

郭桂祯, 赵飞, 王丹丹. 基于脆弱性曲线的台风-洪涝灾害链房屋倒损评估方法研究[J]. 灾害学, 2017, 32(4): 94-97.
[GUO Guizhen, ZHAO Fei and WANG Dandan. A Method Research of House Damage in Typhoon-Flood Disaster Chain Based on Vulnerability Curve[J]. Journal of Catastrophology, 2017, 32(4): 94-97. doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2017.04.016.]

基于脆弱性曲线的台风-洪涝灾害链房屋倒损 评估方法研究^{*}

郭桂祯, 赵飞, 王丹丹

(民政部国家减灾中心, 北京 100124)

摘要: 通过对台风-洪涝灾害链机理研究, 以综合致灾强度为参数, 根据历史灾情数据拟合东南沿海五省台风灾害房屋倒损脆弱性曲线模型。以2014年“威马逊”台风为例, 进行了模型验证, 该模型能够较为准确的预评估台风灾害房屋倒损数量, 除风暴潮因素干扰外, 误差控制在30%以内, 能较好的反应台风-洪涝灾害链的致灾机理。

关键词: 台风-洪涝; 灾害链; 房屋; 倒损评估; 易损曲线; 致灾强度

中图分类号: X43; P458.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-811X(2017)04-0094-04

doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2017.04.016

我国地处西北太平洋西侧, 是世界上少数几个受台风影响严重的国家之一, 全国除新疆、西藏等内陆省、自治区外的沿海各省以及东中部地区均可受到台风活动的直接或间接影响。台风大风、台风暴雨和台风风暴潮是台风灾害的三大致灾因子, 其中尤以台风暴雨引发的灾害最为严重。台风-洪涝灾害链是威胁我国东南沿海及中西部部分内陆地区的重要灾害(链)类型^[1]。

国家减灾委、民政部以及地方各级民政部门针对重大灾害会启动应急响应, 为了使应急管理关口的前移, 近年针对台风和暴雨可能导致的灾害还会提前启动预警响应。但到目前为止, 一方面针对台风灾害启动的预警响应基本上均是依靠气象部门的预报台风登陆和导致的大风暴雨等致灾因子情况, 距离台风可能导致的损失还有一定的距离。且因为缺乏及时迅速的台风损失预评估结果, 基本上针对可能要登陆我国的台风均启动了预警响应, 缺乏不同灾害等级的针对性。另一方面, 当前针对重大自然灾害启动应急响应的依据主要是地方上报的灾害损失情况, 而地方上报的灾情存在不同程度的虚报, 这样就造成了救助资金拨付的不公平。随着自然灾害救助应急工作的不断发展, 对灾害评估的需求也越来越高, 针对重大台风-洪涝灾害链开展快速评估是救灾

工作不断发展的必然结果。

以往的研究更多的专注于台风、洪涝灾害单灾种的危险性评估, 对灾害链的危险性、损失快速评估等的定量分析研究明显不足^[2-4]。台风-洪涝灾害链的损失快速评估技术主要包括三个关键技术: ①是承灾体脆弱性曲线研究; ②是综合致灾强度模型构建; ③是损失估算模型。台风灾害和洪涝灾害对以上三个关键技术都有各自的方法和成果, 如何把洪涝灾害和台风灾害链接起来构建台风-洪涝灾害链承灾体脆弱性曲线、台风-洪涝综合致灾强度模型、台风-洪涝损失估算模型是台风-洪涝灾害链损失快速评估技术研究的关键。

1 数据来源

本研究使用的数据主要包括我国2000-2013年东南五省(浙江、福建、广东、广西、海南)台风-洪涝灾害链分县历史灾情数据、台风-洪涝灾害链过程降雨数据、河网密度空间分布数据、地形指数数据和分结构房屋存量数据, 具体数据及其来源见表1。

^{*} 收稿日期: 2017-03-15 修回日期: 2017-05-28

基金项目: 国家科技支撑项目(2013BAK05B02)

