

2010—2011 年冬季浙江两次强降雪天气过程对比分析

钱卓蕾, 张建海

绍兴市气象台, 浙江绍兴 312000

摘要 使用 NCEP/NCAR $1^{\circ}\times 1^{\circ}$ 格点资料, 对 2010—2011 年冬季浙江两次强降雪进行了对比, 通过对环流形势、水汽、动力、热力特征的诊断分析表明, 2010 年 12 月 15 日降雪过程是一次高空横槽转竖, 地面强冷空气南下的冷过程, 而 2011 年 1 月 18—21 日降雪过程是冷背景下西南气流北抬的暖过程; 在 700hPa 两者都存在着西南气流的加强; 850hPa, 前者是东风急流, 后者是西南风急流。两次降雪都有充分的水汽和强烈的垂直上升运动, 前者能量锋区是南压的, 而后者是南北波动的; 两次降雪都满足温度场的基本条件, 并具有逆温结构, 前者的逆温层深厚, 后者的比较浅薄。

关键词 南支槽; 西南气流; 高空横槽; 假相当位温; 逆温层

中图分类号 P458.3

文献标识码 A

doi 10.3981/j.issn.1000-7857.2011.13.010

Comparative Analysis on Two Heavy Snowfalls in the Winter of 2010—2011 in Zhejiang Province

QIAN Zhuolei, ZHANG Jianhai

Shaoxing Meteorological Bureau, Shaoxing 312000, Zhejiang Province, China

Abstract Using the NCEP/NCAR $1^{\circ}\times 1^{\circ}$ grid data, two of the heavy snowfall occurred in the winter of 2010—2011 in Zhejiang Province were studied. Based on the diagnostic analysis on the circulation over the high and low level, the moisture conditions, the dynamic field and the thermal characteristics and the comparison of the two heavy snowfall, the results indicate that the snowfall on December 15, 2010 was a cooling process with the erection transfer of high-altitude horizontal groove and strong surface cold air blowing southward, meanwhile the snowfall on January 18—21, 2011 was in the cool context with southern branch trough deepening and moving eastward and the warm-wet southwest wind blowing northward, the ground was within the control of cold high variability. At the middle level, for both cases, the augment of the southwester flow exists. Over the low-level, the former water vapor was transported by east jet, while the later water vapor was transported by the southwest air. The two processes require adequate supply of water vapor and vertical ascending motion. Energy front of the former is the southward, while the energy front of latter is a north-south fluctuation. Two processes both meet the basic conditions of temperature field and have the structure of a temperature inversion. However, the former has a strong inversion layer, while the latter is relatively shallow.

Keywords southern branch trough; southwest flow; high-altitude horizontal groove; pseudo-equivalent temperature; inversion layer

0 引言

降雪是中国重要的天气现象。对于降雪机制和成因, 已有研究取得了较大的进展; 黄海波等^[1]、张腾飞等^[2]、池再香等^[3]分别对新疆、云南、贵州等地大到暴雪天气从天气形势、动力条件和水汽来源等方面进行了深入分析; 陶健红等^[4]用 WRF 模式对河西一次暴雪过程进行了数值模拟, 中尺度分析也应用

到高原地区暴雪分析中^[5]; 董文杰等^[6]、马林等^[7]对高原东部牧区的雪灾气候特征和降雪成因进行了分析研究, 提出了牧区雪灾预报的思路。徐亮等^[8]、吴长平等^[9]分别对青南牧区、阿坝牧区连阴雪天气进行了初步研究, 分析了连阴雪天气气候特征和时空分布特点, 并提出了连阴雪天气的预报着眼点; 乔林等^[10]运用湿位涡和锋生理论, 研究了干冷空气在山东一次

收稿日期: 2011-03-11; 修回日期: 2011-04-09

作者简介: 钱卓蕾, 硕士, 研究方向为东亚气候预测研究, 电子信箱: saberqzl@126.com; 张建海 (通信作者), 研究员, 研究方向为天气与气候, 电子信箱: kinhae@sina.com

连阴雪天气事件中的作用;姜学恭等^[1]通过数值模拟,分析了2003年3月内蒙古持续强降雪过程,认为强降雪的出现是高层强辐散与低层强辐合相互耦合所致。

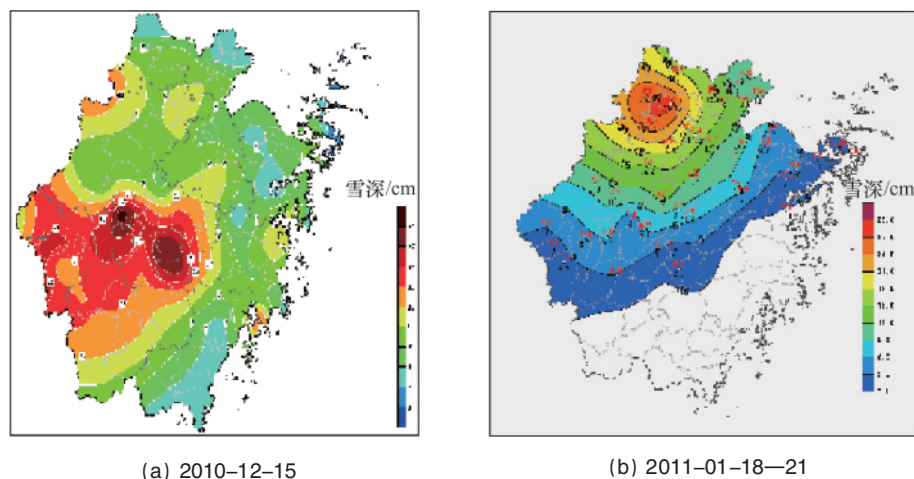
之前的降雪研究主要是针对高原地区及其周边地区,而近年来,南方频繁出现强降雪,这一现象越来越受到关注,特别是对于2008年1月的雪灾,刘毅等^[2]讨论了平流层环流异常对本次过程的影响。陈月娟等^[3]利用NCEP/NCAR再分析资料,通过对2007年12月1日—2008年2月15日各等压面上位势高度场和NAM指数变化的逐日分析,讨论了过程与平流层环流异常的关系。

2010—2011年冬季浙江降雪也较往年频繁,比较显著的两次强降雪分别出现在2010年12月15日和2011年的1月18—21日。本文利用了NCEP/NCAR 1°×1°格点资料,主要针对这两次强降雪,对两次过程的主要特征进行了比较全面的分析,以期对降雪天气提供更好的预报思路。

