Climate Change Research Letters 气候变化研究快报, 2017, 6(2), 57-62
Published Online April 2017 in Hans. http://www.hanspub.org/journal/ccrl
https://doi.org/10.12677/ccrl.2017.62007

Hans汉斯

Analysis of Rainstorm on July 19th-20th, 2016 in Dingtao

Demei Chai[1], Yaling Wang[1], Peng Liu[2], Zhen Li[1]

[1]Dingtao Bureau of Meteorology in Heze City, Shandong Province, Heze Shandong
[2]Shanxian Bureau of Meteorology, Heze Shandong
Email: cdm2212402@163.com

Received: Jan. 23rd, 2017; accepted: Feb. 7th, 2017; published: Feb. 10th, 2017

Abstract

By using the general encryption observation information, weather online and the T213 numerical forecast products, we analyzed the causes of storm on July 19th-20th, 2016 from weather system, vapor and thermal conditions. The results showed that the interaction between warm moist air flows and westerly trough near the southwest edge of subtropical high, the low level jet, and the terrain of funneling caused a heavy rain, locally heavy rain weather process in Dingtao.

Keywords

Rainstorm, Low Level Jet, Funneling

2016年7月19~20日定陶暴雨天气分析

柴德美[1]，王亚玲[1]，刘　朋[2]，李　振[1]

[1]山东省菏泽市定陶区气象局，山东　菏泽
[2]单县气象局，山东　菏泽
Email: cdm2212402@163.com

收稿日期：2017年1月23日；录用日期：2017年2月7日；发布日期：2017年2月10日

摘　要

应用常规和加密观测资料和天气在线及T213数值预报产品，采用诊断分析方法，对造成2016年7月19~20日暴雨天气的成因，从天气系统，水汽和热力条件等方面进行了分析，结果表明受副热带高压边缘西南暖湿气流和西风槽，低空急流影响，地形的狭管效应的共同作用致使定陶出现了一次暴雨、局部大暴雨的天气过程。

文章引用：柴德美，王亚玲，刘朋，李振. 2016年7月19~20日定陶暴雨天气分析[J]. 气候变化研究快报，2017，6(2): 57-62. https://doi.org/10.12677/ccrl.2017.62007

关键词

暴雨，低空急流，狭管效应

1. 引言

定陶区地处山东省西南部，菏泽市中部，介于东经115°20'~115°47'，北纬34°57'~35°15'之间，为黄河冲积平原，属于淮河流域，气侯干燥、寒冷，雨雪稀少，春季多风缺雨，夏秋高温多雨，降雨集中，一般集中在夏季(6~8月)，占年降水量的61.3%。暴雨是定陶造成经济损失重大的主要自然灾害之一，往往造成公路、铁路、桥梁冲损，农田受淹，排水不畅时一片汪洋。

2016年7月19日13时开始，受西风槽和副热带高压外围西南暖湿气流共同影响，定陶出现了一次大范围的降水天气，强降雨时段主要集中在19日21~23时和20日1~4时。这次天气过程以强降水为主要特点。从全区10个区域站和1个大监站的降雨分布来看，7个观测点出现暴雨，4个观测点出现大暴雨，最大降水量168.3毫米，出现在陈集镇。此次降水过程是2016年定陶第一次大的降水过程，是定陶进入汛期的标志，今年入夏以来比较典型的大范围较大降水过程。

2. 环流背景

2.1. 500百帕

7月18日20点500 hPa上空，其环流分析主要归纳有以下3点：

1) 中支低槽与南支低槽叠加。中纬度低槽在乌兰巴托到甘肃南部天水一线，它带动西路冷空气向东南移动；南支槽从四川伸向印度半岛，中支槽落后南支槽2~3个经度，由于中支槽冷空气的推动，南支槽前宽广的西南暖湿气流将加强并北上。

