

李广桃,廖梦祺,刘合香.影响广西南部县域台风的灾情评估[J].海洋气象学报,2022,42(2):81-89.  
LI Guangtao, LIAO Mengqi, LIU Hexiang. Disaster assessment of typhoon affecting counties in southern Guangxi[J]. Journal of Marine Meteorology, 2022, 42(2): 81-89. DOI: 10.19513/j.cnki.issn2096-3599.2022.02.009. (in Chinese)

## 影响广西南部县域台风的灾情评估

李广桃<sup>1</sup>,廖梦祺<sup>2</sup>,刘合香<sup>1,3</sup>

(1. 南宁师范大学数学与统计学院, 广西南宁 530100; 2. 南宁市气象局, 广西南宁 530028; 3. 广西北部湾海洋灾害研究重点实验室, 广西钦州 535000)

**摘要:** 选取2007—2019年影响广西南部县域台风的致灾及灾情数据,采用灰色关联法计算各灾情指标的关联系数,结合层次分析及熵权法确定组合权重,构建综合灾情指数序列,对影响广西南部县域的台风进行灾情评估。结果发现:防城港市、北海市、钦州市及与其毗邻的县域综合灾情总指数均大于9;南宁市辖区周边多数县域的综合灾情总指数不仅大于9,且受灾频次不低于14次;沿海及经济发达的县域易受到台风袭击并造成灾情,大部分内陆县域受台风影响较小。

**关键词:** 广西南部县域; 台风; 灰色关联; 组合权重; 灾情评估

**中图分类号:** P444; P429 **文献标志码:** A **文章编号:** 2096-3599(2022)02-0081-09

**DOI:** 10.19513/j.cnki.issn2096-3599.2022.02.009

## Disaster assessment of typhoon affecting counties in southern Guangxi

LI Guangtao<sup>1</sup>, LIAO Mengqi<sup>2</sup>, LIU Hexiang<sup>1,3</sup>

(1. College of Mathematics and Statistics, Nanning Normal University, Nanning 530100, China; 2. Nanning Meteorological Bureau, Nanning 530028, China; 3. Guangxi Key Laboratory of Marine Disaster in the Beibu Gulf, Qinzhou 535000, China)

**Abstract** Based on the disaster data of typhoons affecting the counties in southern Guangxi from 2007 to 2019, the correlation coefficient of each disaster indicator is calculated by using the grey correlation method, and the combination weight is determined by the combination of analytic hierarchy process and entropy weight method to construct the comprehensive disaster index, so as to evaluate typhoon disasters in the counties of southern Guangxi. The results show that the comprehensive disaster index of Fangchenggang, Beihai, Qinzhou, and their adjacent counties are all greater than 9. Most of the counties surrounding Nanning not only have a comprehensive disaster index greater than 9, but also have a disaster frequency of no less than 14 times. Coastal and economically developed counties are vulnerable to typhoons that can cause disasters, while most inland counties are less affected by typhoons.

**Key words** counties in southern Guangxi; typhoon; grey correlation; combination weight; disaster assessment

收稿日期:2021-11-11; 修订日期:2022-03-15

基金项目:国家自然科学基金项目(41665006);广西壮族自治区气象局科研项目(2021M16)

第一作者:李广桃,女,硕士研究生,主要从事概率统计、自然灾害风险分析方面的研究,1550409056@qq.com。

通信作者:刘合香,女,教授,主要从事概率统计、数学模型、自然灾害风险分析方面的研究,hx\_post@163.com。

## 引言

登陆台风造成的灾害损失大,会给全球带来严重影响<sup>[1]</sup>。广西地处中国南部沿海,是台风灾害的易发区。据统计,每年约有7个台风登陆中国,其中约有5个对广西造成不同程度的影响<sup>[2]</sup>。近年来,影响广西的台风造成的灾害具有明显的上升趋势,强致灾台风频数显著增加<sup>[3]</sup>。余兴明和李菁<sup>[4]</sup>利用2001—2014年进入广西内陆的25个台风样本,通过对台风历史灾害资料影响因子综合分析,建立了台风灾害影响概念。曾维刚和吴福<sup>[5]</sup>利用地质灾害监测数据、诱发地质灾害的有效雨量和临界有效雨量等参数,构建了广西北部湾经济区台风暴雨导致的地质灾害风险评价模型。莫建飞等<sup>[6]</sup>根据2010年广西生态遥感本底数据、社会经济空间化数据和地理信息数据,构建耦合自然生态和社会经济的台风灾害承灾体脆弱性指标体系,运用基于GIS的风险指数法,建立台风灾害承灾体脆弱性评价模型,发现广西台风灾害承灾体脆弱性区域差异较为明显,高脆弱区域主要分布在桂南、桂东南的建设用地和生态易损农用地、水土流失严重的裸地,低脆弱区域主要分布在桂东、桂东北、桂西北、桂西社会经济落后和植被覆盖较高的山区。