1 降雪天气过程概况

受强冷空气影响,2010年12月15日浙江大部地区都出现了大到暴雪(图1(a))。

受冷空气和西南暖湿气流共同影响,2011年1月18—21



(a) 2010-12-15 (b) 2011-01-18-21

图1 两次降雪过程雪深分布

Fig. 1 Snow depth distribution during two heavy snowfalls

日上午浙北大部和浙中西部地区出现强降雪天气,其中湖州、杭州、嘉兴地区及绍兴和金华北部地区普降大雪,局部暴雪。过程最大积雪深度上述地区一般有10—20cm(图1(b))。

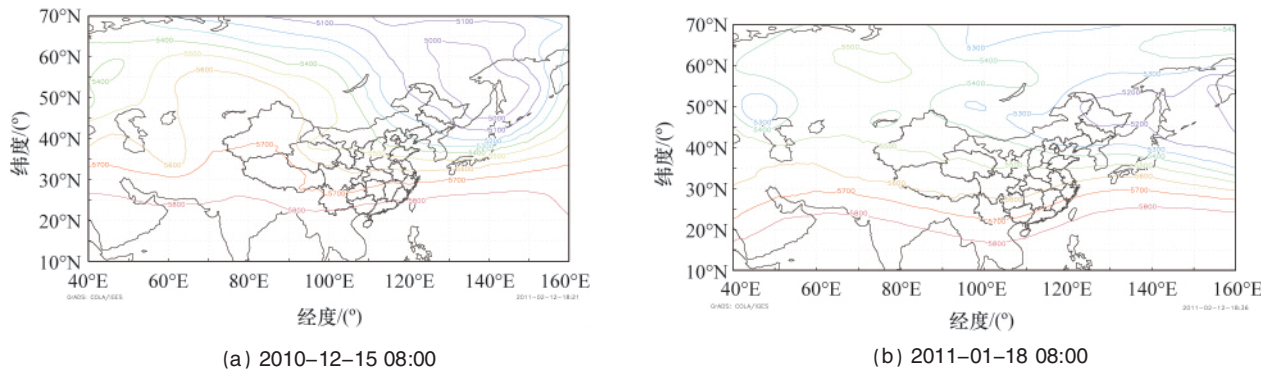
2 两次降雪过程对比分析

2.1 环流背景分析

2.1.1 500hPa 环流形势

两次降雪过程的环流形势差异是比较明显的。首先是降雪前的环流背景不同,2010年12月15日降雪前是在暖背景

下冷空气不断堆积。12月14日08:00,巴尔喀什湖长波脊是东倾的,脊线位于70°E,预示着未来有减弱趋势,亚洲东岸大低涡向西伸出一个东西走向槽,位于贝加尔湖附近,槽前后是偏北风和偏西风的切变,槽线在45°N,槽前有强冷空气。2011年1月18—21日降雪前有强冷空气影响:1月14—15日的环流形势与2010年12月15—16日降雪过程的高空形势十分相似,区别在于后者没有明显的南支槽的东移,过程也比较快,没有造成强降雪天气,但为18—21日的强降雪形成了一个冷背景。在降雪期间,两者的环流场也是有区别的。



(a) 2010-12-15 08:00 (b) 2011-01-18 08:00

图2 500hPa 高空形势(单位:gpm)

Fig. 2 High-altitude situation at 500hPa (unit: gpm)

在 35°N 以南的南支槽强度差异很大,2011 年 1 月 18—21 日的南支槽明显强于 2010 年 12 月 15 日的南支槽,可以看到南支槽有显著加深东移过程。两者在 35°N 以北的形势也是有差异的。2010 年 12 月 15 日降雪主要表现为西高东低的形势:15 日 08:00(图 2(a)),100°E 以西是巴尔喀什湖长波脊,以东是一个稳定维持的低涡;2011 年 1 月 18—21 日降雪为中间高两头低的形势:18 日 08:00(图 2(b)),西北太平洋上稳定维持低涡,向中国东北地区伸出一东西走向横槽,同时里海附近有相对较弱的低涡,两低涡之间是一个比较弱的高压脊,脊线在 70°E。两次降雪的主要影响系统是不同的,2010 年 12 月 15 日降雪的影响系统是低涡横槽,横槽转竖,冷空气南下,与南部暖湿气流交汇,形成降雪,而 2011 年 1 月 18—21 日降雪的主要影响系统是南支槽,低涡横槽的稳定存在也是一个重要因素,使得槽前维持一定强度的西北气流,与南支

槽前的强烈的西南气流汇合,出现强降雪,由于暖湿气流的强度强且维持时间长,因此降雪的持续时间比较长。

3.1.2 700hPa 风场

两次降雪过程中,700hPa 风场都存在着西南气流的加强。2010 年 12 月 14 日 08:00,700hPa 以干燥的西北偏西气流为主,浙江基本处于风速辐散场内,15 日 08:00(图 3(a)),西南气流北抬,与北部的西北气流在 32°N 附近汇合,西南气流显著增强;16 日 08:00,西南气流显著减弱(图略)。2011 年 1 月 18—21 日降雪的西南气流增幅明显比前者大,且过程中存在多次增强和减弱。2011 年 1 月 18 日 08:00(图 3(b)),西南急流加强北抬,穿过浙江北部,与北方的高空槽底部的西北气流在 35°N 形成辐合场,有利于产生强降雪。18 日 20:00—20 日 00:00,低层西南气流维持,强度略有减弱;20 日 08:00,西南气流再次加强;21 日 08:00,西南气流减弱(图略)。

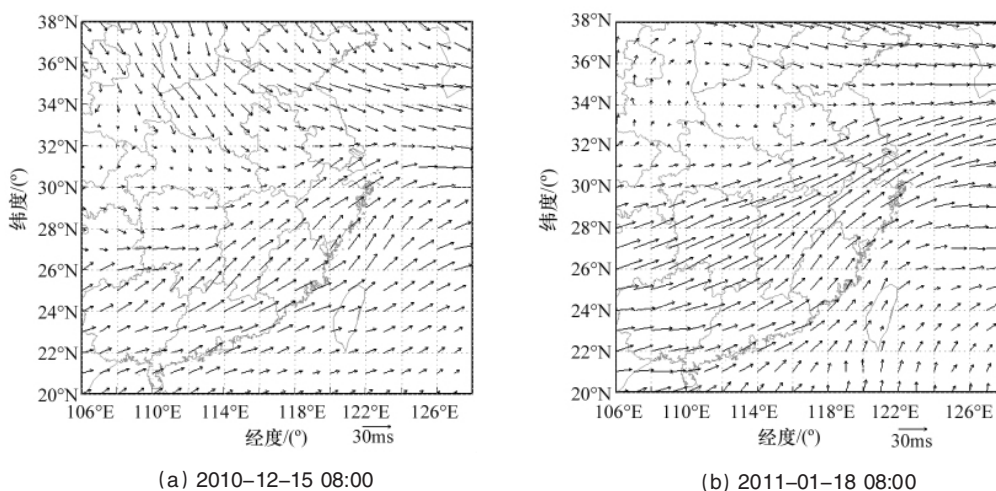


图 3 700hPa 风场(单位:m/s)
Fig. 3 Wind field at 700hPa (unit: m/s)