2) 副热带高压位置有利。副热带高压在加强，副高轴线为东北西－南向，长江中下游以南为宽广的西南气流带，高湿区面积广厚度大，并向北推移。

3) 风场特征。山西南部伸向山东西部，为一风速或风切变线，此切变线从5550米高度一致向下延伸到近地面；北支西风急流带在40°N，南支西南风带在35°N以南地区。北支西风带南侧在风速切变负涡度的作用下，在山西、河北上空3000米以下为纬向高压环流，这个高压环流使南北两支气流在此处分支，35°N以南为西南风，35°N以北地区为偏西风或偏北风，(图1)，根据历史资料分析表明，这种风场特征预示定陶未来24~36小时内多有强降水产生[1]。

7月19日08时图上，形势变化不大，切变线在山西南部到鲁南，35°N以南偏南风加大，3000米以下西南风增大至16~20 m/s，定陶在西南急流带左侧0.5个纬度左右。20日上午，原位于乌兰巴托到宁夏的冷空气东移南压经过我区，副高一度有所削弱，定陶受槽后弱西北气流控制，使影响定陶的暴雨过程结束。

2.2. 中、低层影响系统

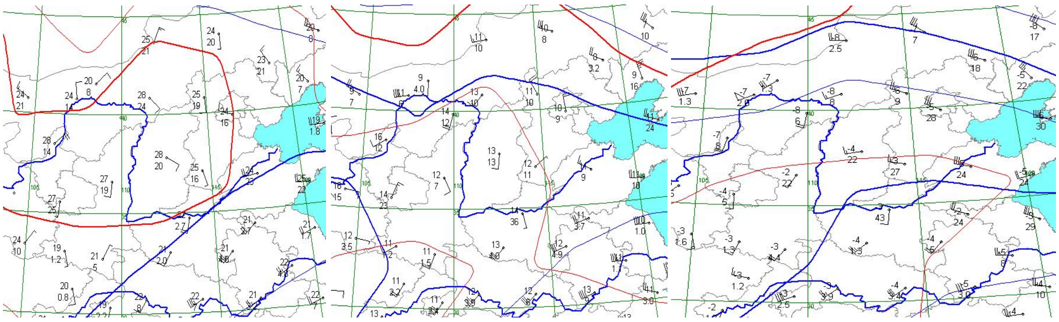
分析700 hPa、850 hPa、925 hPa和地面影响系统，与500 hPa影响系统配合较好，主要为西风槽东移影响山东全省，但由于副高位置稳定，西风槽槽线在20日08时东移到山东西部以后就向东北方向移

