

黑龙江省春季两次强降雪天气分析

国世友 (黑龙江省气象台, 黑龙江哈尔滨 150030)

摘要 利用 NCEP $1^\circ \times 1^\circ$ 再分析资料, 针对 2006 年 3 月 10 日和 2011 年 3 月 13 日黑龙江省 2 次强降雪天气, 从环流形势、物理量和影响系统等方面进行了分析。结果表明, 2 次强降雪天气具有相似的特征, 均是在高空槽配合地面蒙古气旋的有利环境条件发生的, 低涡切变和辐合区的持续存在提供了动力条件, 低空西南急流带来了充沛的水汽输送。物理量分布及冷槽、暖脊等的位置使得 2 次强降雪落区存在一些差异。

关键词 强降雪; 春季; 黑龙江省

中图分类号 S161.6 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2013)01-00210-03

Analysis of Two Heavy Snow Events in Spring in Heilongjiang Province

GUO Shi-you (Heilongjiang Meteorological Observatory, Harbin, Heilongjiang 150030)

Abstract By using $1^\circ \times 1^\circ$ NCEP reanalysis data, two heavy snow events on Mar. 10, 2006 and Mar. 13, 2011 in Heilongjiang were analyzed from aspects of circular situation, physical quantity and influencing system. The results showed that two heavy snow events have similar characteristics, both were under the upper trough and Mongolia cyclone. Vortex shear and convergence zone persistence provided dynamical condition for the two heavy snow events. The low-level southwest airflow brought sufficient moisture for snow region. Physical quantity distribution and the positions of cold trough, warm ridge caused differences for the two times heavy snow regions.

Key words Heavy snow event; Spring; Heilongjiang Province

黑龙江省处于亚洲中高纬度地区, 大雪、暴雪是冬半年主要的气象灾害之一, 往往给交通等行业带来较大影响, 气象工作者对强降雪的分析 and 预报方法进行了多方面的研究^[1-3]。2006 年 3 月 10 日、2011 年 3 月 13 日均是在高空槽配合地面蒙古气旋下, 黑龙江省中部地区出现强降雪天气。笔者利用 NCEP $1^\circ \times 1^\circ$ 再分析资料、地面降水量资料, 对这 2 次强降雪天气的环流特征、物理量特征及影响系统配置进行分析, 力求找出它们异同点, 为今后高空槽配合蒙古气旋天气系统的降雪预报提供参考。

1 天气概况及大尺度环流特征

1.1 降雪特点 2006 年 3 月 10 日和 2011 年 3 月 13 日黑龙江省出现强降雪天气, 强降雪主要发生在 08:00~20:00, 降雪于凌晨从西部开始向东部逐渐推进。2006 年 3 月 10 日 08:00~20:00, 黑龙江省有 39 个站降雪量为大雪及以上量级 (12 h 降雪量超过 2.9 mm), 其中超过 9.9 mm 有 4 站 (图 1a); 2011 年 3 月 13 日 08:00~20:00 有 32 个站降雪量超过 2.9 mm, 其中 3 站超过 9.9 mm (图 1b)。2 次强降雪落区差异主要在黑龙江省西南部地区及鸡西东部、双鸭山东部、佳

