

辽宁省抚顺市生态功能区划

任建新¹, 李爽¹, 马会强¹, 韩泽治², 初兆娴³

(1. 辽宁石油化工大学 化学化工与环境学部, 辽宁 抚顺 113001;

2. 抚顺市环境科学研究院, 辽宁 抚顺 113006; 3. 抚顺市环境监测中心站, 辽宁 抚顺 113006)

摘要: [目的] 进行生态功能区划, 协调经济发展与生态保护之间的矛盾, 实现生态环境的分区管理。[方法] 以辽宁省抚顺市为研究区, 针对其实际生态环境特征, 在传统评价指标中引入区域养殖敏感性评价体系, 运用 ArcGIS 10.1, 对抚顺市水源、土壤、生物等方面的生态环境敏感性和生态服务功能进行评价, 然后, 采用地理相关法进行生态功能区划, 并比较功能区服务功能差异, 建立分区管理方案。[结果] 研究区敏感性主要为轻度和不敏感, 呈“爪”字型相间分布。极敏感和高敏感区主要为老虎台和龙凤矿区及地势陡峭的山坡(共约占 1.08%); 生态系统服务功能重要性的分布特点与地势分布具有相似性。极重要区主要分布生态系统多为森林的东南地区(约占 79.46%)。[结论] 抚顺市属于常温带湿润针阔混交林生态区, 分为 2 个生态功能亚区和 8 个生态功能区, 根据功能区服务功能差异将其分为生态保育区、生态恢复区和生态禁止区。

关键词: 生态环境; 敏感性; 生态功能; 重要性; 区划; 管理

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2018)05-0161-07

中图分类号: Q148

文献参数: 任建新, 李爽, 马会强, 等. 辽宁省抚顺市生态功能区划[J]. 水土保持通报, 2018, 38(5): 161-167. DOI:10.13961/j.cnki.stbctb.2018.05.026. Ren Jianxin, Li Shuang, Ma Huiqiang, et al. Ecological function regionalization of Fushun City, Liaoning Province[J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2018, 38(5): 161-167.

Ecological Function Regionalization of Fushun City, Liaoning Province

REN Jianxin¹, LI Shuang¹, MA Huiqiang¹, HAN Zezhi², CHU Zhaoxian³

(1. College of Chemistry, Chemical Engineering and Environmental Engineering, Liaoning Shihua

University, Fushun, Liaoning 113001, China; 2. Fushun Institute of Environmental Science, Fushun,

Liaoning 113006, China; 3. Fushun Environmental Monitoring Center Station, Fushun, Liaoning 113006, China)

Abstract: [Objective] To regionalize the ecological functional zoning and coordinate the contradiction between economic development and ecological protection in order to realize the regionalization management of ecological environment. [Methods] Fushun City was taken as the research area, a regional aquaculture sensitivity assessment system was introduced into traditional evaluation indicators according to its actual ecological environment characteristics, and ArcGIS 10.1 software was used, to evaluate the ecological environment sensitivity and ecological service function of water source, soil and biology in Fushun City. Then, the method of geographical correlation was used to regionalize the ecological function zoning, to compare the service function difference of functional areas, and to set up the partition management plan. [Results] According to the analysis, the sensitivity of the study area was mainly mild and insensitive, showing a “claw” pattern. The extremely and highly sensitive areas were mainly the Laohutai and Longfeng mining areas, and the steep slopes (approximately 1.08% in total). The distribution of the importance of ecosystem service was similar to the topography distribution. The major ecosystem of the most important areas was forests in the southeastern part of the country (about 79.46%). [Conclusion] Fushun City belongs to normal temperate and theropencedrymion ecological areas and is divided into two ecological function sub-areas and eight ecological

收稿日期: 2018-03-25

修回日期: 2018-04-24

资助项目: 国家自然科学基金面上项目“基于 CSIA 和 PCR 两种新型环境分子诊断技术评价 TCE 污染地下水的生物降解效能”(41372236); 辽宁省高等学校创新人才支持计划(LR2016059); 辽宁省自然科学基金指导计划(201602469); 辽宁省教育厅基本科研项目(L2017LQN001), 抚顺市环保局科研项目计划(抚环函字[2012]26号)

第一作者: 任建新(1992—), 男(汉族), 河南省安阳市人, 硕士研究生, 研究方向为环境规划与管理。E-mail: 751448356@qq.com。

通讯作者: 初兆娴(1982—), 女(汉族), 辽宁省抚顺市人, 硕士, 高级工程师, 主要从事环境微生物研究。E-mail: 94075527@qq.com。

function areas. According to the functional differences, it can be divided into ecological conservation zone, ecological restoration zone and ecological prohibited zone.

