

基于 PSR 模型的江苏沿海大开发地区水环境安全评价 ——以盐城市为例

叶正伟^{1,2}, 孙艳丽³

(1. 江苏省环洪泽湖生态农业生物技术重点实验室, 江苏 淮安 223300;

2. 淮阴师范学院 城市与环境学院, 江苏 淮安 223300; 3. 许昌学院 城市与环境学院, 河南 许昌 461000)

摘要:水环境安全越来越成为区域经济发展的制约因素。基于 PSR 构建模型,应用 AHP 方法,对江苏沿海大开发地区盐城市的水环境安全进行了测度与评价。结果显示:2005—2010 年间,盐城市水环境趋于好转,水环境安全指数呈升高趋势,反映了人类积极响应策略的效应。在人口与 GDP 增长的压力下,工业用水量、废水排放达标率以及环保投入等方面是提高水环境安全的策略切入点。盐城市应优化水资源配置,加快产业结构调整与升级,走新型城市化与工业化道路,降低工业用水消耗,并增加环保投入与森林绿地恢复,从而降低水资源的环境风险。

关键词:PSR 模型; 水环境安全; 江苏沿海; 盐城市

中图分类号: X824

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2013)06-0197-06

Assessment on Water Environment Security in the Coastal Development Region in Jiangsu Based on PSR Model

—A Case Study in Yancheng City

YE Zheng-wei^{1,2}, SUN Yan-li³

(1. Jiangsu Key Laboratory for Eco-Agricultural Biotechnology around Hongze Lake, Huai'an,

Jiangsu 223300, China; 2. School of Urban and Environmental Sciences, Huaiyin Normal University, Huai'an, Jiangsu 223300, China; 3. Department of Urban and Environmental Science, Xuchang College, Xuchang, Henan 461000, China)

Abstract: Water environment security is a key limiting factor in the economic development. Based on the construction of Pressure-State-Response (PSR) model, water environment security is examined and assessed in Yancheng City in the coastal development region in Jiangsu by utilizing the analytic hierarchy process (AHP) weighting method. Assessment results show that there is an increasing trend of the index of the water environment security in Yancheng City, results also reveal that water environment is getting better than before which is resulted in the positive policy on the water environment. With the increasing pressure of population and the GDP increase, industrial water demand, qualified waster water discharge and investment on the environment are the key point for lowering the risk of the water environment. The risk of the water environment can be reduced by optimizing the water resource distribution, accelerating the upgrading of the industry, advancing into a new road to the urbanization and industrialization, decreasing the demand of industrial water consumption, and increasing the investment on the environment and the restoration of the forestland and the green land in Yancheng City.

Key words: PSR model; water environment security; coastal region in Jiangsu Province; Yancheng City

水资源环境安全是区域社会经济协调与健康发展的重要基础。随着人口、科技及经济的快速发展,水环境成为区域经济发展的制约因素,水资源短缺、水环境恶化和水灾害加剧等区域水安全问题越来越突出^[1-3]。水环境安全是指使水体保持足够的水量、

安全的水质条件以维护其正常的生态系统和生态功能,保障水生物有效生存,周围环境处于良好状态,使水环境系统内功能可持续正常发挥,同时能较大地满足人类生产和生活的需要,使人类自身和人类群际关系处于不受威胁的状态^[2-3]。国内外对水环境安

收稿日期: 2013-03-28

修回日期: 2013-05-02

资助项目: 国家自然科学基金重点项目(40730635); 水利部公益性行业科研专项经费项目(200901042); 教育部人文社会科学研究一般项目(10YJC790342); 江苏省教育厅高校哲学社会科学(2011SJB790005); 江苏省高校“青蓝工程”优秀青年骨干教师资助项目

作者简介: 叶正伟(1973—), 男, 安徽黄山人, 博士, 副教授, 主要从事水资源环境与环境风险方面的研究。E-mail: leafyzw@163.com

全的研究主要从水量安全、水质安全、水资源管理等方面进行,研究内容主要集中在水资源短缺、水灾害、水环境等方面^[2]。因此,水安全不仅是一个生态环境问题,也是关系到社会、经济、政治发展的重大问题,所以,在进行区域水安全研究与分析中,不仅要考虑地区的水资源状况,同时还要综合分析与之紧密相关的社会、经济、资源、环境及生态等多方面因素。

