

广州市交通警察执勤期间大气污染物区域暴露特征初探

钟韵, 宋宏

摘要: [目的] 通过监测广州市内外勤交警执勤区域大气污染物浓度, 初步研究内外勤交警执勤期间大气污染物的暴露特征和水平, 为机动车尾气高暴露人群的生物效应评价技术研究提供现场调查数据。[方法] 应用电子分析仪监测广州市内外勤交警执勤区域及内勤交警工作的岑村交警大楼的二氧化氮(NO_2)、一氧化碳(CO)、可吸入颗粒物(PM_{10})、二氧化硫(SO_2)等污染物的浓度, 计算相关空气质量评价指数。[结果] 外勤交警执勤期间暴露的 NO_2 、 CO 、 PM_{10} 、 SO_2 的平均浓度分别为 (0.34 ± 0.17) 、 (1.93 ± 2.97) 、 (0.10 ± 0.05) 、 $(0.49 \pm 1.54) \text{mg/m}^3$, 大气质量为V级, 属重污染, NO_2 和 SO_2 为主要污染物; 内勤交警执勤期间暴露的 NO_2 、 CO 、 PM_{10} 、 SO_2 的平均浓度分别为 (0.08 ± 0.05) 、 (0.22 ± 0.26) 、 (0.05 ± 0.05) 、 $(0.02 \pm 0.02) \text{mg/m}^3$, 大气污染物浓度低于外勤交警($P < 0.01$), 大气质量为II级, 尚清洁, NO_2 和 PM_{10} 为主要污染物。[结论] 广州市外勤交警执勤期间暴露的主要气态污染物浓度超标, 其中以 NO_2 的超标情况最严重, 属中重度污染, 符合混合型污染的特征; 内勤交警大气污染物的暴露浓度低于外勤交警。

关键词: 交通警察; 大气污染物; 暴露

Characteristics of Atmospheric Pollutants Exposed to Traffic Police in Guangzhou ZHONG Yun, SONG Hong (School of Public Health, Sun Yat-Sen University, Guangzhou, Guangdong 510080, China). Address correspondence to SONG Hong, E-mail: songhong@mail.sysu.edu.cn • The authors declare they have no actual or potential competing financial interests.

Abstract: [Objective] To monitor the concentrations of atmospheric pollutants in duty areas of indoor and outdoor traffic police in Guangzhou, to identify characteristics and levels of exposure, and to provide field data for bio-effect assessments among populations with high exposure to vehicle exhausts. [Methods] Concentrations of NO_2 , CO , PM_{10} and SO_2 in different duty areas were monitored with electronic analyzer and further processed into relevant air quality indices for evaluation and comparison. [Results] The average concentrations of NO_2 , CO , PM_{10} and SO_2 in the duty areas of outdoor traffic police were (0.34 ± 0.17) , (1.93 ± 2.97) , (0.10 ± 0.05) and $(0.49 \pm 1.54) \text{mg/m}^3$, respectively; the level of comprehensive air quality index was Level V, indicating heavily polluted, and the major pollutants were NO_2 and SO_2 . The average concentrations of NO_2 , CO , PM_{10} and SO_2 in the duty areas of indoor traffic police were (0.08 ± 0.05) , (0.22 ± 0.26) , (0.05 ± 0.05) and $(0.02 \pm 0.02) \text{mg/m}^3$, respectively, which were significantly lower than those exposed to the outdoor traffic police; the level of comprehensive air quality index was Level II, indicating clean, and NO_2 and PM_{10} were the major pollutants. [Conclusion] The concentrations of main ambient pollutants in the duty areas of outdoor traffic police are higher than corresponding standards, among which NO_2 is the highest one and identified as medium-serious pollution, indicating the outdoor duty areas are characterized by mixed air pollution. The indoor traffic police are exposed to significantly lower concentrations of air pollutants than the outdoor traffic police.