Keywords: ecological-environment; GIS; sensitivity; ecological function; importance; regionalization; management

自然生态系统提供的产品和服务维系着整个地球生命系统,是人类生存和社会发展的基本保证^[1]。在日益城市化和工业化的进程中,城市的快速扩张,工、农、牧业的快速发展及其废弃物排放等行为,严重影响水体、植被、土壤、生物等生态系统结构的稳定性,引发水体污染、土壤流失、生物锐减等生态环境问题,从而弱化生态系统的水源涵养、生物保护、土壤保持等服务功能,进而威胁到区域的生态安全。所以,保持生态系统机能,实现经济发展和生态保护的双赢,是区域可持续发展的重要目标。对区域环境进行生态功能区划,实现区域环境分区管理,有助于协调区域经济发展与生态保护之间的矛盾。

生态功能区划的开始,是 1976 年美国生态学家 Bailey^[2]提出“区划”的具体概念。进入中国后,欧阳志云等^[3]学者在生态系统服务功能、水土流失敏感性^[4]等方面的研究成果,奠定了中国生态功能区划的基础。傅伯杰等^[5]初步对中国生态环境进行功能区划,为今后的区划工作指引了方向。2002 年中国编制了首部《生态功能区划暂行规程》^[6]。此后,各地纷纷开始生态功能区划的研究。目前,国内生态功能区划主流方法是:从土壤侵蚀^[7]、沙漠化、盐渍化等方面考虑,依据定性与定量的指标体系,运用层次分析法^[8]、极大值法^[9]等方法,进行生态环境敏感性评价;从水源涵养、土壤保持、生物多样性等方面出发,依据分级标准,采用层次分析法或综合指数法等方法,评价生态系统服务功能重要性。以此为基础,按照地理相关法、二阶聚类法^[10]等方法完成区划。近年来,有学者提出分区管理思想,进一步划分生态功能区,实现生态功能区分区管理。至此,中国生态功能区划的理论和方法已经成熟。

辽宁省抚顺市是一座资源枯竭型城市,遗留的环境问题是今后城市转型的重要挑战。之前,有学者对抚顺市城区生态功能区划^[11]和抚顺市生态适宜性分区^[12]进行研究,但区划考虑的评价体系不够全面、单因子评价和综合评价不够深入。因此,本文拟以抚顺市为研究对象,参考相关区划文献和《生态功能区划暂行规程》,着眼抚顺市生态环境现状,引入区域养殖敏感性评价体系,改善地质灾害敏感性评价体系,建立抚顺市生态功能区划评价体系,对抚顺市生态环境敏感性和生态系统服务功能重要性进行评价,区划抚顺市生态功能区。以期将生态功能区进一步划分,建

立分区管理方案。

1 研究区与数据来源

抚顺市位于辽宁省东部,区域总面积 1.13×10^4 km²,管辖 4 个市辖区,3 个县^[13]。抚顺多山,平均海拔 400~500 m。抚顺市属中温带东亚大陆季风气候,夏季多雨,冬季寒冷,年平均气温为 5~7℃,年平均降水量为 760~790 mm。自然资源丰富,水资源储量全市 56 座大小水库年蓄水量 9.85×10^8 m³,森林覆盖率 66.2%,矿产资源丰富,拥有矿产 52 种^[14],土壤资源主要有暗棕壤、白浆土、棕壤等,它是辽宁省重点生态城市的发展对象。

本研究基础数据主要有:①文本收集数据。包括自然保护区数据,辽宁省各市降水侵蚀力 R 值、土壤可蚀性 K 值,矿区的分布与储量,水源保护区数据,抚顺市全要素行政区划图,以及抚顺市禽畜禁养区划方案(由抚顺市环保局提供)。②遥感数据。30 m 分辨率的 Landsat 卫星数据,经过几何精校准,图像镶嵌与色彩匹配等处理,得到 NDVI 和土地利用现状分布图。所有数据投影坐标统一校正为等面积割圆锥(Albers)投影。其中, R 和 K 具体数值是从张磊^[15]用全国日降雨数据拟合的模型和 Wischmeier 模型计算得出的辽宁省各市 R 值和 K 值,内插,裁剪得到。

2 生态区划的方法

2.1 生态环境敏感性评价

2.1.1 评价指标选择与分级 抚顺市矿产丰富,水资源地位突出。考虑到矿业开采对土壤、地质的影响和养殖业废弃物对水质的污染,本研究选择土壤侵蚀、地质灾害^[16]和区域养殖 3 个方面选取 9 个指标对生态环境敏感性进行评价,每一指标单元栅格数据表示其主导每一方面敏感性的大小,为了便于评价,对以上指标的栅格数据进行分级,通过参考《生态功能区划暂行规程》,结合研究区实际情况,确定一定数值范围为一个级别的敏感程度,赋值 1,3,5,7,9 表示每一级别的敏感性程度,数值越大越敏感(表 1)。

2.1.2 确定指标权重 本文权重的确定采用 Delphi 法,即专家法,由抚顺市环保局 10 位本专业领域的专家,独立参考相关文献、确权规则和抚顺实际自然特征,分别给出待定指标权重值,回收、计算待定指标权重均值和标准差,并将结果反馈给各专家,让他们重

新确定权重,再次计算指标权重均值和标准差,直到各专家指标权重与均值的离差小于一定数值,然后以最后一次各指标权重的均值为该指标的权重。

2.1.3 单因子敏感性指数计算

(1) 土壤侵蚀和地质灾害。土壤侵蚀和地质灾害指数通过综合指数法计算单因子敏感性指数,其计算公式为:

$$SS_j = \sum_{i=1}^n C_i W_i \quad (1)$$

式中:SS_j——研究区域的生态敏感性指数;C_i——第*i*个因素在研究区的敏感性等级值;W_i——第*i*个影响地质灾害(土壤侵蚀)敏感性指标的权重^[17]。在 ArcGIS 10.1 中,对每个指标按照表 1 中的划分标准分级,然后在栅格计算器中按照公式(1),对土壤侵蚀(土壤侵蚀)敏感性的指标进行权重相乘求和,得到它们的评价指数。

