

一次连阴雨天气中不同降水过程的对比分析

何晓东 杨晓波 (营口市气象局 营口 115001)

摘要 针对2003年10月营口地区一次罕见的包含了从小雨到暴雨以及雨夹雪连续性阴雨天气过程,分析了造成连续性阴雨天气的同期大尺度环流背景,并对对比分析了不同天气过程的影响系统及物理量的时间和空间演变过程。结果表明:大尺度天气系统的维持少动是造成连续性阴雨天气的根本原因,不同降水过程性状上的差别是由次一级的天气系统不断变化而形成。

关键词 不同降水 天气形势 物理量 对比分析 数值预报产品

1 降水过程概述及划分

1.1 降水过程

2003年10月7~12日,营口地区出现了一次罕见的持续6d的阴雨天气。此次过程,营口市总降水量为134mm;营口地区北部为120~160mm,南部为60~120mm;最大降水量出现在虎庄镇,为162mm。此次天气过程降水持续时间之长、雨量之大,在历史同期是绝无仅有的。不仅如此,9日营口地区北部降了暴雨,11~12日在降了大雨之后又转为雨夹雪天气,暴雨日之晚,降雪日之早,在历史同期也是十分罕见的。

1.2 不同降水过程划分

根据降水时间,可把此次连阴雨天气过程划分为几个不同的降水过程,如表1。

表1 2003年10月8~12日营口地区降水过程划分

序号	降水时段	持续时间/h	降水量/mm	量级	降水时段中的代表时间
1	8日17~24时	7	20	中雨	8日20时
2	9日16~24时	8	60	暴雨	9日20时
3	10日14~23时	9	6	小雨	10日20时
4	11日03时— 12日01时	22	34	大雨	11日08~ 20时
5	12日05~13时	8	7	雨夹雪	12日08时

2 天气形势变化分析

2.1 大尺度环流背景的演变

2003年10月7~12日500hPa高空图上,东亚中高纬度为宽广深厚的低涡系统,冷涡中心位于贝加尔湖以西(以下称西冷涡)维持少动且不断加强,中心强度为520~540hPa,其前部中纬度形成大范围的偏西南气流,南支槽活跃。西冷涡中心分裂出来的冷空气在贝加尔湖以东又形成一个较弱的东冷涡中心,强度为540~550hPa(以下称东冷涡)。从2个冷涡中不断有冷空气扩散南下,与中低纬度的偏西南气流在营口地区不断交汇,从而产生连阴雨天气。

同时在低纬度,副热带高压是此间的又一重要系统,它经历了一个北抬西伸的过程^[1]。10月7~8日,584线位于30°N以南,9~10日北抬至35°N,10月11日北跳至40°N,导致高空暖湿气流更加活跃。

2.2 次一级天气系统的演变及降水过程的形成

10月8日从西冷涡中心分裂出来一个短波槽东移影响营口地区,形成中雨过程。9日西冷涡继续加强,西冷涡中心

分裂出来的冷空气形成东冷涡中心,移至中蒙边境。与此同时,副热带高压开始北抬,584线开始呈块状,北跳至35°N后,强大的冷空气与暖湿气流两者相遇形成了“2003.10.9”暴雨过程。之后,副热带高压继续北抬,其西侧偏西南气流持续活跃。扩散南下的冷空气与其相遇形成长时间稳定降水,11日总降水量达到了大雨过程。12日冷空气继续加强,气温下降,由雨转变成了雨夹雪。

2.3 低空急流与中尺度系统

10月8~9日850hPa图上,在山东半岛至辽宁出现偏西南方向的急流,中心风速为12~16m/s,并且在急流轴上出现中尺度风速辐合带,降水集中且较大。10~12日,急流消失,代之以南北风的较强暖式切变。