第一作者简介: 郭桂祯(1984-), 男, 山东聊城人, 助理研究员, 博士, 主要从事自然灾害灾害损失评估研究。

E-mail: guoguizhen2008@126.com

表1 数据来源

数据名称	数据来源
2000-2013年东南五省台风-洪涝灾害链历史灾情数据	民政部国家减灾中心灾情数据库
台风-洪涝灾害链过程降雨和风场数据	中国气象局气象共享数据库
地形指数数据	民政部国家减灾中心孕灾环境数据库
河网指数数据	民政部国家减灾中心孕灾环境数据库
分结构房屋存量数据	国家统计局第五次人口普查数据

2 模型方法

2.1 综合致灾强度研究

国内外有很多关于台风、洪涝综合致灾强度的研究,但是多是只局限于单灾种,很少涉及到台风-洪涝灾害链的综合致灾强度研究。本文分析了历次台风过程,收集整理了2000-2013年受台风影响较多的东南沿海五省(浙江、福建、广东、广西、海南)的台风过程灾情损失数据、降雨数据、风场数据、地形指数、河网指数等数据,并利用GIS技术实现了数据的空间化处理^[5-7]。在厘定台风-洪涝灾害链概念的基础上^[8-9],采用数理推算、GIS空间分析、多元加权综合分析和层次分析等方法确定台风-洪涝灾害链的综合致灾强度。初步确定了台风-洪涝灾害链综合致灾强度为:

综合致灾强度 = $0.6 \times \text{累计降雨量} + 0.2 \times \text{河网指数} + 0.1 \times \text{地形指数} + 0.1 \times \text{最强阵风风速}$ 。(1)

2.2 台风-洪涝灾害链承灾体脆弱性曲线研究

本研究采用致灾强度-灾害损失反演法^[10-13],根据历史灾害损失数据和致灾因子强度反推出承灾体的脆弱性曲线,采用一元回归方法,拟合房屋脆弱性特征,构建了东南沿海五省综合致灾强度-房屋倒损率脆弱性曲线。

在拟合承灾体脆弱性曲线过程中,主要采用了加权最小方差拟合方法(Weighted Least Squares),就是根据基础数据本身各自的准确度(或者称为可靠性)的不同,在拟合的时候给每个数据不同的加权数值。这种方法的拟合结果比单纯最小方差拟合更加精确。对于阶多项式的拟合,拟合系数需要通过求解线性方程组,其中线性方程组的系数矩阵和需要求解的拟合系数矩阵分别为:

$$A = \begin{pmatrix} x_1^N & \cdots & x_1 & 1 \\ x_2^N & \cdots & x_2 & 1 \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ x_M^N & \cdots & x_M & 1 \end{pmatrix}, \theta = \begin{pmatrix} \theta_N \\ \theta_{N-1} \\ \cdots \\ \theta_1 \end{pmatrix} \quad (2)$$

使用加权最小方差(WLS)方法求解得到的拟合系数为:

$$\theta_w^0 = \begin{pmatrix} \theta_{WN}^0 \\ \theta_{WN-1}^0 \\ \cdots 0 \\ \theta_1 \end{pmatrix} = [A^T W A]^{-1} A^T W y. \quad (3)$$

