

1949—2019年登陆中国的热带气旋特征及致灾分析

宿海良¹,袁雷武¹,王 猛¹,东高红²,费晓臣¹

(1.河北省唐山市气象局,河北 唐山 063000; 2.天津市气象台,天津 300074)

摘要:利用1949—2019年中国台风网资料,对登陆中国的热带气旋进行统计,分析了其主要气候特征及灾害成因。结果表明:近71年来在西北太平洋地区共生成热带气旋2 333个,其中登陆我国的有636个,占生成总数的27.3%;平均每年生成热带气旋33个,在我国登陆的有9个,登陆数量的年际差异明显,最多年份达15个,最少的年份仅为4个,近71年来登陆热带气旋呈逐年减少趋势;按年代统计分析,20世纪50、60年代最多,均为97个;90年代以后陆续减少,2010年以来达到最低,仅80个;21世纪以来登陆我国的热带气旋数量虽然下降趋势明显,但活跃时间段在延长;近71年来最早登陆和最晚登陆热带气旋均出现在21世纪;登陆时段趋于集中,高频期出现在7—9月,其中8月份最多,约占全年总数的28.5%;登陆地点趋于集中,首次登陆点集中在广东、海南、台湾地区,其中广东最多,占登陆总数的34.6%;大风、暴雨、风暴潮是热带气旋灾害的主要因子,若遇天文大潮,则潮灾不容忽视。

关键词:海洋气象学;登陆热带气旋;时空特征;频次分析;灾害及成因

DOI: 10.3969/J.ISSN.2095-4972.2021.03.002

中图分类号:P732

文献标识码:A

文章编号:2095-4972(2021)03-0382-06

近年来,登陆热带气旋伴随的狂风暴雨和风暴潮对我国沿海地区人民生命财产和社会经济发展造成的灾害损失在急剧上升,对热带气旋的研究越来越受到科研工作者的关注^[1-4]。研究表明,在全球气候变暖背景下,热带气旋强度和强台风频次可能增加,人口社会暴露度的增加将导致更高的热带气旋灾害损失;热带气旋灾害风险随着社会发展、沿海地区人口和财富的加速增长而持续上升^[5-8]。

对在我国登陆的热带气旋时空分布特征及灾害成因进行分析研究,对减少经济损失具有十分重要的意义。本研究以登陆时不同强度、不同区域的热带气旋为例,分析其成因及造成的灾害,以期为防灾减灾、抗御台风灾害提供一些参考依据。

1 资料来源及说明

本研究对1949—2019年共计近71年来我国编号的热带气旋进行统计分析。数据来自中国台风网

(www.typhoon.org.cn)的CMA-STI热带气旋最佳路径数据集。热带气旋在我国多次登陆的,只统计首次登陆的省份。

热带气旋的等级划分根据《热带气旋等级》^[9]划分为6个等级:超强台风、强台风、台风、强热带风暴、热带风暴、热带低压。

2 结果与讨论

2.1 热带气旋的时间分布特征

2.1.1 年际变化 统计分析表明,近71年来在西北太平洋地区共生成热带气旋2 333个,其中登陆我国的共有636个,占西北太平洋地区生成总数的27.3%。平均每年生成33个,在我国登陆的有9个。登陆数量的年际差异显著,最多年份有15个,分别出现在1952年和1961年;其次是13个,分别出现在1967、1985、1989、1994年;登陆数量最少的仅有4个,出现在1982年。年登陆最多数是最少数量的近4倍。且年登陆数量呈减少趋势(图1)。

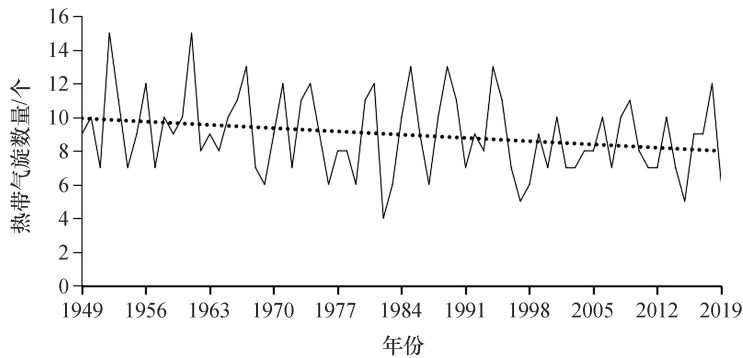


图 1 1949—2019 年登陆我国的热带气旋数量年际变化

Fig. 1 Interannual variation of the number of tropical cyclones landing in China from 1949 to 2019
虚线为年际变化趋势线。

