

Study on the characteristics and environmental behavior of new pollutants in motor vehicle exhaust gas

Wancheng Sun

Shandong Institute of Environmental Sciences Environmental Testing Co., Ltd., Jinan, Shandong, 250014, China

Abstract

This study focuses on new pollutants from motor vehicle exhaust. Clearly define its category, and deeply explore the mechanism of generation. Through extensive data monitoring and analysis, the concentration level, component composition, spatial distribution characteristics, and the trend of new pollutants over time are clearly grasped. In order to accurately evaluate its potential impact on the environment and human health, and objectively measure the effect of the current control measures, this paper focuses on the specific control strategies including optimizing the exhaust gas purification technology and adjusting the traffic management strategies. These strategies will provide a solid scientific basis for the management of new pollutants, help improve environmental quality, and promote green transportation and environmental sustainable development.

Keywords

motor vehicle exhaust; new pollutants; environmental behavior and control strategy

机动车尾气中新型污染物的特征及环境行为研究

孙万诚

山东省环科院环境检测有限公司, 中国 · 山东 济南 250014

摘 要

本研究聚焦机动车尾气新型污染物。明确界定其范畴, 深入探究生成机理。经广泛的数据监测与分析, 清晰掌握了新型污染物的浓度水平、组分构成、空间分布特征, 以及随时间变化的趋势。为精准评估其对环境对人体健康的潜在影响, 以及客观衡量当前控制措施的效果, 文章重点提出了涵盖优化尾气净化技术、调整交通管理策略等具体控制策略。这些策略将为新型污染物管理提供坚实科学依据, 助力环境质量提升, 推动绿色交通与环境可持续发展。

关键词

机动车尾气; 新型污染物; 环境行为; 控制策略

1 引言

伴随机动车保有量的不断迅猛提升, 机动车尾气排放已然成为城市大气污染的关键成因之一。传统机动车排放的污染物, 包括一氧化碳 (CO)、碳氢化合物 (HC)、氮氧化物 (NO_x) 以及颗粒物 (PM), 历来备受关注, 通过相应的法律法规及技术手段, 这些排放物的水平已得到了某种程度的遏制与管理。然而, 近年来, 一系列新型污染物在机动车尾气排放中已被识别, 这些污染物展现出特定的物化特性和环境交互作用模式, 它们有可能对生态体系及人类健康构成潜在威胁, 尽管当前对这些物质的认识仍显不足。深入探讨机动车尾气内新兴污染物的性质与环境动态, 对于全面审视机动车尾气污染水平、制定针对性的减排措施以及维护生态环境与民众福祉至关重要。

【作者简介】孙万诚 (1997-), 男, 中国山东济宁人, 本科, 助理工程师, 从事环境保护工程研究。

2 机动车尾气新型污染物概述

2.1 新型污染物定义与范畴

新型机动车尾气污染物指的是过去在机动车尾气污染的研究与管理范畴内未曾受到充分关注, 然而, 随着分析与监测技术的不断进步以及环境保护意识的提升, 这些污染物因其对环境产生的潜在风险而日益受到重视, 从而被新识别并确认为需特别关注的对象。该领域涉及各类有机与无机化合物, 包括新兴的持久性有机污染物 (如某些新型多溴联苯醚替代品)、含有氮和硫的复杂有机化合物 (如特定的杂环胺类物质)、纳米颗粒以及具有生物活性的物质等。这些新型污染物, 因具有独特的化学构型或特异的环境属性, 可能在生态体系中展现出与传统污染物迥异的行为模式及其影响效果。

2.2 产生机制

汽车尾气中新型污染物的生成紧密关联于发动机的燃烧机制。在高温与高压力的燃烧条件下, 燃料 (如汽油、

柴油等)与氧气参与一系列复杂的化学反应过程。另一方面,燃料中的杂质与添加剂在燃烧时可能经历非充分燃烧或后续反应,由此产生新的污染物质。举例而言,某些含有硫、氮的助剂在燃烧过程中会生成复杂的含硫、含氮有机物。此外,发动机内部的金属元件在高温环境下可能催化燃烧过程,从而促进常见污染物的转化,生成新的污染物质。

3 新型污染物的特征

3.1 浓度水平

通过监测和分析不同类型的机动车(包括汽油车、柴油车及非道路机械、燃气车等)在多种行驶状况(如怠速、加速、匀速、减速等)下的尾气排放,我们揭示了新型污染物在机动车尾气中存在显著的浓度变异。通常情况下,柴油车辆排放的尾气中,某些新型的持久性有机污染物与纳米颗粒物的含量显著偏高,这一现象的主要原因在于柴油燃烧的固有特性,加之现有尾气后处理设备对这类污染物的净化效能相对较低。在怠速状态下,因发动机燃烧效率低下,导致尾气中新型污染物的排放浓度通常高于车辆匀速行进时的情形。进一步地,旧车型的尾气中新型污染物的含量通常超过满足最新排放规范的汽车,这揭示了车辆的技术状态与使用周期对新型污染物排放水平存在明显的影响。

