

宁子杰,包文雯,陈峥嵘,等. “浪卡”台风(2016)暴雨特点及卫星云图特征分析[J]. 气象研究与应用, 2021, 42(3): 88–93.

Ning Zijie, Bao Wenwen, Chen Zhengrong, et al. Typhoon Nangka(2016)rainstorm characteristics and satellite cloud image characteristics analysis[J]. Journal of Meteorological Research and Application, 2021, 42(3): 88–93.

台风“浪卡”(2016)暴雨特点及卫星云图特征分析

宁子杰¹, 包文雯¹, 陈峥嵘¹, 潘 静¹, 黄明策²

(1.钦州市气象局, 广西 钦州 535000; 2.广西壮族自治区气象台, 南宁 530022)

摘要: 利用常规气象资料、NCEP格点资料及FY2G卫星资料, 采用天气学诊断和卫星云图解译分析方法, 对2020年第16号台风“浪卡”(Nangka)暴雨发生特点及卫星云图特征进行分析。结果表明, “浪卡”在副高南侧偏东气流引导下, 持续向西偏北方向移动进入北部湾, 造成广西南部强风暴雨; 暴雨发生第一阶段由台风本体倒槽云系产生, 第二阶段由台风后部偏南气流与冷空气互相作用增强的动力强迫引发, 台风东北侧东南急流加强与冷空气携带的东北气流在广西南部强烈辐合, 加上海岸带地形作用, 使该地区低层水汽辐合和上升运动强烈, 为暴雨增幅提供有利动力条件; “浪卡”云系不对称结构明显, 在登陆海南岛前, 范围宽广而且发展旺盛的积云对流主要位于台风南侧, 与辐合带的西南季风相连密切相关, 进入北部湾后, 受北侧副高加强影响, 东南风急流加强导致北侧积云对流发展更旺盛。OLR场的配置对于台风路径预报有较好的指示意义。

关键词: 台风“浪卡”(2016); 暴雨; 非对称结构; 云团特征

中图分类号: P458

文献标识码: A

doi: 10.19849/j.cnki.CN45-1356/P.2021.3.15

OSID:



引言

每年7—9月是华南后汛期台风影响季节, 进入10月后, 冬季风逐渐加强, 海温逐渐降低, 影响广西沿海的秋台风数量明显减少, 由秋台风引起的暴雨以上量级强降水所占比例就更少^[1], 所以导致台风降水预报不容易把握, 服务上容易陷入被动。秋季冷空气势力逐渐活跃后, 往往能侵入到低纬地区, 有时适当的冷空气会对台风暴雨起到明显的增幅作用^[2]。台风降水一般出现在台风螺旋雨带部位, 由本体环流直接产生降水, 但台风后部偏南气流与其他系统相互作用也往往能造成强降水^[3–4], 这些台风很多时候呈不对称结构^[5–8], 由此对台风影响下的降水强度和落区预报带来了难题。台风“浪卡”(2016)在进入北部湾后, 在台风本体环流和南下冷空气的共同作用下, 对广西造成了持续较长时间的强降雨及大

风天气过程。本文对其降水特点进行分析, 并对环境场、物理量场以及卫星云图资料特征进行分析, 寻找预报着眼点, 为提高秋季台风的预报能力提供参考依据。

1 台风“浪卡”概况

1.1 路径特征

2020年10月12日上午8时, 位于南海的热带低压加强为2020年第16号台风“浪卡”(Nangka), 此后以 $25\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ 左右的速度向西稍偏北方向移动, 13日11时接近海南岛加强为强热带风暴, 中心附近最大风力 $25\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, 于19时20分前后在海南省琼海市登陆, 登陆后强度减弱为热带风暴级并继续西行穿过海南岛, 14日凌晨移入北部湾海面, 18时20分在越南清化沿海再次登陆, 登陆后迅速减弱, 20时减弱为热带低压(图1), 属于常见台风路径类型。

收稿日期: 2021-07-29

基金项目: 国家自然科学基金项目(41905077)、钦州市科学研究与技术开发计划项目(202014806)、钦州市气象局科研课题项目(2020001)

