

2016 年新疆一次大降水天气过程分析

徐腊梅¹, 许婷婷², 万瑜², 苗运玲², 于碧馨², 闵月², 李校宇², 肉孜阿基², 马超²

(1. 新疆石河子气象局, 新疆石河子 832000; 2. 新疆气象局, 新疆乌鲁木齐 830000)

摘要 利用中国气象局 MICAPS 资料, 对 2016 年 7 月 31 日—8 月 2 日新疆一次大范围的大降水天气的形势场、高低空配置、风场、云图、雷达特征及预报检验进行了分析。结果表明, 造成这次大降水的主要形势场是南北两支低槽结合, 存在高空偏西急流、中层偏南急流和 850 hPa 配合有偏东风, 3 支气流的维持加强, 为大降水提供了充沛的水汽条件。降水区雷达回波维持时间长, 存在辐合区, 位置稳定; 短时强降水的时段, 有逆风区存在, 回波顶高达到 12 km。EC 细网格预报 72 h 内在降水落区、降水量级、暴雨落区的位置和范围方面较 WRF 准确率高, 但对伊犁北部降水量预报较实况量级偏小。

关键词 大降水; 环流形势; 风场; 雷达回波; 降水检验

中图分类号 S161.6 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2017)34-0189-07

Analysis of a Heavy Rainfall Process in Xinjiang in 2016

XU La-mei¹, XU Ting-ting², WAN Yu² et al (1. Shihezi Meteorological Bureau, Shihezi, Xinjiang 832000; 2. Xinjiang Meteorological Bureau, Urumqi, Xinjiang 830000)

Abstract Using the MICAPS data of China Meteorological Bureau, the situation field, high and low altitude configuration, wind field, cloud map, radar characteristics and forecast test of a wide range of heavy rainfall weather in Xinjiang from July 31 to August 2, 2016 were analyzed. The results showed that the main potential field of this heavy rainfall was the combination of the two low-troughs in the north and the south, and there were high-level westing jet stream, middle-level south jet stream and 850 hPa with partial easterly winds, which provide plenty of water vapor conditions for heavy rainfall. The radar echo in the precipitation area was long and there was a convergence zone, and the position was stable; During short periods of heavy rainfall, there was a strong wind zone, and the echo top was as high as 12 km. EC fine grid forecast 72 h internal precipitation area, precipitation level, the location and range of rainstorm area were higher accuracy rate than that of the WRF forecast, but that of the northern part of Yili was relatively smaller than actual level.

Key words Heavy rainfall; Circulation situation; Wind field; Radar echo; Precipitation test

2016 年 7 月 31 日—8 月 2 日新疆自西向东多地出现了大范围降水, 其中伊犁地区多站出现大暴雨, 降水量位居历史首位。许多学者对暴雨天气个例的分析进行了研究, 并取得了一定的成果^[1-5], 吴波等^[6]对一次暴雨过程数值预报性能检验进行了阐述。笔者借鉴以上学者的研究方法, 从形势场、高低空配置、风场、云图、雷达特征及预报检验等方面, 对 2016 年新疆的这次极端天气过程进行较为全面的分析, 以期获得预报经验, 提高新疆大降水预报能力, 为防灾减灾提供理论依据。

1 天气实况

1.1 过程累积降水量 受中亚低槽东移影响, 7 月 31 日 08:00—8 月 2 日 08:00 北疆各地、天山山区、喀什、克州、阿克苏和巴州部分出现降水, 其中北疆大部 and 克州、阿克苏局部共 530 站出现 12.1 mm 以上降水, 伊犁河谷和博州、塔城、阿克苏、克州等地的局部 295 站降水超过 24.0 mm, 113 站出现 48.0 mm 以上的大暴雨, 伊犁河谷有 2 站出现 96.0 mm 以上的特大暴雨, 最大降水中心为巩留库尔德宁站 107.9 mm, 国家站最大降水中心为尼勒克站 81.2 mm (图 1)。上述部分地区伴有 4~5 级西北风, 东疆风口风力 10 级, 巴州南部局地出现沙尘暴。

1.2 降水落区 7 月 31 日 08:00—8 月 1 日 08:00 南、北疆偏西地区出现降水, 暴雨落区在伊犁河谷、博州、塔城地区南部、天山山区、南疆西部山区、阿克苏北部山区。150 站出现

24.0 mm 以上暴雨, 35 站出现 48.0 mm 以上大暴雨, 暴雨中心巩留库尔德宁 73.2 mm、精河茫祖木墩 72.5 mm、拜城大宛其乡 8 大队 51.0 mm、阿合奇阿克白一提村 46.7 mm、乌苏古尔图镇玉东郭勒 44.2 mm。

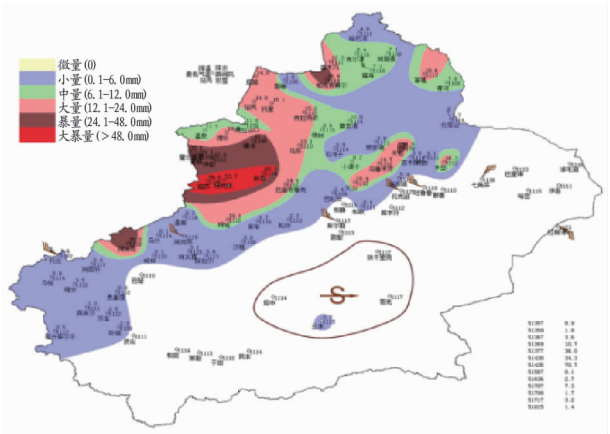


图 1 2016 年 7 月 31 日 08:00—8 月 2 日 08:00 新疆降水量实况
Fig.1 Precipitation real in Xinjiang from 08:00 on July 31st to 08:00 August 2 in 2016

