

DOI: 10.5846/stxb201905281102

李潇, 吴克宁, 刘亚男, 冯喆, 谢家麟. 基于生态系统服务的山水林田湖草生态保护修复研究——以南太行地区鹤山区为例. 生态学报, 2019, 39(23): 8806-8816.

Li X, Wu K N, Liu Y N, Feng Z, Xie J L. Ecological protection and restoration of mountains-rivers-forests-farmlands-lakes-grasslands based on ecosystem services-utilizing Heshan section of the south Taihang area as an example. Acta Ecologica Sinica, 2019, 39(23): 8806-8816.

基于生态系统服务的山水林田湖草生态保护修复研究 ——以南太行地区鹤山区为例

李 潇¹, 吴克宁^{1,2,*}, 刘亚男¹, 冯 喆¹, 谢家麟¹

1 中国地质大学(北京)土地科学技术学院, 北京 100083

2 自然资源部土地整治重点实验室, 北京 100035

摘要:开展山水林田湖草生态保护修复是生态文明建设的重要内容,将生态系统服务评价成果与山水林田湖草生态保护修复工程相结合,以国家第三批山水林田湖草生态保护修复试点—河南省南太行地区鹤山区为例,探究生态系统服务评价成果在区域山水林田湖草生态保护修复中的应用。结果表明,近年来鹤山区生态系统服务价值整体呈下降趋势且生态环境破坏严重。其中,2014—2017年鹤山区各土地类型二级服务ESV减少了303.95万元。研究期内,水资源供给、气体调节功能、气候调节、净化环境、水文调节、土壤保持、生物多样性和美学景观等8项生态服务价值都出现不同程度的下降;在鹤山区生态保护修复工作中需要重点关注生态系统的水文调节、净化环境、土壤保持和生物多样性等服务功能,相应的生态保护修复工程应集中在河道生态修复与湿地保护、矿山生态环境修复与土地整治、森林及生物多样性保护修复;鹤山区山水林田湖草生态保护修复工程能够提升区域生态服务价值。其中,工程实施后的生态系统服务价值总量预计能达到36407.95万元,比2017年增加7741.96万元,增长率为27%且各项生态服务价值均有提升。研究结果对鹤山区山水林田湖草生态保护修复工程的实施有一定的指导性作用。

关键词:山水林田湖草;生态系统服务;鹤山区;生态保护修复

Ecological protection and restoration of mountains-rivers-forests-farmlands-lakes-grasslands based on ecosystem services-utilizing Heshan section of the south Taihang area as an example

LI Xiao¹, WU Kening^{1,2,*}, LIU Yanan¹, FENG Zhe¹, XIE Jialin¹

1 School of Land Science and Technology, China University of Geosciences (Beijing), Beijing 100083, China

2 Key Laboratory of Land Consolidation, Ministry of Natural Resources, Beijing 100035, China

Abstract: Ecological protection and restoration of mountain, river, forest, farmland, lake, and grassland are important parts of ecological civilization construction. This paper combines the evaluation of ecosystem services with ecological protection and restoration projects. Taking the third batch of national pilot projects of ecological protection and restoration of mountain, river, forest, farmland, lake, and grassland in Heshan District of South Taihang of Henan Province as an example, it explores the application of ecosystem service evaluation to ecological protection and restoration. The results show that the ecosystem service value of Heshan District has declined and the ecological environment has been seriously damaged in recent years. From 2014 to 2017, the ecosystem service value of secondary services for different land types in Heshan

基金项目:国家自然科学基金项目(41371226)

收稿日期:2019-05-28; 修订日期:2019-09-02

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: wukening@cugb.edu.cn

District decreased by 3039500 yuan. During the research period, the value of eight ecological services declined by varying degrees, including supply of water resources, gas regulation, climate regulation, purification environment, hydrological regulation, soil conservation, biodiversity, and aesthetic landscape. The results of this study on ecological protection and restoration in Heshan District indicate that attention should be paid to the service functions of hydrological regulation, purification environment, soil conservation, and ecosystem biodiversity. Ecological protection and restoration projects should focus on river ecological restoration and wetland protection, mine ecological environment restoration and land reclamation, forest and biodiversity conservation and restoration; mountains-rivers-forests-farmlands-lakes-grasslands ecological protection and restoration projects in Heshan District can enhance the value of regional ecological services. Among them, the total value of ecosystem services after implementation is expected to reach 364079500 yuan, an increase of 77419600 yuan over 2017, representing a growth rate of 27% and improved value of various ecosystem services. These results will play a guiding role in the implementation of ecological protection and restoration projects of mountains-rivers-forests-farmlands-lakes-grasslands in Heshan District.

Key Words: mountains-rivers-forests-farmlands-lakes-grasslands; ecosystem services; Heshan; ecological protection and restoration

我国生态环境脆弱敏感,经济高速发展和巨大的人口压力带来的高强度资源开发,导致一系列严重的生态问题^[1],生态文明建设的重要性日益突显。习近平总书记强调,“山水林田湖草是一个生命共同体”。开展山水林田湖草生态保护修复是生态文明建设的重要内容,关系国家生态安全和中华民族永续发展。自山水林田湖草生命共同体理念提出以来,相关理论^[2-3]和实践^[4-5]工作持续开展,并取得了一定的工作成效,但仍有许多关键问题需要探究。比如,如何识别生态系统问题,找出优先保护和重点治理区域^[6],是山水林田湖草生态保护修复工程的关键。

在生态系统服务与生态修复关系的研究中,国外有研究认为,人类活动引起的变化对生态系统的生态特性以及生态系统功能和人类社会从中获得的服务产生了重大影响。生态恢复被认为是增加生态系统服务供给水平以及逆转生物多样性丧失的一个重要战略^[7]。国内相关研究表明,生态修复与生态系统服务有密切的关系,生态修复是生态服务实现的动力,生态服务的最优化是生态修复的导向^[8-10]。

