

中国台风灾害综合风险评估与区划

殷 洁^{1,2}, 戴尔阜¹, 吴绍洪¹

(1. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101; 2. 农业部规划设计研究院, 北京 100125)

摘要: 中国是受台风影响较多的国家之一, 中东部地区人口、经济密集, 台风频繁登陆对农业、人口、房屋与经济构成重大威胁。从台风灾害成灾机理出发, 在采用历史灾情数据构建台风灾害损失标准的基础上, 对承灾体脆弱性进行评估, 综合分析台风在每一个县域单元内的发生可能性, 基于承灾体脆弱性和台风发生可能性评估结果, 应用风险评估模型, 对不同强度等级台风造成的风险进行定量评估。通过对同一强度等级不同承灾体的风险、不同强度等级台风风险进行综合, 实现台风灾害风险分区, 划分为3类(高、中、低风险)9个大区, 并提出防灾减灾策略与建议。

关键词: 台风灾害; 风险评估; 综合; 区划

中图分类号: P954

文献标识码: A

文章编号: 1000-0690(2013)11-1370-07

在以全球变暖为主要特征的气候变化背景下, 极端天气气候灾害明显增多, 对社会经济发展的影响日益加剧^[1]。在极端天气气候事件中, 热带气旋造成的灾害损失非常严重。中国地处西北太平洋西岸, 是全球热带气旋最活跃的地区, 年生成总数大都超过20个, 个别高达40个^[2]。热带气旋带来的大风、暴雨和风暴潮等对沿海城市的基础设施、财产、人身安全和农业生产活动均造成严重的影响^[3,4]。热带气旋是发生在热带或副热带海洋上的一种气旋性涡旋, 这种涡旋依强度可分为热带低压、热带风暴、强热带风暴、台风、强台风和超强台风, 本文中的台风是包含强热带风暴及其强度以上的热带气旋的总称^[5,6]。

台风灾害研究一直受到国内外学者的关注, 相关研究主要集中在台风灾害发生的时空分布特征、致灾因子危险性、台风预警方法、区域台风灾害风险评估等方面^[7-19], 对台风次生灾害——城市内涝、风暴潮灾害方面的研究也陆续开展^[20-23]。在台风灾害风险评估研究中, 研究尺度多以省级尺度作为评估对象, 而在较大尺度上的研究相对较少; 风险评估方法也存在差异^[4]; 承灾体脆弱性涉及自然、社会、经济、环境诸多方面^[23], 在指标选取、

定量评估不同承灾体风险方面的研究也比较薄弱。因此, 本文在国家尺度上, 探索定量评估的方法, 对不同承灾体的可能风险进行研究。

1 资料与方法

1.1 数据来源

文中采用台风灾情、台风强度等级和路径, 以及分县承灾体数据, 数据来源详细介绍如下:

1) 台风灾情数据。来源于国家气象局中国热带气旋灾害数据集、国家减灾中心灾害信息部和中国科学院减灾中心工作项目中汇集的1954~2008年间的174场台风灾情数据。包括台风编号和名称、登陆时间和地点、影响地区、农作物受灾和绝收面积、受灾、死亡、受伤和紧急安置人口、倒塌房屋数、直接经济损失。以此来构建不同强度等级台风的损失标准。

2) 台风路径数据。来自于中国台风网的西北太平洋热带气旋最佳路径数据集。提取影响东部沿海地区的471场台风的台风编号、名称、台风中心每隔6 h的位置和台风强度信息, 用来计算不同强度台风灾害的发生可能性。

3) 全国县域行政区划数据。来自国家基础

收稿日期: 2013-02-03; 修订日期: 2013-05-12

基金项目: 国家科技支撑计划(2008BAH31B01、2009BAC61B05)、国家自然科学基金项目(40830741)资助。

作者简介: 殷 洁(1983-), 女, 内蒙古乌兰察布市人, 博士, 主要从事自然灾害研究。E-mail: yinjie09@126.com

通讯作者: 戴尔阜, 研究员。E-mail: daief@igsnrr.ac.cn

地理信息中心 2004 年全国分县行政区划图,包括辽、京、津、冀、鲁、皖、苏、沪、湘、赣、浙、闽、粤、桂、琼 15 个省(市、自治区)1 035 个县域单元,由于缺少台湾省承灾体数据,故未计算在内。

