

• 研究报告 •

南京市街道峡谷机动车尾气污染特点和环境容量分析

张予燕¹, 李修刚², 张 伟¹

(1. 南京市环境监测中心站, 江苏 南京 210013; 2. 东南大学, 江苏 南京 210008)

摘 要: 通过对具有街道峡谷特征的南京市中山路机动车的车流量污染物质量浓度和气象要素的调查与监测, 了解到中山路机动车尾气污染物中 CO、NO_x 的质量浓度与车流量有关, 成正比关系, 日车流量高峰时间分别在 10: 00、14: 00 和 18: 00。中山路环境容量分析是通过污染物扩散模型对 CO、NO_x 污染物质量浓度模拟, 其模拟结果和实测结果相近: CO 质量浓度的模拟和实测结果比值在[0. 5, 2]区间的比例为 96%; NO_x 质量浓度的模拟和实测结果比值在[0. 5, 2]区间的比例为 80%, 表明模拟结果有效。

关键词: 机动车尾气; CO; NO₂; 扩散模型; 环境容量; 街道峡谷

中图分类号: X831 文献标识码: A 文章编号: 1006- 2009(2002) 05- 0011- 03

Pollution of Motor Vehicle Exhaust Emission in Streets with Aspect of Canyon in Nanjing and Their Environmental Capacity

ZHANG Yuyan, LI Xiugang, ZHANG Wei

(1. Nanjing Environmental Monitoring Center, Nanjing, Jiangsu 210013, China;

2. Southeast University, Nanjing, Jiangsu 210008, China)

Abstract: Pollutant concentration and meteorological element of pollution of motor vehicle exhaust emission in streets with aspect of canyon were investigated and monitored. The mass concentration of CO and NO_x in Zhongshanlu were related with vehicle flow, almost was direct proportion, the peak flow were in the time of 10, 14 and 18. Its environmental capacity analysis was made according to the concentration of CO and NO_x with the model of pollution diffusion, the simulative result was similar to the real determination.

Key words: Motor vehicle exhaust emission; CO; NO₂; Diffusion model; Environmental capacity; Street canyon

机动车尾气在一定的气象条件和可见光作用下, 易成为强氧化剂, 是产生光化学烟雾的直接因素。南京城区主干道两侧高楼林立, 机动车在城市类似于峡谷的街道^[1, 2]中行驶, 致使机动车尾气不易扩散, 污染物质量浓度升高。为制定机动车尾气控制规划和城市道路建设规划提供科学依据, 南京市环境监测中心站于 2000 年 6 月对具有街道峡谷特征的市主要干道中山路的车流量、污染物质量浓度和气象要素进行了实地调查、监测和观测, 了解了中山路上机动车尾气的污染特点, 并用污染物扩散模型对中山路的环境容量进行了分析。

路的机动车和非机动车道上各取对称监测点, 并在距地面约 13 m 的五楼及距地面约 15 m 的五楼楼顶垂直高度上取两点, 在路西距人行道 20 m 的小巷内设一背景点(7 号点), 各监测点分布见图 1。

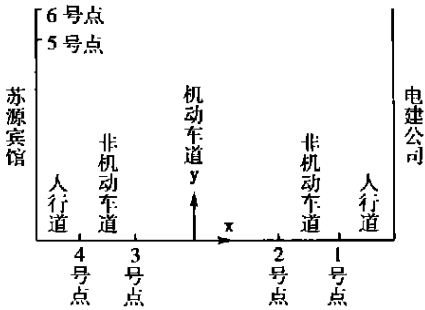


图 1 监测点分布

1 研究方法

1. 1 监测点设置

南京市中山路宽约 30 m, 南北方向, 两边建筑物平均高度约 15 m。设中山路东西两侧电建公司至苏源宾馆约 300 m 长的路段为监测断面, 在中山

收稿日期: 2002- 05- 22; 修订日期: 2002- 08- 07

作者简介: 张予燕(1962—), 女, 江苏无锡人, 工程师, 大学, 从事环境监测工作。

以监测断面地平面上道路中心点为原点测得的各监测点坐标值见表 1。

表 1 2000 年 6 月中山路机动车尾气监测点坐标 m							
监测点号	1	2	3	4	5	6	7
x	11.5	9	- 9	- 11.5	- 15	- 15	- 35
y	1.5	1.5	1.5	1.5	13	15	1.5

