

安徽省水灾灾损率风险测度及区划研究

杜晓燕, 丁厚成

(安徽工业大学 建筑工程学院, 安徽 马鞍山 243032)

摘要: 信息扩散原理能最大程度地挖掘小样本数据携带的信息, 对小区域灾情资料不足的情况较为适用。以安徽省 17 市为研究对象, 利用信息扩散原理建立水灾灾损率风险测度模型, 计算各市遭受水灾不同水平经济破坏的概率估计值及超越概率, 完成水灾经济损失的定量风险测度。为使结果更为直观, 绘制了灾损率风险区划图。结果表明, 整体上, 淮河流域灾损风险最大, 中部沿江地带次之, 皖南及皖西大别山区较弱。

关键词: 信息扩散; 灾损率; 风险测度; 区划; 安徽

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2013)01-0301-04

中图分类号: P426.616

Risk Measure and Its Division for Flood Disaster Loss Rate in Anhui Province

DU Xiao-yan, DING Hou-cheng

(College of Construction Engineering, Anhui Technology University, Mananshan, Anhui 243032, China)

Abstract: Information diffusion theory is a good way of information mining and can be used to analyze the information carried by small samples to the greatest degree. Therefore, it is more suitable for the disaster analysis in the small area where usually lacks of enough disaster information. 17 cities in Anhui Province are selected for the study. A risk measurement model for flood disaster loss rate is established based on information diffusion principle. Probabilities and exceedance probabilities at different damage levels are calculated for each flood-hit city. Risk zoning map is drawn to make results more intuitive. Results show that overall, Huaihe River basin has the highest risk, followed by the central area along the river. Southern Anhui Province and Dabie Mountains in Western Anhui Province are weak in risk.

Keywords: information diffusion; disaster loss rate; risk measure; zoning; Anhui Province

安徽省地处中国东部, 是华东地区跨江近海的内陆省份。全省地形地貌南北迥异, 有淮北平原、江淮丘陵、大别山区等地貌单元。境内水系错综复杂, 跨长江下游、淮河中游。该区地处暖温带与亚热带过渡地区, 以淮河为分界线, 北部属暖温带半湿润季风气候, 南部属亚热带湿润季风气候。其地理位置特殊、气候条件异常等特点, 使安徽历史上曾是一个水灾频发的省份^[1]。从风险的角度来认识和管理灾害^[2], 可以最大程度上减轻灾害的影响。目前, 国内外很多人借用 GIS 技术致力于洪涝风险评价及区划研究^[3-5], 从脆弱性和危险性角度出发, 建立评价指标体系或对时序特征进行分析, 但对两者共同作用的研究目前还不完善。本文将从致灾因子危险性 & 区域脆弱性共同作用的后果——灾损风险的角度来探讨安徽省的水灾风险情况。

由于我国自然灾害保险还不健全, 政府的财政收入成为应对巨额灾害损失的重要工具, 这无疑给政府财政带来很大压力。因此, 科学地评价水灾对区域经济的影响度不仅是防治灾害的前提, 更是区域发展、社会稳定的保障。

1 水灾灾损率风险测度模型

1.1 信息扩散原理

在自然灾害风险评价与研究中, 由于各种主客观条件的限制, 有时只能获得少量的样本数据。小样本携带的信息不完备, 具有模糊不确定性。根据信息扩散原理, 当且仅当该样本不完备时, 一定存在一个适当的扩散函数和一个相应的算法, 使得扩散估计比非扩散估计更靠近真实估计^[6]。近年来, 信息扩散技术在自然灾害风险评价领域得到了越来越广泛地应用^[7-8]。

收稿日期: 2012-02-10

修回日期: 2012-04-02

资助项目: 安徽高校省级科学基金项目“高瓦斯综采面采空区瓦斯运移及抽放机理研究”(KJ2012Z025)

作者简介: 杜晓燕(1982—), 女(汉族), 山东省泰安市人, 讲师, 主要从事城市公共安全、区域风险、自然灾害风险评价等研究。E-mail: dodoyan@mail.nankai.edu.cn。

1.2 水灾灾损率信息扩散模型

在信息扩散理论评价模型中,扩散函数与扩散系数是关键,直接关系到结果的准确与否。经验证在样本容量不大的情况下,简单正态分布要优于指数分布和对数正态分布^[6]。本文中样本数据较少,所以采用正态扩散函数。

