

文章编号: 1004-4574(2010)03-0146-05

台风过程引发洪涝灾害的风险评估 ——以海南岛为例

刘少军^{1,2}, 张京红², 蔡大鑫², 田光辉², 孙 伟²

(1. 成都理工大学, 四川 成都 610059; 2 海南省气象科学研究所, 南海气象防灾减灾重点实验室, 海南 海口 570203)

摘 要: 海南岛是一个受台风影响频繁的区域, 台风过程中的暴雨过程极易引发洪涝灾害。在分析洪涝灾害形成的各主要因子的基础上, 提出了基于 GIS 的台风过程引发海南岛洪涝灾害的评估模型, 以台风过程中发生的暴雨的危险性指数、地形因子和社会经济易损为主要指标, 得出了海南岛台风过程引发洪灾的风险综合区划图。

关键词: 台风; 洪涝灾害; 风险评估; 海南岛

中图分类号: P425.6⁺; TP79 文献标识码: A

Risk assessment of flood disaster trigged by typhoon process: a case study on Hainan Island

LIU Shao-jun^{1,2}, ZHANG Jing-hong², CAI Da-xin², TIAN Guang-hui², SUN wei²

(1. Chengde University of Technology, Chengdu 610059, China; 2 Key Laboratory of Meteorological Disaster Prevention and Reduction of South China Sea Research Institute of Hainan Meteorological Science, Hainan 570203, China)

Abstract Hainan Island is frequently effected by typhoon, and during the typhoon landing rainstorm is easy to bring about flood disaster. A model for flood risk assessment was put forward based on GIS by study the main factors consisting of rainstorm index, topography and socio-economic vulnerability, which was used to get flood disaster risk zonation of Hainan Island.

Key words typhoon; flood disaster; risk assessment; Hainan Island

气象灾害的评估在我国防灾减灾中具有很重要的地位, 它不仅是认识灾情, 进行灾害区划, 实行灾害预测和损失评估的基础, 而且对决策部门制定防治对策都具有重要意义^[1]。其中台风灾害过程中形成的暴雨极易引发洪涝灾害, 目前, 对洪涝灾害风险的评价方法很多, 如张会等提出了洪涝灾害风险指数方法^[2]、刘合香等提出了区域洪涝灾害风险的模糊综合评价法^[3], 罗培等提出的基于 GIS 和模糊评价法^[1], 周成虎等提出的基于地理信息系统的洪灾风险区划指标模型, 李吉顺等提出的“综合危险度”和“相对危险度”两种无量纲量, 进行洪涝灾害的危险性评估, 赵士鹏等基于建立的综合分析的原则、发生学、减灾服务原则提出的区划方法^[4]。

海南素有“台风走廊”之称, 影响海南的热带气旋多年年平均约 7 个, 最多的年份达 14 个, 热带气旋影响高峰月最多时达 5 个^[5], 由于海南岛特殊的地理位置、地形条件和热带气旋的影响, 为减少灾害造成的损

收稿日期: 2008-07-13 修订日期: 2009-08-21

基金项目: 中国气象局推广项目 (CMATG2008M48); 海南省自然科学基金资助的项目 (40884) 联合资助

作者简介: 刘少军 (1980-), 男, 工程师, 博士生, 主要从事遥感与地理信息系统应用研究。E-mail: edutls@163.com

失, 对处于台风多发区的海南岛进行洪涝灾害风险性分析愈加显得重要。对台风过程中暴雨引发的洪涝灾害风险性进行评估与区划, 既可以了解海南岛洪涝灾害的特点, 也可为海南岛经济持续发展和防灾减灾政策的制定提供科学依据。

1 数据来源

进行海南岛台风灾害引发洪涝灾害风险评估, 使用的主要数据如下:

- (1) 地理信息数据: 采用海南岛 1: 250 000 地理信息数据, 主要作为风险评估的基础数据。
- (2) 暴雨数据: 1970–2005 年台风过程中海南岛暴雨数据。
- (3) 社会经济易损数据: 耕地面积数据、社会经济数据、人口密度数据等。

