

北京秋季城区和近郊近地层 O₃ 特征

刘玉彻¹ 丁国安¹ 颜 鹏¹ 王淑凤¹
孟昭阳¹ 徐 敬² 于海青³

(1 中国气象科学研究院,北京 100081 ;2 北京市气象局,北京 100089 ;3 国家气象中心,北京 100081)

摘要 北京十三陵地区出现 O₃ 高值,一直是人们所关心的环境问题,秋季是北京地区高 O₃ 浓度季节,为此 2001 年 9 月 7~17 日在北京城区舞蹈学院楼顶和十三陵地区昭陵进行了一次以 O₃ 为主,并结合其前体物的综合对比实验。对北京城区和郊区地面 O₃ 特征进行了比对分析,目的是了解北京秋季近地面城乡 O₃ 差异的原因。结果表明郊区 O₃ 浓度日均值普遍大于城区 O₃ 日均值,城区和郊区白天 O₃ 浓度接近,城乡 O₃ 平均浓度的差异是由于不同天气条件下城区夜间地面 O₃ 浓度很低,有时甚至接近于零,而郊区夜间 O₃ 依然维持一定浓度。其主要原因在于城区有较多的污染排放源,致使夜间 NO 浓度维持相对高值,其通过滴定过程大量消耗 O₃ 所致。观测中发现无论城区或郊区当小时平均 NO 浓度大于 10×10^{-9} (体积混合比) 时,相应小时平均 O₃ 浓度接近于零。NO₂/NO 低值区对应于地面 O₃ 低浓度,城区夜间 NO₂/NO 值低于郊区。由此可见城区 O₃ 日平均值较低和城区空气污染重于郊区有密切关系。

关键词 城区 郊区 地面 O₃ NO NO₂/NO

引言

O₃ 作为一种强氧化剂,在大气化学反应中起重要作用。例如许多有机化合物的分解和氧化、SO₂ 的氧化、NO_x 的转化等都与 O₃ 有关。污染大气中先要经过光化学反应产生高浓度的 O₃ 或 OH 自由基后才能产生光化学烟雾,OH 自由基和 O₃ 的光化学过程的产生又与 NO_x 和碳氢化合物浓度密切相关。光化学烟雾可分为两个阶段,即 O₃ 浓度的上升阶段和光化学烟雾生成阶段^[1]。近地面 O₃ 浓度增加是非常有害的,高 O₃ 浓度对呼吸系统有严重的破坏作用^[1]。因此,O₃ 监测在大气环境化学中具有重要的地位。对流层 O₃ 的研究早在 20 世纪 60 年代就开始了。Junge(1962) 提出了一套经典理论,认为对流层 O₃ 是平流层 O₃ 注入的结果。在 70 年代 Levy 提出了不同看法,认为对流层 O₃ 主要是大气光化学反应的结果。80 年代人们逐渐认识到云在大气光化学过程中的作用,Chameides(1994) 提出了“都市农村复合体”(MAP: Metro Agro Plexes) 的概念^[2]。国内分别在 1991 和

1994 年参加了国际西太平洋 O₃ 及前体物考察(PEM WEST A,B)。1994~1995 年在中国 3 个区域本底站进行了一年较系统、规模较大的综合观测^[3]。1998~2000 年长江三角洲开展大规模 O₃ 前体物及气溶胶的综合观测实验,总结了影响 O₃ 浓度的前体物以及天气条件和气象条件对近地面 O₃ 的影响^[4]。有关北京的 O₃ 垂直和水平分布特征以及 O₃ 前体物、光化学特征等都有不少作者进行了研究^[5~11]。北京大学近几年来在广州进行了一系列城市 O₃ 研究,对其源汇和生消规律进行了深入研究^[11]。北京市人口超过 1000 万,流动人口每天在 200~300 万,汽车已超过 180 万辆,交通堵塞已成为北京市一大问题^[6]。在这种情况下,各种汽车尾气和其它污染源的大量排放,加剧了光化学反应。为了加深对北京城区近地面 O₃ 特点的认识,特别是弄清长期以来人们关心十三陵地区 O₃ 浓度高于市区的环境问题,于 2001 年 9 月 7~17 日在北京城区和郊区进行了对比观测实验。本文主要对这次实验观测的资料进行分析。

