

马昕. 2014年初许昌市两次持续性大雾天气过程分析 [J]. 陕西气象, 2015 (4): 5-9.

文章编号: 1006-4354 (2015) 04-0005-05

2014年初许昌市两次持续性大雾天气过程分析

马 昕

(许昌市气象局, 河南许昌 461000)

摘 要: 利用常规气象资料和 $NECP1^\circ \times 1^\circ$ 再分析资料对 2014 年 1 月 14—18 日和 1 月 30 日—2 月 2 日两次持续性大雾天气过程进行了诊断分析。结果表明: 两次过程均存在平流雾、辐射雾以及平流-辐射雾, 高空冷空气入侵南下是两次大雾天气结束的原因; 大雾期间, 高空环流形势较为稳定, 地面气压梯度较小, 大气层结存在不同程度的逆温, 有上干下湿的特征; 当有辐射雾出现时, 地面受均压场控制, 风速为 1~3 m/s, 整层均为西北气流; 有平流雾时, 地面受单一气压场控制, 风速为 4~6 m/s, 特别是低层存在暖湿气流的输送, 近地面存在弱辐合上升, 对流层中层存在弱辐散下沉; 能见度与温度露点差基本存在同位相变化, 与相对湿度存在显著的反位相变化。

关键词: 持续性大雾天气; 平流雾; 辐射雾; 要素特征; 许昌市

中图分类号: P458.11

文献标识码: A

雾是近地面空气中悬浮的大量水滴或冰晶微粒的乳白色集合体, 当水平能见度 ≤ 1 km 时称为雾。随着社会经济的发展和人民生活水平的提高, 城市大气污染加剧, 大气中气溶胶粒子增多, 并聚集在近地面层, 大部分气溶胶粒子成为雾滴的凝结核, 使得雾滴密度增大^[1]; 另一方面, 大雾又加剧城市的大气污染, 对工业、农业

和人类身体健康等造成重大影响。大雾作为一种灾害性天气一直受到广泛关注, 对于大雾生消机理、演变规律和预报技术的研究有不少成果。李子华等^[2]、宋润田等^[3]针对大雾不同发展阶段温、压、风及湿度条件, 在雾的边界层结构和物理特性上进行了较为详尽的分析, 揭示出冬季雾生消的重要特点。王丽荣等^[4]通过对河北中南部

收稿日期: 2015-04-06

作者简介: 马昕 (1990—), 女, 河南许昌人, 硕士, 助理工程师, 主要从事天气预报及应用气象服务。

基金项目: 河南省科技发展计划项目 (122102310583); 许昌市科技发展计划项目 (1103009)

- 量的试验研究 [J]. 灌溉排水学报, 2004, 23 (4): 37-39.
- [8] 杨兴国, 刘宏谊, 傅朝, 等. 甘肃省主要农作物水分供需特征研究 [J]. 高原气象, 2004, 23 (6): 821-827.
- [9] 王晓东, 马晓群, 许莹, 等. 淮河流域主要农作物全生育期水分盈亏时空变化分析 [J]. 资源科学, 2013, 35 (3): 665-672.
- [10] 李勇, 杨晓光, 叶清, 等. 1961—2007 年长江中下游地区水稻需水量的变化特征 [J]. 农业工程学报, 2011, 27 (9): 175-183.
- [11] 李红梅, 王钊, 高茂盛. CI 指数的改进及其在陕西的适用性分析 [J]. 干旱地区农业研究, 2015, 33 (3): 260-266.
- [12] 刘可群, 李仁东, 刘志雄, 等. 基于 IC 指数的湖北干旱及其变化特征分析 [J]. 长江流域资源与环境, 2012, 21 (10): 1274-1280.
- [13] GB/T 20481—2006 气象干旱等级 [S].
- [14] 赵强, 严华生. 近 48 年陕西夏季降水场的时空变化特征 [J]. 陕西气象, 2012, (3): 15-17.
- [15] 耿蔚. 四川地区可利用降水分析 [J]. 高原山地气象研究, 2013, 33 (3): 83-86.

