



# 长三角及上海市臭氧污染特征 及成因的初步研究

上海市环境监测中心  
2016年3月14日

# 臭氧污染分析

**一. 长三角臭氧污染状况和趋势**

**二. 长三角区域臭氧污染成因分析**

**三. 典型城市臭氧污染特征**

**四. 结论和建议**

# 1. 长三角区域臭氧污染属 “三区” 中等水平

- 冬春季节，珠三角城市广州和深圳O<sub>3</sub>-8h滑动平均日最大值第90百分位数高于长三角和京津冀地区。
- 从4月份开始，随着北方气温的增高，长三角和京津冀地区臭氧污染快速上升，呈现京津冀高于长三角、长三角高于珠三角的特点。

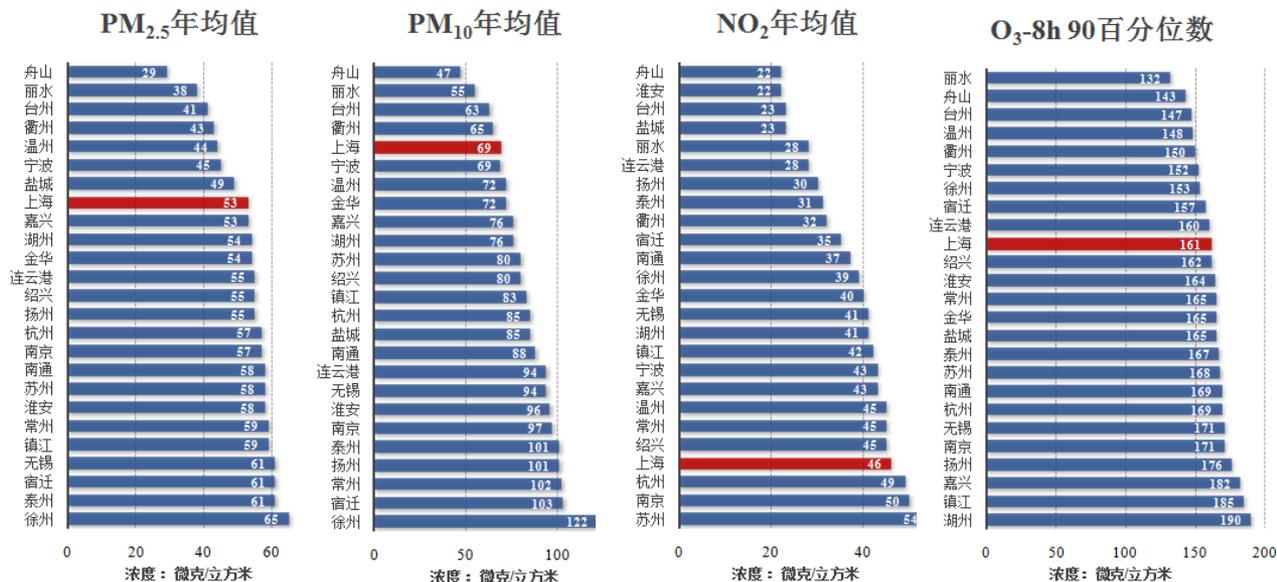
区域	城市	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
京津冀	北京	62	78	111	182	242	229	238	226	180	127	52	47
	天津	51	64	75	121	210	202	156	142	130	134	48	37
长三角	上海	77	108	145	173	152	177	218	218	167	154	111	73
	南京	55	102	127	168	187	182	186	207	167	151	107	71
	杭州	65	102	114	154	197	170	162	195	197	182	76	63
	连云港	68	89	113	165	161	186	166	197	164	184	91	65
	宁波	92	114	126	178	155	145	158	156	170	165	87	73
珠三角	广州	99	106	78	163	116	137	165	197	188	135	102	70
	深圳	118	120	92	138	76	63	112	150	136	164	121	94

## 2. 长三角区域的臭氧污染上升

长三角区域25个城市平均达标天数比例为72.1%，同比提高2.6个百分点。PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>10</sub>、SO<sub>2</sub>和NO<sub>2</sub>浓度同比下降，CO同比持平，O<sub>3</sub>同比上升。

——环境保护部《2015年全国城市空气质量状况》

城市	PM <sub>2.5</sub> 变化幅度 (降序)
上海	1.9%
宁波	-2.2%
徐州	-3.0%
舟山	-3.3%
温州	-4.3%
南通	-6.5%
嘉兴	-7.0%
连云港	-9.8%
无锡	-10.3%
宿迁	-10.3%
台州	-10.9%
常州	-11.9%
苏州	-12.1%
杭州	-12.3%
绍兴	-12.7%
镇江	-13.2%
丽水	-13.6%
淮安	-14.7%
泰州	-15.3%
扬州	-15.4%
盐城	-15.5%
湖州	-15.6%
金华	-15.6%
南京	-23.0%
衢州	-24.6%



PM<sub>2.5</sub>年均浓度由低到高  
排名第8，（2014年为第6）

PM<sub>10</sub>年均浓度由低到高  
排名第5，（2014年为第4）

NO<sub>2</sub>年均浓度由低到高排  
名第22，（2014年为第16）

O<sub>3</sub>-8h日浓度的第90百分  
位数由低到高排名第10，  
（2014年为第12）

# 3. 污染时段主要集中在5-8月

□ 长三角臭氧超标集中出现在5-8月，2013年、2014年和2015年此期间臭氧平均超标率分别为13.2%、20.2%和20.1%，呈逐年上升趋势。

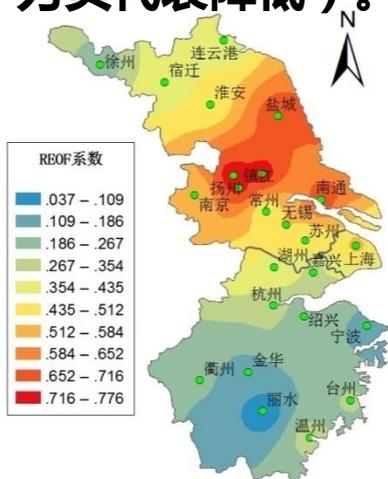
年份	月份	温州	丽水	台州	金华	宁波	衢州	绍兴	舟山	杭州	嘉兴	湖州	上海	苏州	无锡	常州	南通	南京	镇江	扬州	泰州	盐城	淮安	宿迁	徐州	连云港	
2013	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3	0.0	0.0	6.5	0.0	3.2	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	0.0	0.0	3.2	0.0	3.2	0.0	0.0	0.0	3.2	0.0	0.0	3.3	3.2	3.2
	4	3.4	10.3	13.3	10.7	3.3	6.7	0.0	0.0	0.0	10.3	13.3	3.3	6.7	6.9	10.0	3.3	6.7	0.0	3.3	0.0	13.3	0.0	0.0	10.0	3.3	3.3
	5	3.2	9.7	12.9	32.3	16.1	6.5	9.7	3.2	25.8	29.0	38.7	19.4	26.7	16.1	25.8	12.9	25.8	3.2	16.1	3.2	9.7	0.0	3.3	23.3	12.9	12.9
	6	13.3	0.0	0.0	10.0	0.0	0.0	6.7	0.0	10.0	10.0	13.3	6.7	7.1	10.0	10.0	3.3	16.7	3.6	6.7	3.3	3.3	0.0	26.7	50.0	16.7	16.7
	7	22.6	0.0	22.6	16.1	12.9	0.0	0.0	12.9	16.1	41.9	32.3	51.6	20.0	9.7	12.9	32.3	3.2	3.3	3.6	16.1	6.5	0.0	0.0	6.7	0.0	0.0
	8	12.9	0.0	12.9	22.6	9.7	0.0	0.0	12.9	25.8	35.5	51.6	25.8	33.3	9.7	19.4	32.3	0.0	3.3	6.5	19.4	0.0	0.0	7.1	16.1	12.9	12.9
	9	3.3	10.0	0.0	30.0	0.0	0.0	3.3	0.0	13.3	26.7	30.0	3.3	13.3	0.0	0.0	6.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	13.3	3.4	3.4
	10	0.0	6.5	9.7	16.1	6.5	0.0	0.0	3.2	0.0	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.4	0.0	0.0
	11	0.0	0.0	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	0.0	6.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2014	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	6.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0
	4	0.0	23.3	3.3	0.0	3.3	0.0	3.3	0.0	6.7	3.3	13.3	0.0	3.3	0.0	3.4	3.3	33.3	3.3	0.0	6.7	0.0	16.7	0.0	0.0	0.0	0.0
	5	6.5	16.1	16.1	19.4	29.0	3.2	25.8	16.1	23.3	29.0	25.8	35.5	32.3	48.4	40.0	32.3	71.0	19.4	0.0	12.9	29.0	63.3	13.3	38.7	35.5	35.5
	6	10.0	23.3	10.0	36.7	10.0	33.3	36.7	3.3	30.0	36.7	40.0	13.3	30.0	43.3	48.3	16.7	46.7	13.3	6.7	0.0	10.0	43.3	43.3	46.7	23.3	23.3
	7	6.5	0.0	6.5	22.6	6.5	0.0	19.4	3.2	39.3	22.6	22.6	9.7	29.0	41.9	32.3	19.4	29.0	6.7	20.0	3.2	13.8	22.6	22.6	3.2	6.5	6.5
	8	0.0	0.0	0.0	13.3	0.0	0.0	35.5	0.0	29.0	38.7	16.1	12.9	19.4	32.3	9.7	9.7	0.0	12.9	6.5	0.0	6.5	12.9	14.3	3.3	3.2	3.2
	9	13.3	0.0	6.7	20.0	6.7	0.0	16.7	3.3	20.0	23.3	20.0	6.7	13.3	23.3	13.3	3.3	10.0	3.3	10.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	10	12.9	6.5	9.7	32.3	9.7	12.9	16.1	6.5	9.7	19.4	12.9	6.5	6.5	6.5	3.2	6.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0
	11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2015	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	3	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	3.2	3.4	3.2	0.0	3.3	3.2	0.0	3.2	3.3	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	4	3.3	10.0	6.9	16.7	16.7	16.7	0.0	13.3	10.0	35.7	25.0	16.7	16.7	23.3	30.0	13.3	13.3	26.7	26.7	6.7	20.0	16.7	0.0	3.3	13.3	13.3
	5	0.0	3.2	3.2	22.6	9.7	19.4	29.0	6.5	36.7	32.3	45.2	6.7	25.8	22.6	32.3	12.9	25.8	13.3	38.7	12.9	12.9	19.4	9.7	23.3	16.1	16.1
	6	10.0	0.0	6.7	3.3	6.7	0.0	16.7	6.9	20.0	20.0	23.3	13.3	23.3	27.6	0.0	33.3	30.0	36.7	23.3	43.3	30.0	46.7	53.3	23.3	30.0	30.0
	7	12.9	0.0	3.3	20.0	6.5	0.0	12.9	6.9	10.0	25.8	22.6	32.3	12.9	16.1	6.5	32.3	25.8	38.7	29.0	25.8	33.3	16.1	12.9	9.7	12.9	12.9
	8	6.5	3.2	3.2	20.0	6.5	9.7	41.9	3.2	25.8	41.9	48.4	29.0	35.5	45.2	25.8	25.8	38.7	54.8	22.6	25.8	16.1	16.1	17.2	0.0	16.1	16.1

# 4.长三角区域臭氧污染特点空间差异

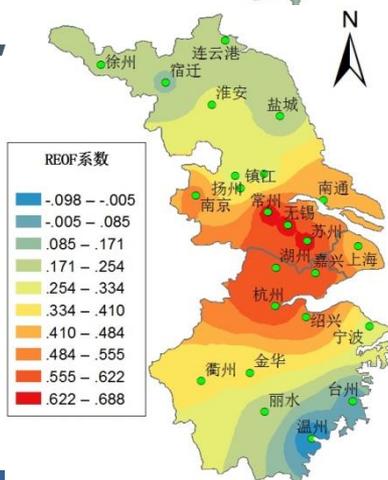
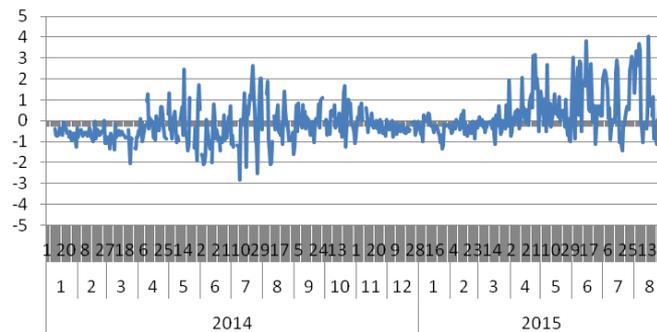
根据O<sub>3</sub>-1h日最大浓度进行旋转经验正交函数（REOF）分析，得到长三角臭氧污染的5类空间分布模态及其时间系数（时间系数与臭氧污染浓度变化同步，时间系数为正代表臭氧浓度升高，为负代表降低）。

□ **区域类型I**：扬州、泰州、镇江和南通4个江北沿江城市及盐城，2015年4~8月份O<sub>3</sub>污染水平高于2014年夏季，臭氧污染升高开始时间主要在4月份后；

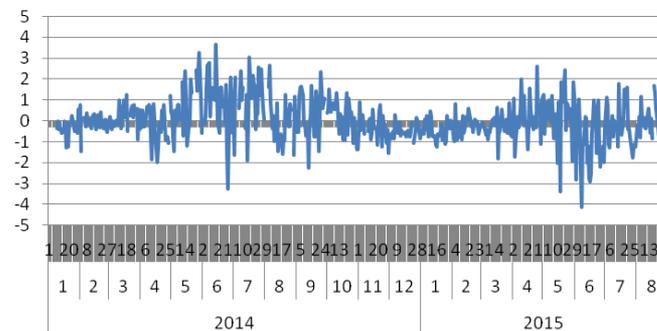
□ **区域类型II**：苏南和杭嘉湖地区，2015年夏季臭氧污染水平低于去年同期



