

中国百种杰出学术期刊
中国精品科技期刊
中国科协优秀期刊
中国科学院优秀科技期刊
新中国 60 年有影响力的期刊
国家期刊奖

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica

(Shengtai Xuebao)

第 30 卷 第 22 期
Vol.30 No.22
2010



中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 30 卷 第 22 期

2010 年 11 月 (半月刊)

目 次

高温对水稻叶片蛋白质表达的影响·····	曹云英,段 骅,王志琴,等 (6009)
茶园间作柑桔杨梅或吊瓜对叶蝉及蜘蛛类群数量和空间格局的影响·····	叶火香,崔 林,何迅民,等 (6019)
鼠尾藻生长与生殖的权衡·····	张树宝,唐永政,王志芳,等 (6027)
不同氮素水平下超高产夏玉米冠层的高光谱特征·····	陈国庆,齐文增,李 振,等 (6035)
近 100 年植被破坏侵蚀环境下土壤质量退化过程的定量评价 ·····	郑粉莉,张 锋,王 彬 (6044)
毛乌素沙地南缘沙漠化临界区域土壤养分的空间异质性·····	邱开阳,谢应忠,许冬梅,等 (6052)
CO ₂ 浓度倍增对干旱胁迫下黄瓜幼苗膜脂过氧化及抗氧化系统的影响 ·····	李清明,刘彬彬,艾希珍 (6063)
小兴安岭阔叶红松林粗木质残体空间分布的点格局分析·····	刘妍妍,金光泽 (6072)
光照对鄂东南 2 种落叶阔叶树种幼苗生长、光合特性和生物量分配的影响 ·····	杨 莹,王传华,刘艳红 (6082)
不同耕作和覆盖方式对紫色丘陵区坡耕地水土及养分流失的影响·····	林超文,罗春燕,庞良玉,等 (6091)
黄土残塬沟壑区流域次生植被物种分布的地形响应·····	王盛萍,张志强,张建军,等 (6102)
农村土地经营权流转对区域景观的影响——以北京市昌平区为例·····	刘 同,李 红,孙丹峰,等 (6113)
基于农户响应的北方农牧交错带生态改善策略·····	徐建英,柳文华,常 静,等 (6126)
滨岸不同植物配置模式的根系空间分布特征·····	仲启铖,杜 钦,张 超,等 (6135)
三江平原小叶章湿地剖面土壤微生物活性特征·····	杨桂生,宋长春,宋艳宇,等 (6146)
不同水分处理对湿地松幼苗生长与根部次生代谢物含量的影响·····	李昌晓,魏 虹,吕 茜,等 (6154)
生活污水慢渗生态处理对土壤及杨树生长的影响·····	白保勋,杨海青,樊 巍,等 (6163)
玉米连作及其施肥对土壤微生物群落功能多样性的影响·····	时 鹏,高 强,王淑平,等 (6173)
茶园 4 种半翅目主要害虫与其捕食性天敌的关系·····	周夏芝,毕守东,柯胜兵,等 (6183)
采煤塌陷地不同施肥处理对土壤微生物群落结构的影响·····	李金岚,洪坚平,谢英荷,等 (6193)
典型区域果园表层土壤 5 种重金属累积特征·····	杨世琦,刘国强,张爱平,等 (6201)
工业园区氮代谢——以江苏宜兴经济开发区为例·····	武娟妮,石 磊 (6208)
公路绿化带对路旁土壤重金属污染格局的影响及防护效应——以山西省主要公路为例·····	王 慧,郭晋平,张芸香,等 (6218)
奥运期间北京 PM _{2.5} 、NO _x 、CO 的动态特征及影响因素 ·····	曾 静,廖晓兰,任玉芬,等 (6227)
新疆绿洲农田土壤-棉花系统 9 种矿质元素生物循环特征 ·····	韩春丽,刘 娟,张旺锋,等 (6234)
甘肃省黄土高原旱作玉米水分适宜性评估·····	姚小英,蒲金涌,姚茹莘,等 (6242)
基于粪便 DNA 的马鹿种群数量和性比 ·····	田新民,张明海 (6249)
专论与综述	
水生态功能分区研究中的基本问题·····	唐 涛,蔡庆华 (6255)
土壤水分遥感监测研究进展·····	杨 涛,官辉力,李小娟,等 (6264)
中国北方气候暖干化对粮食作物的影响及应对措施·····	邓振镛,王 强,张 强,等 (6278)
问题讨论	
城市物质流分析框架及其指标体系构建·····	陈 波,杨建新,石 焱,等 (6289)
研究简报	
湖南会同不同退耕还林模式初期碳密度、碳贮量及其空间分布特征 ·····	田大伦,尹刚强,方 晰,等 (6297)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 300 * zh * P * ¥70.00 * 1510 * 32 * 2010-11

奥运期间北京 PM_{2.5}、NO_x、CO 的动态特征及影响因素

曾 静^{1,2}, 廖晓兰¹, 任玉芬², 张 菊², 王效科², 欧阳志云^{2,*}

(1. 湖南农业大学, 长沙 410128; 2. 中国科学院生态环境研究中心城市与区域生态国家重点实验室, 北京 100085)

