

# 中国洪水灾害危险程度空间分布研究

刘建芬, 张行南, 唐增文, 耿庆斋

(河海大学水资源开发教育部重点实验室, 江苏 南京 210098)

**摘要:** 在前期中国洪水灾害危险程度区划的基础上, 叠加全国 GDP 密度分布图重新聚类制作出中国洪水危险程度区划图, 并将区划由原来的八级改成五级, 通过前后两种结果的比较, 说明区划时考虑 GDP 更合理. 对区划结果按流域进行了洪水灾害危险程度的空间分布分析, 结果表明: 中国洪水灾害危险最大的地区主要集中在七大流域, 尤其是这些流域的中下游平原区. 根据中国水灾年表和前人的分析结果两种方法对结果进行了检验, 证明本区划结果基本合理.

**关键词:** 洪水灾害; 区划; 危险程度

中图分类号: TV122

文献标识码: A

文章编号: 1000-1980(2004)06-0614-04

前期笔者完成了中国洪水危险程度区划<sup>[1]</sup>, 具体做法是: 首先分析洪水灾害的致灾因子, 确定进行区划的基本资料; 其次确定单因子隶属度函数, 制作单因子危险程度区划图; 最后将各单因子危险程度区划图进行叠加, 确定聚类函数, 制作洪水灾害的危险程度区划图. 全部工作是在 GIS (地理信息系统 Geographical Information System) 应用软件 ARC/INFO 平台上完成的. 区划采用自下而上的方法, 即: 确定基本图层, 进行叠加得到基本单元, 对基本单元进行聚类分析, 得到区划结果. 这种方法打破了行政区划的界限, 更多地考虑了洪水灾害发生的自然特性, 不同的行政区划单元(县)可以属于相同的危险程度区, 相同的行政区划单元(县)亦可以属于不同的危险程度区. 通过一定的聚类方法可以确定区划界限, 纠正了自上而下区划方法界限不明确的缺点. 但单纯采用自下而上的方法难以检验结果的对错, 因此本文采用自上而下方法对自下而上方法的结果进行检验.

## 1 区划结果对比

### 1.1 前期区划的基本资料

a. 自然因素类. (a) 全国年最大 3 天降雨量等值线图; (b) 逐次台风降雨量分布(1981~1985 年); (c) 1:1000000 等高线, DEM (数字高程模型 Digital Elevation Model), 水文分区图; (d) 河网分布图, 湖泊分布图; (e) 全国年径流等值线图.

b. 社会经济因素类. (a) 全国农林牧副渔产值分布图; (b) 全国耕地面积分布图; (c) 全国乡村人口分布图.

### 1.2 经济因子的考虑

前期区划的经济因子只考虑了农业经济因子. 虽然对于大多数地区来说, 洪水灾害发生后损失主要是农业, 但对于经济比较发达尤其是农业经济在国内生产总值(GDP)中所占比例偏小的地区, 工业和第三产业等的损失也应考虑在内, 因此经济因子考虑 GDP 更全面.

进行洪水灾害危险程度区划时需要的是全国空间分布的相对值, 为使问题简化, 假定全国各地区的经济增长指数相同, 因此采用 1999 年全国 GDP 数据, 转化成 GDP 密度分布图.

### 1.3 权重的确定

通过 ARC/INFO GRID 模块中 CORRELATION 函数<sup>[2]</sup>计算 4 个社会经济因素的相关系数, 见表 1. 由

表 1 社会经济因素之间的相关系数

Table 1 Coefficients of relationship between social and economic factors

社会经济因素	人口	耕地面积	农林牧副渔	GDP
人口	1.00	0.79	0.98	0.56
耕地面积	0.79	1.00	0.75	0.46
农林牧副渔	0.98	0.75	1.00	0.55
GDP	0.56	0.46	0.55	1.00

收稿日期: 2004-02-23

作者简介: 刘建芬(1972-), 女, 山东潍坊人, 博士研究生, 主要从事水文水资源、洪水灾害、遥感和地理信息系统研究. //www.cnki.net

表 1 可看出:人口、耕地面积、农林牧副渔三者之间的相关系数较大,而 GDP 同这三者的相关系数较小,说明前三者的信息冗余较大,GDP 同三者的信息冗余较小,表明在洪水灾害危险程度区划中考虑 GDP 的必要性.考虑到洪水灾害发生时造成的主要是农业损失,所以尽管 GDP 更能代表经济因素的分布情况,在进行洪灾危险程度区划时,GDP 的权重取和其他社会经济因素相同.

