

云南临沧市3次罕见雨雪天气对比分析

郭萍, 王亚莉, 李成武, 李金槐

(云南省临沧市气象局, 云南 临沧 677000)

摘要:利用 MICAPS 资料, 对临沧市近年出现的 3 次罕见雨雪天气从环流特征、冷空气特点和物理量场进行分析, 得出: 3 次雨雪天气过程都是在有利的天气形势背景下发生的, 冷空气的强弱和水汽来源的不同, 以及水汽通量散度、垂直速度和假相当位温分布的差异导致了雨雪过程降水量的不同。

关键词: 雨雪; 环流特征; 物理量; 对比分析

中图分类号: P458.1⁺21

文献标识码: A

引言

临沧市位于云南省西南部, 98°40' ~ 100°32' E、23°05' ~ 25°03' N, 属低纬度高原季风气候, 干季受大陆干暖气团控制, 雨季受湿热的东亚和南亚海洋气团交替影响, 具有四季温差小, 冬无严寒, 夏无酷暑的气候特点。临沧的东部是呈西北东南走向的哀牢山, 北部是呈南北走向的横断山区南段山岭。一般情况下, 北方冷空气南下影响滇东或滇西北后翻越山岭影响到临沧时已变性减弱, 由于特殊的地理位置, 临沧的冬春季降雪天气极少。近年由于气候异常, 临沧市北部的高海拔山区频繁出现雨雪天气, 2005年3月5日、2007年2月1日、2008年1月27日北部凤庆县、云县、永德县、临翔县高海拔山区出现罕见降雪。云南的气象工作者对云南的寒潮和降雪天气做过大量的分析研究^[1-7], 但主要是针对滇中及以东地区、滇西北地区的雨雪天气, 而滇西南地区因降雪天气少见, 对该地区的雨雪天气研究甚少。本文通过对3次罕见雨雪过程的环流特征、冷空气特点和物理量场进行分析, 得到一些结论, 加深了对临沧雨雪天气过程形成背景和物理机制的认识, 希望对今后临沧雨雪天气的预报服务有所帮助。

1 天气概况

2005年3月3~7日(简称过程1): 临沧市出现强降温天气过程, 按照云南省“倒春寒”天气的标

准*, 凤庆、云县、永德3县达到“倒春寒”天气, 凤庆、云县、永德、临翔的高海拔地区出现罕见降雪。此次过程降温强度强, 全市极端最高气温24h降幅达7~14℃, 日平均气温48h降幅达5~11℃, 极端最低气温出现在凤庆测站, 为3.8℃, 降水量级以小雨天气为主, 局部地区有中雨(表1)。

2007年2月1~2日(简称过程2): 全市出现强降水过程, 降水量级为中到大雨局部暴雨(表1), 北部凤庆、云县、永德、临翔高海拔山区出现历史上少有的降雪天气, 整个过程极端最高气温24h下降6~9℃。

2008年1月中旬到2月初, 全国出现了罕见的低温雨雪冰冻天气, 临沧在1月26~28日出现了一次雨雪过程(简称过程3), 凤庆、永德、临翔高海拔地区出现降雪, 最高气温24h下降4~7℃, 降雨量级为中雨局部大雨(表1)。

表1 3次雨雪过程降温降水实况

Tab. 1 The actual weather condions during three rainfall processes

		临翔	凤庆	云县	永德	双江	耿马	沧源	镇康
2005.3.5	降水量/mm	1.2	3.5	3.9	5.3	0.2	0.5	0.0	2.2
过程1	最低气温/℃	5.7	3.8	6.8	4.2	9.7	9.6	8.6	8.5
2007.2.1	降水量/mm	18.0	25.9	31.4	47.6	21.1	42.8	72.0	25.0
过程2	最低气温/℃	4.8	2.7	6.9	3.2	8.0	7.6	6.7	6.9
2008.1.27	降水量/mm	12.7	30.8	18.0	32.3	14.1	9.1	21.5	21.8
过程3	最低气温/℃	4.5	3.2	6.4	4.7	4.3	4.6	4.3	6.0

收稿日期: 2009-01-13; 改回日期: 2009-02-28

作者简介: 郭萍(1972-), 云南临沧市人, 现从事天气预报服务工作。

* 云南省天气预报质量评定办法的补充规定. 云南省气象局, 2002.