随着江苏沿海大开发战略的实施和区域经济的快速发展,水资源环境面临更大的威胁,常出现水质型、水量型缺水等水环境安全问题^[4],因此,对沿海地区水环境安全研究具有重要的意义。由此,本文以盐城市为例,对水环境安全进行测度与评价,分析水环境安全的变化规律及制约因素。

1 研究区概况

江苏沿海地区地处我国东部,包括南通、盐城、连

云港三市,该区位于我国北亚热带向暖温带过渡区,属海洋性气候,具有明显的季风特性,四季分明,雨量充沛^[5]。盐城市是江苏沿海大开发国家战略的重要城市,位于江苏沿海的中部,承南接北,其地理位置为 $32^{\circ}34'—34^{\circ}28'N$, $119^{\circ}27'—120^{\circ}54'E$ 。盐城市东临黄海,南与南通市毗邻,北与连云港接壤,西与扬州、淮安相连。多年平均降水 1 030 mm 左右,主要集中在汛期 6—9 月间,年平均气温 $15.5^{\circ}C$ ^[4,6]。盐城境内为平原地貌,地形上西北部和东南部高,中部和东北部低洼,大部分地区海拔小于 5 m,水系交错。盐城市下辖东台、大丰两个县级市和建湖、射阳、阜宁、滨海、响水 5 个县,市区下设盐都、亭湖两个区。土地总面积 14 983 km²,其中沿海滩涂面积 45.53 万 hm²。海岸线长 582 km,占全省海岸线总长度的 56%。2011 年人口 820.69 万人,地区生产总值 2 771.3 亿元^[4-6]。

表 1 盐城市水环境安全 PSR 模型指标体系及年份值

目标层	准则层	指标层	指标属性	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年
水环境安全评价	压力	GDP 年增长率(X_1)/%	正	14.3	15.1	15	13.2	13.4	13.6
		GDP(X_2)/亿元	正	1005	1174	1371	1603	1917	2333
		人均 GDP(X_3)/元	正	13529	15939	18879	22359	25553	30738
		人口(X_4)/万人	负	798.7	804.7	809.8	811.7	812.4	816.1
		人口自然增长率(X_5)/‰	负	3.76	6.37	4.82	4.69	3.31	4.24
		人口密度(X_6)/(人·km ⁻²)	负	470	474	477	478	478	481
	状态	COD 处理量(X_7)/万 t	正	7.21	7.13	6.8	6.89	6.64	6.45
		农业化肥施用量(X_8)/t	负	574293	588185	582202	594186	612203	606767
		万元 GDP 用水量(X_9)/(m ³ /万元)	负	401	371	320	303	285	237
		万元工业增加值用水量(X_{10})/(m ³ /万元)	负	69	61	48	39	37	27
		农田灌溉亩均用水量(X_{11})/m ³	负	451	442	441	438	435	423
人均水资源量(X_{12})/m ³		正	1081.9	1011.1	953.3	529.0	635.2	637.3	
水资源总量(X_{13})/亿 m ³		正	86.41	81.36	77.2	42.94	51.6	52.01	
有效灌溉面积(X_{14})/1000 hm ²		正	611.23	614.21	615.6	603.27	611.13	612.13	
城镇人均生活用水量(X_{15})/(L·d ⁻¹)		负	123	151	137.9	114	147	122	
城市化率(X_{16})/%		负	41.7	42.5	44	44.6	46.3	52.5	
响应	城镇居民恩格尔系数(X_{17})/%	负	42.1	40.9	40.7	41.4	37.6	36.3	
	R&D 经费支出占 GDP 比重(X_{18})/%	正	0.49	0.5	0.56	0.62	0.8	0.9	
	工业废水达标排放率(X_{19})/%	正	93.2	92.4	94.7	93	93.3	95.1	
	环保投入占 GDP 比值(X_{20})/‰	正	0.86	0.83	0.93	1.73	2.95	2.50	
	地表水质达标率(X_{21})/%	正	88.9	88.5	77.4	79	81	89.1	
	森林覆盖率(X_{22})/%	正	12.2	12.4	12.5	13.1	14.5	17.6	
	城市绿化覆盖率(X_{23})/%	正	38.7	38.9	39	39	39.1	39.2	
	供水能力(X_{24})/(万 t·d ⁻¹)	正	62	67	70	76	81	86	

