

# “双碳”背景下汽车尾气治理方法探讨

杨洋

南充职业技术学院，四川南充，637131；

**摘要：**目前，我国的机动车保有量依然很高。2023 年，全国机动车的四项污染物排放总量仍有 1389.6 万吨，燃油车是污染物排放总量的主要贡献者。为了实现“双碳”目标，降低汽车尾气污染，可以进行两方面的汽车尾气治理，一是进一步发展发动机净化技术，二是大力开发新型清洁能源汽车。

**关键词：**“双碳”；汽车尾气治理；发动机净化技术；新型清洁能源汽车

**DOI：**10.69979/3029-2700.25.11.034

## 引言

目前，我国的机动车数量呈持续增长态势<sup>[1]</sup>。生态环境部发布的《中国移动源环境管理年报（2024）》<sup>[2]</sup>公布了 2023 年全国移动源环境管理情况。《中国移动源环境管理年报》显示，我国已连续 15 年成为世界机动车产销第一大国。2023 年，全国机动车保有量达到 4.35 亿辆，同比增长 5.3%，较往年增长缓慢，究其原因因为新能源汽车保有量持续上涨，已经达到 2041.0 万辆。2023 年，全国机动车四项污染物排放总量核算为 1389.6 万吨，其中一氧化碳（CO）724.9 万吨、碳氢化合物（HC）187.2 万吨、氮氧化物（NO<sub>x</sub>）473.1 万吨、颗粒物（PM）4.4 万吨。燃油车仍然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 占 90% 及以上<sup>[2]</sup>。因此，为了有效降低大气污染，推进降碳、减污、扩绿、增长，推动“双碳”工作取得进展和积极成效，必须采取有效措施，减少或消除汽车尾气的排放量。

严重的分散性和流动性是汽车运行的特点，因而汽车尾气净化处理方法也受到了一定的限制。可以从两方面入手，一是进一步发展发动机净化技术，二是大力开发新型清洁能源汽车。

## 1 发展发动机净化技术

### 1.1 改善汽车发动机燃料

#### 1.1.1 升级燃油油品质量，选用环境友好型燃油添加剂

为了弥补燃油自身存在的质量问题和机动车机械制造极限存在的不足，车用燃料中会添加燃油添加剂。燃料添加剂的加入能使燃油更完善和更完全的燃烧，同时达到清除发动机内积碳、节省燃油、增强动力、降低排放等功效。

##### （1）抗爆剂

抗爆剂，作为提高汽油的抗爆性能的添加剂，是提

高车用汽油辛烷值的重要手段。抗爆剂在提高汽车动力性、降低油耗的同时，也能减少汽车尾气污染物的排放。可用甲基叔丁基醚（MTBE）、乙基叔丁基醚（ETBE）<sup>[3]</sup>等醚类作渗合抗爆剂的无铅汽油代替有铅汽油。它们不仅不含铅，而且汽车尾气排出的 CO、NO<sub>x</sub>、HC 均会减少。另外，低碳醇类乙醇，由于具有高辛烷值、无毒、燃烧清洁、完全可由生物发酵获得、制取容易、对环境友好的特点，在一些国家（如美国）也成为理想的汽油抗爆剂<sup>[4]</sup>。

##### （2）含氧添加剂

含氧添加剂，能清洁发动机积碳，提高燃油的辛烷值，增强汽车的动力性能，还可以改

善燃油烟度、降低排放。醇醚燃料作为含氧添加剂，可使油品中不可燃的化合物充分燃烧，从而达到消除黑烟，降低排放的功效。醇醚燃料可与传统的燃油掺混燃烧，达到提升发动机动力和燃油经济性以及降低汽车尾气污染的目的。

甲醇、乙醇及二甲醚是目前内燃机上应用的主要醇醚类燃料。此外，如丁醇<sup>[5]</sup>，2,5-二甲基呋喃<sup>[6]</sup>等新型醇醚燃料在国内外也受到关注<sup>[4]</sup>。