8 月 1 日 08:00—8 月 2 日 08:00, 北疆大部、天山山区、巴州、阿克苏北部山区出现降水, 其中伊犁河谷东南部、塔城北部、阿勒泰东部、精河至木垒一线及其天山山区、阿克苏北部山区等地部分出现大到暴雨。87 站降水超过 24.0 mm, 7 站超过 48.0 mm, 暴雨中心巩留东买里乡克热森布拉克 71.9 mm、阜康三工河乡林场 52.1 mm、沙湾博尔通古乡 4 号 52.1 mm、库车大龙池 47.1 mm、达坂城区东沟乡 39.2 mm、塔城阿西尔乡铁列克提村 37.2 mm、乌鲁木齐降水量 14.7 mm。

作者简介 徐腊梅 (1974—), 女, 湖北新洲人, 副研级高级工程师, 从事天气预报及农业气象服务工作。

收稿日期 2017-10-18

1.3 强降水时段 伊犁河谷强降水时段主要集中在 7 月 31 日 20:00—8 月 1 日 16:00,3 站出现短时强降水,霍城芦草沟镇小东沟站 31 日 18:00—19:00 降水 28.0 mm,昭苏站 31 日 21:00—22:00 降水 20.5 mm,巩留站 1 日 11:00—12:00 降水

28.3 mm。昌吉州东部及天山山区强降水时段主要集中在 8 月 1 日 18:00—2 日 05:00,阜康站在 1 日 21:00—22:00 出现短时强降水(17.0 mm)。7 月 31 日 20:00—8 月 1 日 20:00 特克斯、昭苏、新源、尼勒克降水量均破历史日极值(表 1)。

表 1 2016 年 7 月 31 日 20:00—8 月 1 日 20:00 新疆各站降水量
Table 1 Precipitation of each station of Xinjiang from 20:00 on July 31st to 20:00 August 1st in 2016

站点 Station	降水量 Precipitation mm	历史极值 Historical extremum mm	出现日期 Appearance date	历史排名 Historical ranking
尼勒克 Nilka	74.6	68.4	2016-06-17	第一
新源 Xinyuan	65.0	60.7	1958-08-13	第一
昭苏 Zhaosu	52.8	50.0	1981-06-17	第一
特克斯 Tekes	51.7	51.3	2007-07-27	第一
巩留 Gongliu	68.1	94.8	2015-06-27	第三
霍城 Huocheng	25.3	46.0	2004-07-19	
伊宁市 Yining City	36.3	62.9	2004-07-19	
伊宁县 Yining County	39.1	50.6	2004-07-19	
霍尔果斯 Horgos	23.3	82.9	2010-06-22	
察布查尔 Qapqal	30.1	54.7	1999-08-14	
区域平均 Regional average	46.8			历史第一

2 环流形势分析

2.1 南亚高压 过程前期,南亚高压为带状型,在东扩加强过程中逐渐形成双体型,东部强于西部,长波槽位于 45°N 附近,其上多波动,由于位于青藏高原东部的高压维持稳定,使得长波槽移动缓慢,主要影响新疆偏西偏北,为伊犁河谷出现大降水提供了大的环流背景。

2.2 形势场 过程前期,欧亚范围内中高纬为两脊一槽型,环流经向度较大,东欧和贝加尔湖为高压脊,西西伯利亚为低值系统活动区,位于中低纬伊朗副高、西太平洋副高维持少动,促使西西伯利亚低值系统移动缓慢,并不断分裂短波影响北疆偏西偏北地区(图 2a)。7 月 31 日 08:00,西太平洋副高西伸北抬稳定控制新疆东部,由于上游不断有冷空气侵袭使东欧脊向东南衰退,脊前有冷空气向南输送并在低槽内堆积,同时伊朗副高东扩,促使西西伯利亚低涡北段东移北

收,南段分裂波动南下,全疆以分散性降水为主。31 日 20:00,西西伯利亚低涡分裂的短波与中亚短波槽有所结合,但位置较偏西,位于伊犁河谷以西的国境线附近,西太平洋副高前部有较强的南风气流,不断将孟加拉湾和南海的暖湿气流向西输送,与槽前干冷的西南气流在伊犁河谷上空汇集,形成风向风速的辐合,为后期出现大降水储存了能量。8 月 1 日 08:00,西太平洋副高北伸,促使环流经向度加大,主槽进入新疆偏西地区,槽前仍然维持较强的西南气流,偏西与西南气流在伊犁河谷东部汇合,同时配合 700、850 hPa 风场在河西走廊有明显的偏东急流,将暖湿气流向西输送。1 日 20:00,随着乌拉尔山脊进一步向东南衰退,由于下游脊西太平洋副高维持少动,促使中亚低值系统以东移北收为主,伊犁河谷受槽底的偏西气流控制,伊犁河谷的大降水也趋于结束(图 2b)。

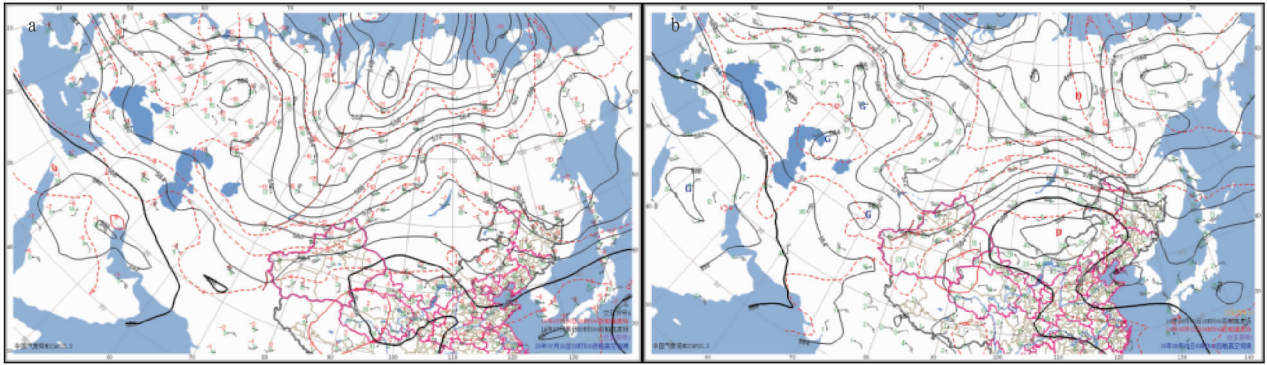


图 2 2016 年 7 月 30 日 20:00(a)和 2 日 08:00(b)500 hPa 高度场

Fig.2 500 hPa height field at 20:00 on July 30th (a) and 08:00 August 2nd(b)in 2016

