

南京市大气污染物与居民心脑血管疾病死亡的相关性

常倩¹, 叶云杰², 汪庆庆², 徐斌², 马小莹², 丁震², 周连², 陈晓东^{1,2}

摘要:

[目的] 探讨南京市大气污染物与居民心脑血管疾病死亡的相关性。

[方法] 收集南京市2013年1月1日—2016年12月31日大气污染物粗颗粒物(PM₁₀)、细颗粒物(PM_{2.5})、二氧化氮(NO₂)、一氧化碳(CO)、二氧化硫(SO₂)、臭氧(O₃)的平均质量浓度、气象数据(包括气压、温度、相对湿度的日平均值)和居民每日心脑血管疾病死亡人数,采用时间序列分析大气PM_{2.5}质量浓度与居民每日心脑血管疾病死亡率的关系。

[结果] 大气污染物PM₁₀、PM_{2.5}、NO₂、CO、SO₂、O₃质量浓度分别为106.1、62.1、45.6、1.0、25.1、86.0 μg/m³。其中PM₁₀、PM_{2.5}、NO₂平均质量浓度高于《环境空气质量标准》(GB 3095—2012)二级标准。在单污染物模型中,大气PM_{2.5}日均质量浓度每增加10 μg/m³,心脑血管疾病死亡风险增加0.293%(95%CI: 0.016%~0.569%)。在双污染物模型中,当引入其他污染物后,大气PM_{2.5}对居民心脑血管疾病死亡率的影响消失(P>0.05)。

[结论] 大气PM_{2.5}污染可能增加南京市居民心脑血管疾病的死亡风险。

关键词: 空气污染; PM_{2.5}; 心脑血管; 死亡率

引用: 常倩, 叶云杰, 汪庆庆, 等. 南京市大气污染物与居民心脑血管疾病死亡的相关性[J]. 环境与职业医学, 2017, 34(12): 1041-1045. DOI: 10.13213/j.cnki.jeom.2017.17433

Correlation between air pollutants and cardio-cerebrovascular mortality in Nanjing CHANG Qian¹, YE Yun-jie², WANG Qing-qing², XU Bin², MA Xiao-ying², DING Zhen², ZHOU Lian², CHEN Xiao-dong^{1,2} (1.School of Public Health, Southeast University, Nanjing, Jiangsu 210009, China; 2.Institute of Environmental Diseases (Endemic Disease), Jiangsu Provincial Center for Disease Control and Prevention, Nanjing, Jiangsu 210009, China). Address correspondence to CHEN Xiao-dong, E-mail: jscxd@126.com • The authors declare they have no actual or potential competing financial interests.

Abstract:

[Objective] To assess the correlation between air pollutants and cardio-cerebrovascular mortality (CCM) in Nanjing.

[Methods] Daily average concentrations of crude particles (PM₁₀), fine particles (PM_{2.5}), nitrogen dioxide (NO₂), carbon monoxide (CO), sulfur dioxide (SO₂), and ozone (O₃), meteorological factors (including air pressure, temperature, and relative humidity), and daily cardiovascular and cerebrovascular deaths during 2013–2016 in Nanjing were collected to analyze the relationship between PM_{2.5} concentration and CCM by time-series analysis.

[Results] The average concentrations of PM₁₀, PM_{2.5}, NO₂, CO, SO₂, and O₃ were 106.1, 62.1, 45.6, 1.0, 25.1, and 86.0 μg/m³, respectively. The results of PM₁₀, PM_{2.5}, and NO₂ exceeded the national Class II standard stipulated by *Ambient air quality standard* (GB 3095–2012). In single pollutant model, an increase of 10 μg/m³ in PM_{2.5} concentration raised CCM risk by 0.293% (95%CI: 0.016%–0.569%). As for two-pollutant model, when entering other pollutants, the association of PM_{2.5} with CCM disappeared (P>0.05).

[Conclusion] PM_{2.5} may increase the CCM risk in Nanjing.