动，槽线并没有移过山东上空；地面图上在山东西部有地面气旋向偏北方向移动，因此主要造成鲁西南和鲁中西部地区靠近槽线附近出现强对流天气(图 2)。

3. 物理量诊断分析

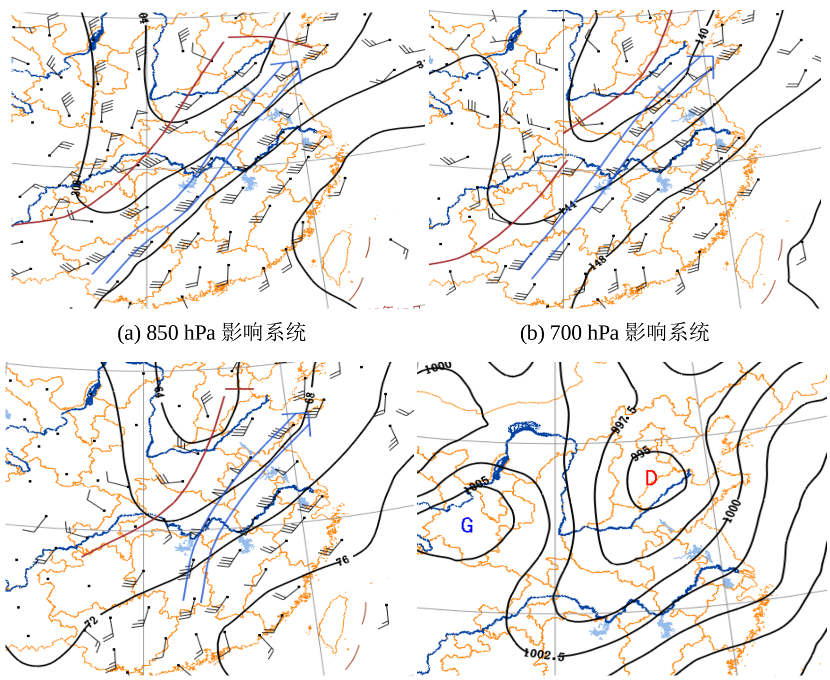
3.1. 水汽条件分析

850 hPa 水汽通量场(图 3) 19 日 20 时的水汽输送带位于鲁南、安徽、湖北、湖南一线，输送带内有两个中心，第一个强中心位于河南、安徽一带，中心值 28×10^{-1} $g \cdot cm^{-1} \cdot hPa^{-1} \cdot s^{-1}$，另一个强中心在湖南中部中心值为 24×10^{-1} $g \cdot cm^{-1} \cdot hPa^{-1} \cdot s^{-1}$。定陶上空的水汽通量为 16~22 × 10^{-1} $g \cdot cm^{-1} \cdot hPa^{-1} \cdot s^{-1}$。到 20 日 10 时水汽输送带位于半岛、鲁东南、安徽、湖南一线，第一个强中心移到鲁东南、半岛一带，中心值为 28×10^{-1} $g \cdot cm^{-1} \cdot hPa^{-1} \cdot s^{-1}$，第二个中心位于安徽西部与河南东部交界处，中心值为 34×10^{-1} $g \cdot cm^{-1} \cdot hPa^{-1} \cdot s^{-1}$，第三



(a) 850 hPa 风场特征　(b) 700 hPa 风场特征　(c) 500 hPa 风场特征

Figure 1. The wind field characteristics in the lower Yellow River at 8:00pm on July 18th, 2016
图 1. 2016 年 7 月 18 日 20 点黄河中下游风场特征



(a) 850 hPa 影响系统　(b) 700 hPa 影响系统

(c) 500 hPa 影响系统　(d) 地面影响系统

Figure 2. Influential system at 8:00am on July 20th, 2016
图 2. 2016 年 7 月 20 日 8 时影响系统

个中心位于湖南中部，中心值为 26 × 10^{-1} g·cm^{-1}·hPa^{-1}·s^{-1}。定陶上空的水汽通量为 16~20 × 10^{-1} g·cm^{-1}·hPa^{-1}·s^{-1}。到 20 日 20 时水汽输送带位于辽东半岛、鲁东南、安徽、湖南一线，共有四个强中心，我区上空水汽通量值为 16~22 × 10^{-1} g·cm^{-1}·hPa^{-1}·s^{-1}。700 与 500 hPa 形势与 850 hPa 相似，水汽通量强中心均是从安徽省经鲁东南向东北方向移动(图 3)。

