

文章编号: 1673-8411(2019)03-0013-05

秋季台风“海燕”的特点及成因分析

黄滢, 潘一鸣, 蒋静

(广西防城港市气象局, 广西 防城港 538001)

摘要: 1330号秋季台风“海燕”具有强度强、维持时间长、路径东折、造成风雨强的特点。利用NCEP再分析资料、CMABST最佳台风路径数据、卫星云图等资料,进行天气学以及动力诊断分析,结果表明:(1)“海燕”强度强,减弱缓慢的主要原因是:弱冷空气从低层不断侵入台风低压的北部,使斜压性加强,气旋性扰动加大;副高、西风槽和“海燕”的位置配置,使得“海燕”北侧的偏西风天气系统和南侧的西南风系统加强;200hPa强辐散提供了有利的高空“抽气”作用。

(2)“海燕”路径出现转向东折的主要原因是副高减弱东退,当台风中心越过副高脊线进入西风带系统时,引导气流的转变导致台风转向东北方向移动。卫星云图从对称圆形转为东北-西南走向,预示着台风向东北移动的分量加大。(3)“海燕”影响期间,在广西产生了超过历史同期极值的强降水,其主要原因是东北槽引导适当冷空气的入侵,副高和南支槽的位置配置、广西处于高湿不稳定的环境场也是造成强降水的原因之一。

关键词: “海燕”台风;转向;强度;暴雨

中图分类号: DH

文献标识码: A

The Characteristics and Causes of the Autumn Typhoon Haiyan

Huang Ying, Pan Yiming, Jiang Jing

(Fangchenggang Meteorological Service, Fangchenggang Guangxi 538001)

Abstract: The autumn typhoon Haiyan (1330) has the characteristics of strong intensity, long maintenance time, turning eastward, and strong wind and rain. This study uses NCEP reanalysis data, CMABST best typhoon path data, satellite cloud maps and other data for weather and dynamic diagnostic analysis. The results showed that (1) the main reason for the strong and slow weakening of Haiyan was that the weak cold air invades the north of tropical cyclone from the lower level, which strengthened baroclinicity and enhanced cyclonic disturbance; the location of subtropical high, westerly trough and Haiyan strengthened the westerly weather system on the north side and the southwesterly wind system on the south side of Haiyan. The 200 hPa strong divergence provided a favorable high-altitude "pumping" effect. (2) The main reason for the eastward turning of the Haiyan track was the weakening of the subtropical high and the eastward retreat. When the typhoon center crossed the ridge line of the subtropical high and entered the westerly belt system, the change of the guiding airflow caused the typhoon to move northeast. The change of satellite cloud image from symmetrical circle to northeast-southwest trend indicated that the component of typhoon moving northeast would increase. (3) During the period of Haiyan, heavy precipitation occurred in Guangxi, which exceeded the extreme value of the same period in history. The main reason was that the northeast trough guided the invasion of appropriate cold air. The location of the subtropical high and the southern branch trough, and the unstable environment in Guangxi were also one of the reasons for heavy precipitation.

Keywords: Haiyan, autumn typhoon; steering; intensity; typhoon rainstorm

收稿日期: 2019-01-10

基金项目: 防城港市科技局课题“相似台风路径及环境形势计算显示系统”

作者简介: 黄滢(1981-),女,汉族,广西钦州人,学士,高级工程师,主要从事热带气旋方面的研究。E-mail:huangying100@sina.com

引言

进入秋季以后, 登陆我国的台风数量显著减少^[1], 影响台风的环流系统和夏季也有很大的不同, 不容易产生强的降水^[2], 因此容易对秋季台风造成的灾害产生低估。但是有时候, 秋季台风的强度和造成的灾害会超过夏季台风, 给经济、农业等方面造成了严重的损失。1330 号台风“海燕”的移动路径在进入南海后出现明显的北翘东折, 登陆越南北部沿海后进入广西, “海燕”是 1951 年以来 11 月份进入广西强度最强的台风。“海燕”具有强度强、路径东折、维持时间长、造成风雨强的特点, 在广西产生了超过历史同期极值的强降水, 给广西带来较大经济损失。“海燕”台风的这些特点在历史上比较罕见, 本文对 1330 号秋季台风“海燕”的特点进行分析, 寻找其在环境场、物理量场、卫星云图的特征, 为提高秋季台风预报能力和减少台风灾害提供有益的参考依据。

