

2023年通辽市科左中旗两次强降水过程特征分析

金爽

内蒙古科尔沁左翼中旗气象局, 内蒙古 通辽

收稿日期: 2024年2月20日; 录用日期: 2024年3月21日; 发布日期: 2024年3月28日

摘要

本文利用常规观测资料、EC再分析资料, 对通辽市科左中旗2023年7月发生的两次强降水过程进行了对比分析。结果表明: 两次强降水均是受到高空槽控制下的典型层状云降水过程。7.4强降水主要受锋面过境影响, 局地致灾性更强, K指数更依赖锋面过境对中层饱和程度的贡献; 7.22强降水则主要受副热带高压和西南低空急流影响, 范围更广、持续时间更长、整体强度更强, 西南低空急流对850~500温度直减率、低层水汽条件的提升使其对K指数的贡献更大。

关键词

锋面过境, 低空急流, 副热带高压

Analysis of the Characteristics of Two Heavy Precipitation Processes in Horqin Left Middle Banner, Tongliao City in 2023

Shuang Jin

Inner Mongolia Horqin Left Middle Banner Bureau of Meteorology, Tongliao Inner Mongolia

Received: Feb. 20th, 2024; accepted: Mar. 21st, 2024; published: Mar. 28th, 2024

Abstract

Using the conventional observational data and EC reanalysis data, this paper makes a comparative analysis of the two heavy precipitation processes in July in Horqin Left Middle Banner, Tongliao City in 2023. The results show that the two heavy precipitation events are typical stratiform cloud precipitation processes controlled by high-altitude troughs. The heavy precipitation on 4 July is mainly af-

ected by the frontal passage, which is more locally disastrous, and the K-index depends more on the contribution of the frontal passage to the saturation of the middle layer, while the heavy precipitation on 22 July is mainly affected by the horse latitudes and the southwest low-level jet, which has a larger range, longer duration and stronger overall strength. The southwest low-level jet contributes more to the K-index because of its improvement in the 850~500 temperature lapse rate and low-level water vapor conditions.

Keywords

Frontal Passage, Low-Level Jet, Horse Latitudes

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 前言

暴雨是我国东北地区的主要灾害性天气之一，大范围的强降水往往会造成较为严重的洪涝灾害。2023年7月份以来，通辽市科左中旗接连出现两次大范围的“大暴雨”天气过程，严重威胁到了人民群众生命财产安全。有研究表明，针对北方的暴雨天气，我国长江以北地区受到异常气旋环流东北侧的偏南风距平控制时往往存在良好的水汽输送[1]，而这条水汽通道[2]则与西太平洋副热带高压关系密切。本文选取了一次7月上旬和一次7月下旬主汛期出现的两次强降水过程，分别从降水实况、环流形势[3]、物理量特征[4]等三个方面来进行对比分析，得出结论。

2. 降水实况

2023年7月4日，受高空冷涡系统影响，内蒙古通辽市科左中旗出现强降水天气过程，平均降水量55.9毫米。科左中旗境内的23个监测站全部有降雨，其中大暴雨(100~249.9毫米)5个站，暴雨(50~99.9毫米)6个站，大雨(25~49.9毫米)2个站，中雨(10~24.9毫米)5个站，小雨(0.1~9.9毫米)5个站。最大降雨量出现在胜利乡，为155.6毫米，最大小时雨强出现在代力吉镇5日00~01时，为26.9毫米/小时。本次降水过程空间分布极为不均，整体上呈现“东多西少”的趋势。

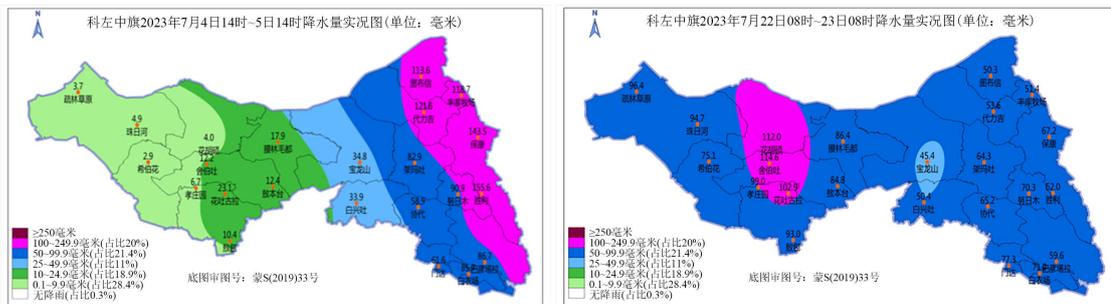


Figure 1. Actual comparison of precipitation of two heavy precipitation processes

