

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. [LI Jing, CHEN Jianwei and QI Liyan. Research on the Typhoons from Different Paths Based on the Gray Correlation Analysis[J]. Journal of Catastrophology, 2017, 32(2): 48–53. doi: 10.3969/j.issn.1000–811X.2017.02.009.]

基于灰色关联分析的不同路径台风灾害研究^{*}

李 菁¹, 陈建伟², 祁丽燕¹

(1. 广西壮族自治区气象台, 广西 南宁 530022; 2. 广西师范学院, 广西 南宁 530023)

摘 要: 选取死亡人数、直接经济损失、农作物受灾面积和房屋倒塌数作为台风灾情评估因子, 利用灰色关联分析方法建立广西台风灾害评估模型, 对2001年以来进入广西的台风进行灾害评判与排序, 并在此基础上对不同路径进入广西的台风造成严重灾害的成因进行分析与探讨。结果表明: 台风不论从哪一条路径进入广西, 都可以造成严重灾害, 其中Ⅱ类路径(桂东南型)台风造成人员死亡超过20人的个例所占比例最大, Ⅰ类路径(沿海型)台风易对广西的水产养殖业造成重创, Ⅲ类路径(桂东北型)台风可造成严重洪涝灾害。

关键词: 台风灾害; 灰色关联分析; 评估模型; 不同路径; 致灾成因

中图分类号: X43; P444 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000–811X(2017)02–0048–06

doi: 10.3969/j.issn.1000–811X.2017.02.009

台风(泛指热带气旋, 包括热带低压、热带风暴、强热带风暴、台风、强台风和超强台风, 下同)是影响我国的主要灾害性天气系统^[1–3], 如: 2006年第8号超强台风“桑美”登陆浙江南端, 造成浙江、福建500余人死亡, 直接经济损失约200亿元^[4]。近年来, 台风灾害的研究引起气象业务和科研工作者的广泛关注和重视, 陈仕鸿等^[5]采用非线性的GA–BP神经网络, 通过对广东省台风数据训练和测试, 建立了台风灾情预测模型; 张颖超等^[6]用模糊层次综合评价法对1981–2007年在浙江省登陆的台风进行了灾害评估; 张广平等^[7]综合T–S模糊神经网络的模糊逻辑和神经网络学习优化性能, 设计了一种灾害损失预测模型, 并定量地表达了台风灾害损失致灾因子与灾情指标因子之间的规律; 徐明等^[8]提出了以台风致灾因子空间分布联合概率来表征台风影响风险地区分布的思路, 以风雨共现超越概率大小作为评判台风影响风险程度的准则; 徐庆娟等^[9]基于灰色关联分析方法, 考虑灾情因子指标之间的影响, 将加权灰色关联度作为评价准则建立区域台风灾情评估模型; 张倩影等^[10]利用模糊C聚类(FCM)法建立了登陆广东省台风路径分类方法, 并对分类得到的6个路径类型台风在空间分布特征、强度和生命史以及活动时间等方面进行了对比分析; 卢峰本等^[11]利用逐步回归方法对影响防城港市的

台风灾情进行了定量评估研究。

广西南临北部湾, 与海南省隔海相望, 东连广东省, 每年的4–11月台风都有可能进入广西^[12]。由台风登陆带来的狂风、暴雨, 容易导致大风、洪涝、泥石流、山体滑坡、崩塌等气象灾害和次生灾害, 甚至造成人员伤亡。以往的研究大多侧重于研究影响广西的台风路径与强度变化、暴雨和大风成因及预报方法等^[13–17], 缺乏从灾害学的角度研究进入广西的台风。本文利用灰色关联分析方法建立广西台风灾害评估模型, 对2001–2014年进入广西的台风进行灾害等级评判与排序, 并在此基础上研究不同路径进入广西的台风致灾特点, 这对于提高防台减灾策略的针对性和效率具有重要意义。

1 资料与方法

1.1 资料说明

灾情资料主要来源于广西壮族自治区民政厅收集的灾情资料, 选用2001–2014年进入广西内陆的台风中灾情记录相对较全的20个台风灾情资料。由于2001年第3号台风“榴莲”和第4号台风“尤特”相继影响广西, 联合造成广西出现严重灾害, 属于特例, 将另作研究。

