

春季甘南局地暴雪过程对比分析

赵惠珍 何涛 吉哲君 张艳荣

(甘南州气象局,甘肃合作 747000)

摘要 利用常规和非常规气象观测资料,对甘南春季的3次强降雪过程进行流型配置、物理量场、卫星等综合分析。结果表明:高空短波槽、700 hPa切变线、地面冷锋是暴雪的主要影响系统;物理量场的诊断分析中,相对湿度在强降雪前后有较明显的变化;卫星云图反映了短波槽云系和冷锋云系交汇产生甘南高原边坡地带大到暴雪天气过程。通过3次强降雪过程的综合分析,给出了对今后高原边坡地带该类暴雪天气的预报有一定指示意义的信息。

关键词 局地暴雪;环流形势;物理量场;春季;甘肃甘南

中图分类号 S161.6 **文献标识码** A

文章编号 1007-5739(2021)02-0174-02

DOI:10.3969/j.issn.1007-5739.2021.02.070

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



强降雪是对人民生命财产和国民经济影响较大的灾害性天气之一。气象工作者多年来一直致力于这类灾害性天气的研究^[1],尤其是近年来,相继从环流特征、物理量场的诊断、卫星和雷达等方面入手,对大雪天气进行了分析研究,并取得了显著进展^[2-8]。

甘南地处高原边坡地带,地形特殊,气候复杂,降雪对农牧业、交通运输、旅游业以及人民生命财产安全带来很大影响,因而对此类个例进行深入研究很有必要。本文在对高原边坡地带产生的暴雪天气过程的流型配置进行详细分析的基础上,对相对湿度物理量场的空间垂直剖面结构进行了较深入的研究,试图揭示在特殊地形条件下及相似的环境背景场中,物理量场的配置对暴雪形成的作用。同时,通过卫星和雷达图像特征对暴雪发生的指示,给出暴雪预报中有指示意义的信息。

1 强降雪过程概述

1.1 过程一

3月14日8:00至17日8:00甘南出现明显降雪天气过程。过程降水量在0.9~16.6 mm之间,暴雪主要出现在3月16日11:00至17日8:00,17日1:00至17日6:00降雪量最大。其中,甘南中北部地区降雪量较大,合作、夏河、卓尼、碌曲四县达到暴雪,12 h降雪量大于8.8 mm。强降雪使甘南中北部大部分地区积雪深度超过7 cm,卓尼积雪深度最大为10 cm。

1.2 过程二

5月13日8:00至14日8:00甘南出现明显雨雪

天气过程。过程降水量为0.4~19.0 mm,较大降雪集中时段在14日1:00—6:00。其中,甘南西部地区降雪量较大,合作出现了暴雪,降雪量为19.0 mm,积雪深度达到13 cm;其余县主要以降雨为主。

1.3 过程三

3月10日20:00至13日20:00甘南出现明显降雪天气过程。过程降水量为5.2~14.1 mm,较大降雪集中时段在12日1:00—20:00。其中,甘南中北部地区降雪量比较大。合作、临潭、卓尼24 h降水量达到大到暴雪。强降雪使甘南中北部大部分地区积雪深度超过7 cm,合作、临潭、卓尼积雪深度最大达到15 cm。

2 强降雪过程对比分析

2.1 大气环流

2.1.1 大气环流 500 hPa 形势场。过程一,500 hPa高空图上,巴湖西北部有一弱脊存在,欧亚中高纬度为纬向型,亚洲中低纬度为多波动流型;16日8:00,巴湖西北部弱脊东移,脊前西北气流带动冷空气东移南压,甘南西部有比较弱的冷平流发展,高原低槽逐渐加强, ≥ 16 m/s中高空急流位于甘肃中北部,呈东西向;16日20:00,巴湖弱脊继续东移,脊前冷空气南压到西北地区中部,与副高边缘的西南暖湿气流在本地交绥,副高边缘 ≥ 12 m/s的西南气流为此次降水过程提供了充足的水汽,高原低槽缓慢东移并加强南伸,槽后冷平流明显;17日8:00,500 hPa巴湖弱脊逐渐被槽取代,高原槽加深并东移出本地,降雪结束。

