

刘洪兰, 张 强, 刘德菊, 等. 河西走廊中部一次暴雨过程的天气学诊断[J]. 干旱气象, 2014, 32(2): 263–269, [LIU Honglan, ZHANG Qiang, LIU Deju, et al. Diagnostic Analysis of a Heavy Rain Process in the Central of Hexi Corridor[J]. Journal of Arid Meteorology, 2014, 32(2): 263–269], doi:10.11755/j. issn. 1006–7639(2014)–02–0263

河西走廊中部一次暴雨过程的天气学诊断

刘洪兰¹, 张 强², 刘德菊¹, 王海波¹

(1. 甘肃省张掖市气象局, 甘肃 张掖 734000; 2. 中国气象局兰州干旱气象研究所, 甘肃省干旱气候变化与减灾重点实验室, 中国气象局干旱气候变化与减灾重点开放实验室, 甘肃 兰州 730020)

摘要: 2012年7月29日13时至30日03时河西走廊中部遭遇暴雨袭击, 利用常规高空和地面资料、区域加密雨量站资料、FY-2静止卫星云图以及6 h一次 $1^\circ \times 1^\circ$ 的NCEP再分析资料, 对此次暴雨发生前后的天气环流背景及影响系统、物理量特征和卫星云图以及中尺度系统的发展进行了天气学综合诊断分析。结果表明: 此次暴雨发生在非常有利的大尺度天气背景下, 高、低层均为“东高西低”的流场配置, 影响的环流系统是巴尔喀什湖冷槽, 暴雨发生时高层辐散、低层辐合, 形成了强烈的抽吸作用; 对流层内出现强烈的上升运动, 中低层流场的配置有利于水汽的输送和汇聚; 500 hPa垂直螺旋度的分布与天气系统和强降水有很好的对应关系, 700 hPa柴达木暖性低涡及地面中尺度系统为不稳定能量的储存和暴雨提供了动力条件, 从兰州至河西的强暖湿平流的发展为暴雨提供了热力条件; 暴雨发生期间有多个中尺度对流云团在该区域上空活动, 表明暴雨过程中存在明显的中小尺度系统。

关键词: 暴雨; 影响系统; 物理量; 中尺度

文章编号: 1006–7639(2014)–02–0263–07 doi:10.11755/j. issn. 1006–7639(2014)–02–0263

中图分类号: P458.1¹ 21.1

文献标识码: A

引 言

暴雨是一种具有灾害性的天气现象, 由于暴雨的降水量级及强度大, 易引发洪涝、积渍、滑坡、泥石流、塌方等自然灾害, 一直是国内外研究的重点。众多的相关研究^[1–8]都对不同区域的暴雨产生进行了深入且卓有成效的探讨, 从形成机理到监测预测等理论和方法, 均得到了许多有价值的成果, 形成了比较成熟的理论。陶诗言^[9]系统总结了中国暴雨发生、发展的天气尺度和中尺度特征; 丁一汇^[10]对暴雨和中尺度气象学进展进行了系统评述; 侯瑞钦等^[11]对“98.7”特大暴雨过程相关的700 hPa切变线低涡进行了螺旋度诊断分析; 方宗义等^[12]对我国暴雨云团的卫星监测和研究进行较全面的总结; 牛淑贞等^[13]使用雷达探测资料和加密雨量站资料等, 分析了0505号台风“海棠”造成的河南省大范围暴雨、局部特大暴雨过程中强降水回波区与中尺度雨

团的关系, 指出持续不断的强降水回波(≥ 45 dBZ)构成的“列车效应”, 可造成暴雨甚至大暴雨。

河西走廊中部地处中纬度内陆, 位于欧亚大陆腹地, 介于 $97^\circ 25'E \sim 102^\circ 16'E$, $37^\circ 28'N \sim 40^\circ 00'N$ 之间, 南靠青藏高原, 北临巴丹吉林沙漠, 西、西北与酒泉和嘉峪关相连, 东、东南与武威和金昌接壤, 面积4.24万 km^2 。该区地形复杂, 有山地、平原、沙漠和戈壁, 南枕祁连山, 北依合黎山、龙首山, 南北2山夹峙, 中间形成东南—西北走向的倾斜狭长地带, 东西长465 km, 南北宽148 km。远离海洋, 气候干燥、降水量少, 属于典型的大陆性干旱气候, 暴雨频次从数量上来说, 虽不及我国东、南部, 但暴雨落点分散、时间短、强度大、局地性强, 危害程度十分严重^[14]。此外, 该区的暴雨往往具有双重性, 既是山洪、滑坡、泥石流、塌方等自然灾害的主要诱发因素, 又是重要的水资源补充来源。尽管目前有关暴雨的研究已取得了很多有价值的成果, 但随着全球气候