3 物理量场的对比分析

3.1 温度场

图1分析了10月8日20时—12日08时营口不同降水

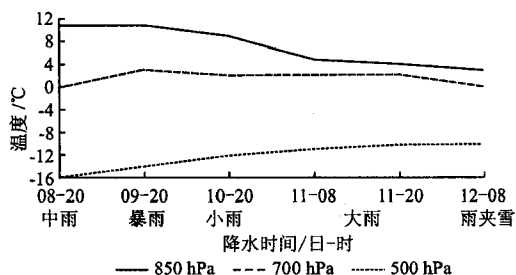


图1 10月8日20时—12日08时850~500hPa营口温度变化过程的850~500hPa温度变化。从图1中可以看出,由于冷空气的不断侵袭,在整个连阴雨天气过程中,营口低层温度持续降低,8日20时850hPa温度为11℃,12日08时温度为3℃,降低了8℃。连阴雨期间副热带高压北抬,导致高层温度逐渐升高,8日20时500hPa温度为-16℃,11日20时温度为-10℃,升高了6℃。中层温度变化很小,700hPa温度变化在3℃以内。同时也可以看出,在连阴雨天气过程中,温度的变化梯度并不大,平均每天变化仅1℃左右,这反映了冷暖空气的平衡,保证了阴雨天气的持续。其中,暴雨日(9日)中低层温度达到最高,700hPa有明显回暖过程,暴雨日前后冷暖变化最大。大雨日(11日)高层(500hPa)温度升至最高,以后又开始降低。

3.2 湿度场

图2为10月8日20时—12日08时营口低层和高层的湿度变化。从图2中可以看出,在整个连阴雨天气过程中,营

口低层平均湿度基本上是逐渐降低的,600~3 000 m的平均

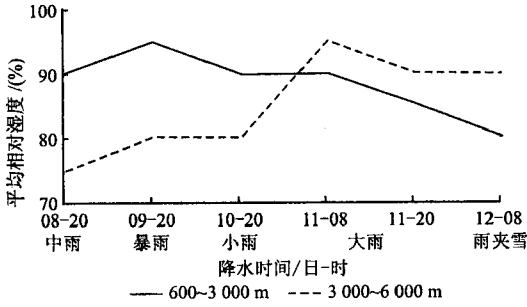


图2 10月8日20时—12日08时营口各层平均相对湿度变化
相对湿度由95%降至80%。同时,高层平均湿度逐渐升高而后降低,3 000~6 000 m的平均相对湿度由74%升至95%,而后又略有降低。其中,暴雨日低层平均湿度达到最大,为95%;大雨日时高层平均湿度达到最大,也为95%。由此可见,中低层空气的高温高湿是形成暴雨的必要条件。连阴雨过程后期高层湿度湿度的升高是由于副热带高压北抬造成的,这也是形成大雨和雨夹雪过程的原因之一。

3.3 辐合及上升运动

图3分析了10月8日20时—12日08时营口各个不同

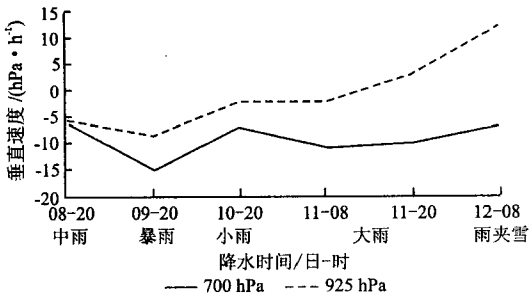


图3 10月8日20时—12日08时营口垂直速度变化
降水过程的低层和中层的垂直速度变化。从图3中可以看出,在整个连阴雨天气过程中,营口中层(700 hPa)始终为上升运动,低层(925 hPa)基本上也为上升运动,但减弱迅速,连阴雨后期低层转为下沉运动。从上升运动强度上看,中层远大于低层。可见,中低层持续的上升运动是形成连阴雨天气过程的必要条件和特征之一。其中,暴雨日上升运动最强,9日20时营口700 hPa的垂直速度为 $-16 \text{ hPa}\cdot\text{h}^{-1}$,925 hPa的垂直速度为 $-8 \text{ hPa}\cdot\text{h}^{-1}$,这表明,强烈的辐合上升运动的存在是形成暴雨的重要条件。

