

2010 年杭州地区一次持续浮尘天气成因分析

徐柳韵¹ 孟永军² 黄春涛² 陆耀辉² 章莹菁²

(1. 余杭区气象局, 浙江 余杭 311100; 2. 桐庐县气象局, 浙江 桐庐 311500)

摘要:利用 National Centers for Environmental Prediction 及环境监测站大气成分监测资料, 分析了 2010 年 3 月 21—22 日杭州地区浮尘天气的影响系统及污染特征, 得出“3·21”浮尘天气发生时, 空气质量等级为重度污染, 吸入颗粒物的浓度达到罕见的高值; 浮尘天气源自北方蒙古的沙尘暴, 并随着强冷空气先自西向东、后自北向南先后影响到我国西北、华北、东北至华东北部地区、长江中下游等地区。当 700 hPa 高空槽过境, 干冷空气侵入且配合下沉运动时, 大量沙砾被带到近地面, “浮尘”天气爆发; 之后在高压系统控制下, 近地面风向的迅速变化, 较湿的偏东气流阻滞及弱的湍流作用, 使得沙尘粒子难以扩散, 不易沉降, 浮尘天气维持。

关键词:浮尘; 污染; 成因; 诊断

0 引 言

2010 年 3 月 20 日前后一股较强冷空气自北而南袭击了大半个中国, 并伴随严重的沙尘暴、扬沙和浮尘现象, 这次沙尘暴、扬沙及浮尘现象强度之强, 范围之广, 实属罕见。这股冷空气在 21 日经过杭州地区时, 出现了浮尘天气现象。浮尘, 在中国气象局的《地面观测规范》中^[1], 定义为: “尘土、细沙均匀地浮游在空中, 使水平能见度小于 10.0 km。多为远处尘沙经上层气流传播而来, 或为沙尘暴、扬沙出现后尚未下沉的细粒浮游空中而成”。我国北方春季强冷空气活动频繁, 地面干燥, 土质疏松, 沙源充足, 与之相伴的大风极易将地面沙尘卷起形成沙尘暴。因而我国北方是亚洲一个沙尘暴多发区, 主要在春季发生。我国学者针对沙尘暴机制的研究已有很多, 取得了很大的进展^[2-7], 总结出强风、沙源、大气层结不稳定是沙尘暴发生的 3 个基本条件。杨晓玲等^[8]、肖贤俊等^[9]、王文等^[10]、王劲松^[11]等对部分沙尘暴个例进行分析, 总结出了一定的预报思路和要点。但对南方地区浮尘天气的研究较少。本文利用 National Centers for Environmental Prediction 及环境监测站大气成分监测资料, 针对 2010 年 3 月 21—22 日杭州地区浮尘天气过程的成因进行分析, 以期今后浮尘天气的预报提供一定的参考。

1 过程实况分析

1.1 天气实况

2010 年 3 月 21—22 日杭州地区出现浮尘天气, 定时观测水平能见度均在 8 km 以下, 其中 21 日 08 时杭州水平能见度只有 2 km。远处的景物均呈土黄色, 天空中无云, 目视太阳呈苍白色, 垂直能见度也很差。到 22 日 20 时观测时, 影响能见度的天气现象变化不大。22 日夜里起出现降雨, 浮尘天气结束。杭州各测站能见度变化见表 1。

