

2020年04号台风特征分析

贺齐月^{1,2}, 王伟¹, 邓茗琦¹

¹成都信息工程大学大气科学学院, 四川 成都

²清涧县气象局, 陕西 榆林

Email: 2103190564@qq.com, wei2009@cuit.edu.cn, 3307959272@qq.com

收稿日期: 2021年8月16日; 录用日期: 2021年9月11日; 发布日期: 2021年9月18日

摘要

利用2020年7月28日至8月8日的中国测站资料、日本气象厅的台风资料以及NCEP/NCAR (National Centers for Environmental Prediction/National Center for Atmospheric Research)提供的 $1^\circ \times 1^\circ$ 的再析资料, 对台风路径、台风导致的降水过程的降水时空分布、台风登陆前后的环流形势、强降水相关的物理量进行分析。结果表面: 1) “黑格比”自生成以来路径较为稳定、台风强度的发展变化较快; 2) 台风导致的降水具有明显的区域性, 降水中心随着台风中心的移动而移动, 并且在台风生成期间有良好的热力条件; 3) 台风的强降水过程形成的原因主要是由于登陆时台风的本体云系影响所产生; 4) 强降水中心的降水量与垂直上升运动速度的最大值有一定关联性, 位置也相匹配。总体而言, 对台风进行特征分析有利于更好地应对台风天气所带来的灾害, 更准确地对台风信息进行预报。

关键词

天气学, “黑格比”台风, 台风降水, 环流形势

Analysis of a Case of No. 04 Typhoon Hagupit in 2020

Qiyue He^{1,2}, Wei Wang¹, Mingqi Deng¹

¹School of Atmospheric Sciences, Chengdu University of Information Technology, Chengdu Sichuan

²Qingjian County Meteorological Bureau, Yulin Shaanxi

Email: 2103190564@qq.com, wei2009@cuit.edu.cn, 3307959272@qq.com

Received: Aug. 16th, 2021; accepted: Sep. 11th, 2021; published: Sep. 18th, 2021

Abstract

Based on the typhoon data of China from July 28 to August 8, 2020, the typhoon data of Japan Me-

文章引用: 贺齐月, 王伟, 邓茗琦. 2020年04号台风特征分析[J]. 自然科学, 2021, 9(5): 782-792.

DOI: 10.12677/ojns.2021.95085

teorological Agency and the $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ reanalysis data provided by NCEP/NCAR, the typhoon path, the spatial and temporal distribution of the precipitation process caused by the typhoon, the circulation situation before and after the typhoon landfall, and the physical quantities related to heavy rainfall are analyzed. The results are as follows: 1) Hagupit's path is relatively stable and typhoon intensity develops and changes rapidly since its formation; 2) The precipitation caused by typhoon has obviously regional characteristics. The precipitation center moves with the movement of the typhoon center, and there are good thermal conditions during the generation of typhoon; 3) The formation of the heavy precipitation process of typhoon is mainly caused by the influence of the main cloud system of typhoon when it lands; 4) There is a certain correlation between the precipitation of heavy precipitation center and the maximum value of vertical ascending motion velocity, and the location is also matched. In general, the characteristic analysis of typhoon is beneficial to better deal with the disasters brought by typhoon weather and forecast the typhoon information more accurately.

Keywords

Synoptic Meteorology, Typhoon Hagupit, The Typhoon Rainfall, The Circulation Situation

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

台风是我国重要的气象灾害之一，台风所产生的强降水会造成严重的小流域山洪、城乡积涝等灾害，使得人们的生命财产受到严重威胁。探究台风生成的原因、发展和变化过程以及其造成的影响，研究由于台风期间造成的强降水过程的变化特点，了解其降水的规律，对于减少台风灾害以及对水资源的利用有着重要意义。

众多气象学者采用各类气象资料，从个例出发，对台风发展及其产生降水的成因进行了研究。毕海霞等利用常规的气象观测资料以及卫星云图资料等，对台风“摩羯”在葫芦岛市引发的暴雨过程进行了分析，给出了发生引发暴雨的环流形势[1]。王文典等利用风云系列的卫星云图以及 NCEP/NCAR (National Centers for Environmental Prediction/National Center for Atmospheric Research)逐 6 小时再分析资料，对 1614 号台风“莫兰蒂”在宁波地区引发的暴雨成因进行了研究，分析过程中将台风降水分为了台风登陆前、后以及消散三个阶段进行探讨[2]。梁宝荣等采用常规气象资料，对 0907 号热带风暴“天鹅”的特征进行探究，分析了“天鹅”登陆之后转向西南方向移动的原因[3]。项素清等采用常规气象资料和 NCEP 再分析资料分析了台风“利奇马”快速发展的原因和产生强降水的动热力机理[4]。

利用数值模拟的方法，开展台风及其影响的研究工作也备受瞩目。朱红芳等采用数值模拟对比分析方法对 1211 号台风“海葵”引发的安徽地区强降水过程进行了分析，研究表明：大别山区和皖南山区的地形对台风“海葵”的各个方面有着不同程度的影响[5]。薛煜采用 NCEP/NCAR 提供的分辨率为 $0.5^{\circ} \times 0.5^{\circ}$ 的 GFS 逐 6 小时再分析资料以及常规气象资料和多普勒雷达基数据资料，运用中尺度滤波方法来进行尺度分离对 1323 号“菲特”台风进行分析，主要阐述了“菲特”台风的螺旋雨带中的强对流单体线性向前传播而形成的典型“列车效应”现象，并说明了形成台风强降水的螺旋云带中的“列车效应”特征及其形成机制，同时建立了概念模型[6]。

2021 年台风“黑格比”给受其影响地区居民的生命财产安全带来了严峻的威胁，本文将采用中国测

站降水资料、日本气象厅台风最佳路径资料和 NCEP/NCAR 再分析资料,对 2020 年 04 号台风“黑格比”的移动路径、形成的台风降水以及相应的环流形势和物理量进行分析。

