

2017年8月20~25日喀什地区强降水天气过程分析

刘敏, 高俊

新疆机场(集团)有限责任公司, 新疆 乌鲁木齐

收稿日期: 2025年6月15日; 录用日期: 2025年7月14日; 发布日期: 2025年7月21日

摘要

本文基于NCEP FNL再分析数据、喀什地区各气象站降水数据以及EC数值预报资料对2017年8月20~25日喀什地区大范围降水、降温天气进行诊断分析, 结果表明: 本次天气主要是主导系统乌拉尔山高压脊西撤, 中亚低值系统分裂南北两支, 南支低槽携带暖湿气流与分裂东移北上的北支系统对盆地内东灌冷空气汇合造成, 200 hPa高空风速陡增的时间与出现降水的时间较为一致, 500 hPa风场喀什附近有风向、风速的切变, 利于低涡沿切变线东移南下, 降水落区位于风向、风速切变处。850 hPa风场“冷池”的建立, 使得暖湿气团被迫抬升, 利于产生辐合型大降水。整个过程高压的路径是先向东南, 分裂后向东北移动, 底部东灌的冷空气与西方路径进入南疆西部受中天山阻挡的冷空气汇合倒流进入南疆盆地从而造成本次强降水天气。

关键词

喀什地区, 强降水, 诊断分析, 模式检验

Analysis of the Heavy Precipitation Weather Process in Kashgar Region from August 20 to 25, 2017

Min Liu, Jun Gao

Xinjiang Airport Group Co. Ltd., Urumqi Xinjiang

Received: Jun. 15th, 2025; accepted: Jul. 14th, 2025; published: Jul. 21st, 2025

Abstract

This paper conducts a diagnostic analysis of the extensive precipitation and temperature drop in

Kashgar region from August 20 to 25, 2017, based on NCEP FNL reanalysis data, precipitation data from various meteorological stations in Kashgar region, and EC numerical forecast data. The results show that this weather event was mainly caused by the westward retreat of the Ural Mountain high-pressure ridge, the split of the Central Asian low-pressure system into two branches, the south branch low trough carrying warm and humid air, and the convergence with the north branch system moving eastward and northward, which brought cold air into the basin. The time of sudden increase in wind speed at 200 hPa was relatively consistent with the time of precipitation occurrence. There was a wind direction and wind speed shear in the 500 hPa wind field near Kashgar, which was conducive to the eastward and southward movement of the low vortex along the shear line. The precipitation area was located at the wind direction and wind speed shear. The establishment of the “cold pool” in the 850 hPa wind field forced the warm and humid air mass to rise, which was conducive to the generation of convergence-type heavy precipitation. The path of the high pressure was first southeastward and then northeastward after splitting. The cold air flowing eastward from the bottom and the cold air entering the western part of southern Xinjiang from the west and blocked by the Central Tianshan Mountains converged and flowed back into the southern Xinjiang basin, thus causing this heavy precipitation event.

Keywords

Kashgar Region, Heavy Precipitation, Diagnostic Analysis, Pattern Verification

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

新疆南部(简称“南疆”)是典型的干旱区,地形和下垫面复杂,生态环境脆弱,对气候变化异常敏感。新疆喀什地区位于南疆盆地西部,地形宛若一个簸箕,三面环山,北有天山西段,南有昆仑山,两山交汇在西部形成帕米尔高原,高原平均海拔都在 3 km 以上,无论是暖湿气流还是冷空气从高原进入盆地后,都会下沉增温变性,降水很难产生,这也是喀什地区干旱的原因。随着全球气候变暖的背景,喀什地区因其地理环境特殊,近年来强降水发生频率和强度明显增加,在强降水天气条件下易引发次生灾害。由于强降水的预报难度较大,提高喀什地区灾害性天气预报,特别是强降水的预报预警,已成为迫在眉睫的工作,也是防灾减灾所面临的重大挑战。

近年来有多位学者指出,对南疆西部降水的研究大多集中于天气学环流分型和统计分析[1]-[6],指出中亚低涡(槽)是造成南疆西部大降水的主要影响系统,但对其造成南疆西部暴雨的机理认识还不深入;王磊等[7]研究指出,高低空三支急流是造成南疆西部大降水水汽水平、垂直输送的动力源泉;肖开提·多莱特[8]指出,南疆低涡生成后充沛的水汽供应,较强的低层辐合所造成的上升运动,是造成大暴雨天气过程的有利条件;曾勇和杨莲[9]对南疆西部一次暴雨研究表明,除中亚低涡自身携带水汽外,孟加拉湾、阿拉伯海和南海水汽输送为强降水区提供了充足水汽源,中低层的东南风急流辐合为暴雨提供了水汽辐合的动力条件。本文针对 2017 年 8 月 20~25 日南疆西部喀什地区受中亚低涡携带的暖湿气流与东灌冷空气共同影响引起的一次持续时间长、范围广的降水天气进行分析,以期能够为喀什地区强降水天气提供预报预警的科学依据。

2. 天气实况

2017 年 8 月 20~23 日喀什各地(表 1)出现了一场强降水天气过程,各地普遍出现小到中雨,局地大

暴雨; 大降水落区主要出现在浅山区一带。此次降水过程有 24 个测站过程累计降水量>20 mm, 其中日最大降水量出现在叶城县棋盘乡 49.3 mm, 过程累计降水量最大出现在伽师县西克尔镇 56.7 mm, 突破本站历史极值。强降水过程最强主要出现在 20 日夜间和 23 日夜间。