^{*} 收稿日期: 2016–07–29 修回日期: 2016–09–14

基金项目: 广西自然科学基金(2013GXNSFAA019280); 广西科技攻关项目(桂科攻1355010–8)

第一作者简介: 李菁(1963–), 女, 河北新城人, 高级工程师, 从事灾害性天气研究和气象服务工作. E-mail: lijing_gx@126.com

1.2 方法

灰色关联分析 (Grey Relation Analysis) 是邓聚龙^[18]提出的一种多因素统计分析方法, 其基本思想是根据序列曲线之间几何形状的相似程度来判断其联系是否紧密, 曲线越接近, 相应序列之间关联度越大, 反之则越小。

传统的数理统计方法, 如: 方差分析、回归分析、主成分分析等, 需要样本数据量大, 且要求样本服从某种典型的概率分布, 而台风灾害统计数据往往十分匮乏, 数据样本少规律难觅, 采用传统分析方法难以分析其致灾规律。灰色关联分析方法计算量小, 非常适合小样本、贫信息、数据规律不明显的动态历程分析, 因此本文选用灰色关联分析方法构建广西台风灾害等级评估模型。

2 台风灾害等级评估模型建立

2.1 因子选取与归一化处理

根据广西台风灾情历史数据特点^[19-20], 选取死亡人数、直接经济损失、农作物受灾面积和房屋倒塌数这四项作为建立评估模型所需的台风灾情等级因子。由于这四个因子皆为有量纲数, 差别较大, 因此, 需对这四个因子进行函数转换, 起到归一化的作用。设计转换函数 $Y(i, j) = F(X_{i,j})$, 式中 $Y(i, j)$ 代表转换后的函数, $F(X_{i,j})$ 为转换函数表达式, $i = 1, 2, 3, 4$, 表示所选取的灾情因子, $j = 1, \dots, J$, J 表示所选取的灾害个例总数; $X_{i,j}$ 代表第 i 个单项灾害因子的第 j 个灾害值。通过下列转换函数将实际数据变化范围很大的序列转换至 0~1 的范围内。

(1) 死亡人数 ($x_{1,j}$, 单位: 人) 转换函数

$$Y(1, j) = \begin{cases} 1, & x_{1,j} \geq 100; \\ 0.8 + \frac{1}{10} \lg \frac{x_{1,j}}{10}, & 20 \leq x_{1,j} < 100; \\ 0.6 + \frac{1}{100} \lg (x_{1,j} - 10), & 10 \leq x_{1,j} < 20; \\ 0.4 + \frac{1}{35} (x_{1,j} - 3), & 3 \leq x_{1,j} < 10; \\ 0.2 + \frac{1}{35} (x_{1,j} - 1), & 1 \leq x_{1,j} < 3; \\ 0, & x_{1,j} < 1. \end{cases} \quad (1)$$

(2) 直接经济损失 ($x_{2,j}$, 单位: 元) 转换函数

$$Y(2, j) = \begin{cases} 1, & x_{2,j} \geq 10^9; \\ 0.2 \times \lg \frac{x_{2,j}}{100000}, & 10^5 \leq x_{2,j} < 10^9; \\ 0, & x_{2,j} < 10^5. \end{cases} \quad (2)$$

(3) 农作物受灾面积 ($x_{3,j}$, 单位: hm^2) 转换函数

$$Y(3, j) = \begin{cases} 1, & x_{3,j} \geq 10^7; \\ 0.2 \times \lg \frac{x_{3,j}}{100}, & 10^2 \leq x_{3,j} < 10^7; \\ 0, & x_{3,j} < 10^2. \end{cases} \quad (3)$$