2 方法

洪水灾害危险性主要取决于天气因素和下垫面因素。本次研究仅考虑台风过程中暴雨引发洪涝灾害的类型, 下垫面因素以地形的分布对洪水危险性影响最大, 故主要考虑地形和高度差、以及历史上台风过程中暴雨引发的洪涝的危险性指数等因素来进行危险性的评价。

社会经济易损性由于资料的限制, 仅采用人口、耕地面积以及国内生产总值等 3 个指标作为洪水灾害社会经济易损性大小的表征指标^[6]。

由于洪涝灾害风险评价是一个复杂的地质多源信息综合分析过程, 地质信息处理和综合分析模型十分复杂, 采取传统手段模拟这一过程很难实现^[7], 运用 GIS 技术空间分析优势, 则可以较真实地再现空间分布状况。洪涝灾害的风险性评估方法是利用 GIS 提供的叠合分析工具, 对地形对洪涝的危险程度、暴雨与洪水危险程度、社会经济易损性指标等因子的权重分布, 按一定叠合数值划分每个栅格的风险程度, 即得到海南岛台风过程中引发洪涝灾害危险性评价图, 具体流程见图 1。

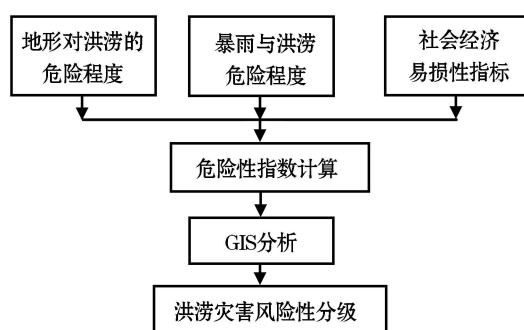


图 1 台风引发洪涝灾害的风险性评估流程

Fig 1 Work flow of risk assessment of flood disaster triggered by typhoon processing

2.1 地形对洪涝的危险程度

地形与洪水危险程度密切相关。一般认为, 地形对形成洪水的影响主要表现在两个方面: 地形高程及地形变化程度, 地形高程越低, 地形变化越小, 越容易发生洪水^[4]。地形变化通常用坡度来表征, 而实际上影响洪水危险程度大小的是相邻范围地形起伏大小, 故采用高程相对标准差来取代坡度。标准差越小, 表明该处附近地形变化也越小, 越容易形成洪水^[6]。采用计算栅格周围 3×3 邻域内 9 个栅格 (包括其自身) 高程的标准差作为表征该处地形变化程度的定量指标。根据计算得到的均值和方差, 确定出如下 3 级: 一级 (小于 1), 二级 (1~10), 三级 (大于 10)。根据地形因子中, 绝对高程越高、相对高程标准差越小, 洪水危险程度越高的原则^[4], 确定如表 1 所描述的综合地形因子与洪水危险程度关系, 地形因子影响度分布图见图