国内外相关生态学的文献中,对生态系统服务一词的内涵存在着不同的解释^[11]。本文理解的生态系统服务(Ecosystem Services)即人类从生态系统中获得的效益^[12-14]。联合国千年生态系统评估(Millennium Ecosystem Assessment)提出生态系统服务主要有供给服务、支持服务、调节服务和文化服务等^[15]。近年来,我国有关生态服务的研究层出不穷,既有不同生态要素的研究^[16-20],又有不同尺度的研究^[21-24],但是通过生态系统服务价值识别生态修复重点,评价生态修复成果的研究尚不充分。

本文以国家第三批山水林田湖草生态保护修复试点—河南省南太行地区鹤山区为例,探究了生态系统服务价值评价在区域生态保护修复中的应用研究,主要包括在生态环境问题的识别和生态修复成效评价两个方面的应用。

1 研究区域概况

鹤山区,隶属于河南省鹤壁市,位于河南省北部太行山东麓,地理坐标为东经 114°0′—114°09′,北纬 35°55′—36°0′,总面积 139 km²。鹤山区属于暖温带半湿润大陆性季风气候,夏季炎热多雨,冬季寒冷干燥,雨量稀少。区内地势西北高、东南低,由中低山、丘陵岗地和平原地貌类型组成。鹤山区范围内河流属海河水系,流经区内的主要有汤河、姜河、金线河、新庄河、洹河、鹤渠等水系,多为季节性河流,水系连通性差。2016 年,鹤山区总人口 12.9 万,乡村人口 1.9 万人,人口自然增长率 5.27‰,全年实现生产总值 94.2 亿元。全区土地利用包括 8 个一级地类、25 个二级地类,研究区示意图见图 1。

鹤山区是一个典型的资源型区域,煤炭资源的开采主要分布在西北部山区和平原交界地带,长时间、大面积、高强度的露天、井工采煤导致大面积植被破坏,水源污染、塌陷区面积不断扩大,生态系统退化和生态毁损严重。

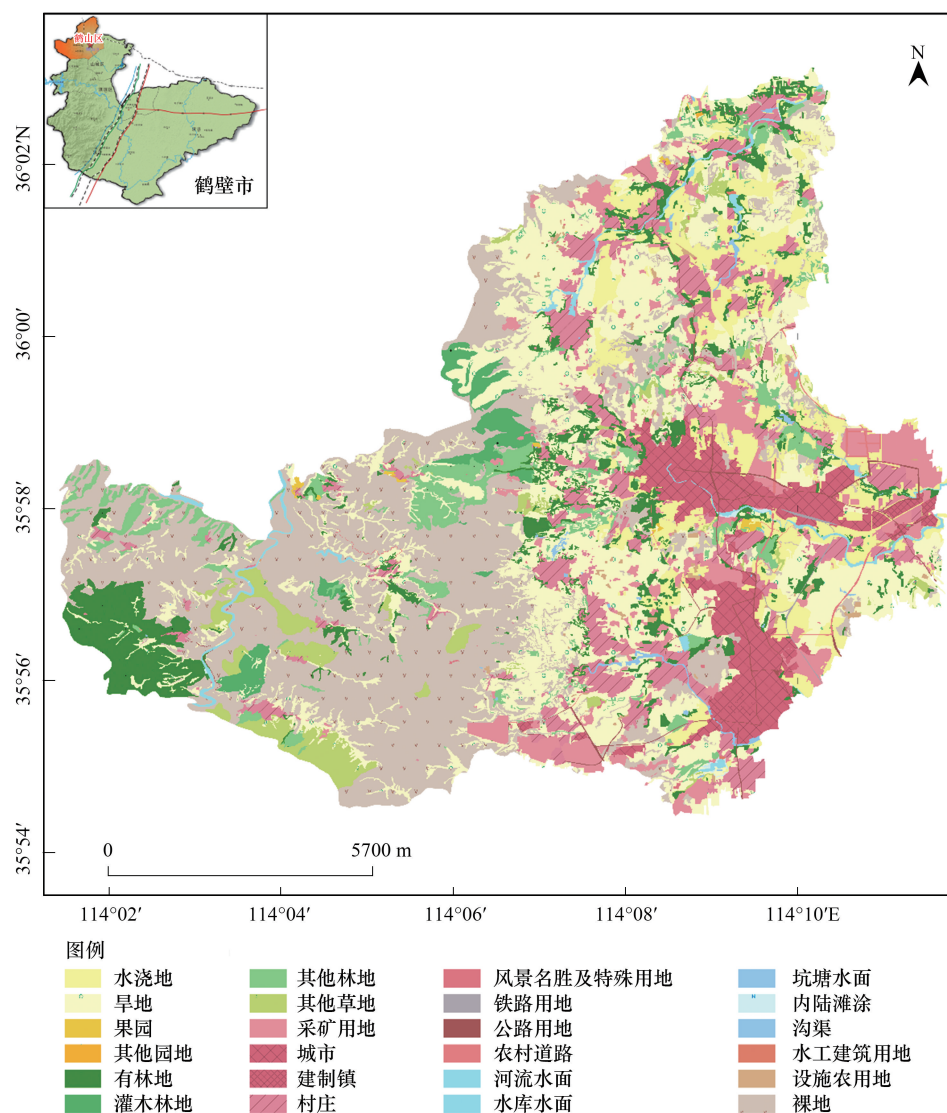


图1 研究区示意图

Fig.1 Schematic map of research area

2 数据来源与研究方法

研究数据来源于2014—2017年鹤山区土地利用现状、土地利用变更调查数据、《鹤壁市统计年鉴》以及山水林田湖草生态保护修复项目规划设计数据,采用土地利用现状分类(GB/T21010—2007),并结合《第三次全国国土调查工作分类》,考虑当地实际情况及生态系统服务价值的简便计算,将地类归并为耕地、园地、林地、草地、湿地、工矿用地、交通运输用地、水域及水利设施用地、其他土地9类。