图 1. 两次强降水过程降水量实况对比图

2023年7月22日，受副热带高压、高空冷涡系统影响，科左中旗再次出现强降水天气过程，平均降水量76.0毫米。科左中旗境内的23个监测站全部有降雨，其中大暴雨(100~249.9毫米)3个站，暴雨

(50~99.9 毫米) 19 个站, 大雨(25~49.9 毫米) 1 个站。最大降雨量出现在舍伯吐, 为 114.6 毫米, 最大小时雨强出现在舍伯吐 22 日 21~22 时, 为 26.9 毫米/小时, 降水分布情况见图 1。

以上两次过程均出现在 2023 年 7 月, 从平均降水量来看, 出现在“七下八上”主汛期时段的“7.22 强降水”过程更强, 两次强降水过程的最大小时雨强均为 26.9 毫米, 但“7.22 强降水”有 22 个站达到了暴雨量级以上, 而“7.4 强降水”仅有 11 个站。从降水的空间分布来看, “7.4 强降水”过程表现为“东多西少”, 特征极为明显, 最大降雨量达到了 155.6 毫米, 而“7.22 强降水”过程雨量空间分布则比较均匀, 最大降雨量仅为 114.6 毫米, 因此“7.4 强降水”的局地致灾性更强。

3. 环流形势

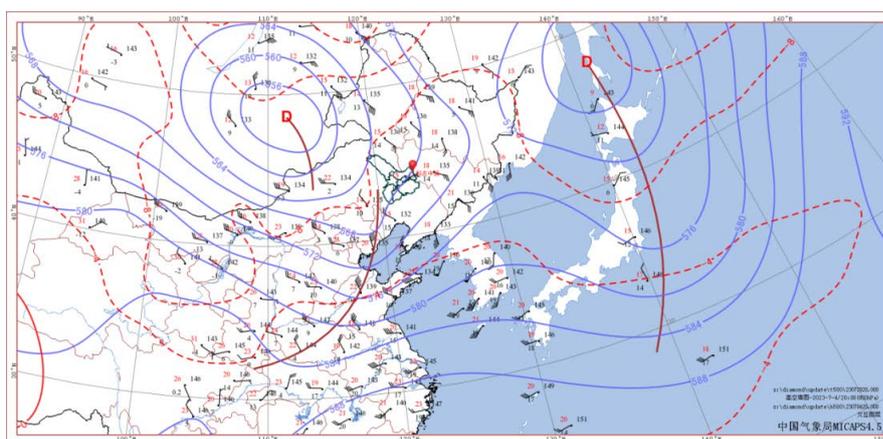


Figure 2. Subjective analysis of 500 hPa height field and temperature field and 850 hPa high altitude mapping superposition

图 2. 500 hPa 高度场、温度场主观分析与 850 hPa 高空填图叠加

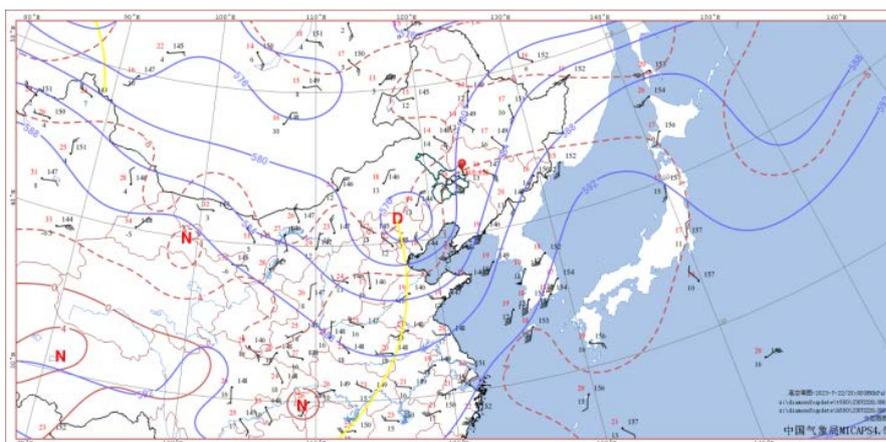


Figure 3. Subjective analysis of 500 hPa height field, temperature field and 850 hPa high altitude mapping superposition

