

西藏聂拉木 2013 年 2 月暴雪天气气候特点及其成因分析

格桑卓玛, 德吉白珍, 尼玛拉宗 (西藏自治区日喀则市气象局, 西藏日喀则 857000)

摘要 利用常规观测资料和 Micaps 数据, 分析了聂拉木建站以来同时期降雪量达最大的 2013 年 2 月的天气气候特征, 对月内出现的 3 场暴雪天气过程从环流特征、影响系统、各物理量、卫星云图以及地面要素的相应变化特征等方面对其成因进行详细分析, 总结环流形势及影响因素的共同特征和不同点。结果表明, 3 场暴雪主要影响系统均为南支槽, 是北部强冷空气与南支槽前的暖湿气流共同影响的结果。中高纬槽脊、南支槽、高空急流以及低纬度两副热带高压的位置、强度以及持续时间的不同, 造成了 3 场过程降雪强度、影响落区以及持续时间的差异。

关键词 暴雪; 气候特征; 成因; 西藏聂拉木

中图分类号 S162 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2018)25-0141-05

Climate Characteristics and Its Causes of Snowstorm in Nyalam of Tibet in February 2013

Gesangzhuoma, Dejibaizhen, Nimalazong (Meteorological Bureau of Shigatse City, Tibet Autonomous Region, Shigatse, Tibet 857000)

Abstract Using the conventional observation data and Micaps data, the weather and climate characteristics of February 2013, which had the largest amount of snowfall during the same period since the construction of Nyalam, were analyzed. The causes of the three snowstorm weather processes occurring during the month were analyzed in detail from the aspects of circulation characteristics, impact systems, physical quantities, satellite cloud maps and corresponding changes of ground elements, the common features and differences of the circulation situation and influencing factors were summarized. The results showed that the main impact systems of the three snowstorms were the south branch troughs, which was the result of the combined influence of the strong cold air in the north and the warm and humid air flow in the south branch trough. Middle and high latitude ridge, south branch trough, high altitude jet and the location, intensity and duration of the two tropical high pressures at low latitudes resulted in differences in snow intensity, impact area and duration over the three periods.

Key words Snowstorm; Climate characteristics; Cause; Tibet Nyalam

雪灾是发生在西藏高原牧区常见的一种主要气象灾害, 发生频率较高^[1-2], 尤其是聂拉木, 由于特殊的地形地理环境, 大到暴雪天气几乎年年都有出现。有研究指出, 藏北一次 ≥ 3 mm 的降雪过程即可成灾, 而暴雪造成的灾害对牧区而言, 是影响最广、破坏力最大的气象灾害, 容易造成大量家畜死亡, 同时, 给交通运输、国民经济、国防建设等造成巨大损失^[3]。2013 年 2 月日喀则市西南部一共出现了 3 场暴雪天气过程, 其中 2 场属特大暴雪, 聂拉木月降水量达 190 mm, 超过历史极值。3 场暴雪天气过程各有各的特点, 在强度、影响落区、持续时间上都有所不同。近年来, 气象工作者对某一次暴雪过程进行诊断分析的比较多^[4-8], 但对高原西南部

的暴雪成因研究较少, 且对 1 个月内几次过程同时进行对比分析的甚少。笔者试图分析月内 3 场暴雪天气的特征, 并对造成暴雪天气的环流形势进行详细分析, 找出几次过程的特点及成因, 为今后准确、及时预报冬春季日喀则市西南部的暴雪过程提供分析思路。

1 暴雪天气气候特点

分析聂拉木县建站以来 2 月的降水量分布特征(图 1)可见, 1967—2017 年聂拉木 2 月降雪天气频繁, 除了 5 年的降雪量 < 10 mm 外, 其余年月份降水量均达到 10 mm 以上。而 2013 年 2 月聂拉木月降水量达 190 mm, 达到该站建站以来的最大值, 超过 2007 年 147 mm 的历史极值(图 2)。

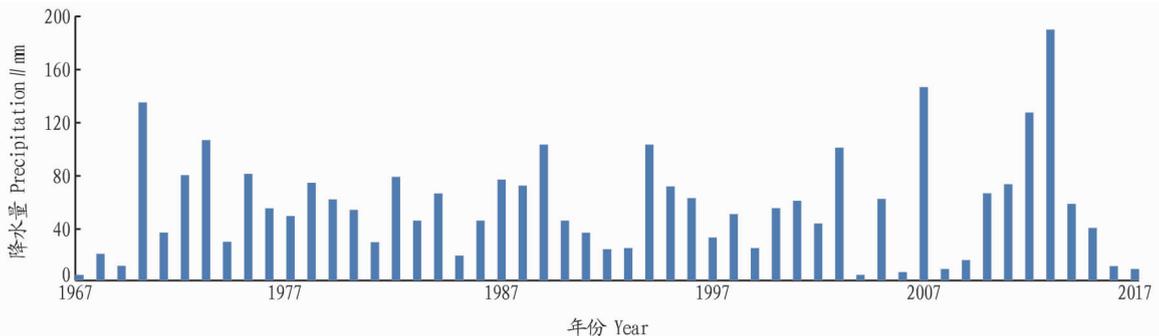


图 1 1967—2017 年聂拉木 2 月降水量分布

Fig. 1 Distribution of precipitation in Nyalam in February during 1967-2017

1.1 暴雪天气实况 2013 年 2 月, 日喀则市西南部先后出现了 3 场较强的暴雪天气过程, 并伴有大风天气。3 场暴雪过程各有各的特点, 在强度、影响落区、持续时间上都有所不

