拉萨一次浮尘天气过程分析

何晓红 次仁德吉 林志强

(西藏自治区气象局气象台,拉萨 850000)

提 要:2007年1月15—17日拉萨地区出现了一次浮尘天气,造成空气质量污染,能见度下降;拉萨地区的生产、生活及交通运输受到了较大影响。应用欧洲中心客观分析场资料和逐日观测资料,主要从天气形势和气候特征分析了拉萨浮尘天气形成的原因和空气污染的局地气象条件。结果表明,由于冷暖空气在高原地区对峙,温度梯度和锋区加强;以及200hPa高空西风急流的影响,引发西藏地区大风,使干燥、疏松的地表形成扬沙、沙尘暴,大量的细小沙尘粒子随高空偏西气流携带至拉萨。加之拉萨本地低空处于弱辐合区,大气层结稳定,风速较小或静风,导致了拉萨浮尘天气形成。最后,给出了拉萨浮尘天气预报的思路,为拉萨浮尘天气的准确预报提供了一些参考信息。

关键词:浮尘 能见度 混合层 大气层结

Analysis of a Dust Weather Process in Lhasa

He Xiaohong Cirendeji Lin Zhiqiang

(Tibet Meteorological Observatory, Lhasa 850000)

Abstract: From January 15 to 17, 2007, a dusts weather process occurred around the region of Lhasa, which caused the pollution of air and the decrease of visibility. It brought bad influence to the Lhasa's production, transportation and resident life. The weather and climate characteristics are analyzed to depict the local meteorological conditions which cause the dust and air pollution. The results indicated that the causes of the dusts were the hot air confronted cold air on the plateau region, temperature gradient and front increasing. The strong wind blew in the western region of Lhasa and arose the floating dusts from the dry and incompact surface land. A great deal of thin sand in the weak convergence zone went to Lhasa along with the western high-level air current. Meanwhile, the Lhasa's local low altitude had the steady atmosphere layer and weak wind. This weather and orographic conditions are favorable to the invasion of floating sand, which

收稿日期:2007年6月19日; 修定稿日期:2007年7月20日

caused the dusts breaking out, air polluting and visibility decreasing. Finally, some ideas are put forward for the forecast of dust weather in Lhasa.

Key Words: floating dust visibility mixed layer atmosphere layer

引 言

在气象学中,出现浮尘天气的气象条件是:在无风或风力较小的情况下,尘土、细沙均匀浮游在空气中,使水平能见度小于10km;浮游的尘土和细沙多为远地沙尘经上层气流传播而来,或为沙尘暴、扬沙出现后尚未下沉的沙尘[1]。虽然浮尘的破坏性不大,但浮尘天气的影响却不容忽视。如浮尘过程中空气中可吸入颗粒浓度增加,对交通运输和人体健康产生的危害较大,沙尘气溶胶在大气中的长时间存在和输送,对气候效应也会产生很大影响。

受气候条件和生态环境的影响,进入21世纪以来,西藏地区大风天气增多,风力增大,沙尘天气频繁发生,主要以扬沙和浮尘为主。2007年1月15—17日拉萨地区出现的浮尘天气,致使大气中可吸入颗粒物浓度超标,造成3级以上空气污染现象,能见度降低,且持续时间长。近年来,对沙尘天气有关专家已进行了许多研究,但针对西藏沙尘天气的研究甚少,张核真等[2]研究了拉萨气候与沙尘日数变化趋势及其关系,研究表明,拉萨浮尘天气的发生与冬春季的年平均风速相关显著,与降水量呈较好的负相关。而对拉萨浮尘形成的原因和空气污染的局地气象条件以及预报思路等的研究还未开展。因此,文章重点分析了这次浮尘天气过程的天气特征、本地气象条件等,旨在探讨拉萨浮尘的成因和造成空气污染的气象条件,为拉萨浮尘天气的预报提供参考依据。