2.1.2 年代变化 按年代统计登陆我国的热带气旋数量,发现登陆我国的热带气旋数量总体呈下降趋势:20 世纪 50、60 年代最多,均为 97 个;其次是 80 年代,有 94 个;90 年代以后逐渐减少,尤其 2010 年以来达到最低,仅 80 个,年均 8 个,减少较明显(图 2)。21 世纪以来登陆我国的热带气旋数量虽

然下降趋势明显,但活跃时段有所延长。近 71 年来最早登陆和最晚登陆热带气旋均出现在 21 世纪;最早登陆的是 2008 年第 1 号热带气旋“浣熊”,4 月 18 日在海南登陆;最晚的是 2004 年第 28 号热带气旋“南玛都”,12 月 4 日在台湾登陆。

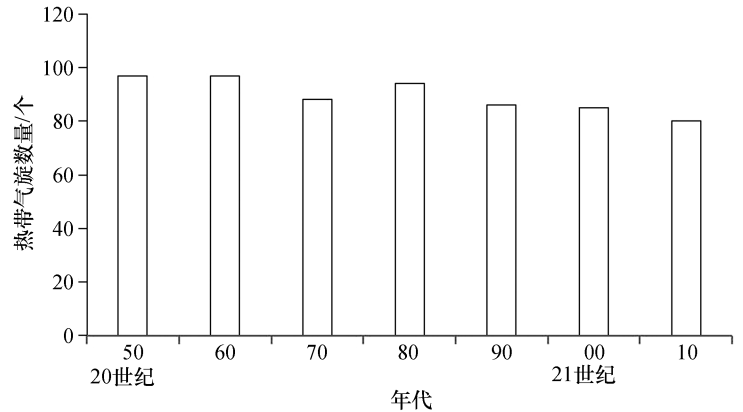


图 2 1949—2019 年登陆我国的热带气旋数量年代变化

Fig. 2 Interdecadal variation of the number of tropical cyclones landing in China from 1949 to 2019

2.1.3 月际变化 分析登陆我国热带气旋数量的年内分布变化,除 1—3 月外,其余各月都有热带气旋登陆,但登陆时段较为集中,高频期集中在 7—9 月,约占全年总数的 76.6% ;8 月最多,约占全年总

数的 28.5%,如 1997 年登陆的 5 个热带气旋均出现在 8 月。7—9 月的前后月份登陆数量均明显减少;而 4 月和 12 月仅各有 2 个(图 3)。

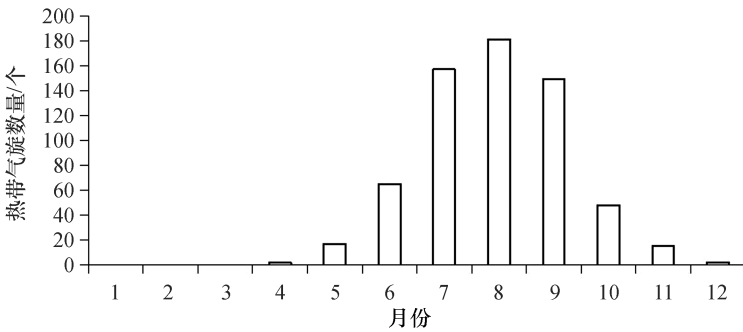


图 3 1949—2019 年登陆我国的热带气旋数量月际变化

Fig. 3 Monthly variation of the number of tropical cyclones landing in China from 1949 to 2019

2.2 热带气旋的登陆地点

近 71 年来,除去河北、天津、澳门外,我国从广西到辽宁的沿海各省(市)均有热带气旋直接(首次)登陆,主要登陆地点集中在广东、海南以及台湾地区,占登陆总数的 81.4%;其中广东最多,达 220 个,占登陆总数的 34.6%;福建、浙江分别居第四、第

五位;广西最少仅有 2 个(图 4)。
可见,热带气旋在我国的首次登陆地点,北上到达长江以北的不多,大部分在 31°N 以南、18°N 以北的区域,尤以 18°—25°N 之间最为集中。因此,这一区域遭受登陆热带气旋袭击的风险明显增大。

