

## 基于土地利用总体规划的开封市生态系统服务价值评价

王庭辉, 柴佳佳

(河南大学 环境与规划学院, 河南 开封 475004)

**[摘要]** 为土地利用结构的优化调整及土地利用总体规划编修提供决策支持,进而实现经济-社会-生态的可持续发展,以生态系统服务价值为评价指标,采用当量因子法研究开封市土地利用总体规划(2006—2020)前后生态系统服务价值及其变化规律和发展趋势。结果表明:2020年开封市居民点及工矿用地、交通用地、林地及园地生态系统面积较2005年呈增加趋势,分别增加9 400 hm<sup>2</sup>、5 465.14 hm<sup>2</sup>、3 400 hm<sup>2</sup>和699.99 hm<sup>2</sup>;水体、草地及其他用地生态系统的面积呈减少趋势,分别减少6 688.41 hm<sup>2</sup>、446.28 hm<sup>2</sup>和11 830.45 hm<sup>2</sup>;耕地生态系统面积基本保持不变。开封市生态系统服务价值总量减少3.27亿元,呈下降趋势;其生态系统服务价值的主要生态系统类型为耕地、水体与林地,到规划目标年其占比分别为73.38%、14.98%和9.11%。生态系统服务价值对价值系数缺乏弹性,其敏感性指数均小于1。

**[关键词]** 土地利用总体规划; 生态系统服务价值; 敏感性指数; 开封; 河南

**[中图分类号]** S159

**[文献标识码]** A

### Evaluation of Ecosystem Service Value Based on Comprehensive Land Use Planning in Kaifeng City

WANG Tinghui, CHAI Jiajia

(College of Environment and Planning, Henan University, Kaifeng, Henan 475004, China)

**Abstract:** The variation rule and development trend of ecosystem service value of comprehensive land use planning in Kaifeng City during 2006—2020 were analyzed by the equivalent factor method and using ecosystem service value as the evaluation index to provide the decision support for optimization and adjustment of land utilization structure and modification of comprehensive land use planning and to realize the sustainable development of economy-society-ecology. Result: The area of residential and industrial land, transportation land, forest land and garden ecosystem shows a rising trend from 2005 to 2020 and the area of residential and industrial land, transportation land, forest land and garden ecosystem increases by 9 400 hm<sup>2</sup>, 5 465.14 hm<sup>2</sup>, 3 400 hm<sup>2</sup> and 699.99 hm<sup>2</sup> respectively. The area of water body, grassland and other lands ecosystem decreases by 6 688.41 hm<sup>2</sup>, 446.28 hm<sup>2</sup> and 11 830.45 hm<sup>2</sup> separately. The area of farmland ecosystem remains unchanged basically. Total ecosystem service value presents a declining trend and decreases by 0.327 billion in Kaifeng City. Main ecosystem types with ecosystem service value are farmland, water body and forest land. The proportion of farmland, water body and forest land is 73.38%, 14.98% and 9.11% in 2020 respectively. The ecosystem service value is short of elasticity to the value coefficient and the sensitivity index of ecosystem service value is less than 1.

**Key words:** comprehensive land use planning; ecological service value; sensitivity index; Kaifeng

土地利用/土地覆盖变化(LUCC)是全球气候与环境变化研究的重要内容,是人类社会经济活动行为与自然生态过程交互和衔接的纽带<sup>[1]</sup>,生态系统服务(Ecosystem services)是人类从生态系统中获得的各种惠益。土地利用/土地覆盖变化会引起生态系统功能和结构的变化,从而对生态系统服务功能造成影响。生态系统服务价值评估是生态红线划分、生态环境保护和生态补偿决策的重要依据和基础<sup>[2]</sup>。在生态文明建设的背景下,优化土地利用结构,合理有效利用土地,对维持生态平衡,促进区域经济与环境的协调发展具有重要的推动作用<sup>[3]</sup>。

功能价值法和当量因子法<sup>[4]</sup>是现阶段国内外研

究生态系统服务价值的主要方法,当量因子法比较直观易用,被广泛应用于区域生态系统服务价值的评估。已有的相关研究大多直接采用谢高地<sup>[5]</sup>的生态系统服务价值当量表进行生态系统服务价值的计算,较少根据研究区域实际情况对价值系数进行修正,以致造成结果偏差较大。在现阶段生态环境保护的大背景下,土地利用总体规划作为经济、社会和土地利用相结合的重要途径,其生态效益不容忽视。然而目前对其生态系统服务价值方面的评价研究相对较缺乏。鉴于此,笔者以生态系统服务价值为评价指标,采用当量因子法分析开封市土地利用总体规划前后生态系统服务价值及其变化规律和发展趋势,

