

我国汽车排气污染现状与发展*

贺克斌 郝吉明 傅立新 李铭哲 刘 阳

(清华大学环境工程系环境模拟与污染控制国家重点联合实验室, 北京 100084)

摘要 从汽车保有量、油品消耗、污染物排放和重点城市大气环境质量等方面分析了我国汽车污染现状及2000年和2010年2个时段的发展趋势, 从节能、净化和管理的角度初步分析了削减汽车污染物排放的综合对策。
关键词 汽车保有量, 汽车污染, 污染分担率。

1 汽车污染现状

1.1 汽车保有量

自80年代以来, 我国汽车保有量迅速增长, 平均增长率达13%左右, 截止1994年底, 全国民用汽车保有量达 9.54×10^6 辆(图1)。随着城市化进程加快, 汽车保有量增加相对集中在大城市(图2)。

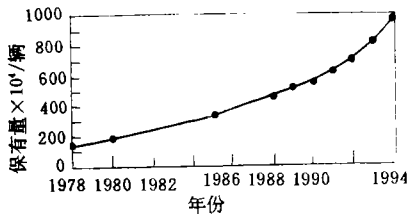


图1 全国汽车保有量增长情况

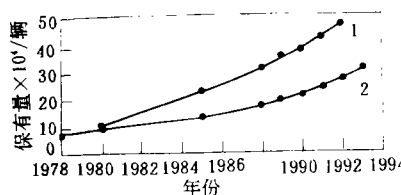


图2 京沪汽车保有量增长情况
1. 北京 2. 上海

1.2 油品消耗

目前国产车油耗水平与国外有较大差距, 如轻型货车100 km油耗, 国产车10—14L, 国外7—12L, 国产车比国外多23%; 中型货车油耗高出国外10%—25%, 整车100 km油耗是

国外的1.12—1.3倍。表1给出了机械工业部统计的单车年油耗情况。

表1 我国单车年油耗情况/t

汽油车	油 耗	柴油车	油耗
小客车	1.5	轻型车	3.0
轻型车	3.5	中型车	7.0
中型车	7.0	重型车	8.0

1.3 污染现状

1.3.1 汽车污染物排放

我国目前汽车污染控制水平仅相当于国外70年代中期水平, 表2给出了国内外汽车污染物排放水平对比。由于我国的汽车保养维修和日常检查系统不完善, 单车排放污染物比国际水平高出数十倍。从汽车污染物排放不完全统计的历年增长情况看出, 我国目前汽车CO年排放量已接近 1×10^7 t, HC和NO_x年排放量达 1×10^6 t以上(图3)。

表2 国内外汽车污染物排放水平对比/g

试验项目	国际水平	国内水平
HC+NO _x	3.88	9—25(HC) 6—24(NO _x)
CO	10.88	60—125

1.3.2 城市大气环境质量

* 福特中国研究发展基金资助项目
收稿日期: 1995-12-15

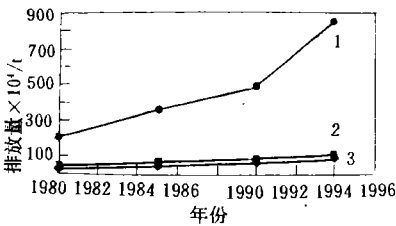


图3 中国汽车污染物排放量
1. CO 2. HC 3. NO_x

大量汽车污染物集中在城市排放使一些大城市空气质量恶化。北京市1988年监测表明：三环路内30条街道路中心和人行道大气中的CO均100%超标，夏季有69 d臭氧小时浓度超标达530次。1993年臭氧平均超标频率远远高于1986年和1987年(表3)，有发生光化学烟雾的潜在危险。北京市大气环境中NO_x的浓度年际变化也呈明显上升趋势(图4)。上海市对15个交通路口监测结果表明，NO_x、CO和HC日平均浓度值(mg/m³)分别为0.363、11.2和12.25；一次测定最高值(mg/m³)0.68、22.1和4.69，NO_x和CO浓度比对照点分别高10倍和6倍，均超过国家三级标准。此外，在交通高峰期，个别路口小时平均浓度超过国家二级标准^[1]。其他大城市主要交通干线CO、HC和NO_x超标严重^[2-6]。广州市大气中NO_x浓度年际变化也呈明显上升趋势，已超过国家三级标准(图4)。从1992年起广州市NO_x的污染负荷开始超过SO₂，说明广州市大气污染已从煤烟型转向机动车污染型。重庆市的初步研究表明：NO_x对酸雨的贡献率已高达15%。

表3 北京市臭氧浓度超标频率

时间/a	平均值 /mg·m ⁻³	最大值 /mg·m ⁻³	平均超标频率/%		
			超一级	超二级	超三级
1986	0.0737	0.265	16.2	5.5	1.6
1987	0.071	0.320	16.2	4.7	1.6
1993	0.112	0.318	41.7	21.5	10.1