(4) 倒塌房屋 ($x_{4,j}$, 单位: 间) 转换函数

$$Y(4, j) = \begin{cases} 1, & x_{4,j} \geq 10^6; \\ 0.8 + \frac{1}{4 \times 1000000} (x_{4,j} - 2 \times 100000), & 2 \times 10^5 \leq x_{4,j} < 10^6; \\ 0.6 + \frac{1}{5 \times 100000} (x_{4,j} - 100000), & 10^5 \leq x_{4,j} < 2 \times 10^5; \\ 0.4 + \frac{1}{350000} (x_{4,j} - 30000), & 3 \times 10^4 \leq x_{4,j} < 10^5; \\ 0.2 + 0.2 \lg \frac{x_{4,j}}{3000}, & 3 \times 10^3 \leq x_{4,j} < 3 \times 10^4; \\ 0.2 \lg \frac{x_{4,j}}{300}, & 1 \leq x_{4,j} < 3 \times 10^3; \\ 0, & x_{4,j} < 1. \end{cases} \quad (4)$$

2.2 灾害评估模型建立与灾害等级划分

上述虽然通过转换函数对各个灾情因子进行了归一化处理, 但各个因子序列仍然还是有量纲数。灰色关联分析法中关键技术就是对数据序列的无量纲化处理, 以得到正确的关联排序。设参考序列为: $Y_0(X_{i0})$; 比较序列为 $Y_i(X_{ij})$, ($i = 1, 2, 3, 4; j = 1, 2, \dots, J$)。参考序列 Y_0 的含义为: 死亡人数大于 100 人, 直接经济损失大于 10 亿元, 农作物受灾面积大于 $1 \times 10^7 \text{ hm}^2$, 房屋倒塌大于 100 万间, 各参评因子的转换函数值皆为 1, 即属于巨型灾害。参考文献[21]引入综合关联度, 综合关联度将每一比较序列各因子的关联系数集中在一个值上, 反映比较序列与参考序列之间的接近程度。计算综合关联度 R_{0j} :

$$R_{0j} = \sum_{i=1}^4 \kappa_i \frac{1}{1 + \Delta_{i0}(j)}. \quad (5)$$

式中: $\Delta_{i0}(j) = |Y_0(X_{i0}) - Y_i(X_{ij})|$, κ_i 为权重系数, 本研究综合采用相关分析法和专家咨询法对各灾害因子的权重值进行调整, 最终的权重值见表 1。

表 1 各灾害因子权重分配表

因子	死亡人数	直接经济损失	农作物受灾面积	倒塌房屋
权重	0.3	0.3	0.2	0.2

综合关联度 R_{0j} 的值域为 $[0.5, 1]$ 。 R_{0j} 越大, 说明灾情越重, R_{0j} 越小, 说明灾情越轻。因此, R_{0j} 与灾害等级的对应关系如表 2 所示。

表 2 综合关联度与灾害等级的对应关系

灾害等级	1 级(巨灾)	2 级(重灾)	3 级(大灾)	4 级(中灾)	5 级(小灾)
关联度 R_{0j}	(0.83, 1)	(0.71, 0.83)	(0.63, 0.71)	(0.56, 0.63)	(0.5, 0.56)

3 2001 年以来进入广西台风灾害等级分析

进入广西的台风主要有三条路径^[22]：①沿海型；②桂东南型；③桂东北型。利用上述台风灾害等级计算方法，对不同路径进入广西的台风所造成的灾害进行比较分析，得出 2001 - 2014 年广西范围内台风灾害损失等级和灾害轻重的排序(表 3)。

表 3 2001 - 2014 年进入广西台风灾害等级排序

年份	台风编号	路径分类	不同权重排名	灾害等级	排名
2001	7	2	0.581	中灾	18
2002	14	2	0.789	重灾	6
2002	18	2	0.643	大灾	10
2002	20	1	0.641	大灾	12
2003	7	2	0.785	重灾	7
2006	4	3	0.808	重灾	4
2006	5	3	0.597	中灾	15
2006	6	2	0.809	重灾	3
2007	3	1	0.588	中灾	17
2008	9	1	0.649	大灾	9
2008	14	2	0.849	巨灾	1
2009	6	2	0.578	中灾	19
2009	15	2	0.568	中灾	20
2010	3	2	0.642	大灾	11
2012	8	2	0.611	中灾	14
2012	23	1	0.615	中灾	13
2013	6	2	0.595	中灾	16
2013	11	2	0.794	重灾	5
2013	30	1	0.727	重灾	8
2014	9	1	0.841	巨灾	2