设某一城市水灾灾损率观测样本 $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, 该样本的论域 $U = \{u_1, u_2, \dots, u_m\}$ 。对于 X 中的每个观测样本点, 都可以根据式(1)将其携带的信息扩散到其论域 U 中的所有监测点。对第 i 个样本点 x_i 按式(1)进行信息扩散:

$$f_i(u_j) = \frac{1}{h\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{(x_i - u_j)^2}{2h^2}\right] \quad (1)$$

式中: $f_i(u_j)$ ——样本点 x_i 将所携带信息扩散给论域 u_j 的扩散函数; x_i ——第 i 个样本点; u_j ——第 j 个论域值; h ——扩散系数, 根据样本容量, 及样本的最大值和最小值进行取值^[6], 本文中为 0.569 0。

为使每个集值样本点地位相同, 令 $C_i = \sum_{j=1}^m f_i(u_j)$, 则相应的模糊子集的隶属函数为:

$$\mu_{xi}(u_j) = \frac{f_i(u_j)}{C_i} \quad (2)$$

式中: $\mu_{xi}(u_j)$ ——样本点 x_i 归一化信息分布。

再令 $q(u_j) = \sum_{i=1}^n \mu_{xi}(u_j)$, 则样本点 x_i 落在 u_j 处的频率值为 $p(u_j)$, 可作为概率的估计值:

$$p(u_j) = \frac{q(u_j)}{\sum_{j=1}^m q(u_j)} \quad (3)$$

式中: $p(u_j)$ ——样本点 x_j 落在 u_j 处的频率值。

那么, 超越 u_j 的概率值即超越概率风险估计值 $P(u_j)$ 为:

$$P(u_j) = \sum_{k=j}^m p(u_k) \quad (4)$$

式中: $P(u_j)$ ——超越概率风险估计值。

2 安徽省水灾灾损率风险测度

根据水灾灾损率风险评价模型, 对安徽省水灾的损害情况进行定量测度。由于市级单位的数据具有统一性, 准确度较高, 因此选取安徽省 17 个地级市为研究对象。以水灾造成的总经济损失与该区域第 1 产业总值之比作为评价指标, 对 17 个地级市的水灾风险进行评价, 并运用聚类方法对不同城市进行对比, 绘制安徽省水灾灾损率风险区划图。

2.1 灾损率指标选取

一些学者从不同角度提出了洪涝灾害损失评估指数^[9-10], 本文采用水灾造成的经济损失占该区域当

年第 1 产业增加值的比率来衡量水灾对该区域经济发展带来的影响, 采用如下灾损率的概念, 并作为样本数据:

$$X_i = D_i / T_i \quad (5)$$

式中: X_i ——第 i 年的水灾灾损率; D_i ——第 i 年因水灾造成的经济损失值, 包括直接经济损失和间接经济损失; T_i ——第 i 年该区域第一产业增加值。

安徽省是农业大省, 据统计 2008 年安徽省第 1 产值比重在华东 6 省中仅次于江西省位居第 2^[11]。农业生产与气象灾害有着较强的关系, 水灾发生后政府第 1 产业的收入往往会首当其冲受到影响。因此, 该指标可以及时反映水灾的破坏程度, 以及在遭遇水灾时政府拿第 1 产业收入可做出的最大补偿即承灾力。该系数越大表示水灾对当地政府造成的经济压力越大, 当大于 1 时, 意味着政府需要拿其他产业的收入来补给水灾造成的经济损失。因此, 本文中灾损率系数的取值范围为 $[0, 1]$, 超过 1 的情况记作 1。

2.2 安徽省淮河流域各市水灾灾损率风险评价

本文原始数据主要来源于安徽省统计年鉴及各市统计年鉴, 为确保数据真实可靠, 选取灾情资料比较详实的近年统计结果。以合肥市为例, 依据前文信息扩散模型对其水灾灾损率风险进行评价。根据式(5)得出合肥市 2000, 2002, 2003, 2005, 2007, 2009 的水灾灾损率样本集合:

$$X_i = [1.0000, 0.0200, 0.2024, 0.1008, 0.0443, 0.0013]$$

考虑到计算精度的要求及计算方便, 选取步长 0.05, 将灾害指数论域变成由 21 个点组成的离散论域:

$$U_j = [0, 0.05, 0.10, 0.15, \dots, 0.90, 0.95, 1.00]$$

借助计算机, 可以得出合肥市不同水灾灾损率风险水平下的概率估计值及超越概率风险值如表 1 所示。

表 1 安徽省合肥市水灾灾损率风险测度

风险水平(u_j)	概率值(p_{uj})	超越概率值(P_{uj})	风险水平(u_j)	概率值(p_{uj})	超越概率值(P_{uj})
0.00	0.056 9	1.000 0	0.55	0.047 3	0.389 1
0.05	0.057 7	0.943 1	0.60	0.065 8	0.341 8
0.10	0.058 1	0.885 3	0.65	0.042 7	0.276 0
0.15	0.058 2	0.827 2	0.70	0.040 3	0.233 3
0.20	0.057 8	0.769 0	0.75	0.037 9	0.193 0
0.25	0.057 1	0.711 2	0.80	0.035 6	0.155 1
0.30	0.056 1	0.654 1	0.85	0.033 2	0.119 5
0.35	0.054 8	0.598 0	0.90	0.030 9	0.086 3
0.40	0.053 2	0.543 2	0.95	0.028 7	0.055 4
0.45	0.051 4	0.489 9	1.00	0.026 6	0.026 6
0.50	0.049 4	0.438 5			

从表 1 可以看出,不同的灾损率水平下,合肥市面临着不同的风险概率值。以第 3 行为例,风险水平 0.10 表示合肥市未来每年面临的概率为 5.81%。通过超越概率可以看出,合肥市当风险水平为 0 时,即 $u_j \geq 0$ 的概率是 1,意味着合肥市未来 100% 会承受水灾造成的经济损失;当风险水平为 0.50 时, $P(u_j = 0.5) = 0.4385$, 即 $P(x_i \geq 0.5) = 0.4385 = 43.85\%$, 表示合肥市未来每年要拿出 1/2 的第 1 产业增加值来弥补水灾造成的经济损失的概率为 43.85%。

同理,可计算出安徽省其他 17 个市在相同受灾情况下所面临的超越概率(表 2)。最后一列 0.50 表

示,各市未来水灾造成的损失超过第 1 产业总值 1/2 的概率。从表 2 可以看出,水灾对不同城市造成的经济影响不同,其中,蚌埠、淮南等地水灾造成的经济损失会占到第 1 产业总值 1/2 的概率较大,接近 50%。这些地区沿淮多为湖泊洼地,再加上黄河夺淮的影响,致使遭受重大水灾破坏的可能性较大,而且,淮河流域是重要的商品粮基地,一旦发生水灾会首先冲击到第 1 产业的收入。相比而言,处于皖南的马鞍山、芜湖、宣城等地,虽然地处长江流域,但水灾对第 1 产业造成大规模破坏的可能性要小,除地理因素外,也与这部分地区重视发展机械加工、船舶制造、电子产品等 2,3 产业有关。

表 2 安徽省 17 市水灾灾损率风险(超越概率 P_{uj})比较

地区	风险水平									
	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50
合肥	0.943 1	0.885 3	0.827 2	0.769 0	0.711 2	0.654 1	0.598 0	0.543 2	0.489 9	0.438 5
淮北	0.949 3	0.897 3	0.844 2	0.790 3	0.736 0	0.681 5	0.627 0	0.573 0	0.519 7	0.467 4
亳州	0.949 9	0.898 5	0.845 9	0.792 4	0.738 5	0.684 3	0.630 1	0.576 4	0.523 3	0.471 2
宿州	0.951 8	0.901 8	0.850 4	0.797 8	0.744 3	0.690 2	0.635 9	0.581 6	0.527 8	0.474 7
蚌埠	0.953 6	0.905 6	0.856 0	0.805 2	0.753 4	0.700 9	0.648 0	0.594 9	0.542 0	0.489 6
阜阳	0.950 6	0.899 8	0.847 9	0.795 1	0.741 8	0.688 3	0.634 8	0.581 6	0.529 0	0.477 3
淮南	0.951 9	0.902 2	0.851 2	0.799 1	0.746 3	0.693 0	0.639 5	0.586 2	0.533 3	0.481 2
滁州	0.936 6	0.872 6	0.808 5	0.744 6	0.681 5	0.619 7	0.559 6	0.501 5	0.445 8	0.392 9
六安	0.936 4	0.872 1	0.807 8	0.743 9	0.680 8	0.618 9	0.558 8	0.500 8	0.445 2	0.392 4
马鞍山	0.931 5	0.863 0	0.795 0	0.728 0	0.662 4	0.598 8	0.537 6	0.479 1	0.423 7	0.371 5
巢湖	0.938 3	0.875 9	0.813 2	0.750 6	0.688 6	0.627 6	0.568 1	0.510 4	0.454 9	0.401 9
芜湖	0.933 5	0.866 7	0.800 1	0.734 3	0.669 6	0.606 7	0.545 8	0.487 5	0.431 9	0.379 4
宣城	0.930 4	0.861 0	0.792 2	0.724 5	0.658 4	0.594 5	0.533 1	0.474 5	0.419 1	0.367 1
铜陵	0.933 1	0.866 0	0.799 1	0.733 0	0.668 2	0.605 2	0.544 2	0.485 8	0.430 3	0.377 8
池州	0.933 7	0.867 1	0.800 6	0.734 9	0.670 3	0.607 3	0.546 5	0.488 1	0.432 5	0.379 9
安庆	0.933 1	0.866 0	0.799 1	0.733 0	0.668 1	0.605 0	0.544 0	0.485 5	0.429 9	0.377 4
黄山	0.930 1	0.860 3	0.791 2	0.723 3	0.657 1	0.593 0	0.531 6	0.473 0	0.417 6	0.365 7