1 “海燕”过程概况

1330 号台风“海燕”(图 1) 于 2013 年 11 月 4 日在西北太平洋生成后不断发展, 在 8 日以超强台风级别登陆菲律宾, 横穿菲律宾中部地区后进入南海, 11 日 05 时以台风级别在越南北部的广宁省沿海一带登陆($38\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$), 登陆后出现明显的东折, 进入广西崇左境内, 进入广西境内时中心附近最大风速达到 $33\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, 穿过宁明、上思, 扶绥和邕宁, 在 11 日 20 时才减弱为热带低压, 登陆后维持了 15h。受“海燕”影响, 广西出现了大范围的强降雨和大风天气, 仅 11 月 10 日 20 时至 11 月 11 日 20 时的 24h 内, 广西有 68% 的县市出现了暴雨以上的强降雨, 50.8% 的县市出现了大暴雨或特大暴雨, 广西南部大部地区 24h 降水量打破了当地建站以来 11 月份的历史记录, 距离台风较远的广西北部也出现了暴雨。广西南部地区出现阵风 10-12 级的大风, 北部湾海面出现阵风 12-13 级的大风。“海燕”在广西造成河水暴

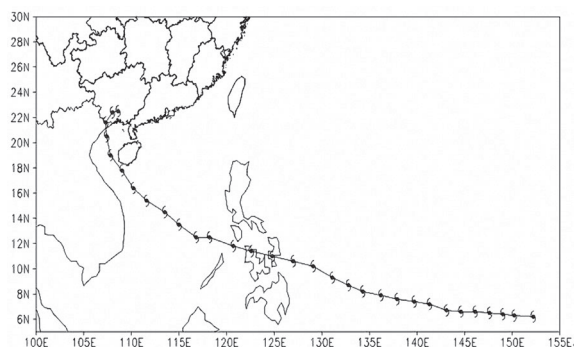


图 1 “海燕”台风路径

涨, 城市内涝, 农作物受损严重, 仅在防城港市就造成直接经济损失 2.5 亿元人民币。

2 强度特点成因分析

“海燕”具有强度强且减弱缓慢的特点, 主要原因有三方面: 弱冷空气侵入台风低层, 使斜压性加强, 气旋性扰动加大; 副高、西风槽和“海燕”的位置配置, 使得“海燕”北侧的偏西风 and 南侧的偏南风加强; 200hPa 强辐散提供了有利的高空“抽气”作用, 均有利于“海燕”强度的维持。

2.1 弱冷空气入侵

陈联寿^[3]等认为: 冷空气对台风有双重作用, 台风是一个暖心系统, 如有强冷空气流入台风时, 会破坏台风的暖心, 使台风减弱填塞或变性为温带气旋。进入中纬度西风带的台风经常会遇到这种情况。但冷空气还有另外一种相反的作用, 如果冷空气较弱, 弱冷空气侵入台风低层, 使斜压性加强, 气旋性扰动加大, 则有利于台风的发展。

如图 2a, 10 日 08 时北方有冷空气南下, 高压中心 (1060hPa) 位于贝加尔湖西部, 广西北部有静止锋, 且为正变压, 24h 变压为 1-5hPa, 湖南及以北地区正变压大部为 5-10hPa, 同时 1000hPa-925hPa 低层河南到湖南上空为偏北风 ($8-12\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$), 广西北部上空为偏北风 ($6-8\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$), 广西中部为台风外围的偏东气流控制; 11 日 08 时 (图略), 随着冷空气东移, 静止锋也南压到广西中部, 正变压中心区东移到华北、华东地区, 正变压为 4-14hPa, 华南大部地区正变压为 1-3hPa, 广西中部地区也升压 1-2hPa, 这时冷空气已到达广西中部地区, 强度较弱, 1000hPa 河南到广西中部上空为偏北风略有加强 ($4-6\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)。12 日 08 时 (图略), 冷空气南压到海面, 中国大陆维持高压脊控制。

从图 2b 的温度垂直剖面图中可以看出, 11 日弱冷平流到达广西中部时, 台风中心附近, 850hPa 以上没有负的温度平流, 弱冷空气只是从 850hPa 以下低层入侵。弱空气从低层不断侵入到台风低压中心的北部, 使得台风北侧气压梯度加大, 气旋性环流加强, 且弱冷空气与台风环流内的暖湿空气相遇, 释放出大量不稳定能量, 有利于台风强度维持, “海燕”登陆后维持 15 个小时, 台风减弱缓慢与低层有弱冷空气入侵有密切的关系。