3.2 成分组成

机动车尾气中新型污染物的构成极其复杂。在有机污染物范畴内,除常见的多环芳烃之外,还涉及多种结构独特的含氮、含硫杂环化合物,以及含有卤素取代基的有机化合物。这些有机化合物在碳链长度、官能团类型与数量上存在显著差异,进而引起其物理化学性质的明显变化。无机污染物的范畴则主要涵盖纳米尺度的金属氧化物颗粒、以及含有特定元素(例如,硼、铈等)的颗粒物等。不同地区、不同类别的机动车辆排放的新型污染物在其成分构成上展现出一定的异质性,这一现象紧密关联于所在地区的燃油质量、机动车的存量结构以及交通流量等要素。

3.3 空间分布特征

新型污染物在城市环境中的地域分布展现出清晰的模式。在交通流量密集的主要道路周边,因机动车尾气排放量大,新型污染物的浓度明显高于城市边缘地带及非交通集中区。于垂直维度而言,新型污染物的浓度随地表高度的提升而递减;然而,在特定气象情境下,比如逆温现象发生时,污染物可能于某一特定区间内累积,从而致使该层次内的新型污染物浓度出现反常上升的现象。此外,各类功能区域(包括但不限于商业区、工业区、居住区等)中新污染物的空间分布展现出显著差异。商业区域因高密度的人流与车流,以及复杂的机动车运行状态,导致新型污染物的浓度普遍偏高;而工业区域则可能同时面临工业活动排放与机动车尾气排放的双重压力,因此在新型污染物的种类与浓度方面展现出更加复杂多样的特征^[1]。

3.4 时间变化规律

就时间角度而言,新型污染物的浓度在每日早晚的交通高峰期间往往会显著提升,这主要归因于此时段内机动车流量激增,加之车辆频繁启动与停止,进而使得发动机的工作效率下降,从而引发尾气排放量的增加。在工作日与周末,新型污染物的浓度表现出一定的波动。工作日期间,由于交通流量维持在一个相对稳定的较高水平,导致新型污染物的浓度相应提升。相反,周末期间,部分居民选择调整出行模式,机动车的使用频率和强度随之减少,这一变化导致尾气中新型污染物的浓度出现一定程度的下降^[2]。

4 新型污染物的环境行为

4.1 迁移转化过程

新型污染物,源自机动车辆尾气排放,一旦渗透入大气环境,即启动一系列复杂的过程,包括迁移与转化。借助大气平流输送机制,此类污染物能够实现从局部到更大区域乃至全球范围的长距离扩散与传输。例如,某些挥发性的新型有机污染物可能通过大气循环从城市核心地带蔓延至周边乡村乃至更遥远的地域。在迁移阶段,新类型污染物会与大气环境中的各种组分(例如,臭氧、羟基自由基、氮氧化物等)发生化学交互作用。在本段落中,“羟基自由基”作为大气中的关键氧化剂,能够与各种新型有机污染物发生氧化作用,导致其化学结构与属性的转变,进而促使这些物质逐步转变为更加稳定或毒性较低的形态。

4.2 在不同环境介质中的分配

新型污染物在大气、在水体、土壤等不同环境介质中,存在不同的分配现象。某些高挥发性的新型有机污染物,虽然主要分布于大气环境中,但亦可通过干湿沉降等机制迁移到水体与土壤之中。一旦污染物渗入水体,它们会在水溶液与悬浮颗粒之间进行分配,其中亲脂性较高的污染物更倾向于附着于悬浮颗粒的表层,并随颗粒的沉淀作用而沉入河底沉积物。于土壤生态系统内,新污染物质倾向于与土壤微粒表层的有机成分及矿物质等发生吸附现象,该过程的分配系数受土壤结构性质、pH 值状态及其与污染物本身的物理化学特性等多重因素制约。举例而言,某些持久性有机污染物具有显著的土壤吸附特性,可能导致其在土壤环境中长期累积,从而对土壤生态体系构成潜在的风险。某些具有良好水溶性的新污染物有可能随土壤水分渗透至地下水中,进而对地下水的品质产生影响。

4.3 与其他污染物的相互作用

在机动车尾气中,新型污染物与其他传统污染物及新型污染物之间展现出错综复杂的交互作用。 M 、 NO_x 等物质可能存在协同效应。一方面,以纳米颗粒为例,它们能够充当有效的载体,吸附包括新型有机污染物及重金属在内的多种物质,从而延长这些污染物在大气环境中的传输路径并提升其稳定性。这种现象同时也可能引发污染物对人类健康