2 评价体系与分析方法

2.1 PSR 模型指标体系的构建

20 世纪 80 年代末,政府间国际经济组织的经济合作和开发组织(OECD)与联合国环境规划署(UNEP)共同提出了环境诊断的 PSR 概念模型,即“压

力—状态—响应”模型(Pressure-State-Response, PSR)^[6-7]。PSR 模型在选取指标时采用“压力—状态—响应”这一逻辑思维方式,即人类活动对环境施加了一定的压力;由此导致环境状态发生了一定的变化;而人类社会即应当对环境的变化做出响应措施,以恢复环境质量。

本文依据 PSR 模型,构建包括水环境压力、水环境状态、水环境响应 3 个方面的指标体系,其中,水环境压力指标表征人类社会活动对水环境造成的负荷,水环境状态表示水环境的当前状态或趋势,水环境响应表征人类针对水环境问题所采取的措施^[8]。根据代表性、系统性、独立性和可操作性的原则,本研究选取 24 项评价指标,构建盐城市水环境安全评价的 PSR 模型(表 1),其中,“压力”层指标 6 项,“状态”层指标 11 项,“响应”层指标 7 项,涵盖了自然资源、生态环境和社会经济的各个方面,具有较强的代表性和适用性。

2.2 基于 AHP 的指标权重确定

本文采用层次分析法(AHP)来确定水环境安全评价指标的权重系数。AHP 方法是指标权重确定的一种有效方法^[9-10],它将相互关联的要素按隶属关系划分为若干层次,建立层次清晰的指标体系结构,建立准则层—要素层、要素层—指标层的判断矩阵。然后,利用数学方法,以及综合调查访问及专家问卷咨询,得到各层次各要素的相对重要性权重,并计算判

断矩阵的随机一致性比例,且要求一致性比例 CR 小于 0.1,最后求得各指标的综合权重(表 1)。

2.3 指标数据标准化

本文对盐城市水环境安全的研究主要基于时间序列的分析,因此,指标数据的标准化处理采用线性插值法进行^[11-13],公式如下:

$$X' = \frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \quad \text{正向指标(数值越大越安全的指标)} \quad (1)$$

$$X' = 1 - \frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \quad \text{负向指标(数值越小越安全的指标)} \quad (2)$$

式中: X ——原始值; X' ——标准化值; X_{\max}, X_{\min} ——指标时间序列最大值、最小值。

本评价体系指标中的数据时段为 2005—2010 年,各指标数据来源于相应年份江苏统计年鉴、盐城市统计年鉴、江苏省水资源公报,盐城市水资源公报。PSR 模型各指标原始值见表 1,其无量纲标准化数值见表 2。