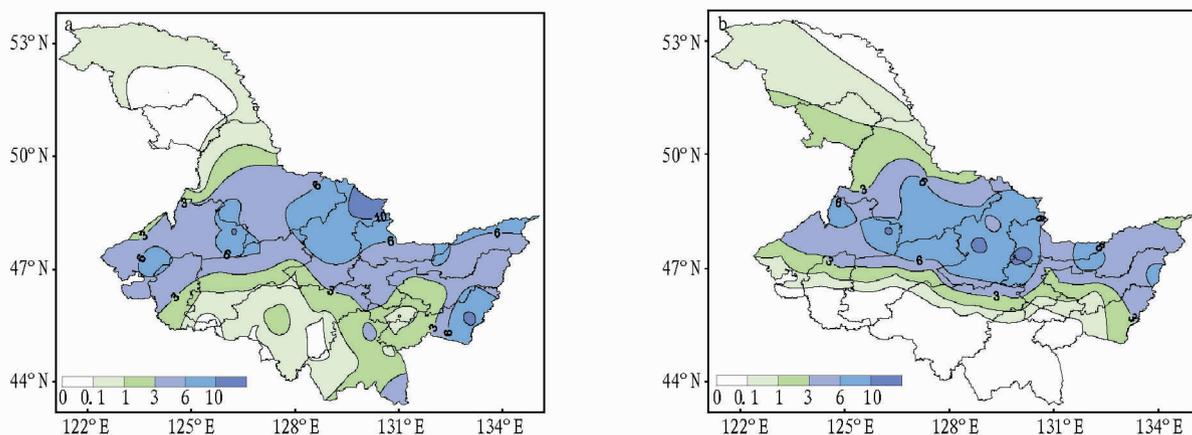


图 1 2006 年 3 月 10 日 (a) 和 2011 年 3 月 13 日 (b) 08:00~20:00 降雪量 (单位: mm)

木斯东部。

2006 年 3 月 10 日 02:00~08:00, 黑龙江省西部、吉林东部有降雪天气, 在齐齐哈尔北部有 2 站超过 2.9 mm, 随后黑龙江省西部雪区东扩、吉林东部雪区向东北方向移动; 08:00~14:00, 黑龙江省中西部地区 20 站、东南部 2 站降雪

量超过 2.9 mm, 其中 6 站超过 4.9 mm; 14:00~20:00, 降雪逐渐减弱, 14 站超过 2.9 mm, 其中 4 站超过 4.9 mm; 10 日 20:00~11 日 02:00 降雪强度进一步减弱, 仅有 2 站为 3.0 mm。2011 年 3 月 13 日 02:00~08:00, 内蒙古东部、黑龙江省西部有降雪天气, 强降雪区域位于内蒙古东部; 随着强降雪区东移, 08:00~14:00, 黑龙江省 20 站超过 2.9 mm, 7 站超过 4.9 mm; 14:00~20:00, 强降雪区继续东移, 有 12 站超过 2.9 mm, 8 站超过 4.9 mm; 20:00 以后降雪基本结束。

1.2 大尺度环流特征 2006 年 3 月 9 日 20:00, 500 hPa 亚

基金项目 中国气象局预报员专项项目 (CMAYBY2012-017)。

作者简介 国世友 (1976-), 男, 山东莱阳人, 高级工程师, 从事天气预报研究, E-mail: harbgysy@sohu.com。

收稿日期 2012-11-01

欧大陆为西高东低形势(图 2a),贝加尔湖西部为 $-44\text{ }^{\circ}\text{C}$ 冷中心,贝加尔湖东部有一高空槽;随着冷空气和高空槽南下、东移,蒙古到库页岛的高空锋区南压,10 日凌晨黑龙江省西部迎来降雪天气。9 日 20:00 850 hPa,向东北方向移动的低涡位于内蒙古中部,低涡中心延伸出切变线至黑河南部,切变线东南部是从渤海湾至黑龙江省南部的一致西南急流,最大风速超过 20 m/s ,切变线西北部为东北气流;随着低涡发展、东移、北上,在切变线附近暖湿气流与冷空气交汇,造成 10 日黑龙江省大范围强降雪。2011 年 3 月 12 日 20:00,500

hPa 亚洲大陆为一槽一脊形势(图 2b),贝加尔湖东部有一高空槽,且槽后有 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 冷温度槽配合。高空槽加强南下、东移,蒙古至大兴安岭的高空锋区南压,13 日凌晨开始影响黑龙江省。850 hPa,12 日 20:00 位于蒙古与内蒙古东部交界的低涡中心向东北方向移动过程中加强,13 日 08:00 位于内蒙古东部与黑龙江省西部交界,低涡东南部从渤海湾至黑龙江省南部为一致的西南急流,最大风速超过 25 m/s ;低涡西北部为东北气流。随着低涡发展、东移,在低涡中心附近产生强降雪天气。

