

吴焕波,陈强,谷新波,等. 一次强沙尘天气过程及其对 PM₁₀时空分布的影响[J]. 干旱气象,2018,36(1):117-123, [WU Huanbo, CHEN Qiang, GU Xinbo, et al. Analysis of a Severe Dust Weather and its Effect on Temporal and Spatial Distribution of PM₁₀ Concentration[J]. Journal of Arid Meteorology, 2018, 36(1):117-123], DOI:10.11755/j.issn.1006-7639(2018)-01-0117

一次强沙尘天气过程及其对 PM₁₀时空分布的影响

吴焕波¹,陈强²,谷新波¹,冯震¹,王旭东¹

(1. 内蒙古自治区气象服务中心,内蒙古 呼和浩特 010051;2. 兰州大学大气科学学院,
半干旱气候教育部重点实验室,甘肃 兰州 730000)

摘要:2017年5月3—6日内蒙古出现了一次强沙尘天气,内蒙古各城市AQI值达到500。利用常规气象资料和MICAPS资料,结合HYSPLIT(hybrid single particle lagrangian integrated trajectory)模式分析本次沙尘天气成因。利用PM₁₀小时监测值和AQI资料,从时空两方面评估沙尘天气对途经各城市PM₁₀质量浓度分布的影响程度。结果表明:地面受冷高压和蒙古气旋影响,冷锋快速东移,高空槽和低涡东移发展,使高空强冷空气南下东移,配合有利的层结条件和外来沙尘的长距离输送,导致沙尘天气爆发;沙尘天气对PM₁₀质量浓度的影响表现为前期主要影响西部和东部,中期对全区均有影响,后期主要对东部有影响。另外,中期为污染最严重时段。空间影响可划分为西部、中部、东部和通辽市4类,且从西到东、从北到南有一定的滞后性,滞后时间为1~10 h。

关键词:强沙尘天气;大气环流;PM₁₀质量浓度;时空分布

文章编号:1006-7639(2018)01-0117-07 DOI:10.11755/j.issn.1006-7639(2018)-01-0117

中图分类号:P425.5⁺5

文献标志码:A

引言

沙尘天气是发生在干旱半干旱、沙漠及其邻近地区的灾害性天气。沙尘天气发生时,由于外来沙尘源输送的影响,空气中颗粒物浓度急剧增加,可吸入颗粒物(inhalable particulate matter, PM₁₀)成为沙尘天气过程中首要大气污染物^[1],对全球及区域气候^[2]、人体健康^[3-4]和城市空气质量^[5-8]等均有显著影响,另外沙尘天气以大风、沙埋及风蚀等形式对畜牧业、农业等也有很大影响^[9]。其中最直接的影响为短时间内PM₁₀质量浓度骤升,大气能见度降低。

沙尘天气的形成必须满足3个基本条件:沙尘源、大风和不稳定大气层。随着沙漠化治理,近年来我国沙尘天气有减少趋势,但强沙尘天气仍频发。对沙尘天气的沙尘成因^[10-12]、沙尘传输^[13-14]和天气学诊断^[15-16]等已有许多相关研究,有关沙尘天气PM₁₀质量浓度的分布特征也有相关研究^[17]。但沙

尘天气途经各城市时造成的污染特征不一,在不同阶段造成的污染程度不同,因此,可以通过分析沙尘期间PM₁₀质量浓度的时间、空间分布,研究沙尘天气对其途经的各个城市的空气质量影响特征。内蒙古位于中国北部边疆,由于特定的地形和地理位置,具有温带高原干旱半干旱气候特点,年降水量少、沙源丰富,是中国北方沙尘天气高发区之一,也是主要沙尘源地之一^[18]。2017年5月3—6日内蒙古地区爆发了一次影响全区的强沙尘天气。通过研究典型强沙尘天气的成因及其对PM₁₀时空分布的影响,对沙尘的预报预警改善、各城市沙尘天气发生时采取合理有效本地化的应对措施有一定意义。

1 资料与方法

1.1 后向轨迹模式

后向轨迹模式(hybrid single particle lagrangian integrated trajectory model, HYSPLIT)是由NOAA和

收稿日期:2017-08-01;改回日期:2017-11-10

基金项目:半干旱气候变化教育部重点实验室开放课题项目(lzujbky-2017-kb02)资助

作者简介:吴焕波(1989—),女,山西天镇人,工程师,硕士,主要从事大气环境污染方面的研究。E-mail:wuhh509576@163.com。

通讯作者:陈强(1969—),男,教授,理学博士,主要从事大气化学、大气污染等研究。E-mail:chenqch@lzu.edu.cn。

澳大利亚气象局合作开发的一种欧拉和拉格朗日型混合的计算模式。其平流和扩散的处理采用拉格朗日方法,而浓度计算采用欧拉方法。模式中假定质点的轨迹随风场运动,轨迹是质点在空间和时间的积分。质点所在位置的矢量速度在时间和空间上都由线性插值得出。