2.3 安徽省水灾灾损率风险等级区划

为使数据更为直观,且进一步考察区域差异,绘制风险区划图。

首先采用 Q 型聚类将 17 个市按照水灾灾损率风险进行聚类。聚类分析能够将一批样本(17 个市)根据其诸多特征(不同风险水平的超越概率),按照在性质上的亲疏程度在没有先验知识的情况下进行自动分类,产生多个分类结果,使得同一类内部的个体在特征上具有相似性,不同类间个体差异较大。

利用 SPSS 软件对表 2 数据进行聚类,根据区域间的相似度,我们划分为 5 类即 5 个等级。结果表明蚌埠、淮南、宿州、阜阳之间相似性最大,且水灾灾损率风险最大,划为非常严重等级;其次,分别为严重等

级(亳州、淮北、合肥),较严重(滁州、六安、巢湖),一般(马鞍山、芜湖、宣城、黄山),较轻(池州、安庆、铜陵)。利用 MapInfo 7.0 绘制安徽省各市水灾灾损率风险区划图(附图 8)。

总体上看,安徽省北部平原、江淮丘陵地区水灾灾损风险较高,而皖南山区及皖西大别山区风险较低。其中,沿淮河流域的 8 个市(安徽省淮河流域共涉及 10 个市)占居了非常严重及严重 2 个风险等级,分别为蚌埠、淮南、宿州、阜阳、亳州、淮北、合肥。淮河流域安徽境内地处亚热带至暖温带的南北气候过渡带,冷暖空气交汇频繁,降雨时空多变,易发生洪涝灾害。此外,该区域农业生产基础设施较差,工业发展水平较低,行蓄洪区和沿淮周边地区尤其贫困^[12]。

说明这些地区对洪涝灾害的经济承载力较弱,一旦发生洪涝灾害将对地区经济发展造成严重影响,地方政府面临水灾经济损失的风险较大。而中部沿江地带如马鞍山、芜湖 GDP 密度较高,南部地区旅游业较为发达,因此,第 1 产业比重较低,地区经济发展对农业依赖相对要小。这也提示我们在今后的防洪治洪工作中除采用传统兴修河道、加固堤防等工程措施外,也可以考虑通过改变区域产业构成来降低水灾灾损风险,增强地方政府对灾害的承载力。

3 结论

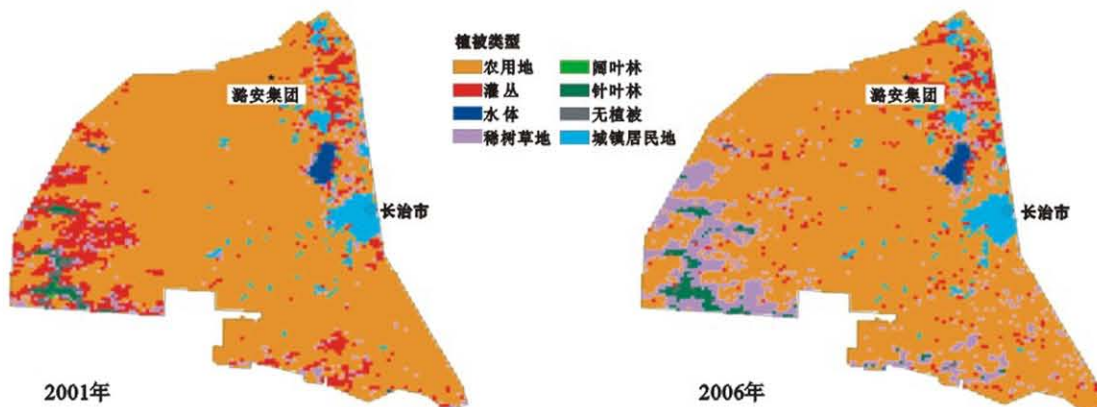
我国洪涝灾害损失研究起步较晚,进展缓慢,虽然从 20 世纪 80 年代涌现出很多评价方法,但大多为定性或半定量方法,实用性不强^[12]。本文采用信息扩散原理,得到水灾灾损率风险模型,对安徽省 17 市的水灾灾损率风险基本完成了定量测度。

