

2013年1月份我国中东部地区严重雾霾的成因分析

侯振奎, 栗敬仁, 王斌 (民航河南空管分局气象台, 河南郑州 450000)

摘要 利用1961~2013年NCEP再分析资料, 对全国2013年1月份大气稳定度、风速、相对湿度等气象要素进行了气候统计和变化分析, 与2013年严重雾霾天气的区域进行对比, 分析2013年1月份我国中东部地区严重雾霾天气的成因。结果表明, 2013年1月份我国中东部地区的大气层结较为稳定, 有利于污染物和水汽在大气低层积聚; 影响我国中东部地区的强冷空气活动偏少, 地面风速小, 不利于污染物的扩散和稀释, 对雾霾的形成较为有利; 另外, 我国上空西南暖湿气流输送较强, 这股暖湿气流沿西南路径将丰沛的水汽输送到我国中东部地区, 使这些地区湿度明显增加, 非常有利于雾霾天气形成。

关键词 雾霾; 大气稳定度; 风速; 相对湿度; 成因分析; 中东部地区

中图分类号 S161.5 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2013)30-12095-03

雾是由大量悬浮在近地面空气中的微小水滴或冰晶组成的、能见度降低至1 km以内的自然现象。霾又称灰霾, 在中国气象局的《地面气象观测规范》中, 灰霾天气是指大量极细微的干尘粒等均匀地浮游在空中, 使水平能见度 < 10 km的空气普遍有混浊现象, 使远处光亮物微带黄、红色, 使黑暗物微带蓝色。一般来讲, 雾和霾的区别主要在于水分含量的多少^[1], 水分含量达90%以上的叫雾, 水分含量低于80%的叫霾, 80%~90%之间的是雾和霾的混合物。2013年1月, 我国中部、东部地区出现大范围连续性的低能见度现象, 一般湿度均在80%~90%, 或早上湿度在90%以上, 午后湿度降低至80%以下, 但能见度没有好转, 所以1月份的低能见度现象可以看做是雾和霾的混合物, 称之为雾霾。此次雾霾天气持续时间长、影响范围广, 不仅严重影响了社会运行, 如造成道路管制、企业停工、机场关闭、港口停运等, 还使人们工作生活受到了很大影响。此外雾霾天气严重影响了人们的身体健康, 患上呼吸道疾病的病人在大幅增加^[2]。

目前人们普遍把工业排放增加及油品质量作为2013年1月份雾霾天气的罪魁祸首, 《中国环境分析》数据显示世界上污染最严重的10个城市有7个在中国, 全国500个城市中, 空气质量达到世界卫生组织推荐标准的不足5个, 1月中旬北京的空气污染指数接近了1 000。但2013年1月份雾霾天气异常增多的原因不能完全归结为污染排放, 中国气象局公布的数据显示, 2013年1月全国雾霾平均日数为4.4 d, 较常年同期偏多1.4 d, 增幅47%, 郑州2013年1月份空气质量仅4 d达标, 而2011、2012年1月达标日数分别为22、19 d。如果仅仅是因为污染排放增多或油品质量差, 不可能使空气污染在短期内有如此巨大的变化, 有研究表明在大气污染的排放强度大致稳定的情况下, 由于不同的天气形势, 污染物浓度可能相差几十倍, 且污染物的滞留时间也相差悬殊^[3]。所以还要考虑气候形势对污染物的富集和消散的影响, 进而考虑其对雾霾天气形成产生的影响。笔者从2013年1月的气候特征入手, 探讨此次大范围持续性雾霾天气的气候成因。

1 资料与方法

利用1961~2013年全国721站观测资料统计1月份雾霾日数, 采用1961~2013年精度为 $2.5^\circ \times 2.5^\circ$ 的NCEP逐日地面风速、湿度、700 hPa风速和比湿以及逐日每日4次的1 000和925 hPa气温资料进行分析, 计算出2013年1月平均地面风速、日平均风速 ≥ 8 m/s和 ≥ 6 m/s的日数、近地面相对湿度、大气稳定度、逆温日数、上空水汽通量以及其多年平均值和气候异常场, 并将它们做对比分析, 找出形成此次大范围持续性雾霾天气的气候因素。

2 2013年1月雾霾的空间分布特征

从2013年1月份的全国雾霾日数分布(图1a)可以看出, 中部、东部大部分地区以及广东地区雾霾天气偏多, 均在10 d以上, 其中雾霾日数最多的是江苏地区, 1月雾霾日数多达20 d以上。从2013年1月与1961~2012年1月份平均雾霾日数的距平分布(图1b)可以看出, 雾霾严重的地区也是与往年相比雾霾日数明显增多的地区。由于雾霾区范围较大, 笔者选取2个重雾霾区作为代表研究, A区域($110.0^\circ \sim 120.0^\circ \text{E}, 35.0^\circ \sim 40.0^\circ \text{N}$)代表华北地区, B区域($115.0^\circ \sim 122.5^\circ \text{E}, 27.5^\circ \sim 35.0^\circ \text{N}$)代表东部地区(图1)。