本文采用千年生态系统评估的方法,将生态系统服务分为供给服务、调节服务、支持服务和文化服务4大类,并进一步细分11种服务功能^[15]。在我国农田生态系统单位面积生态服务价值量表^[25]和谢高地2015年改进后的单位面积生态系统服务价值当量表^[26]的基础上结合实际情况选择与归并地类,计算得到鹤山区单

位面积生态系统服务价值,见表 1。其中,1 个标准当量因子的生态系统服务价值为 3406.5 元/hm²^[26]且耕地对应农田,园地和林地对应森林,工矿用地、交通运输用地和其他土地对应于荒漠,水域及水利设施用地对应于水域。

表 1 鹤山区单位面积生态系统服务价值表/(元/hm²)

Table 1 Value table of ecosystem services per unit area in Heshan District

生态系统分类 Ecosystem services classification		供给服务 Provision			调节服务 Regulation				支持服务 Support		文化服务 Culture	
一级地类 First-class land	二级地类	食物生产	原料生产	水资源供给	气体调节	气候调节	净化环境	水文调节	土壤保持	维持养分循环	生物多样性	美学景观
农田 Farmland	旱地	2895.53	1362.60	68.13	2282.36	1226.34	340.650	919.76	3508.70	408.78	442.85	204.39
森林 Forest	针阔混交	1056.02	2418.62	1260.41	8005.28	23947.70	6778.94	11956.82	9742.59	749.43	8856.90	3883.41
草地 Grassland	草甸	749.43	1124.15	613.17	3883.41	10287.63	3406.50	7528.37	4735.04	374.72	4326.26	1907.64
湿地 Wetland	湿地	1737.32	1703.25	8822.84	6472.35	12263.40	12263.40	82539.50	7869.02	613.17	26809.16	16112.75
荒漠 Desert	裸地	0	0	0	68.13	0	340.65	102.20	68.13	0	68.13	34.07
水域 Water	水系	2725.2	783.50	28239.89	2623.01	7800.89	18906.08	348280.56	3168.05	238.46	8686.58	6438.29

生态系统服务价值评价方法,采用谢高地^[25-27]单位面积当量法进行评价,生态系统服务价值计算公式如下:

$$ESV = \sum_{j=1}^n M_j \times N_{rj} \quad (1)$$

式中, M_j 为 j 类生态系统面积(hm²); N_{rj} 为 j 种生态系统 r 种生态服务功能单位面积生态服务价值。

生态系统服务评价在生态修复中的应用包括,通过生态系统服务评价识别生态环境问题,确定生态修复的目标以及利用修复前后生态系统服务价值的变化,判断生态修复的成效。生态系统服务评价与生态修复的关系,见图 2。

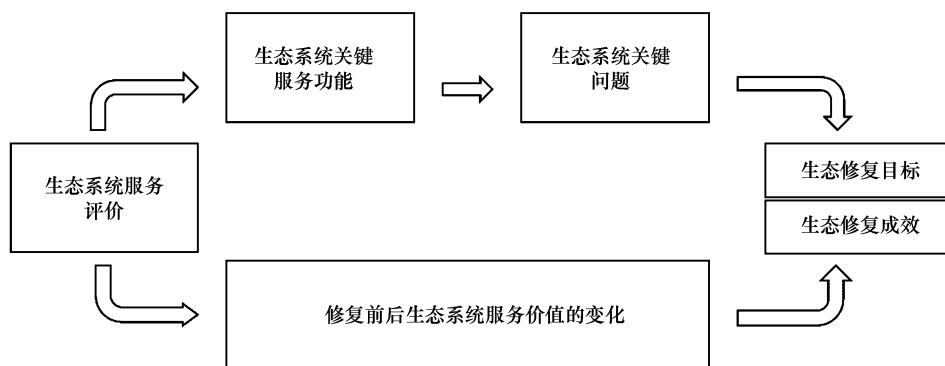


图 2 生态系统服务评价与生态修复关系图

Fig.2 Relationship between ecosystem service evaluation and ecological restoration

3 生态问题的识别

3.1 生态系统服务价值研究

利用生态系统服务价值识别生态问题和修复的方向。根据公式(1)和鹤山区 2014—2017 年土地利用现状和变更调查数据,计算出鹤山区二级生态功能的生态系统服务价值其年均变化率,见表 2。

为提高生态系统服务价值时空分异分析精度和效果,将研究区划分为 250m×250m 大小网格单元^[28],计算 4 年间各网格单元生态系统服务价值的平均值,并将其赋值到网格矢量文件,建立生态系统服务价值平均

分布格局图,见图 3。

表 2 鹤山区二级生态功能的生态服务价值及其年均变化率

二级功能 Secondary function	生态系统服务价值/(万元) Ecosystem service value				年均变化量 Annual average change			年均变化率/% Average annual rate		
	2014	2015	2016	2017	2014—2015	2015—2016	2016—2017	2014—2015	2015—2016	2016—2017
食物生产 Food production	1303.19	1301.74	1322.63	1320.44	-1.45	20.89	-2.19	-0.11	1.60	-0.17
原料生产 Material production	975.65	974.84	980.75	979.61	-0.81	5.91	-1.14	-0.08	0.61	-0.12
水资源供给 Supply of water resources	805.28	805.37	798.63	798.15	0.09	-6.74	-0.48	0.01	-0.84	-0.06
气体调节 Gas regulation	2491.04	2489.49	2488.36	2473.6	-1.55	-1.13	-14.76	-0.06	-0.05	-0.59
气候调节 Climate regulation	5242.7	5240.71	5198.77	5196.45	-1.99	-41.94	-2.32	-0.04	-0.80	-0.04
净化环境 Purification environment	2063.69	2063.42	2043.6	1979.61	-0.27	-19.82	-63.99	-0.01	-0.96	-3.13
水文调节 Hydrological regulation	9365.47	9366.74	9297.48	9272.67	1.27	-69.26	-24.81	0.01	-0.74	-0.27
土壤保持 Soil conservation	3281.96	3279.72	3284.69	3268.94	-2.24	4.97	-15.75	-0.07	0.15	-0.48
维持养分循环 Nutrients cycle maintenance	298.67	298.42	299.98	299.64	-0.25	1.56	-0.34	-0.08	0.52	-0.11
生物多样性 Biodiversity	2141.81	2141.14	2098.39	2098.39	-0.67	-42.75	0	-0.03	-2.00	0
美学景观 Aesthetic landscape	1000.48	1000.21	985.25	978.49	-0.27	-14.96	-6.76	-0.03	-1.50	-0.69
总计 Total	28969.94	28961.8	28798.53	28665.99	-8.14	-163.27	-132.54	-0.03	-0.56	-0.46

