

## 太湖地区环境敏感地空间分布及对策——以苏州市为例\*

王波<sup>1,2</sup>, 陈雯<sup>1</sup>, 赵海霞<sup>1</sup>

(1: 中国科学院南京地理与湖泊研究所, 南京 210008)

(2: 中国科学院研究生院, 北京 100049)

**摘要:** 随着工业化和城市化进程的迅速推进, 区域空间发展向坡地、沿湖地区等环境敏感地区伸展, 加剧了环境敏感地区的环境压力和生态胁迫, 影响了区域可持续发展. 针对苏州市自然地域特点, 对环境敏感地进行分类, 划出区域未来开发与保护的空间范围与布局, 对实现区域健康发展具有重要的现实意义. 本文将生态保护需求、水源保障、污染影响、农田生态保护、灾害防范等作为环境敏感评价的基本因子, 将苏州市环境敏感地划分为生态功能敏感地、地表水源敏感地、污染影响敏感地、优质农田敏感地以及潜在灾害敏感地五类, 在明确其空间范围的基础上, 对环境敏感地进行综合评价, 进而有针对性的提出减缓敏感响应、保护生态及发展区域经济的对策.

**关键词:** 环境敏感地; 空间分布; 评价; 苏州市

### Spatial distribution and countermeasures of environmental sensitive area around Lake Taihu—case of Suzhou

WANG Bo<sup>1,2</sup>, CHEN Wen<sup>1</sup> & ZHAO Haixia<sup>1</sup>

(1: *Nanjing Institute of Geography & Limnology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, P.R.China*)

(2: *Graduate School of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, P.R.China*)

**Abstract:** Along with the industrialization and the urbanization approaching rapidly, regional spatial development turned to environmental sensitive area, for example, sloping field, lakeshore etc., which has affected regional sustainable development. Carrying on the natural geographical features of Suzhou city, to classify the type of environmental sensitive area and to make a clear distinction boundary of the future regional development and protection has a vital practical significance for realizing the region economy sustainable development. From ecological protection, water source safeguard, pollution, farmland zoology and disaster prevention etc., the environmental sensitive area in Suzhou city will be divided into the ecological sensitive area, surface water source sensitive area, contaminated sensitive area, high quality farmland sensitive area as well as the latent disaster sensitive area—five kinds. In the foundation of being clear about its spatial scope, comprehensive evaluation of environmental sensitive area had been made and many kinds of sensitive environment protections and the development suggestions had been pointed out.

**Keywords:** Environmental sensitive area; spatial distribution; evaluation; Suzhou City

随着区域工业化和城市化的迅速推进, 区域土地资源的供给与需求的矛盾越来越突出<sup>[1-2]</sup>, 可供开发的土地已难以满足各种开发建设活动的需求. 在经济快速发展的太湖地区, 区域空间发展的开拓逐步向山地丘陵的坡地、优质农田以及太湖和中小型湖泊的沿湖地区发展, 激化了地区开发与资源环境之间的矛盾, 进一步加剧了对敏感地区的环境压力与生态胁迫<sup>[3]</sup>. 为实现区域社会经济的又好又快的发展, 一方面, 要确保提供足够的发展空间和土地资源供给; 另一方面, 又要适时控制敏感地区环境负效应的加剧. 因此, 科学地划分敏感地的类型, 明确其特征及其空间分布, 对制定差别化区域开发与生态环境保

\* 国家自然科学基金(40771053, 70503026)和中国科学院知识创新工程项目(KZCX2-YW-321)联合资助. 2007-04-30收稿; 2007-08-28收修改稿. 王波, 男, 1984年生, 硕士研究生; E-mail: vip123w@163.com.