收稿日期: 2013–08–21; 改回日期: 2013–11–02

基金项目: 国家重点基础研究发展973计划(2013CB430200(2013CB430206))和甘肃省气象局第六批“十人计划”共同资助

作者简介: 刘洪兰(1968–), 女, 山东招远人, 高级工程师, 主要从事天气、气候变化和预测的业务及科研工作. E-mail: gszylhl@126.com 或 liuhl68@163.com

变暖,干旱区极端事件频率的增加,暴雨这一极端天气事件给干旱区当地工农业生产、人民生命财产带来严重损失,对暴雨发生机制的探讨以及预报技术的总结与改进,对于防灾减灾、趋利避害都有着非常重要的社会价值和现实意义。本文对 2012 年 7 月 29~30 日发生在甘肃省河西走廊中部的一次局地暴雨过程进行了动力和热力诊断分析,以期提高对西北干旱区暴雨过程的天气系统结构特征及形成物理机制的认识,旨在为类似暴雨天气预报提供参考依据。

1 资料和天气实况

1.1 资 料

采用 2012 年 7 月 28~29 日的 MICAPS 高空、地面资料,地面区域加密站资料,卫星云图以及欧洲中心初始场资料,分析大尺度环流背景、高低空流场配置、水汽输送及收支、中尺度特征;利用美国 NCEP/NCAR 提供的 6 h 一次的 $1^\circ \times 1^\circ$ 再分析资料计算垂直螺旋度,分析大气在垂直空间上的旋转上升和运动特征;FY-2 静止卫星云图资料用于分析中尺度云团的演变过程。

1.2 天气实况

2012 年 7 月 29 日 13 时至 30 日 03 时河西走廊中部甘州区、山丹、民乐、肃南等地遭遇暴雨袭击,最大雨强中心出现在甘州区的东大山和山丹的位奇,降水量分别达 36.3、32.9 mm(由于国标的降水量级不适合河西走廊干旱区,因此本文采用甘肃省气象

局制定的河西暴雨标准:24 h 降水量 ≥ 30 mm,下同),有 5 个区域站降水量超过了 30 mm,另有 18 个区域站降水量超过 20 mm,其他地域均达到小到中雨。最强降水时段出现在 29 日 16~20 时,甘州区东大山林场和山丹县位奇镇 1 h 雨量分别为 11.3、12.1 mm。

2 结果与分析

2.1 环流背景和影响系统

2.1.1 环流背景及演变

2012 年 7 月 28 日 20 时,500 hPa 高空低槽位于巴尔喀什湖地区,青藏高原及以北地区为副热带高压 584 线所围,588 线位于兰州附近,河西为一弱脊,新疆有弱波存在,高原上南风发展。对应温度场上,巴尔喀什湖和贝加尔湖为冷舌,河西及新疆为暖脊控制;700 hPa 高空巴尔喀什湖和贝加尔湖地区分别为低槽活动区,新疆中东部存在风场切变,高原上有气旋式风场生成,武威以西地区受东风控制,乌鲁木齐与河西走廊中部有 4 ℃ 的温差(图略)。29 日 08 时 500 hPa 高空,西北—东南向的高压脊东移南压至河套上空,位于巴尔喀什湖的冷舌向东移动,冷空气翻越阿尔金山进入柴达木盆地西部,促使柴达木低涡发展东移,高原东侧东南风急流建立并北抬至河西中部(图 1a);700 hPa 高空,哈密、敦煌与马鬃山、酒泉之间存在较强的风场切变,柴达木气旋式风场加强,敦煌与河西走廊中部的温差为 5 ℃,说明冷平流较强(图 1b)。

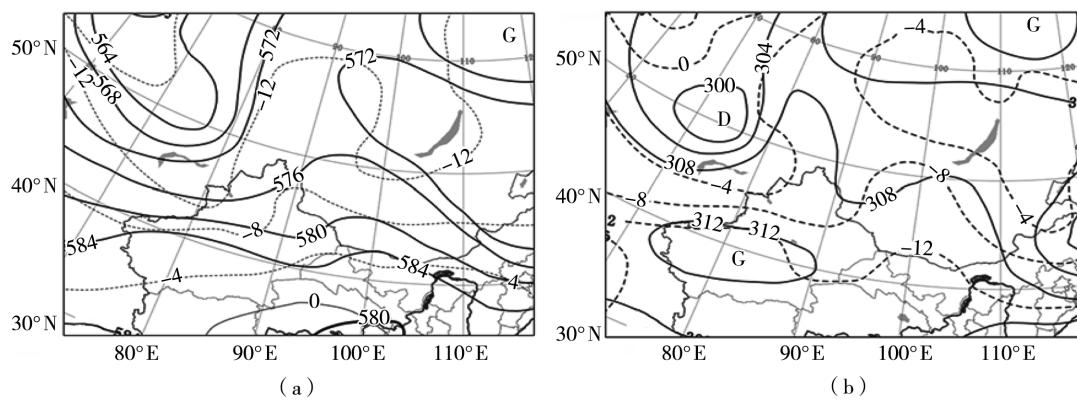


图 1 2012 年 7 月 29 日 08 时 500 hPa(a)、700 hPa(b)位势高度场(单位:dagpm)
(实线为等高线,虚线为等温线)