分析表 3 得知，造成巨灾的台风有 2 个，分别为：从Ⅱ类路径(桂东南型)进入广西的 0814 号台风，以及从Ⅰ类路径(沿海型)进入广西的 1409 号台风。造成重灾的 6 个台风中，有 4 个从Ⅱ类路径(桂东南型)进入广西，分别为：0214、0307、0606 和 1311 号台风；有 1 个从Ⅰ类路径(沿海型)进入广西，为 1330 号台风；有 1 个从Ⅲ类路径(桂东北型)进入广西，为 0604 号台风。计算结果与实况相符。

4 不同路径台风重灾成因分析

分析表 4 得知，台风不论是从哪一条路径进入广西，都可以造成人员伤亡、农作物受灾、房屋倒损等重大灾害，对广西的经济发展造成严重影响，直接经济损失均可超 10 亿元。但是不同路径进入广西的台风，由于孕灾环境的差异，其带来的风雨影响有所不同，致灾成因也有所不同。

4.1 Ⅰ类路径(沿海型)进入广西的台风

广西南濒北部湾，海岸线长 1 595 km，海域面积 13 万 km²。北部湾不仅是中国著名的渔场，也是广西水产养殖业的主要基地，渔业总产值占全区渔业总产值的 63.8%^[23]。台风沿着Ⅰ类路径穿过北部湾进入广西内陆，首当其冲给广西水产养殖业造成严重灾害。如：2014 年 7 月 18 - 19 日，1409 号台风“威马逊”移出雷州半岛后先进入北部湾，在北部湾一路西北行，然后从防城港市一带沿海登陆进入广西内陆(图 1)，给北部湾海面带来 14 ~ 15 级，阵风 17 级的大风；沿海三市 11 级以上大风持续了 9 ~ 11 h，19 日北海、防城的极大风速分别为 45 m/s 和 41 m/s，打破当地建站以来历史纪录；涠洲岛气象站观测到 304 mm 的特大暴雨。风大、雨强、浪高造成沿海三市的海水养殖损失惨重，防城港市蚝排鱼排损失超过 667 hm²，钦州市海上大蚝养殖业损失约 70%，北海市水产养殖损失约 1.53 万 t，广西水产畜牧业经济损失共计 18.3 亿元。

Ⅰ类路径台风穿过北部湾，多数挟风带雨直接登陆广西，少数先登陆越南北部，然后快速北上进入广西，具有来势猛，风大，降雨急，过程雨量大等特点，如：1330 号和 1409 号台风进入广西内陆后台风中心最大风速均≥32.7 m/s(12 级)，带来的最大日雨量均>300 mm(特大暴雨级)，过程降雨量超过 100 mm 的≥29 站。因此，1330 和 1409 号台风给广西造成直接经济损失均超过 10 亿元，农作物受灾面积均超过 10 万 hm²，房屋倒损分别为 4 405 间和 157 747 间。值得一提的是：近十年来沿海地区总结防台减灾经验，加强渔船回港、人员上岸等一系列防御措施，大大减少了人

表 4 2001 年以来进入广西造成巨灾、重灾台风风雨情况与灾情

台风编号	路径分类	最大日雨量/mm	过程雨量 ≥100mm 站数	进入广西后台风 中心最大风速/ms ⁻¹	灾害 等级	死亡 人数/人	农作物受灾 面积/hm ²	倒损坏 房屋/间	直接经济 损失/亿元
201409	1	304	29	50	巨灾	10	1455830	157747	138.4
200814	2	269	33	33	巨灾	29	656570	92120	69.7
200606	2	296	30	28	重灾	33	256800	67279	20.3
200604	3	396	53	10	重灾	34	262630	52358	22.5
201311	2	194	50	23	重灾	26	592800	33043	12.8
200214	2	123	27	23	重灾	21	187024	77843	8.3
200307	2	264	28	30	重灾	25	210722	41723	9.7
201330	1	323	41	33	重灾	8	313860	4405	17.2