大雾天气的分析,指出与稳定度有关的物理量场变化对大雾天气有一定的指示意义。张新荣等^[5]指出大气低层暖平流、大气层结的相对稳定及充沛的水汽条件对中国东部大范围大雾的产生有重要作用。

2014年1月14—18日、1月30日—2月2日许昌市两次出现持续性大雾天气,给交通运输带来了严重影响。本文利用高空、地面观测资料及NCEP $1^{\circ}\times 1^{\circ}$ 再分析资料,从大气环流形势、地面气象要素、高空温、湿度层结等方面进行对比分析,以期对今后大雾天气过程的预报提供参考。

1 天气过程概述

2014年1月14—18日(简称“过程1”,下同)和1月30日—2月2日(简称“过程2”,下同)两次大雾天气过程分别持续了5 d和4 d,从大雾出现时间及能见度统计来看,“过程1”中,15日能见度在50 m以下,达到大雾红色预警级别,其余4 d能见度为100~600 m,其中2 d达到大雾橙色预警级别,1 d达到大雾黄色预警级别;“过程2”中除30日能见度在500 m以上,其余3 d均在150 m以下,均达到大雾橙色预警级别。

从大雾出现、消散和持续时间来看,“过程1”的大雾均在20时后形成,上午10时逐渐消散,14日至18日分别持续了8、15、4、10、12 h;“过程2”中,1月30日的大雾在05时出现,08时结束,持续3 h;1月31日02时至2月1日07时大雾持续出现,共持续了29 h;2月2日的大雾在23时形成,上午11时结束,持续12 h。

根据宋润田等^[3]对辐射雾和平流雾的划分标准,辐射雾多形成于辐射冷却达到最大时,即后半夜至次日日出前,其成雾时的温度 t 低于前一日20时的地面露点温度 $t_{d(20)}$,即 $\Delta t = t - t_{d(20)} \leq 0$;平流雾成雾时 $\Delta t = t - t_{d(20)} \geq 0$ 。参考当日的天气现象、天空状况和总云量(N),当伴有层云、碎雨云和毛毛雨等天气或 $N \geq 8$,即空中有8成以上云时可判定为平流雾;当 $\Delta t > 0$ 且 $N < 8$ 时,可判定为平流-辐射雾^[6]。根据以上判据

可判定“过程1”中,14日和15日为平流雾,16日和17日为辐射雾,18日为平流-辐射雾;“过程2”中,1月30日为辐射雾,31日和2月1日为平流雾,2月2日为平流-辐射雾。

2 环流形势分析

2.1 高空形势

“过程1”的持续性大雾出现前,13日08时500 hPa高空极涡不断分裂冷空气,并在里海附近聚集,欧亚中高纬不断有低槽分裂东移,许昌处在东北低槽后强盛的西北气流中,环流形势比较稳定;中层700 hPa形势与高层较为一致,只是西北气流偏弱;850 hPa以下,河南省上空西北气流逐渐转为西南气流控制;925 hPa郑州站和南阳站上空的偏南风逐渐增强。20时925 hPa风速较08时增大了4 m/s,偏南暖湿气流持续增强,为平流雾的形成提供了较好的水汽条件,这种稳定的环流形势一直持续到15日08时。15日20时,受河套地区低槽东移影响,许昌上空已经全部转为西南气流,同时低槽迅速北缩东移,16日08时,许昌上空又再次转为西北气流控制,偏南风暖湿输送遭受破坏,平流雾转为辐射雾。17日20时许昌上空仍受西北气流控制,低层850~925 hPa逐渐转为弱偏西气流,925 hPa上南阳站温度露点差由21℃降低为8℃,有弱暖湿气流输送,18日出现了平流-辐射雾。19日08时,里海附近冷涡分裂的低槽携带冷空气东移影响许昌,中低层偏北风加大,稳定的环流形势受到破坏,大雾过程结束。

“过程2”大雾天气出现前,高空环流形势与“过程1”形势相似,500 hPa里海和鄂霍次克海附近分别有一低槽,许昌处于鄂霍次克海附近低槽后部的西北气流中,1月29日白天许昌上空整层均为西北气流,强烈的辐射冷却使30日上午出现了辐射雾。夜间,700 hPa甘肃中部—四川盆地的低槽缓慢东移影响许昌,许昌上空逐渐转受西南气流影响,天空云量增多,辐射雾转为平流-辐射雾。由于低槽移动缓慢,1月31日—2月1日出现了持续29 h的大雾天气。2月1日08时低槽东移,20时受西北气流影响,夜间再次有南支浅槽东移影响许昌,2日许昌出现