Fig. 1 The 500 hPa(a) and 700 hPa(b) height fields at 08:00 on 29 July 2012 (Unit: dagpm)

2.1.2 影响系统

北支锋区中强冷空气沿巴尔喀什湖高压脊前偏北气流南下进入新疆形成冷槽,且该冷空气东移缓

慢,是这次暴雨天气的触发条件;柴达木低涡生成且持续时间较长,加上高空强西南气流的配置,为暴雨的形成提供了充足的水汽条件;高、低层均为“东高

西低”的流场配置,西北—东南向高压脊的存在致使上游低值系统在河西中部滞留时间较长,形成了类似于“北槽南涡”的流场形势^[15]。

2.2 物理量诊断分析

2.2.1 水汽条件

2.2.1.1 700 hPa 水汽通量

水汽条件是影响降水强度的关键。7月28日20时700 hPa水汽通量分布有3个高值中心:北疆西部、青海西部和青海湖至河西走廊西部,其中对河西西部降水有重大影响的系统是青海西部和青海湖至河西中西部的2个大值中心,其值分别为 8.2×10^{-4} 和 $7.2 \times 10^{-4} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 。29日08时,在青海中部有 $12.2 \times 10^{-4} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 高值中心,同时青海

西部和新疆东部也为高值区,河西走廊中部水汽通量较28日20时明显增大。随着高原上西南风的加强,青海中部的高值区向北输送,为本次强降水提供了较好的水汽条件。

2.2.1.2 700 hPa 水汽通量散度

水汽通量散度是反映水汽辐合积聚程度的物理量。在“7.29”局地暴雨出现之前的28日20时,负值大值中心位于青海湖西侧,河西走廊为正值区域所控制,说明水汽辐合中心仍在青海湖附近(图2a)。到7月29日08时,700 hPa水汽通量散度场发生了重大变化,从青海湖向北为一南北向的负值区域,河西正位于此区域中(图2b)。较好的水汽辐合积聚条件,为此次区域性强降水提供了较好的物质条件。

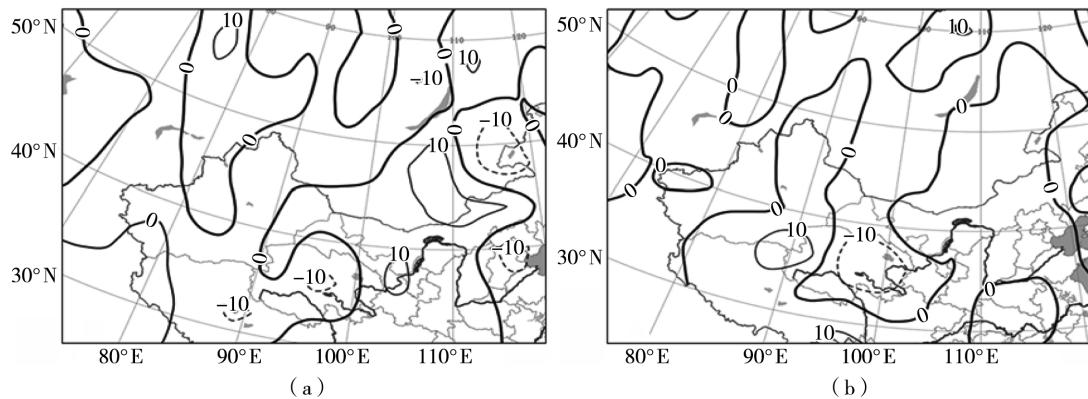


图2 2012年7月28日20时(a)和29日08时(b)

700 hPa水汽通量散度(单位: $10^{-7} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$)

Fig. 2 The 700 hPa water vapor flux divergences at 20:00 on

28 July 2012(a) and 08:00 on 29 July 2012(b) (Unit: $10^{-7} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$)

2.2.1.3 700 hPa 比湿

据统计,大多数暴雨发生时700 hPa上的比湿 $\geq 8 \text{ g/kg}$ 。从7月28日20时700 hPa比湿场(图略)可以看出,柴达木西部至敦煌地区的比湿为5 g/kg左右,而河西走廊中部附近比湿达到了8.5 g/kg。7月29日08时,700 hPa比湿场发生了显著变化,敦煌地区比湿达到10.3 g/kg,且从青藏交界处至敦煌、玉门为一西南—东北向的高湿舌区。