2. 资料简介

为了对 2020 年 4 号台风进行分析,查找数据资料如下:

1) 台风路径数据来源于日本气象厅,取用 2020 年 7 月 30 日至 2020 年 8 月 12 日的路径数据(<http://agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoon/year/wnp/2020.html.en>);

2) 降水数据来自地面气象观测站,取用江苏以及浙江两地的降水数据,对台风前后的降水过程进行分析(<http://data.cma.cn/>);

3) 环流分析的数据和强降水的相关物理量分析的数据来源于 NCEP $1^{\circ} \times 1^{\circ}$ 逐 6 小时数据(<https://rda.ucar.edu/datasets/ds083.2/index.html>)。

3. 台风发展状况

通过对移动路径和中心强度及风速的时间演变序列的分析,揭示 2021 年 04 号台风的发生发展消亡的实况。

图 1 给出了台风“黑格比”最大风速和最低气压标准化量随时间的演变曲线。从图 1 中可以看出:最大风速与中心最低气压的变化呈现相反的关系[7] [8],二者均可以表征台风的强度。图 1 显示,在 8 月 1 日 00 时最大风速的标准化变量为-0.8,同时中心最低气压的标准化变量为 1.6;而在 8 月 2 日 12 时,最大风速的标准化量为 1.6,中心最低气压的标准化变量为-1.0,表明当最大风速逐渐增加时,相同时间的中心最低气压减小,与其对应的台风强度增强。8 月 2 日 06 时至 8 月 3 日 18 时,最大风速的变化曲线的斜率较大,则其相对应的台风逐渐增强;8 月 4 日 03 时台风登陆之后,最大风速减小,同时中心气压开始增大,从而导致台风强度减弱。8 月 5 日 00 时至 8 月 6 日 06 时,最大风速曲线的下降坡度较大,可以得出其台风强度减弱。

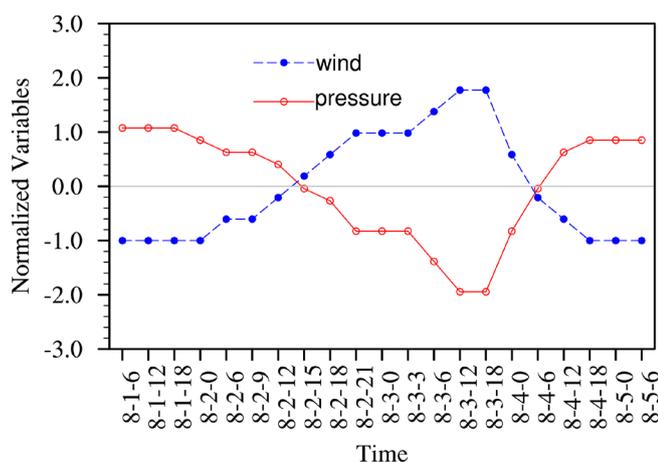


Figure 1. Time evolution curve of typhoon Hagupit maximum wind speed and central air pressure

图 1. 台风“黑格比”最大风速与中心气压标准化量的时间演变曲线

图 2 给出了台风“黑格比”的发展路径及等级的分布情况。2020 年 7 月 31 日在吕宋岛东部形成的扰动是台风“黑格比”的初始状态,从 8 月 1 日开始向西北方向移动,其强度不断加强,8 月 3 日 02 时,

“黑格比”的气象条件有所改善，强度增强幅度加快。随后于8月4日凌晨03时左右以近巅峰强度在浙江省乐清市沿海登陆，随后其纵穿浙江省，09时在浙江省内减弱为强热带风暴，17时减弱为热带风暴，之后台风纵穿整个江苏省，在8月5日05时减弱为热带低压，6时左右从江苏盐城移入黄海海面后，再次增强形成热带风暴。8月6日早上05时，由于“黑格比”变性为温带气旋，对我国的影响逐渐消失。

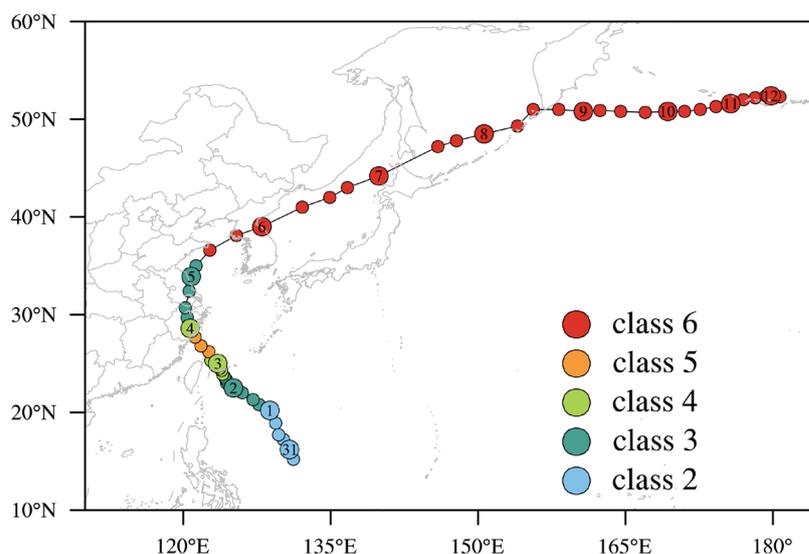


Figure 2. Central position and class distribution of 04 Typhoon Hagupit in 2020
图 2. 2020 年 04 号台风“黑格比”路径及等级分布

4. 台风降水演变

台风所导致的灾害主要有大风现象以及强降水过程。通过对台风登陆之后的降水过程进行研究，了解强降水过程发生的时空分布，分析台风所引发的降水过程的时空特点，从而更好地实行及时且准确的预报以及防灾准备[9] [10] [11] [12]。