Keywords: air pollution; PM_{2.5}; cardio-cerebrovascular disease; mortality

Citation: CHANG Qian, YE Yun-jie, WANG Qing-qing, et al. Correlation between air pollutants and cardio-cerebrovascular mortality in Nanjing[J]. Journal of Environmental and Occupational Medicine, 2017, 34(12): 1041-1045. DOI: 10.13213/j.cnki.jeom.2017.17433

• 作者声明本文无实际或潜在的利益冲突。

[基金项目] 中央高校基本科研业务费专项资金和江苏省普通高校研究生科研创新计划资助项目(编号: SJZZ16_0038); 江苏省青年医学人才(编号: QNRC2016550, QNRC2016551); 卫生公益性行业科研专项(编号: 201402022)

[作者简介] 常倩(1992—), 女, 硕士生; 研究方向: 环境与健康; E-mail: changqian1992@foxmail.com

[通信作者] 陈晓东, E-mail: jscxd@126.com

[作者单位] 1. 东南大学公共卫生学院, 江苏 南京 210009; 2. 江苏省疾病预防控制中心环境疾病(地方病)防治所, 江苏 南京 210009

大气污染作为当前中国的主要环境污染问题之一,其与健康之间的关系越来越受公众的关注。自2012年《环境空气质量标准》修订后,细颗粒物(PM_{2.5})被正式纳入环境监测防控体系,并且成为城市大气首要污染物^[1]。研究显示,长期或短期暴露于可吸入颗粒物,尤其是PM_{2.5},可导致心肺疾病患病率、死亡率和人群总死亡率增加^[2]。

南京市在较早之前就已经有PM_{2.5}的监测记录。吴俊等^[3]研究发现,2007—2011年间南京PM_{2.5}年均质量浓度呈下降趋势,但参照GB 3095—2012《环境空气质量标准》后发现整体污染水平高于标准;且不同区域环境中的PM_{2.5}成分差别很大,对健康造成的影响程度也有所不同^[4]。虽然此前对南京市空气污染与人群健康关系的研究已有不少,但多是集中在粗颗粒物(PM₁₀)等其他污染物上,关于PM_{2.5}与死亡的研究仍然较少,因此迫切需要研究南京市大气PM_{2.5}对居民心脑血管疾病死亡的影响。本研究通过时间序列定量分析2013—2016年南京市大气PM_{2.5}质量浓度与居民每日心脑血管疾病死亡人数之间的暴露-反应关系,为有针对性、精确制定人群健康促进和防护措施提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 资料来源

收集南京市2013年1月1日—2016年12月31日户籍所在地为南京的人群死亡数据,按照国际疾病分类(ICD-10)进行疾病分类,心脑血管疾病死亡ICD编码为I00~I99。大气污染物数据和气象数据来源于南京市环境监测中心站和中国气象南京国家站点,南京市共设立国家级环保监测站点9个,省级4个,市控点1个。气象指标包括每日平均温度、每日平均相对湿度、每日平均气压;大气污染物指标包括PM₁₀、PM_{2.5}、二氧化氮(NO₂)、一氧化碳(CO)、二氧化硫(SO₂)、臭氧(O₃),收集各监测点污染物的日均质量浓度。

1.2 描述性分析和相关分析

对气象数据和大气污染物数据进行描述性分析和Spearman相关分析。

1.3 时间序列分析

居民每日死亡对总体来说是大概率事件,其统计学分布近似于泊松分布。为控制日死亡的平均趋势,运用基于自然样条平滑函数的广义相加模型

(generalized additive model, GAM)分析大气PM_{2.5}质量浓度与居民每日心脑血管疾病死亡人数的暴露-反应关系,同时考虑温度、湿度、气压的混杂影响。具体模型见公式:

$$\lg[E(Y_t)] = \beta Z_t + \text{dow} + ns(\text{time}, \nu) + ns(\text{pres}, \nu) + ns(\text{temp}, \nu) + ns(RH, \nu)$$

式中: Y_t , 观察日当天的死亡人数; $E(Y_t)$, 观察日 t 日死亡人数的数学期望值; β , 回归系数; Z_t , t 日PM_{2.5}质量浓度, $\mu\text{g}/\text{m}^3$; dow , 反映星期的哑变量; $ns(\text{time}, \nu)$ 、 $ns(\text{pres}, \nu)$ 、 $ns(\text{temp}, \nu)$ 、 $ns(RH, \nu)$ 分别为日期、气压、气温、相对湿度自然样条平滑函数, 其中 ν 为自由度。研究中选择 $\text{time}=7$ 年, 收集2013—2016年4年数据, 故 $\nu=28$; 根据日平均气压、温度、相对湿度对人群死亡影响的特点, 它们的 ν 均为3。