Table 1. Accumulated precipitation in the urban area from August 20 to 23, 2017 (Unit: mm)

表 1. 2017 年 8 月 20~8 月 23 日城区累计降水量(单位: mm)

站名 日期	喀什	疏附	疏勒	英吉沙	伽师	岳普湖	莎车	叶城	泽普	麦盖提	巴楚
20 日	1.1	1.0	0.0	1.7	0.0	9.3	0.4	6.8	1.6	0.0	4.2
21 日	2.1	7.2	5.5	0.0	25.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22 日	7.0	8.2	9.0	5.5	16.3	16.2	4.0	0.0	9.1	0.0	0.3
23 日	3.1	0.0	5.0	0.8	4.0	5.4	0.0	0.0	0.0	0.0	14.5
合计	13.3	16.4	19.5	8.0	45.6	30.9	4.4	6.8	10.7	0.0	19.0

3. 环流特征及影响系统

根据环流形势演变和降水实况将此次强降水天气过程分为三个阶段: 8 月 20 日至 21 日(第一阶段)为主要降水阶段, 最强降雨落区主要集中在喀什偏东、偏北部分地区、偏南及浅山区一带, 其中浅山区大暴雨; 22 日至 23 日(第二阶段), 落区主要集中在喀什偏北地区及偏南浅山区一带, 其中浅山区暴雨; 24 日至 25 日(第三阶段), 平原大部降水趋于结束, 落区主要集中在偏东地区及偏南浅山区一带, 上述部分地区达到大到暴雨。

3.1. 200 hPa 风场

本次天气过程前, 8 月 20 日 20 时(图 1) 200 hPa 风速开始加强, 南疆西部上空出现 46 m/s 的最大风速带, 20 日 20 时, 最大风速增至 50 m/s, 达到急流, 此时喀什大部地区出现小到中雨, 偏东、偏北、偏南部分地区及南部浅山区出现大到暴雨。21 日 08 时, 本站仍维持平直西风, 风速有所减弱, 为 24 m/s, 至 23 日 08 时, 本站风速增至 48 m/s 并转为西南风, 23 日白天至夜间偏东最大风速带上出现大到暴雨, 由此可见这支高空急流起到了气流辐散及抽吸作用, 对中低层的气流辐合上升起促进作用, 200 hPa 高空风速陡增的时间与出现降水的时间较为一致, 并且由于最大风速达到急流标准, 这也是本次降水过程能出现暴量的原因之一, 降水落区位于高空最大风速带入口区右侧辐散区内。

3.2. 500 hPa 环流特征

降水前期欧亚范围呈两槽一脊型, 环流径向度不断加大, 东欧至中亚一带乌拉尔山高压脊发展强盛, 西伯利亚至新疆为宽广的低压槽区, 极地冷空气沿乌拉尔山高压脊前西北气流不断南下补充至西伯利亚低槽中, 19~20 日随着乌拉尔山高压脊不断西撤南退, 脊前低槽分裂为南北两支锋区(图 2), 北支锋区东移北收移至蒙古高原一带并配合-20℃冷中心, 同时南支锋区南掉, 我区位于南支槽前强盛的西南气流中, 形成了有利于南疆盆地典型的辐合型大降水的东西夹攻形势, 喀什地区大范围强降水开始, 其中偏东、偏北部分地区、偏南及浅山区一带大到暴雨。23 日 20 时南支槽在塔什干附近有一切涡(图 3), 形成塔什干低涡, 中亚到我区呈气旋环流, 我区与阿克苏测站有一处明显风向切变, 风速增至 58 m/s, 且喀什测站有一明显风向切变, 这种形势有利于低涡沿切变线东移南下, 并持续影响喀什地区, 降水落区位于风

向、风速切变处, 造成喀什地区大范围降水, 因其低涡位置略偏东, 喀什偏东部分地区及浅山区局地大到暴雨。

25日20时(图4)北支锋区快速东移北收, 南段塔什干低涡减弱成槽东移北收至北疆一带, 东西夹攻形势消散, 环流由径向转为纬向, 降水天气过程基本趋于结束, 西西伯利亚低槽是这次强降水天气的主要影响系统, 此次降水环流特征是喀什地区处于南北两支锋区的弱锋区里的辐合型强降水。

