

庚子年旅大地区一次暴雨天气过程分析

宫鹏涛, 刘志宏, 陈晓斌

中国人民解放军92538部队, 辽宁 大连

收稿日期: 2021年9月28日; 录用日期: 2021年10月28日; 发布日期: 2021年11月4日

摘 要

本文针对中秋节前江淮气旋北上, 对旅顺 - 大连地区带来强降水天气现象进行了简要分析。分析发现, 当云 - 贵 - 川地区有西南涡形成, 且涡后有弱冷空气不断注入, 其地面倒槽容易形成闭合的低压环流。当9月下旬副高逆势变强, 脊线位置北抬西伸至华南甚至西南地区, 在青藏高原和副热带高压的共同作用下, 南伸的西风槽容易在江淮地区长时间停留, “两高一低”且温度槽落后于气压槽的天气形势有利于江淮气旋的发生、发展, 对其偏北的移动路径有着重要的影响。

关键词

西南涡, 江淮气旋, 副高, 偏北路径, 强降水

Analysis of a Rainstorm Weather Process in LyvShun-DaLian in 2020

Pengtao Gong, Zhihong Liu, Xiaobin Chen

Unit No. 92538 of PLA, Dalian Liaoning

Received: Sep. 28th, 2021; accepted: Oct. 28th, 2021; published: Nov. 4th, 2021

Abstract

This paper briefly analyzed the weather phenomenon of heavy precipitation in LyvShun-DaLian before the Mid-Autumn Festival. It is found that when a southwest vortex is formed in Yun-nan-Guizhou-Sichuan region and weak cold air is continuously injected behind the vortex, the surface inverted trough is easy to form a closed low-pressure circulation. When the subtropical high becomes strong in late September, ridgeline raises to south and southwest region. In the

common influence of the Tibetan high and the subtropical high, the west wind trough will stay for a long time in Changjiang-Huaihe region. The “two high pressure and one low pressure” slot behind the weather situation in pressure trough and temperature is beneficial to the occurrence and development of Changjiang-Huaihe cyclone, and the moving path of the north has an important influence.

Keywords

Southwest Vortex, Changjiang-Huaihe Cyclone, Subtropical High, Northerly Path, Heavy Rain

Copyright © 2021 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. 引言

暴雨是我国最常见的一种灾害性天气,我国气象部门规定 24 h 雨量大于 50 mm 的降雨称为暴雨,雨量在 100~200 mm 者称之为大暴雨,大于 200 mm 者为大暴雨。暴雨本身就是一种灾害性天气,许多暴雨天气过程所引发的气象、地质灾害给人们的生产生活带来重大的灾难。2021 年降水频繁,强对流天气集中,多个气象观测站日降水量刷新纪录。河南“7.17”特大暴雨,郑州 20 日 16~17 时,一个小的降雨量达到 201.9 毫米,造成 302 人死亡,50 人失踪,1453.16 万人失踪的巨大损失。7 月 28 日受台风“烟花”影响,江苏泗阳(322.3 毫米)和江都(319.0 毫米)等七个国家气象站日降水量突破历史极值,浙江和上海总计 12 个国家站日降雨量突破 7 月份历史极值,共造成 4 省市受灾人口 371.1 万人。

长期以来,人们从多方面对暴雨的成因进行了详细地研究。一般来说,暴雨的形成包含了一系列宏观条件和微观条件[1]。宏观条件主要指:1) 充沛的水汽源源不断地流向暴雨区输送并在那里辐合。我国暴雨的水汽主要来源于西太平洋、南海和孟加拉湾,水汽输送的机制往往是和大尺度环流、低空急流、低值涡旋系统相联系的。2) 强烈而持久的上升运动把地层水汽迅速地抬升到高空。中小尺度天气系统和地形引起的上升运动,它们的上升速度可以到达 1 m/s 的量级。在积雨云中,上升速度可达 40 m/s,接近急流中的平均风速。3) 对流不稳定能量的释放与再生。低层暖湿气流侵入暴雨系统和地形抬升作用,有利于对流不稳定能量的释放和再生,引起强对流运动。微观条件主要指:足够的凝结核,持续的云滴凝结和碰并增长条件[2]。