3.1.3 850hPa 风场

两次降雪在 850hPa 风场上最明显的差异是低空急流的走向。2010 年 12 月 15 日 08:00(图 4(a)),在浙江中部出现一

个偏东风急流,急流位置也是东北气流与东南气流辐合线的位置,潮湿的东风气流为降雪提供了水汽,气流辐合激发上升运动,有利于强降雪的维持。2011 年 1 月 18—21 日降雪过

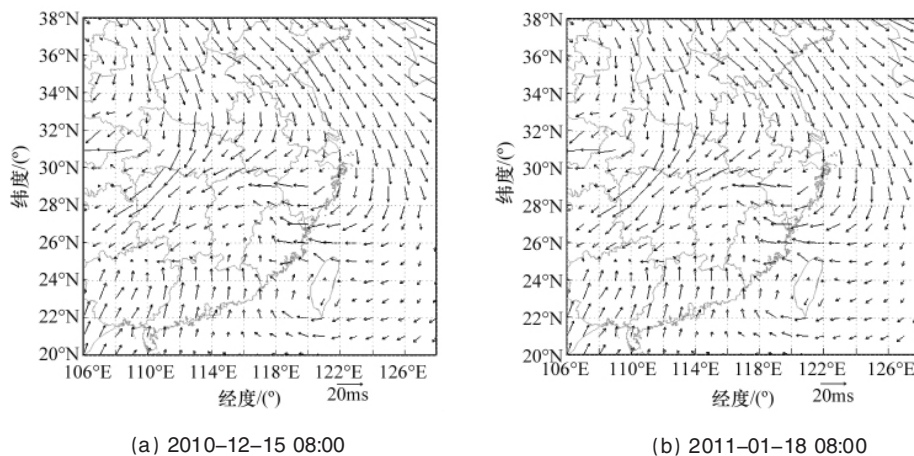


图 4 850hPa 风场(单位:m/s)
Fig. 4 Wind field at 850hPa (unit: m/s)

程中低空是西南风急流:18日08:00(图4(b)),可以看到风向的转变,从偏北气流转为西南气流。两次降雪过程的风场变化情况也是有差异的。2010年12月15日降雪前后经历了从东北风—偏东风—西北风的转变,而2011年1月18—21日降雪过程,风场变化是偏北风—西南风—偏西风,且降雪期间不断有低涡东移影响,使后者降雪强度增强:18日08:00(图4(b)),低层处于冷高压的后部,盛行西南偏南气流,安徽—湖北地区有一个比较弱的低涡切变;19日00:00(图略),850hPa安徽—湖北有明显的低涡切变东移,浙江北部位于低涡右前方的西南风急流中;20日00:00(图略),安徽—湖北—

江西又有低涡东移,西南急流再次加强。

3.1.4 地面形势

地面气压场上最大的差异在于冷高压中心的移动情况。2010年12月14日08:00(图略),北部有一个强大的冷高压,中心位于50°N—55°N,浙江省处在高压底部,高压中心在蒙古以北,日本岛附近的西太平洋上有两个低压;15日08:00(图5(a)),冷高压东移南下,海上两个低压合并成一个低压并北缩东退;16日08:00(图略),浙江基本位于冷高压控制中。2011年1月18—21日降雪冷高压中心维持在蒙古,基本不变,如图5(b),地面始终处于变性冷高压底部。

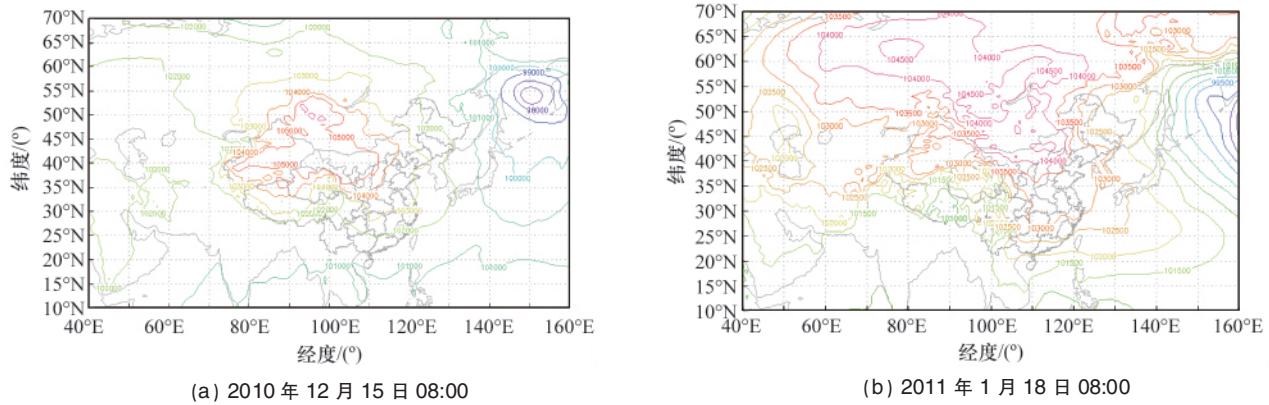


图5 地面气压场(单位:hPa)

Fig. 5 Ground pressure field at sea level (unit: hPa)

3.2 水汽条件

3.2.1 700hPa 湿度场

两场降雪在700hPa都为湿区控制。2010年12月15日降雪过程中整个湿区有南压的趋势:从14日08:00(图6(a))700hPa湿度场看,除了南部地区,湿度基本都比较低;14日20:00,西边的湿区东移,浙江中部地区相对湿度>90%;15日08:00(图6(b)),全省都在湿区内,相对湿度>90%;16日08:00(图6(c)),湿区南压,浙江沿海仍然位于市区内,但是大部分地区湿度都较低,降雪基本停止。2011年1月18—21日降雪湿区的移动方向基本是向东:17日08:00(图6(d)),西边有一

片湿区,并逐渐东移;18日14:00,90%湿区完全覆盖了浙江,直到21日08:00(图6(f))湿区才移出,18日08:00—21日08:00(图6(d)—6(f)),浙江全省基本都在湿区内,湿度条件良好。

3.2.2 850hPa 水汽通量和水汽通量散度

降雪需要充分的水汽,除了该地的高湿度之外,还需要水汽源源不断的输送。从两次降雪的水汽通量图(图7)可以看到,降雪水汽来源主要有两条途径:第一条来自东海和南海,第二条来自孟加拉湾。对于2010年12月15日降雪而言,东海是最重要的水汽来源,由冷高压底部偏东急流输送。而对于2011年1月18—21日降雪,孟加拉湾的水汽输送量占