表 2 盐城市水环境安全 PSR 模型指标标准化的年份值

目标层	准则层	指标层	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	2009 年	2010 年	
	压力	GDP 年增长率(X_1)	0.5789	1	0.9474	0	0.1053	0.2105	
		GDP(X_2)	0	0.1273	0.2756	0.4503	0.6867	1	
		人均 GDP(X_3)	0	0.14	0.3109	0.5131	0.6987	1	
		人口(X_4)	1	0.6552	0.3621	0.2529	0.2126	0	
		人口自然增长率(X_5)	0.8529	0	0.5065	0.549	1	0.6961	
		人口密度(X_6)	1	0.6364	0.3636	0.2727	0.2727	0	
水环境安全评价	状态	COD 处理量(X_7)	1	0.8947	0.4605	0.5789	0.25	0	
		农业化肥施用量(X_8)	1	0.6336	0.7914	0.4753	0	0.1434	
		万元 GDP 用水量(X_9)	0	0.1829	0.4939	0.5976	0.7073	1	
		万元工业增加值用水量(X_{10})	0	0.1905	0.5	0.7143	0.7619	1	
		农田灌溉亩均用水量(X_{11})	0	0.3214	0.3571	0.4643	0.5714	1	
		人均水资源量(X_{12})	1.0	0.9	0.8	0	0.2	0.2	
		水资源总量(X_{13})	1	0.8838	0.7881	0	0.1992	0.2086	
		有效灌溉面积(X_{14})	0.6456	0.8873	1	0	0.6375	0.7186	
		城镇人均生活用水量(X_{15})	0.7568	0	0.3541	1	0.1081	0.7838	
		城市化率(X_{16})	1	0.9259	0.787	0.7315	0.5741	0	
		城镇居民恩格尔系数(X_{17})	0	0.2069	0.2414	0.1207	0.7759	1	
		响应	R&D 经费支出占 GDP 比重(X_{18})	0	0.0244	0.1707	0.3171	0.7561	1
			工业废水达标排放率(X_{19})	0.2963	0	0.8519	0.2222	0.3333	1
环保投入占 GDP 比值(X_{20})	0.01		0	0.04	0.42	1.00	0.79		
地表水质达标率(X_{21})	0.9829		0.9487	0	0.1368	0.3077	1		
森林覆盖率(X_{22})	0		0.037	0.0556	0.1667	0.4259	1		
城市绿化覆盖率(X_{23})	0		0.4	0.6	0.6	0.8	1		
供水能力(X_{24})	0		0.2083	0.3333	0.5833	0.7917	1		

2.4 综合评价指数的确定

水环境安全评价的综合指数计算主要是利用各子指标加权求和而成^[8,13-14],其公式为:

$$S_i = \sum_{j=1}^m W_j Y_{ij} \quad (3)$$

式中: S_i ——水环境安全评价综合指数; W_j ——各指

标的权重; Y_{ij} ——各指标数据标准化后的数值。同时,采用综合指数分级方法,将水环境安全综合指数划分为 5 级:(0,0.2]为安全程度极低,(0.2,0.4]为安全程度较低,(0.4,0.6]为安全程度一般,(0.6,0.8]为安全程度较高,(0.8,1.0]为安全程度很高^[3]。

3 结果与分析

3.1 指标权重分析

采用 AHP 分析方法,得到 PSR 模型各评价指标的权重系数,见表 3。

宏观上,准则层中,压力、状态、响应三者权重的比为 0.139 6 : 0.332 5 : 0.527 8,这说明,PSR 模型中的响应层对水环境安全具有最为重要的作用与影响,其次为水环境的状态,最后为压力。

表 3 PSR 模型中各指标的权重系数

准则层	指标	权重
压力 0.1396	GDP 年增长率(X_1)	0.0320
	GDP(X_2)	0.0131
	人均 GDP(X_3)	0.0377
	人口(X_4)	0.0147
	人口自然增长率(X_5)	0.0348
	人口密度(X_6)	0.0074
	COD 处理量(X_7)	0.0559
	农业化肥施用量(X_8)	0.0221
	万元 GDP 用水量(X_9)	0.0639
	万元工业增加值用水量(X_{10})	0.0472
状态 0.3325	农田灌溉亩均用水量(X_{11})	0.0314
	人均水资源量(X_{12})	0.0204
	水资源总量(X_{13})	0.0121
	有效灌溉面积(X_{14})	0.0255
	城镇人均生活用水量(X_{15})	0.0379
	城市化率(X_{16})	0.0090
	城镇居民恩格尔系数(X_{17})	0.0072
	R&D 经费支出占 GDP 比重(X_{18})	0.0396
	工业废水达标排放率(X_{19})	0.1515
	环保投入占 GDP 比值(X_{20})	0.1387
响应 0.5278	地表水质达标率(X_{21})	0.0903
	森林覆盖率(X_{22})	0.0307
	城市绿化覆盖率(X_{23})	0.0260
	供水能力(X_{24})	0.0511