2.2.2 垂直运动条件

由7月28日20时700 hPa垂直速度场可以看出,柴达木至敦煌一带为一负值区,负值区的最大中心位于柴达木地区,其值为 $-16 \times 10^{-3} \text{ hPa} \cdot \text{s}^{-1}$,而河西走廊中部为正值区(图3a)。29日08时700 hPa垂直速度场发生了明显变化,从柴达木至河西中部为一南北向的负值区,最大负值中心位于河西

西部,其值为 $-13 \times 10^{-3} \text{ hPa} \cdot \text{s}^{-1}$ (图3b)。说明此地上升运动明显加强,为这次区域性强降水提供了较好的动力条件。

2.2.3 散度和涡度

28日20时300 hPa高空图显示(图4a),柴达木至河西中西部为一负涡度区,负值区最大值在敦煌附近,其值为 $-56.1 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$,同一时刻在700 hPa高空上,柴达木至敦煌地区为正涡度区,敦煌正涡度为 $11.2 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$;29日08时300 hPa上空,敦煌有一负涡度中心,其值为 $-62.3 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$,而在700 hPa高空,正涡度中心最大值正好处在敦煌附近,其值为 $28.9 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ (图4b)。说明高层气流辐散加强,低层气流辐合增大,这种高层辐散、低层辐合的环流配置,为此次强降水的发生提供了较好的动力条件。

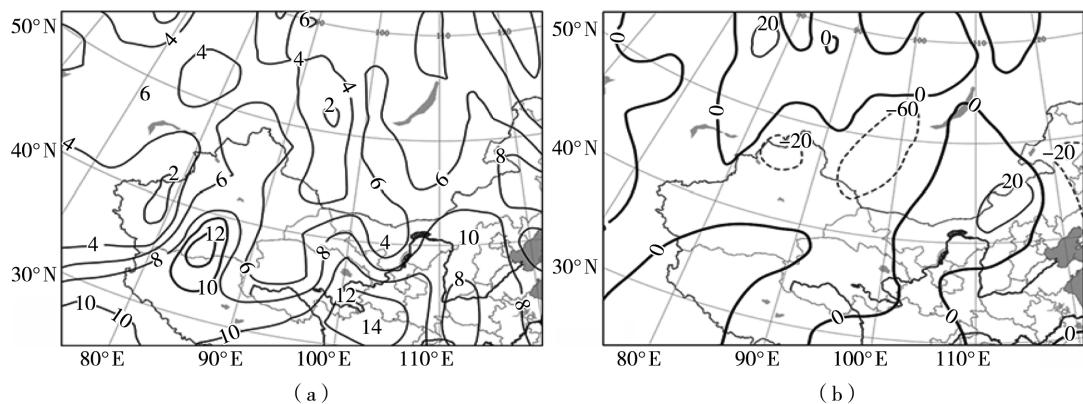


图3 2012年7月28日20时(a)和29日08时(b)700 hPa垂直速度场(单位: $10^{-3} \text{ hPa} \cdot \text{s}^{-1}$)

Fig. 3 The 700 hPa vertical velocity fields at 20:00 on 28 July 2012 (a) and 08:00 on 29 July 2012 (b) (Unit: $10^{-3} \text{ hPa} \cdot \text{s}^{-1}$)

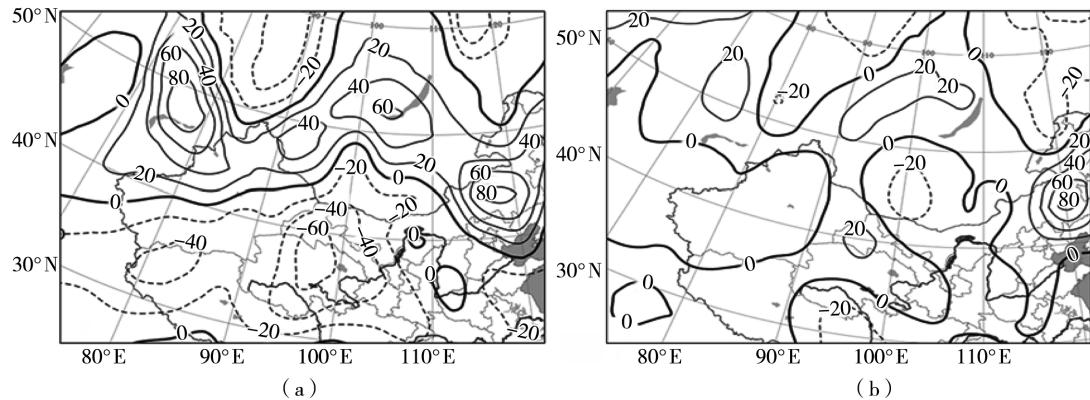


图4 2012年7月29日08时300 hPa(a)和700 hPa(b)涡度场(单位: 10^{-5} s^{-1})