摘要: 为了成功举办第 29 届奥运会, 确保北京奥运期间空气质量良好, 采取交通管制和工厂停工等临时减排措施改善北京空气环境, 希望通过这些措施使大气污染物排放大幅度降低。在奥运前的综合治理措施中, 已经对北京市的烟尘和粉尘排放控制起到了明显效果。在奥运期间更是执行了严格的燃煤污染控制和工业污染控制措施。奥运期间 19 家重点排污企业和 4 家燃煤电厂, 采取压缩产量、调整运行方式、加强污染设施运行管理等措施, 在确保达标基础上, 减排 30%。并从 2008 年 7 月 1 日起执行世界上最严格的燃煤锅炉排放标准限值。为控制工业污染, 150 多家重污染企业停产减产限产。这些举措使得奥运期间烟尘和粉尘的排放量大大减少, 对 PM_{2.5}、NO_x、CO 的浓度下降起重要作用。此外, 奥运期间城区工地停止土石方工程和混凝土浇注工程, 对减少施工扬尘、建筑扬尘有明显效果。机关单位、商场、居民实行了错峰上下班措施和公交出行等绿色出行方式, 进一步减少了 PM_{2.5}、NO_x、CO 的来源和积累。利用北京城市系统生态研究站的空气环境质量监测数据, 对奥运期间北京可吸入颗粒物(PM_{2.5})、氮氧化物(NO_x)、一氧化碳(CO)的日平均浓度的动态特征及其气象因素的关系进行了分析。结果表明: 北京奥运期间 PM_{2.5}、NO_x、CO 在生态中心观测点与教学植物园观测点的平均浓度分别为 0.060 和 0.070、0.065 mg/m³ 和 0.03、0.65 和 1.10 mg/m³, 显著低于奥运后 PM_{2.5}、NO_x、CO 日平均浓度。奥运后 PM_{2.5} 日平均浓度与奥运期间比较, 生态中心站与教学植物园站分别升高 3.3% 与 58.8%, NO_x 日平均浓度与奥运期间比较 2 个站分别升高 76.9% 和 56.7%, CO 日平均浓度与奥运期间比较 2 个站分别升高 56.5% 和 163%。奥运期间 PM_{2.5}、NO_x、CO 质量浓度的日变化都呈双峰现象, 一个峰出现在 7:00—10:00 之间, 另一个峰出现在 18:00—23:00 之间, 这一特征与通常的北京空气污染物日变化过程一致, 污染物浓度日变化双峰现象, 虽与气象条件有关, 但汽车尾气排放也是一个重要影响因素。主要是由于上班、上学、交通运输的高峰期, 车流量大, 尾气排放量也大, 从而可能对形成上午与夜间的两个 PM_{2.5}、NO_x、CO 浓度高峰起了重要作用。奥运期间污染物除了生态中心监测点的 PM_{2.5} 小时平均浓度与小时平均温度、风速有显著相关性, 与其他气象因素并无相关性。研究表明奥运期间实施的临时空气环境污染控制措施有明显的效果。

关键词: PM_{2.5}; NO_x; CO; 影响因素; 北京奥运

Dynamics of atmospheric PM_{2.5}, NO_x, CO during the Beijing Olympic Games

ZENG Jing^{1,2}, LIAO Xiaolan¹, REN Yufen², ZHANG Ju², WANG Xiaoke², OUYANG Zhiyun^{2,*}

1 Hunan Agricultural University, Changsha 410128 China

2 State Key Laboratory of Urban and Regional Ecology, Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China

Abstract: In order to improve the air quality during the 2008 Olympic Games, Beijing government had took a series of temporary measures, such as traffic management and close of factories during the period of the Olympic Game from July 20 to September 20, 2008. Those measures had a significant effect on reducing smoke and dusts emission. For reducing the emission by 30% after the standard achieved, 19 key enterprises and 4 coal-burning power plants reduced production, adjusted operation modes, pollution managements and implemented some other measures during the Olympic Games. The strictest emission limit of coal-fired boiler was carried out since 1st July, 2008. More than 150 heavy polluting enterprises

基金项目: 中国科学院知识创新工程重要方向资助项目(KZCX2-YW-422)

收稿日期: 2010-01-08; **修订日期:** 2010-09-10

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: zyouyang@rcees.ac.

were shut down, reduced production or limited production in order to control industry pollution. Otherwise, prohibition of earthworks and concrete pouring projects in urban during the Olympics also reduced the pollution. Green ways of travel such as taking different working hour, choose the public transportation journey, could further reducing the sources and accumulation of $\text{PM}_{2.5}$, NO_x , CO. In this paper, the concentrations and their dynamics of three main air pollutant, including $\text{PM}_{2.5}$, NO_x and CO, were analyzed based on the monitoring data from the Beijing Urban Ecosystem Research Stations. The average concentration of CO at the Research Center of Eco-Environmental Sciences (RCEES) and Beijing Teaching Botanical Garden (BTBG) reached the first class standard of our country both during and after the period of the Olympic Games, meanwhile $\text{PM}_{2.5}$ average concentration exceeded the American national standard. The average concentration of $\text{PM}_{2.5}$, NO_x and CO at the Research Center of Eco-Environmental Sciences (RCEES) were 0.060 mg/m^3 , 0.065 mg/m^3 and 0.065 mg/m^3 , respectively, while the average concentration were 0.07 mg/m^3 , 0.03 mg m^{-3} and 1.10 mg/m^3 , respectively, at the Beijing Teaching Botanical Garden (BTBG). Their concentrations were obviously increased after the Olympic Game. The concentrations of $\text{PM}_{2.5}$, NO_x and CO raised by 3.3%, 76.9% and 56.5% at the RCEES, and by 58.8%, 56.7% and 163% at the BTBG, respectively. The quantity and concentration of $\text{PM}_{2.5}$, NO_x , CO showed double peaks appeared at 7:00 – 10:00 and 18:00 – 23:00, respectively according with the normal daily dynamics of air pollution. Weather conditions and traffic emission were supposed to be the key factors contributed to this phenomenon, especially the emission from the growing number of cars in rush hours. There was no significant correlation between the three air pollutant concentrations and the meteorological factors except that the hourly average $\text{PM}_{2.5}$ concentration at the RCEES was significantly correlated with the hourly mean temperature and wind speed. No significant correlation between the daily average concentration of $\text{PM}_{2.5}$ and weather condition mentioned above were observed neither before nor after the Olympic Games. Weather conditions during the whole period of Olympic Games were not improved comparing with the weather conditions before the Olympic Games. However, average concentrations of $\text{PM}_{2.5}$, NO_x , CO during the period of the Olympic games were significantly lower than the average concentrations after the Olympic games. Our monitoring results suggested that the temporary air pollution control measures during the 2008 Olympic Game were effective.