目前,对台风灾害的评估主要有神经网络法<sup>[7-9]</sup>、层次分析法<sup>[10]</sup>、信息扩散方法<sup>[11-12]</sup>、灰色关联法<sup>[13-14]</sup>等。而组合权重法结合各灾情因子的主观性与客观性来确定权重,在灾害评估中取得了较好的应用效果。卢耀健等<sup>[15]</sup>利用2000—2016年登陆华南地区的24个台风样本的灾情与致灾源数据,构建了基于组合权重和模糊随机方法的华南台风灾害风险评估模型,结果发现:华南地区发生第二风险等级台风灾害的可能性最大、第五风险等级台风灾害的可能性最小,与实际情况较为吻合。潘金兰等<sup>[16]</sup>构建了基于AHP-TOPSIS最优组合赋权的台风风险评价模型,并将该模型应用到华南台风灾害风险评估中,取得了较好的试验效果。在台风灾害研究中,越来越多的学者关注到台风过程对小尺度空间造成的危害。赵珊珊等<sup>[17]</sup>以县域为单元,分析了登陆影响广东的热带气旋带来的风、雨,以及导致的经济损失,对广东县域的灾损情况进行评估。朱婧等<sup>[18]</sup>利用台风逐日降水、大风及县级灾情等资料,结合危险性与脆弱性指数,对台风灾害风险进行高分辨率评估。朱志存等<sup>[19]</sup>运用四维灾体评估模型,对浙江省的气象灾害损失进行评估,结

果显示,重大台风事件易造成气象灾害偏重或明显偏重的损失年景。

以上专家学者从不同角度、在不同空间尺度上研究了台风灾害的评估方法,取得了良好的效果。但是利用基于组合权重的方法进行台风灾情评估,尤其是对影响县域的台风灾情进行评估还较为少见。本文尝试利用灰色关联法,基于层次分析和熵权法的组合权重法构建灾情指数序列,研究广西南部县域的各灾情指标及综合灾情分布状况。

## 1 资料与方法

### 1.1 资料来源与数据预处理

所使用的灾情资料由南宁市、北海市、钦州市、防城港市、来宾市、梧州市、贵港市、崇左市、玉林市等广西南部9市中各市级和县级的防汛办、民政局收集,并由市气象局和县气象局上报,后经广西壮族自治区气候中心汇总并整理。县域台风灾情资料包括灾害发生地点、灾情发生起始时间、受灾人口(人)、死亡人口(人)、失踪人口(人)、倒塌房屋(间)、损坏房屋(间)、直接经济损失(万元)、农作物受灾面积( $\text{hm}^2$ )、粮食损失(t)等受灾信息。通过删除数据的重复值、明显记录错误的值,根据文字记录调整有误值,剔除所有灾情指标为零的值,整理出2007—2019年广西南部9市56个县域受台风登陆影响的644个灾害样本,以保证所使用数据的完整性和可靠性。下文将市辖区、县级市和县域统称为县域。

登陆的台风主要引起人员伤亡、建筑物倒损、农田受灾等灾害。选取具有代表性的受灾人口、死亡人口、倒损房屋数、直接经济损失、农作物受灾面积作为灾情评价指标。

首先,参考叶丁嘉等<sup>[13]</sup>的方法,对数据进行预处理。其次,参照灰色关联度系数的定义<sup>[20]</sup>,设参考序列为可能出现的最大灾情指标 $U_0 = (U_{i0})$ , ( $U_{i0} = 1; i = 1, 2, 3, 4, 5$ ),即当受灾人口大于100万人、死亡人口大于100人、倒损房屋1万间、直接经济损失大于10亿元、农作物受灾面积大于10万 $\text{hm}^2$ 时,各灾情指标的函数值都化为1,灾情等级为高。比较序列 $U_{ij} (i = 1, 2, 3, 4, 5; j = 1, 2, \dots, n)$ 由原始序列经转换函数转换后得到,其中 $n$ 为灾情样本条数。计算比较序列和参考序列之间的序列差:

$$\Delta_{ij} = |u_{i0} - u_{ij}|$$

$$(i = 1, 2, 3, 4, 5; j = 1, 2, \dots, n) \quad (1)$$

通过序列差计算,可得到 $U_0$ 与 $U_{ij}$ 各个指标间

的关联系数  $\gamma_{ij}$ :

$$\gamma_{ij} = \frac{1}{1 + \Delta_{ij}} \quad (2)$$

其中,  $0.5 \leq \gamma_{ij} \leq 1.0$ 。关联系数  $\gamma_{ij}$  的值越大,其关联程度越高;反之,关联程度越低。

## 1.2 方法介绍

基于层次分析及熵权法,利用优化算法进行目标函数的求解,确定广西南部县域台风灾情评价指标的组合权重。

### 1.2.1 层次分析法

层次分析法结合定性分析与定量研究,具有计算简单、适用性较强等优点。利用该方法确定主观权重的具体步骤如下<sup>[21]</sup>。

首先,构建层次结构模型;其次,构造判断矩阵,设系统中灾情评价矩阵为  $\mathbf{Q} = (q_{ij})_{m \times n}$ ,  $q_{ij}$  为第  $i$  个灾情评价指标中第  $j$  个样本的值。按照数据预处理对各指标进行计算,得到相对隶属度矩阵  $\mathbf{A} = (a_{ij})_{m \times n}$ ,  $a_{ij}$  表示第  $i$  项指标中第  $j$  个样本的值。令  $f_i = \sum_{j=1}^n a_{ij}$ , 通过公式(3)进行计算,得到判断矩阵  $\mathbf{C} = (c_{ij})_{m \times m}$ 。

$$c_{ij} = \begin{cases} \frac{f_i - f_j}{\max\{f_i\} - \min\{f_i\}}(c_m - 1) + 1, & f_i \geq f_j \\ 1, & f_i = f_j \\ \frac{f_j - f_i}{\max\{f_i\} - \min\{f_i\}}(c_m - 1) + 1, & f_i < f_j \end{cases} \quad (3)$$

其中,  $c_m = \min\left\{9, \text{int}\left(\frac{\max\{f_i\}}{\min\{f_i\}} + 0.5\right)\right\}$  为相对重要参数。

然后,利用方根法计算权重向量,得到最大特征根  $\lambda_{\max}$  对应的特征向量  $\mathbf{W}_1 = (\omega_{i1}; i=1, 2, \dots, m)$ ; 最后,进行一致性检验。