作者简介: 宁子杰(1991—), 男, 助理工程师, 主要从事天气预报技术服务和应用。E-mail: 260558170@qq.com

* 通讯作者: 黄明策(1977—), 男, 博士, 正高级工程师, 主要从事灾害性天气预报技术方法研究和应用。E-mail: luckyhmc@126.com

1.2 “浪卡”影响广西的风雨特征

受台风“浪卡”影响,广西南部 and 西部出现较强的风雨天气。据统计,10月13日08时至15日08时,广西有849个站点出现50~100mm降水,有141个站点出现100~200mm降水,11个站点降水达200mm以上,最大降水368.5mm出现在十万大山北麓的防城港市上思县叫安镇。此次暴雨过程以14日12时为界分成两个阶段,第一阶段(13日08时—14日12时)为台风本体环流倒槽云带产生的降雨,降雨区主要分布在广西沿海到崇左市一带;第二段主要是台风后部的偏南气流与冷空气互相作用增强的动力强迫引发,降雨中尺度特征明显,具有降雨总量大、强降雨强度强、局地性明显的特点,雨带相对第一阶段稍偏西,暴雨区覆盖了广西西部和南部大部地区(图1)。此外,台风影响期间,41个气象观测站出现8~11级的大风,最大为北海市斜阳岛站 $29.6\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。

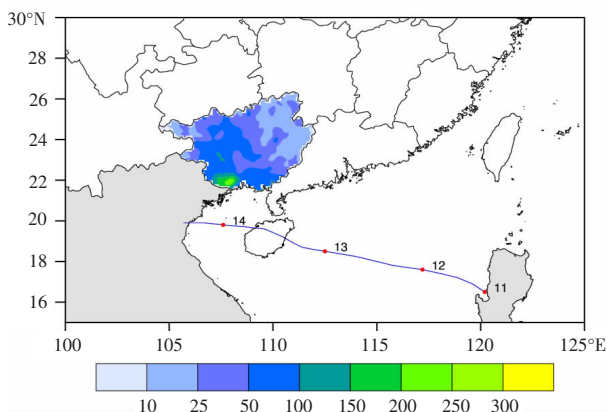


图1 台风“浪卡”移动路径(蓝实线,红点为对应日期当日08时台风中心位置)及影响广西的过程雨量(填色,单位:mm)

2 环流形势分析

2.1 有利台风增强条件分析

高空出流有利于台风增强,在这次台风过程中,200hPa南亚高压呈东部型,中心稳定维持在东南地区沿海,台风处于南亚高压西南侧,在接近海南岛增强的过程中,南亚高压西部风速明显强于东部,并且西部风向风速辐散随台风西移不断加强,高层出流条件增加对西移台风加强有利。在500hPa上,10月13日副热带高压加强西伸,台风东环与副高之间区域气压梯度明显增强,风速加大,西半环风速仍维持在较小的水平,台风风场出现不对称结构。在登陆海

南岛前,台风和副高之间存在的强气压梯度,使台风东侧偏南风急流加强,有利于大量水汽和能量被输送到台风环流中,台风强度得到加强;穿过海南岛进入北部湾后,其北部与副高作用持续增强,北侧风速明显加大。与中层500hPa类似,850hPa台风北侧与副高挤压,风速较大,其东南部在台风西移过程中有稳定的偏南风卷入,低层入流条件稳定,在靠近海南岛前,有季风槽气流卷入使得台风有所加强。高低层风场风速大小的分布,表明了上下风场结构的不对称,这种风场的不对称也导致了台风云带分布的不对称。

2.2 稳定西移条件分析

副高稳定西伸是引导台风持续西行的主要原因。500hPa环流呈纬向型,副高脊线位于 25°N 附近,西脊点在 110°E 左右,台风位于副高西南侧,与副高之间有强的气压梯度,同时副高处于明显加强西伸态势,在副高西南部东南气流的引导下,台风有向西偏北移动的倾向;地面图上,在高空槽引导下有冷空气持续南下补充,受副热带高压和南下冷空气的双重压制,“浪卡”向北移动分量受到阻挡而一路偏西行。

