

一次春季罕见的降水天气过程分析

王晓明 张智勇

(吉林省气象台, 长春 130062)

提 要: 对吉林省 2005 年春季 (4 月 19—22 日) 罕见的降水天气过程在大尺度环流形势、物理条件分析的基础上, 重点对其逐时自动站风场资料进行分析, 结果表明利用逐时自动站风场分析的中尺度切变对强降水落区、降水强度和强降水发生的时间都具有很好的指示意义; 中尺度切变的形成也与地形条件有关。

关键词: 大尺度环流形势 自动站风场 中尺度切变 地形影响

Analysis of a Rare Rainy Process in Spring

Wang Xiaoming Zhang Zhiyong

(Jilin Meteorological Observatory, Changchun 130062)

Abstract: A rainy process in spring in 2005 in Jilin Province is analyzed based on its large-scale circulation and physical factors, especially the wind data of automatic weather stations. The result shows that the mid-scale shear line ensured by the wind data of automatic weather stations has some relationship with the region, the intensity and the happening time of rainfall, and the geographic effect plays an important role in the appearance of the mid-scale shear line.

Key Words: large-scale circulation wind data of automatic weather stations mid-scale shear line geographic effect

引言

吉林省地处中高纬度，受西风带系统影响盛行偏西气流，尤其是春季多为平直环流控制，槽脊移动速度较快，加之该区春季多大风天气，空气干燥，水汽条件差，因此降水天气较少。吉林省又是农业大省，春季降水尤其是第一场透雨（中西部地区平均降水量10mm以上）出现的时间对农业生产至关重要。本文对2005年春播期一次罕见的降水天气过程在大尺度环境场分析的基础上，重点对自动站风场资料进行了分析，发现在有利的大尺度背景条件下，中尺度切变对大降水落区和时间具有一定的指示意义，中尺度切变的形成与地形条件关系极为密切。

1 降水天气概况

受高空低涡和地面气旋共同影响，2005年4月19—22日吉林省自西向东出现了一场近10年来同期最明显的降水天气过程。全省过程平均降水量为29.2mm，其中该省中部、南部的各站降水量一般在30~60mm之间，舒兰最大为84.7mm。此次过程降水量之大，居历史同期第三位。由于降水持续时间长、地域分布不均，给春播带来了诸多不利。此降水天气过程基本上是从4月19日08时以后开始的，主要降水时段出现在19日午后到20日白天，其中6小时最大降水量有两个时段，一是19日的14—20时，吉林省中部有11站降中雨，长春最大为16mm；二是20日的02—08时，吉林省的中部和南部为中到大雨，通化县降水最大为38mm。日降水量最大的时段是19日20时—20日20时，中部和南部基本是以大雨为主，北部的舒兰降了暴雨。在这场降水天气过程的同时，还出现了寒潮天气。另外由于去冬雪多，春季回暖后本省东南部山区部分地方出现了桃花水，再加上这场降水天气使

得位于中部偏东的吉林地区出现了多年不见的严重春汛。

2 大尺度环境条件分析

2.1 大尺度环流形势

19日08时欧亚上空500hPa为两脊一槽型（图1），其显著特点为：一是东部脊特强。高压脊呈南北向且振幅大，高脊自30°N直伸至60°N，其脊线在130°E附近；二是在两高之间的槽很深。高空槽呈南北向自50°N南伸至30°N并与低涡相伴，槽后有较强的冷空气配合，槽后脊前冷暖平流均很强；三是槽前有一支很强的偏南急流。槽前偏南风大于 $20\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ，槽后的偏北急流也在 $30\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 以上，导致槽前强辐合。低层850hPa形势与高层类似，所不同之处：一是与槽相伴的低涡强，中心值为1310gpm，且有5根闭合等高线；二是等温线与等高线基本正交，预示着未来系统将持续发展加强；三是槽前有南风急流，中心为 $22\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 且在吉林省中部南部有明显辐合；四是东部高压特强，其东部的海上高压中心为1600gpm。上述形势特征极像汛期副热带高压后部暴雨的形势场分布。