模态1的时间系数

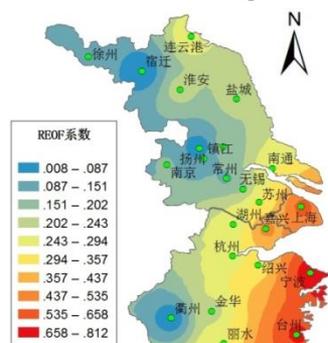
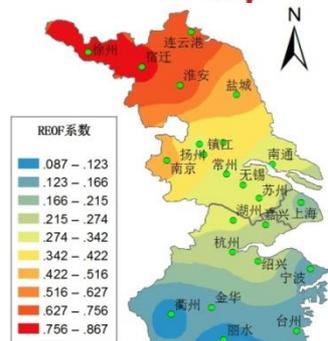
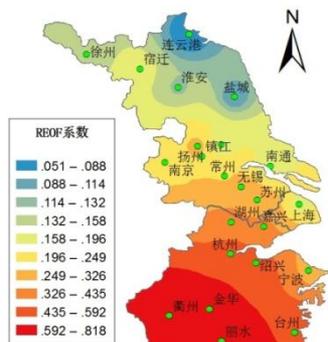


模态2的时间系数

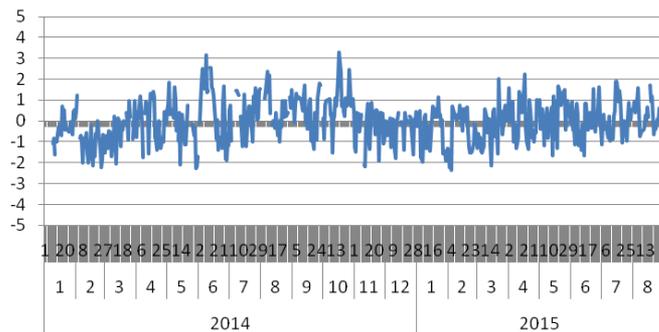


# 4.长三角区域臭氧污染特点空间差异

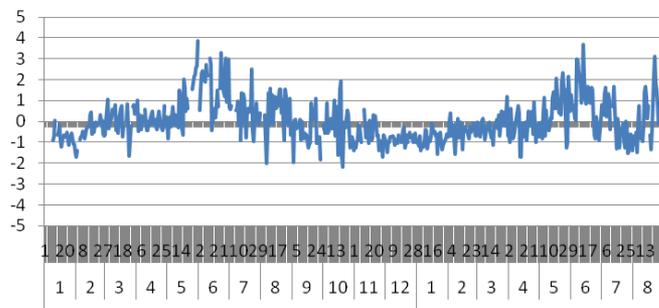
- 区域类型III**：浙南山区，衢州、金华、丽水和温州一带，臭氧污染季节变化较小，极端高污染较少；
- 区域类型IV**：苏北地区，徐州、宿迁、连云港和淮安等偏北一带，臭氧污染问题在5、6月份比较突出，其它月份浓度相对较低，8、9月份臭氧污染不明显；
- 区域类型V**：舟山、宁波、台州和上海等东南沿海城市，臭氧污染在3、4月份开始上升，2014年夏季6、7月份臭氧污染水平较低而2015年同期臭氧污染水平明显上升，7月底~8月初出现长时间连续臭氧高污染



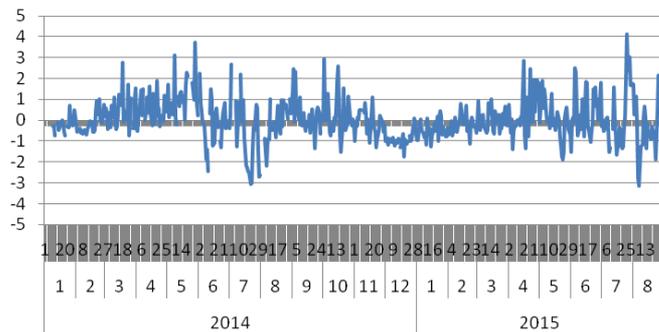
模态3的时间系数



模态4的时间系数

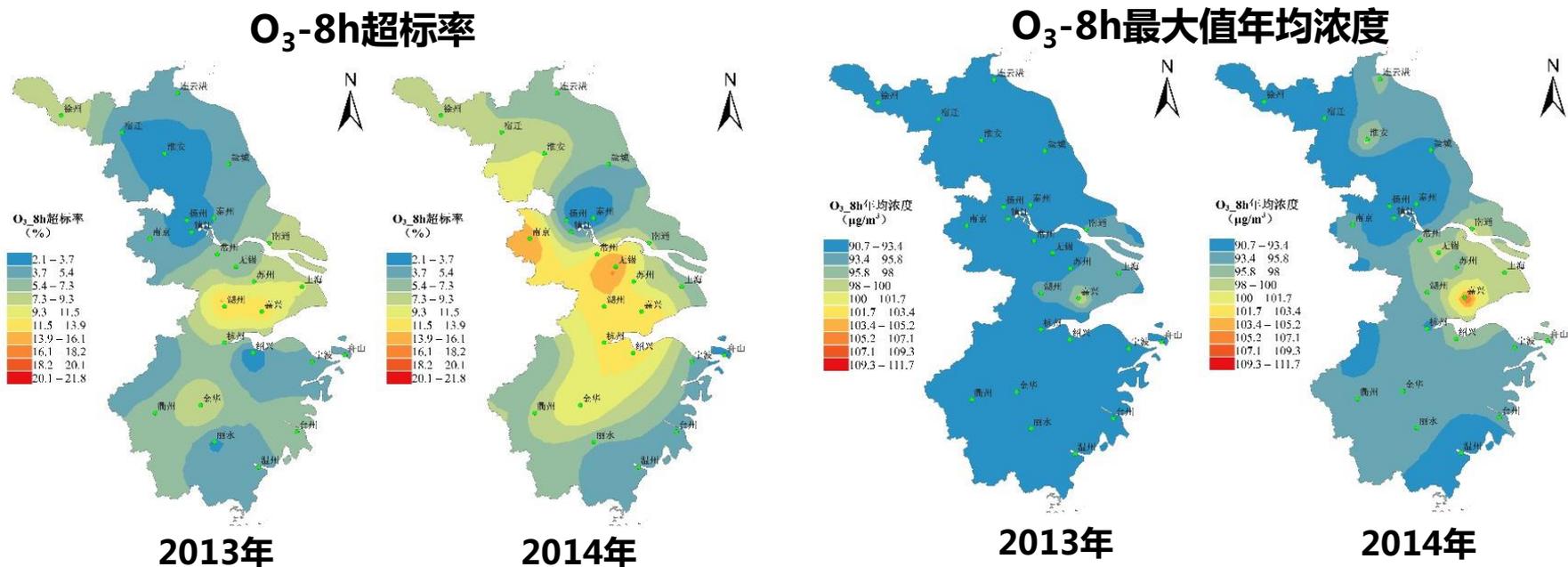


模态5的时间系数



# 5. 长三角区域臭氧污染以中北部较为突出

- 臭氧超标问题在长三角中部最为突出，臭氧超标高值区出现由中部向南部和北部扩大的趋势，其中北部臭氧超标范围扩大较南部更为显著。
- 江苏的苏锡常和浙江的杭嘉湖地区为长三角臭氧超标的高发区。
- 长三角中部沿海地区为臭氧浓度高值区，江苏省北部沿海地区同样为臭氧高值区，臭氧浓度大致从沿海向内陆梯度递减。



# 臭氧污染分析

一. 长三角臭氧污染状况和趋势

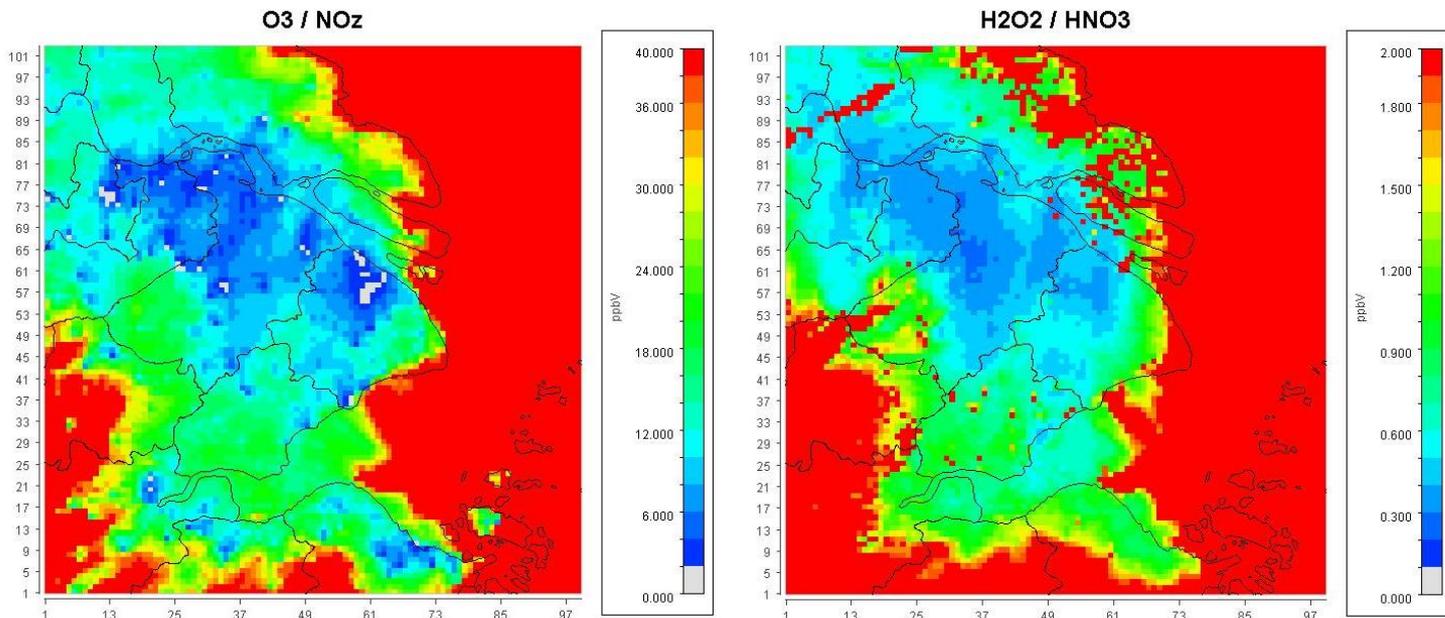
二. 长三角区域臭氧污染成因分析

三. 典型城市臭氧污染特征

四. 结论和建议

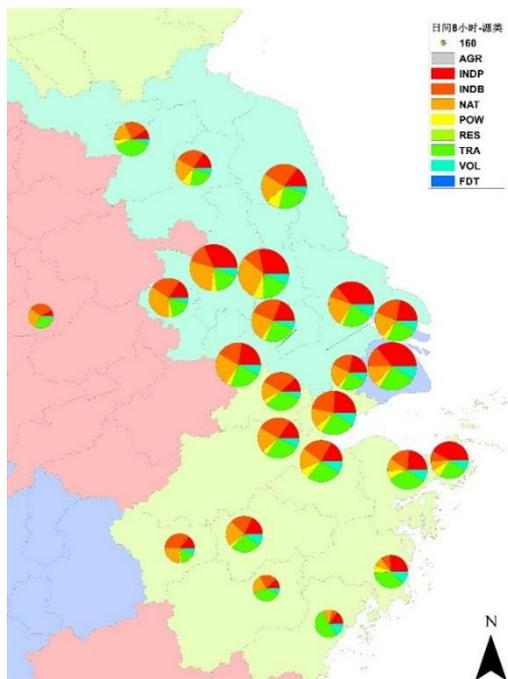
# 1. 长三角区域典型城市臭氧污染总体为VOCs控制型

- $O_3$  /  $NO_x$  及  $H_2O_2$  /  $HNO_3$  分别低于10和0.6，表明这些地区为VOCs控制型，反之为 $NO_x$ 控制型。
- 基于WRF-CMAQ的初步分析发现：
  - 上海、杭州、无锡、南通等重点城市区域， $O_3$ 对VOC排放较为敏感，即VOCs排放对这些城市的 $O_3$ 生成更为重要
  - 湖州、绍兴等地区的高浓度 $O_3$ 主要受控于 $NO_x$

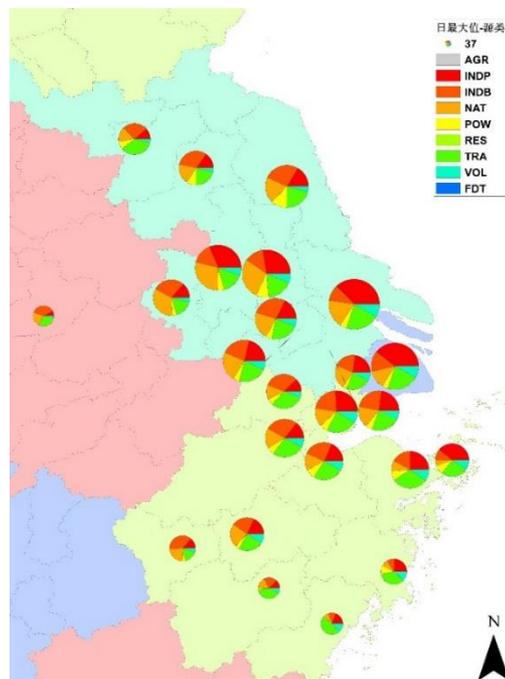


## 2. 石化等工艺过程以及移动源是长三角区域臭氧污染的主要来源

- 根据CAMx模型耦合的臭氧来源追踪技术（OSAT）分析结果，长三角区域O<sub>3</sub>污染的贡献来源主要来自生产工艺过程源、工业锅炉和窑炉源、移动源。
- 长三角区域2012年VOCs排放量为648.9万吨/年，O<sub>3</sub>的重要前体物VOCs的高强度排放是长三角区域臭氧污染问题突出的重要原因。



