



文章栏目：大气污染防治

DOI 10.12030/j.cjee.202107016

中图分类号 X511

文献标识码 A

李雪瑶, 李进, 杨正军, 等. 国五轻型汽油车气态污染物排放劣化分析[J]. 环境工程学报, 2022, 16(6): 1872-1878. [LI Xueyao, LI Jin, YANG Zhengjun, et al. Study on emission deterioration of gaseous pollutants from China V light gasoline vehicles[J]. Chinese Journal of Environmental Engineering, 2022, 16(6): 1872-1878.]

国五轻型汽油车气态污染物排放劣化分析

李雪瑶¹, 李进^{1,2}, 杨正军³, 殷小鸽⁴, 齐靖宇¹, 朱庆功³, 金陶胜^{1,✉}

1. 南开大学环境科学与工程学院, 城市交通排放研究中心, 国家环境保护城市大气颗粒物污染防治重点实验室, 天津 300350; 2. 吉林建筑大学市政与环境工程学院, 长春 130118; 3. 中国汽车技术研究中心有限公司, 北京 100176; 4. 天津港保税区环境监测站, 天津 300308

摘要 为了解机动车行驶里程增加时气态污染物的排放劣化特性, 以 12 辆满足国五排放水平标准的轻型汽油车为研究对象, 应用底盘测功机通过台架测试方法进行整车实验并收集数据, 研究了 10×10^4 km 累积里程对轻型汽油车污染物 (NO_x 、THC 和 CO) 排放因子的影响和不同车型的排放量随行驶里程劣化规律。结果表明, 轻型汽油车 NO_x 、THC 和 CO 的排放因子与累积里程之间存在线性关系。增压中冷进气方式下 3 种污染物的劣化速度均高于自然吸气下的劣化速度。通过计算获得实验车辆污染物 NO_x 、THC 和 CO 的平均劣化系数分别为 2.0、2.1 和 2.6(标准推荐值分别为 1.6、1.3 和 1.5)。本研究结果可为机动车污染物变化趋势的预测和标准劣化系数的修订提供数据参考。

关键词 轻型汽油车; 排放标准五阶段; 气态污染物; 排放因子; 劣化系数

目前, 我国已连续 11 年成为机动车产销第一大国, 随之也带来了一定的大气污染问题。据统计, 2020 年全国汽车保有量 2.81×10^8 辆, 占总机动车保有量 (3.72×10^8 辆) 的 76%, 对污染物排放总量的贡献率超过 90%^[1], 对城市大气中 $\text{PM}_{2.5}$ 和 O_3 等二次污染的贡献也十分突出^[2,3], 而且汽车还是 CO_2 、 CH_4 等温室气体排放的主要来源^[4]。为此, 我国环保部门相继出台了一系列排放标准以控制汽车尾气排放。

汽车尾气排放与汽车劣化密切相关, 汽车劣化近年越来越引起人们的关注, 劣化不仅反映汽车在使用过程中排放增加的速率也反映着车辆排放水平的下降^[5]。目前, 国内外诸多学者对汽车排放劣化系数的影响因素进行了不同程度的分析研究。行驶里程的增加是排放劣化的最主要原因^[6]。很多研究发现, 汽车的行驶里程和使用年限呈线性关系, 且污染物排放因子随着使用年限和行驶里程的增加呈现不断增加的趋势^[7-9]。ZHAN 等^[10]研究发现, 汽车排放劣化与车龄之间是否存在明显的线性关系, 取决于汽车的排放标准和污染物种类。陈永钊等^[11]对 ASM5025 工况下不同车型汽油车随行驶里程劣化的规律进行了总结, 结果表明, 排放浓度随行驶里程的增加呈现出先缓慢增长, 随后线性快速增长, 最后震荡缓慢增长趋势, 且轻型客货车的排放劣化速度高于轿车。CHIANG 等^[12]应用 FTP-75 测试程序研究了新车、在用车和高排放汽油车的污染物排放规律, 发

收稿日期: 2021-07-05; 录用日期: 2021-11-09

基金项目: 国家重点研发计划专项 (2017YFC0212100); 国家自然科学基金面上项目 (21477057)