#### 1.1.2 添加润滑油添加剂

润滑油添加剂在节约了燃油的同时，因为能使燃油的燃烧更加充分，所以有效的减少了因润滑油燃烧生成 CO 和 HC 化合物等导致的尾气排放。另外，优质润滑油添加剂不含任何潜在性有害的硬质颗粒，使用过程中不会阻塞机油滤清器，不会给车、人、环境造成二次污染。因此，可向机油箱中添加一定比例的石墨、二硫化钼、聚四氟乙烯粉末等固体添加剂，以减轻机油燃烧对大气环境的污染。

### 1.2 发展发动机机内净化新技术

由工作原理可知，内燃机的有害排放和温室气体 C

O<sub>2</sub> 排放, 都是燃烧的副产物, 降低油耗直接意味着其排放的减少。因此, 不断改善发动机性能, 提高内燃机的热效率, 是降低汽车排放最直接有效的途径。

内燃机热效率低的原因是燃料燃烧的大部分能量, 在发动机工作过程中会通过各种途径损失掉, 主要有泵气损失、传热损失、排气损失、机械摩擦损失以及附件功耗等其他损失<sup>[7]</sup>。

目前, 新一代的先进燃烧技术层出不穷, 使发动机取得了高热效率、超低排放的巨大进步。现有的先进燃烧技术有: 汽油 IV 压燃着火燃烧 (GCI)、双燃料的反应活性控制着火燃烧 (RCCI)、汽油/柴油双燃料高预混合低温燃烧 (HPCC)、均质充量压燃 (HCCI) 着火燃烧、适度和较高分层的压燃燃烧过程 (GDCI) 等, 这些技术均大幅提高了内燃机的热效率<sup>[8]</sup>。同时, 增压小型化, 作为汽车发动机发展的一个主流技术, 能有效地降低油耗和废气排放。而且, 内燃机智能化的快速发展, 也有效地提高了内燃机的热效率, 改善了燃油经济性和污染物排放。另外, 为了进一步提高内燃机的热效率, 改善油耗和排放性能, 除了上述主要的技术外, 还包括智能停缸技术、工质移缸技术、缸内喷水技术和提高汽油机的辛烷值等多项技术<sup>[8]</sup>。

总之, 从技术角度来看, 发动机在 CO<sub>2</sub> 排放和污染物控制方面, 开发潜力仍然较大。加快发展、利用新技术, 对于提高内燃机能量利用率、降低排放具有重要意义。

### 1.3 优化发动机机外净化技术

汽车尾气控制包括两种方式, 机内净化和机外净化。机内净化是依据发动机工作原理, 通过改善燃料燃烧过程, 优化发动机内部结构, 以减少尾气的排放。而机外净化是指, 燃料燃烧产生的废气未被排入大气之前, 采用外净化反应装置, 将一些有害废气转化为无害气体, 降低尾气污染的措施。虽机内净化是治理汽车尾气污染的根本, 但仅靠机内净化装置难以达到排气标准, 还需利用机外净化措施强制净化排气, 因此机外净化技术必不可少。汽车机外净化技术分为两类: 排气后处理净化技术和非排气污染物净化技术。

所谓后处理净化, 是对已经排出发动机燃烧室而尚未排到大气中去的废气, 在排气系统中作进一步净化处理。后处理净化技术主要包括三效催化技术 (TWC)、吸附滤清技术 (DPF) 以及氮氧化物选择性还原技术 (SCR) 等<sup>[9]</sup>。

非排气污染物是指由排气管以外的其他途径排放到大气中的有害污染物, 主要指曲轴箱窜气和燃油蒸发

所产生的 HC 排放。其控制技术主要包括, 曲轴箱密闭以及燃油蒸气的储存和吸附。目前, 防止曲轴箱内废气溢出的最有效的办法是闭式曲轴箱通风装置 (PCV 装置)。PCV 装置有一般式、单向阀式、油气分离式和综合式四种, 虽然综合式油气分离器在现代发动机上得到了广泛应用, 但随着排放法规要求越来越高, 研究、发展和优化离心式油气分离器是 PCV 装置发展的必然趋势<sup>[10]</sup>。为了减少汽车排放, 现在的汽车都装备了燃油蒸发排放控制 (EVAP) 系统。该系统可通过提高活性炭罐的处理能力, 减少燃油蒸发排放造成的 HC 污染。

