

机动车尾气排放控制与大气污染治理研究

廖启宏

泉州市安溪生态环境局 福建 泉州 362400

摘要：机动车尾气排放成分复杂，含多种有害物质，给大气环境带来巨大压力。随着机动车保有量增加，尾气排放量攀升，危害空气质量、生态环境和人体健康。当前，机动车尾气控制技术虽在燃油品质提升和发动机改进上有进展，但面临成本、适应性等难题。需多管齐下，优化燃油、改进技术、发展新能源，并强化监管，以达成大气污染治理目标。

关键词：机动车尾气排放；大气污染治理；控制技术；治理策略

引言

在城市化进程加速与机动车保有量激增的背景下，机动车尾气排放已成为大气污染的主要源头。尾气中的一氧化碳、碳氢化合物、氮氧化物和颗粒物等污染物，加剧了雾霾、光化学烟雾等大气污染现象，还对生态环境和人体健康造成了严重威胁。交通拥堵城市尾气集中排放加剧空气污染，深入钻研尾气控制技术并制定有效治理策略，对改善环境与保障公众健康意义重大。

1 机动车尾气排放现状及危害

1.1 机动车尾气排放现状

机动车尾气成分复杂，包含众多有害物质，其中一氧化碳（CO）、碳氢化合物（HC）、氮氧化物（NO_x）和颗粒物（PM）尤为突出。这些污染物源于机动车发动机燃烧燃油时的不完全燃烧过程。截至2017年，机动车大气污染物排放量形势严峻，氮氧化物排放量高达595.14万吨，颗粒物达9.58万吨，挥发性有机物为196.28万吨。从排放源来看，移动源已成为大气污染物排放的重要源头，特别是在北京、上海等大城市，超过60%的氮氧化物和近1/4的挥发性有机物均来自机动车移动源。随着机动车保有量的持续增加，尾气排放量也在不断攀升，给大气环境带来了巨大压力。在一些交通拥堵严重的城市路段，机动车尾气排放更为集中，对局部空气质量的影响更为显著。

1.2 机动车尾气排放危害

机动车尾气排放对空气质量、生态环境和人体健康均造成了严重危害。在空气质量方面，大量污染物的排放导致空气中污染物浓度急剧升高，容易形成雾霾、光化学烟雾等大气污染现象。以京津冀地区为例，雾霾天气频繁出现，不仅降低了空气能见度，影响人们的出行安全，还对交通运输、航空等产业造成了不利影响。在生态环境方面，污染物会随着大气循环扩散到更广泛的

区域，对植被、水体和土壤等生态环境造成破坏。氮氧化物和硫氧化物会形成酸雨，腐蚀建筑物和文物古迹，影响土壤肥力和水质，破坏生态平衡。在人体健康方面，长期暴露在机动车尾气污染的环境中，人们会吸入大量的有害物质，引发呼吸道疾病、心血管疾病、癌症等健康问题。相关研究表明，空气污染与人体呼吸系统疾病密切相关，在污染严重地区，肺癌死亡率逐年上升，严重威胁着人们的生命健康。

2 机动车尾气排放控制技术进展

2.1 燃油品质提升

燃油品质对机动车尾气排放有着直接且明显的影响，提升燃油品质是从源头减少尾气污染物排放的关键路径。燃油中的硫元素在燃烧过程中会生成硫氧化物，这些物质是酸雨形成的重要因素，还会对尾气净化装置的性能造成负面影响。而烯烃在燃烧时易产生颗粒物和碳氢化合物，加剧大气污染。随着技术的发展和环保要求的提高，我国积极推进燃油品质的升级，逐步推广使用国六标准燃油。相较于国五标准燃油，国六标准燃油在多项关键指标上有了大幅优化，其中硫含量降低了80%。这一变化有效减少了硫氧化物的排放，降低了对环境的潜在危害；国六标准对颗粒物排放限值制定了更为严格的要求，促使燃油在燃烧过程中生成更少的颗粒物，减轻了机动车尾气对大气的污染。高品质燃油的使用，降低了污染物排放，还能提升发动机的燃烧效率，减少积碳的产生，延长发动机的使用寿命，从多方面推动机动车运行的环保性与高效性^[1]。

2.2 发动机技术改进

（1）废气再循环技术对降低氮氧化物（NO_x）排放效果显著。该技术将部分发动机排出的废气引入进气歧管，与新鲜空气混合后进入燃烧室参与燃烧。废气中的二氧化碳等惰性气体降低了燃烧室内的氧气浓度，且其

