

文章编号: 1004-4574 (2008) 01-0115-07

中国水旱灾害危险性的时空格局研究

王静爱^{1,2,3}, 毛 佳^{1,4}, 贾慧聪^{1,4}

(1. 北京师范大学 地理学与遥感科学学院, 北京 100875; 2. 北京师范大学 区域地理研究重点实验室, 北京 100875;
3. 地表过程与资源生态国家重点实验室 (北京师范大学), 北京 100875; 4. 北京师范大学 环境演变
与自然灾害教育部重点实验室, 北京 100875)

摘要:水灾与旱灾之间,不论在形成的原因上或是在治理措施上,都存在着相当密切的关系。受季风气候影响,中国的洪水和干旱灾害同时并存,近年来我国遭受极端水旱灾害事件的次数比以往增加很多。基于县域统计单元的水旱灾害信息,以总时段(1949 - 2005年)、分时段(1956 - 1965年, 1996 - 2005年)、分季度和分月份 4种时间尺度来划分,选取 2359个县域单元上的灾害频数作为衡量水旱灾害危险性的指标,主要从危险性整体转移、高危险区转移、转移的形成因素以及高危险区的防灾减灾对策几个角度,探讨了中国水灾、旱灾以及水旱综合灾害的危险性时空分异规律。研究表明:近 57年来,中国水旱灾害危险性的整体格局呈现东西分异,东部远远高于西部,这是气候 - 地貌 - 人类活动相互作用的产物。1956 - 1965年,我国水旱灾害危险性格局的的东西分异明显;1996 - 2005年,水旱灾害危险性格局不变,高值区域明显增大,向东北、西北、南方扩展。水旱灾害危险性格局的季节变化显著,整体呈现夏季水旱灾害危险性高,春季次之,秋冬季危险性低的状况;月际变化与降水带的推移和承灾体的月际变化相似,7月水旱灾害危险性达到峰值。上述研究结果可为水旱灾害风险区划以及水旱灾害高危险区的减灾战略规划提供科学依据。

关键词:水旱灾害;危险性;时空格局;高危险区;中国

中图分类号: P426 616 **文献标识码:** A

On spatiotemporal patterns of flood and drought hazards in China

WANG Jing-Ai^{1,2,3}, MAO Jia^{1,4}, JIA Hui-cong^{1,4}

(1. School of Geography and Remote Sensing Science, Beijing Normal University, Beijing 100875, China; 2. Key Laboratory of Regional Geography, Beijing Normal University, Beijing 100875, China; 3. State Key Laboratory of Earth Surface Processes and Resources Ecology (Beijing Normal University), Beijing 100875, China; 4. Key Laboratory of Environmental Change and Natural Disaster, Ministry of Education of China, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

Abstract: Flood has a close relationship with drought in causing reasons and control countermeasures. Based on statistic information of flood and drought for county units in total period (1949 - 2005), period - segment (1956 - 1965, 1996 - 2005), season and month scales, we selected disaster frequency of 2359 counties as the index and discussed spatial and temporal hazard patterns of flood, drought and integrated flood - drought disaster. In recent 57 years, the integrated patterns of flood and drought hazard show the east - west differentiation and the hazard in east is far higher than that in west, which is a product of climate - landscape - human activity interaction. In 1956 - 1965, the pattern of flood and drought hazards in China showed an obvious east - west differentiation. In 1996 - 2005, flood and drought hazards in China showed the same pattern, high value area increased evidently and further

收稿日期: 2007 - 11 - 20; 修订日期: 2007 - 12 - 28

基金项目: 国家科技支撑计划项目 (2006BAD20B02)

作者简介: 王静爱 (1955 -), 女, 教授, 主要从事自然灾害与区域地理研究. E-mail: sqq@bnu.edu.cn

expanded to northeast, northwest and south. Seasonal variation of spatial and temporal pattern of flood and drought hazards in China is obvious. Both high flood/drought hazard concentrates in summer, spring takes the second place, and low hazard is in autumn and winter. Monthly variation of flood and drought hazards pattern in China is closely related to the variation of precipitation belt and monthly variation of hazard-affected body. The peak appears in July. The result of research will offer scientific basis for flood-drought disaster risk regionalization and disaster reduction policies drawing up in high hazard regions.