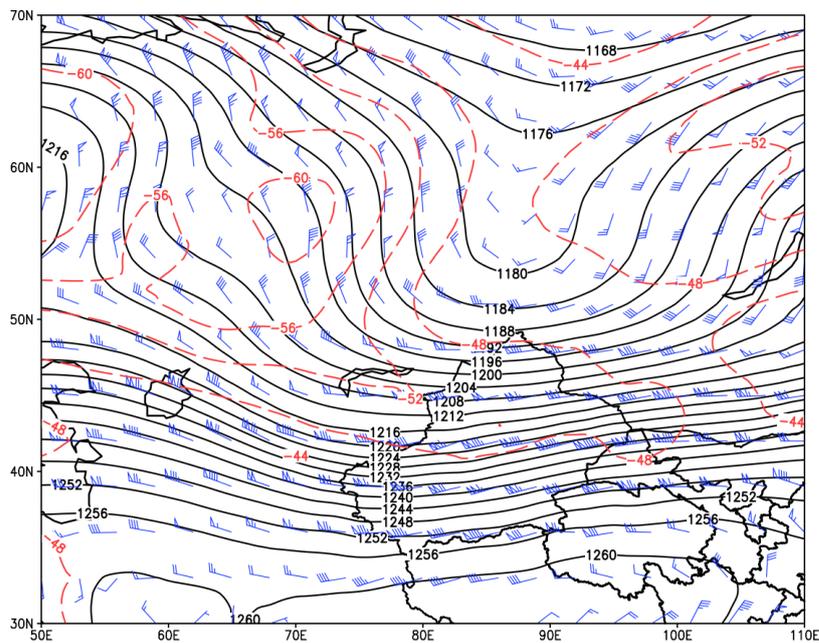


Figure 1. 200 hPa Geopotential height chart at 20:00 on August 20, 2017

图 1. 2017 年 8 月 20 日 20 时 200 hPa 位势图

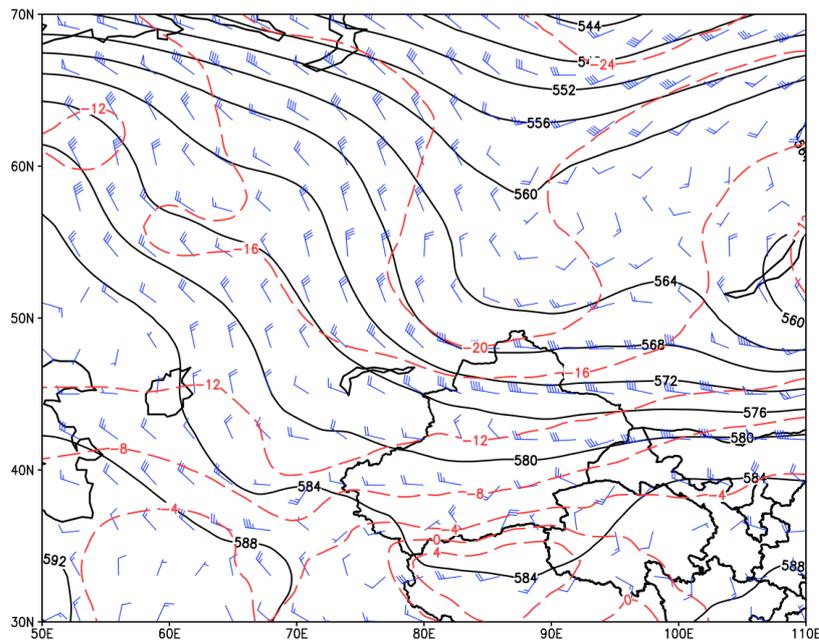


Figure 2. 500 hPa Geopotential height chart at 20:00 on August 20, 2017

图 2. 2017 年 8 月 20 日 20 时 500 hPa 位势图

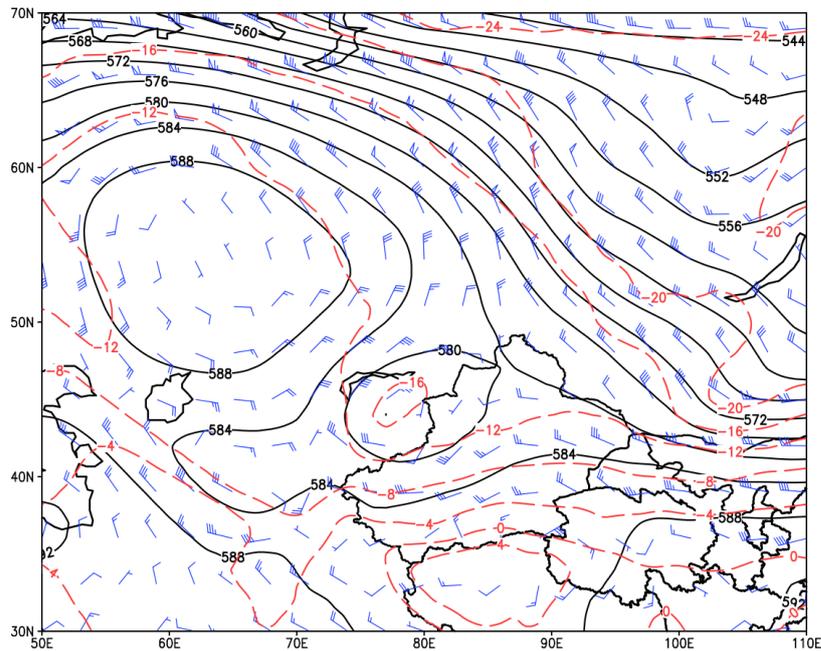


Figure 3. 500 hPa Geopotential height chart at 20:00 on August 23, 2017
图 3. 2017 年 8 月 23 日 20 时 500 hPa 位势图