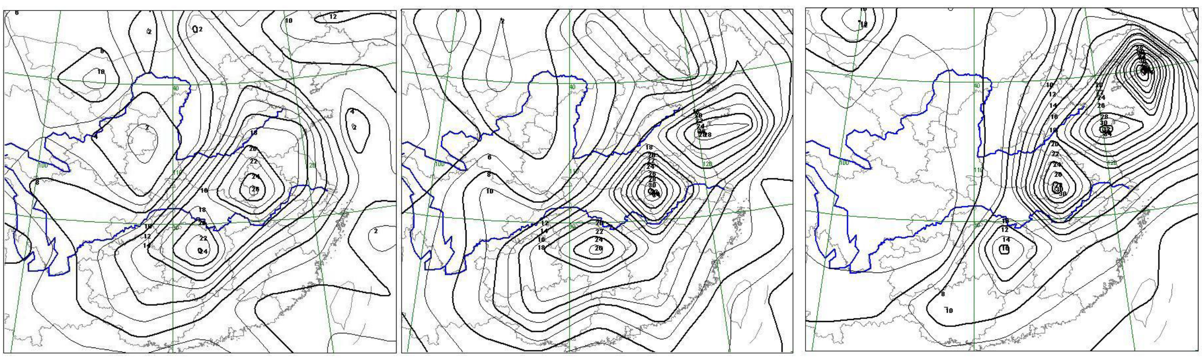
3.2. 动力条件分析

从散度场分析(图 4)，19 日 20 时 850 hPa 半岛、鲁东南到安徽是辐合区，辐合中心位于半岛，中心值为−28 × $10^{-5}$$s^{-1}$，定陶区上空散度为 0~4 × $10^{-5}$$s^{-1}$，700 hPa 半岛到鲁中南部是辐合，辐合中心位于鲁中南部，中心值为−12 × $10^{-5}$$s^{-1}$，我区上空为辐散，散度值为 4~8 × $10^{-5}$$s^{-1}$，200 hPa 上空除鲁北是辐合，山东省其它地方均是辐散，强中心位于鲁东南和鲁南，中心值为 28 × $10^{-5}$$s^{-1}$。我区上空散度为−4~−8 × $10^{-5}$$s^{-1}$，说明 19 日 20 时鲁北上空散度场的垂直结构是高、低空均为弱辐合，不利于垂直运动的发展。

20 日 08 时 200 hPa 济南以东是辐合区，辐合中心位于潍坊南部到青青岛北部，中心值为 18 × $10^{-5}$$s^{-1}$，鲁西南、鲁中西部、鲁东南、半岛南部是辐散区，鲁西的辐散中心值为 48 × $10^{-5}$$s^{-1}$，500 hPa 鲁西南和鲁东南是辐散区，鲁北和鲁中是无辐散区，850 hPa 山东省大部份都是辐合区，辐合中心位于鲁中，中心值为−36 × $10^{-5}$$s^{-1}$。由此可见 200 hPa 的高空辐散的抽吸作用远比仅有低层的辐合更有利于垂直运动的发展，地面强降水出现在 200 hPa 强辐散中心所在处[2]。

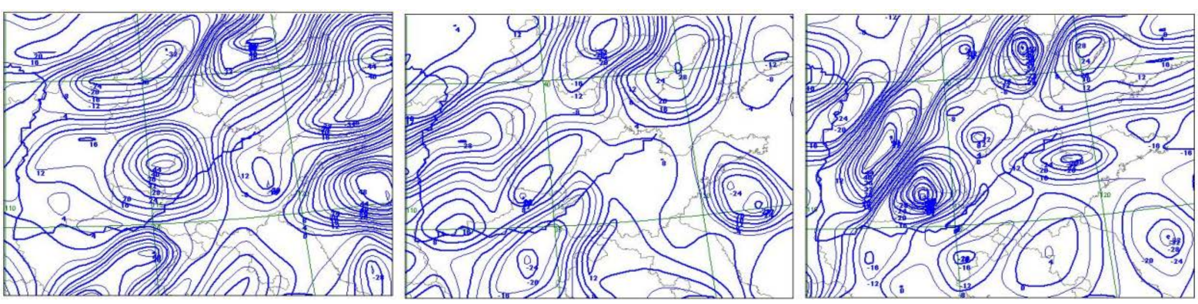
3.3. 低空急流分析

分析本次天气过程，700、850、925 hPa 从 18 日 08 时开始逐渐有西南低空急流建立并到达山东上空，



(a) 19 日 20 时　　(b) 20 日 8 时　　(c) 20 日 20 时

Figure 3. 850 Mpa water vapor flux field from 8:00pm on July 19th, 2016 to 8:00pm on July 20th (unit: 10^{-1} g·cm^{-1}·hPa^{-1}·s^{-1})
图 3. 2016 年 7 月 19 日 20 时到 20 日 20 时 850 hPa 水汽通量实况场(单位：10^{-1} g·cm^{-1}·hPa^{-1}·s^{-1})