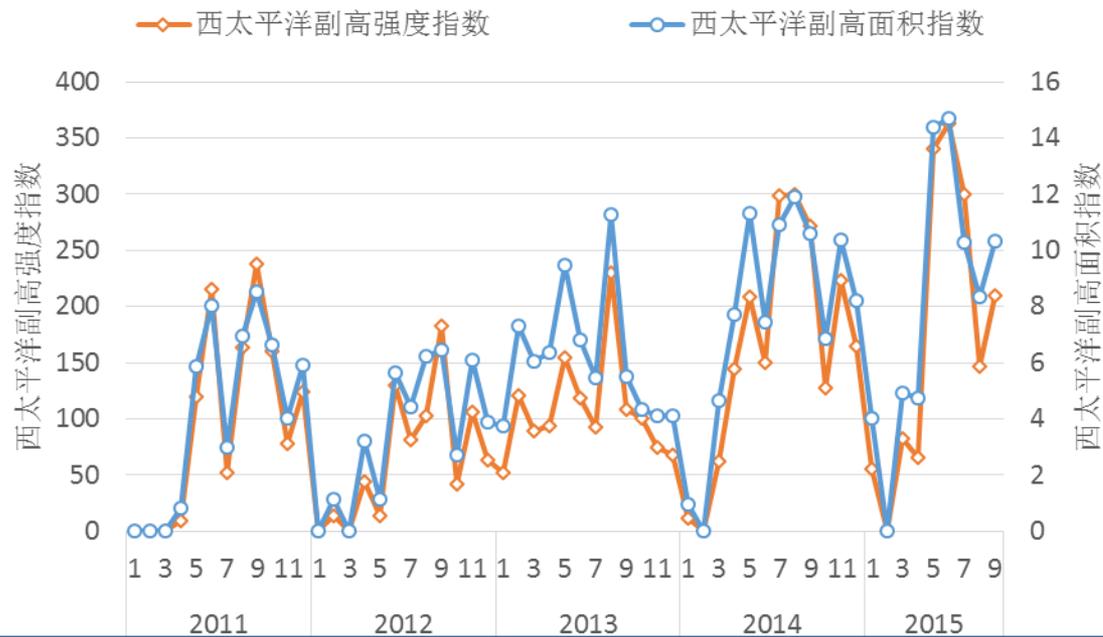
O<sub>3</sub>日间8小时浓度不同源类贡献



日最大O<sub>3</sub>浓度源类来源贡献

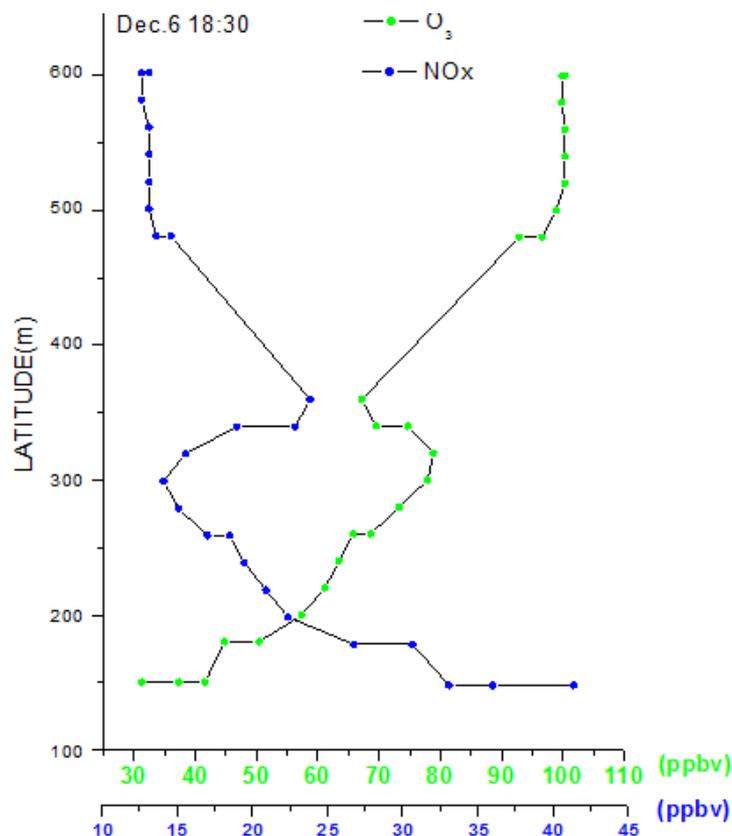
### 3.夏季气温较高、相对湿度较低的天气，易引发长三角区域臭氧高污染

- 长三角夏季环流形势分为5类：副高西北侧型、副高内部型、高空槽前副高后部型、副高脊线南侧型及低涡北部型。其中前两类环流形势下长三角地区易出现高温、低湿天气，易发生臭氧污染。
- 2011年以来，特别是2012年以后，西太平洋副热带高压强度指数和面积指数逐年升高，是诱发夏季长三角区域臭氧污染问题日益突出的重要气候因素。



## 4. 边界层上部臭氧对地面臭氧和颗粒物污染的影响

- 边界层上部存在着较高浓度 $O_3$ ，气态前体物及高空产生的 $O_3$ 和二次气溶胶会随着边界层的垂直混合逐步向地面扩散并与地面污染物复合，进而影响地面光化学反应和二次气溶胶的生成。



# 臭氧污染分析

一. 长三角臭氧污染状况和趋势

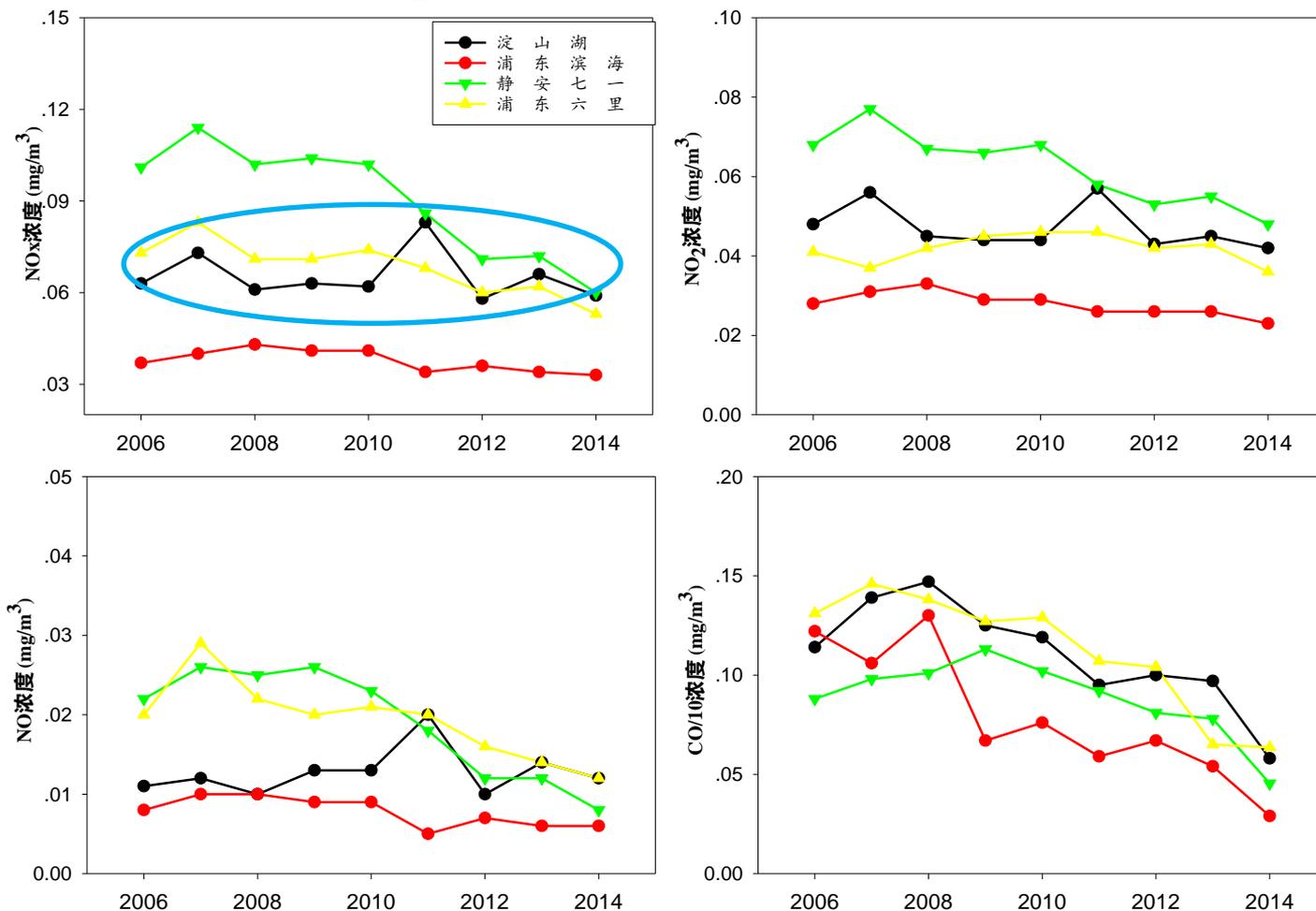
二. 长三角区域臭氧污染成因分析

三. 典型城市臭氧污染特征

四. 结论和建议

# 1. 上海市NOx, CO等臭氧前驱体的环境浓度逐年下降

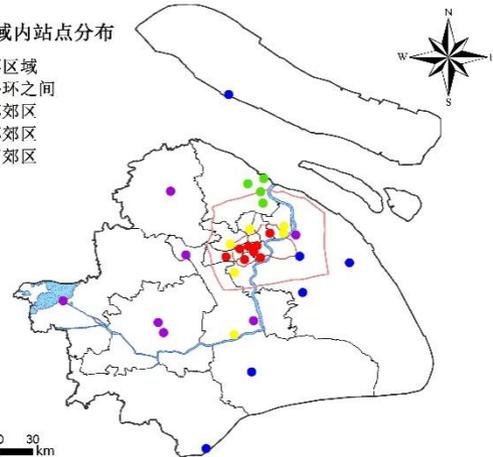
NOx, NO<sub>2</sub>, NO及CO逐年下降, 市区下降更为显著



# 臭氧及其前体物的变化趋势差异

各个区域内站点分布

- 内环区域
- 内外环之间
- 北部郊区
- 西部郊区
- 东南郊区

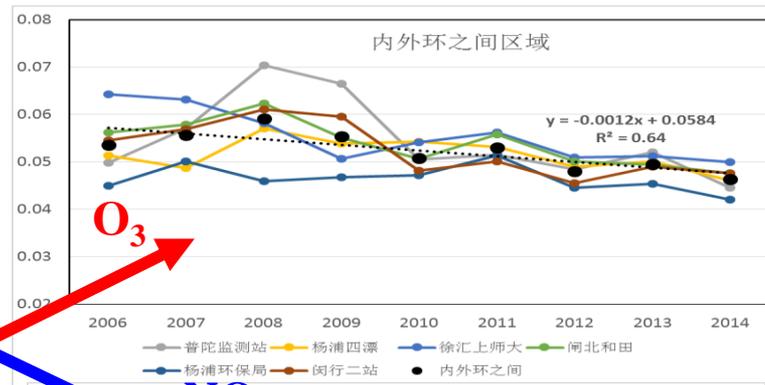
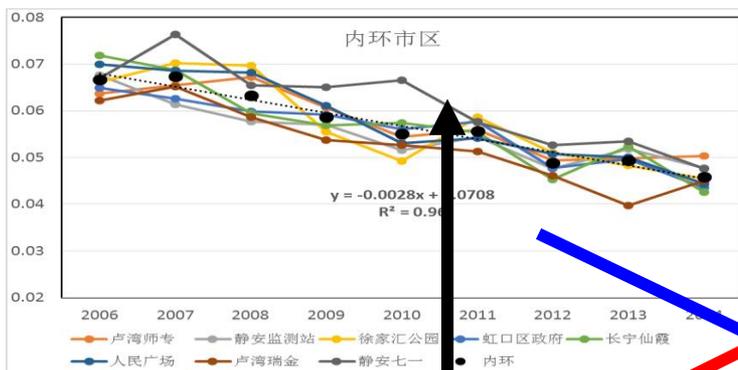


- 市区和北部郊区NO<sub>2</sub>浓度逐年降低；内外环区域、东南部郊区和西部郊区的NO<sub>2</sub>没有明显变化趋势；
- 年均O<sub>3</sub>-8h最大值均为上升趋势；内外环之间区域的O<sub>3</sub>浓度上升幅度最大，约为4μg/m<sup>3</sup>，约为内环市区的1.5倍。

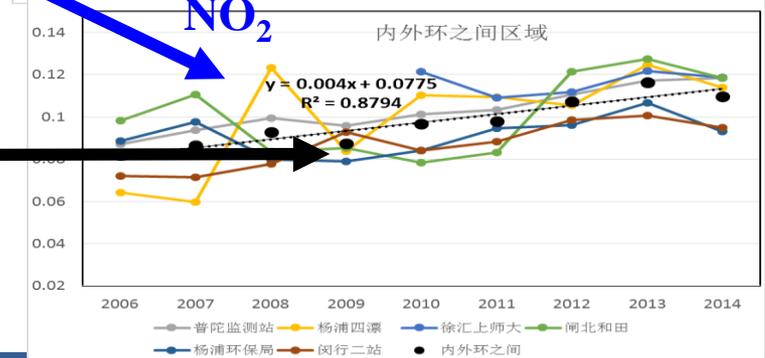
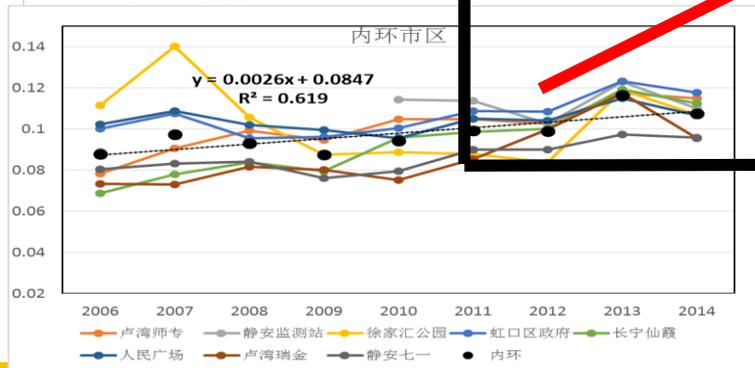
## 内环内