2.3 有利暴雨发生的条件分析

“浪卡”从进入北部湾开始影响广西,到登陆越南后的台风后部降水,整个台风暴雨过程持续了约2d的时间。此次过程主要分为两个阶段,首先是14日凌晨到上午时间段,台风进入北部湾后,广西南部受台风北部螺旋云带影响,台风倒槽配合高空辐散低空辐合,产生了暴雨天气过程。过程中水汽在广西南部辐合,低层台风东北侧与副高间的东南急流加强,为持续性降雨提供了稳定的水汽和能量条件。

第二阶段降雨过程发生在“浪卡”登陆越南后,此时广西西南部处于副热带高压和台风之间,中低层都是一致的东南急流,有明显的风速风向辐合,保证了降雨过程的水汽和能量供应,北部湾沿海出现这样的环境条件有利于出现台风后部的强降水^[4],地面图上有适当强度的冷空气南下影响广西南部,与台风后部偏南暖湿气流交汇产生的辐合以及斜压性增强诱发了第二阶段的降水。相比较第一阶段的降雨过程,第二阶段的系统以及环境场中心都向西偏移,因此雨带和强降水中心也有所西移。后期的降水影响范围除了广西沿海和崇左市一带,广西西部和南部地区也普降大雨到暴雨。

3 物理量分析

3.1 水汽条件

持续的水汽供应是暴雨发生的重要条件。台风西移过程中,广西以南海域存在季风槽环流,槽中西南气流为广西上空输送水汽和能量,使得台风影响前期水汽供应充足,台风进入北部湾后,低层台风与副高之间的东南急流加强,在广西南部有风向辐合,为暴雨区输送了水汽和激发了上升运动;水汽通量散度场显示,负水汽通量辐散中心跟随台风中心移动,台风在北部湾西移过程中,广西南部上空始终存在明显的水汽通量散度负值区(图2),表明该处有持续的水汽输送和辐合,为暴雨的产生提供了充分的水汽条件。

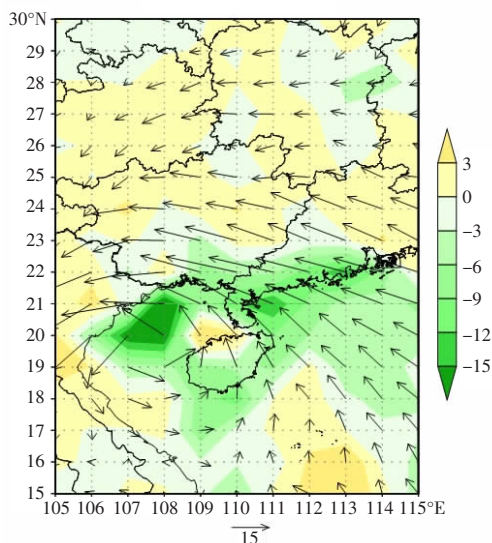


图2 14日08时850hPa风矢量(箭头)和水汽通量散度(阴影,单位: $10^{-7} \text{g} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{hPa}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$)

3.2 动力抬升条件

散度场上13日08时200hPa散度正值中心位于台风中心以东海面上,正散度中心随台风移动逐渐西移,14日08时正散度中心位于雷州半岛,广西南部高层都是很强的辐散区,低层负散度中心则由广西中心向西南方向移动出海;低层正涡度中心随台风移动跟随在其移动路径右侧,中心强度在进入北部湾时发展最强,广西南部处于正涡度大值区内;垂直速度场上13日08时起从850hPa到对流层高层广西南部都处于上升运动大值区(图3);在高空的强辐散、低空的强辐合作用下,广西南部上空形成了贯通整层的上升运动,为暴雨的产生提供了较强