从生态系统服务价值总量变化来看,2014—2017 年鹤山区各土地类型二级生态功能的生态服务价值总体呈现逐渐下降的趋势,由 28969.94 万元减少到 28665.99 万元,减少了 303.95 万元。在此期间,水资源供给、气体调节功能、气候调节、净化环境、水文调节、土壤保持、生物多样性和美学景观等 8 项生态服务价值都出现不同程度的下降,其中,4 年间生态环境服务价值变化率绝对值最大的是净化环境功能,为 4.07%。表明鹤山区生态系统整体出现恶化的趋势且生态环境破坏严重。

由生态系统服务价值年际变化量分析,2014—2015 年生态服务价值年均变化量绝对值最大量是 2.24,为土壤保持功能,其次为气候调节和气体调节功能,其变化量分别为-1.99 和-1.55。2015—2016 年间生态系统服务价值变化量前三的分别为水文调节功能、生物多样性功能和气候调节功能,生态服务价值较上年相比分别减少了 69.26 万元、42.75 万元和 41.94 万元,主要是因为鹤山区生态建设重数量、轻质量,以至草地、湿地生态系统面积萎缩、功能丧失,工矿用地增加。2016—2017

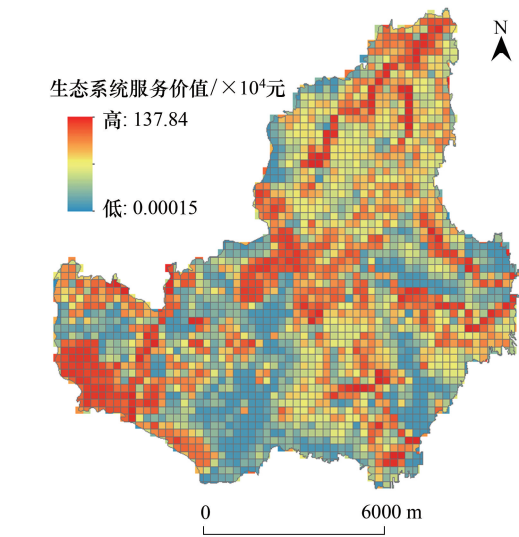


图 3 鹤山区生态系统服务价值平均分布格局
Fig.3 Average distribution pattern of ESV in Heshan District

年间生态系统服务价值减少相对明显的生态系统功能为净化环境、水文调节和土壤保持,生态服务价值与上一年相比分别减少 63.99 万元、24.81 万元和 15.75 万元。研究表明,近年来鹤山区生态环境保护修复需要重点关注水文调节、净化环境和土壤保持这 3 大的生态系统功能。

从生态系统服务价值年际变化率看,生态系统服务价值总量年际变化率最高的为 2015—2016 年,变化率绝对值为 0.56%。2014—2015 年的各项生态服务功能均在 0.1% 以下,说明这 1 年间生态系统变化不大。2015—2016 年间,除气体调节变化率较小,其他各项生态服务功能的变化率均大于 0.1%,其中变化率绝对值最大的为生物多样性,减少 2%,因为生物多样性是对生态系统功能和可持续性影响最大的因素之一^[29],在以后的山水林田湖草生态保护修复工作中要重点关注生物多样性的保护问题。2016—2017 年净化环境这一生态服务功能的生态服务价值下降最快,变化率为 3.13%。

从图 3 生态系统服务价值的平均分布格局上看,鹤山区生态系统服务价值与土地利用类型有密切联系,高值区主要分布在西南部,主要是由于该区域林地面积较大;西部裸地区为生态系统服务价值低值区。

综上所述,近年来鹤山区生态系统服务价值整体呈现下降趋势且生态环境破坏严重,开展山水林田湖草生态保护修复工作是发展的趋势。在生态保护修复工作中需要重点关注生态系统的水文调节、净化环境、土壤保持和生物多样性等服务功能。

3.2 生态环境问题

山水林田湖草生态保护修复工程要以生态功能和环境问题为导向,剖析生态系统状况与变化趋势,比照自身生态功能目标,梳理各生态环境要素方面存在的突出问题,摸清家底,为生态保护修复和管理打下基础^[6]。通过鹤山区生态服务价值的定量化计算及定性分析,得到鹤山区的水文调节、净化环境、土壤保持和生物多样性等生态服务功能的价值变化较大。结合区域情况,总结鹤山区山水林田湖草生态保护修复的关键问题。其中,水生态环境问题分布在汤河、姜河、金线河等河流周围;矿区生态环境破坏问题分布在北部矿区周围;森林及生物多样性破坏问题主要分布在鹤山的中西部地区。

3.2.1 水源涵养与水生态保护修复形势严峻

由生态服务价值分析可以发现,近年来鹤山区水文调节功能下降较大,需要重点关注区域水文及湿地状况。

汤河、姜河、金线河为鹤山区城市主要河流,河流系统遭到了不同程度的破坏,水系连通性下降,大多数季节性河流非汛期生态径流难以保障,长期干涸造成了部分河道河床裸露,水生态环境状况总体较差。在地表水水质方面,受工矿企业及居民生产生活污染物的排放影响,水体严重富营养化,河流水质较差。汤河、卫河全部断面均为劣 V 类水质。地下水水质多数符合 III 类水标准,部分为 V 类标准与 IV 类标准。地下水严重超采,部分区域已形成一定规模的降落漏斗。水质型缺水问题突出,饮用水源单一,饮用水安全缺乏有效保障。