图 3 绘制了从 2020 年 7 月 28 日至 2020 年 8 月 8 日台风“黑格比”登录前、后及期间影响省份(包括浙江、江苏) 08 时 24 h 降水量的空间分布演变情况，所选用资料为中国测站资料逐日 24 h 的降水量数据。从图 3(a)~(g)中可看出，从 7 月 28 日至 8 月 3 日江苏省和浙江省的降水主要是由其他天气系统导致，降水中心降水量基本在 50 mm 以内，且降水落区分别位于江浙交界处或是江苏北部地区，此时台风中心还位于海上(图 2)。由图 3(h)可见：8 月 4 日台风“黑格比”登陆浙江省，其台风导致的降水主要集中于浙江东南地区，中心降水量可达 100 mm 以上。8 月 5 日的降水过程主要在浙江省的大部分地区以及江苏省东南部，降水范围明显增大，降水的大值中心约为 60~100 mm (图 3(i))。此时的台风中心大致位于(120°E, 28°N)。台风登陆后，由于降水量的巨幅增加会导致特大暴雨。图 3(i)中看出，8 月 5 日江苏和浙江出现大暴雨，台风中心附近 24 h 降水量大于 100 mm。8 月 6 日台风所导致的降水稍有减弱，降水区域主要位于江苏东南以及西北部和浙江西南部(图 3(j))；8 月 7~8 日，降水有所加强，但降水范围减小，7 日降水中心位于江苏北部地区，8 日降水主要位于江苏大部分地区以及浙江省西南大部分地区，24 小时累计降水量大值位于江苏省西北部，约为 60~80 mm。台风“黑格比”登陆之后的台风环流会导致登陆地区的强降水，台风中心发生移动会引起降水中心的跟随。结合图 2 可知，8 月 5 日之前台风路径为北偏西方向，随后转向朝北偏东方向移动。图 3(i)为 8 月 5 日 24 h 降水量分布，可以看出，随着台风中心的移动，降水中心逐渐深入浙江中部，8 日之后北上偏东移动并稍有加强，移出江苏省，对我国的影响消失。

通过对逐日 24 小时降水量空间分布演变情况的分析,可将台风“黑格比”所导致降水根据其时间顺序可分为 3 个阶段:台风外围降水(8 月 4 日);台风本体降水(8 月 5~6 日);台风尾流所致降水(8 月 7~8 日)。