Keywords: flood and drought disaster; hazard; spatial and temporal pattern; high hazard region; China

中国是世界上典型的季风气候国家,季风气候的不稳定性,导致水旱灾害频发。中国又是世界上人口最多的农业大国,农业自然灾害中尤以水灾、旱灾为甚,每年因水旱灾害造成的经济损失占各种自然灾害总损失的比例高达 55%^[1]。它们是制约中国农业和国民经济可持续发展的重要障碍因素。1998 年夏长江流域、嫩江-松花江流域发生了百年不遇的特大洪水,受灾面积 2 227 万 hm²,受灾人口 1.8 亿人(次),死亡 4 150 人,直接经济损失 2 550.9 亿元,间接经济损失也近千亿元^[2]。近百年来,特别是近 30a 来,在全球变暖和北方干旱化的背景下,中国旱灾范围加大,成为可持续发展的重大问题^[3-4]。新中国成立以来,每年旱灾受灾农作物面积 667 万 hm²,旱灾灾情有逐渐增加的趋势,重灾年受灾面积农作物面积 2 667 万 hm²以上,每年减产粮食几百万 t 到 3000 万 t^[2]。2006 年夏季,重庆市发生百年一遇特大旱灾,因灾直接经济总损失 81.5 亿元,农作物受旱面积近 133 万 hm²,农作物经济损失 60.31 亿元^[5]。因此,关注中国的水旱灾害具有重大现实意义。

根据灾害系统^[6-8]原理,中国水旱灾害系统由孕灾环境、致灾因子和承灾体组成。一般认为,自然灾害危险性由致灾因子危险性与孕灾环境的潜在危险性组成,自然灾害的强度和规模越大,持续时间越长,影响范围越广,灾害越严重。目前,对中国水旱灾时空格局的研究,大多数采用的信息源是气象站点的信息、历史事件记录或以省为统计单元的灾情数据等,以县域为单元的危害信息较少^[9];关于水灾时空格局或旱灾时空格局的研究较多^[10-13],将水旱灾害结合起来展开时空格局的研究时段序列较为完整的有近 500a(1470-1990 年)^[14-15],而对近 60a(1949-2005 年)的时段序列还未见刊出。本文选取 2 359 个县域单元,以灾害频数作为水旱灾害危险性的评价指标,通过水旱灾害危险性制图,分析其时空格局,从而认识水旱灾害高危地区转移及其形成因素,提出高危地区的防灾减灾对策。

1 研究方法

1.1 数据来源

本文在《中国自然灾害报刊数据库》^[13]的基础上,以县域统计单元为水旱灾害危险性的评价单元,涉及中国 57a 的水灾纪录 17 232 条,旱灾纪录 8 198 条,共计 25 430 个数据,试图重建 1949-2005 年中国水旱灾危险性时空格局。表 1 给出了评价数据的内容和基本属性。

表 1 数据来源
Table 1 Data source

子数据库	亚类	内容	资料来源
《中国自然灾害报 刊数据库》的致灾 因子数据库	中国水灾数据库 中国旱灾数据库	1949 - 2005 年中国县域水灾发 生时间、地点、类型 1949 - 2005 年中国县域旱灾发 生时间、地点、类型	1949 - 2005 年中国各省(直辖 市、自治区)报纸
中国自然灾害地图 数据库	行政县域数据库	县域行政区划图(2000 年 行政区划代码)	《中国自然灾害系统地图集》 (数字化版), 2003

1.2 水旱灾害危险性评价

灾害频次是指区域内一段时间内平均每年发生的灾害次数,表示某段时间内区域灾害发生的频率高低,

是一个平均值,能够客观反映区域的灾害危险性,是进行致灾因子危险性评价分析的重要指标。考虑到频次的代表性和其他资料的难获取性,本论文采用致灾因子发生频次作为致灾因子指标^[16]。

$$F = m / Y$$

(1)

式中: m 为某县域内自然灾害发生的次数, Y 为统计的总年份数。

本文分别对水灾危险性和旱灾危险性评价之后,采用二维表格法^[17-18]对水旱灾害危险性进行综合评价(图1)。该方法具有简单、方便、综合的特点,适用范围为两个指标或两个系统,指标或系统之间为平行或相乘关系。由于不同指标可根据各自的特性确定出等级范围,避免了两种灾害之间确定权重的问题;也避免了在定量分析时,由于某指标数据之间或指标与指标之间数值相差过大相乘后造成的数据损失问题。该方法按数据的正态规律进行,可反映水、旱、水旱灾害的客观分布规律。