鹤山区湿地面积约 26.67hm²,因沿岸居民圈占及工业废渣废水的排放,湿地范围逐渐缩小、淤塞严重,水质类别为劣 V 类。湿地蓄水和植被改善生态环境功能严重弱化,对水生态环境影响较大的水生植物分布面积小,对改善周边生态环境的功效率降低。

3.2.2 矿区生态环境破坏严重

通过生态服务价值计算及变化分析发现,近年来鹤山区净化环境和土壤保持功能下降较大,需要重点关注矿区污染及植被破坏和水土流失等问题。

鹤山区内矿业开发主要有地下煤矿资源开发和露天开采石灰岩矿。长时间、大面积、高强度采矿导致生态环境损毁严重,矿区植被破坏及环境污染、占压破坏和损毁土地资源等生态环境问题。

(1) 植被破坏及环境污染问题

采煤塌陷对地面建筑、植被的破坏。采煤塌陷区使地表建筑开裂,植物生长环境被破坏,植物根系断裂,枯萎死亡。石灰岩开采区露天采场边坡崩塌、滑坡,区域地貌景观及植被破坏严重。

煤矿开采对大气环境的影响。煤炭开采运输中会产生大量的粉尘污染,长期积累对大气成分产生改变,出现酸雨、雾霾等恶劣天气,对矿区人民健康产生危害。

(2) 占压破坏和损毁土地资源问题

鹤山区东部丘陵区大部分为煤矿开采塌陷区,工矿沉陷区面积较大。存在的主要问题为地裂缝、地面塌陷,矿渣破坏和压占土地、污染农耕地问题等;区内责任灭失矿山关闭时间较长,部分地段已经自然恢复,需要重点治理的均为老矿井遗留的工业广场和渣堆存放点。

采煤塌陷对水土资源的影响。煤炭开采中大量煤矸石堆存及煤炭露天堆放,占用土地资源且雨季淋滤下渗,对流域内土壤和地下水环境造成污染。地表张口裂缝,塌陷漏斗,塌陷盆地造成地面大量土层松散,加剧水土流失,破坏植物生长环境,加剧风蚀,破坏原来生态环境。

3.2.3 生物多样性保护刻不容缓

通过生态服务价值计算及变化分析发现,近年来鹤山区生态多样性功能下降较大,需要重点关注区域森林破坏和生物多样性减少等问题。

由于长期以来人类对南太行地区自然资源的大规模、无序开发利用,森林生态系统严重退化,加之保护区及其周边矿产资源的开采、人造工程等破坏了原始生态,使得生态系统抵抗外来物种入侵能力减弱。区内森林结构单一,天然林中低效林多,森林质量不高。浅山区土壤稀薄、降雨量少及植被覆盖率不高,基岩裸露,植被恢复困难,林木生长缓慢,生物多样性减少^[30]。

4 生态保护修复的布局与安排

4.1 生态保护修复方向与目标

在分析区域生态系统服务价值状况及生态环境问题的基础上,根据《河南省南太行地区山水林田湖草生态保护修复工程实施方案》下达的指标,有针对性地提出鹤山区山水林田湖草生态保护修复工程的目标,包括生态环境风险得到有效防范,历史遗留矿山地质环境得到有效整治,矿山生态环境得到修复;矿山资源开发挤占生态空间、农业空间问题得到全面解决,耕地质量得到改善;水环境质量得到明显改善,主要水体环境明显改善,优良水体比例达到 60%,饮用水水源地得到全面保护,水生态功能得到有效恢复;森林蓄积增加,森林质量明显改善,重要野生动植物资源得到有效保护;湿地生态功能恢复,水土流失得到有效治理。生态产品供给能力得到提升,水源涵养、水土保持、生物多样性维护等生态系统服务明显提升,最终实现鹤山区生态系统格局优化,稳定性增强和功能提升。

(1) 鹤山区矿山地质环境综合整治 26 处,整治面积约 2171hm²,到 2020 年底鹤山区历史遗留矿山环境治理率将达到 75%以上,基本完成“三区两线”内历史遗留矿山环境治理工作。

(2) 鹤山区水源涵养与水生态保护修复工程,汤河、姜河、洹河、金线河及其支流支沟生态修复整治长度约 26.9km²。项目完成后,地表水水质达到或Ⅲ水体的比例预期达到 50%,集中式饮用水源水质达标率预期为 90%,河道得到疏浚,污染源得到有效控制,汤河、姜河及其支流支沟作为鹤山区生态廊道的服务功能进一步提高。

(3) 鹤山区恢复新增湿地面积约 32hm²,项目完成后,湿地污染源得到有效控制,通过生物工程的实施,湿地生态环境将有效的改善,湿地的水源涵养、水土保持、生态保护服务功能将大幅提升。

(4) 鹤山区森林与生物多样性保护修复项目,将完成约 3000hm²的低质低效林地改造,改造区森林生态结构得到一定改善,森林的含蓄水源,保持水土能力和生物多样性得到进一步提高。

(5) 土地整治建设项目约 48.47hm²,通过土地整治、灌溉凿井、配套水利设施建设、防护林建设等措施的实施,项目区农业农村生态环境将得到大幅度的提升。

4.2 总体布局

鹤山区是南太行生态屏障的重要组成部分,在系统识别生态问题基础上,按照整体设计、片区谋划、全要

素融合、创新管理制度的思路,力争打造全国山水林田湖草生态保护修复先行区和样板区^[3]。以“山水林田湖草是一个生命共同体”的重要理念为指导,以鹤山区生态功能定位与生态环境现状的差距为出发点,系统解决区内矿山生态破坏,河流湿地功能受损,森林资源质量下降,生物多样性降低等主要生态环境问题。按照优化生态空间管控,提升区域生态系统服务价值的思路,根据鹤山区山脉、矿区、河流等的地理位置,参照“中部地区重要生态屏障”的战略定位,结合鹤山区生态系统平均服务价值格局图(图3),构建“一廊、一片区”生态保护修复格局,见图4。通过山水林田湖草生态保护修复项目,实现鹤山区生态系统“格局优化、系统稳定、功能提升”的目标。