1.2 空气质量实况

本文以桐庐站(杭州地区中部)资料进行分析。图 1 是 3 月 18—25 日桐庐县环境监测站空气质量自动监测数据, 清晰地反映了这次浮尘天气的空气污染情况。

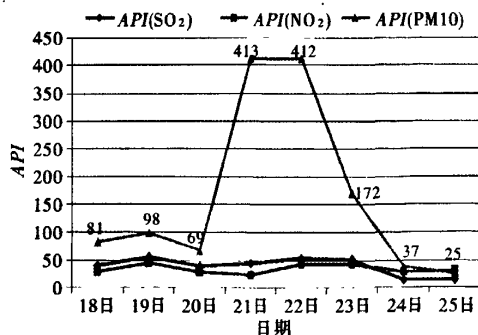


图 1 3 月 18—25 日桐庐县环境监测站
空气质量自动监测数据

收稿日期: 2010-06-01

表 1 杭州地区各观测站 3 月 20—23 日能见度

km

日期	20 日				21 日				22 日				23 日			
时次	02	08	14	20	02	08	14	20	02	08	14	20	02	08	14	20
杭州	11.0	12.0	6.0	5.0	2.0	2.0	2.5	7.0	7.0	6.0	6.0	8.0	3.0	4.0	6.0	4.0
萧山		15.0	7.0	6.0		3.0	5.0	12.0		4.0	5.0	5.0		3.0	5.0	6.0
临安	20.0	22.0	11.0	12.0	6.0	3.5	3.0	6.0	12.0	8.0	8.0	7.0	13.0	8.0	15.0	12.0
富阳		18.0	7.0	7.0		4.0	4.0	11.0		6.0	7.0	7.0		6.0	11.0	8.0
桐庐		20.0	8.0	7.0		5.0	4.0	5.0		7.0	8.0	8.0		8.0	8.0	9.0
建德		11.0	12.0	11.0		6.0	3.0	6.0		8.0	6.0	6.0		8.0	11.0	8.0
淳安	20.0	20.0	20.0	10.0	12.0	7.0	5.0	6.0	6.0	7.0	6.0	6.0	6.0	8.0	15.0	12.0

3 月 20 日以前反映空气质量中 PM10 的空气污染指数 *API* 值在 100 以下,空气质量等级为良。21—22 日 PM10 的 *API* 分别达到 413 ~ 412,达到重度污染(*API* ≥ 300 为重度污染)程度。23 日起明显下降,但 PM10 仍较高,这是 22 日下午到夜里污染仍较重的贡献值。而反映汽车尾气及煤化石燃气等 SO₂, NO₂ 有害气体的 *API* 值变化平稳,基本维持在 50 以下,质量等级为优。

2 浮尘天气气候概况

分析桐庐站 1959—2009 年的资料,以观测出现一次浮尘天气现象为一个浮尘日,在 51 a 中共出现 177 个浮尘日,见图 2、表 2。

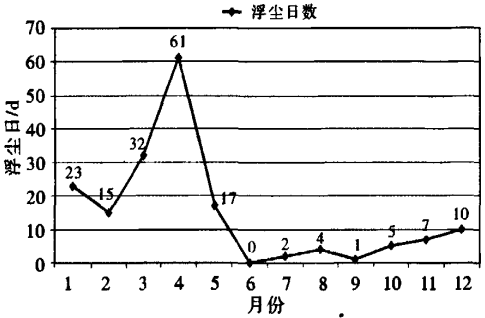


图 2 桐庐县 1959—2009 年各月浮尘日数分布

表 2、图 2 可以清楚的反映出各月浮尘日数的变化情况,其中 3—4 月是浮尘天气发生的主要时期,占到全年浮尘发生的 52.6%,而 6—10

表 2 桐庐站各月出现浮尘日数所占比例

%

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
各月浮尘占比/%	13.0	8.5	18.1	34.5	9.6	0.0	1.1	2.3	0.6	2.8	4.0	5.6

月为全年浮尘发生的低频时期,仅占到全年浮尘日数的 6.8%。杨东贞等指出,3,4 和 5 月北方沙尘暴发生次数偏高,尤其以 4 月份沙尘暴发生次数为全年最高。5 月以后沙尘暴发生次数急剧下降,9 月和 10 月为最低^[12]。杭州地区(桐庐代表站)的浮尘发生的季节变化和北方沙尘暴发生的季节变化基本相同,而对沙尘暴较较成熟的研究分析也为本文浮尘天气的客观成因分析提供一定的参考借鉴作用。

3 成因分析

3.1 大气环流分析

从地面图(图略)上可以看到,3 月 18—20 日在蒙古气旋带来的冷空气自西向东开始影响

我国北方地区,引发了一次大范围的强沙尘暴过程。到 20 日下午起冷空气影响至长江中下游地区,杭州地区即出现浮尘天气,浮尘天气到 22 日夜里结束。

对应的高空图上反映了这次冷空气的移动特征。以 700 hPa 为例(图 3),3 月 20 日 08 时,高空槽已移至我国东北地区,等温线和等高线几乎成 90°角,表明冷平流和斜压性很强,系统发展强烈。但由于槽前以偏西气流为主,因此地面基本无雨区配合,为干冷空气过程。杭州地区仍在西南气流的控制下,回温较明显,至 20 时高空槽过境冷空气影响杭州地区,并继续东移南压,上游地区大风、沙尘天气所产生的沙尘粒子随西北气流向下游输送,并开始影响到地