通过分析,3次过程都是北部高海拔山区出现降雪,降水强度过程2最强,过程3次之,过程1最小。

2 环流特征分析

过程1:2005年3月5日08时500 hPa图上(图1a),青藏高原、印度东北部到缅甸北部一带为高压脊区,高压脊前的西北气流源源不断将冷空气送往云南。700 hPa图上(图略),3月4日08时,新疆到青海为高压环流,怒江、大理、楚雄、玉溪、红河有一切变线,中南半岛为高压环流。5日08时,新疆附近的高压不断加强并东南移,西北气流促使切变线加强南下,由于孟加拉湾到中南半岛一直维持较强的高压环流,冷空气未能南下而是向西侵入滇西、滇西北。

过程2:2007年2月1日08时500 hPa图上(图1b),青海附近有一低压环流,有一个 $-24\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的冷中心与之配合,在孟加拉湾北部到缅甸西部有一南支槽,云南大部被槽前西偏南气流控制,风速达 $10\sim 16\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$;新疆、内蒙西部、甘肃南部到四川东部一

带为脊区控制,形成北脊南槽。700 hPa图上(图略),1日08时在青海、甘肃南部、四川中东部、贵州到滇东北有一冷高压,怒江、大理、思茅、红河一线有一切变线,随着冷高压东南移,2日08时切变线减弱消失。

过程3:2008年1月27日08时500 hPa图上(图1c),在孟加拉国到孟加拉湾西部有一南支槽,从孟加拉湾到中南半岛大部以及我国的东南沿海一带为槽前的西南气流控制,等高线比较密集,整个云南为西南急流带控制,云南境内西南风速达 $32\sim 40\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,水汽条件较好。1月27日08时700 hPa图上(图略), 90°E 附近有一南支槽,从缅甸、云南、贵州、广西一直到东南沿海一带为槽前的西南气流控制,云南大部地区西南风速达 $18\sim 22\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。

通过分析可知:过程1是强冷空气配合低层切变造成,无南支槽配合,水汽输送主要靠副热带高压外围的偏西气流;过程2是强冷空气配合南支槽和低层切变造成,南支槽前西南暖湿气流提供较好的水汽条件;过程3是南支槽与弱冷空气相互作用造成,南支槽前强西南风带来了充沛的水汽。

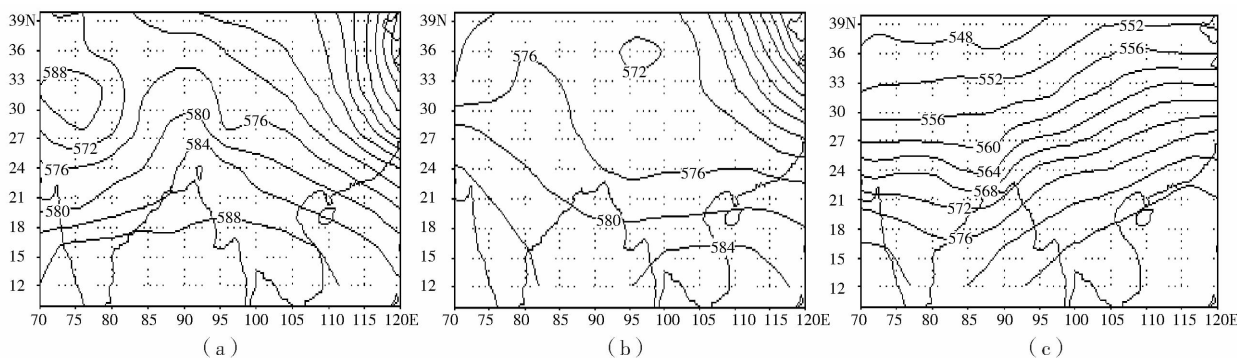


图1 3次雨雪过程08时500 hPa高度场(单位:10gpm)
(a)为2005年3月5日,(b)为2007年2月1日,(c)为2008年1月27日)

Fig. 1 The 500 hPa height fields

(a) for 08:00 March 5, 2005; (b) for 08:00 February 1, 2007; (c) for 08:00 January 27, 2008

3 700 hPa 温度场分析

过程1:2005年3月2日08时700 hPa温度场上,随着冷空气缓慢南下,冷舌从滇东北向南伸,5日08时(图2a), $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 等温线南压至德宏、临沧、普洱、西双版纳一线,在临沧境内的 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 等温线已过凤庆、云县、临翔、永德4县。