### 1.2.2 熵权法

熵能估算出数据内蕴含的有效信息量,得到各指标权重。利用熵权法构造客观权重步骤如下<sup>[15]</sup>。

设存在  $n$  个样本,每个样本有  $m$  个评价指标,构建判断矩阵  $\mathbf{A} = (a_{ij})_{m \times n}$ 。通过公式(4)进行计算,得到第  $j$  个样本中第  $i$  项评价指标占该指标的比重  $p_{ij}$ :

$$p_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{j=1}^n a_{ij}} \quad (4)$$

通过公式(5)计算第  $i$  项指标的熵值  $E_i$ :

$$E_i = \frac{-\sum_{j=1}^n p_{ij} \ln p_{ij}}{\ln n} \quad (5)$$

采用公式(6),确定各项指标权重:

$$\omega_{i2} = \frac{1 - E_i}{\sum_{i=1}^m (1 - E_i)} \quad (6)$$

得到客观权重  $\mathbf{W}_2 = (\omega_{i2}; i=1, 2, \dots, m)$ 。

### 1.2.3 组合权重

借助 MATLAB 软件,将权重  $\mathbf{W}_1$  和  $\mathbf{W}_2$  采用以下优化算法,计算得到组合权重  $\mathbf{W} = (\omega_i; i=1, 2, \dots, m)$ ,即求解以下目标函数<sup>[21]</sup>:

$$\begin{aligned} \min F &= \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (r |\omega_{i1} - \omega_i| a_{ij} + (1-r) |\omega_{i2} - \omega_i| a_{ij}) \\ \text{s.t.} & \sum_{i=1}^m \omega_i = 1 \\ & \omega_i \geq 0, i=1, 2, \dots, m \end{aligned} \quad (7)$$

其中,  $r$  为分类系数,  $i$  表示第  $i$  个评价指标,  $j$  表示第  $j$  个样本,  $a_{ij}$  为相对隶属度矩阵中的元素值,计算得出解  $\mathbf{W} = \{\omega_i; i=1, 2, \dots, m\}$  为组合权重。

## 1.3 综合灾情指数及等级划分

基于层次分析<sup>[21]</sup>及熵权法<sup>[15]</sup>,利用优化算法进行目标函数的求解<sup>[21]</sup>,确定各灾情指标的组合权重。最后,结合灰色关联系数  $\gamma_{ij}$  与组合权重  $\mathbf{W} = \{\omega_i; i=1, 2, 3, 4, 5\}$ ,构建综合灾情指数:

$$y_i = \omega_1 \gamma_{1j} + \omega_2 \gamma_{2j} + \omega_3 \gamma_{3j} + \omega_4 \gamma_{4j} + \omega_5 \gamma_{5j} \quad (8)$$

根据综合灾情指数的大小进行等级划分<sup>[13]</sup>(表1)。

表1 灾情指数与灾情等级的对应关系

Table 1 Corresponding relationship between disaster index and disaster grade

灾情指数	灾情等级/级
[0.5, 0.6)	低
[0.6, 0.7)	较低
[0.7, 0.8)	中
[0.8, 0.9)	较高
[0.9, 1.0]	高

## 2 结果分析

### 2.1 基本灾情特征分析

利用灰色关联法得到各县域的单个台风灾情指标的关联系数,相加后得到单个灾情指标累计指数,根据累计指数划分区间,分析广西南部县域在2007—2019年间各灾情指标的分布情况(图1和图2)。由于广西南部县域的台风致死人数不多,因此采用实际死亡人口数进行分析。

2007—2019年,崇左市因台风影响共死亡20

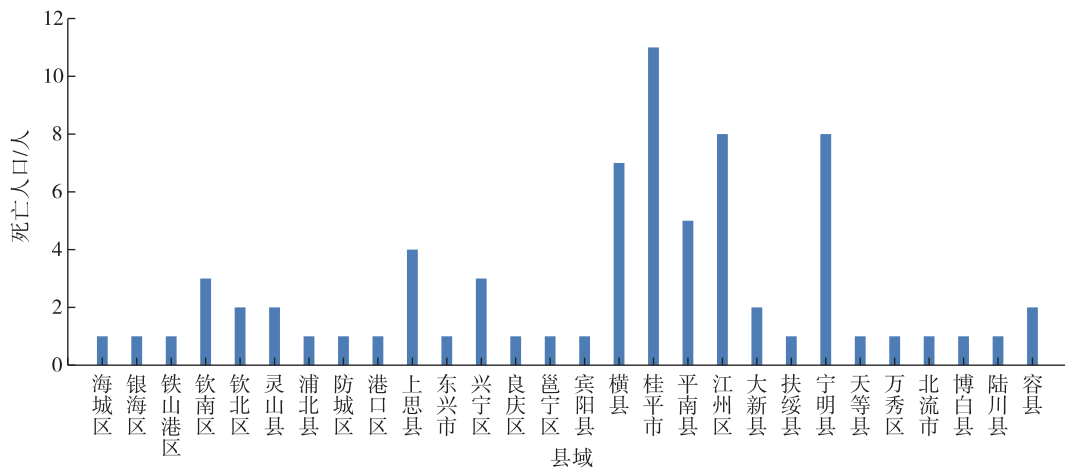


图1 广西南部县域 2007—2019 年台风灾害致死人口分布

Fig.1 Distribution of death toll from typhoon disasters in counties of southern Guangxi from 2007 to 2019