2.3 高低空配置 31 日 20:00(图 3),200 hPa≥30 m/s 西南急流位于新疆偏西区域,高空辐散,有利于抽吸作用,为中低层的辐合上升运动提供了条件;500 hPa 伊犁河谷以西国

境线附近为短波槽,槽前有较强的偏南气流,同时配合从新疆翻山的偏南风在伊犁河谷上空汇合,2 支气流的汇合为大降水的出现提供了有利的动力条件。700 hPa 伊犁河谷由偏

西风转为偏北风,阿克苏为偏南风,形成风的辐合,同时在河西走廊有一支较明显的偏东急流,有利于水汽的输送,并且伊犁河谷在中低层存在明显饱和湿区,水汽条件好,配合地形,对降水的出现较为有利。850 hPa 伊犁河谷为偏西风,克拉玛依为偏东风,形成辐合,同时在河西走廊也有一支较明显的偏东急流,有利于水汽的接力输送。

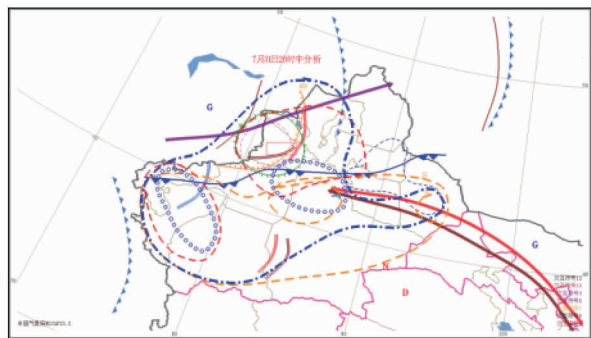


图3 2016年7月31日20:00中尺度分析

Fig.3 Mesoscale analysis at 20:00 on July 31st, 2016

3 风场分析

3.1 200 hPa 风场 从 EC 细网格 200 hPa 客观分析场来看,降水过程开始前(7月27日08:00),新疆上空及上游地区均为偏西风,风速多在 20 m/s 以上,40 m/s 的急流区位于巴尔喀什湖以北的 50°N 附近。28 日 08:00 开始,乌拉尔山以东地区开始出现气旋性辐合中心,巴尔喀什湖以西的风开始变为西南风。30 日 08:00,中亚到新疆上空的西风均已转为西南风,风速均在 20 m/s 以上,急流区位于 40°~46°N、70°~80°E,最大风速达 52 m/s,这里正是降水中心伊犁河谷的上游地区。随着乌拉尔山以东的低涡系统减弱东移,西南急流的范围继续扩大并开始进入新疆,偏西地区强降水开始。31 日 08:00,北疆大部都出现了西南急流,同时在伊犁河谷上空存在风速的辐散,高层的抽吸作用有利于中低层的辐合上升。

对比客观分析场和预报场发现,EC 细网格 200 hPa 风场对这次天气过程在风速带移动速度、风速大小、风向变化、影响时间、强风速带区域等方面预报的较好。

3.2 中层风场 从 EC 细网格 500 hPa 客观分析场来看,与 200 hPa 的情况类似,过程前(7月27日08:00),新疆上空及上游地区普遍为偏西风,急流区位于巴尔喀什湖以南的伊犁河谷上游,最大风速达 24 m/s。27 日夜间开始,在乌拉尔山以东出现了气旋性辐合中心,随后开始加强并南压,29 日 20:00,中亚到新疆上空普遍转为西南风,急流区位于 40°~46°N、70°~80°E,最大风速依然为 24 m/s。30 日 08:00 开始,南疆中西部的西南风开始转为偏南风,31 日 08:00 开始,上游的西南风和南疆盆地翻山过来的偏南风在伊犁河谷汇合,强降雨开始。2 支气流的汇合,为伊犁河谷强降水的出现提供了不可或缺的条件。

从 600 hPa 的情况来看,虽然风速明显比 500 hPa 弱,但在大降水天气进入新疆后,31 日 08:00 伊犁河谷出现了明显的风场辐合及切变,为短时强降水的出现提供了动力条件。

对比客观分析场和预报场发现,EC 细网格 500 hPa 风场对这次天气过程在风速带移动速度、风速大小、风向变化、辐合、切变、影响时间等预报的较好,而 600 hPa 在风向、风速、大风速区域、切变等预报较差,且时效越长预报偏差越大。

3.3 低层风场 7月28日08:00,随着高空气旋性风场在乌拉尔山东部出现,700 hPa 也出现了气旋性风场,风场的底部在巴尔喀什湖南部、伊犁河谷上游形成一支偏西急流,最大风速达 20 m/s,随后几天急流略减弱,最大风速减弱至 18 m/s,急流区不断北抬,从伊犁河谷西部国境线上空北抬至阿勒泰上游;31 日 08:00,北疆上空的风速都很小,同时随着南疆盆地上空出现较强东风,伊犁河谷东部上空出现东西风辐合,风速 4 m/s;31 日 20:00,东西风辐合发展为气旋性风场,最大风速加强为 8 m/s。另外,克州北部出现翻山风,偏西急流与南疆盆地上空的偏东急流在阿合奇附近辐合,导致阿合奇也出现强降水(图 4a)。

