

包头地区”7.19”暴雨过程分析

陈琳

(包头市气象台, 内蒙古 包头 014030)

摘要: 利用常规高空、地面实况资料、卫星云图资料和 NCEP1° *1° 再分析资料, 分析 2018 年 7 月 19 日包头地区暴雨过程的成因, 结果表明: (1) 台风和西太平洋副热带高压阻挡西风带系统移动, 导致包头地区持续处在西南暖湿气流控制下, 为暴雨的发生发展提供有利的环流背景。(2) 副高异常偏北与中纬度西风槽在河套地区激发低空急流, 高、低空急流的耦合作用, 为暴雨的产生提供水汽、能量、和动力抬升条件。

关键词: 暴雨; 环流形势; 高低空急流; 水汽通道

1. 暴雨实况简介

2018 年 7 月 19 至 20 日, 包头市出现大范围强降水过程, 137 个监测站共 130 个站出现降水, 平均降水量 42.4 毫米, 其中, 大暴雨 (≥ 100 毫米) 6 个站, 暴雨 (50-99.9 毫米) 40 个站, 大雨 (25-49.9 毫米) 63 个站, 中雨 (10-24.9 毫米) 11 个站, 小雨 (0.1-9.9 毫米) 10 个站。本次最大降水量 (固阳县杨六圪卜累计降水量为 175.4 毫米 (19 日 04 时-17 时)), 降水站点数 (本次大暴雨 6 个站, 暴雨 40 个站), 最大雨强 (固阳县杨六圪卜 07 ~ 08 时为 84.7 毫米/小时), 均创历史极值。

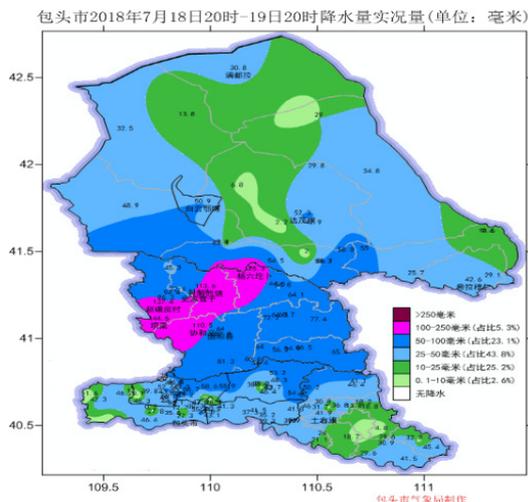


图 1 2018 年 7 月 18 日 20 时至 19 日 20 时
包头市降水量实况图 (单位: mm)

本次过程一是具有范围广、强度大的特点, 与地形关系密切, 降水量沿阴山一带向南北递减; 二是降雨持续时间长, 降水时段集中 (19 日 04 时-17 时), 累计雨量大, 短时雨强大 (最大 84.7 毫米/小时); 三是灾情严重, 强降水引发山洪地质灾害、城市内涝等, 造成人员伤亡和极大的财产损失。

2. 环流特征分析

2.1 大尺度背景分析

7 月 19 日 08 时前后为本次降水集中时段, 对各层要素

进行分析 (图 2) 发现, 200 百帕高空急流轴呈东东北-西西南向位于 45° N 以北蒙古国境内, 暴雨区恰在高空急流的入口区右侧。500 百帕形势欧亚高纬为两脊一槽, 乌拉尔山东侧和贝加尔湖附近分别有一弱脊, 两脊之间新疆北部为一低涡系统; 中纬度为东亚大槽伴有短波槽活动, 暴雨发生在高空槽前正涡度平流区, 西太平洋副热带高压西段脊线在 35° N 附近, 北侧边缘北抬到内蒙古-吉林一线, 河套地区处于副高西北侧西南气流控制下; 低纬度为位于越南的 9 号台风“山神”减弱后的热低压和菲律宾以东 10 号台风“安比”。700 百帕形势分析, 台风和暴雨区的流场成波状, 台风和热低压携带的偏东风暖湿气流汇合后沿副高先向西南, 在转向西北与西风槽前西南气流汇合在陕西-内蒙古中西部一带形成低空急流, 流向暴雨区, 在低空急流左前侧河套地区形成显著的切变辐合。

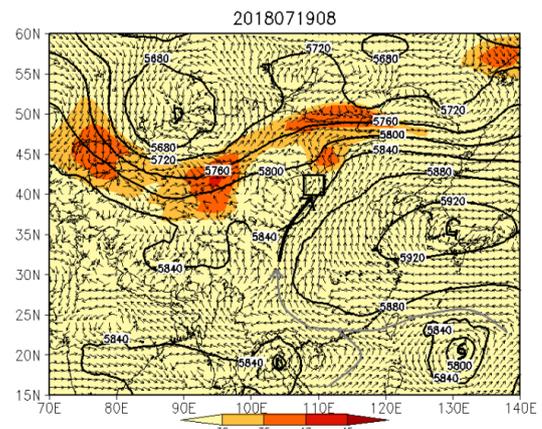


图 2 2018 年 7 月 19 日 08 时 200hPa 高空急流轴 (彩色区为西风分量 $\geq 30 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, 单位: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 、500hPa 等高线 (黑色等值线, 单位: dagpm)、700hPa 风场 (黑色矢量, 单位: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)
黑色长箭头为低空急流, 灰色长箭头示意台风扰动

2.2 地面形势分析

9 号台风“山神”19 日 02 时登陆越南, 19 日 04 时减弱为热低压, 位于 105° E, 19° N 越南境内; 菲律宾以东热低压在 18 日 20 时加强为 10 号台风“安比”, 位于 129° E,