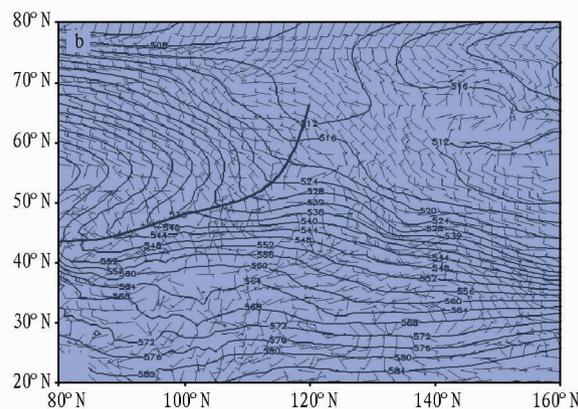
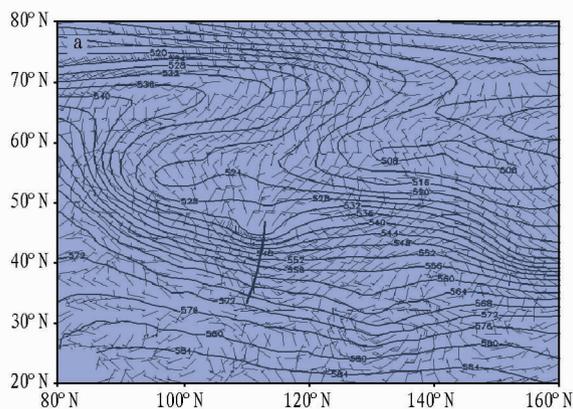


图 2 2006 年 3 月 9 日(a)和 2011 年 3 月 12 日(b)20:00 500 hPa 高空形势和 850 hPa 风场

2 强降雪天气诊断分析

2.1 热力条件

2006 年 3 月 10 日 08:00 850 hPa 假相当位温场显示(图 3a),从黄海—吉林—黑龙江省南部为 θ_{se} 高能舌区,主要是低空急流从渤海、黄海向强降雪区输送了大量具有海洋性质的空气形成的;在齐齐哈尔—黑河南部—伊春北部为 θ_{se} 密集带,说明齐齐哈尔—黑河南部—伊春北部为一强的能量锋区,这个能量锋区的形成与西南暖湿气流水汽输送有关,也与西北部南下的干冷空气活动有关,从而为强降雪区提供了大

量的不稳定能量,在西北部冷空气入侵下,释放不稳定能量造成强降雪。08:00~20:00,高能舌区和能量锋区东移,强降雪区也随之变化,强降雪区位于能量锋区上。

2011 年 3 月 13 日 08:00 850 hPa 假相当位温场(图 3b)显示,渤海—辽宁—吉林—黑龙江南部为一高能舌区,在黑龙江省南部存在假相当位温密集带,较 2006 年 3 月 10 日能量锋区偏南,强降雪区发生在能量锋区的假相当位温密集带北部。

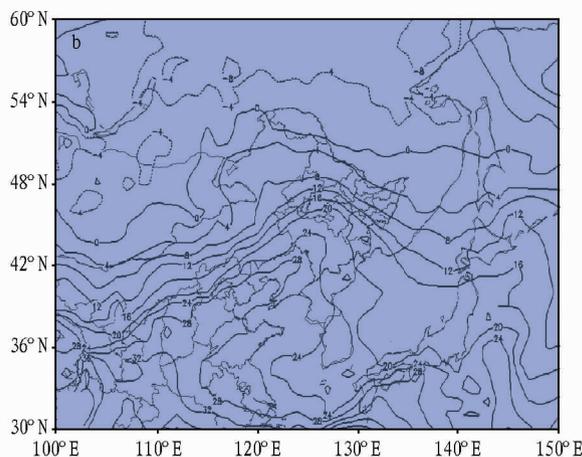
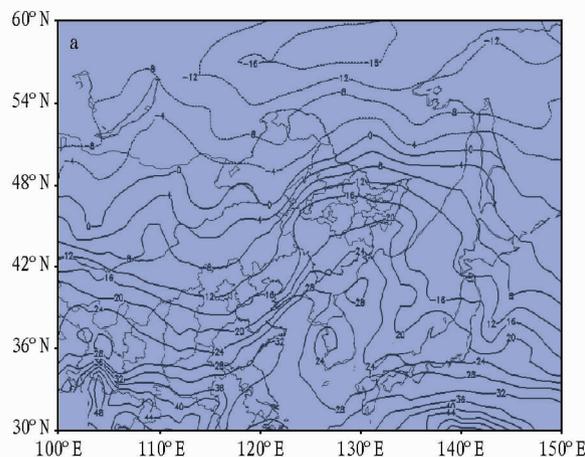