1.3.3 汽车污染分担率^[7]

表4给出了中国7大城市汽车污染物分担率分析结果，从表4中看出，汽车污染已是我国

大城市空气污染的重要来源。在某些城市、某些时段，如北京、上海、广州、杭州等城市的夏季，汽车污染已成为首要的大气污染源。

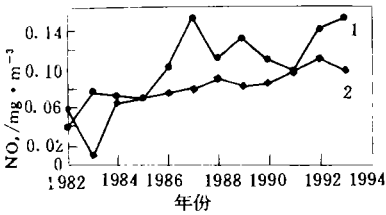


图4 北京、广州NO_x浓度变化趋势
1. 广州 2. 北京

表4 城市汽车源的污染分担率/%

	CO	HC	NO _x	类别	文献
北京	48—64	60—74	10—22	区域	[7]
上海	69	37		区域	[8]
沈阳	27—38		45—53	区域	[9]
济南	28		46	区域	[10]
杭州	24—70			道路	[11]
乌鲁木齐	12—50			道路	[5]
广州	70		43		

2 汽车污染发展趋势

2.1 汽车保有量

根据中汽总公司行业预测及国家信息中心预测结果，综合我国经济发展及国际上有关经济发展与汽车市场需求相关性的研究结果等因素分析，得出我国2000年和2010年汽车保有量预测结果(表5)。从表5中可以看出，到2010年中国汽车保有量将位居世界前列。

表5 中国汽车保有量预测结果×10⁴/辆

车 型	2000 年	2010 年
轿 车	720-820	2480—2980
汽油轻型车	320	550
汽油中型车	280	200
汽油车小计	1320—1420	3230—3730
柴油轻型车	320	550
柴油中型车	260	400
柴油重型车	100	250
柴油车小计	680	1200
总 计	2000	4400-5000

2.2 油品消耗

根据上述汽车保有量预测值和目前运营统

计单车油品消耗，考虑我国在用车完好率与工作效率统计数字等因素后，估算出 2000 年和 2010 年汽车耗油量分别为 7.55×10^7 t 和 1.3×10^8 t. 考虑今后 15 年中汽车节能方面的进展，根据机械工业部汽车节能目标预测值(表 6)和上述保有量预测值，估算出考虑节能因素后的汽车油品消耗预测结果(表 7). 从表 7 中看出，通过节

表 6 中国汽车分车型节油目标值/t·a⁻¹

车 型	2000 年	2010 年
轿车	1.0	0.8
汽油轻型车	2.5	2.0
汽油中型车	4.5	4.0
柴油轻型车	2.0	1.5
柴油中型车	3.5	3.0
柴油重型车	8.0	7.0

表 7 中国汽车分车型耗油量预测×10⁴/t

车 型	2000 年	2010 年
轿车	720—820	1980—2380
汽油轻型车	800	1100
汽油中型车	1125	800
汽油车小计	2645—2745	3880—4280
柴油轻型车	640	825
柴油中型车	910	1200
柴油重型车	800	1750
柴油车小计	2350	3775
总 计	4995-5095	7655-8055

表 8 平均排放因子表/g·kg⁻¹

车 型	NO _x	CO	THC	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	VOC
轿车	6.94	38.93	23.60	3172	0.50	0.57	8.36
汽油轻型车	9.08	83.76	28.50	3172	0.64	0.57	10.62
汽油中型车	10.07	32.16	106.40	3172	0.38	0.02	5.99
柴油轻型车	7.36	6.81	2.25	3188	0.08	0.08	2.30
柴油中型车	6.17	5.82	4.75	3188	0.06	0.08	2.49
柴油重型车	38.41	26.64	7.70	3188	0.23	0.08	5.47

表 9 中国汽车污染物排放量预测值×10⁴/t

年 份	车 型	NO _x	CO	THC	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NM VOC
2000	汽油车	44.43	843.75	389.5	9354.23	3.06	0.26	128.77
	柴油车	45.63	30.17	138.4	8276.05	0.31	0.22	9.7
	总 计	90.06	873.92	527.9	17630.28	3.37	0.48	138.48
2010	汽油车	62.67	1084.28	525.2	13968.21	5.09	0.69	172.3
	柴油车	87.86	56.29	186.84	12807.79	0.55	0.16	15.0
	总 计	150.53	1140.57	712.1	26776.0	5.63	1.04	194.73

能全国汽车油品消耗量减少了 30%—40%. 由表 6 与表 1 对比可知，节能任务非常艰巨.