人们对旅大地区暴雨的研究主要有:北上台风带来的暴雨[3],局部对流不稳定形成的急性强降水[4],东北低涡形成的持续性强降水[5],本文主要分析江淮气旋北上给旅大地区带来的大暴雨。

每年的七月中旬到八月下旬是旅大地区雨季的主要汛期时间[6],而 2021 年 9 月下旬旅大地区仍然出现大暴雨天气现象实属少见。本文以此次大暴雨强降水的天气过程为例,主要用常规资料、GRAPES-MESO、EC 和日本传真图等数值产品对此次过程中的天气形势和预报进行了分析和讨论。

2. 天气概况

2021 年 09 月 19 日~09 月 21 日,旅大地区出现一次持续性强降水的天气过程,19 日早晨,旅大地区陆续出现降雨,降雨量以小雨为主,20 日凌晨逐渐开始出现强降雨,夜间降雨量再次减小,日平均降雨量为 126.1 mm,1 小时最大降雨量为 28.7 mm。强降雨的同时,旅大地区及周边海域多个测站,均观测到 8 级以上瞬时大风,最大瞬时风速为 30.5 米/秒(11 级)。

3. 环流形势及诊断分析

3.1. 高空环流背景分析

今年 9 月以来, 原本该迅速南退的副热带高压, 逆势增强北抬西伸至我国西南地区, 脊线位置偏北偏西, 面积大幅偏大, 很多时候比 8 月份更强; 与此同时, 高空冷涡比较活跃, 经常抛出小股冷空气南下[7]。18 日 20 时 500 hPa, 副高脊线已西伸至我国云贵地区, 西南地区有一明显的低压槽, 且槽后为冷平流, 与此同时, 700 hPa、850 hPa 图上有一气旋性环流的闭合低压, 见图 1。西南涡形成后, 冷空气从低涡的西部侵入, 在西南引导气流的作用下, 低涡逐渐开始东移。

