

2014年春节前后成都一次持续重度污染过程特征分析

关亚双 商晓东

灯塔市气象局

DOI:10.32629/eep.v3i4.750

[摘要] 为研究2014年春节前后成都重度污染过程中污染物变化规律和气象特征,对2014年1月7日-2月6日成都地区四个站点(金泉两河,十里店,三瓦窑,人民公园)的PM_{2.5},PM₁₀,SO₂,NO₂,CO,O₃逐时浓度值及期间地面气象条件和高空天气形势进行分析。

[关键词] 成都市春节; 污染特征; 污染物变化规律; 气象条件

引言

城市背景: 成都市地处川西高原山地和川中丘陵之间、四川盆地中西部,介于东经102度54分至104度53分与北纬30度05分至31度26分之间,位于四川省中部,东靠龙泉山脉,西临邛崃山,西部为纵贯南北的龙门山脉,西北高东南低,境内海拔最高为5364米,最低为387。成都属亚热带湿润季风气候,因为特殊的地理位置,形成其特殊的气候特征,四季分明,冬无严寒,夏无酷暑,多云雾,空气湿度大,日照时间短,风速小,静风频率高,冬季易出现逆温等,不利于污染物扩散,重污染现象发生频率高。

1 资料来源

污染物数据来自于国控环境空气自动监测子站发布的1月7日00时到2月6日23时每小时污染物数据,污染物包括人民公园、三瓦窑、十里店和金泉两河四个监测点的PM_{2.5}、PM₁₀、SO₂、NO₂、O₃和一氧化氮(NO)。地面气象资料来自中国气象科学数据共享服务网(<http://cdc.nmic.cn/home.do>),分08时、14时、20时和02时四个时段,包括24小时降水量、平均本站气压、平均风速、平均气温、平均相对湿度等。天气图使用GrADS绘图软件绘制。后向轨迹图由美国国家海洋和大气管理局(NOAA)HYSPLIT轨迹模式运行生成。

2 污染过程综述和环流形势分析

2.1 污染过程分析

根据《环境空气质量指数(AQI)技术规定》,计算出观测期间(1月7日~2月6日)每天的AQI。研究期间,成都市空气质量只有3天达到二级标准(AQI<100),占总天数的5.8%;17天为重度污染(AQI>200),占总天数的56.7%。1月14日至1月18日重度污染持续5天,其间1月18日污染最为严重,AQI达到311。1月22日至2月4日期间14天持续严重污染,AQI最大值出现在1月31日,AQI峰值为482,本次污染过程持续时间长,污染程度严重。重度污染期间,除1月31日外,PM_{2.5}是首要污染物。而1月31日春节当天,首要污染物是PM₁₀,其最大浓度达到582 μg/m³,这可能与除夕夜大量燃放烟花爆竹有关。

2.2 污染物变化分析

2.2.1 颗粒物变化特征

PM₁₀是一种空气中危害较大的污染物,能散射太阳辐射,降低空气能见度,造成雾霾天气,其中PM_{2.5}对人类身体健康还有很大危害,大量研究表明,颗粒物浓度水平与心肺疾病、呼吸系统疾病的发病率和死亡率呈正相关。

2.2.2 SO₂变化特征

研究期间SO₂浓度没有超过二级标准(1小时平均<500 μg/m³),近年来成都SO₂防治工作取得了很大的成就,基本将SO₂的排放控制在标准范围内。但是SO₂防治工作对减少雾霾并没有显著的效果。

2.2.3 NO₂变化特征

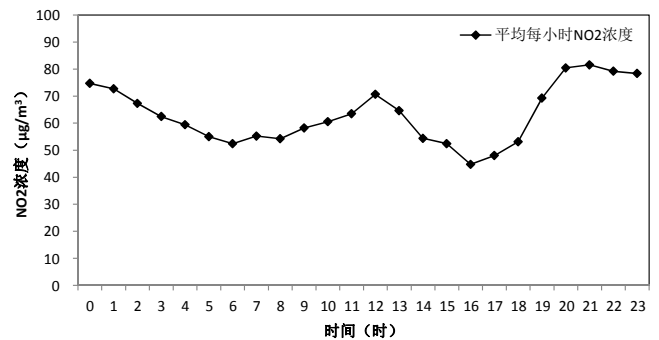
除了自然源外,NO₂的重要来源是燃料燃烧,汽车尾气排放和工业生产。观测期间NO₂浓度也维持在二级标准以下(1小时平均<200 μg/m³)。如图3,NO₂日变化明显,主要与光化学反应和城市机动车出行高峰期有关。研究期间平均每小时NO₂浓度。NO₂日变化是双峰型。日出之后NO₂源排放增多,机动车出行高峰期汽车尾气排放,导致NO₂浓度升高,浓度增大,这在工作日早晚高峰尤其明显。NO₂的排放积累到中午时出现一个高值。