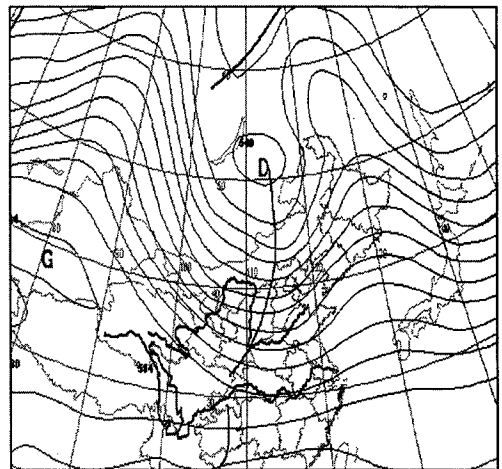


图1 2005年4月19日08时500hPa形势图

2.2 高低空急流与水汽输送

北方的春季风干物燥，要产生大降水必须要有充足的水汽和水汽供应才行，而急流是水汽的重要输送带。此降水过程 500hPa 和 850hPa 急流不仅同时存在，而且在降水前 24 小时即 18 日 20 时高低空就有一支分别大于 $20\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 和 $8 \sim 12\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 的西南急流，且位于吉林省西部边缘，19 日 20 时

850hPa 大于 $20\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 的西南急流转变为南风急流，直伸向吉林省南部和东部。与之对应的 850hPa 有来自南方海上的水汽通量大值区伸向吉林省的中东部地区（图 2 左），在吉林南部与辽宁交界处有 $-50 \times 10^{-3} \text{g} \cdot (\text{hPa} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s})^{-1}$ 的水汽通量散度辐合中心（图 2 右），它在强南风急流的作用下，向北输送影响吉林省。

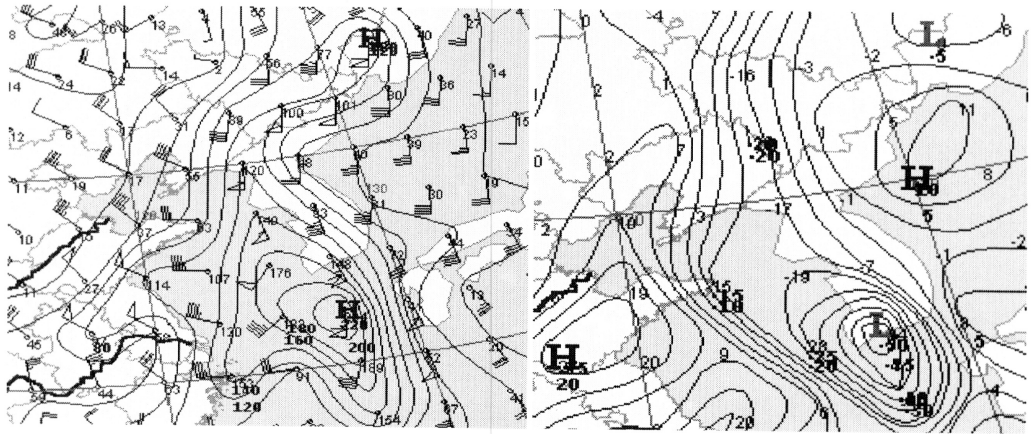


图 2 2005 年 4 月 19 日 20 时 850hPa 风场和水汽通量（左）、水汽通量散（右）

2.3 散度与垂直速度

分析 19 日 20 时的 700hPa 垂直速度分布，南北向的上升运动区横穿吉林省中部，上升运动中心的强度相对较强。再看高低空散度的分布情况（图略），500hPa 在大降水区附近均为辐散区，南部的辐散中心位于辽宁与朝鲜半岛的交界处，辐散中心强度值为 $45 \times 10^{-6} \text{s}^{-1}$ ，与之对应的 850hPa 为辐合区，辐合中心值达 $-45 \times 10^{-6} \text{s}^{-1}$ 。这种散度场的垂直分布必将导致较强的垂直上升运动，使系统得以维持和发展。大降水区域基本与低层辐合高层辐散的区域相对应。值得注意的是，在吉林省严重干旱的西部 500hPa 有一弱的辐散中心，而低层对应的也是辐散，因此西部地区仅部分地方降了小雨。