4) 承灾体数据。县域耕地面积、人口、GDP 数据,源自 2008 年全国分省统计年鉴。由于难以获取第六次人口普查数据,房屋数据来源于全国第五次(2000 年)人口普查数据,用来评估承灾体在不同强度台风灾害影响下的脆弱性。

1.2 评估方法

1) 风险损失量评估方法。目前,在自然灾害学研究中,“风险”概念仍无统一定义,很多学者认为风险是致灾因子危险性与承灾体脆弱性的函数^[24-26],通常可以实现风险的半定量化等级评估。本文在此基础上,参考刘毅等人^[27]定量评估地震灾害风险的思路,认为台风灾害风险是由不同强度台风造成的承灾体脆弱性(V),和台风灾害发生可能性(P)共同作用的结果^[6,28]。其中,台风灾害破坏程度(D)是定量评估的关键,需历史灾情损失数据和台风强度数据,以此构建不同强度等级台风造成的承灾体损失标准详见文献^[29]。

$$R_{ij}=(D_i \times E_j) \times P_{ij} \quad (1)$$

$$R_{ij}=V_{ij} \times P_{ij} \quad (2)$$

式中, R_{ij} 为 j 县 i 等级台风灾害风险; D_i 为 i 等级台风灾害破坏程度; E_j 为 j 县承灾体暴露量; P_{ij} 为 j 县发生 i 等级台风灾害的可能性; V_{ij} 为 j 县 i 等级台风灾害承灾体脆弱性。

式(1)中,台风发生可能性(P)与孕灾环境,如天气状况、风压、气压、海洋表面温度、气温、大气环流以及地转偏向力密切相关^[30],但这些要素在较大的时间尺度上存在不确定性,变化较大,难以量化表达每场台风对不同区域造成的影响程度。在本文中,采用台风频数和台风路径长度表征台风发生及影响的时空可能性特征,一个地区较高的台风发生频数,则表示该区台风发生可能性较大。一般说来,台风对某一特定区域造成的影响与台风穿越路径长短有关,即存在从边缘“扫过”和中心“贯穿”的差异,穿越路径长度可表征台风的空间影响方式。

在 Arc GIS 9.3 空间分析模块分别计算每个县域单元受台风影响的频数,以及每个县域单元内穿越的台风路径总长度,分别对两项指标进行式(3)和式(4)归一化处理,值域范围为[0.1,0.9],不

同强度等级台风发生可能性采用式(5)进行等权重求和。

$$\alpha_{ij}=0.1+\frac{X_{ij}-X_{imin}}{X_{imax}-X_{imin}} \times (0.9-0.1) \quad (3)$$

$$\beta_{ij}=0.1+\frac{Y_{ij}-Y_{imin}}{Y_{imax}-Y_{imin}} \times (0.9-0.1) \quad (4)$$

$$P_{ij}=\frac{1}{2}(\alpha_{ij}+\beta_{ij}) \quad (5)$$

式中, α_{ij} 和 β_{ij} 分别代表 i 等级台风登陆 j 县的频数和台风路径长度归一化指数; X_{ij} 和 Y_{ij} 代表 j 县 i 等级台风登陆频数和路径长度; X_{imin} (X_{imax})和 Y_{imin} (Y_{imax})代表 i 等级台风登陆最少(多)频数和最短(长)路径; P_{ij} 为 i 等级台风登陆 j 县的可能性。

2) 综合风险等级评估方法。在灾害风险管理中,除需要明确不同强度等级台风造成的承灾体风险大小值外,还需从总体上把握风险高低状况。在自然灾害风险的综合评估中,加权求和法较为普遍,本文采用距标准差赋值法对不同强度台风灾害造成的各项指标的风险进行综合^[27]。

具体采用如下步骤进行划分:

(1) 分别计算不同强度台风造成 4 种承灾体 8 个指标(农作物受灾面积、农作物绝收面积、受灾人口、死亡人口、受伤人口、紧急安置人口、倒塌房屋、直接经济损失)风险的标准差:

$$\sigma_{ij}=\sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n(x_{ij}-\bar{x}_i)^2}{n-1}} \quad (6)$$

式中, σ_{ij} 为 j 县 i 等级台风各个指标风险值标准差, x_{ij} 为 j 县 i 等级台风各个指标风险值, $\bar{x}_i$ 为 i 等级台风各个指标风险平均值, n 为县域单元个数。