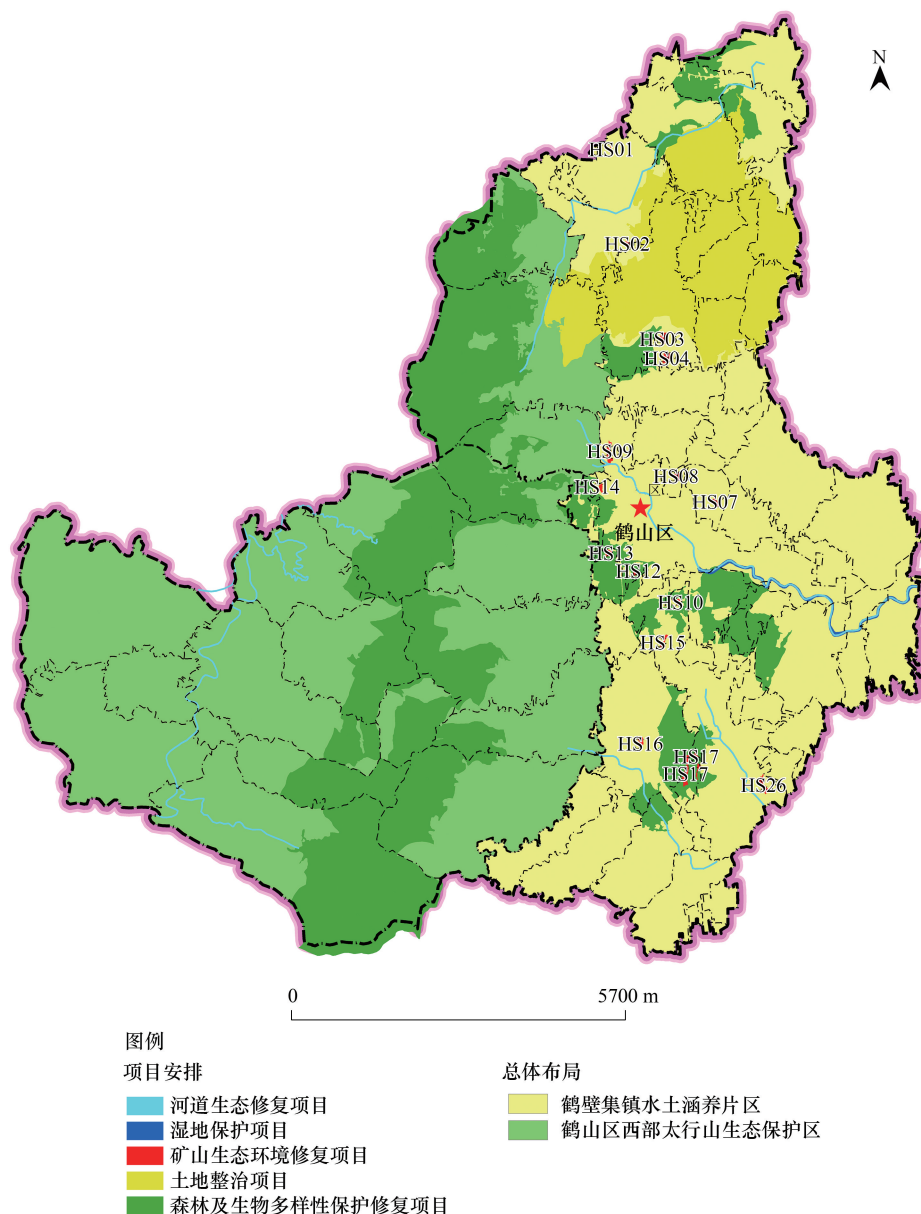


图4 总体布局图

Fig.4 Overall layout

HS: 鹤山

一廊:指西部太行山生态保护区。鹤山区生态防护的重心,应充分发挥林地的生态服务功能,积极开展丘陵区生态环境保护,推进森林资源保护,大力发展水土保持林和水源涵养林,实施荒山绿化工程,建立林木和

自然风景保护区,促进区域土地生态安全格局的形成。

一区:鹤壁集镇水土涵养片区。重点实施汤河、姜河、金线河等的河道生态修复治理、矿山生态环境治理与土地综合整治。改善水环境、修复水生态,治理遗留工矿用地,规模建设旱涝保收农田,改善鹤壁集镇整体生态环境现状,调整优化土地利用格局。

4.3 项目统筹安排

根据区域生态环境问题及生态修复的目标和总体布局,确定鹤山区山水林田湖草生态修复的项目安排。

4.3.1 河道生态修复与湿地保护

鹤山区境内主要有汤河、姜河、金线河等河流,多为季节性河流,河流水系连通性差。根据河流现状情况,采取河道基底修复为基础,结合河流水质提升、水生态修复的“三重修复”理念。对于农田侵占、河道内垃圾堆积、河道退化,河道变的窄、小、浅的现象,根据鹤山区河道流域范围内用地规划,制定河道防洪标准,清理河道垃圾、对河道进行清淤疏浚以恢复河道过洪断面,修建河道生态堤岸等措施对河道基底进行修复,保障河道水安全,恢复河流基本功能。对于年内经常基流不保,大部分时间为断流状态,水质污染严重以及局部黑臭河段,构建原位生态净化系统,治理河流水污染,提升水质,修复河流水生态。

对于姜河湿地,采用自然恢复和人工修复相结合的方法进行湿地保护和修复,通过湿地恢复工程、湿地景观提升工程和湿地基础设施工程。

4.3.2 矿山生态环境修复与土地整治

根据治理区内存在的主要环境问题、危害程度及环境地质条件,通过对工作区内遗留的废弃建筑物进行拆除,弃渣清理、回填整平,消除安全隐患,恢复治理区地形地貌。采用修建护坡、修建地表排水系统、修建道路及覆土绿化,从而最大限度的改善治理区的生态环境,使人类工程与生态环境协调发展。结合鹤山区相关规划,根据治理区地形条件,采取场区生物绿化植树种草、建造高效绿色农田等工程手段,结合《鹤壁市鹤山区分区规划(2009—2020)暨重要地段城市设计》将矿山占压和破坏的土地资源恢复为耕地、草地、林地以及建设用地,恢复治理区内生态环境。