850 hPa 的风场变化与 700 hPa 基本一致,只是翻山风出现在阿合奇北部,西北风风速更大,达 26 m/s,盆地上空的偏东风也达 26 m/s(图 4b)。伊犁河谷强降水开始于 31 日白天,除了高空和中空风场配置对强降水不可或缺,低层 700 和 850 hPa 气旋性辐合风场对强降水在落区和量级上也有很大贡献。

对比客观分析场和预报场发现,EC 细网格低层风场对这次天气过程在风速带移动速度、大风速区、辐合、切变、影响时间等预报的较好,而在风向、风速等方面偏差较大,风速预报 700 hPa 偏强、850 hPa 偏弱,且时效越长预报偏差越大(图 4)。

4 云图

从大范围强降水主要时段(7月31日18:00—8月1日14:00)红外云图分析可见,产生强降水的云顶亮温较低。此次强降水过程是巴尔喀什湖长波槽槽底分裂的向东南方向移动的短波槽云系与向东北方向移动的西南气流中斜压叶状云系结合,最后发展为成熟的逗点云系的过程。

西南气流中的斜压叶状云系在东北上过程中受中、低层风场和水汽场的辐合及地形强迫作用,在伊犁河谷地区不断有中尺度云团生成发展,持续影响时间长,有利于降水强度增大。

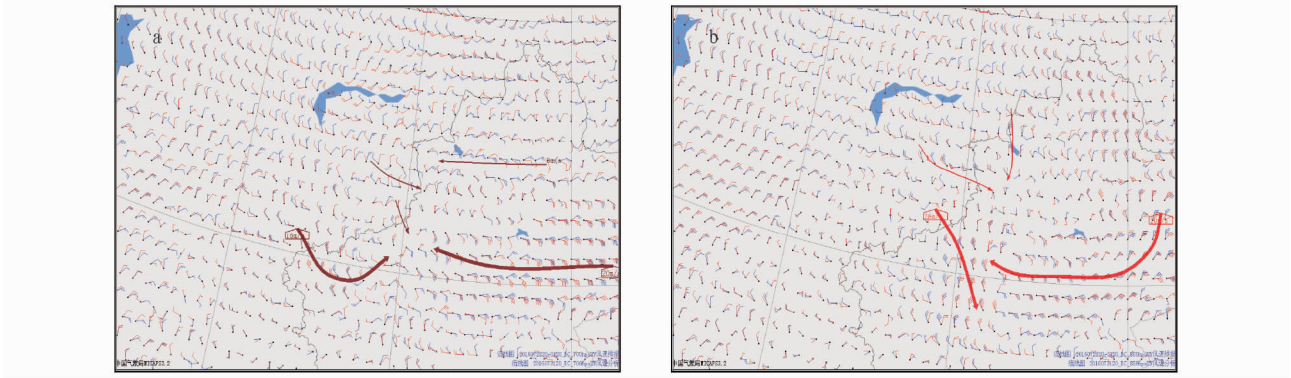
5 雷达回波

5.1 回波强度 从伊犁雷达回波图可看出,7月31日12:00开始,雷达西南方向有弱回波出现,之后不断向东北方向移动增强(图 5a),至 8 月 1 日 16:00 伊犁大部长时间受降水云系覆盖,最大回波强度为 45 dBz;18:00—19:00,35 dBz 的窄带回波经过霍城,21:00—22:00 昭苏上空维持 15~20 dBz 的回波。8 月 1 日 11:00—12:00,巩留站上空由西南向东北不断有 35~40 dBz 的回波经过。伊宁站最大雨强 7 mm/h,出现在 8 月 1 日 00:00—01:00,此时的雷达回波在 25~30 dBz,成窄带回波状。

精河雷达回波图上,位于雷达西南至东南方向的伊宁、尼勒克、巩留、新源回波弱,在强降水时段甚至没有回波存

在。精河 7 月 31 日 17:00—8 月 1 日 16:00 一直存在 20 dBz 以上的回波(图 5b),且最强回波达到 40 dBz。35~40 dBz 回