1 天气过程概述

图1给出的拉萨贡嘎机场1月15—17日定时观测记录表明,2007年1月15—17日拉萨地区发生的天气现象主要以浮尘为主,持续时间长,天气过程较为复杂,浮尘期间还夹杂着扬沙和高吹沙等天气现象。分析拉萨、尼木和贡嘎机场各时次的观测资料,发现浮尘天气开始于1月15日13:00时(北京时,下同),结束于1月17日11:00时,是拉萨历史上浮尘天气持续时间最长的一次。浮尘基本出现在每天的上午10:00时至下午17:00时,早上和夜间能见度较好。浮尘最严重是贡嘎机场(可能与机场观测密度大有关),浮尘出现最早结束最晚,造成拉萨贡嘎机场航班延误,2500多旅客滞留机场。浮尘期间水平能见度绝大多数低于10km,能见度最差时只有3km左右。浮尘期间污染物浓度持续偏高,空气污染等级高达3级以上,拉萨空气质量处于污染状态。

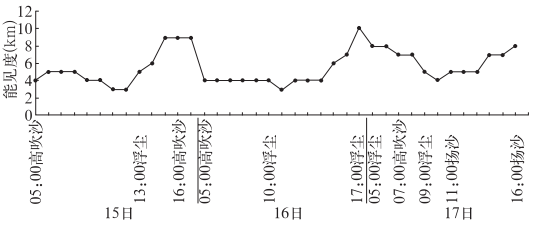

图1 2007年1月15—17日拉萨贡嘎机场能见度和天气象现象定时观测结果

2 天气形势演变

进入2007年欧亚中高纬环流较平直,500hPa欧亚中高纬基本维持两槽一脊型;乌拉尔山至巴尔喀什湖有冷性涡旋维持;亚洲大部地区为宽广的高压脊区,高原地区处于高压脊后部的西南气流中;我国东部沿海为低压槽。之后乌拉尔山至巴尔喀什湖低压槽

逐渐东移,3 日在巴尔喀什湖到高原西侧形成低压槽,系统一直维持到 7 日,8 日乌拉尔山到咸、里海地区新生的冷涡槽东移、南下,在巴尔喀什湖到高原西侧再次形成冷槽。中南半岛有暖脊发展、北抬,伸展到西藏地区东南部。13 日以前,冷暖空气在高原地区对峙,温度梯度增大,沿 30°N 锋区加强;高空 200hPa 西风急流一直位于西藏中、北部;受两者共同影响西藏地区大风天气增多,风力增强,个别地区发生了不同程度的扬沙、沙尘暴等沙尘天气。图 2 是 1 月 6 日 08:00 的 500hPa 天气形势。

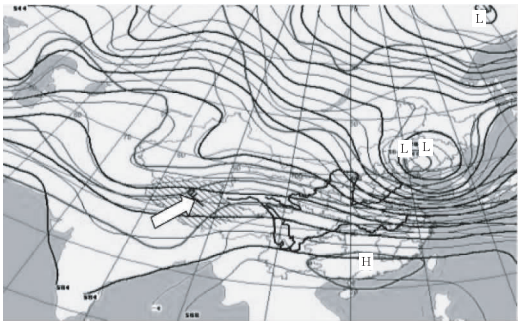

图 2　2007 年 1 月 6 日 08:00 的 500hPa 天气形势
实线为高度场等值线,虚线为温度场等值线,阴影区为地面大风区,白色箭头为 200hPa 西风急流轴

13 日开始,巴尔喀什湖至高原西侧的冷槽北缩、东移,高原地区温度梯度减小,锋区减弱,冷空气从高原北部扫过,拉萨地区处在东移冷槽的南侧,但无明显的冷空气影响拉萨地区,拉萨上空盛行偏西气流。上游地区大风、沙尘天气所产生的沙尘粒子随高空偏西气流向下游输送,并影响拉萨地区,15—17 日拉萨出现浮尘。17—18 日乌拉尔山长波槽加深东移、南压,使中低纬环流经向度加大,冷空气影响到拉萨以及整个高原地区,高原大部出现 2～8℃的降温。随着冷空气的到来,拉萨浮尘天气逐渐结束,空气质量得到改善。

综合上述分析可以看出,此次拉萨地区浮尘天气主要是由上游地区出现大风和沙尘天气后,细小的沙粒和尘粒沿着空中偏西气流飘至。

3　浮尘气象条件分析

2007 年 1 月 15—17 日拉萨地区发生的浮尘天气,主要是受上游持续的大风、沙尘天气的影响。但持续 3 天的浮尘天气与本地的气象条件也有重要关系。首先,由于前期西藏地区降水偏少,气温偏高,蒸发量大,水分亏损严重,土壤墒情差,土质疏松。其次,此期间拉萨基本处于弱气压场或弱辐合区中,低空边界层比较稳定,地面风速较小,基本在 2～4m·s^{-1},有时处于静风条件。这些气象条件均不利于沙尘等污染物扩散,容易导致尘粒等污染物在本地沉积[3]。

