

高诗妍,张容焱,王晓雪,等. 基于福建地方标准的热带气旋气候特征分析[J]. 气象研究与应用,2021,42(3):18–22.

Gao shiyan,Zhang Rongyan,Wang Xiaoxue,et al. Analysis of Fujian typhoon climate characteristics based on local standards in 2014 [J]. Journal of Meteorological Research and Application,2021,42(3):18–22.

## 基于福建地方标准的热带气旋气候特征分析

高诗妍<sup>1</sup>, 张容焱<sup>1\*</sup>, 王晓雪<sup>2</sup>, 陈 思<sup>1</sup>, 潘 航<sup>1</sup>, 黎彦佐<sup>3</sup>

(1.福建省气候中心, 福州 350001; 2.黑龙江省气象台, 哈尔滨 150030; 3.南宁市气象台, 南宁 530029)

**摘要:** 基于 1961—2020 年热带气旋个例及风雨影响数据,采用 2014 年福建省地方标准,应用数理统计方法分析登陆和影响福建的热带气旋气候特征。结果表明,60a 来登陆和影响福建热带气旋总数为 646 个,平均每年约 10.8 个,呈减少趋势。其中,登陆福建的热带气旋约 1.7 个,近 30a 来呈增加趋势;影响福建的热带气旋约 9.1 个,呈减少趋势。热带气旋登陆和影响福建的集中期在 7—9 月,强度多在强热带风暴等级以上(86.7%),给福建带来风雨影响兼有的热带气旋占比最大(59.4%)。

**关键词:** 热带气旋;登陆;气候学特征;福建

**中图分类号:** P46

**文献标识码:** A

**doi:** 10.19849/j.cnki.CN45-1356/P.2021.3.04

**OSID:**



### 引言

自 20 世纪 50 年代以来,人为排放的温室气体使得地球不断变暖,而气候变暖也导致全球出现了过去未观测到的极端天气气候事件。除此之外,大气和海洋的升温、雪量和冰量的减少、海平面已经出现的上升,也都表明近百年来人类活动对于气候变化的影响迅速反馈到了自然界<sup>[1]</sup>,体现在更加频繁和加剧的极端天气气候事件的发生<sup>[2]</sup>,以及由极端灾害造成的损失越来越大<sup>[3-4]</sup>,同时也进一步对城市生态系统、农业、能源供应及居民健康等产生影响<sup>[5-6]</sup>。卢莹等<sup>[7]</sup>研究 1984—2017 年影响中国热带气旋,发现西行和西北行的热带气旋登陆中国的数目多、范围广、灾害重,其中西北行热带气旋主要影响广东、福建和浙江。福建作为沿海省份,经济发展迅速,登陆影响福建的热带气旋有频次高、影响范围广、突发性强、承载强度大等特征,是福建最严重的自然灾害之一<sup>[8-10]</sup>。登陆福建的热带气旋以夏季为最多,常致

沿海丘陵山区突发强降水,导致山洪爆发<sup>[11]</sup>。因此,在气候变暖的大背景下,开展福建热带气旋气候学特征的研究,对于热带气旋预测预报、防灾减灾提供理论依据尤为重要。

2014 年 6 月 5 日起,福建省实施了“登陆和影响福建热带气旋的地方标准”(DB35/T 1413—2014,以下简称地标)。地标和原标准存在的最大差异在于登陆影响热带气旋的定义不同,原标准着重于区域来划分登陆和影响,特别对登粤入闽的热带气旋计入了登陆热带气旋中;而地标关注风和雨的影响<sup>[12]</sup>,同时扩大了登陆影响热带气旋的警戒区(图 1 黑色梯形细实线区域),且不将登粤入闽的热带气旋算入登陆热带气旋,两者的不同导致登陆影响热带气旋存在统计差异。为此,本文严格按照地标规定,统计分析和总结 1961—2020 年福建热带气旋的气候学基本特征,并对比先前的研究成果,为登陆影响福建热带气旋的评估工作提供气候背景参考。

收稿日期: 2021-04-28

基金项目: 国家重点研发计划(2018YFB1501104)、2021 年山洪地质灾害防治气象保障工程建设项目、2021 年福建省气候中心

课题“登陆和影响台风序列构建及气候学基本特征”

