

苏敬华. 崇明生态岛生态环境评价及指标优化分析 [J]. 广东农业科学, 2018, 45 (10): 159-165.

崇明生态岛生态环境评价及指标优化分析

苏敬华

(上海市环境科学研究院, 上海 200233)

摘要: 崇明岛拥有良好的生态环境和丰富的自然资源, 是上海可持续发展的储备空间。基于 PSR 模型构建了一套包含 1 目标 3 要素 22 项评价指标的崇明岛生态环境评价指标体系, 并通过将评价指标归一化处理和各要素层指数权重计算, 得出崇明生态环境指数。结果表明: 在崇明生态岛建设行动计划的实施下, 崇明岛生态环境指数从 2008 年的 0.57 增长至 2015 年的 0.91, 增幅达 60%, 生态岛建设进程从启动阶段进入发展阶段并逐步向完善阶段过渡, 环境保护成效显著, 可持续健康发展模式已经形成。同时, 在分析评估近几年环境状况的基础上, 对 6 项评价指标进行优化研究, 以期更科学准确地反映崇明岛生态环境质量, 为崇明岛生态文明建设提供依据。

关键词: 崇明生态岛; 生态环境; 指标体系; 生态环境指数; 指数分析; 驱动因子分析; 优化分析

中图分类号: X821

文献标识码: A

文章编号: 1004-874X (2018) 10-0159-07

Ecological environment evaluation and index optimization analysis of Chongming Eco-island

SU Jing-hua

(Shanghai Academy of Environmental Sciences, Shanghai 200233, China)

Abstract: Chongming Island has a good ecological environment and abundant natural resources, which is the reserve space of sustainable development in Shanghai. Based on the PSR model, this paper constructed Chongming island ecological environment evaluation index system, which contained 1 target, 3 elements and 22 evaluation indexes. Chongming island ecological environment index was obtained by the normalization of evaluation index and the weight calculation of each factor layer. Results show that, due to the implementation of Chongming ecological island construction plan, Chongming island ecological environment index showed a trend of increased from 0.57 by 2008 to 0.91 by 2015, the growth rate reached 60%, and ecological island construction process gradually tend to reach perfection, environmental protection had achieved remarkable results, and the sustainable and healthy development mode had been formed. In addition, the index optimization analysis provided data support and policy suggestion for Chongming ecological civilization construction, which based on environmental evaluation in recent years.

Key words: Chongming Eco-island; ecological environment; index system; ecological environment index; index analysis; driver analysis; optimization analysis

崇明岛具有良好的生态环境、丰富的土地空间、多样化的自然生物资源等优势, 是 21 世纪上海可持续发展的重要战略空间, 对长三角、长江流域乃至全国的生态环境和生态安全具有重要的意义。随着上海长江隧桥工程的正

式通车以及越江设施的加快完善, 为崇明岛带来巨大发展机遇, 但也给生态环境保护、发展方式转变等带来新的考验^[1-3]。为合理规范生态岛建设行为, 有效把握生态岛建设进程, 2010 年上海市人民政府发布了《崇明生态岛建设纲

收稿日期: 2018-06-14

基金项目: 上海市环保局重点科研项目 (沪环科 2017-25); 上海市科委科技专项 (15dz1208100)

作者简介: 苏敬华 (1984-), 女, 硕士, 工程师, E-mail: sujh@saes.sh.cn

要（2010—2020年）》，明确提出在崇明生态岛建设过程中，要把生态保护和环境建设放在更加突出的位置，并要求做好生态环境的预警监测和跟踪评估工作^[4]。为此，上海市环保局会同市规土局、市水务局、市绿化市容局、市发改委和崇明区环保局等部门共同编制了《崇明生态岛生态环境预警监测评估方案》，实现对崇明生态岛建设过程的跟踪监测、科学评估和预警预报，及时反映崇明生态岛建设的基本情况和工程进度，以保障生态岛建设重点行动的顺利实施。

