

从一次反气旋的生消演变分析陕西初夏连阴雨

贺 皓 刘 宇 黄宝霞

(陕西省专业气象台,西安 710014)

提 要: 连阴雨是一种重大天气,特别在“三夏”中出现时。初夏(6月)连阴雨在陕西历史上并不多见,大约3~4年发生一次,且多在关中、陕南出现,陕北黄土高原出现的概率极小。2007年6月,陕西出现了一次长达7天的连阴雨天气。应用NCEP/NCAR再分析资料,对这次连阴雨天气过程进行了研究,得出:这是一次反气旋环流的生成—维持—消亡过程,陕西位于此反气旋的底部,偏东(南)气流为连阴雨持续提供了良好的水汽;整个过程都有垂直上升运动;稳定持久的蒙古低槽和高原低槽是造成陕西连阴雨的主要天气系统;高原低槽前部的偏南风气流和蒙古冷空气前部的偏北气流在35°N以北河套附近辐合,是形成陕北干旱区连阴雨的主要原因。过程前期,东亚“双阻型”的建立是陕西多雨时段的强信号。

关键词: 连阴雨 环流形势 天气系统 反气旋

Analysis on Continuous Rainfall in Early Summer of Shaanxi Province Through Evolution of Anticyclone

He Hao Liu Yu Huang Baoxia

(Shaanxi Specialized Meteorological Observatory, Xi'an 710014)

Abstract: As a major weather case, few continuous rainfall process happens in early summer (in June) in history of Shaanxi Province. The probability of continuous rainfall occurrences is much higher in the region of Guanzhong and southern Shaanxi Province about every three or four years than that is in the region of Shanbei Loess Plateau. In June, 2007, an abnormal continuous rainfall process occurred in the whole region of Shaanxi Province, which lasted for seven days. Based on the NCEP/NCAR reanalysis data, this continuous rainfall process was studied. The result showed that this was a process of occurrence, maintaining and disappearance of anticyclone circulation. In this process, Shaanxi Province was at the bottom of this anticyclone, and the east (southeast) wind provided favorable moisture for the continuous rainfall maintaining. Vertical ascending motion happened throughout the whole process.

The main synoptic systems were steady Mongolian trough and Qinghai-Tibet Plateau trough which caused the continuous rainfall. The south wind in the front of Qinghai-Tibet Plateau trough and north wind in the front of Mongolian trough converged on the Hetao Area, which located in the north of 35°N . That was the main reason for the occurrence of the continuous rainfall in Shanbei drought region. Before the process of this continuous rainfall, the establishment of "double blocking high" in East Asian was the strong signal for the rainy period of Shaanxi Province.

Key Words: continous rainfall circulation situation synoptic system anticyclone

引 言

2007 年 6 月, 陕西在经历了 2006 年暖冬和 2007 年春旱后, 特别是 3—5 月降水量全省大部分地区是常年平均值的 30%~40%, 甚至小于 30%, 出现了重旱。6 月 16—22 日, 在西太平洋副热带高压和蒙古冷空气的作用下, 出现了长达 7 天的连阴雨天气, 过程雨量比较均匀, 都在 33mm 以上, 宝鸡、西安、渭南、商州重旱区出现了 60~80mm 的降水, 安康部分县市降水量达到了 100mm 以上, 陕北黄土高原干旱区也出现了 30 多毫米的降水。这次降水过程, 解除了陕西的旱情。

陕西省的连阴雨主要发生在 7—9 月份^[1], 连阴雨是包括陕西关中、陕南在内的华西地区秋季多发天气现象, 这就是著名的“华西秋雨”^[2-7]。对于 6 月份(初夏)发生连阴雨过程尤其是区域性连阴雨的研究并不是很多。以往有关初夏连阴雨的研究中, 大都是针对南方春季连阴雨或某一地区麦收期间连阴雨的研究, 而对北方麦收期间连阴雨预报的研究较少。王秀文等^[5]分析总结了近 25 年来北方麦收期间连阴雨的天气气候和环流形势特征, 对北方麦收期间出现的连阴雨天气过程与环流形势和影响系统的关系进行初步探讨, 指出了影响初夏连阴雨的环流形势