图 3. 500 hPa 高度场、温度场主观分析与 850 hPa 高空填图叠加

7 月 4 日 20 时 500 hPa 高度场上, 中高纬环流形式为两槽一脊型, 贝加尔湖南侧的冷涡中心强度达到 5560 gpm, 但真正影响本次强降水过程的则是渤海湾附近的东亚大槽, 槽前旺盛发展的西南气流控制着科左中旗大部地区。而在 850 hPa 风场上, 可以看到明显的切变线, 但不具备影响科左中旗的低空急流。在地面图上, 4 日 14 时在渤海湾附近、贝加尔湖以南有两处地面低压中心, 渤海湾附近延伸而出的

冷锋正在向东北方向移动，贝加尔湖附近延伸出的冷锋则正在向东南方向移动。截至 5 日 02 时，前者已经先行过境并对科左中旗东南部造成了影响，截至 5 日 08 时，后者过境后则影响了东北部的降水，具体环流形式见图 2。

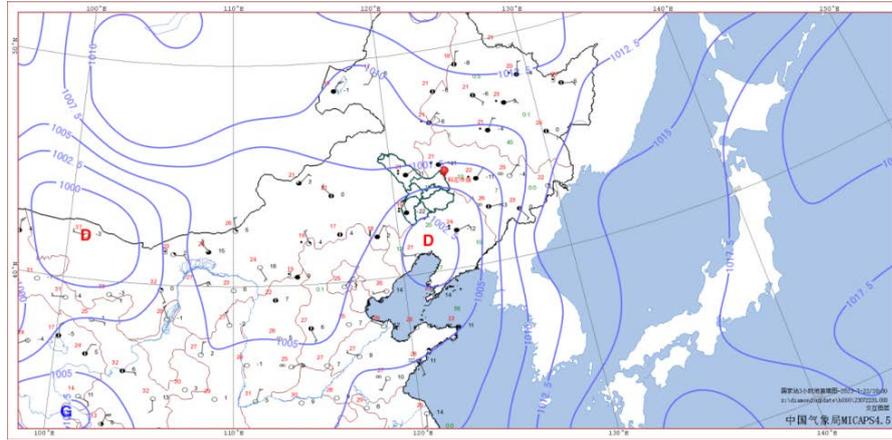


Figure 4. Surface pressure field superimposed with surface mapping at 20:00 on July 22
图 4. 7 月 22 日 20 时地面气压场与地面填图叠加

7 月 22 日 20 时 500 hPa 高度场上，中高纬环流形式为一槽一脊型，河北省北部有一冷涡，中心强度为 5750 gpm，科左中旗位于冷涡东部，受槽前西南气流控制。副热带高压 588 线沿着山东半岛以南至朝鲜半岛以北形成了强盛的高压脊，有效阻挡了冷涡的西移，在 850 hPa 风场上也可以看到，沿着副热带高压北部外沿形成的低空急流速度达 16~18 m/s，为通辽市东部输送了源源不断的暖湿气流。在 22 日 20 时的地面气压场上，地面倒槽已发展到通辽市南部，低压中心强度为 1000 hPa，而在低压中心北部的低空西南急流与偏北气流形成的暖式切变正在影响通辽市东南部，具体环流形式见图 3，地面形势场见图 4。

对比上述两次过程的环流形式可以看出，两次强降水过程均受到槽前西南气流控制，850 hPa 切变线、地面低压相互配置提供动力条件。但 7.4 强降水过程的高空槽相对更弱且并没有低空急流建立水汽通道，真正对降水起到决定性作用的则是地面低压延伸出的地面冷锋，两次锋线过境产生的叠置效应使科左中旗东部出现了大暴雨，对比科左中旗西部地区的小到中雨可以看出锋面过境几乎主导了本次强降水。7.22 强降水高空槽更深，副高外缘的低空急流更强，加之高压脊对整个系统移动的阻挡作用，使降水的持续时间更长、范围更广、影响更大，地面倒槽配合上层的切边线和高空槽所提供的动力条件更是对大范围降水起到了关键作用。

4. 物理量分析对比

通过分析高空各层物理量，再对比 7.4 强降水当天的雷达图，可以看出这次是以层状云降水为主、局地伴有弱对流天气的典型锋面降水过程。低层温度、比湿均随着高度的上升变化很大，但中层 700~500 hPa 之间却达到完全饱和，说明水汽来源与锋面的移动相关联，锋面抬升作用更为重要。4 日 20 时，通辽站 54135 显示 K 指数为 31.8、CAPE 值为 350.5，通辽市科尔沁区仅出现中到大雨，也能说明其基础大气条件对层状云降水更有利，整体抬升条件也很好，但降水更依赖于锋面过境。