崇明世界级生态岛建设是一个长期、动态发展的过程，近期崇明内外部环境快速变化，给生态岛建设提出了更高标准和要求，因此其发展目标的设定与建设成效的考量应体现动态优化，以保持其前瞻性和先进性^[5]。本文先从崇明岛生态环境质量现状入手，再依据生态环境指标体系对近几年的环境状况进行分析，最后在此基础上对指标进行优化研究，更好地体现崇明生态岛建设的新内涵和新价值，对崇明生态岛建设水平和质量的提升也具有积极作用，为崇明生态岛建设成就提供系统、可靠的科学评估结果和依据，对促进上海可持续发展具有重大意义。

1 材料与方 法

1.1 研究区域生态环境概况

崇明岛坚持将生态保护、恢复和重建放在优先突出位置，以“生态型现代化”的发展建设模式，不断强化生态环境建设基础能力，形成了全覆盖的监管网络^[6-7]。此外，崇明在有效控制建设用地比例的同时，其生态格局不断优化，生态价值逐步提升，以“水、土、林、滩”为重点的生态系统保育工作取得了显著的成效。

1.1.1 环境质量现状 (1) 地表水。崇明岛地表水环境质量总体稳定，18个骨干河道监测点位以及3个镇村级河道监测点位的各项水质监测指标年平均均值均基本保持国家Ⅲ类功能要求。此外，随着饮用水集约化工作的推进，饮用水水源地水质达标率有了质的飞跃，2015年崇明岛饮用水源地总体水质达标率达到95%以上（图1）。

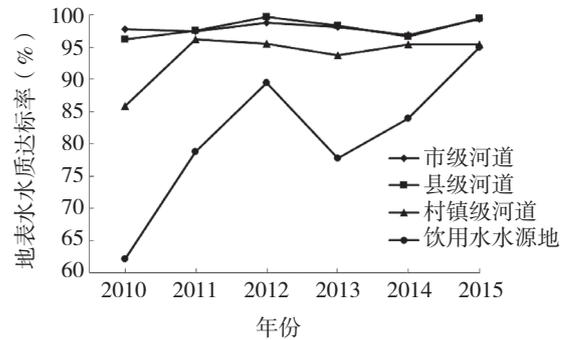


图1 2010—2015年崇明岛水环境质量

(2) 空气。从环境空气质量来看，尽管总体上呈区域趋同的趋势，但崇明的环境空气质量持续优于全市平均水平，2015年崇明全年空气质量指数（Air Quality Index, AQI）优良率为74.8%，而上海市平均水平为70.7%（图2）。

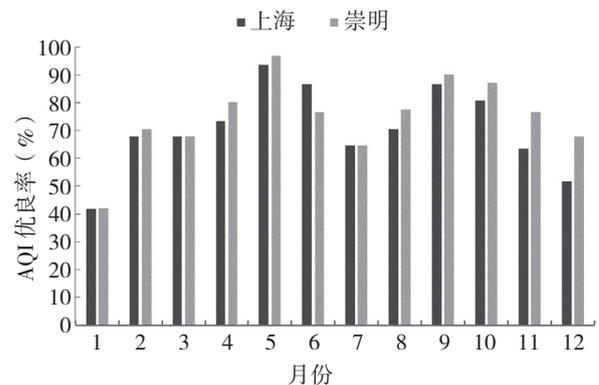


图2 2015年崇明岛及上海的AQI比较

(3) 噪声。崇明功能区环境噪声均达到相关功能区标准，但道路交通噪声由于隧桥车流量的不断上升，夜间超标现象有上升趋势。

(4) 土壤。崇明岛耕地面积占岛域总面积50%左右，基本保持农耕经济特征，是上海农产品的主要生产区。2015年根据农田土壤环境质量调查结果，崇明农田土壤内梅罗指数小于0.7，属清洁状态，农田土壤环境质量总体处于较好水平。

1.1.2 生态服务功能 崇明岛是上海市重要生态空间，主要包括林地生态系统、农田生态系统、淡水湿地生态系统以及滩涂湿地生态系统。其中，农田与淡水湿地生态系统面积占上海的比例均超过30%，为全市提供了农产品供给、气候调节、水源涵养、土壤保育、生物多样性保护、

景观生态等一系列重要的生态服务功能,且其重要性不断增加,已成为城市重要的生态安全屏障。经初步估算,崇明岛以不足上海市 20% 的国土面积,提供了约 40% 的生态资产(实物量)和约 50% 的生态服务功能(图 3,封三)。