较大的比热容吸收了燃烧过程中的部分热量,降低了燃烧温度。由于NO_x的生成与燃烧温度密切相关,高温是其形成的主要条件,因此应用EGR技术后,柴油发动机的燃烧温度得到有效控制,NO_x排放可降低30%-50%,减少了这类污染物对大气的排放。(2)可变气门正时技术优化了燃烧过程,降低了燃油消耗和污染物排放。该技术能根据发动机不同的工况,如转速、负荷等,精确调整气门的开启和关闭时间。在低负荷运行时,延迟进气门关闭时间可增加进气量,提高燃烧效率;在高负荷时,提前进气门关闭时间能避免混合气反流,保证发动机的动力输出^[2]。

3 当前控制技术存在的问题

3.1 技术成本较高

在当前机动车尾气控制技术发展中,技术成本较高问题较为突出,给产业和消费者带来诸多影响。(1)以高性能三元催化转化器为例,为提升对一氧化碳(CO)、碳氢化合物(HC)和氮氧化物(NO_x)的净化效能,该装置采用贵金属催化剂与精细制造工艺,这使得研发与生产成本大幅增加。市场上一套此类高性能三元催化转化器售价可达数千元,明显抬高了车辆制造成本。(2)颗粒捕集器同样面临成本困境。为实现对尾气中颗粒物的高效过滤,其滤芯需运用特殊材料,且生产过程对工艺要求极为严苛,导致成本居高不下。(3)车辆制造成本的增加最终转嫁到消费者身上,提高了购车门槛。这限制了先进尾气净化技术在普通车型上的广泛应用,还阻碍了整个行业的技术升级进程。许多消费者因购车成本上升,转而选择配置较低、尾气净化效果欠佳的车辆,从长远来看,不利于机动车尾气排放的有效控制,对改善空气质量、保护生态环境产生不利影响。

3.2 技术适应性差

现有尾气净化技术在不同工况和燃料类型面前,难以始终保持稳定的净化性能。在低温启动阶段,发动机温度较低,尾气净化装置,如三元催化转化器,需达到一定的起燃温度才能有效工作。由于冬季环境温度低,三元催化转化器起燃时间延长,在起燃前,大量未净化的污染物会直接排放到大气中。而在高负荷运行时,发动机尾气流量和温度大幅增加,超出部分净化装置的设计承受范围,导致其净化效率下降。不同燃料类型的理化性质存在差异,如柴油和汽油的燃烧特性不同,一些尾气净化技术在适配多种燃料时存在困难。某些为汽油车设计的净化技术,应用于柴油车时,无法充分发挥净化作用,这限制了尾气净化技术的通用性,难以满足多样化的机动车使用场景需求,削弱了对机动车尾气排放

的整体控制效果^[3]。

3.3 燃油品质不稳定

(1)虽然国六标准燃油推广取得一定成效,但部分地区燃油品质仍存在差异。一些小型加油站受利益影响,所售燃油未达国六标准。(2)燃油中硫含量过高问题严重。在燃烧时会产生大量硫氧化物,既污染大气环境,又会使尾气净化装置的催化剂中毒,降低其活性,影响对其他污染物的净化效能,烯烃含量超标也带来诸多弊端。这会导致燃烧不充分,增加颗粒物和碳氢化合物的排放,还容易在发动机和尾气净化装置内形成积碳,堵塞净化装置通道,缩短其使用寿命,降低净化效率。(3)燃油品质的不稳定,使得尾气净化装置难以持续保持最佳工作状态。即便车辆配备了先进的尾气净化技术,也难以有效控制尾气排放,这对机动车尾气排放控制和大气污染治理工作的推进造成了严重制约。

3.4 机动车检验机构尾气检测造假及柴油车尾气后处理装置不正常运行

机动车尾气排放控制技术在实际应用中暴露出两大核心问题,严重制约了大气污染治理效能。尾气检测环节存在系统性失真风险,部分检验机构为获取非法利益,采用篡改检测参数、植入作弊模块等技术手段,使大量超标车辆通过认证。此类行为导致道路移动源中高污染车辆占比居高不下,形成“检测放行-超标排放”的恶性循环,直接削弱了尾气排放管控体系的公信力。柴油车尾气后处理装置的运行可靠性亟待提升,颗粒捕集器(DPF)及尿素喷淋系统(SCR)等关键组件在实际工况中频繁失效。部分车主为追求动力性能或降低维护成本,擅自拆除或改装后处理系统,导致尾气中的颗粒物、氮氧化物等污染物未经有效净化即排入大气。此类违规操作加剧了区域性空气污染负荷,更因移动源排放的时空不确定性,形成了大气污染治理的监管盲区。上述问题的叠加效应,城市空气质量改善构成明显阻碍。