过程二,500 hPa高空图上,乌拉尔山地区有一高压脊存在,脊前冷空气堆积,冷空气势力强盛,高原上高原槽宽广,甘南处于槽前一致的西南气流中;13日20:00,冷涡崩溃,脊前偏北气流携带强盛冷空气南亚,与西南暖湿气流在甘南北部交绥,冷平流明显,高

基金项目 甘南州气象局科研基金(202002)。

作者简介 赵惠珍(1988—),女,甘肃定西人,工程师,从事气象预报服务工作。

收稿日期 2020-08-19

原低槽逐渐加强, 风速 ≥ 16 m/s的中高空急流位于内蒙古一线呈东西向, 风速 ≥ 12 m/s的西南气流为本次降水过程提供了充足的水汽;14日8:00,500 hPa中高纬气流逐渐变平,西风槽加深并东移出本地,本地处于槽后西北气流中,降雪结束。

过程三,与过程一500 hPa形势场上主要的影响系统及演变基本一致,都是由高原槽的影响造成的局地强降水。

2.1.2 大气环流 700 hPa 形势场。过程一,700 hPa 偏南气流控制;16日8:00,在甘南东部形成一东北—西南向切变线,切变稳定少动,在甘南有明显的风速辐合;16日20:00,甘南北部弱切变仍然维持;17日8:00,甘南开始形成一冷温度中心,切变迅速东移南压移出本地。

过程二,700 hPa 甘南偏南气流中;13日20:00,在甘南东北部形成东北—西南向切变线,切变稳定少动,近地面有明显的风速辐合;14日8:00,切变东移南压移出本地。

过程三,700 hPa 甘南东部有东北—西南向切变线存在, 风速 ≥ 12 m/s的西南急流携带孟加拉湾的水汽不断向本地输送;12日20:00,切变线略有东移,西南急流进一步加强,冷空气与孟加拉湾低槽前的强盛的暖湿气流频繁交汇于甘肃南部及其四川地区;13日8:00,低涡切变东移南压移出本地。

2.1.3 大气环流地面图。过程一,地面图上甘南上游为冷高压控制,高压中心位于青海东北部,中心值达1 018 hPa,在青海与甘南的交界处一直向北延伸到内蒙古边界为广泛的低压区,东北—西南向的低压倒槽发展旺盛;16日8:00,甘南为低压控制,倒槽依然维持,降水出现在低压中心附近;16日20:00,西北地区中部冷高压逐渐扩展并东移南压,高压前部冷锋也随之发展东移;17日8:00,高压主体控制本地,冷锋减弱移出本地。

过程二,地面图上甘南上游为高压控制,从四川到甘南一直向北扩展到内蒙古边界为广泛的低压区,低压中心位于青海与甘肃交界处,中心值为1 005 hPa;13日20:00,高压逐渐扩展并东移,高压前部冷锋也随之发展东移,降雪开始;13日23:00,高压东移,高压主力控制本地,降雪加强;14日8:00,控制本地的高压主力逐渐东移,本地处于弱高压控制下,随着冷锋东移出本地,本次降雪过程基本结束。

过程三,地面图上甘南上游为高压控制,甘南处于地面冷锋前部;12日8:00,高压逐渐扩展并东移,高压前部冷锋也随之发展东移,降雪开始;12日20:00,

高压东移,高压主力控制本地,降雪加强;13日8:00,控制本地的高压主力逐渐东移,冷锋减弱消退,本次降雪过程基本结束。

2.2 相对湿度

相对湿度的大小可以直接反映空气距离饱和的程度。为了解暴雪过程整层湿度的分布特征,沿东经102.9°制作3月16日20:00至17日20:00相对湿度的经向剖面图。在北纬34°~36°范围内,强降雪发生之前16日20:00,600 hPa以下的相对湿度为30%~45%,而高层的相对湿度为20%~40%,在500 hPa高度上相对湿度基本小于35%;16日20:00至17日8:00高湿区明显增厚,相对湿度大于40%的湿区向上延伸至300 hPa以上,500 hPa以下相对湿度大于80%,暴雪发生期间中低层相对湿度明显增大,高层相对湿度也有所增大;17日20:00,相对湿度开始迅速减小,此时降雪也基本结束。