Fig. 4 The 300 hPa (a) and 700 hPa (b) vorticity fields at 08:00 on 29 July 2012 (Unit: 10^{-5} s^{-1})

2.2.4 显热和潜热

假相当位温 θ_{se} 是一个重要的温湿特征参数, 反映了大气中显热和潜热能量分布的多少, θ_{se} 场的高值区代表了高能区。7月28日20时假相当位温图上(图5a), 700 hPa有一个90.0 K的高能舌自高原

向东北方向伸展, 河西走廊中部假相当位温为60.0 K, 高能舌为暴雨提供了能量和水汽条件, 强降水正产生在高能轴附近或北侧能量锋区内。从兰州至河西有强暖平流(图5b), 暖平流的发展有利于不稳定能量的储存和积累, 为暴雨产生提供热力条件。

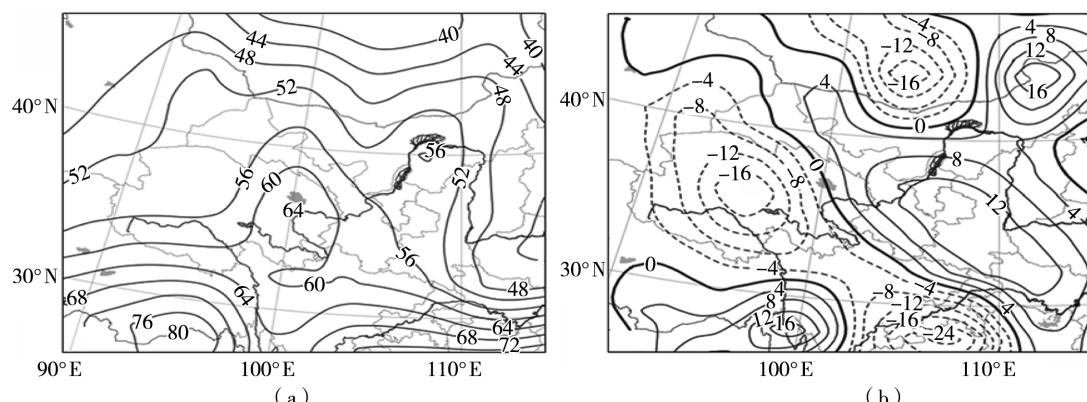


图5 2012年7月28日20时700 hPa假相当位温(a)(单位:K)和温度平流(b)

Fig. 5 The 700 hPa pseudo-equivalent potential temperature (a) (Unit: K) and temperature advection (b) at 20:00 on 28 July 2012

2.2.5 垂直螺旋度

近些年的研究表明,螺旋度的发展、演变对暴雨落区、雨强预报有一定的指示意义^[16-19]。垂直螺旋度是由垂直速度和垂直涡度共同决定,它能够反映大气在垂直空间上的旋转上升和运动特征。垂直螺旋度更倾向为能反映系统的维持状况和发展、天气现象剧烈程度的一个参数。

从各等压面上垂直螺旋度的水平分布特征及演变来看(图略),500 hPa 上垂直螺旋度的分布与天气系统和强降水有很好的对应关系。7月29日02时,500 hPa 垂直螺旋度的大值中心位于青海南部,中心值为 $9 \times 10^{-8} \text{ hPa} \cdot \text{s}^{-2}$ 。08时,此中心值已移至柴达木盆地南侧,强度未发生变化。至20时,大值中心快速减弱,且明显北抬至柴达木盆地的东侧,与切变线方向一致,呈 NW—SE 向。垂直螺旋度大值中心与切变线有很好的对应,此时正是山丹县位奇镇强降水发生之时,降水中心位于正螺旋度中心偏北地方。至30日02时,垂直螺旋度大值中心减弱并东移,降水也随之减弱。

由7月29日08时沿101°E的纬向垂直螺旋度剖面图(图略)发现,在暴雨区上空,600 hPa 以上有一负值中心,中心值为 $-3.0 \times 10^{-7} \text{ hPa} \cdot \text{s}^{-2}$ 且位于300 hPa,700 hPa 为一较弱的正值中心,螺旋度“上负下正”的结构非常明显;29日14时,垂直螺旋度

