

连东英,林长城,陈少琴,等.典型天气系统下海西城市群污染物浓度变化特征[J].环境科学与技术,2014,37(120):122-126. Lian Dongying, Lin Changcheng, Chen Shaoqin, et al. Characteristics of pollutant concentration influenced by typical weather systems in the western Taiwan Straits urban group[J]. Environmental Science & Technology 2014, 37(120):122-126.

典型天气系统下海西城市群污染物浓度变化特征

连东英¹, 林长城^{2*}, 陈少琴³, 邵颖斌¹, 吴珠妹⁴

(1. 福建省气象台, 福建 福州 350001; 2. 福建省气象科学研究所, 福建 福州 350001;

3. 福建省周宁县气象局, 福建 宁德 355400; 4. 厦门市翔安区气象局, 福建 厦门 361103)

摘 要 利用 2006–2010 年海西沿海 9 个城市环境监测站主要污染物 PM₁₀ 浓度数据和每天对应的影响天气系统以及气象要素的变化, 选取典型过程, 分析天气系统变化时对应 PM₁₀ 浓度的变化特征。结果表明 (1) 暖区辐合最不利于污染物的扩散, 暖区辐合中心所在的地方, 也是 PM₁₀ 污染最严重的地方; (2) 变性冷高压后部比高压底部更易造成大气污染物浓度升高; (3) 一般情况下, 高空槽前易出现降水, 有利于污染物的清除, 而槽后不利于降水, 易造成污染物的堆积; (4) 登陆台风影响时, 跟城市与登陆台风的相对位置有关: 北部登陆台风有利于海西中北部城市污染物的扩散; 中部登陆台风影响时, 海西城市群 PM₁₀ 浓度均有明显降低; 南部登陆台风影响时, 南部城市群在台风登陆后, PM₁₀ 浓度有明显下降。

关键词 海西城市群; 典型天气系统; PM₁₀; 变化特征

中图分类号 X16 文献标志码 A doi:10.3969/j.issn.1003-6504.2014.120.025 文章编号:1003-6504(2014)120-0122-05

Characteristics of Pollutant Concentration Influenced by Typical Weather Systems in the Western Taiwan Straits Urban Group

LIAN Dongying¹, LIN Changcheng^{2*}, CHEN Shaoqin³, SHAO Yingbin¹, WU Zhumei⁴

(1. Fujian Meteorological Observatory, Fuzhou 350001, China;

2. Fujian Research Institute of Meteorological Science, Fuzhou 350001, China;

3. Meteorological Bureau of Zhouning in Fujian Province, Ningde 355400, China;

4. Meteorological Bureau of Xiangan District in Xiamen, Xiamen 361103, China)

Abstract : Based on the dataset of pollutant concentration and daily records of the influencing weather systems and elements, the variation characteristics of PM₁₀ concentration in the Western Taiwan Straits Urban Group (WTSUG) during 2006 to 2010 has been analyzed. And the study shows that the movement of PM₁₀ has features as below: (1) It accumulates most easily in the warm convergence region, where is the most PM₁₀ black spot; (2) It diffuses harder behind the high than on the bottom side; (3) In general, its concentration gets lower when precipitation happens (usually in front of the upper-level trough); (4) Its change depends on the relative location between cities and a landfall typhoon, i.e. PM₁₀ diffuses obviously in north-central/south parts of the WTSUG when a typhoon lands in the north/south, while the whole WTSUG gets clear when a typhoon lands in the central part.

Key words : the Western Taiwan Straits Urban Group; typical weather systems; PM₁₀; variation characteristics

海峡西岸城市群简称海西城市群, 主要包括以福州为中心的闽江口城市群, 以厦门为中心的九龙江口城市群, 以泉州为中心的泉州湾城市群, 以及温州、汕头等临近城市。随着海峡西岸经济区的迅速发展, 海西城市群空气质量呈恶化趋势。近年来, 对海西城市

群各城市的大气污染相关研究较多, 如运用监测资料分析 SO₂、NO₂、TSP 等污染物的浓度特征、季节变化及与污染源、气象条件的关系^[1-4], 得到的是不同季节、不同天气系统影响下空气污染指数的分布特征。而针对某种确定的天气系统, 特别是对污染物扩散条件影

《环境科学与技术》编辑部 (网址) <http://tjks.chinajournal.net.cn> (电话) 027-87643502 (电子信箱) hjkyxj@126.com

