

一次切变线暴雨的精细化分析

杜丽娅, 刘伟, 王聪 (河南省濮阳市气象台, 河南濮阳 457000)

摘要 应用常规观测资料、NCEP FNL $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ 再分析资料,对切变线暴雨的落区进行精细化分析。结果表明,切变线的位置和锋面抬升的作用对暴雨落区的判断有重要作用;影响系统的空间结构及冷暖空气的相互作用对暴雨落区的精细化预报至关重要。当东北地区有冷空气从西北方向经陆路入侵时,切变线南侧的暖湿气流被锋面抬升至切变线附近,与冷空气交汇辐合,从而产生了暴雨。

关键词 切变线;暴雨;落区;精细化

中图分类号 S161.6 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2013)07-03029-03

Fine Analysis on the Shear Line Heavy Rain
DU Li-ya et al (Puyang Meteorological Observatory, Puyang, Henan 457000)

Abstract Based on the conventional observational data and NCEP FNL $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ reanalysis data, the rainfall distribution of shear line heavy rain was refinedly analyzed. The results showed that, the interaction of the shear line and frontal uplift is important to the distribution of heavy rain. The spatial structure of affecting system and the interaction between cold and warm air are essential to the heavy rain fine forecast. When the Northeast cold air invaded from the northwest region, the warm air flow with shear line was lifted by the front, and met the cold air in the shear line, and then a heavy rain was produced.

Key words Shear line; Rainfall; Distribution of heavy rain; Fine

切变线是指低空风场上气旋性的风向不连续线,大部分降水过程均有低层切变存在,考虑到天气系统的空间结构,孙兴池等把低层为切变、地面为静止锋或与地面锋面无关的天气系统划归为切变线过程^[1]。由于切变线影响过程地面形势复杂,尤其当切变线影响与地面锋面无关时,地面往往不存在明显的中尺度辐合线,暴雨落区预报难度大,空、漏报率高,因此,切变线暴雨的预报是实际业务的难点。目前对切变线暴雨的研究取得很多新的研究成果和观测事实^[1-4]。

2012年7月31日08:00~8月1日08:00在河南濮阳的南乐县、清丰县和范县以及安阳北部、河北东部、天津和山东西北部出现了一次区域暴雨天气过程(图1),冀鲁交界的部分地区甚至达到了大暴雨的量级。笔者利用MICAPS实况观测插值成 $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ 的格点资料、NCEP FNL $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ 资料对此次暴雨系统的空间结构、冷暖空气的配置和水汽通道的建立等进行分析,从而为切变线暴雨的落区预报提供依据。

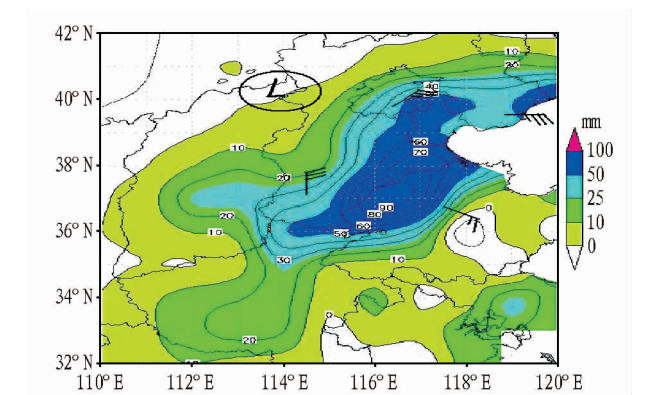
1 环流形势分析

1.1 500 hPa 环流形势 7月31日20:00 500 hPa,在欧亚的中高纬度是三槽两脊的环流形势,其中巴尔喀什湖以北有一低涡,新疆地区有一高压脊,贝加尔湖附近是一低压,内蒙东北部和黑龙江东北为一对分别有着闭合风场的高低压;高原为大陆高压控制,中心在日本海的西太平洋副热带高压外围的548 dagpm线西伸至 112°E ,脊线在 33°N ;经内蒙临河、银川至四川红原县有一个低槽,槽前西南气流与副热带高压北侧的西南气流汇合,成为此次暴雨过程的引导气流。

