

鞍山一次大雾过程的特征分析*

王绪鑫¹ 马雁军^{2**} 康晓玉¹ 刘红艳¹ 高清源¹

(1. 鞍山市气象局, 鞍山, 114004; 2. 中国气象局沈阳大气环境研究所, 沈阳, 110016)

辽宁省位于我国东北地区南部, 辽宁东西部为山区, 中部为辽河平原, 雾是其主要灾害性天气之一, 大雾天气对交通带来严重影响, 持续性大雾天气^[1]还造成空气中污染物严重超标, 心血管、呼吸道发病人数明显增加. 鞍山市 1980—2009 年 30 年期间共发生 158 次大雾天气, 秋冬季节大雾发生的概率在 62.7%, 其中秋冬季交替的 11 月和 12 月大雾发生的概率为 30.4%.

鞍山大雾过程的气溶胶谱分布特征研究甚少, 本文利用 NCEP/NCAR 再分析资料、GRIMM180 仪器、FD12 型能见度仪、常规地面气象观测资料及探空资料, 对 2009 年 11 月 30 日—12 月 2 日发生在鞍山地区一次罕见大雾灾害过程进行分析, 研究大雾的生消机制, 并分析大雾天气过程对当地大气气溶胶的特征影响, 为提高鞍山地区监测、预报大雾能力提供一定参考.

1 研究方法

本实验采用 Vaisala 公司生产的 FD12 型能见度仪和德国 Grimm180 颗粒物监测仪^[2]. FD12 型能见度仪是一种前散射测量仪器, 通过测量小体积空气对光的散射系数来得出气象光学能见度 (MOR), FD12 每次的测量周期为 15 s. 实验地点位于鞍山市气象局院内 (41°05'N, 123°00'E, 海拔高度 77.3 m), 周围是居民区, 西面有常青街、安乐街等交通干道. 采样点设在综合楼楼顶, 监测时间为 2009 年 11 月 29 日—12 月 3 日, 探空资料通过高空气象探测雷达和电码式探空仪采用综合探测雷达测风获取, 同期常规地面气象资料来源于鞍山国家基本气象站.

2 结果与讨论

2.1 环流特征

11 月 29 日 19 时 20 分开始, 辽宁地区陆续出现能见度小于 500 m 的大雾, 11 月 30 日 14 时 16 分, 鞍山市气象观测站开始出现大雾天气, 此次大雾天气主要集中两个阶段: 11 月 30 日 14 时 16 分—12 月 1 日 9 时 50 分, 最小水平能见度达到 60 m; 12 月 1 日 18 时 15 分—12 月 2 日 5 时 20 分, 最小水平能见度达到 100 m.

2009 年 11 月 29 日 20 时 500 hpa 天气形势图上欧亚大陆中纬度地区以较为平直西风气流为主, 多短波槽脊活动, 高纬度地区东西伯利亚地区有一深厚的低涡系统, 缓慢东移入海而逐渐减弱; 新地岛以南有一弱低压, 将快速发展东移至贝加尔湖地区, 从而形成两槽两脊形势. 大雾形成前和维持阶段辽宁地区受西风气流影响, 有河套地区浅槽东移并弱冷空气影响辽宁地区, 大雾后期转为槽后西南西气流. 大雾消散时原新疆地区低槽东移至辽宁以东地区, 转受北西北气流影响, 带来大范围降温天气; 700 hpa 高度 11 月 29 日 20 时至 30 日 8 时受暖脊影响, 温度升高, 地面积雪进一步融化, 导致空气中的水分更加充足, 给雾的形成提供了有利条件. 大雾形成时受河套地区浅槽的冷空气影响出现降温, 促使湿度增大有利于大雾形成; 12 月 1 日 8 时至 12 月 1 日 20 时 700 hpa 受暖脊影响, 12 月 2 日受辽宁中东部浅槽冷空气影响于 5 时大雾消散.

2.2 近地面要素特征

大雾从 30 日 14 时开始, 气温呈下降趋势, 1 日 9 时后气温回升; 1 日 18 时开始降温, 2 日 5 时气温回升, 从而形成两段大雾过程. 人工观测两段大雾期间相对湿度均达到 99%, 温度、露点差为 0.1%. 第一段大雾期间温度变化规律在 0℃ 附近, 大雾开始时温度逐渐下降, 温度变化范围 (−3.2—0.0)℃, 风速变化范围 (0.5—1.2) m·s^{−1}. 第二段大雾期间温度变化范围 (−2.9—2.0)℃, 风速变化范围 (0.3—2.8) m·s^{−1}, 其中超过 2.0 m·s^{−1} 的风速出现在大雾即将消散的时候. 大雾期间主导风向 W—NW, 频率 35%. 总体特点: 大雾形成时, 风速小, 温度在零度附近, 温度呈下降趋势, 水汽条件达到饱和; 消散时温度上升很快, 风速加大.

2.3 边界层结构特征

此次大雾过程边界层温度 (露点) 廓线 (图 1) 所示, 11 月 30 日逆温层厚度 793 m, 开始出现逆温高度为 179 m, 最强

2012 年 4 月 25 日收稿.

* 公益性行业 (气象) 科研专项项目 (GYHY20080620、GYHY201206024); 气象关键技术集成与应用项目 (CAMGJ2012M14) 资助.