通过聚类分析及风险区划绘制安徽省水灾灾损率风险区划图。结果表明,整体上淮河流域最为严重,中部沿江地带次之,皖南及皖西大别山区最轻,这与洪涝灾害风险区划结果基本一致^[13],进一步说明本文采用的指标及模型是合理、可行的。最终的评价结果也从侧面提醒我们,当传统的防灾措施无法降低损失风险时,可以考虑通过改变产业结构来转移自然灾害风险,以期更加有效地做好防灾减灾工作。

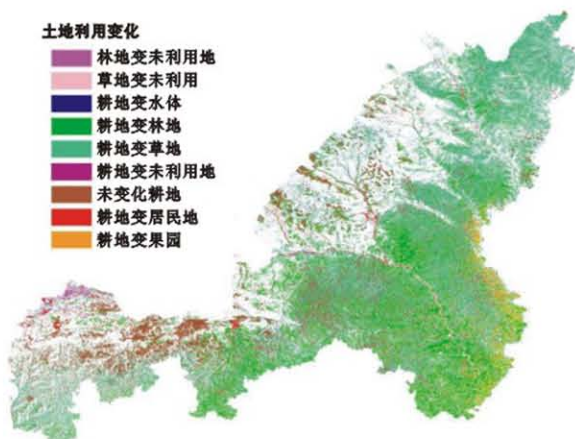
水灾系统是个较为复杂的系统,影响因子众多,且处于动态变化之中,因此做到风险的完全定量分析有一定困难。本文主要从经济风险的角度来探讨水灾问题,如何全面定量评价水灾风险及提高评价精度还有待进一步研究和探讨。

[参 考 文 献]

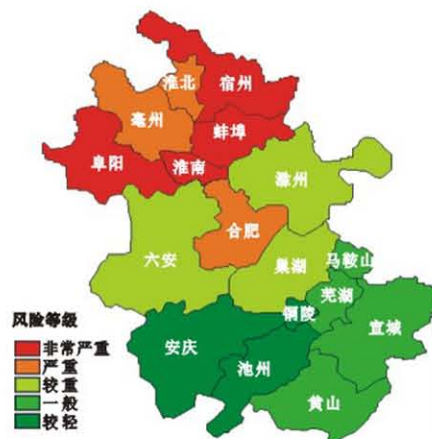
- [1] 叶成林. 安徽水旱灾害及减灾对策[J]. 水土保持研究, 2001, 8(1): 63-66.
- [2] 魏一鸣, 金菊良, 杨存建, 等. 洪水灾害风险管理理论[M]. 北京: 科学出版社, 2002: 10-11.
- [3] 周成虎, 万庆, 黄诗峰, 等. 基于 GIS 的洪水灾害风险区划研究[J]. 地理学报, 2001, 55(1): 15-24.
- [4] 汪朝辉, 王克林, 熊鹰, 等. 湖南省洪涝灾害脆弱性评估和减灾对策研究[J]. 长江流域资源与环境, 2003, 12(6): 586-592.
- [5] 刘兰芳, 彭蝶飞, 邹君. 湖南省农业洪涝灾害易损性分析与评价[J]. 资源科学, 2006, 28(16): 60-67.
- [6] 黄崇福. 自然灾害风险评价: 理论与实践[M]. 北京: 科学出版社, 2005: 80-81.
- [7] 全仝, 王玲珍, 黄成敏. 基于信息扩散理论的云南省地震风险评估及管理研究[J]. 西北地震学报, 2006, 28(2): 180-183.
- [8] 杜晓燕, 黄岁樑, 赵庆香. 基于信息扩散理论的天津旱涝灾害危险性评估[J]. 灾害学, 2009, 24(1): 22-25.
- [9] 陈香, 沈金瑞, 陈静. 灾损度指数法在灾害经济损失评估中的应用: 以福建台风灾害经济损失趋势分析为例[J]. 灾害学, 2007, 22(2): 31-35.
- [10] 肖红霞, 齐实, 李思扬, 等. 广西壮族自治区洪水灾害经济损失评价[J]. 水土保持通报, 2011, 31(4): 232-236.
- [11] 郭永芳, 查良松. 安徽省洪涝灾害风险区划及成灾面积变化趋势分析[J]. 中国农业气象, 2010, 31(1): 130-136.
- [12] 胡俊锋, 范春波, 杨月巧. 基于抽样统计方法的洪涝灾害损失评估[J]. 自然灾害学报, 2010, 19(6): 27-30.
- [13] 郭永芳, 查良松. 安徽省洪涝灾害风险区划及成灾面积变化趋势分析[J]. 中国农业气象, 2010, 31(1): 130-136.