同。2 月 5—7 日(简称“2·05”过程), 日喀则西南部的仲巴至聂拉木一线出现了暴雪天气, 此次过程降水强度大, 持续时间长, 但影响范围相对较小。2 月 15—17 日(简称“2·15”过程), 日喀则西南部的仲巴至聂拉木一线出现了暴雪, 东南部的亚东帕里一带出现了大雪, 喜马拉雅山脉北麓以及沿江部分地方出现了小到中雪; 此次过程是 3 场过程中强度最

作者简介 格桑卓玛(1984—), 女, 藏族, 西藏拉萨人, 工程师, 从事高原天气预报与短期气候研究。

收稿日期 2018-04-24

大、持续时间最长、影响范围最广的一次。2月24—25日(简称“2·24”过程),日喀则西南部聂拉木一带出现了暴雪,仲巴、吉隆萨嘎等地出现中雪,东南部亚东帕里一带出现了小雪;此次降雪虽然影响范围延伸到东南部,但强度小,且持续时间最短。

统计聂拉木2月出现的暴雪天气表明,2月聂拉木站的暴雪日数达6d,其中2月6、7、16日出现了暴雪,24日出现了大暴雪,5日和17日出现了特大暴雪量,其中,2月17日降雪量最大,日降雪量达77.5mm。截至2月28日08:00,聂拉木仍有72cm积雪。

从降水总量看,聂拉木站历年2月份的平均降水量为52.6mm,而2013年2月降水量多达190.0mm,突破了历史同期极值(2007年的147.0mm)。与历年平均值相比,2013年2月降水量偏多137.4mm,比2007年极值偏多43.0mm。

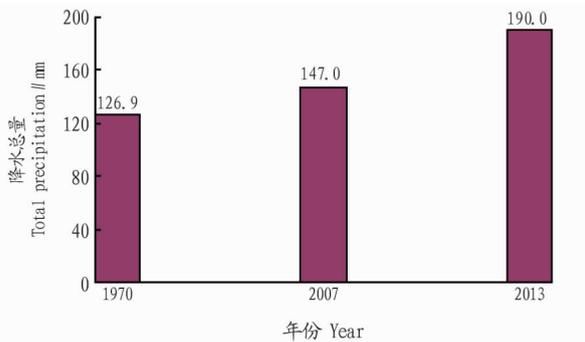


图2 聂拉木2月降水总量极值

Fig. 2 Total precipitation extremes in Nyalam in February

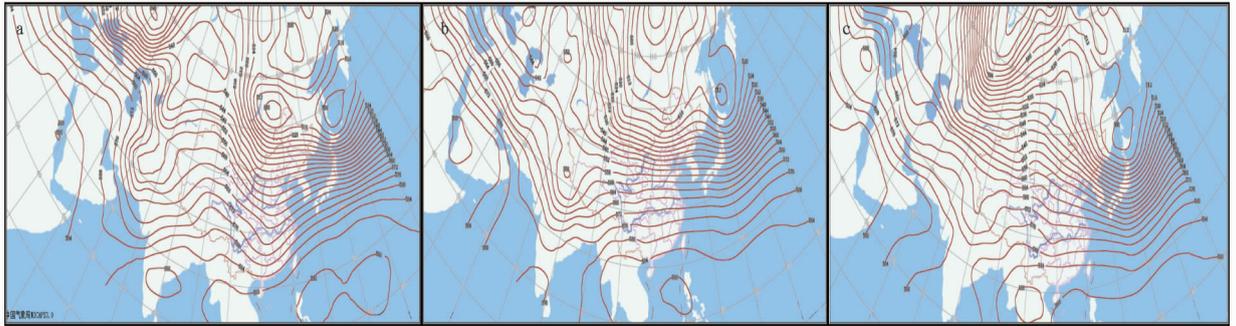


图3 2013年2月5日08:00(a)、17日08:00(b)和24日08:00(c)日喀则市西南部3场暴雪天气过程500hPa高度场

Fig. 3 500 hPa height field in three snowstorms in the southwestern part of Shigatse City at 08:00 on Feb. 5th (a), 08:00 on Feb. 17th (b) and 08:00 on Feb. 24th (c) in 2013

2.1 共同特征

2.1.1 中高纬环流经向度大。3场暴雪过程中,中高纬环流经向度均较大,且在“2·05”和“2·15”过程中,中高纬均为两槽一脊型,即乌拉尔山西侧为低压槽,乌拉尔山至巴尔喀什湖一带为长波脊,贝加尔湖一带至鄂霍茨克海为宽广的低压槽,环流形势非常有利于引导北部的冷空气南下,这2次过程的降雪强度相对也较大。