护政策以及维持地区生态环境及自然资源的永续利用具有重要的理论与实践意义。

敏感地的研究源于 20 世纪 60 年代, 研究领域主要集中在“敏感地”的概念及其分类两个方面。Thurow、Frederick 等针对社会经济发展与开发建设剧增对自然环境造成的破坏等问题提出了“敏感地”概念<sup>[4-5]</sup>; New Jersey Pinelands Commission 等根据区域资源特征和环境敏感地功能差异<sup>[6]</sup>、黄书礼根据台湾地区资源保育要求及《国土综合发展计划法》等相关法律<sup>[7]</sup>、杨志峰、尹海伟、张艳红等通过选择评价因子采用 GIS 因子迭合的方法<sup>[8-12]</sup>、达良俊等根据土地利用性质、生态功能及影响作用<sup>[13]</sup>、蔡鹤生等通过选择地形坡度、微地貌形态等因子<sup>[14]</sup>对环境敏感地分类并进行评价。本文在借鉴前人研究思想的基础上, 选太湖地区经济发展最为发达的苏州市为例, 以生态保护需求、水源保障、污染影响、农田生态保护、灾害防范等五个因子为基础, 划分环境敏感地的类型; 通过评价、分析给出环境敏感地的空间范围与布局, 综合评价环境敏感地对社会经济可持续发展的制约程度, 并提出了相关的对策。

## 1 苏州市环境敏感地的分类

### 1.1 苏州市概况

苏州市位于长江三角洲中部, 东临上海, 南连嘉兴、湖州两市, 西傍太湖, 北枕长江, 全市总面积 8488.42km<sup>2</sup>, 其中丘陵面积 225km<sup>2</sup>, 占总面积的 2.7%; 拥有各级河道 2 万多条, 大小湖泊 300 多个, 属于生态环境较为敏感的地区。然而, 苏州市经济发展多项指标位于全省乃至全国前列。2005 年末全市总人口 607.31 万人, 实现地区生产总值 4026.52 亿元, 占全省的 22.00%, 居全国第五位、全省第一位; 人均地区生产总值 66766 元, 比全省平均水平高 42206 元, 居全省第一位; 规模以上工业企业总产值 9908.58 亿元, 占全省的 30.29%, 居全省第一位; 实际利用外资 51.15 亿美元, 占全省的 38.82%, 居全省第一位; 进出口总额 1405.89 亿美元, 占全省的 61.68%, 居全国第三位、全省第一位, 是长三角经济最发达的地区之一。由此, 选择生态环境较敏感、经济发达的苏州市作为研究对象, 具有很强的代表性和实际意义。

### 1.2 环境敏感地类型

环境敏感地是指具有特殊保护价值或潜在灾害, 且极易因不当的人类活动而导致环境负效果的地区。据此, 依据环境敏感地对经济发展的保障与支撑能力以及环境敏感地在苏州全市域生态功能保护区的重要性程度, 遵循保障生态系统安全、突出特殊功能、保护资源稀缺性、要素指标的可获得性等原则, 参照前人的相关研究成果, 结合苏州市自然特征及土地利用性质等本地实际, 经专家咨询, 将苏州市环境敏感地划分为地表水源敏感地、生态功能敏感地、污染影响敏感地、优质农田敏感地以及潜在灾害敏感地五类(表 1), 为实现建设用地范围的控制、维持区域生态环境安全及自然资源的永续利用以及环境综合整治、保护生态系统结构功能、制定相应对策提供依据。

表 1 苏州市环境敏感地类型  
Tab.1 The kinds of environmental sensitive area in Suzhou

类型	内涵	功能	敏感指标
地表水源敏感地	其划定主要是为了维护地表水源涵养、保障水源品质以及区域供水安全	(1)确保水源地涵养功能 (2)维护水源地水质及水量安全	饮用水水源地及缓冲区
生态功能敏感地	生态系统中具有特殊价值或较脆弱, 易产生危害必须受到保护的地区, 具有自然生态保护性质的风景名胜区	(1)维护良好生态环境 (2)保护动植物栖息地 (3)维持生物多样性 (4)保护具有自然生态保护性质的自然景观和人文景观	湖泊、山地(>50m)、湿地、地质公园、自然保护区、历史文化名城、古镇、国家 4A 和 3A 级风景区等
污染影响敏感地	因污染物累积增加, 无法及时扩散稀释易造成污染的地区	控制污染影响程度的加剧	排污河道及其缓冲区等
优质农田敏感地	土壤肥沃、排水性合适, 适宜农作物生长且粮食单产高的地区	(1)保护优质农田, 确保区域粮食安全 (2)控制城市郊区无限扩张	优质农田
潜在灾害敏感地	具有潜在滑坡等地质条件不稳定或洪涝、沉降等对人类生命财产和经济活动具有危害或潜在危害的地区	减少灾害造成的损失	不稳定土层、地面沉降区、易涝区