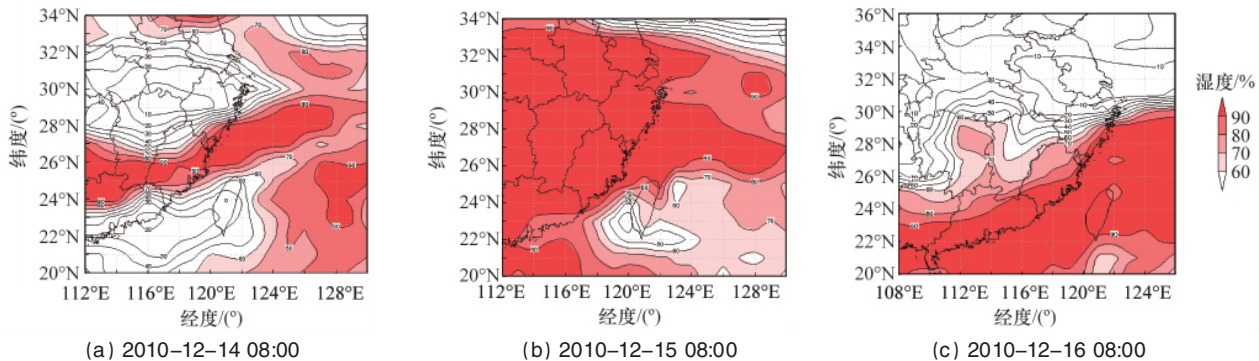


图6 两次降雪700hPa湿度场

Fig. 6 Relative humidity field at 700hPa

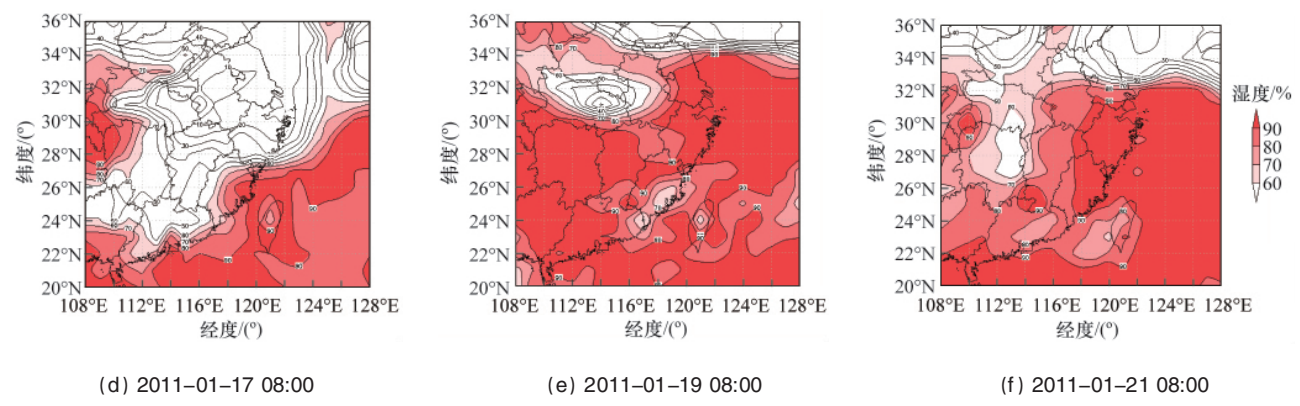


图 6 两次降雪 700hPa 湿度场 (续)

Fig. 6 Relative humidity field at 700hPa (continued)