(a) 200 hPa　　(b) 500 hPa　　(c) 850 hPa

Figure 4. High and low air divergence field at 8:00am on July 20th, 2016 (unit: 10^{-5}·s^{-1})
图 4. 2016 年 7 月 20 日 08 时高低空散度实况场(单位：10^{-5}·s^{-1})

带来丰沛的水汽。

分析 850 hPa 低空急流的演变，18 日 08 时开始在广西－湖南有一支西南低空急流建立，急流中心最大值达到 16 m/s，西南气流的主要辐合带到达长江流域，定陶为偏西气流控制；19 日 08 时低空急流发展强盛，一致的西南急流到达江苏，急流中心平均风速达到 16 m/s，气流的主要辐合到达山东南部，定陶有明显的风速辐合和风向切变，到达山东的水汽通道建立；20 日 08 时低空西南急流发展到最强盛，气流到达山东北部沿海，急流中心平均风速达到 20 m/s 以上，风速最大值达到 26 m/s，山东全省被一致的低空西南急流控制，并且在鲁中以南和鲁西南有明显的风向和风速辐合，低空急流输送了大量的暖湿空气。21 日 08 时由于副高的东退造成急流中心偏东，水汽通道被破坏[3] [4] [5]。

分析 700 hPa 低空急流的演变，与 850 hPa 基本一致，19 日 08 时西南低空急流建立到达我省的水汽通道，20 日 08 时的西南低空急流最强盛，之后随着副高的东撤急流南撤。

4. 对流指数和能量分析

本次降水中心分别在鲁西南、鲁南、鲁中，分析郑州、济南、徐州三站探空资料的 SI 指数、K 指数、对流稳定度指数 I_C、对流有效位能 CAPE 可以看出，从 18 日 20 时开始郑州、徐州 SI 指数从正值突降为负值，对流稳定度指数 I_C 降低更加明显(分别是−27.9℃和−23.3℃)，同时徐州站 K 指数达到 39℃，能量指数对流有效位能 CAPE 更大(郑州 3476.3 j/kg，徐州 2152.1 j/kg)，整个大气热力动力能量堆积，处于极端不稳定状态，而此时济南的 SI 指数、对流稳定度指数 I_C 均为正值，大气层结相对稳定，对流发展弱，但是对流有效位能为 1145.1 j/kg,也就是说热力能量已经开始积累。到 19 日 08 时，济南站 SI 指数明显下降(由 18 日 20 时 7.5℃降为 0.5℃)，对流稳定度指数 I_C 迅速下降为−15.8℃，对流有效位能激增为 1571.6 j/kg (远远大于暴雨发生 1500 j/kg 阀值)，也就是说，随着副高北上，逐渐开始影响山东，济南 K 指数在 19 日 20 时、20 日 08 时一直维持为 39℃，这样的高能量和不稳定层结状态正是济南暴雨发生的重要时段[6] [7] [8]。从 19 日 08 时至 20 日 08 时，三站大气都处于高能不稳定状态，随着大气能量得释放，到 20 日 20 时大气 SI 指数、K 指数、对流有效位能、对流稳定度指数表明，系统影响结束，大气趋于稳定，见表 1。