## 内外环间

NO<sub>2</sub>



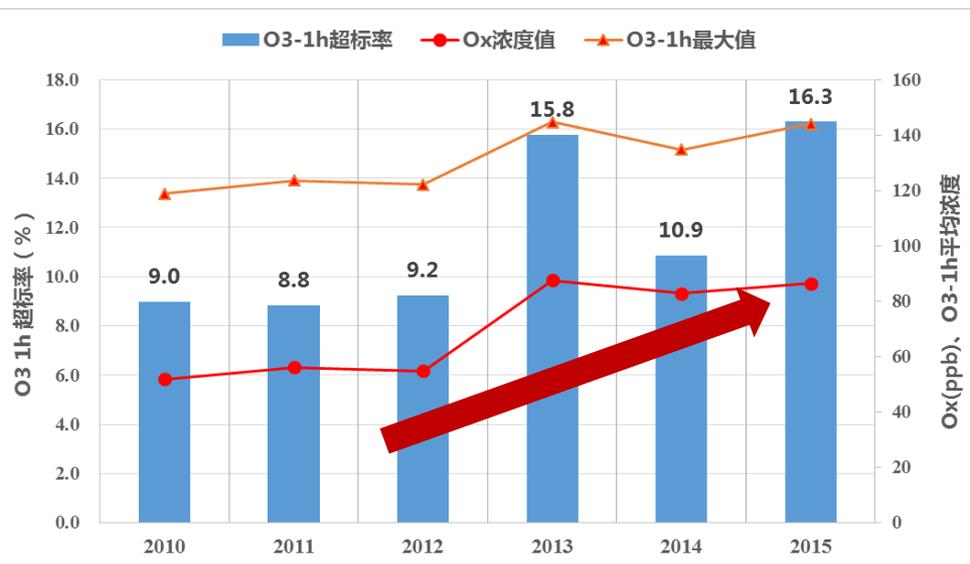
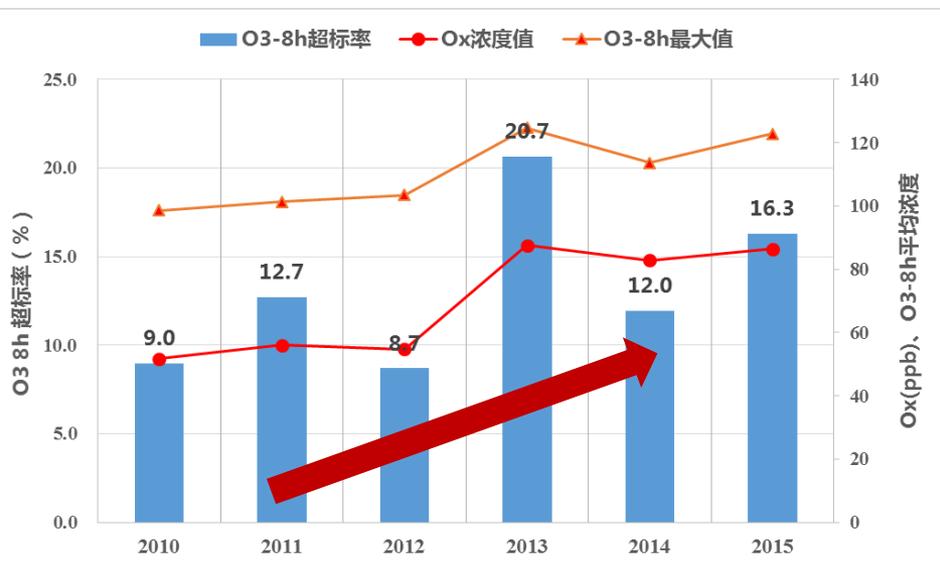
O<sub>3</sub>





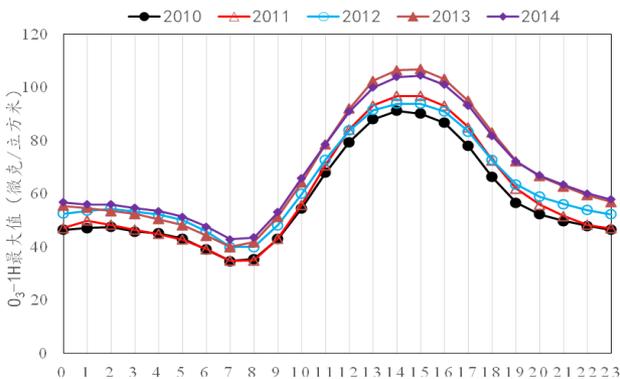
# O<sub>3</sub>污染及大气氧化性有**逐年上升趋势**

2015年O<sub>3</sub>-8h的超标率为16.3%（3-8月），较去年同期升高4.3个百分点，对应的O<sub>3</sub>-8h浓度均值上升9μg/m<sup>3</sup>，Ox浓度上升3ppb。



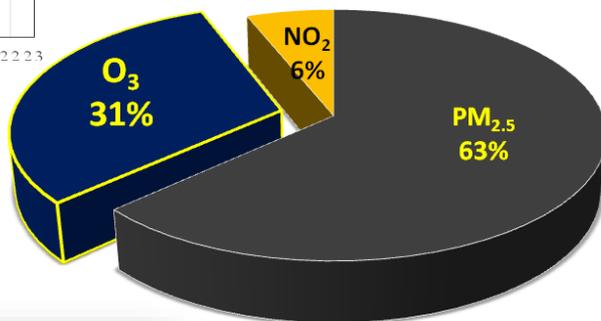
近年3月-8月同期上海市O<sub>3</sub>污染相关指标的年际变化

# 上海市臭氧污染日益突出

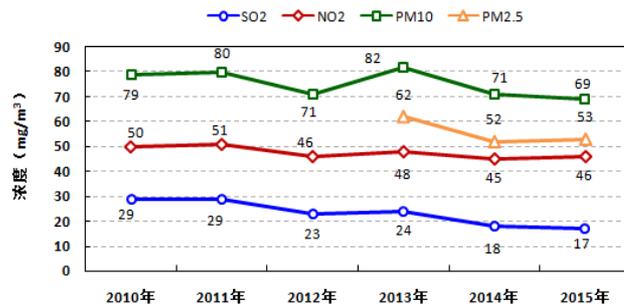


**臭氧日变化峰值逐年升高，峰宽逐年变宽**

**臭氧污染超标占比高**



**臭氧污染日益加重**



## 臭氧替代PM2.5成上海盛夏污染元凶

正文 | 我来说两句 (2人参与) | 扫描到手机

2014-07-14 00:53:59 来源: 解放网-解放日报 作者: 白羽

手机看世界杯 | 保存到博客 | 更多

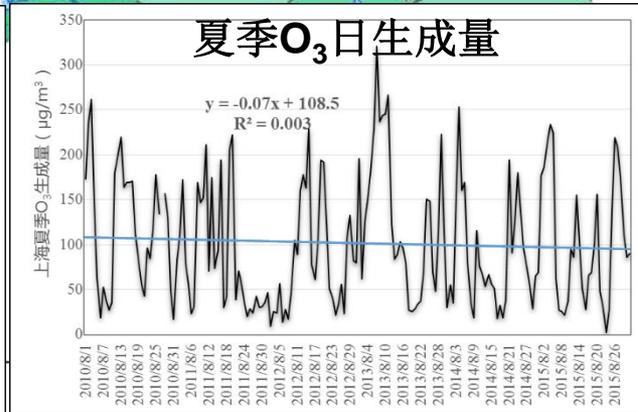
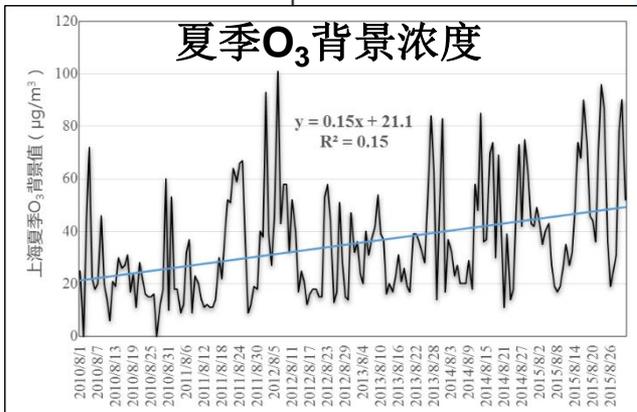
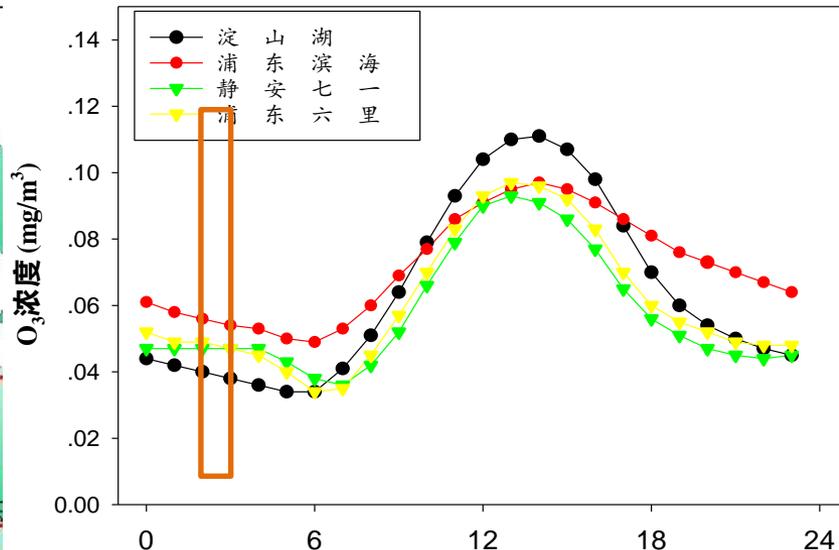
持续3天的霾污染被暴雨终结，昨天申城空气质量回归优良。不过，今天轻度霾又来骚扰，申城空气质量再陷轻度污染。记者从上海环境监测中心获悉，上午的霾散去后，首要污染物将从PM<sub>2.5</sub>变成臭氧，申城进入到夏季臭氧污染高峰期。在气温方面，本周前几日，市民尚能享受到凉爽，后期副高强势控制，晴热少雨的酷暑天或将来袭。

**夏季臭氧污染问题  
公众和媒体关注**

# 3. 上海市臭氧污染变化特征

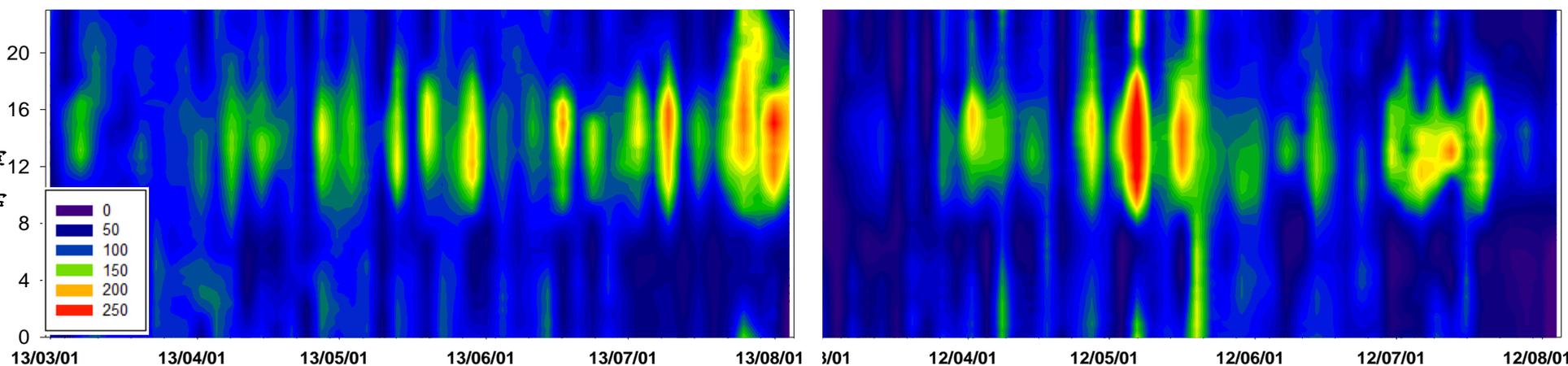
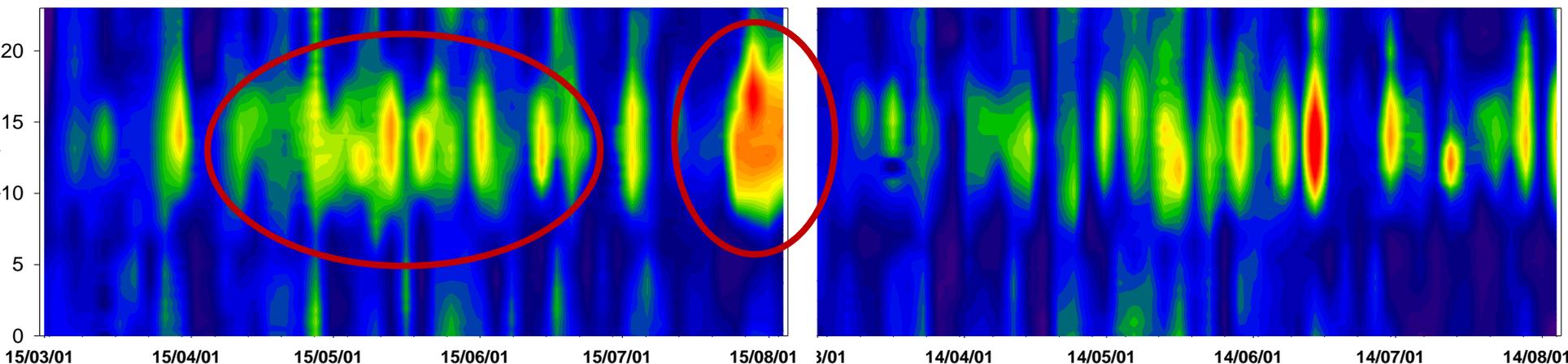
## 3.1 夏季O<sub>3</sub>浓度早晨背景值逐年升高

- O<sub>3</sub>的日变化在6:00-7:00间的值最低；
- 2010-2015年间上海O<sub>3</sub>背景浓度值（以6:00的O<sub>3</sub>浓度为背景值）逐年上升；
- O<sub>3</sub>日生成量没有明显变化趋势（臭氧污染整体抬升）