了很大的比重,由南支槽前的西南气流输送。从水汽通量散度场来看,两次降雪基本都是在水汽辐合区内。图 8(a)可以

看出,辐合中心在福建、广东等地、浙江地区在辐合区内;图 8 (b)的辐合中心在海上,中国东南部基本都为水汽辐合地区。

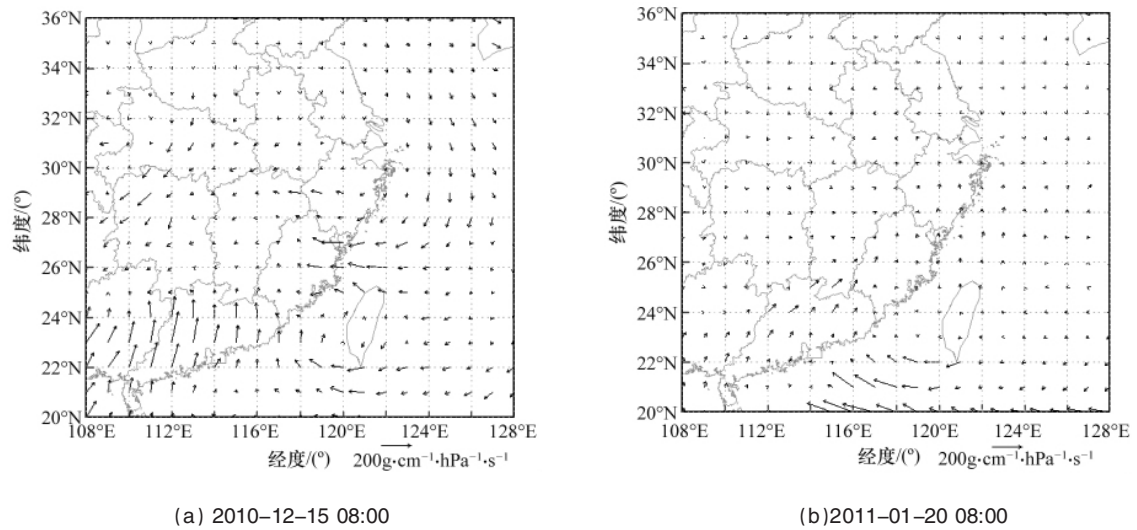


图 7 850hPa 水汽通量场

Fig. 7 Water vapor flux field at 850hPa

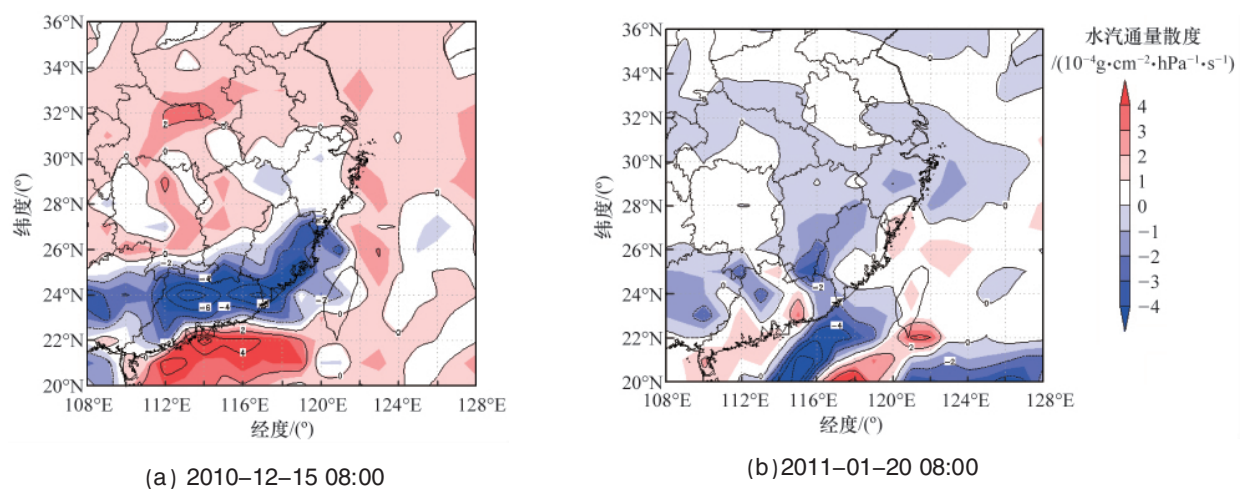


图 8 850hPa 水汽通量散度场

Fig. 8 Water vapor flux divergence field at 850hPa

3.3 动力条件

降雪需要强烈的上升运动。2010年12月15日降雪过程中都维持了比较强的上升气流:14日08:00,从700hPa垂直速度场上可以看到,浙江南部地区是上升运动,北部地区是下沉运动,北部天气晴好;15日08:00(图9(a)),浙西南地区有一个垂直上升运动中心,浙东北地区是下沉区;15日14:00(图9(b)),全省都在上升运动区内;15日20:00(图9(c)),北部上升运动减弱,垂直运动中心在浙江中部;16日00:00,垂直上升运动区南压至浙江南部。对于2011年1月18—21日

降雪过程,垂直上升运动也是比较强烈的:17日08:00,只在浙江中部有很弱的上升运动,其他地区基本都是下沉运动;18日08:00(图9(d)),可以看到浙江省基本都在上升运动区内;18日14:00,浙中西部地区出现了一个垂直运动极值中心;19日08:00(图9(e)),浙江东北部出现一个下沉运动中心,西南部仍然是上升运动;20日08:00(图9(f)),浙江地区基本都在垂直上升区内;21日08:00,浙江地区基本都是下沉气流,除了中部的弱上升区。

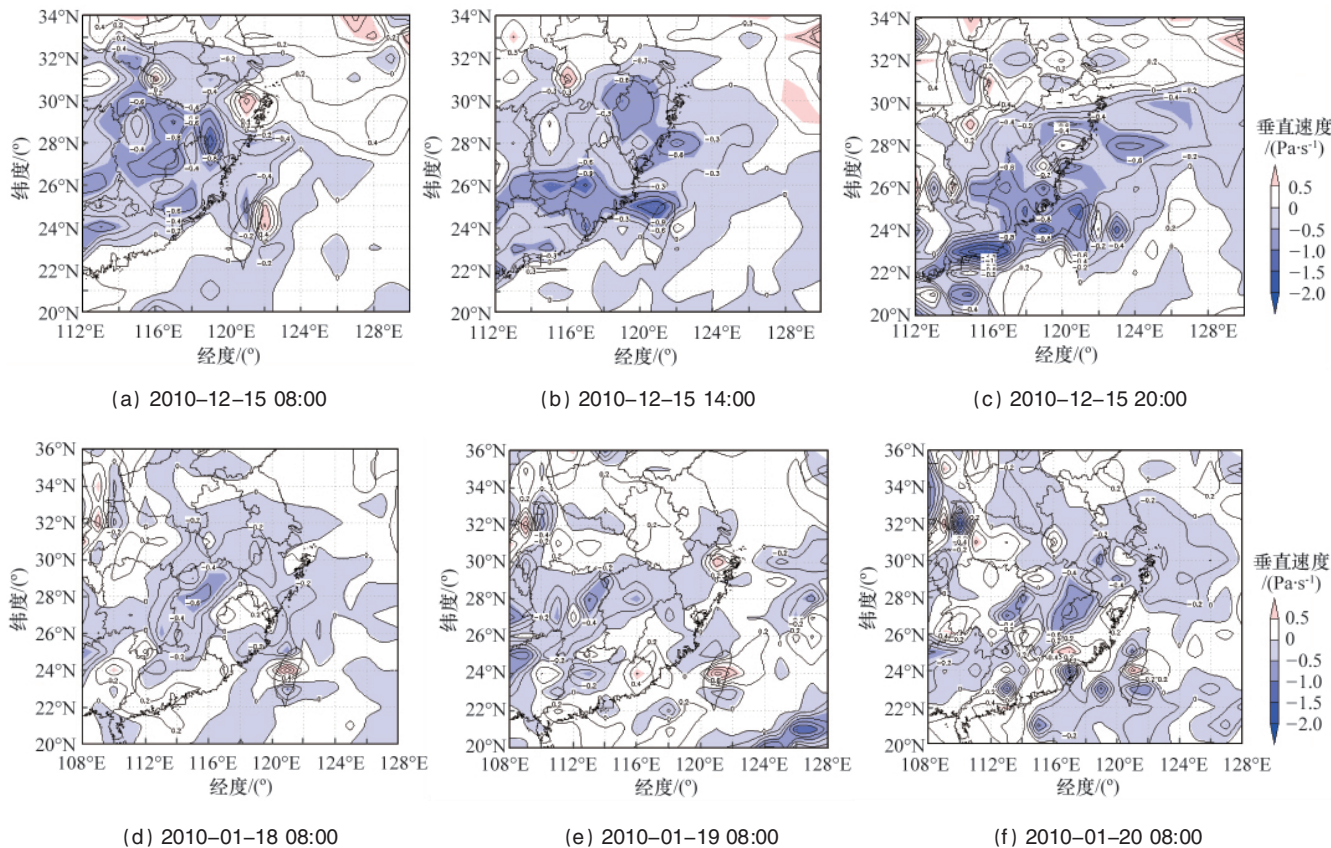


图9 700hPa垂直速度场(单位:Pa/s)

Fig. 9 Vertical velocity field at 700hPa (unit: Pa/s)

3.4 热力条件

3.4.1 假相当位温

假相当位温密集区对应于能量锋区位置。两次降雪过程都存在能量锋区,但是能量锋区的移动情况有所区别。图10是120°E的位温垂直剖面图,从图10(a)—10(c)可知,2010年12月15日降雪过程中能量锋区有明显的南压过程。以310K等位温线为参考线,15日08:00(图10(a)),310K等位温线位于26°N略偏南;15日14:00(图10(b)),等位温线南移到25.5°N;15日20:00(图10(c)),310K移动到25°N以南;至16日00:00,该等位温线基本移动到24°N。而对2011年1月18—21日降雪过程中能量锋区的移动进行分析,发现锋区位置是南北波动的,波动幅度不大。因为温度较低,以300K为