了平流-辐射雾。3日08时高层冷空气逐渐南下影响许昌,稳定的天气形势被破坏,大雾过程结束。

分析可见,大雾期间高空的环流形势较为稳定,许昌上空500 hPa一般为西北气流控制;当低层也为西北气流时,强烈的辐射冷却造成水汽凝结形成了辐射雾,而当低层有西南暖湿气流输送时形成了平流雾;两次持续性大雾天气均由高空冷空气入侵南下破坏稳定的环流形势而结束。

2.2 地面形势

“过程1”中新疆地区北部—蒙古国的强大冷高压一直存在,其中心强度维持在1050 hPa以上。14—15日许昌均受强冷高压分裂出的弱冷高压影响,16—17日转为均压场控制;18日又再次转为弱冷高压控制,至冷空气逐渐扩散控制许昌时大雾结束。“过程2”中,1月30日许昌处于华北冷高压前的均压场中,31日河套地区存在一稳定低压,许昌位于低压东侧,同时东北地区的冷高压不断南压扩散弱冷空气,冷暖空气的持续交汇,造成了大雾天气持续出现了29 h。2月1日河套低压东移,许昌逐渐转受新疆北部蒙古境内强大冷高压前的均压场控制,2日冷空气继续向南扩散,3日冷锋到达许昌,大雾天气结束。

分析可见,大雾发生在气压梯度较小的区域(均压场、弱高压区、弱低压区等),当出现辐射雾时,许昌主要受均压场控制,如1月16—17日和30日;而出现平流雾时,许昌主要受单一的气压场控制,如1月14—15日和2月1日。

3 地面气象要素变化特征分析

3.1 风场

“过程1”中,14—15日平流雾期间,近地层风向均为东南风,风速为4 m/s左右,有利于暖湿空气向雾区输送,在浓雾期间风速有所减弱(如15日01时能见度为118 m时,风速为1.2 m/s,02时能见度降到78 m,风速为0.7 m/s),风速的减弱有利于大气降温 and 浓雾的维持。16—17日辐射雾时风速明显较前期减弱,为1~3 m/s,这样可产生适度的垂直湍流,加厚近地面层的辐射冷却,使逆温层不断增厚。“过程2”中,30日地面风为2~3 m/s,31日—2月1日风速增

大到4~6 m/s,符合当地辐射雾和平流雾出现时的一般风速要求^[7]。

3.2 温度露点差、相对湿度

“过程1”大雾期间,14日02时能见度为1400 m,温度露点差为2.2℃;随着大雾的出现,03时能见度下降至700 m,温度露点差下降为1.3℃;随着大雾的增强,07时能见度降低为100 m,温度露点差也降至0.6℃;上午10时大雾消散,能见度升高到1000 m,温度露点差也增大到0.8℃。15日大雾再一次增强,能见度均在500 m以下,其中连续几小时能见度不及100 m,温度露点差在0.5℃左右。对照大雾出现时的能见度与温度露点差,发现两者基本呈同位相的变化趋势,且平流雾(14—15日)时,平均能见度为500 m,温度露点差平均为0.6℃;辐射雾(16—17日)时,平均能见度为750 m,温度露点差平均为1.5℃;混合雾(18日)时平均能见度和温度露点差平均值均位于两者之间。选取14日平流雾与17日辐射雾时,逐时能见度与温度露点差对比分析,结果见图1、图2。“过程2”逐时能见度与温度露点差的关系,与“过程1”类似。

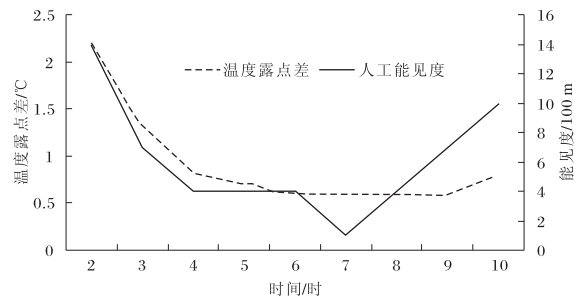


图1 2014-01-14平流雾期间逐时能见度与温度露点差对比

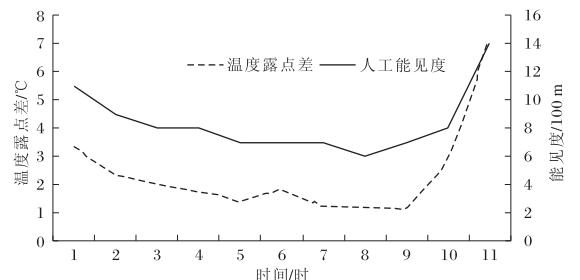


图2 2014-01-17辐射雾期间逐时能见度与温度露点差对比

大雾发生时,地面相对湿度均在90%以上,非大雾时段相对湿度均低于70%^[8]。通过逐小时相对湿度与能见度的变化可知,两者具有显著的反位相变化(图略),即能见度愈小,相对湿度愈大。