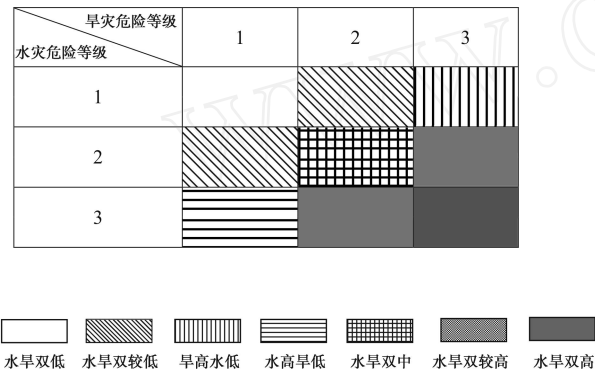


图 1 中国水旱灾害危险性分区矩阵

Fig 1 Classification matrix of flood and drought disaster hazard in China

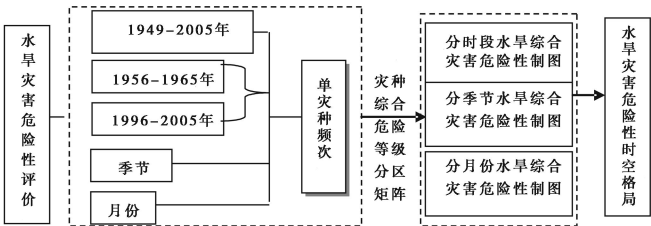


图 2 中国水旱灾害危险性评价制图过程

Fig 2 Cartography flowchart for assessment of flood and drought hazard in China

1.3 水旱灾害危险性制图

本文水旱灾害危险性评价图编制(图2)分四种时间尺度,即57a总时段、10a尺度、季尺度和月尺度,可以获取不同时间尺度的水旱灾害时空格局变化。制图图例设计的基本原则有两条,一是危险性越高色彩越浓,凸显高危险等级;二是用两位数字进一步说明水旱灾害危险度组合关系,十位数表示旱灾和个位数表示水灾。成图时,合并为5个等级(第1等级:33;第2等级:32和23;第3等级:31,22和13;第4等级:21和12;第5等级:11)进行灰度递变赋色,将无人区用白色背景,在色调变化和层次上进行了适度的夸张,以求鲜明地表现出水、旱灾危险性贡献率的空间分布特征,从而能够较为准确地追踪水旱灾县域时空分异格局规律。

2 中国水旱灾害危险性的总体格局规律

近57a来,中国水旱灾害危险性整体格局呈东西分异(图3),东部远远高于西部,这是气候-地貌-人类活动相互作用的产物。水旱灾害危险性高值地区表现出明显的南北分异,高值县(处于等级3的县域)达955个,占全国总县数的40.5%。

东部有3个水灾高危区,即东北平原区、江淮流域和东南沿海地区。水灾高值区一方面受地貌格局的影响,主要处在东部汇水区,以平原、丘陵为主;另一方面受夏季风和台风暴雨的影响,再者,人类经济和社会活动向水灾高风险区的进入导致山洪和洪涝的进一步加剧。3个旱灾高危区,即内蒙古中东部、陕北地区和云贵地区。旱灾高值区不仅受全球变暖、气候异常、北方干旱化的影响,而且与北方农牧交错带旱作农业发展、生态环境退化有关。水旱灾害双高危险性高值县域共153个,占全国总县数的6.5%,主要分布于东北平原西部、北纬35至北纬25之间(大致在黄淮流域、江淮流域之间),由于承灾体的脆弱性和抗灾能力存在区域差异,水旱灾害的组合和危险程度的高低呈现县域之间的镶嵌结构分布。综上,在区分中国水旱灾害危险性等级和确定区域分布的基础上,防治水旱灾害最为重要的重点区域是东北平原、内蒙古中东部、华北平原、陕北地区、长江中下游平原、云贵高原、东南沿海地区以及新疆北部等。