是阻塞高压型、纬向型、经向型和华北冷涡型, 对动力学场和天气要素的三维空间结构没有涉及。通过 6 月 16—22 日陕西连阴雨天气过程分析, 揭示了连阴雨期间的大气环流形势, 温、压、湿场和动力学场, 通过垂直结构和时间演变分析和 6 月各种平均场的差异, 得出了一些有益的启示, 如陕北黄土高原地区初夏也有连阴雨出现, 这是大气环流出现了新的特征, 还是气候规律有了变化, 这为以后的天气预报服务工作开辟了新的思路, 也为提高天气预报预测准确率作了一些有益的工作。

1 资料与过程概况

历史资料(1981—2000 年)取自 NCEP/NCAR 再分析资料, 格距 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$, 有 1000~200hPa 各标准等压面的位势高度(H), 风速(u, v), 垂直速度(ω), 温度(T), 比湿(q)等, 降水资料取自陕西省气象台提供的逐日 08—08 时实况降水资料。

此次连阴雨天气过程属于两脊一槽型, 500hPa 长波脊位于亚洲西部($65^{\circ}\sim 85^{\circ}\text{E}$), 也即乌拉尔山高脊, 其前部的长波槽为蒙古低槽, 西北地区东部和华北地区处于蒙古槽前西南气流里, 在东北到鄂霍茨克附近($110^{\circ}\sim 130^{\circ}\text{E}$)又为一高脊, 也称为东亚高压。此种形势天气学上也称为双阻型。副高较弱,

120°E 附近脊线还在 25°N 以南,在渤海附近有一低压环流。此低压环流的形成和维持,使得黄河中下游的西南风维持,当蒙古低槽底部不断分裂冷空气东移时,西北地区东部,包括陕西在内,特别是长城沿线一带的榆林、延安也出现了连阴雨。

早在此次连阴雨过程前期 6 月 15 日,多家数值预报模式(包括欧洲中心和 T213 模式)报出了 17 日青藏高原上空出现并维持一低值系统,东部华东沿海位势高度场较高,这是典型的“东高西低”降雨形势,但能否出现连阴雨或者陕北黄土高原出现多雨日,能否解除或缓解旱像,这是预报服务工作中特别是决策服务中,难以下决心的问题。最终,数值预报模式的可应用性取代了主观预报的不确定性,发出了《重要天气快报》,预计从 17 日到 21 日前后,陕西出现多降水或者连阴雨天气。对这次连阴雨天气过程,从追踪一次反气旋环流的生命史,到环流型、影响系统、物理量场的空间结构进行了研究。

2 陕西初夏连阴雨的气候概况

对陕西省 95 个测站 1971—2000 年 6 月份的日降水量资料进行统计分析,并采用文献[8]中连阴雨天气标准,得出陕西省区域性连阴雨天气具有如下几方面气候特征:

(1) 6 月份连阴雨出现的气候概率为 27%。在 30 年里,有 8 个年份发生区域性连阴雨过程,且每年也只有一次。从连阴雨的年际变化看,大约 3~4 年发生一次,最长间隔 6 年,为 1976—1983 年。这表明,陕西省 6 月份发生区域性连阴雨过程的气候概率不是很大。

(2) 持续时间较长。连阴雨过程的持续

时间在 4~9 天。从连阴雨发生的日期上来看,陕西省 6 月份区域性连阴雨多发生在中下旬。这可能与当时的大气环流背景有关。

(3) 平均日降水量较大,也即面雨量较大,量级为小到中雨,雨量 10mm 左右,且多为稳定性降水。

(4) 降水空间分布较集中。主要发生在关中和陕南地区。这与陕西省的降水由南向北逐渐减少相一致。

3 2007 年 6 月连阴雨过程环流形势分析

连阴雨过程前,即 6 月 16 日,欧亚范围内大环流形势为两脊一槽型(图 1a),西风带气流分成两支锋区,一支位于中高纬度,即 40°N 以北,另一支位于 30°N 附近,这是两支性质不同的气流,当副热带气流经过青藏高原时,形成明显的低槽,更为明显的是,从四川盆地经过陇东和陕西到河套北部,有宽广的西南气流,两支锋区在河套附近汇合,这不但为陕西,而且为陇东、宁夏等地创造了良好的降水场条件,陕北长城沿线一带也包括在其中,这就是陕北初夏出现连阴雨的直接原因。图 1b 为连阴雨开始时 850hPa 流场,配合图 1c,可以看到,在黄河中上游地区有明显的辐合区,西南气流已经占据了长江和黄河中上游地区的广大地区,底层气温较高,湿度较大,700hPa 比湿已经达到 $0.016\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$,四川盆地有热低压发展,贝加尔湖前部到河套为一气旋,这是典型的蒙古气旋(图 1c)。这和陕西盛夏多雨年产生的环流背景相似^[9]。从大尺度环流形势场分析,可以认为这次连阴雨是在稳定的环流背景下,蒙古冷空气和高原暖湿气流在河套附近汇合而产生的。