表 1 抚顺市敏感性评价指标及分级标准

项目	评价指标	不敏感	轻度敏感	中度敏感	高度敏感	极度敏感	权重
土壤侵蚀	降水侵蚀力(R 值)	<3 000	3 000~3 400	3 400~3 800	3 800~4 200	>4 500	0.23
	可蚀性因子(K 值)	<0.02	0.02~0.03	0.03~0.04	0.04~0.05	>0.05	0.25
	地形起伏度(LS)	<50	50~200	200~500	500~1000	>1 000	0.24
	植被覆盖率/%	>70	70~50	50~30	30~10	<10	0.28
地质灾害	单位面积矿产量/(10 ⁴ t·km ⁻²)	<100	100~300	300~500	500~700	>700	0.3
	降水侵蚀力(R 值)	<3 000	3 000~3 400	3 400~3 800	3 800~4 200	>4 500	0.35
	地形坡度	<10	10~20	20~40	40~60	>60	0.35
—	分级赋值(C)	1	3	5	7	9	—
—	分级标准(SS)	0~2	2~3	3~4	4~6	>6	—

注:降水侵蚀力分别是土壤侵蚀和地质灾害的主导因子之一,所以在两者的敏感性评价时都有考虑。

表 2 抚顺市区域养殖敏感评价指标及分级标准

评价指标	等级	赋值
水源地、自然保护区、人文名胜区、人口居住区	敏感	7
水源地、自然保护区、人文名胜区、人口居住区缓冲带(3 000 m)	较敏感	5
缓冲带以外地区	一般	3

2.2 生态系统服务重要性评价

抚顺市河流、水库较多,森林资源优越,是辽宁省重要的水源供给地,为明确其重要生态系统服务功能的特点,如水资源的供给能力,土壤侵蚀对河流流域的影响程度。结合抚顺市实际特点和《规程》要求,本研究选择水源涵养、土壤保持和生物多样性 3 个方面,6 个指标进行生态系统服务重要性评价,为后续功能区划提供参考。

2.2.1 单因子重要性评价

(1) 水源涵养。本研究选择地形起伏度,植被覆盖、降水作为水源涵养的评价指标,分别对以上 3 个指标进行重要性评价,在 ArcGIS 10.1 中,依据表 3

(2) 区域养殖。抚顺市区域禁养敏感性评价指导环境保护和产业布局。本研究选择对养殖区较敏感的水源地、国家森林公园、人口居住区为评价指标,在 ArcGIS 10.1 中,从土地利用现状图提取居住区斑块,矢量化水源地、国家森林公园,建立它们的 3 000 m 缓冲区,空间叠加后按照表 2 对以上不同区域赋值。

2.1.4 生态环境敏感性综合指数计算 区域生态敏感性受多个因子的影响,但当某个因子的影响程度超过一定范围时,这个因子就成了生态破坏的主导因子,所以,生态环境敏感性综合指数,采用极大值法进行综合评价确定,具体公式为:[生态环境敏感性综合指数]=MAX([土壤侵蚀指数],[地质灾害指数],[禽畜养殖指数])^[18]。根据此方法,在 ArcGIS 10.1 中,将土壤侵蚀、地质灾害、区域养殖的敏感性评价图在栅格计算器中进行叠加分析,得到生态环境敏感性综合指数,最后,采用自然分界法进行重分类。

中的分级标准,将所有栅格分成 4 个级别,然后将 3 个指标空间叠加,采用综合指数法计算水源涵养重要性综合指数。

(2) 土壤保持。土壤保持重要性评价主要是评估生态系统抗土壤侵蚀的能力^[19]。本研究选择土壤侵蚀和水体类型为评价指标,在 ArcGIS 10.1 中,通过对 DEM 数据进行水文分析得到河流流域图,按照表 4 对河流流域图和土壤侵蚀敏感性进行赋值,然后将两者空间叠加,采用综合指数法计算土壤保持重要性指数。

(3) 生物多样性。因不确定生物具体空间分布,抚顺市生物多样性保护重要性评价,从生物的生存地出

发,选用生态系统类型作为评价因子,在 ArcGIS 10.1 中,根据抚顺市土地利用现状,按照土地利用类型分成

不同生态系统类型,按照表 5 对各生态系统类型重要性赋值分级,用赋值表示生物多样性重要性指数^[20]。

表 3 抚顺市水源涵养重要性评价分级标准

地形起伏度	植被覆盖率/%	年均降水/mm	赋值	重要性	分级标准
>500	>70	>700	7	极重要	>5
200~500	70~50	700~600	5	中等重要	3~5
50~200	50~20	600~500	3	比较重要	1~3
<50	<20	<500	1	一般重要	<1

表 4 抚顺市土壤保持重要性评价分级标准

水体类型	土壤侵蚀敏感性			
	轻度或不敏感	中度敏感	高度敏感	极敏感
1,2 级河流及主要水源地	中等重要	极重要	极重要	极重要
3 级河流及中型水库	比较重要	中等重要	中等重要	极重要
4,5 级河流	一般重要	比较重要	中等重要	中等重要
赋值	1	3	5	7