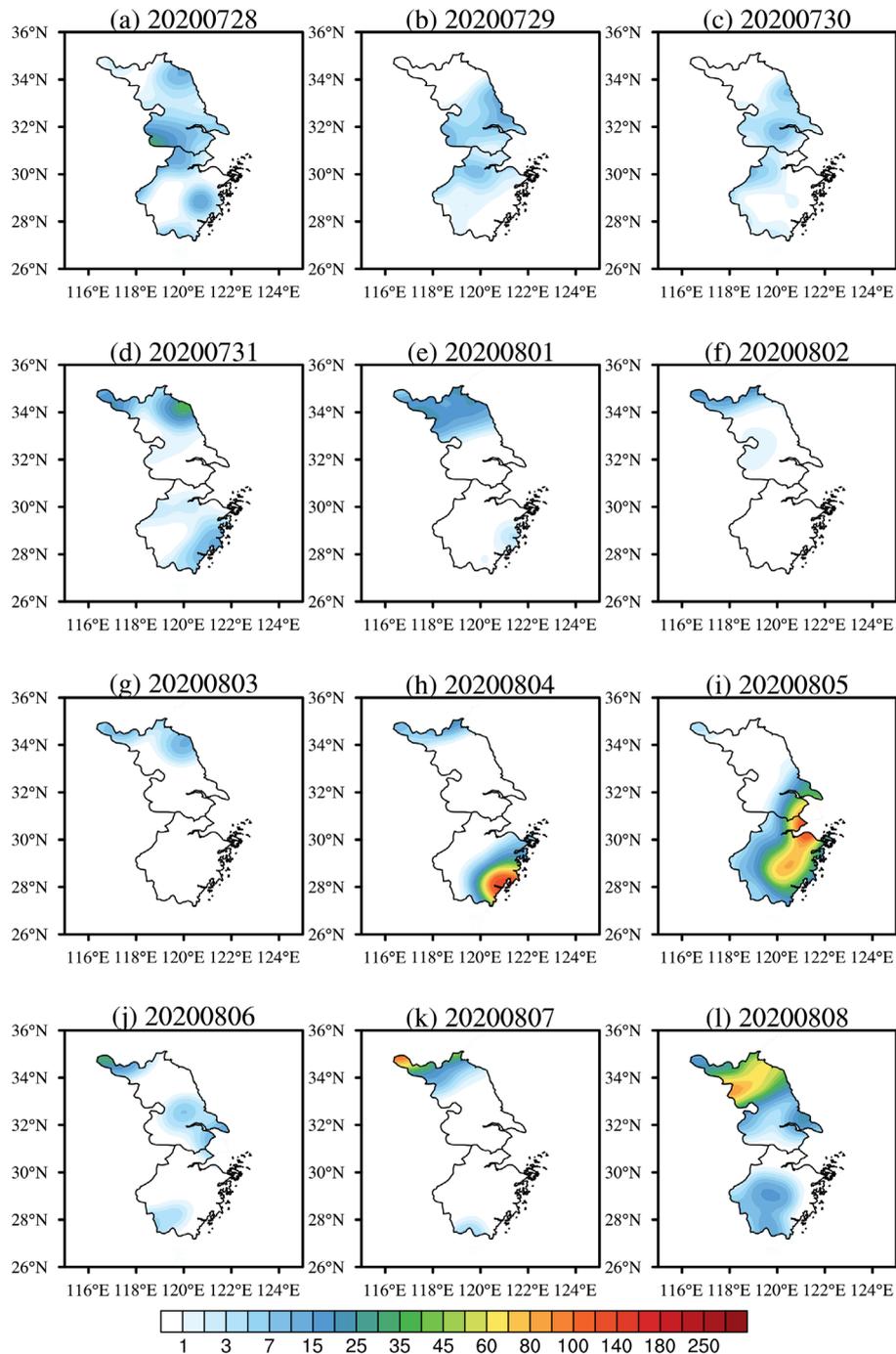


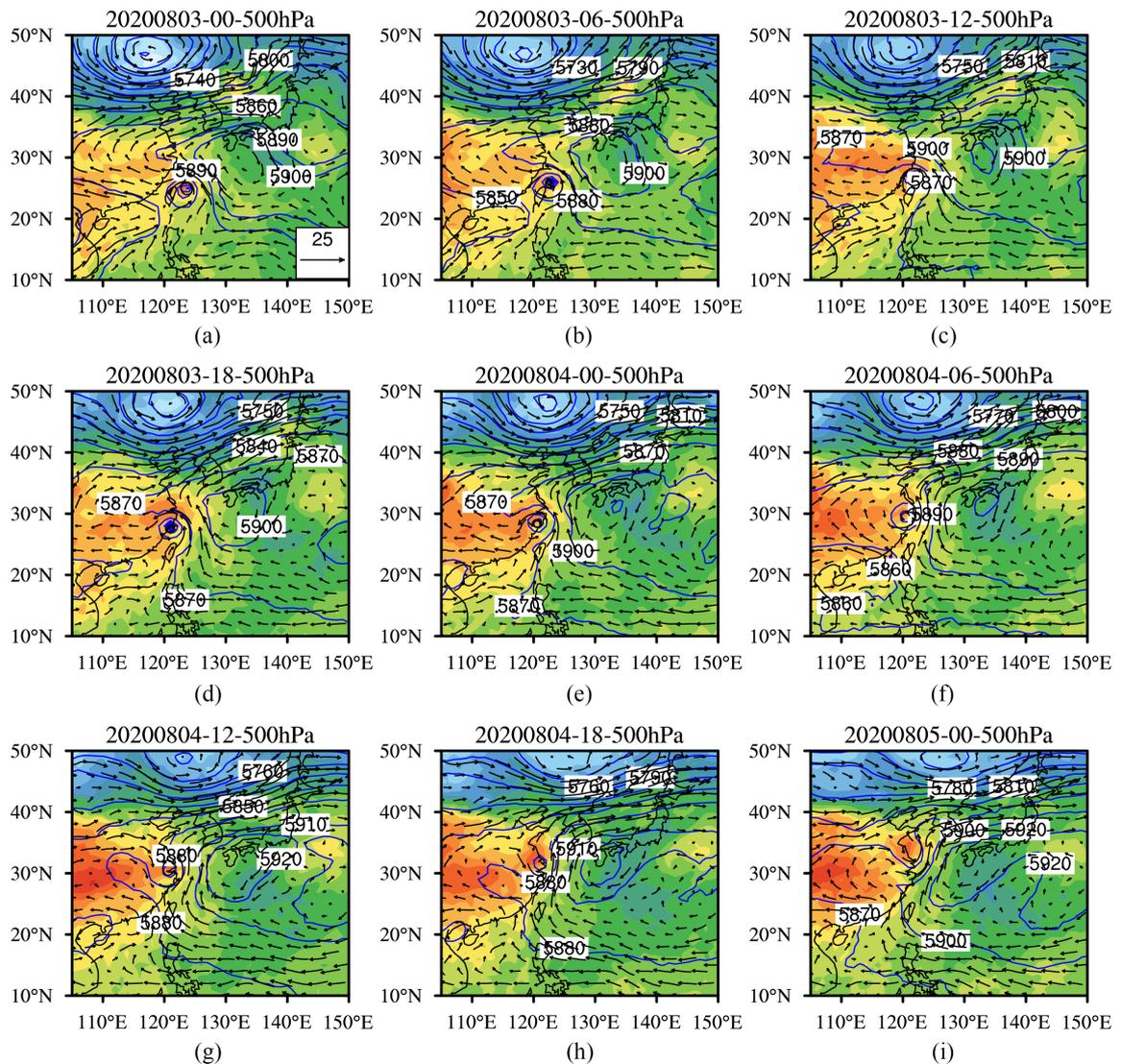
Figure 3. Spatial distribution of 24 h precipitation from July 28 to August 8, 2020 (unit: mm): (a) 20200728, (b) 20200729, (c) 20200730, (d) 20200731, (e) 20200801, (f) 20200802, (g) 20200803, (h) 20200804, (i) 20200805, (j) 20200806, (k) 20200807, (l) 20200808

图 3. 2020 年 7 月 28 日至 8 月 8 日 24 h 降水量空间分布(单位: mm): (a) 20200728, (b) 20200729, (c) 20200730, (d) 20200731, (e) 20200801, (f) 20200802, (g) 20200803, (h) 20200804, (i) 20200805, (j) 20200806, (k) 20200807, (l) 20200808

5. 环流形势分析

5.1. 500 hPa 环流场特征

图 4 为 2020 年 8 月 3~5 日 00 时、06 时、12 时、18 时的 500 hPa 环流场的风场、温度场和位势高度场。从图 4(a)中可以看出, 8 月 3 日 6 时台风“黑格比”的中心位于台湾海峡附近, 并且台风暖中心的结构较为清晰, 588 线(高压脊, 单位: dagpm)呈东北-西南走向。在图 4(b)中 8 月 4 日 00 时, 台风“黑格比”的中心移动至我国浙江省东南沿海地区, 且由图 1 可以看出其登陆后的风速明显增大。随后台风“黑格比”由于受到浙江山地地形影响, 台风强度开始减弱(图 4(c)~(h))。受太平洋副热带高压控制的偏东南气流率先影响台风“黑格比”使其北上逐渐进入江苏东南地区; 随后从图 4(i)~(l)中可以看出, 偏西南气流在台风通过副高脊之后作用于台风使其转向东北方向移动。500 hPa 环流形势与台风“黑格比”登陆之后路径(先向西北方向移动经过浙江, 随后北折转向东北方向贯穿江苏之后移出我国陆地)情况相匹配。“黑格比”登陆之后由于副热带高压停止作用, 同时受大陆副高控制的偏北气流对台风进行影响, 导致其移动速度减缓。