过程2:2007年1月31日08时700 hPa温度场与过程1相似,冷空气势力强大, $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 等温线伸展到

滇东北和滇东,随着冷空气迅速南下,2月1日08时(图2b), $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 等温线南压至保山、临沧、普洱、西双版纳一线,在临沧境内的 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 等温线过凤庆、云县、临翔3县,20时已过临沧市。

过程3:2008年1月27日08时700 hPa温度场上(图2c),在云南上空 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 等温线南压至 27°N 以北,即迪庆北部到昭通北部一线,28日08时南压到保山、大理、楚雄、昆明、曲靖一线,一直在滇中一带徘徊,没有南压到临沧。

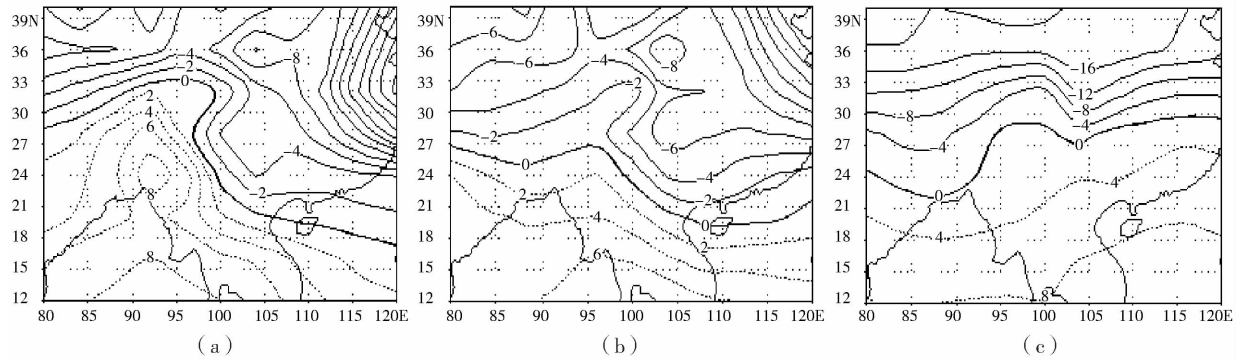


图2 3次雨雪过程08时700 hPa温度场(单位:°C)

((a)为2005年3月5日,(b)为2007年2月1日,(c)为2008年1月27日)

Fig. 2 The 700 hPa temperature fields at 08:00 on March 5, 2005 (a), February 1, 2007 (b), and January 27, 2008 (c)

4 物理量分析

4.1 水汽通量

过程1:2005年3月5日08时700 hPa水汽通量图上(图略),缅甸、云南到中南半岛一带有一水汽带,水汽通量大值区的轴线呈西北东南向,大值区在孟加拉国到缅甸、云南西部一带(90~100°E, 21~27°N),中心值在缅甸北部(96°E, 24°N),为 $12 \text{ g} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$,临沧正处于此大值区域内。可见此次过程虽没有南支槽配合,但中低层有较高的水汽含量,由于孟加拉湾到中南半岛一带为副热带高压控制,高压北侧的偏西气流是输送水汽的主要因子。

过程2:2007年2月1日08时700 hPa水汽通量图上(图略),与过程2相似,缅甸到云南一带(93~105°E, 20~27°N)有一水汽通量大值区,中心值在缅甸北部(96°E, 24°N),为 $12 \text{ g} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$,临沧正处于此大值区域内。可见此次过程既有南支槽配合,中低层又有较高的水汽含量,加之冷空气的影响,过程降水量最大。

过程3:2008年1月27日08时700 hPa水汽通量图上(图略),从缅甸、云南、四川南部一直到贵州、广西以及东南沿海一带有一水汽带,水汽通量大值区的轴线近于东西向,有2个大值中心,一个在滇缅间(97°E, 24°N附近),中心值为 $16 \text{ g} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$,临沧处于 $14 \text{ g} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ 的大值区;另一个大值中心位于贵州、湖南、江西、福建一带,中心值为 $14 \text{ g} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ 。可见此过程水汽通量值最大,中低层有很高的水汽含量,虽