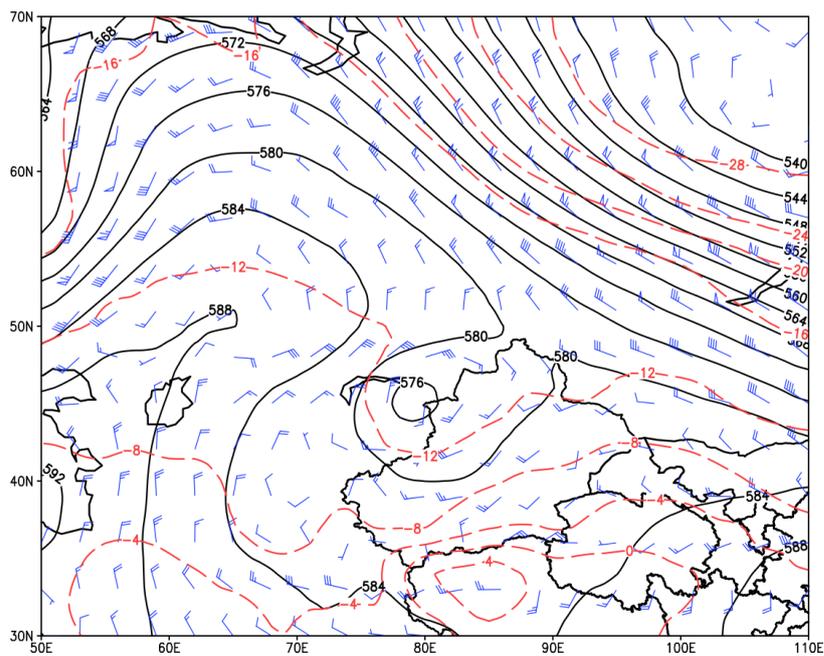


Figure 4. 500 hPa Geopotential height chart at 20:00 on August 25, 2017
图 4. 2017 年 8 月 25 日 20 时 500 hPa 位势图

3.3. 700 hPa 环流特征

20 日 08 时 700 hPa 图中南疆盆地呈气旋式环流, 喀什地区与阿克苏测站在 21 日 20 时(图 5)和 23 日 20 时(图 6)均有一处明显风向切变, 分别出现 56 m/s 和 58 m/s 的低空急流, 使得此次强降水落区产生于低空急流的左前方, 并且在喀什偏南地区上空转为西北风向, 风速明显加大。喀什偏北、偏南地区及浅

山区处在浅槽风切变中, 进一步增强低层辐合以及水汽输送, 有利于降水天气的维持。

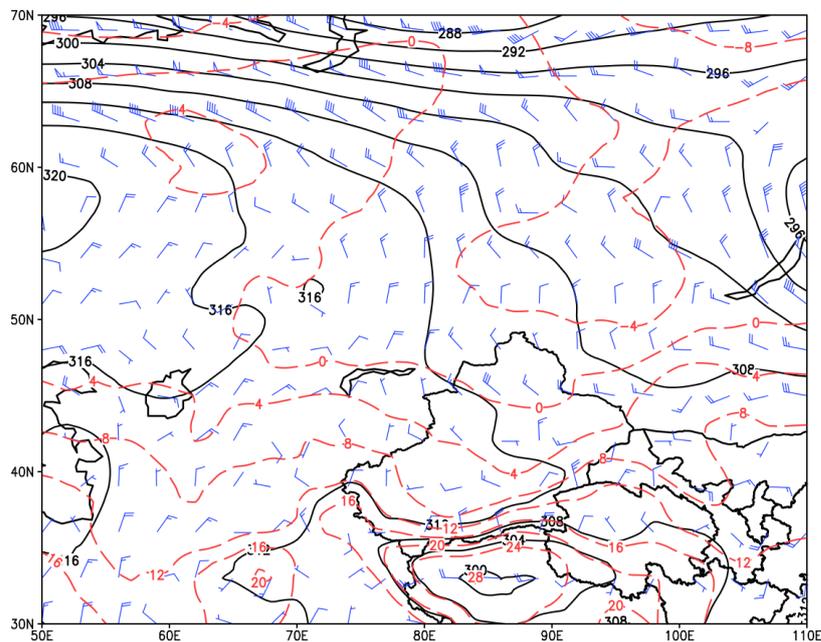


Figure 5. 700 hPa Geopotential height chart at 20:00 on August 21, 2017

图 5. 2017 年 8 月 21 日 20 时 700 hPa 位势图

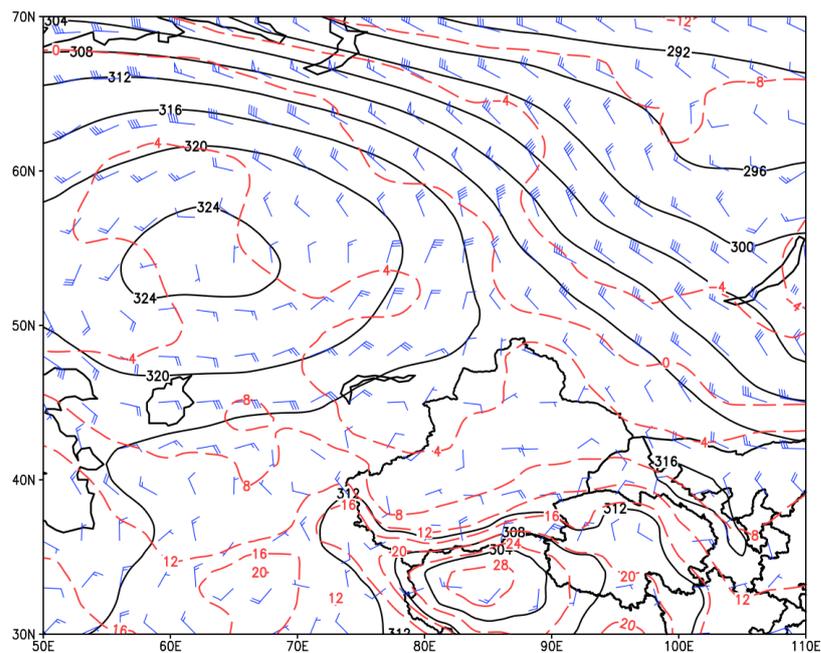


Figure 6. 700 hPa Geopotential Height Chart at 20:00 on August 23, 2017

图 6. 2017 年 8 月 23 日 20 时 700 hPa 位势图

3.4. 850 hPa 环流特征

20 日 08 时(图 7) 850 hPa 中亚至南疆盆地西部国境外受高压控制, 塔里木盆地及喀什地区为低压控制, 南疆盆地东部各测站偏东风风速明显增大, 盆地偏东指标站若羌站东风明显加大, 出现 14 m/s 的