白天NO₂+hv→NO+O-----①

O+O₂+M→O₃+M-----②

夜晚NO+O₃→NO₂+O₂-----③

化学反应①②③是光化学反应的简化方程式,由①②式可以解释中午过后NO₂浓度逐渐减少的原因。在光照作用下,NO₂分解产生一氧化氮(NO)和氧原子(O),光照越强,反应越快,午后光照加强,所以NO₂大量消耗,浓度降低。日落之后,反应①基本停止,NO₂浓度到达一个最低值。夜间由于反应③的存在,在没有光照的情况下,NO和O₃结合产生NO₂,有利于NO₂的积累,因此夜间NO₂浓度较高。日出之后,反应③逐渐减弱停止,NO₂浓度减小,如此循环,构成NO₂日变化过程。

图1 NO₂平均每小时浓度变化

2.2.4 CO变化特征

一氧化碳(CO)无色、无味,当浓度较大时,也不易被察觉。一氧化碳难溶于水,难以被降水粒子所溶解,易长期滞留于大气中,对人体危害很大。观测期间CO浓度水平全部达到优(1小时平均浓度<5mg/m³),不是本次重污染过程的主要污染物,但是CO浓度起伏较大。CO由碳化的不完全燃烧产生,CO浓度的升高与机动车增多、马路餐桌、饮食行业的发展都有很大关系。反应了研究期间CO浓度的平均日变化,中午和凌晨易出现高值,原因也是机动车早高峰和夜间餐饮行业的繁盛。机动车出行的增加增加了白天CO的源排放,且早上大气层结较为稳定,风速较小,不利于污染物的扩散,CO积累至中午出现白天的高值。下午随着扩散条件的转好,CO浓度也降低。夜间随着餐饮行业的繁盛,CO源排放有所增加,浓度再次攀升。

2.2.5 O₃变化特征

对流层O₃对环境和人体健康危害都极大,人类生产生活所产生的NO_x和VOCs经过一系列复杂的化学反应产生的二次污染物是边界层O₃的主要来源。如图10所示,观测期间O₃浓度没有超过二级水平(<200 μg/m³)。臭氧是光化学反应的重要生成物,与光照强弱有很大关系,如图3,日变化明显。O₃日变化呈现单峰型,峰值一般出现在下午,午后光照强烈,反应①②进行剧烈,O₃不断积累增多,在下午达到峰值。太阳落后①②停止,反应③开始,O₃被不断消耗,浓度减小,所以夜间O₃浓度偏低。

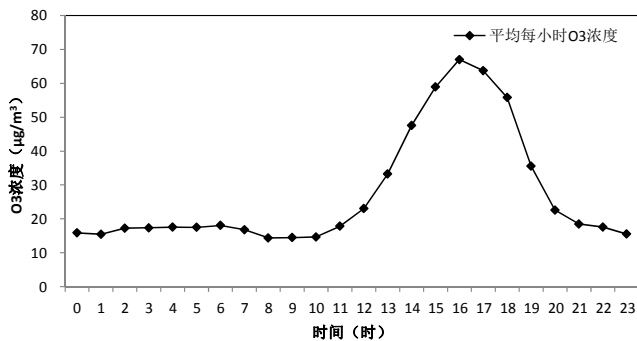


图2 O₃平均每小时浓度变化

3 气象条件分析

3.1 大气环流形势分析

大气环流形势地面气象要素分布的主要影响因素,进而决定了大气扩散能力和大气稳定程度,对污染物浓度的变化起着至关重要的最要。下面对本次污染过程中500hPa高层天气形势进行分析。