波持续 1 h,雨强达 3~5 mm。

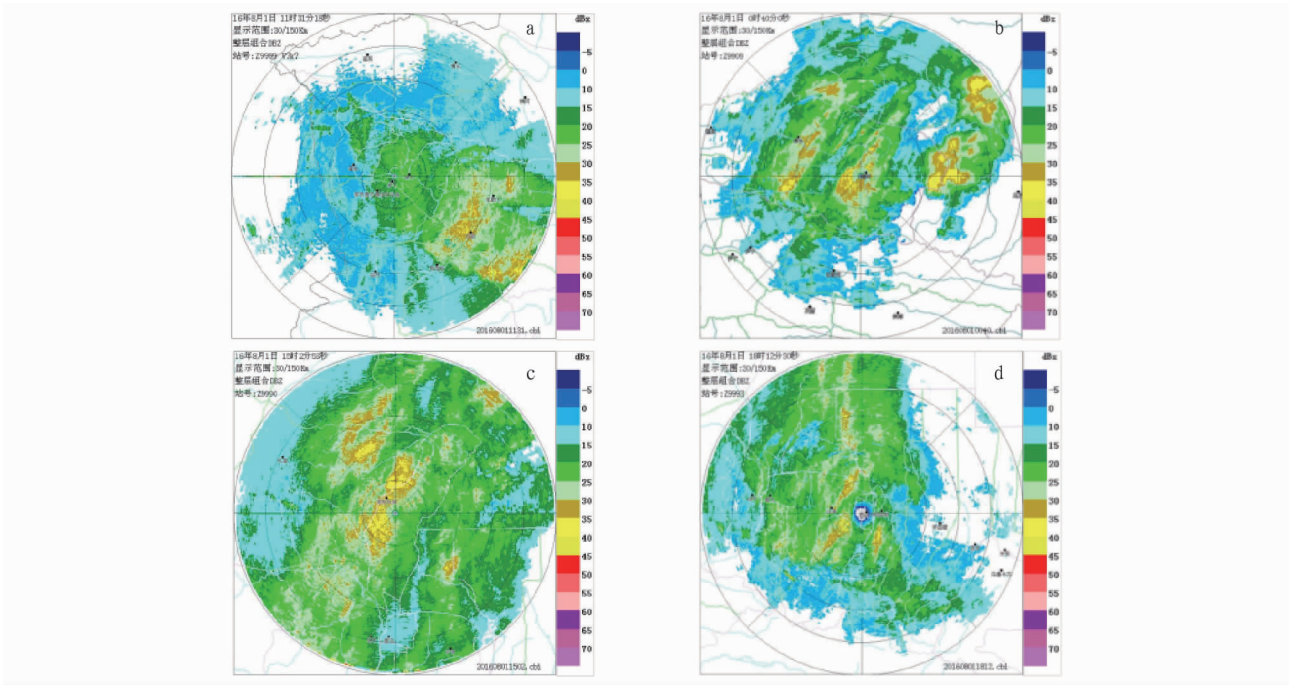


注:预报初始场为 2016 年 7 月 28 日 20:00

Note: The forecast field is 20:00 on July 28, 2016

图 4 2016 年 7 月 31 日 20:00 700 hPa(a)和 850 hPa(b)风场客观分析场(蓝色)与 EC 细网格风场预报(红色)对比

Fig.4 700 hPa (a) and 850 hPa (b) wind field objective analysis field (blue) and EC fine grid wind field forecast (red) contrast at 20:00 on July 31st,2016



注:a.11:31 伊宁;b.00:40 精河;c.15:08 克拉玛依;d.18:12 石河子

Note:a.11:31 in Yining; b.00:40 in Jinghe; c.15:08 in Karamay;d.18:12 in Shihezi

图 5 2016 年 8 月 1 日雷达回波反射率

Fig.5 Radar echo reflectivity on August 1st, 2016

从克拉玛依雷达回波图可看出,7 月 31 日 21:00 开始,由西南方向至东北方向的回波进入克拉玛依地区,大部回波强度持续维持在 30~40 dBz(图 5c),到 8 月 1 日 20:00,虽然有较强的回波存在,但雨强大多在 1 mm/h 左右。

石河子雷达分析发现,30 日傍晚至 31 日白天石河子地区有分散性的云系存在,移动方向由西南向东北方向发展。8 月 1 日 02:00 开始石河子西南 45°方位角方向不断有 10~35 dBz 的回波带向北移动(图 5d),维持到 2 日 02:00 移出。雨强为 3 mm/h 左右的降雨,其回波强度在 35~40 dBz。

5.2 气柱含水量 伊犁雷达总气柱含水量图上,7 月 31 日

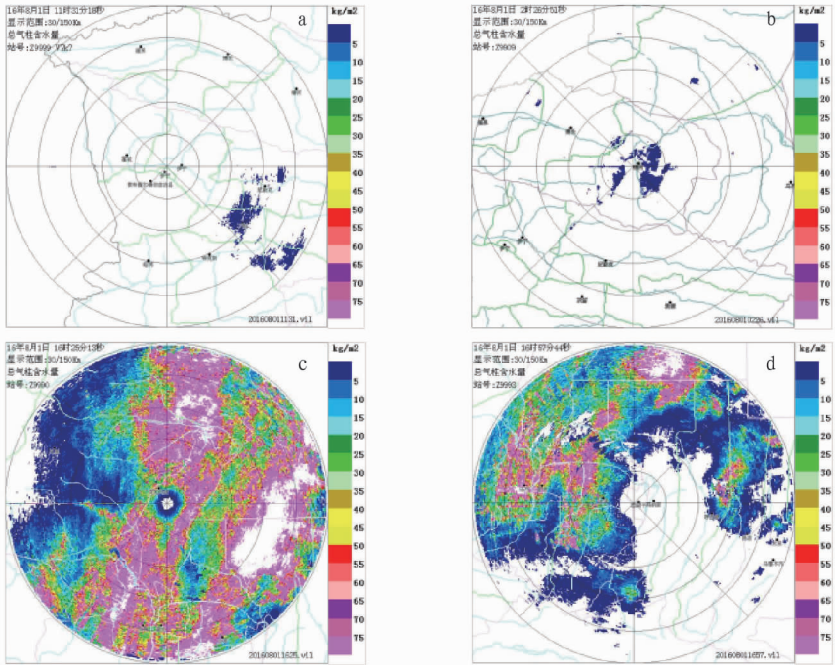
12:00—8 月 1 日 16:00 伊犁地区特克斯到尼勒克一线、伊宁和霍城附近不断有 5 kg/m² 水汽通过(图 6a)。8 月 1 日 10:00—12:00 巩留站气柱含水量有汇聚且快速减小的过程。7 月 31 日 17:00—8 月 1 日 16:00 精河雷达气柱含水量图上,持续有 5 kg/m² 水汽自西南至东北方向经过精河(图 6b),且面积大、维持时间长,最大小时雨强达 3~5 mm。克拉玛依雷达总气柱含水量图上,31 日 21:00 开始,含水量达 75 kg/m²,水汽由西南至东北方向进入克拉玛依地区,8 月 1 日 14:00 带状水汽逐渐东移,17:00 之前经过克拉玛依市时(图 6c),造成本地 1~2 mm/h 的雨强;20:00 之后移至克拉

玛依以东地区。石河子雷达水汽条件分析发现,30 日傍晚至 31 日白天以块状的气柱含水量大值区在西南到东北方向发展,气柱含水量为 $5 \sim 30 \text{ kg/m}^2$;1 日白天至 2 日凌晨气柱含水量值增大,自西向东出现大片的气柱含水量达 75 kg/m^2 回波(图 6d);1 日 13:00—18:00 在 142 团地区维持时次较强,此时的雨强较大,为 $2 \sim 4 \text{ mm/h}$ 。

