

# 三峡库区(重庆段)自然灾害危险性综合评价\*

张虹

(重庆师范大学地理科学学院 重庆市GIS应用研究重点实验室,重庆400047)

**摘要:**三峡库区作为长江上游人口集聚、经济社会发展、生态保护的重要区域,又是自然灾害多发区,灾害带来的损失是巨大的,亟待开展库区自然灾害危险性研究。文章根据自然灾害系统理论从自然致灾因子和自然成灾因子两个方面分别选取评价指标,在GIS平台下,以三峡库区自然灾害的强度、发生频率等要素为基础,建立了三峡库区自然灾害的空间数据库和属性数据库,并采用“自下而上”的评价方法和GIS空间分析功能,在考虑各类灾害空间单元属性信息的同时,又考虑空间单元的相互关系,使二者有机结合起来,得出以区县为单位的三峡库区(重庆段)自然灾害危险性空间分布图。以此,为三峡库区(重庆段)的防灾减灾工作提供科学依据,促进三峡库区生态环境建设,实现库区社会、经济、生态环境的可持续发展。

**关键词:**三峡库区;地理信息系统;自然灾害;危险性

中图分类号:X43 P941.77

文献标识码:A

文章编号:1672-6693(2008)01-0025-04

自然灾害是当今社会、学术界普遍关注的热点问题。早在1981年,成立国际风险协会(SRT),开展灾害风险分析、风险管理与政策研究<sup>[1]</sup>。2005年1月,联合国第二届全球减灾会议在日本神户举行,以国家与社区灾害防御能力建设为主题,提出《兵库宣言》,为降低灾害风险提供了系统战略方法,其中自然灾害风险识别、评价、灾害风险监测与预警被列为未来10年减灾的5个优先领域之一<sup>[2]</sup>。

由于三峡库区(重庆段)地处川东山地峡谷地貌区,具有特殊的地形地貌、地质环境以及水文、气候条件,是自然灾害易发和频发区域。三峡库区自然灾害的种类众多,有气象灾害、水文灾害、地质灾害、生物灾害等。其中,气象灾害中的旱灾、暴雨洪灾以影响面广、发生频率高、损失严重而成为自然灾害中的主要灾害<sup>[3]</sup>;其次是地质灾害,长江及其支流的河谷地带为地质灾害多发区。随着城市人口、经济快速发展,相伴而生的灾害隐患不断增多,原有的致灾因素和致灾源不断外延和激化,人为因素的致灾、成灾频率呈非线性提高,灾害的“放大效应”更为显著<sup>[4]</sup>,如地震灾害,受华蓥山基底断裂带-七耀山-金佛山断裂带的影响以及三峡工程蓄水后的诱发作用,在未来10年存在发生5.5~6.5级破坏性地震的可能性,自1977年以来,库区已发生3.0~

4.7级地震20次以上,5.0~5.3级地震4次<sup>[6]</sup>;在三峡水库建成后,由于水位大幅度变动,江水对岸坡的强烈改造作用比过去增强,水库诱发各类灾害不可避免。但目前对三峡库区自然灾害综合研究较少,大部分是针对库区某一类灾害的研究,所以,本文选择三峡库区地质灾害、洪涝灾害和伏旱灾害等3种主要自然灾害为评价对象,借助GIS平台,在考虑各类灾害空间单元属性信息的同时,又考虑空间单元的相互关系,使二者有机地结合起来,对三峡库区(重庆段)自然灾害危险性进行综合评价,有利于更好地掌握灾种的分布、危害、防治的地区差异,为三峡库区的防灾、减灾、灾害监测等工作提供科学依据,同时促进三峡库区生态环境建设,实现库区经济、社会、环境可持续发展。

## 1 研究区域概况

三峡库区地跨川、鄂低山峡谷和川东平行岭谷低山丘陵区,北靠大巴山麓,南依云贵高原北缘。强烈的造山运行所引起的海陆变迁和江水下切,形成了独特的峡谷地貌,同时也构成了一个相对独立的地理单元。三峡库区山地和丘陵占库区总面积的95.7%,其中山地又占74%。

在三峡工程后期建设阶段和西部大开发战略

\* 收稿日期 2007-11-15

资助项目:国务院三峡建委以及重庆计委项目(No. 20031136);重庆师范大学青年项目(No. 07XLQ03);重庆市发改委重庆市“十一五”项目——重庆市主体功能区划,重庆市环保局重庆市“十一五”项目——重庆市生态功能区划