参考线,18日08:00(图10(d)),该等位温线在1000hPa对应于26°N;18日14:00,300K等位温线略有北抬,到了26.5°N左右;18日20:00,等位温线位置基本不变,锋区位置比较稳定;19日00:00,等位温线略有南压;19日08:00(图10(e)),300K等位温线继续南压至26°N;19日14:00,等位温线又开始北抬,整个能量锋区也相应北抬;19日20:00,300K南退到26°N;19日20:00—20日00:00,等位温线又北上,20日14:00,能量锋区位置基本不变,20日20:00,能量锋区南压,300K等位温线位于25°N,21日00:00,能量锋区位置基本不变。

3.4.2 温度场条件

充足的水汽、强烈的上升运动和适当的触发机制是产生较强降水的必要条件,但要形成固态降雪还必须有合适的温

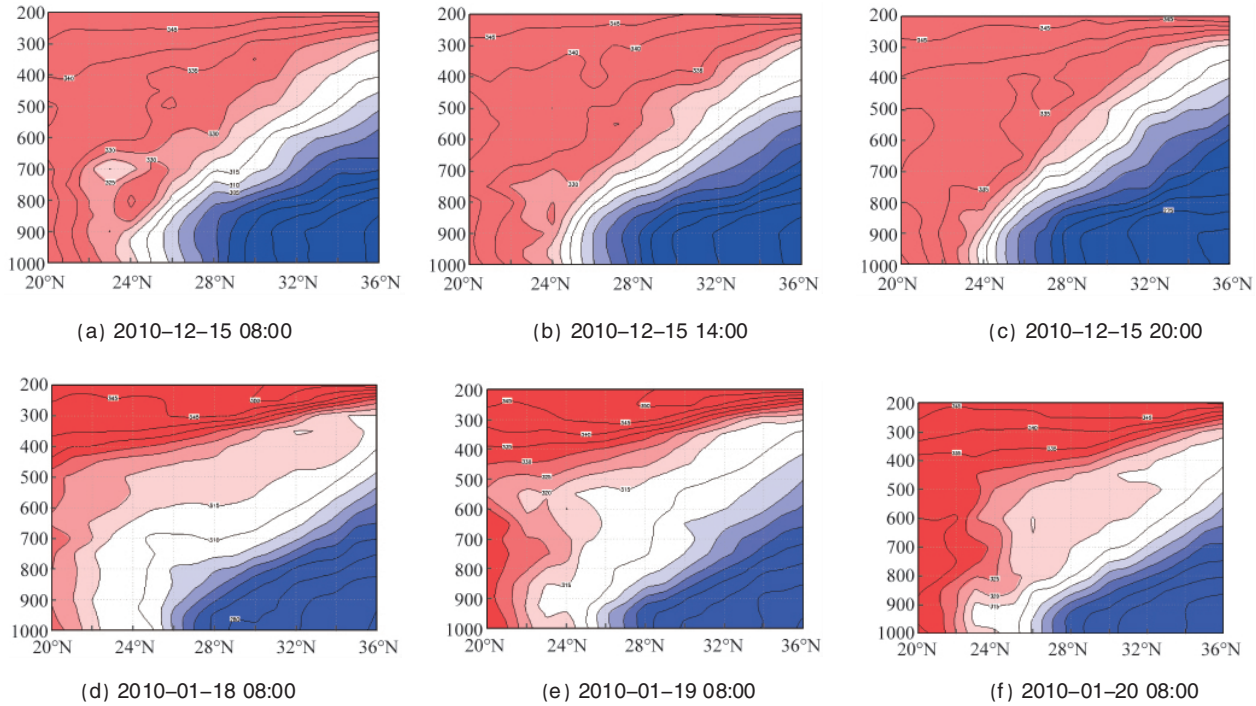


图 10 120°E 位温垂直剖面图 (单位:K)

Fig. 10 Vertical profiles of θ_{se} (120°E, unit: K)

度条件。降雪基本温度条件是:(1) 本站地面气温 $<5^{\circ}\text{C}$, 850hPa 温度 $<0^{\circ}\text{C}$, 700hPa 温度为 0°C 左右;(2) 中低层有逆温层。

从温度场的基本条件来说,需要满足本站地面气温 $<5^{\circ}\text{C}$, 850hPa 温度 $<0^{\circ}\text{C}$,分析两次降雪过程温度场,可以看到都是满足的。2010年12月15日降雪前的基础温度比较高,14日08:00,地面温度在 9°C 线附近,而850hPa温度为 3°C 左右,不符合降雪的温度场条件;随着冷空气南下,温度逐渐降低,15日08:00(图11(a)、11(b)),地面温度为 $0-3^{\circ}\text{C}$,满足 $<5^{\circ}\text{C}$ 的要求;850hPa温度为 $-3-6^{\circ}\text{C}$,满足 $<0^{\circ}\text{C}$,符合温度条件。对于2011年1月18-21日降雪过程,由于基础温度比较低,17日08:00,地面温度为 $-3-6^{\circ}\text{C}$,850hPa温度为 -6°C 左右;18日

08:00(图11(c)、(d)),地面温度为 $0-3^{\circ}\text{C}$,850hPa温度仍然在 -6°C 附近,因此本次降雪也是满足温度条件的。

从图12可以看到,两次降雪过程中低层逆温层都是存在的,区别在逆温层是否明显以及逆温层的厚度。2010年12月15日的逆温层是比较显著的:12月14日20:00,地面为 3°C 左右,850hPa温度在 -2°C ,700hPa为 -3°C 左右,不满足逆温层的条件;15日08:00(图12(a)),地面温度为 0°C ,850hPa温度 $<5^{\circ}\text{C}$,700hPa温度 $>5^{\circ}\text{C}$,满足了逆温层的条件,对流层中低层存在逆温结构,满足降雪的温度条件;15日14:00(图12(b)),可以看到逆温层更加深厚,地面温度降低至 0°C 以下,850hPa温度接近 -10°C ,700hPa温度仍然 $>5^{\circ}\text{C}$;15日20:00(图12(c)),逆温层有所减弱,地面温度为 -4°C 左右,850hPa温度