### 1.4 绘制洪水灾害危险程度区划图

根据专家的意见,将洪水灾害危险程度区划由原来的八级改为五级,即重危险区(1级),较重危险区(2级),中危险区(3级),轻危险区(4级),极轻危险区(5级),见图 1(a).将全国 GDP 的密度分布图与图 1(a)叠加,见图 1(b).对图 1(a)和图 1(b)进行统计比较(表 2)发现,考虑 GDP 后洪水灾害的危险程度分布比例有明显改变,主要表现在:极轻危险区和重危险区比例加大,其他危险区比例减小.重危险区主要分布在经济比较发达的华东、华南地区.



图 1 中国洪水灾害危险程度区划

Fig. 1 Flood hazard zoning map of China

表 2 不同情况下洪水灾害危险程度各级别比较

Table 2 Comparison of flood hazards of different classes in two cases

洪灾危险程度 区划	未考虑 GDP		考虑 GDP	
	面积/ km <sup>2</sup>	所占百分比/ %	面积/ km <sup>2</sup>	所占百分比/ %
重危险区	408 255. 1	4. 35	573 553. 3	6. 11
较重危险区	905 118. 8	9. 65	697 449. 4	7. 43
中危险区	1 243 241. 4	13. 25	1 138 429. 4	12. 13
轻危险区	2 003 662. 6	21. 35	1 154 557. 0	12. 30
极轻危险区	4 824 800. 0	51. 40	5 821 088. 9	62. 03

## 2 区划空间分布分析及结果检验

### 2.1 区划结果的空间分布分析

从图 1 可以看出,洪水灾害危险区主要集中在七大流域和东南沿海,因此对图 1(b)按流域进行洪水灾害危险区的空间分布统计,见图 2 和图 3.从图 2 可以看出,全国的洪水灾害危险区主要集中在七大流域和东南沿海,而不同的流域又表现出不同的特点.辽河流域、黄河流域洪水灾害的危险区相对比较集中,影响范围相对较小,便于防汛抗洪,而其他流域危险区分布广,影响范围大,尤其是长江流域,除了上游由于高程高、坡度大而受洪水灾害的影响较小外,中下游受洪水灾害影响的程度和范围都很大.从图 3 可以看出,东南沿海诸河流的分布最集中,近 60%的地区属重危险区,94%的地区在中危险以上.淮河流域近 48%的地区属较重危险区,84%的地区在中危险区以上.中危险以上区域占全流域 60%以上的其他流域有辽河流域、珠江流域.松花江流域、长江流域、黄河流域洪水灾害危险程度在中危险以上的区域分别是 40%,36%和 21%.