图 3 2006 年 3 月 10 日(a)和 2011 年 3 月 13 日(b)08:00 850 hPa 假相当位温(单位: $^{\circ}\text{C}$)

2.2 动力条件

分析 2 次强降雪过程 500、700、850、925 hPa 垂直速度场发现,2006 年 3 月 10 日和 2011 年 3 月 13 日 08:00~20:00,强降雪区在各个高度层均为上升运动,下面分析 850 hPa 层垂直速度演变情况。2006 年 3 月 10 日 08:00,850 hPa 黑龙江省除北部、东南部外,其他地区均处于上升运

动区,最强中心在西部地区,数值超过 $-0.8 \times 10^{-2}\text{ hPa/s}$;另外在双鸭山东部境外也有一个上升运动中心,数值高于 $-0.5 \times 10^{-2}\text{ hPa/s}$;14:00(图 4a),上升运动增强,强中心移至伊春中部,中心数值超过 $-0.9 \times 10^{-2}\text{ hPa/s}$,而东部的强中心位于境外,数值达 $-0.8 \times 10^{-2}\text{ hPa/s}$ 以上;以后 2 个上

升运动中心向东北方向移动,继续增强,20:00 分别位于伊春北部和佳木斯东部,其他地区上升运动已减弱,降雪逐渐减少。2011 年 3 月 13 日 08:00,850 hPa 黑龙江省除三江平原东部外,其他地区均为上升运动,中心位于齐齐哈尔北部至绥化,数值高于 -1.0×10^{-2} hPa/s;14:00(图 4b),强中心向东移动,在

伊春南部强于 -1.0×10^{-2} hPa/s;20:00,强上升运动中心移出黑龙江省,仅在伊春、鹤岗、佳木斯东部、双鸭山东部存在弱的上升运动,仍有降雪;其他地区转为下沉运动,降雪停止。由此可见,2006 年 3 月 10 日强降雪区主要在 850 hPa 上升运动中心附近,而 2011 年 3 月 13 日则在上升运动中心北部。

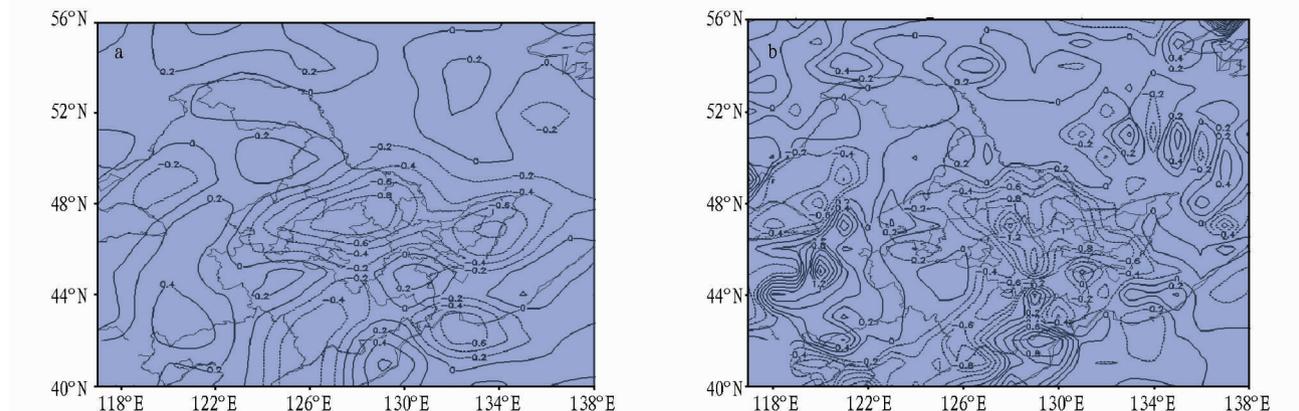


图 4 2006 年 3 月 10 日(a)和 2011 年 3 月 13 日(b)14:00 850 hPa 垂直速度(单位:hPa/s)