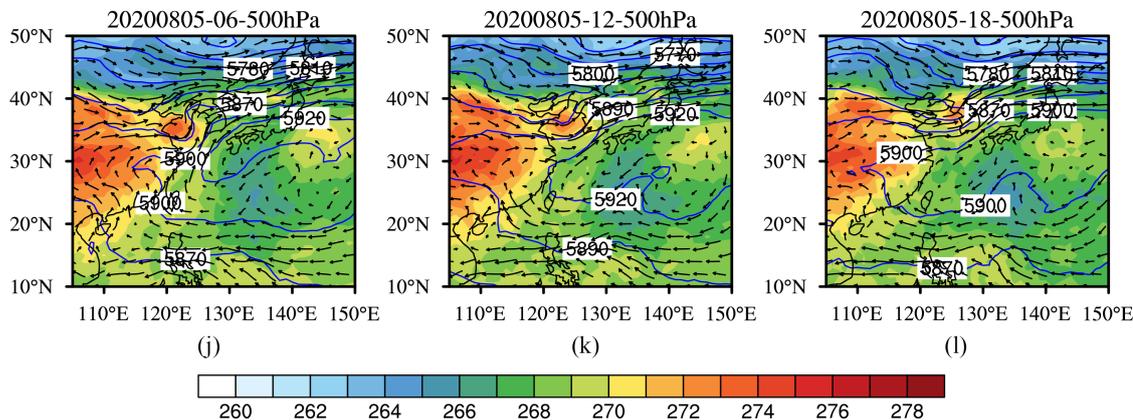


Figure 4. The distributions of circulation situation at 500 hPa on August 3~5, 2020 (the contour line is the geopotential height, unit: gpm; the shaded is the temperature, unit: K; the vector is the wind, unit: m/s): (a) 2020080300, (b) 2020080306, (c) 2020080312, (d) 2020080318, (e) 2020080400, (f) 2020080406, (g) 2020080412, (h) 2020080418, (i) 2020080500, (j) 2020080506, (k) 2020080512, (l) 2020080518

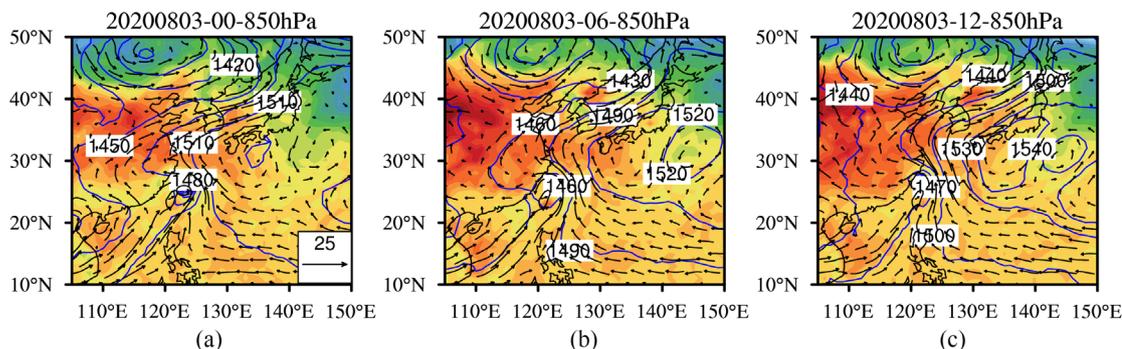
图 4. 2020 年 8 月 3~5 日不同时间 500 hPa 环流形势(等值线为位势高度场, 单位: gpm; 填图色为温度场, 单位: K; 箭头为风速矢量标, 单位: m/s): (a) 2020080300, (b) 2020080306, (c) 2020080312, (d) 2020080318, (e) 2020080400, (f) 2020080406, (g) 2020080412, (h) 2020080418, (i) 2020080500, (j) 2020080506, (k) 2020080512, (l) 2020080518

5.2. 850 hPa 环流场特征

图 5 为 2020 年 8 月 3~5 日 00 时、06 时、12 时、18 时 850 hPa 环流场的风场、温度场和位势高度场。由图 5(a)所示, 在东经 130°以东有一海上高压中心。从图 5(d)可以看出, 台风中心靠近浙江省东南部沿海地区。从图 5(e)可见, 在 8 月 4 日 00 时左右, 在台风“黑格比”登陆我国浙江东南部区域之后, 受地形等因素的影响, 导致其强度逐渐减弱, 台风自身的眼区也逐渐扩散, 最后消失。图 5(f)中有一在台湾南部太平洋上, 走向呈东南-西北的低空偏东急流, 持续为暴雨区输送湿暖气流和水汽, 有利于上升运动的加强。在图 5(f)可知, 在台风导致的暴雨中心有一个中尺度的弱冷性高压。

对图 5 环流场的风场分析得知: 8 月 3 日 12 时, 台风“黑格比”的中心在台湾西北部的海面, 直至 8 月 3 日 18 时, 台风依然往西北方向移动, 且台风中心接近浙江东南部沿海地区。8 月 4 日 00 后, 台风“黑格比”在浙江省沿海地区登陆, 随后台风的本体云系造成了浙江等地的强降水。从图 5(h)可以见得台风导致的主要的暴雨区是台风本体云系所在的位置。