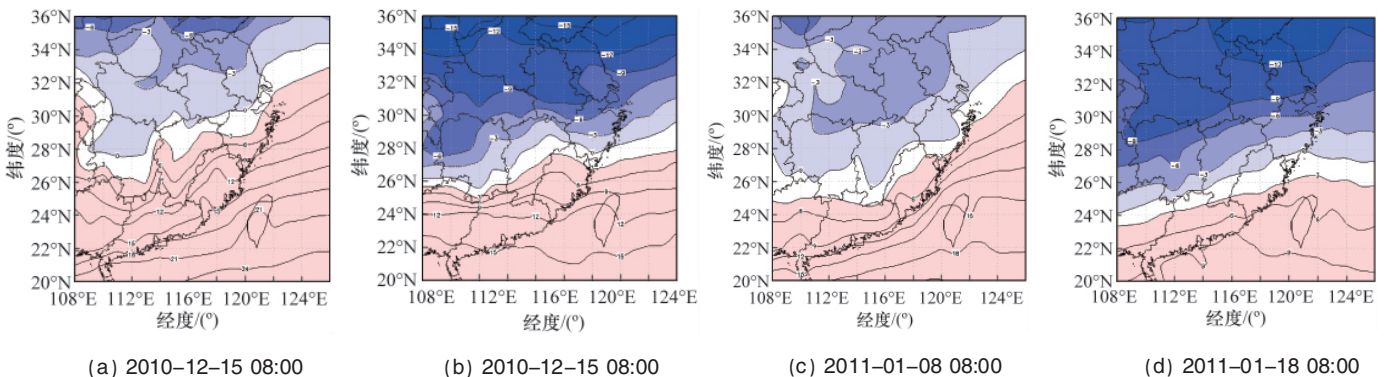


图 11 地面温度场((a)、(c))和850hPa温度场((b)、(d))(单位: $^{\circ}\text{C}$)

Fig. 11 Ground temperature field ((a), (c)) and temperature field at 850hPa ((b), (d)) (unit: $^{\circ}\text{C}$)

为-9℃左右,而700hPa温度降低至-7℃;16日00:00—08:00,逆温层仍然存在,16日20:00逆温层消失。2011年1月18—21日降雪的逆温层上下层温差并不明显,且逆温层比较薄;17日20:00,地面温度为-2℃,850hPa温度与700hPa温度几乎一样,都是-5℃,逆温层不存在;18日08:00(图12(d)),逆

温层出现,但是不明显,可以看到850hPa温度为-5℃,750hPa温度为-4℃,再往上温度随高度递减,逆温层比较浅薄;19日08:00(图12(e)),可以看到逆温层仍然很浅薄,只在900—800hPa存在;20日08:00(图12(f)),900—750hPa存在逆温层,但上下层温度差异很小。

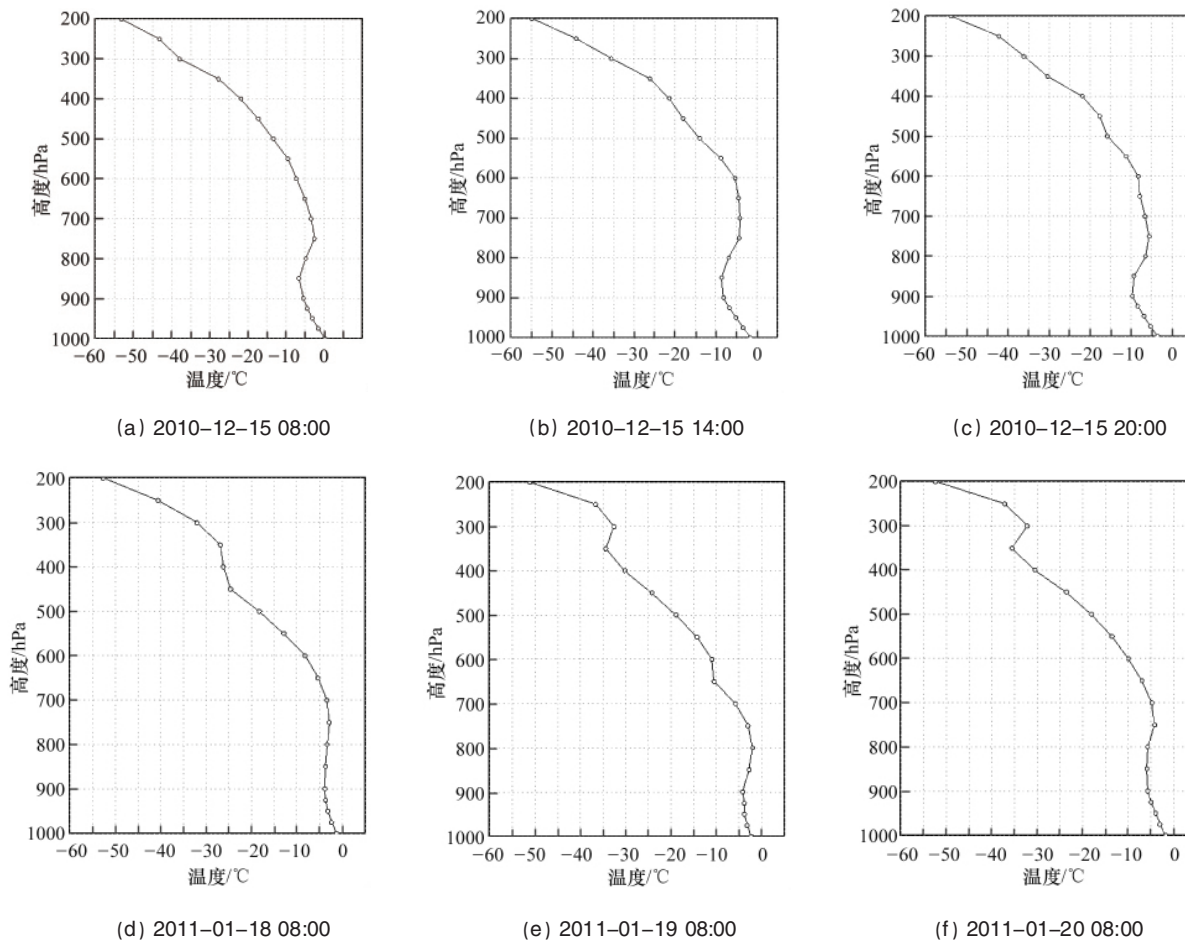


图12 (30°N,120°E)温度垂直剖面图
Fig. 12 Vertical temperature profile(30°N, 120°E)

4 预报着眼点

通过对浙江两次强降雪过程的比较分析,冬季降雪天气的预报可以从以下方面考虑。

(1) 环流特征和影响系统。500hPa应该考虑大范围环流特征,并考虑降雪前的环流背景,区分究竟属于低涡倒槽转竖型还是属于南支槽加深东移型,700hPa要注意西南气流是否强盛,关注850hPa的低空急流,以及切变、低涡的移动,地面必须注意影响系统属于冷高压南下影响还是属于变性冷高压控制的情况。