在压力指标组中,权重系数排在前三位的依次为: X_3 人均 GDP(0.037 7)、 X_5 人口自然增长率(0.034 8)和 X_1 GDP 年增长率(0.032),说明盐城市水环境安全的主要威胁来自于人类经济活动和人口增长的压力与胁迫,这也反映了江苏沿海大开发地区

的快速经济增长对水环境所造成的巨大风险。

在状态指标组中,权重系数最高的前三位依次为: X_9 万元 GDP 用水量(0.063 9)、 X_7 COD 处理量(0.055 9)和 X_{10} 万元工业增加值用水量(0.047 2),由此表明,在当前盐城市以工业化为主的快速城市化发展中,工业用水量的变化以及 COD 处理量对水环境状态具有重要的影响。同时也表明,受人类活动影响,这些工业活动的相关指标具有较大的弹性变幅,可作为水环境安全适应策略中调整产业发展的着眼点。

在响应指标组中,权重系数前三位的依次是: X_{19} 工业废水达标排放率(0.151 5)、 X_{20} 环保投入占 GDP 比值(0.138 7)、 X_{21} 地表水质达标率(0.090 3),并且,这三项指标也是所有 PSR 模型指标中权重系数最大的前三项。可见,在水环境安全中,盐城市的区域经济调整及政府职能部门对各种压力和状态所做出的响应具有更为重要的作用。

3.2 压力、状态、响应指数分析

从 PSR 模型中压力、状态、响应的各自指数变化(图 1)来看,压力指数波动较小,有微弱的升高趋势,近 6 a 中以 2010 年为最高,最低为 2008 年。由于压力指数的变化主要来自于人口以及 GDP 的相关指标变化,尤其 2010 年人均 GDP 明显偏大,意味着社会创造的财富更大,对水资源环境的压力与需求也就越大,使得盐城市水环境压力指数略趋增加。

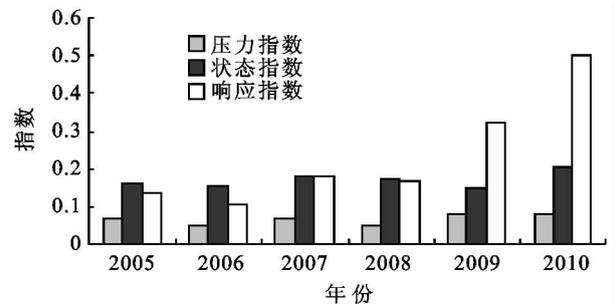


图 1 水环境安全 PSR 模型中压力—状态—响应指数变化

状态指数在近 6 a 中无显著升高过程,有一定的波动,但仍以 2010 年为最高。并且,从表 3 也可以看出,位于状态指标权重系数前三位的万元 GDP 用水量、COD 处理量和万元工业增加值用水量三者的数值在近 6 a 中有较大幅度的减少,尤其万元 GDP 用水量,由 2005 年的 401 m^3 /万元减少到 2010 年的 237 m^3 /万元,万元工业增加值用水量也由 2005 年的 69 m^3 /万元剧减到 2010 年的 27 m^3 /万元。这些指标值的减少,体现了盐城市相关政府职能部门对水环境安全整治与调控策略的显著效果,并由此减少了水资源消耗,提高了水环境的安全指数。

响应指数的变化则表现出了显著的升高趋势与增加幅度,尤其是2009年与2010年。这一变化趋势对于盐城市水环境安全具有重要的正面意义,对于有效降低水资源环境威胁,提高水环境安全指数有较大的促进作用。而结合表1中响应指标组分来看,环保投入占GDP比值在近6a有较大增加,反映了政府注重并加强环保经费的投入,其直接结果是使得工业废水达标排放率、地表水质达标率保持稳定并略有升高。而R&D经费支出占GDP比重的增加则可能通过技术改造而使工业用水量及单位工业增加值用水量有了较大程度的减少,亦提高了盐城市区域水环境安全指数。此外,森林覆盖率与城市绿地的逐步增加,也加强了森林与绿地的水土保持与净化功能,为水资源环境安全提供了重要保证。

