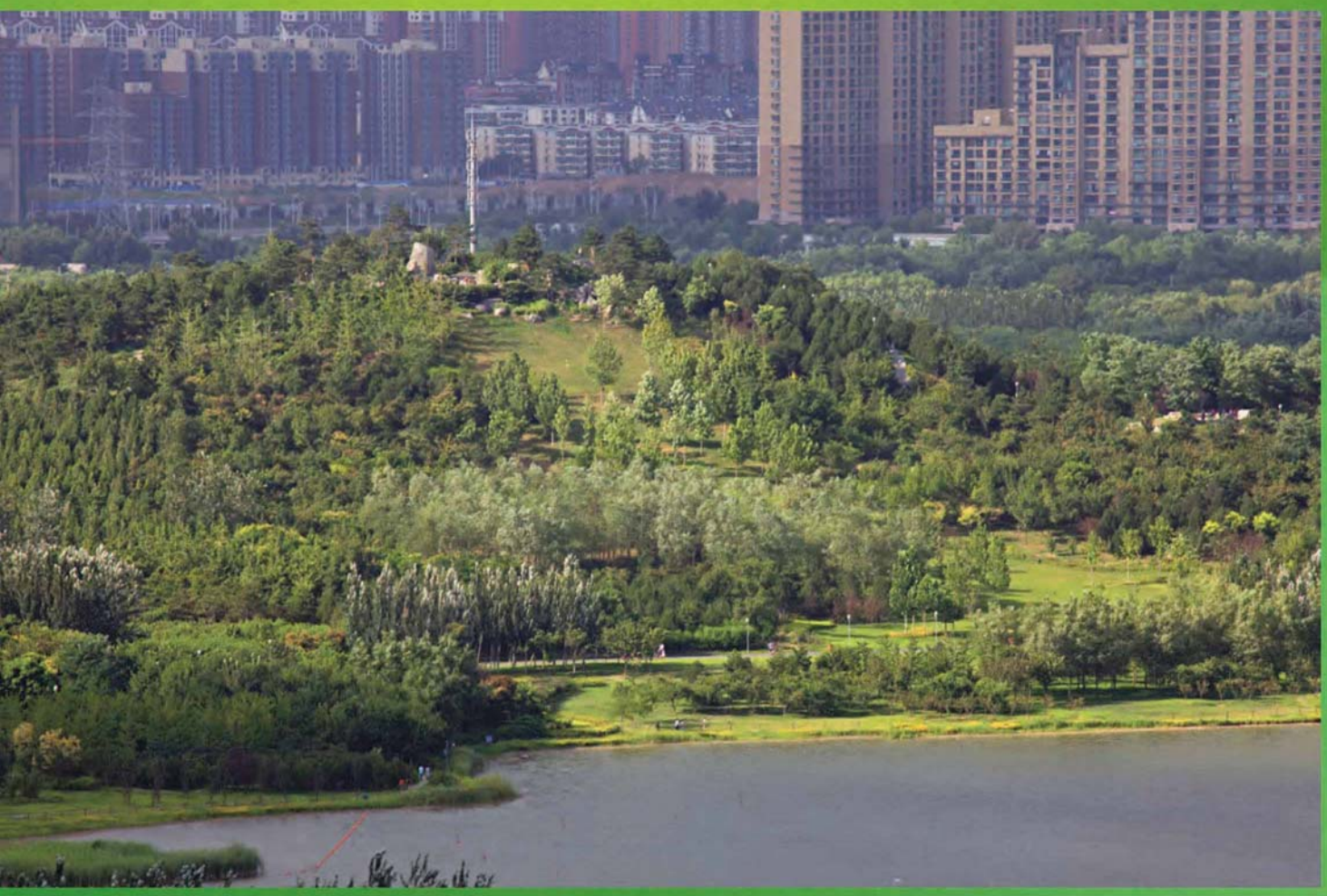
ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第 34 卷 第 1 期 Vol.34 No.1 2014

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心 主办
科学出版社 出版

中国科学院科学出版基金资助出版

生 态 学 报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 34 卷 第 1 期　　2014 年 1 月　(半月刊)