1.2 采样时间和频次

每隔 2 h 采样 1 次,同时观测车流量和气象参数。时间为 2000 年 6 月 28 日 0:00~ 24:00。

1.3 监测项目 和方法

NO₂ 测定方法: ISO 7996 化学发光法;
CO 测定方法: GB 9801- 88 红外分析法。

1.4 计算方法

使用 CAL4Q 扩散模型,通过对扩散模拟过程的反算,得到中山路的环境容量。

2 监测结果与污染特点

2.1 监测结果

2.1.1 交通参数

图 2 是中山路监测断面的车流量日变化规律。凌晨 4:00 为全日最低峰,8:00~ 10:00 为上午高峰,14:00 为下午高峰,18:00 出现下午第 2 次高峰。全天的车流量统计,高峰时达到 3 300 辆/h,平均车速为 40 km/h,出租车约占 40 %。

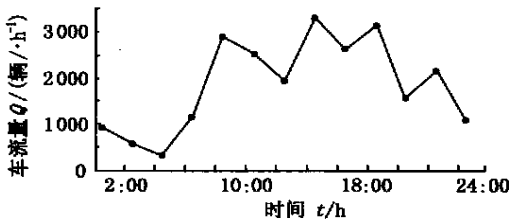


图 2 车流量与时间变化规律

2.1.2 CO 监测结果

图 3 是 CO 质量浓度与时间变化规律,表明各监测点 CO 质量浓度与时间变化规律基本一致。

2.1.3 NO_x 监测结果

图 4 是 NO_x 质量浓度与时间变化规律,各点 NO_x 质量浓度与时间变化规律基本一致。

2.2 污染特点

(1) 凌晨 4:00 为日车流量最低峰,8:00~ 10:00 为上午高峰,14:00 为下午高峰,18:00 出现下午

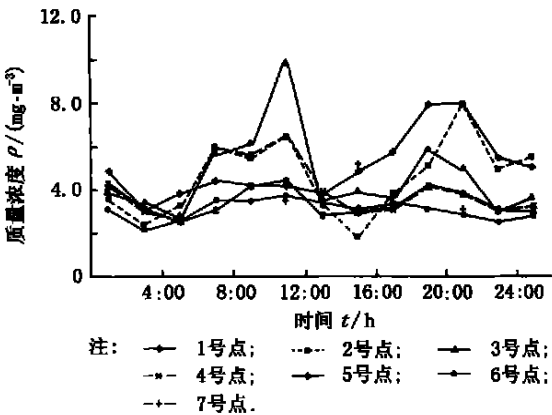


图 3 CO 质量浓度与时间变化规律

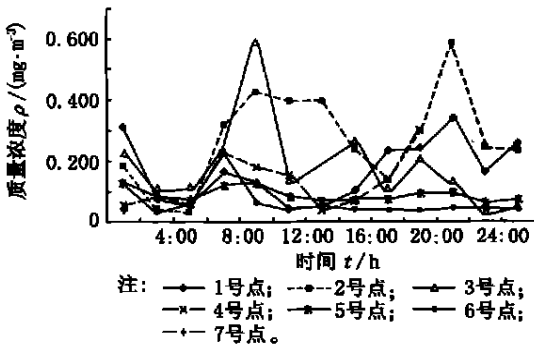


图 4 NO_x 质量浓度与时间变化规律

第 2 次高峰。高峰时车流量 3 300 辆/h。

(2) CO、NO_x 平均质量浓度与车流量为正比关系。以 NO_x 为例,质量浓度最高值多次出现在 2 号点和 3 号点,表明这两点位靠近路中心,与街道峡谷涡流对污染浓度分布的影响有密切关系。

(3) 污染物质量浓度随着点位高度的增加而递减,但达到一定高度后(如 5 号点和 6 号点),污染物质量浓度基本稳定。

(4) NO_x 污染严重,是机动车尾气中主要污染物,机动车排放的 NO_x 中 NO 较高。街道地面的污染物质量浓度高于空中污染物质量浓度。

(5) 各点位的 NO_x、CO 质量浓度均有明显的时间变化规律,并且都有双峰值特征^[3]。第 1 峰大致出现在 8:00~ 9:00 或 9:00~ 10:00,第 2 峰出现在 19:00~ 20:00 或 22:00~ 23:00 时段内。

3 环境容量分析

3.1 污染物扩散模型

用 CALINE4^[4]模拟城市道路交通的 CO 污染物扩散,但 CALINE4 不能计算 NO_x 的质量浓度,

需根据 NO_x 在空气中的化学反应原理改进 CA-LINE4, CAL4Q 为改进后的模拟交通排放污染物的扩散模型, 可以计算 NO_x 质量浓度^[5]。

车流量统计结果表明, 全天各车型变化的比例相差很小, 可以作为全天车型比例计算综合排放因子。通过对南京市在用车辆状况的调查及其排放参数统计, 得出南京市机动车现状综合排放因子: CO 为 40.1 g/辆·km; NO_x 为 2.2 g/辆·km。