表 5 抚顺市生物多样性保护重要性评价分级标准

指标	重要性	分级赋值
有林地、灌木林	极重要	7
草地	中等重要	5
水域	比较重要	3
建筑及工矿用地、旱地、水浇地	一般重要	1

2.2.2 生态系统服务重要性综合评价 生态系统服务重要性综合评价的关键就是将土壤保持、水源涵养和生物多样性进行空间上的综合,计算模型为:

$$SS_j = \sqrt{\prod_{i=1}^n S_i} \quad (2)$$

式中:SS_j——研究区内不同栅格单元的生态系统服务功能重要性指数;S_i——第 i 个因子在研究区内不同栅格单元的重要性指数。根据此方法就是在 ArcGIS 10.1 中,将土壤保持重要性指数、水源涵养重要性指数和生物多样性重要性指数,用栅格计算器按照公式(2)进行栅格叠加计算,得到研究区内所有栅格单元的生态系统服务重要性综合指数,最后采用自然分界法重分类完成评价。

2.3 生态功能区划方法

本研究的生态功能区划方法以地理相关分析法为主,专家集成法为辅,对区划指标进行区域分析,基于分析结果的地域分异规律,自上而下,由大到小的方法进行生态功能区划^[21]。

2.3.1 区划指标选择 生态功能区划是基于生态环境、生态敏感性和生态服务功能三者各自的地域分异规律进行区划,所以选择气候因素、地形地貌、植被类型、生态敏感性和生态服务功能重要性作为区划指标^[22]。其中气候指标、植被指标、地形指标和生态

敏感性指标进行区域分析后用于自然特征区划,生态服务功能重要性指标进行区域分析用于服务功能区划。

2.3.2 区域分析与边界确定 区域分析是通过用 ArcGIS 10.1 中 Zonal Statistic 的 Majority 方法对区域内不同数值的栅格进行统计分析,统计地域特征相似的区域,差异性大的区域边界作为区划边界划分的参考,同时加入专家的主观判断,确定边界的划分。

3 结果与分析

3.1 生态环境敏感性

图 1 可知,生态环境敏感性中,土壤侵蚀敏感程度较高的地区主要是包括抚顺市区、清原、新宾等城区和浑河、苏子河干流流域,其中:区内老虎台、龙凤矿区最为严重;地质灾害敏感程度较高的地区主要是猴石山、三块石、钢山、老秃顶子山、浑河源头等地势陡峭的地区;区域养殖敏感程度较高的地区包括大伙房、红升、小孤家等大型水库、抚顺市境内各国家级森林公园和自然保护区。由综合评价图可知,研究区敏感性以轻度敏感和不敏感为主,大致呈“爪”字型相间分布,主要分布在浑河和苏子河支流流域,此区域地势较高,植被覆盖良好,是苏子河和浑河水量的收集区。

表 6 为抚顺市生态敏感性结构详细情况。由表 6 可以看出,综合生态环境敏感性评价中,极敏感占 0.19%,主要为地势陡峭的山坡,此区自然条件较差,易诱发小区域水土流失;高度敏感占 0.89%,主要为零星分布的矿区,如老虎台、龙凤矿区,区内矿业发达,生态破坏严重;中度敏感占 7.14%,主要包括抚顺