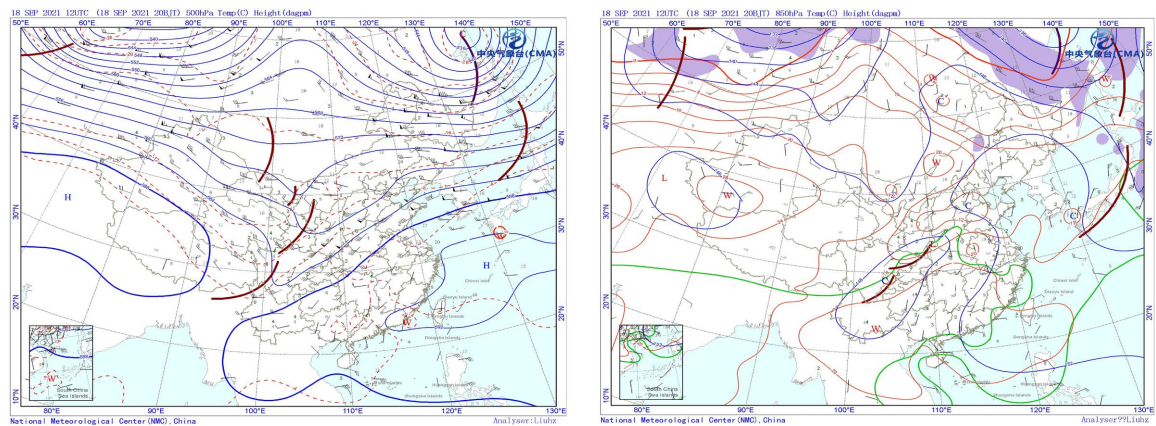


Figure 1. 500 hPa and 850 hPa at 20:00 on September 18, 2021

图 1. 2021 年 09 月 18 日 20 时 500 hPa、850 hPa 图

到了 20 日 08 时, 我们可以看到东亚大槽加深后缓慢东移, 高层冷空气进一步东移南下, 华北 - 华中 - 西南一带, 在 500、700、850 hPa 图上均有一槽线存在, 本区位于槽前, 700、850 hPa 图上在山东半岛西南部有一闭合的低压环流。从温度场来看, 在 500、700 hPa 图上, 温度槽明显落后于气压槽, 850 hPa 图上, 在山东和河北地区有一闭合冷中心, 温度场稍微落后于气压场, 见图 2 低涡进一步发展。在副高西北边缘及低压槽槽前西南引导气流的作用下, 低涡中心到达渤海。本区主要受低涡前部偏南气流影响, 同时弱冷空气不断补充南下, 从而在底层形成短波槽或切变线, 而东亚大槽受强大而稳定的副高阻挡作用稳定少动, 其前部的偏南气流源源不断的输送暖湿空气, 再加上低空急流的抽吸作用, 降雨云团发展旺盛, 为此次暴雨过程提供了充足的水汽[8]。

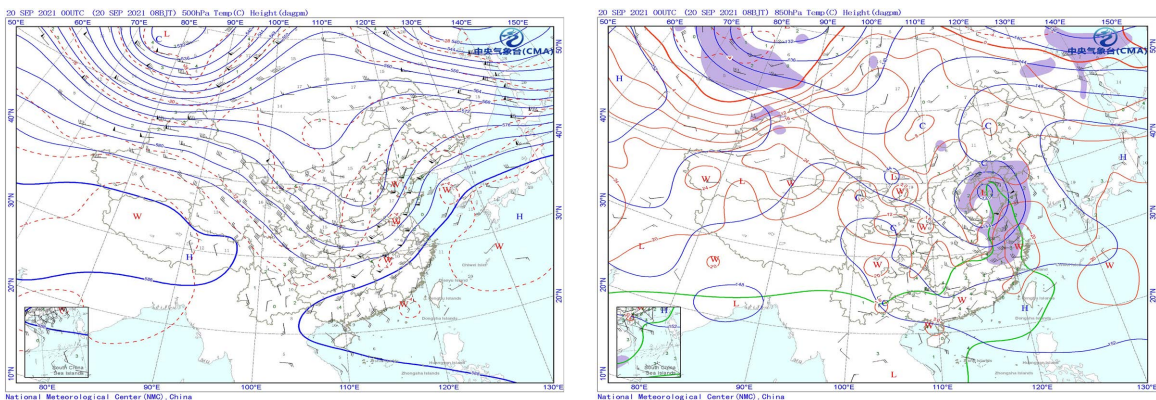


Figure 2. 500 hPa and 850 hPa at 08:00 on September 20, 2021

图 2. 2021 年 09 月 20 日 08 时 500 hPa、850 hPa 图

3.2. 地面影响系统和云图、雷达分析

18 日白天, 西南倒槽在东西高压间北抬, 倒槽在北上过程中生成闭合低压, 之后向东北进入长江中下流及淮河地区, 19 日逐渐发展生成具有冷暖锋面的江淮气旋, 见图 3 之后气旋一路北上, 20 日 05 时到达渤海西南部, 比欧洲中心和 GRAPES-MESO 预报的提前了 6 小时, 主要降水区在气旋的东部, 南部和北部部分地区同样存在强降水。