4 各次级降水过程的对比

综合以上分析,各个不同降水过程的对比如表2。

表2 不同降水过程的对比

降水过程	高空形势 (直接影 响系统)	冷空气 强弱	低空急流 与中尺度 系统	温度湿 度分布	暖湿 空气 强弱	辐合及 上升 运动	降水 性质	持续 时间
中雨	短波槽	较强	较强急流	一般	弱	较强	较强,不均匀	短
暴雨	东冷涡中心南 掉,短波槽	强	强急流	中低层 高温高湿	较强	强	强,不均匀	短
小雨	冷空气 扩散	弱	急流不明显, 低空切变	一般	弱	弱	弱,均匀	短
大雨	短波槽,较 强暖式切变	弱	急流不明显, 低空切变	中高层温 湿度较高	较强	弱(低层 下沉)	弱,均匀	长
雨夹雪	东冷涡中 心南压	强	急流不明显, 低空切变	一般	弱	弱(低层 下沉)	弱,均匀	短

从表2中可以看出,在整个连阴雨天气过程中,由于直接影响降水的系统有所不同,表现出的冷空气强弱相对也有所不同,营口各物理量场的变化也是有差别的,最终造成各个降水过程性状上的明显不同。在暴雨过程中,冷空气相对较强,中低层高温高湿,并生成了利于降水的急流等中小尺度系统,所以表现为降水集中、强度大。在阴雨天气后期,高空形成较强暖式切变,形势稳定,降水虽然不强,但时间持续二十几个小时,形成大雨过程。

5 数值预报产品的应用及暴雨预报

5.1 数值预报产品的应用

日本数值预报在形势变化和降水的持续时间上预报基本正确,有指导意义。一般降水量级预报较好,尤其是10月11日的大雨过程有指导作用。但对暴雨的量级预报则偏小,这反映了数值预报的一定局限性。

5.2 暴雨预报

10月份出现暴雨在营口地区是十分罕见的,预报难度很大。但从表2的对比可以看出,“2003.10.9”暴雨过程中形势场和各种物理量场的配置均为有利。本台暴雨统计预报指标:10纬度之内至少5根等压线,上升运动小于等于 $-10 \text{ hPa}\cdot\text{h}^{-1}$,低层有12 m/s以上急流,而“2003.10.9”暴雨过程中10纬度之内有5根等压线,上升运动平均为 $-13 \text{ hPa}\cdot\text{h}^{-1}$,低空850 hPa出现偏南急流,中心风速12~16 m/s,符合指标,可以起报。通过分析前后形势和物理量强度的变化,并参考暴雨预报指标完全可以对数值预报产品进行修改,并做出正确的暴雨预报。

6 结语

6.1 维持少动且不断加强的贝加尔湖地区的西冷涡是造成此次罕见连续阴雨天气的主要系统,其前部中纬度大范围的偏西南暖湿气流与冷涡中扩散南下的冷空气在营口地区不断交汇是造成连阴雨过程的根本原因。

6.2 副热带高压是形成此次连阴雨过程的又一重要系统。它的适时北抬是形成此次降水过程的关键。“2003.10.9”暴雨过程就是副热带高压北抬西伸与冷涡东中心南移相遇而形成的。

6.3 各个次级降水过程性状上的差别是因次一级的天气系统不断变化形成的。降水过程中各种物理量的变化与降水性状的变化是基本相一致的。深入分析这些变化对预报各个降水过程,特别是暴雨过程有指导意义。

6.4 中低层空气的高温高湿,存在急流、强烈的辐合上升运动是形成暴雨的必要条件。分析表明,“2003.10.9”暴雨过程亦具有上述特点。

6.5 数值预报对暴雨的量级及落区预报尚有局限性。地方台站通过深入分析前后天气形势的变化,并参考本地暴雨预报指标,完全可以对数值预报进行修改,从而做出正确的暴雨预报。

参考文献

1 朱乾根,林锦瑞,寿绍文,等.天气学原理和方法.北京:气象出版社,1993.