Key Words: traffic police; atmospheric pollutant; exposure

当前交通污染已成为影响大中城市空气质量的主要因素。由于职业的需要, 交警长期在城市交通路口执勤, 因而长时间地暴露于高浓度的大气污染物中, 与一般人群相比, 机动车尾气对其执勤区域的大气环境影响最大, 使其成为机动车尾气污染物的高暴露人群。本研究拟以在交通路口执勤的外勤交通警察

为研究对象, 并以在室内工作的内勤交警作为对照, 通过对广州市内、外勤交警执勤区域进行执勤期间的大气主要气态污染物浓度的监测, 初步评价广州市内、外勤交警的大气污染物暴露浓度和特征, 评估机动车尾气对其执勤区域大气环境的影响, 为机动车尾气高暴露人群的生物效应评价技术的研究提供现场调查数据。

[基金项目] 国家十一五科技支撑项目-环境对健康影响评估与控制技术研究(编号: 2006BA I 19B06)

[作者简介] 钟韵(1985—), 女, 硕士生; 研究方向: 环境与健康; E-mail: 36240947@qq.com

[通信作者] 宋宏教授, E-mail: songhong@mail.sysu.edu.cn

[作者单位] 中山大学公共卫生学院, 广东 广州 510080

1 材料与方法

1.1 监测指标

选用主要大气污染物二氧化氮(NO_2)、二氧化硫(SO_2)、一氧化碳(CO)、可吸入颗粒物(PM_{10})以及车流量, 同时监测

相应的气温、气压、气湿、风速、风向。

1.2 监测点的选择

选取广州市交通流量和布局有代表性的荔湾、越秀、天河、黄埔区的外勤交警，对其主要执勤地点进行问卷调查，于2010年2月在外勤交警的主要执勤区域进行大气污染物浓度监测，监测点包括中山路、东风路、体育东路、天河路、黄埔大道、天河北路沿线及交通路口。

1.3 采样方法与监测仪器

监测点位于路边人行道，周围及上空无建筑物遮挡的地方，附近没有工矿企业和民用排污烟囱。监测高度为人体呼吸带高度(1.5 m)。对照点设在内勤交警工作的岑村交警大楼，对角线布点。监测时间覆盖2个上下班车流高峰。监测指标包括：SO₂、PM₁₀、CO和NO₂，以及气温、风速、湿度等基本气象资料。经过预监测，广州市的上路机动车数量在早上8:00—11:30，下午14:30—17:30出现2个高峰，为交通警察主要执勤时间和污染物暴露时间，故监测时间涵盖2个高峰，进行连续5 d的监测，特殊气象条件暂停监测。

1.4 交警执勤区域大气污染物暴露水平的评价方法

1.4.1 单因素评价 以《环境空气质量标准》(GB 3095—1996)^[1](表1)的日平均浓度二级标准为依据，比较内外勤交警执勤区域的污染物浓度日均值，计算污染物超标率和最大超标倍数。

表1 环境空气质量标准(GB 3095—1996)
Table 1 Ambient air quality standard(GB 3095—1996)

项目名称 Index	类型 Type	一级标准 Class 1 standard	二级标准 Class 2 standard	三级标准 Class 3 standard
二氧化氮(NO ₂)	日平均(Daily average)	0.08	0.08	0.12
一氧化碳(CO)	日平均(Daily average)	4.00	4.00	6.00
可吸入颗粒物(PM ₁₀)	日平均(Daily average)	0.05	0.15	0.25
二氧化硫(SO ₂)	日平均(Daily average)	0.05	0.15	0.25

1.4.2 综合评价 综合评价采用综合污染指数(P)、等标污染负荷比(K)以及环境空气质量指数(I₁)进行评价。 $P=\sum_{i=1}^n P_i$ ，式中： $P_i=C_i/S_i$ ，C_i为因子i的平均浓度值；S_i为因子i的评价标准值；

n为参加综合评价的污染物项数。 $K=(P_i/P) \times 100\%$ 。 $I_1=\sqrt{x \cdot y}$ ，式中：x为最高分指数，即各个C_i/S_i值中的最高分；C_i为因子i的平均浓度值；S_i为因子i的评价标准值；y为平均分指数，即各个C_i/S_i比值中的平均值。