第一作者: 李雪瑶 (1999—), 女, 硕士研究生, lf_lixueyao@163.com; ✉通信作者: 金陶胜 (1973—), 男, 博士, 副教授, jints@nankai.edu.cn

现：排放随着冷启动、热启动、稳定模式的顺序降低，高排放车辆的污染物排放因子比新车和在用车高。BORKEN-KLEEFELD 和 CHEN^[13] 通过对瑞士苏黎世 13 年间收集到的排放遥感记录分析发现，欧 3 和欧 4 标准的汽油车的劣化速度要高于欧 1 和欧 2 标准的汽油车。温溢等^[14] 和 HE 等^[15] 分别对不同地区高里程出租车更换新的催化转化器前后的污染物排放特性进行了测试，结果显示，更换催化转化器后污染物的排放由超标数倍降低到国家标准限值以内，排放量分别减少了 95% 和 70% 以上，这说明催化器的老化是出租车排放增加的原因。马杰等^[16] 通过耐久性道路实验发现我国实测劣化系数与欧洲标准推荐劣化系数之间存在较大差异，其主要原因是我国使用的油品质量较低。ZHANG 等^[17] 和范菊旺^[18] 的研究表明，轻型机动车的检查/维护制度可减缓机动车污染物排放劣化。

目前，国外的研究主要基于长年累积的道路尾气排放遥感测试数据来评估尾气排放的劣化情况，但是遥感测试是对某一固定位置尾气排放的监测，仅能反映机动车在不同行驶里程下排放的平均水平^[19-20]。国内的研究则主要采用底盘测功机对机动车进行双怠速法、稳态加载模拟工况 (ASM)、简易瞬态工况 (VMAS) 等简单实验，缺乏 GB18352.5-2013^[21] 规定的 I 型实验下的测试数据。因此，为了更加准确地了解机动车的排放特征，本研究以轻型汽油车为研究对象，利用底盘测功机对汽油车进行 I 型实验，收集相关测试数据以分析国五轻型汽油车气态污染物 NO_x、THC 和 CO 的排放随行驶里程的劣化规律，并应用线性拟合方法计算出各种污染物的劣化系数。这对于准确估计机动车的尾气排放，制订相关减排措施具有重要意义。

1 实验设备与方法

1.1 测试车辆

为全面反映轻型汽油车的排放劣化特征，根据汽车品牌和汽车档次，以及我国汽油车保有量和品牌市场份额占比，从市场选取 12 辆不同车型且满足国五排放标准的典型在用轻型汽油车作为测试车辆，包括进气道喷射 (PFI) 和缸内直接喷射 (GDI) 2 种不同技术以及自然吸气和增压中冷 2 种不同进气方式，涉及国内不同厂家生产的欧系、日系、美系等汽车品牌。为保障数据的准确性和可靠性，测试车辆均性能稳定、运行良好。测试车辆所涉及的详细信息如表 1 所示。

1.2 实验设备

实验应用整车台架测试系统，12 辆汽油车排放耐久性测试均在底盘测功机上进行。主要设备包括：耐久道路实验记录仪、底盘测功机、CVS-7400 定容稀释取样系统和 AMA4000 排气分析系统、S7520/30 高低温环境仓、气态污染物采集测试系统。

1.3 实验方法

本研究采用底盘测功机测试法，按照《轻型汽车污染物排放限值及测量方法 (中国第五阶段)》(GB18352.5-2013)^[21] 规定的常温冷启动排放测试 (I 型实验) 对 12 辆在用车的尾气污染物进行测定，车辆实验前需进行 3 000 km 左右的磨合工况。测试时将汽油车驱动轮放置在底盘测功机

表 1 测试车辆基本信息				
Table 1 Basic information for testing vehicles				
编号	生产日期	喷油方式	进气方式	排量/L
1	2015-03	多点电喷	自然吸气	1.0
2	2012-11	多点电喷	增压中冷	1.4
3	2013-08	多点电喷	自然吸气	1.5
4	2015-08	多点电喷	自然吸气	1.5
5	2012-08	缸内直喷	增压中冷	2.0
6	2014-08	多点电喷	自然吸气	2.0
7	2013-08	多点电喷	自然吸气	2.0
8	2013-03	缸内直喷	增压中冷	2.0
9	2015-08	缸内直喷	自然吸气	2.4
10	2013-05	多点电喷	自然吸气	2.4
11	2013-08	多点电喷	自然吸气	2.5
12	2014-06	多点电喷	自然吸气	3.5