2.1.2 主要影响系统均为南支槽。3场暴雪过程的主要影响系统为南支槽,影响高原西南部时基本位于 $70^{\circ}\sim 75^{\circ}\text{E}$,并逐渐东移上高原。南支槽前的西南气流携带暖湿气流北上

1.2 日喀则市天气气候特点 受暴雪天气影响,2月日喀则市各地气温较常年偏低 $0.4\sim 1.0^{\circ}\text{C}$,日照时数略偏少,其中聂拉木和帕里分别偏少28和21h。雪后西南部各地出现了 $10.0\sim 12.0^{\circ}\text{C}$ 的降温,个别站点的降温幅度达 15.0°C 以上,其中帕羊站2月10日的最低气温达 -42.9°C 。月降水量除日喀则站偏少外,其余各地均特多,其中拉孜、定日、南木林、江孜、聂拉木和帕里分别偏多5倍、4倍、3倍、3倍、2倍和1倍。此外,2月日喀则市大风天气较为明显,西部及南部边缘地区的大风日数在5d以上,其中,聂拉木的大风日数达11d,定日、拉孜和帕里的大风日数分别为8、7和6d。2月7日定日和聂拉木的日最大风速分别达28.1和25.7m/s。

1.3 灾情 2013年2月日喀则市西南部3次暴风雪过程给交通、牧业生产、城市供电、通讯网络等造成了不同程度的影响。2月5—7日暴雪造成318国道聂拉木至樟木路段发生雪崩,交通受阻,有2辆车被困;2月15—17日暴雪过程造成日喀则昂仁县切热乡、桑桑镇牲畜死亡共164只,日喀则亚东至帕里路段道路封闭,帕里电站供电中断;2月24—25日暴雪过程导致前期积雪加深,对道路交通和农牧业造成了非常不利的影响,雪后的强降温更是对高寒牧区畜牧业造成了严重的影响。

2 暴雪过程环流形势特征及影响系统

环流形势的调整制约着降水天气系统的生成与发展,有利的环流形势可导致冷暖空气连续强烈的交替,在某一地区停滞或重复出现,使这一地区产生强降雪过程。通过分析2月日喀则市西南部3次暴雪天气过程的500hPa环流特征与影响系统(图3),发现既有共同的特征,又有不同之处。

高原与北部的冷空气汇合,南北2个系统相互作用的结果。

2.1.3 副热带高压明显加强。3场暴雪过程中,伊朗高压和西太平洋副热带高压加强特别明显。伊朗高压北抬东进,西太平洋副热带高压北抬西伸,两高的加强有利于南支槽的加深和维持。伊朗高压脊前的偏西北气流引导冷空气南下,西太平洋副热带高压脊前的偏南气流引导南部的暖湿气流北上高原,冷暖空气对峙,从而造成了日喀则西南部的几次强降雪天气过程。

2.1.4 东亚大槽稳定。3场暴雪过程中,东亚大槽较为稳定,使得西风带槽脊移动缓慢,南支槽也在高原西侧停留的

时间略长,因而造成了强降雪天气。

2.2 不同特征

2.2.1 中高纬环流槽、脊的位置和强度存在差异。“2·05”过程和“2·15”过程,中高纬均为两槽一脊型,但脊的位置和强度有所差异,“2·15”过程中乌拉尔山附近的长波脊位置较“2·05”过程偏西,使得巴尔喀什湖北部至贝加尔湖地区的低压槽偏强,移动速度比较缓慢,高压脊前的偏西北气流引导冷空气南下,因此“2·15”过程持续的时间最长,影响的范围最广。与前者不同的是“2·24”过程,欧亚大陆 500 hPa 中高纬为两槽两脊型,即乌拉尔山西侧为弱脊,乌拉尔山至西西伯利亚为深厚的低压槽,贝加尔湖一带为高压脊,贝加尔湖以东为东亚大槽;北部低压槽,虽然经向度还是比较大,但是没有低涡中心,纬向上也没有前者那样宽广,冷空气强度稍弱,故过程降雪量也相对较少。

2.2.2 南支槽的深浅及位置不同。“2·05”过程和“2·15”过程,高原西侧的南支槽比较深厚,尤其是“2·15”过程,南支槽内已形成了低涡中心,中心值达 552 gpm,因此降雪强度大。相比之下,“2·24”过程中南支槽位置偏北,强度相对较弱,因而降雪强度也弱。

2.2.3 副热带高压位置及强度不同。低纬地区 2 个副热带高压(伊朗高压和西太平洋副热带高压)东、西、南、北部位置略有差别。“2·05”过程西太平洋副热带高压西伸特别明显,脊点位于印度半岛至阿拉伯海附近,而且强度较强,印度半岛南部有 592 gpm 的高压单体,因此此次过程强度大,但范围相对较小,降雪落区以日喀则西南部边缘位置为主。而