1.2 850 和 925 hPa 环流形势 7月31日850 hPa,在河北东南部和山东西北部有一个有着闭合风场的低涡环流,同时在东北冷涡后有冷空气经山西河北从陆上扩散南下,从西部和北部侵入低涡,对暴雨落区有重要的指示意义;925 hPa,在天津和山东西北部有一条由东南风和东北风形成的暖切

变线,而在山西北部 and 河北中部有一个冷中心(图1)。冷中心前部为 10 m/s 的东北风和 12 m/s 的偏北风,这支偏北气流携带着冷空气与切变线南侧的偏东风和东南风携带的暖湿气流交汇并辐合在切变线上。

1.3 地面形势 从7月31日20:00地面图(图略)可看出,在东北有冷高压存在,高压后部伸展至河套地区;在鲁豫苏皖地区有低压倒槽存在,高低压之间等压线并不稠密,且风力较小,大多为 2 m/s 的偏北风,有弱冷空气侵入倒槽,强降水位于倒槽的西北部的东北气流中。



注:图内L为925 hPa冷中心。
图1 2012年8月1日08:00地面24 h降水量和7月31日20:00 925 hPa暴雨区周围风场

2 影响系统的空间结构差异

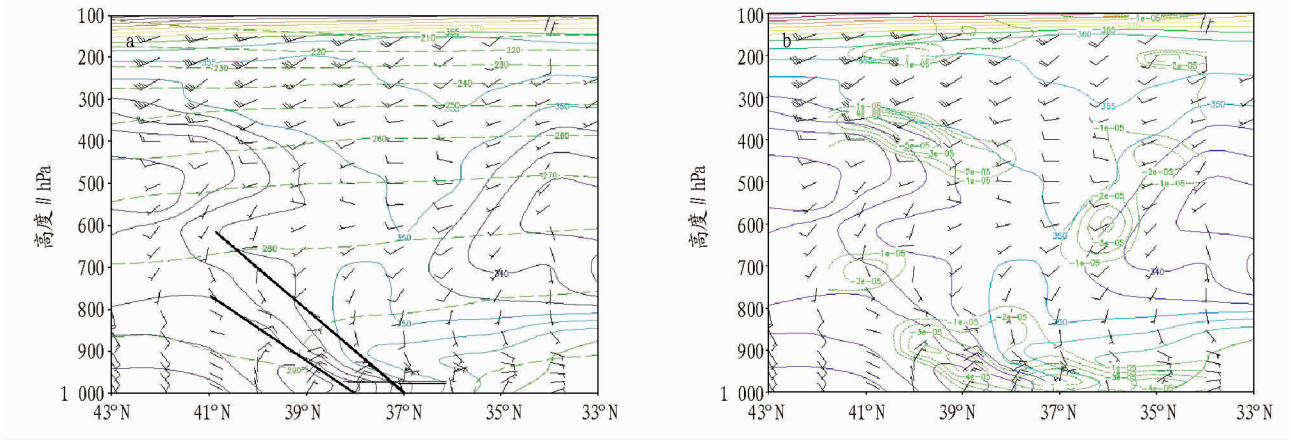
为了揭示暴雨落区与影响系统空间结构的关系,制作沿 116°E 的经向垂直剖面图(图2),由图2可见,从地面到600 hPa高空有随高度向冷区倾斜的相当位温密集区,即锋区所在,锋区内等温线下凹,但水平梯度较小,此次过程为弱冷空气影响。锋区内不仅等温线下凹平缓,等相当位温线也较稀疏,风力也较小,锋区较弱,因而在实际预报中易忽视锋区的存在。仅在950 hPa的边界层等相当位温线较密集,风力较大,且有切变线存在。从图2a可以看到,边界层切变线位于 $36^{\circ} \sim 38^{\circ} \text{N}$,与等相当位温线的槽线相一致,高层弱冷空气侵

作者简介 杜丽娅(1983-),女,河南濮阳人,助理工程师,从事短期预报工作,E-mail:303984523@qq.com。
收稿日期 2013-02-18

入到切变线中;36°N 以南的暖湿空气在边界层切变线上与冷空气交汇辐合凝结成雨,因而 950 hPa 的边界层切变线对暴雨的形成至关重要,在图 2b 上也可以看到散度场上的辐合中心与暴雨区有较好的对应关系。

