

陕北北部一次罕见区域性暴雨天气过程分析

毕旭¹, 周义兵², 万红卫¹

(1. 榆林市气象局, 陕西榆林 719000; 2. 安康市气象局, 陕西安康 725000)

摘要: 利用常规观测资料、自动站观测资料和榆林多普勒雷达 (CB) 观测资料, 分析 2009 年 7 月 7—8 日发生在陕北北部榆林地区的暴雨天气过程, 结果表明: 这次暴雨天气过程可分为两个时段, 第一个时段是强对流产生的局地暴雨, 第二个时段是大范围对流天气产生的区域性暴雨。对流体中低层辐合、高层辐散情况下出现中层辐合区特征可作为强降雨出现时段和地点的一个指示, 在短时临近预警时可作为强降雨预警重点区域考虑。低层偏东急流是区域性暴雨天气的触发者, 区域性暴雨天气的发生, 对应着低层偏东急流、中低空海拔 2.0~4.0 km 偏南急流、中高空海拔 4.0~8.0 km 风速 ≥ 12 m/s 的西南气流, 各层气流随高度上升顺时针旋转。区域性暴雨天气与中低空急流的出现密切相关, 中低空急流建立、增强, 区域性暴雨也随之出现、增强; 中低空急流遭到破坏, 区域性暴雨天气结束。

关键词: 区域性暴雨; 陕北北部; 多普勒雷达径向速度; 中低空急流; 触发

中图分类号: P458.1211

文献标识码: B

2009 年 7 月 7—8 日陕北北部榆林地区出现一次区域性暴雨天气过程, 榆林市 12 个县市区站出现 9 站暴雨, 出现如此大面积的区域性暴雨, 在陕北北部地区十分罕见。子洲测站累积雨量最大 138.2 mm, 1 h 最大降雨量 39.5 mm。

1 环流形势

7 月 6 日 20 时 (北京时, 下同) 500 hPa 高空图 (图略) 上, 陕北地区处于东北冷涡后部的西北气流控制之下, 中低空河套地区有偏南气流发展。7 日 08 时 500 hPa 图 (图略) 上, 河套地区处于副热带高压西侧边缘的西南气流当中, 中低空偏南气流风速较前增大。7 日 20 时 500 hPa 图 (图略) 上河套地区为 ≥ 12 m/s 的偏南气流, 中低空河套北部地区有气旋性环流和切变线存在, 高低空环流形势配置有利于降水天气的产生。

2 物理量

2.1 K 指数

7 月 6 日 08 时—8 日 08 时, 暴雨发生区 K 指数在 24~36 °C 之间, 有利于降雨天气的发生。

2.2 能量条件

7 月 6 日 20 时 θ_{se} 分布显示, 500 hPa 及以下各层暴雨发生区处于 θ_{se} 能量锋区, 沿 36°N 剖面 (图略) 显示 700 hPa 以下各层 108°E~114°E 为高能区, 暴雨区低层 θ_{se} 达 75~80 °C。7 日 08 时暴雨发生区 θ_{se} 值略微下降。7 日 20 时沿 36°N 剖面 (见图 1) 显示 700 hPa 以下各层 108°E~114°E 的高能区得到加强, 中心值达 75~85 °C, 表明 7 日 20 时低层水汽和能量条件更加有利于暴雨天气的发生。

2.3 水汽条件

水汽通量分布显示暴雨发生区附近 500 hPa 以下各层, 水汽通量值从 6 日 08 时的 2~4 g/(cm·hPa·s) 持续增加到 7 日 20 时的 6~14 g/(cm·hPa·s), 有利于暴雨天气的发生。

水汽通量散度分布显示, 暴雨发生区附近 500 hPa 及以下各层水汽通量散度值从 6 日 08 时的 $(-5 \sim -3) \times 10^{-7}$ g/(cm²·hPa·s) 下降至 7 日 20 时的 $(-25 \sim -15) \times 10^{-7}$ g/(cm²·