3.3 水环境安全综合指数分析

利用AHP确定的权重与标准化数据,计算得到2005—2010年间盐城市PSR模型的水环境安全综合指数变化(图2)。从图2中可以看出,盐城市近6a来水环境安全指数呈波动上升趋势,表明水环境总体趋于好转,反映了江苏沿海地区在沿海大开发战略和“十一五”加强环境整治的治理成效。

具体变化上,水环境安全指数最低值为2006年的0.3178,而2005—2008年间水环境安全指数总体偏低且较波动,此后则持续上升,且近2a水环境安全指数具有较大增加幅度,并在2010年达到最大值。参照前述水安全评价范围阈值,近6a中仅有2007年、2009年、2010年这3a为水环境安全程度为一般及以上年份,指数分别为0.4301、0.5504、0.7875;而2005年、2006年、2008年则为安全程度较低和极低年份,其指数分别为0.3705、0.3178、0.3927。

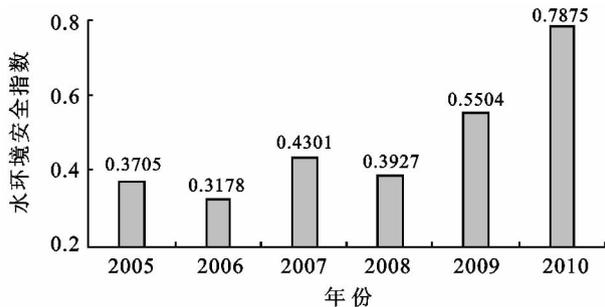


图2 盐城市水环境安全综合指数变化

综合盐城市水环境安全指数以及压力、状态、响应指数可以发现,盐城市农业活动对水资源环境产生的压力有了较大改观,表现在农田灌溉亩均用水量的急剧减少。但农业活动对水环境的污染程度却有增加趋势,表现在农业化肥施用量的增加。

而工业的迅速发展使得水资源环境的状况有较

大幅度的波动,表明其有更大的优化调整空间。工业发展是造成水环境压力的主要因素,但已受到政府部门的重视与调控,体现在对工业用水的监督管理、环保事业的投资力度加大,以及R&D经费支出比重的增加等方面,这些积极应对措施有效降低了水资源消耗,并对水环境改善起到重要调节作用。

同时,近些年来,盐城市水资源总量及人均水资源皆有所减少,如人均水资源由2005年的1081.9 m³减少到2010年的637.3 m³。在这一背景下,由于经济发展方式的调整、环保意识的增强、森林与城镇绿地覆盖率的增加,以及地表水质的改善等响应指标皆呈稳步增加态势,从而使得盐城市水环境安全指数呈现较大上升趋势。

因此,为提高盐城市水环境安全指数,降低水环境风险,水环境风险控制应当着重以下方面:首先,应当立足现有水资源与水环境条件,实施开源节流措施,提高环境准入门槛,严格控制高能耗与污染产业的发展 and 布局,减少GDP增长所带来的水资源环境压力。其次,进一步减少城镇居民用水,保证水功能区水环境质量,建立饮用水与生态用水保障体系,并且应加快产业结构调整与升级,降低工业用水消耗,从而优化水资源配置。此外,还应当增加科技投入、R&D研发及环保投入,积极推进水污染治理,并持续增加森林覆盖率与城市绿地覆盖率,保证水资源环境生态系统的良性发展,增加水土涵养与自净能力^[15]。

4 结论与建议

综合采用PSR模型和AHP方法,对江苏沿海大开发地区盐城市2005—2010年间的水环境安全进行了测度与评价。主要结论与建议如下:

(1) 盐城市水环境安全的PSR评价指标体系中,压力、状态、响应指标中权重最大的分别为人均GDP、万元工业用水量、工业废水达标排放率,反映了典型的工业经济活动对水资源环境安全的威胁。

(2) 盐城市水环境安全指数总体呈升高趋势,水环境趋于好转。PSR评价模型的压力、状态、响应指数变化上,以响应指数增幅最大,而压力、状态指数则为平稳波动特征,反映了基于工业经济发展背景下相关政府职能部门积极采取应对措施的良好效果。