其对应的加权最小方差为一下表达式的最小值

$$J_w = [A\theta - y]^T W [A\theta - Y]. \quad (4)$$

根据公式拟合东南沿海五省综合致灾强度-房屋倒损率脆弱性曲线如图1所示。

3 验证

3.1 案例背景

2014年第9号台风“威马逊”于7月12日在西北太平洋上生成(图2~图4),15日18:20登陆菲律宾中部沿海,随后穿过菲律宾中部进入南海,18日05:00在我国南海北部加强为超强台风,15:30前后登陆海南文昌市翁田镇,登陆时中心附近最大风速60(17级,超强台风级);19:30前后以同等强度再次在广东徐闻县龙塘镇沿海登陆;19日07:10前后在广西防城港光坡镇沿海第三次登陆,登陆时中心附近最大风力为15级(48,强台风级);20日4时在云南境内减弱为热带低压^[14]。此次台风共造成广东、广西、海南、云南四省(自治区)154个县(市、区)1189.9万人受灾,因灾死亡73人,失踪15人,70.2万人紧急转移安置,32.7万人需紧急生活救助;房屋倒塌4.2万间,54.3万间不同程度损坏;农作物受灾面积1939.1 km²,其中绝收201.1 km²;直接经济损失446.5亿元。

3.2 计算结果

把威马逊台风雨场和风场数据输入模型,计算结果如表2所示。

表2 台风“威马逊”暴雨洪涝灾害倒损房屋数量评估结果

省份	可能倒塌和严重损坏房屋数量/间
广东	37981
广西	25207
海南	49452
合计	112640

分析表2、表3可知,广东和广西两省倒塌和严重损坏房屋上报值和快速评估值误差较小,均控制在30%以内,海南省倒塌和严重损坏房屋上报值和快速评估值相差比较大,导致三省合计总数相差较大。初步分析,造成海南省房屋倒损上报结果与评估结果相差较大的原因是威马逊台风登陆海南时带来的风暴潮导致大量房屋受损,剔除此因素本文所研究的台风-洪涝灾害链快速评估模型对房屋受损数量评估结果较为合理。