7.22 强降水与前者很相似，两者的 850~500 hPa 假相当位温均为负值，但后者是被层状云降水完全主导的一次过程，降水当天没有出现雷电天气。其 925~850 hPa 的温度差很小，温度露点差、比湿、假相当位温等数据则在 850 hPa 上表现得更加突出，说明 850 hPa 低空急流在 7.22 强降水过程中输送了关

键的“暖湿”气流。22日20时，通辽站54135显示K指数为32.2，再对比各高度层的物理量数据可以看出，低空急流对850~500温度直减率、低层水汽条件的贡献更大，对于K指数的提升也更加明显，而锋面过境则对中层饱和程度更为有利，其局地性作用更强。

综上所述，7.22强降水相较于7.4强降水，前者是一次由稳定层状云降水所主导的一次暴雨灾害过程，范围更大，K指数更高，这也能进一步证明了K指数在预报降水类天气过程时所提供的参考价值。而7.4强降水过程中，不稳定能量虽然也发挥了不小的作用，但是整体上则更加依赖锋面抬升作用所提供的上升运动，此次强降水也并非是一次典型的强对流天气过程。各高度层物理量分布情况见表1、表2。

Table 1. Detail table of physical quantities at each height level of 54135 Tongliao Station at 20:00 of 4 July, 2023
表 1. 2023年7月4日20时通辽站54135各高度层物理量详表

序号	层次	温度	露点	温度露点差	比湿	相对湿度	假相当位温
1	925	20	17.4	2.6	13.48	85	65.51
2	850	14.6	12.7	1.9	10.82	88	59.84
3	700	6.9	6.9	0	8.89	100	63.95
4	600	1	0.6	0.4	6.64	97	65.03
5	500	-4.5	-4.5	0	5.23	100	71.65
6	300	-27.4	-29.3	1.9	0.84	82	77

Table 2. Detail table of physical quantities at each height level of 54135 Tongliao Station at 20:00 of 22 July, 2023
表 2. 2023年7月22日20时通辽站54135各高度层物理量详表

序号	层次	温度	露点	温度露点差	比湿	相对湿度	假相当位温
1	925	17.4	15.1	2.3	11.63	86	57.19
2	850	16.1	14.6	1.5	12.26	91	65.75
3	700	9	6.9	2.1	8.89	87	66.53
4	600	2.2	-0.2	2.4	6.26	84	65.34
5	500	-3.6	-5.1	1.5	4.97	88	71.98
6	300	-26.8	-28.9	2.1	0.88	81	77.99

5. 结论

1) 7.4、7.22两次强降水天气过程均出现大暴雨，但前者表现为“东多西少”，空间分布极不均匀，局地致灾性更强；后者整体降水强度更强，表现为范围更广、持续时间更长。

2) 两次过程均受到槽前西南气流控制，但前者更依赖两次锋面重复过境所提供的水汽和抬升作用，是一次典型的锋面降水过程。后者则主要依靠副热带高压阻挡和西南低空急流源源不断的水汽输送，更符合“七下八上”主汛期的降水特征。

3) 两次过程均是由层状云降水主导，没有伴随明显的强对流天气。前者的K指数主要是锋面过境对中层饱和程度的贡献；后者则是西南低空急流对850~500温度直减率、低层水汽条件的提升进而使K指数略高。相比之下，西南低空急流的贡献更大，对于大范围的强降水天气效果也更为显著。

参考文献

- [1] 赵琳, 孙林海, 竺夏英, 等. 2021年华北雨季气候特征及华北降水偏多成因初探[J]. 气象与环境科学, 2022, 45(2):

20-26.

- [2] 周璇, 孙继松, 张琳娜, 等. 华北地区持续性极端暴雨过程的分类特征[J]. 气象学报, 2020, 78(5): 761-777.
- [3] 汤彬, 王宗明, 胡文婷, 等. 2021 年河南省一次罕见暴雨过程的降水特征及成因[J]. 大气科学, 2023, 47(2): 517-533.
- [4] 赵海军, 潘玲, 毛子卿, 等. 山东省持续性短时强降水过程物理量特征分析[J]. 海洋气象学报, 2023, 43(1): 63-74.