**[收稿日期]** 2018-04-11

**[作者简介]** 王庭辉(1995—),男,在读硕士,研究方向:土地利用规划与土地资源评价。E-mail:15225018704@163.com

以期对土地利用结构的优化调整及土地利用总体规划编修提供决策支持,进而实现经济-社会-生态的可持续发展。

## 1 资料与方法

### 1.1 研究区概况

开封市地处河南省东部,华北平原腹地、黄河下游冲击扇南翼,地势平坦,面积 6 247 km<sup>2</sup>。气候四季分明,多年平均降水量 627.5 mm,降水多集中在夏季的 7—8 月,是国家区域中心城市、河南省域副中心城市、中原城市群副中心城市、郑州大都市区核心成员城市。

### 1.2 数据来源

研究数据来源主要来源于开封市土地利用总体规划(2006—2020)及开封市统计年鉴(2006—2016年)。

### 1.3 研究方法

1.3.1 开封市各土地生态系统面积的变化 对比分析规划前后各土地利用类型的面积变化。土地利用类型即为相应的生态系统类型。参照文献[5]的方法将开封市生态系统划分为耕地、园地、林地、草地、居民点及工矿用地、交通用地、水体和其他用地生态系统。

### 1.3.2 开封市各土地生态系统服务价值分析

1) 各土地利用类型生态系统服务价值量的计算。参照吴克宁等<sup>[6]</sup>的方法,开封市生态系统服务功能可划分为气体调节、气候调节、水源涵养、土壤形成与保护、废弃物处理、生物多样性维持、食物生产、原材料生产、文化娱乐等 9 种类型,并根据开封市实际情况确定开封市单位面积生态系统服务价值量,再计算研究区各类土地生态系统服务价值量和各服务功能价值量。

全国农田生态系统生物量因子为 1.00,开封市农田生物量因子取河南省的均值 1.39<sup>[7]</sup>。单位面积草地生态系统服务价值采用谢高地等<sup>[8]</sup>对华北暖温带半湿润半干旱区草地生态系统服务价值的估算值。单位面积林地生态系统服务价值的计算取经过生物量校正后的森林和草地生态系统服务价值的平均值<sup>[9]</sup>,单位面积园地生态系统服务价值取草地和

林地的平均值,单位面积内水体和其他用地生态系统服务价值量参考吴克宁等<sup>[6]</sup>的方法。参考 Costanza 等<sup>[10]</sup>的方法对居民点及工矿用地、交通用地的生态系统服务价值不进行计算<sup>[8]</sup>。

2) 各土地利用类型生态系统服务价值的敏感性评价。利用敏感性指数(CS)判断生态系统服务价值(ESV)对生态价值系数(VC)变化的依赖程度。如果 CS>1,说明 ESV 对 VC 富有弹性,则其准确度差、可信度较低;如果 CS<1,则说明 ESV 对 VC 缺乏弹性,则结果可信<sup>[11-18]</sup>。

## 2 结果与分析

### 2.1 开封市土地利用面积的变化

从表 1 可见,规划目标年与基期年相比,开封市土地总面积保持不变,在各土地利用类型中,除耕地面积未改变外,其余各类土地利用类型的面积均有不同程度的变化,交通用地变化率最大,为 94.10%,其次是草地,变化率为-61.70%;除耕地外,园地的变化率最小,为 6.83%。居民点及工矿用地面积增加量最大,为 9 400 hm<sup>2</sup>,其次为交通用地、林地和园地,分别增加 5 465.14 hm<sup>2</sup>、3 400.01 hm<sup>2</sup> 和 699.99 hm<sup>2</sup>。草地、水体及其他用地的面积均呈减少趋势,其中,其他用地面积减少量最大,为 11 830.45 hm<sup>2</sup>,草地和水体的面积分别减少 446.28 hm<sup>2</sup> 和 6 688.41 hm<sup>2</sup>。

### 2.2 生态系统服务价值的变化

从表 2 可知,开封市 2005—2020 年生态系统服务价值由规划基期年(2005 年)的 52.87 亿元减少到规划目标年(2020 年)的 49.60 亿元,共减少 3.27 亿元,总体呈下降趋势。规划前后,耕地在所有土地利用类型生态系统服务价值中所占比例最高,其所占比例由 2005 年的 68.84% 增至 2020 年的 73.38%,虽然耕地面积不变,但总体生态系统服务价值的降低导致其所占比例呈上升趋势;其次是水体与林地,所占比例也较高,这 3 类土地利用类型构成了开封市生态系统服务价值的主要生态系统类型。规划前后水体生态系统服务价值减少 3.78 亿元,变化量在所有生态系统中最显著;林地生态系统

表 1 开封市 2005 年及 2020 年各类土地利用生态系统面积的变化

Table 1 Variation in area of different land use ecosystem in Kaifeng City in 2005 and 2020