目　　次

卷首语：复杂与永续……（ Ⅰ ）

前沿理论与学科综述

城市复合生态及生态空间管理 …… 王如松,李　锋,韩宝龙,等（ 1 ）

海洋生态系统固碳能力估算方法研究进展 …… 石洪华,王晓丽,郑　伟,等（ 12 ）

城市生态系统灵敏度模型评述 …… 姚　亮,王如松,尹　科,等（ 23 ）

城市生活垃圾代谢的研究进展…… 周传斌,徐琬莹,曹爱新（ 33 ）

个体与基础生态

胶州湾生物-物理耦合模型参数灵敏度分析 …… 石洪华,沈程程,李　芬,等（ 41 ）

渤海湾大型底栖动物调查及与环境因子的相关性 …… 周　然,覃雪波,彭士涛,等（ 50 ）

生物扰动对沉积物中污染物环境行为的影响研究进展 …… 覃雪波,孙红文,彭士涛,等（ 59 ）

种群、群落和生态系统

密云水库上游流域生态系统服务功能空间特征及其与居民福祉的关系 … 王大尚,李屹峰,郑　华,等（ 70 ）

长岛自然保护区生态系统维护的条件价值评估 …… 郑　伟,沈程程,乔明阳,等（ 82 ）

海岛陆地生态系统固碳估算方法 …… 王晓丽,王　媛,石洪华,等（ 88 ）

景观、区域和全球生态

区域生态文明建设水平综合评估指标 …… 刘某承,苏　宁,伦　飞,等（ 97 ）

基于生境质量和生态响应的莱州湾生态环境质量评价 …… 杨建强,朱永贵,宋文鹏,等（105）

1985 年以来黄河三角洲孤东海岸演变与生态损益分析 …… 刘大海,陈小英,徐　伟,等（115）

基于复合生态系统理论的海洋生态监控区区划指标框架研究 …… 徐惠民,丁德文,石洪华,等（122）

我国环境功能评价与区划方案 …… 王金南,许开鹏,迟妍妍,等（129）

资源与产业生态

生态产业园的复合生态效率及评价指标体系 …… 刘晶茹,吕　彬,张　娜,等（136）

我国农业生态效率的时空差异…… 程翠云,任景明,王如松（142）

内蒙古半干旱生态脆弱矿区生态修复耦合机理与产业模式 …… 陈玉碧,黄锦楼,徐华清,等（149）

基于物质流分析方法的生态海岛建设研究——以长海县为例 …… 陈东景,郑　伟,郭惠丽,等（154）

再生(污)水灌溉生态风险与可持续利用 …… 陈卫平,吕斯丹,张炜铃,等（163）

基于流域单元的海湾农业非点源污染负荷估算——以莱州湾为例…… 麻德明,石洪华,丰爱平（173）

集约用海对海洋生态环境影响的评价方法 …… 罗先香,朱永贵,张龙军,等 (182)

城乡与社会生态

基于生态系统服务的城市生态基础设施:现状、问题与展望…… 李　锋,王如松,赵　丹 (190)
北京城区道路系统路网空间特征及其与 LST 和 NDVI 的相关性 …… 郭　振,胡　聃,李元征,等 (201)
基于复合生态功能的城市土地共轭生态管理 …… 尹　科,王如松,姚　亮,等 (210)
重庆市森林生态系统服务功能价值评估 …… 肖　强,肖　洋,欧阳志云,等 (216)
渤海湾港口生态风险评估 …… 彭士涛,覃雪波,周　然,等 (224)
达标污水离岸排海末端处置技术研究综述 …… 彭士涛,王心海 (231)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 238 * zh * P * ￥90.00 * 1510 * 28 * 2014-01

封面图说:北京奥林匹克公园——在高楼林立的大城市中,办公楼、居民区、学校、路网系统、公园以及各种水泥、沥青硬路面和树木、绿草地、土面、水面等等组成了复杂多样的城市生态景观,居住着密集的人口并由于人们不断的、强烈的干预,使这个城市生态系统显得尤其复杂而又多变。因此,系统复杂性及灵敏度是困扰城市生态系统研究和管理的重要因素,建立灵敏度模型是致力于解决城市规划管理中的复杂性问题的有效方法,网状思维与生物控制论观是其核心,也是灵敏度模型的思想基础。图为北京中轴线北端被高楼簇拥着的奥林匹克公园的仰山和龙型水系。

彩图及图说提供:陈建伟教授　北京林业大学　E-mail:cites.chenjw@163.com

DOI: 10.5846/stxb201312102923
王金南,许开鹏,迟妍妍,王晶晶,张箫,陆军,王夏晖.我国环境功能评价与区划方案.生态学报,2014,34(1):129-135.
Wang J N,Xu K P,Chi Y Y,Wang J J,Zhang X,Lu J,Wang X H.The environmental function assessment and zoning scheme in China.Acta Ecologica Sinica,2014,34(1):129-135.

我国环境功能评价与区划方案

王金南,许开鹏*,迟妍妍,王晶晶,张 箫,陆 军,王夏晖
(环境保护部环境规划院环境区划中心,北京 100012)

摘要:我国地区间自然环境和社会经济发展差异悬殊,主体发展功能和环境功能定位各不相同。从环境功能的角度出发,统筹考虑各环境要素,建立基于环境功能区划的环境管理制度具有重要的理论和现实意义。采用 RS 与 GIS 技术的空间评价方法,构建了基于环境功能评价和主导因素法的环境功能区划技术体系,在对全国自然生态环境及社会经济发展科学评估的基础上,充分衔接现有的相关区划与规划,明确全国环境功能区划方案。国土面积的 53.2%划为自然生态保留区和生态功能保育区,为国民经济的健康持续发展提供生态安全保障;国土面积的 46.8%划为食物环境安全保障区、聚居环境维护区和资源开发环境引导区,主要从事农业生产、城镇化和工业化开发以及资源开发利用,是国民经济和社会发展活动的主要集中地区,重点维护人群健康。环境功能区划是改变环境保护目标制定和考核中"一刀切"现象的基础性研究,实行环境分区管理和分类指导,促进实现环境保护管理战略转型。

关键词:环境功能;区划技术;区划方案;环境管理

The environmental function assessment and zoning scheme in China

WANG Jinnan, XU Kaipeng*, CHI Yanyan, WANG Jingjing, ZHANG Xiao, LU Jun, WANG Xiahui
Center for Environmental Zoning, Chinese Academy for Environmental Planning, Beijing 100012, *China*