1.2 研究方法

1.2.1 指标体系构建 参考国内外专家、学者的研究成果^[8-14],本研究基于“压力-状态-响应(P-S-R)”模型建立崇明岛生态环境指标体系,该模型着眼于人类与环境之间的相互作用,将环境指标进行分类,从而系统地展现指标之间的关系^[15]。结合崇明岛生态环境现状,并遵循科学性、代表性、系统性、层次性和可操作性原则^[16],按递阶层次构建评价指标体系,主要分为 3 个层次,分别为目标层、要素层和指标层:目标层呈现崇明生态岛生态环境的综合状态;要素层呈现崇明生态岛生态环境的要素构成,即评价维度,设置环境压力指标(P)、环境质

量指标(S)、环境调控指标(R),分别对应于压力、状态、响应 3 个评价维度;指标层则是对各要素层的具体内容进行细节呈现^[8, 11]。最终形成 1 目标 3 要素 22 项评价指标的崇明生态岛生态环境指标体系,具体框架内容见表 1。

1.2.2 评价方法 (1)评价指标归一化处理(三级指数)。根据指标现状值、最差值与最优值,逐项对指标进行数据归一化处理,计算得出指标归一化值,并作为三级指标指数。

$$C = 1 - \frac{R_g - R_n}{R_g - R_b}$$

式中, C 为每个三级指标的归一化值,若 $C > 1$,则令 $C=1$,若 $C < 1$,则令 $C=0$; R_g 为三级指标的最优值,即《崇明生态岛建设纲要(2010—2020年)》公布的崇明生态岛建设指标 2020 年目标值; R_b 为三级指标的最差值,按照生态岛建设最低可接受的原则确定; R_n 为三级指标的现状值。

表 1 崇明岛生态环境指标体系框架

目标层	要素层	指标层
崇明岛生态环境指标体系	环境压力(P)	单位 GDP 综合能耗 P_1 (标煤, t/万元)
		COD/ 氨氮排放总量 P_2 (万 t)
		化肥施用强度 P_3 (kg/hm ²)
		公众对环境的满意率 P_4 (%)
	环境质量(S)	API 达到一级天数 S_1 (d)
		风景旅游区空气负氧离子浓度 S_2 (个/cm ³)
		骨干河道水质达到Ⅲ类水域比例 S_3 (%)
		饮水水源地水质达标率 S_4 (%)
		区域环境噪声达标率 S_5 (%)
		农田土壤质量内梅罗指数 S_6
		达到全球生物种群数量 1% 的物种数 S_7 (种)
	环境调控(R)	主要农产品中绿色、有机食品认证比例 R_1 (%)
		城镇污水集中处理率 R_2 (%)
		园区外污染行业工业企业占比 R_3 (%)
		生活垃圾资源化利用率 R_4 (%)
		畜禽粪便资源化利用率 R_5 (%)
		农作物秸秆资源化利用率 R_6 (%)
		森林覆盖率 R_7 (%)
		人均公共绿地面积 R_8 (m ²)
		生态保护地面积比例 R_9 (%)
		自然湿地保有率 R_{10} (%)
		实绩考核环保绩效权重 R_{11}

(2) 要素层指数 (二级指数)。分别对三级指标指数进行算术平均, 计算得到 3 个要素的二级指数。二级指数包括环境压力指数、环境质量指数和环境调控指数。其中, 环境压力指数表示生态环境对人类和社会经济活动的承载能力, 指数越大, 说明环境容载能力越高, 环境压力越小; 环境质量指数表示生态环境与资源环境质量情况, 指数越高, 说明生态环境质量越好; 环境调控指数表示政策法规管理措施的响应程度, 指数越高, 说明环境调控水平越高。