3 自动站风场分析

自动站资料具有较高的时空分辨率，其时间分辨率可达分钟间隔，在以往的总结研究中许多学者多用其资料进行暴雨和强对流天气分析。对这次春季明显降水天气过程的逐时自动站风场资料分析可以发现，在春季的明显降水中同样有中尺度切变存在，它的生消演变对强降水落区、降水强度和强降水发生的时间都具有很好的指示意义。

3.1 中尺度切变

本次过程在降水还没开始前，吉林省中西部地区为一致的西南风，至 19 日 09 时在中西部出现了尺度较小的偏东风与偏西风的切

变（见图 3），切变的走向为 NW—SE 向，10 时切变走向近于 SW—NE 向且为 NW—SW 风的切变，之后中尺度切变在此处稳定少动并略有加强，此时降水量开始增加，6 小时降水量（08—14 时）中西部地区的松原、长春和四平地区出现了小雨，仅局地中雨，降水发生在中尺度切变的后部。

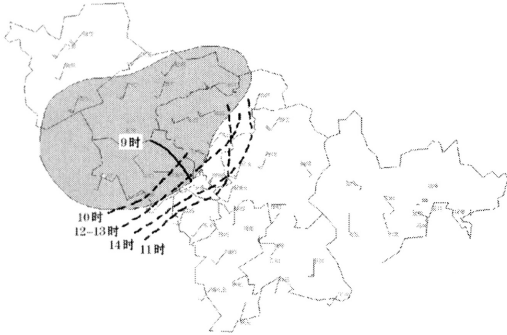


图 3 2005 年 4 月 19 日 09 时自动站风场分布与中尺度切变
图中阴影区为 6 小时降水区域

15 时开始，中尺度切变明显加强，切变两侧的风基本为对吹，风速也明显加大，最大南风出现在东丰站为 $12\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。强切变持续了 3 个小时，对应此间的降水量明显增加，14—20 时 6 小时内有 11 个站出现了 10~16mm 的降水，降水分布在切变两侧，但大降水仍然发生在切变的后部（见图 4）。

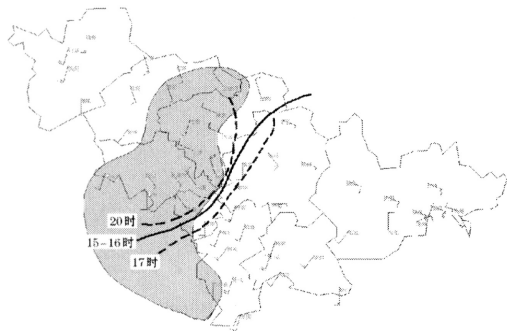


图 4 2005 年 4 月 19 日 15 时自动站风场与切变分布
阴影区为 6 小时降水量大于 10mm 的区域，下同

18 时切变消失，在短暂的消失后，19 时切变又在吉林省的中南部生成，而且随时间强度有所加强，但切变强度与前相比较弱，持续了 3~4 小时后开始减弱，20 日 00—02 时是切变相对比较弱的时段，具体表现一是切变线断裂，二是切变两侧风速减小。19 日 20 时—20 日 02 时的 6 小时降水量全省以小雨为主，南部局部中雨。

02 时吉林省南部的切变短暂消失后，03 时又开始生成，该切变逐渐加强，并在中部小幅度东西摆动（见图 5），造成吉林省中部的中到大雨天气，是这场降水的最强时段，中到大雨分布在切变两侧且更靠近西侧。

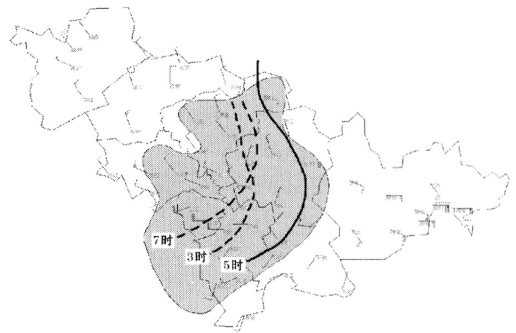


图 5 2005 年 4 月 20 日 05 时自动站风场与切变分布

20 日 08 时大尺度冷锋移至吉林省中部，冷锋前后为较均匀一致的西北风和西南风，主要降水位于冷锋前部，降水以小雨为主，在大尺度冷锋前部西南风风速辐合的区域内局部地方出现了中雨或大雨。