台风移动路径与 850 和 500 hPa 的环流形势相匹配, 其中路径先向西北方向移动经过浙江, 随后北折转向东北方向贯穿江苏之后移出我国陆地的情况与西太平洋副热带高压的演变形势紧密相关; 过程形成原因主要是由于登陆时台风的本体云系影响所产生; 降水落区与台风中心的移动紧密联系。



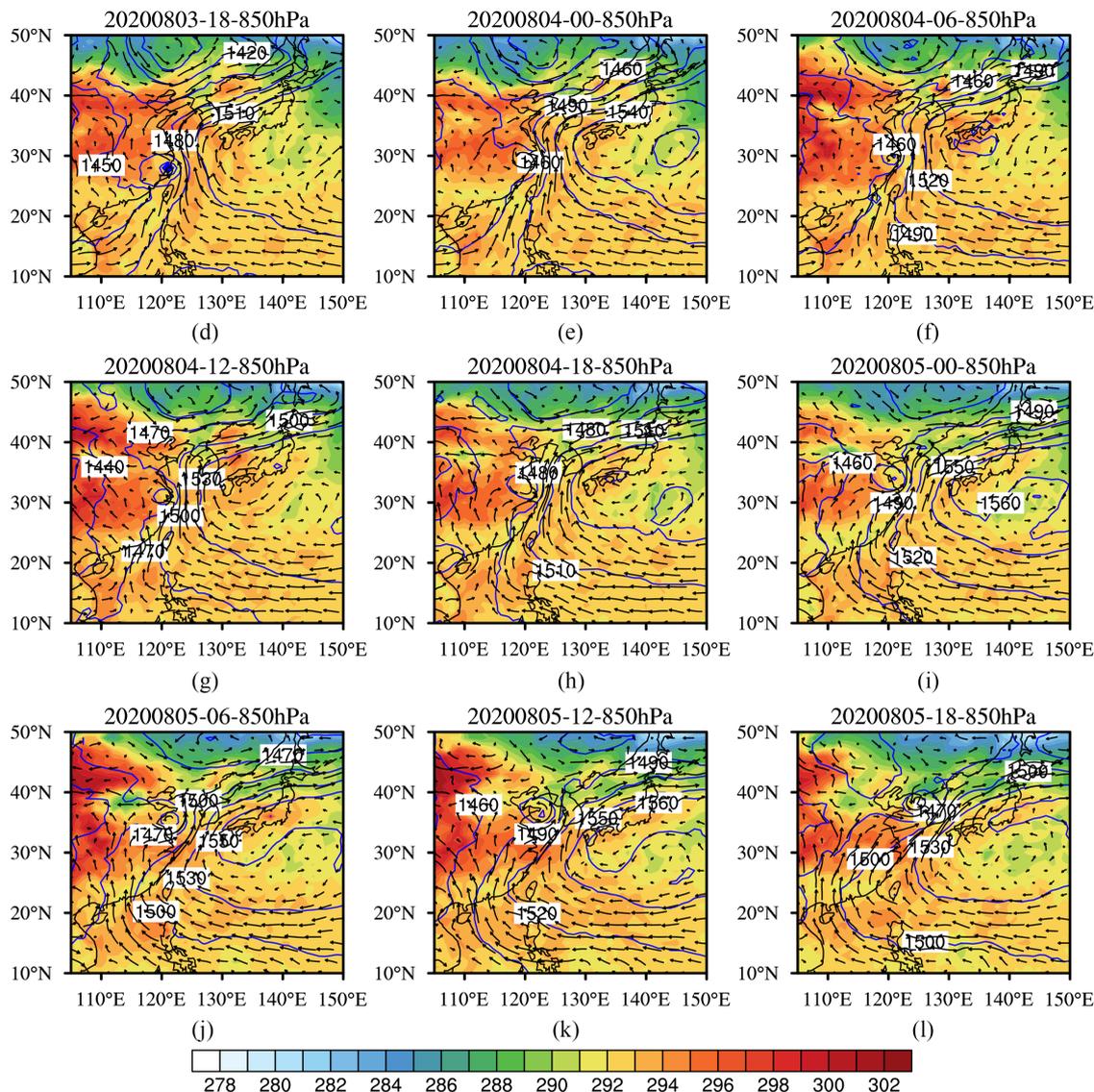


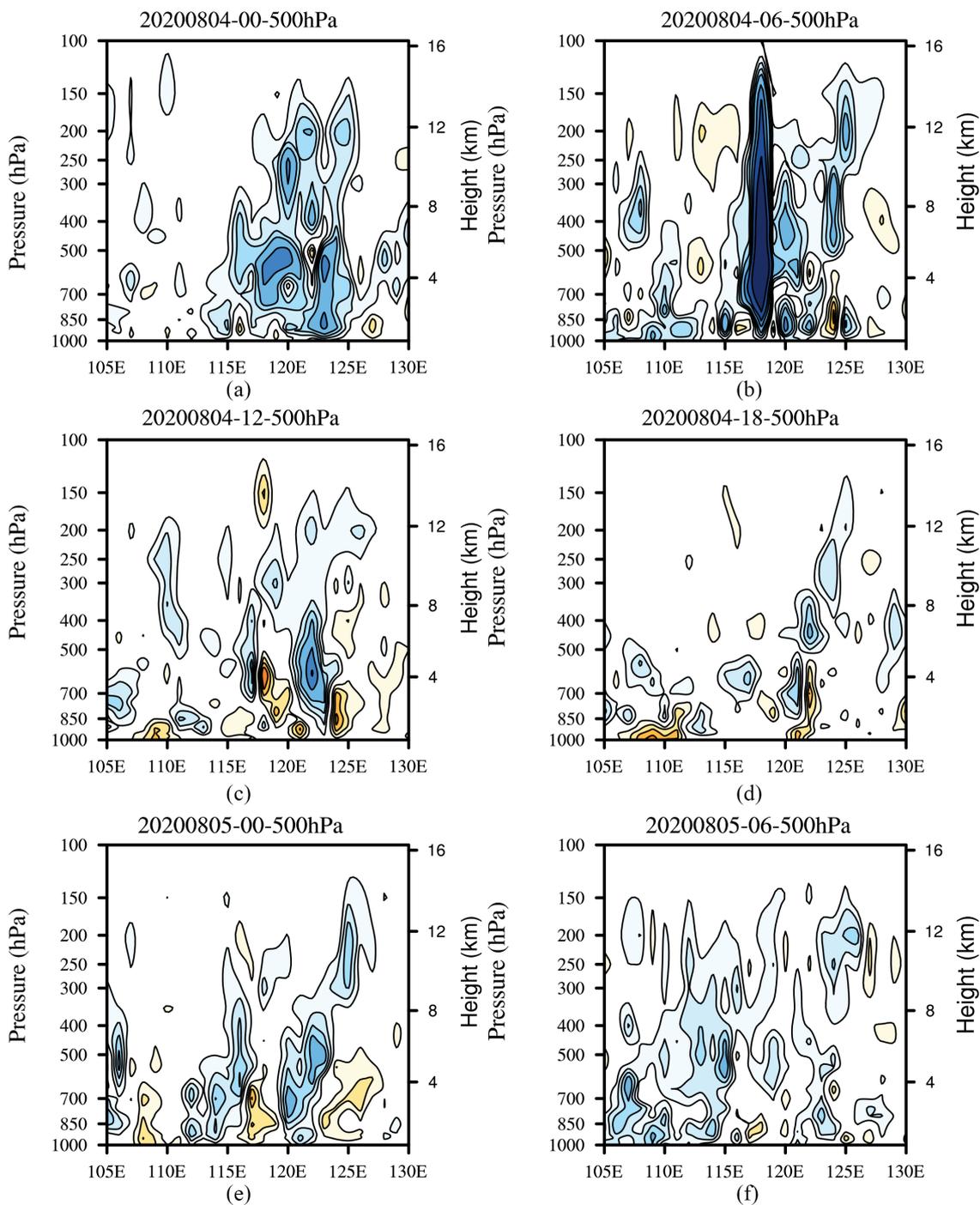
Figure 5. The distributions of circulation situation at 850 hPa on August 3~5, 2020 (the contour line is the geopotential height, unit: gpm; the shaded is the temperature, unit: K; the vector is the wind, unit: m/s): (a) 2020080300, (b) 2020080306, (c) 2020080312, (d) 2020080318, (e) 2020080400, (f) 2020080406, (g) 2020080412, (h) 2020080418, (i) 2020080500, (j) 2020080506, (k) 2020080512, (l) 2020080518

图 5. 2020 年 8 月 3~5 日不同时间 850 hPa 环流形势(等值线为位势高度场, 单位: gpm; 填图色为温度场, 单位: K; 箭头为风速矢量标, 单位: m/s): (a) 2020080300, (b) 