1.2 气象资料及方法

利用沙尘前期内蒙古 12 个城市地面气象站的常规气象观测资料分析沙尘天气发生前下垫面温湿情况,结合气象信息综合分析处理系统(meteorological information comprehensive analysis and processing system, MICAPS),绘制海平面气压场、500、850 hPa 等高线、等温线和温湿层结分布图,分析沙尘期间地面、850、500 hPa 形势场和层结特征,结合 HYSPLIT 模式分析沙尘的来源,其中 NCEP 再分析资料为从 ARL 获取的 GDAS 同化数据,水平分辨率为 $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ 。

1.3 大气环境资料及方法

利用 2017 年 5 月 3 日 00:00(北京时,下同)至 6 日 23:00 国家环保局下发的内蒙古区域内 44 个监测站 PM_{10} 质量浓度小时监测值和空气质量指数(air quality index, AQI)分析本次沙尘对各城市 PM_{10} 质量浓度的时空分布影响。为具有代表性,将每个城市的监测站资料求均值,分别从时间和空间分布评估沙尘天气对内蒙古各城市空气质量的影响程度。其中空间分布采用聚类分析方法中的系统聚类方法,用样本间的平方欧式距离来衡量各城市沙尘期间 PM_{10} 质量浓度的相似度,绘制聚类谱系图,根据聚类结果对各城市进行区域划分,并应用方差分析评价类与类之间差异的显著性以及聚类划分区域的可行性。

2 结果与分析

2.1 天气过程实况

图 1 为内蒙古所在位置及区划图。2017 年 5 月 3—6 日,内蒙古出现一次强沙尘天气。5 月 3 日 06:00,蒙古国西部和阿拉善盟北部首先出现沙尘;15:00 左右,乌海市、巴彦淖尔市出现沙尘,并不断加强,AQI 值均达到 500;22:00 西部沙尘天气再一次加强,影响区域向东推至锡林郭勒盟,中西部地区 AQI 值达到 500。4 日 02:00,沙尘影响区域向东推进至兴安盟、呼伦贝尔市;21:00 左右,发生第 2 轮沙尘天气。5 日 07:00 除东部地区外沙尘过程结束,至 6 日 20:00,全区沙尘天气结束,各城市 PM_{10} 质量浓度降低。图 2 为沙尘期间乌海市地面风速和

能见度逐时变化。在沙尘最严重时段,能见度降低至 1 km 以下,且持续时间长,地面风速最大超过 $20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,其余城市类似(图略)。

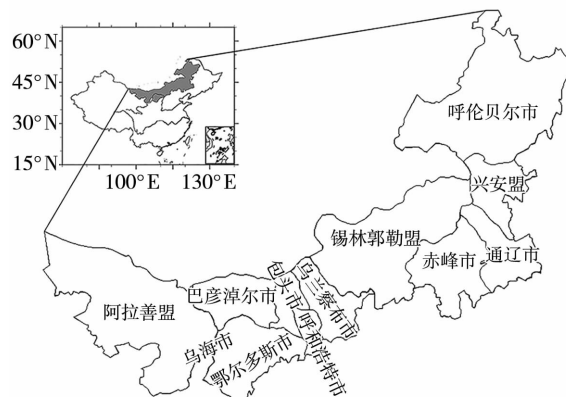


图 1 内蒙古所在位置及区划图

Fig. 1 The location and zoning map of Inner Mongolia

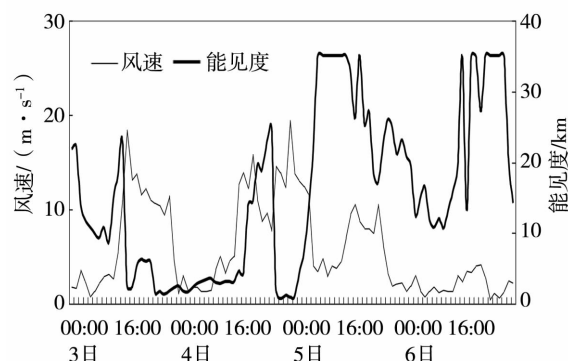


图 2 乌海市 2017 年 5 月 3—6 日地面风速和能见度逐时变化

Fig. 2 The hourly variation of surface wind speed and visibility in Wuhai city during May 3–6, 2017

2.2 沙尘天气成因

2.2.1 下垫面温湿情况

据统计,沙尘天气发生前 10 d 全区平均气温比常年偏高 $1 \sim 2^{\circ}\text{C}$,降水量大部分地区偏少,相对湿度小于 50%,中东部地区甚至小于 30%。由此可见,前期全区大部气温偏高、降水偏少,近地面大气相对干燥,导致地表土壤干燥、疏松,为本次沙尘天气提供了丰富的物质源。

2.2.2 地面冷锋及蒙古气旋

根据地面形势,3 日 08:00[图 3(a)],冷高压位于新疆北部,中心气压为 1022.5 hPa,蒙古气旋中心气压为 991.8 hPa,底部位于内蒙古中东部地区,内蒙古西部地区位于冷锋后部,阿拉善盟出现沙尘。4 日 08:00[图 3(b)],冷高压中心加强至 1042.5 hPa,蒙古气旋东移加强,中心气压降为