收稿日期: 2010-07-08

作者简介: 毕旭 (1974—), 男, 陕西西脂人, 学士, 高级工程师, 从事短期天气预报和短时临近预警研究。

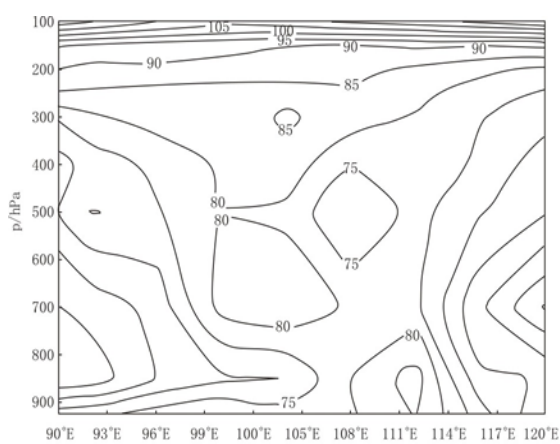


图1 2009-07-07T20 沿 36°N 剖面图

$\text{hPa} \cdot \text{s}$)。表明6日08时至7日20时500 hPa以下各层水汽辐合持续增强,为暴雨天气的发生提供了较好的水汽辐合条件。

3 自动观测站降水量资料

分析暴雨区各自动观测站逐小时雨量变化(见图2),7月7—8日暴雨区降雨主要分为两个时段:第一个时段是7日03—18时的局地暴雨时段,时段雨强较大,雨强变幅大,降雨范围小,是由局地强对流天气造成的;第二个时段是7日17时—8日08时区域性暴雨时段,降雨范围大,相对第一个时段雨强变幅小。

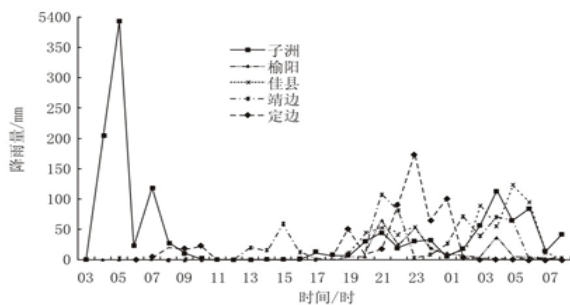


图2 2009-07-07T03—08T08 暴雨区
观测站逐时雨量图

4 多普勒雷达特征

4.1 反射率因子

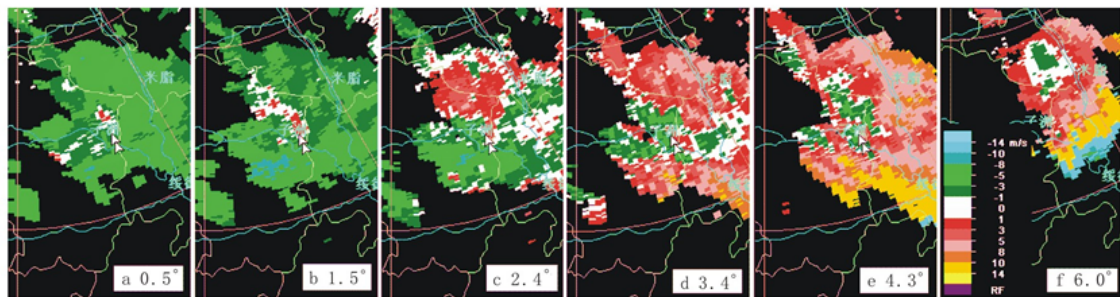
7月6日22时开始,在暴雨发生区有零星的对流单体生成并逐渐发展,7日00:11逐渐发展成为一条长约150 km,最宽处约20 km呈

WNW—ESE走向的强回波带,产生局地降水,回波带向ESE方向的子洲测站移动,逐渐加长加宽,对流发展旺盛且逐渐加强。7日03:09开始 $\geq 50 \text{ dBz}$ 强回波出现在子洲测站上空,强回波带中的对流雨团沿回波带方向反复在子洲测站上空通过,持续到07:31后减弱,第一时段强降水天气结束。此后回波带逐渐减弱,约14时开始演变为大范围片状混合型回波,16时后产生区域性暴雨。8日04:00前后,雷达观测范围内西部上游回波逐渐减弱消失,09:58大面积降水回波移出陕北北部地区,降水天气结束。