2.3 水汽条件 水汽的来源与输送直接关系到降水强度的大小。从 2006 年 3 月 10 日 08:00 850 hPa 比湿分布来看,从黄海—黑龙江省南部有一湿舌,比湿在 2 g/kg 以上,表明强降雪区有南来的充足水汽供应;湿舌东移,14:00 伊春、哈尔滨及其以东地区比湿超过 2 g/kg,20:00 三江平原位于湿舌区。2011 年 3 月 13 日 08:00 850 hPa 比湿分布也是从黄海—吉林—黑龙江省南部有一湿舌,但高于 2 g/kg 的区域明显小于 2006 年 3 月 10 日 08:00,14:00 湿舌覆盖了伊春南部、哈尔滨及其以东大部地区,20:00 高湿区继续东移,在黑龙江省区域内则主要位于三江平原。

强降雪的发生,不但要有充沛的水汽,还要有源源不断的水汽输送并在降水区附近辐合^[4-5]。2006 年 3 月 10 日 08:00 850 hPa 水汽通量散度分布,黑龙江省除三江平原及大兴安岭地区、大庆南部、绥化南部、哈尔滨西部为辐散区外,其他地区均为辐合区,超过 -0.8×10^{-7} g/(cm² · hPa · s) 的区域主要在齐齐哈尔、黑河南部、绥化北部、哈尔滨东部及

牡丹江;水汽通量散度场有一个变化过程,14:00 黑河南部、齐齐哈尔北部、大庆西部、绥化北部、伊春、鹤岗辐合明显增强,在黑河、齐齐哈尔及伊春地区交界区域为强辐合中心,中心数值为 -2.2×10^{-7} g/(cm² · hPa · s);20:00 仅在黑河南部、齐齐哈尔、绥化西部、大庆、伊春及佳木斯东部为辐合区,辐合强度明显减弱。2011 年 3 月 13 日 08:00 850 hPa 水汽通量散度场,除大兴安岭外,黑龙江省大部分地区为水汽辐合区,最强处为 -2.3×10^{-7} g/(cm² · hPa · s);14:00 三江平原及黑河南部、伊春为水汽辐合区,20:00 全省大部地区为辐散区。比较降雪区域的 850 hPa 水汽通量散度场发现,2006 年 3 月 10 日略强于 2011 年 3 月 13 日。

2.4 高空地面综合分析^[6] 分析 2 次强降雪天气的高空地面综合图(图 5)发现,2006 年 3 月 10 日 08:00,主要影响系统有 850 hPa 急流、850 hPa 切变线、700 hPa 切变线、700 hPa 温度脊、500 hPa 温度槽、地面辐合线;700、850、925 hPa 层均为湿区;系统配置情况是 850 hPa 切变线、700 hPa 切变线、地