4 高空气象要素变化特征分析

4.1 温度层结

逆温层是大雾预报的关键条件之一。选用郑州站高空观测资料作为代表(许昌无高空测站)进行逆温层厚度和强度与许昌站能见度的分析。

从表1可以看出,当出现大雾天气时,大气均存有不同程度的逆温层,且逆温层的稳定存在对大雾的形成及维持非常有利^[9]。1月14日08时—15日08时,逆温层厚度在20 hPa左右,逆温强度由0.05 °C/hPa逐渐增大至0.25 °C/hPa,15日凌晨出现了能见度不足100 m的大雾。当出现辐射雾时,逆温层的高度一般较低,如1月16—17日,逆温层最低层在1 000 hPa左右,距地不足1 km,逆温强度也较弱;当出现平流雾时,逆温层高度较高,如1月14—15日,逆温层高度为925~807 hPa,也就是距地1~

表1 2014年1月郑州站逆温层厚度、强度及许昌站能见度

时间	逆温层/ hPa	逆温层 厚度/ hPa	逆温 强度/ (°C/hPa)	整点能 见度/ m
13日20时	无	0	0	/
14日08时	830~807	23	0.05	496
14日20时	945~925	20	0.10	814
15日08时	941~925	16	0.25	383
15日20时	963~915	48	0.04	/
16日08时	1 013~925	88	0.05	930
	738~714	24	0.20	
16日20时	1 015~1 000	15	0.07	/
17日08时	1 016~942	74	0.09	810
17日20时	967~944	23	0.08	/
18日08时	1 022~994	28	0.10	822
18日20时	901~884	17	0.11	/

注:表1中“无”代表不存在逆温层,“/”代表能见度大于1 km

3 km。对比分析“过程2”同样有逆温层的存在,在此不再赘述。

4.2 湿度层结

从许昌站高空相对湿度随时间(使用NECP1°×1°再分析资料)变化序列图可以看出,“过程1”中(图3),14日高空850 hPa以上相对湿度均小于50%,以下相对湿度逐渐增大,呈现出上干下湿的特征;15日低槽过境,西南气流增强,高层相对湿度随之增大,随着低槽北缩东移,大雾结束前700 hPa以下均存有上干下湿的特征。“过程2”中同样存在一次低槽过境,相对湿度在1月31日20时达到最大值,其余时刻也呈现出上干下湿的状态,这说明水汽在低层的汇聚,有利于大雾的形成与维持^[10]。

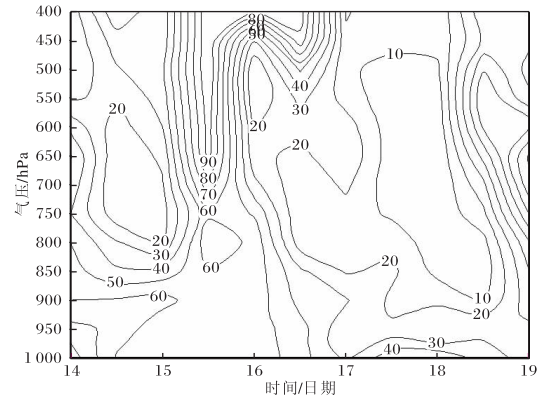


图3 2014-01-14—19许昌上空相对湿度/%随时间变化

4.3 风场及垂直速度

由许昌站垂直风场随时间变化图(图4a)可以看出,大雾期间(14—18日)900 hPa以下风速维持在2 m/s,850 hPa风速在2~4 m/s,低层风速可以使水汽垂直输送到一定高度,有利于形成一定厚度的雾,18日之后整层风力加大(大于4 m/s)大雾趋于消散。

14日20时—15日20时,500~700 hPa盛行西风和西北风,1 000 hPa东南风逐渐顺转为800 hPa左右的西南风,存在弱的暖平流;结合垂直速度时间变化图(图4b),14—15日850 hPa以上存0.2 Pa/s的下沉运动中心,近地面层为弱的上升运动,这种近地面弱辐合上升气流和对流层弱辐散下沉气流形成对峙^[11],使大雾加强和维持。16—17日的辐射雾期间,垂直