### 2.2 区划结果检验

为检验采用自下而上方法区划的结果是否与实际情况相符,根据中国水灾年表和前人的分析结果进行

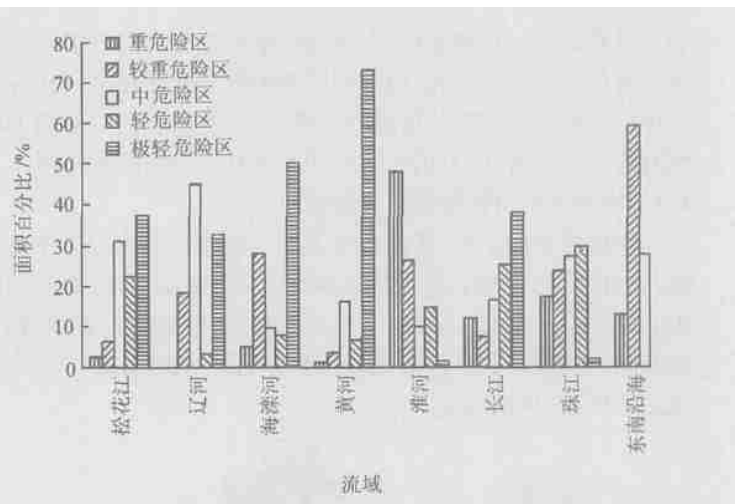
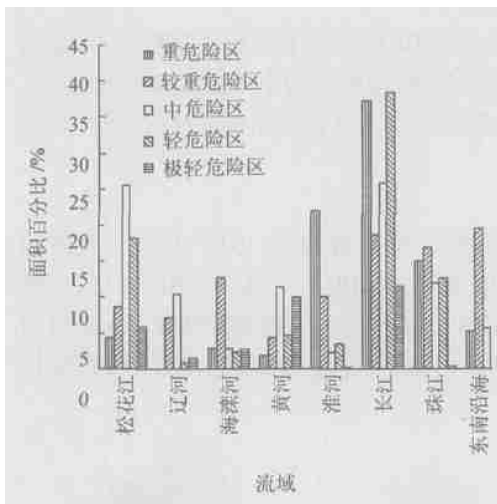


图2 各流域不同危险程度区在全国不同危险程度区中的面积百分比  
Fig.2 Ratio of area of five different degree risk zones of eight basins to the total area of the same degree risk zones of the whole country

图3 各流域不同危险程度区占全流域的面积百分比  
Fig.3 Ratio of area of five degree risk zones of eight basins to the total area of the individual basin

检验. 这两种方法都是根据历史上洪水灾害发生的实际情况进行统计的, 采用的是自上而下的方法, 可以反映实际情况, 但无法明确界限.

2.2.1 根据中国水灾年表进行检验

根据中国水灾年表<sup>①</sup>, 对七大流域 150a 的灾次进行统计, 见表3. 统计结果显示, 七大流域洪水灾害都在 20 次以上, 长江流域和黄河流域发生的洪水次数最多, 分别是 77 次和 50 次, 每一两年就会发生一次洪水灾害. 但从 1950~1992 年的统计看, 淮河流域发生洪水的次数升居第二位, 接近长江, 与前文洪水灾害危险程度区划的结果一致.

表3 1840~1992 中国水灾次数统计  
Table 3 Flood hazard times of different classes in China(1840-1992) 次

流域	1840~1992年				1950~1992年			
	特大水灾	大水灾	一般水灾	总计	特大水灾	大水灾	一般水灾	总计
珠江	3	6	23	32		1	9	10
长江上游	3	13	23	39	1	1	8	10
长江中下游	4	14	20	38	1	4	7	12
淮河	4	10	25	39	2	6	9	17
黄河	9	14	27	50	1	3	5	9
海滦河	2	7	20	29	1	3	6	10
辽河	4	9	22	35	1	2	3	6
松花江		5	15	20	2	3	6	11

2.2.2 由前人分析结果进行检验

根据李炳元、冯佩芝等的研究, 中国主要有 5 个洪水灾害影响区域<sup>[3-5]</sup>: (a) 东北洪水灾害区. 该区位于大兴安岭山脉以东, 燕山以北, 包括黑龙江、吉林、辽宁以及内蒙古、河北部分地区. (b) 东部平原洪水灾害区. 该区位于中国的第三级地貌台阶上, 北起燕山山脉的南侧, 南至桐柏山、大别山、天目山、四明山的北麓, 西起太行山、伏牛山的东麓, 东临渤海、黄海、东海, 主要包括滦河、海河、黄河、淮河、长江、钱塘江等的下游和河口地区, 以及源于鲁中南山区的一些中小河流的下游区, 为中国最大的平原, 地跨冀、鲁、豫、皖、苏、浙六省和京、津、沪三市, 为全国工农业最发达的区域. (c) 长江中游洪水灾害区. 该区位于东部平原区以南, 居中国中部, 东起武夷山西坡, 西与中国第二级地貌台阶相接, 北起大别山北麓, 南至南岭北坡, 包括赣、湘、鄂、浙等,