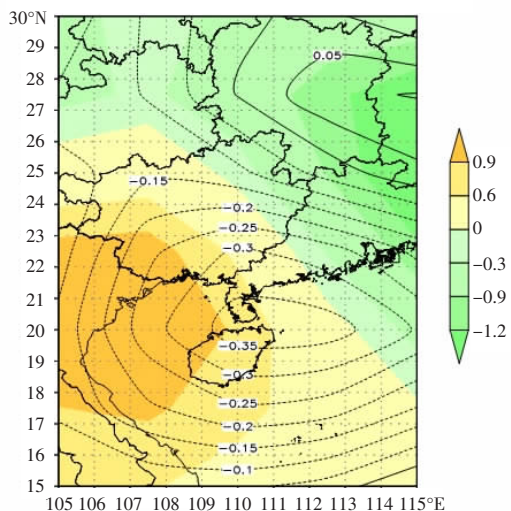


图3 14日08时850hPa垂直速度(等值线,单位: $\text{hPa} \cdot \text{s}^{-1}$)和200hPa散度(阴影,单位: $10^{-5} \cdot \text{s}^{-1}$)

的动力抬升条件。

4 卫星资料分析

台风螺旋云带的变化可以表征台风的发展情况以及强度变化特征。“浪卡”在进入南海后加强为热带风暴的阶段,台风环流云系结构主要分成三个部分(图4a),南侧有西南气流卷入的螺旋云带发展最为旺盛,云带覆盖面积广,云臂延伸较长,表明来自南海的水汽和能量输入充足,为台风的维持和发展提供了条件,该处云顶亮温最低,表明该处对流云带发展最为旺盛;眼区周围是成团状的积云对流;北部螺旋云带发展不如南部明显,呈现为偏窄的逆时针旋转云系,这是由于台风处于副热带高压西南部,受到高压挤挡而导致发展范围受限。

登陆海南岛前,南部云带逐渐变得松散(图4b)、脱离台风中心、强度减弱,表明来自南部的能量水汽输送有所减弱,但同时台风以西的季风槽云系卷入,使得台风仍得以发展加强;台风中心附近云团发展强烈,但位置始终偏北,云系在这个过程中始终呈明显的不对称结构;台风眼区不明显,中心附近有范围相对较小的对流云发展,中尺度强对流云团位于距离台风中心约4个经距的西部及西南部发展,这是台风路径西移的主要特征^[3],在副热带高压的引导气流下,“浪卡”登陆前以西北偏西移动为主。

登陆海南岛时,季风槽云系已经并入台风中心,对流云团主要分布在台风的东侧和南侧(图4c),西北侧云系较少,云顶亮温低说明了云系发展活跃,

表明南海和孟加拉湾持续不断的向台风输入水汽能量。

台风进入北部湾后强度维持在热带风暴级, 云系结构逐渐发散, 分成东北西南伸展的两条螺旋

云带(图 4d), 其中东北侧云带进入广西南部上空后发展增强, 旺盛的积云对流造成了这次强降雨过程。

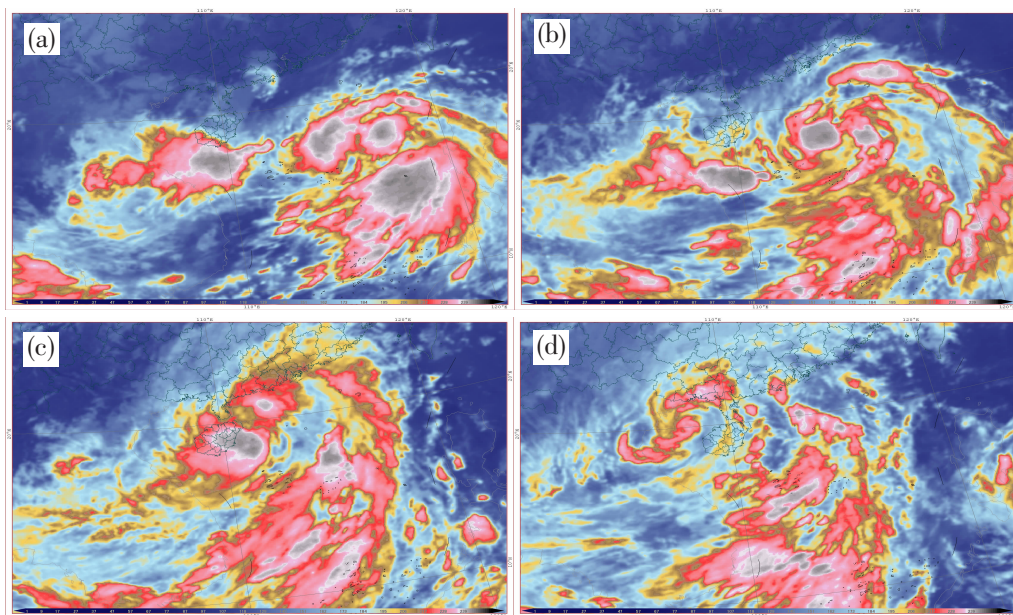


图 4 FY2G 卫星红外云图(单位:K)