Table 1. Atmospheric stability index change table
表 1. 大气稳定度指数变化表

地点\时间		3 日 08 时	3 日 20 时	4 日 08 时	4 日 20 时	5 日 08 时	5 日 20 时
SI	郑州	5.8	−2.8	−1.0	−3.5	0.7	5.1
	济南	9.5	7.5	0.5	0.4	1.3	3.0
	徐州	4.5	−1.5	−2.8	−1.5	−3.1	−1.7
K	郑州	18	8	37	41	37	3
	济南	12	21	20	39	39	33
	徐州	16	39	38	39	39	38
Ic	郑州	−5.2	−27.9	−8.5	−11.9	0.3	0.2
	济南	5	2.7	−15.8	−7.2	0.4	3.9
	徐州	−4	−23.3	−8.5	−7.6	−9.9	−6.4
CAPE	郑州	868.5	3476.3	869.5	711.8	0	0
	济南	200.4	1145.1	1571.6	452.4	654.3	8.3
	徐州	2253.9	2152.1	1921.8	900.0	1660.4	8.3

从 19 日到 20 日从河南东南部伸向鲁中西部唯一高能区，此高能区叠加在副高西侧偏南气流上，其西侧黄土高原上是一能量锋区，我区北部处于高能区前部左侧能量锋区前部，在狭管效应等因素的共同作用下，能量在此激发，不断有强对流云团生成。

5. 地形抬升作用

这次暴雨的形成，地形的狭管效应是一个重要因素[9]。资料分析表明，在黄河中下游及华北地区盛行偏南气流的径向环流条件下，太行山与泰沂山脉之间的狭道往往产生“狭管效应”，在入口处是强降水激发区。19 日到 20 日上午，华北南部和黄河下游偏南气流强盛。定陶以南近地面偏南风风速达到 18~20 m/s。

从 19 日 20 点到 20 日 08 点的 700 hpa 和 925 hpa 垂直速度场可以看出，强上升区正好与这个狭道相吻合，定陶处于上升区南端，我们认为，在盛行南风的条件下，在狭道上空形成这样的上升运动区，其狭管效应起到了一定的作用。

6. 小结

对定陶 2016 年 7 月 19 日 13 时~20 日 14 时大到暴雨天气过程，针对环流背景、物理量、对流指数与能量，地形几个方面，分析其各个层次、要素所起的作用，结论如下：

1) 在径向环流并且径向风速辐合和径向温度梯度较小的条件下，地形受狭管效应将是强降水产生的重要因素。

2) 南风流场若其西侧是负温度平流，将使南风风速加大。

3) 高能舌顶端左侧的能量锋区多有强降水产生。

4) 应用加密观测资料分析地面流场，地面风场辐合带是强降水发生区，其时效为 2~6 个小时。

参考文献 (References)

[1] 杨宇红，王庆国，黄归兰，等. 引发南宁市内涝的暴雨及风场特征[J]. 气象研究与应用, 2007, 28(3): 20-22.

[2] 景安华，孔凡忠，张婷，等. 菏泽 2003 年 1 次秋季暴雨成因分析[J]. 河北农业科学, 2008, 12(7): 107-109.

[3] 万雪丽，杨静. 低空急流对贵州夏季暴雨的作用分析[J]. 贵州气象, 2007(3): 16-18.

[4] 常煜，刘慧英，常立群. 低空急流对呼伦贝尔市一次暴雪的作用[J]. 现代农业科技, 2008(11): 344-345.

[5] 孙晓东，杨静，万雪丽. 与低空急流相伴的一次暴雨天气过程诊断分析[J]. 广西气象, 2006, 27(增刊 III): 7-8.

[6] 陈艳，寿绍文，等. CAPE 等环境参数在华北一次罕见秋季大暴雨中的应用研究[J]. 南京信息工程大学, 2006.

[7] 汪忠兴. 暴雨过程环境涡散场能量转换特征[J]. 大气科学, 1993, 17(2): 185-190.

[8] 凤娇，吴叔君，蒋显红，等. 鲁西北一次前倾槽引发的局地暴雨成因浅析[J]. 气象, 2002(7): 46-49.

[9] 阮祥诚. 北部湾海面狭管效应浅释[J]. 广西气象, 1983(1): 16-17.

期刊投稿者将享受如下服务：

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究