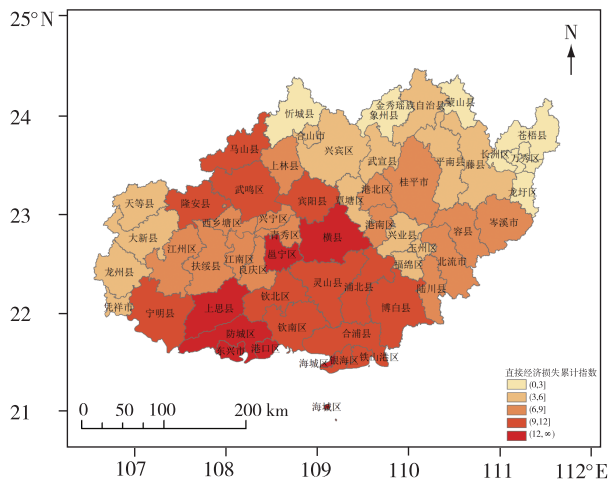


图2 广西南部县域 2007—2019 年直接经济损失累计指数空间分布

Fig.2 Spatial distribution of cumulative index of direct economic loss in counties of southern Guangxi from 2007 to 2019

人,其中江州区和宁明县各死亡 8 人。桂平市因受台风“尤特”影响,死亡人口达 11 人,为广西南部 13 a 内单次台风致死人数最多的地区。贵港市、南宁市、防城港市、钦州市、玉林市、北海市、梧州市 13 a 内受台风影响分别死亡 16、13、7、6、5、3、1 人,详见图 1。

由图 2 可知,直接经济损失累计指数大于 12 的县域分别为海城区、邕宁区、横县及防城港全市,大部分县域的累计指数小于 12。防城港市、北海市、钦州市及与其地理位置相近的县域直接经济损失情况较为严重,而南宁市市辖区直接经济损失虽不是特别严重,但周边县域都受到了较大的影响。

根据统计结果,有 14 个县域受灾人口累计指数较大(大于 12),分别为海城区、合浦县、钦南区、灵山县、浦北县、防城区、港口区、上思县、东兴市、邕宁区、武鸣区、横县、马山县和博白县(图略)。倒损房屋累计指数较大(大于 12)的地区主要分布在防城港全市以及海城区、合浦县、浦北县、邕宁区、横县、马山县、博白县等地(图略)。农作物受灾面积累计指数较大(大于 12)的县域有 9 个,分别为海城区、合浦县、浦北县、防城区、港口区、上思县、邕宁区、横县和马山县(图略)。

综上所述,台风在登陆影响广西时,受灾人口指标的累计指数大于 12 的县域数量最多,说明人口相对于房屋、农田等方面的受灾情况更为严重。南宁市辖区的各灾情指标指数不大,但周边的横县、邕宁区、马山县、武鸣区相对较大。

## 2.2 综合灾情特征分析

不同台风影响下,登陆影响广西南部台风的灾情程度不同。通过层次分析法计算得到主观权重,且判断矩阵通过了一致性检验;再利用熵权法计算得出客观权重。取分类系数为 0.5,通过优化算法得出受灾人口、死亡人口、倒损房屋、直接经济损失、农作物受灾面积的组合权重分别为 0.299 2、0.204 6、0.150 5、0.155 4、0.190 2。由此可知,2007—2019 年登陆影响广西南部的台风灾情系统中,受灾人口的贡献最大,房屋倒损数量的贡献最小。

### 2.2.1 分县分级频数统计

通过灰色关联与组合权重法计算得到的综合灾情指数,根据表 1 中灾情指数与等级的对应关系,本文将分别从低级—较低级(图略)、中级—高级

(图 3)、低级—高级(图 4)等三个方面对各县域的灾情频数情况进行统计。

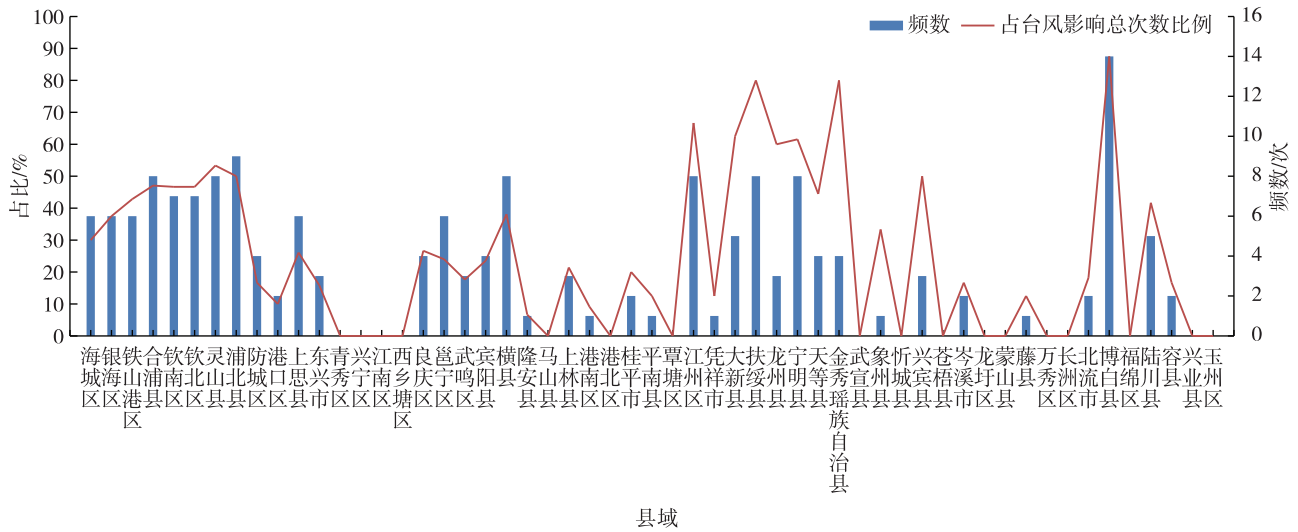


图 3 广西南部县域综合灾情等级为中级—高级的台风灾情频数分布以及占台风影响总次数的比例

Fig.3 Frequency distribution of typhoon disasters in medium-high comprehensive disaster grade and the proportion to the total number of typhoon affecting counties of southern Guangxi