负值中心继续增大并东移,而低层正值中心变化不大,这有利于强对流系统和气旋性涡旋的发展,产生强烈的辐合上升运动,为强降水的形成创造了动力条件;20时,高低层仍维持“上负下正”的特征,但正螺旋度向高层伸展至550 hPa 高度,负值中心仍位于300 hPa;30日02时,高低层螺旋度配置迅速转为“上正下负”,对河西走廊中部的影响结束。

2.3 卫星云图

29日14时,青海北侧靠近祁连山地区有一较强的成熟中尺度气旋性涡旋云系(图6a)。此后对流云团不断向北发展加强,29日11时中心云顶亮温 $\leq -80^{\circ}\text{C}$ 的区域增大,酒泉大部分地方开始出现降水,祁连山中部山区开始有零星小雨,中尺度对流云团不断向东北方向移动,其前部不断有新的对流单体产生及后侧有对流单体消亡。14时,云顶亮温 $\leq -80^{\circ}\text{C}$ 的区域位于酒泉,面积开始增大,对流云团强度开始加强,并向东移动,河西走廊中部受中尺度对流云团前部卷云羽的影响,其西南部山区出现了8 mm/h 的强降水,主要以对流性降水为主,而且降水逐步加强。16时,对流云团主体已移至河西走廊中部,但其后边界清晰可见,表明槽后有干冷空气入侵,南侧不断有层状云生成,降水逐渐转向稳定性降水(图6b)。21时,对流云团中心移至河套西部地区,河西走廊中部降水趋于结束(图6d)。

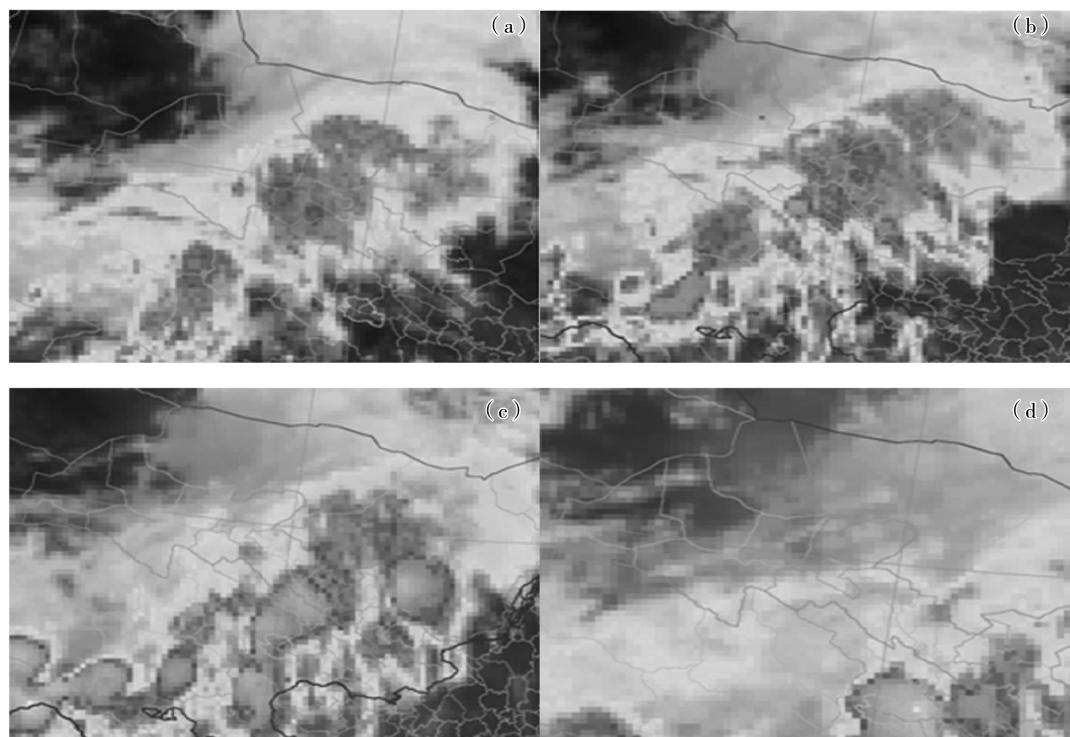


图6 2012年7月29日14:00(a)、16:00(b)、18:00(c)、21:00(d)红外云图(单位:℃)

Fig. 6 Infrared cloud images at 14:00(a), 16:00(b), 18:00(c) and 21:00(d) on 29 July 2012 (Unit: °C)