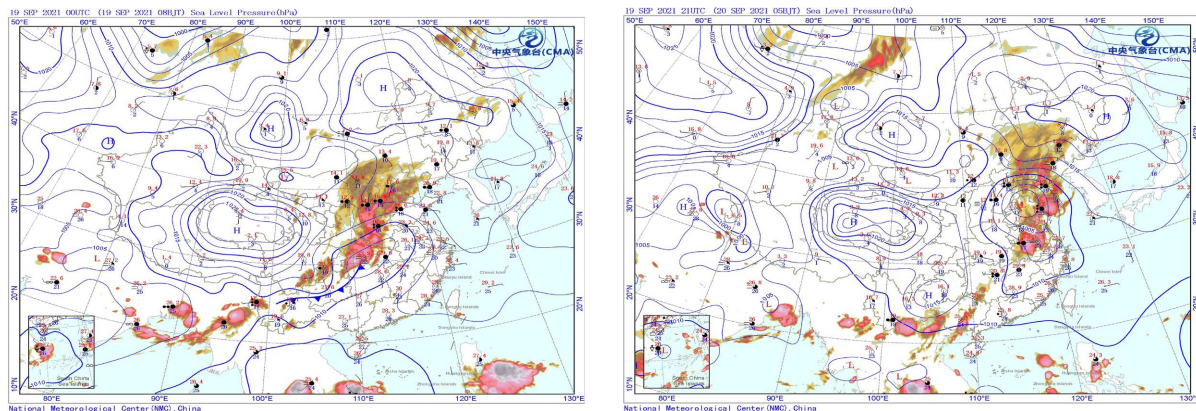


Figure 3. Ground map at 08:00 on September 19 and 05:00 on September 20, 2021

图 3. 2021 年 09 月 19 日 08 时、20 日 05 时的地面图

一次暴雨过程的降水总量并不一定是由一次连续降水所组成, 而可能是由于在此过程中的中小尺度云团不断生成和移动的结果[9]。在 9 月 19 日~21 日这段时间内, 通过跟踪卫星云图发展动向我们可以看出, 此次降水过程中, 随着系统的演变, 西风带槽前云系在华北-西南一带发展东移, 主要云带 20 日 04 时已影响到黄渤海地区, 且在旅顺的东西两侧有明显的强对流云团, 云团边东移便发展, 从雷达图中也能看出, 旅顺东西两侧的雷达基本发射率主要在 30~50 之间, 见图 4。

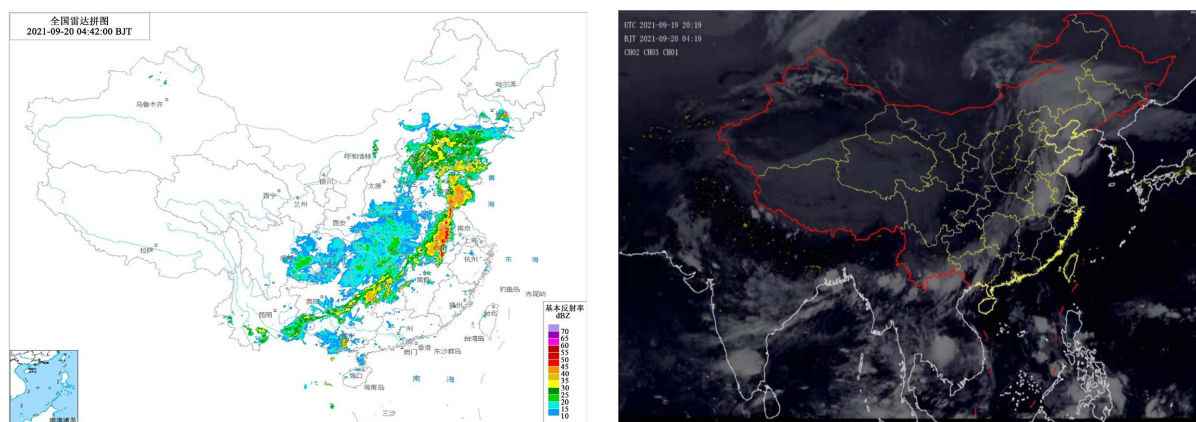


Figure 4. Clouds and radar images at 04:00 on September 20, 2021

图 4. 2021 年 09 月 20 日 04 时云团和雷达图

4. 数值产品分析

此次过程各家数值产品预报过程及结果基本一致, 只是时间上稍有前后。GRAPES-MESO 预报, 低压于 19 日白天在江淮地区发展生成江淮气旋, 20 日 08 时北上进入渤海, 旅顺地区主要强降水时段在 20 日 05 时至 20 日 20 时, 同时伴有强风天气现象。EC 同样预报该气旋 20 日 08 时进入渤海, 强降水开始