Key Words: $\text{PM}_{2.5}$; NO_x ; CO; factors; Beijing Olympics Games

空气环境作为城市生态系统的重要组分受城市经济社会活动强烈影响,随着城市的发展,我国城市大气环境污染加剧^[1-2],已成为威胁城市居民健康和城市环境安全的主要因素。北京于 2001 年成功获得 29 届奥林匹克运动会和第 13 届残奥会举办权,但当时北京空气环境污染比较严重,颗粒物更是北京空气的首要污染物^[3-4],北京的空气质量倍受国内外的关注^[5-6]。

为了成功举办第 29 届奥运会,实现绿色奥运的目标,确保北京奥运期间空气质量良好,自获得奥运举办权以来,北京市采取了一系列措施改善空气环境,如改善能源结构、综合治理污染企业、加强城市绿地建设等,这些措施虽使污染物排放总量大幅度的下降,但北京空气主要污染物,如 $\text{PM}_{2.5}$ 、 NO_x 等仍难以稳定达到奥运期间空气环境质量的要求。故此,2008 年奥运会期间实施了一系列临时减排措施,包括(1)从 2008 年 7 月 1 日开始,禁行高污染排放黄标车,并禁止外地黄标车进京;(2)7 月 20 日到 9 月 20 日,北京全市机动车和外地进京车辆实行单双号行驶,其中 8 月 28 日前为全市范围,之后为五环以内。公交、警车、救护等车辆不受限制。单双号限行期间,在京各级政府的公车将停驶 70%,同时污染企业在确保达标排放的基础上减排 30%,对一些环境污染比较大的企业实行了停产;(3)施工工地的土方和混凝土停止作业;(4)高井等四大燃煤电厂,在确保达标排放的基础上再减排 30%;(5)冶金、建材、石化等重点企业或行业,奥运期间减少排放或暂停生产。这些临时措施使北京空气环境得到显著改善,保障了奥运期间空气环境质量。

利用北京城市生态系统研究站的空气环境监测数据,分析了奥运之前、奥运期间与奥运之后北京空气 $\text{PM}_{2.5}$ 、 NO_x 、CO 浓度的变化特征及其影响因素,评价了奥运期间空气环境保护措施对大气 $\text{PM}_{2.5}$ 、 NO_x 、CO 控

制的效果,以期为北京乃至全国城市今后空气环境污染治理提供参考。

1 资料与方法

1.1 空气环境监测站布局

本文所用数据为北京城市生态系统研究站的空气环境监测数据。北京城市生态系统研究站空气环境监测站分别位于北京市中心的崇文区南二环内的北京教学植物园和北京市海淀区距奥运公园约 3km 的中国科学院生态环境研究中心 2 个监测点。

1.2 数据来源

北京城市生态系统研究站提供了 2008 年 7 月 20 日至 10 月 31 日不间断采集的逐时空气环境数据。数据收集从 2008 年 7 月 20 日到 10 月 31 日,每小时采集 1 个数据,不间断采集。仪器参数见文献^[7]。

1.3 分析方法

以污染物小时浓度值为基础,计算浓度的日平均值,分析奥运期间(2008 年 7 月 20 日—9 月 20 日)和奥运之后(2008 年 9 月 21 日—10 月 31 日)的北京市污染物日平均浓度动态变化,评价了奥运。采用 Daniel 的趋势检验,使用 Spearman 秩相关系数,对污染物变化趋势进行了定量分析,统计检验用的秩相关系数公式为:

$$r_s = 1 - [6 \sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2] / [n^3 - n]$$

式中, r_s 为秩相关系数; n 为时间周期数; x_i 为年均值从小到大排列的序数; y_i 为年先后排列序数。

r_s 值的正负分别表示污染的增长和下降,其绝对值的大小表示变化的强度。将秩相关系数 r_s 的绝对值与 Spearman 秩相关系数统计表中的临界值 W_p 进行比较。如果 $|r_s| \geq W_p$,则表明变化趋势有显著意义^[8]。

据北京奥运期间 PM_{2.5} 浓度总体变化态势,用 Daniel 趋势检验分析污染物奥运期间总体变化趋势阶段变化。

2 结果与分析

2.1 奥运期间北京 PM_{2.5}、NO_x、CO 总体特征

根据 Daniel 趋势检验结果,奥运期间 PM_{2.5} 都呈显著下降($P < 0.01$),表明 PM_{2.5} 污染得到明显的改善。NO_x、CO 奥运期间表现为不显著上升趋势($P > 0.05$)。