面;21—22日在高压脊控制下,天气稳定,浮尘天气维持。3月23日另一股冷空气配合高空槽,在杭州地区出现明显降水,浮尘天气结束。

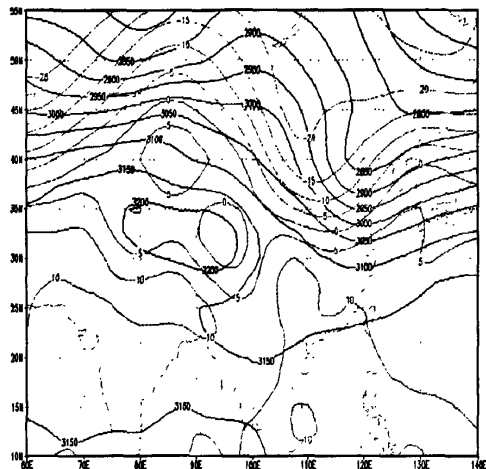


图3 3月20日08时700 hPa高空图

3.2 物理量诊断分析

3.2.1 风场和垂直速度特征分析

大范围的沙尘暴天气一般与200 hPa高空的西风急流相伴出现^[13]。高空急流的动量下传对低层风速的加大作用也是不容忽视的一个重要因素^[14],而高空急流的存在是动量下传产生沙尘暴的必要条件。本文以120°E,30°N的格点资料分析高空风场的分布情况,图4为该点单站高空风场的时间剖面图。

从图4中发现该站点上空200 hPa附近一直维持一个高空西风急流,极大风速出现在20日08时,达72 m/s。低层已从偏南风向偏西风顺转,14时前后已转为西北风,这表明冷空气已从低层逐渐侵入,杭州地区天气出现变化,云量明显增多,下了零星小雨,垂直能见度和水平能见度已开始明显变差,观测员根据相对湿度判别标准,将这天的低能见度天气记录为霾(∞)。

当日20时高空的西风急流加强且开始下传,在500 hPa附近还出现了34 m/s的急流,同时高空的风速垂直切变也开始下传,20时该点上空除了200~300 hPa仍然维持强风速垂直切变(42 m/s),在500~850 hPa也出现了24 m/s的风速垂直切变;当天,1000 hPa,925 hPa和850 hPa继

续维持西北风,700 hPa风向也从20日14时西南风转为西北风,说明高空浅槽过境,风速明显增强,冷空气继续东移侵入且开始明显南压。

从20日20时的垂直速度图5中也可发现,我国华北等地存在着一支下沉气流,这和上面风速的垂直分布情况是相同的。随着动量的下传,近地925 hPa和1000 hPa的风速达到12 m/s,上游随西北气流输送来的大量沙砾也随之下传至近地面,杭州地区开始出现历史罕见的浮尘天气。

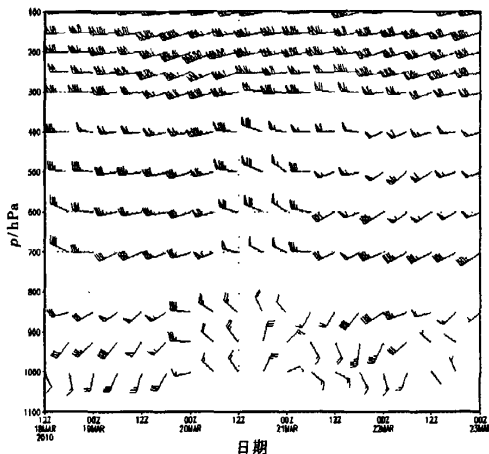


图4 120°E,30°N处风场的时间剖面图

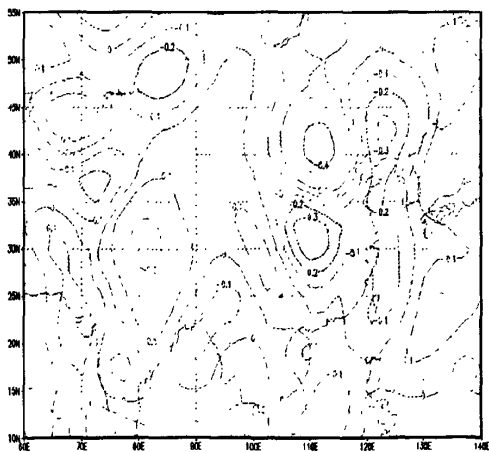


图5 20日20时垂直速度分布图(单位:Pa/s)