作者简介:张虹(1978-),女,呼和浩特人,讲师,硕士,研究方向为地理信息系统。

中,库区突击性的城镇建设,域内人类工程活动的日益加剧,随之各种人为工程灾害也会日益凸显。三峡库区涉及的灾害类型主要有特殊不良地形地貌、地质环境及水文、气候条件等,以及库区移民开发建设速度加快而危害性加剧引起的地质灾害;江洪暴发带来的洪灾,特殊山地气候引起的旱灾、风灾等。

## 2 研究方法

### 2.1 基础数据

以三峡库区政区图、库区地貌图、2004 年《三峡库区地质灾害遥感调查成果报告》、库区各类自然灾害的相关图件(包括各类灾害分布图、灾害强度图、灾害频率图)和近 30 年库区灾害统计数据为

基础,借助 GIS 空间分析方法定量分析评价三峡库区自然灾害危险性。

### 2.2 技术流程

首先收集各类自然灾害(包括)相关基础数据,如灾害强度、灾害频率、灾害发生时间等,借助关系数据库及 GIS 应用软件 ArcGIS 建立三峡库区(重庆段)自然灾害空间、属性数据库。在 ArcGIS 环境中,将三峡库区各类灾害分布图、灾害强度图、灾害频率图等基础数据转化成 500m × 500m 栅格数据,通过栅格数据的叠加分析运算计算自然致灾因子和自然灾害成灾因子,然后将栅格数据统计到库区行政图中,统计出库区各区县的自然灾害危险性综合指数,具体流程详见图 1。

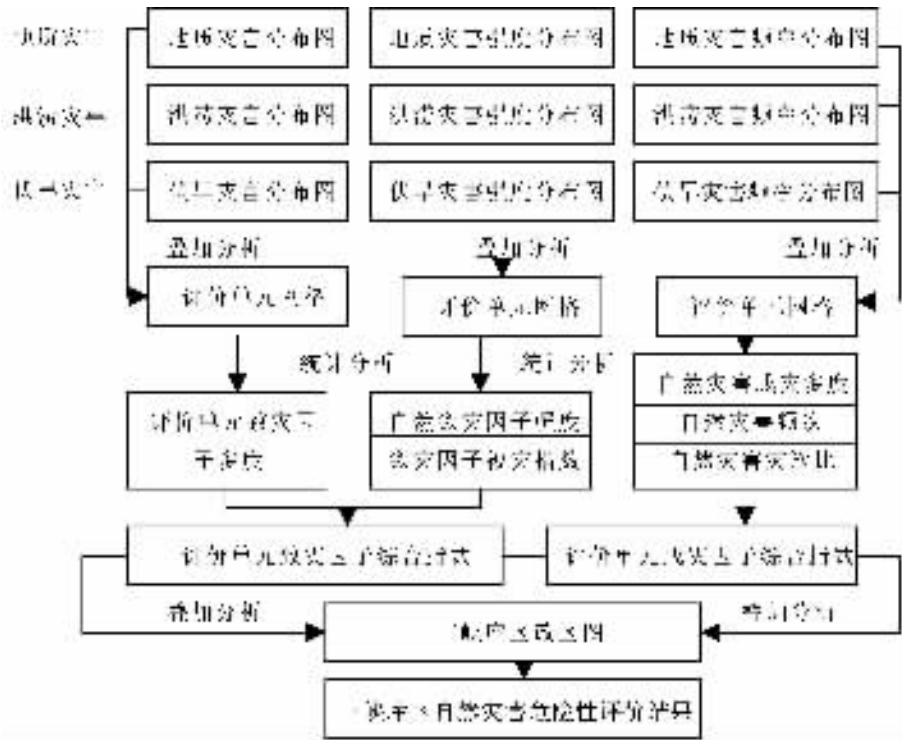


图 1 自然灾害危险性评价流程图

Fig. 1 Researching of the Natural Disaster Risk

### 2.3 评价模型和指标选取

2.3.1 自然致灾因子 自然灾害是由致灾因子所造成的,所谓自然致灾因子是指可能引起人员伤亡、财产损失及资源破坏的各种自然因素。本次研究主要考虑区域 3 类致灾指标,包括:自然致灾因子多度,即自然致灾因子群聚性程度;自然致灾因子强度,即自然致灾因子造成的相对破坏或毁坏能力的程度;自然致灾因子被灾指数,即各种致灾因子影响面积的百分比<sup>[7]</sup>。计算模型:

$$H = HD/\max\{HD\} + Hi/\max(Hi) + HC/\max(HC) \quad (1)$$

HD——自然致灾因子多度。计算公式:  $HD = n/N$ ;