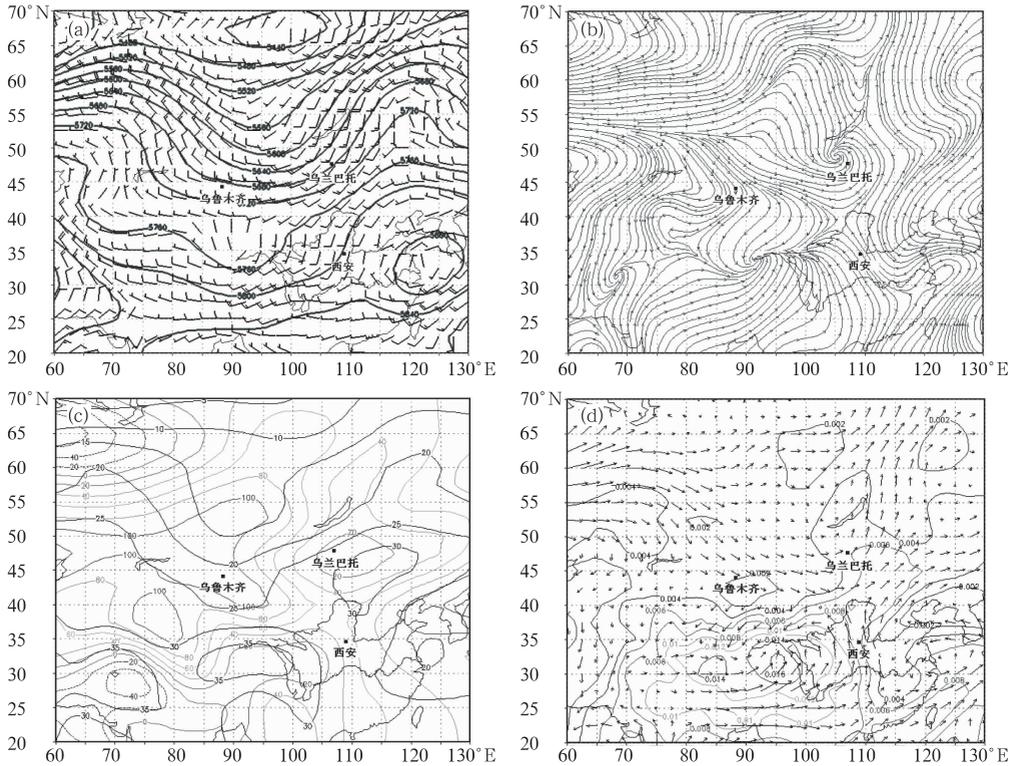


图 1 2007 年 6 月连阴雨过程前 6 月 16 日环流形势

(a) 500hPa 位势场和风场 (b)850hPa 流场 (c)1000hPa 位势场和温度场 (d)700hPa 比湿场和流场

4 连阴雨过程前后天气要素的演变

此次连阴雨过程为 6 月 16—22 日。图 2 给出了连阴雨过程前 6 月 10 日到过程结束 6 月 25 日沿着 35°N、107°E 各标准等压面气温、比湿和风的垂直-时间演变图。可以看出,比湿场从 15 日开始增大,到 23 日减小,整个连阴雨期间 500hPa 以下为高值,这是连阴雨产生的必备条件。风场约从 14 日开始酝酿,低层转为偏南风,17 日转为偏东风,600hPa 为偏西风,到了 22 日,整层为偏北风。从环流场分析,这是一次反气旋环流的生—消演变过程,是反气旋环流反其向而行的过程。生成阶段,也即冷高压入侵阶段,陕西位于反气旋式环流后部,盛行偏南风,温

