

# 生态系统服务价值的生态区位修正方法 ——以北京市为例

唐秀美<sup>1,2,\*</sup>, 陈百明<sup>1</sup>, 路庆斌<sup>3</sup>, 韩芳<sup>1,2</sup>

(1. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100049;

3. 中国环境科学研究院, 北京 100012)

**摘要:** 生态系统服务价值评估是当前生态经济学和环境经济学的研究热点和焦点, 生态区位是影响生态系统服务价值的重要因素。以北京市为例, 对北京市进行生态区位的划分, 遵循资源稀缺性原理, 将不同生态区位赋予不同的生态区位系数, 并以北京市 1980年、1995年和 2000年土地利用图为例, 以生态区位系数对北京市用地类型的生态服务价值进行修正, 以体现不同生态区位单位面积生态系统服务价值的不同。研究得到了北京市 3期土地利用单位面积生态系统服务价值分布图。分析发现: 北京市的生态系统服务价值组成中, 水田、有林地、灌木林和水体的生态系统服务价值占的比重较高; 各生态区位生态系统服务总价值从城区到近郊平原区到近郊平山区到远郊山区依次增加; 从 1980年到 1995年, 北京市的生态系统服务价值减少了  $1.21 \times 10^7$ 元, 而且各生态区位的生态系统服务价值也大都减少; 从 1995年到 2000年, 北京市的生态系统服务价值有所提高, 但与 1980年相比还是减少了  $3.07 \times 10^6$ 元。

**关键词:** 生态系统服务; 价值; 生态区位; 修正; 北京市

## The ecological location correction of ecosystem service value—a case study of Beijing City

TANG Xiumei<sup>1,2,\*</sup>, CHEN Baiming<sup>1</sup>, LU Qingbin<sup>3</sup>, HAN Fang<sup>1,2</sup>

1 Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences Beijing 100101, China

2 Graduate University of Chinese Academy of Sciences Beijing 100049, China

3 Chinese Research Academy of Environmental Sciences Beijing 100012, China

**Abstract** The evaluation of ecosystem service value is the hotspot of ecological economics and environmental economics. Ecological location is one of important factors that influence the ecosystem service value. This paper took Beijing City as an example to conduct the research of ecological location correction of ecosystem service value. According to the resource scarcity theory, this paper plotted out the ecological location and assigned each ecological location a coefficient. Based on these coefficients, this research modified ecosystem service value of main types of land cover in Beijing, obtained from land use thematic map of 1980, 1995 and 2000, and gained the distribution of the value of ecosystem functions in Beijing in the three periods. The result showed that the ecosystem service value of paddy field, forested land, shrub and water body dominate the whole ecosystem service value. The total ecosystem service value of each ecological location was increasing with the increase of the distance away from urban region. From 1980 to 1995, there is decline in ecosystem service value of each ecological location, with a decrease of  $21 \times 10^7$  Yuan in the whole ecosystem service value. From 1995 to 2000, the whole ecosystem service value increased, but the value of 2000 is less than that of 1980, with a decrease of  $3.07 \times 10^6$  Yuan.

基金项目: 国家科技支撑计划子课题 (2008BA B38B02-3)

收稿日期: 2009-05-29 修订日期: 2009-07-05

\* 通讯作者 Corresponding author E-mail: Tangxm\_081@igsnrr.ac.cn

**Key Words** ecosystem service value ecological location correction Beijing City

生态系统服务是指通过生态系统的结构、过程和功能直接或间接得到的生命支持产品和服务<sup>[1-2]</sup>。合理评价生态环境质量是进行生态环境保护的基础,而生态系统服务功能是考察生态环境质量的一个重要方面。一个国家或地区能否真正实现可持续发展,在很大程度上取决于人们对生态系统服务功能的正确认识<sup>[3]</sup>。