等标污染负荷比(分担率)是某污染物的等标污染负荷占该区域所有污染物总等标污染负荷的百分比，等标污染负荷比值最高的一种污染物，即最主要的污染物。

环境空气质量指数(I₁)兼顾最高分指数和平均分指数，是由原上海医科大学姚志麒教授^[2]推导的，该指数计算简单，在大气质量综合评价中比较有代表性，并广泛应用于大气质量的综合评价中。空气质量分级参见表2。

表2 环境空气质量指数(I₁)范围及空气质量级别
Table 2 Air quality index level

质量指数(I ₁) Air quality index	质量分级 Level	质量评语 Quality reviews
≤ 0.49	I	清洁(Purity)
0.50~0.99	II	尚清洁(Clean)
1.00~1.49	III	轻污染(Light pollution)
1.50~1.99	IV	中污染(Pollution)
≥ 2.00	V	重污染(Heavy pollution)

1.5 统计学分析

实验数据用SPSS 13.0版统计软件进行整理分析，正态分布的数值型资料的结果比较使用t检验。

2 结果

2.1 内外勤交警执勤区域大气污染物浓度监测

由表3可见，与国标的大气污染物日均浓度二级水平比较，外勤交警执勤区域各个监测点的NO₂和SO₂均超标，最大超标倍数分别为60.32和23.27，其中NO₂超标率达100%。荔湾区NO₂平均超标倍数为2.38倍，越秀区为4.75倍，天河区和黄埔区为5.63倍，荔湾区SO₂平均超标倍数为1.27倍，越秀区为3.27倍，天河区和黄埔区为4.67倍。天河区和黄埔区的NO₂浓度高于荔湾区，天河、黄埔、越秀区的CO浓度均高于荔湾区。内勤执勤区域各污染物平均浓度均不超标。

表3 内外勤交警执勤区域主要大气污染物日平均浓度与车流量($\bar{x} \pm s$)
Table 3 Daily average concentration of major atmospheric pollutants and traffic flow in the duty areas of indoor and outdoor traffic police

监测点 (Monitoring sites)	样本数 (<i>n</i>)	污染物浓度 (Pollutant concentration, mg/m ³)				车流量 (辆/min) Traffic flow
		NO ₂	CO	PM ₁₀	SO ₂	
外勤交警执勤区域 (Duty area of outdoor traffic police)						
荔湾区 (Liwan District)	240	0.19 ± 0.09	0.69 ± 0.76	0.09 ± 0.05	0.19 ± 0.22	99.63 ± 59.35
越秀区 (Yuexiu District)	540	0.38 ± 0.12	2.13 ± 3.68	0.12 ± 0.06	0.49 ± 1.49	94.76 ± 51.58
天河、黄埔区 (Tianhe & Huangpu District)	480	0.45 ± 0.18	2.24 ± 2.57	0.09 ± 0.03	0.67 ± 1.84	92.12 ± 31.22
平均浓度 (Average)	1 260	0.34 ± 0.17**	1.93 ± 2.97**	0.10 ± 0.05**	0.49 ± 1.54**	96.37 ± 41.36
内勤交警对照点 (Duty area of indoor traffic police)						
档案馆、会议室 (Archives, conference room)	150	0.04 ± 0.00	0.06 ± 0.06	0.03 ± 0.00	0.00 ± 0.00	—
驾考考场 (Driving test area)	60	0.12 ± 0.10	0.16 ± 0.31	0.05 ± 0.01	0.02 ± 0.01	—
行政办公大楼 (Office building)	150	0.08 ± 0.01	0.27 ± 0.30	0.05 ± 0.02	0.03 ± 0.01	—
平均浓度 (Average)	360	0.08 ± 0.05	0.22 ± 0.26	0.05 ± 0.05	0.02 ± 0.02	—

[注]**：与内勤交警对照点平均浓度比较(Compared with the average concentration in the duty area of indoor traffic police), P<0.01。

2.2 机动车尾气污染物暴露水平的综合评价

由表 4 可见, 外勤交警执勤区域大气质量评价结果为 V 级, 质量级别为重污染, 其中荔湾区大气质量评价结果为 IV 级, 质量级别为中污染; 越秀区、天河黄埔区评价结果均为 V 级,