2.2 副热带高压

黄滢等^[4]通过对比分析 1980 ~ 2010 年登陆华南影响广西长时间维持和维持时间短两类台风发现, 副高和高空槽和台风位置的恰当配置有利

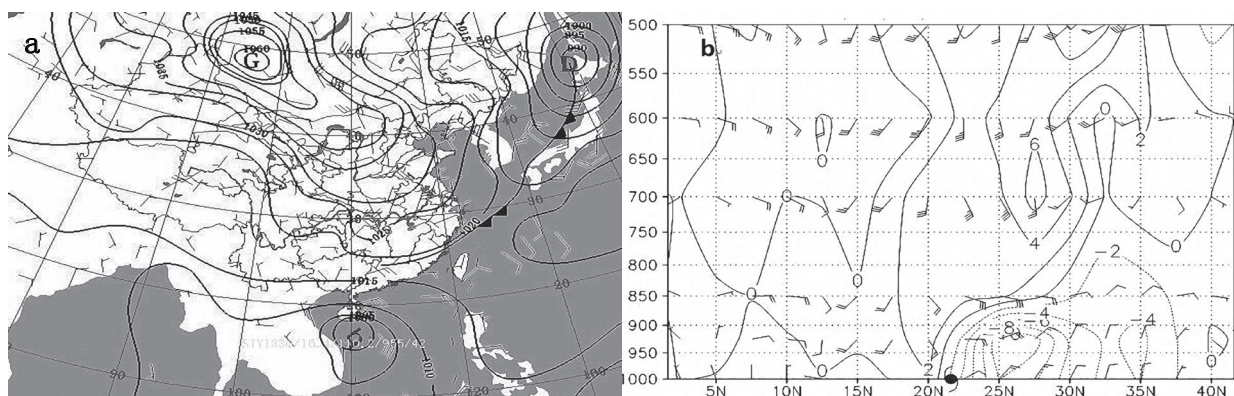


图 2 2013 年 11 月 10 日 08 时地面图 (a), 11 日 08 时沿“海燕”中心 107.3°E 的温度平流垂直剖面图 (b) (单位: $10^{-5}\text{k}\cdot\text{s}^{-1}$)

于台风的长时间维持。副高和台风的位置配置使得台风东侧的急流将海上的水汽输送到热带气旋内部, 有利于台风维持, 而当副高太强时, 台风的垂直环流会受到抑制, 不利于其维持。

从图 3 可以看出, 台风登陆期间 500hPa 副高西端点有所东退, 但是维持在 110°E , 副热带高压

脊位于 20°N 附近, 其中心强度达 588dagpm 或以上, 由于副热带高压紧贴着“海燕”, 台风低压环流和副高之间维持很强的气压梯度, 且台风东侧偏南风急流较强, 海上水汽的输送有利于台风环流的维持。副高和“海燕”的位置配置, 使得“海燕”北侧的偏东风和南侧的西南风加强, “海燕”减弱缓慢。

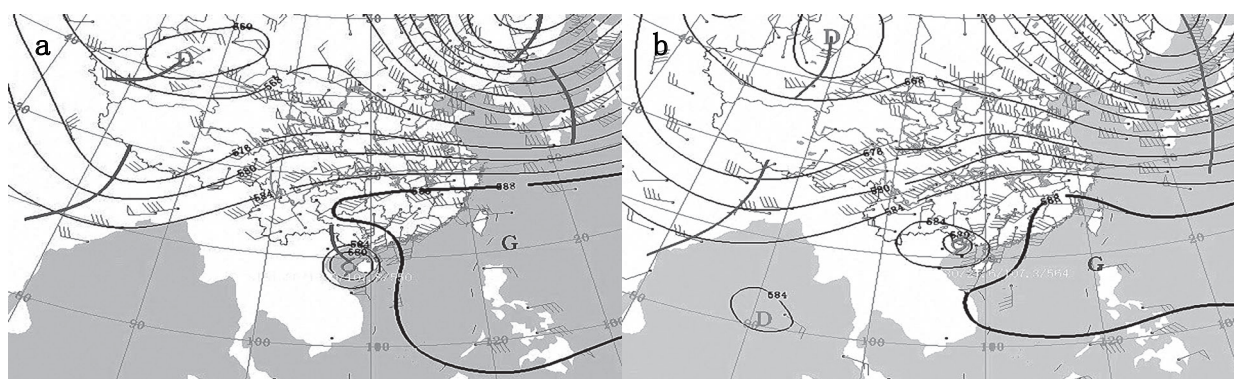


图 3 500hPa 环流形势 (a: 2013 年 11 月 10 日 20 时, b: 2013 年 11 月 11 日 08 时)

