

北京市机动车污染物排放特征*

傅立新, 郝吉明, 何东全, 贺克斌(清华大学环境科学与工程系, 北京 100084, E-mail: fuchen@tsinghua.edu.cn)

摘要: 定量分析计算机动车污染物排放特征, 对城市汽车污染控制决策具有重要意义. 在利用实测数据确定基本参数的基础上, 用 MOBILE5 模型计算了北京市机动车污染物排放因子, 获得了城区和全市机动车污染物排放总量和排放分担率, 并分析了不同车型车种在城市区域汽车污染中的贡献率. 结果表明, 北京市城区 CO, HC 和 NO_x 的排放总量中, 汽车源排放分担率分别为: 78%, 83% 和 46%.

关键词: 汽车污染, 排放特征, 分担率, 排放因子.

中图分类号: X511 文献标识码: A 文章编号: 0250-3301(2000)03-0068-03

The Emission Characteristics of Pollutants from Motor Vehicles in Beijing*

Fu Lixin, Hao Jiming, He Dongquan, He Kebin(Dept. of Environ. Sci. and Eng., Tsinghua University, Beijing 100084, China E-mail: fuchen@tsinghua.edu.cn)

Abstract It is very valuable for decision-making on automotive pollution control to quantify the pollutant emissions from motor vehicles. Based on the determining of important parameters by testing Chinese vehicles, MOBILE5 model was used to calculate the composite emission factors of the vehicle fleet in Beijing. The overall emission amounts and the contribution rate of automobiles were achieved for the urban areas as well as the whole city. The sharing rate of different types of vehicles to the total vehicular emissions in urban areas was analyzed. Results showed that the contribution rate of mobile sources are 78%, 83% and 46% respectively for the total emissions of CO, HCs and NO_x in urban areas.

Keywords: automotive pollution, emission characteristics, contribution rate, emission factor.

如何准确模拟实际运行中汽车的污染物排放因子^[1], 以及计算分析机动车的排放污染^[2], 一直是国内外研究的热点问题. 由于目前我国生产的汽车排放性能不佳, 车辆维护保养状况差, 使得在用车的平均排放因子很高, 是造成城市汽车污染非常严重的主要原因.^[3] 本文利用美国 EPA(环保局)推荐的 MOBILE5a 模式, 结合中国的实际测试数据, 从计算北京市机动车的排放因子入手, 分析汽车污染物的排放量和排放分担率, 量化北京市机动车污染状况, 为进行机动车污染控制的科学决策提供重要依据.

MOBILE 系列模型是美国环保局开发并推荐使用的计算汽车平均排放因子的方法, 在该模型中, 综合考虑了汽车的使用年限、行驶里程、新车排放因子、劣化系数、行驶速度、气温、I/M(检查维护)制度^[4]以及车用油料特性等因素对排放的影响^[5]. 机动车污染物平均排放因子的大小不仅与车辆技术类型有关, 而且与行驶状况(如平均车速)、行驶里程、环境状况(如温度)等诸多因素有关.

要应用 MOBILE 模式准确计算排放因子,

* 本课题得到 FORD-中国研究与发展基金资助, 批准号为 9712705. (The study is sponsored by Ford-China Research & Development Fund, project numbered 9712705)
作者简介: 傅立新(1966~), 男, 湖南湘阴人, 博士, 副教授, 主要从事大气污染控制研究.
收稿日期: 1999-07-26

1 机动车污染物排放因子

1.1 模式介绍

就要对其中 2 个最核心的参数,即基本排放因子和劣化率,进行工况法排放实测.在国家环保总局的世行环境技援项目“中国机动车排放控制战略研究”中,首次进行了 165 辆在用机动车的排放水平测试,获得了我国不同车型的基本排放水平和劣化率,从而第一次建立了中国机动车排放因子计算模式^[3].