这次过程中高空槽明显偏后,为后倾槽结构,500 hPa 以上为西南气流,锋面坡度较小,属第 1 型冷锋。850 hPa 低涡中心附近仅有大于 8 m/s 的偏南风,但在 925 hPa 的边界层有来自渤海和东海的较强的暖湿气流(图 1),因而此次过程

的暖湿条件还是比较好的,表现在空间剖面图(图 2a)上,锋前有相当位温 ≥ 350 K 的暖湿气流沿锋面向北向上延展至 700 hPa。这些暖湿气流沿锋面爬升至边界层切变线时,就在切变线上与高空扩散下来的冷空气交汇辐合,形成了暴雨。总之,锋面抬升在锋面之后 1 个纬距左右的对流层中层(750 hPa)达到最强,但由于边界层切变线高度低,暴雨区并没有在锋面以北 1~2 个纬距处发生^[5],反而与边界层的辐合中心最大值有很好的对应关系。



注:图 a 为相当位温(实线)、温度(长虚线)和风场,图 b 为相当位温(实线)、散度(短虚线,单位: s^{-1})和风场。

图 2 2012 年 7 月 31 日 20:00 沿 116°E 的经向垂直剖面

3 边界层的水汽输送

3.1 水汽通道 此次过程发生在副高边缘,由于 500 hPa 高空槽和低层切变线的存在,在鲁豫苏皖有西南气流存在,但西南气流范围小、强度弱,不足以在对流层中低层建立有利的水汽通道。从水汽通量的空间剖面图(图 3a)可以看到,高空仅在 850 hPa 有一个 $16\text{ g}/(\text{cm} \cdot \text{hPa} \cdot \text{s})$ 的水汽通量大

值区,主要的大值区均是在边界层内,其中在渤海南部(119°E)就有一个 $20\text{ g}/(\text{cm} \cdot \text{hPa} \cdot \text{s})$ 的大值中心,在河北东南部(115°E)有一个 $16\text{ g}/(\text{cm} \cdot \text{hPa} \cdot \text{s})$ 的大值中心。从 950 hPa 水汽通量图(图 3b)可以看到,这些水汽通道是东南气流把东海的水汽往鲁东输送,从而在鲁东北部的渤海南部形成大值区的;而河北东南部的大值区则是由渤海海域的

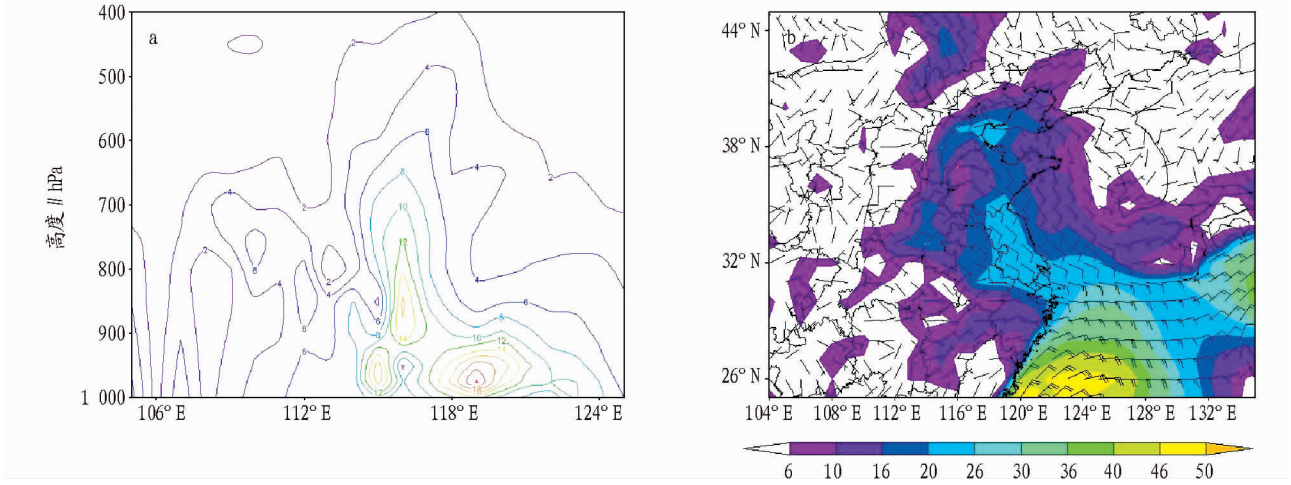


图 3 2012 年 7 月 31 日 20:00 水汽通量沿 37°N 垂直剖面[a, $\text{g}/(\text{cm} \cdot \text{hPa} \cdot \text{s})$]以及 950 hPa 水汽通量和风场(b)