2.3 高空强辐散

“海燕”在越南登陆进入广西期间, 从云图来看(图 4a), 热带辐合带和季风急流都不是很强, 孟加拉湾季风槽云系断裂, 并没有卷入台风中心云系, 整体水汽环境并不理想。但 200hPa 高空处于南亚高压西北侧和高空槽前, 处于较强的辐散

流场中, 从图 4b 中可以看出, 台风上空为强的辐散中心, 达到 $25\times 10^{-7}\cdot\text{s}^{-1}$, 高空辐散是维持低层辐合的补偿机制, 在高空辐散的抽吸作用下, 低层辐合上升运动得到加强和维持, 减缓了台风登陆后的衰减。南风加强, 使得“海燕”减弱缓慢。

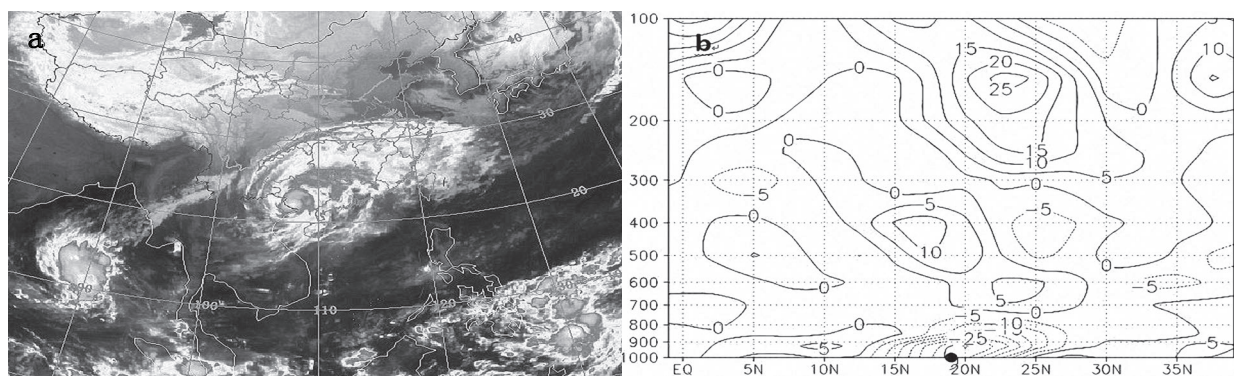


图 4 2013 年 11 月 11 日 08 时红外云图 (a), 10 日 20 时沿“海燕”中心 (107.8°E) 散度垂直剖面图 (b) (单位: 10^{-7}s^{-1})

3 “海燕”路径特点的成因分析

500hPa 副高减弱东退, 台风进入西风带是“海燕”台风转向的原因。从 500hPa 环流形势场可以看出, 11 月 9 日, 500hPa 副高呈带状分布, 脊线位于 22°N , 西脊点西伸到 100°E 附近, 副高中心强度达 592dagpm, 592 线位于台湾以东洋面上, “海燕”在副高南侧的强盛偏东南引导气流下, 快速地向偏西北方向移动。10 日, 台风移动到海南岛西侧, 随着南支槽的东移, 副高开始减弱东退, 592dagpm 强中心消失, 脊线南落到 20°N 附近; 11 日, 副高继续东退到广东一带, 随着“海燕”的进一步北上, 台风环流中心移动到越南北部, 已经越过副高脊线的北面, 台风开始转向, 同时, 随着南支槽的移近, 台风中心环流也进入南支槽前的西风带中, 台风转向东北方向移动。因此, “海燕”的转向是环境流场的改变, 引导气流由偏南风转为偏西南风, 副高减弱东退是“海燕”登陆后东北转向的关键, 当副高减弱东退时, 台风的位置很关键, 当台风中心越过副高脊线进入西风带系统时, 台风即转向。

对照 FY-2 卫星云图, 10 日以前, 卫星云图上台风云系近似圆形, 云体密实, 云系分布对称, 10 日 14 时开始, 风暴北侧外围云系有卷云向东北方向伸出, 此后各时次, 北侧外围云系卷云向东北方向明显伸展趋势, 北侧的卷云从南宁向桂林、广东扩展, 11 日 02 时, 台风中心南面云系逐渐减弱消散, 台风云系主要位于东北侧。11 日 08-14 时台风南侧的云系继续消散, 主体云系往东北方向, 云系中亮度最大的云区呈东北-西南向。对比天气形势图, 台风进入南支槽前的西风带系统时, 卫星云图从对称圆形转为东北-西南走向, 台风转向东北方向移动。