Abstract: The differences in natural environment and social economic development between regions are distinct, and the main development features and environmental function orientation are all different. From the perspective of environmental function, planning as a whole to consider all environmental elements, building environmental management system based on environmental function division has important theoretical and practical significance. This study presents the connotation of environment function. Environment function is the overall definition of the elements of the environment, and its constructed system for human beings existence, human beings lives and production. The environment function includes two parts: protect natural ecological security and maintain health human living environment. According to the connotation of environment function, this study creates an evaluation index system of environmental function from three categories: protect natural ecological security, maintain health human living environment and supporting capacity of regional environment. This study constructed environmental function division technology system based on environmental function evaluation and leading factor method with RS and GIS technologies. On the basis of scientific assessment of natural environment and social economy development, fully join existing relevant zonings and planning, it established the scheme of environmental function zoning in China. The result showed that: there were 53.2% of the land areas divided into natural reserving zone and ecological functional conservation zone, to provide ecological security of the national economy sustainable development. In addition, there were 46.8% of the land areas divided into food provided environment security zone, living environment maintenance zone and resources development environment constraint zone. These zones are mainly engaged in agricultural production,

基金项目:国家环境保护公益性行业科研专项(2012467044,201309063);环境保护部环境功能区划专项(1441101800044)
收稿日期:2013-10-10; **修订日期**:2013-12-10

* 通讯作者 Corresponding author.E-mail: xukp@caep.org.cn

urbanization and industrialization development and resources development and utilization. Additionally, they are mainly concentrated areas of national economic and social development, and the key of environmental function is to maintain population health. Among environmental management measures for different types of zones, "management according to law, mandatory protection" was insisted on the natural ecological reserved zone, according to various kinds of area protection law, mandatorily protect this zone. Ecological function conservation zone carried on the "conservation priorities, maintain pressure, moderate development". Development should not affect the ecological function of the tourism industry. However, restricting large-scale industrialization and urbanization, and controlling the development intensity are necessary in this zone. The food provided environment security zone implemented "protect base and safety development". Started at ensuring the environmental security of agricultural product, and then carried out appropriate industrial and coastal development and construction, and promoted the orderly urbanization. Settlements environment maintenance zone carried out that "people-oriented, optimizing the development", guided optimization of the layout of the development and construction, promoted coordinated economic and social development and ecological environment. Resources development environment constraint zone implemented that "advance planning, orderly development", it focused on the long-term development of economy and society, regulated various resources development order, and improved resource used efficiency. Environmental function zoning is the basic research of changing of "one size fits all" phenomenon during the environmental protection goal formulation and examination, and it can be used for the controlling the environmental quality and total quantity of pollutant emission, as well as provided the evidence for the policy of industrial environment to implement the access of different functional zones. To implement environmental regionalized management and classified guidance, environmental function zoning is benefit of promoting strategic transformation of environmental protection management.

Key Words: environmental function; zoning method; zoning scheme; environmental management

我国地域辽阔,不同地区的资源环境条件和经济社会发展水平差异较大。"瑷珲—腾冲"线以东地区国土面积约占全国的 40%,但集中分布了全国90%以上的人口,而且东部水资源较为丰富,经济社会发展水平较高,人口密度大,矿产资源和能源短缺,西部矿产和能源资源丰富,人口分布稀疏,但水资源相对短缺,经济社会发展水平相对落后。自然地理条件和经济社会发展水平的差异,使全国生态环境问题呈现出较强的空间差异性,亟需构建差异化的环境管理机制。

分区管理是国际上常用的环境管理手段[1-3],为遏制水环境质量继续下降,对流域进行分区管理实施水环境综合防治,成为水环境管理的主要手段[4-9]。根据土壤养分的空间变异性和空间自相关性进行管理分区的划分,为农田土壤管理提供科学依据[10-11]。环境各要素实行分区管理已成为国际上常用的环境管理手段[12-17],在我国,大气功能区划、水功能区划、海洋功能区划、水土流失治理区划、生态功能区划等各类环境保护和治理区划的相继出台和实施,为环境保护与生态建设提供科学依据。然而,各要素区划对社会、经济、环境的综合考虑不足,各专项规划、区划间的有效衔接不够,环境保护的统筹指导作用有限。社会、经济、自然三个子系统有着各自的结构、功能和发展规律,但它们各自发展又相互制约,在分区管理中,社会、经济、自然三个系统不能割裂开来,应作为一个统一的整体,即社会-经济-自然复合生态系统[18-20]来进行研究。因此,从社会-经济-自然复合生态系统的角度,针对不同区域的自然环境特征,综合环境各要素统筹考虑,实施"分类指导、分区推进"的环境管理战略,开展环境分区管理研究具有重要意义。

1 相关概念与体系

1.1 环境功能的内涵

环境功能是指环境各要素及其构成的系统为人类生存、生活和生产所提供的环境服务的总称,包括保障自然生态安全和维护人居环境健康两个方面。一方面保障与人体直接接触的各环境要素的健康,即维护人居环境健康;一方面保障自然系统的安全和生态调节功能的稳定发挥,构建人类社会经济活