3 2013年1月雾霾天气的气候因素

3.1 大气污染及大气稳定度与雾霾天气的关系

范新强等发现近年来厦门地区霾日的变化与污染物的浓度变化特征呈现一致性, 认为大气污染加剧很可能是该地区能见度恶化、雾霾频发的一个重要原因^[4-5]。大气稳定度是影响污染物在大气中扩散的极重要因素。当大气层结不稳定时, 热力湍流发展旺盛, 对流强烈, 污染物易扩散; 当大气层结稳定时, 湍流受到抑制, 污染物不易扩散稀释, 特别当逆温层出现时, 通常风力弱或无风, 低空像蒙上一个“盖子”, 使烟尘聚集地表, 造成严重污染, 从而造成严重的雾霾天气。统计A、B 2个区域2013年1月份08:00和1961~2012年多年1月份08:00平均大气稳定日数发现, 2013年2个区域大气稳定日数分别为15、12 d, 均比往年(6.8、5.5 d)有明显增多, 超出往年的2倍以上, 说明2013年1月早上大气为稳定状态的日数比往年偏多。所以, 水汽和污染物很难扩散, 有利于雾霾的生成和维持, 雾霾日数也相应增多。

3.2 地表风速对雾霾天气的影响

地面风被认为是大气污染物稀释扩散的最直接因素之一, 其作用表现在2个方

作者简介 侯振奎(1988-), 男, 河南郑州人, 助理工程师, 从事航空气象研究。

收稿日期 2013-09-23

面,一是风的水平搬运作用,排入到大气的污染物在风的推动下,被输送到其他地区;二是风对大气污染物的稀释作用,污染物随风移动并得到风的搅动,不断与周围相对干净的空气混合而最终稀释^[6]。为了考察 2013 年 1 月地面风力条件对雾霾增多的影响,在此统计 2013 年 1 月地表平均风速分布(图 2)发现,2013 年 1 月份我国中部地区的平均风速最

小,均在 3.5 m/s 以下,有些地方甚至在 2.5 m/s 以下。统计 1 月份污染最严重的 A、B 区域平均风速 ≥ 6 或 ≥ 8 m/s 的日数(表 1),发现雾霾最严重的 A、B 2 个区域 1 月份平均风速 ≥ 6 m/s 和 ≥ 8 m/s 的日数均比常年少,这也进一步说明 2013 年 1 月份我国中部东部地区的严重雾霾现象与该地区大风日数较常年偏少有重要关系。

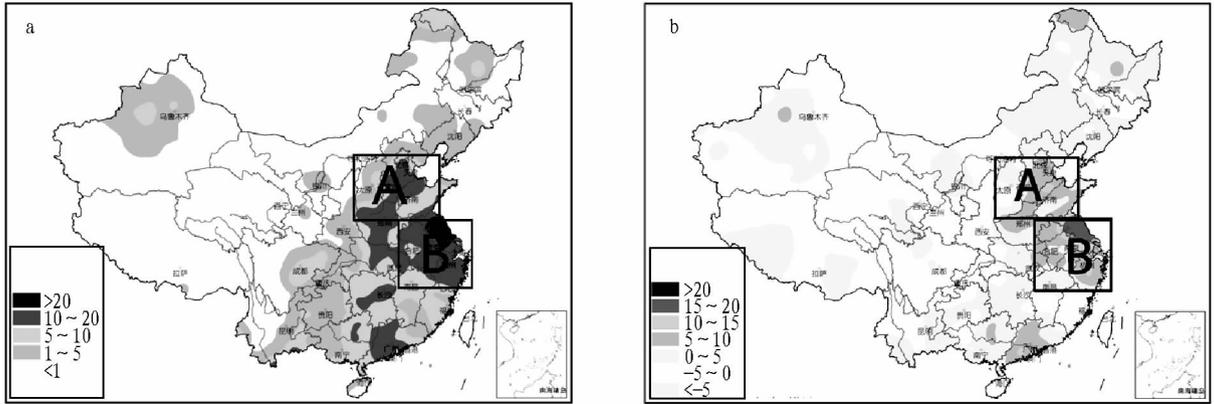


图 1 2013 年 1 月全国雾霾日数空间分布(a)及其距平分布(b)(单位:d)