## 2 发展清洁能源汽车

清洁能源汽车是以清洁能源, 取代传统一次能源燃料的环保低碳型汽车的统称, 其特征在于能耗低、污染物排放少、环境友好, 是汽车实现绿色可持续发展的重要载体和抓手。清洁能源汽车具体包括, 清洁替代燃料汽车和新能源汽车。

### 2.1 替代燃料汽车

替代燃料是缓解能源危机及机动车排气污染, 改善大气污染的重要措施之一。汽车用替代燃料种类多样, 包括可燃气体燃料、生物质燃料和氢燃料。

#### 2.1.1 可燃气体燃料汽车

烃类气体燃料 (尤其天然气燃料) 由于具有燃烧清洁、辛烷值高、资源丰富及价格便宜等优点而获得了广泛关注<sup>[11]</sup>。目前正在应用或研究的烃类气体燃料包括天然气, 液化石油气, 煤层气以及沼气和<sup>[12]</sup>。

#### 2.1.2 生物质燃料汽车

生物质能的主要来源是植物, 其中氮元素和硫元素几乎不存在, 在其利用过程中 SO<sub>x</sub>、

NO<sub>x</sub> 的排放量极少, 同时它还具有 CO<sub>2</sub> 零排放的特性, 因此生物质能在降低排放方面表现优异<sup>[13]</sup>。作为一种新兴绿色可再生能源, 因经济环保, 生物质能已经被广泛应用到诸多领域<sup>[14]</sup>。我国生物质液体燃料主要包括生物质乙醇、生物柴油、生物质热解油等。目前, 乙醇汽油和生物柴油得到了快速发展, 应用广泛。

#### 2.1.3 氢燃料汽车

氢气作为能源, 具有可再生、无污染、无碳排放和可循环利用等特点, 被认为将会成为

21 世纪最理想的能源, 同时也是较为理想的内燃机替代燃料<sup>[15]</sup>。氢能可通过两种形式作为汽车动力能源, 即氢内燃机和氢燃料电池。其中, 氢内燃机就是以氢气为燃料的新型发动机, 依据燃料不同, 分为纯氢燃料发动机和混氢燃料发动机。氢内燃机只需对现有汽油机适

当改装,即可直接燃用氢气<sup>[16]</sup>,驱动汽车行驶。因氢气只含H元素,其燃烧最清洁,不会产生CO、CO<sub>2</sub>、HC、铅化物、粉尘颗粒和硫化物等对环境有害的污染物质。氢燃烧产物主要是水和少量氮化氢,但少量的氮化氢经过适当处理不会污染环境,且生成的水还可继续循环使用。不过,由于存在安全系数不太高以及因占用体积大导致运输不便等问题,氢燃料在汽车上的研究和应用,主要集中在氢燃料电池。

## 2.2 新能源汽车

现阶段,新能源汽车是指采用新型动力系统,完全或者主要依靠新型能源驱动的汽车。新能源汽车包括混合动力电动汽车(HEV)、纯电动汽车(BEV,包括太阳能汽车)和燃料电池电动汽车(FCEV)等,因其耗能低、零排放,清洁环保无污染,可有效解决汽车尾气污染问题。

HEV采用油电混合动力,可使发动机在油耗低、污染少的最佳效率区域运行。而且在繁华市区,可由电池单独驱动,实现汽车低速状态的“零”排放。同时,可实现制动能量回收,进一步降低汽车的能量消耗和排放污染。HEV是燃油汽车向纯电动汽车发展过程中的一种完美的过渡车型。