科技部“国家重点研究基础项目”(TG1999045700)和科技部国家公益性研究专项重点项目(2001 DIAI 0009)资助

作者简介:刘玉彻,女,1979 年生,在读硕士,主要从事城市环境研究,E-mail:liuyuche@cams.cma.gov.cn

收稿日期:2004 年 11 月 9 日;定稿日期:2005 年 1 月 25 日

1 观测实验

市区测点在北京市中关村南大街以西中央民族大学以南的北京舞蹈学院主楼楼顶(40 m),郊区测点是在离十三陵的定陵很近(约1 km)的昭陵村南一个农民旅游渡假村内,实验期间已无游客居住。在两个测点都使用美国 TE 公司的 49C 紫外线 O₃ 分析仪和 42C 化学发光法 NO-NO₂-NO_x 分析仪。在进入现场之前全部仪器都进行了标定。观测数据由计算机自动采集记录,采样频率为 10 s,记录频率为 1 min。对观测资料进行了校正后,计算得到各种污染物的小时平均值。O₃、NO_x 检测仪测量精度

为 1×10^{-9} 。

2 结果分析

2.1 日平均值

城区和郊区 O₃ 日平均值除 2001 年 9 月 14 日外,其余 8 天都是郊区 O₃ 日平均值大于城区 O₃ 日平均值,其差值范围为 $(2.2 \sim 23.0) \times 10^{-9}$ 。而城区白天(07:00~19:00)的平均 O₃ 浓度却有 1/3 的天数大于郊区其范围为 $(3.9 \sim 17.7) \times 10^{-9}$ 。而夜间(20:00 至次日 06:00)平均 O₃ 值城区却远远小于郊区(表 1)。

表 1 2001 年 9 月 8~16 日城市和郊区 O₃ 日平均值

10⁻⁹

日期	08	09	10	11	12	13	14	15	16	平均
郊区(白天)	41.0	42.0	60.0	84.8	87.9	75.7	72.9	63.8	19.7	60.9
城区(白天)	36.3	53.8	49.9	89.7	83.3	61.0	90.6	58.5	15.4	59.8
郊区-城区	4.7	-11.8	10.1	-3.9	4.6	14.7	-17.7	5.3	4.3	1.1
郊区(夜间)	31.7	23.0	54.8	32.2	28.4	38.3	13.2	22.1	7.3	27.9
城区(夜间)	6.2	2.8	4.7	12.4	15.4	3.9	16.3	16.0	3.9	9.0
郊区-城区	25.5	20.2	50.1	19.8	13.0	34.4	-3.1	6.1	3.4	18.8
郊区(日平均)	41.0	37.0	50.3	67.6	61.0	55.8	51.9	43.0	15.4	47.0
城区(日平均)	28.3	31.9	27.3	53.0	55.0	35.8	56.2	37.2	13.2	37.5
郊区-城区	12.7	5.1	23.0	14.6	6.0	20.0	-4.3	5.8	2.2	9.5

2.2 城区 O₃ 日变化特征

分别将观测期间的地面 O₃ 按照晴、多云、阴雨天气分类求出平均日变化。在观测期间 9 月 9、10、13 日为晴天,9 月 11、12、14 日和 15 日为多云,9 月 7、8、16 日为雨天。由图 1 可以看出晴天城市夜间 O₃ 浓度很低,在凌晨 01:00(北京时间,下同)左右 O₃ 体积混合比约为 10×10^{-9} ,此后一直下降,于凌晨 04:00 左右达到最小值 0.2×10^{-9} 。随着日出地面 O₃ 浓度也在逐渐增大,大约到 12:00 达到最大值 95×10^{-9} ,日较差约为 95×10^{-9} 。在多云条件下夜间 O₃ 浓度较低,尤其在黎明 03:00~05:00, O₃ 浓度可以低到 0.8×10^{-9} 。当达到最小值之后 O₃ 浓度逐渐升高,一直到下午 13:00 左右达到最大值 143.7×10^{-9} ,而后 O₃ 浓度逐渐下降,在夜间 22:00 O₃ 浓度一直下降到 12×10^{-9} 左右。在多云条件下 O₃ 浓度日较差约为 143×10^{-9} 。阴雨天 O₃ 浓度很低而且变化不规则,全天 O₃ 浓度在 $(0 \sim 30) \times 10^{-9}$ 上下波动,00:00 约为 24×10^{-9} 左右,随着时间的变化 O₃ 浓度逐渐降低,在凌