北京奥运期间生态中心监测点 PM_{2.5} 均值为 0.060mg/m³,最高为 0.199mg/m³,最低值为 0.013mg/m³。教学植物园监测点奥运期间的对应值分别为 0.070、0.189、0.013mg/m³(图 1)。教学植物园监测点 PM_{2.5} 浓度显著高于生态中心监测点($P > 0.01$)。

北京奥运期间生态中心监测点 NO_x 平均值为 0.065mg/m³,最高值是 0.086mg/m³,最低值是 0.039mg/m³。教学植物园监测点奥运期间的日平均值为:0.030mg/m³,最高值是 0.056mg/m³,最低值是 0.011mg/m³(图 2)。这些值远低于国家二级标准和三级标准(NO_x 日均浓度分别为 0.10 mg/m³ 和 0.15 mg/m³)^[9],无超标天数。

北京奥运期间生态中心监测点 CO 平均值为 0.650mg/m³,最高值为 1.394mg/m³,最低值为 0.039mg/m³。教学植物园监测点日平均值为 1.1mg/m³,最高值为 2.074mg/m³,最低值为 0.128mg/m³(图 3)。奥运期间都达到了中国 CO 日平均标准^[9],无超标天数。2 个监测点的 CO 日平均浓度都达到国家一、二级标准,没有三级标准的天数。

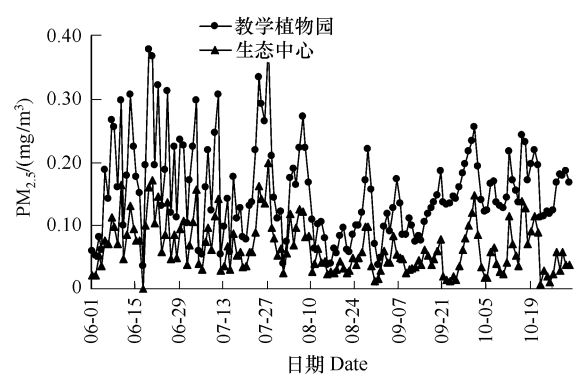


图 1 PM_{2.5} 日浓度

Fig. 1 The daily concentration of PM_{2.5}

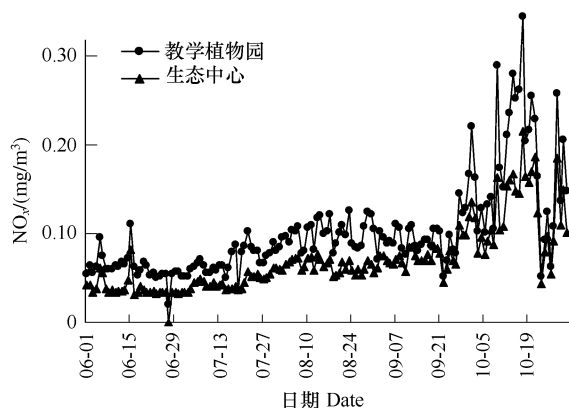
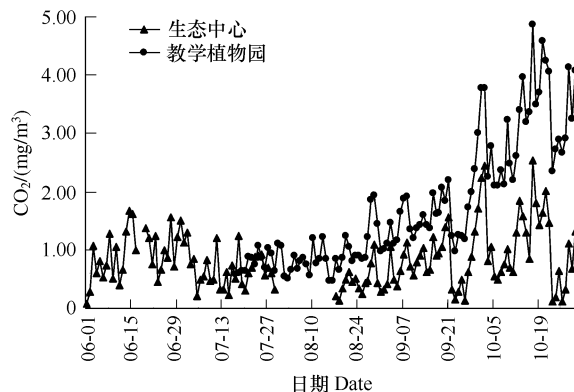
图2 NO_x日浓度Fig. 2 The daily concentration of NO_x

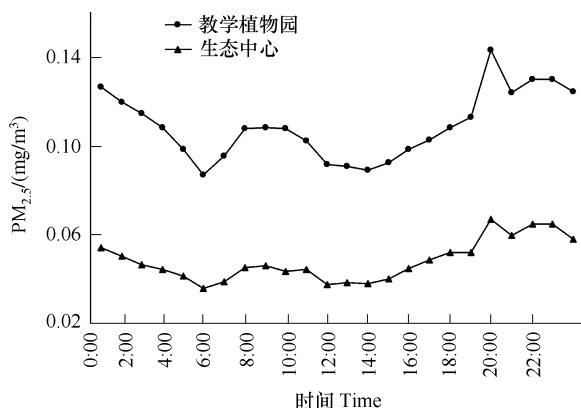
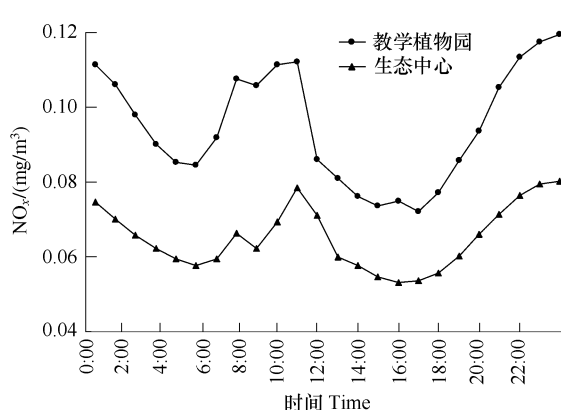
图3 CO日浓度