低空急流, 喀什本站由西南风转为西北风, 表明冷池已开始逐渐建立, 且存在风速辐合, 低空偏东急流起着水汽的集中输送作用, 对低层湿度增加具有积极作用, 且由于地形作用, 东风携带冷湿空气沿山爬坡, 为中层暖湿空气起到冷垫作用, 迫使其爬升, 产生上升运动。20 日 20 时(图 8)高压东伸北上控制中亚及北疆大部, 与喀什地区形成北高南低的高度场形势, 21 日 08 时(图略)冷空气回流进入盆地, 北疆前沿高压底部回流的偏东气流与盆地低压北部的偏东气流及翻山冷空气汇合共同影响我区。

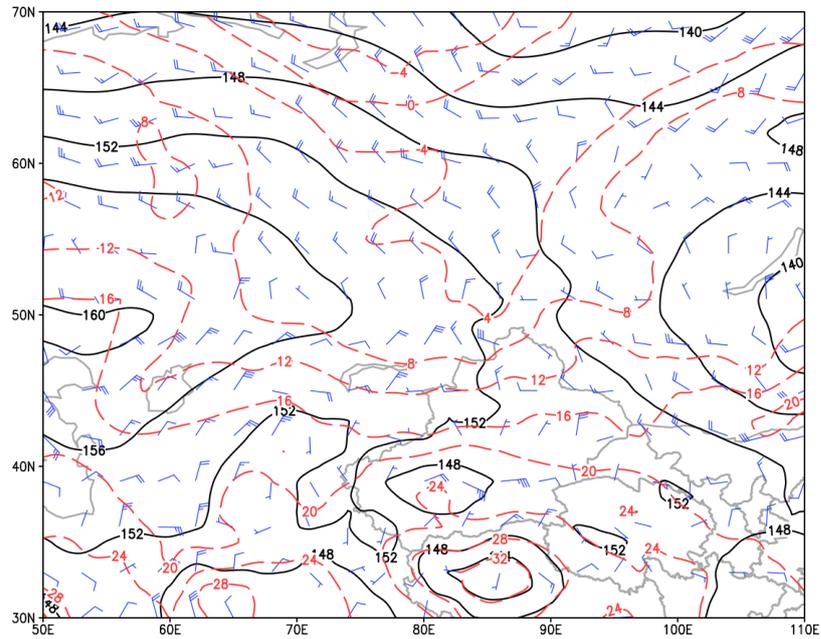


Figure 7. 850 hPa Geopotential height chart at 08:00 on August 20, 2017
图 7. 2017 年 8 月 20 日 08 时 850 hPa 位势图

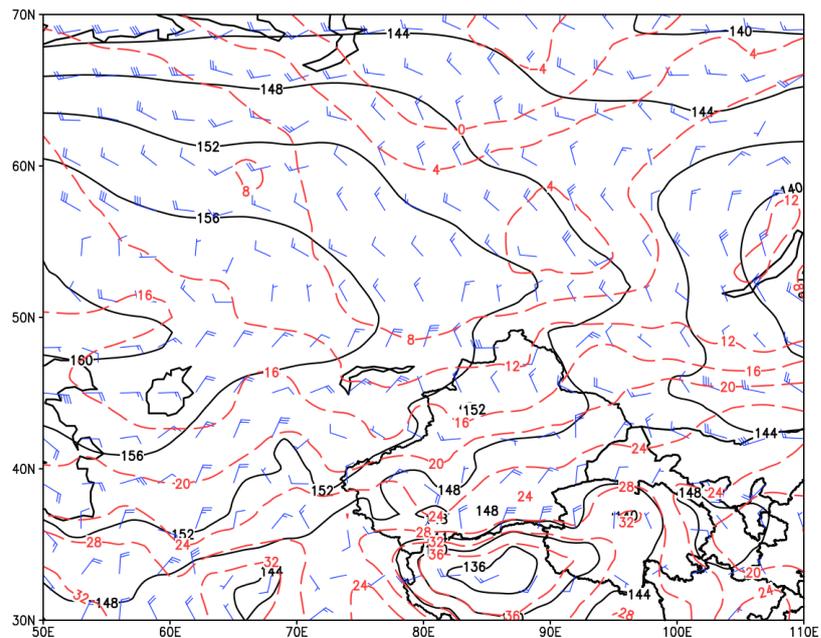


Figure 8. 850 hPa Geopotential height chart at 20:00 on August 20, 2017
图 8. 2017 年 8 月 20 日 20 时 850 hPa 位势图

3.5. 地面环流特征

20日08时地面图(图9)上东欧至巴尔喀什湖以北为冷高压控制, 贝加尔湖以南沿河西走廊至塔里木盆地为发展强盛的气旋, 中心值1000.0 hPa, 喀什地区及南疆盆地也为气旋, 强盛的气旋诱导冷空气迅速东移, 20日08时到巴尔喀什湖形成1025.0 hPa冷中心, 随着冷空气不断东移在巴尔喀什湖堆积, 喀什地区与西部境外等压线变的密集, 在偏北浅山区降水开始, 20日20时(图10)冷高压东扩南压, 中心强度略有减