下图为分别为1月20日、24日、31日,2月2日、6日的500hPa天气图。1月20日盆地处于高空槽区,之前成都一直受青藏高原弱高脊控制,处在脊前受西北气流控制,随着槽脊的东移,成都再次处在偏西风急流中。18日起,高原再次形成高脊,并且在东移的过程中有所加强。20日槽线已经移动到盆地西部,槽区东移的过程中,西南暖湿气流影响成都地区,成都处于槽区时,冷暖空气交汇使成都地面风速有所增大,成都地区上空冷空气较强,气温偏低,有利于污染物的扩散,所以这一天污染状况略有缓解,空气质量达到良的水平。此时西西伯利亚地区等高线密集,风速梯度大,槽脊将快速东移,但是等高线呈汇合状,高脊在东移过程中,将会减弱,所以随后几天随着槽脊东移,成都地区受弱脊控制,大气稳定,天气晴好,1月24日之后,高脊基本移入海面,对盆地的影响结束,成都地区转为有平直西风带控制,大气层结稳定,没有强烈的天气变化,之后的一段时间内,高纬地区虽然有小幅度槽脊波动,但是影响范围不大,没能在盆地形成强烈的天气现象,所以这段时间内成都地区的气象条件不利于污染物的扩散,形成污染物的积累,造成市区严重污染。

3.2 气象要素与污染物的关系

3.2.1 温度与污染物的关系

观测期间日平均温度与PM_{2.5}和PM₁₀浓度的变化图。观测期间成都市日平均温度范围为2.9至12.9℃,温度与PM_{2.5}和PM₁₀的相关系数分别为0.29和0.20,温度与两种污染物之间的相关程度并不大。但是关注重污染期间两次降温过程,1月20日、21日和2月4日、5日、6日,这两次降温过程中,PM_{2.5}和PM₁₀的浓度都开始下降,1月20日的日平均PM_{2.5}浓度相较于前一天下降50.8%,而PM₁₀日平均浓度下降33.3%;2月5日的PM_{2.5}日平均浓度相较于前一天下降53.6%,PM₁₀日平均浓度下降52.9%。冷空气的入侵对污染物的扩散和清除起到了很好的作用。

3.2.2 湿度与污染物关系

相对湿度与二者的相关系数分别为0.5和0.46,表现为低度正相关。但是当相对湿度升高到80%以上时,相关系数增长到0.63,可视为中度正相关。即在一定范围内(以不发生重力沉降为界),相对湿度与污染物浓度有呈正相关性,即高相对湿度易形成要严重污染。本次污染过程中,高相对湿度的出现,伴随着污染物浓度的升高。

3.2.3 风与污染物关系

风速对污染物的稀释和扩散有着重要作用,一般来说,风速越大,越有利于污染物的扩散。观测期间,成都风速偏小,不利于污染物扩散,所以污染严重。平均风速与PM_{2.5}和PM₁₀浓度的相关系数分别是-0.17和-0.23,数据显示相关性并不大,这是因为研究这段时间成都地区风速小,对污染我扩散影响并不大。相比于PM_{2.5},平均风速与PM₁₀的相关性更大,即风速对PM₁₀的影响更显著。当风速有所增大时,2月5日,平均风速为3m/s,2月6日,平均风速为2.7m/s,扩散条件转好,这两天两种污染物的浓度大幅度增大。

3.2.4 气压与污染物关系

本次污染过程中,平均本站气压与PM_{2.5}和PM₁₀浓度的相关系数只有-0.24和-0.19,相关性并不大,但是地面气压与高层环流的配合对污染物的扩散影响较大。成都地区由原来的高压控制转结束,结合大气环流形势分析,污染加重过程中,地面处于低压影响下,存在上升运动,但是上层大气稳定,没有强烈的辐合辐散,这种状况下,污染无法扩散,局地污染加重。

4 结论

本次污染过程有27天首要污染物是PM_{2.5},春节当天首要污染物是PM₁₀。这两种污染物高度相关,变化趋势相近,且PM_{2.5}对PM₁₀的贡献大,二次污染严重。SO₂,NO₂,CO,O₃日变化明显,其日变化规律与人类活动和自然规律有关,这四种污染物在研究期间都达到二级标准,并不是本次污染的首要污染物。

[参考文献]

- [1]巫升平.成都市空气污染物季节性变化规律[J].科技风,2017,(23):140.
- [2]唐信英,罗磊,曹军骥,等.成都市春节期间大气PM_{2.5}化学元素的特征[J].环境科学与技术,2013,36(05):151-155+170.
- [3]石佳,刘宇嘉,王源程,等.2017年成都市春节期间烟花爆竹对空气质量的影响[J].四川环境,2017,36(S1):51-56.