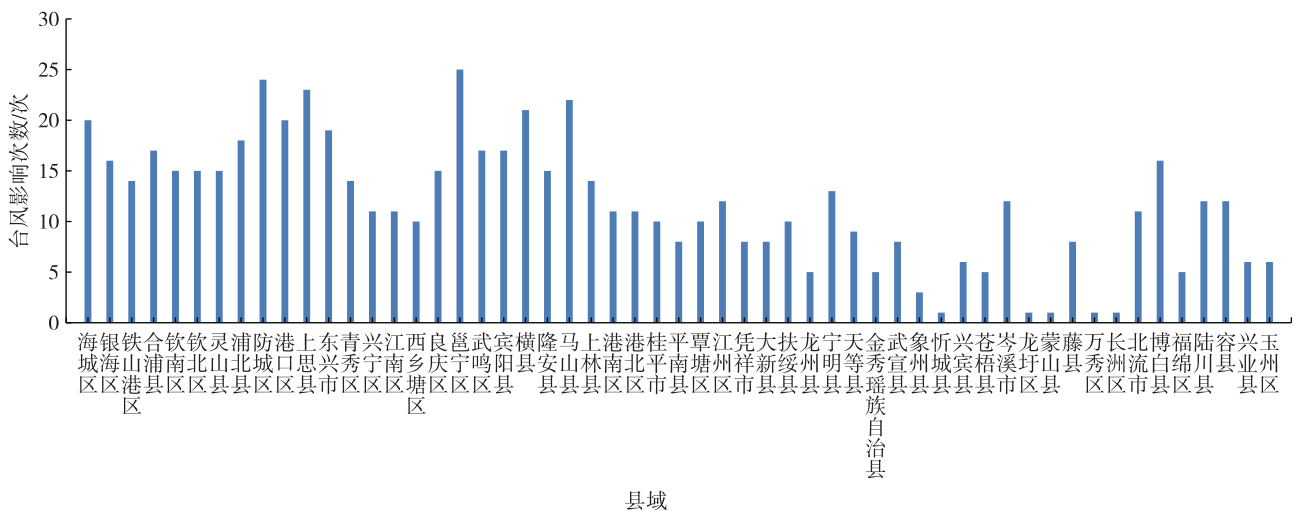


图 4 广西南部县域综合灾情等级为低级—高级的台风灾情频数分布

Fig.4 Frequency distribution of typhoon disasters in low-high comprehensive disaster grade in counties of southern Guangxi

在综合灾情等级为低级和较低级的统计中(图略),马山县、防城区、邕宁区、港口区、上思县、东兴市发生的频数较大,依次为 22、20、19、18、17、16。受台风影响的综合灾情等级在低级—较低级的次数占总次数 100%的县域个数为 17,分别为青秀区、兴宁区、江南区、西乡塘区、马山县、港北区、覃塘区、武宣县、忻城县、苍梧县、龙圩区、蒙山县、万秀区、长洲区、福绵区、兴业县和玉州区,说明以上县域受台风影响的综合灾情程度不高。南宁马山县虽每次受灾情况较轻,但发生频数最大,当地有关部门应在台风登陆影响时,做好防台减灾工作,尽

量将损失降到最低。

由图 3 可以直接看出,博白县综合灾情等级处于中级—高级的频数最大,且占台风影响总次数的比例最大。其次,浦北县的综合灾情等级在中级及以上的频数为 9,而合浦县、灵山县、横县、江州区、扶绥县、宁明县等 6 个县域综合灾情等级在中级—高级的频数都为 8,其中,江州区、扶绥县、宁明县等 3 个县域综合灾情等级在中级—高级的频数占该县的台风影响总次数的六成及以上。

由图 4 可以看出,受台风影响次数(即综合灾情低—高等级频数)排名前五的县域依次为邕宁

区、防城区、上思县、马山县、横县,其频数都超过20。由各市受台风影响总频数来看,防城港市每个县域在13 a内平均受到22次台风登陆影响,且存在受灾情况;其次,北海市和钦州市因处于沿海地区,容易受到台风袭击,影响总频数并不少;崇左市右靠防城港市,玉林市左临北海市及钦州市,故两市受台风影响次数较多;而南宁市作为首府,是广西的经济和交通中心,容易受到台风的影响造成灾情,故受灾次数不少。综上可知,沿海地区和经济发达地区容易受到台风的袭击并产生灾情。

### 2.2.2 综合灾情分布

通过对各灾情指标的灰色关联系数进行加权求和,得到综合灾情指数,并根据表1将灾情指数划分为五个等级,统计各灾情等级的数量(表2)。灾情等级为“高”的只有1个样本(宁明县)。灾情等级为“较高”的有25个样本,其中位于沿海城市的县域居多,北海市、防城港市、钦州市等沿海城市的县域样本占60%。由此可以得知,台风在影响广西南部过程中,对大部分地区的致灾程度并不严重,沿海地区台风灾情影响较为严重。

表2 广西南部县域对应不同台风综合灾情等级的样本数量

Table 2 The number of samples in different comprehensive disaster grades in counties of southern Guangxi