上,启动车辆完成1个标准工况的全循环过程,测得车辆的 NO_x 、THC和CO的排放因子。每辆车在每行驶 $(10\,000\pm 400)$ km时进行1次数据收集,共行驶 10×10^4 km左右。汽油车尾气直接进入全流式排气稀释系统(CVS)通道,与经过高效过滤系统(HEPA)净化的背景稀释气充分混合,利用排气分析仪对尾气中 NO_x 、THC和CO进行采样。分别采用非扩散紫外线谐振吸收(NDUVR)型、氢火焰离子化(FID)型、不分光红外线吸收型(NDIR)型分析仪进行分析。测试前需对底盘测功机和测试车辆等进行检查并预热。测试过程中,保证实验室内温度在 $20\sim 30\text{ }^\circ\text{C}$,注意监测机动车的油温水温以及排气流量。每台车检测结束后使用清洁空气对采样系统进行清洗^[21]。12辆汽油车共测得125组行驶里程数据,删除部分参数丢失的数据,经过数据筛选,保留得到119组有效数据。

1.4 劣化系数

劣化系数可以反映轻型汽油车随行驶里程的劣化情况^[22]。国家标准规定,应对国五车辆实施160 000 km的耐久性实验(V型实验)^[21]。耐久性实验所要求的行驶里程对应的排放量如式(1)所示。

$$M_i = aX_i + b \quad (1)$$

式中: M_i 表示污染物行驶里程对应的污染物排放量, $\text{g}\cdot\text{km}^{-1}$; X_i 表示行驶里程,km; a 和 b 分别是拟合线性方程的斜率和截距。劣化系数DF(deterioration factors)^[21]的计算如式(2)所示。

$$DF = M_{i2}M_{i1} \quad (2)$$

式中: DF 表示劣化系数, M_{i1} 和 M_{i2} 分别表示行驶里程为6 400和 16×10^4 km时污染物 i 的排放量, $\text{g}\cdot\text{km}^{-1}$ 。

2 结果与讨论

2.1 100 000 km 排放因子

对12辆国五排放水平轻型汽油车排放数据进行统计,按照排量大小进行编号,行驶 10×10^4 km时 NO_x 、THC和CO的排放结果和污染物排放限值如图1所示。以排量2.0 L为界,编号1~3的汽油车排量小于2.0 L,编号5~8的汽油车排量为2.0 L,编号9~12的汽油车排量大于2.0 L。对不同排量范围的汽油车排放因子进行分析发现, NO_x 的排放因子表现出随排量增加而降低的趋势,3个排量范围的排放因子分别为0.041、0.017、0.016 $\text{g}\cdot\text{km}^{-1}$,其中,排量小于2.0 L的汽油车 NO_x 排放因子远高于大排量汽油车。THC的排放因子随排量变化的趋势和 NO_x 相同,排放因子分别为0.052、0.042、0.037 $\text{g}\cdot\text{km}^{-1}$ 。3个CO排量范围的排放因子分别为0.385、0.489、0.332 $\text{g}\cdot\text{km}^{-1}$,排量2.0 L的汽油车排放因子最高。从整体上看,排量大于2.0 L的大排量汽油车3种污染物的排放因子均是最小的,这与徐俊芳等^[23]的研究结果类似。经分析可知,污染物排放量很大程度上受排放控制技术的影响,随着排量的增加,在追求动力性及燃油经济性的同时,车辆采用了更高效的排放控制技术。