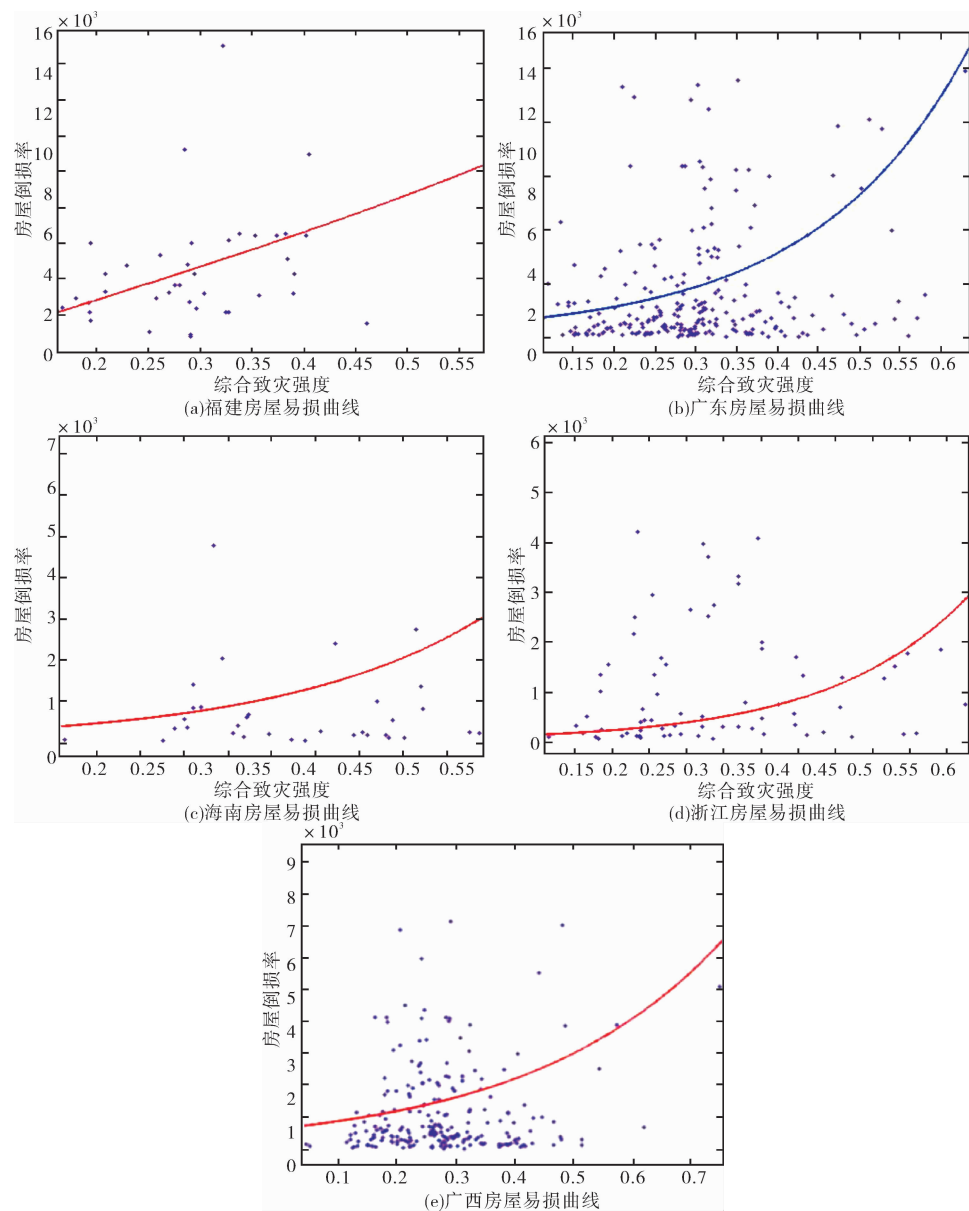


图1 东南沿海五省综合致灾强度—房屋倒塌率脆弱性曲线

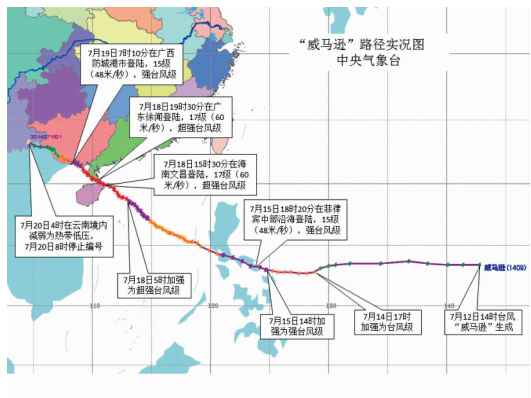


图2 台风“威马逊”路径图
(来源: 国家气象中心)

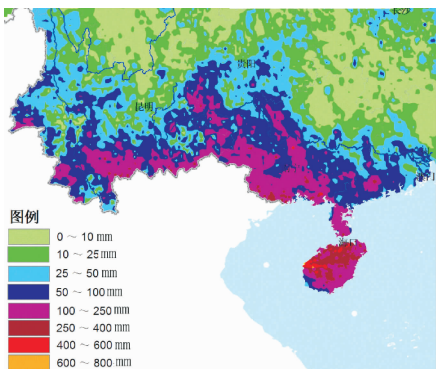


图3 台风“威马逊”过程雨量实况图
(来源: 国家气象中心)

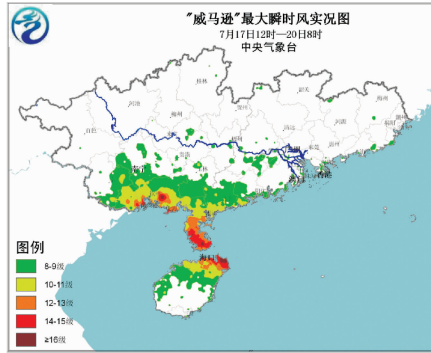


图4 台风“威马逊”最大瞬时风实况图
(来源: 国家气象中心)

4 结论

本文所研究的台风-洪涝灾害链快速评估模型能够较为准确的预评估台风灾害房屋倒损数量, 排除风暴潮因素干扰, 误差控制在 30% 以内, 能够作为政府应对台风灾害的决策依据。但是由于本模型未考虑到风暴潮因素, 导致海南省房屋倒塌和严重损坏数量评估值出现较大误差。在下一步研究中, 将把台风-洪涝灾害链对风暴潮的引发机制及致灾机理作为重点研究对象, 增加本模型评估结果的准确性。

