	0.484	0.019	0.059	-
5	0.046	0.591	0.015	0.043	-
6	0.061	0.636	0.032	0.057	-
7	0.039	0.303	0.035	0.037	-
8	0.046	0.288	0.031	0.043	0.761
9	0.054	0.396	0.015	0.051	-
10	0.035	0.261	0.02	0.032	-
11	0.026	0.391	0.01	0.024	-
12	0.059	0.742	0.016	0.056	-
13	0.043	0.77	0.011	0.039	-
14	0.041	0.732	0.03	0.037	-
15	0.045	0.56	0.034	0.042	-
16	0.049	0.489	0.024	0.046	2.19

表 2 是一台满足国五排放标准的甲醇汽车耐久性试验结果，结果显示，在车辆的全寿命周期内，各常规气态污染物排放都能够满足国 V 排放标准的要求。

单从甲醇燃料上来看，甲醇燃料本身不具有低碳减排的功能，但是如果甲醇的制造是通过太阳能或者风电来生产，就是目前比较流行的说法，“液态阳光甲醇”，那就可以实现低碳减排。

液态阳光甲醇生产的基本原理是先通过太阳能等可再生能源分解水制绿氢(光解水和电解水制绿氢)，然后利用绿氢转化二氧化碳为甲醇，此技术原理上道法自然光合作用过程，基础研究已经取得突破，我国已经成功实现千吨级规模工业化示范工程，不仅具有全部知识产权，而且工业化技术全部国产化[8]。甲醇是优良的绿色燃料，可代替汽油，甲醇又是性能优异的储氢材料，可作为氢能的载体，缓减氢能的制储运的安全和成本问题[8]。

## 5. 结论

本文经对国内外甲醇汽车的调研研究，得出如下结论：

- 1) 排放方面：甲醇汽车与传统燃油汽车的常规污染物排放水平相当。

随着甲醇汽车发动机标定和排放后处理技术的不断积累和进步,甲醇汽车的排放控制水平不断提高。针对试点期间国 V 实车耐久性排放试验结果表明,在车辆的全寿命周期内,各常规气态污染物排放都能够满足国 V 排放标准的要求。

2) 节能方面:甲醇汽车与燃油汽车的能耗水平相当。但是单纯从甲醇燃料的来源进行分析,如果甲醇的制造是通过太阳能或者风电来生产绿氢,之后二氧化碳加绿氢合成即“液态阳光”的绿色甲醇,这种新技术的大规模应用为实现双碳目标开辟新路径。

3) 能源安全方面:从全生命周期碳排放、能源转化效率、储存安全性、运输便携性、环境友好性、资源丰富性等多维度综合评价,鼓励能源多种形式创新和多元化发展,绿色甲醇对于能源安全和汽车产业碳中和目标达成存在正向意义。

## 参考文献

- [1] 王志刚,蒋庆哲,等.中国油气产业发展分析与展望报告蓝皮书(2019-2020)[M].北京:中国石化出版社,2020.
- [2] 生态环境部.中国移动源环境管理年报[R].2020.
- [3] 韩笑雪,葛蕴珊,王欣.纯甲醇汽车的甲醇排放特性研究[J].车辆与动力技术,2016(4):50-53.
- [4] Gregory, A.D. (n.d.) Methanol Transportation Fuels: A Look Back and a Look Forward.  
<https://cleanenergysolutions.org/fr/resources/methanol-transportation-fuels-look-back-look-forward>
- [5] 沈燕华.国外甲醇汽油的发展与启示[J].中外能源,2010,15(12):23-28.
- [6] 张新民.能源环境约束下的中国甲醇汽车产业化可行性及前景[D]:[博士学位论文].北京:中国地质大学(北京),2017.
- [7] 石磊,王白侠,陶志军.山西省甲醇汽车推广应用与产业发展政策研究[J].汽车与配件,2019(13):78-79.
- [8] 李灿.发挥液态阳光甲醇技术优势,不断优化能源结构[EB/OL].  
[https://finance.sina.com.cn/jjxw/2022-03-29/doc-imcwipii1108518.shtml?finpagefr=p\\_115](https://finance.sina.com.cn/jjxw/2022-03-29/doc-imcwipii1108518.shtml?finpagefr=p_115),2022-03-29.