987.4 hPa, 锡林郭勒盟以东地区出现沙尘。4日20:00, 锋区加强, 内蒙古中部地区出现沙尘, 5日08:00, 高压中心东扩南压, 外围气流影响阿拉善盟中部, 蒙古气旋中心到达兴安盟, 到6月20:00 [图3(c)], 内蒙古地区沙尘天气结束。

2.2.3 高空环流形势

根据500 hPa和850 hPa形势场, 500 hPa高空槽

及850 hPa低涡快速东移发展。3日08:00 500 hPa [图4(a)] 欧亚大陆为两脊一槽形势, 新疆西北部的高压脊经向度明显, 脊前偏北气流强盛; 850 hPa [图4(d)] 温度场落后于高度场, 有强冷平流。3日20:00, 500 hPa 低压中心南压东移, 伴有-36℃的冷舌, 高空槽变成深的U形槽, 内蒙古中西部上空受强西风气流控制, 东部地区受西南气流控制。

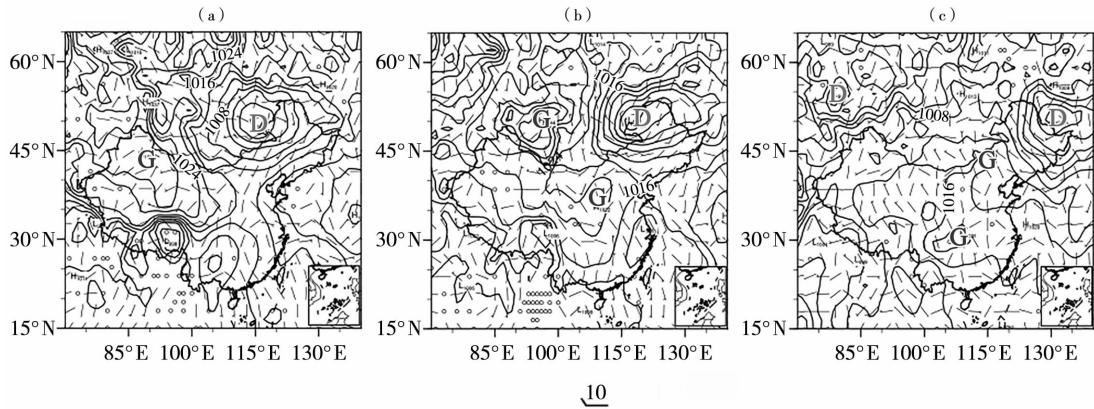


图3 2017年5月3日08:00(a)、4日08:00(b)及6日20:00(c)海平面气压(等值线, 单位:hPa)和地面风(风向杆, 单位:m·s⁻¹)场分布

Fig. 3 The sea level pressure (contour, Unit:hPa) and surface wind (stem, Unit:m·s⁻¹) fields at 08:00 BST on 3 (a), 08:00 BST on 4 (b) and 20:00 BST on 6 (c) May, 2017