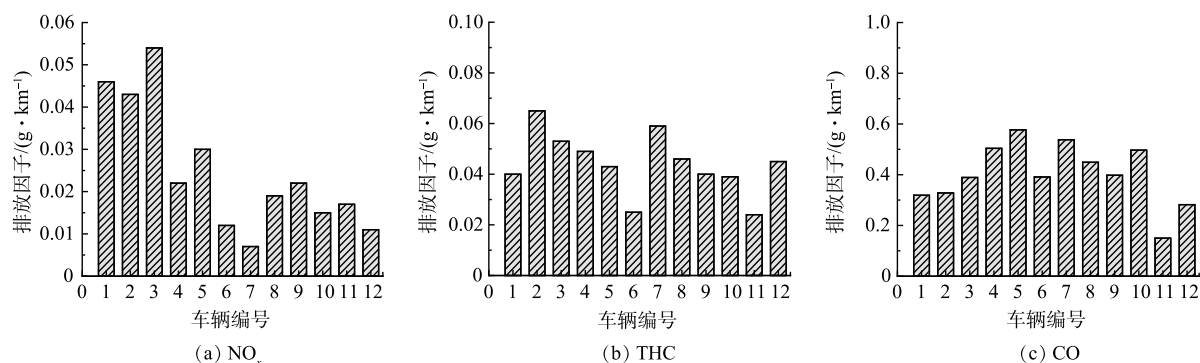


图1 12辆汽油车 10×10^4 km排放测试结果

Fig. 1 Results of emission tests for 12 gasoline vehicles of 100 000 km

术, 污染物排放量就越低。排量为 2.0 L 的 5~8 号汽油车 NO_x 和 THC 的排放因子车辆差异性较大, 其中 6 号车辆 (YQZ7204AE5) THC 和 CO 的排放因子均低于同排量的其他车辆, 这可能是由于它的出厂年份最新, 采用的三元催化器和排放控制系统在高里程时仍旧保持较好效果。

根据国五阶段轻型汽油车 I 型实验排放限值 (第一类车), NO_x 、THC 和 CO 排放限值分别是 0.06、0.1、1.0 $\text{g}\cdot\text{km}^{-1}$ 。将排放因子与排放限值进行对比可知, 12 辆样车的排放因子均远低于国 V 阶段排放要求。计算 12 辆车行驶 10×10^4 km 的 NO_x 、THC 和 CO 的平均排放因子, 分别为 0.025、0.044、0.402 $\text{g}\cdot\text{km}^{-1}$, 为国五排放限值的 41.6%、44.0%、40.2%, 这说明, 下一阶段排放限值的制定仍具有进一步加严的空间。

2.2 污染物排放随行驶里程的变化

本研究以 1×10^4 km 为单位, 将 12 辆汽油车测得的 119 组数据根据进气方式分为增压中冷和自然吸气 2 类, 然后按行驶里程分组对组内污染物排放量求平均, 得到了如图 2 所示的不同进气方式下 NO_x 、THC 和 CO 的排放因子随行驶里程的变化规律。3 种污染物的排放因子在 2 种不同的进气方式下, 均随行驶里程的增加而增加, 对测试数据进行线性拟合, R^2 均在 0.48~0.7。这表明, 在汽油车可能因型号不同而导致排放控制技术等参数不同的情况下, 污染物排放量和行驶里程具有线性关系。