近 30a来,国际和国内基于各种时空尺度的自然资源价值评估工作从生态系统服务、自然资本、生态资产、生物多样性等角度大量展开,在相关理论、方法和应用的广度和深度上取得了前所未有的进展<sup>[4]</sup>。国外研究中,多数研究尺度较大,如对全球或区域生态系统服务价值评估,具有代表性的有 Costanza等<sup>[1]</sup>世界 13位科学家对全球生态系统服务价值的分类与全面评估。另外,很多学者也在流域尺度生态服务价值<sup>[5-7]</sup>、单个生态系统价值<sup>[8-11]</sup>、物种和生物多样性保护价值评估方面做过研究<sup>[12-14]</sup>。国内学者在生态系统服务价值评估领域也进行了大量的研究<sup>[15-22]</sup>。当前的研究多是在确定的研究区域内,对研究区域进行土地利用生态系统分类,采用各种方法评估不同土地类型生态系统的生态服务价值。总的来说,研究多是以大尺度区域生态系统为研究对象<sup>[3]</sup>,研究重点都在大范围、同类型的生态系统服务价值量的变化或者是不同年度由于土地利用变化而引起的区域生态系统服务价值的变化。有学者开始关注同种类型生态系统因为生物量、年际间的支付意愿的不同所引起的生态系统服务价值的变化,并利用各种系数进行生态系统服务价值的修正<sup>[3]</sup>。但是进行区域土地利用生态服务价值区位修正的研究还较少。生态区位是为了区分不同区域对生态系统服务的利用价值的不同而进行的区位划分,不同生态区位对相同土地利用类型生态系统服务价值的利用效率是不同的,有学者进行过初步的探讨<sup>[23]</sup>。北京市的土地利用呈现明显的圈层分布特点,本研究的生态区位划分就是在北京市城市主体功能区划的基础上结合区域的地貌等因素进行的,研究目的是为了区分不同生态分区生态系统服务价值的不同利用效率,对生态系统服务价值的生态区位修正方法做初步的探讨。

## 1 研究区概况与数据来源

### 1.1 研究区概况

北京市位于华北平原西北隅,北纬 39°38′—41°51′,东经 115°25′—117°30′,东西宽约 160km,南北长约 170km,东南距渤海约 150km。解放后北京的行政区划范围经过 5次调整,形成了今天 16区、2县的格局。北京是中国的首都,是全国的政治经济文化中心,其土地利用呈现明显的圈层分布特点,北京市已经划分了明确的城市主体功能区划,划分为首都功能核心区、城市功能拓展区、城市发展新区和生态涵养发展区四大区域,各个区域之间的发展模式有很大的差别。

### 1.2 数据来源

本研究数据来源为中国科学院资源环境科学数据中心的土地利用数据,该数据利用陆地卫星 TM 的数字图像作为原始数据源,含土地利用 1级类型 6个,2级类型 31个,解译分类的定位误差为小于两个像元(60m)。数据时期为 1980年,1995年和 2000年,数据格式为 Shpfile格式。根据研究目的,将土地利用类型进行相应归类合并,将原有的 31个二级类型合并为 12个,最终确定了北京市的 6个一级土地利用类型和 12个二级土地利用类型。

## 2 生态系统服务价值确定

### 2.1 生态系统服务价值基准价格

当前有关生态系统服务价值的研究很多,研究方法多样。国际上引用率比较高的是 Costanza在 1997年《Nature》杂志上发表的关于全球生态系统服务价值和生态资本的文章<sup>[1]</sup>,但是研究成果对中国的实际情况并不完全适用。国内比较权威的研究结论是谢高地关于中国陆地生态系统单位面积生态服务价值当量表<sup>[20]</sup>,该研究针对 Costanza研究的弱点,比如对耕地的估计过低、对湿地的估计过高等,参考其可靠地成果,在对我国 200位生态学者进行问卷调查的基础上,制定出了的中国不同陆地生态系统单位面积生态服务价值表,得到了多数学者的认同,引用率也比较高。因此本研究采用的生态系统基准价格为谢高地的研究成果。

## 2.2 专家咨询法确定土地利用类型生态系统服务价值

由于谢高地的研究成果对土地利用类型的划分较为粗略, 实际应用受到了限制, 比如成果之中只有农田地类, 没有划分为水田、水浇地和旱地, 也未有园地的类型等, 而这些类型的生态服务价值差异比较大。因此, 本研究制作了专家调查问卷, 向国内土地利用、生态服务价值评估等领域的几十位权威专家学者进行问卷调查, 调查其对土地利用类型生态系统服务价值细分的意见, 并结合已有研究中对各种地类生态系统服务价值的评估成果, 在谢高地研究成果的基础上, 对土地利用类型的生态系统服务价值进行了细分。

例如对耕地的问卷调查见表 1, 调查过程如下:

以旱地作为基础价格, 若旱地的各项生态系统服务功能基准值为 1, 请专家依据此值判断修正系数修正水田和水浇地的各项生态系统服务价值, 例如气候调节功能, 旱地为 1, 水田的气候调节功能相对旱地可能大于 1 或者小于 1, 根据经验判断填入大于 1 的一个数 (如 1.5) 或小于 1 的一个数 (如 0.8)。

表 1 耕地生态系统服务价值调查表

Table 1 The questionnaire of ecosystem service value of cultivated land

用地类型 Land use type	气体调节	气候调节	水源涵养	土壤形成 与保护	废物处理	生物多样性 保护	食物生产	原材料	娱乐文化
旱地 Dry land	1	1	1	1	1	1	1	1	1
水浇地 Irrigated land									
水田 Paddy field									

表中数据为气体调节 Gas regulation; 气候调节 Climate regulation; 水源涵养 Water resource conservation; 土壤形成与保护 Soil formation and conservation; 废物处理 Waste treatment; 生物多样性保护 Biodiversity conservation; 食物生产 Food production; 原材料 Raw material; 娱乐文化 Amusement

### 2.2.1 气温调节、气候调节、食物生产功能

气温调节、气候调节、食物生产功能这 3 种功能是旱地、水浇地、水田是依次增加的, 水田素有“人工湿地”之称, 其水分、土壤及局部小气候与湿地相似, 因此气温调节、气候调节功能较高; 稻田的单位产量与旱地单位产量之比约为 1.5:1, 因此以旱田食物生产价值的 1.5 倍作为水田的相应价值的估计, 水浇地确定为为 1.3。专家对此的意见比较一致, 因此综合专家的意见, 旱地、水浇地、水田的气温调节、气候调节、食物生产功能的系数设为 1:1.2:2; 1:1.5:2; 1:1.3:1.5。

### 2.2.2 水源涵养功能

水域涵养功能正常情况下是水田大于水浇地大于旱地的, 但是在北京这样严重缺水的地区, 种植水浇地和水田需要耗费大量的水分, 反而在水源涵养方面水田差于水浇地差于旱地。这一方面多数专家的意见是一致的。旱地、水浇地、水田的水源涵养功能系数设为 1:0.8:0.5。

### 2.2.3 土壤形成与保护、废物处理、生物多样性保护功能

土壤形成与保护、废物处理功能一般水浇地比较好, 最终根据专家的意见, 确定土壤形成与保护、废物处理的系数设定为 1:1.8:1.5; 1:1.3:0.8。

### 2.2.4 生物多样性保护

生物多样性保护功能旱地要优于水浇地和水田。最终生物多样性保护功能系数 1:0.6:0.5。

### 2.2.5 原材料、娱乐文化

原材料和娱乐文化方法 3 种用地类型并无太大差异, 定为 1:1:1。

最终耕地生态系统服务价值系数确定见表 2。

对其他地类的细分方法与耕地类似。最终对北京市主要土地用地类型的生态系统服务价值进行了归类合并, 结果如表 3 所示。

表 2 耕地生态系统服务价值系数表

Table 2 The ecosystem service value correction coefficient of cultivated land

用地类型 Land use type	气温调节	气候调节	水源涵养	土壤形成与保护	废物处理	生物多样性保护	食物生产	原材料	娱乐文化
旱地 Dry land	1	1	1	1	1	1	1	1	1
水浇地 Irrigated land	1.2	1.5	0.8	1.8	1.3	0.6	1.3	1	1
水田 Paddy field	2	2	0.5	1.5	0.8	0.5	1.5	1	1

表中数据为气体调节 Gas regulation, 气候调节 Climate regulation, 水源涵养 Water resource conservation, 土壤形成与保护 Soil formation and conservation, 废物处理 Waste treatment, 生物多样性保护 Biodiversity conservation, 食物生产 Food production, 原材料 Raw material, 娱乐文化 Amusement

表 3 北京市各土地利用类型的单位面积生态系统服务价值表 (元 / hm<sup>2</sup>)