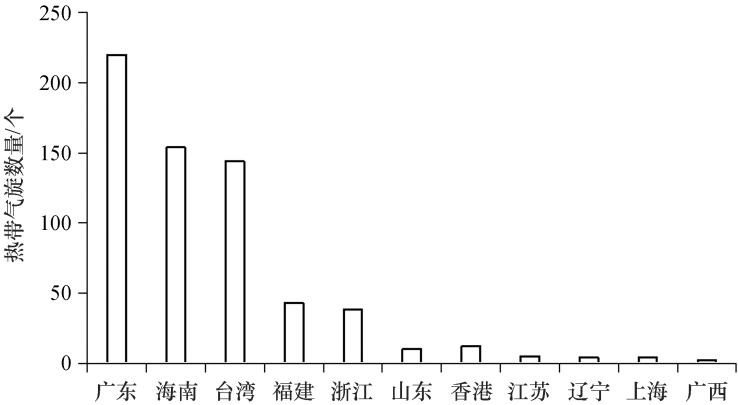


图 4 1949—2019 年热带气旋的登陆地点分布
Fig. 4 Landing site distribution of tropical cyclones from 1949 to 2019

2.3 不同热带气旋灾害及成因

对不同强度的热带气旋进行统计分析,发现近 71 年来登陆最多的是台风,占登陆热带气旋总数的 27.5%;其次是强热带风暴,占 25.1%;达到超强台风级别的仅有 17 个,占 2.8%(表 1)。热带气旋虽然可

为所经地区带来丰沛降水,但其伴随的狂风、暴雨、风暴雨潮及其引发的泥石流、山体滑坡等次生灾害也常常带来树拔屋倒、船沉田淹、财损人亡等。下面以登陆时强度分别为台风、强台风、超强台风级别的 3 个热带气旋为例,分别分析其造成的灾害及成因。

表 1 1949—2019 年登陆我国的各强度热带气旋数量统计

Tab. 1 Intensity statistics of tropical cyclones landing in China from 1949 to 2019

项目	热带低压	热带风暴	强热带风暴	台风	强台风	超强台风
数量/个	111	107	151	165	50	17
占比/%	18.5	17.8	25.1	27.5	8.3	2.8

2.3.1 0606 号台风“派比安” 2006 年第 6 号热带气旋“派比安”于 8 月 1 日 14 时在南海加强为热带风暴后,向西北偏西方向移动,于 3 日 19 时 20 分左右在广东省阳西到电白之间沿海登陆,登陆时中心风力 12 级(台风级别),中心附近最大风速达 33 m/s,登陆后继续向西北偏西方向移动,3 日 22 时在茂名境内减弱为强热带风暴,4 日 3 时进入广西,17 时在南宁境内减弱为热带低压,6 日 2 时停编。受其影响,2 日 20 时至 6 日 20 时,华南部分地区降雨量达大雨到暴雨,局地达大暴雨或特大暴雨,两广中南部、海南大部地区降水量达 100~300 mm,其中西沙过程总降水量达 429 mm。

热带气旋登陆前后,给广东、海南以及南海中北

部海域带来了狂风和巨浪等灾害性天气,沿海地区及岛屿风力普遍达 8~11 级,阵风 13~14 级,同时潮位剧增。广东湛江硇洲浮标记录到的最大浪高 5.1 m,达巨浪级别;广东阳江闸坡高潮位达 366 cm,3 日 20 时增水量达最大值 120 cm。热带气旋影响期间恰逢天文潮涨潮期,较强的风暴增水与天文潮叠加,使验潮站高潮位均超过当地警戒潮位。

受强降雨影响,广东、广西及海南部分地区出现了洪涝、山体滑坡、泥石流等灾害;在长时间的狂风、强降雨、巨浪和高潮位的共同作用下,广东阳江到湛江一带沿岸的多处堤坝被毁,受灾较为严重。据统计,两广及海南三地受灾人口达 1 092.2 万人,因灾死亡 88 人,有 8 人失踪,85.4 万人被紧急转移;农作

物受灾面积达 $6.47 \times 10^5 \text{ hm}^2$, 其中 $9.00 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 绝收; 3.7 万间房屋倒塌, 17.2 万间房屋受损; 灾害造成直接经济损失达 78.3 亿元^[10]。

