

城市湖泊水环境安全评价研究

Evaluation for Water Environment Security of Urban Lakes

彭晶倩 李琳 曹雯 高燕

(武汉市环境保护科学研究院 武汉 430015)

摘要 以“百湖之市”的武汉市为例,应用PSR模型构建了城市湖泊水环境安全的评价指标体系,采取层次分析法对模型进行求解,并评价其安全等级,结果表明武汉市2003至2007年5年中湖泊水环境安全状况呈现不断好转的趋势,说明近年来武汉市在治理湖泊污染、保障湖泊水环境安全中所采取的一系列对策和措施是行之有效的。

关键词 城市湖泊 水环境安全 PSR模型 武汉市

Abstract To take Wuhan City as an example, the index system, evaluating water environment security of urban lakes, was constructed using PSR model, solved with AHP, and evaluated the safety levels. The results showed that the situation of water environment security has taken on improvement trend from 2003 to 2007 in Wuhan, which proved the countermeasures on water pollution treatment and water environment security guarantee were effective.

Key words Urban Lakes Water Environment Security PSR Model Wuhan City

城市湖泊的水环境急剧恶化引起了政府和公众的广泛关注,及时准确地掌握湖泊水环境安全状况是目前亟待解决的问题。城市湖泊是指位于大中城市城区或近郊的中小型湖泊。武汉素有“百湖之市”的美誉,水面面积占全市面积的25.8%,具有优越的水资源条件,是长江中下游地区典型的依水而建的大中型城市,城市湖泊水环境安全直接影响城市的经济发展和社会和谐。为此2002年武汉市在全国率先出台了《武汉市湖泊保护条例》。该条例实施以来武汉市的湖泊水环境质量是否得到改善、目前湖泊水环境处于什么状况,本文阐明了湖泊水环境安全评价体系,结合武汉市近5年的统计数据实例研究。

1 城市湖泊水环境安全评价体系

城市湖泊水环境安全问题已十分凸显,但如何评价其安全性,为政府决策和预警提供量化的技术支持成为湖泊水环境安全亟待解决的瓶颈之

一。目前对于湖泊水环境安全的评价还没有比较成熟统一的评价体系。

本文采用经合组织(OECD)与联合国环境规划署(UNEP)共同提出的环境指标PSR概念模型,即压力(pressure)—状态(state)—响应(response)模型^(1,2)。PSR概念模型充分体现了人类与环境之间的相互作用关系,广泛应用于各类环境生态评价体系中。

1.1 城市湖泊水环境安全指标体系构建

武汉市目前正在对湖泊的水体功能进行调整,但就目前的情况看绝大多数湖泊已经不再作为饮用水水源,因此影响湖泊水环境安全的主要因素是生活、农业及工业污染。本文针对城市湖泊这一特定水体,围绕城市湖泊水环境安全的内涵及要素,在充分考虑指标选取的科学性、目的性、实用性以及数据可得性的原则下,构建适合城市湖泊的水环境安全指标体系见表1。

表 1 城市湖泊水环境安全指标体系

目标层	准则层	指标层	单位
城市湖泊水环境安全压力层	城市湖泊水环境安全压力层	人均用水量	m ³
		万元 GDP 用水量	m ³
		万元工业增加值用水量	m ³
		生活污水排放总量	亿 t
		农田灌溉亩均用水量	m ³
城市湖泊水环境安全状态层	城市湖泊水环境安全状态层	水质达到Ⅲ类以上标准的湖泊占监测湖泊数的比例	%
		水质劣于Ⅳ类标准的湖泊占监测湖泊数的比例	%
		呈富营养状态的湖泊占湖泊总数的比例	%
		湖泊养殖面积	hm ²
		农药施用量	t
城市湖泊水环境安全响应层	城市湖泊水环境安全响应层	污水处理厂日处理能力	万 m ³ ·d ⁻¹
		城市生活污水集中处理率	%
		生活垃圾无害化处理率	%
		污染源治理资金总额	万元
		工业废水排放达标率	%