收稿日期 2014-06-10; 修回 2014-07-31

基金项目 环保公益性行业科研专项课题经费项目资助(201009004)

作者简介 连东英(1975-), 女, 高级工程师, 硕士, 主要从事天气气候及其应用研究 (电话) 0591-83345409 (电子信箱) lianzi@163.com; * 通讯作者, (电子信箱) changcheng_lin@163.com。

响很大的几种典型的天气系统影响前后污染物浓度的时空变化特征的分析研究还很少。为此,笔者选择了海西城市群的主要污染物 PM_{10} , 详细分析了 PM_{10} 在几种典型的天气系统影响前后浓度的时空变化特征, 以期在城市综合发展、污染防治等提供较为科学的依据。

1 资料及方法

将海西沿海 9 个城市分成北部(温州、宁德)、中部(福州、福清、莆田)、南部(泉州、厦门、漳州、汕头)3 个城市群, 利用 2006–2010 年海西沿海 9 个城市环境监测站主要污染物 PM_{10} 的日平均浓度和每天对应的影响天气系统以及气象要素的变化, 针对不利于大气污染物扩散的 3 种天气型(变性冷高压、高空槽、暖区辐合)和最有利于大气污染物扩散的天气型(台风), 选

取典型过程, 更细致地分析每种天气系统影响前后 PM_{10} 浓度的变化特征, 以便归纳出这些天气系统影响时 PM_{10} 浓度变化的趋势特征。

2 典型天气形势影响前后污染物浓度变化特征分析

2.1 暖区辐合影响个例分析

暖区辐合主要出现在春季和冬季, 强冷空气入侵前的大回暖天气里。当海西城市群受暖区辐合影响时, 城市处于地面静止锋或冷锋锋前暖区内, 地面存在弱辐合场, 大气污染物容易聚集, 加之锋面过境前地面倒槽内风力很小, 这种形势最不利于大气污染物的扩散。

2007 年 3 月 27 日–4 月 1 日期间海西城市群受一次典型的暖区辐合系统影响, 系统影响期间 PM_{10} 浓度变化如图 1 所示。

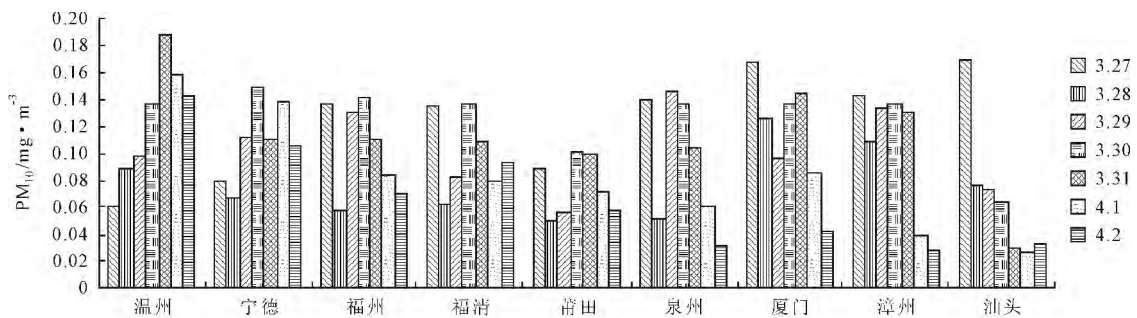


图1 2007年3月27日–4月2日海西9城市 PM_{10} 逐日浓度变化

由图 1 可见, 暖区辐合影响初期, 南部城市群的 PM_{10} 浓度较大, 3 月 27 日厦门、汕头两市 PM_{10} 浓度达 0.170 mg/m^3 左右, 为轻度污染; 而北部城市群的 PM_{10} 浓度均较小, 温州、宁德分别为 0.061 mg/m^3 、 0.080 mg/m^3 , 处于良好水平。随着西南风的加强, 暖区辐合向北推进, PM_{10} 高浓度区也向北推进, 最南面的汕头市 PM_{10} 浓度下降明显, 28 日汕头 PM_{10} 浓度下降到 0.076 mg/m^3 , 为良好水平; 到 3 月 30 日, 福清、福州、宁德、温州的 PM_{10} 浓度均上升到 0.140 mg/m^3 上下, 接近轻度污染; 3 月 31 日温州市 PM_{10} 浓度最高达 0.187 mg/m^3 , 属轻度污染, 而汕头的 PM_{10} 浓度继续下降到 0.029 mg/m^3 , 空气质量为优; 到 4 月 1 日, 随着暖区辐合进一步向北推进, 只有北部的温州、宁德 PM_{10} 浓度还较高, 其它城市 PM_{10} 浓度均下降到 0.085 mg/m^3 以下; 4 月 2 日, 这次暖区辐合系统影响结束, 受切变南压影响, 海西城市群均出现了明显降水, PM_{10} 浓度明显下降。