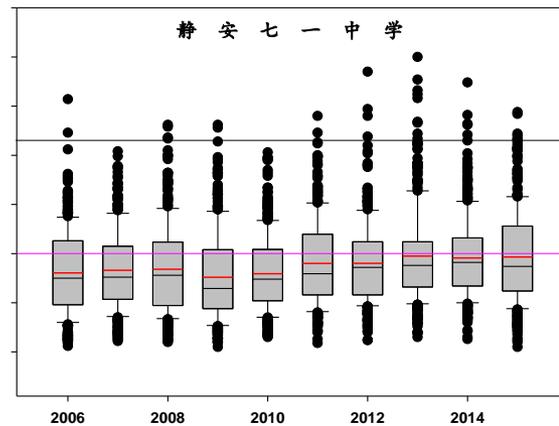
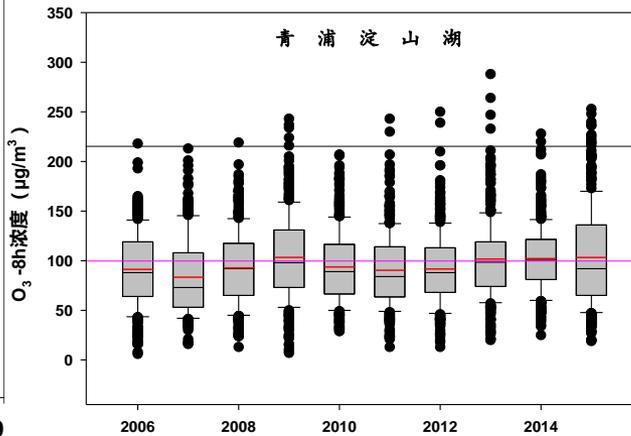
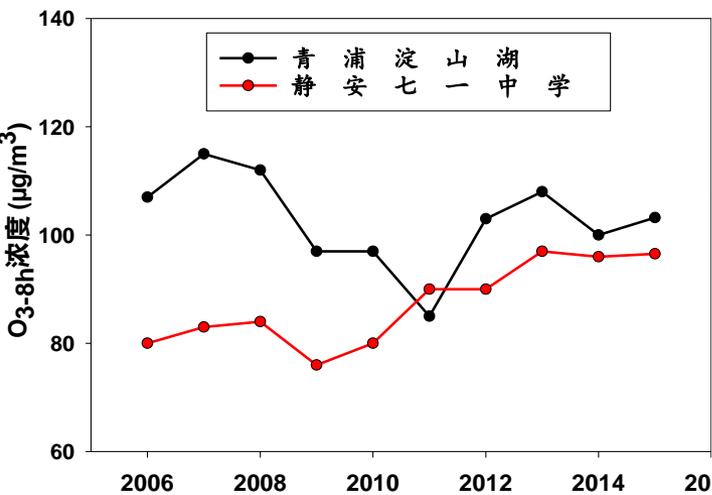
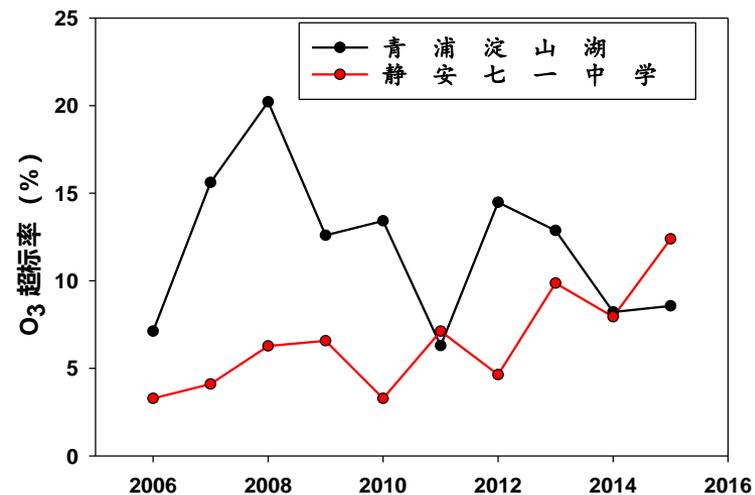
## 3.2 O<sub>3</sub>日超标时段延长，污染趋于连续集中

- 2015年7月底至8月初连续出现臭氧污染，污染可持续至20:00左右。
- 2015年较往年出现更多的连续、集中的O<sub>3</sub>高值。

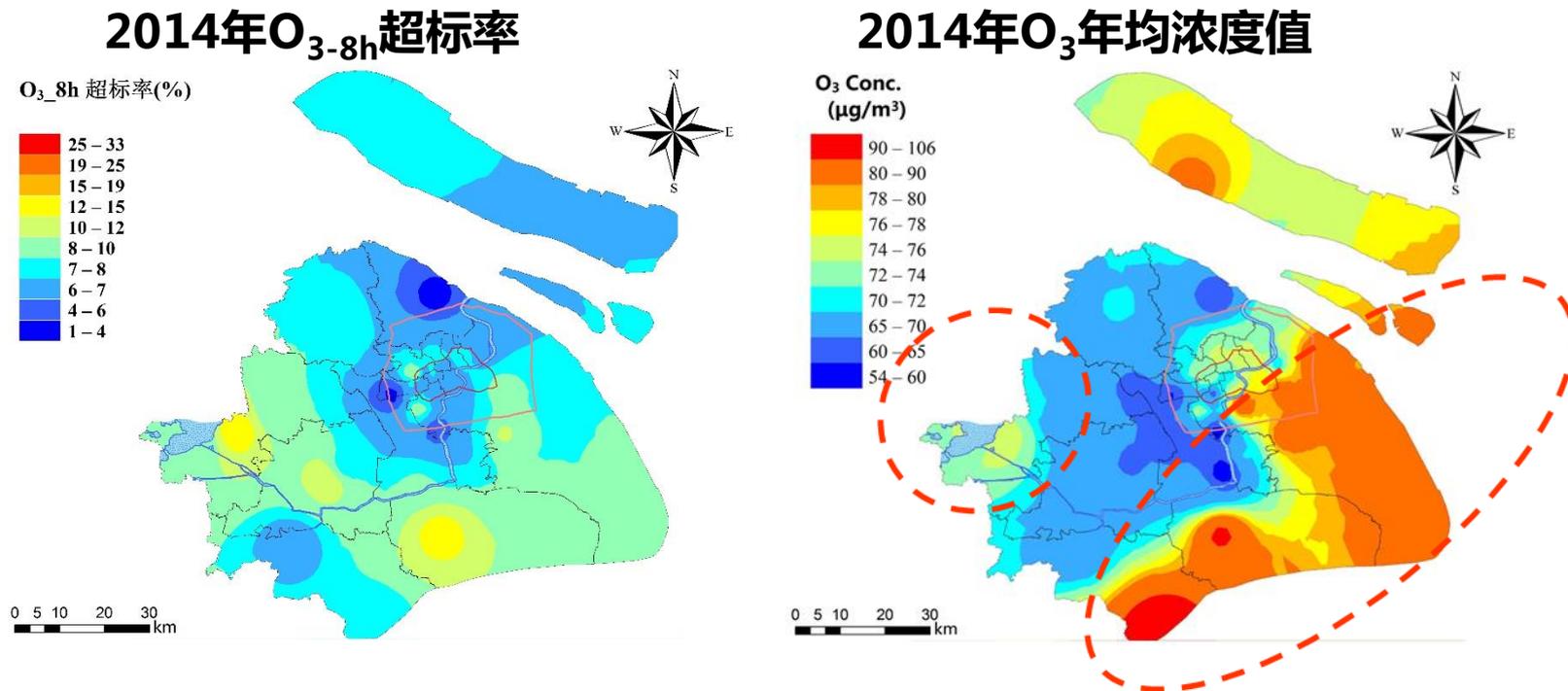


# 3.3 臭氧浓度和超标风险逐年上升

- 市区站点臭氧超标率逐年上升，青浦淀山湖臭氧超标率年际变化大，但没有明显年际变化趋势；
- 市区站点臭氧浓度明显上升，2010年后，市区和青浦淀山湖臭氧浓度趋于一致；
- 臭氧8小时最大值的中位数逐年接近甚至已经大于  $100\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，表明 $\text{O}_3$ -8h最大值的高值比例上升，臭氧超标风险增加；臭氧8小时最大值高于 $215\mu\text{g}/\text{m}^3$ 的天数在市区和郊区均有增加趋势。



## 3.4 臭氧污染沿海郊区高于市区



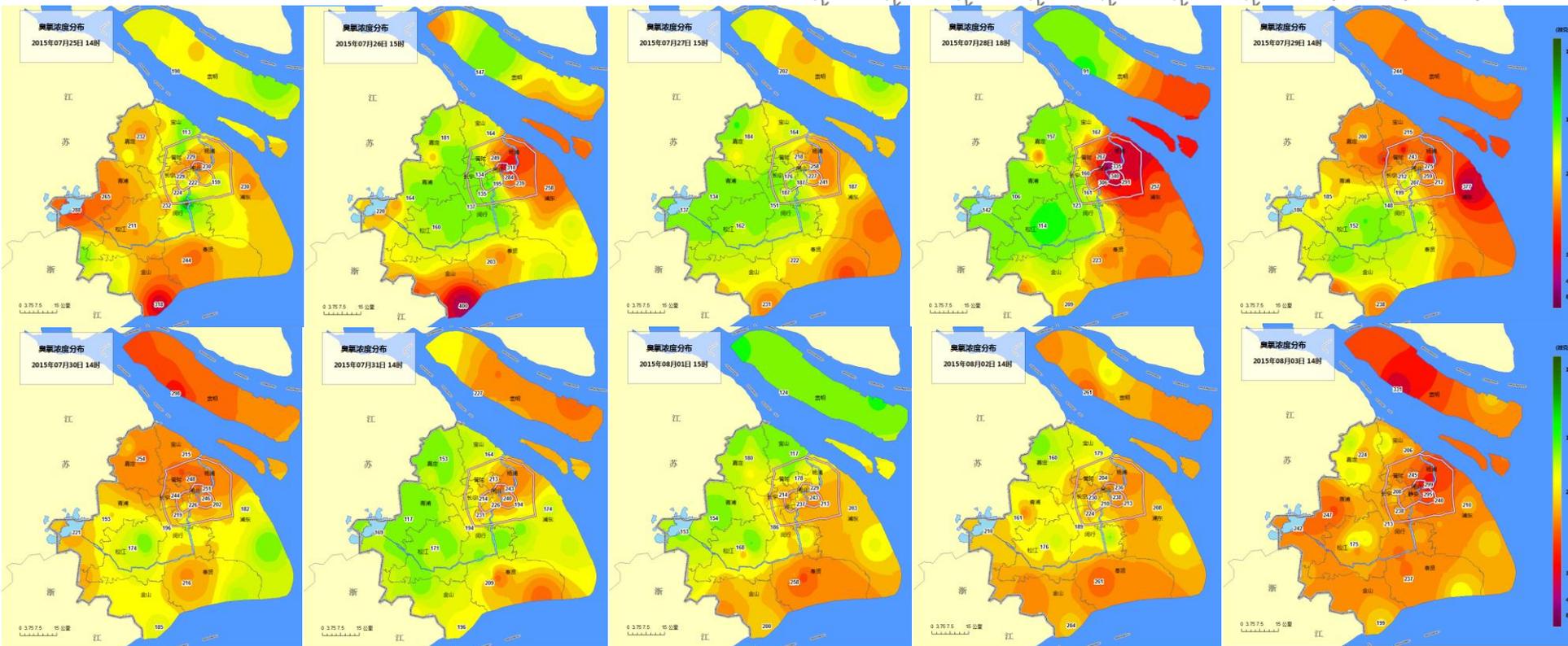
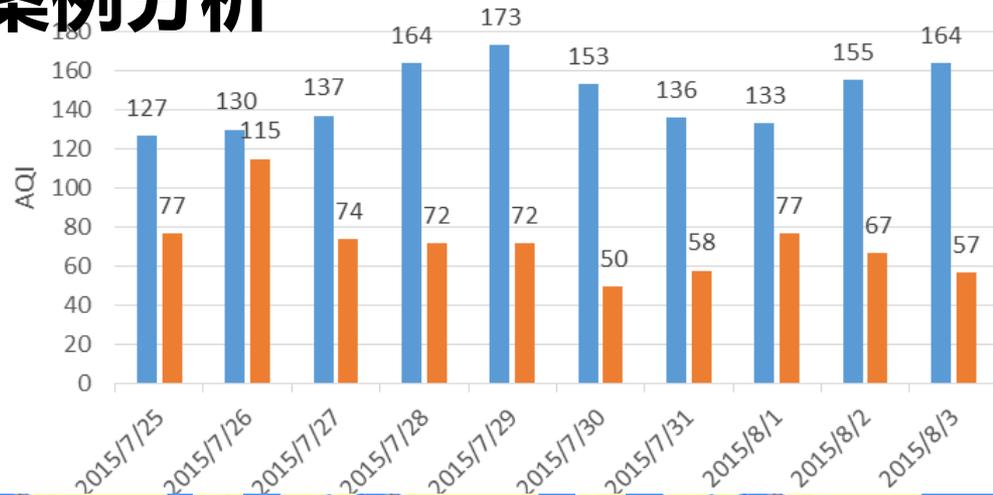
- 西部及南部郊区O<sub>3</sub>-8h超标率高于市区
- 臭氧年均浓度东部沿海及杭州湾北岸地区高于西部地区