$$B_i = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m C_{i,k}$$

式中, m 为二级指标个数, B_i 为二级指标指数值, $C_{i,k}$ 为第 i 个二级指标领域下的三级指标归一化值。

(3) 崇明生态环境指数 (CMEEI, 一级指数)。对各要素层指数按权重进行计算, 得到

崇明生态环境指数。该指数综合反映了崇明生态岛建设总体进程和建设水平, 指数越高, 说明距离生态岛理想目标值越接近。

$$CMEEI = \sum_{i=1}^3 B_i V_i$$

式中, $CMEEI$ 为生态环境指数; B_i 为第 i 个要素指数; V_i 为第 i 个要素的权重值, 其中 $\sum_{i=1}^3 V_i = 1$, 由专家打分法确定, 具体步骤为: 选择有较高权威且人数适当的专家组, 向专家提供背景资料, 通过匿名方式征询专家的意见, 对专家意见进行统计、处理、分析和归纳后, 将统计结果反馈给专家, 专家再进行相应修正, 经过多轮匿名征询和意见反馈, 形成最终分析结论进而确定专家权重。此外, $CMEEI$ 指数的高低与生态环境建设的进程呈正相关性, 可以通过对指数进行分级划分, 从而判断崇明生态环境建设的不同阶段, 分级标准见表 2。

表 2 崇明岛生态环境指数分级标准

阶段	CMEEI	指数表征
准备阶段	0~0.40	表述崇明生态环境建设处于初始准备阶段, 经济发展以传统较粗放的发展模式为主, 环境保护措施刚刚实施, 成效尚未显现, 民众环境意识较低
启动阶段	0.40~0.60	表述崇明生态环境建设开始起步, 发展模式开始从传统向低耗、低排、高效的方向转变, 环境保护措施成效初现, 民众生态意识开始得到提升
发展阶段	0.60~0.90	表述崇明生态环境建设处于发展阶段, 生态环境建设取得阶段性成果, 经济发展开始迈上了良性可持续发展的轨道, 民众的环境意识得到较大程度的提升
完善阶段	0.90~1.00	表述崇明生态环境建设接近现代化生态岛初步框架的要求, 环境保护成效显著, 可持续健康发展模式已经形成, 民众环境意识较高

2 结果与分析

2.1 崇明岛生态环境指数分析

根据崇明生态环境建设指标体系, 以 2008 年为基准年、2013—2015 年为评价年、2020 年为目标年, 分析近期崇明岛生态环境建设进程, 历年归一化值计算结果见表 3, 评价结果见表 4。从表 4 可以看出, 2008—2015 年崇明生态环境指数 $CMEEI$ 在 0.57~0.91 之间, 变化趋势见图 4。从图 4 可以看出, 2008 年处于生态环境建设启动阶段, 且即将进入发展阶段, 2013、2014 年进入发展阶段, 并向完善阶段过渡, 2015 年基本进入完善阶段。经过前后数据比对, 2015 年生态环境指数比 2008 年增长近 60%, 可见, 自

近年崇明生态岛建设行动计划实施以来, 其生态环境建设已取得明显成效。

从崇明生态岛生态环境指数评价体系各要素层指数来看, 2008—2015 年的数据总体上有所提升, 环境压力指数和环境质量指数均从发展阶段过渡至完善阶段, 环境调控指数从启动阶段过渡至发展阶段, 且接近于完善阶段。从 22 项指标指数分布情况来看, 截至 2015 年, 已有 15 项指标达到了完善阶段, 6 项指标位于发展阶段, 1 项指标位于启动阶段, 无指标位于准备阶段; 而 2008 年有 8 项指标处于准备阶段, 2 项处于启动阶段, 7 项进入发展阶段, 5 项达到完善阶段 (表 5)。需要注意的是, 虽