由以上分析可知, 暖区辐合最显著的特征是西南暖湿气流的加强和维持, 暖区辐合总是最先在华南沿海形成, 随着西南气流的加强, 逐渐向北推进。当海西城市群受暖区辐合系统影响时, 一般来说, 处于华南沿海的汕头 PM_{10} 浓度最先增加, 然后由南向北海西

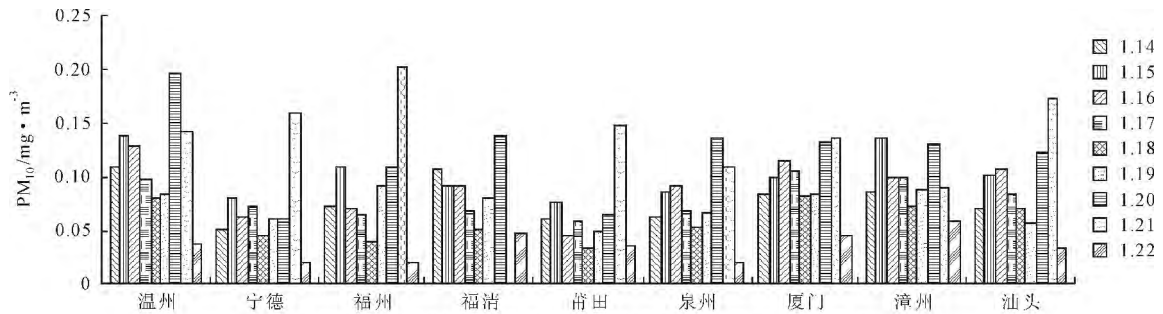
各城市的 PM_{10} 浓度也逐渐升高; 当暖区辐合继续北抬时, 南部城市的 PM_{10} 浓度可能下降, 而北部城市的 PM_{10} 浓度继续升高。也就是说, 暖区辐合最强的地方, 往往也是 PM_{10} 污染最严重的地方。

2.2 变性冷高压影响个例分析

变性冷高压包括高压底部和高压后部 2 种情况。当海西城市群处于变性冷高压底部时, 一般情况下天空状况比较好, 较有利于大气污染物的扩散; 当海西城市群处于变性冷高压后部时, 大气层结稳定, 容易出现轻雾或雾等天气现象, 形成逆温层, 阻碍大气污染物的水平和垂直扩散, 易造成大气污染物浓度升高。

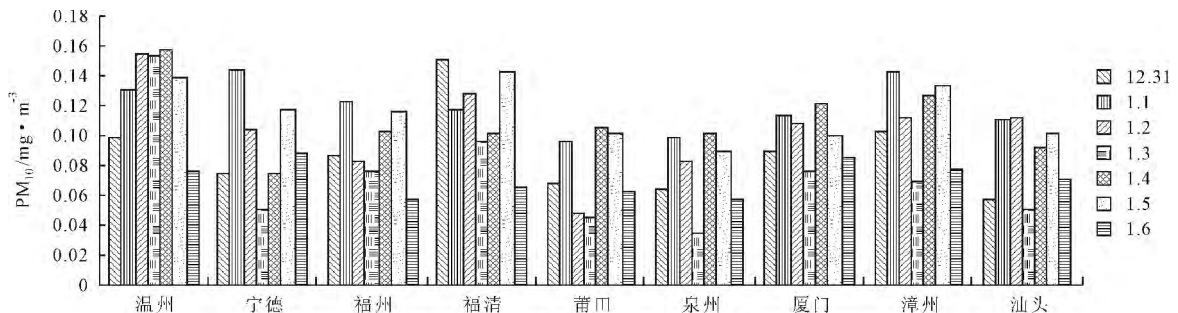
2010 年 1 月 15–21 日期间海西城市群受一次典型的变性冷高压系统影响, 系统影响期间 PM_{10} 浓度变化如图 2 所示。