(a)12 日 08 时;(b)12 日 20 时;(c)13 日 17 时;(d)14 日 05 时

OLR 场是气象卫星观测到的地气系统向外长波辐射,它是云顶和下垫面温度的函数^[3],在“浪卡”移动路径上,环境温度的时空变化都比较小,由于 OLR 的变化主要受到云的影响,因此可以通过 OLR 卫星云图来反映降水和大气凝结潜热释放等信息。

“浪卡”在南海发展阶段(图 5a),台风中心及其

南部呈闭合状的 OLR 低值区,低值中心位于台风南部,闭合低值区以北是呈南部凹型的带状 OLR 高值区,并且大的高值区在台风后部向南延伸,这样的 OLR 配置有利于“浪卡”向西移动;此外,可以看到台风中心附近和南部都有旺盛的对流活动,海南岛西南侧为旺盛的季风槽云系。

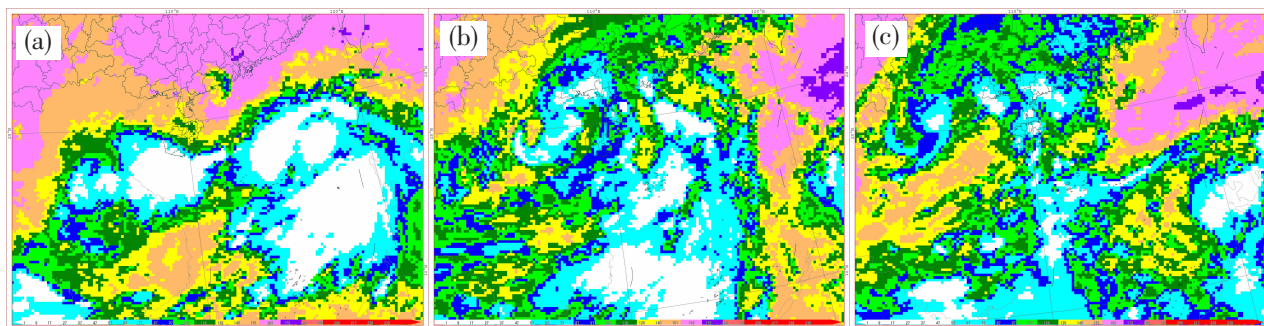


图 5 FY2G 向外长波辐射 OLR 图(单位: $W \cdot m^{-2}$)

(a)12 日 08 时;(b)14 日 05 时;(c)14 日 20 时

进入北部湾后(图 5b),台风 OLR 场低值区的范围有所减小,表明台风无论是强度还是积云对流活跃度都有所减弱,但可以看到台风北部延伸出一

条 OLR 低值带,表明了广西沿海上空仍出现比较旺盛的对流活动。“浪卡”在登陆越南后(图 5c),台风后部广西南部存在南北轴向的 OLR 低值带,表明台

风后部对流活动仍处于旺盛的态势,南北轴向的低值带也表明了从南海持续向广西南部的水汽能量输送。

卫星资料 OLR 场的变化表明,OLR 的分布配置对台风移动路径有较好的指示意义,并且能较好的展现台风及其周边对流云系的活跃情况,为判断台风未来走向和降雨对流云系的变化情况提供依据。