晨 07:00 其值为零,在下午 16:00 左右达到最大值 30×10^{-9} 左右,雨天 O₃ 浓度的日较差仅为 30×10^{-9} 左右。由图 1 可以看出 O₃ 日平均浓度夜间较低,尤其在 03:00 达到最低值 4.1×10^{-9} ,此后 O₃ 浓度逐渐升高,一直到下午 13:00 左右到达最大值 95×10^{-9} ,其日较差约 90×10^{-9} 。总体看城区白天 O₃ 浓度多云时浓度最高,晴天次之,阴雨天最小。而在夜间雨天最大,其他天气都接近于零。日较差多云最大,晴天次之,阴雨天最小。

2.3 郊区 O₃ 日变化特征

由图 2 可以看出在晴天郊区夜间 O₃ 浓度较低,在凌晨 06:00 达到最小值约为 14×10^{-9} 左右。到 15:00 达到 123×10^{-9} 以上,然后 O₃ 浓度逐渐下降,日较差约为 110×10^{-9} 左右。多云条件下在凌晨 06:00 达到最低值为 15×10^{-9} 左右,随着日出太阳辐射逐渐加强在下午 15:00 左右达到最高值 125×10^{-9} 左右,日较差约为 110×10^{-9} 。阴雨天 O₃ 浓度同样也很低,其值在 4×10^{-9} 到 38×10^{-9} 范围内波

动,在凌晨 07:00 达到最小值 4×10^{-9} ,然后随着日出 O_3 浓度逐渐升高在下午 16:00 左右达到最大值 38×10^{-9} 左右,雨天郊区 O_3 浓度的日较差约为 34×10^{-9} 。从日平均曲线可以看出在凌晨 06:00 达到最低值 14.7×10^{-9} 左右。下午 15:00 达到最大值

101.1×10^{-9} 左右,日较差约为 86.4×10^{-9} 。综上所述,郊区白天 O_3 浓度多云时浓度最高,晴天次之,阴雨天最小。而在夜间 O_3 浓度阴雨天最小,其它天气都接近 20×10^{-9} 左右。日较差多云最大,晴天次之,阴雨天最小。

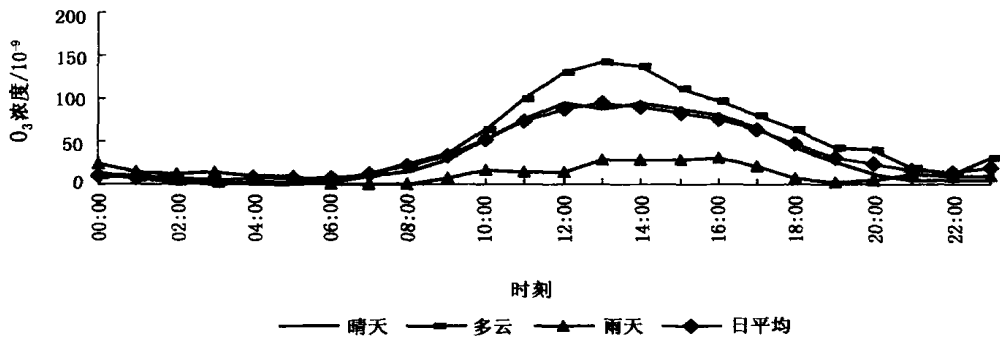


图1 城区不同天气条件下的 O_3 浓度(体积比,下同)