动的生态环境支撑体系,即保障自然生态安全。

1.2　环境功能区的内涵

环境功能区是按照国家主体功能定位,依据不同地区在环境结构、环境状态和环境服务功能的分异规律,分析确定不同区域的主体环境功能,并据此确定保护和修复的主导方向、执行相应环境管理要求的特定空间单元。

1.3　环境功能区划体系

环境功能区划按照空间尺度分为全国和地方两个层面。全国环境功能区划在国家尺度上对全国陆地国土空间及近岸海域进行环境功能分区,明确各区域的主要环境功能,分区提出维护和保障主要环境功能的总体目标和对策,并对水、大气、土壤和生态等专项环境管理提出管控导则。地方人民政府根据全国环境功能区划的总体部署划分省(区域、流域)级环境功能区划和市级环境功能区划。地方环境功能区划,结合本辖区环境管理需求,细化和落实国家环境功能区划和省级主体功能区划的总体要求,明确区域内水、大气、土壤、生态等环境要素的管控措施。

2　研究方法

2.1　环境功能评价指标体系构建

根据环境功能的内涵,从保障自然生态安全、维护人群环境健康和区域环境支撑能力角度出发,构建环境功能综合评价指标体系,见表 1。由生态系统敏感性指数、生态系统服务功能重要性指数等两大类指标来表征自然生态安全类指数,由人口聚集度指数、经济发展水平指数等两大类指标来表征人群健康维护类指标,由环境容量指数、环境质量指数、污染物排放指数、可利用土地资源指数、可利用水资源指数来表征区域环境支撑能力指数。

表 1　环境功能评价指标体系

Table 1　Index system of environmental function assessment

一级指标 First class index	二级指标 Second class index	三级指标 Third class index
自然生态安全类指数 Natural security index (P_1)	生态系统敏感性指数(d_1)	沙漠化敏感性
		土壤侵蚀敏感性
		石漠化敏感性
		盐渍化敏感性
	生态系统服务功能重要性指数(d_2)	水源涵养重要性
		土壤保持重要性
		防风固沙重要性
		生物多样性保护重要性
人群健康维护类指数 Health maintenance index(P_2)	人口集聚度指数(c_1)	人口密度
		人口流动强度
	经济发展水平指数(c_2)	人均 GDP
		GDP 增长率
区域环境支撑能力指数 Regional environmental support capacity index(K)	环境容量指数(b_1)	大气环境容量
		水环境容量
		承载能力
	环境质量指数(b_2)	大气环境质量
		地表水环境质量
		土壤环境质量
	污染物排放指数(b_3)	水污染物排放指数
		大气污染物排放指数
	可利用土地资源指数(b_4)	可利用土地资源
	可利用水资源指数(b_5)	地表水可利用量
		地下水可利用量
		已开发利用水资源量
		入境可开发利用水资源潜力

2.2 环境功能评价方法

在环境功能评价指标体系的基础上,对每一个空间单元的 9 项指标进行标准化分级打分,将分项指标项综合归纳为一个综合指数(A)。根据环境功能综合评价指标,每个评价单元都相应的有一个环境功能综合评价值,反应了环境功能的空间分异规律。

环境功能综合评价指数(A)计算方法如下:

$$A = KP_2 - P_1$$

式中,P_1为区域保障生态安全类指数;P_2为区域维护人群健康类指数;K 为区域环境支撑能力指数。

2.2.1 自然自然生态安全类指数

保障自然生态安全是指保障区域自然系统的安全和生态调节功能的稳定发挥,可用生态系统敏感性指数和生态系统重要性指数描述。保障自然生态安全指数(P_1)计算方法如下:

$$P_1 = \mathrm{Max}\{[d_1],[d_2]\}$$

式中,d_1为生态系统敏感性指数,包括土壤侵蚀敏感性、沙漠化敏感性、土壤盐渍化敏感性和石漠化敏感性等评价因子。d_2为生态系统服务功能重要性指数,包括生物多样性保护、土壤保持、水源涵养、防风固沙等重要性评价因子。

2.2.2 人群健康维护类指数

维护人群环境健康是指保障与人体直接接触的各环境要素的健康,可用人口集聚度和经济发展水平描述区域经济社会发展状况以及对维护人群环境健康方面环境功能的需求程度;维护人群环境健康指数(P_2)计算方法如下:

$$P_2 = \sqrt{\frac{1}{2}([c_1]^2+[c_2]^2)}$$

式中,c_1为人口集聚度,通过人口密度和人口流动强度等指标进行评价;c_2为经济发展水平,通过人均地区 GDP 和地区 GDP 的增长比率等要素进行。

2.2.3 区域环境支撑能力指数

经济社会发展所需的区域环境支撑能力可用环境容量指数、环境质量指数、区域污染排放指数、可利用土地资源指数和可利用水资源指数描述维护人群环境健康方面环境功能的供给程度。区域环境支撑能力系数(K)计算方法如下:

$$K = f\left(\frac{\mathrm{Min}\{[b_1],[b_2],[b_3]\}}{\mathrm{Max}\{[b_4],[b_5]\}}\right)$$