4.3.3 森林及生物多样性保护修复

鹤山区的森林及生物多样性保护修复分为3个区域,保护区、修复区和自然恢复区。森林的保护修复坚持因地制宜、因林施策、适地适法,在保护的基础上,自然修复和人工促进相结合。其中,保护区通过封山育林、抚育等措施,减少人为扰动,加强现有林分管护水平,维持现有林分稳定性。保护区改造以封育措施为主、结合抚育进行,维持并提高区域内乔木及灌木固土及含蓄水源的功能,以维持生态脆弱区域森林系统的稳定性;修复区通过荒山荒地造林、封育抚育、补植改造等措施,增加森林覆盖率、恢复及提升森林功能、调整林分结构、增加林分季相变化,保护生物多样性;自然恢复区内不做林分改造及抚育措施,以自然修复为主。

5 修复成效

5.1 修复保障措施

鹤山区山水林田湖草生态保护修复工程的实施效果通过组织管理、技术支撑以及思维强化等一系列措施来保障。包括,明确组织领导责任,强化分工协作机制;严格试点资金管理,建立长效资金保障;加强技术支撑,保障科学实施;加强宣传引导,提高公众参与度;运用系统思维强化监督管理等。

5.2 修复成效评价

根据生态保护修复考核目标确定的各类用地面积,利用上文相同的研究方法计算修复后生态系统服务价值,见表3。以修复工程前后生态系统服务价值的变化,来评价山水林田湖草生态保护修复工程的成效。

由表3看出,鹤山区山水林田湖草生态保护修复工程实施后,生态系统服务价值总量预计能达到36407.95万元,比2017年增加7741.96万元,增长率为27%,各项生态功能的服务价值均有提升。其中,水文调节、净化环境、土壤保持和生物多样性等上文提到的需要重点关注的生态功能的生态服务价值分别为

10523.72 万元、2585.37 万元、4287.67 万元和 2921.67 万元,与 2017 年相比增长率分别为 13.50%、30.60%、31.16%、39.23%,增长率都大于 10%,增长比较明显。

根据生态系统服务价值变化量及变化率看出,鹤山区山水林田湖草生态保护修复工程能够提升区域生态服务价值。

表 3 修复后生态系统服务价值表/万元
Table 3 Value table of ecosystem services after restoration

生态系统分类 Ecosystem classification	供给服务 Provision			调节服务 Regulation				支持服务 Support			文化服务 Culture	
二级地类 Secondary land	食物 生产	原料 生产	水资源 供给	气体 调节	气候 调节	净化 环境	水文 调节	土壤 保持	维持养 分循环	生物 多样性	美学 景观	地类总生态 服务价值
耕地 Farmland	1194.7	562.21	28.11	941.7	505.99	140.55	379.49	1447.69	168.66	182.72	84.33	5636.15
园地 Garden plot	2.12	4.87	2.54	16.11	48.18	13.64	24.06	19.6	1.51	17.82	7.81	158.26
林地 Forest	273.16	625.61	326.02	2070.69	6194.43	1753.47	3092.81	2520.07	193.85	2290.97	1004.5	20345.58
草地 Grassland	30.27	45.4	24.77	156.85	415.52	137.59	304.07	191.25	15.13	174.74	77.05	1572.64
湿地 Wetland	4	3.92	20.31	14.9	28.23	28.23	190.01	18.11	1.41	61.71	37.09	407.92
工矿用地 Industrial and mining sites	0	0	0	2.59	0	12.97	3.89	2.59	0	2.59	1.3	25.93
交通运输用地 Transportation land	0	0	0	2.11	0	10.57	3.17	2.11	0	2.11	1.06	21.13
水域及水利设施 Land for water and irrigation	50.75	14.59	525.85	48.84	145.26	352.05	6485.33	58.99	4.44	161.75	119.89	7967.74
其他土地 Other land	0	0	0	27.26	0	136.3	40.89	27.26	0	27.26	13.63	272.6
总计 Total	1555	1256.6	927.6	3281.05	7337.61	2585.37	10523.72	4287.67	385	2921.67	1346.66	36407.95

6 结论与讨论

6.1 结论

本文以鹤山区山水林田湖草生态保护修复工程为例探究了生态系统服务评价成果在区域山水林田湖草生态保护修复中的应用,期望为其他区域生态保护修复提供参考。

(1) 生态系统服务价值

本研究用改进后的单位面积生态系统服务价值当量表计算了 2014—2017 年鹤山区生态系统服务价值及变化。结果表明,近年来鹤山区生态系统服务价值整体呈现下降趋势且生态环境破坏严重,开展山水林田湖草生态保护修复工作是发展的趋势。

(2) 根据生态系统服务进行的修复重点问题的识别

生态系统服务价值的变化是对生态系统变化的响应,能够反映区域生态环境状况和生态问题。在区域生态保护修复工作中需要重点关注生态系统的水文调节、净化环境、土壤保持和生物多样性等服务,鹤山区的生态修复工程应集中在河道生态修复与湿地保护、矿山生态环境修复与土地整治、森林及生物多样性保护修复。

(3) 依据修复后生态系统服务价值评价预期修复成效

根据规划设计的目标,鹤山区山水林田湖草生态保护修复工程实施后生态系统服务价值总量预计能达到

36407.95 万元,比 2017 年增加 7741.96 万元,增长率为 27%,各项生态功能的服务价值均有提升。从生态系统服务价值变化量及变化率看出,鹤山区山水林田湖草生态保护修复工程能够提升区域生态服务价值。