5.3 径向速度分析 此次大降水过程,在伊宁和精河雷达径向速度图上均存在一定的辐合区,且位置较为稳定,维持

时间较长。出现短时强降水的时段,伊宁 8 月 1 日 12:15 和精河 00:57 有逆风区存在(图 7)。

5.4 剖面图 从伊宁和精河雷达回波剖面图可以看到,7 月 31 日 20:00—8 月 1 日 20:00 出现大降水时段,其回波顶高普遍在 10 km 以下,维持时间长。在出现短时强降水时段,伊宁 7 月 31 日 23:00—24:00 和精河 21:00—22:00 回波顶高超过 12 km , 20 dBz 的回波顶高达 10 km (图 8)。



注:a. 11:31 伊宁;b. 02:26 精河;c. 16:25 克拉玛依;d. 16:57 石河子
Note: a. 11:31 in Yining; b. 02:26 in Jinghe; c. 16:25 in Karamay; d. 16:57 in Shihezi

图 6 2016 年 8 月 1 日雷达回波气柱含水量
Fig. 6 Radar echo air column water content on August 1st, 2016

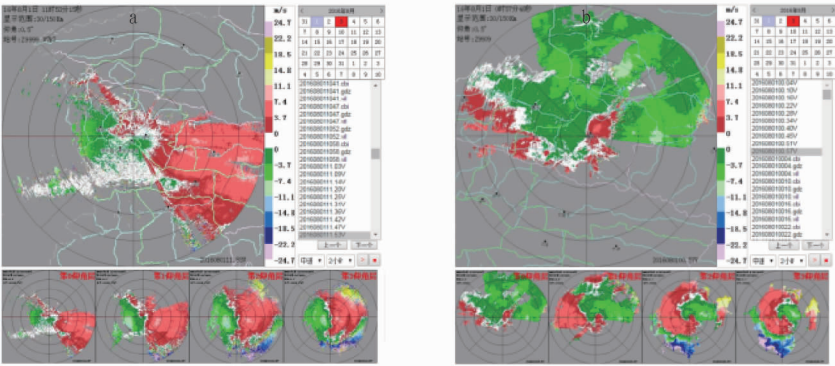


图 7 2016 年 8 月 1 日 12:15 伊宁(a)和 1 日 00:57 精河(b)雷达回波径向速度
Fig. 7 Radar echo radial velocity in Yinning at 12:15(a) and at 00:57 in Jinghe(b) on August 1st, 2016

6 降水检验

6.1 EC 细网格 24 h 检验 从图 9 可看出,72 h 的预报降水范围较实况偏小,整体落区位置明显偏向东北方向,伊犁西部、博州南部、阿克苏北部的大雨、暴雨中心未报出,降水量预报也偏小;大暴雨落区的位置预报在伊犁南部山区较为偏南。48 h 降水预报范围略偏小,位置略偏东北;伊犁西部山

区、北部降水量预报略偏小,中心值 70 mm ,比实况略偏小,塔城南部、博州东部降水量整体预报偏大;大暴雨落区的位置预报在伊犁南部山区较为偏南。24 h 降水范围与实况较为接近;降水量级预报较好,塔城南部降水量预报略偏小,伊犁北部整体降水量预报较实况偏小 20 mm 左右,伊犁南部降水量预报为 70 mm 左右,较实况偏大 20 mm 。

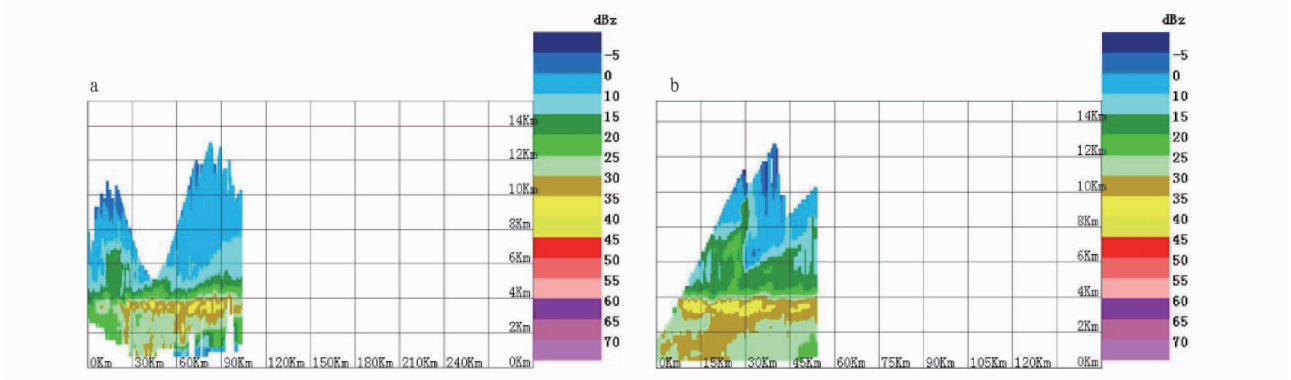
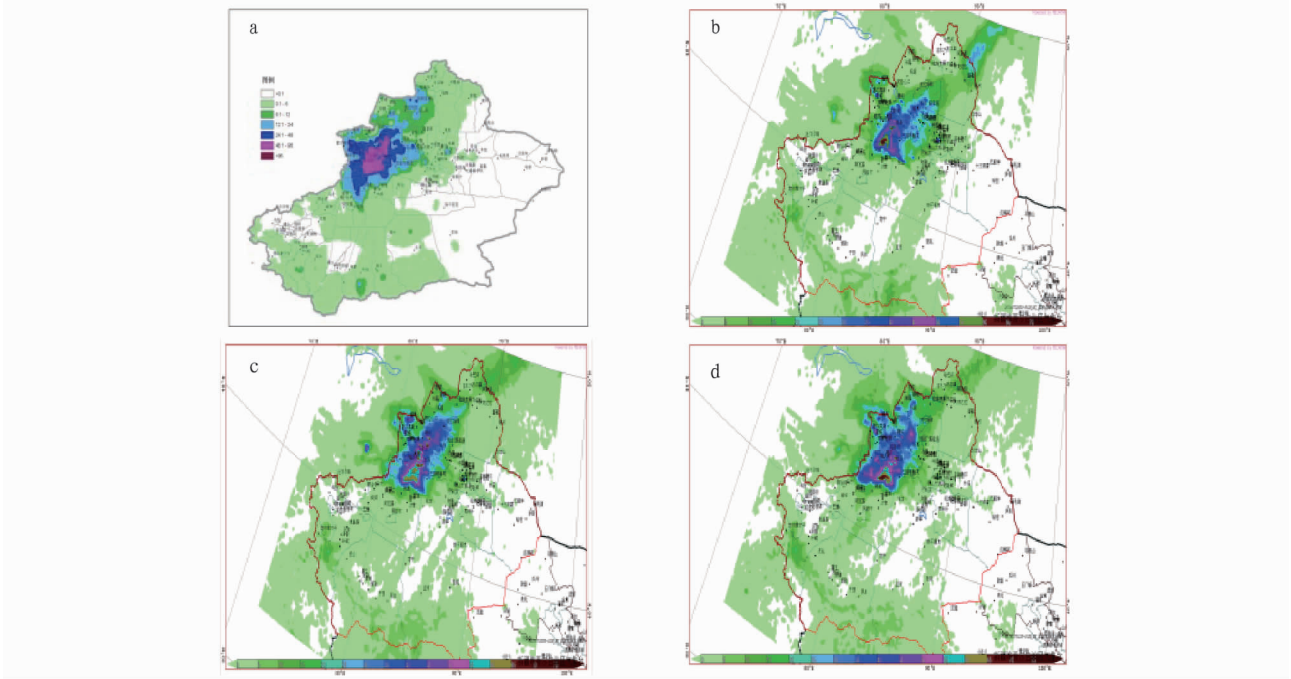