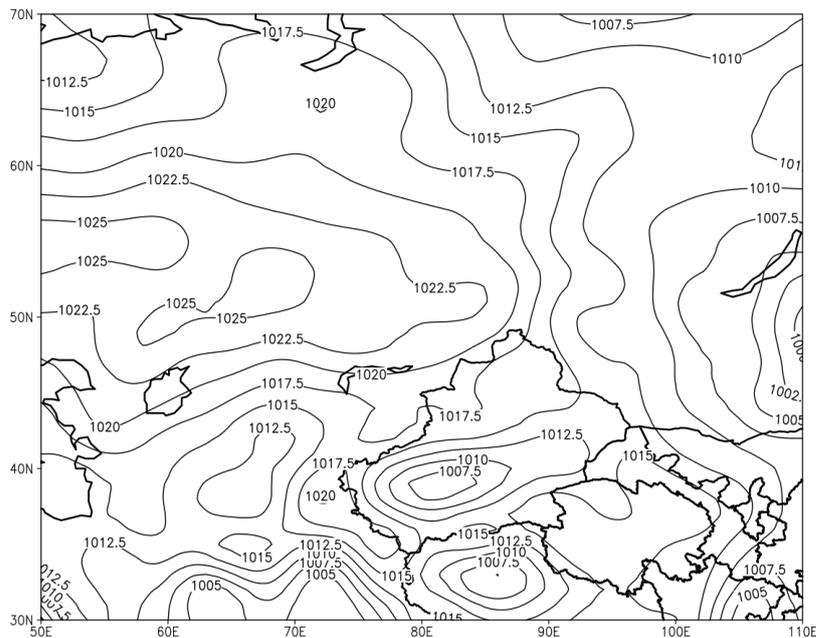


Figure 10. Floor map at 08:00 on August 20, 2017

图 10. 2017 年 8 月 20 日 08 时地面图

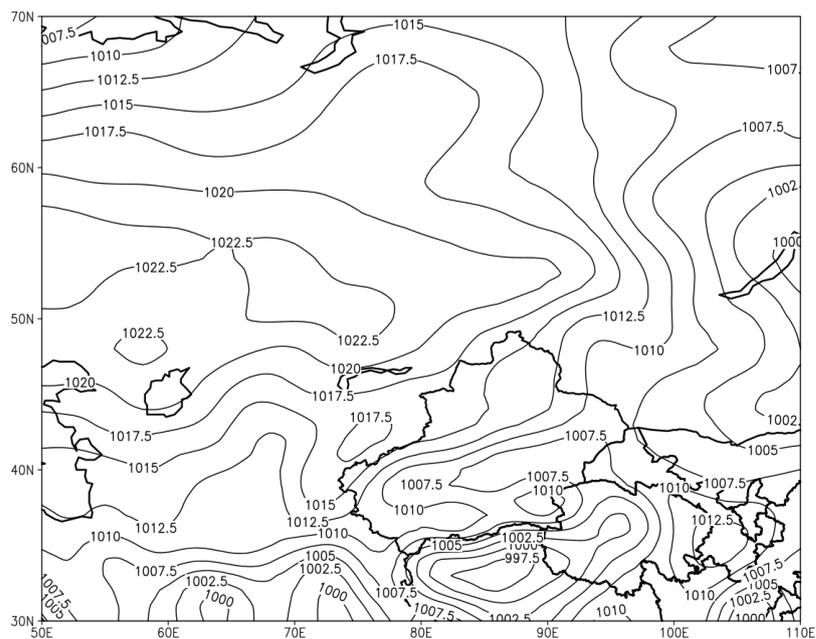


Figure 10. Floor map at 20:00 on August 20, 2017

图 10. 2017 年 8 月 20 日 20 时地面图

弱为 1022.5 hPa, 在此过程中西南国境线外生成一弱的气旋, 中心值为 1000.0 hPa, 为南疆盆地源源不断地输送西南暖湿气流, 南疆盆地低压中心减弱东移南下, 受两股强冷空气从东西方向入侵的影响, 造成我区此次强降水天气过程。

4. 物理量诊断分析

4.1. 水汽来源

在 19 日 20 时 500 hPa 水汽通量图(图 11)可看出, 水汽来源是新疆西部境外, 此水汽不断随高空西南风输送到喀什上空。700 hPa 水汽通量图(图 12) 3 h 预报场上也可以看到在喀什上空有水汽通量 12 的大值带配合西南风缓慢东移。低层 850 hPa 水汽通量图(图 13), 盆地东部有一个 8~29 的水汽通量大值区, 说明很大一部分水汽来源于东部, 由偏东急流输送到盆地西部, 并由于喀什特殊地形使水汽辐合上升产生降水。