3.1　前期降水少气温高大风天气多

2006 年入冬以来西藏大部地区降水偏少,气温偏高,大风天气多。其中,拉萨地区、日喀则地区、山南地区和阿里地区降水偏少 7 成以上。阿里地区、那曲地区西部和日喀则地区气温偏高 3℃以上;其中 2007 年 1 月上旬旬平均气温为 1951 年以来历史同期最高值。空气平均相对湿度小于 20%,天气干燥,部分地区旱情发展[4]。加之该季节西藏地区植被稀少,裸露地表的沙粒因降水偏少,气温偏高,蒸发量较大而处于干燥疏松的状态。为沙尘天气提供了大量的沙源。

其次,进入 2007 年 1 月份,西藏地区大风日数增多风力增大,藏北一带、雅鲁藏布江河谷地区以及日喀则南部出现连续性大风天气,其中,安多、申扎、浪卡子、定日大风日数多达 15 天以上,最多的申扎县为 21 天,最大风速 34m·s^{-1}。大风刮起尘土和沙粒使部分地方出现扬沙、沙尘暴等沙尘天气。为拉萨浮尘天气的出现和维持提供了沙源。

拉萨单站实况分析,在 2006 年 12 月 13

日至 2007 年 1 月的一个半月时间里，拉萨地区未出现降水。图 3 给出了 2007 年 1 月 1—20 日拉萨气温距平、蒸发量逐日变化，可看出在浮尘天气出现前期，拉萨气温持续偏高，偏高幅度达 2℃以上，日蒸发量 3.5mm 以上；浮尘出现时蒸发量和气温同时迅速下降，浮尘期间气温持续偏低 4℃以上，蒸发量减小到 3mm 以下。从图中还可看出浮尘出现前 1～2 天(13 日)气温就从偏高 3℃下降到偏低 2℃；14 日蒸发量也随之下降，15 日拉萨出现浮尘。

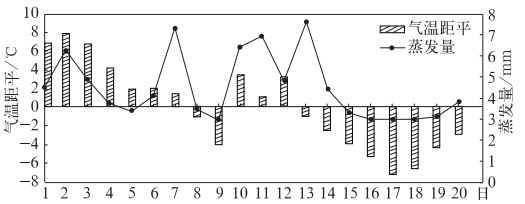

图 3 2007 年 1 月 1—20 日拉萨气温、蒸发量逐日变化

3.2 探空曲线分析

分析过程期间每日 08:00 和 20:00 的探空曲线和风可以看出，低层风速较小，500hPa 以下低空风速普遍小于 4m·s^{-1}，不利于污染物的三维扩散。图 4 给出了 2007 年 1 月 16 日拉萨两次探空曲线，可以看出从低层到高层风向随高度为顺时针旋转，整层暖平流活动明显，无明显的冷空气影响拉萨。探空曲线还表明 500hPa 以下低层温度露点差较大，空气比较干燥。