Table 3 The basic ecosystem service value of different land-use type in Beijing

用地类型 Land use type	用地子类型 Land use subtype	气体调节	气候调节	水源涵养	土壤形成与保护	废物处理	生物多样性保护	食物生产	原材料	娱乐文化	总价值 Total value
耕地 Cultivated land	旱地	442.4	787.5	530.9	1291.9	1451.2	628.2	884.9	88.5	8.8	6114.3
	水浇地	530.9	1181.3	424.7	2325.4	1886.6	376.9	1150.4	88.5	8.8	7973.4
	水田	884.8	1575	265.5	1937.9	1161.0	314.1	1327.4	88.5	8.8	7562.8
林地 Forest	有林地	3097	2389.1	2831.5	3450.9	1159.2	2884.6	88.5	2300.3	1132.6	19333.7
	灌木林	2477.6	2150.2	3681.0	2760.7	579.6	2307.7	88.5	2300.3	906.1	17251.6
	疏林地	1858.2	1672.4	3964.1	2070.5	463.7	1730.8	70.8	1840.2	792.8	14463.5
	其他林地	1548.5	1194.55	4247.3	1380.4	463.7	1442.3	62.0	1610.2	679.6	12628.4
草地 Grass	高覆盖度草地	707.9	796.4	707.9	1725.6	1159.2	964.5	265.5	44.2	35.4	6406.5
	中覆盖度草地	566.3	637.1	849.5	1380.4	927.4	771.6	212.4	35.4	28.3	5408.4
	低覆盖度草地	354.0	398.2	920.3	862.8	579.6	482.3	132.8	22.1	17.7	3769.6
水体 Water body	水体	0	407	18033.2	8.8	16086.6	2203.3	88.5	8.8	3840.2	40676.4
荒漠 Desert	荒漠	0	0	26.5	17.7	8.8	300.8	8.8	0	8.8	371.4
建设用地 Construction land	建设用地	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表中数据为气体调节 Gas regulation, 气候调节 Climate regulation, 水源涵养 Water resource conservation, 土壤形成与保护 Soil formation and conservation, 废物处理 Waste treatment, 生物多样性保护 Biodiversity conservation, 食物生产 Food production, 原材料 Raw material, 娱乐文化 Amusement, 旱地 Dry land, 水浇地 Irrigated land, 水田 Paddy field, 有林地 Forested land, 灌木林 Shrub, 疏林地 Open forest, 其他林地 Other forest, 高覆盖度草地 High covering grass, 中覆盖度草地 Moderate covering grass, 低覆盖度草地 Low covering grass, 水体 Water body, 荒漠 Desert, 建设用地 Construction land

### 3 生态系统功能服务价值的生态区位修正

#### 3.1 北京市土地利用生态区位划分

不同的地貌类型会影响地区光、热、水和土壤类型的分布, 以及距离城区中心的远近, 从而影响土地利用的地域差异和分区<sup>[24]</sup>。不同生态区位的生态环境、生态保护程度、对不同土地利用类型的生态需求有较大的差异。本研究参考段瑞娟<sup>[24]</sup>对北京市北京区位土地利用与生态服务价值变化研究中采取的北京区位划分方法, 并进行了一定的调整, 将其划分的城区和近郊区进行合并, 最终得到将北京市生态区位 (图 1)。

(1) 城区 (A) 包括城市主体功能区划中首都功能核心区中的东城区、西城区、崇文区、宣武区和城市功能扩展区的朝阳区、丰台区、石景山区和海淀区。将首都功能核心区和城市功能拓展区合并为城区。首都功

能核心功能区内主要的土地利用类型为建设用地,用地类型单一,城市功能扩展区内的建设用地面积也处于逐年增加的趋势,两个区域是北京市的核心区域。

(2)近郊平原区(B) 包括顺义区、通州区和大兴区。将城市发展新区中的顺义、通州和大兴划分为近郊平原区,这三个区域这是是北京发展高新技术产业、现代制造业和现代农业的主要载体,是北京疏散城市中心区产业与人口的重要区域,是未来北京城市发展的重心所在。其地貌特点为平原区。

(3)近郊半山区(C) 包括房山区、昌平区、平谷区。包括城市发展新区中的房山、昌平和生态涵养区的平谷区。

(4)远郊山区(D) 包括门头沟区、怀柔区、密云县、延庆县。这4个是城市主体功能区划中的远郊山区。是保证北京可持续发展的支撑区域,也是北京市民休闲游憩的理想空间。该区域定位于生态涵养发展区,支撑北京的可持续发展。

### 3.2 土地利用生态系统服务价值生态区位修正

土地利用生态服务价值的影响因子很多,如气候、温度、用地类型、土壤质地等等。其中土地利用空间格局对生态服务价值的影响巨大,特别是区位因素,区位因素包含了土地利用方式、土地利用类型配置、人类活动等的综合因素。对于北京这样的大都市,区位因素是使相同的土地类型发挥不同的生态服务价值的主要原因。