东北气流输送的水汽形成的。

3.2 低涡与水汽辐合 边界层的水汽通道在暴雨区周围输送了大量水汽,水汽通量散度是反应一个地区水汽的集中程度的物理量^[6],从 950 hPa 水汽通量散度图(图 4a)可以看到,这些水汽集中在渤海西部、河北东部和河南濮阳 3 个中心点上。从 950 hPa 涡度图(图 4b)可以看到,在冀鲁交界的

地方有一个中尺度涡旋在边界层辐合线上,聚集在边界层辐合线周围的大量水汽在这个涡旋的作用下辐合,为暴雨的产生和维持提供了水汽来源。

4 结论与讨论

(1) 低层切变线是暴雨预报的重要因素,但仅根据切变线位置来判断暴雨落区是不够的,暴雨落区的精细化预报更

依赖于对冷暖空气的相互作用、影响系统的空间结构的细致

分析。

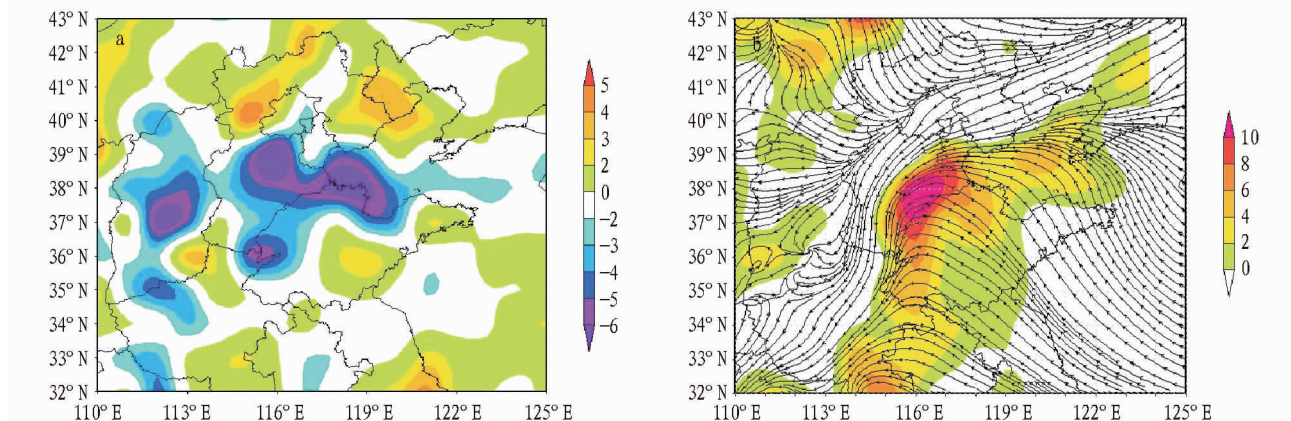


图 4 2012 年 7 月 31 日 20:00 950 hPa 水汽通量散度[$a, 10^{-5} \text{ g}/(\text{cm} \cdot \text{hPa} \cdot \text{s})$]和涡度(单位: 10^{-5} s^{-1})、流场(b)

(2)分析系统空间结构可见,锋面抬升往往在锋面之后 1 个纬距左右的对流层中层达到最强。但切变线所在高度对暴雨落区的影响更大。如果切变线位于对流层低层,则暴雨区往往发生在锋面以北 1~2 个纬距左右处。而此次过程的切变线位于边界层内,所以 700 hPa 垂直运动与暴雨区的对应关系不是很好。

(3)在切变线影响时,当东北地区有冷空气经山西河北从陆上入侵时,冷暖空气交汇在切变线上,切变线南侧暖湿气流强盛,而由于切变线位于边界层内,动力和热力辐合均在切变线附近,所以暴雨区跟切变线有很好的对应关系。