单独滞后效应可能会降低PM_{2.5}与死亡率之间的关联性, 所以通过检测不同滞后日之间的联系进行敏感性分析, 包括单独滞后效应和累积滞后效应。单独滞后效应选择lag0~lag3进行分析, 其中lag0表示当日大气PM_{2.5}质量浓度, lag1表示前1日PM_{2.5}质量浓度, 以此类推; 累积滞后效应中, 选择lag0~1、lag0~2进行分析, 其中lag0~1表示PM_{2.5}在当日和前1日的平均质量浓度, lag0~2表示PM_{2.5}在当日和前2日的平均质量浓度。此外, 采用单污染物模型(仅有PM_{2.5})和双污染物模型(PM_{2.5}及其他污染物)来评价模型的稳定性。

1.4 统计学分析

采用统计学软件R3.3.3分析, 分析指标为大气PM_{2.5}质量浓度每上升10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 人群每日心脑血管疾病死亡率增加的百分比(即超额危险度, ER)。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 居民每日死亡数、气象因素和大气污染物水平

2013年1月1日—2016年12月31日, 全南京市户籍人口心脑血管疾病死亡共63 256例, 平均每天108例。收集气压、气温、相对湿度、PM₁₀、PM_{2.5}、NO₂、CO、SO₂数据各1 461 d, O₃数据1 095 d。日均气压1 013.3 hPa, 日均温度16.5 $^{\circ}\text{C}$, 日均相对湿度72.8%; 大气污染物PM₁₀、PM_{2.5}、NO₂、CO、SO₂、O₃质量浓度分别为106.1、62.1、45.6、1.0、25.1、86.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。根据GB 3095—2012《环境空气质量标准》, PM₁₀、PM_{2.5}、NO₂、SO₂年平均标准质量浓度二级限值分别为70、35、40、60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, CO和O₃平均浓度二级限值未

设置。由此可知, PM₁₀、PM_{2.5}、NO₂ 平均质量浓度高于国家二级标准。见表1。

表1 2013—2016年南京市居民每日死亡数、气象因素和大气污染物水平

Table 1 Daily deaths of residents, concentrations of atmospheric factors, and concentrations of selected air pollutants in Nanjing from 2013 to 2016					
指标(Indicator)	$\bar{x} \pm s$	P_{25}	M	P_{75}	范围(Range)
心脑血管死亡(例) Cardio-cerebrovascular death	108.0 ± 10.4	36.0	42.0	49.0	20.0~98.0
气压(hPa) Air pressure	1013.2 ± 9.3	1005.3	1012.8	1020.4	993.4~1038.8
温度(℃) Temperature	16.5 ± 9.1	8.7	17.7	23.9	-6.7~34.5
相对湿度(%) Relative Humidity	72.8 ± 13.7	63.0	74.0	83.0	28.0~98.0
PM ₁₀ (μg/m ³)	106.1 ± 58.9	64.4	94.3	134.3	9.9~454.0
PM _{2.5} (μg/m ³)	62.1 ± 39.1	35.0	53.0	78.8	6.7~314.6
NO ₂ (μg/m ³)	45.6 ± 18.5	32.3	51.0	55.4	11.8~136.7
CO(mg/m ³)	1.0 ± 0.4	0.8	0.9	1.2	0.3~3.1
SO ₂ (μg/m ³)	25.1 ± 14.7	15.3	21.5	31.2	6.0~136.2
O ₃ (μg/m ³)	86.0 ± 51.4	47.1	72.6	117.2	8.0~281.0

采用统计学软件R 3.3.3中的decompose函数对2013—2016年南京市大气PM_{2.5}日均质量浓度进行确定性因素分解, 获得序列趋势拟合图。由图1可知, 这4年间, 南京市大气PM_{2.5}日均质量浓度大体呈下降趋势。

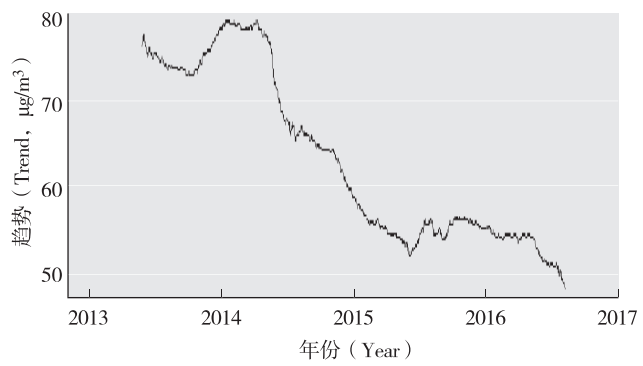


图1 2013—2016年南京市大气PM_{2.5}质量浓度变化趋势

Figure 1 Multiplicative time series of PM_{2.5} mass concentration in Nanjing from 2013 to 2016