质量级别为重污染。对照点交警大楼岑村大气质量评价结果为 I ~ II 级, 质量级别为清洁 ~ 尚清洁。外勤交警执勤区域的主要污染物为 NO₂ 和 SO₂, 内勤交警执勤区域的主要污染物为 NO₂ 和 PM₁₀。

表 4 内外勤交警执勤区域大气质量综合评价

Table 4 Comprehensive evaluation of air quality in the duty areas of outdoor and indoor traffic police

监测点 Monitoring sites	样本数 (<i>n</i>)	NO ₂		CO		PM ₁₀		SO ₂		综合污染指数(<i>P</i>) Comprehensive pollution index	质量指数 (<i>I</i> ₁) Quality index	质量 分级 Level	质量评语 Quality reviews
		<i>P</i> ₁	<i>K</i> (%)	<i>P</i> ₁	<i>K</i> (%)	<i>P</i> ₁	<i>K</i> (%)	<i>P</i> ₁	<i>K</i> (%)				
外勤交警执勤区域													
Duty area of outdoor traffic police													
荔湾区(Liwan District)	240	2.38	54.79	0.17	3.98	0.60	13.84	1.19	27.39	4.34	1.60	Ⅳ	中污染(Pollution)
越秀区(Yuexiu District)	540	4.75	51.94	0.53	5.82	0.80	8.75	3.06	33.49	9.15	3.30	Ⅴ	重污染(Heavy pollution)
天河、黄埔区(Tianhe & Huangpu District)	480	5.63	51.26	0.56	5.10	0.60	5.47	4.19	38.16	10.97	3.93	Ⅴ	重污染(Heavy pollution)
平均浓度(Average)	1260	4.25	50.23	0.48	5.70	0.67	7.88	3.06	36.19	8.46	3.00	Ⅴ	重污染(Heavy pollution)
内勤交警对照点													
Duty area of indoor traffic police													
档案馆、会议室(Archives, conference room)	150	0.50	69.93	0.02	2.10	0.20	27.97	0.00	0.00	0.72	0.30	Ⅰ	清洁(Purity)
驾考考场(Driving test area)	60	1.50	75.06	0.04	2.00	0.33	16.68	0.13	6.26	2.00	0.87	Ⅱ	尚清洁(Clean)
行政办公大楼(Office building)	150	1.00	62.96	0.07	4.25	0.33	20.99	0.19	11.80	1.59	0.63	Ⅱ	尚清洁(Clean)
平均浓度(Average)	360	1.00	66.08	0.06	3.63	0.33	22.03	0.13	8.26	1.51	0.62	Ⅱ	尚清洁(Clean)

3 讨论

与国内一些省会城市的横向比较发现^[3-9], 同样是东南沿海城市, 广州氮氧化物浓度增长速度明显高于深圳; 同时, 与典型的煤烟型污染城市相比, 广州市的大气污染仍具有煤烟型污染的特征。20 世纪 90 年代, 广州市区工业开始外迁, 然而周边一些中小城市开始兴起, 在追求经济增长速度的同时, 没有把环境保护放在同等重要的地位, 粗放经营, 浪费资源, 耗能过大, 污染严重, 尤其是 SO₂ 和悬浮颗粒物严重超标, 甚至出现了酸雨情况^[10]。2011 年广州市人大会议指出, 广州市工业性污染主要来源于周边城区的工业排放。随着经济的高速发展, 机动车保有量的上升, 广州市的污染类型开始从以 SO₂ 和 PM₁₀ 为主要污染物的煤烟型大气污染向以 NO₂ 为主要污染物的机动车尾气型大气污染转变, 呈现出混合型污染的特点, 污染物成分复杂, 其健康影响也更为复杂。

交警是一个特殊的职业群体, 其基线健康状况与一般人群有本质的区别, 为了避免健康工人效应对健康效应评价的影响, 本研究选取交警人群内部两个 (内勤、外勤) 有不同大气污染物暴露特征的人群进行对比。