图 8 2016 年 7 月 31 日 23:37 伊宁(a)和 31 日 21:12 精河(b)雷达回波剖面

Fig.8 Radar echo profile in Yinning at 23:37(a) and in Jinghe at 21:12 (b) on July 31st 1,2016



注:a.实况;b. 7 月 29 日 20:00 初始场 72 h 预报;c. 7 月 30 日 20:00 初始场 48 h 预报;d. 7 月 31 日 20:00 初始场 24 h 预报

Note:a. live;b. initial field 72 h forecast at 20:00 on July 29th;c. initial field 48 h forecast at 20:00 on July 29th;d. initial field 24 h forecast at 20:00 on July 31st

图 9 2016 年 7 月 31 日 20:00—8 月 1 日 20:00 24 h 降水量实况与 EC 细网格预报对比

Fig.9 Comparison of 24 h precipitation actuality and EC gray mesh prediction from 20:00 July 31st to 20:00 August 1st,2016

6.2 EC 细网格 12 h 检验 从 29 日 20:00 预报场看出,72 h 预报场降水范围明显较实况略偏小;降水量级预报较好,与实况接近,塔城北部降水量预报偏小 10 mm 左右,而塔城南部降水量预报偏大 10 mm;暴雨落区的位置和范围预报很好。60 h 降水范围预报还好,但阿勒泰降水落区位置偏东,北部地区空报,东部地区错报;降水量级预报较差,大降水预报范围明显较实况小很多,伊犁、塔城南部降水量级偏小 1 个量级;伊犁、塔城南部暴雨没有报出。48 h 预报场降水落区和范围与实况相当接近;降水量级也相差无几,除伊犁东北部降水量预报较实况略偏小外,降水量预报较好;暴雨落区预报相对较好,但在尼勒克附近降水量预报略偏小。36 h 降水范围预报明显偏大,阿勒泰降水位置偏东且范围偏大,呼图壁以东北疆沿天山错报;降水量级预报较好,位置与实

况接近,但范围较实况略偏小;暴雨落区范围较实况略偏小。24 h 预报场降水落区和范围与实况相当接近;除塔城北部降水量级预报偏小 1 个量级外,其他地区降水量级预报也较好,尼勒克附近降水量级预报偏小;暴雨在尼勒克附近没有报出外,其他地区很好。12 h 预报场降水范围偏大,主要是阿勒泰东部和东沿天山错报;降水量级和降水量与暴雨的落区的位置和范围预报较好。

6.3 WRF 24 h 检验 从 29 日 20:00 预报场看出,72 h 大降水预报范围较实况明显偏小;降水量级预报较好,但降水量预报较差,塔城北部降水预报偏大,伊犁西部、博州东部、阿克苏北部降水量预报明显偏小,基本偏小 1 个量级;暴雨与大暴雨预报位置偏东,范围偏小。48 h 大降水预报范围与实况较为接近;降水量级预报较好,伊犁西北部降水量预报

偏小 1 个量级;大暴雨预报范围偏大,主要集中在伊犁西南部山区。24 h 大降水预报范围较实况略偏小,主要在伊犁西北部山区和塔城南部;降水量级预报较好,伊犁西北部降水量级偏小;大暴雨预报范围略偏小,主要集中在伊犁北部地区。