表 3 崇明岛生态环境指标归一化值

要素	指标	2008年	2013年	2014年	2015年	2020年	
环境压力 (P)	单位 GDP 综合能耗	0.83	1.00	1.00	1.00	1.00	
	COD/氨氮排放总量	0.29	0.84	0.76	0.84	1.00	
	化肥施用强度	0.33	0.78	0.76	0.78	1.00	
	公众对环境的满意率	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
环境质量 (S)	API 达到一级天数	0.50	0.60	0.79	0.75	1.00	
	风景旅游区空气负氧离子浓度	0.37	0.76	0.96	1.00	1.00	
	骨干河道水质达到Ⅲ类水域比例	0.91	1.00	1.00	1.00	1.00	
	饮水水源地水质达标率	0.13	0.86	0.93	1.00	1.00	
	区域环境噪声达标率	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
	农田土壤质量内梅罗指数	0.97	1.00	1.00	1.00	1.00	
	达到全球生物种群数量 1% 的物种数	0.40	0.70	0.70	0.80	1.00	
	环境调控 (R)	主要农产品中绿色、有机食品认证比例	0.16	1.00	1.00	1.00	1.00
		城镇污水集中处理率	0.39	0.92	0.94	0.94	1.00
		园区外污染行业工业企业占比	0.00	0.83	0.87	0.90	1.00
生活垃圾资源化利用率		0.13	0.33	0.36	0.40	1.00	
畜禽粪便资源化利用率		0.75	0.87	0.88	0.91	1.00	
农作物秸秆资源化利用率		0.80	0.86	0.88	0.89	1.00	
森林覆盖率		0.67	0.72	0.73	0.77	1.00	
人均公共绿地面积		0.60	1.00	1.00	1.00	1.00	
生态保护地面积比例		0.74	0.92	0.92	0.93	1.00	
自然湿地保有率		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
实绩考核环保绩效权重	0.64	1.00	1.00	1.00	1.00		

表 4 崇明岛生态环境指数评价结果

年份	环境压力 指数	环境质量 指数	环境调控 指数	生态环境指数 (CMEEI)
2008	0.61	0.61	0.53	0.57
2013	0.91	0.85	0.86	0.86
2014	0.88	0.90	0.87	0.88
2015	0.90	0.94	0.89	0.91
2020	1.00	1.00	1.00	1.00

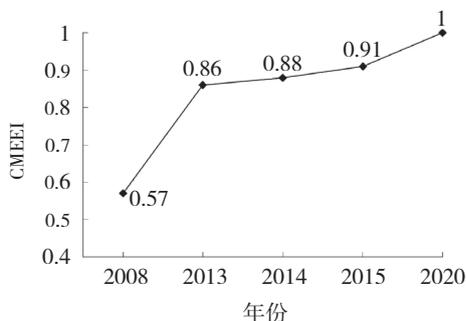


图 4 崇明岛生态环境指数变化趋势

然生活垃圾资源化利用率的指数一直在缓慢增长,但距离 2020 年的要求还相差甚远。在“环保三年行动计划”滚动实施期间,电视、广播、崇明报等新闻媒体应进行广泛宣传,增加市民垃圾分类意识,积极推行垃圾分类,提高生活垃圾资源化利用率。因此,崇明生态岛建设仍然需要继续努力,力争在 2020 年前完成所有预定目标。

表 5 崇明岛生态环境指数评价结果

阶段	CMEEI	各阶段相应指标数			
		指标数 (项)			
		2008年	2013年	2014年	2015年
准备阶段	0~0.40	8	1	1	0
启动阶段	0.40~0.60	2	0	0	1
发展阶段	0.60~0.90	7	10	8	6
完善阶段	0.90~1.00	5	11	13	15

2.2 崇明岛生态环境指数变化驱动因子分析

2.2.1 环境压力驱动因子 COD/氨氮排放量表征污染排放程度。崇明通过实施环境准入,严格执行“批项目、核总量”制度,强化污染企业监督管理;通过工业污染减排、产业结构调整 and 加强生活污染末端治理,淘汰落后的产能设备和企业;通过不断完善各污水处理厂地配套管网建设工程,扩大污水收集覆盖范围,提升污水纳管处理率;通过加强联合核查的力度,确保污水处理厂设施稳定运行,发挥减排效益。目前,该指标由 2008 年的 0.29 攀升至 2015 年的 0.84,且均达到 2015 年目标。

2.2.2 环境质量驱动因子 饮用水水源地水质达标率,饮水安全问题关系到广大人民的日常生活和社会的可持续发展^[17]。2012 年,围绕崇明饮用水水源地安全,将《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)Ⅲ类功能区标准作为评价标准,对涉及崇明岛的 21 家水厂进行水质监控。同时,崇明加快推进供水集约化“一库四厂”建设,按照崇明岛域供水专业规划和供水集约化实施方案,城桥、陈家镇两座水厂已建成投入使用并已切换东风西沙水库原水,堡镇、崇西两座水厂也即将通水切换,2015 年底全部完成崇明本岛供水集约化工作,饮用水水源地水质达标率为 95%,指标从 2008 年的 0.13 快速