有南支槽配合,但无明显的冷空气,过程降水量较大,但没有过程2降水量大。

4.2 水汽通量散度

过程1:2005年3月5日08时(图3a),缅甸中东部到滇中以西的地区(95~102°E), 850~600 hPa为水汽通量辐合区,中心值为 $-9 \times 10^{-8} \text{ g} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{cm}^{-2}$,临沧正处在100°E、700 hPa的水汽辐合中心附近。滇中以东地区(102~106°E), 1000~600 hPa为水汽通量辐散区。

过程2:2007年2月1日08时(图3b),缅甸中东部到整个云南(95~107°E), 900~550 hPa附近为水汽通量辐合区,强水汽辐合中心值达 $-18 \times 10^{-8} \text{ g} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{cm}^{-2}$,临沧正处于100°E的700 hPa附近强水汽辐合区内。

过程3:2008年1月27日08时(图3c),缅甸到滇西边缘一带(90~99°E), 1000~800 hPa附近为水汽通量辐合区,中心值为 $-9 \times 10^{-8} \text{ g} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{cm}^{-2}$,在96°E、850 hPa附近;800~400 hPa为水汽通量辐散区,中心值为 $15 \times 10^{-8} \text{ g} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{cm}^{-2}$,在92°E、700 hPa附近。云南的大部地区(99~106°E), 1000~400 hPa为水汽通量辐合区,中心值为 $-9 \times 10^{-8} \text{ g} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{cm}^{-2}$,在100°E、800~700 hPa附近,临沧正处于此水汽辐合中心。

以上分析表明,过程1在滇西地区的中层有水汽辐合,滇中低层为水汽辐散;过程2在整个云南的中低层均有水汽辐合,水汽辐合的范围广强度最强;过程3在云南的大部地区自地面到400 hPa均为水汽辐合区但强度较过程2弱。

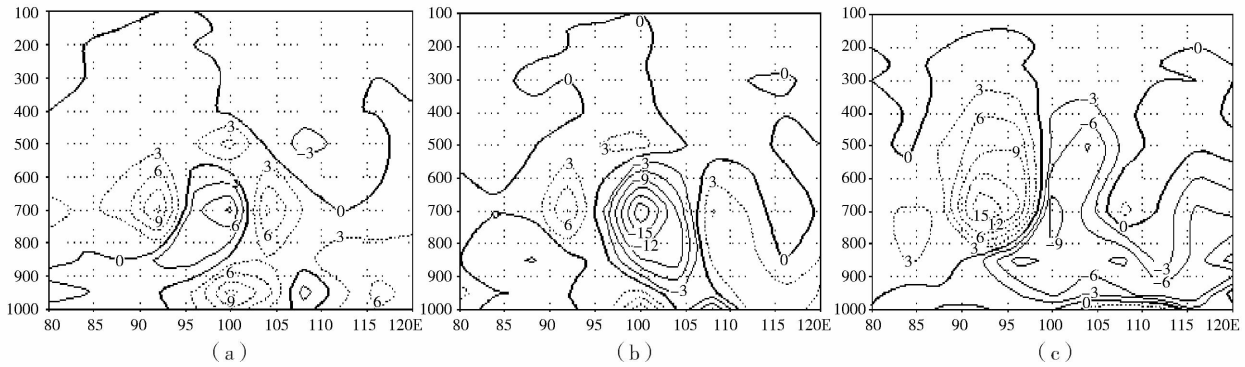


图3 2005年3月5日(a),2007年2月1日(b)及2008年1月27日(c) 雨雪过程水汽通量散度08时沿24°N纬向剖面图(单位: $10^{-8} \text{ g} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{cm}^{-2}$)

Fig. 3 The cross - sections of the water vapor flux divergence along 24°N at 08:00 on March 5,2005 (a) , February 1,2007 (b) and January 27,2008 (c)

4.3 垂直速度

过程1:2005年3月5日08时垂直速度(图4a),85~100°E、900~400 hPa附近为负垂直速度区即上升运动区,中心值为 $-16 \times 10^{-4} \text{ hPa} \cdot \text{s}^{-1}$,位于96°E、700 hPa附近,临沧正处于此上升运动大值区内。100~120°E、1 000~100 hPa整层大气为正垂直速度区即下沉运动区,大值中心有2个,一个位于110~113°E、500~300 hPa附近,中心值为 $32 \times 10^{-4} \text{ hPa} \cdot \text{s}^{-1}$,另一个位于116°E、700 hPa附近,中心值为 $36 \times 10^{-4} \text{ hPa} \cdot \text{s}^{-1}$ 。可见此次过程滇西中低层为上升运动,高层为弱下沉运动,滇中以东整层大气均为下沉运动区。