作者简介: 高诗妍(1993—),女,助理工程师,主要从事气候分析与应用。E-mail:137523571@qq.com

\* 通讯作者: 张容焱,学士,正研级高工,主要从事气候分析与应用。E-mail:fzzry@163.com

## 1 资料和方法

### 1.1 资料

(1) 1961—2020 年上海台风研究所编制的《台风年鉴》、《热带气旋年鉴》、《中国气象灾害大典·福建卷》。

(2) 福建省国家常规 66 个气象站 1961—2020 年风雨资料。

### 1.2 登陆和影响福建热带气旋地方标准

2014 年以前,福建省将杭州湾至珠江口距海岸三个纬距所包围的海域作为警戒区来确定登陆和影响热带气旋(以下简称原标准,图 1 黑色弧状虚线和沿岸组成的区域)。

2014 年起实施的地标(DB35/T 1413—2014)关于登陆福建热带气旋,指热带风暴及以上等级的热带气旋中心自海上直接登陆福建省陆地;影响福建热带气旋则是当热带风暴及以上等级的热带气旋中心位于福建省热带气旋警戒区内,未登陆福建,受其影响,出现下列情况之一者,为影响福建的热带气旋:

- a)沿海测站中有一站极大风 $\geq 8$ 级;
- b)福建省内的国家地面气象观测站中有一测站日雨量 $\geq 50\text{mm}$ 。

### 1.3 双台风定义

如果 2 个以上热带气旋,进区后发生时间上的重叠,由于他们之间的相互作用,无法明确分离他们的风雨影响程度,统一纳入登陆影响福建热带气旋序列中,并定义为双台风,但在热带气旋气候学统计时仍然以单个热带气旋统计,并没有作为一个整体统计频数。

## 2 结果与分析

### 2.1 基于原标准统计的热带气旋气候特征

据此规定<sup>[13]</sup>,1961—2009 年登陆影响福建的热带气旋共 321 个,年均 6.6 个/a,其中登陆 1.8 个/a,影响 4.8 个/a;月季变化上,以 7~9 月最为集中,8 月最多;登陆频数以 6 月下旬至 9 月上旬最多,最早登陆福建的热带气旋为 5 月中旬由广东进入福建(以下简称登粤入闽)的 6103 号台风,最晚为 10 月登陆厦门的 7315 号强台风;登陆影响热带气旋以台风为最多,台风等级以上的合计频率为 67.2%,登陆的热带气旋中以超强台风个数为最多;而登陆影响热带气旋中有 48.6%对福建造成了既有风又有雨的天气

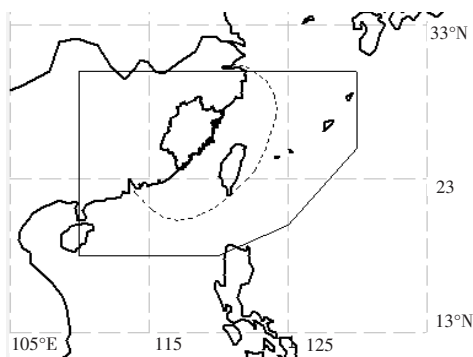


图 1 登陆影响福建热带气旋警戒区(黑虚线为三个纬距范围;黑细实线为地方标准范围。)

影响。

### 2.2 基于地标统计的热带气旋气候特征

#### 2.2.1 年际变化

1961—2020 年登陆影响福建热带气旋共 646 个,年均约 10.8 个,其中有 23a 热带气旋频数 $\geq 12$ 个,最大值为 1967 年和 1974 年的 18 个,最少的年份是 1998 年,仅有 5 个(图 2a)。登陆福建的热带气旋共 99 个,年均约 1.7 个,占登陆影响福建热带气旋总频数的 15.5%,其中有 3a 登陆个数 $\geq 4$ 个,1990 年和 2010 年登陆个数最多,达 5 个;无热带气旋登陆的年份有 9a,占总年数的 15%。60a 共 547 个影响热带气旋,年均 9.1 个,占登陆影响福建热带气旋总频数的 84.5%;影响频数 $\geq 13$ 个的年份有 8a,以 1974 年的 17 个为最多, $\leq 5$ 个的年份有 6a,最少的是 2005 年有 3 个。

由图 2a 可以看出,60a 登陆影响福建热带气旋的总频数是逐渐减少的;但 5a 滑动平均曲线显示,统计时段内总频数经历了 3 个偏多期和 3 个偏少期,登陆影响热带气旋总频数样本方差为 8.7,年际变化较大。

登陆福建热带气旋的总体趋势在统计时段内未有很大变化,维持在约 2 个/a(图 2b)。其年际变化相对较小,样本方差为 1.4。值得注意的是,在登陆影响福建热带气旋总频数减少的情况下,登陆热带气旋频数自上世纪 80 年代以来有增加的趋势。