增长到 2015 年的 1.00,提前达到 2020 年目标。

2.2.3 环境调控驱动因子 (1) 城镇污水集中处理率。按照《崇明岛域供水与污水处理系统专业规划》,崇明加快了污水收集管网的建设,目前已建设污水管道 21.3 km,扩大污水收集范围,并加强行业管理,提高处理率,积极发挥各污水处理设施的有效作用。2015 年城镇污水处理率达到 85%,指标由 2008 年的 0.39 增长到 2015 年的 0.94,达到 2015 年目标。

(2) 人均公共绿地面积。公共绿地是岛内景观的一部分,也是岛内生态资源的一部分。崇明岛积极推进公共绿地建设,并对各乡镇的公共绿地养护管理工作开展巡查,做到发现问题及时整改,使乡镇的绿地整体面貌有质的飞跃和量的稳步增加,人均公共绿地面积达到 20.79 m²,指标由 2008 年的 0.60 迅速增至 2013 年的 1.00 并维持不变,达到 2015 年目标。

2.3 评价指标优化分析

崇明生态岛指标体系行动是在崇明生态岛建设期间统筹政府间相关关系、统筹社会经济与环境发展之间相互关系、统筹人与自然关系的重要举措。作为评价指标,需要与时俱进、不断优化,才能更科学准确地反映崇明生态岛生态环境质量。根据崇明生态岛建设及数据收集整理过程中存在的问题,针对 6 项指标进行优化(表 6)。

表 6 崇明岛生态环境类指标优化调整汇总

优化指标	目标值 (2020 年)	优化建议	具体优化措施
饮用水水源地水质达标率	> 95	调整统计口径; 调整 2020 年目标	由于近年崇明岛供水集约化进程的加快推进,统计口径调整为东风西沙水源地;同时,依据国家最低控制标准,将崇明岛 2020 年饮用水水源地水质达标率上调为 95% 以上
万元 GDP 综合能耗	0.35	调整 2020 年目标	根据该指标现状,将 2020 年目标值要求提高,调整为 0.35
AQI 优良率	78	指标调整	根据环保部发布的《环境空气质量标准》(GB3095-2012)和《环境空气质量指数(AQI)》(HJ633-2012),AQI 达到一级天数指标调整为 AQI 优良率,2020 年目标为 78%
环境功能区达标率	100	指标调整	区域环境噪声达标率的指标调整后,将应进一步针对不同功能区进行评价,更具客观性,执行《上海市环境噪声标准适用区划(2011 年修订)》
化肥施用强度	250	建议删除	主要农产品绿色食品、有机食品认证比例首先要求化肥、农药使用强度的降低,因此,化肥施用强度指标与该指标具有较强相关性 ^[18-20] ,建议将该指标删除
园区外污染行业工业企业占比	< 1	建议删除	2015 年,崇明的园区外污染行业企业基本已经全部搬迁到园区内,园区外污染行业企业数很少,该指标指示作用下降,表征意义不大,建议删除

3 结论与讨论

3.1 崇明岛不断巩固环境优势, 地表水环境质量、环境空气质量和土壤环境质量均处于较好水平; 生态格局不断优化, 生态服务功能逐步提升, 成为城市重要的生态安全屏障, 崇明东滩承载了上海超过 70% 以上的水鸟种群数量, 是具有全球意义的生物多样性保护区域。

3.2 2008、2013、2014 和 2015 年崇明岛生态环境指数分别为 0.57、0.86、0.88 和 0.91, 崇明岛生态环境建设进程从启动阶段逐步进入发展阶段, 并不断向完善阶段过渡, 表明崇明生态岛建设行动计划的实施取得明显成效。