过程2:2007年2月1日08时垂直速度(图4b),在94~107°E、850~300 hPa附近为负垂直速度区,中心值为 $-40 \times 10^{-4} \text{ hPa} \cdot \text{s}^{-1}$,位于100°E、

500 hPa附近;其上方200~100 hPa,为弱的正垂直速度区。可见此次过程整个云南的高中低层均为强的上升运动区,临沧正处于强上升运动中心。

过程3:2008年1月27日08时垂直速度(图4c),90~104°E、800~500 hPa为负垂直速度区,中心值为 $-20 \times 10^{-4} \text{ hPa} \cdot \text{s}^{-1}$,位于96°E、700 hPa附近,云南大部处于此负垂直速度区;500~100 hPa为正垂直速度区,中心值为 $56 \times 10^{-4} \text{ hPa} \cdot \text{s}^{-1}$,位于96°E、250 hPa附近,正垂直速度区比负垂直速度区强度强。104~110°E,整层大气为负垂直速度区,中心值为 $-16 \times 10^{-4} \text{ hPa} \cdot \text{s}^{-1}$,位于107~110°E、400~300 hPa附近。可见,此次过程云南的大部地区中低层为上升运动区,高层为下沉运动区,且下沉运动比上升运动强度强,滇东边缘整层大气为上升运动区。

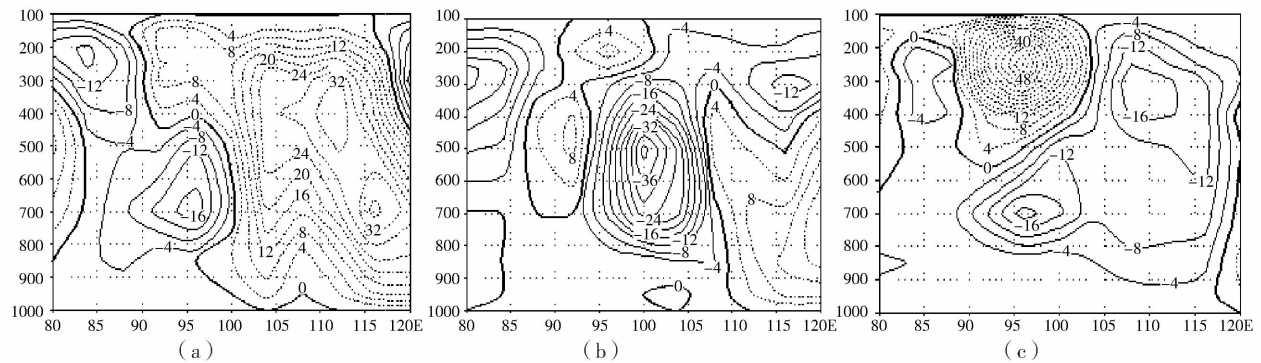


图4 2005年3月5日(a),2007年2月1日(b)及2008年1月27日(c) 雨雪过程垂直速度08时沿24°N纬向剖面图(单位: $10^{-4} \text{ hPa} \cdot \text{s}^{-1}$)

Fig. 4 The cross - sections of the vertical velocity along 24°N at 08:00 on March 5,2005 (a) , February 1,2007 (b) and January 27,2008 (c)

以上分析表明,3次雨雪天气临沧上空的垂直速度分布有明显的差异。过程2临沧上空为强上升运动区其高度达300 hPa,且上升运动强度明显强于另2次过程,过程1和过程3的上升运动只达500~400 hPa;过程3临沧上空500 hPa以下为上升运动,500 hPa以上为下沉运动,且下沉运动比上升运动要强。以上的差异是3次雨雪过程降水量不同的原因之一。

4.4 假相当位温

根据研究^[9],等 θ_{se} 线与锋区接近平行,而且等 θ_{se} 线在锋区内特别密集。我们分析了3次过程的假相当位温分布情况。

过程1:2005年3月5日08时850 hPa假相当位温图上(图5a),等 θ_{se} 线密集区在滇西到缅甸的东部一带,冷锋近于南北向,冷空气势力强大,冷锋已过滇中影响到滇西,滇西锋区 θ_{se} 值为30~40℃。青藏高原东南部到缅甸西部有一 θ_{se} 高能区,中心值