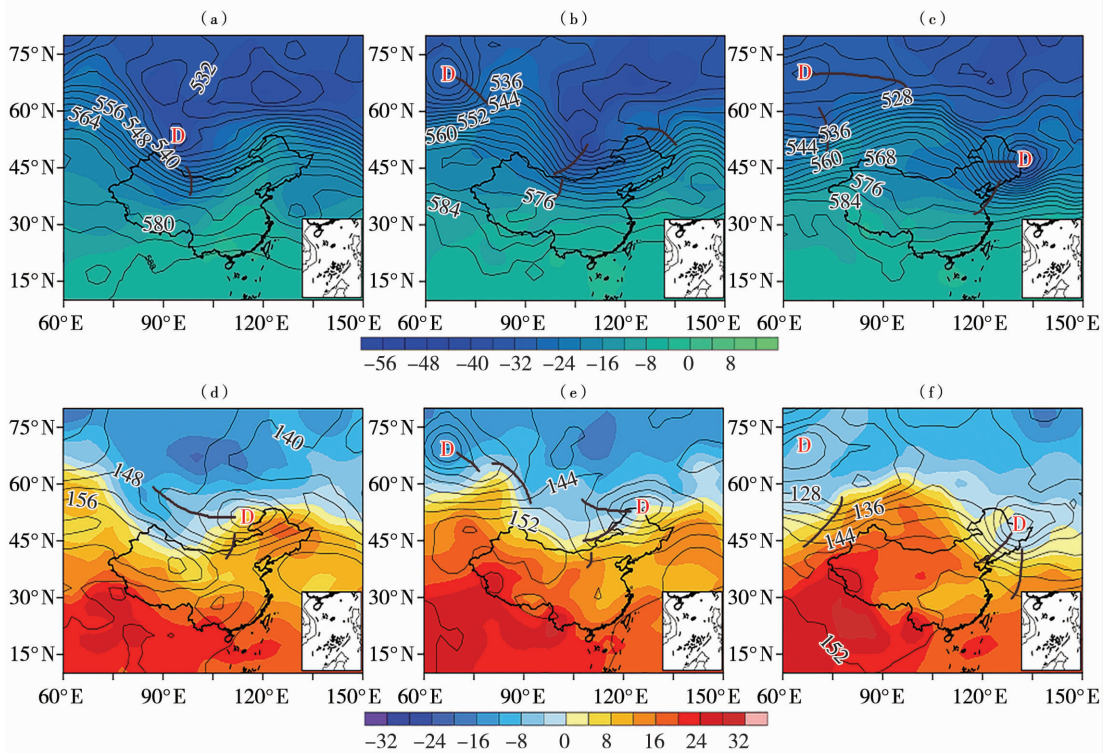


图4 2017年5月3日08:00(a,d)、4日08:00(b,e)及6日20:00(c,f)500 hPa(a,b,c)、850 hPa(d,e,f)高度场(等值线, 单位:dagpm)和温度场(填色区, 单位:°C)

Fig. 4 The height (contour, Unit: dagpm) and temperature (shaded, Unit: °C) field on 500 hPa (a,b,c) and 850 hPa (d,e,f) at 08:00 BST on 3 (a,d), 08:00 BST on 4 (b,e) and 20:00 BST on 6 (c,f) May, 2017

4 日 20:00, 500 hPa [图 4(b)] 低压中心加强东移, 伴有 -44°C 的冷中心, 全区上空受强偏西风气流控制, 东部地区伴有冷平流; 850 hPa [图 4(e)] 低涡较之前北缩东移, 阿拉善盟至乌兰察布市处于低涡后部、高压脊顶部, 锡林郭勒盟以东受东北—西南向槽影响。5 日 08:00 500 hPa 高压脊再次东移, 槽东移南压, 脊前北风气流到达内蒙古中部上空, 槽线到达锡林郭勒盟中部上空; 850 hPa 低涡到达内蒙古呼伦贝尔市北部上空, 内蒙古中西部地区受高压脊控制, 兴安盟、通辽市和赤峰市一带受南北向槽影响。

6 日 20:00, 500 hPa [图 4(c)] 和 850 hPa [图 4(f)], 高压脊减弱东移, 蒙古气旋东移减弱, 移出内蒙古区域。

2.2.4 层结条件

大气层结稳定度可以使用位温(θ)、假相当位温(θ_{se})和饱和假相当位温(θ_e)的垂直分布来表征^[16]; 比湿(q)垂直分布可反映大气层结水汽状况。选取临河区探空资料, 得到“3 θ ”垂直分布廓线和比湿垂直分布(图 5)。

沙尘暴发生前[图 5(a)], θ_{se} 和 θ_e 线 700 hPa 以下距离接近, 表明此时低层空气湿度较大。低层 $\frac{\partial\theta}{\partial z} > 0$, 而 $\frac{\partial\theta_{se}}{\partial z} < 0$, 大气层结为条件不稳定状态, 这

是一种潜在的不稳定状态, 之后如果有系统经过, 往往会造成比较强烈、大范围的对流性天气^[19], 而此次沙尘暴的触发机制为蒙古气旋的爆发。沙尘期间 [图 5(b)], 500 hPa 以下, 随时间变化, θ_{se} 和 θ_e 之间距离越来越大, 表明 500 hPa 以下大气越来越干燥, 从比湿廓线也可得出相同结论; 由图 5(c) 可知, 低层 $\frac{\partial\theta_{se}}{\partial z} > 0$, 大气层结稳定, 700 ~ 500 hPa 的 θ_{se} 几乎垂直于横坐标, 大气层为中性层结, 500 hPa 以上为稳定层结。5 日 20:00 沙尘暴结束后 [图 5(d)], 700 hPa 以下大气层结呈中性。从风廓线变化可知, 沙尘期间, 各层风向逐渐转北, 风速增大, 动量下传。

2.2.5 沙尘传输路径

从西到东, 依次选取乌海市、呼和浩特市、通辽市和呼伦贝尔市为起点, 用 HYSPLIT 模式模拟 4 个城市 3—6 日 00:00 后向 24 h 沙尘传输路径, 模拟高度为 100 m、500 m 和 1 000 m, 结果如图 6 所示。

2—3 日西部各高度层气流轨迹为西北向, 高度为 0 ~ 4 km, 途经巴丹吉林沙漠, 携带一定沙尘; 3—4 日全区大部各高度层气流轨迹为偏西方, 高度为 0 ~ 2 km, 途经古尔班通古特沙漠、巴丹吉林沙漠和蒙古国中东部, 携带大量沙尘进入内蒙古大部地区, 东