### 1.3 环境敏感地范围确定方法

在苏州市环境敏感地类型划定的基础上,选取各类敏感地要素指标,通过实地调查及收集风景区、自然保护区、土壤、地形、地质、生态、名城古镇等资料及地图,借助 mapinfo、arcview 等软件的数字化、误差修正,以湿地、山地、取水口等可量化的自然地理要素空间边界为基本单元尺度,建立苏州市环境敏感地各要素空间数据库。进而采用以下两种主要方法:一是单要素确定法,如优质农田敏感地只有单一指标确定,在 GIS 空间数据库中调出优质农田资料即可;二是多要素确定法,如除优质农田敏感地外,其它四类敏感地都有两个或多个要素组成,需借助 GIS 技术调出各个要素资料在 arcview 软件中进行要素迭加切分;湖泊、河道及水源地缓冲区借助 mapinfo 或 arcview 软件的 buffer 功能实现,以此确定各类环境敏感地的空间分布范围,明确其具体边界。

## 2 苏州市环境敏感地的空间分布

### 2.1 生态功能敏感地

生态功能敏感地对于维持苏州市生态系统平衡、保护具有自然生态性质的风景名胜具有重要的作用。根据苏州市自然条件及生态功能敏感地内涵,结合生态资料的调查,将湿地、山地(>50m)<sup>①</sup>、国家级及省级森林公园、自然保护区、风景名胜区、名城古镇核心区以及重要的湖泊等地表水面划定为苏州市生态功能敏感地,总面积 2319.87km<sup>2</sup>,占全市国土总面积的 27.33%。生态功能敏感地分布呈现为沿湖、沿山体的面状或条带状特征,集中分布在常熟的虞山、吴中区的东山和西山地区、光福风景区、苏州古城、常熟古城等古城以及周庄、同里等古镇区、太湖及其周边湿地、澄湖及其周边湿地、阳澄湖及其周边湿地、昆承湖及其周边湿地、尚湖及其周边湿地、东山湖羊自然保护区等地区(图 1)。

### 2.2 地表水源敏感地

地表水源的维护包括水质及水量两个方面。水源地的生态安全是保障城市生活与生产用水的最基本条件,苏州辖区内共有 12 个取水口(其中沿江 4 个,太湖 6 个,阳澄湖 2 个),水源地周边的水域具有极高的水质安全维护价值。根据《江苏省沿江生态环境保护规划》和《江苏省“十一五”环境保护和生态建设规划》等要求,长江水源地水质安全保护区范围为取水口上游 2km、下游 1km 周边区域<sup>②</sup>,太湖及阳澄湖水源地水质安全范围为取水口 1 km 半径区域(图 2)<sup>③</sup>。

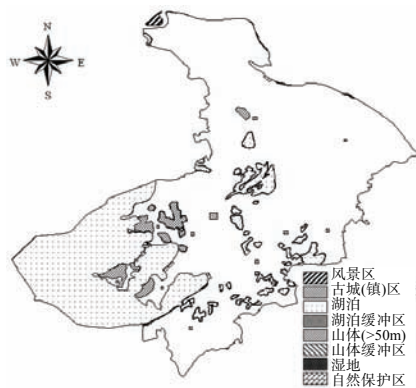


图 1 苏州市生态功能敏感地分布



图 2 苏州市地表水源敏感地分布

Fig.1 Spatial distribution of ecological sensitive area in Suzhou

Fig.2 Spatial distribution of surface water source sensitive area in Suzhou

### 2.3 污染影响敏感地

污染影响敏感地的划定主要目的是通过适当的防范、保护等措施控制因污染物累积造成的污染影响

① 根据调查及苏州市林地实际分布情况,50m 以上的山体为苏州市林地集中分布区。

② 江苏省环境保护厅.《江苏省沿江生态环境保护规划》.2006.