生态区位价值的高低服从于资源稀缺理论,即改善区域生态资源越稀少的地区,与环境的紧密程度就越高,对改善该区域生态环境的作用就越大,其生态区位价值系数也就越高。在不同环境条件下,影响土地生态效益发挥程度的各项环境的敏感性因素(即生态区位因素)差异性不同。张凤荣<sup>[25]</sup>等专家都曾经指出过北京市区内耕地的重要生态作用,提出像北京地区耕地应该作为城市生态绿地纳入城市系统之中,得到了很多专家的认同。因为区位的不同,市区内的耕地在净化空气、娱乐文化、水源涵养等方面起到的作用也很大,可以说,在市区或近郊区的耕地的生态功能大于其生产功能,而在远郊区,多数耕地的主要功能还是生产。其他的土地利用类型也遵循这样的规律,区位因素对土地利用生态服务价值的影响已经得到了越来越多的学者的重视。米峰<sup>[23]</sup>曾经通过对不同区位的林地生态系统服务价值的评估计算过林木生态价值损失额计量,生长在不同生态区域的林木一旦遭受损害,其体现出的生态价值损失也会有所不同。比如生长在森林资源相对稀少、环境条件恶劣和生长在森林资源相对丰富、环境条件良好两个不同生态区域的树木同时被损毁,由于被毁树木与该区域环境的紧密程度不同,对改善该区域生态环境的作用不同,该树木被毁之前所体现出的生态价值(对树木生长区域而言)肯定也有所不同。

为了较为准确地描述在不同生态区位的同种土地利用类型所具有的不同的生态价值,本研究以“生态区位系数”作为调整值,对不同生态区位的土地利用类型生态价值损失额进行调整和修正。遵循资源稀缺性的原理,对不同区位各土地利用类型的单位面积“实际”生态系统服务价值(即除去食物生产和原材料后的生态系统服务价值)进行综合修正。

因为目前有关研究较少,修正系数的确定是个难点,为了确定修正系数,本研究设计了专家咨询表进行专家咨询,根据咨询结果综合专家意见确定修正系数。专家的意见是一致的,即随着区位的变化,也就是距离市

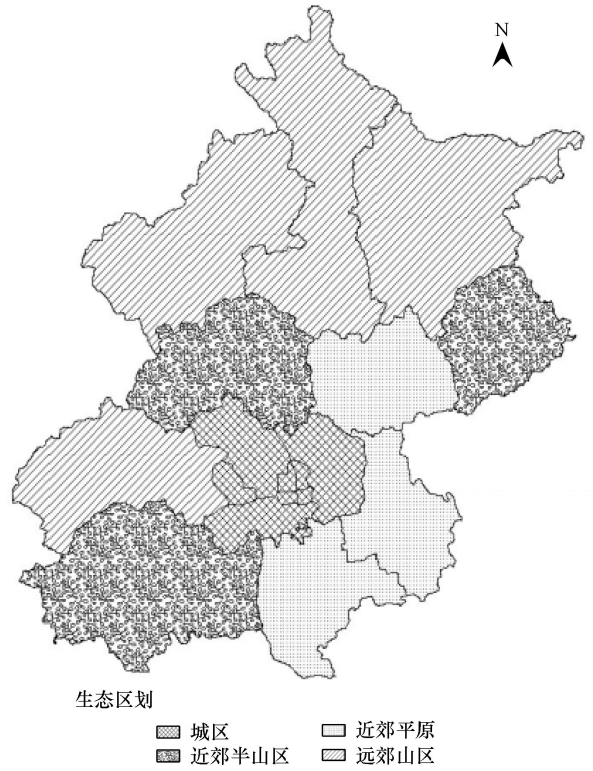


图 1 北京市生态区位划分图

Fig 1 The ecological regionalization of Beijing

中心区越远, A(城区)、B(近郊平原区)、C(近郊半山区)、D(远郊山区)的各土地利用类型单位面积生态系统服务价值是逐步减少的, 最终综合专家的意见制作出北京市不同生态区位土地利用类型“实际”生态服务价值修正表(表 4)。

表 4 北京市不同生态区位土地利用类型“实际”生态系统服务价值修正系数

Table 4 The correction coefficient of real ecosystem service value in different ecological regionalization in Beijing