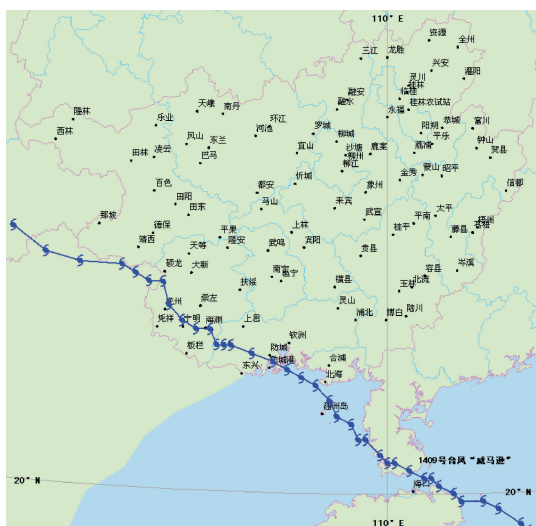


图1 1409号台风“威马逊”移动路径图

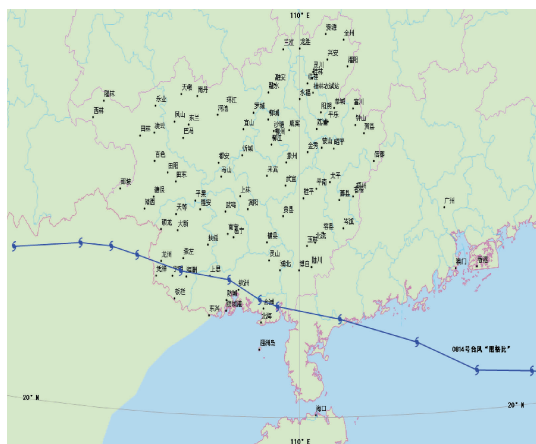


图2 0814号台风“黑格比”移动路径图

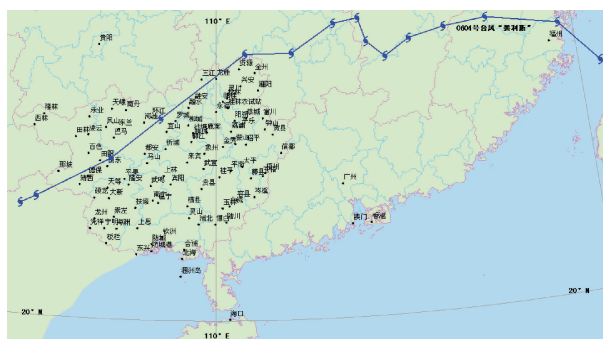


图3 0604号台风“碧利斯”移动路径图

人员伤亡与失踪事件的发生。2001年以来,从Ⅰ类路径进入广西的台风,造成人员死亡与失踪的为0~10人,即便是新中国后有台风记录以来进入广西内陆的最强台风(1409号台风“威马逊”)[24],其造成广西死亡人数仅10人。

4.2 Ⅱ类路径(桂东南型)进入广西的台风

Ⅱ类路径(桂东南型)台风多数在广东省西部沿海登陆,在穿越粤西的过程中台风强度有所减弱,减弱的幅度为5~19 m/s,如:1311号台风

“尤特”在广东省阳江市登陆时中心附近最大风力有14级(42 m/s),进入广西玉林市时台风中心附近最大风力已减弱至9级(23 m/s)。但是分析表4可知,造成巨灾或重灾的Ⅱ类路径台风,仍具有风力大(进入广西时其中心附近最大风速23~33 m/s),降雨强度强(日最大降雨量123~296 mm),强降雨范围广(过程雨量 ≥ 100 mm为27~50站)的特点,狂风暴雨诱发泥石流、山体滑坡、崩塌等地质灾害和洪涝灾害。由于广西东南部是人口密集的地区,因此台风造成人员死亡与房屋倒损的几率也加大。普查分析2001~2014年20个进入广西的台风,造成死亡与失踪人数超过20人的台风有6个,其中5个为Ⅱ类路径台风,分别是0606、0814、1311、0307和0214号台风;造成房屋倒损超过万间的台风有8个,其中6个为Ⅱ类路径台风,所占比例达75%,分别是0214、0307、0606、0814、1003和1311号台风。