不论早晨还是白天在探空曲线上对流有效位能均为负值，整层大气十分稳定。有利于水汽、烟尘以及各种有害气体和空中尘土和沙粒在拉萨地区沉积。

这次浮尘天气期间并无明显的逆温层存在，低层逆温反而出现在浮尘天气前、后。这可能说明逆温层存在与否并不是拉萨浮尘的必要条件，当然一个例子并不能完全说明这

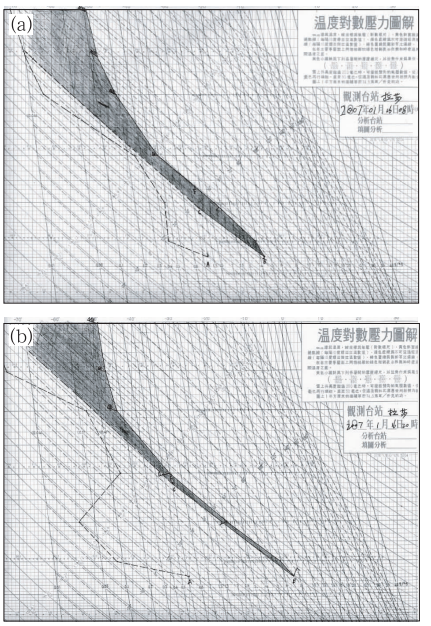

图 4 2007 年 1 月 16 日 08:00(a)和 20:00(b)拉萨探空曲线

个问题，还需要通过多个例子进行进一步分析。

3.3 湿度分析

对相对湿度分析表明，2007 年 1 月 14 日至 17 日 14:00 地面平均相对湿度为 15%左右，其中 15 日 14:00 的相对湿度小于 10%。这说明在浮尘天气出现期间拉萨近地层大气相对湿度较低。浮尘天气主要是受上游大风、沙尘天气不断给拉萨输送沙尘粒子的影响。

3.4 拉萨大气混合层厚度分析

从拉萨局地大气混合层厚度的变化分析发现，在拉萨浮尘天气出现前、后混合层厚度早晨基本在 150m 以上，白天可达 200m 以上。在浮尘天气期间无论早晨和白天混合层厚度基本在 150m 以下，其中早晨的混合层厚度不足 100m(图 5)，对污染物的垂直扩散非常不利。其次，在浮尘出现前 1～2 天(13

日 08 时)混合层厚度就下降到了 100m 以下,17 日 08 时混合层厚度再次上升到 100m 左右,当日午后浮尘天气结束。

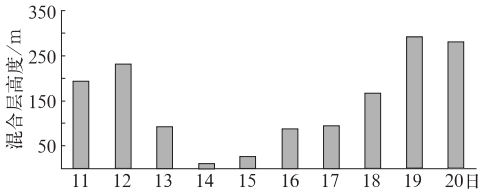

图 5　2007 年 1 月 11 日至 20 日 08 时拉萨局地混合层厚度变化

在本地气象条件以及上游地区大风、沙尘对拉萨的共同作用下,造成了拉萨持续 3 天的浮尘天气和空气污染。

4　小　结

(1) 2007 年 1 月 15—17 日拉萨地区出现的浮尘天气,是拉萨地区历史上浮尘天气持续时间最长的一次,造成了空气污染,机场航班延误,给拉萨地区的生产和生活带来了较大影响。

(2) 浮尘出现前期西藏地区降水偏少,气温偏高,天气干燥,土壤墒情差,土质疏松,部分地区旱情发展。

(3) 天气形势分析表明,500hPa 欧亚地区维持两槽一脊型;高原地区温度梯度增大;200hPa西风急流一直位于西藏中、北部;受两者共同影响西藏地区大风天气增多,风力增强。使干燥、疏松的地表形成扬沙等沙尘天气,大量细小的沙尘粒子随高空偏西气流携带至拉萨,形成浮尘天气。

(4) 拉萨局地低空气象条件不利于污染物的水平和垂直扩散,导致污染物在本地沉积,形成浮尘,造成拉萨地区空气污染,机场航班延误。

(5) 拉萨局地混合层厚度、气温等气象要素对浮尘天气的出现和结束具有较明显的指示意义。

参考文献

[1] 叶笃正,筹纪范,刘纪远,等. 关于我国华北沙尘天气的成因与治理衬映对策[J]. 地理学报,2000, 55(5):513-521.

[2] 张核真,唐小平. 拉萨气候与沙尘日数变化趋势及其关系[J]. 西藏科技,2002, 116(12):51-52.

[3] 张晓玲,刘建忠,徐晓峰. 北京春季一次持续浮尘和污染天气过程分析[J]. 气象科技,2004, 32(6):420-424.

[4] 顾华. 南方地区持续阴雨雪天气 东北及西藏气温明显偏高[J]. 气象,2007,33(4):118-123.

[5] 王淑英,张小玲. 北京地区 PM_{10}污染的气象特征[J]. 应用气象学报,2002,13(特刊):177-184.

[6] 路爽,张箐,孙凤华. 沈阳地区沙尘天气分析[J]. 气象科技,2004, 24(1):112-119.

[7] 郭发辉,郝京甫,宣捷. 北京风沙天气基本特征[J]. 气象,28(8):51-53.

[8] 倪雪. 拉萨贡嘎机场干季风沙、浮尘天气特征及预报初探[J]. 四川气象,2001,(4):46-48.