③ 江苏省发展与改革委员会、江苏省环境保护厅.《江苏省“十一五”环境保护和生态建设规划》.2006.

程度的加剧. 根据《苏州市环境质量报告书(2001-2005年)》及相城区、吴江市等市区水质特征和水功能区检测年报等资料, 污染影响敏感地总面积 270.83km<sup>2</sup>, 占全市国土总面积的 3.19%, 苏州市污染影响敏感地呈现出沿湖、沿河分布特征, 集中分布在太湖沿岸 1km 缓冲区、望虞河和太浦河等地区(图 3).

2.4 优质农田敏感地

优质农田敏感地划定的目的在于有效利用土地资源, 保障粮食供应安全, 并通过适当的规划开发, 避免因城市化土地过度地扩张破坏优质农田, 保护都市周围高生产力土地, 减少环境负效果. 苏州市优质农田的划定, 主要根据现有的环境资料、优良土地特性、土地粮食单产以及苏州市土壤图, 并扣除已开发地区, 优质农田敏感地总面积 1275.89 km<sup>2</sup>, 占全市国土总面积的 15.03%, 主要分布在塘桥镇、凤凰镇、谢桥镇、练塘镇、陆家镇、花桥镇、淀山湖镇、千灯镇、张铺镇等地区(图 4).



图 3 苏州市污染影响敏感地分布

Fig.3 Spatial distribution of contaminated sensitive area in Suzhou

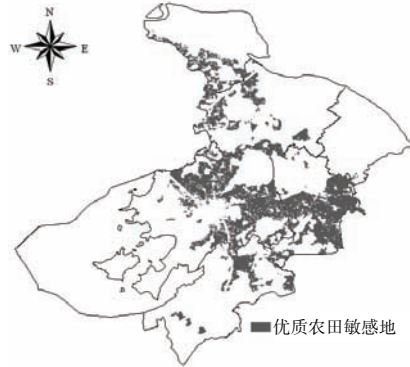


图 4 苏州市优质农田敏感地分布

Fig.4 Spatial distribution of high quality farmland sensitive area in Suzhou

2.5 潜在灾害敏感地

灾害的发生对区域社会经济发展具有较强的约束力. 根据苏州市灾害发生的成因可分为自然灾害及人为诱发灾害, 自然灾害主要包括不稳定土层及洪涝影响等, 人为诱发灾害主要表现为地面沉降. 苏州市因近江临湖, 地势低洼平坦, 洪涝成为本区主要的自然灾害, 自新中国建立至今, 发生 9 次<sup>①</sup>特大洪涝灾害. 人类活动干扰往往造成景观灾害或报复, 如地面沉降<sup>②</sup>、洪涝能力下降等. “长三角地区地下水资源与地质灾害调查评价” 报告指出过度开采地下水使苏锡常部分地区最大累计沉降量达到 1.80m, 造成直接和间接经济损失 419 亿元<sup>③</sup>, 严重影响了地区经济的可持续发展(图 5).



不稳定土层

地面沉降区

洪涝影响区

图 5 苏州市潜在灾害敏感地分布

Fig.5 Spatial distribution of latent disaster sensitive area in Suzhou

①发生年份分别是 1954、1957、1977、1980、1984、1991、1993、1996 和 1999 年.

②根据国土资源部《地质灾害防治管理办法》规定, 具备下列条件的地区划为地面沉降易发区: 第四纪厚度 60m 以上, 承压含水层发育, 地下水位明显下降, 地面沉降明显.

③中国地质调查局南京地质矿产研究所.《长江三角洲地区地下水资源与地质灾害调查评价》2005.