①中国水灾年表. <http://www.cws.com.cn/flood/ChinaFlood.html> Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

长江贯穿其中, 水陆交通方便, 工农业发达, 经济占有重要地位. (d) 东南沿海洪水灾害区. 该区位于中国东南沿海地区, 北、西为南岭—武夷山—仙霞岭南(或东)坡, 南、东临海, 包括广西、广东、福建、浙江、台湾、海南等省. (e) 川黔湘鄂西洪水灾害区. 该区地处中国第二级台阶的东南部, 北起秦岭, 南至九万大山—凤凰山—中越边界, 东自第二级台阶前缘的巫山—雪峰山, 西至云贵交界(长江、珠江分水岭), 包括贵州全省, 川、湘、鄂、黔、桂、陕、豫、甘部分地区, 是中国西南经济最集中的地区.

以上 5 个主要洪水灾害影响区域, 基本上与前面七大流域的分析一致. 东北洪水灾害区属松花江流域和辽河流域, 重危险区、较重危险区、中危险区分别占全国的 4.20%, 15.6%, 35.9%; 东部平原区指海滦河流域、黄河流域、淮河流域、长江流域的下游和河口区, 是危险程度最大的地区; 长江中游一部分地区属中危险区以上; 东南沿海基本上属重危险区; 西南经济最集中的地区也有一部分属危险区. 总之, 李炳元等指出的 5 个主要洪水灾害影响区域基本上都在本文洪水灾害危险程度区划的三级危险区之中.

通过两种途径得到的区划结果是一致的, 因此可以认为基于 GIS 技术采用自下而上的方法进行的中国洪水危险程度区划结果基本上是合理的.

### 3 结 语

洪水灾害危险程度区划中除了考虑农业经济因子, 还要考虑 GDP 的影响. 通过两种方法对区划结果进行检验, 表明区划结果基本合理. 按流域进行的洪水灾害危险程度空间分布分析得出的结论是: 洪水灾害危险最大的地区主要集中在七大流域, 尤其是这些流域的中下游平原区, 因此有必要对这些流域进行更进一步的研究.

#### 参考文献:

- [ 1 ] 张行南, 罗健, 陈雷, 等. 中国洪水灾害危险程度区划 [ J ]. 水利学报, 2000, (3): 1—7.
- [ 2 ] GOODCHILD M F. Spatial autocorrelation, catmog 47 [ M ]. Norwich: Geo Books 1986.
- [ 3 ] 冯佩芝, 李翠金, 李小泉. 中国主要气象灾害分析(1951~1980) [ M ]. 北京: 气象出版社, 1985. 30.
- [ 4 ] 王劲峰. 中国自然灾害区划——灾害区划、影响评价、减灾对策 [ M ]. 北京: 中国科学技术出版社, 1995. 27—59.
- [ 5 ] 李炳元, 李钜章, 王建军. 中国自然灾害的区域组合规律 [ J ]. 地理学报, 1996, 51(1): 1—10.

## Spatial distribution of flood hazards in China

LIU Jian-fen, ZHANG Xing-nan, TANG Zeng-wen, GENG Qing-zhai

(Key Laboratory of Water Resources Development of Ministry of Education, Hohai Univ., Nanjing 210098, China)

**Abstract:** Based on the regionalization of flood hazard risk in China done in former research, the map for regionalization of flood hazards in China was reproduced by overlaying of the GDP distribution, and the flood regionalization, originally classified into 8 grades, was converted into that of 5 grades according to the opinion of specialists. The comparison of the two zoning results shows that it is more reasonable to take GDP into account. The spatial distribution of flood hazards was analyzed according to the result of flood regionalization for different river basins. It is concluded that the most dangerous flood disasters mainly concentrate in seven large river basins, especially in the plain regions on the middle and lower reaches of these river basins. By comparison with the former research and the chronological table for flood hazards in China, the rationality of the flood regionalization presented in this paper is verified.

**Key words:** flood disaster; regionalization; risk