土地利用类型 Land-use type	旱地	水田	有林地	灌木林	疏林地	其他林地	高覆盖度草地	中覆盖度草地	低覆盖度草地	水域	未利用地	建设用地
A 修正系数	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
B 修正系数	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	0.8	0.9	0.6	1
C 修正系数	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.4	0.4	0.7	0.5	1
D 修正系数	0.6	0.6	0.6	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	0.3	1

表中数据为修正系数 Correction coefficient; 旱地 Dry land; 水田 Paddy field; 有林地 Forested land; 灌木林 Shrub; 疏林地 Open forest; 其他林地 Other forest; 高覆盖度草地 High covering grass; 中覆盖度草地 Moderate covering grass; 低覆盖度草地 Low covering grass; 水体 Water body; 荒漠 Desert; 建设用地 Construction land

根据上表的修正结果, 各土地利用类型“实际”生态系统服务价值加上其生产价值和原材料供应价值, 最终得到各生态区位土地利用类型修正后的生态系统服务价值 (ESV), 如表 5 所示。

表 5 北京市各生态区位土地利用类型生态服务价值修正结果表 (元 / $\text{km}^2$ )

Table 5 The corrected result of real ecosystem service value of different land use type in different ecological regionalization in Beijing

生态区位	旱地	水田	有林地	灌木林	疏林地	其他林地
A	6114.3	7562.8	19333.7	17251.6	14463.5	12628.4
B	5864.8	7466.1	17855.8	16190.1	13481.8	13037.7
C	4057.9	5104.0	12555.7	11306.5	9442.5	8245.9
D	4057.9	5104.0	12555.7	6847.6	5676.8	3863.4

生态区位	高覆盖度草地	中覆盖度草地	低覆盖度草地	水域	荒漠	建设用地
A	6406.5	5408.4	3769.6	40676.4	371.4	0
B	6075.6	5115.3	3170.5	36706.1	231.6	0
C	4577.5	2312.0	1600.7	28502.7	190.1	0
D	1529.1	1279.9	877.8	16328.9	117.6	0

表中数据为利用类型 Land-use type; 旱地 Dry land; 水田 Paddy field; 有林地 Forested land; 灌木林 Shrub; 疏林地 Open forest; 其他林地 Other forest; 高覆盖度草地 High covering grass; 中覆盖度草地 Moderate covering grass; 低覆盖度草地 Low covering grass; 水体 Water body; 荒漠 Desert; 建设用地 Construction land

### 4 结果分析

根据上述土地利用生态系统服务价值的区位修正方法, 对北京市 3 期土地利用数据单位面积生态系统服务价值进行区位修正, 修正后的结果如图 2 所示。

#### 4.1 各土地利用类型生态系统服务价值变化情况

从北京市 3 期土地利用生态系统服务价值统计表可以看出, 北京市的土地利用生态系统服务价值总量由 1980 年的  $1.28 \times 10^8$  元下降到 1995 年的  $1.16 \times 10^8$  元, 到 2000 年增加为  $1.25 \times 10^8$  元。生态系统服务功能先减少又增加, 总体减少  $3.07 \times 10^6$  元。北京市的生态系统服务价值组成结构中, 水田、有林地、灌木林和水体的生态系统服务价值占的比重较高。

各土地利用类型生态系统服务价值变化方面(表 6 图 3), 旱地的生态系统服务价值年度变化不大, 1980 年为  $9.59 \times 10^5$  元, 到 1995 年增加到  $9.99 \times 10^5$  元, 2000 年减少到  $8.87 \times 10^5$  元, 总体损失  $7.26 \times 10^4$  元; 水田的生态系统服务价值 1980 年为  $3.58 \times 10^7$  元, 1995 年减少到  $2.75 \times 10^7$  元, 2000 年略有增加, 为  $2.99 \times 10^7$ , 总体损失  $5.94 \times 10^6$  元; 有林地的生态系统服务价值变化较大, 在 1980 年为  $5.27 \times 10^7$ , 到 1995 年减少到