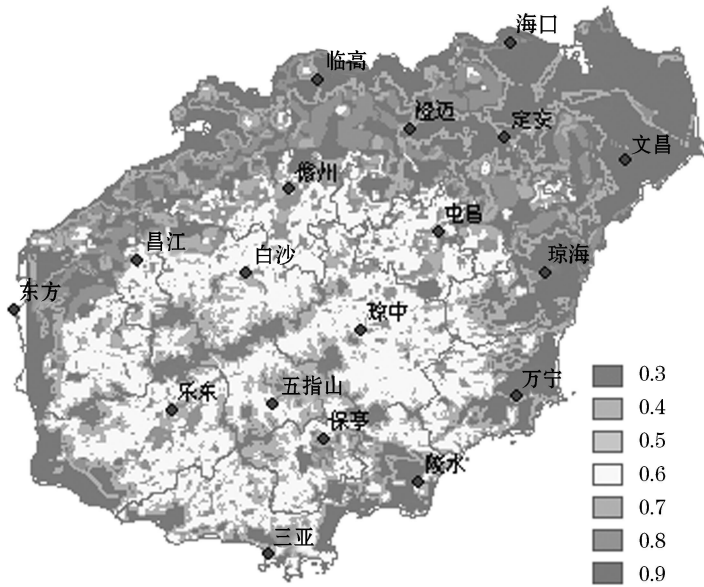


图 2 地形因子影响度分布图

Fig 2 Influence index map of topography

2.2 暴雨与洪涝危险程度

台风是最强的暴雨天气系统,国内外不少极端暴雨记录都与台风活动有关,台风暴雨也是一个引发洪涝灾害的重要致灾因子。根据历史洪灾资料分析,台风过程中的暴雨对洪灾形成影响最大,故选多年平均台风过程中暴雨的频次作为反映对洪灾影响的降水指标。由于选定的各评价指标的计量单位不同,取值范围变幅大,为了描述暴雨降水对洪涝灾害发生的危险程度的影响,对数据进行标准化处理。

为了使指标具有可比性,将每一市县年平均次数(台风过程中发生的暴雨次数)与海南岛年平均次数(台风过程中发生的暴雨次数)的比值作为降水的危险性指标,其模型如下:

$$Y_i = y_i / \bar{Y} \tag{1}$$

式中, Y_i 指 i 市县的降水危险性指数; y_i 指 i 市县台风过程中发生的暴雨年均次数; \bar{Y} 为海南岛台风过程中发生的暴雨次数年均数。

将降水的危险性指标的因子进行属性划分,根据计算得到的均值和方差,通过指标转换,得到降水因子影响度分布(表 2),台风暴雨引发洪涝的影响度图(图 3)。

表 1 综合地形因子影响度

Table 1 Integrated influence indices of topography

地形标准差	地形高度 /m				
	< 100	100~300	300~500	500~800	> 800
一级	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
二级	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4
三级	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3

表 2 台风暴雨引发洪涝的影响度

Table 2 Influence indices of rainstorm by typhoon

等级	指标范围	影响度
轻(1)	< 0.9	0.5
低(2)	0.9~0.95	0.6
中(3)	0.95~1.05	0.7
较高(4)	1.05~1.1	0.8
高(5)	> 1.1	0.9

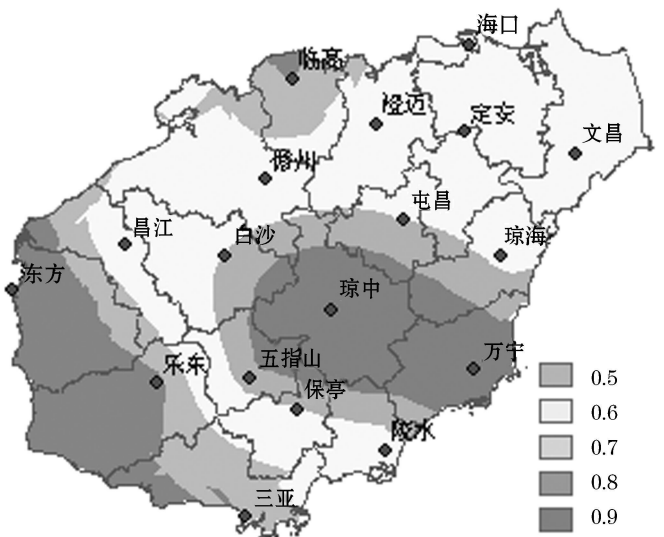


图 3 台风暴雨引发洪涝的影响度

Fig 3 Influence index map of rainstorm by typhoon

2.3 社会经济易损性指标

一般认为社会经济条件可以定性反映区域的灾损敏度, 即易损性的高低。洪灾的风险评估必须考虑社会经济易损性。社会经济易损性主要涉及经济、人口密度、耕地面积等因素, 这 3 种因素均具有较强区域差异性^[8]。采用人口密度、耕地百分比、工农业产值作为洪涝灾害的社会经济易损性指标。其计算方法如下:

$$\text{社会经济综合指标值} = (A + B + C) / 3$$

式中: A 为全省总人口密度; B 为各县(市)耕地面积/全省平均耕地面积; C 为各县(市)GDP/全省平均 GDP。

按照一定区间分别赋值以作为风险评价的社会经济易损性指标值, 进行栅格化处理后, 作为一个因子数值图层, 参与风险性评价综合分析。根据计算得到的均值和方差, 通过指标转换, 损性影响度的划分标准见表 3 影响度分布图见图 4。从图中可以看出, 人口密度较大、经济较发达, 耕地面积较多的区域, 社会经济易损性影响度较高。

表 3 易损性影响度的划分标准

Table 3 Classification criterion of vulnerability influence index

易损性等级	分类范围	影响度
轻 (1)	< 0.5	0.5
低 (2)	0.5~1.1	0.6
中 (3)	1.1~1.7	0.7
较高 (4)	1.7~2.4	0.8
高 (5)	> 2.4	0.9

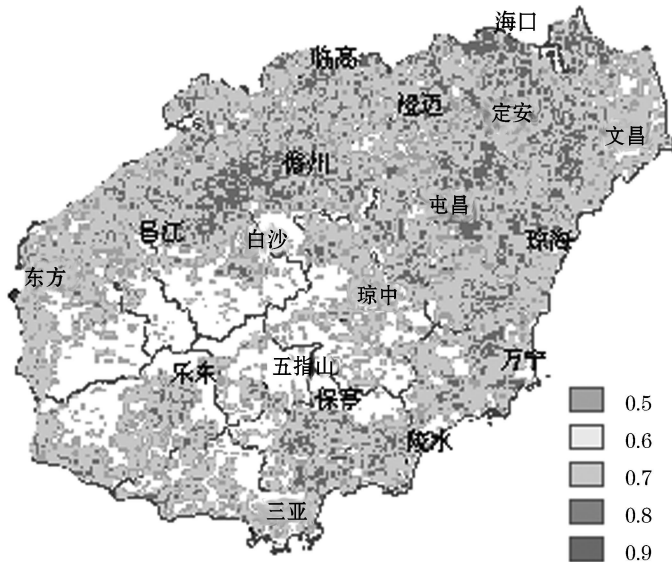


图 4 海南岛社会经济易损性指标

Fig 4 Socioeconomic vulnerability indices of Hainan Island

2.4 洪涝灾害风险综合区划

根据各因子影响度的分析, 利用 GIS 系统的地图代数功能, 将各因子图进行叠加分析, 得到综合区划图。其中, 指标权重的确定主要采用层次分析法, 请灾害评估方面的专家对所选指标进行重要性排序, 构建判断矩阵求算、确定各要素的权重。考虑到地形对洪涝的危险程度、暴雨与洪涝危险程度、社会经济易损性指标对洪涝灾害风险性的影响程度大小, 分别赋予权重 0.3、0.4 和 0.3。根据计算得到的均值和方差, 通过指标转换, 损性影响度的划分标准见表 4 影响度分布图见图 5。从图 5 中可以看出洪水灾害风险比较高的地区主要集中在海南岛北部、西部、东部沿海区域; 主要是这些地区地形起伏不大, 人口密度较大、经济较发达, 耕地面积较多, 台风过程中暴雨较多位于此区域, 因此洪水灾害风险性较高; 中部山区的洪水灾害风险则比较低, 主要是地形起伏大, 人口密度较小、经济不太发达。