参考文献

- [1] 孙兴池,王建国,薛德强,等. 2005 年 9 月 18 日山东突发区域性暴雨过程分析[J]. 中国海洋大学学报,2006,36(4):595-600.
- [2] 肖艳姣,张家国,万蓉,等. 切变线暴雨中尺度系统的多普勒雷达资料分析[J]. 气象,2005,31(2):35-38.
- [3] 吴君,汤剑平,邵庆国,等. 切变线暴雨过程中湿位涡的中尺度时空特征[J]. 气象,2007,33(10):45-51.
- [4] 孙兴池,王业宏,迟竹萍. 气旋冷暖区暴雨对比分析[J]. 气象,2006,32(6):59-65.
- [5] 孙兴池,王西磊,周雪松. 纬向切变线暴雨落区的精细化分析[J]. 气象,2012,38(7):779-785.
- [6] 朱乾跟,林锦瑞,寿绍文,等. 天气学原理和方法[M]. 北京:气象出版社,2000:638.

(上接第 3022 页)

地资源的作用,实现绿地生态效益的最大化。要尽可能地减少大广场、大草坪、大模纹、大色块等的建设,减少小品、雕塑、喷泉等硬质铺装的建设。建设过程中选择的植被种类要符合植物的生长规律,要实施多样化的绿化方式。乔灌木及立体化等模式要向空间发展,大力实施推广立体绿化及垂直绿化。

3.4 大力推广环保节能材料的使用 园林绿化的铺装要尽可能使用节能环保的透水材料,杜绝大量使用木材。加大绿化科研经费的投入,增强科研人员的素质,提高科研成果推广能力,广泛开展节约型园林绿化工作。

3.5 推广应用乡土植物 乡土树种作为目前广泛应用于园林绿地的植被,具备典型的易推广性,病虫害少,而且有利于营造具有地方特色的景观。避免盲目追求园林建设的“新、奇、特”,或为提高园林档次引入不符合当地的外来树种,要改变绿化建设观念,树立植物无贵贱的理念,只要适合就是最好。

3.6 大力提倡节水型绿化技术 我国是一个水资源比较匮乏的国家,尤其是淡水资源并不丰富,要树立节约用水的理念。园林绿化中要大力推广使用节水耐旱的植物;进一步加强先进灌溉技术的应用,引入诸如微喷、滴灌、渗灌的方式,使灌溉方式达到最大节水的目的;加大中水的应用范围;提高雨水利用率,加大在集雨贮水方面的投资,努力发展形成集雨型绿地^[2]。另外,要研究绿化中的配置模式,实施有效的节水绿化。

3.7 大力推进自然、生态型的绿化建设模式 要在绿化过

程的各个环节实施节约型规划,使得绿化尽可能地符合节约型理念。要积极推进河道、景观水体护坡驳岸的生态化,杜绝人工化的对水体、河塘进行驳岸硬化,无特殊的航道及泄洪功能,要尽可能地保留自然现状,只有这样才能保留生物交换的通道。广场建设要生态化,地面铺装尽量采用透气透水的环保型材料。

3.8 推进资源利用,做好循环持续发展 园林绿化养护会产生大量的残余枝叶、树干和草坪等资源,若不采取合理的应用方法则会导致园林环境恶化,给城市的垃圾清理工作带来困难,严重违反了节约型绿地建设要求。所以,开发园林废物利用方法,对于加大园林节约有着重要的意义。利用园林的废弃物能够节约大部分的维护成本,并且将园林废弃物进行合理的循环利用^[3]。清除园林废弃物能够提升其环境,帮助园林提高自我净化能力。可以看出,推进资源利用,做好循环持续发展,能够进一步促进节约型园林建设。

4 结语

生态节约型园林的建设需要长期的积累,结合园林实际情况发展出新的设计、建设和维护技术,严格执行生态节约型园林发展要求,不断促进我国园林行业的发展。

参考文献

- [1] 赵艳岭. 城市公园植物景观设计[M]. 北京:化学工业出版社,2011.
- [2] 张绿水,汪建华. 浅谈发展我国节约型园林的技术途径及管理对策[J]. 生态经济,2010(4):139-142.
- [3] 杨思勇. 建设节约型园林绿化实现城市可持续发展[J]. 河北林业科技,2010(1):51-52.