(2) 各等级风险值距标准差的倍数:

$$\varphi_{ij}=\frac{x_{ij}-\bar{x}_i}{\sigma_{ij}} \quad (7)$$

式中, φ_{ij} 为 j 县 i 等级台风各个指标风险值距标准差值。

(3) 参考李开忠^[31]的赋值标准,将 4 个强度等级台风的标准差进行赋值(表 1)。

(4) 将不同强度台风灾害各个指标风险标准值进行加和运算,得到不同等级台风灾害的综合风险。

(5) 最终将不同强度台风灾害风险进行综合,得到中国台风灾害综合风险格局。

3) 风险分区原则与方法。自然灾害是一个庞大的系统,为反映系统中的区域差异性,有必要

表1 不同强度台风灾害风险等级划分

Table 1 Risk grade classification of different intensity typhoons

距标准差倍数	赋值标准	相当于风险等级
<-1.5	0.10	低
-1.5~-0.5	0.25	较低
-0.5~0.5	0.50	中
0.5~1.5	0.75	较高
>1.5	1.00	高

进行区划,目前区划类型多种多样^[31,32],本文基于上述评估结果对中国台风灾害风险进行区划研究。分区方法如下:

(1) 以台风灾害综合风险划分为基础。前文评估的台风灾害风险是分区的基础,在合并零星斑块的同时,使分区结果更能以区域、地带的方式呈现风险的高低差异。

(2) 尽量与行政单元划分相吻合。由于不同的行政单元存在资金、政策的差异,在风险分区工作中,需要考虑政策制定的便捷性。

(3) 区域划分应具有空间连续性。主要反映在毗连地域系统之间的互相作用,除极少数行政区划线原因导致的不连续外,应该尽量减少“飞地”的出现^[31,33]。

2 结果分析

2.1 不同强度台风灾害可能风险

根据模型(1~5),在台风灾害承灾体脆弱性评估、不同强度等级台风发生可能性分析的基础上,得到发生微度、轻度、中度和重度台风造成的农作物(受灾面积、绝收面积)、人口(受灾、死亡、受伤、紧急安置)、房屋和经济,4种承灾体的8项指标的可能风险范围(表2)。

2.2 不同强度台风灾害风险格局

基于不同承灾体指标的损失风险值,采用式(6~7),分别对微度、轻度、中度、重度台风各项风

险值进行综合,得出如下结果(图1):

1) 微度台风发生的情况下,广西东南及沿海地区、海南沿海地区、广东沿海、福建东南沿海、浙江沿海、长江三角洲、山东南部及内陆的安徽中北部、湖南中部和江西部分县市为高风险区。

2) 轻度台风发生时,高风险区域大致范围与微度台风接近,相比较而言,山东、安徽的风险减弱,浙江沿海、长江三角洲、江苏大部分、辽宁部分县市加重。

3) 中度台风发生时,由于台风路径东移,在原有的高风险区基础上,福建、江西风险增强。

4) 重度台风发生时,高风险区在中度台风基础上,向北扩展延伸至山东南部及沿海、辽宁沿海及沈阳及其周边造成新的较高的风险。

对不同强度台风灾害的综合风险影响的县域数目进行统计(表3)。随着台风强度的增强,低风险、较低风险、中风险影响的县域单元数目持续下降,较高风险、高风险影响县市数目增多。

进一步将微度、轻度、中度、重度台风造成的综合风险进行计算,得到中国台风灾害造成的综合风险(图2),广西东南部、广东大部、福建沿海、浙江沿海、长江三角洲地区、江苏大部以及距离海岸线较远的江西部分县市、安徽中北部都处于高风险区;中风险区在湖南东部、江西、福建、浙江、山东、辽宁都有分布;低风险区在辽宁、京津冀、湖南西部、广西北部及东南-华南分散分布。

分析造成上述风险分布格局的成因在于以下几方面:

1) 农作物脆弱性较高,台风发生可能性较大,造成较高的风险。海南沿海、广西东南部、江苏、安徽中北部属于这类高风险区。

2) 人口、房屋和经济脆弱性较高,台风发生可能性较大,导致较高的风险。广东、福建-浙江沿海地区属于这类高风险区。

表2 不同强度台风灾害下承灾体可能风险

Table 2 Hazard-bearing body risks of different intensity typhoon disasters

台风灾害强度	承灾体可能风险范围							
	农作物受灾面积 (10 ⁴ hm ²)	农作物绝收面积 (10 ⁴ hm ²)	受灾人口 (万人)	死亡人口 (人)	受伤人口 (人)	紧急安置人口 (万人)	房屋倒塌 (万间)	直接经济损失 (亿元)
微度	25~150	5~100	500~1500	100~300	500~2000	50~100	5~50	50~100
轻度	150~300	100~120	1500~2000	300~700	2000~5000	100~300	50~80	100~200
中度	300~500	120~150	2000~5000	700~1500	5000~10000	300~500	80~100	200~300
重度	500~1000	150~300	5000~10000	1500~5000	10000~20000	500~1500	100~400	300~400

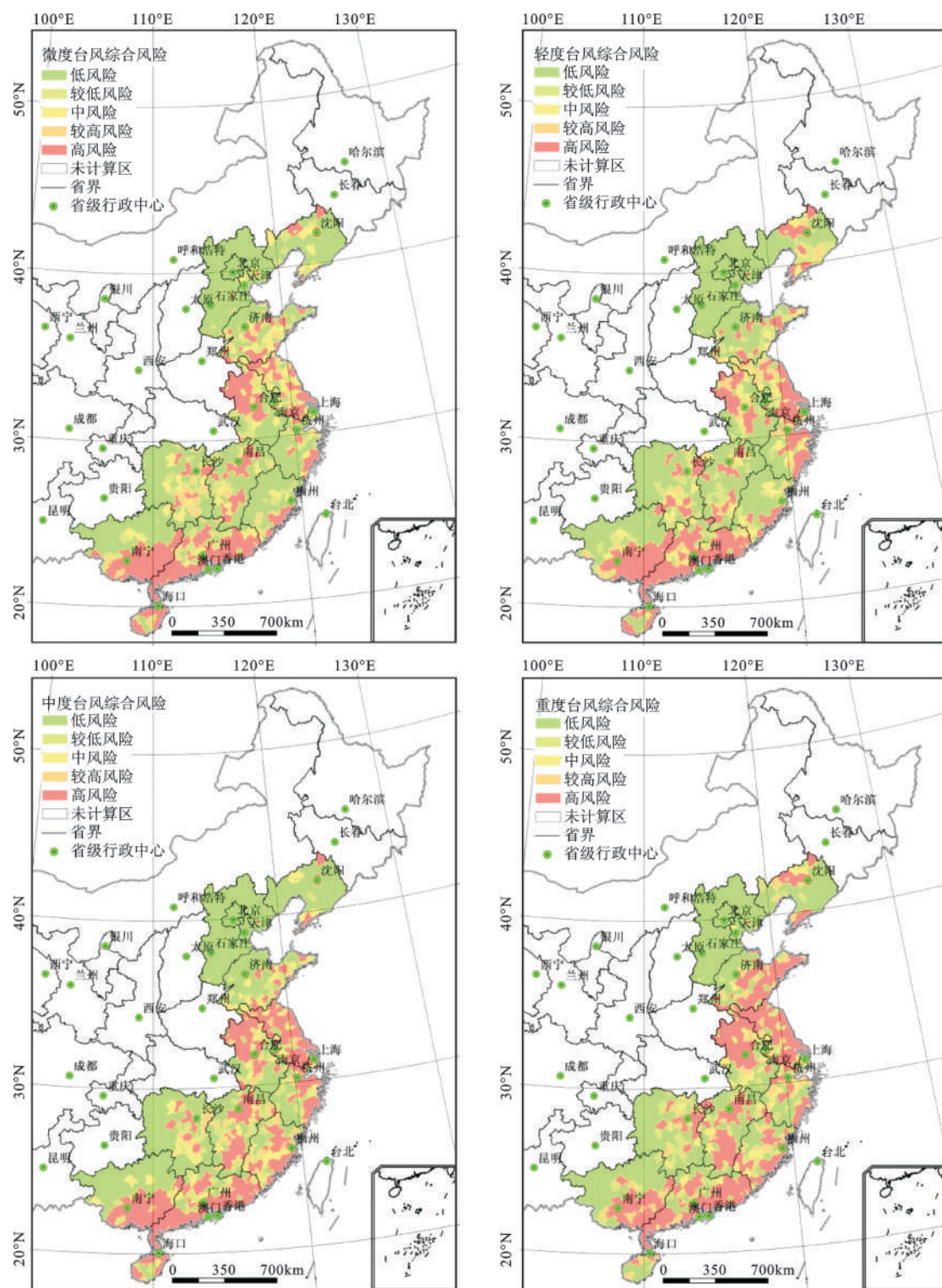


图1 不同强度台风灾害综合风险格局

Fig.1 Spatial patterns of different intensity typhoon disasters risks