式中,b_1为环境容量,通过大气环境容量和水环境容量等因素进行评价;b_2为环境质量,通过区域的大气环境质量、水环境质量和土壤环境质量进行评价;b_3为污染排放指数,选择大气污染物排放压力和水污染物排放压力等要素进行评价;b_4为可利用土地资源,选择后备适宜建设用地的数量、质量、集中规模等要素进行评价;b_5为可利用水资源,选择水资源丰度、可利用数量及利用潜力等要素进行评价。

2.3 环境功能分区技术流程

在环境功能评价指标和综合评价的基础上,环境功能分区技术分为四个步骤。一是根据环境功能综合评价结果,从保障自然生态安全和维护人居环境健康两大类环境功能的角度,初步划分出两个大类,即生态功能保育区和聚居环境维护区。区域环境功能综合评价指数越高的地区环境功能越偏向于维护人群环境健康,反之则偏向于保障自然生态安全。当环境功能评价综合指数大于 1.0 时,原则上划分为维护人居环境健康的区域,即聚居环境维护区;当环境功能评价综合指数小于-0.3 时,原则上划分为保障自然生态安全的区域,即生态功能保育区。二是采用主导因素法,考虑全国食物安全保障的重要性,根据国家重点建设的优势农产品主产区划分食物环境安全保障区,也就是说,食物环境安全保障区与其他区域相重叠时,要优先划分为食物环境安全保障区。三是根据主导因素法,对相关部门现有分区进行归整,依次识别环境功能类型区。综合考虑对评价单元具有重要影响的主导因子以及相关的国家政策、规划等,通过选取决定不同类型环境功能区形成的主导因素,划分自然生态保留区、生态功能保育区、食物环境安全保障区、聚居环境维护区和资源开发环境引导区,对评价结果进行修正,提出环境功能区划备选方案。四是将环境功能区划备选方案与主体功能区规划、农业区划、海洋功能区划、土地利用总体规划等相关区划与规划相衔接,进行总体复核和调整,确定环境功能区划方案。

3 结果与分析

3.1 环境功能综合评价结果

根据环境功能综合指数评价结果,在辽中南、胶东半岛、长江中游地区、成渝地区、福建沿海地区初步形成了人口规模集聚的态势,武汉为核心的长江

中游地区、郑洛卞为核心的中原地区、长株潭及湘赣铁路沿线、西安为核心的关中地区、徐淮鲁南地区以及天山北麓中段、南梧西江走廊等,初显了人口集聚分布的趋向。我国西南、中部的一些山地和丘陵集中的地区经济发展水平较低,与我国贫困人口的分布状况具有一定的相似性。内蒙古东部、黄土高原、新疆西部、秦巴山地、三江源、西南山地等地区是全国生态系统服务功能极重要的区域,约占国土面积的 25.8%。西北与华北地区的许多地区为沙漠化和盐渍化极敏感区,黄土高原多水土流失极敏感区,青藏高原的许多地区为冻融侵蚀极敏感区,西南山地多石漠化和水土流失极敏感区,东部沿海地区多盐渍化极敏感区,生态极敏感区约占全国国土面积的 22.6%。

3.2　我国环境功能区划方案

基于环境功能评价结果,结合区域自然环境、社会经济特征和区域间相互关系,确定了全国环境功能区划空间方案。国土面积的 53.2%划为自然生态保留区和生态功能保育区,构建了我国生态安全格局,为国民经济的健康持续发展提供了生态保障;国土面积的 46.8%划为食物环境安全保障区、聚居环境维护区和资源开发环境引导区,主要从事农业生产、城镇化和工业化开发以及资源开发利用,是人口主要分布区,是国民经济和社会发展活动的主要集中地区,重点维护人群健康。

表 2　全国环境功能区划表

Table 2　Scheme of environmental function zoning

类型区 Types of zones	面积/万 km^2 Area	占全国比例/% Proportion	管控方向 Control requirements
自然生态保留区 Natural ecological reserved zone	227.2	23.8	依法实施强制性保护,禁止开发活动。控制人类干扰,保留潜在环境功能
生态功能保育区 Ecological function conservation zone	280.7	29.4	维护水源涵养、水土保持、防风固沙和生物多样性保护功能稳定
食物环境安全保障区 Food provided environment security zone	216.2	22.6	保障国家主要粮食生产地、畜牧产品产地、淡水渔业产品产地、近岸海水产品产地环境安全
聚居环境维护区 Settlements environment maintenance zone	162.6	17	经济发展和环境保护协调的先导示范区域,提高集聚人口能力,保障环境质量不降低,加大环境治理改善环境质量
资源开发环境引导区 Resources development environment constraint zone	69.6	7.2	控制资源开发对周边区域环境功能的影响

自然生态保留区总面积约 227.2 万 km^2,占国土面积约 23.8%,包括依法设立的各级、各类保护区域,国家级自然保护区、国家级风景名胜区、世界文化自然遗产、国家森林公园和国家地质公园等区域,以及沙漠、荒漠、高海拔地区等人口稀少,当前不具备开发条件,作为保障国家永续发展的环境区域。坚持“依法管理、强制保护”,根据各类保护区域的法律规定,实行强制性保护。

生态功能保育区总面积约 280.7 万 km^2,占国土面积约 29.4%,包括大小兴安岭森林生态功能区、黄土高原丘陵沟壑水土保持生态功能区、塔里木河荒漠化防治生态功能区、秦巴生物多样性生态功能区等重点生态功能区。坚持“保护优先、有保有压、适度发展”,发展不影响生态功能的旅游等产业,限制大规模的工业化和城镇化开发,控制人类活动开发强度。