从图4中分析发现,21—22日近地层风速变化明显,从减小再增大,而且风向也快速转变,从偏北—东北—东南,地面图上表征为一个

较稳定小高压的底后部。这表明浮尘天气出现后,风向的快速转变,较湿的偏东气流阻滞,使得沙尘难以扩散。同时从22日08时的垂直速度图6中也可发现,杭州地区近地层存在着弱的上升气流,湍流作用使得沙尘粒子不易沉降,浮尘天气维持。至23日另一股冷空气配合地面明显降雨,浮尘天气结束。

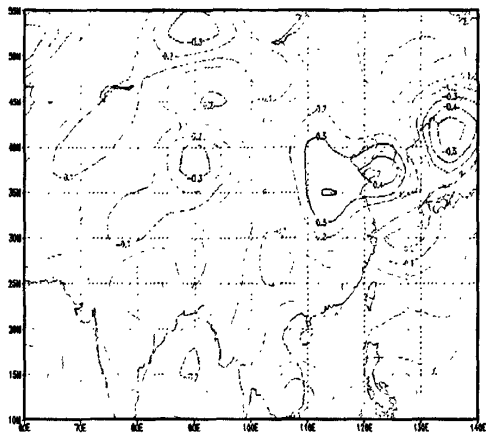


图6 22日08时垂直速度分布图(单位:Pa/s)

3.2.2 干冷空气分析

杨晓玲等^[8]分析指出,强冷空气的卷入为沙尘暴的发展提供了动力条件;林良根等^[15]分析表明,强沙尘暴过程中有明显的干空气侵入。此次沙尘暴过程,干冷空气同样起着非常重要的作用。从700 hPa风场和温度分布来看(图略),3月20日08时,华北地区有一明显的冷涡存在,杭州地区处于冷涡底部,有弱的冷平流。同时从700 hPa比湿图(图7)上发现,内蒙至华北、东北有一明显的干区,向长江中下游延伸。因此干冷空气的影响,也是导致长江中下游地区浮尘天气爆发的重要因素。

4 结 语

4.1 “3·21”浮尘天气发生时,空气为重度污染,吸入颗粒物的浓度达到罕见的高值区,说明空气污染主要来自沙尘,3月21—22日出现浮尘天气时杭州地区定时观测水平能见度均在8 km以下。

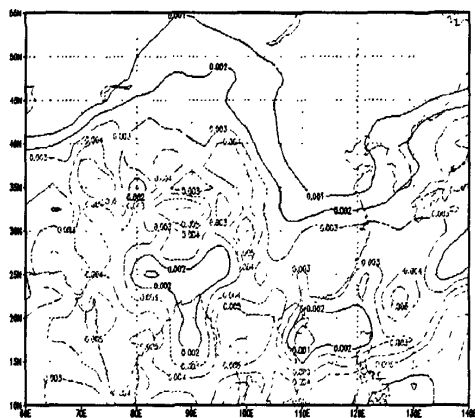


图7 20日700 hPa比湿图(单位:kg/kg)

4.2 杭州地区3—4月是浮尘天气发生的主要时期,这和北方沙尘暴发生的季节变化相同,对浮尘天气的成因分析可以提供一定的分析研究参考。

4.3 “3·21”浮尘天气源自北方蒙古的沙尘暴,并随着强干冷空气自西向东、后自北向南先后影响到我国西北、华北、东北至华东北部地区、长江中下游等地区,3月20日白天当700 hPa高空槽过境、干冷空气侵入且配合下沉运动时,上游地区大量沙砾被输送并下传至近地面,杭州地区“浮尘”天气爆发。

4.4 诊断分析表明,“浮尘”天气爆发后,在高压系统控制下,近地面风向的迅速变化,较湿的偏东气流阻滞及弱的湍流作用,使得沙尘粒子难以扩散、不易沉降,21—22日浮尘天气维持。3月23日另一股冷空气配合高空槽,在杭州地区出现明显降水,浮尘天气结束。

参考文献:

- [1] 中国气象局. 地面气象观测规范—[M]. 北京: 气象出版社, 2004: 23.
- [2] 胡隐樵, 光田宇. 强沙尘暴发展与干飑线——黑风暴形成的一个机理分析[J]. 高原气象, 1996, 15(2): 178—185.
- [3] 项续康, 江吉喜. 西北地区强沙尘暴成因的中尺度分析[J]. 高原气象, 1996, 15(4): 448—455.
- [4] 胡隐樵, 光田宇. 强沙尘暴微气象特征和局地触发机制[J]. 大气科学, 1997, 21(5): 581—589.
- [5] 江吉喜. 一次特大沙尘暴成因的卫星云图分析[J]. 应用气象学报, 1995, 6(2): 177—184.