3) 各项承灾体脆弱性较高,高强度等级台风可能造成影响,导致较高的风险。辽宁中部、山东、江西中部、湖南中部,这些区农作物、人口、房

屋和经济脆弱性都较高,强度较大的台风可能会对上述区域造成一定的影响。

4) 台风发生可能性较低,导致较低的台风风

表3 不同强度等级台风灾害风险影响的
县域数目统计(个)

Table 3 Number of counties influenced by
different intensity typhoons

台风灾害 强度	台风灾害风险				
	低风险	较低风险	中风险	较高风险	高风险
微度	573	113	79	51	219
轻度	584	102	66	46	237
中度	570	87	66	52	260
重度	554	82	55	68	276

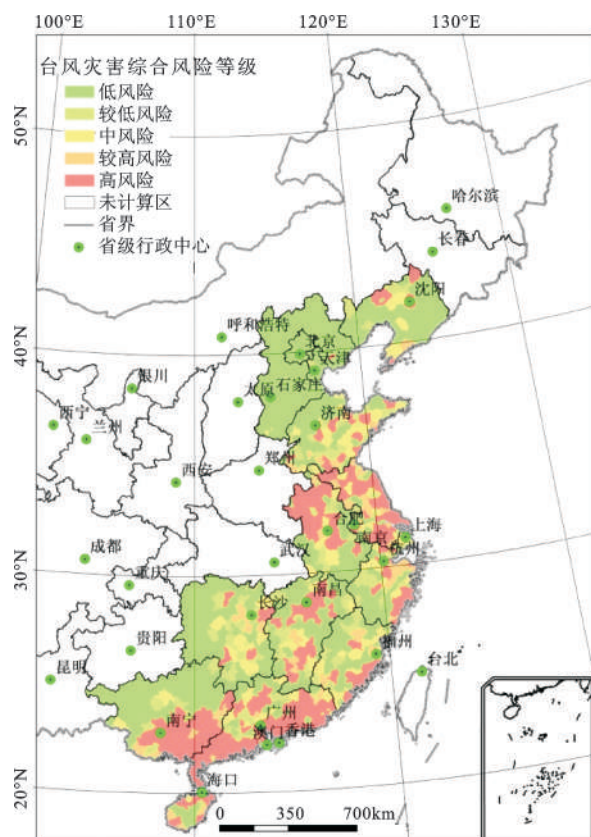


图2 中国台风灾害综合风险等级格局

Fig.2 Typhoon disaster comprehensive risk pattern in China

险。尽管在各项承灾体脆弱性评估中京津冀地区脆弱性较高,但由于各等级台风发生可能性分析中均处于较低的水平,因而,这些区域综合台风风险较低。承灾体脆弱性与台风发生可能性均处于较低程度的区域,其风险也低,如湖南西部和广西北部区域。

2.3 中国沿海台风灾害风险分区

依据分区方法与原则,对中国台风灾害风险进行高风险、中风险、低风险3类划分,分为2个高风险区、4个中风险区和3个低风险区,共9个大区

(图3): 华南-东南高风险区(I1)、华东-华中高风险区(I2)、东南中风险区(II1)、华东-华中中风险区(II2)、华北中风险区(II3)、东北中风险区(II4)、华南-华中低风险区(III1)、华北低风险区(III2)和东北低风险区(III3)。