由图 2 可见, 开始时, 海西城市群处于高压前部, 高压前部的偏北气流不断引导北方冷空气侵入, 造成地面偏北风力较大, 这种天气形势较有利于大气污染物的水平扩散, 因此海西城市群 PM_{10} 浓度较小 ($0.051\sim 0.109 \text{ mg/m}^3$)。15–17 日, 海西城市群转为高压底偏东气流控制, 天空状况比较好, 仍较有利于大气污染物的扩散, PM_{10} 浓度略有加大, 温州 PM_{10} 浓度上

图2 2010年1月14日-1月22日海西9城市PM₁₀逐日浓度变化

升到 0.138 mg/m³, 但总体还是处于良好水平;18-19 日,海西城市群逐渐转为高压后部影响,西南风速还比较小,且天空状况还很好,仍有利于污染物的扩散,因此 PM₁₀ 浓度变化不大;但 20 日开始,西南气流增强明显,气温迅速回升,湿度较大,20-21 日沿海一带出现了轻雾或雾的天气现象,形成逆温层,不利于污染物的扩散,导致 PM₁₀ 浓度明显上升,20 日温州的 PM₁₀ 浓度上升到 0.196 mg/m³,21 日福州的 PM₁₀ 浓度上升到 0.202 mg/m³,均属轻度污染,其它城市也达到或接近轻度污染。22 日,随着大陆高压入海,高空槽东移影响福建省,海西城市群转受高空槽前西南气流影响,槽前的上升运动导致有效降水的产生,有利于污染物的清除,所以海西城市群的 PM₁₀ 浓度明显下降。

由以上分析可知,变性冷高压系统影响下 PM₁₀ 浓度的变化跟城市和影响系统所处的相对位置和系

图3 2009年12月31日-2010年1月6日海西9城市PM₁₀逐日浓度变化

于南海辐合带外围影响下,易出现大风,大气的水平扩散能力强,除福清外 PM₁₀ 浓度均较低,福清市是由于出现了雾,近地面存在逆温层阻碍了污染物的垂直扩散,PM₁₀ 浓度上升到 0.151 mg/m³,出现轻度污染。2010 年 1 月 1-2 日,海西城市群处于高空槽前,但是 1 日整个海西地区降水都很弱或无降水,而空气湿度却很大,类似于高压后部影响,出现了大范围的雾霾天气,导致 PM₁₀ 浓度反而上升,2 日,海西地区中南部出现了中雨,但还是存在雾霾天气,因此中南部大部分城市 PM₁₀ 浓度略有下降,而北部的温州由于没有出现有效降水,仅出现微量降水,PM₁₀ 浓度继续上升到 0.155 mg/m³,出现了轻度污染,3 日,高空槽东移入

统强度(高压后部西南风的强弱)有很大关系,一般情况下高压底部控制时,低层为偏东风影响,天空状况仍比较好,较有利于大气污染物的扩散,不容易形成污染,而转为高压后部控制时,低层为西南风影响,天空云系会逐渐增多,尤其是低层西南风明显加强时,天空状况会进一步变差,甚至出现大雾天气,阻碍大气污染物的扩散,易造成大气污染。

2.3 高空槽影响个例分析

高空槽槽前一般有暖平流,有利于上升运动的增强和维持,易出现降水,有利于污染物的清除,而槽后常有下沉运动,不利于降水,易造成污染物的堆积。但也有特殊情况,若高空槽前无有效降水,则类似于高压后部,污染物浓度不会下降反而上升。

2010 年 1 月 1-5 日期间海西城市群受高空槽系统影响,系统影响前后 PM₁₀ 浓度变化如图 3 所示。

由图 3 可见,2009 年 12 月 31 日,海西城市群处

海转槽后系统影响,海西北部城市温州 PM₁₀ 浓度维持较高水平,仍为轻度污染,而海西中南部地区由于受低层弱切变影响维持中雨天气,所以 PM₁₀ 浓度继续下降;4-5 日,海西城市群受另一高空槽影响,这次高空槽过程跟 1-2 日的过程相似,没有出现有效降水,出现了大范围的雾霾天气,导致海西城市群 PM₁₀ 浓度又开始上升,6 日,高空槽影响过程结束,海西城市群转为切变系统影响,出现了小到中雨,整个海西城市群污染物得到有效清除,PM₁₀ 浓度明显下降。