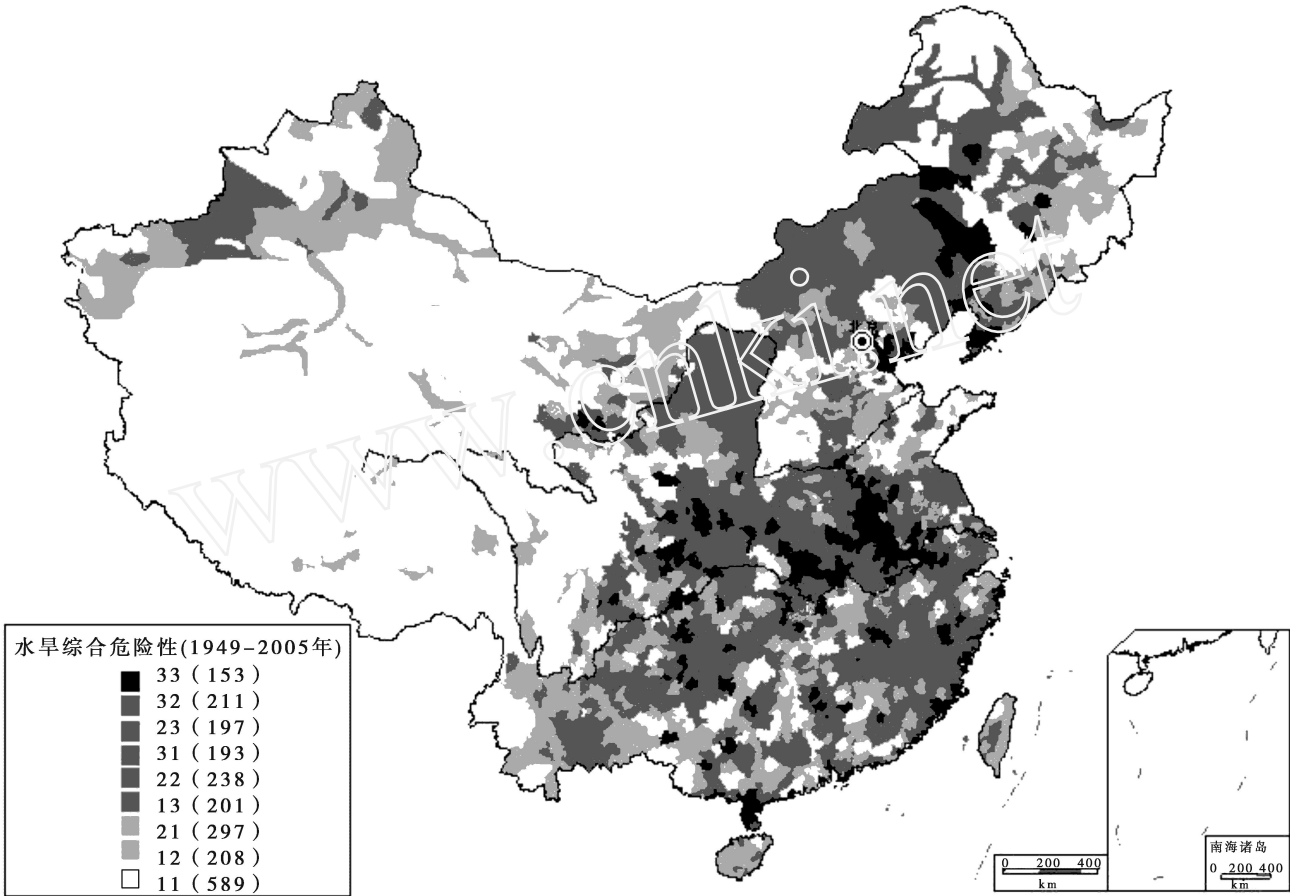


图 3 中国水旱灾害危险性格局 (1949 - 2005年)

Fig 3 Spatial pattern of flood and drought hazard in China (1949 - 2005)

3 中国水旱灾害危险性格局的时空变化

3.1 中国水旱灾害危险性格局的时段变化

本文选取 1956 - 1965年与 1996 - 2005年两个时段,比较最近 10a与过去 40a以前那个 10a的水旱灾害危险性时空格局变化,以其揭示变化特征和变化的原因。

1956 - 1965年,我国水旱灾害危险性格局的的东西分异十分明显(图 4),水灾危险性明显高于旱灾。高值县(处于等级 3的县域)达 691个,占全国总县数的 29.3%。1964年中国平均人口密度为 75人 /km²。水灾危险性高值区主要分布在第二阶梯以东,东部平原人口密度较高的地区是水灾严重区;旱灾危险性高值区呈分散分布,主要分布在中国中东部地区。水旱灾害双高危险区也呈分散分布,主要分布在江淮流域和长江中下游地区。双高危险性县域共 93个,占全国总县数的 4.1%。