表3 各相关省上报超强台风“威马逊”灾情统计

区域	受灾人口/ 万人	因灾死亡或 失踪/人	紧急转移安置 人口/万人	农作物受灾 面积/km ²	农作物绝收 面积/km ²	倒塌和严重损坏 房屋/万间	直接经济 损失/亿元
广西	433	10	32	1456.7	36.8	3.1	139
海南	321.7	32	18.9	153.6	36.1	16.6	122.4
广东	264.7	0	16.5	228.6	109.6	5.2	155.8
合计	1189.9	88	70.2	1939.1	201.1	24.9	446.5

参考文献:

- [1] 陈香, 陈静, 王静爱. 福建台风灾害链分析—以 2005 年“龙王台风为例”[J]. 北京师范大学学报(自然科学版), 2007, 43(2): 203–208.
- [2] Bruno Merz, Annegret H. Thicken flood risk curves and uncertainty bounds[J]. Nat Hazards, 2009, 51: 437–458
- [3] Emanuel K. Increasing destructiveness of tropical cyclones over the past 30 years[J]. Nature, 2005, 436: 686–688
- [4] Emanuel K, Ravela S, Vivant E, et al. A statistical deterministic approach to hurricane risk assessment [J]. American Meteorological Society, 2006, 436: 299–314
- [5] 魏章进, 马华玲. 台风灾害间接经济损失评估方法综述[J]. 灾害学, 2016, 31(1): 157–161.
- [6] 陈香. 不同登陆地点影响福建的台风灾害时空特征分析[J]. 亚热带资源与环境学报, 2006, 1(2): 55–61.
- [7] 周瑶, 王静爱, 周洪建等. 自然灾害脆弱性曲线研究进展[J]. 地球科学进展, 2012, 27(4): 435–422.
- [8] 王静爱, 雷永登, 周洪建等. 中国东南沿海台风灾害链区域规律与适应对策研究[J]. 北京师范大学学报(社会科学版), 2012, 2: 130–138.
- [9] 师嘉冰, 徐伟, 史培军. 长三角地区台风灾害链特征分析[J]. 自然灾害学报, 2012, 21(3): 36–42.
- [10] 陈仕鸿, 隋广军, 唐丹玲. 一种台风灾情综合评估模型及应用. 灾害学, 2012, 27(2): 87–91.
- [11] 樊琦, 梁必骥. 热带气旋灾害经济损失的模糊数学评测[J]. 气象科学, 2000, 20(3): 360–366.
- [12] 梁必骥, 樊琦, 杨洁, 等. 热带气旋灾害的模糊数学评估[J]. 热带气象学报, 1999, 15(4): 305–311.
- [13] 赵士鹏. 基于 GIS 的山洪灾情评估方法研究[J]. 地理学报, 1996, 51(5): 471–479.
- [14] 徐舒扬, 周德丽, 苗绍慧, 等. 台风“威马逊”造成云南强降雨灾害天气分析[J]. 灾害学, 2016, 31(4): 229–234.

A Method Research of House Damage in Typhoon-Flood Disaster Chian Based on Vulnerability Curve

GUO Guizhen, ZHAO Fei and WANG Dandan

(National Disaster Reduction Center of China, Beijing 100084, China)

Abstract: The article gives a deep research to the mechanism of Typhoon-flood disaster chain and produces a house damage assessment model of five southeast coastal provinces using Comprehensive disaster magnitude as parameter based on historical disaster loss data. The model can predict house damage quantity in typhoon disaster accurately by verification. The error can be controlled within 30% discard the storm surge factor which can explain the mechanism of Typhoon-flood disaster chain.

Key words: typhoon-flood; disaster chain; house; damage assessment; vulnerability curve; disaster magnitude