4.2 径向速度

7月7日03时至06:55雷达径向速度图显示,海拔3.0 km以下偏南风风速由5~8 m/s持续增大到10~12 m/s。分析子洲测站附近上空的回波:7日03:09回波带前部移动到子洲上空,径向速度图 3.4° 仰角(子洲附近海拔5.5 km)及以下对流体为辐合, 4.3° 仰角(海拔7.5 km)以上为辐散,表明这一时段对流体辐合较强;04:16, 2.4° 仰角以下(海拔5.5 km以下,见图3a、b、c)的辐合进一步加强(正负径向速度差较前增大), 3.4° ~ 4.3° 仰角(海拔6.5~7.5 km,见图3d、e)出现中层辐合区^[1-2], 6.0° 仰角(海拔9.6 km,见图3f)为强辐散,说明此时的对流非常强。中层辐合区维持到04:41。04:47后 0.5° 仰角转为辐散,对流开始减弱。分析表明这一时段子洲站强降水主要产生在低空偏南气流增强到低空偏南急流建立过程中,低层风速辐合增强了上升运动,在雨强最大的04—05时对流体中出现了中层辐合区,说明该时段由于降雨强度大而引发较强的下沉气流。可见,对流体中低层辐合、高层辐散情况下出现中层辐合区特征可作为强降雨时段和出现地点的一个指示,在短临时临近预警时可作为强降雨预警重点地区考虑。

7日08:00—14:21海拔1.3~2.6 km(1.5° 仰角,距离雷达约5~50 km)低空偏南急流的最大风速 $\geq 14 \text{ m/s}$,海拔3.3~7.5 km的西南气流风速逐渐增加到 $\geq 12 \text{ m/s}$,表明在低空2.6 km以下偏南急流风速增大的同时,中高空3.3~7.5 km的西南风风速也持续增加。此时段对应局地



白色双箭头为同一位置，距离每圈间隔 50 km，下同

图 3 2009-07-07T04: 16 榆林多普勒雷达不同仰角径向速度图

强对流转为大面积对流天气的过程。

7 日 16 时前后海拔 1.5 km 以下逐渐出现偏东气流，且风速持续增大，18:50 低层偏东急流（风速 ≥ 12 m/s）建立。19:02（见图 4a）暴雨发生区海拔 1.5 km（1.5°仰角，距雷达约 30 km 内）以下为偏东急流，海拔 1.5~2.5 km（1.5°仰角，距雷达约 30~115 km）为东南急流，海拔 2.5~4.0 km（1.5°仰角，距雷达约 115~150 km）为风速 ≥ 12 m/s 偏南急流，海拔 4.0~8.0 km（1.5°仰角，距雷达约 150~300 km）为风速 ≥ 12 m/s 的西南气流，其中在大范围的径向速度 ≤ -12 m/s 的区域出现 ≤ 10 m/s 的区域，发生速度模糊，表明海拔 4.0~8.0 km 高空西南气流最大风速 ≥ 18 m/s，高空 8.0 km 以上为西北气流。21:29 低空偏东急流最大风速 ≥ 14 m/s，22:54 低空

偏东急流风速减小， ≥ 14 m/s 气流消失。对应低空偏东急流 ≥ 14 m/s 风速出现期间，海拔 2.5~4.0 km 的偏南急流风速也增大到 14 m/s 以上，且 ≥ 14 m/s 区域面积持续增加。

8 日 00:20 后低空偏东急流迅速减弱，01:02 海拔 1.9~8.0 km 的东南急流、偏南急流、西南气流中风速 ≥ 14 m/s 的区域连在一起，01:34（见图 4b）东南急流、偏南急流、西南气流中出现风速 ≥ 18 m/s 和风速 ≥ 20 m/s 的区域，表明 1.9 km 以上的暖湿气流风速继续增大，说明虽然海拔 1.5 km 以下的偏东急流消失，但是海拔 1.9 km 以上的低空急流继续增强。区域性暴雨随着低层偏东急流的建立而出现，表明偏东气流是区域性暴雨天气的触发者。