市、清原县和新宾县等城区,以及农村地区;轻度敏感占 42.04%,主要为除包括城区外的郊区和浑河和苏

子河流域;不敏感占 49.74%,主要为浑河和苏子河支流流域。

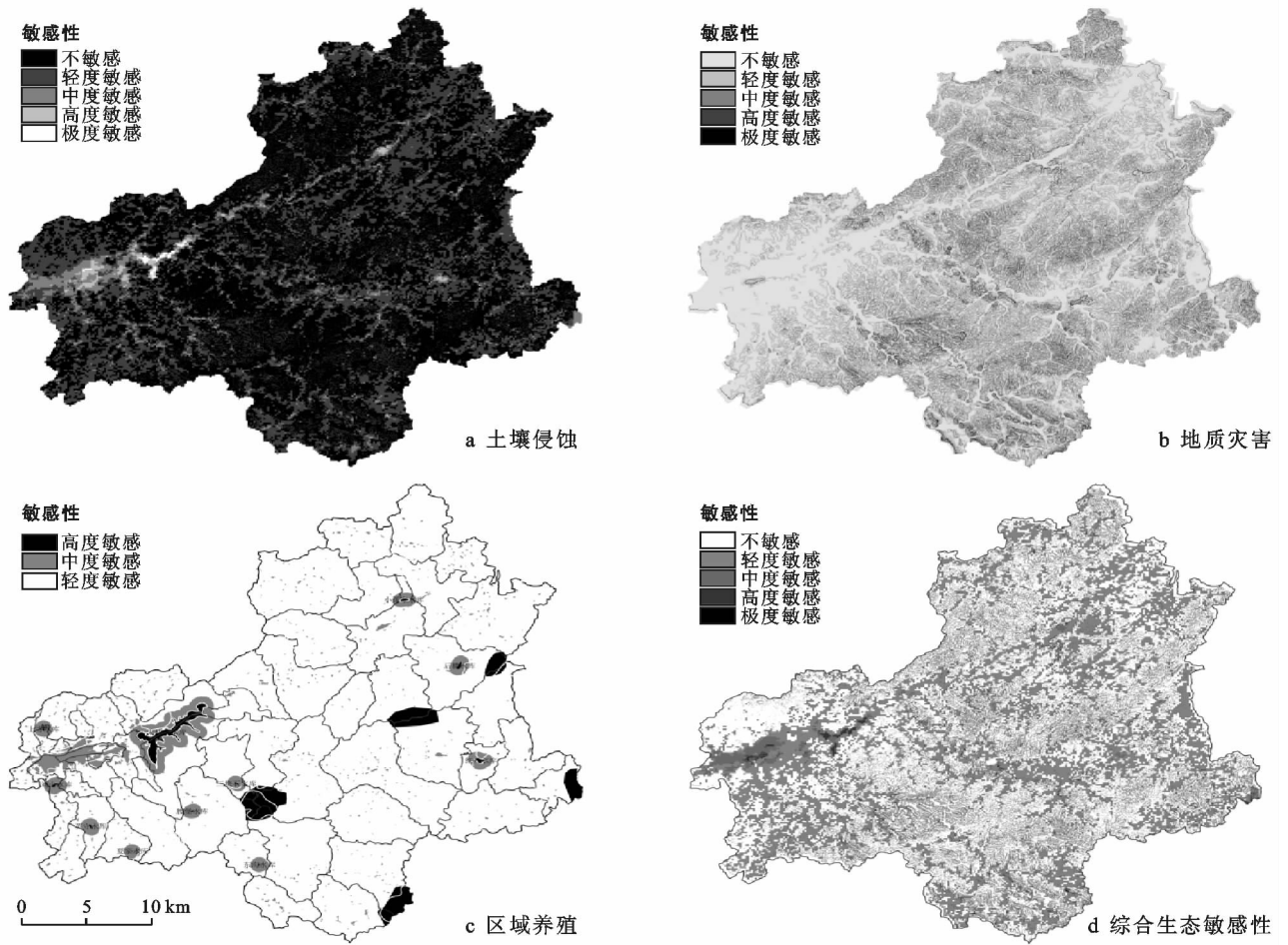


图 1 抚顺市生态环境敏感性空间分布

表 6 抚顺市生态敏感性结构

敏感性等级	土壤侵蚀		地质灾害		区域养殖		综合生态敏感性	
	面积/km ²	比例/%	面积/km ²	比例/%	面积/km ²	比例/%	面积/km ²	比例/%
不敏感	7 555.7	67.03	5 021.7	44.55	—	—	5 606.7	49.74
轻度敏感	3 552.9	31.52	3 886.6	34.48	7 919.7	70.26	4 738.8	42.04
中度敏感	147.7	1.31	1 950.1	17.3	2 391.8	21.22	804.8	7.14
高度敏感	15.8	0.14	359.6	3.19	960.54	8.52	100.3	0.89
极敏感	—	—	54.1	0.48	—	—	21.4	0.19

3.2 生态系统服务重要性

由表 7 可知,水涵养极重要主要包括研究区内苏子河和浑河支流流域,约占总面积 59.49%(图 2a);土壤保持较重要地区为境内抚顺市区、清原、新宾等城区和浑河、苏子河干流流域,约占 32.97%,区内老虎台、龙凤矿区和零散分布的陡峭山坡土壤保持能力最差,约占总面积 0.14%(图 2b);生物多样性极重要地区主要包括境内所有的猴石、三块石、浑河源头等国家森林公园和自然保护区,以及部分高植被覆盖地区,约占总面积的 76.36%(图 2c)。

由综合重要性评价图(图 2d)可知,生态系统服务功能重要性的分布特点与抚顺市地势分布具有相似性。极重要区主要包含境内森林公园、自然保护区等生态系统多为森林的东南地区,约占 79.46%,主要分布在南山城、永陵、红庙子、大四平、大孤家等乡镇,以及城区以外的郊区和农村;重要区占 8.14%,主要为农田区域;比较重要占 9.11%,主要为大伙房水库、红升水库等较大水库和浑河干流区域;一般重要区占 3.29%,为抚顺市区、以及望花、东洲、新区、清原、新宾等主要城区。

表 7 抚顺市生态系统服务功能重要性结构

重要性等级	生物多样性		水涵养		土壤保持		综合生态服务功能	
	面积/km ²	比例/%	面积/km ²	比例/%	面积/km ²	比例/%	面积/km ²	比例/%
一般重要	254.7	2.26	147.6	1.31	7 555.7	67.03	326.1	3.29
比较重要	2 125.9	18.86	541.1	4.80	3 552.9	31.52	1 026.8	9.11
重要	284.1	2.52	3 866.3	34.40	147.7	1.31	917.5	8.14
极重要	8 607.4	76.36	6 717.1	59.49	15.8	0.14	8 956.8	79.46