可见,高空槽系统影响时,有无有效降水的产生是影响污染物浓度变化的关键因子。这次高空槽影响期间,温州市正是由于没有产生有效降水(无降水或

微量降水),所以 PM_{10} 浓度始终较高,直到 6 日出现了有效降水(5.3 mm),才将污染物有效清除。

2.4 台风影响个例分析

本文主要研究登陆台风对海西城市群 PM_{10} 浓度变化的影响。按照移动路径将登陆台风分为 3 种:

(1)北部台风:在福州以北,温州以南登陆,并且登陆后沿偏西方向移动的台风。

(2)中部台风:在泉州以北,福州以南登陆,并且

登陆后沿偏西方向移动的台风。

(3)南部台风:在汕头以北,泉州以南登陆,并且登陆后沿偏西方向移动的台风。

2.4.1 北部台风影响个例分析

2006 年第 8 号超强台风“桑美”于 8 月 10 日 17 时 25 分在闽浙交界处沿海登陆,登陆后台风中心横穿福建省北部后进入江西境内。该台风影响前后 PM_{10} 浓度变化如图 4 所示。

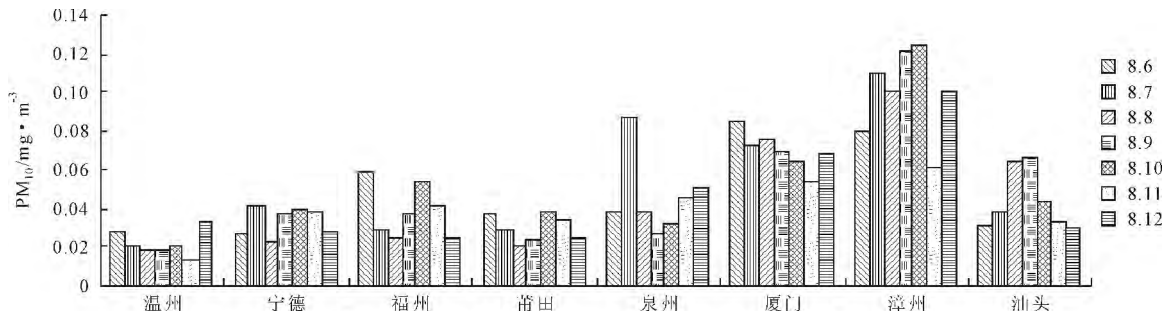


图4 2006年8月6日-2006年8月12日海西8城市 PM_{10} 逐日浓度变化(福清缺资料)

8月6日,台风还远离福建沿海,海西城市群处于副高控制下,大气热力和动力条件好,有利于大气污染物垂直输送和水平扩散,因此 PM_{10} 浓度较低。8月7-9日,海西城市群逐渐转受“桑美”台风外围东北气流影响,出现弱的阵性降水,850 hPa 风力逐渐加大,且海西中北部沿海一带风速呈辐散场,有利于污染物的扩散, PM_{10} 浓度均在 0.04 mg/m^3 以下,空气质量为优,而海西南部沿海一带风速呈辐合场,对污染物的扩散作用不明显, PM_{10} 浓度维持较高水平,其中漳州市 PM_{10} 浓度均在 0.1 mg/m^3 以上。10日,台风继续靠近福建沿海,10日傍晚登陆闽浙交界处沿海一带,北部城市群处于台风中心附近,台风登陆前后的大风和强降水使北部城市的 PM_{10} 浓度继续保持低水平,福建中部沿海一带虽然没有出现强降水,但也处于台风的大风圈范围内,有利于污染物的扩散,所以中部城

市的 PM_{10} 浓度也保持低水平;南部城市群离台风较远,没有出现大风和强降水,但 850 hPa 风场由原来的辐合转为弱辐散,所以 PM_{10} 浓度也有所下降(除漳州外)。11日,台风登陆闽浙交界后穿过福建北部进入江西境内,福建中北部一带存在弱的暖式切变,出现了强降水,仍有利于污染物的扩散,南部沿海处于切变南侧,风速切变有利于把局地污染物抬升至云外,也有利于局地污染物水平扩散,污染物也维持在较低水平。

2.4.2 中部台风影响个例分析

2008 年第 8 号强台风“凤凰”于 7 月 28 日 22 时在福建省福清市东瀚镇登陆,登陆后继续向西北方向移动,从福建省光泽县进入江西境内。该台风影响前后 PM_{10} 浓度变化如图 5 所示。