2.2 大气污染物与气象因素的Spearman相关性分析结果

由表2可知, 除PM₁₀、PM_{2.5}、SO₂分别与O₃不相关($P>0.05$), 其他各污染物两两之间均存在相关性($P<0.01$), 其中: 除了CO、NO₂分别与O₃呈负相关

关系, 其余各污染物之间均呈正相关关系。气象因素与污染物之间的关系是: 气压与O₃之间呈负相关关系, 与其他污染物之间均呈正相关关系($P<0.01$); 温度与O₃呈正相关关系, 与其他污染物之间呈负相关关系($P<0.01$); 相对湿度与所有的污染物之间均呈负相关关系($P<0.01$)。

表2 2013—2016年南京市大气污染物与气象因素的Spearman相关系数

Table 2 Spearman correlation coefficients between selected air pollutants and meteorological factors in Nanjing from 2013 to 2016						
指标 Indicator	PM ₁₀	PM _{2.5}	NO ₂	O ₃	CO	SO ₂
PM ₁₀	1.000					
PM _{2.5}	0.929*	1.000				
NO ₂	0.752*	0.688*	1.000			
O ₃	0.027	-0.060	-0.183*	1.000		
CO	0.641*	0.702*	0.552*	-0.235*	1.000	
SO ₂	0.782*	0.663*	0.748*	0.068	0.476*	1.000
气压 Air pressure	0.303*	0.274*	0.398*	-0.454*	0.231*	0.332*
温度 Temperature	-0.325*	-0.339**	-0.395*	0.602*	-0.314*	-0.329*
相对湿度 Relative humidity	-0.426*	-0.201*	-0.328*	-0.363*	-0.045	-0.637*

[注]*: $P<0.01$ 。[Note]*: $P<0.01$ 。

2.3 PM_{2.5}滞后日的筛选结果

由表3可知, 不同滞后日时大气PM_{2.5}对居民心脑血管疾病死亡率均无滞后效应($P>0.05$), 仅当日(lag0)大气PM_{2.5}对居民心脑血管疾病死亡率的影响有统计学意义($P<0.05$), 因此下文分析中均采用当日大气PM_{2.5}对居民心脑血管疾病死亡率的影响。

表3 不同滞后期的大气PM_{2.5}每增加10μg/m³时居民心脑血管疾病死亡率的超额危险度

Table 3 Excess risk of cardio-cerebrovascular mortality for each increase of 10μg/m ³ in PM _{2.5} concentration by different lag days		
滞后期(Lag days, d)	ER(%)	95%CI(%)
lag0	0.293	0.016~0.569
lag1	-0.041	-0.305~0.222
lag2	-0.083	-0.337~0.171
lag3	-0.158	-0.410~0.094
lag0~1	0.165	-0.146~0.476
lag0~2	0.085	-0.259~0.429

2.4 单污染物及双污染物模型拟合结果

在单污染模型中, 大气PM_{2.5}、NO₂、CO对居民心脑血管疾病死亡率的影响有统计学意义。PM_{2.5}日均质量浓度每增加10μg/m³, 居民心脑血管疾病死亡风险

增加0.293%(95%CI: 0.016%~0.569%); NO₂日均质量浓度每增加10 μg/m³,居民心脑血管疾病死亡风险增加0.832%(95%CI: 0.220%~1.446%); CO日均质量浓度每增加10 μg/m³,居民心脑血管疾病死亡风险增加0.040%(95%CI: 0.011%~0.070%)。

在双污染物模型中,当PM_{2.5}引入其他污染物(NO₂、SO₂、CO、O₃)时,其对居民心脑血管疾病死亡的影响消失(*P*>0.05)。见表4。

表4 不同模型中大气污染物质量浓度每上升10 μg/m³时
心脑血管疾病死亡的超额危险度

Table 4 Cardio-cerebrovascular mortality increase in percentage
for each 10 μg/m³ increase in PM_{2.5} concentration by
different pollutant models