Fig. 3 The daily concentration of CO

2.2 奥运期间北京 PM_{2.5}、NO_x、CO 浓度日特征

基于高时间分辨率的 (TEOM) 方法, 可以得到 PM_{2.5} 逐小时的质量浓度值, 为较好地分析颗粒物的变化提供了方便。结果表明: 奥运期间 PM_{2.5} 平均质量浓度的日变化呈双峰现象 (图 4)。第 1 个峰值出现在 8:00, 生态中心监测点浓度为 0.0461 mg/m³, 教学植物园监测点浓度为 0.0624 mg/m³。随后浓度逐渐降低, 13:00 浓度最低。此时, 生态中心监测点浓度为 0.0381 mg/m³, 教学植物园监测点浓度为 0.0510 mg/m³。第 2 个峰值出现在夜间, 18:00 开始大气 PM_{2.5} 浓度逐渐升高, 19:00 PM_{2.5} 浓度达到最高, 生态中心监测点浓度为 0.067 mg/m³, 教学植物园监测点浓度为 0.076 mg/m³, 随后保持相对稳定到 23:00。接着浓度逐渐降低, 到第 2 天 5:00 出现一天中的最低值。

奥运期间 NO_x 质量浓度的日变化呈明显的双峰型变化, 教学植物园监测点第 1 个峰值出现在 10:00, 生态中心监测点浓度最高点出现在 10:30, 浓度分别为 0.042 mg/m³ 和 0.079 mg/m³。此后浓度逐渐降低, 15:00—16:00 之间浓度最低。第 2 个峰值出现在夜间, 18:00 开始大气 NO_x 浓度逐渐升高, 23:00 NO_x 浓度最高, 生态中心监测点大气 NO_x 浓度为 0.080 mg/m³, 教学植物园监测点大气 NO_x 浓度为 0.039 mg/m³, 相对稳定到 23:00, 以后浓度逐渐降低, 到第 2 天 5:00 达到最低 (图 5)。

图4 北京奥运期间 PM_{2.5} 浓度日变化曲线Fig. 4 The daily dynamics of PM_{2.5} during Beijing Olympic Games图5 北京奥运期间 NO_x 浓度日变化曲线Fig. 5 The daily dynamics of NO_x during Beijing Olympic Games

奥运期间 CO 质量浓度的日变化呈明显的双峰型变化, 第 1 个峰值出现在 9:00, 生态中心监测点浓度为

$0.69\text{mg}/\text{m}^3$, 教学植物园监测点浓度为 $1.23\text{mg}/\text{m}^3$ 。在此之后浓度开始逐渐降低, 在 15:00、16:00 左右浓度最低, 随后逐渐升高。第 2 个峰值出现在夜间, 18:00 开始大气 CO 浓度逐渐升高, 23:00 CO 浓度最高, 生态中心监测点大气 CO 浓度为 $0.979\text{mg}/\text{m}^3$, 教学植物园监测点大气 CO 浓度为 $1.21\text{mg}/\text{m}^3$, 相对稳定到 23:00, 以后浓度逐渐降低, 到第 2 天 5:00 达到最低 (图 6)。

2.3 奥运期间 $\text{PM}_{2.5}$ 、 NO_x 、CO 浓度与奥运之后 $\text{PM}_{2.5}$ 、 NO_x 、CO 浓度的比较

为了分析奥运期间北京空气环境保护措施的效果, 进一步比较了两个监测点在北京奥运期间和奥运之后大气 $\text{PM}_{2.5}$ 平均浓度的变化。结果表明: 生态中心监测点奥运后的 $\text{PM}_{2.5}$ 平均浓度为 $0.062\text{mg}/\text{m}^3$; 教学植物园监测奥运后的 $\text{PM}_{2.5}$ 平均浓度为 $0.111\text{mg}/\text{m}^3$, 根据 Daniel 趋势检验结果均极显著高于两个监测点奥运期间的 $\text{PM}_{2.5}$ 平均浓度 (图 7) ($P < 0.01$)。

北京奥运期间位于市中心植物园监测站的 $\text{PM}_{2.5}$ 浓度高于临近奥运公园的生态中心监测点的 $\text{PM}_{2.5}$ 浓度, 但 2 个监测点的 $\text{PM}_{2.5}$ 平均值曲线有较强的趋同性。 $\text{PM}_{2.5}$ 质量浓度的变化在 2008 年 8 月 8 日至 9 月 20 日北京主办奥运会及残奥会期间有明显的下降趋势, $\text{PM}_{2.5}$ 多数较低值在此期间出现 (图 1)。

奥运之后 NO_x 、CO 平均浓度迅速回升。生态中心监测点与教学植物园监测点奥运后的 NO_x 平均浓度分别为 $0.115\text{mg}/\text{m}^3$ 和 $0.047\text{mg}/\text{m}^3$ (图 5)。生态中心监测点与教学植物园点奥运后的 CO 平均浓度分别为 $1.017\text{mg}/\text{m}^3$ 和 $2.839\text{mg}/\text{m}^3$ (图 6)。根据 Daniel 趋势检验结果 NO_x 、CO 日平均浓度 2 个监测点均表现为奥运后平均浓度极显著高于奥运期间 (图 8、9) ($P < 0.01$)。