“2·15”过程和“2·24”过程,西太平洋副热带高压西伸脊点位置略东,位于在中南半岛附近,南支槽在移动过程中,对高原的影响区域扩大。

2.2.4 高空急流的强度不同。“2·05”过程,高空风比较大,在北半球 200 hPa 风速图上存在高空急流,受其动量下传的影响,地面风速明显大于别的过程,定日和聂拉木的最大风速 28.1 和 25.7 m/s 均出现在此过程中。

综上所述,日喀则西南部强降雪天气的环流形势不仅与亚欧中高纬环流有关,而且与高原南侧低纬环流有密切关系,较明显的降雪天气过程往往是南北系统相互作用的结果。500 hPa 亚欧中高纬环流经向度较大的情况下,常受脊前偏北气流引导,在咸里海有较强的冷空气堆积,冷槽在东移南压的过程中,分裂出南支槽,使气流沿喜马拉雅山脉进入高原影响日喀则西南部地区,造成西南部的强降雪。北部冷槽越强,降雪越大。南支槽越深,降雪越大。还有,乌拉尔山一带高压脊越强,其脊前西北气流引导冷空气南下导致明显的降温降雪天气。中低纬在平直的西风环流形势或南支槽经向度较小、位置偏北时,降雪强度相对较弱,持续时间也短。

2.3 560 gpm 线特征 从 3 次过程 500 hPa 高度场上 560 gpm 线的变化来看(图 4)，“2·15”过程中受 560 gpm 线南压的影响非常大,560 gpm 线基本都在 25°N 附近,在印度西北部有一个低压中心。而“2·05”和“2·24”过程中 560 gpm 线基本都在 33°N 附近,位置比较偏北,但是“2·05”过程西太平洋副热带高压西伸非常明显,而且强度很强,南支主槽在日喀则停留了 4 d 后才移出高原。

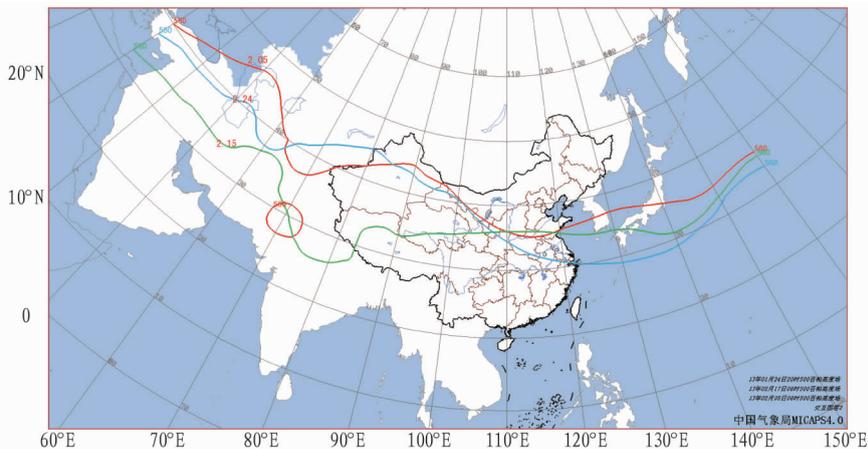


图 4 3 次过程 500 hPa 高度场上 560 gpm 线位置

Fig. 4 560 gpm line position on the 500 hPa height field in three processes

3 物理量特征

3.1 动力条件

3.1.1 涡度场。综合分析 3 场暴雪过程涡度场发现,过程前 12~24 h,高原上空基本为负涡度区,咸里海以南至阿拉伯海北部一带均为正涡度区,位于 70°E、30°N 附近,平均强度在 $-30 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ 左右,最大值达 $-50 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ 。当过程来临时,高原西侧的正涡度中心加强并东移至印度半岛至高原西南部一带,覆盖高原 90°E 以西的地区,中心位于日喀则西南部,正涡度中心一直维持在 $20 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ 左右。同时,巴尔喀

什湖至新疆西部一直有正涡度往下补充,中心最大值达 $60 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$,在阿里西北至日喀则西部形成正涡度中心。日喀则西南部处于垂直上升运动较强区域。3 场暴雪基本为这种情况,只有“2·24”过程正涡度中心值稍小一些。

从 3 场暴雪过程沿聂拉木区域做的涡度垂直剖面(图 5)可以看出,低层正涡度值较大,高层负涡度值较大,这样形成了低层辐合、高层辐散的不稳定状态,有利于中低层气旋性环流的生成和发展,对强降水的产生和维持有着重要作用。