其中:  $N$  为库区自然致灾因子总数。由于本次研究只考虑三峡库区地质灾害、洪涝灾害和干旱灾害,故  $N$  值取 3;一般统计资料以区县为统计单位,不能真实反映自然灾害的实际空间分布,因此,本次研究  $n$  的值由各类灾害的分布图叠加运算生成。 $Hi$ ——自然致灾因子相对强度。考虑到自然灾害分布的空间连续性,  $Hi$  由各类灾害强度分布图叠加生成。 $HC$ ——自然致灾因子被灾指数。计算公式:  $HC = \sum Si$ ,  $Si$  为县域内第  $i$  种致灾因子影响面积的百分比。

根据以上模型,利用 ArcGIS 空间分析功能得到三峡库区(重庆段)自然致灾因子分布图(见文后附

图1)。

2.3.2 自然成灾因子 自然成灾因子,是指区域内已发生自然灾害的基本特征。本文研究主要考虑区域三类成灾指标,即自然成灾多度;自然灾害频次,即一定区域内自然灾害的发生频率;自然灾害灾次比,即自然灾害在一定区域内的群发程度。计算模型如下:

$$D = DD/\max\{DD\} + DF/\max\{DF\} + DR/\max\{DR\} \quad (2)$$

$DD$ ——自然灾害成灾多度。计算公式: $DD = n/N$ ;其中  $n$  由库区自然灾害成灾分布图运算获得,  $N$  为库区的自然灾害灾种总数,其值取3。 $DF$ ——自然灾害频次,反映一定区域内自然灾害的发生频率,计算公式为: $DF = m/Y$ ;其中  $m$  为某县域内自然灾害发生的次数,  $Y$  为统计的总年份数。该值由库区各自然灾害的频率分布图获得。 $DR$ ——自然灾害灾次比,反映自然灾害在一定区域内的群发程度,计算公式: $DR = m/M$ ;其中  $m$  为某县域内自然灾害发生的次数,  $M$  为库区自然灾害发生的总次数。 $DR$  由库区灾害统计资料获得。根据以上模型,利用 ArcGIS 空间分析功能得到三峡库区(重庆段)自然成灾因子分布图(见文后附图2)。

2.3.3 危险性指数 根据三峡库区自然灾害致灾因子和成灾因子指数计算自然灾害危险性指数,计算模型如下:

$$Wi = (Hi + Di) / 2 \quad (3)$$

其中: $Wi$ —— $i$  区域自然灾害危险性; $Hi$ —— $i$  区域自然致灾因子综合指数; $Di$ —— $i$  区域自然灾害成灾综合指数。

在 ArcGIS 软件中,利用3 计算模型得出自然灾害危险性综合指数,为了更好地了解区域自然灾害危险性,有效指导库区各地各级政府的防灾、治灾、减灾等工作,最终选择以区县为单位统计自然灾害危险性,结果如表1、封三附图3 所示。

表1 三峡库区自然灾害危险性综合指数

Table 1 The Natural Disaster Risk on Three Gorges Reservoir of Chongqing

编号	区县名称	危险性	编号	区县名称	危险性
1	巫溪县	2.432	8	丰都县	2.143
2	巫山县	2.368	9	石柱县	1.935
3	奉节县	2.266	10	武隆县	1.996
4	云阳县	2.559	11	长寿区	2.155
5	开县	2.677	12	涪陵区	2.122
6	万州区	2.326	13	重庆市区	1.974
7	忠县	2.045	14	江津市	1.664

### 3 评价结果与分析

#### 3.1 自然致灾因子特征分析

三峡库区各类自然致灾因子集中发育区是库区东北部的沿长江山地地段,由于地形切割强烈,相对高差较大,导致自然灾害类型多,规模大,强度高,如巫溪、巫山、奉节、云阳等地;其次是河流汇合处两岸,嘉陵江、乌江与长江汇合处以及其他河流汇合处,由于山丘分布广、高差悬殊、河流众多,易引发洪涝灾害和地质灾害,并且灾害较频繁,规模较大,强度较高。