模型(Model)	ER(%)	95%CI(%)
单污染物模型(Single-pollutant model)		
PM _{2.5}	0.293*	0.016~0.569
PM ₁₀	0.152	-0.040~0.343
NO ₂	0.832*	0.220~1.446
SO ₂	0.829	-0.063~1.722
CO	0.040*	0.011~0.070
O ₃	0.204	-0.185~0.593
双污染物模型(Two-pollutant model)		
PM _{2.5} +NO ₂	0.115	-0.223~0.453
PM _{2.5} +SO ₂	0.229	-0.104~0.562
PM _{2.5} +CO	0.060	-0.385~0.505
PM _{2.5} +O ₃	0.156	-0.155~0.468

[注]*: *P*<0.05。[Note]*: *P*<0.05。

3 讨论

目前,国内外流行病学、毒理学研究证实,大气颗粒物与人群死亡有关,包括心血管疾病死亡、脑血管疾病死亡和呼吸系统疾病死亡等。陈慧等^[5]的Meta分析结果显示,PM₁₀、PM_{2.5}浓度的上升确实会导致人群心脑血管疾病死亡率的增加,其中PM_{2.5}导致的死亡风险更高。

本研究结果显示,虽然南京市空气污染物浓度呈逐年下降趋势,但是某些污染物(如PM₁₀、PM_{2.5}、NO₂)浓度仍高于GB 3095—2012《环境空气质量标准》二级标准。PM_{2.5}日均质量浓度每增加10 μg/m³,居民心脑血管疾病死亡风险增加0.293%,这与国内外研究结果一致^[6-19]。Jevtic等^[20]发现,在单污染物模型中,SO₂和NO₂均与心血管疾病住院率之间有线性关联。刘晓剑等^[7]发现:深圳市空气PM_{2.5}滞后7 d心脑血管疾病死亡的影响最强,PM_{2.5}日均质量浓度每上升10 μg/m³可导致心脑血管疾病死亡风险增加0.27%;该研究还发

现PM₁₀对心脑血管疾病死亡也存在影响,但是不同污染物模型未发现污染物对心脑血管疾病死亡存在影响。该研究只利用深圳市2014年1年的数据进行分析,研究时间较短。而本研究收集南京市2013—2016年4年的数据,不仅可以分析空气污染的短期健康效应,还可以分析其对健康的相对长期影响。张开月等^[21]的研究与刘晓剑等^[7]得出同样的结论,单污染模型中PM₁₀累积1日时与居民非意外死亡呈正相关关系,但当模型中加入其他污染物之后,PM₁₀对居民非意外死亡不存在影响。

本次研究考虑了单污染物和双污染物模型对心脑血管疾病死亡的影响。结果发现,在单污染物模型中,只有PM_{2.5}、NO₂、CO与居民心脑血管疾病死亡率之间存在相关关系。PM_{2.5}日均质量浓度每增加10 μg/m³时,居民心脑血管疾病死亡风险增加0.293%; NO₂日均质量浓度每增加10 μg/m³时,居民心脑血管疾病死亡率风险增加0.832%; CO日均质量浓度每增加10 μg/m³时,居民心脑血管疾病死亡风险增加0.040%。刘晓剑等^[7]在他们的研究中分析了NO₂、SO₂、CO、O₃对心脑血管疾病死亡的影响,发现SO₂日均质量浓度与心脑血管疾病死亡存在正相关关系,NO₂、CO、O₃日均质量浓度与心脑血管疾病死亡之间的差异无统计学意义。在双污染物模型中,当大气PM_{2.5}引入其他污染物(NO₂、SO₂、CO、O₃)时,其对居民心脑血管疾病死亡的影响消失。原因可能是其他混杂因素的存在使各大气污染物之间相互影响,从而导致PM_{2.5}与心脑血管疾病死亡之间的关系变弱,不再显示有统计学意义。尚需进一步开展相关研究分析各污染物之间到底存在何种影响,而本次研究没有在此基础上进行深一步分析,这也是本次研究的不足之处和局限性。

综上所述,虽然南京市大气PM_{2.5}浓度呈下降趋势,但是PM_{2.5}污染仍可能增加居民心脑血管疾病死亡率。因此,有必要进一步加强空气污染的治理,提高空气质量,降低其对人群心脑血管疾病死亡的影响。

参考文献

[1] 杨雪. 浅谈环境空气质量新旧标准的差异[J]. 科技信息, 2013(15): 431, 480.
[2] 郭新彪, 魏红英. 大气PM_{2.5}对健康影响的研究进展[J]. 科学通报, 2013, 58(13): 1171-1177.
[3] 吴俊, 陈晓东, 周连, 等. 南京市某区大气中PM_{2.5}污染状况及变化趋势分析[J]. 环境卫生学杂志, 2013, 3(2):