2.3.2 0509 号强台风“麦莎” 2005 年第 9 号热带气旋“麦莎”于 8 月 6 日凌晨 3 时 40 分在浙江省玉环县沿海登陆, 登陆时中心附近最大风速 45 m/s (14 级, 强台风级别); “麦莎”先西北行后转向东北, 先后经浙、皖、苏、鲁等地并于 8 日 14 时进入渤海, 而后以 20 km/h 左右的速度向东北方向移动, 于 9 日 7 时 10 分在辽宁大连龙王塘镇再次登陆, 进入辽东半岛。

“麦莎”登陆后的 12 h 中, 其中心最大风速一直维持 33~45 m/s。东海出现 10 m 以上的狂涛, 浙、沪沿海出现了 4~6 m 的巨浪; 山东半岛南部的沿海地区从 6 日晚到 8 日上午, 持续出现了 7~10 级的偏东或东南风, 陆上最大风力 9 级, 海上阵风达 12 级; 渤海沿岸风力达 7~9 级, 阵风达到 10 级。

受“麦莎”影响, 闽北、浙、沪、苏、皖、鲁中东部、津、冀东北和辽中南等地的部分地区出现了大雨到暴雨, 其中浙东和浙北、沪、苏南、皖东南、山东半岛、辽南、冀东北的部分地区出现了大暴雨和特大暴雨。8 月 4 日 8 时至 7 日 8 时, 浙江有 30 个站点总雨量超 300 mm, 7 个站点超 400 mm, 最大出现在温州永嘉中堡, 为 567 mm。

8 月 5 日—8 日正逢农历 7 月初天文大潮期, 在热带气旋和天文大潮共同作用下引起的风暴增水致使沿海部分地区超警戒水位, 甚至出现近 20 年来最高潮位。上海米市渡最高潮位达 438 cm, 超过历史最高潮位 (427 cm); 山东沿海部分验潮站超警戒水位, 烟台最高潮位为 391 cm, 超过警戒水位 1 cm, 羊角沟 (516 cm) 接近警戒水位; 渤海北部出现近 20 年来最高潮位, 天津塘沽最高潮位达 516 cm, 超过警戒水位 (490 cm), 河北沧州沿海出现了 502 cm 的最高潮位, 超过警戒水位 (500 cm), 大连最高潮位 442 cm, 超过警戒水位 2 cm^[11]。

由于热带气旋登陆时风力大、破坏力强, 登陆后生命史长、影响地域广, 且风、雨、潮“三碰头”, 使“麦莎”成为导致 2005 年受灾面积最大、损失最重的热带气旋, 造成浙、闽、皖、苏、沪、鲁、冀、辽等 8 省 (市) 受灾。受灾人口达 3 145.9 万人, 230.5 万人被紧急转移, 因灾死亡 20 人; 农作物受灾面积达 $2.14 \times 10^5 \text{ hm}^2$, 其中 $1.83 \times 10^5 \text{ hm}^2$ 绝收; 5.8 万间房屋倒塌, 19.1 万间房屋受损; 道路交通、堤防护岸、通讯设施、水闸桥涵等损失严重。8 省 (市) 因灾直接经济损失达 180.1 亿元^[12]。

2.3.3 0608 号超强台风“桑美” 2006 年第 8 号热带气旋“桑美”于 8 月 10 日 17 时 25 分在浙江苍南沿海登陆, 登陆时中心附近最大风速 60 m/s (17 级, 超强台风级别); 之后向西北偏西方向移动进入福建境内, 强度逐步减弱, 11 日 9 时在江西弋阳减弱为热带低气压, 12 日在湖北省境内消失。“桑美”是建国以来登陆我国大陆最强的热带气旋, 具有发展迅速、降雨集中、风速大、移动快等特点。8 月 10 日—12 日, 在浙江苍南霞关观测到的极大风速 68 m/s 和在福建福鼎合掌岩观测到的极大风速 75.8 m/s, 均打破了两省极大风速值的历史记录。在浙江、福建和江西等地的部分地区过程总降雨量达暴雨或大暴雨, 局部达特大暴雨, 其中浙江最大降水量出现在苍南云岩, 达 430 mm; 福建最大降水量出现在柘荣鸳鸯头, 总降水量达 320 mm。

8 月 10 日适逢农历七月中旬天文大潮期, 在超强台风引起的风暴增水和天文大潮耦合作用下, 10 日夜间温州市沿海各验潮站高潮位均超当地警戒潮位, 鳌江、温州、瑞安 3 站高潮位分别为 610、621、623 cm, 超警戒潮位分别为 30、41、53 cm。而福鼎沙埕潮位分别于 9 日 22 时和 10 日 10 时超警戒潮位 27 cm 和 11 cm。