食物环境安全保障区总面积约 216.2 万 km^2、占国土面积约 22.6%,包括东北平原、黄淮海平原、长江流域、汾渭流域等粮食主产区,内蒙古、新疆、西藏、青海、四川等省(自治区)肉用牛羊、奶牛等养殖区,以及各大江河湖泊沿岸、海岛县、半海岛县和南海诸岛等地区。坚持“保障基本、安全发展”,以保障农业生产环境安全为基本出发点,适度进行工业和海岸线的开发建设,有序推进城镇化进程。

聚居环境维护区总面积约 162.6 万 km^2,占国土面积约 17%,主要包括国家环境保护模范城市、国家生态建设示范区等,工业化和城镇化发展较快、生态环境压力较大、资源和环境问题逐渐显现、总体上环境承载力较强、生态环境尚未遭到严重破坏的地区,以及大气污染的重点治理区、重金属污染防治的全

国重点防控区、土壤环境保护规划的土壤污染防控重点区域等。坚持“以人为本、优化发展”,以保障人居环境健康为根本出发点,引导人类开发建设活动的优化布局,促进经济社会与生态环境协调发展。

资源开发环境引导区总面积约 69.6 万 km^2,占国土面积约 7.2%,主要包括鄂尔多斯盆地、新疆、山西、西南、东北等化石能源地区,攀枝花西部钒钛矿、滇黔磷矿、包头铁稀土矿、柴达木盐矿、河南铝土矿及钼矿、河北铁矿、长江中下游铜铅锌锡钨矿、鞍本铁矿等重要矿产资源勘查开发基地以及长江三峡、西南诸河上游等水能资源富集地区。坚持“规划先行、有序发展”,着眼于经济社会的长远发展,制定资源开发利用规划,规范各类资源的开发秩序,提高资源利用效率。

4 结论与讨论

环境功能区划是环境管理走向源头控制、精细化管理的一项基础性环境制度,是提升环境服务功能、促进国土空间高效协调可持续开发的重要措施,为保障空间开发秩序规范、空间开发结构合理,提供环境支撑和基础保障。本文采用 RS 与 GIS 技术的空间评价方法,构建了基于环境功能评价和主导因素法的环境功能区划技术体系,在对全国自然生态环境及社会经济发展科学评估的基础上,充分衔接主体功能区规划、农业区划、海洋功能区划、土地利用总体规划等相关区划与规划,明确全国环境功能区划方案。分区方案表明,国土面积的 53.2%划为自然生态保留区和生态功能保育区,为国民经济的健康持续发展提供生态安全保障,国土面积的 46.8%划为食物环境安全保障区、聚居环境维护区和资源开发环境引导区,是国民经济和社会发展活动的主要集中地区,重点维护人群健康。环境功能区划是改变环境保护目标制定和考核中“一刀切”现象的基础性研究,为进一步将环境质量目标、污染物排放总量控制以及产业准入环境政策落实到不同环境功能区提供了依据。本文采用的技术方法是充分考虑数据资料可得性,基于现有资料和目前认识的探索性研究,研究所得的基本认识和方法,可为地方省市环境功能区划研究提供科学依据和参考。

References:

[1] Miller D, DE R G. Integrated environmental zoning. Journal of the American Planning Association, 1996, 62(3): 372-379.

[2] Li Y M, Zeng W L, Zhou Q X. Research progress in water eco-functional regionalization. The Journal of Applied Ecology, 2009, 20(12): 3101-3108.

[3] Xu K P, Huang Y F, Shi L. The analysis of existed zoning and its enlightenment for environment function zoning. Environmental Protection, 2010, 14: 17-20.

[4] Brady D J. The watershed protection approach. Water Science and Technology, 1996, 33(4/5): 17-21.

[5] National Research Council. New strategies for America′s watersheds. Washington DC: National Academy Press, 1999: 1-36.

[6] Westervelt J D. Simulation modeling for watershed management. New York: Springer, 2001: 1-4.

[7] Meng W, Zhang Y, Zheng B H. Study of aquatic ecoregion in Liao River Basin. Acta Scientiae Circumstantiae, 2007, 27(6): 911-918.

[8] Yang P J, Wu W Z, Meng W, Zhou F, Liu Y, Zhang Y, Zheng B H, Hu C, Li X. Ecosystem management oriented water environmental function zoning at watershed scale-Hun River Basin as a case study. Acta Scientiae Circumstantiae, 2007, 27(6): 944-952.

[9] Sun X Y, Zhou Q X. Primary study of freshwater ecoregionalization in China. Acta Scientiae Circumstantiae, 2010, 30(2): 415-423.

[10] Li X, Pan Y C, Ma J Y, Zhao C J, Ji H. Soil nutrients-based zoning for management of precision agriculture. Acta Pedologica Sinica, 2007, 44(1): 14-20.

[11] Guo Y, Tian Y F, Wu H H, Shi Z. Zoning of soil management based on multi-surces data and fuaay-K means. Acta Pedologica Sinica, 2013, 50(3): 441-447.

[12] Zhang H Y. The preliminary conception of environmental function zoning framework system in China. Environmental Protection, 2009, 2: 7-10.