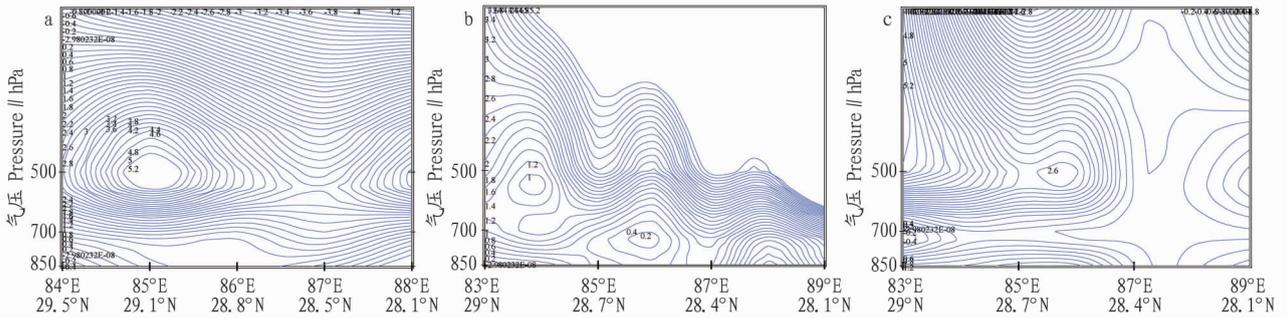


图5 2013年2月5日20:00(a)、17日20:00(b)和24日08:00(c)500 hPa 涡度场剖面

Fig. 5 500 hPa vorticity field profile at 20:00 on Feb. 5th (a), 20:00 on Feb. 17th (b) and 08:00 on Feb. 24th (c) in 2013

3.1.2 散度场。分析3场暴雪过程500 hPa散度场发现,过程前12~24 h,与涡度相反,高原上空基本为正散度区,咸里海以南至阿拉伯海北部一带均为负散度区,中心值为 $10 \times 10^{-5} \sim 20 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ 。随着过程的临近,高原中西部及西南侧均为大范围的负散度区域,中心值为 $-20 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ 左右,之后负涡度中心东移加强,覆盖高原西南部,中心位于日喀则西南部的聂拉木一带,强度达 $-25 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$,同时印度半岛和阿拉伯海一带一直维持着负的散度区。不同点的是“2·24”过程中,散度场表现并不明显,过程前新疆盆地至高原上 30°N 以

北的地区为负的散度区外,24日08:00—25日20:00高原上空基本为正的散度区,而且期间整个印度半岛和阿拉伯海一段为正散度区。这也证实了“2·24”过程强度较其他2次过程都弱且持续时间最短的原因。

从3场暴雪过程沿聂拉木区域做的散度垂直剖面(图6)可以看出,“2·05”过程和“2·15”过程的低层负散度值较大,高层正散度值较大,这种低层辐合、高层辐散相叠置形成的“抽气”机制,有利于对流层中低层上升运动的发展,为强降雪过程提供了有利的动力场条件。

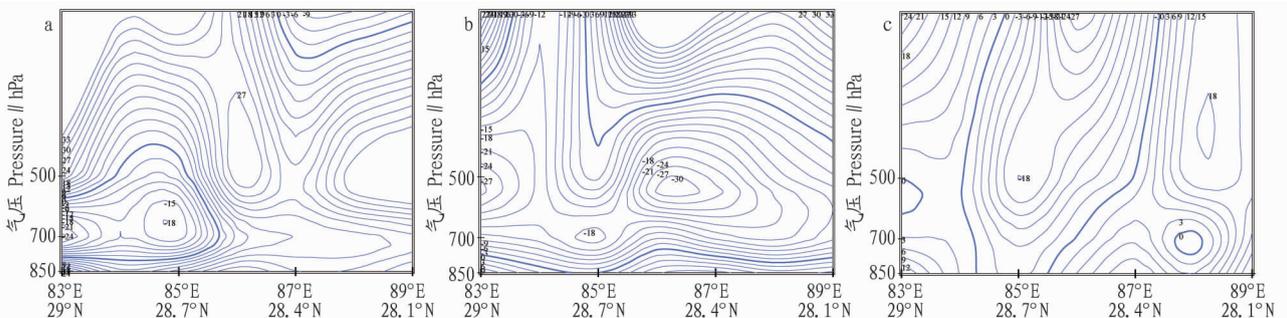


图6 2013年2月5日20:00(a)、17日08:00(b)和24日08:00(c)500 hPa 散度场剖面

Fig. 5 500 hPa divergence field profile at 20:00 on Feb. 5th (a), 08:00 on Feb. 17th (b) and 08:00 on Feb. 24th (c) in 2013

3.1.3 垂直速度场。分析3场暴雪过程500 hPa垂直速度场发现,过程前12~24 h,负垂直速度中心位于 30°N 以北、 75°E 附近的阿里西北侧,中心强度在 $-20 \times 10^{-3} \text{ hPa/s}$ 左右。随着过程临近,垂直速度负值中心南压至 30°N 以南的地区,并明显加强,中心强度达 $-40 \times 10^{-3} \text{ hPa/s}$ 。“2·05”和“2·15”过程的垂直速度表现特别明显,整个高原中西部以及印度半岛北部一带的垂直速度均为负值,之后区域加大,中心虽有所移动,但主题中心仍位于日喀则西南部至东南部,强度可达 $-60 \times 10^{-3} \sim -35 \times 10^{-3} \text{ hPa/s}$,最大值出现在2月7日20:00,整个高原为负的垂直速度区,中心位于日喀则南部,中心强度达 $-60 \times 10^{-3} \text{ hPa/s}$,即强降水区域从底层到200 hPa为深厚的上升运动区,强烈的上升运动触发能量的释发,有利于强降雪的发生发展。