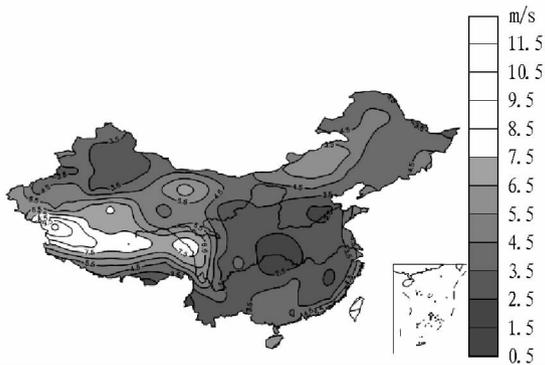


图 2 2013 年 1 月全国平均地表风速分布

表 1 1 月份全国地表平均风速 ≥ 8 m/s 和 ≥ 6 m/s 的日数

区域	风速//m/s	多年平均	2013 年
A	≥ 8	2.0	1
	≥ 6	8.6	6
B	≥ 8	4.3	3
	≥ 6	15.1	8

3.3 冷空气对雾霾天气的影响 李艳等分析认为风速减小的最主要原因是大气环流的影响^[7]。根据经验,冬天影响地面风速的最直接的环流因素是冷空气过程。统计 2013 年 1 月份的冷空气活动次数以及往年的平均值(表 2)发现,A 区域往年 1 月份降温 5℃ 以上的冷空气过程平均有 2.2 次,降温 3~5℃ 的冷空气过程平均有 1.2 次,降温 1~3℃ 的冷空气过程平均有 0.8 次;2013 年 1 月,降温幅度在 5℃ 以下的弱冷空气次数比往年有所增加,但弱冷空气下风速不够大,不利于污染物的扩散和稀释;降温幅度在 5℃ 以上的强冷空气次数仅有 1 次,比常年明显减少。B 区域情况也类似,由此可见,2013 年 1 月份 A 区域和 B 区域弱冷空气次数偏多、强冷空气次数偏少,导致较大风速的次数较少,很难将近地面的空气污染物吹散或稀释,从而有利于雾霾的形成。

区域	降温幅度//℃	多年平均	2013 年
A	≥ 5	2.2	1
	3~5	1.2	2
	1~3	0.8	1
B	≥ 5	2.1	1
	3~5	2.2	2
	1~3	0.5	1

3.4 水汽对雾霾的影响 水汽对雾霾的形成也有较大影响,童尧青等研究认为相对湿度高有利于雾霾的形成^[5,8]。从 2013 年 1 月份近地面层相对湿度和 700 hPa 水汽通量与往年平均值的距平(图 3)可以看出,2013 年 1 月,我国东部地区的近地面相对湿度比往年有所增加,正距平的区域与图 1 中雾霾严重区域有较好的对应关系,说明 2013 年 1 月份我国雾霾天气异常也与近地面的相对湿度增加有关;700 hPa,2013 年 1 月份中部、东部地区的水汽通量比往年多,上空水汽输送的加强,这也许是近地面层相对湿度增加的原因。

4 结论

(1)2013 年 1 月份我国雾霾天气主要分布在中部和东部,具体坐标范围为 110.0°~122.5°E、27.5°~40.0°N。

(2)我国中东部地区的逆温现象比常年严重,中部和东部大气为稳定状态的日数分别达 15 和 12 d,利于水汽和空气污染物在大气低层积聚,这是我国雾霾严重的一个重要原因。