土地利用类型 Land use type	2005 年		2020 年		变化量(hm <sup>2</sup> ) Variation quantity	变化率(%) Variation rate
	面积(hm <sup>2</sup> )	占比(%)	面积(hm <sup>2</sup> )	占比(%)		
耕地 Farmland	428 199.46	68.39	428 199.46	68.39	0	0
草地 Grassland	723.26	0.12	276.98	0.04	-446.28	-61.70
林地 Forest	26 249.82	4.19	29 649.83	4.74	3 400.01	12.95
园地 Garden	10 250.36	1.64	10 950.35	1.75	699.99	6.83
水体 Water body	19 832.20	3.17	13 143.79	2.10	-6 688.41	-33.73
居民点及工矿用地 Residential and industrial land	81 789.52	13.06	91 189.52	14.56	9 400.00	11.49
交通用地 Land for transportation	5 807.54	0.93	11 272.68	1.80	5 465.14	94.10
其他用地 Other lands	53 242.34	8.50	41 411.89	6.62	-11 830.45	-22.22

表2 开封市2005年及2020年各类土地生态系统服务总价值的变化

Table 2 Variation in total value of different land use ecosystem in Kaifeng City in 2005 and 2020

土地利用类型 Land use type	2005年		2020年		2005—2020年 变化量(10 <sup>7</sup> 元)
	价值量 (10 <sup>7</sup> 元)	占比 (%)	价值量 (10 <sup>7</sup> 元)	占比 (%)	Variation quantity from 2005 to 2020
耕地 Farmland	363.95	68.84	363.95	73.38	0
草地 Grassland	0.26	0.05	0.10	0.02	-0.16
林地 Forest	39.99	7.56	45.16	9.11	5.18
园地 Garden	9.65	1.82	10.31	2.08	0.66
水体 Water body	112.13	21.21	74.32	14.98	-37.82
其他用地 Other lands	2.75	0.52	2.14	0.43	-0.61
总价值 Total value	528.73	100	495.98	100	-32.75

服务价值增加5180万元,其变化量也较显著。此外,草地和其他用地的生态系统服务价值量呈减少趋势,园地的价值量呈增加趋势,耕地的生态系统服务价值量保持不变。

由表3可见,2005年开封市生态系统各服务功能价值量的前三位为废物处理>水源涵养>土壤形成与保护,2020年为废物处理>土壤形成与保护>水源涵养。其变化原因主要是水体面积的减少和林

地、园地面积的增加;废物处理与水源涵养价值量虽占比很高,但其价值量与规划基期年相比有较大程度的下降。此外,生物多样性保护与娱乐文化服务功能价值量也有一定程度的减少,废物处理与水源涵养功能对植被生长及人类的生产生活影响很大。因此,要重视对水体以及林地的保护,遏制其减少趋势。其他生态系统服务价值量有小幅度的增加。

表3 开封市2005年及2020年服务功能总价值量的变化

Table 3 Variation in total value of service function in Kaifeng in 2005 and 2020

服务功能 Service function	2005年			2020年			变化量 (10 <sup>8</sup> 元)
	价值量 (10 <sup>8</sup> 元)	占比 (%)	排序	价值量 (10 <sup>8</sup> 元)	占比 (%)	排序	Variation quantity
气体调节 Gas regulation	33.28	6.29	7	34.10	6.88	7	0.82
气候调节 Climatic adjustment	53.68	10.15	5	53.96	10.88	5	0.28
水源涵养 Water conservation	88.19	16.68	2	72.16	14.55	3	-16.03
土壤形成与保护 Soil formation and protection	85.34	16.14	3	86.26	17.39	2	0.92
废物处理 Waste treatment	135.96	25.72	1	121.51	24.50	1	-14.45
生物多样性保护 Biodiversity conservation	55.23	10.07	6	51.54	10.39	6	-1.69
食物生产 Food production	54.90	10.38	4	54.97	11.08	4	0.07
原材料 Raw material	10.32	1.95	9	10.91	2.20	8	0.59
娱乐文化 Entertainment culture	13.85	2.62	8	10.57	2.13	9	-3.27
合计 Total	528.73	100.00		495.98	100.00		32.75

### 2.3 生态系统服务价值的敏感性

从表4可知,规划目标年开封市各类土地生态系统服务价值的敏感性指数依次为耕地>水体>林地>园地>其他用地>草地,且敏感性指数均小于1,表明,生态系统服务价值对价值系数缺乏弹性,修正后的价值系数可信度较高,结果可信。其中,耕地生态系统的敏感性指数最高,与耕地生态系统服务功能的价值巨大有关;其次是水体、林地和园地,与其生态系统服务功能突出有关;草地面积较小、其他