受强风、暴雨和风暴潮的共同影响, 福鼎沙埕港海域有 952 艘渔船沉没、1 594 艘渔船受损。“桑美”共造成浙、闽、赣、鄂 4 省约 695 万人受灾, 因灾死亡 450 人, 138 人失踪, 180.2 万人被紧急转移; 农作物受灾面积达 $2.66 \times 10^5 \text{ hm}^2$, 其中 $3.83 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 绝收; 12.3 万间房屋倒塌, 53.1 万间房屋受损; 灾害造成直接经济损失达 196.5 亿元^[10]。

由以上 3 个登陆时不同强度、不同区域的热带气旋个例可见, 热带气旋通常通过大风、暴雨、风暴潮及其引发的洪水、崩塌、滑坡和泥石流等次生灾害致灾。若遇风、雨、潮“三碰头”, 造成灾害损失更为严重。热带气旋登陆前后若适逢天文大潮期, 热带气旋引起的风暴潮与天文大潮相耦合, 则潮灾更为严重。

3 结论

(1) 1949—2019 年共计近 71 年来在西北太平洋地区共生成热带气旋 2 333 个, 其中登陆我国的有 636 个, 占西北太平洋地区生成总数的 27.3%。平均每年生成热带气旋 33 个, 在我国登陆的有 9 个, 登陆数量的年际差异明显, 最多年份达 15 个, 最少的年份仅为 4 个, 近 71 年来登陆热带气旋数量呈逐年减少趋势。

(2)按年代统计分析,20 世纪 50、60 年代最多,均为 97 个;其次是 80 年代,94 个;90 年代以后陆续减少,2010 年以来达到最低仅 80 个,减少明显。21 世纪以来登陆我国的热带气旋数量虽然下降趋势明显,但热带气旋活跃时间段在延长。近 71 年来最早登陆和最晚登陆的热带气旋均出现在 21 世纪。

(3)热带气旋登陆时段趋于集中,高频期出现在 7—9 月,约占全年总数的 76.6%;其中 8 月最多,约占全年总数的 28.5%。

(4)热带气旋登陆地点趋于集中。直接(首次)

登陆点集中在广东、海南、台湾地区,占登陆总数的 81.4%,其中广东最多,占登陆总数的 34.6%。

(5)71 年中登陆最多的是台风,占登陆热带气旋总数的 27.5%;其次是强热带风暴,占 25.1%;达到超强台风级别的仅有 17 个,占 2.8%。

(6)大风、暴雨、风暴潮是热带气旋灾害的主要因子,若遇风、雨、潮“三碰头”,造成灾害损失更为严重;热带气旋登陆前后若适逢天文大潮期,热带气旋引起的风暴潮与天文大潮相耦合,则潮灾不容忽视。

参考文献:

- [1] 董加斌,黄新晴.台风“莫兰蒂”登陆前后引起的浙江沿海地区强降水过程分析[J].应用海洋学学报,2019,38(2):198-205.
DONG J B, HUANG X Q. An analysis on the rainfall process induced by typhoon Meranti in the coast of Zhejiang Province[J]. Journal of Applied Oceanography, 2019, 38(2): 198-205.
- [2] 胡冬,毛科峰,陈希,等.西北太平洋上层海洋对台风响应的合成分析研究[J].应用海洋学学报,2018,37(4):506-513.
HU D, MAO K F, CHEN X, et al. Composing analysis on upper ocean response to typhoon in the Northwest Pacific[J]. Journal of Applied Oceanography, 2018, 37(4): 506-513.
- [3] 焦梦梁. ENSO 与影响福建省热带气旋数量和强度关系研究[J].应用海洋学学报,2016,35(1):33-37.
JIAO M L. Relationship of ENSO with numbers and intensities of tropical cyclones influencing Fujian Province[J]. Journal of Applied Oceanography, 2016, 35(1): 33-37.
- [4] 陈艳,宿海良,寿绍文,等.麦莎台风造成冀东大暴雨的数值模拟和诊断分析[J].应用气象学报,2008,19(2):209-218.
CHEN Y, SU H L, SHOU S W, et al. Numerical simulation and diagnosis analysis on heavy rain in east Hebei by typhoon Matsa[J]. Journal of Applied Meteorological Science, 2008, 19(2): 209-218.
- [5] 黄昌兴,周国良,郑磊,等.登陆我国台风的时空分布特征及其影响[J].水文,2014,34(6):81-85.
HUANG C X, ZHOU G L, ZHENG L, et al. Spatial and temporal distribution characteristics of landing typhoons in China and their influence[J]. Journal of China Hydrology, 2014, 34(6): 81-85.
- [6] 陈文方,端义宏,陆逸,等.热带气旋灾害风险评估现状综述[J].灾害学,2017,32(4):146-152.
CHEN W F, DUAN Y H, LU Y, et al. Review on tropical cyclone risk assessment[J]. Journal of Catastrophology, 2017, 32(4): 146-152.
- [7] 梁军,陈联寿,吴士杰,等.影响黄渤海域热带气旋的灾害分析[J].自然灾害学报,2007,16(2):27-33.
LIANG J, CHEN L S, WU S J, et al. Analysis of disaster of tropical cyclone affecting Yellow Sea and Bohai Sea areas[J]. Journal of Natural Disasters, 2007, 16(2): 27-33.
- [8] 徐良炎,高歌.近 50 年台风变化特征及灾害年景评估[J].气象,2005,31(3):41-44.
XU L Y, GAO G. Features of typhoon in recent 50 years and annual disaster assessment[J]. Meteorological Monthly, 2005, 31(3): 41-44.
- [9] 中国气象局.热带气旋等级标准:GB/T 19201—2006[S].北京:中国标准出版社,2006.
China Meteorological Administration. Standard for grade of tropical cyclone: GB/T 19201—2006[S]. Beijing: Standards Press of China, 2006.
- [10] 国家减灾中心灾害信息部.2006 年 8 月全国灾情月报[J].中国减灾,2006(10):56-64.
Disaster Information Department of National Disaster Reduction Center. National monthly disaster situation report in August 2006[J]. Disaster Reduction in China, 2006(10): 56-64.
- [11] 盛永,陈艳秋,廖国进,等.0509 号台风暴雨过程分析与暴雨灾害评估[J].气象与环境学报,2006,22(6):29-33.
SHENG Y, CHEN Y Q, LIAO G J, et al. Analysis of torrential rain process and its disaster assessment during 0509 typhoon Matsa[J]. Journal of Meteorology and Environment, 2006, 22(6): 29-33.
- [12] 国家减灾中心灾害信息部.2005 年 8 月全国灾害实录[J].中国减灾,2005(9):59-64.
Disaster Information Department of National Disaster Reduction Center. National disaster record in August 2005[J]. Disaster Reduction in China, 2005(9): 59-64.

Characteristics and disaster analysis of tropical cyclones landing in China in 1949–2019

SU Hailiang¹, YUAN Leiwu¹, WANG Meng¹, DONG Gaohong², FEI Xiaochen¹

(1. Tangshan Meteorological Bureau, Tangshan 063000, China;

2. Tianjin Meteorological Observatory, Tianjin 300074, China)

Abstract: Based on the data Typhoon Online of China, the main climate features and disaster causes of tropical cyclones (TCs) landed in China from 1949 to 2019 were statistically analyzed. The results showed that in the past 71 years, there were 2 333 TCs in the Northwest Pacific, of which 636 had landed in China, accounting for 27.3% of the total. In 33 TCs generated annually there were 9 TCs landed in China. The annual difference of landfall number is obvious. The maximum and the minimum landfalls in a year were 15 and 4 times, respectively. Anyway, the landfalls of TC were decreasing yearly in recent 71 years. In the 1950s and 1960s, there were 97 TC landings at most. A statistical analysis by age showed that the number has decreased gradually since the 1990s, reaching the lowest level, only 80, after 2010. Although the number of TC landings in China had declined significantly since the 21st century, the active period of TCs has prolonged. In the past 71 years, the earliest and the latest landing TCs appeared in the 21st century. The landing period tended to concentrate, and the high-frequency period occurred from July to September reaching the highest in August accounting for 28.5% of the total. Landing sites tended to concentrate, and the first-landing places concentrated in Guangdong, Hainan and Taiwan. Guangdong was landed the most, accounting for 34.6% of the total landings. Gale, rainstorm and storm surge were the main causes of TC disasters. When encountering the astronomical tide, the tidal disasters can not be ignored.

Key words: marine meteorology; landfall tropical cyclone; space-time characteristic; frequency analysis; disaster and cause

DOI: 10.3969/J.ISSN.2095-4972.2021.03.002

(责任编辑:王 静)