影响福建的热带气旋变化和总频数的变化相似,均为减少趋势。其年际变化也较大,样本方差达 8.7。

#### 2.2.2 月际变化

由图 3a 可知,登陆影响热带气旋总频数主要集中在 7—9 月,占总数的 69.7%;并在 8 月达到峰值,

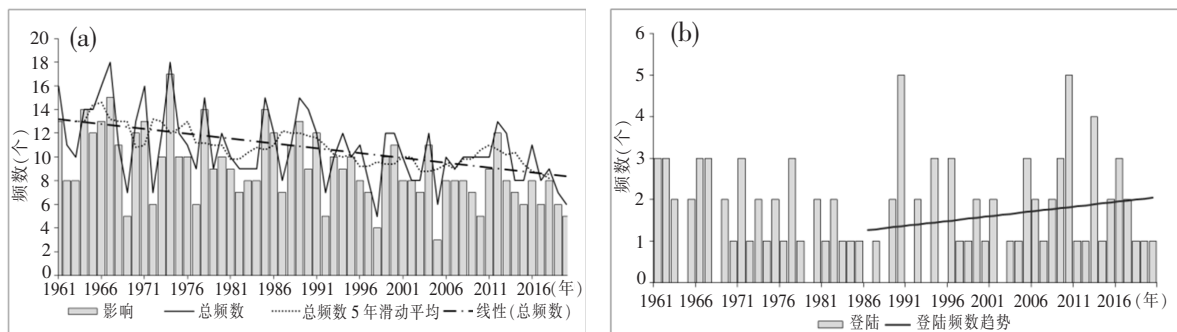


图2 1961—2020年登陆影响福建热带气旋个数年际变化

(a)登陆和影响热带气旋总频数及影响热带气旋频数年际变化;(b)登陆热带气旋频数年际变化

有175个之多,占总热带气旋数的27.0%。

登陆福建的热带气旋最早出现在6月,为1977年01号“Ruth”台风,最晚出现于10月上旬,为直接登陆福建漳浦的1013号“鲇鱼”超强台风。登陆频数依旧以7月—9月为最多,占登陆总频数的90.0%,8月为最,达36.3%。

影响福建的台风最早出现于2月,为1970年01号“Nancy”超强台风;最晚的影响热带气旋出现在12月,为199436号“Axel”强台风。统计时段内3月无影响热带气旋,4月起影响热带气旋数量开始增加;与登陆热带气旋统计相似,7—9月为影响热带气旋的主要出现时段,占影响总数的66.1%,以8月为最多。

由图3a还可以看到,7—10月上述登陆影响热带气旋中包含了双台风,并以7—8月为多,达75%,此期间正是热带气旋群发高峰期,历史上曾经同时有3个热带气旋交错影响福建,为2010年的“狮子山”、“圆规”和“南川”。

### 2.2.3 强度特征

采用国家标准(GB/T 19201-2006)<sup>[14]</sup>划分热带气旋强度等级,以进入福建警戒区最大风速统计,在

646个登陆和影响福建热带气旋中,强度大多在强热带风暴等级以上,占86.7%;台风等级以上占比61.8%,其中台风占比最大(28.4%),其次为强热带风暴(25.0%)。

登陆热带气旋以超强台风占比最多(30.3%),台风次之(26.3%)。在影响热带气旋里(547个),台风最多,达28.9%,其次是强热带风暴,达26.7%,特点与总频数相似。

从图3b的热带气旋强度各月分布图来看,在登陆影响福建热带气旋中,超强台风5—11月都有出现,主要集中在7—9月,占超强台风总数的84.4%,且高峰期的3个月内呈递增趋势,9月为峰值,而10月从9月36个突然减少到8个;强台风主要集中在7—10月(占比88%),相较超强台风集中出现的日期有所后推,且高峰期内各月间频数差异小,均在26~31个之间;台风主要出现在6—10月,占台风总数的89.7%,其集中出现的时间段比超强台风和强台风都长,且8月为峰值,达47个之多;强热带风暴主要出现时间与台风相同,6—10月频数占强热带风暴总数的88.3%,8月为峰值,达47个之多;热带风暴主要出现在6—8月,占该强度档总数的69.4%。综上所述,