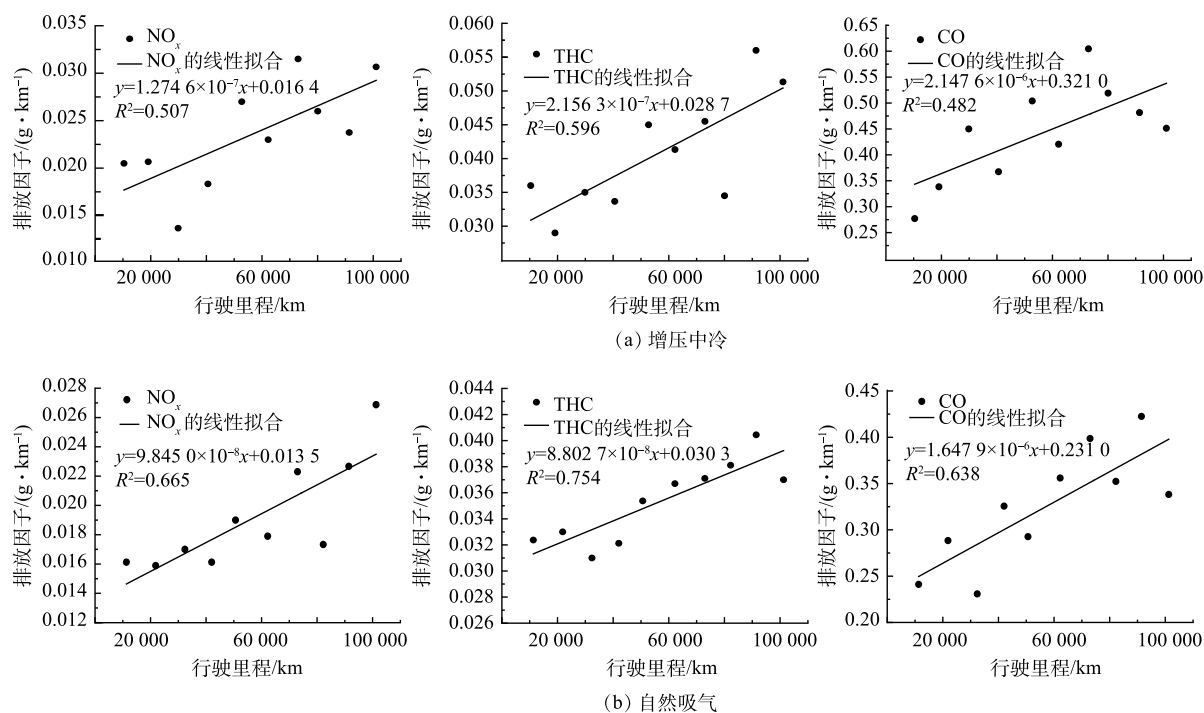


图 2 不同进气方式下污染物排放随车辆行驶里程变化

Fig. 2 Variation of pollutant emissions with vehicle mileage under different air intake mode

具体区分 2 种不同的进气方式, 自然吸气技术是利用大气压将空气压入燃烧室, 而增压中冷技术是利用废气能量驱动涡轮带动压气机工作, 提升进气压力和充气量, 大幅提升汽油机的动力性, 同时通过中段冷却器冷却的技术手段来抑制爆震现象的发生^[24]。增压中冷技术下, 污染物的排放因子有较为明显的波动, 线性拟合较差, R^2 在 0.5 左右; 自然吸气方式下, 6×10^4 km 前 3 种污染物的排放劣化速度较慢且较为稳定, 可能与发动机等老化程度较低有关; 6×10^4 km 后排放因子出现较为明显的波动式上升趋势, 尤其是 NO_x 。经分析发现, 这是由于随着行驶里程的增加, 三

元催化器和发动机逐渐老化磨损导致排放增加^[25]。对比2种进气方式下污染物排放劣化情况,增压中冷技术下的 NO_x 和CO排放因子整体高于自然吸气技术下的 NO_x 和CO排放因子。这主要是因为,涡轮增压发动机消耗了更多的燃料(导致更多的CO)和缸内温度升高(导致了更多的 NO_x)^[26]。而2种不同进气方式下的THC排放因子在 3×10^4 km前较为接近,而在 8×10^4 km后增压中冷技术下的排放因子较高。此外,增压中冷技术下3种污染物的劣化速度均高于自然吸气技术下的劣化速度。3种污染物中,污染物CO的排放劣化速度最大,THC和 NO_x 的排放劣化速度较为接近,增压中冷技术下 NO_x 排放劣化速度最小,自然吸气技术下THC的排放劣化速度最小。然而随着行驶里程的增加,涡轮增压器长时间处于高温高压的情况下,老化速度很快,寿命较短^[27]。因此,带来了较高的污染物排放劣化速度,高里程时也更容易产生较高的排放。