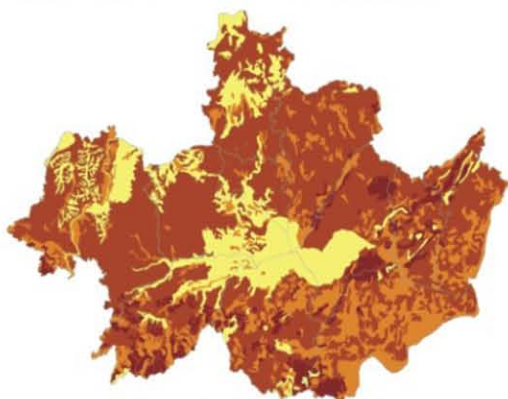
附图6 2001, 2006年山西省潞安矿区植被类型空间格局



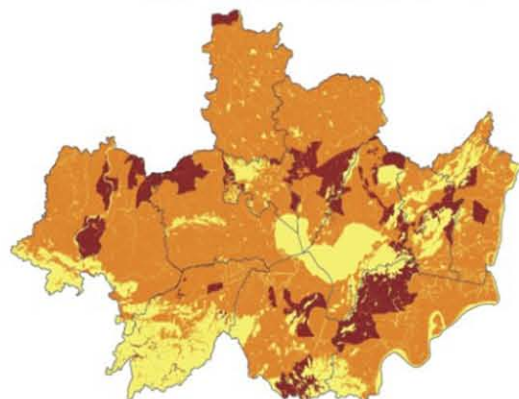
附图7 榆林市1997—2010年土地利用变化



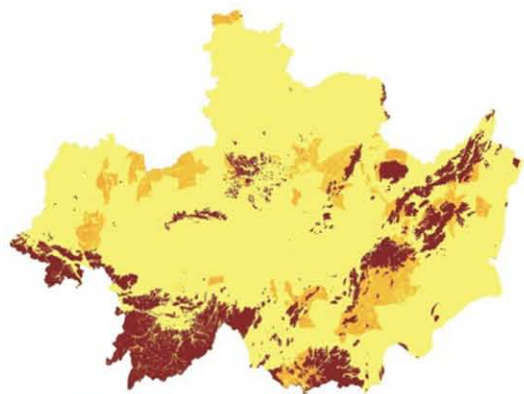
附图8 安徽省水灾灾损率风险区划



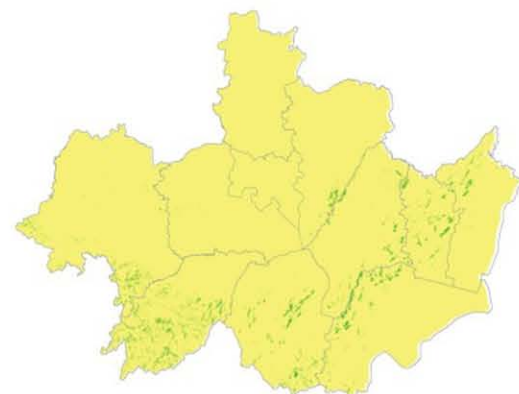
附图9 巢湖流域土壤可蚀性因子K值空间分布



附图10 巢湖流域地表覆盖因子C值空间分布



附图11 巢湖流域水土保持措施因子P值空间分布



附图12 巢湖流域土壤侵蚀强度空间分布