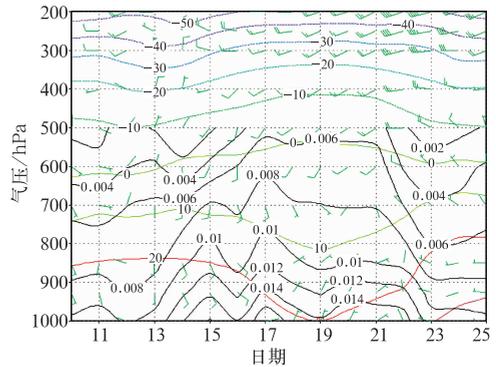


图 2 2007 年 6 月 10—25 日沿 35°N、107°E 各等压面层天气要素的演变
细实线为等比湿线,虚线为等温线

度场较高;冷空气入侵后,冷高压控制,温度场较低;连阴雨结束后,转到高压(反气旋环流)前部时,温度场回升。图 3 给出了陕西此

次连阴雨过程前后 6 月 10—25 日垂直速度和流场的空间-时间演变图。连阴雨期间,整层为上升运动区,17 日在 700hPa 出现垂直速度最大中心,数值达到 $-0.35\text{hPa} \cdot \text{s}^{-1}$ 。这天,陕北出现了中雨,关中陕南普降大雨,有 2 站出现了暴雨。19 日以后垂直速度减弱,

相应地,降水强度也有所减弱。21 日,在 700hPa 出现辐散中心,整体看来 300hPa 以下流场表现为辐散气流的尾部上升气流支,这为降水提供了不稳定能量和动量,促使阴雨持续。

5 2007 年 6 月连阴雨环流异常

历史平均环流采用 1981—2000 年 6 月平均场,和陕西 2007 年 6 月连阴雨期间环流相比较,得到以下几个异常信号:

500hPa 位势高度场青藏高原和蒙古地区表现为低值区(图 4a),分别代表高原低槽和蒙古低槽,这是连阴雨形成的两个主要天气系统,也是副热带天气系统和北温带天气系统。中亚($40\sim 55^\circ\text{N}$ 、 $60\sim 85^\circ\text{E}$)为高值区,代表着中亚高压或新疆高脊。东亚朝鲜半岛以北位势高度场存在显著的差异,有 100gpm