7月26日,“凤凰”还远离福建沿海,海西城市群

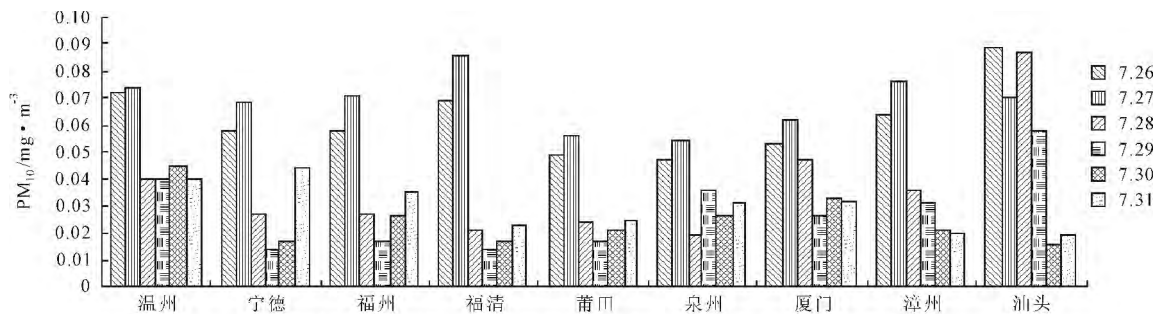


图5 2008年7月26日-2008年8月1日海西9城市 PM_{10} 逐日浓度变化

处于副高边缘,空气质量良好, PM_{10} 浓度介于 $0.05 \sim 0.09 \text{ mg/m}^3$ 之间。7月27日,海西城市群开始受“凤凰”外围影响,出现弱的阵性降水,但风力不大, PM_{10} 浓度反而略有上升。7月28日,“凤凰”进入台湾海峡,中北部沿海城市出现了暴雨、大暴雨天气,雨水的

冲刷清洁作用显著, PM_{10} 浓度下降明显;南部沿海风力也明显加大,虽然降水较小,但 PM_{10} 浓度也有所下降,只有最南的汕头市因降水较小和地面风力均较小,因此 PM_{10} 浓度反而有所上升。7月29日,受登陆后的台风倒槽影响,福建沿海一带普遍出现暴雨、大

暴雨天气,海西城市群 PM_{10} 浓度继续保持低水平,汕头市也出现了较明显降水, PM_{10} 浓度也有所下降。7月30日,海西城市群均处于台风低压后部切变和偏南风急流的影响,维持暴雨天气,汕头市也出现了大暴雨天气, PM_{10} 浓度显著下降。7月31日,随着减弱的台风低压继续西北行远离福建,副高开始加强西伸,海西城市群转为副高边缘控制,午后对流不稳定

天气有利于的污染物抬升,因此空气质量维持优良水平。

2.4.3 南部台风影响个例分析

2010年第11号超强台风“凡亚比”于9月20日07时在福建省漳浦县古雷镇登陆,登陆后向偏西方向移动进入广东境内。该台风影响前后 PM_{10} 度变化如图6所示。