因此,无论从涡度、散度还是垂直速度场分析,2013年2月日喀则西南部3场暴雪过程物理量场均表现为低层强烈辐合、高层强烈辐散的配置,位置对应较好,且强度中心较为吻合。500 hPa正涡度区域,低层辐合、高层辐散的散度场配

置,以及区域上空明显的上升运动,是3次暴雪产生、维持和发展的动力因素。

3.2 水汽条件 分析发现,500 hPa水汽通量场在暴雪区的西南部存在一个强的水汽通量中心,水汽通量轴线呈西南—东北向,形成水汽输送带,为暴雪天气过程提供充足的水汽条件。

从水汽通量散度剖面可以看出,暴雪过程前后日喀则西南部一带水汽辐合带明显,以2月5日20:00水汽通量散度剖面为例(图7),400 hPa以上水汽通量散度值均为负值,中心值达 $-0.9 \times 10^{-8} \text{ g}/(\text{cm} \cdot \text{s} \cdot \text{hPa})$ 左右,水汽辐合中心与强降雪区域相一致。

4 卫星云图及 TBB 特征

从红外云图上分析,3次暴雪过程开始前,高原主体和孟湾地区基本为晴空区,高原西北部有强云系向高原方向移动,在东移过程中不断影响高原西北边境,同时,阿拉伯海不断有云系经印度半岛移至西南部地区,此时西北的云系也已进入高原主体,南北2支云系大概都在阿里的普兰一带开始

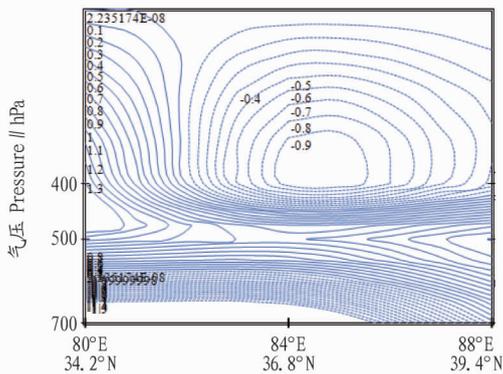


图 7 2013 年 2 月 5 日 20:00 水汽通量散度剖面

Fig. 7 Water vapor flux divergence profile at 20:00 on February 5, 2013

汇合,之后向东南方向移动,影响日喀则的西南部。云顶亮温 TBB 低值区域也是集中在普兰至聂拉木一带(图 8),中心值达 210 K,南北 2 支云系在 90°E 以西汇合,之后往东北方向移动,降水落区也开始从西南部向东北方向转移。3 场过程有南北 2 个云系配合,先是有北边系统影响高原西北,同时南边的阿拉伯海云系在副高脊前西南气流的引导下共同影响日喀则西南部地区,造成了西南部的暴雪过程。

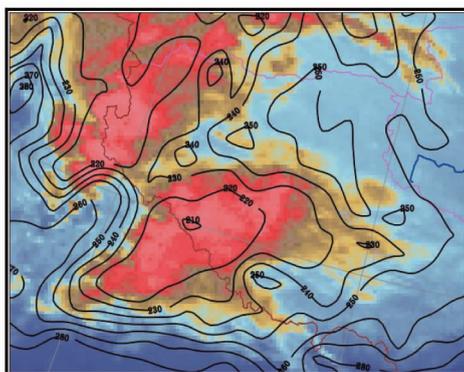


图 8 2013 年 2 月 5 日 08:00 云图与 TBB 叠加

Fig. 8 Cloud image and TBB overlay at 08:00 on February 5, 2013

5 地面气象要素分析

3 场暴雪过程前后地面要素演变表明,温度上升较为显著,露点温度逐渐上升,气压总体呈下降趋势。降水条件的地面三要素(升温、增湿、降压)已经充分满足。

从过程前后聂拉木站 14:00 地面要素场分析(表 1),“2·05”过程,5 日增湿最明显,T-Td 从 17℃减小至 1℃,最低温度上升 6℃左右;“2·15”过程,15—17 日湿度逐渐增大,T-Td 减小了 10~13℃,最低温度上升了 4℃;“2·24”过程,24 日 T-Td 从 19℃减小至 2℃,最低温度上升了 6℃。过程结束后温度下降、湿度降低。具体表现为:聂拉木 2 月 8、18、25 日的 T-Td 分别增大了 10、6 和 14℃,Td 从 0℃下降至 -3℃。