分析造成巨灾的Ⅱ类路径台风“黑格比”。2008年9月24日06:45“黑格比”的中心在广东省茂名市电白县沿海地区登陆,登陆时中心附近最大风速达48 m/s(15级),当天12时从湛江市廉江县移入广西境内,进入时中心附近最大风速有33 m/s(12级)。经玉林、北海、钦州、防城港、崇左等市一路向西偏北方向移动,25日08时移出广西进入越南高平市(图2)。“黑格比”不仅造成桂南部分地区出现风力7~8级、阵风11~12级的大风天气,还给广西带来持续3 d之久的大范围暴雨到特大暴雨天气,造成桂西、桂南大部地区降雨量比常年9月下旬平均降雨量偏多了1~13倍,其中左右江河谷及沿海地区偏多了6~13倍,导致郁江、左江、明江、南流江、钦江等江河出现超警戒水位洪水,造成崇左市、宁明县、龙州县、南宁市邕宁区等7个县(区)受淹,同时引发了严重的滑坡、泥石流和崩塌等地质灾害,造成巨大的经济损失和惨重的人员伤亡。据不完全统计,广西共有57个县(市、区)受灾,受灾人口664.99万人,因灾死亡21人,失踪8人;农作物受灾面积656 570 hm^2 ,倒损房屋92 120间,造成直接经济损失69.7亿元。

4.3 Ⅲ类路径(桂东北型)进入广西台风

Ⅲ类路径台风是进入广西的台风中频数最小的类型,台风通常在珠江口以东到福建省一带沿海登陆,由于在陆地上移动时间长,地形的摩擦作用会使台风中心在抵达广西之前强度迅速减弱,当从桂东北进入广西时,90%的台风已减弱至热带低压级或以下的强度,大风灾害小[25],因此这类路径台风造成的灾害相应也最小,有时甚至利大于弊。但是该类台风如果与其它天气系统共同作用,可带来大范围的强降雨天气,造成严重的洪涝灾害及引发泥石流、山体滑坡、崩塌等次生灾害,导致人员伤亡与失踪、农作物受灾、房屋倒损严重,直接经济损失巨大[26]。

典型个例如0604号台风“碧利斯”。2006年7

月 14 日 12:50“碧利斯”的中心在福建省宁德市霞浦县沿海登陆,登陆时中心附近最大风力 30 m/s (11 级)。随后向偏西方向移动,14 日在福建省境内减弱为热带风暴,15 日在江西省境内减弱为热带低压,16 日经湖南省进入广西东北部(图 3),在广西境内滞留了 2 d。在“碧利斯”进入广西的过程中,西南季风异常强盛。分析 7 月 16-17 日的 850hPa 流场,可以清楚的看到南海有一支 ≥ 12 m/s 的西南急流卷入到“碧利斯”环流中心^[27],为“碧利斯”的维持提供了“能量”,同时将大量的水汽输送到广西上空,造成广西连续 2 d 出现大范围的大暴雨到特大暴雨天气,全区有 59% 的市县过程降雨量 ≥ 100 mm,浦北、金秀、阳朔等 3 个县日雨量刷新了当地历史记录,陆川、平乐、荔蒲等县市也刷新了当地历年 7 月份日雨量记录。“碧利斯”带来的暴雨洪涝灾害造成广西有 62 个县(市、区)受灾,受灾人口 653.54 万人,因灾死亡 31 人,失踪 3 人;农作物受灾面积 262 630 hm^2 ,倒损房屋 52 358 间,造成直接经济损失 22.5 亿元。

5 结论与讨论

(1)选取死亡人数、直接经济损失、农作物受灾面积和房屋倒损数作为台风灾情评估因子,利用灰色关联度理论建立台风灾害评估模型,并用此模型对 2001-2014 年进入广西的台风灾害等级进行了评判与排序,实况表明分析评估结果较为合理。

(2)2001-2014 年造成广西巨灾和重灾的台风灾害等级排序为:0814(黑格比) > 1409(威马逊) > 0606(派比安) > 0604(碧利斯) > 1311(尤特) > 0214(黄蜂) > 0307(伊布都) > 1330(海燕)。