等级/级	数量/个
低	135
较低	337
中	146
较高	25
高	1

为了进一步分析2007—2019年广西南部各县域的受灾总况,将各县域13 a内每一个台风的综合灾情指数进行累加,根据综合灾情总指数进行区间划分,绘制广西南部县域台风综合灾情分布图(图5)。

由图5可以看出,南部沿海地区的综合灾情总指数较高,随着县域的地理位置越往南,综合灾情影响越严重。综合灾情总指数超过12的县域从高到低排列为防城区、邕宁区、上思县、横县、海城区、马山县、港口区、浦北县、东兴市。防城港市和北海市的海城区地处沿海地区,台风致灾因子的危险性较大,故受灾情况严重。其中,由于防城区除死亡人口外的各灾情指数均大于12,且台风影响总频数

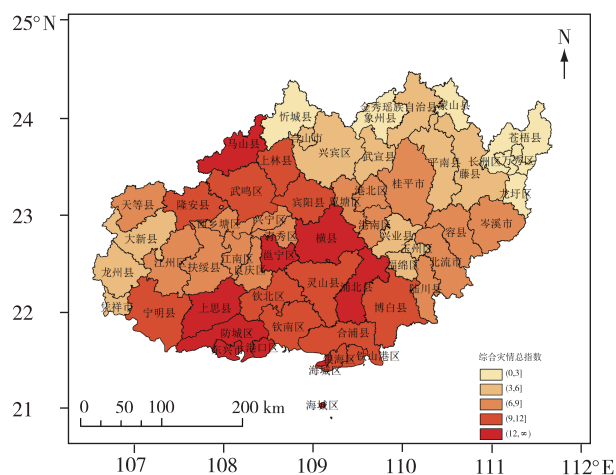


图5 2007—2019年广西南部县域台风综合灾情指数分布

Fig.5 Comprehensive disaster index distribution of typhoon disasters in counties of southern Guangxi from 2007 to 2019

较大,因此综合灾情总指数最大,为15.74;实际上,南宁市的横县为南宁市台风暴雨中心<sup>[22]</sup>,而横县与邕宁区均毗邻钦州市,台风影响总频数都大于20,因此横县及邕宁区的综合灾情总指数较大;马山县虽处于南宁市的北部,不易受到台风直接袭击,但容易受到台风残余环流云系影响,综合灾情等级在低—较低等级的台风频数最大,所以综合灾情总指数较大。

由于广西近年在建筑物结构、经济发展、人口密度等方面都发生了显著的变化,因此统计2007—2019年广西南部的综合灾情指数,以分析灾情的年际变化特征,如图6所示。影响广西南部的台风综合灾情指数在13 a间呈先增加后降低,再缓慢上升后降低的趋势。线性倾向估计表明,综合灾情指数每年下降1.5801,即台风产生的灾情影响整体呈减弱趋势。

### 2.3 个例分析

由于超强台风“威马逊”(1409)是有气象记录以来登陆广西最强的台风<sup>[23]</sup>,有52%的县域综合灾情等级在中级及以上,占比大于其他台风,说明“威马逊”使得广西南部地区遭受的损失最为惨重,因此选取具有代表性的台风“威马逊”进行个例分析。

首先,为了更好地了解各县域受灾情况,通过灰色关联法计算得出各灾情要素的指数,结合灾情指数与等级关系(表1),给出各灾情要素的空间分布(图7)。由图7可以看出,受超强台风“威马逊”影响,崇左市宁明县及防城港市防城区的受灾人口

等级为高;钦州市钦南区死亡人口最多;在倒损房屋及直接经济损失方面,北海市、钦州市和防城港市的

情况最严重;对于农作物受灾面积来说,崇左市的江州区和扶绥县以及防城港市上思县为高等级。

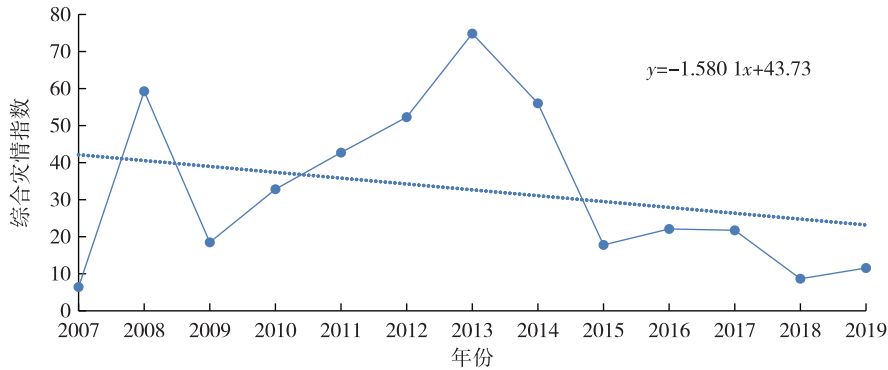


图 6 2007—2019 年广西南部台风综合灾情指数年际变化

Fig.6 Interannual variation of comprehensive disaster index of typhoon disasters in southern Guangxi from 2007 to 2019