6 地形影响

地势的高低、山脉的走向、小地形的作用均与降水的产生和强弱有一定的关系,日喀则西南部的地形对 2 月暴雪的形成有重要的促进作用。当暖湿不稳定气流在移动过程中,

遇到喜马拉雅山脉的阻挡,气流被迫沿着山坡抬升,空气中所含的水汽便很容易凝结而形成云和降水。由于山地为主的下垫面阻挡气流和低值系统的移动,使之缓行或停滞,延长降水时间,增大降水强度。以聂拉木为例,县城位于一条窄长的峡谷之中,三面环山,县城的主要街道随峡谷和河流的走势形成弯曲的镰刀状,当气流进入山谷时,由于喇叭口效应,引起气流辐合上升,促进对流发展。因此,地形对降水促进作用在 3 次强降雪过程中也是不能忽视的。

表 1 3 场暴雪地面湿度和温度演变

Table 1 Ground humidity and temperature evolution of three snowstorms

日期 Date	温度露点差 Temperature dew point difference(T-Td)	最低温度 Minimum temperature
02-04	17	-9
02-05	1	-3
02-06	3	-1
02-07	14	-4
02-08	24	-14
02-14	19	-9
02-15	9	-9
02-16	7	-7
02-17	6	-5
02-18	12	-13
02-22	21	-11
02-23	19	-10
02-24	2	-4
02-25	16	-10

7 结论

(1) 2013 年 2 月日喀则西南部共出现了 3 场暴雪天气过程,其中 2 场属特大暴雪。受暴雪天气影响,2 月日喀则西南部各地气温较常年偏低、日照时数偏少、降水量偏多,大风天气明显。雪后各地自西向东出现了 10~12℃的降温过程,个别站点降温幅度达 15℃以上。

(2) 3 场暴雪过程中,欧亚大陆 500 hPa 中高纬环流形势,“2·05”和“2·15”过程中,中高纬均为两槽一脊型(槽和脊的经向度都比较大),“2·24”过程为两槽两脊型(2 个低压槽的经向度大,2 个脊相对比较弱),2 种环流形势都非常有利于引导北部的冷空气不断扩散南下(乌山至巴湖地区低压槽分裂出的冷空气或乌拉尔山附近长波脊前偏北气流引导的冷空气),造成西南部的强降雪天气。

(3) 3 场暴雪过程的主要影响系统均为南支槽,是北部强冷空气和高原西侧南支槽前的暖湿气流汇于日喀则西南部附近,造成了西南部的暴雪天气过程。东亚大槽的稳定、伊朗高压的北抬东进,西太平洋副热带高压的北抬西伸,使得西风带槽脊移动缓慢,有利于南支槽的加深和维持,因而造成了西南部强降雪天气。

(4) 3 场暴雪过程中,中高纬槽脊位置和强度存在差异、南支槽的深浅及位置的不同、低纬度两副热带高压的位置和强度的差异、高空急流强度的不同,造成了 3 场过程降雪强度、影响落区以及持续时间的差异。

(下转第 148 页)

表3 青梅粉的不同添加量下的感官品评情况

Table 3 Sensory evaluation condition of different dosages of green plum powder

青梅粉添加量 Added amount of green plum powder/%	产品品质 Product quality	感官评分 Sensory evaluation ($\bar{x} \pm S, n = 10$)
16	汤色呈浅茶色,有少量沉淀,有一定青梅清香气味及青梅果味	74.10±1.68
24	汤色呈浅茶色,有少量沉淀,有一定青梅清香气味及青梅果味	76.80±1.48
32	汤色呈浅茶色,有少量沉淀,有一定青梅清香气味及青梅果味	80.50±1.52
40	汤色呈茶色,有较多沉淀,有浓厚青梅清香气味及青梅果味	74.30±1.24

表4 阿斯巴甜添加量对泡腾片甜味的影响

Table 4 Effects of aspartame added amount on sweet taste of effervescent tablets

序号 No.	阿斯巴甜添加量 Added amount of aspartame,/%	甜味 Sweet taste
1	1.0	甜味较淡
2	1.2	甜味淡
3	1.4	甜味怡人
4	1.6	甜味一般
5	1.8	较甜
6	2.0	极甜

由极差 R 分析可知,各因素对评分指标的影响从大到小依次为 C、A、B,口感最优组合为 $A_3B_1C_2$,即青梅粉 40%、青梅粉与碳酸氢钠质量比 1.0:1.2、阿斯巴甜 1.4%。

2.5 验证试验 以感官评定标准为评分依据,对通过正交试验筛选出的最佳配方进行验证性试验,发现青梅泡腾片的感官评分结果为 $85.8 \pm 0.54 (n = 10)$ 。

3 结论

该试验青梅粉泡腾片的最优配方为青梅粉 40%、碳酸氢钠 48%、阿斯巴甜 1.4%,同时添加 2.5% PVP 乙醇溶液为黏合剂,2.5% PEG 6000 作为可润滑剂。工艺选择酸碱无水乙醇湿法制粒法。该试验加工得到的青梅泡腾片总重 2.5 g,以冲调比 1:100(片剂:饮用水)进行溶解时,泡腾片溶解效果好,汤液有独特的香气,滋味酸甜可口。

(上接第 145 页)