2020080306, (c) 2020080312, (d) 2020080318, (e) 2020080400, (f) 2020080406, (g) 2020080412, (h) 2020080418, (i) 2020080500, (j) 2020080506, (k) 2020080512, (l) 2020080518

5.3. 垂直速度场

图 6 为通过“黑格比”台风中心位置的垂直速度纬向剖面图。图 6(a)~(b)为 2020 年 8 月 4 日 00 与 06 时位于台风中心附近的垂直速度场, 在 115°~120°E 之间 850 hPa 以下的气压层基本上为负速度区(Pa/s), 在区间内速度的绝对值较大, 说明此区间内气流的上升运动强烈, 该气流为台风环流形势结构中的次级环流。图 6(c)~(d)可见, 700 hPa 以下区域为负速度区, 可以明显看出其绝对值较小, 说明上升运动减弱, 可能是由于台风“黑格比”登陆之后受到浙江地形因素的影响台风强度减弱导致。8 月 5 日 00 时(图 6(e)),

115°~120°E 区间内 500 hPa 以下还是以上升运动为主，但可以看出中心的大值区稍有减弱且逐渐东移，800~900 hPa 范围内有正速度区且绝对值较小，可知此处存在较弱的下沉运动。8月5日06时，从图 6(f) 可以看出 850 hPa 的上空处于上升运动，垂直速度为负。负速度中心绝对值的减小，导致上升运动减弱，则和它相关联的降水强度相对应的减弱。8月5日12时由图 6(g)可知，850 hPa 以上基本为正速度区，说明上升运动程度减弱。从而可以得出，强降水中心的降水量与垂直上升运动速度(即负速度区的绝对值)的最大值有一定关联性，位置也相匹配。