### 3 环境敏感地评价与对策

#### 3.1 环境敏感地综合评价

为了综合评估环境敏感地制约社会经济发展的程度,通过各类敏感地的相互迭加进行计算.首先对各类敏感地的约束性进行评估,约束程度排序为地表水源敏感地>生态功能敏感地>污染影响敏感地>优质农田敏感地>潜在灾害敏感地,依据专家评估法以及经验判断确定各类敏感地的权重(表 2),根据权重进行加权,计算环境敏感地的综合指数  $M$ ,并根据 *Natural break* 划分从高到低的四个敏感等级(图 6),得分范围  $5.000 \geq M > 3.122$  之间的为高敏感地,  $3.122 \geq M > 1.966$  之间的为较高敏感地,  $1.966 \geq M > 1.021$  之间的为一般敏感地,  $1.021 \geq M \geq 0$  之间的为低敏感地,可以综合反映环境敏感地对区域社会经济可持续发展的约束程度.可以看出,高环境敏感地集中分布在地表水源、东山湖羊自然保护区、太湖沿岸 1km 缓冲区及上海取水通道的太浦河等地区;较高环境敏感地主要分布在太湖、阳澄湖、淀山湖等湖泊、张家港双山岛、望虞河以及水源地缓冲区等地区;一般敏感地主要分布在吴江东南的太湖沿岸区域、苏州市区、昆山东部以及张家港、常熟的南部等地区,即吴江市的盛泽镇、平望镇、松陵镇,昆山市的花桥镇、陆家镇、千灯镇、张浦镇,苏州市区的工业园区、郭巷街道、黄桥镇、元和镇以及张家港的凤凰镇等地区;低环境敏感地主要分布在吴江市的东南部以及沿江的张家港、常熟、太仓等市昆山的巴城、陆杨等西北部乡镇.

#### 3.2 环境敏感地保护与发展建议

将苏州市土地划定为不同类型的环境敏感地,并不代表被划定的区域完全不允许任何形式的开发使用行为,而是使得一些具有特殊价值或不宜开发的资源能得到重视和保护,并规范资源正确的利用方式.苏州市环境敏感地类型多样,承担的功能不同,对区域发展的约束程度也有强有弱.具有高环境敏感程度的地表水源敏感地要严格禁止所有影响水源水质的行为,仅允许研究调查、利用与保护行为及维持水土保持、自然生态环境的防护性使用;自然保护区核心区、国家森林公园的生态保护区部分、山体、太湖沿岸 1km 区域及湿地等其它高环境敏感地区对维持保护类野生动物、稀有及濒危植物栖息地与生态系统的自然状态具有十分重要的价值,建议除保护及研究目的的行为与设施外,禁止所有改变自然状态的行为与开发建设活动;国家森林公园一般管制区与游憩区、太湖等湖泊水面等较高环境敏感地区允许进行不危害生态资源生态生产的开发活动行为,环境敏感程度较高的名城古镇核心区禁止所有改变现有状态的开发行为,地表水源的维护

表 2 各类敏感地权重分配  
Tab.2 Weights of different sensitive area

类型	权重	权重分解	
		要素	权重
地表水源敏感地	3	水源地	2.000
		水源缓冲区	1.000
生态功能敏感地	2.9	自然保护区	2.900
		湿地	2.900
		湖泊水面	2.900
环境敏感地	(10 分)	山体	2.900
		历史文化名城古镇	2.900
污染影响敏感地	1.7	排污河道	1.100
		排污河道缓冲区	0.600
优质农田敏感地	1.3	优质农田	1.300
潜在灾害敏感地	1.1	不稳定土层	0.410
		洪涝灾害	0.375
		地面沉降区	0.315

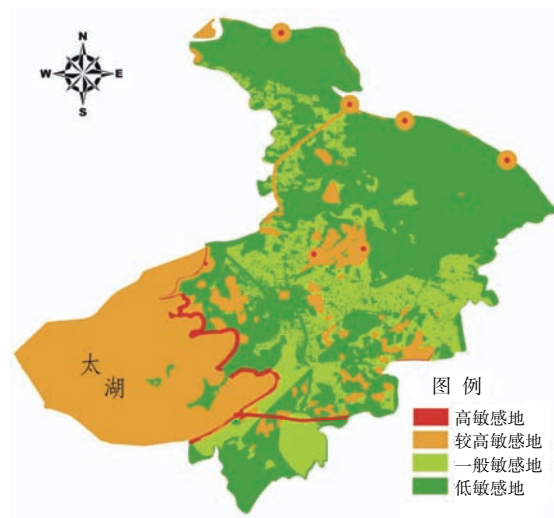


图 6 苏州市环境敏感地综合评价

Fig.6 Comprehensive evaluation of environmentally sensitive area

区仅允许不影响水源涵养、水质安全的低强度使用;名城古镇一般区及风景区等一般环境敏感地内禁止各种危害与破坏景观的行为与开发建设活动,确保自然景观与人文景观不受人类使用与开发的破坏;避免将废弃物倾倒在优良农田污染土质,禁止改变优质农田用途,严格控制优质农田数量;对于敏感程度较低的潜在地质灾害地区要进行开发建设影响评估,规划影响范围,减少灾害损失。