1.2 污染物排放因子

表 1 各车型年均行驶里程分布/万 km

轿车	轻型客车	中型客车	重型客车	轻型货车	重型货车	摩托车
3.74	3.78	2.88	2.39	1.75	1.97	1.01

表 2 北京市 1997 年机动车排放因子/ $\text{g} \cdot \text{km}^{-1}$

平均车速 $/\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$		轿车	轻型汽油车	中型汽油车	重型汽油车	重型柴油车	摩托车
15	HC	11.4	14.3	22.8	31.3	10.4	10.7
	CO	66.5	61.8	98.0	186.8	36.8	28.0
	NO _x	2.0	3.1	5.2	9.6	28.1	0.1
25	HC	6.9	9.2	13.6	14.3	7.9	6.3
	CO	45.6	43.6	71.9	123.3	24.6	16.3
	NO _x	1.8	2.8	4.8	4.5	27.9	0.1
45	HC	4.3	6.0	8.5	9.4	5.0	4.9
	CO	21.8	20.2	45.7	78.2	13.5	9.0
	NO _x	1.9	2.8	4.8	5.1	24.7	0.1

2 污染排放量计算

计算流动源排放量,主要是根据各车型的年平均行驶里程,平均运行车速,和前面得到的各车型平均排放因子和保有量,即可求得总排放量.计算公式见(1).

$$EQ_p = \sum (P_j \times M_j \times Ef_{pj}) \quad (1)$$

其中, P_j 为计算年份机动车保有量(万辆), j 为车型分类, M_j 为平均行驶里程(万 km), Ef_{pj} 为不同车型不同污染物的平均排放因子($\text{g} \cdot \text{km}^{-1}$).

不同区域的排放量分布,主要是根据实际调查的车流量分布和不同区域车辆运行比例确定的.排放量计算结果见表 3,本文中城区是指三环内的区域.

同发达国家城市相比,北京市机动车污染物排放量相当惊人.以日本东京为例,90 年代东京拥有机动车近 400 万辆,而 CO 和 NO_x 的排放基本分别稳定在 10 万吨和 5 万吨左右^[3],远远小于北京 1997 年的排放量,考虑到 1997

北京市的机动车组成在全国具有典型性,通过调查获得了全市机动车的车龄车型登记分布,各车型的年均行驶里程分布(表 1),以及城区机动车平均运行车速等基础数据,根据上述 MOBILE 模式,计算得到了各车型的综合排放因子,结果见表 2,排放因子大小是平均车速的函数.

表 3 北京市机动车污染物排放量(1997 年)/ 10^4t

CO		NO _x		HC	
全市	城区	全市	城区	全市	城区
115.9	53.5	11.6	3.8	29.3	11.4

年北京市机动车数量仅为 130 万辆左右,随着机动车数量的增长,如果不采取严格的控制措施,机动车排放对环境的压力将不堪设想.

3 机动车排放贡献率分析

3.1 排放分担率计算

城市机动车污染排放分担率 $\eta_a(\%)$ 定义为研究区域内机动车排放的污染物量 $Q_v(10^4 \text{t})$ 同污染物总排放量 $Q_t(10^4 \text{t})$ 之比.总排放量包括流动源、工业、民用以及其他天然排放源在内的所有污染源的排放.其表达式如(2).

$$\eta_a = \frac{Q_v}{Q_t} \times 100\% \quad (2)$$

其中,流动源排放量由(1)计算得到,其它污染源(固定源)则主要根据调查和其它项目的研究得到.

根据调查收集的北京市固定源排放清单,和计算获得的流动源排放量,可以计算出汽车排放分担率. 计算得到的北京地区和北京城区汽车排放分担率结果见表 4.

表 4 北京市机动车污染物排放分担率(1997 年)

项目	CO		NO _x		HC	
	全市	城区	全市	城区	全市	城区
总排放量/10 ⁴ t	173.0	68.6	28.3	8.3	36.5	13.7
分担率/%	67	78	41	46	72	83

排放分担率反映了机动车排放对城市大气环境污染的影响程度, 根据上述计算分析看出, 汽车污染已经成为北京市空气污染的重要来源. 在夏季的街道两侧, 汽车污染已成为首要的大气污染来源.