于 20 日 08 时, 和 GRAPES-MESO 预报的降水时间和强度相差不大。日本预报的比较粗糙, 08 时仍预报强降水中心在渤海湾地区, 9 月 20 时强降水中心已移到黄海北部。

总之, 此次过程中, 日本传真图预报得最差, 关键在于高空形势和低层物理量场和地面系统及降水落区位置不相符, 降水落区偏南时段偏后, 同时由于日本传真图时间宽度大, 不够精细, 可以作为形势场分析, 但作为精细化预报参考性较差; GRAPES-MESO、EC 预报形势较稳定确切, 物理量预报与实况较接近, 参考性较强。

5. 小结和探讨

本文对发生在 2021 年 9 月 19 日~20 日, 江淮气旋北上引发旅大地区强降水的典型个例进行了分析研究, 主要结论如下:

1) 云贵川地区有西南涡形成时, 要注意观察涡后是否有弱冷空气不断注入, 认真分析研究其移动路径, 特别是其东北路径, 同时观察对应的地面倒槽有无形成闭合低压环流的趋势[10], 形成的低压环流到达江淮地区后有无生成江淮气旋的可能。

2) 江淮气旋生成后, 要注意副高和西风带高空槽的位置, 若副高和高空槽位置偏东, 江淮气旋在北上的过程有可能在江浙地区出海, 对旅大影响较小; 若位置偏西, 则有可能经山东北部和河北东部进入渤海, 对旅大地区有较大的影响。

3) 中尺度低空急流的存在, 为暴雨提供水汽和动量条件最重要的机制[11]。早早存在的低层西南气流不但为本次降水提供了大量的水汽, 也使降水过程所需的能量得以积累。

4) 我们要注意江淮气旋有可能给沿海地区带来的风暴增水危害, 局部海平面的异常, 容易引起海水倒灌, 危害码头及农作物等, 此次过程江淮气旋和八月十五的天文大潮重合叠加, 引起旅大地区海平面上升 76 cm。

参考文献

- [1] 顾成恺. 大连地区一次暴雨强降水的过程分析[J]. 大连市气象学会, 2011, 285(8): 312-344.
- [2] 丁一汇, 等. 暴雨和强对流天气发生条件的比较分析[J]. 大气科学, 1981, 5(4): 388-397.
- [3] 高宏亮, 郭瑞, 朱新宇. 徐州地区一次台风暴雨天气过程分析[J]. 水文气象装备, 2021, 32(3): 1314-1321.
- [4] 吴琼, 王文, 等. 2011 年江苏省一次暴雨过程的影响分析及物理量诊断[J]. 南京信息工程大学学报, 2015(3): 272-280.
- [5] 邹立尧, 丁一汇. 1961~2005 年东北暴雨气候特征分析[J]. 高原气象, 2010, 29(5): 1314-1321.
- [6] 韩艳凤, 江志红, 等. 东北地区夏季降水时空变化特征[J]. 气象科技, 2005, 33(2): 136-141.
- [7] 侯瑞钦. 降水方案和嵌套网格对暴雨定量降水预报的影响研究[D]: [硕士学位论文]. 兰州: 兰州大学, 2004.
- [8] 张小玲, 陶诗言. 基于“配料”的暴雨预报[J]. 大气科学, 2010, 34(4): 754-766.
- [9] 吴志超, 李彦江, 等. 山东半岛一次台风暴雨过程的冷空气侵入特征分析[J]. 暴雨灾害, 2016, 35(1): 61-68.
- [10] 朱乾根, 林锦瑞, 寿绍文等. 天气学原理和方法[M]. 北京: 气象出版社, 2000.
- [11] 陶诗言. 中国之暴雨[M]. 北京: 科学出版社, 1980.