2.3 污染物排放劣化系数分析

根据1.4的计算方法求得12辆测试车辆不同污染物的劣化系数,如图3所示。12辆车不同车型劣化系数差别较大,这可能与车辆本身特性和排放控制系统的运行情况有关。由轻型汽车污染物排放限值及测量方法(中国第五阶段)可知 NO_x 、THC和CO推荐的劣化系数值分别为1.6、1.3和1.5^[21]。污染物 NO_x 、THC和CO的劣化系数超标情况较为严重,小于标准推荐值的样本车辆所占比例较小,分别占总样本的25%、25%和33%。其中, NO_x 超出标准推荐值50%以内的车辆占比为50%,超标最多的车辆大约超标2.6倍。而THC和CO超出标准推荐值50%以内的车辆占比均为33%,超标最多的车辆分别超标4.4倍和5.9倍。通过计算得到 NO_x 、THC和CO污染物劣化系数的平均值分别为2.0、2.1和2.6,分别超出标准推荐值25%、61%和73%。这是因为,污染物CO和THC对三元催化器和发动机老化的敏感性相较于 NO_x 更强烈,使得劣化较大,需要对汽油车CO和THC的排放劣化加强重视。

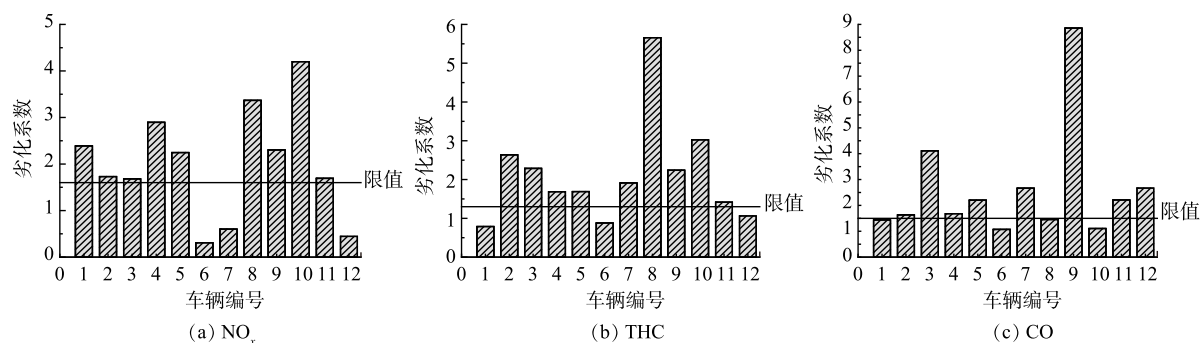


图3 测试车辆排放劣化系数分布图

Fig. 3 Distribution of emission deterioration factors of test vehicles

2.4 讨论

车辆的使用程度对其污染物排放的劣化程度具有重要的影响^[28]。本研究基于国五车型在 10×10^4 km时I型实验排放量远低于ZHANG等^[9]所研究的欧4车型 8×10^4 km内平均排放量。这表明,排放标准的提高可有效控制车辆污染物排放。马杰等^[17]基于国III车辆进行 8×10^4 km耐久性实验,计算得出各个车型 NO_x 、THC和CO的劣化系数分别为1.95、1.59和1.78,比本研究利用线性拟合插值160 000 km计算的劣化系数略小。这进一步说明污染物排放劣化随着行驶里程的增加而增加。CORVALAN等^[29]根据从底盘测功机采集的测试数据计算了轻型汽油车的劣化系数, NO_x 、THC和CO的劣化系数分别为3.04、3.23和1.72,CO的劣化系数比本研究略小,THC和 NO_x 的劣化系数分别是本研究的1.24倍和1.52倍。可见,排放标准的加严和尾气后处理技术的提高可以有效的降低汽油车尾气排放的劣化程度。

3 结论

1) 使用底盘测功机对12辆国五排放水平的汽油车进行了整车实验,研究了汽车劣化对气态常规污染物(NO_x 、THC和CO)排放的影响,实验车辆排放因子平均值为0.025、0.044、 $0.402 \text{ g}\cdot\text{km}^{-1}$ 。

2) 车辆污染物排放因子和行驶里程之间存在显著的线性关系, NO_x 、THC和CO等污染物的增长趋势随着里程的增加而显著增加。不同进气方式也会影响污染物的排放,增压中冷技术下污染物排放因子值具有较大离散性,且污染物劣化速度大于自然吸气技术下的车辆。