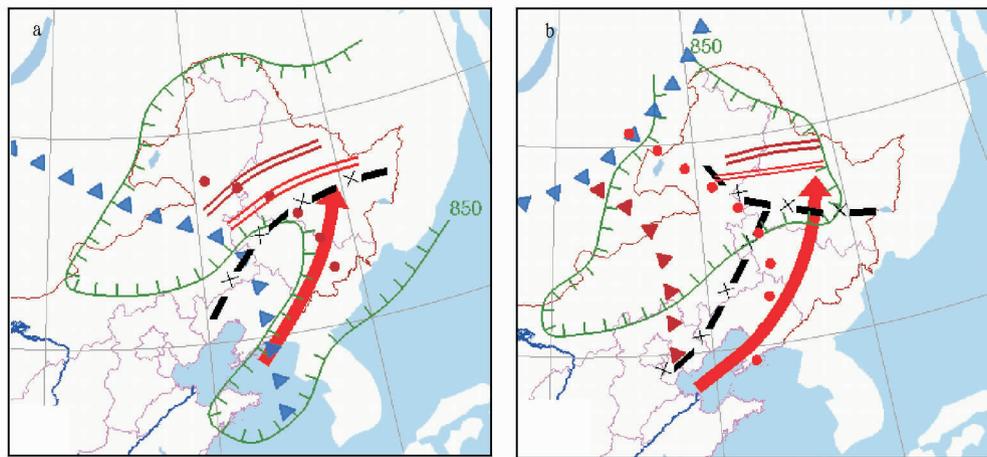


图 5 2006 年 3 月 10 日(a)和 2011 年 3 月 13 日(b)08:00 高空地面综合图

染程度的重要考核指标之一。目前,虽然国内就高锰酸盐指数测定影响因素做了很多研究,对实际工作有一定的指导作用,但是由于各地实验室的条件不同以及操作人员之间的个体差异,仍可能使结果有所不同。因此,需要试验操作人员平时不仅要注意参考同行研究成果和经验,还要注意摸索所在实验室条件下的最佳试验条件。另外,由于高锰酸盐指数是一个相对的条件性指标,建议相关部门从各种外界因素综合考虑,对标准方法中有关加热时间及水浴温度的规定进一步明确,以确保在反应高效段内的有效加热时间一致,并使室内和室间精密度和准确度达到质控要求。

参考文献

- [1] 胡丽丽. 酸性高锰酸盐指数测定影响因素的研究[J]. 河北工业科技, 2008, 25(4): 236-238.
- [2] 赵剑辉, 傅正. 关于高锰酸盐指数检测条件的探讨[J]. 水质监测技术交流, 2010(12): 50-51.
- [3] 张云. 酸性高锰酸盐指数的准确测定及影响因素探讨[J]. 地下水, 2010, 32(1): 111-112.
- [4] 于航宇, 刘蕾. 酸性法测定高锰酸盐指数的影响因素[J]. 中国新技术新产品, 2011(15): 146.
- [5] 刘振华. 减小高锰酸盐指数测定误差的分析研究[J]. 工业水处理, 2010, 30(8): 72-74.
- [6] 王晓利, 原霞, 赵明. 高锰酸盐指数影响因素研究[J]. 舰船防化, 2011(2): 45-47.
- [7] 宋海燕. 酸性法测定高锰酸盐指数的影响因素控制[J]. 污染防治技术, 2009, 22(4): 95-96.
- [8] 许凯. 浅谈影响高锰酸盐指数准确测定的几个关键步骤[J]. 水质监测, 2011(12): 60-61.
- [9] 古昕玲. 测定高锰酸盐指数影响因素的探讨[J]. 水利科技与经济, 2007, 1(5): 324.

- [10] 江滔, 雷晓玲, 牛耘芑. 加热条件对高锰酸盐指数测定的影响[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(19): 10192-10193.
- [11] 乔莉莉, 朱慧. 影响高锰酸盐指数测定值的因素[J]. 中国新技术新产品, 2010(21): 1.
- [12] 林晶, 郭洁. 准确测定高锰酸盐指数应该注意的问题[J]. 福建分析测试技术交流, 2004, 13(Z1): 2040-2041.
- [13] 张媛华. 高锰酸盐指数测定过程中的几个重要环节[J]. 云南环境科学, 2004, 23(S1): 206-207.
- [14] 洪雪花, 欧利华, 连云, 等. 影响水质高锰酸盐指数的测定因素分析[J]. 中国卫生检验杂志, 2011, 21(1): 244.
- [15] 卡林, 林树生. 酸性法测高锰酸盐指数有关问题探讨[J]. 仪器仪表与分析监测, 2007(1): 40-41.
- [16] 申茜. 影响高锰酸盐指数测定的因素和质量控制方案[J]. 科技资讯, 2009(14): 251.
- [17] 任丹. 消除酸性法测定高锰酸盐指数误差的方法[J]. 北方环境, 2010, 22(5): 59-60.
- [18] 史长云, 张玉芳, 董丽萍. 高锰酸盐指数实验用水的探讨[J]. 黑龙江环境通报, 2001, 25(1): 56.
- [19] 余晓鹏, 张付宝. 高锰酸盐指数测定的影响因素研究[J]. 内蒙古环境科学, 2008, 20(3): 56-58.
- [20] 蒋晶晶, 印军荣. 准确测定高锰酸盐指数的条件因素探讨[J]. 污染防治技术, 2009, 22(3): 103-104.
- [21] 王瑞兰. 试论高锰酸盐指数测定中的校正系数 K 值[J]. 环境研究与监测, 2010, 23(1): 41-42.
- [22] 卡林, 朱伊君, 王芹. 测试条件对高锰酸盐指数测定结果的影响[J]. 黑龙江环境通报, 2001, 25(3): 71-72.
- [23] 何冬萍. 高锰酸盐指数测定中校正系数 K 值的变化验证[J]. 云南环境科学, 2003, 22(S2): 133.
- [24] 李红梅, 王义伟, 李梦露, 等. 影响高锰酸盐指数测定准确度的因素探讨[J]. 给水排水, 2011, 37(S1): 180-182.
- [25] 刘萍, 翟崇治, 余家燕, 等. 地表水浊度对高锰酸盐指数的影响[J]. 三峡环境与生态, 2010, 32(6): 30-31.
- [26] 刘巧莲. 影响高锰酸盐指数测定的几个因素[J]. 山西能源与节能, 2008(2): 40.