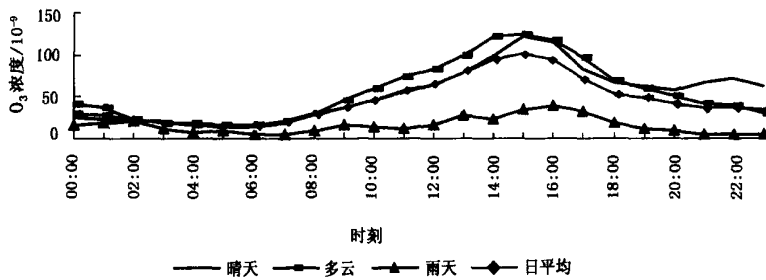


图2 郊区不同天气条件下 O_3 浓度

2.4 比较城区和郊区 O_3 的不同

晴天 O_3 浓度城区最大值为 95×10^{-9} 左右出现时间是 13:00 左右,而郊区的最大值出现在下午 16:00 左右,其值为 123×10^{-9} 左右。郊区最低值 14×10^{-9} 出现在凌晨 07:00。城区 O_3 最低值接近 0,出现时间是凌晨 05:00 或 06:00。城区 O_3 浓度日较差约为 95×10^{-9} ,而郊区 O_3 浓度日较差约为 110×10^{-9} 。多云情况下城区最低值出现在夜间,大约为 6×10^{-9} 左右,而郊区夜间 O_3 值最低也在 15×10^{-9} 左右。白天 O_3 最高值二者相当,城区出现时间略早 2 h(15:00),城区日较差比郊区高 33×10^{-9} 。可看出城区和郊区的 O_3 浓度在雨天都偏低而且变化不太有规律。这是因为降雨减少了太阳辐射,同时,降雨对 O_3 及其前体物有一定冲刷作用。但城区 O_3 最低值接近于 0,郊区则为 4×10^{-9} 左右。郊区 O_3 最高值(38×10^{-9})比城区略高些(大约 9×10^{-9})。平均日变化城区最高值出现时间比郊区早

2 h,城区的 O_3 最高值(95×10^{-9})比郊区的 O_3 最高值(101.1×10^{-9})低约 5×10^{-9} 。城区的最高值(95×10^{-9})和最低值(4.1×10^{-9})比值大约是 23,郊区的最高值(101.1×10^{-9})和最低值(14.7×10^{-9})比值大约是 7,因为最高值与最低值的比值是衡量污染程度高低的判据^[6],所以很明显城区的污染程度要比郊区的污染程度高。在 00:00 O_3 浓度郊区比城区高(郊区约为 29.4×10^{-9} ,而城区约为 10×10^{-9}),随着时间的推移 O_3 浓度逐渐降低,城区在黎明前 03:00 达到最小值 4.1×10^{-9} ,郊区 O_3 浓度最小值为 14.7×10^{-9} ,出现时间为 06:00 左右。随着白天的来临 O_3 浓度逐渐升高,到 10:00 左右城区和郊区 O_3 值相同,然后城区 O_3 值比郊区 O_3 值高,到下午 13:00 达到最大值 95×10^{-9} ,而郊区在 15:00 达到最大值 101.1×10^{-9} 。到下午 14:00 左右城区和郊区 O_3 浓度再次相当。18:00 后又出现差异,到夜间 23:00 郊区 O_3 浓度约为 34.3×10^{-9}

左右,而城区 O₃ 浓度为 18.3×10^{-9} 左右。

总之不论何种天气条件,城区和郊区 O₃ 有明显的区别,主要表现在城区 O₃ 浓度夜间很低,其最低值接近于零。而郊区夜间 O₃ 最低浓度大约 15×10^{-9} 左右。白天地面 O₃ 值城区略高于郊区,平均而言仍是郊区 O₃ 日平均值大于城区。

3 分析和讨论

3.1 NO 和 O₃ 的关系

很多 O₃ 前体物都和 O₃ 有着十分复杂的关系,但 NO、NO₂ 是确定地面 O₃ 浓度首位和第 2 位的因子^[10]。氮氧化物(NO 和 NO₂) 在大气化学过程中,尤其在污染大气中,起着很重要的作用。NO₂ 的光分解引发了一系列的反应,是对流层大气中 O₃ 的一个来源。NO 和 NO₂ 与 O₃ 之间的化学循环是大气光化学过程的基础。