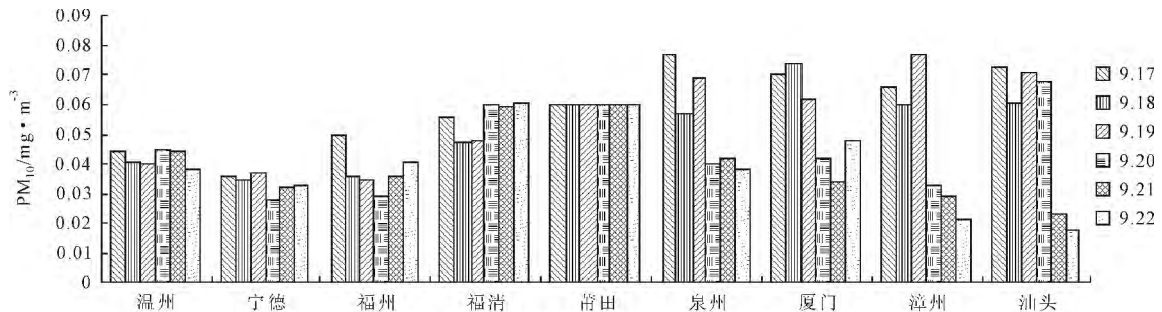


图6 2010年9月17日-2010年9月22日海西9城市 PM_{10} 逐日浓度变化

9月17日,海西城市群处于副高边缘,午后出现了对流天气,有利污染物的扩散,中北部 PM_{10} 浓度较低,南部 PM_{10} 浓度略高,但均处于优良水平。9月18日,台风西行靠近台湾东部沿海,海西城市群开始受其外围影响,但风力加大不明显,仅出现弱的阵性降水,因此 PM_{10} 浓度变化不明显。9月19日,台风进入台湾海峡南部,福建沿海仍以弱的阵性降水为主,但风力明显加大,中北部沿海地区为台风西北侧东北气流影响, PM_{10} 浓度维持优良状况;南部沿海地区为台风西南侧西北偏北气流影响, PM_{10} 浓度反而略有上升。9月20日早晨,台风在福建南部漳浦沿海登陆,登陆后向偏西方向移动进入广东境内,福建沿海转为台风后部东南或偏南急流影响,其带来的暴雨主要出现在泉州以南沿海,因此南部沿海城市(除汕头外) PM_{10} 浓度明显下降,汕头市由于处在台风的西南侧仍受西北气流影响,虽然也出现了较强降水,但 PM_{10} 浓度下降不明显;中北部沿海地区受台风登陆后的偏南大风影响, PM_{10} 浓度继续维持低水平。9月21日,受“凡亚比”后部南风急流的影响,闽南到广东沿海普遍出现暴雨或大暴雨天气,海西南部城市群的 PM_{10} 浓度继续保持低水平,而海西中北部城市群没有出现明显降水, PM_{10} 浓度维持不变。9月22日,减弱的“凡亚比”环流继续西行进入广西境内,福建到广东东部沿海南风急流明显减弱,但闽南到广东东部沿海仍有中等强度降水, PM_{10} 浓度继续下降;海西中北部城市群受减弱的偏南气流影响,出现弱的阵性降水, PM_{10} 浓度变化不大。

从以上3个个例中可以看出,登陆台风对海西城市群 PM_{10} 浓度变化的影响,跟城市与登陆台风的相对位置有很大关系。当受北部台风影响时,海西中北

部城市容易出现大风或强降水,有利于污染物的扩散,所以 PM_{10} 浓度均很低;南部城市群离台风较远,不容易出现大风和强降水,没有有利的扩散条件, PM_{10} 浓度相对较高。当受中部台风影响时,海西城市群均容易出现大风和强降水天气,有利于污染物的扩散,因此 PM_{10} 浓度均有明显降低。当受南部台风影响时,海西中北部城市降水不明显,离台风大风圈也很远,因此 PM_{10} 浓度变化不大,没有变好的趋势;南部城市群在台风登陆后,由于受台风后部偏南风急流的影响,一般均会出现明显暴雨天气,故台风登陆后 PM_{10} 浓度有明显下降。

3 小结

暖区辐合、高空槽、变性冷高压、台风等4种典型的天气系统对海西城市群空气质量的影响作用明显,不同系统和同一系统的不同部位影响时对应的污染物扩散条件不一样,导致污染物浓度分布特征也不一样。

(1)当海西城市群受暖区辐合系统影响时,最不利于大气污染物的扩散,暖区辐合中心所在的地方,往往也是 PM_{10} 污染最严重的地方。

(2)当海西城市群受变性冷高压控制时,跟系统所处的位置和强度有很大关系:高压底部控制时,仍较有利于大气污染物的扩散,不容易形成污染;而转为高压后部控制时,容易出现大雾天气,阻碍大气污染物的扩散,易造成大气污染。

(3)当海西城市群受高空槽影响时,有无有效降水的产生是影响污染物浓度变化的关键因子。槽前易出现降水,有利于污染物的清除;而槽后不利于降水,

(下转第246页)