[13] Wang J N, Zhang H Y, Jiang H Q. Discussion of environmental function zoning system in China. Environmental Protection, 2010, 10: 29-33.

[14] Bai Y, Zheng H, Ou Yang Z Y, Xu W H, Jiang B, Fang Y. Ecological function regionalization of Haihe River basin. The Journal Of Applied Ecology, 2011, 22(9): 2377-82.

[15] Yu X Y, Li JX, Zhang X L. The Researches on Integrating Water Function Zones and Water Environmental Function Zones Basing HaiNHD in Hai River Basin. River Basing Research and Planning Approach, 2009, 2: 252-256.

[16] Fu B J, Liu G H, Lu Y H, Chen L D, Ma K M. Ecoregions and ecosystem management in China. International Journal of sustainable development and world ecology, 2004, 11(4): 397-409.

[17] Yang A M, Tang K W, Wang H, Cheng J H. Eco-hydrological

regionalization in China. Journal of Hydraulic Engineering, 2008, 39(3): 332-338.

[18] Ma S J, Wang R S. The social-economic-natural complex ecosystem. Acta Ecologica Sinica, 1984, 4(1): 1-9.

[19] Wang R S, Ou Yang Z Y. Social-economic-natural complex ecosystem and sustainability. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2012, 27(3):337-345.

[20] Zhao J Z. Social regulation for sustainable development of social-economic-natural complex ecosystem. Chinese Journal of Ecology, 1991, 10(3): 53-57.

参考文献:

[3] 许开鹏, 黄一凡, 石磊. 已有区划评析及对环境功能区划的启示. 环境保护, 2010, 14: 17-20.

[7] 孟伟, 张远, 郑丙辉. 辽河流域水生态分区研究.环境科学学报, 2007, 27(6): 911-918.

[8] 阳平坚, 吴为中, 孟伟,周丰, 刘永, 张远, 郑丙辉, 胡成, 李璇. 基于生态管理的流域水环境功能区划——以浑河流域为例.环境科学学报, 2007, 27(6): 944-952.

[9] 孙小银, 周启星. 中国水生态分区初探. 环境科学学报, 2010, 30(2): 415-423.

[10] 李翔, 潘瑜春, 马景宇,赵春江, 纪华. 基于多种土壤养分的精准管理分区方法研究. 土壤学报, 2007, 44(1): 14-20.

[11] 郭燕, 田延峰, 吴宏海,史舟. 基于多源数据和模糊 k-均值方法的农田土壤管理分区研究. 土壤学报, 2013, 50(3): 441-447.

[12] 张惠远. 我国环境功能区划框架体系的初步构想. 环境保护, 2009, 412(18): 7-10.

[13] 王金南, 张惠远, 蒋洪强. 关于我国环境区划体系的探讨. 环境保护, 2010, 10: 29-33.

[18] 马世骏, 王如松. 社会-经济-自然复合生态系统. 生态学报, 1984, 4(1): 1-9.

[19] 王如松, 欧阳志云. 社会-经济-自然复合生态系统与可持续发展. 中国科学院院刊, 2012, 27(3):337-345.

[20] 赵景柱. 复合生态系统持续发展的社会调控. 生态学杂志, 1991, 10(3): 53-57.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol.34, No.1 Jan., 2014 (Semimonthly)

CONTENTS

Foreword: Complexity and Sustainability ..... (Ⅰ)

Frontiers and Comprehensive Review

Urban eco-complex and eco-space management ..... WANG Rusong, LI Feng, HAN Baolong, et al (1)

Review of carbon sequestration assessment method in the marine ecosystem ..... SHI Honghua, WANG Xiaoli, ZHENG Wei, et al (12)

A review of sensitivity model for urban ecosystems ..... YAO Liang, WANG Rusong, YIN Ke, et al (23)

Urban ecological metalbolism of municipal solid waste: a review ..... ZHOU Chuanbin, XU Wanying, CAO Aixin (33)

Autecology & Fundamentals

Parameter sensitivity analysis of a coupled biological-physical model in Jiaozhou Bay ..... SHI Honghua, SHEN Chengcheng, LI Fen, et al (41)

Macroinvertebrate investigation and their relation to environmental factors in Bohai Bay ..... ZHOU Ran, QIN Xuebo, PENG Shitao, et al (50)

Review of the impacts of bioturbation on the environmental behavior of contaminant in sediment ..... QIN Xuebo, SUN Hongwen, PENG Shitao, et al (59)

Population, Community and Ecosystem

Ecosystem services' spatial characteristics and their relationships with residents' well-being in Miyun Reservoir watershed ..... WANG Dashang, LI Yifeng, ZHENG Hua, et al (70)

Contingent valuation of preserving ecosystem of Changdao Island Nature Reserve ..... ZHENG Wei, SHEN Chengcheng, QIAO Mingyang, et al (82)

Discussion of carbon sequestration estimates in the island terrestrial ecosystems ..... WANG Xiaoli, WANG Ai, SHI Honghua, et al (88)

Landscape, Regional and Global Ecology

An integrated indicator on regional ecological civilization construction ..... LIU Moucheng, SU Ning, LUN Fei, et al (97)