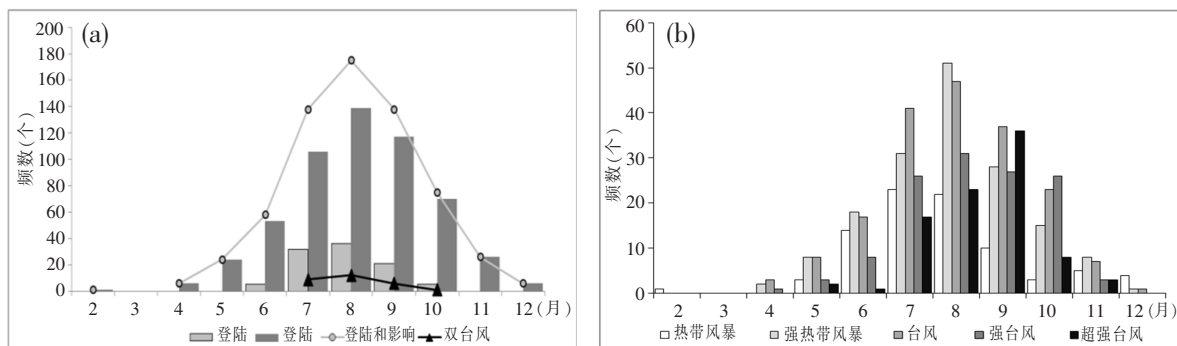


图3 (a)1961—2020年登陆影响福建热带气旋个数月季变化;(b)各强度热带气旋月际分布

5—11月各种强度等级的热带气旋都会出现,除了超强台风随夏季时间推移越来越多外,其他等级的热带气旋基本上都是以8月最多。

#### 2.2.4 天气特征

1961—2020年,热带气旋带来既有风又有雨(简称“风雨台风”)的天气占比最大(384个),占总数的59.4%;其次为只造成大风天气的热带气旋(33.4%,简称“风台风”);单纯只带来降水影响的热带气旋(简称“雨台风”)仅有7.3%。

经统计,60a“风雨台风”和“风台风”频数变化与登陆影响总频数的变化相对一致,呈逐渐减少的趋势(图4),其中有9a“风台风”比“风雨台风”数量多,以2019年5个为最多。值得注意的是,上个世纪60年代到70年代初期,热带气旋天气主要以“风雨台风”和“风台风”为主,几乎没有单纯的“雨台风”,而2015年以来,造成“风雨台风”数量明显减少,以“风台风”为主。此外,“雨台风”频数有增加趋势,特别是近10a增加较明显。

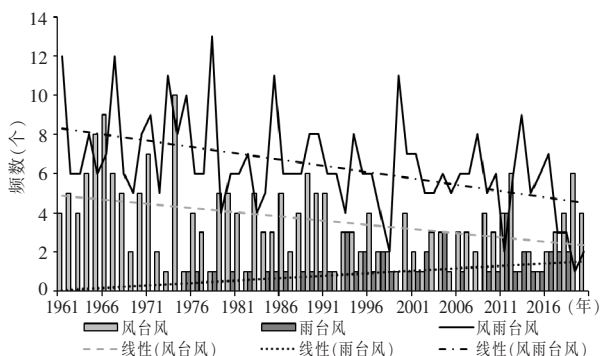


图4 登陆和影响福建热带气旋的风雨影响及年际变化图

### 3 结论与讨论

按照福建地标统计1961—2020年登陆影响福建的热带气旋,其气候特征分析结果如下:

(1) 1961—2020年登陆影响福建的热带气旋共有646个,年平均约10.8个,方差达8.7,最多是1967年和1974年均均为18个,最少为1998年5个;登陆福建热带气旋达99个,年平均1.7个,其中1990年、2010年登陆数量最多,达5个,有9a无登陆热带气旋。影响热带气旋年均约9.1个。在登陆影响热带气旋和影响热带气旋均呈减少趋势的情况下,登陆热带气旋在上世纪80年代至今有增加的趋势。与原标准相比,登陆和影响热带气旋年均数增加约4.2个/a,影响热带气旋增加约4.3个/a,登陆热带气旋

的年平均数基本相同。

(2) 7—9月为登陆影响热带气旋的集中阶段,8月达峰值,分析结果与原标准一致。

(3) 登陆影响福建的热带气旋,台风等级以上占61.8%,其中台风最多(28.4%);登陆热带气旋中,以超强台风为最多,占登陆热带气旋总数30.3%。与原标准相比,登陆影响占比最多的强度均为台风等级,但台风以上强度占比较原标准减少了5.4%,登陆热带气旋与原标准结论相似。