从整体上看, 广州市外勤交警的执勤地点在广州市的主要交通干道上, 处于大气污染严重的工作环境中, 在其执勤时间内接触浓度较高的机动车尾气污染物; 从各个区的污染情况看, 由于所研究的区域均为广州市交通经济繁忙的中心区域, 各个区的交通流量差别不明显, 因此, 气象条件和城市交通布局对大气质量产生的影响至关重要。天河、黄埔区为广州的中心商务区, 经济活动频繁, 人流集中, 虽然道路宽敞, 但道路的设置为网格状, 在交通路口容易出现拥堵, 且天河区火车站又处于天河分区临近位置, 这种道路布局吸引了大量的过境交通, 拥挤程度最严重^[11]。汽车怠速而排放的不完全燃烧产物多而复杂, 且不容易扩散, 故天河区机动车尾气的污染也最为严

重, 此区交警的健康状况尤应受到关注。另外, 不同辖区的交警有不一样的轮班制度, 轮班制度从另一方面影响着交警的实际尾气接触量和接触频率, 因此结合交警的活动模式计算其污染物接触的时间加权平均浓度, 甚至使用佩戴个体采样器的方法, 在经济条件允许的情况下, 能够更加准确地反映交警的机动车尾气实际接触量。

内勤交警在岑村交警大楼办公, 岑村远离市中心, 周围绿化覆盖率高, 为火炉山森林公园所在地, 该处地势空旷, 车流量少, 污染物浓度低且容易扩散。环境空气质量指数及质量级别监测结果显示, 岑村交警办公大楼 NO₂、CO、SO₂ 和 PM₁₀ 的浓度远低于交通路口; 交通路口 NO₂、CO、SO₂ 和 PM₁₀ 的平均浓度分别为岑村交警大楼的 4.25、8.77、2.00 和 24.50 倍。

国内学者研究指出, 机动车尾气污染严重的城市交警肺功能测定指标 (大气道和小气道功能指标) 均低于污染较轻者, 提示长期暴露于机动车尾气污染物中, 将对机体的健康, 尤其是肺功能产生不可忽视的影响^[12]。

综上所述, 所研究区域内, 外勤交警执勤区域的主要污染物是 NO₂ 和 SO₂, 内勤交警执勤区域的主要污染物是 NO₂ 和 PM₁₀, 均呈现出混合型污染的特点; 内外勤交警执勤区域中 NO₂ 的污染负荷远高于其他污染物, 提示机动车尾气污染物对交警执勤区域的大气质量影响最大; 外勤交警工作时间内接触的大气污染物浓度高于内勤交警; 市区内不同区域污染物浓度受到气象扩散条件和城市交通布局的影响而有一定差异, 但均高于对照区域。

• 作者声明本文无实际或潜在的利益冲突。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国国家环境保护局. GB 3095—1996 环境空气质量标准[S]. 北京: 中国标准出版社, 1996.

- [2] 杨克敌. 环境卫生学[M]. 6版. 北京: 人民卫生出版社, 2009: 377.
- [3] 于群, 杨华. 广州市近年空气质量现状及趋势分析[J]. 中国环境监测, 2010, 26(4): 74-77.
- [4] 余淑苑, 张隽, 彭朝琼, 等. 2002—2007 年深圳市关内和关外大气污染物变化规律及相关性分析[J]. 环境与健康杂志, 2009, 26(1): 33-36.
- [5] 闫鸿远, 陈俊. 安庆市城区主要大气污染物时空特征分析[J]. 资源开发与市场, 2008, 24(4): 321-323.
- [6] 赵大江. 大同市 2005 年至 2007 年大气污染物污染状况的分析[J]. 山西能源与节能, 2009(2): 58-59, 81.
- [7] 谢松元, 凌良新, 陈文锋. 潮州市大气污染物与气象要素的关系[J]. 广东气象, 2010, 32(5): 36-38.
- [8] 余光辉, 李玲玲, 李振国, 等. 太原市主要大气污染物分析与预测[J]. 环境科学与管理, 2010, 35(4): 171-174.
- [9] 施云芬, 刘月华, 李英赞. 吉林市大气污染物浓度分布规律[J]. 环境与健康杂志, 2003, 25(4): 334-336.
- [10] 黄成. 我国城市大气污染现状及防治对策[J]. 科技信息, 2008(21): 136, 117.
- [11] 阎小培, 马跃东, 崔晓. 广州 CBD 的交通特征与交通组织研究[J]. 城市交通, 2002, 26(3): 78-82.
- [12] 顾珩, 金银龙, 康家琦, 等. 城市大气污染对交通警察呼吸功能的影响[J]. 环境与健康杂志, 2007, 24(12): 996-997.