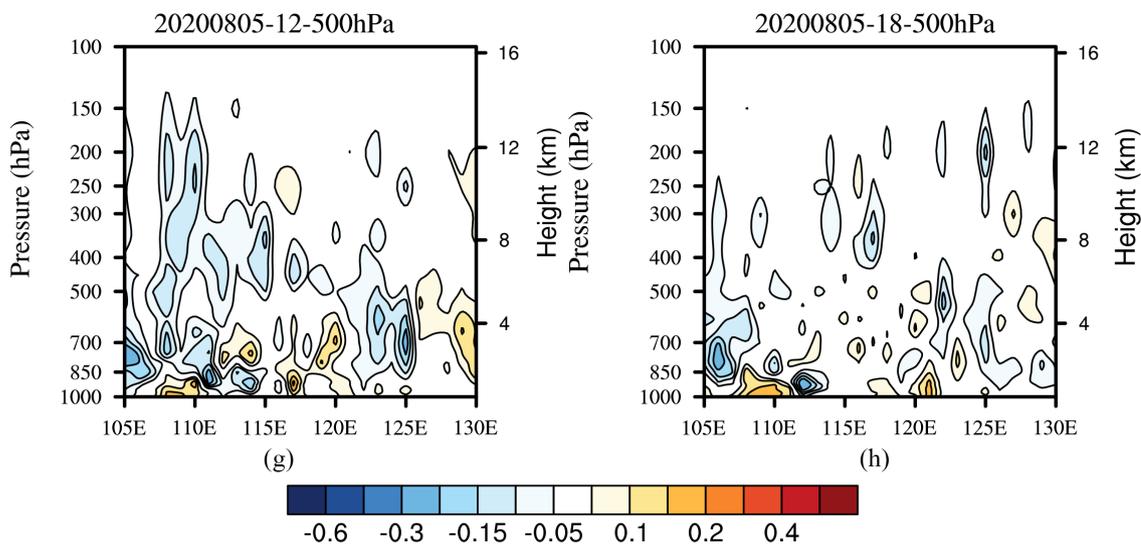


Figure 6. The latitudinal cross sections of 500 hPa vertical velocity (unit: Pa/s) along the center of Typhoon during 4 to 5 August 2020: (a) 2020080400, (b) 2020080406, (c) 2020080412, (d) 2020080418, (e) 2020080500, (f) 2020080506, (g) 2020080512, (h) 2020080518

图 6. 2020 年 8 月 4~5 日不同时间 500 hPa 垂直速度的纬向 - 垂直剖面图(单位: Pa/s): (a) 2020080400, (b) 2020080406, (c) 2020080412, (d) 2020080418, (e) 2020080500, (f) 2020080506, (g) 2020080512, (h) 2020080518

6. 结论

本文利用 2020 年 7 月 28 日至 8 月 8 日的中国测站降水资料、日本气象厅网站所提供的台风路径数据、NCEP 提供的 $1^\circ \times 1^\circ$ 的逐 6 小时气象资料, 对台风“黑格比”登陆期间 500 hPa 以及 850 hPa 的环流形势、台风前后及期间的降水时空分布图、以及强降水相关的物理量(垂直速度)进行探究和分析, 得出结论如下:

1) 台风“黑格比”的强度发展较为迅速, 8 月 3~4 日强度增大, 登陆后受地形因素影响强度逐渐减小。“黑格比”台风最大风速和中心最低气压的变化呈相反关系。台风路径: 登陆之后偏西北上贯穿江苏省, 随后折向东北移出我国陆地。

2) 台风“黑格比”登陆的初期(8 月 4~5 日), 由于台风本体云系导致的强降水过程; 随着台风的减弱, 降水量随之减少。8 日降水表现为局地暴雨, 为台风尾流降水。

3) 受副热带高压控制的偏东南气流率先影响台风“黑格比”, 偏西南气流在台风通过副高脊之后作用于台风, 从而使得台风“黑格比”登陆之后路径为: 先向西北方向移动经过浙江, 随后北折转向东北方向贯穿江苏之后移出我国陆地。在 850 hPa 呈东南 - 西北走向的低空偏东急流持续为暴雨区输送湿暖气流和水汽。“黑格比”在急剧增强期间, 强降水中心的降水量与垂直上升运动速度的最大值有一定关联性, 位置也相匹配。

参考文献

- [1] 毕海霞, 刘天阳, 李明慧, 等. 台风“摩羯”引发葫芦岛市暴雨过程成因分析[J]. 农技服务, 2020, 37(10): 102-103.
- [2] 王文典, 龚涛峰. 1614 号超强台风“莫兰蒂”引发宁波暴雨成因分析[J]. 农业灾害研究, 2020, 10(5): 68-69+71.
- [3] 梁宝荣, 陈秋吉, 丁绍金. 0907 号热带风暴“天鹅”特征分析[C]//广东省气象学会, 阳江市科学技术协会. 第六届粤西、北部湾区气象合作会议暨气象灾害防御研讨会论文摘要集. 广东省气象学会, 阳江市科学技术协会: 广东省科学技术协会科技交流部, 2010: 1.

- [4] 项素清, 周梅, 徐亚钦, 等. “利奇马”台风的特点及极端强降水的成因分析[J]. 海洋预报, 2020, 37(5): 76-85.
- [5] 朱红芳, 王东勇, 杨祖祥, 等. “海葵”台风(1211 号)暴雨雨滴谱特征分析[J]. 暴雨灾害, 2020, 39(2): 167-175.
- [6] 薛煜. 1323 号台风“菲特”螺旋云带中“列车效应”研究[D]: [硕士学位论文]. 杭州: 浙江大学, 2020.
- [7] 冉津江, 齐玉磊, 龙治平. 台风与副高共同影响下的华西秋雨个例分析[J]. 安徽农业科学, 2018, 46(19): 162-166, 174.
- [8] 陈汶江, 王伟. 2016 年 14 号台风“莫兰蒂”特征分析[J]. 成都信息工程大学学报, 2018, 34(4): 436-442.
- [9] 李芳, 李南, 万瑜. 台风“温比亚”影响山东期间 GPM 资料的降水分析[J]. 海洋气象学报, 2020, 40(4): 69-76.
- [10] 初军玲, 宋华丽. 威海夏季两次相似路径台风暴雨个例对比分析[J]. 湖北农业科学, 2018, 57(6): 47-54.
- [11] 何秀恋, 蔡英群, 朱昌桂, 等. 1013 号“鲇鱼”台风在低温区登陆的成因分析[C]//中国气象学会. 第 28 届中国气象学会年会——S12 热带气旋. 中国气象学会, 2011: 6.
- [12] 林小红, 吴幸毓, 陈淼, 等. 台湾海峡西岸台风大风特征及极端大风典型个例分析[J]. 气象与环境学报, 2019, 35(6): 93-100.