

Analysis of a Heavy Rainstorm Weather Process in Western Southern Xinjiang from September 13 to 15, 2018

Min Liu Jun Gao

Xinjiang Airport (Group) Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract

This study integrates conventional meteorological observations, FY-2G infrared cloud imagery, and Doppler radar data to demonstrate that the recent torrential rainfall was jointly influenced by the Central Asian low-pressure trough and the East Xinjiang low-pressure trough. The Central Asian trough first intensified and moved southward before weakening and shifting northward, while the sustained East Xinjiang trough primarily caused prolonged precipitation in western southern Xinjiang. Within this weather system, the vertical configuration of low-level convergence and high-level divergence provided deep and persistent moisture and energy for the rainstorm's formation. Concurrently, intense vertical upward motion served as a critical driving mechanism for the storm's sustained intensification. Furthermore, the evolution patterns of infrared cloud imagery and Doppler radar data offer valuable insights into the precipitation intensity and distribution patterns.

Keywords

rainstorm; circulation background; satellite image; radar echo

2018年9月13—15日南疆西部一次暴雨天气过程分析

刘敏 高俊

新疆机场(集团)有限责任公司, 中国·新疆乌鲁木齐 830000

摘要

本文结合常规气象观测资料、FY-2G红外云图以及多普勒雷达数据进行分析, 结果表明: 此次暴雨是由中亚低槽、东疆低槽共同影响造成的, 中亚低槽先加深南下、后减弱北收以及东疆槽的维持是南疆西部较长时间降雨的主要原因。在此次天气系统中, 低层辐合与高层辐散相配合的垂直配置, 为暴雨的产生输送了深厚且持久的水汽与能量; 同时, 强烈的垂直上升运动, 则为暴雨的持续增强提供了关键的驱动机制。此外, 红外云图和多普勒雷达的演变特征对降水的强度以及落区具有一定的指示作用。

关键词

暴雨; 环流背景; 卫星云图; 雷达回波

1 引言

南疆西部地区位于中国边陲, 三面环山, 一面敞开, 北面有天山西段横卧, 西有帕米尔高原, 南有昆仑山, 东面有塔克拉玛干沙漠, 由于远离海洋, 降水较少, 属于典型的温带大陆性干旱气候。累年年降水量和我国东部地区相比明显偏少, 但降水强度较大, 一日降水量有时甚至能突破年降水量的平均值, 极易诱发多种次生灾害, 不仅制约经济的发展, 也给公共安全造成了显著的潜在威胁。尽管国内诸多学者已对暴雨天气过程开展了广泛研究, 然而其研究区域多集中于西南、华南与东部沿海一带, 伍志方等^[1]、何立富等^[2]对广州和华南地区暴雨研究广泛, 针对西北地区尤其是南疆西部地区暴雨的分析却比较少。早些年观测资料相对匮乏,

杨莲梅等^[3]对南疆西部暴雨的机理分析, 旨在揭示其大尺度环流配置与关键天气影响系统的作用; 张云惠等^[4]与秦贺等^[5]的研究表明, 对中亚低涡的分布特征和不同移动路径背景下对南疆西部地区的影响也有所不同, 但超过一半的强降水过程都与中亚低涡或塔什干低涡有关。本文利用常规观测资料、NCEP/NCAR再分析资料、FY-2G红外云图及多普勒雷达等多源数据, 针对2018年9月13-15日南疆西部一次极端大暴雨过程展开成因分析, 旨在提高气象人员对南疆西部极端暴雨形成机制的认识, 并为南疆强降水天气预报提供更为有效的科学参考。

2 降水概况

本次天气过程中, 共有28个观测站的累计降雨量达到暴雨标准(24.0mm), 降水量超过40mm共有9站, 降水最大值出现在莎车县霍什拉甫乡尧玛村(降水主要集中在13日夜间, 为61.2mm), 降水量为72.3mm, 本次降水过

【作者简介】刘敏(1987-), 女, 中国新疆乌鲁木齐人, 本科, 工程师, 从事航空气象研究。

程自西向东推进，其主体降水带主要位于偏北及偏南区域，至 16 日，此次天气过程基本结束。

3 环流形势及主要影响系统特征分析

暴雨前期 500hPa 欧亚范围两槽一脊的环流形势，东欧至乌拉尔山脉为径向环流较大的低涡系统，西西伯利亚至东疆为深厚的槽区，13 日夜间（图 1a），里海高压脊的维持以及乌拉尔山低涡东移南压，导致中亚地区出现风场的辐合切变，形成中亚低槽进而影响我区，典型的“东西夹攻”降水机制就此建立。西南暖湿气流与早已进入盆地西部、受地形影响抬升的东灌冷空气交汇，并在我区西部率先出现降水。14 日（图略）里海高压脊发展旺盛，推动中亚低槽加