在缅甸北部,为70℃。锋区斜压性大,有利于垂直环流的发展与能量转换,滇西的上升气流到达400 hPa附近,在100°E以东转为偏北下沉气流,下沉气流强于上升气流,滇西附近的低层暖湿气流被抬升,与滇中以东下沉的冷气流构成垂直环流(图4a),从而诱发不稳定能量释放。

过程2:2007年2月1日08时850 hPa假相当位温图上(图5b),等 θ_{se} 线的密集区在滇西北到滇中一带(99~103°E附近),等 θ_{se} 线无过程1密集,冷锋在滇西北到滇中一带,近于西北—东南向,锋区 θ_{se} 值为35~40℃。在临沧附近(100°E,24°N)有一45℃的高能中心。整个云南上空的上升气流到达300 hPa附近,在107°E以东转为偏北下沉气流,上升气流强于下沉气流(图4b),云南上空的低层暖湿气流被抬升,与云南东部下沉的冷气流构成垂直环流。

过程3:2008年1月27日08时850 hPa假相当位温图上(图5c),等 θ_{se} 线在云南范围内的密集区

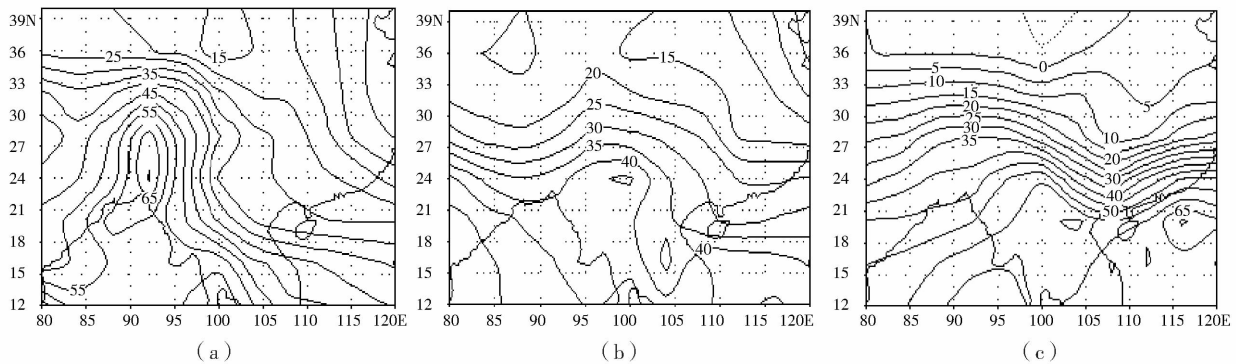


图5 2005年3月5日(a),2007年2月1日(b)及2008年1月27日(c) 雨雪过程08时850 hPa假相当位温图(单位:℃)

Fig. 5 The 850 hPa pseudo - equivalent potential temperature fields at 08:00 on March 5, 2005 (a), February 1, 2007 (b) and January 27, 2008 (c)

在滇西北、滇中及滇东一带(98~105°E附近),冷锋在滇西北、滇中及滇东一带,近于西北—东南向,锋区 θ_{se} 值为30~45℃。整个云南上空的上升气流到达500 hPa,云南北部以北的地区700 hPa以上均为上升运动区,南部以南的地区无明显的垂直速度,此过程上升气流范围虽比过程1大,但未构成明显的垂直环流(图6)。

以上分析表明,过程2的锋区强度无过程1和过程3强,由于存在垂直环流结构,加之此过程水汽辐合最强,降水量最大;过程3的锋区强度虽强,但无明显的垂直环流结构,由于有水汽辐合的配合,降水量较大但比过程1弱;过程1锋区强度强,有垂直环流存在,由于水汽辐合范围小,降水量最小。

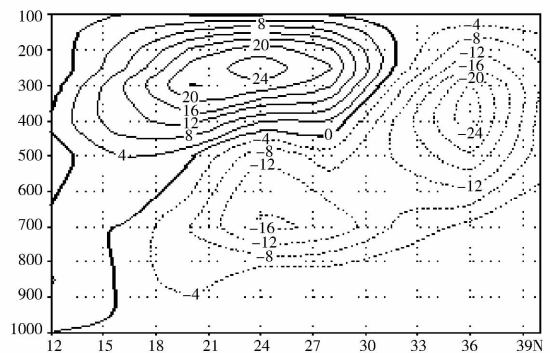


图6 2008年1月27日08时垂直速度沿99°E经向剖面图(单位: $10^{-4} \text{hPa} \cdot \text{s}^{-1}$)
Fig. 6 The cross - section of vertical velocity along 99°E at 08:00 on January 27, 2008