由于大气平流的输送和大气湍流、机动车运行尾迹的机械湍流及热湍流等的影响, 道路及附近的风速、风向时刻都在发生变化, 路段试验的风速、风向观测结果说明了这一点。试验时, 道路的主导风向与道路平行, 风向和道路夹角为 0°; 风向标准差为 30°; 风速是由观测风速和《交通工程手册》公式求出, 经过计算, 得到路面 4 m 高度以上处的风速值为 0.5 m/s~ 2.0 m/s, 此风速为模式风速的输入值。

南京市的地理位置为东径 118.8°, 北纬 32.1°, 根据文献[3] 计算, 大气稳定度为 D; 混合层高度 1 000 m; 表面粗糙度 370 cm; 重力沉降速度和污染物沉积速度都取 0。由于背景点(7 号点) 距离道路太近, 背景质量浓度较高, 因此, 将背景点质量浓度折减。实测和模拟 CO、NO_x 质量浓度的统计结果比较见表 2、表 3。

表 2 实测和模拟 CO 质量浓度统计结果 mg/ m³

类别	平均值	标准差	最大值	最小值
实测	6.4	2.9	18.1	2.1
模拟	6.4	3.2	16.9	1.6

表 3 实测和模拟 NO_x 质量浓度统计结果 mg/ m³

类别	平均值	标准差	最大值	最小值
实测	0.25	0.20	0.980	0.031
模拟	0.27	0.18	0.697	0.021

表 2 实测和模拟 CO 质量浓度比值在[0.5, 2]区间的比例为 96%, 表明模型模拟实测浓度的效果很好。

表 3 实测和模拟 NO_x 质量浓度比值在[0.5, 2]区间的比例为 80%, 表明模型模拟实测浓度的效果很好。

3.2 环境容量分析

通过对机动车排放污染物扩散模拟过程的反算, 得到环境容量的计算结果。再根据国家环境质量标准(GB 3095- 1996) 规定的 CO 和 NO₂ 的质量浓度限值、背景质量浓度和污染物扩散模型, 计算道路范围内允许的机动车排放量, 由排放量、排放因子和各车型比例, 计算高峰小时通过的车流量。

由于全天城市道路交通的时间变化特征明显, 有早高峰小时和晚高峰小时, 并且由高峰小时车流量引起的污染物质量浓度也较高, 所以用高峰小时车流量描述城市道路环境容量比较合适。

城市道路交通的环境容量分析用 NO_x 和 CO 测定值作为质量浓度限值, CO、NO_x 和 NO₂ 的质量浓度限值均采用 1 h 平均值。监测点取非机动车道位置。

用扩散模型 CAL4Q 计算环境容量, 在正常天气时, CO 背景质量浓度为 2 mg/ m³, NO_x 背景质量浓度为 0.02 mg/ m³, 风速为微风 1.0 m/s, 车型比例按全天监测平均值。结果表明, 满足环境空气中 NO_x 质量浓度 0.150 mg/ m³ 时, NO₂ 质量浓度达二级标准的机动车容量为 1 400 辆/h; 满足环境空气中 NO_x 质量浓度 0.300 mg/ m³ 时, NO₂ 质量浓度达三级标准的机动车容量为 2 900 辆/h。同样, 满足环境空气中 CO 二级标准的机动车容量为 2 900 辆/h; 满足环境空气中 CO 三级标准的机动车容量为 5 900 辆/h。因此, 减少机动车尾气 NO_x 排放是治理机动车尾气的重点。

[参考文献]

[1] Hoydysh W G. Kinematics and sispersion characteristics of flow in asymmetric street canyons[J]. Atmospheric Environment, 1988, 22:2677- 2689.

[2] 周洪昌. 街道峡谷湍流扩散数值模型与模型修改[J]. 中国环境科学, 1992, 12(6):

[3] 马蔚纯, 张 超, 王远飞. 南京东路机动车尾气调查和计算分析[J]. 上海环境科学, 1997, (1): 32- 35.

[4] BENSON P E. CALINE4- A Dispersion Model for Predicting Air Pollutant Concentrations near Roadways[R]. Federal Highway Administration Report FHWA/ CA/ TL- 84/ 15, California State Department of Transportation, Sacramento, California (NTIS PB 85 211498/ AS), 1984.

[5] 李修刚. 基于 GIS 的城市交通大气环境影响模拟研究[D]. 南京: 东南大学交通学院, 1999.