过程二整体湿度最高,变化幅度大。过程三相对湿度与过程一有较一致表现,但变化幅度略小于过程一。

2.3 卫星云图

在连续强降雪时段,造成局地强降雪的云系主要为短波槽云系和冷锋云系,降雪主要出现在短波槽前的暖区。降雪开始前,高原上中尺度云团开始发展,甘南开始有中高云系生成;随着短波槽和冷锋的东移,降水云团也随之东移;强降水云团东移到甘南州上空时,也是降雪最强的时间;降雪云团移速减缓,甘南持续受到中尺度云团的影响,降雪持续;5~6 h之后,云系移出本地,降水也随之结束。受影响的甘南云系中高云系逐步向中低云系转化,而且整体云系东移缓慢,影响时间较长。

3 结论

(1)3次过程均有高压脊的存在,脊前冷空气堆积,冷空气势力强盛,随着冷涡崩溃,脊前偏北气流携带强盛冷空气南下,与西南暖湿气流在甘南交绥,并与本地切变线配合在冷锋的共同作用下形成了甘南暴雪天气过程。

(2)西风槽东移加深,槽前强劲的西偏南风带来了充沛的水汽,并在甘南出现了水汽辐合,水汽迅速增加且水汽辐合与高原降雪区域基本一致,同时上升运动为强降雪提供了必需的动力扰动条件。

(3)强降雪前后相对湿度都有明显变化,反映了降水过程中水汽的变化,即充沛的水汽是强降雪产生的重要条件,涡度场在降水过程中也具有重要指示意义。

(下转第177页)

水汽通量达到 $22.0 \text{ g}/(\text{s}\cdot\text{hPa}\cdot\text{cm})$ 以上, 由于台风北抬, 大部分水汽在山东半岛辐合, 共同构成了水汽通量辐合中心。水汽通量辐合中心处于山东半岛中部一带, 暴雨中心和水汽辐合中心保持对应。

2.2.2 不稳定能量分析。2019年8月10日8:00, 龙口市上空风由低层到中层 600 hPa 属于东南风, 由 500 hPa 形势场慢慢转变为南风, 400 hPa 高度层变成西南风, 风向由低层至高层为顺时针变化^[4], 温度线和露点线几乎吻合, 400 hPa 以下属于湿层, 水汽条件较好; 8月10日20:00, 龙口市上空风由低层至高层依然属于顺时针旋转, 分布着暖平流, 整层具备较好的水汽条件, 无冷空气入侵。8月10日8:00—20:00, 龙口市 K 指数始终超过 $35 \text{ }^\circ\text{C}$, 这意味着大气层结的不稳定性较强, 为此次暴雨天气的产生提供了有利的不稳定能量^[5]。

3 暴雨天气对农业的影响及对策

由台风“利奇马”引发的2019年8月中旬的暴雨天气出现时正值各类农作物生长关键时期, 强风、暴雨对农业生产带来极大压力。在暴雨天气过程下, 土壤表面板结, 部分农田出现涝渍, 作物根部的透气性受到影响, 生理活动受到抑制, 还原性物质和有毒物质增加, 易暴发病虫害, 造成农作物减产^[6]。此外, 暴雨天气还导致多种农作物如花生、玉米等发生大面积倒伏, 影响作物灌浆及正常成熟。

针对此次暴雨天气, 气象、农业、水利部门加强合作, 严密监测密切台风“利奇马”移动路径, 准确掌握台风动向以及所带来的降水强度, 提前制定精细化的气象灾害防御方案^[7]。气象部门及时发布台风暴雨预警, 让政府部门以及广大群众掌握台风、降水情况。农业、水利部门第一时间妥善处理农业安全突发事故以及险情, 做好自然灾害防御准备, 积极对农业生产安全风险进行排查, 指导农户做好防范大风以及强降雨