当大气中 NO 与 NO₂ 和阳光同时存在时,O₃ 就作为 NO₂ 光分解的产物而生成。基本反应是:



M 为空气中的 N₂、O₂ 或其他分子介质,可以吸收过剩的能量而使生成的 O₃ 分子稳定。反应(2)是 O₃ 在大气中的唯一化学反应源。但是 O₃ 一旦生成就会与 NO 再反应生成 NO₂:



图 3 为本项目观测期间市区和郊区小时平均 NO 浓度和相应小时平均 O₃ 浓度的散点图。图中表明郊区和城区 O₃ 浓度随 NO 浓度的增加而迅速下降,而且从图 3 中可以看出,无论是城区或郊区都十分明显地表明当小时平均 NO 浓度大于 10×10^{-9} 时小时平均 O₃ 浓度接近零,而当小时平均 NO 浓度小于 10×10^{-9} 时相应小时平均 O₃ 浓度呈现较复杂情况。即当 NO 从零开始逐渐增加,相应的 O₃ 值较快地减少,在这个总体上十分显著的递减的过程中,小时平均 NO 值和相应的小时平均 O₃ 浓度值就不是一一对应的关系,而有不同浓度值的出现。

城区和郊区夜间 NO 浓度有较大差别。从表 2 可以看出,夜间城区小时平均 NO 浓度范围在 $(0 \sim 2) \times 10^{-9}$ 浓度组出现频率是 46.7%,郊区为 84%。而对于小时平均 NO 浓度大于 2×10^{-9} 后各 NO 浓度组城区出现的频率显然高于郊区,特别是对于小时平均 NO 浓度大于 10×10^{-9} 这一组,城区出现频率为 28.4%,而郊区仅为 7%。此外两地夜间小时平均 NO 浓度平均值也有明显差异,城区和郊区分别为 8.4×10^{-9} 和 2.3×10^{-9} ,前者约为后者的 4 倍。正因为夜间城区的 NO 浓度明显地高于郊区,根据式(3)中 O₃ 消耗原理,导致城区夜间 O₃ 浓度很低。

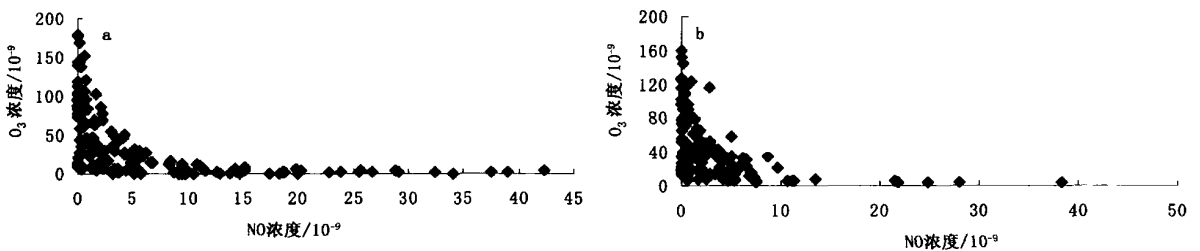


图 3 城市和郊区 O₃ 浓度和 NO 浓度散点图:(a)城市,(b)郊区

表 2 城区和郊区夜间(20:00 至次日 06:00)不同小时平均 NO 浓度组出现频率

		NO 浓度/ 10^{-9}							
		0~2	3~4	5~6	7~8	9~10	11~12	13~14	>14
城市	频数	43	9	3	1	10	3	3	20
	频率/%	46.7	9.8	3.3	1.1	10.9	3.3	3.3	21.8
郊区	频数	84	4	3	2	0	3	0	4
	频率/%	84	4	3	2	0	3	0	4