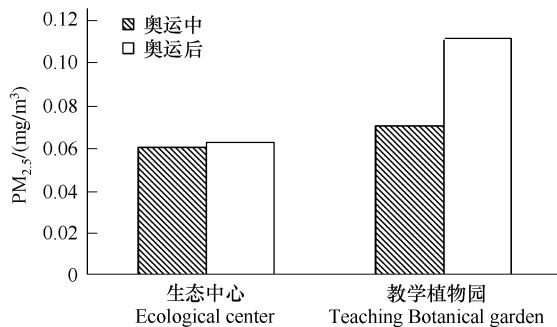


图 7 北京奥运期间 $\text{PM}_{2.5}$ 日平均浓度和奥运之后的比较

Fig. 7 The variation of $\text{PM}_{2.5}$ during and after Beijing Olympic Games

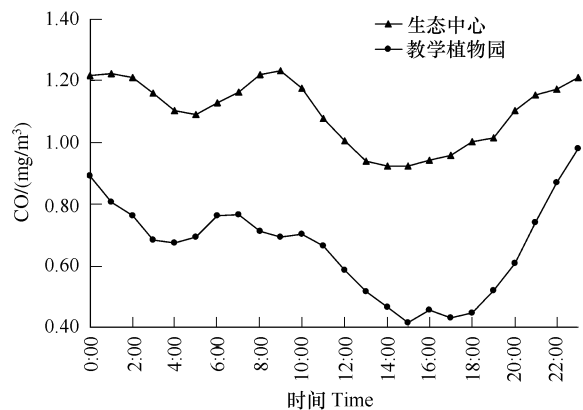


图 6 北京奥运期间 CO 浓度日变化曲线

Fig. 6 The daily dynamics of CO during Beijing Olympic Games

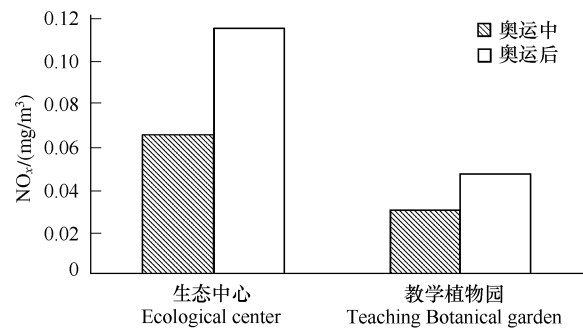


图 8 北京奥运期间 NO_x 日平均浓度和奥运之后的比较

Fig. 8 The variation of NO_x during and after Beijing Olympic Games

将 2008 年奥运期间及奥运后的日平均浓度与美国 $\text{PM}_{2.5}$ 日均值的国家标准值 $0.065\text{mg}/\text{m}^3$ 进行比照^[10], 生态中心奥运期间日平均浓度的达标率为 72%, 奥运之后达标率为 61%。奥运期间教学植物园监测点 $\text{PM}_{2.5}$ 日平均浓度的达标率为 53%, 奥运之后达标率为 0, 均明显低于奥运期两个监测点 $\text{PM}_{2.5}$ 日平均浓度的达标率。

奥运期间两个监测点 NO_x 、CO 的日平均浓度都达到国家一级标准。奥运后生态中心监测点 NO_x 浓度到达国家一级标准的天数只占 45%, 国家二级标准的天数 30%, 国家三级标准的天数 25%。教学植物园监测点 NO_x 浓度到达国家一级标准的天数占 87.5%, 国家二级标准的天数占 12.5%, 两个监测点都没有超标天

数。而 2008 年奥运期间及奥运后生态中心监测点和教学植物园监测点的 CO 日平均浓度均全部达到国家一级标准,没有超标天数^[9]。

2.4 奥运期间 PM_{2.5}、NO_x、CO 浓度与气象因子的关系

根据气象同步监测数据,分析奥运期间 PM_{2.5}、NO_x、CO 浓度与气象条件的关系,结果表明:奥运期间平均温度约为 23.7℃,有 41% 的天数温度在 25℃ 以上。相对湿度在 51.8%—88.4% 之间,变化范围较大。奥运期间降水天数为 24d,降水 10mm 以上有 7d,最大降水量 28.9mm。风速比较小,平均风速 1.5 m/s,风速变化范围为 0—2 m/s。统计分析表明,奥运期间生态中心监测点 PM_{2.5} 日平均浓度与日平均温度(r 0.588)、风速(r 0.850)有显著相关性,而与相对湿度、降水等重要气象因素的相关性不显著(图 10)。在奥运之前和之后,PM_{2.5} 日平均浓度与以上气象因素都没有显著相关性。