5 结论

(1) 由于受到对流层高层南亚高压、中层副热带高压的引导气流控制,加上地面冷空气高压坝的阻挡,台风“浪卡”路径呈向西稍偏北移动。

(2) 台风“浪卡”具有明显的不对称结构,加强成热带风暴的初期,台风南侧螺旋云带发展旺盛,范围广,而北侧对流云系发展范围窄;靠近海南岛加强为强热带风暴的阶段,台风以西有季风槽云系卷入,南侧对流云带有所脱离台风,之后逐渐发展成为东北西南轴的螺旋云带,对流云团分布逐渐偏居台风东南一侧;进入北部湾后,台风强度减弱,螺旋云带发散。

(3) 卫星资料图 OLR 场的分布配置,对于预报“浪卡”的移动方向和路径有较好的指示意义,同时也能为判断台风对流云系发展活跃情况提供依据。

(4) 高低层动力条件的配合加上水汽能量的辐合,为此次台风暴雨过程提供了有利的降水条件,台

风“浪卡”对广西造成的降水持续时间长,降雨总量大、降雨强度大、局地性明显;过程分成两个阶段性的降水,前期为台风本体环流倒槽云带降水,后期为台风后部偏南气流与冷空气互相作用增强的动力强迫而引发的对流性降水。

参考文献:

- [1] 孔宁谦,杨澄梅.广西沿海热带气旋暴雨分析[J].海洋预报,2000(3):44-48.
- [2] 黄莉,白龙,李紫甜.适当冷空气对秋季台风暴雨增幅作用研究[J].灾害学,2018,33(2):38-44.
- [3] 黄克慧.台风云娜后部强降水分析[J].气象,2006(2):98-103.
- [4] 何小娟.环境场和热带气旋后部暴雨的关系[J].广西气象,1996(2):4-5,3.
- [5] 江吉喜,陈美珍.台风云系的非对称结构和特定的 OLR 场与台风的异常移动研究[J].热带气象,1992(3):237-244.
- [6] 李霞,何如意,王捷纯,等.利用卫星资料分析“浪卡”非对称结构及其降水[C]//第30届中国气象学会年会论文集.北京:中国气象学会,2013:137-143.
- [7] 曾佩芳,薛宇峰,梁梅,等.台风“韦帕”的非对称结构特征及其登陆异常的成因分析[J].气象研究与应用,2021,42(1):118-121.
- [8] 覃丽,黄海洪,吴俞,等.1306号热带气旋“温比亚”非对称降水的环境场特征[J].暴雨灾害,2014,33(2):121-128.

Typhoon Nangka (2016) rainstorm characteristics and satellite cloud image characteristics analysis

Ning Zijie¹, Bao Wenwen¹, Chen Zhengrong¹, Pan Jing¹, Huang Mingce^{2*}

(1. Qinzhou Meteorological Bureau, Qinzhou Guangxi 535000;

2. Guangxi Meteorological Observatory, Nanning Guangxi 530022)

Abstract: Using conventional meteorological data, NCEP grid data, and FY2G satellite data, synoptic diagnosis and satellite cloud graphic translation analysis methods were used to analyze the occurrence characteristics of the rainstorm of Typhoon No. 16 Nangka in 2020 and the characteristics of satellite cloud images. The results showed that under the guidance of the easterly airflow on the south side of the subtropical high, Nangka continued to move northwestward into the Beibu Gulf, causing gales and rainstorms in southern Guangxi. The first stage of rainstorm was caused by the inverted trough cloud system of the typhoon body, and the second stage was caused by the dynamic forcing of the interaction between the southerly-air flow and the cold air at the back of the typhoon. The southeast jet stream on the northeast side of the typhoon strengthened and the northeast air current carried by the cold air converged strongly in southwest Guangxi, coupled with the coastal topography, making the low-level water vapor convergence and upward movement strong, which provided favorable power conditions for the increase of heavy rainfall. The cloud system of Nangka had an obvious asymmetric structure. Before landing on Hainan Island, the broad and vigorously developed cumulus convection was mainly located on the south side of the typhoon and was closely related to the southwest monsoon in the convergence zone. After entering the Beibu Gulf, affected by the strengthening of the subtropical high on the north side, and the strengthening of the southeast wind jet, there was a more vigorous development of cumulus convection on the north side. The configuration of OLR field has good indication significance for typhoon path prediction.

Key words: Typhoon Nangka (2016); rainstorm; asymmetric structure; cloud characteristics