#### 3.2 自然成灾因子特征分析

三峡库区各类自然成灾因子的空间分布特征为库区以北山地地区自然成灾严重,如开县、奉节等地,成灾频率在50%左右,主要表现为地质灾害和洪涝灾害;长江、嘉陵江、乌江等河流交汇处的城镇区,由于城市建设的发展,土地资源的紧张,大量的公路兴建、建筑工程活动等,加大了斜坡的改造力度,从而造成边坡失稳或诱发各种老地质灾害复活,明显增高了地质灾害的发育频率,成灾频率为30%左右;另外,由于三峡库区属于亚热带季风气候,所以该区伏旱频率较高,沿江两岸是伏旱发生的高值区,发生频率多在60%以上。库区南部以及西南部自然成灾因子指数较低,虽然自然灾害类型较多,但是总体成灾频率较低。

#### 3.3 自然灾害危险性特征分析

由于位置、地形、气候等因素的影响,三峡库区(重庆段)自然灾害出现较频繁,强度较大,灾害危险性具有明显的时空差异。

时间差异性表现为库区自然灾害发生时间以7、8月最为集中,期间出现的自然灾害可占到全年灾害的50%以上,该时期应该注重自然灾害监测预警工作。

空间差异性总体表现出东部地区高,西部地区相对较低。库区以北地区,由于地形相对高差较大,自然灾害危险性高,主要表现为地质灾害和洪涝灾害,如云阳、开县,该地区应注意农业生态环境的保护,工程建设不宜过多,以保证陡峻岸坡的长期稳定,否则当暴雨来临时,极易触发一系列地质灾害,造成不可估量的损失。 $>25^\circ$ 的陡坡地要逐步退耕还林,以减少水土流失和暴雨山洪对农业的危害;库区中部地区沿长江两岸,由于支流众多,降雨分布集中,自然灾害危险性较高,主要表现为地质灾害、洪涝灾害和伏旱灾害,该区域城镇较集中,人口密度大,人为活动剧烈,承灾体具有高脆弱性特征,是重

点库区自然灾害重点防止区域,如万州、涪陵、重庆都市区等,应注意防止在工程建设中破坏陡峭岸坡的稳定性,减少山地灾害的发生,在海拔较低的主要农业地带适当采取防旱措施;库区西南部及南部地区,由于雨水相对较少,地势相对平坦,自然灾害危险性较低,如江津等地,该地区防灾减灾工作应以防治伏旱为主,加强农田水利建设,蓄水保水是防旱的关键。

## 4 结论与讨论

1)通过三峡库区(重庆段)自然灾害危险性研究,建立了库区(重庆段)自然灾害数据空间数据库,包括各类自然灾害发生时间、地点、灾害强度、灾害频率等属性数据库和空间数据库,创建库区(重庆段)自然灾害对象关系模型,成为今后库区灾害研究的基础。

2)采用自然灾害致灾因子和成灾因子建立评价模型,并将指标细化为灾害多度、强度、频率等,能够较全面地反映自然灾害发生的基本特征,定量地进行自然灾害危险性评价。

3)利用GIS空间分析技术实现库区灾害研究,研究过程具有较高的精确度、可靠度和灵敏度,并完成三峡库区(重庆段)自然灾害风险制图,为库区规划与自然灾害防御提供参考。

本文主要采用定量的分析模型研究三峡库区自然灾害危险性分布特征,在研究过程中还缺少定性

分析和判别,需要在今后进一步探讨如何利用定量和定性相结合的方法实现三峡库区自然灾害危险性研究。

致谢:本文研究过程中得到了重庆师范大学地理科学学院赵纯勇教授、李月臣副教授的大力帮助,在此谨致感谢。

### 参考文献:

- [1] 许世远,王军,石纯,等.沿海城市自然灾害风险研究[J].地理学报,2006(2):126-131.
- [2] 闫玲,苏维词.重庆三峡库区经济可持续发展的时空分析[J].重庆师范大学学报(自然科学版),2007,24(4):79-90.
- [3] 刘信安,柳志祥.三峡库区消落带流域的生态重建技术分析[J].重庆师范大学学报(自然科学版),2004,21(2):60-63.
- [4] 王平.基于地理信息系统的自然灾害区划的方法研究[J].北京师范大学学报(自然科学版),2000,36(3):410-416.
- [5] 韩渊丰,张治勋,赵汝植.中国灾害地理[M].西安:陕西师范大学出版社,1993.
- [6] 王建华.重庆市自然灾害与社会经济活动耦合研究[D].重庆师范大学研究生毕业论文,2006:17-30.
- [7] 秦志英.重庆市主要气象灾害分析[J].西南师范大学学报(自然科学版),2000,25(1):78-85.
- [8] 吴树仁,张永双,石菊松,等.三峡库区重庆市丰都县滑坡灾害危险性评价[J].地质通报,2007(5):573-579.