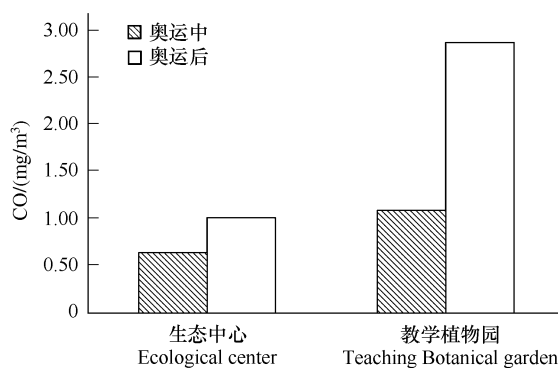


图 9 北京奥运期间 CO 日平均浓和奥运之后的比较

Fig. 9 The variation of CO during and after Beijing Olympic Games

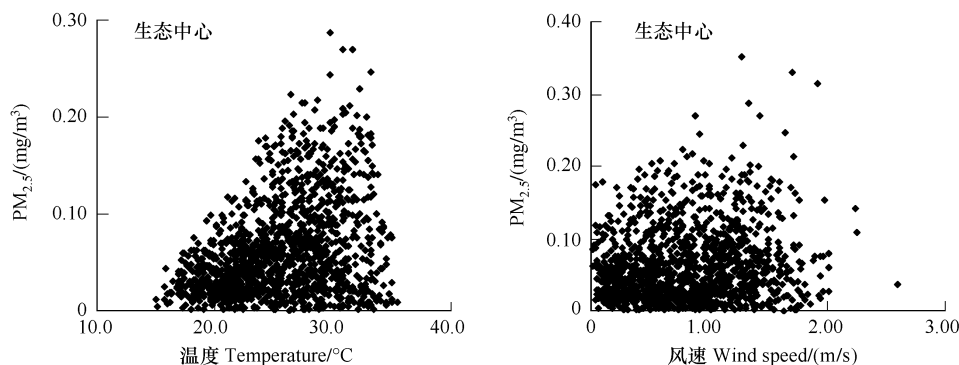


图 10 污染物与气象条件相关性

Fig. 10 The correlation between the pollutants and the meteorological conditions

3 讨论

北京市机动车保有量持续上升,至 2008 年已达到 320 多万辆。其中“黄标车”约 30 余万辆,占机动车保有量的 10%,其污染比较严重,其排放量占到了机动车排放总量的 50%。奥运期间实行机动车单双号限行、黄标车禁行,减少了约一半机动车,机动车污染物排放总量减少 63%。

根据监测结果奥运期间及奥运后生态中心监测点和教学植物园监测点的 CO 日平均浓度均全部达到国家一级标准。在奥运之后 PM_{2.5} 按照美国国家标准全部超标。在奥运前的综合治理措施中,已经对北京市的烟尘和粉尘排放控制起到了明显效果。在奥运期间更是执行了严格的燃煤污染控制和工业污染控制措施。奥运期间 19 家重点排污企业和 4 家燃煤电厂,采取压缩产量、调整运行方式、加强污染设施运行管理等措施,在确保达标基础上,减排 30%。并从 2008 年 7 月 1 日起执行世界上最严格的燃煤锅炉排放标准限值。为控制工业污染,150 多家重污染企业停产减产限产。这些举措使得奥运期间烟尘和粉尘的排放量大大减少,对 PM_{2.5}、NO_x、CO 的浓度下降起重要作用。此外,奥运期间城区工地停止土石方工程和混凝土浇筑工程,对减少施工扬尘、建筑扬尘有明显效果。机关单位、商场、居民实行了错峰上下班措施和公交出行等绿色出行方式,进一步减少了 PM_{2.5}、NO_x、CO 的来源和积累。

奥运期间 PM_{2.5}、NO_x、CO 质量浓度的日变化都呈双峰现象,一个峰出现在 7:00—10:00 之间,另一个峰出现在 18:00—23:00 之间,这一特征与通常的北京空气污染物日变化过程一致,污染物浓度日变化双峰现

象,虽与气象条件有关^[11-13],但汽车尾气排放也是一个重要影响因素^[14-16]。主要是由于上班、上学、交通运输的高峰期,车流量大,尾气排放量也大,从而可能对形成上午与夜间的两个 $\text{PM}_{2.5}$ 、 NO_x 、CO 浓度高峰起了重要作用。

监测结果表明,奥运期间的天气条件与正常的北京夏季天气条件并无显著不同,整个奥运期间与奥运之前相比天气条件也并无显著改善,在这种并不十分有利于颗粒物浓度下降的条件下,北京奥运期间 $\text{PM}_{2.5}$ 、 NO_x 、CO 平均浓度显著低于奥运后的平均浓度。奥运后 $\text{PM}_{2.5}$ 平均浓度与奥运期间比较,生态中心监测点与教学植物园监测点分别升高 3.3% 与 58.8%, NO_x 平均浓度与奥运期间比较,2 个监测点分别升高 76.9% 和 56.7%, CO 平均浓度与奥运期间比较 2 个监测点分别升高 56.5% 和 163%。这可归功于人为因素的影响。这表明奥运期间实施的临时空气环境污染控制措施有明显的效果。

References:

- [1] Norbert Englert. Fine particles and human health—a review of epidemiological studies. *Toxicology Letters*, 2004, 149: 235—242.
- [2] Kan H D, Chen B H. Particulate air pollution in urban areas of Shanghai, China: health-based economic assessment. *Science of the Total Environment*, 2004, 322: 71—79.
- [3] Zhang J, Miao H, Ouyang Z Y, Wang X K. Ambient air quality trends and driving factor analysis since 1980's in Beijing. *Acta Scientiae Circumstantiae*, 2006, 26(11): 1886—1892.
- [4] Wang J L, Xie Z, Zhang Y H, Shao M, Zeng L M, Cheng C L, Xu X F, Zhao X F, Meng Y J. The research on the mass concentration characteristics of fine particles in Beijing. *Acta Meteorologica Sinica*, 2004, 62(1): 104—111.
- [5] Huang C, Wang B Y, Chen C H, Folke Wolff, Chen G H. Comparative study on air quality of Shanghai and other worldwide cities. *Energy Research and Information*, 2003, 19(3): 165—171.
- [6] Baldasano J M, Valera E, Jiménez P. Air quality data from large cities. *The Science of the Total Environment*, 2003, 307: 141—165.
- [7] An J L, Wang Y S, Li X, Lou S J, Yin Y, Shen S H. Measurement on the atmospheric SO_2 , NO_x , CO and O_3 concentrations in Beijing. *Ecology and Environment*, 2007, 16(6): 1585—1589.
- [8] Qu G P, China Environmental Protection Foundation. The complete volume of Chinese environmental protection work. Beijing: China Environmental Science Press, 2002.
- [9] Ambient air quality standard, GB3095—1996.
- [10] US EPA Office of Air and Radiation, Office of air quality planning and standards fact sheet—EPA's recommended final ozone and particulate matters standards, 1997.
- [11] Sun S P, Gu R Z, Zhang J. Inhalable Particulate Matter (PM_{10}) Related to Different Green Cover Percentage and Greenbelt Types in Beijing. *Chinese Landscape Architecture*, 2004, 20(3): 77—79.
- [12] Zhu X L, Zhang Y H, Zeng X M, Wang W. Source identification of ambient $\text{PM}_{2.5}$ in Beijing. *Research of Environmental Sciences*, 2005, 18(5): 3—5.
- [13] Sanford Sillman. The relation between ozone, NO_x and hydrocarbons in urban and polluted rural environments. *Atmospheric Environment*, 1999, 33: 1821—1845.
- [14] Sanford Sillman. The relation between ozone, NO_x and hydrocarbons in urban and polluted rural environments. *Atmospheric Environment*, 1999, 33: 1821—1845.
- [15] Chan Y C, Simpson R W, McTainsh G H, Vowles P D, Cohenband D D, Baileyb G M. Source apportionment of $\text{PM}_{2.5}$ and PM_{10} aerosols in Brisbane (Australia) by receptor modeling. *Atmospheric Environment*, 1999, 33: 3251—3268.
- [16] Song Y, Tang X Y, Fang C, Zhang Y H, Hu M, Zeng L M. Source apportionment on fine particles in Beijing. *Environmental Science*, 2002, 23(6): 11—16.

参考文献:

- [3] 张菊, 苗鸿, 欧阳志云, 王效科. 近 20 年北京市城近郊区环境空气质量变化及其影响因素分析. *环境科学学报*, 2006, 26(11): 1886—1892.
- [4] 王京丽, 谢庄, 张远航, 邵敏, 曾立民, 程丛兰, 徐晓峰, 赵习方, 孟燕军. 北京市大气细粒子的质量浓度特征研究. *气象学报*, 2004, 62(1): 104—111.
- [5] 黄成, 王冰妍, 陈长虹, Folke Wolff, 陈国海. 上海市大气质量与国内外城市的比较研究. *能源研究与信息*, 2003, 19(3): 165—171.
- [7] 安俊琳, 王跃思, 李昕, 漏嗣佳, 银燕, 申双和. 北京大气中 SO_2 、 NO_x 、CO 及 O_3 体积分数变化分析. *生态环境*, 2007, 16(6): 1585—1589.
- [8] 曲格平主编; 中华环境保护基金会编. 中国环境保护工作全书. 北京: 中国环境科学出版社, 2002.
- [9] 环境空气质量标准, GB3095-1996.
- [11] 孙淑萍, 古润泽, 张晶. 北京城区不同绿化覆盖率和绿地类型与空气中可吸入颗粒物(PM_{10}). *中国园林*, 2004, 20(3): 77—79.
- [12] 朱先磊, 张远航, 曾立民, 王玮. 北京市大气细颗粒物 $\text{PM}_{2.5}$ 的来源研究. *环境科学研究*, 2005, 18(5): 3—5.
- [16] 宋宇, 唐孝炎, 方晨, 张远航, 胡敏, 曾立民. 北京市大气细粒子的来源分析. *环境科学*, 2002, 23(6): 11—16.

2008 年度生物学科总被引频次和影响因子前 10 名期刊★

(源于 2009 年版 CSTPCD 数据库)

排序 Order	期刊 Journal	总被引频次 Total citation	排序 Order	期刊 Journal	影响因子 Impact factor
1	生态学报	8956	1	生态学报	1.669
2	应用生态学报	7979	2	植物生态学报	1.656
3	植物生态学报	3742	3	应用生态学报	1.632
4	西北植物学报	3584	4	生物多样性	1.474
5	JOURNAL OF INTEGRATIVE PLANT BIOLOGY	3460	5	生态学杂志	1.276
6	植物生理学通讯	3187	6	植物学通报	1.058
7	生态学杂志	3148	7	西北植物学报	1.046
8	遗传学报	2142	8	植物生理与分子生物学 学报	1.034
9	植物生理与分子生物学学报	1855	9	遗传学报	0.887
10	昆虫学报	1580	10	遗传	0.835

★《生态学报》2008 年在核心版的 1868 种科技期刊排序中总被引频次 8956 次,全国排名第 2;影响因子 1.669,全国排名第 14;第 1~8 届连续 8 年入围中国百种杰出学术期刊;中国精品科技期刊

编辑部主任: 孔红梅

执行编辑: 刘天星 段 靖

生 态 学 报
(SHENGTAI XUEBAO)
(半月刊 1981 年 3 月创刊)
第 30 卷 第 22 期 (2010 年 11 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 30 No. 22 2010

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel:(010)62941099 www.ecologica.cn Shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	冯宗炜	Editor-in-chief	FENG Zong-Wei
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 70.00 元