- Antibiotics in the Soil[D]. Guangzhou :Jinan University, 2012. (in Chinese)
- [67] Unold M. Experiments and Numerical Studies on Transport of Sulfadiazine in Soil Columns [D]. Forschungszentrum Jülich, 2010.
- [68] Beulke S, Brown C D, Fryer C J, et al. Lysimeter study to investigate the effect of rainfall patterns on leaching of isoproturon[J]. Pest Management Science, 2002, 58(1): 45–53.
- [69] Elsayed E M, Prasher S O, Patel R M. Effect of nonionic surfactant Brij 35 on the fate and transport of oxytetracycline antibiotic in soil[J]. Journal of Environmental Management, 2013, 116C:125–134.
- [70] Gartiser S, Urich E, Alexy R, et al. Anaerobic inhibition and biodegradation of antibiotics in ISO test schemes[J]. Chemosphere, 2007, 66(10): 1839–1848.
- [71] 李保国, 胡克林, 黄元仿, 等. 土壤溶质运移模型的研究及应用[J]. 土壤, 2005, 37(4): 345–352.
Li Baoguo, Hu Kelin, Huang Yuanfang, et al. Advances in modeling and applications of soil solute transport [J]. Soils, 2005, 37(4): 345–352. (in Chinese)
- [72] 王宝辉, 董荟思, 徐兆明, 等. 多孔介质中污染物溶质迁移模型研究进展[J]. 化工进展, 2010, 29(7): 1338–1343.
Wang Baohui, Dong Huisi, Xu Zhaoming, et al. Research development in migration model of pollutant solute in porous media [J]. Chemical Industry and Engineering Progress, 2010, 29(7): 1338–1343. (in Chinese)
- [73] Zhang F, Yediler A, Liang X. Decomposition pathways and reaction intermediate formation of the purified, hydrolyzed azo reactive dye C.I. Reactive Red 120 during ozonation [J]. Chemosphere, 2007, 67(4): 712–717.
- [74] 张德生. 土壤溶质运移数学模型[D]. 西安: 西安理工大学, 2004.
Zhang Desheng. Study on the Mathematical Model of Solute Transport Through Soils[D]. Xi'an: Xi'an University of Technology, 2004. (in Chinese)
- [75] 任理, 毛萌. 阿特拉津在饱和砂质壤土中非平衡运移的模拟[J]. 土壤学报, 2003, 40(4): 529–537.
Ren Li, Mao Meng. Simulation of nonequilibrium transport of atrazine in saturated sandy loam under steady-state water flow condition[J]. Acta Pedologica Sinica, 2003, 40(4): 529–537. (in Chinese)
- [76] 薛强, 梁冰, 冯夏庭, 等. 石油污染物在地下环境系统中运移的多相流数值模型[J]. 化工学报, 2005, 56(5): 920–924.
Xue Qiang, Liang Bing, Feng Xiating, et al. Numerical modeling with multiphase flow model of petroleum pollutant transport in subsurface environment[J]. Journal of Chemical Industry and Engineering, 2005, 56(5): 920–924. (in Chinese)
- [77] Wehrhan A, Kasteel R, Šimunek J, et al. Transport of sulfadiazine in soil columns—experiments and modelling approaches [J]. Journal of Contaminant Hydrology, 2007, 89(1): 107–135.
- [78] Fan Z, Casey F X, Hakk H, et al. Sorption, fate, and mobility of sulfonamides in soils[J]. Water, Air, & Soil Pollution, 2011, 218(1): 49–61.
- [79] Unold M, Šimunek J, Kasteel R, et al. Transport of manure-based applied sulfadiazine and its main transformation products in soil columns[J]. Vadose Zone Journal, 2009, 8(3): 677–689.

(上接第 126 页)

易造成污染物的堆积。但若高空槽前无有效降水, 则污染物浓度也可能上升。

(4)当海西城市群受登陆台风影响时, 跟城市与登陆台风的相对位置有关。当台风从海西城市群北部登陆影响时, 有利于海西中北部城市污染物的扩散, 南部城市群 PM_{10} 浓度相对较高。当台风从海西城市群中部登陆影响时, 海西城市群 PM_{10} 浓度均有明显降低。当台风从海西城市群南部登陆影响时, 海西中北部城市 PM_{10} 浓度变化不大; 南部城市群在台风登

陆后, PM_{10} 浓度有明显下降。

[参考文献]

- [1] 林祥明, 林永登, 冯宏芳, 等. 利用地面气象资料进行福州市空气质量日报报[J]. 热带气象学报, 2001, 17(3): 320–322.
- [2] 连东英, 林长城, 王宏, 等. 三明市环境空气质量状况与气象条件的关系分析 [J]. 环境与健康杂志, 2008, 25 (10): 880–884.
- [3] 王宏, 林长城, 蔡义勇, 等. 福州市 PM_{10} 突变特征与气象条件的关系研究[J]. 热带气象学报, 2008, 24(5): 564–568.
- [4] 连东英, 林长城, 杨远航, 等. 三明市 PM_{10} 浓度突变及影响因素分析[J]. 气象科技, 2010, 38(6): 674–677.