3.3 生态岛建设是一项系统、持久的重大工程, 需要循序渐进、巩固提升、动态发展^[21]。经过多年的实践检验, 现有的指标体系发挥了较好的作用, 取得了显著的成效。但随着生态科技的不断进步和生态岛建设进程动态变化, 个别指标在内涵标准、统计口径等方面发生了变化, 个别指标则随着生态岛建设成效的显著提升指导意义有所下降^[5]。本研究结果表明, 经济社会发展、政策环境转变、科学技术进步等外部环境的变化都会对生态岛建设提出新的要求, 从而对崇明岛生态环境类指标体系做出对应的调整, 动态优化生态岛生态环境类指标和目标, 引领崇明向建设世界级生态岛的目标持续迈进。

参考文献:

- [1] 阮俊杰, 苏敬华, 王卿, 等. 政策驱动下的城市生态空间变化研究——以崇明岛为例[J]. 生态经济, 2016, 32(12): 155-158.
- [2] 彭颖, 向明勋. 借鉴国际经验推进崇明世界级生态岛建设[J]. 科学发展, 2016, 96(11): 53-57.
- [3] 马涛, 任文伟. 崇明生态岛经济指标体系框架研究[J]. 长江流域资源与环境, 2010, 19(S2): 1-5.
- [4] 刘丹, 陆卫国. 崇明岛生态环境预警监测评估体系建设现状与思考[J]. 环境与可持续发展, 2015, 40(1): 173-174.
- [5] 刘明星, 曾刚, 尚勇敏, 等. 新区域主义视角下崇明生态岛建设评价[J]. 资源开发与市场, 2017, 33(5): 549-558.
- [6] 崇明区发改委. 建设崇明生态岛的总体战略[EB/OL]. http://www.cmx.gov.cn/HTML/DefaultSite/shcm_xxgk_ghjh_stdjsgy/2010-01-21/Detail_10351.htm, 2015-05-11.
- [7] 陈光华. 崇明生态岛环境监测预警体系现状及完善途径[J]. 安徽农学通报, 2018, 24(11): 67-68.
- [8] 李林潼, 舒英格. 基于 P-S-R 模型的贵州省土地资源生态安全评价[J]. 广东农业科学, 2015, 42(6): 116-121.
- [9] 吴颖婕. 中国生态城市评价指标体系研究[J]. 生态经济, 2012(12): 52-56.
- [10] Székács A. Environmental and ecological aspects in the overall assessment of bioeconomy [J]. Journal of Agricultural & Environmental Ethics, 2017, 30(1): 1-18.
- [11] 刘素荣, 杨会苗. 资源型城市生态环境评价指标体系研究——基于大数据发展背景[J]. 经济论坛, 2017(2): 135-139.
- [12] Wang C, Zhao H. The assessment of urban ecological environment in watershed scale [J]. Procedia Environmental Sciences, 2016, 36(6): 169-175.
- [13] 韩书成, 熊建华, 李丹. 珠三角城市群土地生态安全评价指标体系研究[J]. 广东农业科学, 2016, 43(2): 83-88.
- [14] 柏超, 陈敏, 肖荣波, 等. 广东省生态环境胁迫综合评价研究[J]. 广东农业科学, 2014, 41(6): 144-148.
- [15] 王敏, 熊丽君, 黄沈发, 等. 崇明生态岛建设的生态环境指标体系研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2010, 20(3): 341-344.
- [16] 陈晓丹, 车秀珍, 杨顺顺, 等. 经济发达城市生态文明建设评价方法研究[J]. 生态经济, 2012(7): 52-56.
- [17] 李文攀, 朱擎, 李东一, 等. 集中式饮用水水源地水质评价方法研究[J]. 中国环境监测, 2015, 31(1): 24-27.
- [18] 赵欢, 王文华, 李剑, 等. 绿色食品生产中施肥存在的问题和对策探讨[J]. 现代化农业, 2013, 110(9): 13-14.
- [19] 吕文秀. 正确认识生产绿色食品与施用化肥、农药的关系[J]. 吉林农业, 2012(7): 84.
- [20] 奚振邦. 正确认识绿色食品、有机食品与化肥[J]. 农贸科技, 2002, 8(4): 5-7.
- [21] 马涛, 陈家宽. 建设崇明世界级生态岛的新探索[J]. 生态经济, 2011(3): 176-179.