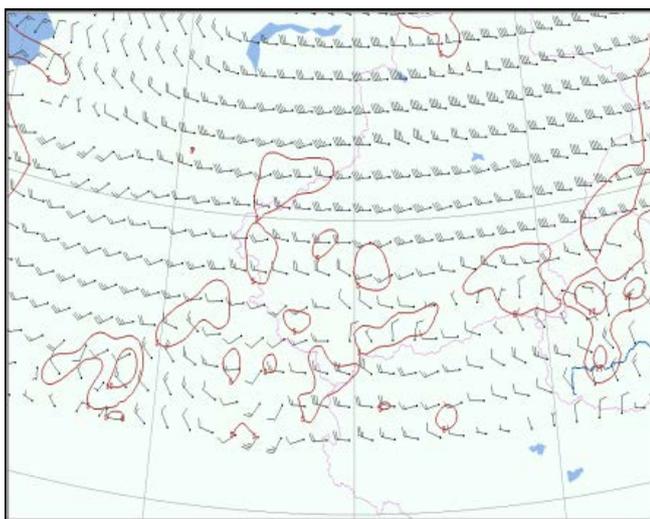


Figure 11. 500 hPa Water vapor flux chart
图 11. 500 hPa 水汽通量图

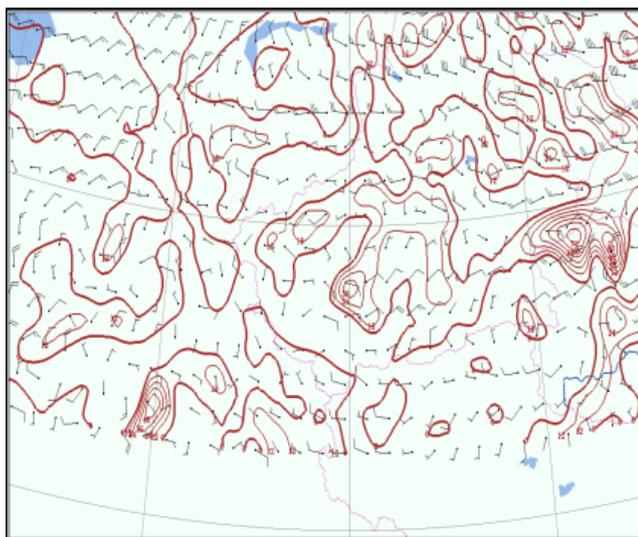


Figure 12. 700 hPa Water vapor flux chart
图 12. 700 hPa 水汽通量图

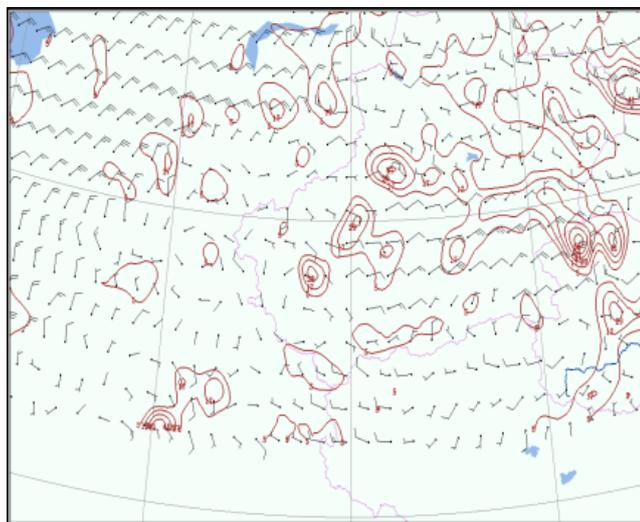


Figure 13. 850 hPa Water vapor flux chart
图 13. 850 hPa 水汽通量图

4.2. EC 细网格 700 hPa 相对湿度场预报分布特征

从图中可以看出, 700 hPa 24 小时(图 14)、96 小时(图 15)相对湿度场预报与地面降水大值落区有很好的对应, 这种分布维持到 96 h 预报以后结束, EC 细网格 700 hPa 的相对湿度的变化对降水过程有很好的指导作用。

5. 数值模式预报对比分析

5.1. 地面冷高压与数值模式预报对比分析

本次过程中冷高中心在 8 月 20 日已移至乌拉尔山一带, 中心值为 1025.0 hPa, 锋区压在巴湖附近, 冷高前沿东伸至北疆以北, 在 21 日冷空气主体南压至巴湖以北, 在 22 日冷空气主体分裂成两部分, 东段压在外蒙古, 强度有所增加(中心强度仍维持在 1025 hPa), 西段压在中天山一带, 对应的锋区已经移至

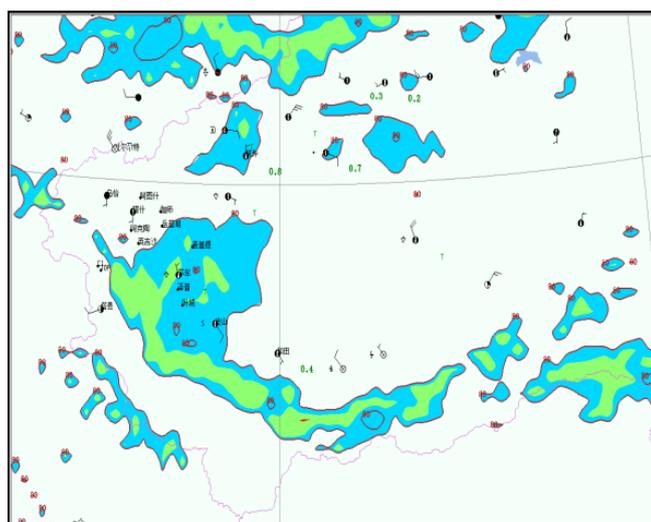


Figure 14. The superimposed chart of relative humidity at 700 hPa and the actual situation at 20:00 on August 20, 2017
图 14. 2017 年 8 月 20 日 20 时 700 hPa 相对湿度与实况叠加图