6.4 WRF 12 h 检验 从 29 日 20:00 预报场看出,72 h 降水落区预报差,范围明显偏小,在北疆偏西、偏北地区都有明显漏报;降水量预报也差,伊犁、博州、塔城北部降水量级预报偏小 1 个量级,阿勒泰东部预报量级偏大 1 个量级;暴雨预报也差,整体范围偏小,位置偏东。60 h 降水范围预报较差,阿勒泰东部错报,阿克苏降水预报范围偏小;降水量级较好,但塔城北部降水量级偏大 1 个量级;暴雨落区范围偏小很多,大暴雨位置略偏东北。48 h 降水落区较差,阿勒泰和阿克苏降水预报范围略偏小;降水量预报一般,塔城北部中雨预报范围偏小;暴雨落区预报较差,暴雨范围明显偏大,大暴雨位置偏南。36 h 降水范围明显偏小,塔城、阿勒泰地区错报较多;降水量级预报一般,塔城北部降水量预报偏大 1 个量级,伊犁整体预报偏小 1~2 个量级;暴雨落区范围较实况明显偏小,而大暴雨落区范围偏大。24 h 降水落区预报较好;降水量预报较好,塔城北部降水量偏小 1 个量级,大降水位置较实况略微偏东;暴雨落区预报范围偏小且位置偏南。12 h 降水落区除阿勒泰漏报外,其余地区与实况接近;降水量预报较好,仅在伊犁西北部降水量预报偏小 1 个量级;暴雨落区较实况略偏小,但位置较准确,大暴雨落区范围小且位置偏南。

7 小结

(1)此次大降水过程高层有偏西急流,700 hPa 有偏南急流存在,850 hPa 配合有偏东风,3 支气流的维持加强,为大降水提供了充沛的水汽条件。

(2)此次强降水天气过程回波维持时间长,回波强度小。雷达回波伊宁和精河反射率因子强度普遍在 15~35 dBz,出

现短时强降水 28.3 mm/h 的巩留站回波强度在 35~40 dBz,28.0 mm/h 的霍城回波强度 35 dBz,20.5 mm/h 的昭苏回波强度 15~20 dBz。精河出现 3~5 mm/h 短时强降水时段的回波强度在 35~40 dBz。克拉玛依、石河子雷达有 30~40 dBz 的回波,但最大雨强只有 1~3 mm/h。精河雷达上出现短时强降水的巩留、尼勒克站的回波强度弱或没有回波,不能反映降水特征。伊宁和精河雷达水柱含水量值在 5 kg/m²,且成分散的块状分布,出现强降水时段的测站有水汽通过,但整体对于大范围的降水指示意义弱。克拉玛依、石河子雷达,气柱含水量大,大部在 75 kg/m²,有强降水出现时有大的水汽存在,但实际雨强小。雷达径向速度图上存在一定的辐合区,位置较为稳定,维持时间较长。出现短时强降水的时段有较为明显的逆风区存在。回波剖面图上,降雨回波顶高普遍低于 10 km,短时强降水时段回波顶高达到 12 km。

(3)整体来看,72 h 内降水落区、降水量级、暴雨落区的位置和范围,EC 细网格较 WRF 相对准确率高。对此次天气过程,EC 预报失误主要是对伊犁北部地区(巩留、尼勒克)的暴雨及大暴雨预报量级偏小。而 WRF 预报失误主要集中在对降水落区的把握,逐 24 h 相对较好,12 h 错报、漏报较多(集中在阿勒泰地区、阿克苏北部);降水量预报也较实况偏小,尤其对暴雨及大暴雨的落区和位置有些许偏差,有待订正。

参考文献

- [1] 梁健,庄园煌,陆晓平,等.2014 年 8 月 24 日前郭暴雨个例分析[J].气象灾害防御,2016,23(4):6-9.
- [2] 胡勇林,林宝亭,陆秋霖,等.桂东南“6.23”特大暴雨天气过程分析[J].安徽农业科学,2013,41(3):1220-1222,1228.
- [3] 赵新宇,丑士连.2012 年 7 月 11 日通化暴雨个例分析[J].吉林气象,2014(1):24-26.
- [4] 严华.科尔沁左翼后旗 2010 年 7 月 20 日暴雨天气过程个例分析[J].内蒙古农业科技,2011(1):68-69.
- [5] 万红燕.武宁大暴雨过程分析:2016 年 7 月 2-3 日为例[J].气象科学,2016,36(22):202,221.
- [6] 吴波,赵贤产.一次短时暴雨的数值预报性能检验[J].北京农业,2015(9):161-162.

(上接第 184 页)

桂因香味较淡而被颜色相近的银桂取代。色彩浓丽的丹桂也因和园林整体基调不相契合而在园林极少使用。

4 结语

桂花自古以来作为一种高雅的观赏植物而广泛种植于江南园林中,人们在屋旁和庭院中种植桂花不仅可以得到优美的居住环境,还可以寄托高雅的情趣及对美好生活的向往。桂花是文人们托物寓意、借物抒情、以物比德的符号象征,也是传统江南园林不可或缺的元素。

参考文献

- [1] 臧德奎,马燕,向其柏.桂花的文化意蕴及其在苏州古典园林中的应用[J].中国园林,2011,27(10):66-69.

- [2] 关传友.中国园林桂花造景历史及其文化意义[J].北京林业大学学报(社会科学版),2005,4(1):25-29.
- [3] 孙卫国.南市区志[M].上海:上海社会科学院出版社,1997.
- [4] 上海市文物保管委员会.豫园[M].上海:上海市文物保管委员会,1962.
- [5] 朱敏彦,王孝泓.上海名园志[M].上海:上海画报出版社,2007.
- [6] 张承先.南翔镇志[M].上海:上海古籍出版社,2003.
- [7] 汪菊渊.中国古代园林史[M].北京:中国建筑工业出版社,2012.
- [8] 杨鸿勋.中国古典造园艺术研究:江南园林论[M].北京:中国建筑工业出版社,2011.
- [9] 周维权.中国古典园林史[M].3 版.北京:清华大学出版社,2008.
- [10] 林雁.浅论梅花与屋宇楼阁的配置[J].西北林学院学报,2002,17(2):86-89.
- [11] 田根胜.意趣幽玄 境与趣合:王维《鸟鸣涧》释微[J].山西师大学报(社会科学版),2001,28(2):70-73.
- [12] 缪士毅.天香月染桂花秋[J].养生月刊,2012,33(9):844-845.