3.2 中尺度辐合

在这场罕见的春季降水天气过程中除有中尺度切变存在外，19 日 20 时在长春北部和吉林西部附近有中尺度辐合生成（见图 6），该辐合区直持续至 20 日 09 时，切变与辐合的共同作用使得该时段的降水量达最大。

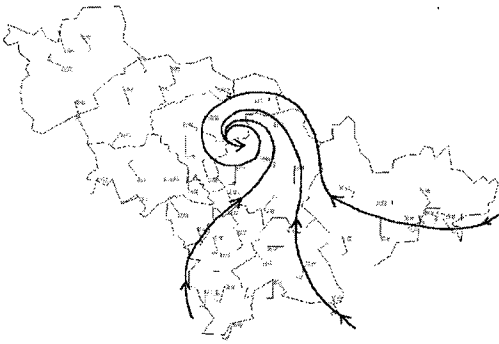


图6 2005年4月19日20时自动站风场及中尺度辐合

3.3 中尺度切变的日变化

在分析中还发现中尺度切变有明显的日变化,其特点是午后和后半夜强于午前和前半夜,最强的时段是发生在午后,强切变的持续时间是夜间长于白天。从12小时降水量来看夜间明显大于白天,这说明稳定性降水的降水持续时间占有重要作用,切变维持时间长对应的降水持续时间也长。

4 地形对中尺度切变影响分析

上面对中尺度切变的分析可以看出,该中尺度切变始终位于吉林省的中部和南部,这除了大尺度天气系统为中尺度切变形成创造有利条件外,地形条件也为其形成、稳定、加强起到了重要作用。吉林省地处东北大平原的中部,西部与大兴安岭山脉毗邻,东部是著名的长白山区,西部地势平坦,中部多丘陵,东部地势逐渐抬高,自西向东呈阶梯式分布,独特的地理位置导致西来系统经过大兴安岭进入本省后,在地形的作用下强度有所减弱,系统继续东移到长白山脉西侧时,由于地形的阻挡和抬升作用极易形成中尺度切变,或使已有的切变在此停滞加强。19日20时地面气旋位中心于 50°N 、 120°E ,与气旋相伴的冷锋位于吉林西部、辽宁中部至我国东部沿海一线,在大尺度系

统触发及有利地形条件下,在吉林省中部形成中尺度切变,中尺度切变形成于大尺度冷锋前部辐合区内及山脉的迎风坡一侧。

5 小结

(1) 中高纬度春季多受平直环流影响,异常的环流形势必然带来异常天气。本次春季罕见的降水天气过程是在亚洲经向环流发展,东亚槽南伸的环流形势和高低空西南急流的配合下产生的。

(2) 中尺度切变是产生强降水的直接原因,它对强降水落区、降水强度和强降水发生的时间都具有很好的指示意义。切变两侧风对吹时,切变稳定少动,降水区和大降水区基本位于切变西侧;NW与SW风切变时,降水区和大降水区基本位于切变东侧;当切变东西摆动时,大降水位于切变两侧。

(3) 中尺度切变在生成、加强和减弱的生命史中,减弱或消失是短暂的,约在1~3小时内,而生成后的加强稳定至少在3小时以上。与6小时较大降水时段对应的中尺度切变至少在大降水前就有3个小时以上的稳定加强期,它对强降水发生时间有一定的指示意义。

(4) 中尺度切变的形成与大尺度天气系统和地形条件密切相关,它形成于大尺度冷锋前部辐合区内及山脉的迎风坡一侧。

参考文献

- 1 牛淑贞,张素芬,席世平. 河南一次特大暴雨过程的中尺度分析[J]. 气象, 2001, 27(11): 31-34.
- 2 徐双柱. “987”武汉特大暴雨的中尺度分析[J]. 气象, 2001, 27(7): 54-57.
- 3 刘勇,张科翔. 2002年6月8日佛坪突发性特大暴雨天气过程分析[J]. 应用气象学报, 2005, 16(1): 60-68.
- 4 王晓明,谢静芳. 东北地形对强对流天气影响的分析[J]. 地理科学, 1994, 14(4): 348-354.
- 5 丁一汇. 高等天气学[M]. 北京: 气象出版社, 1991: 401-573.