1996 - 2005年,水旱灾害危险性仍呈东西分异(图 5),高值区域明显增加,进一步向东北、西北、向南方扩展,这与人类开垦土地的进程关系密切。高值县(处于等级 3的县域)急剧增加至 1 275个,约占全国总县域的 50%以上。2000年中国平均人口密度达 132人 /km²,相比 1964年的人口密度增加约 76%。水灾危险性高值区迅速增加,集中分布在中国南部、东北及西北山前绿洲地区。其中最关键的人类影响因素是人类活动向山地丘陵区开垦和向低湿地洪水高风险区进入^[20]。华北平原重灾区消失,这与黄河、海河、淮河的防洪筑堤直接相关,极大地减轻了洪水泛滥。旱灾危险性高值区向我国北部扩展,南方旱灾略微减少,高值区集中在云南、贵州和江西南部。水旱灾害双高危险区与前个时段相比明显增加,特别在大兴安岭西部、辽河流域南部以及秦岭南部地区成为新增水旱双高危险区,约占全国总县数的 5.1%。

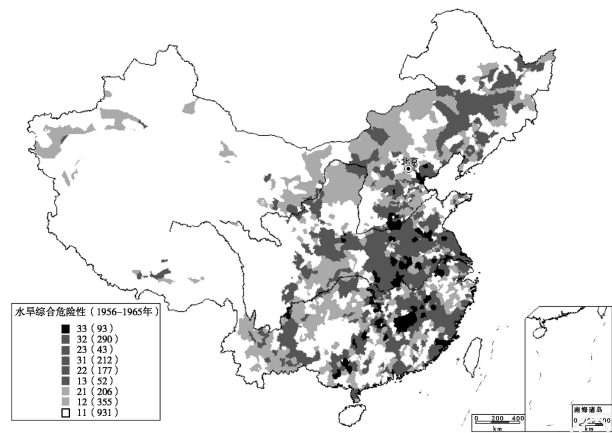


图 4 中国水旱灾害危险性格局 (1956 - 1965年)
Fig 4 Spatial pattern of flood/drought hazard in China (1956 - 1965)

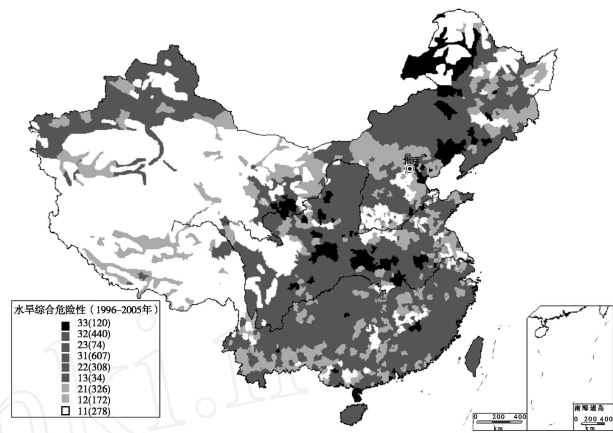


图 5 中国水旱灾害危险性格局 (1996 - 2005年)
Fig 5 Spatial pattern of flood/drought hazard in China (1996 - 2005)

3.2 中国水旱灾害危险性格局的季节变化

水旱灾害危险性格局的季节变化 (图 6) 十分显著, 整体呈现夏季水旱灾害危险性高, 而且高值范围广; 春季水旱危险性次之, 且北旱南涝; 秋季旱灾危险性较低, 东南沿海水灾危险性更高; 冬季水旱灾害危险性最小。