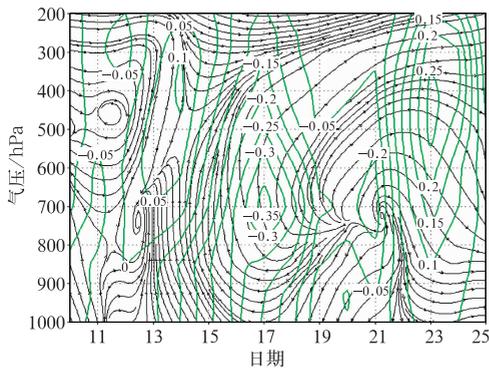


图 3 2007 年 6 月 10—25 日垂直速度和流场的空间—时间演变图

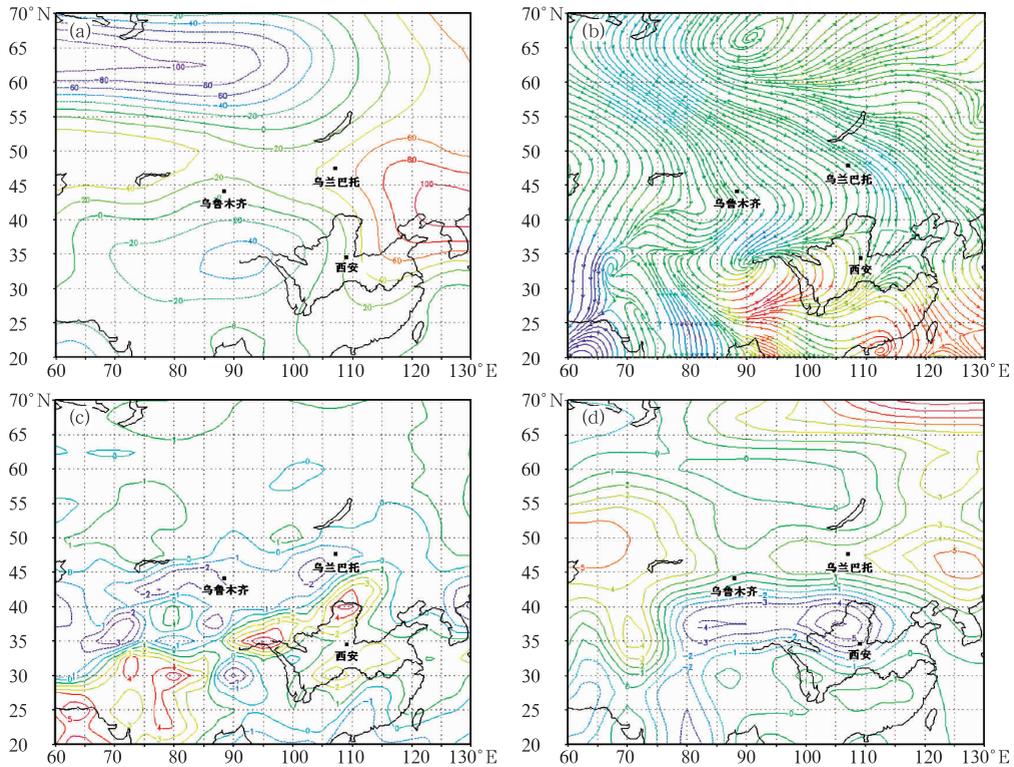


图 4 2007 年 6 月连阴雨期间主要等压面主要天气要素距平

(a) 500hPa 位势场高度场 (b) 700hPa 流场 (c) 850hPa 比湿场 (d) 1000hPa 温度场

的高值中心,代表了鄂霍茨克高压的一部分。于淑秋等^[10]在研究江淮大水的大气环流特征时,指出鄂霍茨克高压的建立是江淮流域多雨的重要条件,而在6月份,这是陕西多雨时段的强信号。

中低层(500hPa以下),在 $90^{\circ}\sim 110^{\circ}\text{N}$ 范围, 35°N 附近,维持一条南北风的辐合区(图4b)。

湿度场比历史平均值显著偏大(图4c),特别是黄河上游和河套北部分别有一高值中心,中心数值达到了 $4\sim 5\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$,这为陕北黄土高原提供了充沛的水汽,水汽源地还是来自于孟加拉湾,也是造成初夏陕北多雨的主要原因。从图4d可以看出,连阴雨期间,平均温度场比历史平均偏低。

6 结 语

陕西初夏出现连阴雨是大气环流异常直接影响的结果,但其中有一些天气发生和发展的规律,也有连阴雨出现前的天气信号和征兆。

(1) 陕西初夏出现连阴雨,西风带天气系统和副热带天气系统相互作用,表现为蒙古低槽和高原低槽两个天气系统在西北地区东部共同作用的结果。

(2) 连阴雨出现前,东亚中高纬度大气环流为双阻型,即乌拉尔山阻塞高压和鄂霍茨克高压的建立是陕西多雨段的强天气信号。

(3) 在中纬度,中、低层维持一条东西向的流场辐合带,特别是辐合点偏向河套附近时,陕北黄土高原就形成了多雨段乃至连阴雨天气。

(4) 从空间流场分析,连阴雨形成和维持过程也是一次反气旋环流的生成—维持—消亡过程,陕西位于此反气旋的底部,偏东气流为连阴雨持续提供了良好的水汽。

参考文献

- [1] 高由禧. 东亚的秋高气爽[J]. 气象学报, 1958, 29(2): 83-92.
- [2] 高由禧, 郭其蕴. 我国的秋雨现象[J]. 气象学报, 1958, 29(4): 264-270.
- [3] 任炳潭. 两千年华西秋雨的初步研究[J]. 气象, 1987, 13(9): 21-24.
- [4] 何敏. 我国主要秋雨区的分布及长期预报[J]. 气象, 1984, (9): 10-13.
- [5] 徐桂玉, 林春育. 华西秋雨特征及成因探讨[J]. 气象科学, 1994, 12(4): 149-154.
- [6] 林纾, 章克俭. 西北地区中东部2000年与2001年秋季连阴雨分析[J]. 气象, 2003, 29(2): 34-38.
- [7] 鲍媛媛, 阿布力米提, 李峰, 等. 2001年华西秋雨的时空分布的特点及其成因分析[J]. 应用气象学报, 2003, 14(2): 215-222.
- [8] 杜继稳. 陕西省短期天气预报技术手册[M]. 北京: 气象出版社, 2007: 274-283.
- [9] 贺皓, 罗惠, 黄宝霞. 陕西盛夏多雨年与少雨年的大气环流特征分析[J]. 中国沙漠, 2007, 27(2): 342-346.
- [10] 于淑秋, 林学椿. 两类江淮大水的大气环流特征[J]. 气象学报, 2006, 64(5): 605-613.