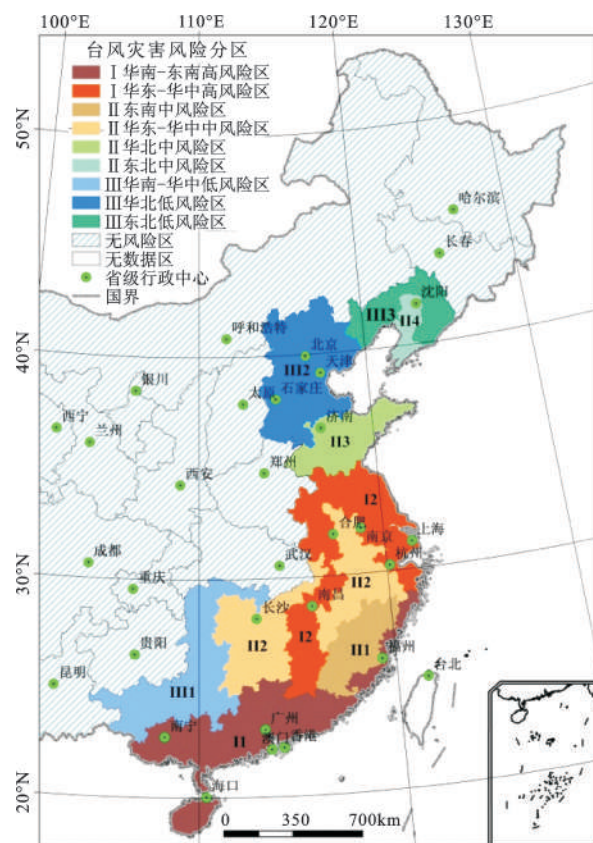


图3 中国台风灾害风险分区

Fig.3 Zoning map of typhoon disaster risk in China

2.4 台风灾害风险防范对策建议

1) 高风险区。由于广西东南、广东西部耕地面积暴露量高,脆弱性较高,导致具有较高的风险;珠江三角洲地区人口、房屋、经济高度密集,台风发生可能性也较高,具有较高的风险;福建、浙江沿海主要由于较高的人口脆弱性,成为较高的风险区域。华东-华中地区由于人口、房屋和经济暴露量高,成为仅次于华南-东南地区的高风险区,在该区域台风发生可能性与华南-东南相比降低,但对于极端、突发的台风,可能造成该地区巨大的人员伤亡和经济损失。根据高风险区成灾特征,在加强台风预警的基础上,在人口、房屋、经济密集的地区,加强防潮堤坝、加固沿海堤岸以及设置多级防御体系城市泄洪区规划;在耕地暴露量

高的区域,提高农业生产抗风、抗洪标准。此外,在沿海地区应重视海岸湿地保护和生态重建、沿海地区的植树造林、地面控沉和兴建避难所等。

2) 中风险区。东南中风险区,主要受强台风和超强台风影响的可能性大,在承灾体防灾方面,应该加强规划、规避风险;加强台风预警体系建设;制定防御超强台风的应急预案。华东-华中中风险区,台风引起的暴雨可能是主要的成灾方式,因而应该提高长江干流的泄洪能力、加强沿岸的防洪大堤建设、疏通河道、有序利用湿地环境,同时在滑坡、泥石流频发区域加强防御措施的建设。华北中风险区在防灾减灾方面应该关注区域洪涝灾害防治工程,例如加强河道疏通、建设防洪工程,在沿海地区应该加强堤坝的建设与修缮。东北中风险区,造成灾害的致灾因子主要是由于台风引起的暴雨、洪水,因此在农作物生产作业中加强防洪设施建设,城市规划中加强排水与防洪工程建设。

3) 低风险区。对于华南-华中低风险区、华北低风险区和东北低风险区来说,台风灾害造成的风险普遍处于较低水平,防灾减灾重点在于加强洪涝灾害的防治、城市排水设施建设、农作物抗洪工程的兴建,以保障人民生命财产安全不受侵害。

除上述防灾减灾措施外,还需要加强群众对台风灾害知识以及防灾减灾的宣传教育^[34],对从事海上活动的人员和与海洋打交道的人员要通过工作途径进行防灾减灾的技能培训^[35]。

3 结论与讨论

本文基于台风灾害承灾体脆弱性和台风发生可能性评估结果,对中国台风灾害风险进行了评估与区划,得到如下结论:

1) 广西东南部、广东大部、福建沿海、浙江沿海、长江三角洲地区、江苏大部以及距离海岸线较远的江西部分县市、安徽中北部都处于高风险区;中风险区在湖南东部、江西、福建、浙江、山东、辽宁都有分布;低风险区在辽宁、京津冀、湖南西部、广西北部及东南-华南分散分布。