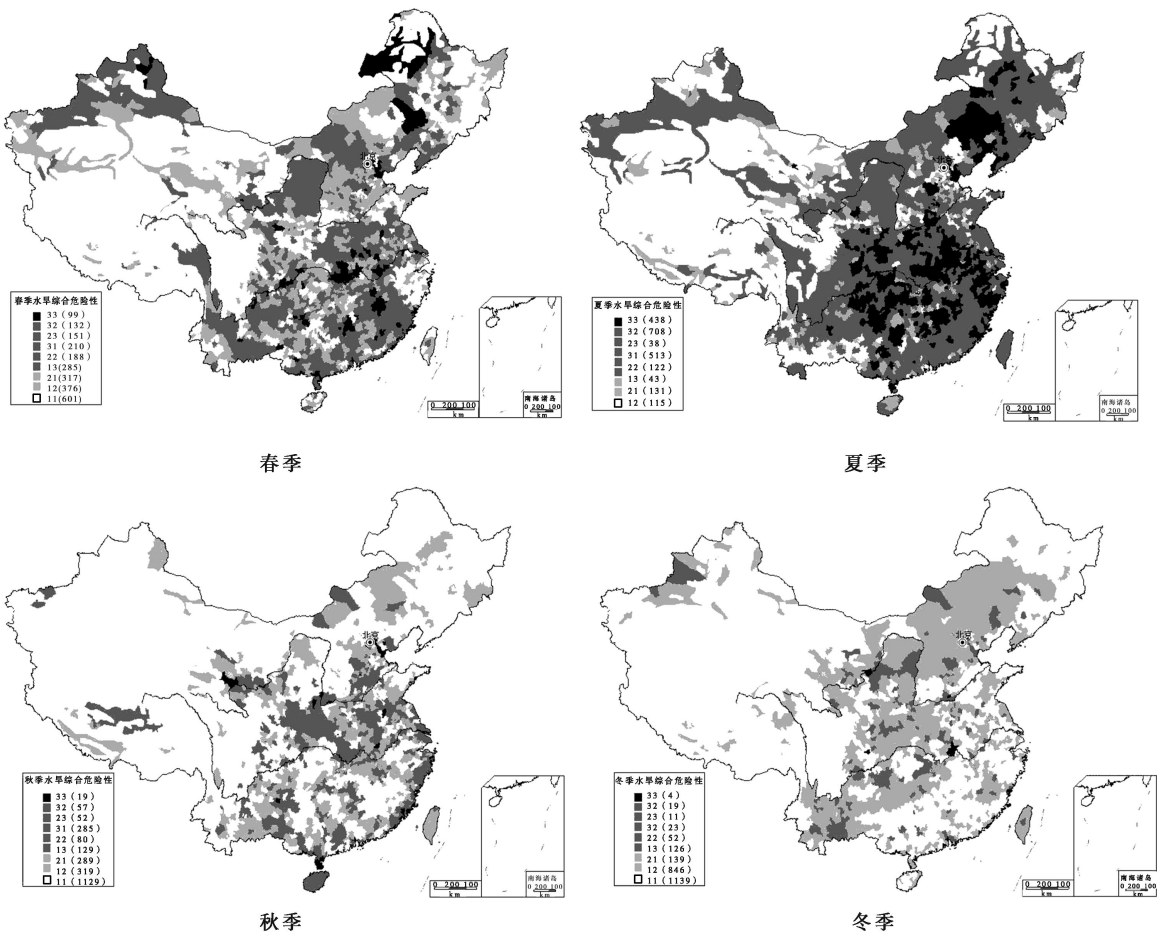


图 6 中国水旱灾害危险性格局季节变化 (1949 - 2005年)
Fig 6 Seasonal change of spatial pattern of flood and drought hazard in China (1949 - 2005)

水旱灾害危险性的高值县 (在此指图例上有等级为 3 的县域) 变化幅度很大, 高值县最多出现在夏季, 共 1 740 个, 占全国总县数的 73.8%, 最少在冬季, 共 172 个, 二者相差近 10 倍。水灾危险性高值县出现在夏季, 达 1 221 个, 占全国总县数的 51.8%。旱灾危险性高值县出现在春季, 达 436 个, 占全国总县数的 18.5%。水旱双高危险性高值县出现在夏季, 达 438 个, 占全国总县数的 18.6%。综上所述, 受季风水热变化不稳定的影响, 加上农业承灾体生长季的区域差异, 可以认为夏季是中国防治水旱灾害的重点时段, 防治的重点区域在内蒙古东北部以及东南部地区; 春季是防治旱灾的重点时段, 防治的重点区域主要在长江以北地区, 集中分布在内蒙古中东部及黄土高原地区; 夏季是重点防治水灾的时段, 重点区域位于江淮流域、东北平原与东南沿海地区; 秋季重点防治东南沿海地区的水灾和西南地区的旱灾。

3.3 中国水旱灾害危险性格局的月变化

1949 - 2005 年中国水旱灾害危险性格局的月际变化 (图 7), 它与降水带的推移和承灾体的月际变化相关。每年的 10 月至次年的 3 月均为全国性的水旱灾害低危险性阶段, 其他 6 个月中国的水旱灾害高危险性区均有较大面积分布, 且高值区随季节变化而转移。