#### 4 结语

本文结合苏州市实际情况,将苏州市环境敏感地划分为五种类型,明确了各类环境敏感地的空间分布边界,并结合其对区域发展的约束程度给出了对应的保护与发展建议,为苏州市建设用地扩张控制、资源管理、生态保护提供了科学依据。通过苏州市环境敏感地与土地利用现状图对比发现,生态功能敏感地区域内已多处转换为建设用地,比例高达 16.5%;历史文化遗迹等生态功能敏感地多处已损害,水源地及优质农田周边大部分已转变为建设用地,潜在灾害敏感地范围内建设强度较高,资源管理和生态保护任务艰巨而沉重。

进行苏州市环境敏感地的类型划分及空间确定,明确了不同地域空间对经济建设发展的约束条件,在很大程度上能够为苏州市制定空间发展导向、明确生态保护与建设重点区域及其土地利用规划等提供科学依据。但环境敏感地划分的理论基础不够成熟,不同的区域划分的类型差异较大;环境敏感地类型划分的科学性和可靠性在很大程度上取决于对区域自然、生态等基础资料掌握的详细程度;同时,由于划定环境敏感地具有较强的专业性,在具体划定时需充分听取专家意见。因此,区域环境敏感地的划定的类型及其确定的方法有待进一步细化和深入的研究。

#### 5 参考文献

- [1] 刘新卫. 从“十一五”规划看我国土地利用严峻态势与对策建议. 国土资源情报, 2006, (8): 44-50.
- [2] 李昌峰, 高俊峰, 曹慧. 土地利用变化对水资源影响研究的现状和趋势. 土壤, 2002, (4): 191-195.
- [3] 刘勇, 刘友兆, 徐萍. 区域土地资源生态安全评价——以浙江嘉兴市为例. 资源科学, 2004, 26(3): 69-75.
- [4] Thurow C, Toner W, Erley D. Performance controls for sensitive lands: a practical guide for local administrators. Washington D.C., 1975.
- [5] Frederick S, John B. A watershed at a watershed: the potential for environmentally sensitive area protection in the upper. *San Pedro Drainage Basin*, 2000, 49: 129-148.
- [6] New Jersey Pinelands Commission. Critical areas study for the pinelands. PA: Goldon and Halpern, 1980.
- [7] 黄书礼. 生态土地使用规划. 台北: 詹氏书局, 2002.
- [8] 杨志峰, 徐俏, 何孟常等. 城市生态敏感性分析. 中国环境科学, 2002, 22(4): 360-364.
- [9] 尹海伟, 徐建刚, 陈昌勇等. 基于 GIS 的吴江东部地区生态敏感性分析. 地理科学, 2006, 26(1): 64-69.
- [10] 张艳红, 张树文. 嫩江中下游湿地生态环境敏感性分析及可持续管理对策. 水土保持学报, 2002, 16(4): 82-85.
- [11] 刘康, 欧阳志云, 王效科等. 甘肃省生态环境敏感性评价及其空间分布. 生态学报, 2003, 23(12): 2711-2718.
- [12] 潘竟虎, 董晓峰. 基于 GIS 的黑河流域生态环境敏感性评价与分区. 自然资源学报, 2006, 21(2): 267-273.
- [13] 达良俊, 李丽娜, 李万莲等. 城市生态敏感区定义、类型与应用实例. 华东师范大学(自然科学版), 2004, (2): 97-103.
- [14] 蔡鹤生, 唐朝晖, 周爱国. 地质环境质量综合评价中的敏感因子模型. 地质科技情报, 1998, 17(2): 71-75.