城区和郊区 NO 的差别还可以从图 4 看出:城区 18:00 NO 浓度最低,大约接近于零($0.6 \times$

10^{-9}),此后开始很快地升高,到 22:00 已达到最大值为 12.2×10^{-9} ,夜间一直维持在较高浓度大约为

($7 \sim 12$) $\times 10^{-9}$ 。相应时段(16:00 ~ 19:00)的城区地面 O_3 浓度大约为 ($31 \sim 76$) $\times 10^{-9}$, 00:00 ~ 06:00地面 O_3 浓度接近于零(图 4a)。然而郊区夜间 NO 浓度始终处在很低的状态,其浓度大约在($0 \sim 2$) $\times 10^{-9}$,相应的夜间地面 O_3 浓度也一直维持在($15 \sim 40$) $\times 10^{-9}$ 之间(图 4b)。

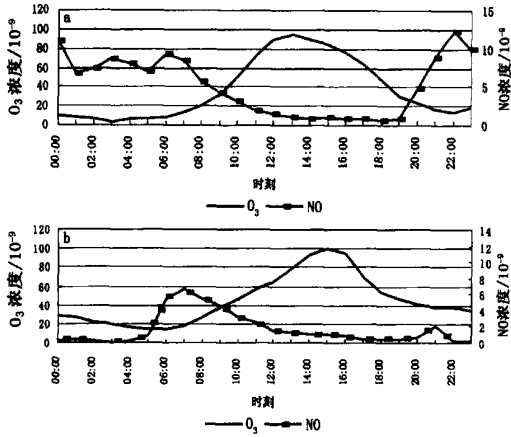


图 4 城市和郊区日平均 O_3 和 NO :(a)城区,(b)郊区

3.2 NO_2/NO 和 O_3 关系

城区和郊区 NO_2/NO 比值峰值和低谷值和 O_3 峰值和低谷值的出现时间十分接近,而市区 NO_2/NO 峰值比 O_3 峰值出现时间晚几个小时(图 5)。平均日变化在 08:00 ~ 13:00 时段城区和郊区 NO_2/NO 和 O_3 有很好的线性关系(表略)。城区夜间从 00:00 到清晨 07:00 小时平均 O_3 浓度($4.1 \sim 12.7$) $\times 10^{-9}$, 21:00 ~ 23:00 O_3 浓度分别为 16.2×10^{-9} 、 13.2×10^{-9} 、 18.3×10^{-9} ,而相应的 NO_2/NO 值较低,约在 2 ~ 3 之间。而到了白天随着 NO_2/NO 的逐渐增加 O_3 浓度也在增大,到 13:00 ~ 14:00 O_3 出现高值区相应的 NO_2/NO 值此时也达到高值区。郊区夜间的 NO_2/NO 比值大于市区,除 01:00 外,从 00:00 到 07:00 NO_2/NO 值大约在 4 ~ 10 之间,相应时段 O_3 浓度高于城区(在 $14.7 \sim 29.4$) $\times 10^{-9}$ 之间。上午郊区 O_3 浓度同样是随 NO_2/NO 的比值而增加,但郊区 NO_2/NO 的值始终小于市区,相应的 O_3 浓度也低于市区,然而 O_3 高峰出现之后郊区