用地生态系统服务功能较弱导致其生态系统敏感性指数较低。规划前后耕地、林地和园地生态系统敏感性指数呈上升趋势,表明其对开封市生态系统服务价值变化产生放大作用;水体生态系统敏感性指数呈下降趋势,表明其对开封市生态系统服务价值变化产生缩小作用;草地和其他用地生态系统敏感性指数趋于0,表明其对开封市生态系统服务价值变化影响较小。

表4 开封市2005年及2020年生态系统服务价值敏感性指数

Table 4 Sensitivity index of ecosystem service value in Kaifeng City in 2005 and 2020

项目 Item	耕地 Farmland	草地 Grassland	林地 Forest	园地 Garden	水体 Water body	其他用地 Other lands
2005年	0.68836	0.00049	0.07563	0.01825	0.21208	0.00520
2020年	0.73381	0.00020	0.09106	0.02078	0.14984	0.00431
变化量 Variation quantity	0.04545	-0.00029	0.01543	0.00253	-0.06224	-0.00089

### 3 小结

规划前后,开封市土地总面积保持不变,未利用地面积减少量最大,居民点及工矿用地增加量最多,反映了城镇化进程中人口的增长导致对土地的大量需求。在城镇化进程中,对闲置土地进行开发再利用,有助于缓解住房压力,提升土地的高效集约利用。同时,对工矿用地以及交通用地利用结构的调整也反映出规划前后地方对经济增长的需求与重视。开封市耕地规划基期年与目标年相比面积没有改变,是我国耕地保护制度在地方的体现。

2005—2020年开封市生态系统服务总价值共减少3.275亿元,总体呈下降趋势。期间,水体价值变化量减少3.782亿元,在所有生态系统中最显著。水体的敏感性指数呈上升趋势,结合其生态价值变化分析表明,水体对生态系统造成的影响以及其所带来的生态价值不容忽视。因此,要重视对于水体的保护,实行严格的管控,保证生态系统服务功能的均衡与完整。

规划前后,开封市生态价值损失不容忽视,从可持续发展的观点看,以单纯经济增长为目的的土地利用结构调整不可取。在新一轮修编过程中,建议开封市注重地表水资源的保护与合理利用,加强土地用途管制,保证废物处理、水源涵养等生态功能正常服务。在社会经济发展和城镇化的进程中,建议开封市注重土地的生态效益,保障和完善生态系统服务功能,加大土地行政执法力度,加强土地用途管制,优化土地利用结构,提升土地利用集约度,以达到土地的高效集约利用,形成区域经济社会生态的协调可持续发展。

#### [参考文献]

[1] 魏慧,赵文武,张骁,等.基于土地利用变化的区

域生态系统服务价值评价——以山东省德州市为例[J].生态学报,2017,37(11):3830-3839.

- [2] 傅伯杰,张立伟.土地利用变化与生态系统服务:概念方法与进展[J].地理科学进展,2014,33(4):441-446.
- [3] 魏媛,吴长勇,徐筑燕.贵阳市土地利用变化对生态系统服务价值的影响[J].贵州农业科学,2015,43(2):185-188,192.
- [4] 王军,顿耀龙.土地利用变化对生态系统服务的影响研究综述[J].长江流域资源与环境,2015,24(5):798-808.
- [5] 谢高地,鲁春霞,冷允法,等.青藏高原生态资产的价值评估[J].自然资源学报,2003(2):189-196.
- [6] 吴克宁,赵珂,赵举水,等.基于生态系统服务价值理论的土地利用规划环境影响评价:以安阳市为例[J].中国土地科学,2008(2):23-28.
- [7] 谢高地,肖玉,甄霖,等.我国粮食生产的生态系统服务价值研究[J].中国生态农业学报,2005,13(3):10-13.
- [8] 谢高地,张钰铨,鲁春霞,等.中国自然草地生态系统服务价值[J].自然资源学报,2001,16(1):47-53.
- [9] 李建龙,师学义,祝宇成.基于生态系统服务价值的濮阳市土地利用规划环境影响评价[J].中国人口·资源与环境,2015,25(S1):255-258.
- [10] CCOSTANZA R, ARGE R, G-ROOT R, et al. the value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. Nature, 1997, 386, 253-260.
- [11] 刘桂林,张落成,张倩.长三角地区土地利用时空变化对生态系统服务价值的影响[J].生态学报,2014,34(12):3311-3319.
- [12] 蒙小波,曹同良,安文辉,等.基于土地利用规划的西成新区生态系统服务研究[J].生态科学,2017,36(3):142-148.
- [13] 郭鑫,李淑杰,孙博,等.基于土地利用变化的扶余市生态系统服务价值研究[J].湖北农业科学,2017,56(17):3364-3367.

(责任编辑:王海)