4 台风降水特点分析

不少学者针对秋季台风暴雨作过研究^[5-6], 很多学者认为冷空气从动力和热力两个方面为台风暴雨的形成提供了有利的条件^[7-9]。黎清才等^[10]从动力方面论证了西风带系统与台风共同作用产生的暴雨区具有明显的斜压性。张兴强等^[11]从热力方面分析认为, 当锋面进入台风外围可造成斜压有效位能和凝结潜热的释放, 从而导致台风降水的增幅。高安宁等^[12]研究认为导致秋季台风暴雨增幅的原因是冷空气侵入与暖湿气流形成辐合带, 温度梯度和湿度梯度均增大, 湿斜压性的明显增强促进了中尺度降水生成。黄莉等^[13]对 1980-2016 年对广西造成影响的秋季台风统

计分析发现, 有适当冷空气影响下的暴雨增幅达 83%, 适当冷空气参与影响是秋季台风暴雨增幅的主要因素, 并给出冷空气强度的定义, 规定满足以下条件之一为适当冷空气: 在台风未影响广西前的 08 时实况地面场, 25°N - 32°N 范围内可分析出弱锋面, 气压差在 2-4hPa 之间; 台风影响广西前的 08 时地面场有 25°N - 32°N 范围 1-3hPa 的正变压; 台风影响广西前的 08 时 850hPa 实况场, 25°N - 32°N 之间温差为 3-4 $^{\circ}\text{C}$; 台风影响广西前 08 时 850hPa 或 500hPa 实况场, 25°N - 32°N 之间有两个以上站点 24 h 降温 1-3 $^{\circ}\text{C}$ 。

分析发现, 此次秋季台风过程, 西南风季风较弱, 无季风云系卷入台风环流中心, 来自海上的能量和水汽输入不如夏季, 适当冷空气是此次秋季台风暴雨过程强度强的主要原因。台风影响广西前的 10 日 08 时, 从地面图分析发现, 25°N - 32°N 之间有 3-4hPa 的正变压, 850hPa 实况场, 25°N - 32°N 之间温差为 3-4 $^{\circ}\text{C}$, 符合黄莉所定义的适当冷空气的强度^[13], 中纬度冷空气从 850hPa 以下不断侵入台风环流北部, 台风环流北侧的东北气流得以增强, 与来自南部海洋上的偏南气流形成辐合, 良好的动力和热力条件是台风暴雨增幅的重要原因。

从大气环流形势来看, 台风登陆期间, 台风与副高紧贴, 台风东部的气压梯度增加, 台风东侧有较强的南风气流, 偏南急流使水汽源源不断从海上输向台风中心和陆地, 有利强降水发生。“海燕”影响的过程, 有两支西风槽系统影响, 分别为南支槽和东北槽, 南支槽在低空形成偏西南风急流带, 受副高阻挡, 南支槽东移缓慢, 并向南延伸, 当与台风接近时, 两者共同作用可导致特大暴雨的发生。东北槽槽后的偏北气流引导东路的冷空气南下, 弱冷空气入侵影响台风的热力和动力环境, 低层适当冷空气的入侵和高层散度场的适当配置能提供台风强降水的有利环境。

此外, 台风登陆前期, 广西低层 925hPa、850hPa 的比湿达到 10-14 $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, 水汽含量充足, K 指数在广西南部达到 30-32 $^{\circ}\text{C}$, 下垫面是一个高湿不稳定的环境场, 台风移入后容易触发不稳定能量产生强降水。

5 结论

(1) “海燕”强度强, 在 11 月以台风强度进入广西, 并在登陆后在广西维持了 15h, 主要原因是: 弱空气从低层不断侵入台风低压的北部, 使斜压性加强, 气旋性扰动加大; 副高、西风槽和“海燕”的位置配置, 使得“海燕”北侧的偏

西风天气系统和南侧的西南风系统加强, 有利于台风强度的维持; 200hPa强辐散提供了有利的高空“抽气”作用。

(2) “海燕”进入北部湾后出现明显东折, 在登陆越南北部登陆后进入广西内部。“海燕”路径出现东折的主要原因是副高减弱东退, 当台风中心越过副高脊线进入西风带系统时, 引导气流的转变导致台风转向东北方向移动。卫星云图从对称圆形转为东北-西南走向, 预示着台风向东北移动的分量加大。