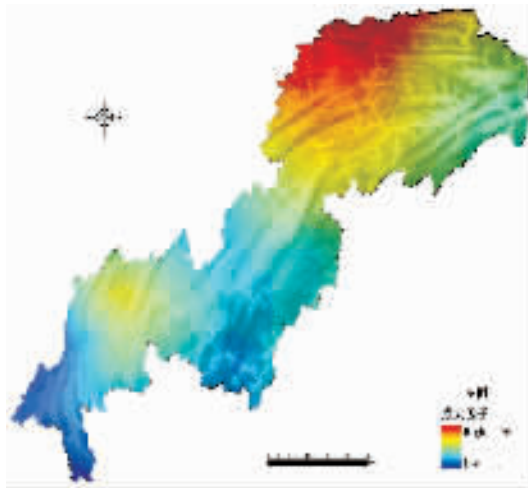
## Research into the Natural Disaster Risk in Three Gorges Reservoir Area of Chongqing

ZHANG Hong

(College of Geography, Chongqing Normal University, Chongqing 400047, China)

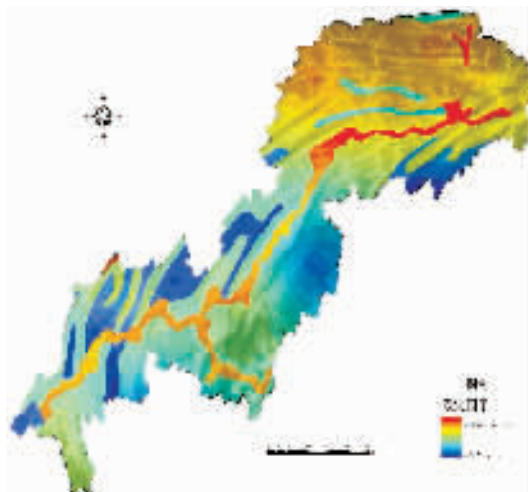
**Abstract:** Natural disaster is the hotspot question in international society and academe. Natural disaster prevention is very important due to the constant increase in intensity, frequency and extent of natural disasters. Three Gorges Reservoir area is an important area and strategic focus of people convergence, national economy and society development. Since loss of the cities from natural disasters is very fatal, we have to research the main questions of the natural disaster risk in Three Gorges reservoir area of Chongqing. The paper researches the natural disaster risk on Three Gorges reservoir area of Chongqing by selecting regionalization indices from natural causing disaster factors and natural formatting disaster factors. It analyzes the basic units of natural disaster regionalization of Three Gorges reservoir area of Chongqing, builds the space database and manufactures the maps of the natural disaster risk in Three Gorges reservoir area of Chongqing by GIS. So we can master the regional differences of distribution, combination, harm and prevention of each kind of disasters well, and direct the work of prevention and reduce risks to each region.

**Key words:** Three Gorges reservoir area of Chongqing; GIS; natural disaster; risk



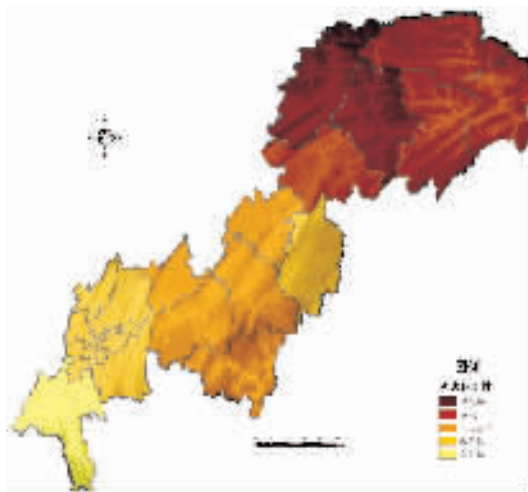
附图 1 三峡库区自然灾害致灾因子分布图

The Natural Causing Disaster of Factors of the Three Gorges Reservoir of Chongqing



附图 2 三峡库区自然灾害成灾因子分布图

The Natural Formatting Disaster of Factors of the Three Gorges Reservoir of Chongqing



附图 3 三峡库区自然灾害危险性分布图

The Natural Disaster Risk of the Three Gorges Reservoir of Chongqing