18° N 太平洋洋面上,携卷着大量水汽和季风,缓慢的沿西北向路径移动。19日08时地面图分析(图3),内蒙古阿拉善至宁夏一带为低压系统,低压中心向南伸出一条冷锋,向东有一暖锋,锋面缓慢向东北方向移动;暴雨区出现在低压前部冷锋暖区中,主要原因为锋前暖湿气流受到西南气流的阻挡,并且暖湿气流得到持续性补充,使冷锋暖区更暖,锋面强度更强,降水剧烈并持续。

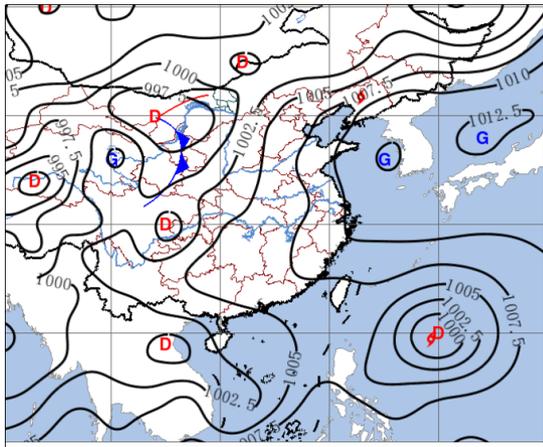


图3 2018年7月19日08时地面气压场
(黑色等值线,单位:hPa)

通过分析发现,沿副高西北侧边缘的西南气流,与西风带高空槽前西南气流共同作用形成低空急流,为暴雨区暖湿气流的持续输送提供有利形势;中纬度西风槽在台风和副高的阻挡下稳定少动,形成了稳定的背景环流形势,有利于降水时间的持续;沿副高外围传输的暖湿气流与西风槽输送的干冷空气在宁夏一带相遇形成冷锋,为暴雨的产生提供底层动力抬升作用。

3. 水汽场分析

分析19日08时700百帕流场和相对湿度,本次暴雨区水汽主要来自于南海和孟加拉湾的西南向暖湿气流,受沿副高外围移动的台风扰动的阻挡,气压梯度加大,风向加大,形成西南-东北水汽输送通道,在陕西-内蒙古中西部一带受西风槽前气流影响形成低空急流,为暴雨的产生提供充足的水汽输送,在低空急流左前侧的暴雨区,相对湿度达到95%以上;根据水汽通量和水汽通量散度场分析水汽通量大值区与低空急流对应,西南暖湿气流在内蒙古河套上游形成水汽通量散度辐合,辐合中心在低空急流左前侧,达到 $-3.5 \cdot 10^{-7} \text{g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$;根据暴雨中心(110° E、41° N)逐6小时水汽通量散度演变,强降水发生在水汽通量散度峰值区,达到 $-2.79 \cdot 10^{-7} \text{g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

4. 动力条件分析

4.1 高低空急流的耦合

分析19日08时高低空急流配置,散度场有明显的低层

辐合高层辐散结构,高层辐散区在高空急流的入口区右侧,辐散中心达到 $10 \times 10^{-5} \text{s}^{-1}$,低层辐合中心在低空急流左前侧,辐合中心达到 $-6 \times 10^{-5} \text{s}^{-1}$,辐合辐散中心都与暴雨区重合。高低空急流的耦合配置的抽吸作用增大了上升运动的发展,强降水发生在高低空急流耦合的最强时段。

4.2 触发机制

本次暴雨中心位置为110° E、41° N,沿110° E做垂直速度的剖面,暴雨中心位置上升运动从900百帕一直延伸到200百帕以上,上升中心在550百帕附近,强度达到 $-3.2 \text{Pa} \cdot \text{s}^{-1}$ 以上。本次过程的动力条件包括高低空急流耦合的抽吸作用,500百帕高空槽前正涡度平流和700百帕的切边辐合(图2),以及地面冷锋和倒槽顶部辐合抬升(图3)的共同作用外,通过分析10米风场发现在包头中部有东东北-西西南向地面辐合线的存在,考虑到阴山山脉的地形因素影响,强盛的偏南暖湿气流在山脉的地形抬升和地面复合线的触发下和高低空系统的综合配置下,高温高湿的不稳定气团产生上升对流运动,为强降水的发生提供十分强烈的动力抬升条件,对流发展迅速且强烈。

结论

本次降水过程是中纬度西风槽和副高、台风共同影响下的暴雨天气过程:副高的异常偏北和西风槽前西北气流汇合,促使低空急流的产生,高、低空急流的耦合作用使上升运动十分强盛的原因,地面辐合线和山脉地形的抬升是对流运动的触发机制,为强降水的发生提供十分强烈的动力抬升条件,对流发展迅速且强烈。

参考文献

[1] 朱洪岩,陈联寿,徐祥德.中低纬度环流系统的相互作用及其暴雨特征的模拟研究[J].大气科学,2000,24(5):669-675.
 [2] 武麦凤,王桂梅,曹玲玲,等.台风“洛克”远距离引发陕西暴雨过程的成因分析[J].高原气象,2014,33(5):1297-1304.
 [3] 张雅斌,马晓华,冉令坤,侯建忠,等.关中地区两次初夏区域性暴雨过程特征分析[J].高原气象,2016,35(3):708-725.
 [4] 杜小玲,杨静,彭芳,等.贵州望谟初夏暴雨环境场和物理量场合成分析[J].高原气象,32(5):1400-1413.
 [5] 朱乾根,林锦瑞,寿绍文,等.天气学原理与方法[M].北京:气象出版社,2007:320-401.

作者简介:陈琳(1992-),汉族,内蒙古包头人,本科,助理工程师,从事天气预报工作。