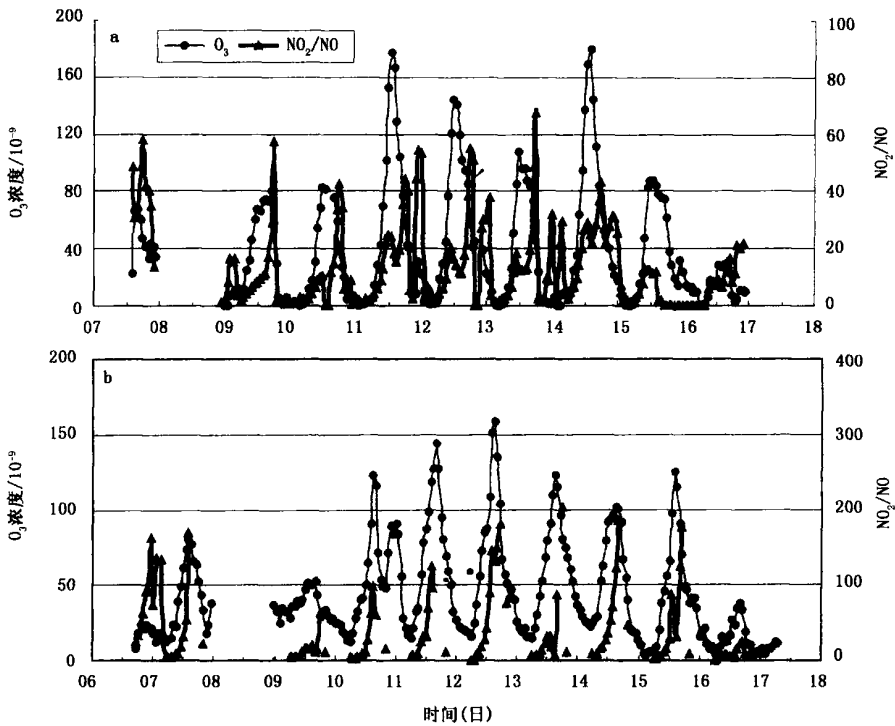


图 5 2001 年 9 月 7 ~ 17 日城区和郊区 O_3 与对应的 NO_2/NO 值:(a)城区,(b)郊区

的 NO₂/NO 仍然维持高值,所以相应 O₃ 值下降的就比较慢。我们也可以发现一些 NO₂/NO 极高值,它们和 O₃ 的关系就不大明显,这可能因为此时 NO 的测定值已在仪器检测限附近(仪器 NO 检测限为 0.1×10^{-9}),测量误差可能使 NO 值准确性减小,于是给 NO₂/NO 计标值带来偏高的影响。城区夜间 NO₂/NO 出现低值其和城区夜间污染源排放有密切关系。有关 O₃ 和 NO₂/NO 之间的关系国内外一些作者已做了不少研究工作。D. D. Davis 在大西洋空中测量基于 NO₂ 和 NO 资料为基础讨论了参与大气光化学反应的各种成分。白建辉等人在鼎湖山森林地区观测到 NO₂/NO 比例大于 10 时, O₃ 的浓度大于 30×10^{-9} ^[11,14]、刘小红和李昕等人在中科院大气所铁塔上所做的实验结果^[7,11],其 NO₂/NO 比值结果比我们的低。这可能因为我们的城区测点所在位置接近紫竹院公园和北京图书馆相对清洁一些,郊区测点也位于十三陵风景区,加之观测时段又在夏末秋初是北京一年内污染相对较轻的季节。本项实验城区测点在舞蹈学院主楼楼顶大约距地面 40 m 高度,观测结果代表性如何是我们关心的问题。根据在大气所铁塔 2000 年夏季 7~8 月 8 m、120 m 和 280 m 3 个高度 O₃ 观测结果表明:中午前后湍流旺盛,较强的湍流使得高层、低层臭氧的浓度十分接近。傍晚以后,280 m 层的 O₃ 浓度降低较慢,维持着较高值。其原因据刘辉志等提出北京市近地层高度在 100 m 左右^[15],因为地面排放的 NO 等还原物质较难向上输送,于是维持较高值。另据 2001 年初在北京气象局主楼楼顶(40 m)和 2 m 高度进行的 O₃ 平行比对结果也表明二者测值十分接近,而且具有同位相特征^[8]。2001 年冬季北京市 O₃ 垂直剖面观测结果表明在边界层内不同高度 O₃ 值比较接近^[9]。所以我们 40 m 高度观测结果能够反映市区近地层 O₃ 等污染物变化特征^[8]。

4 结论

北京城区比郊区 O₃ 日平均浓度较低,其主要特点如下:

(1) 不同天气条件下城区夜间地面 O₃ 浓度很

低,有时甚至接近于零,城郊差异很大。尽管白天城区和郊区 O₃ 浓度比较接近,有时甚至城区略高于郊区,但最终结果使城区日平均 O₃ 浓度低于郊区。

(2) 城区和郊区当小时平均 NO 浓度大于 10×10^{-9} 时,相应小时平均 O₃ 浓度接近于零。夜间城区 NO 浓度明显高于郊区,而且有很多情况出现 NO 浓度大于 10×10^{-9} ,必然使城区夜间 O₃ 浓度很低。