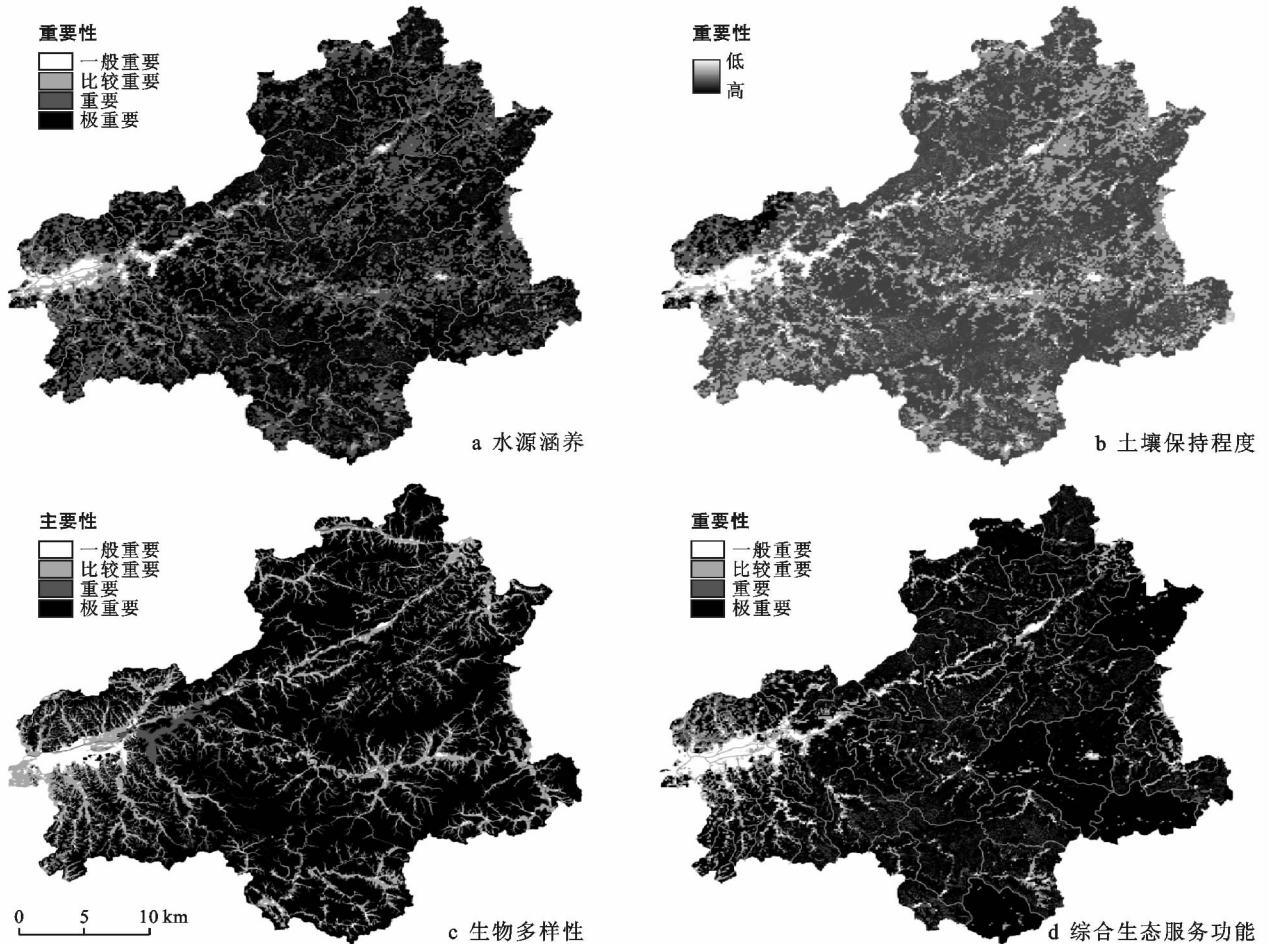


图 2 抚顺市生态系统服务功能重要性空间分布

3.3 生态功能区划

抚顺市生态功能区划是在结合抚顺市生态环境特点、生态环境敏感性和生态环境重要性评价结果的基础上,自上而下地对抚顺市进行生态功能区划,并按照“地域+主要功能”的命名方法对各生态功能区命名,最终把抚顺市划分为个 1 生态区,2 个生态功能亚区和 8 个生态功能区(见附图 18)。

具体区划为: I 常温带湿润针阔混交林生态区(I₋₁西北丘陵、平原森林与农田生态亚区, I₋₂东南山地、盆地森林与农田生态亚区); II 以中心城镇和城郊农业林业发展为重点的生态功能区(II₋₁中心城镇经济建设与畜禽禁养区, II₋₂西北城郊农林业发展区,

II₋₃东南城郊农林业发展区); III₋₁以维护和恢复森林生态系统功能为重心的生态功能区(III₋₁₋₁高山水源涵养与生物多样性保护区, III₋₁₋₂丘陵水源涵养与生物多样性保护区, III₋₁₋₃天然林恢复与矿山生态恢复区); III₋₂以水环境、自然保护区生态维护为重心的生态功能区(III₋₂₋₁特大水库与沿库景观、水环境维护和畜禽禁养生态区, III₋₂₋₂浑河源头、自然保护区重点保护区和畜禽禁养区)

3.4 分区管理方案

本研究根据抚顺市生态功能区服务功能的差异性,将生态功能区分为生态保育区、生态恢复区和生态禁止区。

(1) 生态保育区。该区的主要目的是水源涵养,生物多样性保护,包括高山水源涵养与生物多样性保护生态功能区(Ⅲ_{-1.1})和丘陵水源涵养与生物多样性保护生态功能区(Ⅲ_{-1.2})。该区主要分布在抚顺地势较高,森林覆盖密集的丘陵高山地区,如钢山、三块石、猴石、十长岭等地区。此功能区的森林资源丰富,森林覆盖率在90%以上,对日常降水起到了很好的涵养作用。同时,这也是生物栖息的地方。为此,建议政府对该功能进行摸底调查,对处于濒危的动植物建立自然保护区,或异地保护;对该地区居民进行生态保护的基础知识教育;同时,在该区实施生态补偿机制,实施封山保育工程。