(2) 关注水汽条件的变化情况。可以通过700hPa湿度场、850hPa水汽通量和通量散度场来判断。

(3) 关注动力条件是否具备。主要是通过700hPa的垂直

速度判断垂直上升运动的强弱。

(4) 热力条件。判断850hPa在浙江地区假相当位温是否存在能量锋区及能量锋区的移动情况。通过温度水平分布场和温度垂直剖面图分析是否满足降雪温度场基本条件和逆温层条件。

5 结论

本文通过对2010—2011年冬季两场强降雪的高低空形势和物理量场的诊断分析,研究了两次强降雪过程的特点并进行了比较,结论如下。

(1) 从环流形势来看,两次降雪过程的大范围形势都是相对稳定的,除了降雪前的冷暖背景不同之外,降雪时的环

流也有比较大的差异,主要表现为南支槽的强度和 35°N 以北的形势。2010年12月15日的降雪南支槽作用比较小, 35°N 以北表现为西高东低,而2011年1月18—21日的降雪过程为南支槽的强度很强,是降雪的主导系统, 35°N 以北是两头低中间高的形势;两次降雪在700hPa都存在西南气流的显著加强;在对流层低层,前者有明显的偏东风急流,后者则是比较强的西南急流;地面形势而言,前者降雪过程中地面影响系统冷高压南下,而后者受变性冷高压的控制。

(2)在水汽条件方面,可以看到两次降雪过程期间,700hPa都有比较明显的湿区,2010年12月15日降雪过程的水汽输送主要来自东海,而2011年1月18—21日降雪水汽输送中孟加拉湾的水汽通道十分重要。水汽通量散度两者都为负值,即水汽辐合,为降雪提供了充分的水汽。

(3)在动力条件方面,两次强降雪过程中,垂直上升运动都占据了优势,上升运动使得强降雪维持。

(4)在热力条件方面,两次强降雪都存在能量锋区,锋区移动方向有差异。两次降雪都是满足温度场的基本要求的。2010年12月15日的强降雪过程中,逆温层结比较深厚,而在2011年1月18—21日的降雪过程中,逆温层次比较浅薄。

参考文献 (References)

- [1] 黄海波, 徐海容. 新疆一次秋季暴雪天气的诊断分析 [J]. 高原气象, 2007, 26(3): 624-629.
Huang Haibo, Xu Hairong. *Plateau Meteorology*, 2007, 26 (3): 624-629.
- [2] 张腾飞, 鲁亚斌, 张杰, 等. 一次低纬高原地区大到暴雪天气过程的诊断分析[J]. 高原气象, 2006, 25(4): 696-703.
Zhang Tengfei, Lu Yabin, Zhang Jie, et al. *Plateau Meteorology*, 2006, 25(4): 696-703.
- [3] 池再香, 胡跃文, 白慧, 等. “2003.1”黔东南暴雪天气过程的对称不稳定分析[J]. 高原气象, 2005, 24(5): 792-797.
Chi Zaixiang, Hu Yuewen, Baihui, et al. *Plateau Meteorology*, 2005, 24 (5): 792-797.
- [4] 陶健红, 张新荣, 张铁军, 等. WRF模式对一次河西暴雪的数值模拟分析[J]. 高原气象, 2008, 27(1): 68-75.
Tao Jianhong, Zhang Xinrong, Zhang Tiejun, et al. *Plateau Meteorology*, 2008, 27(1): 68-75.
- [5] 徐建芳, 陶健红, 夏建平. 青藏高原切变线暴雪中尺度分析及其涡源研究[J]. 高原气象, 2000, 19(2): 187-197.
Xu Jianfang, Tao Jianhong, Xia Jianping. *Plateau Meteorology*, 2000, 19 (2): 187-197.
- [6] 董文杰, 韦志刚, 范丽军. 青藏高原东部牧区雪灾的气候特征分析[J]. 高原气象, 2001, 20(4): 402-406.
Dong Wenjie, Wei Zhigang, Fan Lijun. *Plateau Meteorology*, 2001, 20(4): 402-406.
- [7] 马林, 马元仓, 王文英, 等. 青藏高原东部牧区秋季雪灾的形成及预报[J]. 高原气象, 2001, 20(4): 407-413.
Ma Lin, Ma Yuancang, Wang Wenying, et al. *Plateau Meteorology*, 2001, 20(4): 407-413.
- [8] 徐亮, 秦宁生. 青南牧区连阴雪天气初步研究 [J]. 青海气象, 2001(1): 15-17.
Xu Liang, Qin Ningsheng. *Journal of Qinghai Meteorology*, 2001(1): 15-17.
- [9] 吴长平, 张政. 阿坝牧区连阴雪天气成因分析 [J]. 四川气象, 1999, 67 (1): 45-50.
Wu Changping, Zhang Zheng. *Journal of Sichuan Meteorology*, 1999, 67 (1): 45-50.
- [10] 乔林, 林建. 冷空气侵入在2005年12月山东半岛持续性降雪中的作用[J]. 气象, 2008, 34(7): 81-88.
Qiao Lin, Lin Jian. *Meteorological Monthly*, 2008, 34(7): 81-88.
- [11] 姜学恭, 李影俊, 康玲, 等. 北方一次强降雪过程的中尺度数值模拟 [J]. 高原气象, 2006, 25(3): 476-484.
Jiang Xuegong, Li Zhangjun, Kang Ling, et al. *Plateau Meteorology*, 2006, 25(3): 476-484.
- [12] 刘毅, 赵燕华, 管兆勇. 平流层环流异常对2008年1月雪灾过程的影响[J]. 气候与环境研究, 2008, 13(4): 548-555.
Liu Yi, Zhao Yanhua, Guan Zhaoyong. *Climate and Environmental Research*, 2008, 13(4): 548-555.
- [13] 陈月娟, 周任君, 邓淑梅, 等. 2008年雪灾同平流层环流异常的关系 [J]. 中国科学技术大学学报, 2009, 39(1): 15-22.
Chen Yuejuan, Zhou Renjun, Deng Shumei, et al. *Journal of University of Science and Technology of China*, 2009, 39(1): 15-22.

(责任编辑 朱宇)

· 学术动态 ·

“2011年密码算法与密码芯片学术会议”征文

中国密码学会将于2011年7月15—17日在上海召开“2011年密码算法与密码芯片学术会议”,旨在汇聚国内密码算法和密码芯片领域中从事学术研究和应用技术开发的专家教授、研究学者、行业精英、工程技术人员和在校研究生,共同探讨密码算法、密码芯片领域各方向的最新成果、学术热点、学术动态及发展趋势,促进密码学术界和产业界的相互交流与合作。

征文范围:密码算法和密码芯片领域的新思想、新方法、新技术、学科综述等。

全文截止时间:2011年6月10日。

联系电话:13916606029;电子信箱:casc2011@cs.sjtu.edu.cn;

会议网址:<http://casc2011.seiee.sjtu.edu.cn/index.shtml>。