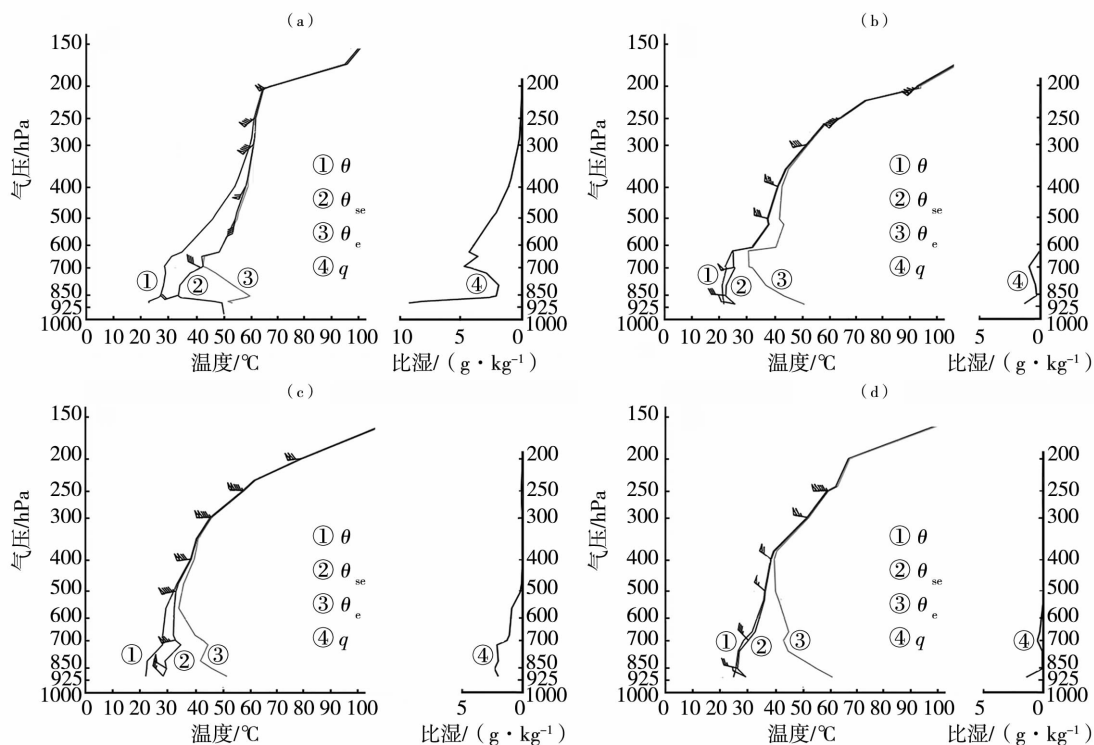


图 5 2017 年 5 月 2 日 20:00(a)、3 日 20:00(b)、4 日 20:00(c)、5 日 20:00(d) θ 、 θ_{se} 、 θ_e 和 q 垂直分布廓线

Fig. 5 Vertical profile of θ , θ_{se} , θ_e and q at 20:00 BST on 2 (a), 3 (b), 4 (c) and 5 (d) May, 2017

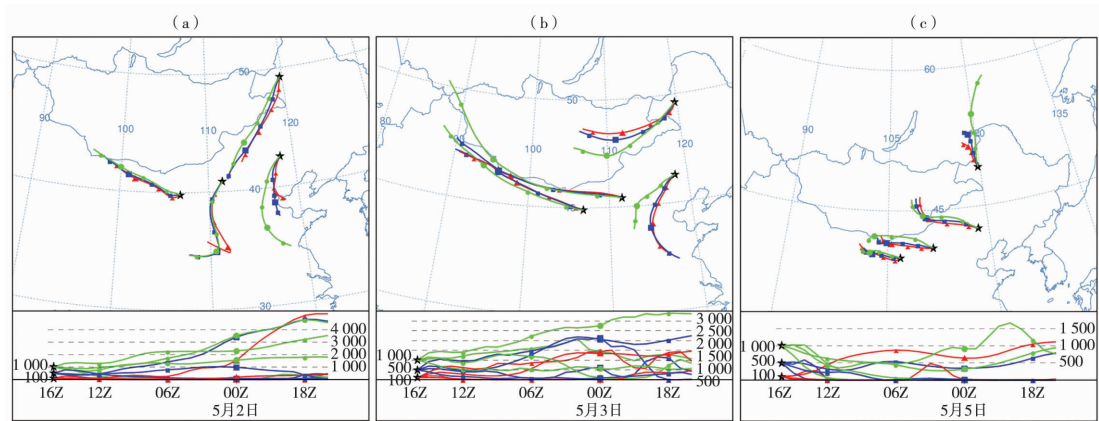


图 6 2017 年 5 月 3 日(a)、4 日(b)和 6 日(c) 00:00 后向 24 h 轨迹模拟
Fig. 6 The 24 h backward trajectory at 00:00 BST on May 3 (a), 4 (b) and 6 (c) 2017

部偏南地区各高度层气流轨迹为偏南方向,高度可达 3 km,PM₁₀质量浓度较其他地区低;4—5 日全区各高度层气流轨迹为偏北偏西方向,高度可达 5 km,西部和中部地区气流轨迹途经古尔班通古特沙漠、巴丹吉林沙漠和蒙古国,东部偏南地区气流轨迹途经河套地区,东北地区的传输气流途经呼伦贝尔市北部到俄罗斯境内,以上传输路径都携带大量沙尘粒子,经长距离输送,导致全区沙尘天气爆发;5—6 日全区各高度层气流路径仍然为偏西偏北路径,但风速减小,沙尘天气基本结束。