5 小 结

(1) 临沧3次雨雪天气过程是在有利的天气形势背景下发生的:过程1是强冷空气配合低层切变造成,无南支槽配合,为小雨过程;过程2是强冷空气配合南支槽和低层切变造成,达大到暴雨过程;过程3是南支槽与弱冷空气相互作用造成,为中雨过程。过程1的水汽输送主要靠副热带高压外围的偏西气流,而过程2和过程3的则靠南支槽前西南气流。

(2) 3次雨雪天气过程中,临沧雨雪区域与700 hPa 温度场0℃等温线伸展到的区域大致对应。

(3) 3次雨雪天气过程中,水汽通量散度、垂直速度和假相当位温分布有明显的差异,因而造成降水量的显著差异。水汽辐合的位置、范围及强度对临沧地区降雨、降雪起到关键作用。临沧上空垂直速度分布差异是临沧雨雪过程降水量级不同的主要原因。

参考文献:

- [1] 刘瑜. 云南寒潮天气特征分析[J]. 云南气象, 1997(4): 10-14.
- [2] 郭荣芬, 李英, 鲁亚斌. “99.1.11”昆明暴雪及强降水天气诊断分析[J]. 云南气象, 1999(3): 18-20.
- [3] 黄慧君, 李庆红. 2002年11月20日暴雪天气分析[J]. 云南气象, 2001(2): 32-33.
- [4] 彭贵芬, 杨向东. 云南冬季两次暴雨(雪)过程对比分析[C]. 2003年云南省重大灾害性天气气候技术总结文集, 2003: 121-124.
- [5] 李磊, 杞明辉, 普贵明. 2005年滇西北两次暴(雨)雪天气过程分析[J]. 云南气象, 2007(2): 12-16.
- [6] 海云莎, 马联翔, 杨向东. 袭击云南的两次强冷空气过程对比分析[J]. 云南气象, 2005(4): 11-14.
- [7] 孙丹, 晏红明, 刘瑜, 等. 2008年初云南省低温雨雪冰冻灾害性天气气候特征初步分析[C]. 2008年云南重大灾害性天气气候技术总结文集 2008: 319-324.
- [8] 寿绍文, 励申申, 王善华, 等. 天气学分析[M]. 北京: 气象出版社, 2002: 40-42.
- [9] 贾建颖, 董安祥, 秦宁生. 青藏高原“96.1”雪灾的诊断分析[J]. 干旱气象, 2001, 19(1): 18-20.
- [10] 李晓霞, 王小勇, 祖永安, 等. 兰州市冬季天气气候变化及降雪形势分析[J]. 干旱气象, 2004, 22(1): 30-33.
- [11] 贾宏元, 赵光平, 沈跃琴, 等. 宁夏一次大暴雪天气过程的物理成因[J]. 干旱气象, 2007, 25(4): 36-40.
- [12] 马秀玲, 彭九慧, 杨雷斌, 等. 华北地区一次局地暴雪天气过程的诊断分析[J]. 干旱气象, 2008, 26(1): 64-68.

Comparative Analysis on Three Rare Rainy and Snowy Weather in Lincang of Yunnan Province

GUO Ping, WANG Yali, LI Chengwu, LI Jinhui

(Lincang Meteorological Bureau of Yunnan Province, Lincang 677000, China)

Abstract: Based on the micaps data, the three rare rainy and snowy weather processes occurred on March 5 2005, February 1 2007 and January 27 2008 in Lincang of Yunnan province, were analyzed and compared from the circulation features, characteristics of cold air and physical quantity fields. Results showed that the three weather processes occurred in favorable weather situations, the strong or weak cold air and different water vapor sources, and different distribution of water-vapor flux divergence, vertical velocity and pseudo-equivalent potential temperature resulted in less or more precipitation during the three rainy and snowy weather processes.

Key words: rainy and snowy weather; circulation characteristics; physical quantity field; comparative analysis