深南下，不断发展，扩大了对我区的影响范围并造成我区大范围的降水。15 日（图略），里海高压脊坍塌，中亚低槽减弱东移北收，伴随着东疆槽的移出以及低槽过境，降水趋于结束。至 16 日，我区受乌拉尔山高压脊的控制，天气转好。

13 日 08 时（图 1b），地面图中冷高压主要影响西西伯利亚至贝加尔湖一带，该高压主体位于北疆以北地区，中心强度 1032.5hPa，我区位于地面冷高压外围底部，显著的南北气压梯度（ $> 25\text{hPa}$ ）构成了“北高南低”的环流形势，这种配置为冷空气向南侵入盆地提供了有利的动力条件。13 日白天冷高主体东移加强，南北气压梯度加大，冷空气由东向西进入盆地，这支偏东急流受地形作用与西南暖湿气流汇合形成降水。

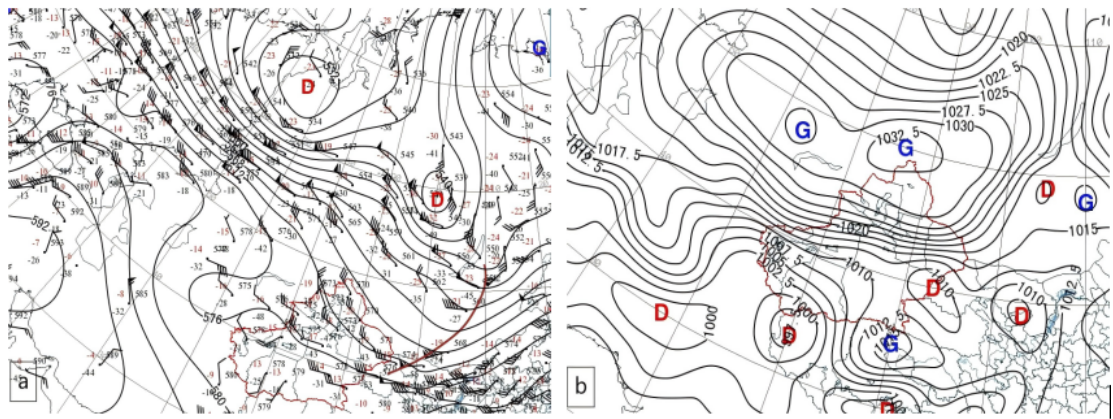


图 1 2018 年 9 月 13 日 20 时 500hPa 位势图 (a) 和 13 日 08 时地面图 (b)

4 物理量场及云图分析

4.1 散度

图 2 中 600hPa 有辐合上升运动中心，925hPa-500hPa 气层有辐合上升运动，高层 200hPa 有强辐散中心，这种垂

直方向上具有明显的中低层辐合、高层辐散的典型特征。分析表明，这一配置中的辐合辐散中心耦合区，与实际的暴雨落区高度对应，高层强烈的辐散抽吸作用促进并维持低层辐合运动，从而为暴雨区的水汽和能量供给提供了持续的动力条件。

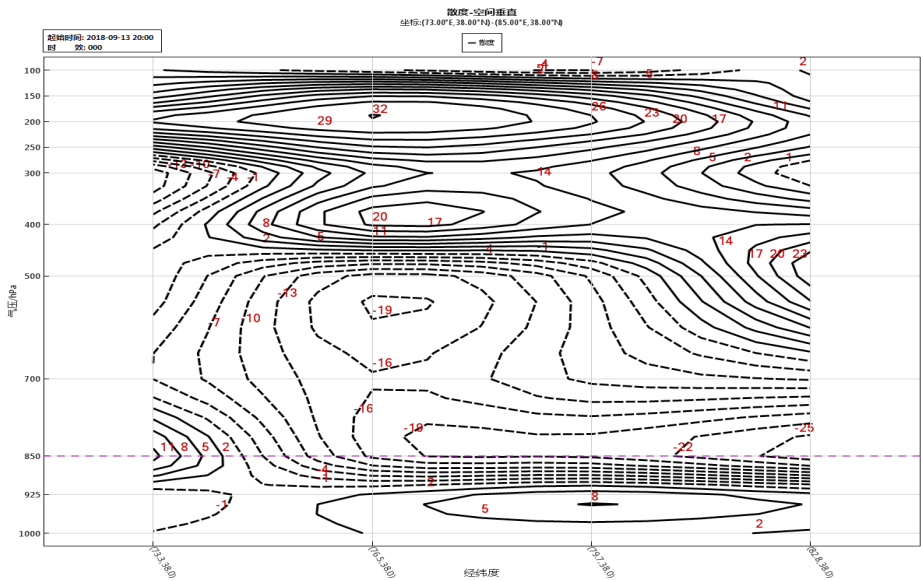


图 2 2018 年 9 月 13 日 20 时沿 38° N 散度空间垂直剖面图 (单位: 10^{-5}s^{-1})