(3)影响我国中东部地区的强冷空气活动比常年偏少,日平均风速 ≥ 8 m/s 的日数偏少,地面月平均风速比常年偏弱,不利于污染物的稀释和扩散,有利于雾霾的形成。

(4)我国上空暖湿气流输送比常年强,这股暖湿气流沿西南路径将丰沛的水汽输送到我国中东部地区,使这些地区湿度明显增加,非常有利于雾霾天气形成。

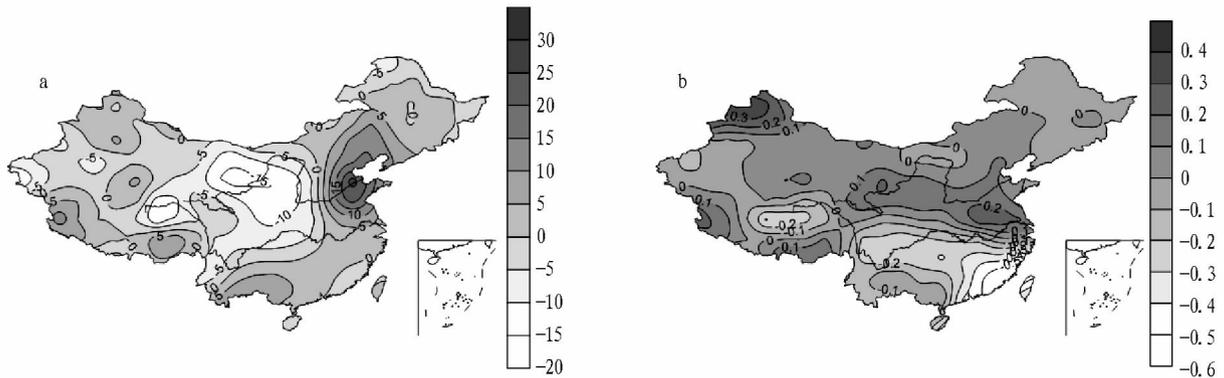


图 3 2013 年 1 月全国近地面相对湿度(a, %)和 700 hPa 水汽通量[$b, g/(cm \cdot hPa \cdot s)$]距平分布

参考文献

- [1] 吴兑. 再论都市霾与雾的区别[J]. 气象, 2006, 32(4): 9-14.
 [2] 白志鹏, 蔡斌彬, 董海燕, 等. 灰霾的健康效应[J]. 环境污染与防治, 2006, 28(3): 198-201.
 [3] 吴兑, 廖国莲, 邓雪娇, 等. 珠江三角洲霾天气的近地层输送条件研究[J]. 应用气象学报, 2008, 19(1): 1-9.
 [4] 范新强, 孙照渤. 1953-2008 年厦门地区的灰霾天气特征[J]. 大气科学学报, 2009, 32(5): 604-609.
 [5] 童尧青, 银燕, 钱凌, 等. 南京地区霾天气特征分析[J]. 中国环境科学, 2007, 27(5): 584-588.
 [6] 胡亚旦, 周自江. 中国霾天气的气候特征分析[J]. 气象, 2009, 35(7): 73-78.

- [7] 李艳, 耿丹, 董新宁, 等. 1961-2007 年重庆芬苏的气候变化特征[J]. 大气科学学报, 2010, 33(3): 336-340.
 [8] 徐梅, 朱玉强, 余文韬. 天津地区灰霾特征初步研究[C]//中国颗粒学会 2006 年年会暨海峡两岸颗粒技术研究讨论论文集. 北京, 2006: 502-506.
 [9] 杨科, 吕校华, 黎芳, 等. 基于相对湿度的霾与轻雾区别方法[J]. 农业灾害研究, 2013, 3(Z1): 42-44.
 [10] WANG S, MENG X R, JIN L N. Spatial and Temporal Distribution Characteristics of Fog Days and Hazy Days in Xi'an[J]. Agricultural Science & Technology, 2013, 14(7): 1037-1040, 1048.

(上接第 12078 页)

参考文献

- [12] 胡茂川, 张兴奇. 南京市内涝灾害成因分析[J]. 重庆交通大学学报, 2011, 11(3): 29-30.
 [13] 司国良, 黄翔. 长江下游沿江城市内涝灾害的反思与对策[J]. 江淮水利科技, 2009(6): 182-185.
 [14] 鞠宁松, 龚坤. 城市内涝的成因及破解方法探讨[J]. 江苏建筑, 2011(z1): 90-93.
 [15] 张维, 欧阳里程. 广州城市内涝成因及防治[J]. 广东气象, 2011, 33(3): 52.
 [16] 张晓昕, 王强, 付征, 等. 国外城市内涝控制标准调研与借鉴[J]. 北京规划建设, 2012(5): 70-73.
 [17] 任希岩. 滨海城市内涝防治研究[R]. 中国城市规划设计研究院·工程规划所, 2012.
 [18] 郭常安, 邓立鸣. 广州市中心城区内涝分析及对策[J]. 中国给水排水, 2011, 27(10): 26-27.

- [19] 刘诗雄. 泉州市城市内涝治理工程措施探讨[J]. 中国水利, 2012(19): 48.
 [20] 姜立晖, 程小文. 低冲击开发模式解决城市雨洪[J]. 中国减灾, 2010(7): 32-33.
 [21] 王沛永, 张新鑫. 美国 HighPoint 住宅区低影响土地开发(LID)技术应用案例研究[C]//中国风景园林学会. 中国风景园林学会 2011 年会论文集. 北京: 中国建筑工业出版社, 2011: 1063-1069.
 [22] 谢映霞. 从城市内涝灾害频发看排水规划的发展趋势[J]. 城市规划, 2013(2): 45-50.
 [23] 徐红梅. 一种基于 GPRS 的城市内涝报警装置: 中国, 201220554238[P]. 2013-05-29.
 [24] 张艳娟. 牙克石市近 50 年气候变化特点及早涝趋势分析[J]. 内蒙古农业科技, 2012(5): 99-100, 112.
 [25] 刘明芝, 张海军. 本溪县洪涝灾害年发生规律及特点分析[J]. 农业灾害研究, 2011, 1(1): 61-62, 66.