4 机动车尾气排放控制与大气污染治理策略

4.1 优化燃油品质

在机动车尾气排放控制体系中,燃油品质的优劣,直接关系到尾气排放的数量与成分,是从源头上控制污染的关键要素。于燃油生产阶段而言,生产企业需持续优化工艺流程,积极引入前沿的精炼技术,降低燃油中硫、烯烃等杂质的含量。先进的加氢脱硫技术能够精准去除燃油中的硫元素,减少硫氧化物的生成;而对烯烃含量的控制,能有效降低颗粒物和碳氢化合物的排放。在燃油运输环节,需确保运输设备的密封性与清洁度。采用专用的密封油罐车,防止燃油在运输途中因泄漏、

挥发导致品质下降,同时避免杂质混入。定期对运输设备进行清洗和维护,可降低燃油受污染的风险。当燃油进入销售环节,一套严格的检测机制不可或缺。销售企业应配备专业的燃油检测设备,在燃油入库和出库时,对每一批次进行全面检测,确保燃油质量符合标准。对于硫含量、烯烃含量等关键指标,要进行重点监测,杜绝不合格燃油流入市场。对于违规生产、销售不合格燃油的企业,应通过经济处罚、限制经营等手段,提高其违规成本,促使企业严格遵循行业规范,维护燃油市场的正常秩序。

4.2 改进发动机技术

(1) 持续强化对发动机技术研发的资金投入。发动机作为机动车的动力核心,其技术水平与尾气排放表现紧密相连。通过加大投入,能推动相关技术的创新发展,进而提升燃烧效率、改善排放性能。例如,在现有废气再循环技术基础上,研发人员可深入探索新型废气循环路径与控制策略,优化该技术的工作效果,以更有效地降低燃烧温度,减少氮氧化物生成。(2) 借助先进技术提升可变气门正时技术的性能。可变气门正时技术能依据发动机不同工况,精准调整气门开启和关闭时间,提高燃烧效率。未来,应运用更先进的传感器和控制系统,增强该技术对复杂工况的响应速度和控制精度,确保发动机在各种运行状态下都能保持高效燃烧。

(3) 重视多种技术的协同应用研究。通过协同多种技术,使发动机在冷启动、高负荷等复杂工况下,仍能维持稳定性能,减少污染物排放,推动发动机技术朝着高效、环保的方向不断迈进^[4]。

4.3 发展新能源车辆

新能源汽车清洁低排,对大气污染治理意义重大。电池技术革新是关键,研发高能量密度、充电快的电池,升级电机与电控技术,可提升性能、便利性,增强产品竞争力。在推广层面,举办新能源汽车产品推介会,能让消费者深入了解新能源汽车的技术优势、性能特点和使用成本。开展试驾体验活动,给予消费者亲身体验的机会,让他们切实感受到新能源汽车的舒适性和便捷性,有效提升消费者对新能源汽车的认知和接受程度。为达成截至2025年我国新能源汽车保有量500万辆,占比超10%的目标,营造良好的市场环境至关重要。一方面,需加强新能源汽车销售与售后网络建设,提高服务

质量,解决消费者的后顾之忧;另一方面,通过多元化的宣传,倡导绿色出行理念,鼓励消费者优先选择新能源汽车。

4.4 加强执法监管

(1) 强化机动车检验机构执法监管,需构建“定期+不定期”双重检查机制,对检测全链条严格审查。对造假行为零容忍,依法严惩违规机构与责任人。建立实时监控平台,实现检测可视化,以技术手段与制度约束确保检测规范、数据真实。(2) 严控柴油车后处理装置。针对柴油车尾气后处理装置,需在道路执法中增加专项检查频次,重点排查拆除、改装等违规行为。对问题车辆责令限期整改并处以罚款,从终端层面遏制违规操作。应加强对机动车维修市场的管控,严禁维修企业承接非法改装业务,对违规企业实施高强度处罚,从源头阻断后处理装置异常运行链条。(3) 构建跨部门联合执法机制。环保、交通、公安及市场监管等执法部门建立协同机制,通过信息共享与联合行动,对尾气排放违法违规行为实施精准打击。

结束语

机动车尾气排放控制与大气污染治理是一项系统工程,需要有关部门、企业和社会各界的共同努力。优化燃油品质、改进发动机技术、发展新能源车辆以及加强执法监管等多方面的综合措施,我们可以有效降低机动车尾气排放,改善空气质量,保护生态环境。随着科技的不断进步和环保意识的日益增强,我们相信,机动车尾气排放控制技术将更加成熟高效,大气污染治理工作将取得更加显著的成效,为人民群众创造更加健康、美好的生活环境。

参考文献

- [1]赵娜.大气污染治理技术在工业排放控制中的应用研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2024(7):0062-0065.
- [2]邓耀锋.机动车尾气污染物遥感监测技术应用研究[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2024(10):0153-0157.
- [3]张立伟.城市机动车尾气排放污染现状及治理研究[J].资源节约与环保,2020,35(7):118-118.
- [4]汪小龙.机动车尾气排放污染治理研究[J].资源节约与环保,2020(5):90-90.