4.2 垂直速度

垂直速度分布图中(图略),最大垂直速度中心位于E76.5°,中心强度达 -5.2×10^{-2} hPa/s,强降水就出现在垂直上升运动最剧烈的地方,从而促使不稳定能量得以释放,也是暴雨发生和维持的一个根本原因。

4.3 卫星云图

从红外卫星云图演变特征(图略)可以看出,此次暴雨过程中,中尺度云团基本位于喀什至偏南莎车山区及浅山区一带。喀什市15日位于云团中心,为中雨。莎车县霍什拉甫乡尧玛村一带位于逗点云系后部边缘,也是云顶温度梯

度最大的地方,成为暴雨出现的重要原因之一。其它各县位于降水云团边缘处,仅出现小雨。

5 多普勒雷达分析

图3显示,本次降水过程以层积混合型回波为主要特征。较弱的回波(约30dBZ)缓慢向西北移动,喀什市07时起开始出现降雨。虽然处于弱回波带上,但不断有对流单体生成和发展,数量较多,强度偏强,11:51在喀什附近监测到最强回波强度为65dBZ,该时次降水量为1.7mm。此回波形势维持至18时,随着回波的逐渐松散,降水趋于结束。

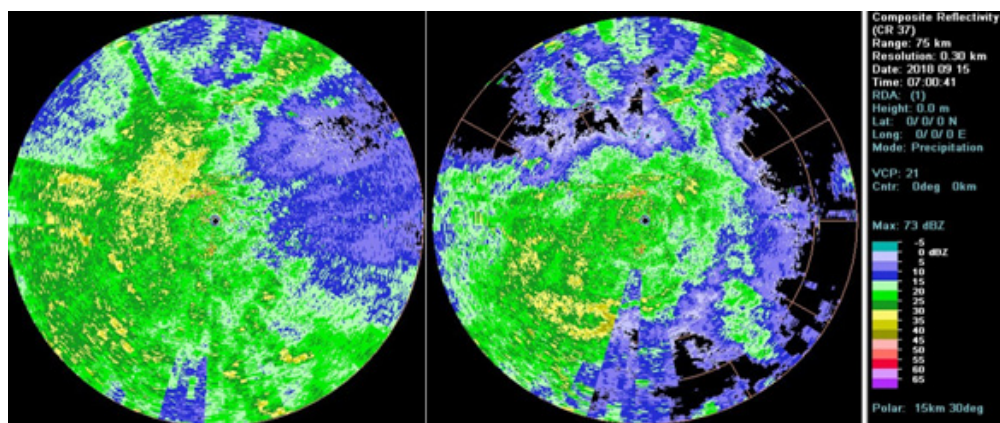


图3 雷达回波特征图

6 结论

(1) 2018年9月13-15日喀什地区降水过程中,大尺度环流呈现典型“东西夹攻”特征。此次天气主要由中亚低槽的阶段性演变(先加深南压,后减弱北收)与稳定维持的东疆槽共同影响所致。

(2) 低层辐合、高层辐散的高低空配置加强了垂直上升运动,而较强的垂直速度也为暴雨的形成和维持提供了动力条件,有利于地面中小尺度天气系统的发展;强而深厚的上升运动与暴雨落区也较吻合。

(3) 卫星云图特征较好的监测了降水的强度与落区,霍什拉甫乡大暴雨落区位于云顶亮温梯度最大处。

(4) 本次降水过程以层积混合型降水回波为主。雷达

回波的强度变化对降水的强度及起止时间都有较好的指示意义。

参考文献

- [1] 伍志方,蔡景就,林良勋,等.2017年广州“5·7”暖区特大暴雨的中尺度系统和可预报性[J].气象,2018,44(4):485-499.
- [2] 何立富,陈涛,孔期.华南暖区暴雨研究进展[J].应用气象学报,2016,27(55):559-569.
- [3] 杨莲梅,张云惠,汤浩.2007年7月新疆三次暴雨过程的水汽特征分析[J].高原气象,2012,31(4):963-973.
- [4] 张云惠,杨莲梅,肖开提·多莱特,等.1971-2010年中亚低涡活动特征[J].应用气象学报,2012,23(3):312-321.
- [5] 秦贺,杨莲梅,张云惠.近40年来塔什干低涡活动特征的统计分析[J].高原气象,2013,32(4):1042-1049.