2.3 汽车污染预测

2.3.1 平均排放因子的计算

平均排放因子的大小不仅与汽车类型有关，而且与行使状况(如车速)、行使里程、环境状况(如温度)等诸多因素有关. Mobile 模型是美国 EPA 开发并推荐用于计算汽车平均排放因子的模型. 该模型计算中，综合考虑了汽车的使用年限、行使里程、新车排放因子、劣化系数、行使速度、气温、I/M 计划以及车用油特性等因素对排放的影响^[12]. 计算出平均排放因子列入表 8. (表 8 中同时列入了近年来作为国际关注热点的几种温室气体和 VOC).

2.3.2 污染物排放量预测

根据上述汽车保有量和油耗量预测值，在不考虑节能和控制条件下，估算出汽车排放 NO_x、HC 和 CO 在 2000 年分别为 1.19×10^6 t、 6.5×10^6 t 和 1.412×10^7 t; 2010 年分别为 2.28×10^6 t、 9.30×10^6 t 和 2.476×10^7 t. 通过节能并加控制可大量削减汽车污染物排放量，假定节能达到目标值的比例 2000 年为 80%，2010 年为 90%；尾部净化装置使用率 2000 年为 30%，2010 年为 50%，计算出 2000 年和 2010 年的汽车污染物排放量列入表 9.

由于汽车保有量增长相对集中于城市,一些大城市汽车污染物排放量将有更大幅度的增长.如北京市,据预测汽车排放的 NO_x 、CO 和 HC 将由 1992 年的 $2.65 \times 10^4 \text{ t}$ 、 $3.34 \times 10^5 \text{ t}$ 和 $6.03 \times 10^4 \text{ t}$, 增加为 2000 年的 $5.10 \times 10^4 \text{ t}$ 、 $6.13 \times 10^5 \text{ t}$ 和 $1.11 \times 10^5 \text{ t}$, 以及 2010 年的 $8.84 \times 10^4 \text{ t}$ 、 $1.02 \times 10^6 \text{ t}$ 和 $1.81 \times 10^5 \text{ t}$.

3 削减汽车污染物排放对策初探

3.1 汽车节能对策

目前我国汽车的节能水平相当落后,根据目前的实际情况,我国汽车节能应从以下几个环节入手:① 整车技术水平提高.包括改进发动机技术指标、加速发动机产品的更新换代、整车轻量化、系统优化设计、采用良好的部件等.② 车辆吨位的调整.目前国内中型车的比例较高,使许多小批货物和大批货物的运输使用中型汽车,造成实载率低或成本增加.这些都将造成油品的浪费.根据国外经验和专家分析,合理的比例应为大型(7 t 以上)、中型(5~7 t)和小型(4 t)汽车的比例为 1:2:7,通过吨位的调整可以大量节油.③ 汽油车柴油化.柴油发动机耗油量比汽油发动机耗油低 1/4 左右,污染物排放量也小得多.因此,柴油机取代汽油机对于节能、减少污染物排放量有很大的作用.④ 改善公路路面状况.铺油路面和水泥路面比沙石路面可节油 10%—15%,而 1991 年我国铺油高级路面仅占总里程的 26.6%.⑤ 加强公路运输管理.目前公路运输管理落后,汽车完好率、实载率较低,造成汽车油品浪费,污染严重.⑥ 发展其它交通手段.如地铁和城市间的高架铁路等,以减少污染、节约能源.

3.2 净化技术对策

目前可供选择的汽车污染控制技术主要包括机内净化和机外净化两大类.较为理想的净化技术对策在于首先推广无铅汽油的使用,在此基础上推行各类尾气净化装置,辅之以机内

净化手段和各类代用燃料或燃料添加剂的应用,达到较大幅度削减汽车污染物的目的.

3.3 管理对策

从管理角度讲,削减汽车污染物排放量的主要途径在于建立防治机动车排放污染机制.首先要制定健全的法规和切合实际的技术考核标准,要求企业改进产品质量以达到规定的排放限值.我国目前已有 17 个有关汽车污染物的国家排放标准或测量标准,行业和地方也出台了一些管理办法,但尚未形成完善的体系,即立法、执法操作规程、处罚、仲裁整个过程中的具体配套法规未形成,特别是在执行操作规程、处罚等方面的法规没有或十分薄弱.

其次要强化检测监督体系,这套体系包括:

① 对定型车和新生产车的监督管理;② 对在用车的监督管理,即执行一套 I/M 计划.

4 结论

我国汽车保有量到 1994 年已达 954 万辆.由于目前我国汽车油耗水平高,污染控制水平低,造成汽车污染日益严重.部分大城市交通干道 NO_x 和 CO 严重超过国家标准,汽车污染已成为主要的空气污染物;一些城市臭氧浓度严重超标,已具有发生光化学烟雾污染的潜在危险.为了削减汽车污染物排放,应从节能、净化和管理等方面综合采取措施.