生态恢复区。该区主要任务是天然林恢复与矿山生态保护,包括西北城郊农林业发展区(Ⅱ₋₂),东南城郊农林业发展区(Ⅱ₋₃)和天然林恢复与矿山生态恢复区(Ⅲ_{-1.3})。该区分布零散,主要为矿业发展造成植被破坏的地区,比较明显的地区有老虎台和龙凤矿区。这些地区植被、土壤的破坏,诱发水土流失等灾害的发生,也使生物失去了赖以生存的环境。为此,建议政府提高开矿准入机制;要求已开矿区做好植被绿化工作,建立生态修复方案;严格审核闭矿区生态恢复工作,实施矿区恢复责任终身制。同时,政府应鼓励高山丘陵地区退耕育林,构筑人类活动区与生态保护之间的生态安全屏障。

生态禁止区。该区的主要任务是畜禽禁养,包括中心城镇经济建设与畜禽禁养区(Ⅱ₋₁),特大水库与沿库景观、水环境维护和畜禽禁养生态区(Ⅲ_{-2.1})和浑河源头、自然保护区重点保护区和畜禽禁养区(Ⅲ_{-2.2})。该功能区分布广泛,主要包括抚顺境内的水源保护区、自然资源保护区、人文名胜保护区、人口居住区以及它们的缓冲区。该区是当地生态保护和恢复的重要地区。养殖产生的粪便、污水和恶臭,带来的固体污染、水质污染、大气污染严重影响居民生活质量和破坏良好的生态环境。为此,政府需要做好产业布局,保证产业环境影响评价准确;对于该区已建养殖场,达到一定规模的给予搬迁上的资金支持,小规模养殖场要给予拆迁上的经济补偿;此外,加强环境监督,落实好搬迁养殖场遗留的环境污染问题。

4 结论

本研究基于抚顺市自然因素特征、生态环境敏感性评价和生态服务功能重要性评价,采用地理相关法,完成生态功能区区划,比较功能区生态服务功能的差异性,对功能区进行分区,建立了分区管理方案。

研究区敏感性以轻度敏感和不敏感为主,大致呈

“爪”字型相间分布,主要分布在浑河和苏子河流域。极、高敏感区主要为老虎台和龙凤矿区和地势陡峭的山坡(共约占1.08%);生态系统服务功能重要性的分布特点与抚顺市地势分布具有相似性,极重要区主要分布在境内森林公园、自然保护区等多为森林生态系统的东南地区(约占79.46%);抚顺市属于常温带湿润针阔混交林生态区,分为2个生态功能亚区和8个生态功能区,根据功能区服务功能差异将其分为生态保育区、生态恢复区和生态禁止区,进而提出生态调控措施。

在参考《规程》和收集数据的基础上,引入区域养殖敏感性评价体系,进一步完善地质灾害敏感性评价体系,保证了评价指标的实用性。但是,选择的R值和K值是内插辽宁省各市R值和K值得到的,存在一定误差性,今后可进一步提高准确性。

[参 考 文 献]

- [1] 白杨,郑华,欧阳志云,等. 海河流域生态功能区划[J]. 应用生态学报,2011,22(9):2377-2382.
- [2] Bailey R G. Map: Ecoregion of the United States at 1:7500000[Z]. Ogden: US Department of A Culture and Forest Service, 1976.
- [3] 欧阳志云,王如松,赵景柱. 生态系统服务功能及其生态经济价值评价[J]. 应用生态学报,1999,10(5):635-640.
- [4] 王效科,欧阳志云,肖寒,等. 中国水土流失敏感性分布规律及其区划研究[J]. 生态学报,2001,1(1):14-19.
- [5] 傅伯杰,刘国华,陈利顶等. 中国生态区划方案[J]. 生态学报,2001,1(1):1-6.
- [6] 国务院西部开发办领导小组办公室,国家环境保护总局. 生态功能区划暂行规程[Z]. 2002.
- [7] 王春菊,汤小华,郑达贤,等. GIS支持下的土壤侵蚀敏感性评价研究[J]. 水土保持通报,2005,25(1):68-70,74.
- [8] 张伟,王家卓,任希岩,等. 基于GIS的山地城市生态敏感性分析研究[J]. 水土保持研究,2013,20(3):44-54.
- [9] 潘峰,田长彦,邵峰,等. 新疆克拉玛依市生态敏感性研究[J]. 地理学报,2011,66(11):1497-1507.
- [10] 尤南山,蒙吉军. 基于生态敏感性和生态系统服务的黑河中游生态功能区划与生态系统管理[J]. 中国沙漠,2017,37(1):186-197.
- [11] 贾丽. 资源枯竭型城市城区生态功能区划研究:以抚顺市城区为例[J]. 环境保护与循环经济,2012,32(8):69-72.
- [12] 白琳,王秀. 抚顺市生态适宜性分区研究[J]. 环境保护与循环经济,2009,29(8):70-73.
- [13] 董耀会,抚顺市概况[R]. 中国古城年鉴,光明日报出版社,2016:368-369.