4 月水旱灾害危险性显现南北分异, 呈现出“北旱南涝”格局的雏形。5 月水旱灾害危险性“北旱南涝”格局明显, 水灾高危险区集中在华南地区 and 新疆北部; 旱灾危险高值区分布在陕北地区。6 月水旱灾害的危险性格局分布与 5 月相似, 但高危险区的范围加大, 以秦淮线为界的“北旱南涝”格局十分典型。

7 月水旱灾害危险性高值区的范围最大, 水旱双高的县数 (33 等级) 达 146 个, 占全国总县数的 6.2%, 主要位于内蒙古中东部和长江中下游地区, 水灾危险性高值区向西向北范围增大; 在南方长江以北为水灾危险性增加, 以南旱灾危险性增加, 这与雨带推移和副热带高压有密切关系。

进入 8 月后水旱灾害危险性明显下降, 水灾危险性高值区向北方、南部沿海转移, 与台风暴雨和极锋到达最北密切相关。9 月水、旱灾危险性迅速减小, 水灾高值区南移, 主要在东南沿海地区。

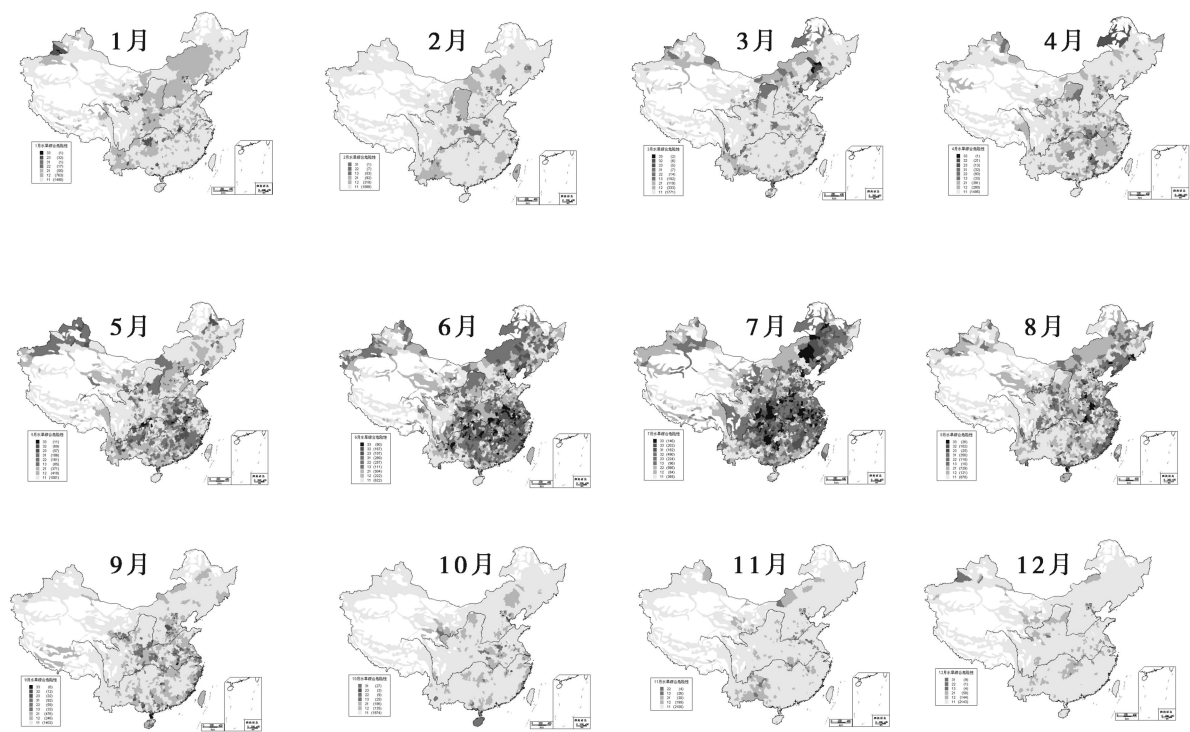


图 7 中国水旱灾害危险性格局月变化 (1949 - 2005 年)

Fig 7 Monthly variation of spatial pattern of flood and drought hazard in China (1949 - 2005)

4 结论与讨论

(1) 基于 2 359 个县域统计单元的水旱灾害信息, 以灾害频数作为衡量水旱灾害危险性的指标, 编制了

总时段(1949 - 2005年)、分时段(1956 - 1965年、1996 - 2005年)、分季度、分月份4种时间尺度的水旱灾害危险性图谱,可以有效分析中国水灾、旱灾以及水旱综合灾害的危险性时空分异规律。