2.4 中尺度锋面气旋

29 日 02 时,河西走廊中部开始有中尺度热低压系统生成,热低压在高空暖脊和暖平流作用下不断东移发展,至 08 时形成中尺度锋面气旋,其中心气压为 960 hPa,促使河西地区白天升温至 31 ℃。14 时,气旋东移至山丹—金昌一带,此时正处于发展阶段,冷高压中心位于北疆,但是有冷空气从南疆开始入侵酒泉,地面冷锋位于酒泉西部,锋后有雷雨天气,对流活动旺盛。20 时,冷高压主体开始入侵酒泉西部,中尺度锋面气旋已处于成熟阶段,且东移至河西东部,其南部冷锋锋生和暖锋锋生,后部有冷空气入侵,造成冷高压前部气旋后部的区域上升运动活跃,对流活动旺盛,河西走廊中部出现暴雨。30 日 02 时,中尺度气旋移至甘肃东南部,且进入消亡阶段,降水逐渐减弱。河西走廊经历了一次完整的中尺度锋面气旋的发展、成熟、消散 3 个阶段(图略)。

综上所述,中尺度锋面气旋的生成,使得河西白天升温明显,为暴雨的形成积累了不稳定能量;地面冷锋前部的中尺度锋面气旋使得东南暖湿空气和西北气流辐合,造成明显的上升运动,使对流运动旺盛;高层干冷空气入侵中尺度锋面气旋,潜在不稳定能量得到释放,对暴雨的发生起了触发作用。

2.5 中尺度天气分析

500 hPa 高原槽位于陇南至青海北部,高原槽前东南气流伸至酒泉,甘肃中部出现了 -4 gpm 的负变高中心,也是正涡度平流大值区(图 7)。700 hPa 河西中东部有切变线,东南气流沿着高原边坡向河东输送水汽,河西西部 24 h 变温达 $-6 \text{ }^{\circ}\text{C}$,河西中东部比湿为 8 g/kg ,温度露点差为 $1 \text{ }^{\circ}\text{C}$,说明河西水汽条件充足。地面图上,河西西部有 $+1.9 \text{ hPa}$ 的 3 h

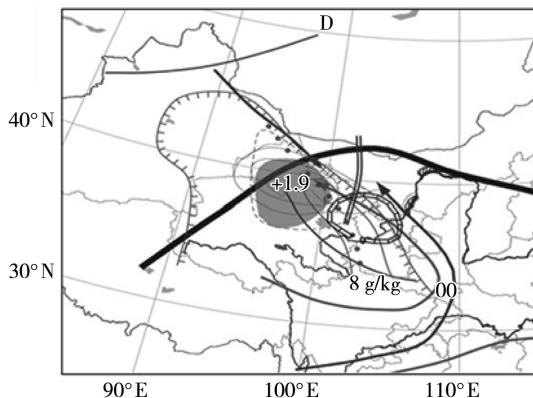


图 7 2012 年 7 月 29 日 08 时中尺度天气分析

Fig. 7 The weather analysis of mesoscale synoptic at 08:00 on 29 July 2012

变压,表明冷空气已进入酒泉,河西露点温度较大,有 $15 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 的大值中心,低层水汽条件较河东略好。玉门出现了降水,并影响到整个河西地区。敦煌的 K 指数为 $34 \text{ }^{\circ}\text{C}$,酒泉的 $CAPE$ 达到了 408.2 J ,敦煌和河西走廊中部的 SI 指数为 $1 \text{ }^{\circ}\text{C}$,说明河西大气层结处于不稳定状态。

3 结论与讨论

(1) 这次暴雨发生在非常有利的大尺度天气形势下,高、低层均为“东高西低”的流场配置,致使上游低值系统在河西中部滞留时间较长,柴达木低涡移动缓慢,高原东北侧维持较强的东南风,为强降水的发生提供了充沛的水汽条件。

(2) 暴雨发生前夕河西走廊中部上空及上游地区有较强的不稳定能量蓄积,具备了暴雨发生的不稳定层结条件。该地暴雨发生时高层辐散、低层辐合,形成了强烈的抽吸作用;对流层内出现强烈的上升运动;垂直螺旋度的分布与天气系统配合很好,500 hPa 垂直螺旋度大值中心与柴达木低涡的活动及切变线有很好的对应关系。

(3) 本次暴雨具备了较好的热力条件,发生在低层高温高湿的环境中。强降水中心发生在对流不稳定、斜压不稳定相重叠的区域和 $CAPE$ 强中心的下游(移动方向的前侧)。

(4) 此次暴雨发生期间有多个中尺度对流云团活动,表明暴雨过程中存在明显的中小尺度系统。

本文仅从环流背景、影响系统、动力和热力特征以及卫星云图等方面初步剖析了河西走廊中部“7.29”局地暴雨的成因,然而各因子在此次大暴雨形成过程中的作用究竟到何种程度,还有待数值模拟和敏感性试验予以验证。

参考文献:

- [1] 李文莉,王宝鉴,吉惠敏,等. 河西干旱区短时强降水过程的中尺度分析[J]. 干旱气象,2013,31(2):318–326.
- [2] 王志超,于雷,黄鹤,等. 2010 年 8 月河北一次暴雨的综合诊断[J]. 干旱气象,2012,30(1):81–87.
- [3] 赵大军,江玉华,李莹. 一次西南低涡暴雨过程的诊断分析与数值模拟[J]. 高原气象,2011,30(5):1158–1169.
- [4] 张文军,李健. 对甘肃酒泉一次暴雨的数值模拟和诊断分析[J]. 干旱气象,2012,30(1):100–106.
- [5] 滕水昌,殷玉春. 河西走廊一次大雨天气诊断分析[J]. 干旱气象,2010,28(1):81–86.
- [6] 曹晓岗,王慧,邹兰军,等. 上海“010805”特大暴雨与“080825”大暴雨对比分析[J]. 高原气象,2011,30(3):739–748.
- [7] 王建兵,杨建才,汪治桂. 舟曲“8.8”暴雨云团的中尺度特征[J]. 干旱气象,2011,29(4):466–471.

- [8] 孙云,李国翠,常山英,等. 石家庄2012年夏季一次暴雨成因及可预报性分析[J]. 干旱气象,2013,31(2):378-382.
- [9] 陶诗言. 中国之暴雨[M]. 北京:科学出版社,1980.6-10.
- [10] 丁一汇. 暴雨和中尺度气象学问题[J]. 气象学报,1994,52(3):274-284.
- [11] 侯瑞钦,程麟生,冯伍虎.“98.7”特大暴雨低涡的螺旋度和动能诊断分析[J]. 高原气象,2003,22(2):203-208.
- [12] 方宗义,覃周宇. 暴雨云团的卫星监测和研究进展[J]. 应用气象学报,2006,17(5):583-593.
- [13] 牛淑贞,张一平,王国安,等.“海棠”影响河南降水雷达回波和中尺度雨团对比分析[J]. 气象,2006,32(8):30-35.
- [14] 李春虎. 西北干旱和暴雨研究综述[J]. 甘肃气象,2003(1):32.
- [15] 白肇烨,徐国昌. 中国西北天气[M]. 北京:气象出版社,1988. 210-218.
- [16] 陆慧娟,高守亭. 螺旋度及螺旋度方程的讨论[J]. 气象学报,2003,61(6):684-691.
- [17] 岳彩军,郭煜,寿绍文,等. 螺旋度在我国多种灾害性天气研究中的应用进展[J]. 暴雨灾害,2011,30(2):107-116.
- [18] 杨晓霞,华岩,黎清材,等. 螺旋度在暴雨天气中的分析与应用[J]. 南京气象学院学报,1997,20(4):499-502.
- [19] 李耀辉,寿绍文. 旋转风螺旋度及其在暴雨演变过程中的作用[J]. 南京气象学院学报,1999,22(1):95-102.

Diagnostic Analysis of a Heavy Rain Process in the Central of Hexi Corridor

LIU Honglan¹, ZHANG Qiang², LIU Deju¹, WANG Haibo¹

(1. Zhangye Meteorological Bureau of Gansu Province, Zhangye 734000, China; 2. Key Laboratory of Arid Climatic Changing and Reducing Disaster of Gansu Province, Key Open Laboratory of Arid Climatic Changing and Disaster Reduction of China Meteorological Administration, Lanzhou Institute of Arid Meteorology, China Meteorological Administration, Lanzhou 730020, China)

Abstract: For the process of the rainstorm occurred in central Hexi Corridor from 13:00 29 to 03:00 30 July 2012, based on the conventional aerological sounding and surface data, intensive regional rainfall data, FY-2 satellite cloud imagery and NCEP reanalysis data at $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ spatial and 6 hours temporal resolution, the weather circulation pattern, the influence system, physical parameters characteristics, satellite cloud imagery and mesoscale system of the rainstorm before and later were analyzed by the synoptic diagnostic method. The results showed that the rainstorm occurred in the context of favorable large scale weather conditions. The flow field presented the pattern of “high in the east and low in the west” in high and low layer of the sky, and the Balkhash Lake cold trough brought out the occurrence of the rainstorm. When the rainstorm happened, an intensive pumping action formed due to the upper layer divergence and lower layer convergence, at the point the strong ascending motion appeared in the troposphere, so the flow field pattern was favorable for the transport and gather of moisture. The 500 hPa vertical distribution of helicity was corresponding with the weather system and strong precipitation. The 700 hPa Qaidam warm vortex and the mesoscale weather system on ground provided dynamic conditions for unstable energy storage and the rainstorm, and the development of strong warm advection from Lanzhou to Hexi Corridor offered thermal conditions. Furthermore, the mesoscale and microscale weather systems were obvious during the period of the torrential rain.

Key words: rainstorm; impact system; physical parameters; mesoscale