综上所述,本次强沙尘天气的成因为中西部地区下垫面干燥疏松,地面蒙古气旋过境,配合高空冷空气南下东移,再加上有利的层结条件和外来沙尘的长距离输送,导致沙尘天气爆发。

2.3 PM₁₀质量浓度分布影响

分析内蒙古各城市 5 月 3—6 日 PM₁₀质量浓度和 AQI 值(以下简称 PM₁₀、AQI)。统计各城市沙尘期间 PM₁₀平均值、最大值及 AQI 爆表时间,结果如图 7

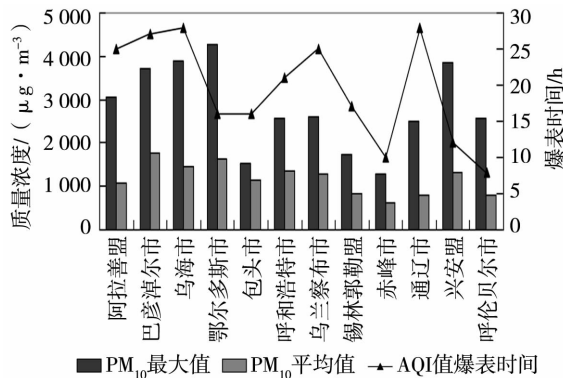


图 7 沙尘期间内蒙古各城市 PM₁₀平均值、最大值及 AQI 值爆表时间

Fig. 7 The mean, maximum concentration of PM₁₀ and the duration of AQI reaching the upper limit in each city of Inner Mongolia

所示,各城市 PM₁₀最大值的变化范围为 1 288.0 ~ 4 277.0 μg · m⁻³; PM₁₀平均值的变化范围为 609.0 ~ 1 775.1 μg · m⁻³;各城市 AQI 爆表时间为 8 ~ 28 h。可见本次沙尘天气对全区各城市 PM₁₀质量浓度影响明显,空气质量严重下降,且持续时间长。

2.3.1 各城市 PM₁₀质量浓度时间分布

根据天气系统的强弱,将沙尘天气分为前期(3 日 00:00—14:00)、中期(3 日 15:00 至 5 日 07:00)和后期(5 日 08:00 至 6 日 23:00)3 个阶段,对比各阶段内各城市的污染情况,结果如图 8 所示。

前期沙尘天气主要影响西部和东部城市,对中部地区影响较小;中期 PM₁₀质量浓度从大到小出现的区域,分别为西部、中部和东部,影响从西到东逐渐减小;后期东部城市的 PM₁₀质量浓度较高。另外,中期各城市的 PM₁₀质量浓度远高于前期和后期,平均值范围为 445.1 ~ 1 676.9 μg · m⁻³,前期和后期各城市 PM₁₀浓度除通辽市以外差别不大,平均值范围分别为 68.6 ~ 292.8 μg · m⁻³和 75.6 ~ 257.2 μg · m⁻³。

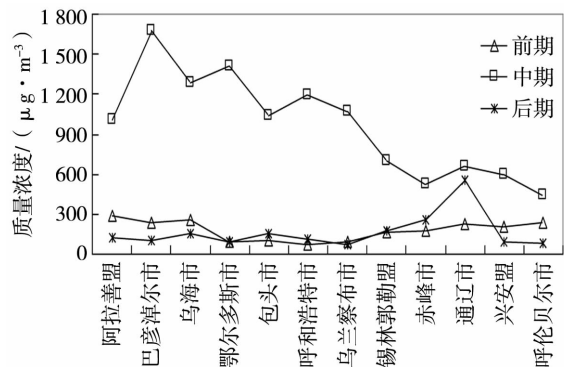


图 8 内蒙古各城市不同阶段平均污染情况

Fig. 8 The average air pollution levels at different stages in each city of Inner Mongolia

2.3.2 各城市 PM₁₀质量浓度空间分布

对 12 个城市 5 月 3—6 日 PM₁₀小时质量浓度进行聚类,方差分析表明其通过了 0.01 的显著性水平 (F=4.981, Sig. =0.002 <0.01)。最终将 12 个城市聚为 4 类:第 1 类为阿拉善盟、巴彦淖尔市和乌海市;第 2 类为鄂尔多斯市、包头市、呼和浩特市、乌兰察布市和锡林郭勒盟;第 3 类为赤峰市、兴安盟和呼伦贝尔市;第 4 类为通辽市。如表 1 和图 9 所示。