2) 中国台风灾害风险区划为3类9个大区:华南-东南高风险区、华东-华中高风险区、东南中风险区、华东-华中中风险区、华北中风险区、东北中风险区、华南-华中低风险区、华北低风险区和东北低风险区。

需指出的是,由于数据获取难度较大,文中所用灾情数据与承灾体数据存在年份上的差异性,尽管在构建台风灾害损失标准过程中进行处理,实现与相关研究间的可比性^[29],但仍可能会对风险评估结果“精确性”有影响。同时,本研究中没有考虑地区防灾能力,需要在以后工作中将不同区域设防水平,通过选取合理的指标体系,在风险评估过程与结果中得以体现,使评估结果更精确。由于本文在较大的空间尺度上进行研究,台风灾害的驱动力、作用过程、灾害格局具有多时空尺度效应,需要在下一步研究中考考虑多时空尺度台风灾害风险评估模型,加强多尺度研究。

参考文献:

- [1] 秦大河,孙鸿烈,孙 枢,等. 2005~2020年中国气象事业发展战略[J]. 地球科学进展,2005, 20(3):268~274.
- [2] 赵宗慈,江 滢. 热带气旋与台风气候变化研究进展[J]. 科技导报,2010, 28(15):88~96.
- [3] 陈 颢,史培军. 自然灾害[M]. 北京:北京师范大学出版社,2008:206~207.
- [4] 陈文芳,徐 伟,史培军. 长三角地区台风灾害风险评估[J]. 自然灾害学报,2011, 20(4):77~83.
- [5] 周俊华,史培军,陈学文. 1949~1999年西北太平洋热带气旋活动时空分异研究[J]. 自然灾害学报,2002, 11(3): 44~49.
- [6] Yin J, Wu S H, Dai E F. Assessment of Economic Damage Risks from Typhoon Disasters in Guangdong, China[J]. Journal of Resources and Ecology, 2012, 3(2):144~150.
- [7] Knutson T R, Tuleya R E, Kurihara Y. Simulated increase of hurricane intensities in a CO₂ warmed climate[J]. Science, 1998, 279(5353):1018~1020.
- [8] Henderson S, Zhang H, Berz G, et al. Tropical cyclones and global climate change: a post-IPCC assessment[J]. Bulletin of the American Meteorological Society, 1998, 79(1):19~38.
- [9] Yan J Y, Zhang X Z, Li J L, et al. Climatological features of rapidly intensifying tropical cyclones in NW Pacific west of 135° E [J]. Journal of Tropical Meteorology, 1998, 4(1):8~15.
- [10] 叶 英. 登陆中国热带气旋活动的年代际变化分析[J]. 海洋预报, 2002, 19(2):23~30.
- [11] 唐晓春, 彭 鹏. 厄尔尼诺事件的强度与登陆广东热带气旋数量的关系初探[J]. 地理科学, 2005, 25(6):690~696.
- [12] 丁 燕, 史培军. 台风灾害的模糊风险评估模型[J]. 自然灾害学报, 2002, 11(1):34~43.
- [13] 陈 香, 陈 静. 福建台风灾害风险分布的初步估计[J]. 自然灾害学报, 2007, 16(3):34~43.
- [14] 唐晓春, 刘会平, 潘安定, 等. 广东沿海地区近50年登陆台风灾害特征分析[J]. 地理科学, 2003, 23(2):182~187.
- [15] 李加林, 王艳红, 张忍顺, 等. 海平面上升的灾害效应研究——以江苏沿海低地为例[J]. 地理科学, 2006, 26(1):87~93.