- 77-79, 83.
- [4] 王德征, 徐忠良, 顾清. 空气细颗粒物对人群死亡影响的研究进展[J]. 公共卫生与预防医学, 2015, 26(1): 72-75.
- [5] 陈慧, 王建生, 尚琪. 大气颗粒物污染对人群心脑血管疾病死亡急性效应的Meta分析[J]. 环境与健康杂志, 2013, 30(5): 417-421.
- [6] 王德征, 汪国虹, 张辉, 等. 天津市2001—2009年空气污染物二氧化硫、二氧化氮和可吸入颗粒物对冠心病死亡影响的时间序列分析[J]. 中华流行病学杂志, 2013, 34(5): 478-483.
- [7] 刘晓剑, 吴永胜, 付英斌, 等. 深圳市空气PM_{2.5}与心脑血管疾病死亡的广义相加模型分析[J]. 中华疾病控制杂志, 2016, 20(2): 207-209.
- [8] Valdés A, Zanobetti A, Halonen JI, et al. Elemental concentrations of ambient particles and cause specific mortality in Santiago, Chile: a time series study[J]. Environ Health, 2012, 11: 82.
- [9] Costa AF, Hoek G, Brunekreef B, et al. Air pollution and deaths among elderly residents of São Paulo, Brazil: an analysis of mortality displacement[J]. Environ Health Perspect, 2017, 125(3): 349-354.
- [10] 王德征, 顾清, 汪国虹, 等. 天津市空气污染物对脑卒中死亡影响的时间序列分析[J]. 中华劳动卫生职业病杂志, 2012, 30(12): 902-907.
- [11] Zeng Q, Li G, Zhao L, et al. Characteristics of the Exposure-response relationship of particulate matter and mortality: a time series analysis of 7 cities in China[J]. J Occup Environ Med, 2015, 57(10): e93-e100.
- [12] Cheng Y, Kan H. Effect of the interaction between outdoor air pollution and extreme temperature on daily mortality in Shanghai, China[J]. J Epidemiol, 2012, 22(1): 28-36.
- [13] Dockery DW, Pope CA III, Xu X, et al. An association between air pollution and mortality in six U.S. cities[J]. N Engl J Med, 1993, 329(24): 1753-1759.
- [14] Stafoggia M, Schneider A, Cyrus J, et al. Association between short-term exposure to ultrafine particles and mortality in Eight European Urban Areas[J]. Epidemiology, 2017, 28(2): 172-180.
- [15] Yang C, Peng X, Huang W, et al. A time-stratified case-crossover study of fine particulate matter air pollution and mortality in Guangzhou, China[J]. Int Arch Occup Environ Health, 2012, 85(5): 579-585.
- [16] Chen R, Kan H, Chen B, et al. Association of particulate air pollution with daily mortality: the China Air Pollution and Health Effects Study[J]. Am J Epidemiol, 2012, 175(11): 1173-1181.
- [17] Vinikoor-Imler C, Davis JA, Luben TJ. An ecologic analysis of county-level PM_{2.5} concentrations and lung cancer incidence and mortality[J]. Int J Environ Res Public Health, 2011, 8(12): 1865-1871.
- [18] Cao J, Yang C, Li J, et al. Association between long-term exposure to outdoor air pollution and mortality in china: a cohort study[J]. J Hazardous Mater, 2011, 186(2/3): 1594-1600.
- [19] Yang C, Yang H, Guo S, et al. Alternative ozone metrics and daily mortality in Suzhou: the China Air Pollution and Health Effects Study (CAPES)[J]. Sci Total Environ, 2012, 426: 83-89.
- [20] Jevtić M, Dragić N, Bijelović S, et al. Cardiovascular diseases and air pollution in Novi Sad, Serbia[J]. Int J Occup Med Environ Health, 2014, 27(2): 153-164.
- [21] 张开月, 陈晓东, 周连, 等. 南京市大气PM₁₀与居民死亡关系的时间序列分析[J]. 环境与健康杂志, 2015, 32(6): 485-488.

(收稿日期: 2017-06-30; 录用日期: 2017-09-26)

(英文编辑: 汪源; 编辑: 汪源; 校对: 丁瑾瑜)