(3) NO₂/NO 低值区对应于地面 O₃ 低浓度,城区夜间 NO₂/NO 值低于郊区。城市污染是造成城区和郊区地面 O₃ 差别的根本原因之一。

参考文献

- 1 王明星.大气化学.北京:气象出版社,1999.323-376
- 2 纪飞,秦喻.对流层臭氧研究进展.气象科技,1998,(4):17-22
- 3 罗超,丁国安,李兴生,等.中美大气化学联合考察试验结果的初步分析和比较.气象学报,1998,56(4):467-474
- 4 王会祥,唐孝炎,王木林,等.长江三角洲痕量气态污染物的时空分布特征.中国科学(D辑),2003,33(2):114-118
- 5 马一琳,张远航.北京市大气光化学氧化剂污染研究.环境科学研究,13(1):14-17
- 6 邵可声,姜斌,任信荣,等.北京中关村地区春季大气光化学氧化形势.中国地区大气臭氧变化及其对气候环境的影响(二).北京:气象出版社,1997.26-39
- 7 李昕,安俊琳,王跃思,等.北京气象塔夏季大气臭氧观测研究.中国环境科学,2003,23(4):353-357
- 8 丁国安,孟昭阳,于海青,等.北京城市大气边界层空气污染特征观测研究.应用气象学报,2002,13(特刊):81-89
- 9 郑向东,丁国安,孙敏峰,等.北京冬季低层大气 O₃ 垂直分布观测结果的研究.应用气象学报,2002,13(特刊):100-108
- 10 刘小红,洪钟祥,李家伦,等.北京地区严重大气污染的气象和化学因子.气候和环境研究,1999,4(3):231-236
- 11 邵敏,任信荣,王会祥,等.城市大气中 OH 和 HO₂ 自由基生成和消除的定量关系.科学通报,2004,49(17):1716-1721
- 12 白建辉,徐永福,陈辉,等.鼎湖山森林地区臭氧及其前体物的变化特征和分析.气候与环境研究,2003,8(3):370-380
- 13 白建辉,王明星,陈辉,等.地面臭氧的变化规律和计算方法的初步研究, I 紫外波段.气候与环境研究,2002,7(1):49-60
- 14 白建辉,王庚辰,陈辉,等.地面臭氧的变化规律和计算方法的初步研究, II 可见光波段.气候与环境研究,2002,7(3):311-320
- 15 刘辉志,洪钟祥.北京下垫面边界层湍流统计特征.大气科学,2002,26(2):241-248

Characteristics of Surface O₃ over Beijing Urban and Rural Areas in Autumn

Liu Yuche¹ Ding Guoan¹ Yan Peng¹ Wang Shufeng¹
Meng Zhaoyang¹ Xu Jing² Yu Haiqing³

(1 Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081; 2 Beijing Meteorological Bureau, Beijing 100089;

3 National Meteorological Center, Beijing 100081)

Abstract: The high concentration of surface ozone at Ming Tombs has widely been concerned and the concentration of ozone in the Beijing region in Autumn is very high; therefore, a comprehensive observational experiment was conducted on surface ozone and its precursors at a urban site and a rural site in Beijing from 7 to 17 of September 2001. The characteristics of surface ozone between the urban and rural sites were compared, and the reasons of the differences were analyzed. The primary results indicate that the daily mean concentration of surface ozone at the rural site was higher than that at urban site, but the daytime mean ozone concentrations at two sites were quite close. The big difference of mean ozone concentrations between urban and rural sites attributes to the very low (sometime near zero) concentration of ozone at night in the urban area while ozone in the rural area was relatively high. The reason is that in the urban areas there are many NO sources resulting in the high-level NO at night, which destructs ozone through "titration" process. It is found that whether at urban or rural sites, when hourly averaged NO was greater than 10×10^{-9} , the corresponding hourly averaged surface ozone was close to zero; the low ratio of NO₂/NO was in good agreement with low surface ozone at both sites; the ratio of NO₂/NO at night in the urban area was lower than that in the rural area; and the lower daily mean concentration of ozone in urban areas relative to rural areas was highly related with the more serious air pollution in urban areas than in rural areas.

Key words: urban/ rural area, surface ozone, NO, NO₂/NO