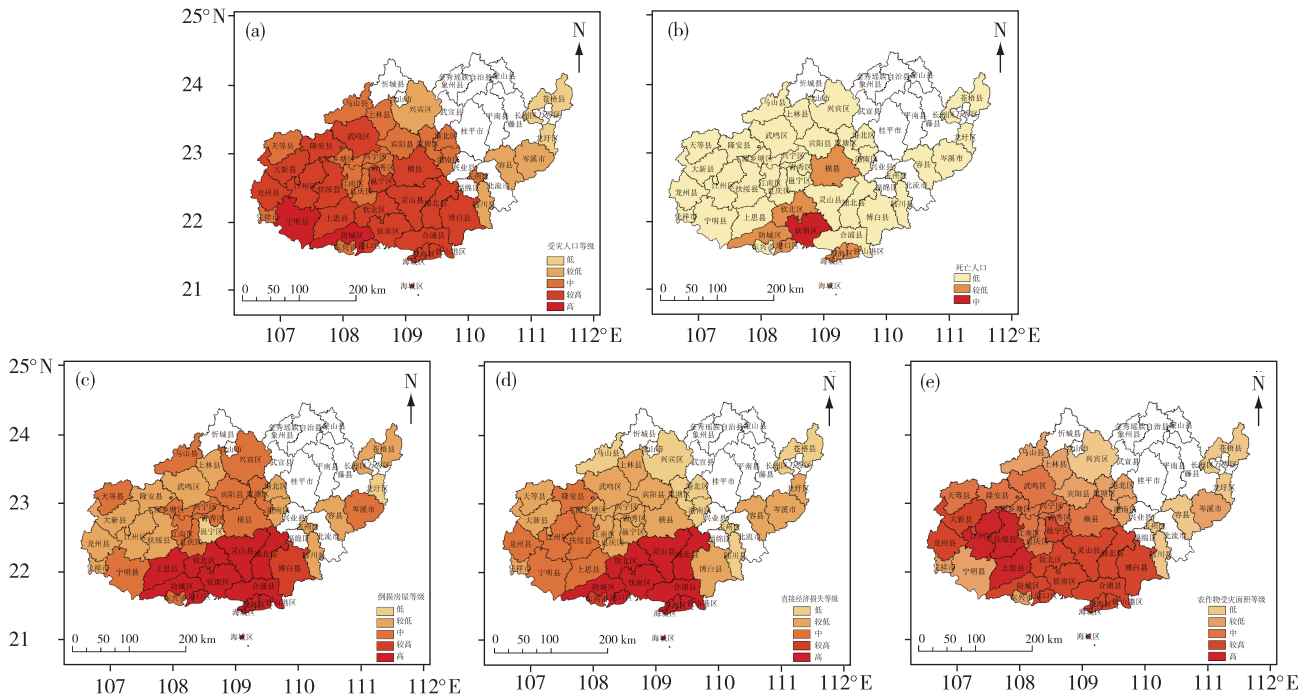


图 7 超强台风“威马逊”(1409)影响广西南部县域时各灾情要素(a.受灾人口,b.死亡人口,c.倒损房屋,d.直接经济损失,e.农作物受灾面积)的空间分布

Fig.7 Spatial distribution of disaster indicators ( a. affected population, b. death toll, c. damaged houses, d. direct economic loss, e. affected area of crops) when Super Typhoon Rammasun (2014) affected counties of southern Guangxi

其次,将超强台风“威马逊”中各县域的综合灾情指数进行累加,形成单台风指标,计算各县域在单台风指标中的比重,使用自然断点法将比重划分为5个区间,绘制影响广西南部县域超强台风“威马逊”(1409)的综合灾情比重分布图(图8),结合不同的灾情要素及致灾要素对各县域台风综合灾情情况进行分析。

比较各县域综合灾情比重(图8)发现,影响广

西南部县域的超强台风“威马逊”的综合灾情比重中,最大的是钦州市钦南区和防城港市防城区(2.85%)。结合各灾情要素等级可以得知,钦南区和防城区倒损房屋、直接经济损失的等级都为高级,农作物受灾面积等级为较高级,不同之处在于防城区的受灾人口等级为高级,而钦南区的死亡人口较多。台风综合灾情比重最小的是梧州市龙圩区(1.86%),除直接经济损失等级为较低级外,其

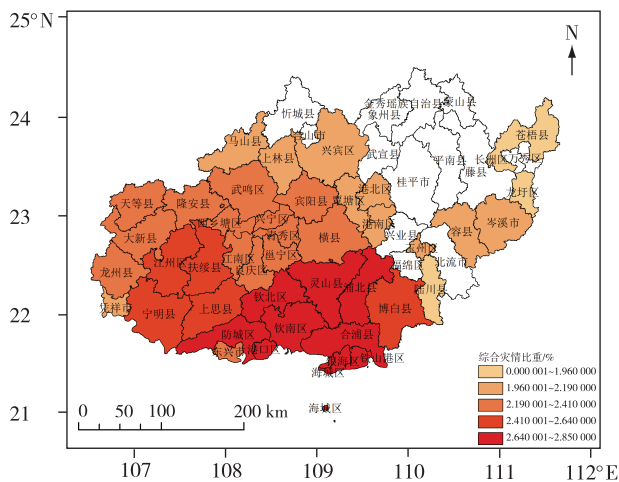


图8 影响广西南部县域的超强台风“威马逊”(1409)的综合灾情比重分布

Fig.8 Comprehensive disaster proportion distribution of Super Typhoon Rammasun (2014) affecting counties in southern Guangxi

他灾情要素等级为低级。而北海市、钦州市及防城港市的部分县域综合灾情比重相对其他县域大,原因在于倒损房屋及直接经济损失的等级为高级,而其他灾情指标等级多为较高级。

结合风雨情况(图略)发现,在地处内陆的县域中,宁明县、扶绥县、天等县、龙州县、大新县等县的过程降水量大于100 mm,但是仅扶绥县和博白县的最大风速值大于 $10.8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ,说明宁明县、天等县、龙州县和大新县的灾情主要是受到台风“威马逊”引起的强降水影响,博白县的灾情主要受台风的大风影响,扶绥县的灾情受到强降水和大风双重影响。此外,邕宁区、武鸣区、横县、江州区等县域降水和风速虽不大,但属于市辖区或周边县域,建筑众多、人口密集,因此防灾减灾难度强于其他县域。