三个准则层每个层次选取 5 个最具代表性的指标。其中压力层选取了对湖泊水环境安全最具威胁的 5 个方面(人口增长、经济发展、工农业及城市生活对湖泊所造成的压力负荷)。状态层选取了湖泊水质、富营养化程度、湖泊养殖面积和农药施用量 5 个指标来表征湖泊所呈现的状态。响应层选取了污水处理厂日处理能力、生活污水集

中处理率、生活垃圾无害化处理率、污染源治理资金以及工业废水排放达标率 5 个方面反映湖泊治理与保护中所采取的对策与措施。

1.2 城市湖泊水环境安全评价方法

根据表 1 所述指标体系,以武汉市为评价对象,选取 2003 至 2007 连续 5 年的统计数据对武汉市湖泊的水环境安全进行评价,见表 2。

表 2 武汉市 2003 ~ 2007 年湖泊数据统计

指标层	单位	权重	2003	2004	2005	2006	2007
人均用水量	m ³	0.065	536	532	458	451	439
万元 GDP 用水量	m ³	0.034	250	212	164	143	116
万元工业增加值用水量	m ³	0.017	359	276	223	204	149
生活污水排放总量	亿 t	0.126	3.7449	3.817	3.97	4.09	4.07
农田灌溉亩均用水量	m ³	0.009	465	556	396	455	429
水质达到Ⅲ类以上标准的湖泊占监测湖泊数的比例	%	0.201	17.2	17.2	21.7	12.9	17.8
水质劣于Ⅳ类标准的湖泊占监测湖泊数的比例	%	0.104	82.8	63.8	75	62.9	64.4
呈富营养状态的湖泊占湖泊总数的比例	%	0.054	56.9	60.4	56.7	61.2	64.6
湖泊养殖面积	hm ²	0.027	41207	41212	41205	41320	50380
农药施用量	t	0.014	7113	7640	7736	10442	9468
污水处理厂日处理能力*	万 m ³ ·d ⁻¹	0.176	53	58	79	159	159
城市生活污水集中处理率	%	0.091	21.2	33.6	37	71.1	76
生活垃圾无害化处理率	%	0.012	59	67.78	67.73	67.98	85.7
污染源治理资金总额	万元	0.024	47201.4	67276	68199	84320.2	72381.84
工业废水排放达标率	%	0.047	90.42	93.43	95.64	98.61	98.75

注:数据来自《武汉市水资源公报》、《武汉市环境公报》和《武汉统计年鉴》;污水处理厂处理的污水包括生活污水和部分工业废水。

本文采用综合指数评价法对城市湖泊水环境安全进行评价,先利用极差标准化方法对所有指标进行归一化处理,后通过层次分析法(AHP)对各

指标赋予相应的权重,最后计算综合指数^[3]见表 3。

表 3 武汉市 2003 ~ 2007 年湖泊水环境安全综合指数

综合指数	2003	2004	2005	2006	2007
城市湖泊水环境安全压力指数	0.131	0.118	0.137	0.102	0.130
城市湖泊水环境安全状态指数	0.192	0.265	0.334	0.154	0.212
城市湖泊水环境安全响应指数	0.000	0.063	0.116	0.333	0.342
城市湖泊水环境安全综合指数	0.322	0.446	0.588	0.589	0.684

表3中综合指数的评价等级,本文参考区域生态安全的评价方法^[4],将综合指数分为5个评判等级。综合指数在 $[0,0.2]$ 之间,安全级别为I级,安全状况为恶劣状态;综合指数在 $[0.2,0.4]$ 之间,为II级较差状态;综合指数在 $[0.4,0.6]$ 之

间,为III级一般状态;综合指数在 $[0.6,0.8]$ 之间,为IV级为良好状态;综合指数在 $[0.8,1]$ 之间,为V级理想状态。根据这一评判标准,武汉市2003~2007年城市湖泊水环境安全级别及安全状态见表4。