由固定源和流动源造成的 CO 和 NO_x 的排放分担率有显著差异, CO 是不完全燃烧的产物, NO_x 则随着燃烧效率的提高而提高, 所以上述排放分担率的结果说明我国城市机动车的燃烧是不充分的^[6], 其主要原因是机动车运行速度低, 运行工况差, 发动机往往在富燃料状态工作.

3.2 不同车型的贡献率

在机动车排放的污染物中, 不同车种由于保有量、行驶里程和排放因子的不同, 在总排放量中所占的比例也有所不同. 根据北京市交通流量组成的调查结果, 计算得到的北京市各车型和一些特殊车种的排放比例见表 5 和表 6.

表 5 不同车型的排放贡献率/%

车型	CO		HC		NO _x	
	全市	城区	全市	城区	全市	城区
轿车	33	56	21	44	16	35
轻型汽油车	32	27	23	31	17	24
中型汽油车	14	9	29	16	22	14
重型汽油车	16	7	17	8	18	12
重型柴油车	2	1	3	1	27	15
摩托车	3	0	7	0	0	0

从中可见, 轻型车(包括轿车、微型车和轻型车)CO 排放占总排放量的 65% 左右, 是主要的污染来源. 这一比例在城区则更高, 轻型车也是城区 HC 和 NO_x 排放的主要来源, 因此, 有针对性地控制污染贡献率高的车型, 采取相应

的技术措施和管理措施, 是迅速改善城区空气质量的捷径.

表 6 城区特殊车种的排放贡献率/%

污染物	出租车	大公共汽车	小公共汽车	其他车型
CO	22	7	8	63
HC	18	6	9	67
NO _x	15	10	8	67

4 结论

北京市在用轻型汽油车在实际运行条件下, CO 和 HC 的平均排放因子均为美国同型在用^[3]排放因子的 4~5 倍, 重型汽油车的排放因子高出 1 倍左右. 上述排放因子如果同目前欧洲和美国新生产车的排放水平相比, 则相差 10 倍以上. NO_x 排放因子与发达国家车辆的差别较小, 相差不到 2 倍. 这主要是由于我国机动车维修保养状况不佳, 发动机往往在富燃条件下工作, 因而 NO_x 排放不高. 计算结果(表 2)还表明, 机动车运行速度对污染物排放影响较大, 目前北京市平均运行车速仅 21 km·h⁻¹, 如车速提高到 40 km·h⁻¹, CO 和 HC 的排放因子都会减少 50% 以上, 因此, 除了提高机动车的排放控制技术, 改善交通状况也是减少排放的有力手段.

参考文献

1 Cadle S H. Real-world vehicle emissions: a summary of the 4th annual CRC-APRAC on-road vehicle emissions workshop. J. Air Waste Man. Ass., 1994, 44: 1180~1187.

2 Henderson D K. Using travel diary data to estimate the emissions impacts of transportation strategies: the Puget sound telecommuting demonstration project. J. Air Waste Man. Ass., 1996, 46: 47~57.

3 何东全, 郝吉明, 傅立新. 中国城市机动车污染挑战与对策. 清华大学发展研究文集. 北京: 清华大学出版社, 1998. 145~149.

4 Harrington W. Modeling in-use vehicle emissions and the effects of inspection and maintenance programs. J. Air Waste Man. Ass., 1994, 44: 791~799.

5 傅立新, 贺克斌, 何东全, 唐仲洲. MOBILE 汽车源排放因子模式研究. 环境科学学报, 1997, 17(4): 474~479.

6 陈鲁言, 覃有钧. 香港与广州市汽车尾气污染比较. 环境科学, 1994, 15(5): 41~45.