# 4. 上海市臭氧高污染案例分析

■ O3\_8小时\_AQI ■ PM2.5\_AQI

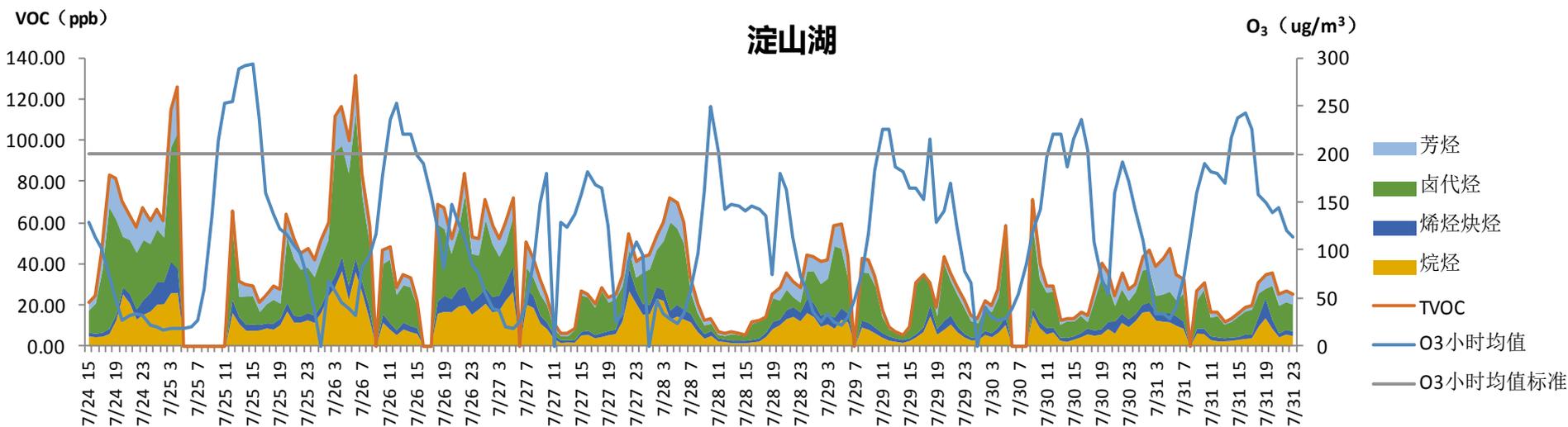
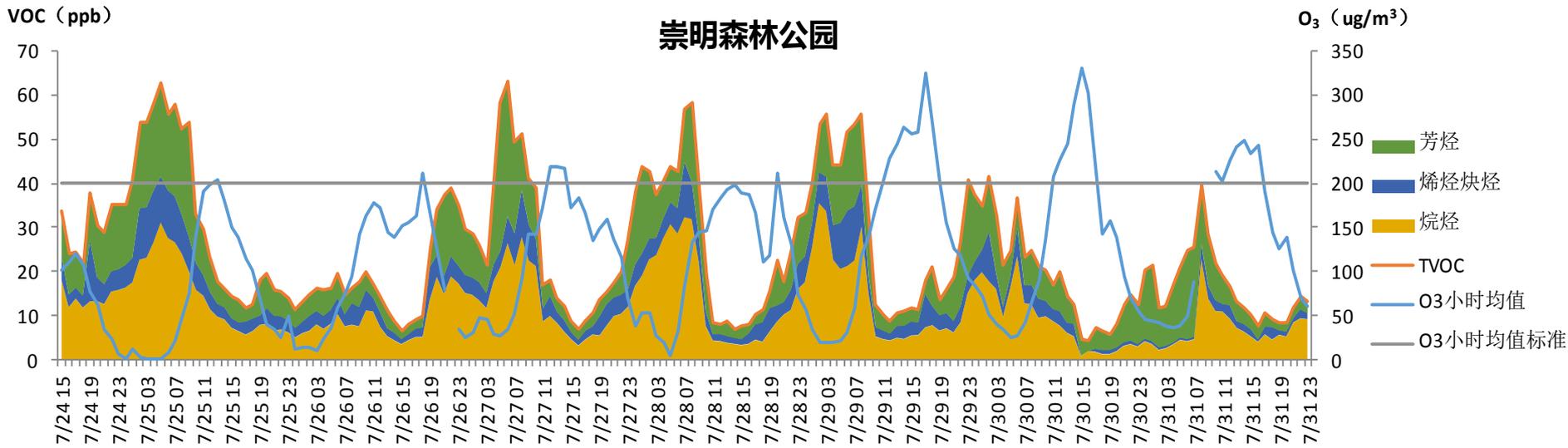
## 4.1 2015年8月污染案例

➤ 连续12天臭氧超标

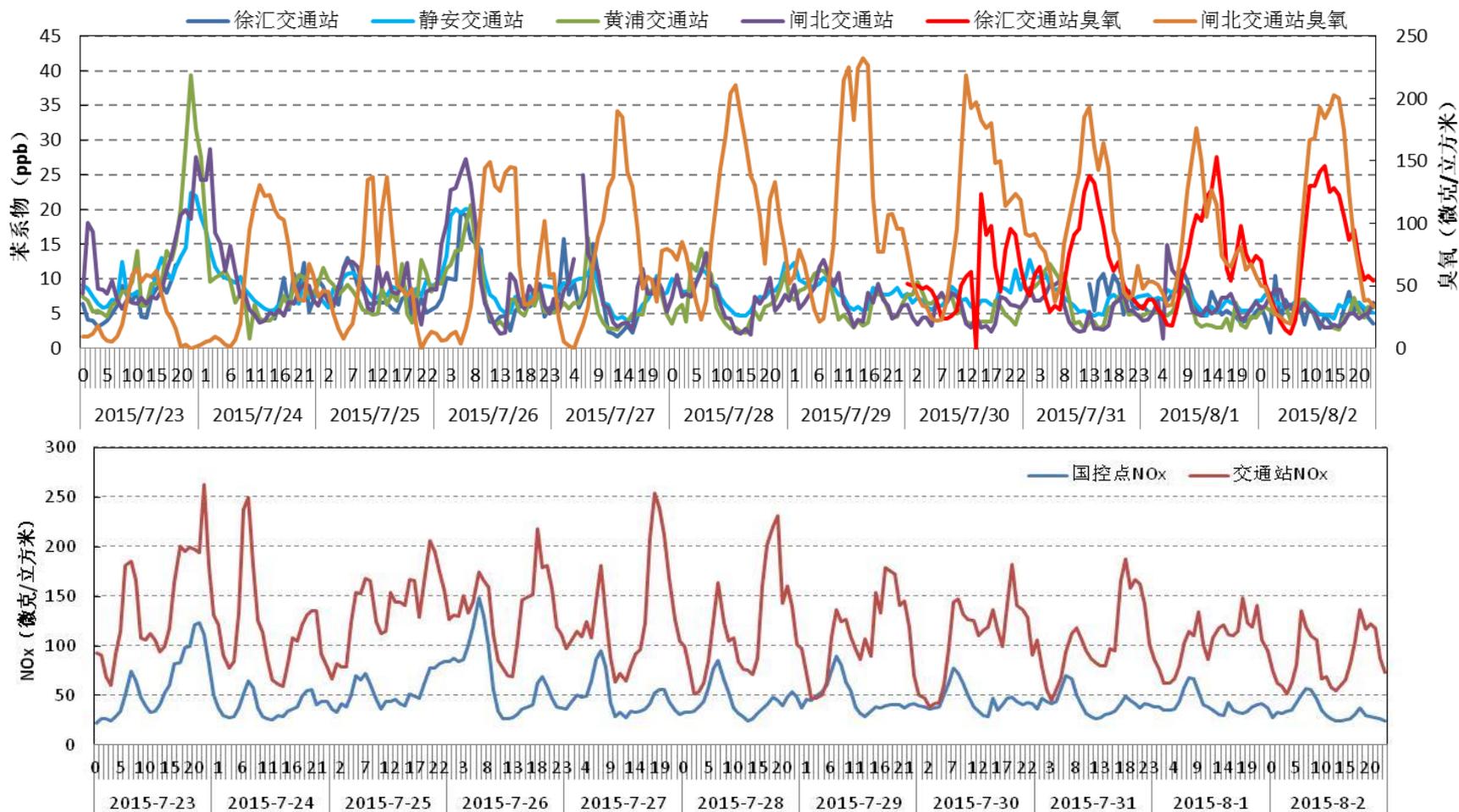




□ 臭氧出现高值前，TVOCs出现高值，淀山湖子站芳烃类占比高于崇明森林公园，周边工业污染排放占比较高



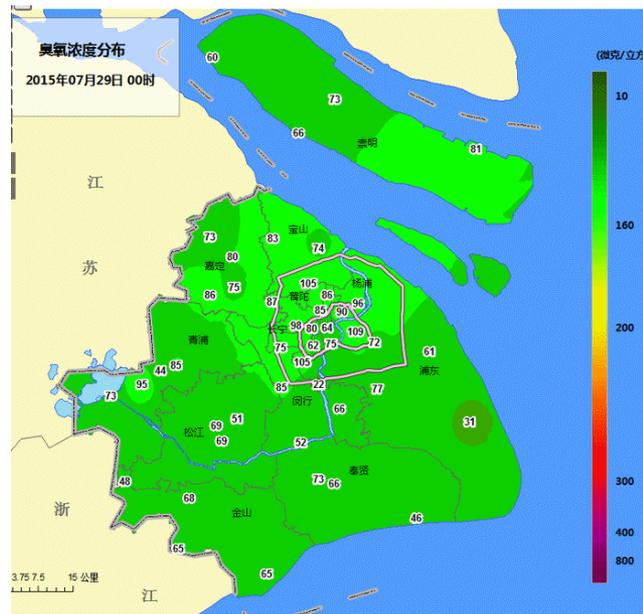
# 交通站O<sub>3</sub>超标，光化学反应速率增加



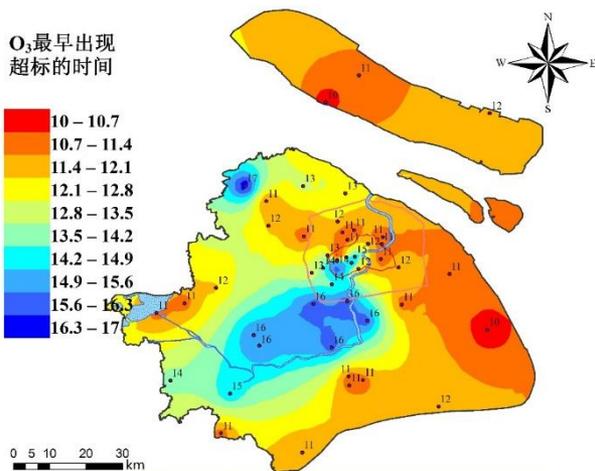
- 污染期间苯系物浓度整体低于非污染天，主要是由于和臭氧发生反应消耗所致
- 交通站NO<sub>x</sub>浓度整体高于国控点，呈早晚双峰特征，与交通早晚高峰时间吻合，而在污染期间，国控点NO<sub>x</sub>晚高峰减弱甚至消失，与NO<sub>x</sub>和臭氧发生氧化反应有关
- 交通站O<sub>3</sub>出现同步升高

# 4.2 2015年7月29日O<sub>3</sub>污染过程

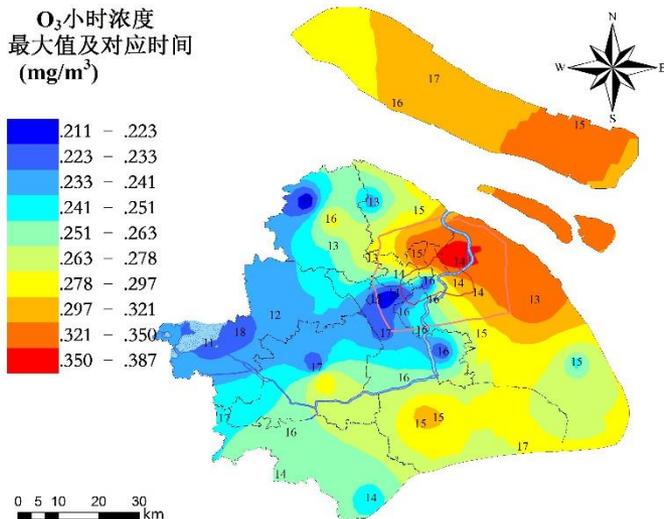
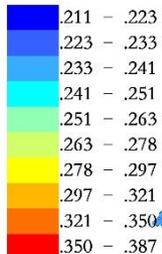
- 全市平均O<sub>3</sub>-1h最大浓度值达到279μg/m<sup>3</sup>,连续7个小时超标;
- 站点观测的O<sub>3</sub>-1h最大值达387μg/m<sup>3</sup>(杨浦监测站); 崇明岛三个点位超标时间最长, 达9小时。



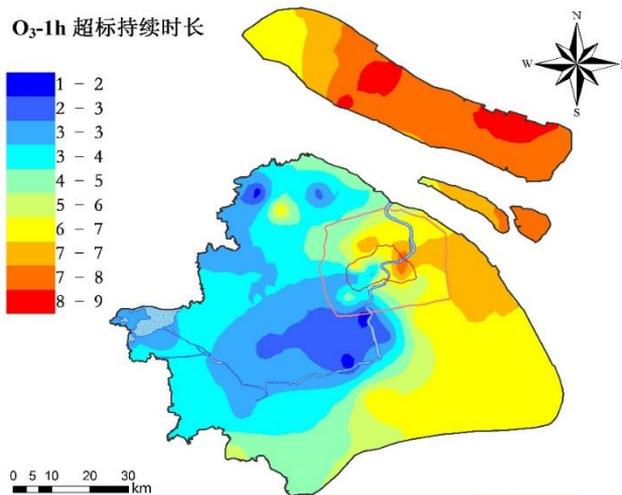
O<sub>3</sub>最早出现超标的時間



O<sub>3</sub>小时浓度最大值及对应时间 (mg/m<sup>3</sup>)