以及生态系统的效应机制发生变化。另一方面,不同类型的新型污染物之间亦可能存在相互作用与反应^[3]。在特定条件下,若干含有氮杂环的化合物与含硫有机物可能经历聚合反应,进而合成更为庞大的有机分子,这一转化过程往往伴随着它们环境特性和毒理效应的演变。

5 对环境和人体健康的影响

5.1 环境影响

新类型污染物对生态体系的效应是复杂的。于水生生态系统内,某些新型有机污染物展现出内分泌干扰特性,可能扰乱水生生物的内分泌机制,进而对它们的生长、发育以及生殖过程产生负面影响。举例而言,一些新型的多溴联苯醚替代物在鱼体内可能积累,引发甲状腺激素水平的紊乱,从而对鱼类的生殖机能以及种群规模产生负面影响。在土壤生态体系内,新污染物的持久累积可能引发土壤微生物群落构成与机能的变化,进而干扰土壤养分循环与物质转化机制。此外,新类型污染物亦有可能阻碍植物的生长与光合作用过程,通过食物链的传递效应,对生态系统的结构与功能构成损害。于大气系统内,新型污染物质生成的次级气溶胶能减损能见度,干扰区域气候模式,并可能对大气辐射均衡造成一定程度的效应。

5.2 人体健康风险

机动车辆排放的新型尾气污染物可能隐含着对人类健康的潜在危害。某些新型的持久性有机污染物具备生物积累及毒害特性,可通过呼吸道吸入、食物摄入以及皮肤接触等多种方式侵入人体,随后在脂肪细胞与肝脏等内脏器官内累积。持续接触此类污染物质可能显著提升个体遭遇免疫机能失调、内分泌失衡、神经病变以及罹患癌症的风险。举例而言,某些杂环胺类化合物已确证存在致癌风险,而纳米颗粒因其微小的尺寸和显著的大比表面积,更易于穿透人体呼吸道深层,并经由血液循环渗透至其他组织器官,从而可能导致诸如肺部炎症和心血管疾病在内的健康并发症。

6 控制策略与建议

6.1 现有控制措施的有效性分析

目前,针对机动车尾气污染,已经有很多策略在实施的过程中。在法规政策层面,排放标准持续加严,如国六标准对传统污染物及部分新型污染物排放限值显著降低,让车企改进发动机技术与尾气净化装置,对减少新型污染物排放有积极导向作用。在技术手段方面,三元催化器等尾气净化

设备不断升级,高效去除部分碳氢化合物、氮氧化物等新型污染物,不过对一些复杂有机污染物及新污染物的净化效果仍有限。交通管理措施同样值得重视,如限行限购政策减少了机动车上路数量,降低了尾气排放总量,缓解了一定程度城市局部区域的污染状况。但是,现有控制措施也存在不足,老旧车辆淘汰补贴政策力度不够大,大量高排放老旧车仍在运行,抵消了部分控制成效;公共交通发展虽有进步,但覆盖范围和服务质量在一些地区仍有待提升,影响人们对公共交通的选择,不利于从源头减少机动车出行需求。

6.2 针对性控制策略的提出

为了有效管控机动车尾气中新型污染物的排放,需从多个角度采取措施。针对尾气中污染物特性,采用吸附、催化氧化或生物降解等技术进行处理,通过高效材料吸附污染物,实现其有效回收或转化为无害物质。为了优化发动机的燃烧过程,本研究采用了改进的燃烧技术和控制策略,包括高级电子燃油喷射系统和涡轮增压技术等,旨在通过提高燃烧效率来有效降低污染物排放。强化燃料添加剂的监管,遏制有害添加剂的流通,倡导并推广环保型添加剂的使用。从政策层面着手,需健全排放标准体系,整合新型污染物并建立相应的监测与评估机制,积极促进新能源汽车的普及应用,同时减少传统燃油车的使用频率。

7 结语

探究机动车尾气中新型污染物的特性及其在环境中的作用机制,构成了环境科学领域中的关键议题。本研究系统分析其定义、在产生机制等层面上,本研究揭示了此类污染物在尾气排放中的关键作用及其对环境与人类健康的潜在风险。尽管已取得一定进展,但仍存在若干未解之谜,涉及复杂环境条件下污染物的长期行为、复合生态毒性作用机理,以及先进污染治理技术的创新研发等关键领域。未来应强化跨学科整合,汇聚环境科学、化学、生物学以及工程学等领域的智慧,以深化对这类污染物质的理解,从而为制定有效的防控措施提供依据,旨在维护生态环境和公众福祉。

参考文献

- [1] 饶鹏辉,吴大卫.机动车尾气污染分布规律调查[J].资源节约与环保,2013,(05):83+87.
- [2] 汪晶发,宋慧,巴利萌,等.西安市机动车污染物排放清单与空间分布特征[J].环境污染与防治,2020,42(06):666-671+677.
- [3] 顾中月,黄宝琪,郝芮.柴油车尾气污染物特征及其危害[J].广东蚕业,2019,53(11):42-43.