表 4 风险性等级的划分标准

Table 4 Classification criteria of risk

风险性等级	轻	低	中	较高	高
分类范围	< 0.6	0.6~0.66	0.66~0.72	0.72~0.78	> 0.78

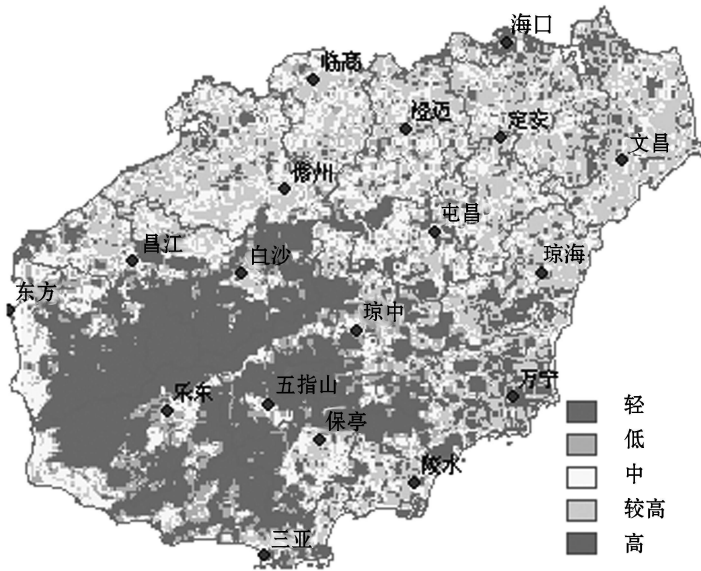


图 5 台风过程中暴雨引发洪涝灾害的风险图

Fig 5 Risk zoning of flood triggered by rainstorm in typhoon processing

3 结论

在收集海南省台灾害性统计数据 and 气象年鉴 (1950– 2005 年) 资料, 地形地貌、人口分布、经济状况、耕地面积等资料的基础上, 同时考虑到地形对洪涝的危险程度、暴雨与洪涝危险程度、社会经济易损性指标对洪涝灾害风险性的影响程度大小, 通过层次分析法确定指标权重, 利用 GIS 技术, 得到了海南岛台风过程引发洪涝灾害的风险图, 可为海南岛防灾减灾政策的制定提供科学依据。

存在问题: 由于实际收集资料的限制, 在对评价指标的等级范围划分和权重确立方面有待进一步研究; 同时对评价指标的选择也需要进一步探讨, 以便能更客观反映台风过程中暴雨引发洪涝灾害的风险性。

参考文献:

[1] 罗培, 张天儒, 杜军. 基于 GIS 和模糊评价法的重庆洪涝灾害风险区划 [J]. 西华师范大学学报 (自然科学版), 2007, 28(2): 165– 170.

[2] 张会, 张继权, 韩俊山. 基于 GIS 技术的洪涝灾害风险评估与区划研究——以辽河中下游地区为例 [J]. 自然灾害学报, 2005, 14(6): 141– 146.

[3] 刘合香, 徐庆娟. 区域洪涝灾害风险的模糊综合评价与预测 [J]. 灾害学, 2007, 22(4): 38– 42.

[4] 周成虎, 万庆, 黄诗峰等. 基于 GIS 的洪水灾害风险区划研究 [J]. 地理学报, 2000, 55(1): 15– 22.

[5] 陈小丽. 海南热带气旋年际变化与趋势预测 [J]. 热带气象学报, 2000, 16(4): 360– 365.

[6] 陈华丽, 陈刚, 丁国平. 基于 GIS 的区域洪水灾害风险评价 [J]. 人民长江, 2003, 34(6): 49– 51.

[7] 王博, 崔春光, 彭涛, 等. 暴雨灾害风险评估与区划的研究现状与进展 [J]. 暴雨灾害, 2007, 26(3): 281– 286.

[8] 万君, 周月华, 王迎迎, 等. 基于 GIS 的湖北省区域洪涝灾害风险评估方法研究 [J]. 暴雨灾害, 2007, 26(4): 328– 333.