BEV是指以车载电源为动力,使用电动机驱动的汽车,其本身不存在尾气排放,也就没有尾气污染。由于具有节能、环保等显著优点,BEV未来前景十分光明。

FCEV是以燃料电池(氢气、甲醇等为燃料)作为电源,依靠电机驱动的汽车。燃料电池的电是通过氢气(或甲醇)和氧气的化学作用产生,反应过程中不会产生有害、有毒产物,因此FCEV是无污染汽车,可达到零排放或近似零排放。FCEV是环保性能最好的汽车,有研究表明,燃料电池汽车将占据未来汽车市场的主导,直接取代现有的混合动力车和燃油车<sup>[17]</sup>。

能源危机和环境污染,使发展新能源汽车成为全球共识。从长期来看,新能源汽车的主要发展方向将是纯电动车、燃料电池电动汽车;而短期内,混动汽车将是重要的过渡车型。

## 3 结论

本文总结了目前汽车尾气处理的相关技术、研究现状和发展趋势,并结合国情阐述了各种技术在我国的应用、存在的问题和发展方向。通过研究发现,发动机净化技术仍是目前及今后一段时间,我国尾气处理的主要方法。但能源危机日益凸显,大气污染防治迫在眉睫,

发展清洁能源汽车会成为我国汽车行业实现可持续、绿色发展的保障。

## 参考文献

- [1] 林晓青,王赞. 机动车尾气检测与治理措施研究[J]. 科技创新与应用,2015,18:77.
- [2] <https://www.mee.gov.cn/hjzl/sthjzk/ydyhjgl/202503/W020250326518388591055.pdf>
- [3] 胡荣华,黄乙伦,洪鼎伦. ETBE之国际发展趋势分析[Z/OL]. (2008-01-30). <http://www.tri.org.tw/oil/file/article13-970130.pdf>.
- [4] 姚春德,许汉君. 车用燃料发展和研究现状及其未来展望[J]. 汽车安全与节能学报. 2011,2,2:101-110.
- [5] Szwaja S, Naber J D. Combustion of n-butanol in a spark-ignition IC engine [J]. Fuel, 2009, 89(7): 1618-1624.
- [6] 田国弘,徐宏明,DANIEL Ritchie,等. 2,5-二甲基呋喃的喷雾特性及发动机适应性[J]. 汽车安全与节能学报,2010,1(2):132-140.
- [7] 中国工程院. 内燃机节能减排技术发展战略[M]. 高等教育出版社,2014.
- [8] 苏万华,张众杰,刘瑞林,乔英俊. 车用内燃机技术发展趋势[J]. 中国工程科学,2018,20(1):97-103.
- [9] 黄慧,姚庆宋,李康婷. 机动车尾气机外净化技术研究[J]. 绿色环保建材,2017,7(224),252.
- [10] 赵志国. 发动机曲轴箱通风装置的现状与发展趋势[J]. 汽车维修,2010(12):43.
- [11] 李伟峰. 高稀释-预混合天然气发动机燃烧过程分析与优化[D]. 长春:吉林大学,2016:4-5.
- [12] Kato T, Saeki K, Nishide H, et al. Development of CNG fueled engine with lean burn for small size commercial van [J]. Society of Automotive Engineers of Japan Review, 2001, 22: 365-368.
- [13] 吴云鹏. 生物燃油催化加氢制烃类燃料反应器设计及理论研究[D]. 哈尔滨:东北林业大学,2018:1-2.
- [14] 杨艳华,汤庆飞,张立,等. 生物质能作为新能源的应用现状分析[J]. 重庆科技学院学报(自然科学版), 2015, 17(01): 102-105.
- [15] 段俊法,唐建鹏,张宇,魏巍,李权才. 燃烧方式对氢内燃机燃烧和排放的影响研究[J]. 车用发动机, 2018(238): 82-86.
- [16] 李培文. 氢气和天然气作为车用燃料的特性分析[J]. 新能源汽车, 2018(4): 10-14.
- [17] 苏巴鸿. 新能源汽车发展趋势研究[J]. 时代汽车, 2019(16): 88-89.