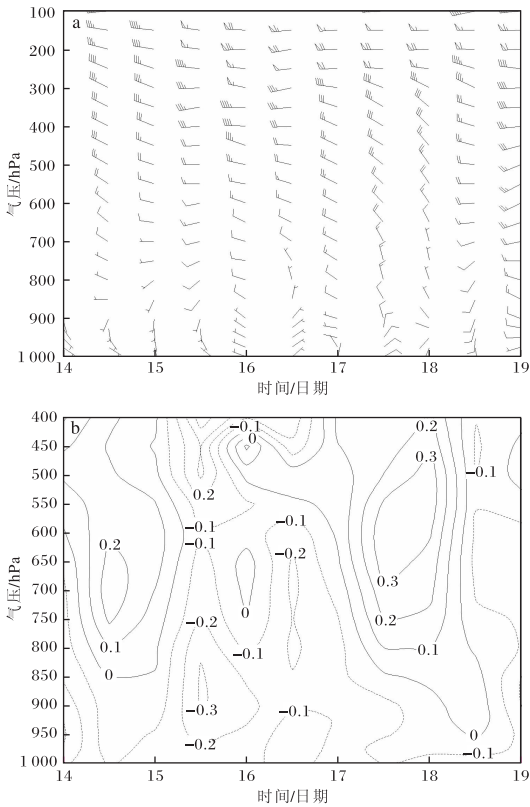


图 4 2014-01-14—19 日许昌市高空风场 (单位为 m/s , a) 和高空垂直速度场 (单位为 Pa/s , b)

方向上不存在明显的风向顺转关系,也就没有暖湿气流输送。分析其它时次,高空各层垂直速度也不强,说明有大雾期间大气层结较为稳定。

“过程 2”中的高空风场形势(图略)与“过程 1”很相似,1月 30 日辐射雾时整层为西北气流,30 日 20 时低槽过境时风向由底层开始向中层顺转,且有一 -0.3 Pa/s 上升运动中心,转为长时间的平流雾。“过程 2”同样是以偏北干冷风的加大而结束。

5 小结

(1) 两次持续性大雾过程均有平流雾、辐射雾及平流-辐射雾,均由于高空冷空气南下而结束。

(2) 大雾期间,高空环流形势比较稳定,地面气压梯度较小,大气层结存在不同程度的逆

温,具有上干下湿的特征;平流雾出现时,许昌上空有暖湿气流的输送,近地面有弱辐合上升,对流层中层有弱辐散下沉,地面受单一的气压场控制,风速为 $4\sim 7 \text{ m/s}$;辐射雾出现时,许昌上空整层为西北气流,地面受均压场控制,风速为 $1\sim 3 \text{ m/s}$ 。

(3) 大雾出现时能见度与温度露点差基本存有同位相的变化,而与相对湿度存有显著的反位相变化。

参考文献:

- [1] 李子华,杨军,石春娥,等.地区性浓雾物理[M].北京:气象出版社,2008:160.
- [2] 李子华,黄建平.辐射雾发展的爆发性特征[J].大气科学,1999,23(5):623-631.
- [3] 宋润田,孙俊廉.冷雾的边界层温湿层结特征[J].气象,2000,26(1):43-45.
- [4] 王丽荣,连志鸾.河北省中南部一次大雾天气过程分析[J].气象,2005,31(4):65-68.
- [5] 张新荣,刘治国,杨建才,等.中国东部一场罕见的大雾天气成因分析[J].干旱气象,2006(24):47-51.
- [6] 严文莲,濮梅娟,王巍巍,等.一次罕见的辐射-平流雾研究生消物理过程分析[J].气象科学,2009,29(1):9-16.
- [7] 喻谦花,邵宇翔,齐伊玲.2012年河南省中东部一次大雾成因分析[J].气象与环境科学,2012,35(4):27-32.
- [8] 邓小丽,林杨.西安地区大雾天气的分析与预报[J].陕西气象,2013(4):21-23.
- [9] 黄治勇,牛奔,杨军,等.湖北西南山地一次辐射雾和雨雾气象要素特征的对比分析[J].气候与环境研究,2012,17(5):532-539.
- [10] 林杨,沈桐立,胡琳,等.陕西冬季一次大雾天气的数值模拟和生消机制分析[J].陕西气象,2008(4):24-28.
- [11] 姚学祥.天气预报技术与方法[M].北京:气象出版社,2011:169-174.