(3) 为降低水环境风险,建议盐城市应立足现有水环境条件,走新型城市化与工业化道路。通过减少城镇居民用水,加快产业结构调整升级,降低用水消耗;加大科技投入与环保投入,改善水质与加强供水能力;增加森林与城市绿地覆盖,保证水环境系统的良性发展。

参考文献:

- [1] 张士锋,陈俊旭,华东,等.水资源系统风险构成及其评价:北京市为例[J].自然资源学报,2010,25(11):1855-1863.
- [2] 夏军,朱一中.水资源安全的度量:水资源承载力的研究与挑战[J].自然资源学报,2002,17(5):262-269.
- [3] 李强,杨娟,徐刚,等.泉州海岸带自然灾害易损性的模糊综合分析与评判[J].水土保持研究,2007,14(6):136-138.
- [4] 叶正伟,许有鹏,潘光波.江淮平原水网区汛期雨量与洪涝水位关系:以江苏里下河腹部地区为例[J].地理研究,2011,30(6):1137-1146.
- [5] 单树模,王庭槐,金其铭.江苏省地理[M].南京:江苏教育出版社,1986.
- [6] 叶正伟,许有鹏,徐金涛.江苏里下河地区洪涝灾害演变趋势与成灾机理分析[J].地理科学,2009,29(6):880-885.
- [7] OECD. Core set of indicators for environmental performance review. Environmental monograph No. 83 [R]. Paris: OECD,1993.
- [8] 刘焱序,李春越,任志远,等.基于 LUCC 的生态型城市土地生态敏感性评价[J].水土保持研究,2012,19(4):125-130.
- [9] Saaty TL. The Analytic Hierarchy Process [M]. USA: McGraw Hill,1980.
- [10] Maskrey A. Disaster Mitigation: A Community Based Approach[M]. Oxford: Oxfam,1989.
- [11] 赵卫权,郭跃.基于主成份分析法和 GIS 技术的重庆市自然灾害社会易损性分析[J].水土保持研究,2007,14(6):305-308.
- [12] 贾绍凤,张军岩,张士锋.区域水资源压力指数与水资源安全评价指标体系[J].地理科学进展,2002,21(6):538-544.
- [13] 崔明哲,杨凤海,李佳.基于组合赋权法的哈尔滨市耕地生态安全评价[J].水土保持研究,2012,19(6):184-187,192.
- [14] 韩宇平,阮本清.区域水安全评价指标体系初步研究[J].环境科学学报,2003,23(2):267-272.
- [15] 王千,金晓斌,周寅康.江苏沿海地区耕地景观生态安全格局变化与驱动机制[J].生态学报,2011,31(20):5903-5909.

欢迎订阅 2014 年《水土保持研究》

《水土保持研究》创刊于 1985 年,双月刊,中文版,属地球科学类期刊,主管单位为中国科学院,由中国科学院水利部水土保持研究所主办。由《中国科技论文统计源期刊》、《中国科学引文数据库统计源期刊》、《中文核心期刊要目总览》等收编。本刊为 A4 开本,272 页/期。刊号为 ISSN1005—3409,CN61—1272/P。国内邮发代号:52—211,定价 30.0 元/册。

办刊宗旨:紧密跟踪水土保持学科的发展动向,及时报道本学科前沿领域科学理论、技术创新及其实际应用研究最新成果,积极引导和推动水土保持学科和水土保持实践的发展与繁荣。

报道内容:土壤侵蚀、旱涝、滑坡、泥石流、风蚀等水土流失灾害的现状与发展动态;水土流失规律研究、监测预报技术研发成就与监测预报结果;水土流失治理措施与效益分析;水土流失地区生态环境建设与社会经济可持续发展研究;计算机、遥感工程、生物工程等边缘学科新技术、新理论、新方法在水土保持科研及其实践中的应用;国外水土流失现状及水土保持研究新动态等。

读者对象:从事水保科技研究、教学与推广的科教工作者及有关行政管理人员;国内外环境科学、地学、农业、林业、水利等相关学科科教人员及大专院校师生。

地址:陕西省杨凌区西农路 26 号《水土保持研究》编辑部

邮编:712100

电话:029—87012705

E-mail:research@ms.iswc.ac.cn

网址:http://stbcyj.paperonice.org