由图8可见,“威马逊”导致的灾情主要分布在广西的西南部,受大风及强降水的共同影响,地处广西南部沿海的县域灾情较为严重,而且地理位置越往南,损失越严重。

### 3 小结

以2007—2019年影响广西南部县域台风的灾情因子作为研究对象,分析各灾情要素的基本特征,并对各县域的灾情进行评估,得出以下结论:

(1)利用层次分析及熵权法,借助优化算法计算目标函数得到组合权重,将组合权重与各灾情指标的灰色关联系数进行加权求和,构建了综合灾情

指数序列。将灾情指数划分为五个等级,灾情等级为“高级”的只有1个样本,灾情等级为“较高级”的有25个样本,其中沿海县域居多。

(2)根据对影响广西南部各县域每一个台风的综合灾情指数进行累加,绘制了2007—2019年影响广西南部县域台风的综合灾情分布图。结果发现,县域的地理位置越往南,受灾情况越严重;经济发达县域容易受到台风的袭击并产生灾情;而大部分内陆县域受台风影响较小。

(3)通过对影响广西南部县域台风的个例分析发现,超强台风“威马逊”风力大、降水强,造成了广西南部县域的巨大损失。由每个县域的综合灾情比重来看,地理位置更靠近南部,受灾损失越严重。

本文研究还是较为初步的,所构建的综合灾情指数尚存在不足之处,如县域面积以及经济社会发展水平存在差异,如何体现这些差异还需要进一步研究。今后将结合业务实践,研发更加精细的县级灾情评估模型。

### 参考文献:

- [1] SCHMIDT S, KEMFERT C, HÖPPE P. The impact of socio-economics and climate change on tropical cyclone losses in the USA [J]. *Reg Environ Change*, 2010, 10(1):13-23.
- [2] 陈燕璇,刘合香,谭金凯.基于等距特征映射降维的台风灾情概率神经网络预评估模型[J].*灾害学*, 2016, 31(3):20-25,30.
- [3] 卢耀健,刘合香,李广桃.影响广西的台风极端灾害趋势风险分析[J].*海洋预报*, 2021, 38(2):31-41.
- [4] 余兴明,李菁.2001—2014年登陆广西台风应急与气象灾害统计分析[J].*气象研究与应用*, 2016, 37(增刊1):87-88.
- [5] 曾维刚,吴福.广西北部湾经济区台风暴雨引发的地质灾害风险评价[J].*中国地质灾害与防治学报*, 2017, 28(1):121-127.
- [6] 莫建飞,黄思琦,钟仕全,等.基于GIS的精细化广西台风灾害承灾体脆弱性评价[J].*暴雨灾害*, 2017, 36(2):177-181.
- [7] 李艳兰,金龙,史旭明,等.基于遗传—神经网络方法的广西台风灾害评估模型研究[J].*气象与环境学报*, 2021, 37(3):139-144.
- [8] 林江豪,阳爱民.基于BP神经网络和VSM的台风灾害经济损失评估[J].*灾害学*, 2019, 34(1):22-26.
- [9] 陈有利,朱宪春,胡波,等.基于BP神经网络的宁波市台风灾情预估模型研究[J].*大气科学学报*, 2018, 41(5):668-675.



- [10] 顾小丽,陈有利,钱燕珍,等.宁波市台风灾情评估和基于层次分析法的风险评估[J].热带气象学报,2018,34(4):489-498.
- [11] 高歌,黄大鹏,赵珊珊.基于信息扩散方法的中国台风灾害年月尺度风险评估[J].气象,2019,45(11):1600-1610.
- [12] 刘合香,卢耀健,王萌,等.基于信息扩散技术的华南极端台风灾害风险评估[J].热带海洋学报,2020,39(3):31-41.
- [13] 叶丁嘉,王国复,尹宜舟,等.基于灰色关联法的县域台风灾情评估方法初探[J].海洋气象学报,2019,39(1):68-75.
- [14] 李菁,陈建伟,祁丽燕.基于灰色关联分析的不同路径台风灾害研究[J].灾害学,2017,32(2):48-53.
- [15] 卢耀健,刘合香,王萌.基于组合权重和模糊随机方法的台风灾害风险评估[J].模糊系统与数学,2020,34(2):151-163.
- [16] 潘金兰,徐庆娟,刘合香.基于 AHP-TOPSIS 最优组合赋权的台风灾害风险评估[J].南宁师范大学学报(自然科学版),2021,38(1):60-67.
- [17] 赵珊珊,高歌,任福民,等.广东省县域单元热带气旋灾害损失评估方法研究[J].热带气象学报,2018,34(3):332-338.
- [18] 朱婧,陆逸,李国平,等.基于县级分辨率的福建省台风灾害风险评估[J].灾害学,2017,32(3):204-209.
- [19] 朱志存,陈雄飞,王永峰,等.基于四维灾体模型的浙江省气象灾害损失年景评价[J].海洋气象学报,2020,40(3):121-125.
- [20] 邓聚龙.灰色系统综述[J].世界科学,1983,5(7):1-5.
- [21] 刘合香,徐庆娟.多种权重与信息扩散相结合的危害风险评估模型的比较研究[J].模糊系统与数学,2011,25(5):164-173.
- [22] 黎彦佐,陆丽秋.南宁市台风暴雨特征分析[J].气象研究与应用,2021,42(3):31-36.
- [23] 中国气象局.中国气象灾害年鉴(2014)[M].北京:气象出版社,2015:22-23.