(下转第22页)

候、雷电、人工影响天气等各轨道的产品、各种探测手段取得的数据、现象、视频等科学数据,积极运用奥维、3Dmax, weathermap, OPEN3000等影视软件技术将上述数据、产品可视化。如雷电密度分布图、夏季高温区域图、台汛期台风路径图、雷达演变图、汛期暴雨实况及预报、小时雨量演变图(了解雨区发展方向)、灾害性天气等等,丰富节目画面,增强节目内容和科学性,达到更好的可视化效果。

总之,积极开辟新阵地,开拓新领域,体现气象与人民生活、与各行各业方方面面。要加强新技术的应用、充分发挥气象科技优势,增强气象传媒产品的科学性、时效性,提高气象传媒工作的科技水平。

3.5 中国气象频道资源,综合开发利用

随着气象事业的发展,浙江气象人发扬了

“敢为人先”的浙江精神,杭州市局率先在杭州开办了华数63气象专业频道,开启了全国气象服务的先河和新的模式。随着中国气象局“中国气象频道”的全国布局,在浙江形成了新的碰撞,是单纯的落地推广和地方节目插播形成竞争,还是走资源集约高效整合之路,给我们带来思索和挑战。当前,公共气象服务的发展理念为我们打开了思路,浙江气象如何融合两者的资源优势,综合开发利用,共同推进服务是近期的工作重点之一。

参考文献:

- [1] 郭平,祁涛,陈建平.新媒体与新闻业发展的机遇与挑战——“新闻传媒与社会发展论坛·2007”综述[J].新闻界,2007(05).
- [2] 姜海如.气象社会学导论[M].北京:气象出版社,2006.
- [6] 王世功,董光荣,陈惠忠,等.沙尘暴研究的进展[J].中国沙漠,2000,20(4):349-350.
- [7] 李耀辉.近年来我国沙尘暴研究的新进展[J].中国沙漠,2004,24(5):616-622.
- [8] 杨晓玲,丁文魁,钱莉,等.一次区域性大风沙尘暴天气成因分析[J].中国沙漠,2005,25(5):702-705.
- [9] 肖贤俊,刘还珠,宋振鑫,等.2002年3月19日沙尘暴爆发条件分析[J].应用气象学报,2004,15(1):1-9.
- [10] 王文,隆霄,李耀辉,等.“2003.3”强沙尘暴过程的中尺度动力学诊断分析[J].干旱气象,2004,22(3):17-21.
- [11] 王幼松,李耀辉,康凤琴,等.“4·12”沙尘暴天气的数值模拟及诊断分析[J].高原气象,2004,23(1):89-96.
- [12] 杨东贞,房秀梅,李兴生.我国北方沙尘暴变化趋势的分析[J].应用气象学报,2002,13(2):193-200.
- [13] 程海霞,丁治英,帅克杰.近5a我国沙尘暴与高空急流关系的统计分析[J].中国沙漠,2005,5(6):890-896.
- [14] 尹树新,赵亚贤.西风急流变异对“5.5”西北地区沙尘暴的影响//方宗义,朱福康,江吉喜,等.中国沙尘暴研究[C].北京:气象出版社,1997:65-69.
- [15] 林良根,寿绍文,沈之林.一次强沙尘暴过程中干空气侵入的数值模拟和诊断分析[J].南京气象学院学报,2006,29(3):371-378.

(上接第10页)

气象科技动态

欧洲严寒与气候变暖有关

近来,欧洲多个国家接连遭遇强降雪和低温天气,有些地区最低温度甚至打破10年以来的最低纪录,这让人们对气候变暖的结论产生怀疑。然而一项最新研究认为,欧洲之所以出现寒冬,与全球气候变暖不无关系。

法国媒体2010年12月21日援引《地球物理学研究杂志》日前刊登的一项研究结果称,欧洲严寒的“罪魁祸首”正是由全球气候变暖导致

的北极冰盖融化。

参与研究的德国波茨坦气候影响研究所专家斯特凡·拉姆斯多夫解释说,由于气候变暖,北极冰盖的体积在近30年时间里减少了20%。而海洋一旦缺少冰层的覆盖,就会向大气释放暖气,影响整个大气循环,其结果是极地冷空气在高压系统推动下,以逆时针方向旋转着向欧洲大陆进发,造成该地区雨雪增多,气温下降。(无锡科技网 2010-12-23)