6.2 讨论

本文将生态系统服务价值评价成果与山水林田湖草生态保护修复工程相结合,研究生态服务价值在生态问题的提出和生态修复效益评价方面的应用,发现理论的实践价值,具有一定的创新性。但是数据量较少可能导致结果具有一定的局限性;修复成效评价为规划设计预期效果评价,不能代表实际情况。

参考相关文献^[31-32],未来相关研究可以关注:生态系统变化与生态系统服务变化的关系;生态系统服务评估的指标与模型方法在生态修复中的应用;生态系统服务价值变化程度与生态系统的保护方式及工程技术的选择;生态修复效益大小的界定;生态系统服务价值应用方向等。

参考文献 (References):

- [1] 欧阳志云. 我国生态系统面临的问题与对策. 中国国情国力, 2017, (3): 6-10.
- [2] 黄贤金, 杨达源. 山水林田湖生命共同体与自然资源用途管制路径创新. 上海国土资源, 2016, 37(3): 1-4.
- [3] 王夏晖, 何军, 饶胜, 蒋洪强. 山水林田湖草生态保护修复思路与实践. 环境保护, 2018, 46(3): 17-20.
- [4] 王波, 王夏晖. 推动山水林田湖生态保护修复示范工程落地出成效——以河北围场县为例. 环境与可持续发展, 2017, 42(4): 11-14.
- [5] 陈艳华, 赖庆标. 探索“山水林田湖”生命共同体村庄综合整治之路——福建省长汀县南山下村和半坑村的创新实践. 中国土地, 2017, (1): 46-48.
- [6] 李开明. 寻根究底 量体裁衣 推陈出新——山水林田湖草生态保护修复的三个重要环节. 中国生态文明, 2019, (1): 64-65.
- [7] Sasaki T, Furukawa T, Iwasaki Y, Seto M, Mori A S. Perspectives for ecosystem management based on ecosystem resilience and ecological thresholds against multiple and stochastic disturbances. Ecological Indicators, 2015, 57: 395-408.
- [8] 郝玉芬. 山区型采煤废弃地生态修复及其生态服务研究[D]. 北京: 中国矿业大学(北京), 2011.
- [9] 钱一武. 北京市门头沟区生态修复综合效益价值评估研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2011.
- [10] 王璨, 钱新, 高海龙, 李慧明. 太湖地区贡湖生态修复区生态系统服务价值评估. 湿地科学, 2017, 15(2): 263-268.
- [11] 冯剑丰, 李宇, 朱琳. 生态系统功能与生态系统服务的概念辨析. 生态环境学报, 2009, 18(4): 1599-1603.
- [12] 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. 应用生态学报, 1999, 10(5): 635-640.
- [13] Daily G C. Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems. Washington, DC: Island Press, 1997.
- [14] Costanza R, d'Arge R, de Groot R, Farber S, Grasso M, Hannon B, Limburg K, Naeem S, O'Neill R V, Paruelo J, Raskin R G, Sutton P, van den Belt M. The value of the world's ecosystem services and natural capital. Ecological Economics, 1998, 25(1): 3-15.
- [15] Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis. Washington, DC: Island Press, 2005.
- [16] 辛琨, 肖笃宁. 盘锦地区湿地生态系统服务功能价值估算. 生态学报, 2002, 22(8): 1345-1349.
- [17] 欧阳志云, 赵同谦, 王效科, 苗鸿. 水生态服务功能分析及其间接价值评价. 生态学报, 2004, 24(10): 2091-2099.
- [18] 孙新章, 周海林, 谢高地. 中国农田生态系统的服务功能及其经济价值. 中国人口·资源与环境, 2007, 17(4): 55-60.
- [19] 李想, 雷硕, 冯骥, 温亚利. 北京市绿地生态系统文化服务功能价值评估. 干旱区资源与环境, 2019, 33(6): 33-39.
- [20] 崔亚琴, 樊兰英, 刘随存, 孙拖埃. 山西省森林生态系统服务功能评估. 生态学报, 2019, 39(13): 4732-4740.
- [21] 谢高地, 鲁春霞, 成升魁. 全球生态系统服务价值评估研究进展. 资源科学, 2001, 23(6): 5-9.
- [22] 任志远. 区域生态环境服务功能经济价值评价的理论与方法. 经济地理, 2003, 23(1): 1-4.
- [23] 王万同, 孙汀, 王金霞, 付强, 安传艳. 基于多源遥感数据的区域生态系统服务价值年际动态监测——以中原城市群为例. 地理科学, 2019, 39(4): 680-687.
- [24] 刘亚男, 李淑杰, 孙博, 黄烁秋, 马晓葳. 扶余市生态服务价值对土地利用变化的响应. 江苏农业学报, 2017, 33(3): 592-597.
- [25] 谢高地, 肖玉, 甄霖, 鲁春霞. 我国粮食生产的生态服务价值研究. 中国生态农业学报, 2005, 13(3): 10-13.
- [26] 谢高地, 张彩霞, 张雷明, 陈文辉, 李士美. 基于单位面积价值当量因子的生态系统服务价值化方法改进. 自然资源学报, 2015, 30(8): 1243-1254.
- [27] 谢高地, 鲁春霞, 冷允法, 郑度, 李双成. 青藏高原生态资产的价值评估. 自然资源学报, 2003, 18(2): 189-196.
- [28] 涂小松, 龙花楼. 2000—2010 年鄱阳湖地区生态系统服务价值空间格局及其动态演化. 资源科学, 2015, 37(12): 2451-2460.
- [29] 李奇, 朱建华, 肖文发. 生物多样性与生态系统服务——关系、权衡与管理. 生态学报, 2019, 39(8): 2655-2666.
- [30] 郜国玉. 河南省生态功能区划研究[D]. 郑州: 河南农业大学, 2010.
- [31] 王晓峰, 吕一河, 傅伯杰. 生态系统服务与生态安全. 自然杂志, 2012, 34(5): 273-276, 298-298.
- [32] 傅伯杰. 生态系统服务与生态安全. 北京: 高等教育出版社, 2013: 4-5.