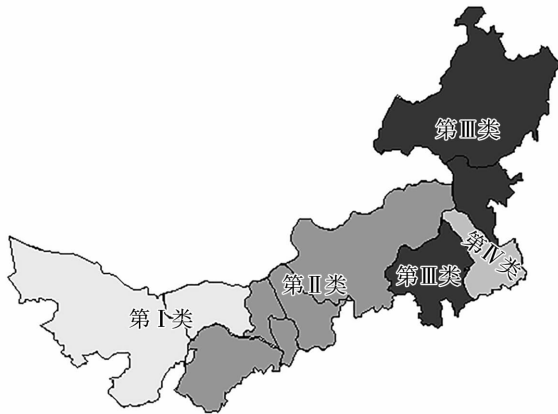


图 9 PM₁₀质量浓度空间分布聚类结果
Fig.9 The spatial distribution clustering of PM₁₀ concentration

根据聚类结果对内蒙古各城市进行区域划分,并由各城市 PM₁₀及 AQI 分布(图 10 给出阿拉善盟 PM₁₀、AQI 分布,其他图略)可知:(1)阿拉善盟、巴彦淖尔市和乌海市的 PM₁₀、AQI 均有 3 个明显峰值,第 1 个峰值 AQI 均小于 500,第 2 个和第 3 个峰值 AQI 均达到 500;(2)鄂尔多斯市、包头市、呼和浩特市、乌兰察布市和锡林郭勒盟的 PM₁₀、AQI 变化趋势类似,最大值出现时间从西到东、从北到南有一定的滞后性,随时间推移,PM₁₀、AQI 波动性降低,在 5 日 00:00 左右出现低值,随后 PM₁₀、AQI 迅速升高,形成次峰值,从西到东次峰值不仅有一定的滞后,且峰值依次减小;(3)赤峰市、兴安盟和呼伦贝尔市的 PM₁₀、AQI 在 3 日 20:00 之前均有一个小峰值出现,从 3 日 20:00 之后各城市依次出现 3~4 个峰值,且从西到东、从北到南有一定的滞后性,5 日 07:00 以后各城市 PM₁₀、AQI 降低,其中赤峰市和呼伦贝尔市由于受系统残留的影响,6 日再次产生沙尘,到 6 日 23:00 全部结束;(4)通辽市前期类似东部其他城市,后期受系统残留,又一次发生沙尘天气,且影响严重,但持续时间短。

此次沙尘过程,从西到东,从北到南,PM₁₀质量浓度峰值出现时间存在一定滞后,滞后时间为 1~10 h。

表 1 聚类结果及方差分析

Tab.1 The clustering result and variance analysis

类别	城市	R 均值
第 I 类	阿拉善盟、巴彦淖尔市、乌海市	0.730*
第 II 类	鄂尔多斯市、包头市、呼和浩特市、乌兰察布市、锡林郭勒盟	0.729*
第 III 类	赤峰市、兴安盟、呼伦贝尔市	0.634*
第 IV 类	通辽市	—

注: * 表示 R 均值均通过 α=0.01 的显著性水平,“—”表示不存在。

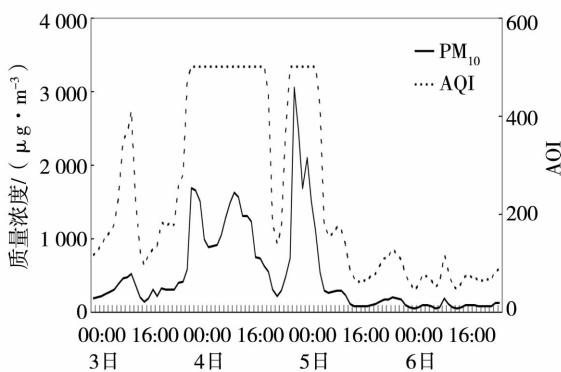


图 10 阿拉善盟 2017 年 5 月 3—6 日 PM₁₀质量浓度和 AQI 逐时分布

Fig.10 The hourly evolution of PM₁₀ concentration and AQI in Alashan city during May 3-6, 2017

3 结论

(1)下垫面干燥疏松、地面蒙古气旋过境、高空冷空气南下东移,配合有利的层结条件和充分的沙尘远距离输送,导致本次沙尘天气爆发。

(2)沙尘天气前期对 PM₁₀质量浓度的影响主要在西部和东部;中期对全区均有影响,从西到东逐渐减弱,且为污染最严重时段;后期主要对东部有影响。空间特征可划分为西部、中部、东部和通辽市 4 类,区域特征明显,PM₁₀质量浓度峰值出现时间从西到东,从北到南,存在一定滞后,滞后时间为 1~10 h。

参考文献:

[1] 杨欣,陈义珍,刘厚凤,等. 北京春季一次沙尘气溶胶污染过程

- 观测[J]. 中国环境科学,2017,37(1):87-94.
- [2] 周旭,张辐,孙乃秀,等. 一次沙尘天气过程中沙尘气溶胶对辐射的影响[J]. 干旱气象,2016,35(5):763-711.
- [3] 王旗,廖逸星,毛毅,等. 沙尘天气导致人群健康经济损失估算[J]. 环境与健康杂志,2011,28(9):804-808.
- [4] HONDA A, MATSUDA Y, MURAYAMA R, et al. Effects of Asian sand dust particles on the respiratory and immune system[J]. Journal of applied toxicology, 2014,34(3):250-257.
- [5] 陈杰,赵素平,殷代英,等. 沙尘天气过程对中国北方城市空气质量的影响[J]. 中国沙漠,2015,35(2):423-430.
- [6] 陈跃浩,高庆先,高文康,等. 沙尘天气对大气环境质量影响的量化研究[J]. 环境科学研究,2013,26(4):364-369.
- [7] HUANG X X, WANG T J, JIANG F, et al. Studies on a severe dust storm in East Asia and its impact on the air quality of Nanjing, China[J]. Aerosol and Air Quality Research, 2013,13(1):179-193.
- [8] 李亮,李健军,王瑞斌,等. 2005—2010年沙尘天气影响我国城市环境空气质量分析[J]. 中国环境监测,2013,29(3):15-19.
- [9] KOBAYASHI Y, SHIMADA A, NEMOTO M, et al. Adverse effects of inhaled sand dust particles on the respiratory organs of sheep and goats exposed to severe sand storms in Mongolia[J]. Folia Histochemica ET Cytobiologica, 2014,52(3):244-249.
- [10] 杨彩云. 2010年内蒙古中西部地区一次强沙尘暴的天气分析[J]. 内蒙古气象,2014,(5):16-19.
- [11] 段海霞,李耀辉. 2013年春季沙尘天气特征及其成因[J]. 干旱气象,2014,32(3):359-365.
- [12] 高玲,吕娜,任楠,等. 内蒙古“4.23”沙尘暴天气的环流背景及成因[J]. 山西气象,2011,(2):4-8.
- [13] TAN S C, LI J W, CHE H Z, et al. Transport of East Asian dust storms to the marginal seas of China and the southern North Pacific in spring 2010[J]. Atmospheric Environment, 2017,148:316-328.
- [14] TAN S C, LI J W, GAO H W, et al. Satellite-observed transport of dust to the East China Sea and the North Pacific Subtropical Gyre; contribution of dust to the increase in chlorophyll during spring 2010[J]. Atmosphere, 2016,7(11):152.
- [15] 马素艳,韩经纬. 2014年内蒙古春季一次寒潮天气过程诊断分析[C]//第31届中国气象学会年会 S2 灾害天气监测、分析与预报. 北京:气象出版社,2014.
- [16] 顾润源,陈磊,周伟灿,等. 一次强沙尘暴的近地层气象要素及内部热力,动力结构特征[J]. 大气科学学报,2014,37(4):414-424.
- [17] 马雁军,刘宁微,洪也,等. 2011年春季辽宁一次沙尘天气过程及其对不同粒径颗粒物和空气质量的影响[J]. 环境科学学报,2012,32(5):1160-1167.
- [18] 元天刚,陈思宇,康丽泰,等. 1961-2010年中国北方沙尘暴区沙尘强度时空分布特征及变化趋势[J]. 干旱气象,2016,34(6):927-935.
- [19] 陈磊,顾润源,姜学恭,等. 内蒙古中西部一次强沙尘暴天气过程的诊断分析 I——背景场分析[J]. 干旱区资源与环境, 2013,27(1):137-141.

Analysis of a Severe Dust Weather and its Effect on Temporal and Spatial Distribution of PM₁₀ Concentration

WU Huanbo¹, CHEN Qiang², GU Xinbo¹, FENG Zhen¹, WANG Xudong¹

(1. Inner Mongolia Meteorological Services Center, Hohhot 010051, China;

2. Key Laboratory for Semi-Arid Climate Change of the Ministry of Education/College of Atmospheric Sciences, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China)

Abstract: A severe dust weather outbreak in Inner Mongolia on May 3-6, 2017 and the value of AQI in each city of Inner Mongolia was up to 500. The dust weather process was analyzed based on meteorological observation data, MICAPS system and hybrid single particle lagrangian integrated trajectory (HYSPLIT) model. According to hourly monitoring data of PM₁₀ and AQI data, the impact of dust weather on temporal and spatial distribution of PM₁₀ concentration in Inner Mongolia was assessed. The results were as follows: the surface controlled by the strong cold high pressure and Mongolia cyclone, the cold front moving quickly from west to east, the strong upper cold air going down southward and moving eastward, which caused by the upper trough and low vortex moving eastward and development, the favorable stratified conditions and long distance transport of dust, these factors resulted in this strong dust weather. The temporal impact of the dust weather on concentration of PM₁₀ was as follows: western and eastern cities, the whole region and eastern cities in Inner Mongolia were affected by the dust weather during the first, second and the last stages, respectively. The second stage was the period in which air pollution was expected to reach the ‘very high’ or ‘severe’ level. The whole Inner Mongolia region was divided into four areas: the western, the centre, the eastern and Tongliao city. According to the spatial effect of the dust weather on concentration of PM₁₀ by cluster analysis, the air pollution had some delay from west to east and from north to south, and the delay ranged from 1 to 10 hours.

Key words: severe dust weather process; air circulation background; concentration of PM₁₀; temporal and spatial distribution