(4) 登陆和影响热带气旋中“风雨台风”占比最大,有384个,达59.4%;60a来,造成“风雨台风”和“风台风”频数有减少的趋势,而“雨台风”频数却是增加趋势。与原标准相比,“风雨台风”比例增加了10.8%，“雨台风”比例减少了29.1%，“风台风”比例增加18.4%。

由于早期最大风速和极大风速观测数据缺乏,热带气旋影响期间多数站点最大风速采用定时2min推算或天气现象判断。自上世纪80年代起,国家气象观测站陆续开展最大风速观测;极大风速的观测更晚,多数站点始于2005年,因此地标依据风、雨大小确定是否为影响热带气旋存在不确定性。同时,地标是业务运用中的改良适应版本,今后仍有需要改进和完善的地方,但由于目前业务运作迫切需要气候背景分析,因此本文结论具有实际应用价值。

#### 参考文献:

- [1] IPCC. Climate Change 2013: The Physical Science Basis: Working Group I Contribution on the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental on Climate Change [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2013.
- [2] Walter A. Robinson (2021) Climate Change and Extreme Weather: a Review Focusing on the Continental United States [J]. Journal of the Air & Waste Management Association, DOI: 10.1080/10962247.2021.1942319.
- [3] 何洁琳,谢敏,黄卓,等.广西气候变化事实[J].气象研究与应用,2016,37(3):11-15.
- [4] 罗红磊,何洁琳,李艳兰,等.气候变化背景下影响广西的主要气象灾害及变化特征[J].气象研究与应用,2016,37(1):10-14.
- [5] 向柳,张玉虎,蔡万园,等.城市气温变异与季节响应研究[J].气象研究与应用,2016,37(4):5-11.
- [6] 何洁琳,李艳兰,蔡悦幸,等.广西区域气候变化的研究新进展[J].气象研究与应用,2020,41(4):56-61.
- [7] 卢莹,赵海坤,赵丹,等.1984—2017年影响中国热带气旋灾害的时空特征分析[J].海洋学报,2021,43(6):45-



- 61.
- [8] 陈瑞闪.台风[M].福州:福建科学技术出版社,2002.
- [9] 宋德众,蔡诗树.中国气象灾害大典(福建卷)[M].北京:气象出版社,2007:353-361.
- [10] 张容焱,徐宗焕,游立军,等.福建热带气旋风雨空间分布特征及风险评估[J].应用气象学报,2012,23(6):672-682.
- [11] 陈胜晶.福建省登陆台风与暴雨洪水关系分析[J].海峡科学,2010(10):176-179.
- [12] 林毅,刘爱鸣,张容焱,等.DB35/T 1413-2014 福建省地方标准——登陆和影响福建热带气旋[S].福州:福建省质量技术监督局,2014.
- [13] 高建芸,张容焱,游立军,等.福建省台风灾害风险区划技术报告[R].福建省气候中心,2010.
- [14] 钱传海,高栓柱,许映龙,等.GB/T 19201-2006 中华人民共和国国家标准——热带气旋等级[S].北京:中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会,2006.

## Analysis of Fujian typhoon climate characteristics based on local standards in 2014

Gao Shiyan<sup>1</sup>, Zhang Rongyan<sup>1</sup>, Wang Xiaoxue<sup>2</sup>, Chen Si<sup>1</sup>, Pan Han<sup>1</sup>, Li Yanzuo<sup>3</sup>

(1.Fujian Climate Center, Fuzhou Fujian 350001;

2. Heilongjiang Meteorological Observatory, Harbin Heilongjiang 150030;

3. Nanning Meteorological Observatory, Nanning Guangxi 530029)

**Abstract:** Based on the individual cases of tropical cyclones, wind and rain data from 1961 to 2020, using the local standards of Fujian Province in 2014, the climatic characteristics of tropical cyclones landing and affecting Fujian were analyzed by mathematical statistics. The results show that the total number of tropical cyclones that have landed and affected Fujian in the past 60 years is 646, with an average of about 10.8 tropical cyclones per year, showing a decreasing trend. Among them, about 1.7 tropical cyclones landed in Fujian, showing an increasing trend in the past 30 years; about 9.1 tropical cyclones affected Fujian, showing a decreasing trend. The concentrated period of tropical cyclones landing and affecting Fujian is from July to September, and the intensity is mostly above the level of severe tropical storms (86.7%). Tropical cyclones that bring both wind and rain to Fujian account for the largest proportion (59.4%).

**Key words:** tropical cyclone; landing; climatic characteristics; Fujian