表4 武汉市2003~2007年湖泊水环境安全状态

评价等级	2003	2004	2005	2006	2007
城市湖泊水环境安全级别	II	III	III	III	IV
城市湖泊水环境安全状态	较差状态	一般状态	一般状态	一般状态	良好状态

从表4看出武汉市2003至2007年5年中湖泊水环境安全状况呈现不断好转的趋势,从2003年较差状态,转变为2007年的良好状态。

1.3 城市湖泊水环境安全评价结果分析

为了更直观地显示结果,将表3的计算结果绘制成图,见图1。

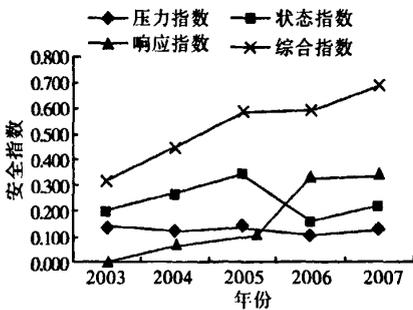


图1 武汉市2003~2007年湖泊水环境安全指数

从图1中看出2003~2007年间武汉市湖泊水环境安全压力指数变化不大,说明武汉市这5年的经济发展和城市活动对城市湖泊造成的压力负荷基本没有减弱,保持相对平稳态势。而湖泊水环境安全状态指数变化比较明显,尤其从2005至2006年,湖泊环境所呈现的状态急剧下降,这与湖泊水质下降、富营养化程度加深密切相关。与此形成鲜明对比的是湖泊水环境安全相应指数从2005至2006年显著上升,明显起到保障湖泊水环境安全的作用,这说明在此期间武汉市在湖泊治理和保护上所采取的一系列措施取得了良好的成效,切实保障了武汉市的湖泊水环境安全。

从武汉市湖泊水环境安全评价结果看出,近年来武汉市湖泊的水环境状况仍然十分严峻,水质污染严重、富营养化程度不断加深仍然是武汉市湖泊的“硬伤”。但同时也清晰地看到武汉市在治理湖泊污染中所采取的一系列措施是行之有效的,在保障湖泊水环境安全上起到了至关重要的

作用。

2 结论

社会经济的发展给“百湖之市”的武汉造成了巨大湖泊水环境安全压力,也因此导致了湖泊污染严重、水质恶化、富营养化程度加深等湖泊水环境安全问题,然而近年来武汉市在治理湖泊污染、保障湖泊水环境安全中所采取的一系列对策和措施是行之有效的。这些对策主要包括四个方面,一是法规护湖,出台《武汉市湖泊保护条例》,编制《武汉市中心城区湖泊保护规划》等,使得武汉市的湖泊治理与保护工作有据可依,也为执法部门的依法护湖创造了有利条件;二是工程护湖,武汉市从2006年开始实施“清水入湖”工程,彻底截断排污口,并加快建设污水处理厂和水网改造,从源头治理湖泊;三是生态护湖,从2002年开始,武汉启动汉阳地区六湖连通工程,引江灌湖,改善湖泊水质,2008年又启动了“大东湖”生态水网工程,构建生态水网湿地群,让江湖相济;四是管理护湖,武汉市因地制宜调整农业产业结构,改进原有的湖泊养殖方式,以自然放养方式取代经营性养殖和网箱养殖,控制渔业生产规模,有效降低了农业生产和养殖对湖泊环境造成的影响。这些对策也值得其他城市学习和借鉴。

参考文献

- 解振华. 国家环境安全战略报告[M]. 北京:中国环境科学出版社, 2005.
- 吴舜泽. 国家环境安全评估报告[M]. 北京:中国环境科学出版社, 2006.
- 彭晶倩, 李琳, 熊玉, 等. 武汉市城市环境安全评价初探[J]. 环境科学与技术, 2009, (6C):457-462.
- 左伟, 王桥, 王文杰, 等. 区域生态安全评价指标与标准研究[J]. 地理学与国土研究, 2002, 18(1):67-71.