(3) “海燕”影响期间, 在广西产生了超过历史同期极值的强降水。其主要原因是东北槽引导适当冷空气的入侵, 副高和南支槽的位置配置、广西处于高湿不稳定的环境场也是造成强降水的原因之一。

参考文献:

- [1] 高建华, 朱晓东, 余有胜, 等. 我国沿海地区台风灾害影响研究[J]. 灾害学, 1999, 14(2): 74-76.
- [2] 孔宁谦, 杨澄梅. 广西沿海热带气旋暴雨分析[J]. 海洋预报, 2000, 17(3): 44-48.
- [3] 陈联寿, 孟智勇. 我国热带气旋研究十年进展[J]. 大气科学, 2001, 25(3): 420-432.
- [4] 黄滢, 彭俊龙, 郭亮. 长时间维持和迅速减弱的华南登陆热带气旋对比分析[J]. 海洋预报, 2013, 30(2): 68-74.
- [5] 王远超, 梁祥毅, 林宝亭, 等. 秋季台风“纳沙”大范围暴雨的机制研究[J]. 气象研究与应用, 2012, 33(S2): 74-77.
- [6] 黄滢, 许文龙, 郭亮, 等. 0917 秋季台风“芭玛”移动特点和暴雨成因分析[J]. 气象研究与应用, 2012, 33(S1): 19-21.
- [7] 何立富, 尹洁, 陈涛, 等. “泰利”台风低压大暴雨过程冷空气与地形的作用[J]. 气象科技, 2009, 37(4): 385-392.
- [8] 程正泉, 陈联寿, 徐祥德, 等. 近10年中国台风暴雨研究进展[J]. 气象, 1999, 31(4): 3-12.
- [9] 丁治英, 陈久康. 有效位能和冷空气活动与台风暴雨增幅的研究[J]. 热带气象学报, 1995, 11(1): 80-85.
- [10] 黎清才, 王成恕, 曹钢锋. 登陆北上台风暴雨突发性增强的一种机制研究[J]. 大气科学, 1998, 22(2): 199-206.
- [11] 张兴强, 孙兴池, 丁治英. 远距离台风暴雨的正斜压不稳定[J]. 南京气象学院学报, 2005, 28(1): 28(1): 78-85.
- [12] 高安宁, 张瑞波. 2011年秋季强台风“纳沙”导致广西灾害成因分析[J]. 灾害学, 2013, 28(1): 54-58.
- [13] 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.

(上接第4页)

(1) 从数量上看, 南海地区热带气旋生成数量的变化呈现出11-13a的振荡周期。在时空分布上, 南海地区热带气旋生成的高密度中心位于 19°N 、 115°E 附近, 在时间上主要集中于夏秋两季。

(2) 南海地区不同强度等级的热带气旋数量变化具有差异, 且历年来南海地区达到强台风及以上强度的热带气旋占比较少, 一般不超过30%; 从持续时间上来看, 南海地区热带气旋维持时间主要集中于3d附近, 绝大多数在7d以下, 整体来看, 持续时间较短。此外, 对南海地区热带气旋最大强度和最大前移速度的分析表明, 大值区均集中在 10°N 以北的洋面上。

(3) 南海地区登陆热带气旋的路径特点主要为进入南海地区后一直西行或西北行, 进而登陆于亚洲东部沿岸特别是我国的华南和东部沿海地区, 并且登陆热带气旋的时间特征与热带气旋生

成的时间特征基本一致。

参考文献:

- [1] 张文龙, 崔晓鹏. 热带气旋生成问题研究综述[J]. 热带气象学报, 2013, 29(2): 337-346.
- [2] 张庆红, 郭春蕊. 热带气旋生成机制的研究进展[J]. 海洋学报, 2008, 30(4): 1-11.
- [3] 马卫民, 吴晓彤, 陈信雄, 等. 台风生成的卫星云图特征[J]. 海洋预报, 2000, 17(3): 1-10.
- [4] 陈联寿, 丁一汇. 西太平洋台风概论[M]. 北京: 北京科学出版社, 1979: 511.
- [5] 王继志. 近百年西北太平洋台风活动[M]. 北京: 海洋出版社, 1991.
- [6] 陈世荣. 西北太平洋的热带风暴源地[J]. 气象, 1990, 16(2): 23-26.
- [7] 陈敏, 郑永光. 近50年(1949—1996)西北太平洋热带气旋气候特征的再分析[J]. 热带气象学报, 1999, (1): 11-17.