(3)2001 年以来,台风不论从是哪一条路径进入广西,都可以造成巨灾或者重灾。其中 II 类路径台风造成人员死亡超过 20 人的个例所占比例最大,为 83%; I 类路径台风易对广西的海上水产养殖业造成重创。

(4)分析 I 类路径和 II 类路径进入广西内陆造成严重灾害的台风,都具有风大、雨强、影响范围广的特点,台风中心进入广西后最大风速均 ≥ 23 m/s,最大日雨量均 ≥ 123 mm,过程雨量超过 100 mm 的站数均 ≥ 27 站。从 III 类路径进入广西内陆造成严重灾害的台风,具有降雨强度强、范围广、持续时间长的特点,“碧利斯”与西南季风共同作用,造成广西过程雨量超过 100 mm 的站数多达 53 站,最大日雨量 396 mm(特大暴雨级)。

参考文献:

[1] 雷小途,陈佩燕,杨玉华,等. 中国台风灾情特征及其灾害

- 客观评估方法[J]. 气象学报, 2009, 67(5): 875-883.
- [2] 芮建勋,张发勇,鲍曙明,等. 面向台风事件与灾害影响评估的时空数据管理模式[J]. 灾害学, 2015, 30(3): 43-46.
- [3] 廖永丰,赵飞,王志强,等. 2000-2011 年中国自然灾害灾情空间分布格局分析[J]. 灾害学, 2013, 28(4): 55-60.
- [4] 陈联寿. 热带气象灾害及其研究进展[J]. 气象, 2010, 36(7): 101-110.
- [5] 陈仕鸿,隋广军,阳爱民. 广东台风灾情预测系统研究[J]. 自然灾害学报, 2010, 21(3): 50-55.
- [6] 张颖超,张美娟,张中秋,等. 浙江省登陆热带气旋灾害影响评估[J]. 大气科学学报, 2013, 36(2): 229-234.
- [7] 张广平,张晨晓,谢忠. 基于 T-S 模糊神经网络的模型在台风灾情预测中的应用—以海南省为例[J]. 灾害学, 2013, 28(2): 86-89.
- [8] 徐明,雷小途,杨秋珍. 应用联合极值分布评估热带气旋影响风险—以“海葵”对上海地区影响为例[J]. 灾害学, 2014, 29(3): 124-130.
- [9] 徐庆娟,刘合香. 基于灰色关联分析的区域热带气旋灾情评估[J]. 广西师范学院学报, 2012, 29(1): 45-50.
- [10] 张倩影,钟少波,黄全义. 基于模糊 c 均值的广东省登陆热带气旋路径分类研究[J]. 灾害学, 2015, 30(4): 187-193.
- [11] 卢峰本,黄滢,许文龙. 影响防城港市的热带气旋灾害评估方法[J]. 广西气象, 2005, 26(2): 14-15.
- [12] 编写组. 广西天气预报技术和方法[M]. 北京: 气象出版社, 2012: 199-201.
- [13] 陈润珍,彭福祥,蔡敏,等. 广西近海移动路径复杂的热带气旋大气环流特征分析[J]. 海洋预报, 2004, 21(2): 52-55.
- [14] 陈见,孙红梅,高安宁,等. 超强台风“威马逊”与“达维”进入北部湾强度变化的对比分析[J]. 暴雨灾害, 2014, 33(4): 392-400.
- [15] 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.
- [16] 黄明策,翟丽萍,林开平,等. 利用两类雷达探测资料分析超强台风“威马逊”登陆期间结构演变特征[J]. 气象科技, 2015, 43(6): 1142-1148.
- [17] 赵付竹,郑艳,李勋. 强台风“纳沙”的路径和降水诊断分析[J]. 气象研究与应用, 2013, 34(1): 17-20.
- [18] 邓聚龙. 灰色系统基本方法[M]. 武汉: 华中理工大学出版社, 1987, 11.
- [19] 杨年珠,涂方旭,黄雪松,等. 中国气象灾害大词典·广西卷[M]. 北京: 气象出版社, 2007.
- [20] 李菁,高安宁,吴毅杰. 2006 年广西热带气旋灾害评估[J]. 气象研究与应用, 2007, 28(1): 45-48.
- [21] 杨仕升. 自然灾害等级划分及灾情比较模型探讨[J]. 自然灾害学报, 1997, 6(1): 8-13.
- [22] 李菁,祁丽燕. 不同路径进入广西内陆台风气候特征分析[J]. 灾害学, 2015, 30(2): 115-119.
- [23] 广西壮族自治区统计局编. 2013 年广西统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2014: 297-313.
- [24] 李菁,苏永秀,陆丹,等. 由台风灾情调查引发的思考[C]//2014 年全国决策气象服务业务技术交流会, 北京: 中国气象局, 2014: 291-297.
- [25] 周惠文,陈冰廉,苏兆达,等. 广西台风灾害性大风的气候特征[J]. 灾害学, 2007, 22(1): 14-17.
- [26] 李菁,吴毅杰,何冬燕. 热带气旋“碧利斯”与“派比安”灾害成因对比分析[J]. 灾害学, 2007, 22(3): 72-76.
- [27] 高安宁,谭强敏. “碧利斯”引发广西异常暴雨的成因分析[J]. 气象研究与应用, 2007, 28(2): 7-10.