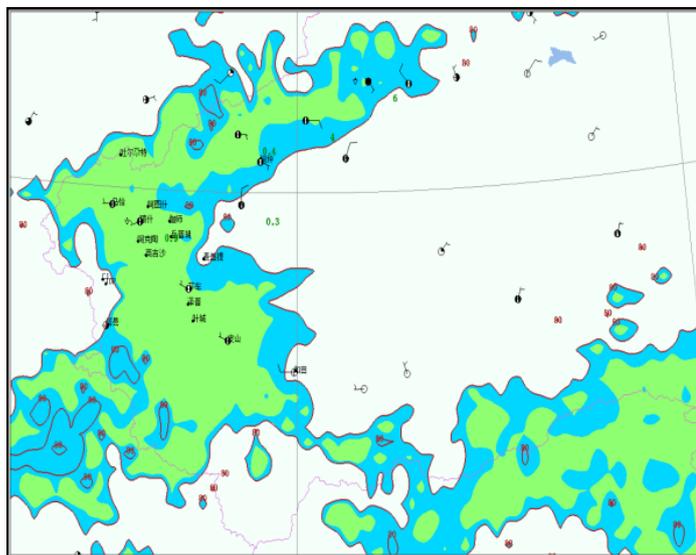


Figure 15. The superimposed chart of relative humidity at 700 hPa and the actual situation at 08:00 on August 23, 2017
图 15. 2017 年 8 月 23 日 08 时 700 hPa 相对湿度与实况叠加图

南疆西部, 高压中心强度减弱至 1017.5 hPa; 23 日高压主体略有南压, 中心强度不变, 冷空气仍然在往南疆西部东灌, 降水仍在继续。整个过程高压的路径是先向东南, 分裂后向东北移动, 底部东灌的冷空气与西方路径进入南疆西部受中天山阻挡的冷空气汇合倒流进入南疆盆地。

EC 海平面气压场 24~48 小时预报对冷高压中心的位置、移动速度及移动方向把握较好, 跟实况比较一致, 仅对高压强度预报跟实况相比略偏弱, EC72 小时预报的 25 日冷高压中心位置与实况相比略偏西(图略)。

5.2. 降水模式对比分析

针对本次过程的强降水带: 疏勒-伽师-岳普湖-巴楚-叶城棋盘, 从两家模式的累计降水量来看均做出了大到暴量以上的预报。不同之处在于, LSP 对于浅山区一带的 >20 mm 的大降水落区范围较大, 对喀什平原地区的大暴雨量级与实况偏差较大, 落区较广; 而 EC 的暴雨落区比较接近实况, 偏南地区的量级有些偏大, 对偏北、偏东量级偏小, 对于这次过程 LSP 可提前 48 h 预报出浅山区一带的大降水时间与落区, EC 在越临近的 24 h 预报中预报的大降水的时间及落区与实况基本一致(图略)。

6. 结论

1) 本次天气主要是主导系统乌拉尔山高压脊西撤, 中亚低值系统分裂南北两支, 南支低槽携带暖湿气流与分裂东移北上的北支系统对盆地内东灌冷空气汇合造成的降水天气过程。

2) 200 hPa 高空风速陡增的时间与出现降水的时间较为一致, 并且由于最大风速达到急流标准, 这也是本次降水过程能出现暴量的原因之一, 降水落区位于高空最大风速带入口区右侧辐散区内。并起到气流辐散及抽吸作用, 对中低层的气流辐合上升起促进作用。

3) 500 hPa 风场喀什附近有风向、风速的切变, 利于低涡沿切变线东移南下, 降水落区位于风向、风速切变处。

4) 850 hPa 风场“冷池”的建立, 使得暖湿气团被迫抬升, 有利于产生辐合型大降水。

5) 整个天气过程高压的路径是先向东南, 分裂后向东北移动, 当盆地内受冷气团控制时, 西南暖湿气流进入盆地后, 将不再下沉增温, 西方路径进入南疆西部受中天山阻挡的冷空气与盆地内东灌冷空气

汇合倒流进入南疆盆地, 是此次强降水天气持续时间长、降水范围大最重要的原因之一。

参考文献

- [1] 庄薇, 刘黎平, 王楠. 新疆地区一次对流性降水的三维中尺度风场研究[J]. 应用气象学报, 2004, 17(4): 444-451.
- [2] 孔期, 郑永光, 陈春艳. 乌鲁木齐 7.17 暴雨的天气尺度与中尺度特征[J]. 应用气象学报, 2011, 22(1): 12-22.
- [3] 江远安, 包斌, 王旭. 南疆西部大降水天气过程的统计分析[J]. 沙漠与绿洲气象(新疆气象), 2001, 24(5): 19-20.
- [4] 张云惠, 王勇, 支俊, 等. 南疆西部一次强降雨的多普勒雷达分析[J]. 沙漠与绿洲气象, 2009, 3(6): 17-20.
- [5] 刘皓国, 张云惠, 杨利鸿. 喀什地区暴雨特征及预报[J]. 沙漠与绿洲气象(新疆气象), 2005, 28(Z1): 12-13.
- [6] 张云惠, 杨莲梅, 肖开提, 等. 1971-2010 年中亚低涡活动的统计研究[J]. 应用气象学报, 2012, 23(3): 312-321.
- [7] 王磊, 李欣荣, 江远安, 付华. “96-7”南疆西部大降水分析[J]. 新疆气象, 1997, 20(1): 28-30.
- [8] 肖开提多莱特. 南疆低涡生成与发展的诊断[J]. 新疆气象, 1997, 20(1): 17-19.
- [9] 曾勇, 杨莲梅. 南疆西部一次暴雨强对流过程的中尺度特征分[J]. 干旱气象, 35(3): 475-484.