工作, 如棚室加固、疏通沟渠等, 并尽快对田间排水系统进行清理疏通, 最大限度地降低农业灾情损失, 确保农业生产以及农民群众生命财产安全。

4 结语

(1) 龙口市此次暴雨天气的发生主要是受台风“利奇马”外围影响造成的, 具有持续时间长、影响范围广等特点。低空东南急流以及高空南风急流的相互配合, 对上升气流的建立和强对流的触发有重要作用。台风边缘的暖湿气流持续朝山东省输送, 构成显著的水汽通道, 龙口市水汽条件丰富, 再加上大气层结不稳定性较强, 共同推动了此次暴雨天气的发生发展。

(2) 此次暴雨天气出现时正值各类农作物生长关键时期, 强风、暴雨给农业生产带来极大压力。针对此次暴雨天气, 气象、农业、水利部门加强合作, 严密监测台风“利奇马”移动路径, 准确掌握台风动向以及所带来的降水强度, 提前制定精细化的气象灾害防御方案, 最大限度地降低了农业损失。

5 参考文献

- [1] 杨晓霞, 王金东, 姜鹏, 等. 山东半岛南部一次沿海强降雨成因分析[J]. 气象科技, 2015, 43(3): 512-521.
- [2] 胡华龙, 潘洁洋, 刘继波, 等. 迎台风逆行 风浪中坚守: 海事防抗超强台风“利奇马”纪实[J]. 中国海事, 2019(9): 68-73.
- [3] 邱晨辉. 超强台风“利奇马”影响评估出炉[N]. 中国青年报, 2019-08-15(003).
- [4] 张晗宇, 温维, 程水源, 等. 京津冀区域典型重污染过程与反馈效应研究[J]. 中国环境科学, 2018, 38(4): 1209-1220.
- [5] 陆桂荣, 王文, 于怀征, 等. 台风“达维”对山东日照“08.03”暴雨天气过程的影响分析[J]. 干旱气象, 2014, 32(2): 256-262.
- [6] 周志亮. 暴雨天气对农业的影响及对策初探[J]. 农业与技术, 2018(10): 239.
- [7] 李文娟. 一次强降雨天气过程的气象服务分析[J]. 内蒙古科技与经济, 2016(11): 37-38.
- [8] 李如琦, 唐冶, 肉孜·阿基. 2010年新疆北部暴雪异常的环流和水汽特征分析[J]. 高原气象, 2015, 34(1): 155-162.
- [9] 陈春艳, 李圆圆, 秦贺. 2011年春季北疆两类暴雪过程的对比分析[C]//全国灾害性天气预报技术研讨会, 2011.
- [10] 王丹蕊. 天气预报对农业生产的重要作用及影响[J]. 现代农业科技, 2019(17): 198.
- [11] 王丹, 高红燕, 黄少妮. 2011年冬季陕西两次降雪过程对比分析[J]. 陕西气象, 2012(5): 7-12.
- [12] 胡雪红, 陈华凯, 杨玉霞. 德州两次降雪过程的预报思路对比分析[J]. 兰州大学学报(自然科学版), 2010, 46(增刊1): 121-125.

(上接第 175 页)

(4) 卫星云图比较清楚地反映了高原槽前云系生成、东移发展、与本地云系结合、减弱移出甘南的整个过程, 高原槽云系发展东移是降雪过程的主要因素, 同时与本地云系叠加使降雪强度加强。

4 参考文献

- [1] 杨柳. 2003年江淮春冬两次降雪天气过程数值模拟和初步诊断分析[D]. 南京: 南京信息工程大学, 2005.
- [2] 李海花, 刘大锋. 2009年冬季新疆阿勒泰地区大到暴雪天气成因分析[J]. 青海气象, 2013(11): 37-41.
- [3] 姜子俊. 回归诊断在时效为三日的逐日降水预报中的应