Research on the Typhoons from Different Paths Based on the Gray Correlation Analysis

LI Jing, CHEN Jianwei and QI Liyan

(1. *Guangxi Meteorological Observatory, Nanning 530022, China;*
2. *Guangxi Teachers Education University, Nanning 530023, China*)

Abstract: Using the gray correlation analysis, and choose the death toll, direct economic losses, crop disaster area and the number of housing losses to be the factors of typhoon disaster assessment, the text build the typhoon disaster assessment model of Guangxi, and judge and sort the disasters caused by the typhoons into Guangxi from the year 2001. On this basis, we analyze and study the causes that lead to severe disaster by the typhoons into Guangxi from different paths. Results show that: the typhoons from different paths can cause severe disaster, and the proportion of death of personnel more than 20 caused by typhoons from class II path (Southeast of Guangxi) is the biggest, and the typhoons from class I path (along the coast) can inflict heavy losses on aquaculture industry, and the typhoons from class III path (Northeast of Guangxi) can cause severe flood disaster.

Key words: typhoon disaster; gray correlation analysis; assessment model; different paths; cause of disaster

(上接第 17 页)

The Effectiveness of the Quantile Method on the Consistency of the Drought Classification by Multiple Indices

SUN Hongquan^{1,2}, LV Juan^{1,2}, SU Zhicheng^{1,2}, SONG Sulin³ and Wang Yaxu^{1,2}

(1. *China Institute of Water Resources and Hydropower Research, Beijing 100038, China;*
2. *Research Center on Flood and Drought Disaster Reduction of Ministry of Water Resources, Beijing 10003, China;* 3. *Jinan Hydrology Bureau, Jinan 250099, China*)

Abstract: In order to assess the severity of drought accurately and carrying out reasonable drought mitigation countermeasures, a variety of drought indicators are usually used to assess the drought. However, the results derived from different indicators are often inconsistent. For example, an index identified as mild drought, while another index indicated as extreme drought. The main reason is that the thresholds of the indicators are not reasonable. The traditional threshold segmentation method has a great influence on the classification of drought level, which is short of uniform standards. We put forward an idea of drought classification using the quantile method. In the study, the threshold segmentation method and quantile method are implemented to classify the drought severities for Standard Precipitation Index (SPI) and the Percentage of Precipitation Anomaly index (PPA), respectively. Then the consistency of the drought levels are compared and analyzed. The results show that: 1) the drought levels of different indices using quantile methods have high consistency; 2) Quantile method has wide applicability, which can be used for the classification of a variety of indices; 3) The threshold determined by quantile method are dynamic changed with the seasonal and regional characteristics of drought, which is full of physical interpretation and statistical significance.

Key words: quantile; drought classification; multiple indicators; threshold segmentation; consistency; standard precipitation index; percentage of precipitation anomalies