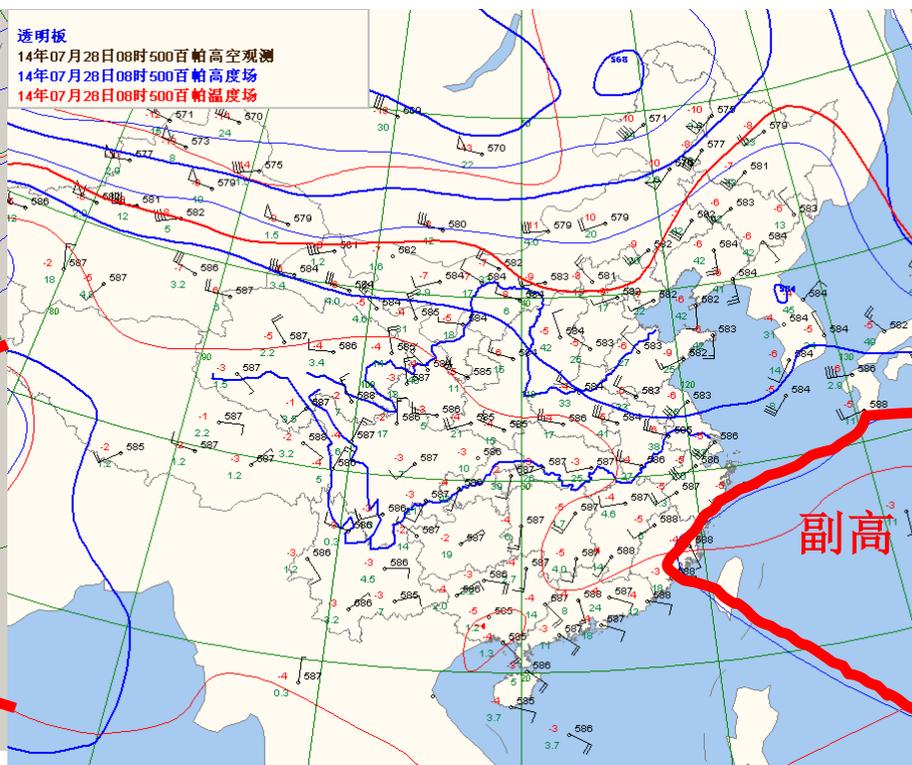
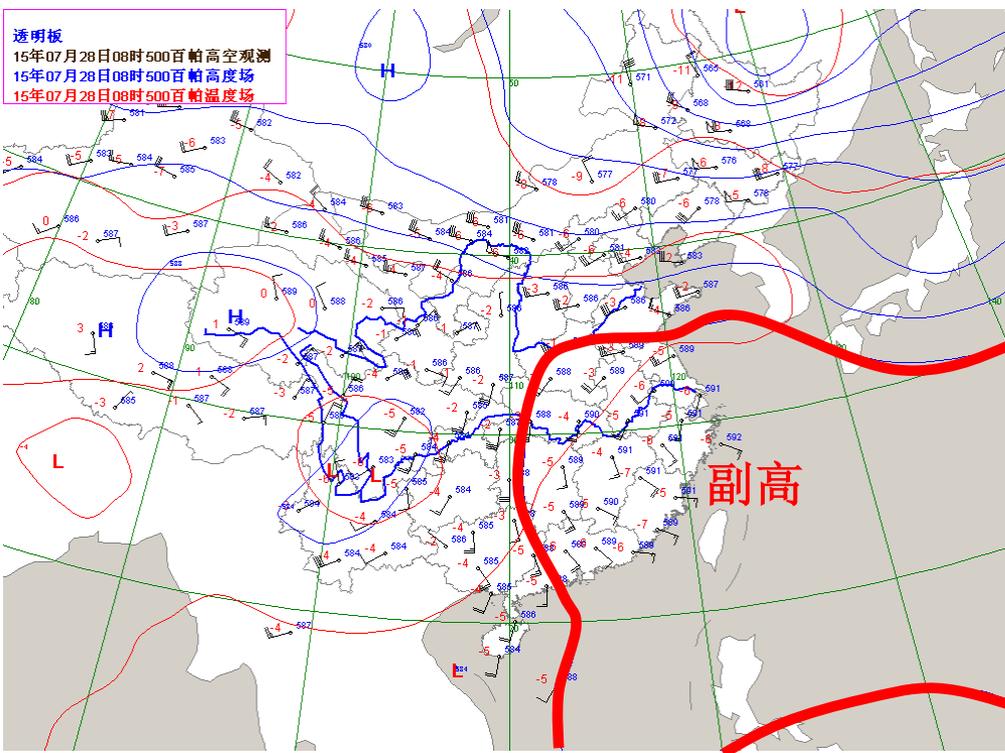


O<sub>3</sub>-1h 超标持续时长



# 典型气象条件：副高控制，小西南风，风场辐合

➤ 受副热带高压控制，以晴热小风天气为主，主导风向为西南风，高温，近地面存在较强的气流辐合。



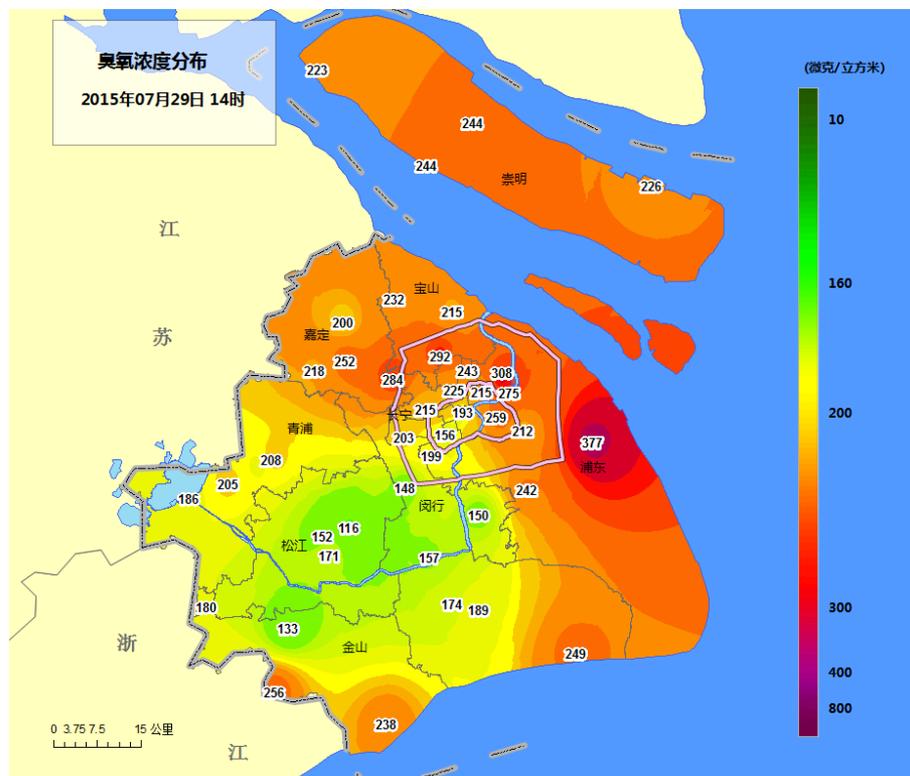
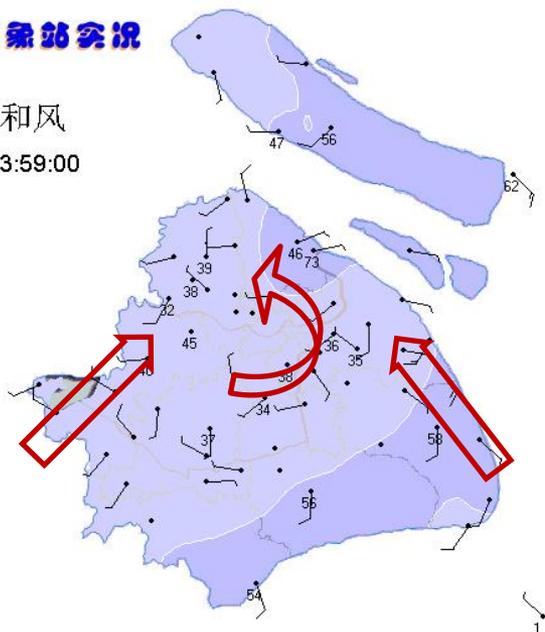
# 典型气象条件：副高控制，小西南风，风场辐合

➤ 受副热带高压控制，以晴热小风天气为主，主导风向为西南风，高温，近地面存在较强的气流辐合。

## 上海自动气象站实况

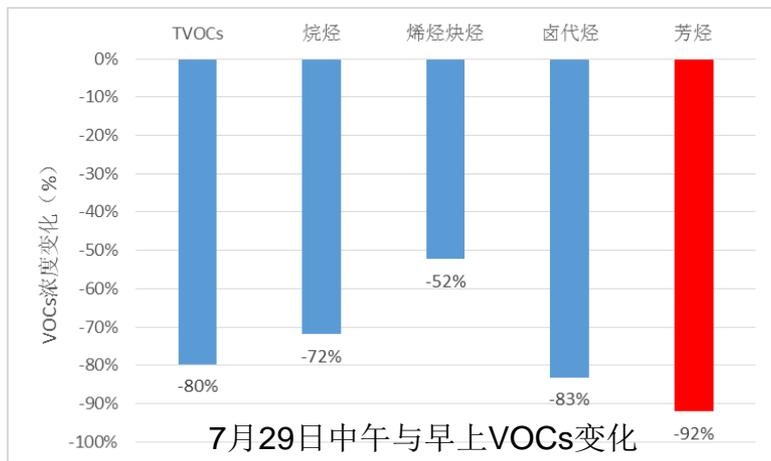
相对湿度和风

2015-07-29 13:59:00



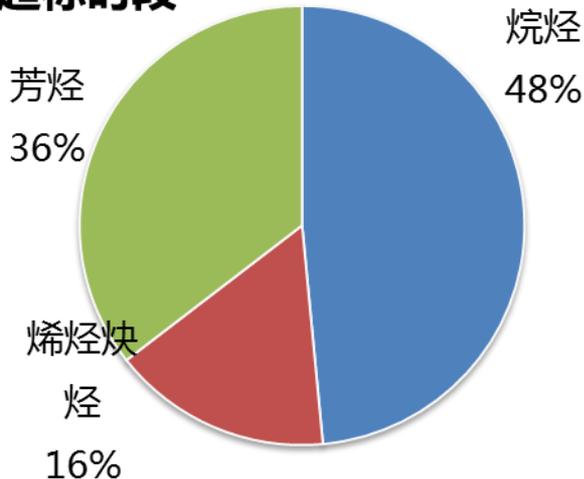
# 烯烃和芳香烃贡献显著

- 臭氧超标时段，芳烃占比减少，烯烃炔烃占比增加
- 中午与早上相比，芳烃消耗最大，其次是烷烃

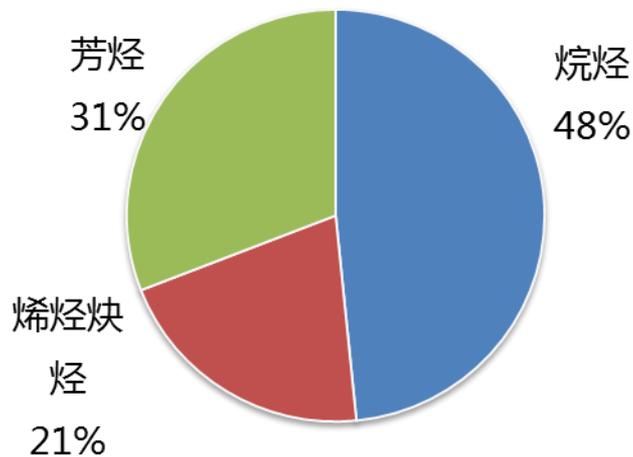


淀山湖站

### 未超标时段

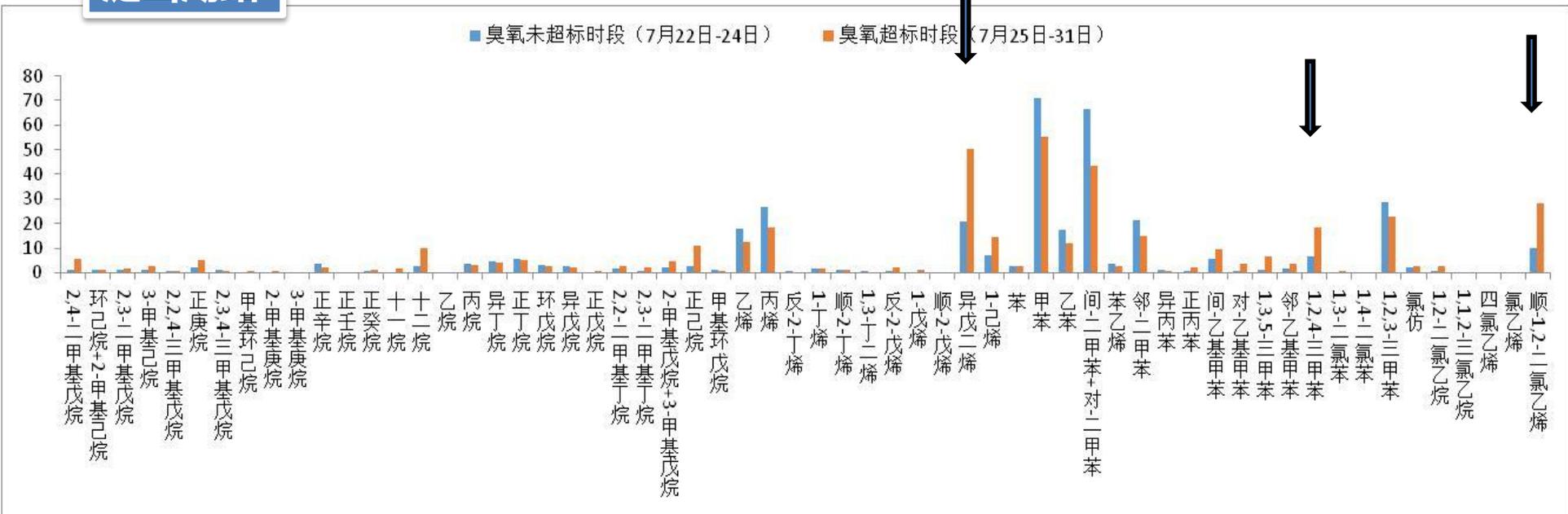


### 超标时段



# 烯烃臭氧生成潜势较大

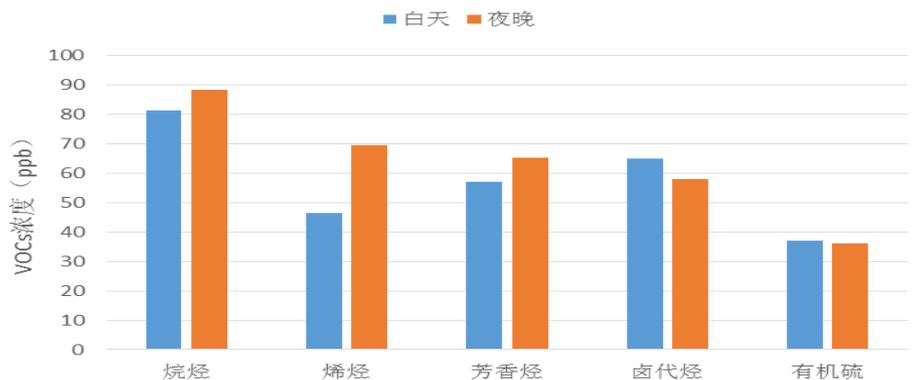
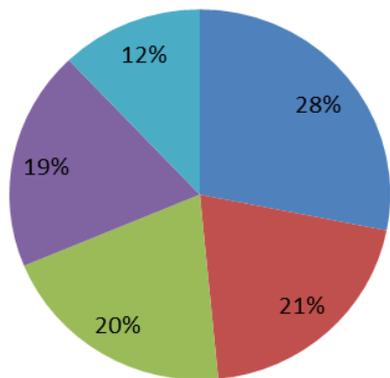
淀山湖站