3) NO_x 、THC和CO污染物劣化系数的平均值分别为2.0、2.1和2.6,劣化系数的快速增大与三元催化器和发动机老化有关。因此,对高里程车辆需要加强检查和维护,延缓车辆劣化趋势。

参考文献

- [1] 中华人民共和国生态环境部. 中国移动源环境管理年报(2021年)[EB/OL]. [2021-09-10]. <https://www.mee.gov.cn/hjzl/sthjzk/ydyhjgl/202109/W020210910400449015882.pdf>, 2021.
- [2] WANG J, WU Q X, LIU J, et al. Vehicle emission and atmospheric pollution in China: problems, progress, and prospects[J]. *PeerJ*, 2019, 7: 6932.
- [3] 王人洁, 王堃, 张帆, 等. 中国国道和省道机动车尾气排放特征[J]. 环境科学, 2017, 38(9): 3553-3560.
- [4] HUO H, CAI H, ZHANG Q, et al. Life-cycle assessment of greenhouse gas and air emissions of electric vehicles: A comparison between China and the U. S[J]. *Atmospheric Environment*, 2015, 108: 107-116.
- [5] 李孟良, 徐俊芳, 戴春蓓. 不同排放法规阶段轻型汽油车排放控制技术特征[J]. 汽车工程, 2009, 31(08): 741-745.
- [6] GOEL R, MOHAN D, GUTTIKUNDA S K, et al. Assessment of motor vehicle use characteristics in three Indian cities[J]. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 2016, 44: 254-265.
- [7] 郭栋, 高松, 王晓原, 等. 轻型电喷车排放随使用年限和行驶里程劣化规律分析[J]. 科学技术与工程, 2013, 13(15): 4454-4458.
- [8] ZHANG Q Y, FAN J W, YANG W D, et al. Influences of accumulated mileage and technological changes on emissions of regulated pollutants from gasoline passenger vehicles[J]. *Journal of Environmental Sciences*, 2018, 71: 197-206.
- [9] ZHANG Q Y, FAN J W, YANG W D, et al. The effects of deterioration and technological levels on pollutant emission factors for gasoline light-duty trucks[J]. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 2017, 67(7): 814-823.
- [10] ZHAN T, RUEHL C R, BISHOP G A. An analysis of real-world exhaust emission control deterioration in the California light-duty gasoline vehicle fleet[J]. *Atmospheric Environment*, 2020, 220: 117107.
- [11] 陈泳钊, 刘永红, 黄晶, 等. 在用轻型汽油车排放随行驶里程劣化规律分析[J]. 环境污染与防治, 2015, 37(04): 21-25.
- [12] CHIANG H L, TSAU J H, YAO Y C, et al. Deterioration of gasoline vehicle emissions and effectiveness of tune-up for high-polluted vehicles[J]. *Transportation Research, Part D*, 2008, 13(1): 47-53.
- [13] BORKEN-KLEEFELD J, CHEN Y C. New emission deterioration rates for gasoline cars- Results from long-term measurements[J]. *Atmospheric Environment*, 2015, 101: 58-64.
- [14] 温溢, 刘俊女, 刘宪, 等. 北京市第五阶段出租车排放劣化特性[J]. 中国环境科学, 2017, 37(12): 4487-4492.
- [15] HE L Q, HU J N, YANG L H, et al. Real-world gaseous emissions of high-mileage taxi fleets in China[J]. *Science of the Total Environment*, 2019, 659: 267-274.
- [16] 马杰, 肖利寿, 戴春蓓. 轻型汽车排气污染物劣化系数的研究[J]. 汽车工程, 2007(09): 780-783.
- [17] ZHANG S J, WU Y, WU X M, et al. Historic and future trends of vehicle emissions in Beijing, 1998–2020: A policy assessment for the most stringent vehicle emission control program in China[J]. *Atmospheric Environment*, 2014, 89: 216-229.
- [18] 范菊旺. 基于底盘测功机测试的机动车劣化对污染物排放因子的影响研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2015.
- [19] BISHOP G A, SCHUCHMANN B G, STEDMAN D H, et al. Multispecies remote sensing measurements of vehicle emissions on Sherman Way in Van Nuys, California[J]. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 2012, 62(10): 1127-1133.
- [20] 周贤杰, 李新宇, 周贤波, 等. 遥感法与ASM5025工况法对照检测尾气排放[J]. 环境工程学报, 2012, 6(11): 4169-4173.
- [21] 中华人民共和国生态环境部, 国家质量监督检验检疫总局. 轻型汽车污染物排放限值及测量方法(中国第五阶段): GB18352.5—2013[S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2013.
- [22] 王建华, 冯于久, 李丹. 我国轻型汽油车污染物排放劣化系数分析[J]. 汽车工程, 2007, 29(1): 75-78.
- [23] 徐俊芳, 李孟良, 聂彦鑫. 低排放车辆排放和油耗与其排量关系的研究[C]//中国汽车工程学会年会, 2009.
- [24] 韩志玉, 吴振阔, 高晓杰. 汽车动力变革中的内燃机发展趋势[J]. 汽车安全与节能学报, 2019, 10(2): 146-160.
- [25] 刘永红, 林晓芳, 黄玉婷, 等. 佛山市轻型汽油车尾气动态排放特征分析[J]. 环境科学与技术, 2018, 41(2): 83-90.
- [26] MAHMOUDI A R, KHAZAEI I, GHAAZIKHANI M. Simulating the