The eco-environmental evaluation based on habitat quality and ecological response of Laizhou Bay ..... YANG Jianqiang, ZHU Yonggui, SONG Wenpeng, et al (105)

Analysis of the evolution and value of coastal ecosystem services at Gudong Coast in the Yellow River Delta since 1985 ..... LIU Dahai, CHEN Xiaoying, XU Wei, et al (115)

Reseach of index system framework in marine ecology monitoring & regulation areas division based on complex ecosystem of nature-human-society ..... XU Huimin, DING Dewen, SHI Honghua, et al (122)

The environmental function assessment and zoning scheme in China ..... WANG Jinnan, XU Kaipeng, CHI Yanyan, et al (129)

Resource and Industrial Ecology

Definition and evaluation indicators of ecological industrial park's complex eco-efficiency ..... LIU Jingru, LÜ Bin, ZHANG Na, et al (136)

Spatial-temporal distribution of agricultural eco-efficiency in China ..... CHENG Cuiyun, REN Jingming, WANG Rusong (142)

The coupling mechanism and industrialization mode of ecological restoration in the weak semi arid mining area of Inner Mongolia ..... CHEN Yubi, HUANG Jinlou, XU Huaqing, et al (149)

Evaluation of ecological marine islands construction based on material flow analysis: a case study of Changhai County ..... CHEN Dongjing, ZHENG Wei, GUO Huili, et al (154)

Ecological risks and sustainable utilization of reclaimed water and wastewater irrigation ..... CHEN Weiping, LÜ Sidan, ZHANG Weiling, et al (163)

Estimation of agricultural non-point source pollution based on watershed unit: a case study of Laizhou Bay ..... MA Deming, SHI Honghua, FENG Aiping (173)

The evaluation method in the impact of intensive sea use on the marine ecological environment ..... LUO Xianxiang, ZHU Yonggui, ZHANG Longjun, et al (182)

Urban, Rural and Social Ecology

Urban ecological infrastructure based on ecosystem services: status, problems and perspectives ..... LI Feng, WANG Rusong, ZHAO Dan (190)

Spatial features of road network in Beijing built up area and its relations with LST and NDVI ..... GUO Zhen, HU Dan, LI Yuanzheng, et al (201)

The conjugate ecological management model for urban land administration based on the land complex ecological function ..... YIN Ke, WANG Rusong, YAO Liang, et al (210)

Value assessment of the function of the forest ecosystem services in Chongqing ..... XIAO Qiang, XIAO Yang, OUYANG Zhiyun, et al (216)

Ecological risk evaluation of port in Bohai Bay ..... PENG Shitao, QIN Xuebo, ZHOU Ran, et al (224)

Research review of the tail disposal technology of the standard sewage offshore outfall ..... PENG Shitao, WANG Xinhai (231)

《生态学报》2014 年征订启事

《生态学报》是由中国科学技术协会主管,中国生态学学会、中国科学院生态环境研究中心主办的生态学高级专业学术期刊,创刊于 1981 年,报道生态学领域前沿理论和原始创新性研究成果。坚持“百花齐放,百家争鸣”的方针,依靠和团结广大生态学科研工作者,探索生态学奥秘,为生态学基础理论研究搭建交流平台,促进生态学研究深入发展,为我国培养和造就生态学科研人才和知识创新服务、为国民经济建设和发展服务。

《生态学报》主要报道生态学及各分支学科的重要基础理论和应用研究的原始创新性科研成果。特别欢迎能反映现代生态学发展方向的优秀综述性文章;研究简报;生态学新理论、新方法、新技术介绍;新书评价和学术、科研动态及开放实验室介绍等。

《生态学报》为半月刊,大 16 开本,280 页,国内定价 90 元/册,全年定价 2160 元。

国内邮发代号:82-7,国外邮发代号:M670

标准刊号:ISSN 1000-0933　　CN 11-2031/Q

全国各地邮局均可订阅,也可直接与编辑部联系购买。欢迎广大科技工作者、科研单位、高等院校、图书馆等订阅。

通讯地址: 100085 北京海淀区双清路 18 号　**电　　话**:(010)62941099; 62843362

E-mail: shengtaixuebao@ rcees.ac.cn　**网　　址**: www.ecologica.cn

编辑部主任　孔红梅　　**执行编辑**　刘天星　段　靖

生　态　学　报
(SHENGTAI　XUEBAO)
(半月刊　1981 年 3 月创刊)
第 34 卷　第 1 期　(2014 年 1 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA
(Semimonthly, Started in 1981)
Vol. 34　No. 1 (January, 2014)

编　　辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@ rcees.ac.cn
主　　编	王如松
主　　管	中国科学技术协会
主　　办	中国生态学学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085
出　　版	科学出版社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717
印　　刷	北京北林印刷厂
发　　行	科学出版社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail:journal@ cspg.net
订　　购	全国各地邮局
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044
广告经营许可证	京海工商广字第 8013 号

Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@ rcees.ac.cn
Editor-in-chief	WANG Rusong
Supervised by	China Association for Science and Technology
Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@ cspg.net
Domestic	All Local Post Offices in China
Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P.O.Box 399 Beijing 100044, China

ISSN 1000-0933　CN 11-2031/Q　　国内外公开发行　　国内邮发代号 82-7　　国外发行代号 M670　　定价 90.00 元