- [16] 石 勇,许世远,石 纯,等.沿海区域水灾脆弱性及风险的初步分析[J].地理科学,2009, **29** (6):853~857.
- [17] 殷 杰,尹占娥,许世远.上海市灾害综合风险定量评估研究[J].地理科学,2009, **29** (3):450~454.
- [18] 胡蓓蓓,姜衍祥,周 俊,等.天津市滨海地区地面沉降灾害风险评估与区划[J].地理科学,2008, **28**(5):693~697.
- [19] 牛海燕,刘 敏,陆 敏,等.中国沿海地区近20年台风灾害风险评估[J].地理科学,2011, **31**(6):764~768.
- [20] 殷 杰,尹占娥,于大鹏,等.基于情景的上海台风风暴潮淹没模拟研究[J].地理科学,2013, **33**(1):110~115.
- [21] 温家洪,黄 蕙,陈 珂,等.基于社区的台风灾害概率风险评估——以上海市杨浦区富禄里居委地区为例[J].地理科学,2012, **32**(3):348~355.
- [22] 谭丽荣,陈 珂,王 军,等.近20年来沿海地区风暴潮灾害脆弱性评价[J].地理科学,2011, **31**(9):1111~1117.
- [23] 殷 杰,尹占娥,于大鹏,等.风暴洪水主要承灾体脆弱性分析——黄浦江案例[J].地理科学,2012, **32**(9):1155~1160.
- [24] Shi P J, Du J, Ji M X, et al. Urban risk assessment research of major natural disasters in China[J]. *Advances in Earth Science*, 2006, **21**(2):170~177.
- [25] 王静爱,史培军,王 平.中国自然灾害时空格局[M].北京:科学出版社,2006.
- [26] 朱良峰,殷坤龙,张 梁,等.基于GIS技术的地质灾害风险分析系统研究[J].工程地质学报,2002, **10**(4):428~433.
- [27] 刘 毅,黄建毅,马 丽.基于DEA模型的我国自然灾害区域脆弱性评价[J].地理研究,2010, **29** (7):1153~1162.
- [28] Xu Z C, Wu S H, Dai E F, et al. Quantitative assessment of seismic mortality risks in China[J]. *Journal of Resources and Ecology*, 2011, **2**(1):83~90.
- [29] 殷 洁,戴尔阜,吴绍洪,等.中国台风强度等级与可能灾害损失标准研究[J].地理研究,2013, **32**(2):266~274.
- [30] Roy C, Kovordányi R. Tropical cyclone track forecasting techniques-A review[J]. *Atmospheric Research*, 2012, **104-105**: 40~69.
- [31] 李开忠.中国洪水灾害损失风险评估[D].北京:中国科学院研究生院博士论文,2011.
- [32] 国家科委,国家计委,国家经贸委自然灾害综合研究组.中国自然灾害区划研究进展[M].北京:海洋出版社,1998.
- [33] 郑 度.中国生态地理区域系统研究[M].北京:商务印书馆,2008.
- [34] 朱军政,徐有成.浙江沿海超强台风风暴潮灾害的影响及对策[J].海洋学研究,2009, **27**(2):104~110.
- [35] 陆丽云,陈 君,张忍顺.江苏沿海的风暴潮灾害及其防御对策[J].灾害学,2002, **17**(1):26~31.

Integrated Risk Assessment and Zoning of Typhoon Disasters in China

YIN Jie^{1,2}, DAI Er-fu¹, WU Shao-hong¹

(1. *Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China;*

2. *Chinese Academy of Agricultural Engineering, Beijing 100125, China)*

Abstract: Under the background of global climate change, extreme events occur frequently which can cause intensified natural disaster risk. China characterized with high population density and intensive economy in east-central areas, as one of the countries influenced frequently by typhoon events, the agriculture, population, buildings and economy are threatened significantly by typhoon disasters. The quantitative risk assessment on disaster-bearing bodies and regionally integrated zoning are not just a theory study in risk management, also can offer practical guidance on mitigation and prevention in typhoon disaster. In our study, on the basis of the typhoon disaster mechanism, the vulnerabilities of disaster-bearing bodies were evaluated according to typhoon disaster loss criteria established by applying historical typhoon loss data. In addition, the probabilities of typhoons in each country region were analyzed comprehensively using the indices of landing frequencies and track line lengths. Then applying risk assessment model, the typhoon risks caused by the different intensities were evaluated quantitatively. Synthesized on the risks of the same or the different intensity typhoons for disaster-bearing bodies, the typhoon disaster risk zone for China was divided into nine areas and belonged to three classes (respectively is high, medium and low risk). The high risk areas are located in southern part of Guangxi Province, most of Guangdong Province, coastal areas of Fujian and Zhejiang Province, Yangtz River Delta area, most of Jiangsu Province, some inland counties of Jiangxi and Anhui Province. Based on the above results, the helpful suggestions on prevention and reduction in regional typhoon disaster were put forward.

Key words: typhoon disaster; risk assessment; integration; zoning