** 通讯联系人, E-mail: first57@163.com

逆温强度达到 $9.3^{\circ}\text{C}/100\text{m}$;空气饱和层 179 m 以下相对湿度在 83% 以上,其中 179 m 达到 90%;风很小,179 m 以下静风,300 m 风速 $2.0\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,两次出现风速随高度增加而降低,850 hpa 高度风速达到 $5.0\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,500 hpa 高度风速达到 $8.0\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$;12 月 1 日逆温层厚度 413 m(逆温层出现两层,高层在 700 hpa 附近),最强逆温强度达到 $0.7^{\circ}\text{C}/100\text{m}$;虽然地面相对湿度达到 96%,而 202 m 相对湿度达 87%;开始出现逆温层高度升高,距地面 750 m;风速除地面静风外,风速较 11 月 30 日增大,风速在 600—1000 m 高度呈现减小;12 月 2 日逆温层厚低层厚度 174 m,逆温层距地高度 189 m,最强逆温强度达到 $2.1^{\circ}\text{C}/100\text{m}$,距地面 109 m;高层逆温层厚 700 m,距地高度 812 m;空气饱和层 812 m 以下相对湿度均在 91% 以上,最大达到 96%;地面风速 $1.0\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,189 m 以上均在 $11.0\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 以上,风速值很大即扩散能力强是大雾迅速消散原因之一。

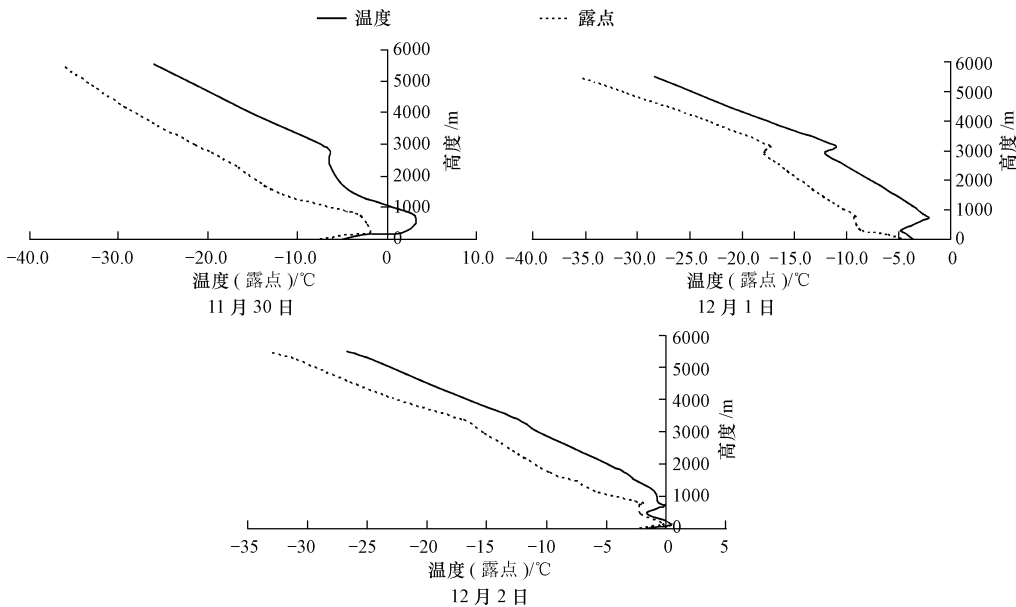


图 1 11 月 30 日—12 月 1 日 02 时温度(露点)廓线

2.4 大气气溶胶的特征

此次大雾过程从形成到消散的能见度变化范围 35—2202 m,大气气溶胶的数浓度 $3624.85\text{--}11999.98\text{ 个}\cdot\text{cm}^{-3}$,能见度与气溶胶的数浓度变化趋势呈反比.2009 年冬季 11 月 30 日—12 月 2 日大雾过程的数浓度(NSD)变化范围($3624.85\text{--}11999.98\text{ 个}\cdot\text{cm}^{-3}$),其中大雾形成前(S1) $6718.36\text{ 个}\cdot\text{cm}^{-3}$,大雾维持阶段(S2) $9530.12\text{ 个}\cdot\text{cm}^{-3}$,大雾消散阶段(S3) $5107.30\text{ 个}\cdot\text{cm}^{-3}$.此次大雾天气过程颗粒物数浓度(NSD)谱分布在 $0.675\text{ }\mu\text{m}$ 有峰值出现,其中大雾维持阶段(S2)峰值最大. $\text{PM}_{1.0}$ 的数浓度占 PM_{10} 的数浓度比例有所下降,另外,小于粒径 $0.5\text{ }\mu\text{m}$ 占 PM_{10} 比例比大雾前和消散后小 2%,尤其小于粒径 $0.4\text{ }\mu\text{m}$ 占 PM_{10} 的数浓度比例达到 78.83%,研究当地近 3 年 12 月份数浓度平均分布,在 $\text{PM}_{1.0}$ 数浓度所占 PM_{10} 数浓度比例基本不变情况下,只有某粒径范围出现峰值才能实现此过程.

3 结论

- (1)东北平原中南部处于鞍形气压场中,弱冷空气扩散使地面有多处较弱中尺度辐合区(辐合线),由于气温较高造成前期积雪融化,伴随辐射降温 and 西南平流输送作用形成此次大雾.
- (2)边界层有逆温层,层结稳定尤其是近地面强逆温,温度下降为大雾形成和维持提供有利条件.
- (3)大雾天气过程能见度与气溶胶的数浓度变化趋势呈反比,气溶胶的数浓度谱分布拟合曲线在粒径 $0.675\text{ }\mu\text{m}$ 左右产生峰值.

关键词: 大雾, 逆温层, 气溶胶, 数浓度.

参 考 文 献

[1] 吴兑.再论都市霾与雾的区别[J]. 气象,2006,32(4):9-15
[2] 王绪鑫,马雁军,向旬,等. 鞍山黑碳气溶胶观测[J]. 环境化学,2010,29(6):1091-1095