- effects of turbocharging on the emission levels of a gasoline engine[J]. *Alexandria Engineering Journal*, 2017, 56(4): 737-748.
- [27] 苏万华, 张众杰, 刘瑞林, 等. 车用内燃机技术发展趋势[J]. 中国工程科学, 2018, 20(1): 97-103.
- [28] 于增信, 徐志军, 孙莉, 等. 在用车排放劣化规律研究[J]. 车用发动机, 2012(2): 63-65.
- [29] CORVALAN R M, VARGAS D. Experimental analysis of emission deterioration factors for light duty catalytic vehicles Case study: Santiago, Chile[J]. *Transportation Research Part D:Transport and Environment*, 2003, 8(4): 315-322.
- (责任编辑: 金曙光, 靳炜)

Study on emission deterioration of gaseous pollutants from China V light gasoline vehicles

LI Xueyao¹, LI Jin^{1,2}, YANG Zhengjun³, YIN Xiaoge⁴, QI Jingyu¹, ZHU Qinggong³, JIN Taosheng^{1,*}

1. Tianjin Key Laboratory of Urban Transport Emission Research, State Environmental Protection Key Laboratory of Urban Ambient Air Particulate Matter Pollution Prevention and Control, College of Environmental Science and Engineering, Nankai University, Tianjin 300350, China; 2. Jilin Jianzhu University, School of Municipal and Environmental Engineering, Changchun 130118, China; 3. China Automotive Technology & Research Center Co., Ltd, Beijing 100176, China; 4. Tianjin Port Free Trade Zone Environmental Monitoring Station, Tianjin 300308, China

*Corresponding author, E-mail: jints@nankai.edu.cn

Abstract To understand the deterioration characteristics of gaseous pollutants emissions with increasing vehicle mileage, 12 light-duty gasoline vehicles that met the China V emission standard were selected to carry out the whole vehicle bench test experiment using the chassis dynamometer. The effect of the accumulated mileage of 100,000 kilometers on emission factors of NO_x, THC and CO for light gasoline vehicles and the deterioration rules of different models with mileage were investigated. The results showed that there was a significant linear relationship between emission factors of NO_x, THC, CO of light gasoline vehicles and accumulated mileage (correlation coefficient R^2 was between 0.48 and 0.75). The deterioration rate of three pollutants under turbocharged technology was higher than that under inhale naturally technology. The average deterioration factors of NO_x, THC and CO of vehicles were 2.0, 2.1 and 2.6, respectively (standard recommended values were 1.6, 1.3 and 1.5, respectively). This study can provide a reference for the prediction of pollutant change trends and the revision of standard deterioration factors.

Keywords light duty gasoline vehicles; China V emission standards; gaseous pollutants; emission factors; deterioration factors