(5) 3 场暴雪天气出现前后 500 hPa 物理场表现为低层强烈辐合、高层强烈辐散的配置,在垂直速度场上区域上空明显上升运动,是 3 次暴雪产生、维持和发展的重要动力因素。

(6) 暴雪过程前后西南部水汽通量正值中心呈西南—东北向带状分布,反映水汽辐合量大小的水汽通量散度则在日喀则西南部一带负值中心较为明显。从红外云图上很清晰地看到,阿拉伯海的云系经印度半岛沿着槽前西南气流输送到高原西南部,在聂拉木一带的 TBB 中心值达 210 K。

(7) 暴雪过程前后地面要素主要表现为温度露点差(湿度)和最低温度的明显变化,在强降雪过程开始的 12 h 前地面就出现了湿度增大、温度上升。

表5 $L_9(3^4)$ 正交试验结果分析

Table 5 Analysis of $L_9(3^4)$ orthogonal test results

试验号 Test number	因素 Factor				感官 评分 Sensory evaluation
	青梅 粉(A) Green plum powder %	青梅粉与碳 酸氢钠质 量比(B) Quality ratio of green plum powder to sodium bicarbonate	阿斯巴 甜(C) Aspartame %	空列 (D) Blank column	
1	1(24)	1(1.0:1.2)	1(1.2)	1	79.9
2	1	2(1.0:1.4)	2(1.4)	2	80.4
3	1	3(1.0:1.6)	3(1.6)	3	79.9
4	2(32)	1	2	3	81.5
5	2	2	3	1	80.2
6	2	3	1	2	79.9
7	3(40)	1	3	2	82.7
8	3	2	1	3	79.9
9	3	3	2	1	81.4
k_1	80.067	81.833	79.900	80.500	
k_2	81.000	80.167	81.567	81.000	
k_3	81.333	80.400	80.933	80.900	
R	1.167	0.766	1.670	0.500	

参考文献

- [1] 徐玉娟,肖更生,陈卫东,等. 青梅的研究进展[J]. 食品工业科技,2005,26(1):185-187.
- [2] 石嘉峰,吴晓琴,张英. 青梅资源的研究与应用[J]. 食品与发酵工业,2008,28(6):106-111.
- [3] 赖明河. 青梅饮料的开发和研究[J]. 黑龙江科技信息,2009(28):2-3.
- [4] 柴金珍,彭辉,蒋丽,等. 国内泡腾片剂型问题与分析[J]. 食品与发酵工业,2015,41(9):243-246.
- [5] 宿迷菊,毛志方,施海根,等. 食用泡腾片的制备及研究概况[J]. 中国茶叶加工,2008(2):20-23.
- [6] 王宁,陈雪峰,王锐平. 山楂泡腾片生产工艺研究[J]. 食品与发酵工业,2006,32(8):128-130.
- [7] 官江宁,吴金鸿,王正武,等. 紫苏提取物泡腾片的研制[J]. 食品科学,2013,34(6):280-284.
- [8] 刘志刚,张宏康,刘双水,等. 苦瓜泡腾片固体饮料的研制[J]. 食品工业,2011(2):31-34.
- [9] 吴丽娜,游玥菲,赵英英,等. 竹叶大麦泡腾片固体饮料的研制[J]. 食品加工,2012,33(5):39-42.
- [10] 何军庆. 口服泡腾片实验室生产环境的设计及实现[J]. 食品安全导刊,2015(15):142-143.
- [11] 王淑华,林永强. 泡腾片的常用辅料及制备方法[J]. 食品与药品,2006,8(3):70-72.

(8) 喜马拉雅山脉南麓的迎风坡地形,对 2013 年 2 月 3 次暴雪天气过程的作用也是不能忽视的。

参考文献

- [1] 宋善允,王鹏祥,杜军,等. 西藏气候[M]. 北京:气象出版社,2013:12.
- [2] 假拉,杜军,边巴扎西. 西藏气象灾害区划研究[M]. 北京:气象出版社,2008.
- [3] 普布卓玛. 西藏高原雪灾中期成因研究[J]. 西藏科技,2000(3):58-64.
- [4] 康志明,罗金秀,郭文华,等. 2005 年 10 月西藏高原特大暴雪成因分析[J]. 气象,2007,33(8):60-67.
- [5] 周倩,程一帆,周甘霖,等. 2008 年 10 月青藏高原东部一次区域暴雪过程及气候背景分析[J]. 高原气象,2011,30(1):22-29.
- [6] 何晓红,伏阳虎,罗布坚参,等. 2008 年 10 月 26-28 日西藏暴雨雪天气过程分析[J]. 天气预报技术总结专刊,2009,1(1):25-30.
- [7] 罗布坚参,德吉白珍,次仁朗杰. 西藏高原西南部地区一次暴雪天气过程诊断分析[J]. 气象与环境学报,2016,32(5):18-24.
- [8] 马林,马元仓,王文英,等. 青藏高原东部牧区秋季雪灾天气的形成及预报[J]. 高原气象,2001,20(4):407-414.