(上接第 212 页)

面辐合线位于 850 hPa 急流前端, 500 hPa 冷槽带动冷空气东移, 侵入中低层暖温度脊中, 强降雪发生, 主要出现在 700 hPa 切变线与地面辐合线之间, 随着 700 hPa 切变线与地面辐合线东移, 强降雪区东扩。2011 年 3 月 13 日 08:00 主要影响系统与 2006 年 3 月 10 日 08:00 基本相同, 有 850 hPa 急流、850 hPa 切变线、700 hPa 切变线、700 hPa 温度槽、850 hPa 温度脊、地面辐合线; 700、850、925 hPa 层强降雪区为湿区; 系统配置情况是 850 hPa 切变线、700 hPa 切变线、地面辐合线位于 850 hPa 急流前端, 700 hPa 冷槽带动冷空气东移, 侵入低层暖空气中, 850 hPa 切变线与地面辐合线之间出现强降雪天气, 随着 850 hPa 切变线与地面辐合线移动, 强降雪区东移。可见, 2 次强降雪的系统主要差异是影响的冷空气不同, 2006 年 3 月 10 日主要来自于 500 hPa, 而 2011 年 3 月 13 日主要来自于 700 hPa。

3 结论

(1) 2 次强降雪天气是在比较有利的环流背景下发生的, 均是在 500 hPa 西风槽、低涡切变线和蒙古气旋的影响下。

(2) 在强降雪发生之前, 黑龙江省强降雪区已经积累了大量不稳定能量。

(3) 2 次强降雪的水汽主要来自渤海湾和黄海, 并随低槽前部的强盛西南气流向强降雪区输送。低层辐合带使水汽在强降雪区上空形成垂直上升通道, 为强降雪的产生提供了充沛的水汽和不稳定能量。

(4) 2006 年 3 月 10 日高空槽、低空切变线、地面辐合线位置偏西南可能是西南部降雪强于 2011 年 3 月 13 日的原因; 2006 年 3 月 10 日东部维持强上升运动区可能是鸡西东部、双鸭山东部、佳木斯东部降雪较强的原因。

参考文献

- [1] 高玉中, 周海龙, 苍蕴琦, 等. 黑龙江省暴雪天气分析和预报技术[J]. 自然灾害学报, 2007, 16(6): 25-30.
- [2] 刘松涛, 赵广娜, 钟幼军, 等. 黑龙江省 2 次暴雪天气过程对比分析[J]. 黑龙江气象, 2007, 24(3): 17-19.
- [3] 张杰, 吴英, 闫中帅. 2007 年 12 月 29 日黑龙江省暴雪诊断分析[J]. 黑龙江气象, 2008, 25(4): 7-10.
- [4] 董伟, 王丽娜. 一次东北暴雪天气过程诊断分析[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(31): 13774-13776.
- [5] 幼碧鸿, 宋长远, 张晶, 等. 2007 年 3 月 3-5 日东北特大暴雪过程分析[J]. 安徽农业科学, 2011, 39(6): 3554-3558.
- [6] 张小玲, 张涛, 刘鑫华, 等. 中尺度天气的高空地面综合图分析[J]. 气象, 2010, 36(7): 143-150.
- [7] 黄晓慧, 曲淑艳, 刘丽. 满洲里地区一次暴雪天气过程分析[J]. 内蒙古农业科技, 2010(5): 83-84.