8 日 06:25 中高层的西北气流逐渐侵入，暴

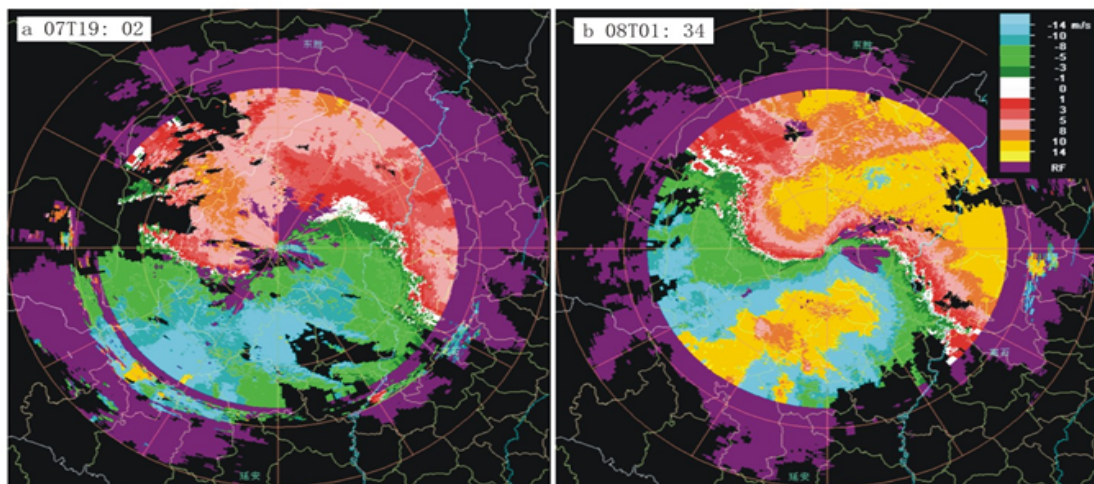


图 4 2009-07-07—08 榆林多普勒雷达 1.5°仰角径向速度图

青藏高原东北侧致洪暴雨湿位涡特征分析

艾丽华, 井 喜

(榆林市气象局, 陕西榆林 719000)

摘 要: 利用湿位涡理论, 对青藏高原东北侧致洪暴雨作系统分析。根据 700 hPa 湿正压场特征, 将青藏高原东北侧致洪暴雨分为 3 种类型: 陕北和鄂尔多斯高原致洪暴雨、川东北和陕南致洪暴雨、青藏高原东北侧大范围致洪暴雨。归纳总结了 3 种致洪暴雨不同阶段 700 hPa 湿正压场、湿斜压场特征。为青藏高原东北侧致洪暴雨的预报研究提供参考依据。

关键词: 青藏高原东北侧; 湿位涡; 致洪暴雨

中图分类号: P426.62

文献标识码: A

青藏高原东北侧是洪涝灾害多发地带, 1977 年 7 月 6 日延河特大暴雨、8 月 2 日陕蒙交界地带特大暴雨、2002 年 6 月 9 日佛坪特大暴雨、7 月 4—5 日子长特大暴雨给当地人民生命财产造成

重大损失。开展青藏高原东北侧致洪暴雨的研究, 对防灾减灾具有十分重要的意义。应用湿位涡理论, 对青藏高原东北侧致洪暴雨作了较系统的分析研究, 以便对今后的暴雨预报提供一些有益的

收稿日期: 2010-07-08

基金项目: 中国气象科学研究院灾害天气国家重点实验室基金 (2007LASW10)

作者简介: 艾丽华 (1960—), 女, 陕西西脂人, 工程师, 主要从事统计和行政执法等。

雨区降水天气自西向东逐渐减弱结束, 海拔 1.9 ~8.0 km 风速逐渐减小, 07:38 海拔 2.0 km 以上全部转为西北气流, 暴雨区降水迅速减弱。

5 小结与讨论

5.1 2009 年 7 月 7—8 日区域性暴雨天气过程基本分为两个时段, 第一个时段是强对流产生的局地暴雨, 历时短雨强大。第二个时段是大范围暴雨, 雨强相对小, 持续时间长。第一个暴雨时段对应着低空急流建立的过程, 风速辐合增强了对流体低层的辐合, 是有利于强降水产生的动力条件。

5.2 对流体中低层辐合、高层辐散情况下出现中层辐合区特征可作为强降雨出现时段和出现地点的一个指示, 在短时临近预警时可作为强降雨重点预警区域考虑。

5.3 低空偏南急流增强和中高空西南气流风速的增大为区域性暴雨的发生提供了较好的上升运

动条件和水汽辐合、抬升条件。

5.4 区域性暴雨天气的发生, 对应着 4 层气流, 低层海拔 1.9 km 以下偏东急流, 低空海拔 2.0~4.0 km 的偏南急流, 中高空海拔 4.0~8.0 km 的风速 ≥ 12 m/s 的西南气流, 高空 8.0 km 以上的西北气流。各层气流随高度上升逐渐顺时针旋转。区域性的暴雨天气与中低空急流密切相关: 低空偏东急流是大范围暴雨天气的触发者, 中低空急流建立、增强, 区域性暴雨随之出现、增强; 中高空西北气流侵入, 中低空急流遭到破坏, 区域性暴雨天气迅速减弱结束。

参考文献:

- [1] 俞小鼎, 姚秀萍, 熊廷南, 等. 多普勒天气雷达原理与业务应用 [M]. 北京: 气象出版社, 2006.
- [2] 毕旭, 罗慧, 刘勇. 陕西中部一次下击暴流的多普勒雷达回波特征[J]. 气象, 2007, 33(1): 70-73.