(2)近57a来,中国水旱灾害危险性的整体格局呈现东西分异,东部远远高于西部,这是气候-地貌-人类活动相互作用的产物。水旱灾害危险性高值地区表现出明显的南北分异。东部有3个水灾高危险区即东北平原区、江淮流域和东南沿海地区。3个旱灾高危险区,即内蒙古中东部、陕北地区和云贵地区。这些区域是防治水旱灾害的重点区域。

(3)中国水旱灾害危险性的时空变化格局规律:1956 - 1965年,我国水旱灾害危险性格局的的东西分异明显。1996 - 2005年,水旱灾害危险性格局不变,高值区域明显增加,向东北、西北、南方扩展。水旱灾害双高危险区集中在大兴安岭西部、辽河流域南部以及秦岭南部地区,应重点防治;水旱灾害危险性格局的季节变化显著,整体呈现夏季水旱灾害危险性高,春季水旱危险性次之,秋冬季水旱灾害危险性低的情况;水旱灾害危险性格局的月际变化与降水带的推移和承灾体的月际变化相似,7月水旱灾害危险性达到峰值,重点防治的区域为内蒙古中东部和长江中下游地区。

(4)本文所用的基础数据来自于省级报刊,是属于有灾情的灾害事件,这较气象记录的致灾信息更综合,这也是本文资料的优势所在,但是如果能将二者结合进行水旱灾害危险性评价,将会对水旱灾害风险和危险性研究更有意义。

参考文献:

- [1] 国家防汛抗旱总指挥部办公室. 突发性水旱灾害的预防与预警[J]. 中国防汛抗旱, 2006, (2): 21 - 22
- [2] 国家统计局. 中国统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 1949 - 2005.
- [3] 施雅风, 张祥松. 气候变化对西北干旱区地表水资源的影响和来趋势[J]. 中国科学(B辑), 1995, 25(9): 968 - 977.
- [4] 李久生. 北方地区干旱变化趋势分析[J]. 干旱区农业地理, 2001, 19(3): 42 - 51.
- [5] 张琴. 盘点重庆百年旱灾—访重庆市发展改革委主任杨庆育[N]. 中国经济导报, 2006 - 10 - 21(A02).
- [6] 史培军. 再论灾害研究的理论与实践[J]. 自然灾害学报, 1996, 5(4): 6 - 14.
- [7] 史培军. 三论灾害研究的理论与实践[J]. 自然灾害学报, 2002, 11(3): 1 - 9.
- [8] 史培军. 四论灾害研究的理论和实践[J]. 自然灾害学报, 2005, 14(6): 1 - 7.
- [9] 王静爱, 史培军, 王平, 王瑛. 中国自然灾害时空格局[M]. 北京: 科学出版社, 2006.
- [10] 潘耀忠, 龚道益, 王平. 中国近40年旱灾时空格局分异[J]. 北京师范大学学报(自然科学版), 1996, 32(1): 138 - 143.
- [11] 王静爱, 王瑛, 黄晓霞, 等. 18世纪中叶以来不同时段的中国水灾格局[J]. 自然灾害学报, 2001, 10(1): 1 - 7.
- [12] 王静爱, 孙恒, 徐伟, 等. 近50年中国旱灾的时空变化[J]. 自然灾害学报, 2002, 11(2): 2 - 6.
- [13] 史培军, 等. 中国自然灾害系统地图集[M]. 北京: 科学出版社, 2003.
- [14] 中央气象局气象科学研究所. 中国近五百年旱涝分布图集[M]. 北京: 地图出版社, 1981.
- [15] 张德二, 刘传志. 《中国近五百年旱涝分布图集》续补(1980 - 1992年)[J]. 气象, 1993, 19(11): 41 - 45.
- [16] 王静爱, 毛佳, 陈静, 等. 基于中国人口承灾体的综合自然灾害风险时空格局[J]. 应用基础与工程科学学报, 2007: (增刊).
- [17] 杜鹃, 等. 湘江流域洪水灾害综合风险评价[J]. 自然灾害学报. 2006, 15(6): 38 - 40.
- [18] Shi Peijun, Wang Jingai, Du Juan, Liu Jing. Urban Risk Assessment Research of Major Natural Disasters in China[J]. 地球科学进展, 2006 (21) 2: 170 - 177.
- [19] 王珏, 聂文东, 王静爱. 中国大都市地区的水灾风险与应急管理研究[J]. 自然灾害学报, 2005(14) 6: 21 - 22.