(收稿日期: 2011-11-15)

(英文编审: 薛寿征; 编辑: 张晶; 校对: 王晓宇)

【精彩预告】

纳米二氧化钛与醋酸铅联合诱导人胚肝细胞氧化应激作用

为研究纳米二氧化钛(TiO_2)与醋酸铅(PbAc)联合作用于人胚肝细胞(L-02), 对胞内活性氧水平、氧化应激作用及细胞活性的影响。以 1.000 mg/L PbAc 和 10.000、1.000、0.100、0.010、0.001 mg/L TiO_2 单独以及 1.000 mg/L PbAc + 0.001、0.010、0.100、1.000、10.000 mg/L TiO_2 混合物处理 L-02 细胞 24 h, 以 1 mL/1 000 mL (1%) DMSO 为阴性对照, 30 $\mu\text{mol/L}$ H_2O_2 为阳性对照。用 MTT 法检测细胞毒性, 采用流式细胞术检测胞内活性氧(ROS)水平, 通过检测谷胱甘肽(GSH)与超氧化物歧化酶(SOD)评价细胞内抗氧化物质水平。结果发现, 与阴性对照、1.000 mg/L PbAc 和 1.000、0.100、0.010、0.001 mg/L TiO_2 相比, 10.000 mg/L 单一 TiO_2 致细胞活性明显降低($P < 0.05$)。与阴性对照、1.000 mg/L PbAc 和 1.000、0.100、0.010、0.001 mg/L 混合物相比, 10.000 mg/L 混合物致细胞活性明显降低; 1.000、0.100 mg/L 混合物相比, 细胞活性明显降低。与阴性对照、1.000 mg/L PbAc 相比, 所有混合物均使细胞 ROS 水平明显增加。与阴性对照相比, 1.000 至 0.010 mg/L 混合物联合致 GSH 水平明显升高, 0.100、0.010 mg/L 混合物使细胞 SOD 活力显著升高。本研究条件下, 低剂量纳米二氧化钛和醋酸铅共同作用于 L-02, 可增加活性氧水平, 同时诱导细胞增加 GSH 和 SOD 水平以自我保护; 随着剂量升高, 活性氧水平显著增加, 抗氧化能力下降, 导致细胞活力下降。

此文将于近期刊出, 敬请关注!

上海市医疗机构 PET/CT 工作人员受照剂量调查

为掌握目前上海市从事 PET/CT 工作的人员受照情况。研究人员普查了上海市 PET/CT 工作人员基本情况, 监测 PET/CT 工作场所 γ 辐射空气吸收剂量率和放射工作人员外照射个人累积剂量。截至 2011 年, 上海市共有 PET/CT 13 台, 工作人员近两百名。采用不同分装形式和注射方式, 工作人员身体同一部位所受剂量有较大差别: 非通风橱分装情况下(不考虑手部), 眼部 γ 辐射空气吸收剂量率最高, 其最大值达到 613.6 $\mu\text{Sv/h}$, 是通风橱内操作的 32 倍; 注射操作时, 移动车方式所受剂量最高, 胸部最大值为 391.8 $\mu\text{Sv/h}$; 全身各部位均以手部受照剂量最大, 分别达到 4 407 $\mu\text{Sv/h}$ 和 2 211.3 $\mu\text{Sv/h}$ 。不同工作岗位放射工作人员外照射个人累积剂量也存在较大差别, 依次为护士 > 技师 > 医师, 护士的双月最大剂量达到 3 946.6 μSv 。上海市 PET/CT 整体防护达到国家标准要求, 但工作人员在受照剂量尽可能低的原则下仍需要改进完善。

此文将于近期刊出, 敬请关注!