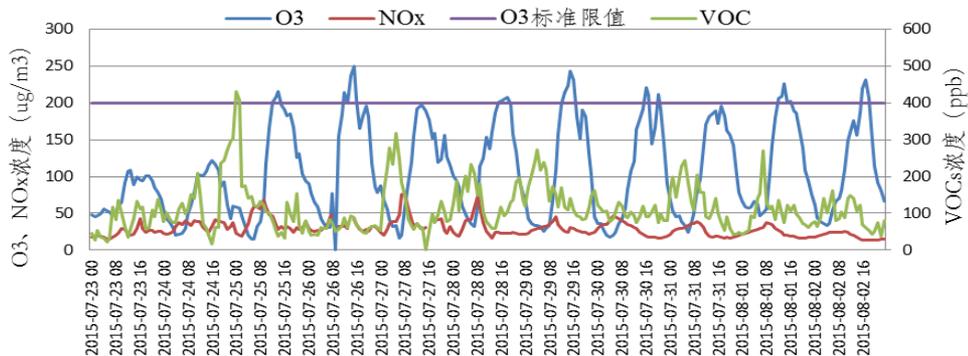
□ 臭氧超标时段，异戊二烯、顺-1,2-二氯乙烯、1,2,4-三甲苯等污染物的臭氧生成潜势有明显增加。

# 工业区站点VOCs-白天烯烃类消耗明显

■ 烷烃 ■ 卤代烃 ■ 芳香烃 ■ 烯烃 ■ 有机硫



时段	白天	夜晚	全天	白天/夜晚
烷烃	81.33	88.3	84.81	92%
烯烃	46.31	69.62	57.97	67%
芳香烃	57.06	65.23	61.14	87%
卤代烃	64.97	57.85	61.41	112%
有机硫	36.91	35.95	36.43	103%
总VOCs	297.61	331.7	315.16	90%



- 工业区边界站总VOCs浓度高于青浦淀山湖和崇明森林公园
- 臭氧高污染期间，白天烯烃类消耗明显，对臭氧污染贡献较大，其次是芳烃类

# 4.3 9月3日PM<sub>2.5</sub>和O<sub>3</sub>复合污染过程

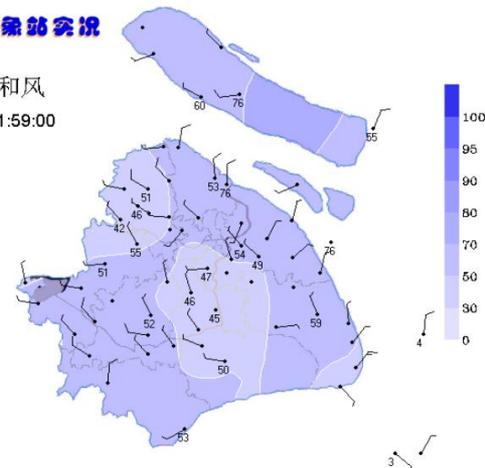
➤ 9月3日夜间化学消耗较弱，导致4日9时起全市O<sub>3</sub>-1h浓度开始超标，相比平日提前3小时左右。

➤ 气象场特征：背景风小，受海陆风影响。

白天盛行西风有利于O<sub>3</sub>及前体物夜向海面输送。夜间盛行东风，近海面生成的O<sub>3</sub>输入致使夜间O<sub>3</sub>浓度下降缓慢。

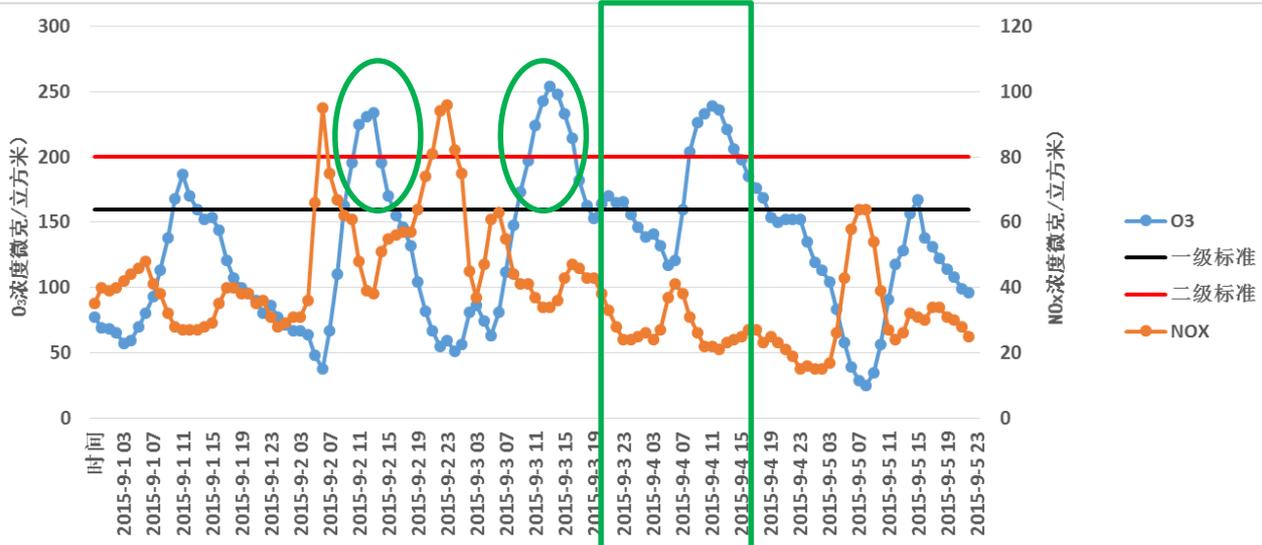
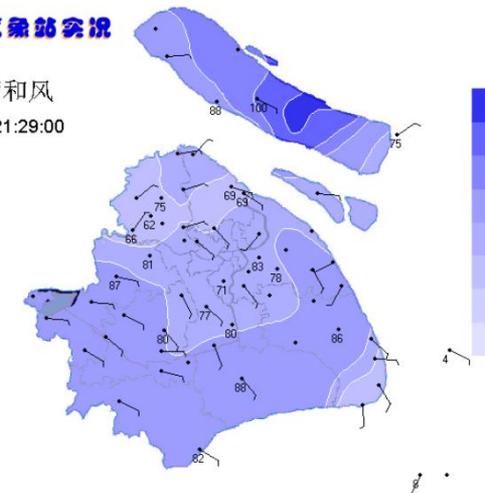
上海自动气象站实况

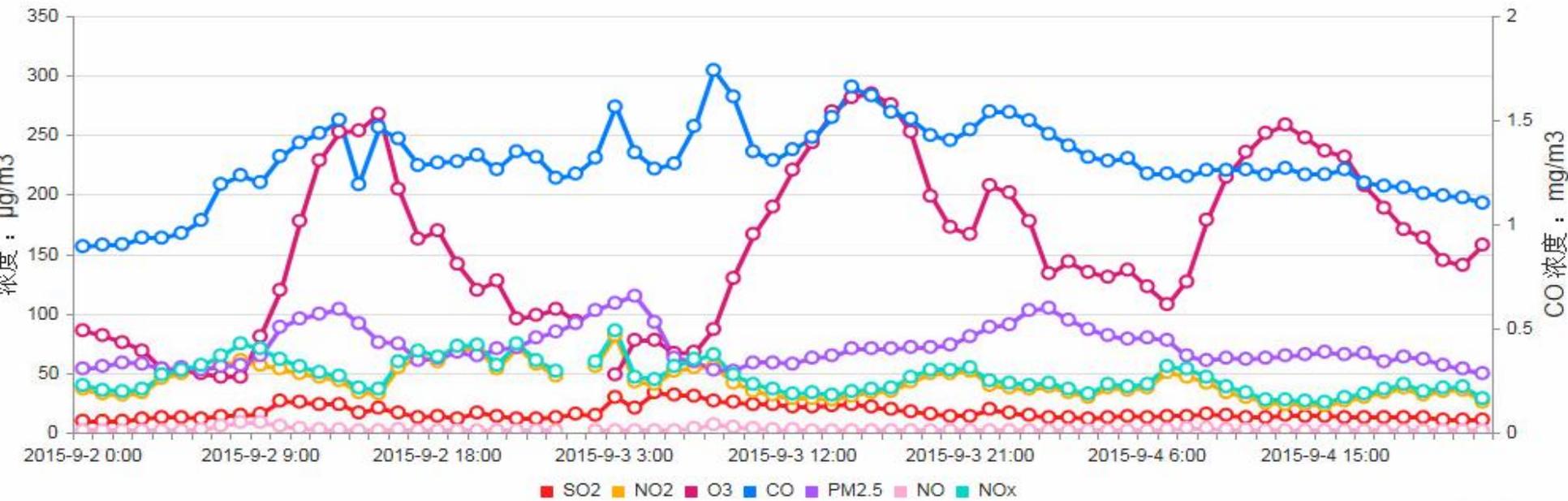
相对湿度和风  
2015-09-03 11:59:00



上海自动气象站实况

相对湿度和风  
2015-09-03 21:29:00



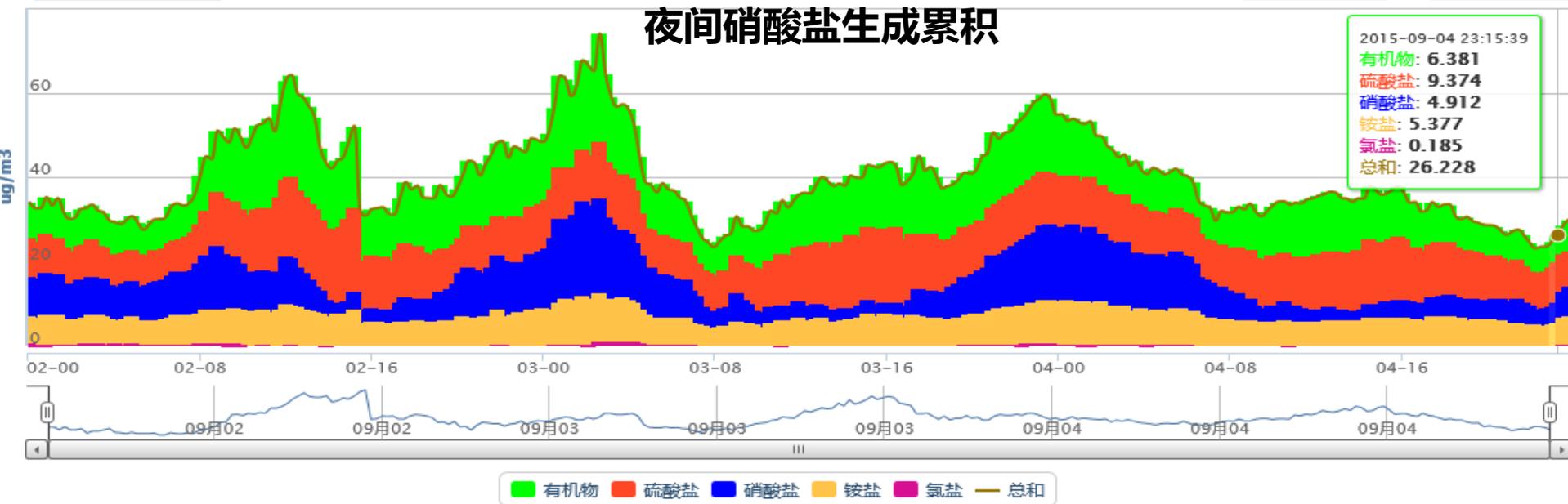


颗粒物化学组分在线质谱仪

6h 12h 天 全部

从 2015-09-02 到 2015-09-04

### 夜间硝酸盐生成累积



# 臭氧污染分析

一. 长三角臭氧污染状况和趋势

二. 长三角区域臭氧污染成因分析

三. 典型城市臭氧污染特征

四. 结论和建议

# 结论

- 长三角臭氧污染居“三区”中等水平，“三区”臭氧污染呈现京津冀>长三角>珠三角的态势。长三角区域常规污染物仅臭氧呈逐年上升趋势，污染较重时段集中在5-8月；
- 长三角区域臭氧污染按其时间变化特点可划分为五个类型区块：（1）扬州、泰州、镇江和南通4个江北沿江城市及盐城共5个城市，（2）苏南和杭嘉湖地区，（3）浙南山区，（4）苏北地区，（5）舟山、宁波、台州和上海等东南沿海城市。中北部臭氧污染问题最为突出；
- 长三角区域不同城市和郊区的臭氧控制因子存在VOCs和NO<sub>x</sub>控制型共存现象，多数重点城市臭氧以VOCs控制型为主；除部分地区因天然源排放占主导因素外，石化和有机化工等工艺排放以及流动源排放是长三角地区多数城市O<sub>3</sub>污染生成的主要来源；
- 上海市固定源常规因子污染排放逐年下降，但VOCs排放和船舶NO<sub>x</sub>排放下降不明显；常规污染物环境浓度逐年下降，但臭氧污染和光化学氧化性逐年升高，市区和近郊区O<sub>3</sub>上升明显；
- 副高控制高温小风、低湿度天气是长三角地区臭氧高污染大范围出现的典型天气过程。傍晚海风回流导致上海市浦东及杭州湾北岸臭氧持续较高水平；
- 上海市金山、浙江嘉兴等地工业区集中，VOCs排放量大，为本地及下风向区域臭氧生成、输送和累积提供了足够的前体物，形成臭氧污染输送的西南通道。

# 建议

- 深入研究区域PM<sub>2.5</sub>与O<sub>3</sub>非线性协同控制、VOCs与NO<sub>x</sub>协同控制、跨省市协同控制、城郊协同控制问题，提出PM<sub>2.5</sub>达标和O<sub>3</sub>污染防控双控的最优路线；
- 统一部署，尽快建立区域光化学污染监控网（PAMS），制定光化学污染前体物VOCs及相关指征指标如J（NO<sub>2</sub>）、PAN/PPN、OVOCs等的监测方法标准和技术规范，建立统一的区域臭氧监测网络QA/QC平台
- 污染源排放清单家底不清，特别是VOCs排放清单工作基础薄弱，是目前区域O<sub>3</sub>污染问题深入分析研究和污染防控政策制定所面临的重要难题，亟需进一步推动落实区域联防联控工作机制，建立技术协作机制，大力推进长三角区域大气污染源排放清单及空气质量监测数据共享。

谢谢关注！