富度,具有的改善物种多样性服务价值也大。余付勤等^[15]和黄麟等^[16]在研究中国典型区域水土保持服务价值时也发现,固碳释氧价值占水土保持总价值的比例最高。减少土壤流失、保存土壤肥力及减轻泥沙危害的水土保持服务价值在同一数量级,但低于拦蓄地表径流和涵养水源价值,说明水土保持措施在以上3方面发挥着同等重要的水土保持效益,但要显著低于发挥在拦蓄地表径流和涵养水源方面的效益。这可能是因为水土保持措施主要是拦蓄地表径流,涵养水源,而且当地梯子型的用水定价机制,造成此次评估计算的服务价值偏高。本研究估算的水土保持措施服务价值量要高于马琳^[17]对黄土高原具体的水土保持工程措施的效益价值量,说明庆阳市董志塬区的水土保持工作中对涵养水源和森林植被恢复工作取得较好的水土保持效益,在未来一段时间内应进一步加强水土保持、水源涵养及植被恢复工作,保持其可持续、稳定健康发展。本文研究结果能为水土保持工作的开展提供重要的参考,但由于本研究未对促进社会进步服务功能进行系统的评价,因而该结果偏低于水土保持服务功能价值的实际服务价值,对庆阳市董志塬区土地的服务功能价值有待进一步研究,这也是下一步研究工作中的重点。

[参 考 文 献]

- [1] 张超,王治国,凌峰,等.水土保持功能评价及其在水土保持区划中的应用[J].中国水土保持科学,2016,14(5):90-99.
- [2] 李该霞,宋蒙亚,谢丽芳,等.江苏省水土保持功能的重要性评价[J].水土保持通报,2016,36(1):236-241.
- [3] 李颖,文梅燕.关于水土保持生态服务功能及其价值的探讨[J].资源节约与环保,2017(4):70-74.
- [4] 杨文勇.水土保持生态服务功能及其价值探讨[J].科技创新与应用,2017(8):158-158.
- [5] 倪冬平.水土保持生态服务功能评价方法[J].江西农业,2017(3):79-79.
- [6] 冯磊,王治国,孙保平,等.黄土高原水土保持功能的重要性评价与分区[J].中国水土保持科学,2012,10(4):16-21.
- [7] 张霞,刘晓清,王亚萍,等.秦岭生态功能区水土保持治理效益评价[J].水土保持研究,2012,19(2):86-90.
- [8] 景可,焦菊英.水土保持措施与效益评价研究:以陕北安塞县为例[J].水土保持研究,2011,18(1):132-136.
- [9] 许静,王玉玺,樊华.东北黑土区小流域综合治理措施及效益评价:以振祥小流域为例[J].中国水土保持科学,2010,8(4):95-100.
- [10] 党志良,林启才,史淑娟.水土保持综合治理效益分析与评价:以丹凤县陈家沟小流域为例[J].西北大学学报:自然科学版,2010,40(3):535-539.
- [11] 孙昕,李德成,梁音.南方红壤区小流域水土保持综合效益定量评价方法探讨:以江西兴国县为例[J].土壤学报.2009,46(3):373-380.
- [12] 刘建强,李延忠,时光新.榆林小流域水土保持综合治理措施及其效益分析[J].水土保持通报,2000,20(6):51-54.
- [13] 王文生,李红月.郝家流域水土保持治理措施效益分析[J].中国水土保持,1998(9):37-39.
- [14] 王兵,郑秋红,郭浩.基于 Shannon-Wiener 指数的中国森林物种多样性保育价值评估方法[J].林业科学研究,2008,21(2):268-274.
- [15] 余付勤,鲁春霞,肖玉,等.水土保持型国家重点生态功能区的生态服务价值评估[J].资源与生态学报,2017,8(4):369-377.
- [16] 黄麟,曹巍,吴丹,等.2000—2010年我国重点生态功能区生态系统变化状况[J].应用生态学报,2015,26(9):2758-2766.
- [17] 马琳.黄土高原几种水土保持措施的效益价值量分析[D].西安:西安理工大学,2007.
- [14] 崔雪.抚顺市自然概况[R].辽宁年鉴,2016:339.
- [15] 张磊.辽宁省土壤水力侵蚀影响因子计算与分析[J].水土保持应用技术,2016(1):11-13.
- [16] 马元波.晋城市生态功能区划研究[D].太原:太原理工大学,2008.
- [17] 刘康,康艳,曹明明,等.基于GIS的陕西省水土流失敏感性评价[J].水土保持学报,2004,18(5):168-170.
- [18] 杨伟州,邱硕,付喜厅,等.河北省生态功能区划研究[J].水土保持研究,2016,23(4):269-276.
- [19] 陈丹.贵州省生态功能区划修编研究[D].贵阳:贵州师范大学,2016.
- [20] 汤小华.福建省生态功能区划研究[D].福州:福建师范大学,2005.
- [21] 宋小叶,王慧,袁兴中,等.国内外生态功能区划理论研究[J].资源开发与市场,2016,32(2):170-173,212.
- [22] 张全.生态区划的基本理论与方法[C]//中国城市规划学会.城市规划面对面:2005城市规划年会论文集(下),2005.

(上接第167页)