参 考 文 献

- 1 王培洁. 上海环境科学, 1994, 13(7): 7
- 2 丁毓文. 通风除尘, 1989, 2: 30
- 3 汪大福. 环境科学与技术, 1985, 2: 43
- 4 尹沙林. 福建环境, 1989, 4: 25
- 5 石振源. 干旱环境监测, 1991, 2: 8
- 6 陈鲁言. 环境科学, 1994, 15(2): 41
- 7 韩志雄. 环境科学, 1992, 13(3): 40
- 8 王素生. 上海环境科学, 1990, 1(11): 5
- 9 谢兵. 沈阳环境, 1988, 4: 9
- 10 李济生. 山东环境, 1990, 1: 37
- 11 孙素敏. 上海环境科学, 1989, 10(3): 17
- 12 Mark G Smith et al.. EPA/600/S8-91/032. 1991

China. Zhang Zhongxiang (Beijing Municipal Research Academy of Environmental protection, Beijing 100037): *Chin. J. Environ. Sci.*, 17(4), 1996, pp. 75—79

In this paper, the current discharge and pollution of industrial wastewater of China were described. The goals, tasks and the strategy, countermeasures for industrial wastewater control from the end of this century to 2020, were put forward, and the preliminary cost-benefit analysis was conducted. This paper stressed the following main points: for controlling the discharge and pollution loads of industrial wastewater, the developing model, from positive increasing rate to zero increasing rate, and finally to negative increasing rate, must be adhered to; the whole production process control with using cleaner production and technologies, and strengthening centralizing wastewater treatment schemes must be implemented. As the results of implementation of above-maintained strategy and countermeasures, the COD load of industrial wastewater will decrease more than 54.6%, and the ratio of costs and benefits will reach to 1 : 2.58.

Key words: strategy, countermeasures, cost-benefit analysis.

The Status and Trend of Vehicle Pollution in China. He Kebin et al. (Dept. of Environ. Eng., Tsinghua University, Beijing 100084): *Chin. J. Environ. Sci.*, 17(4), 1996, pp. 80—83

This paper presents the status of vehicle pollution in China and its evolution by the year 2000 and

2010 through the consideration of vehicle population, oil consumption, pollutant emissions, and air quality in major cities. Meanwhile, the integral strategy for vehicle emission reduction is primarily analyzed from the viewpoint of energy conservation, purification and management.

Key words: vehicle population, vehicle pollution, pollution contributions from vehicles.

Application of Biosurfactants in Environmental Biotechnology. Chen Jian et al. (Dept. of Biotechnology, Wuxi University of Light Industry, Wuxi 214036): *Chin. J. Environ. Sci.*, 17(4), 1996, pp. 84—87

Biosurfactants are natural products derived from bacteria, yeast, or fungi. Due to their chemical structures and physical properties equal to, or exceeding, synthetic surfactants, and their low toxicity profile to freshwater, marine, and terrestrial ecosystems, biosurfactants are potential candidates for a variety of environmental application, particularly for bioremediation of polluted materials, such as oil and organic solvent. The solubilization and emulsification of toxic pesticides by biosurfactants aid in degradation of such hazardous materials from contaminated site. The future success of biosurfactant technology in bioremediation will require the precise targeting of the biosurfactant system to the physical conditions and chemical nature of the pollution-affected site.

Key words: biosurfactant, bioremediation, application.

(上接第 89 页)

个及其以上视野中纤维根数。

(5) 计算公式

$$c = A \cdot N / (a \cdot n \cdot r \cdot t \cdot 1000)$$

式中, c 为石棉粉尘浓度(根/ml); A 为滤膜有效采尘面积(mm^2); N 为计测的总纤维数(根); a 为目镜测微计数视野面积(mm^2); n 为计测的总视野数; r 为采样流量(L/min); t 为采样时间(min)。

(6) 测定结果 见表 3。

由表 3 看出, 二选厂、一选厂及处于下风向的县招待所石棉粉尘浓度较高, 大濞和二中的情况较好。这与

上述大气 TSP 的污染规律基本一致。

表 3 大气中石棉粉尘测定结果

采样点	测定结果(t/c)/min · (根/ml) $^{-1}$			3 日均值 /根 · ml
	08-22	08-23	08-24	
大濞	50/0.022	30/0.046	40/0.009	0.026
二选厂	50/0.067	30/0.072	40/0.028	0.056
二中	50/0.012	30/0.014	40/0.021	0.016
一选厂	25/0.122	30/0.197	30/0.278	0.199
县招待所	40/0.101	30/0.007	50/0.047	0.052
南水公司	40/0.089	30/0.046	50/0.006	0.047