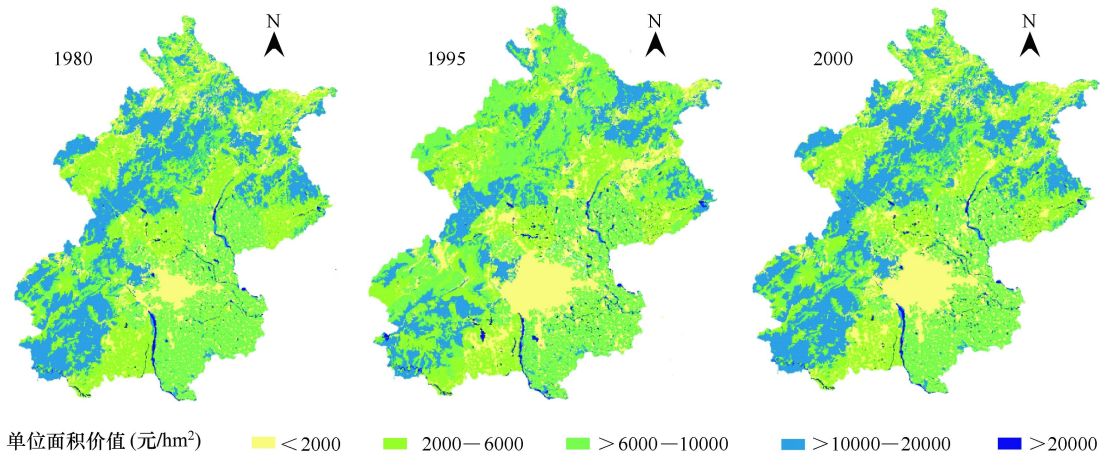


图 2 1980、1995、2000年北京市单位面积生态系统服务价值分布图

Fig 2 Distribution of unit area value of ecosystem functions in Beijing of 1980, 1995 and 2000

表 6 北京市 1980、1995和 2000年土地利用类型生态系统服务价值变化表 (元)

Table 6 The statistical table of ecosystem service value of different land use type in 1980, 1995 and 2000

土地利用类型 Land use type	年份 Year		
	1980	1995	2000
旱地 Dry land	$9.59 \times 10^5$	$9.99 \times 10^5$	$8.87 \times 10^5$
水田 Paddy field	$3.58 \times 10^7$	$2.75 \times 10^7$	$2.99 \times 10^7$
有林地 Forested land	$5.27 \times 10^7$	$2.57 \times 10^7$	$5.23 \times 10^7$
灌木林 Shrub	$1.67 \times 10^7$	$2.88 \times 10^7$	$1.66 \times 10^7$
疏林地 Open forest	$5.81 \times 10^6$	$1.02 \times 10^7$	$5.53 \times 10^6$
其他林地 Other forest	$3.00 \times 10^6$	$5.74 \times 10^6$	$4.10 \times 10^6$
高覆盖度草地 High covering grass	$2.68 \times 10^6$	$2.03 \times 10^5$	$2.51 \times 10^6$
中覆盖度草地 Moderate covering grass	$2.62 \times 10^5$	$1.92 \times 10^6$	$2.65 \times 10^5$
低覆盖度草地 Low covering grass	$8.53 \times 10^4$	$1.19 \times 10^5$	$8.07 \times 10^4$
水体 Water body	$1.01 \times 10^7$	$1.48 \times 10^7$	$1.29 \times 10^7$
荒漠 Desert	$2.28 \times 10^2$	$2.76 \times 10^3$	$1.86 \times 10^2$
建设用地 Construction land	0	0	0
总价值 Total value	$1.28 \times 10^8$	$1.16 \times 10^8$	$1.25 \times 10^8$

$2.57 \times 10^7$ 元, 减少比例较大, 到 2000年又增加到  $5.23 \times 10^7$ , 总体损失  $3.83 \times 10^5$ 元; 灌木林地的生态系统服务价值 1980年为  $1.67 \times 10^7$ 元, 到 1995年增加到  $2.88 \times 10^7$ 元, 增加较多, 到 2000年又减少到  $1.66 \times 10^7$ , 总体损失  $1.79 \times 10^5$ 元; 疏林地的生态系统服务价值在 1980年为  $5.81 \times 10^6$ 元, 到 1995年增加到  $1.02 \times 10^7$ 元, 在 2000年又减少到  $5.53 \times 10^6$ 元, 总体损失  $2.80 \times 10^5$ 元; 其他林地的生态系统服务价值在 1980年为  $3.00 \times 10^6$ 元, 到 1995年增加到  $5.74 \times 10^6$ 元, 在 2000年又减少到  $4.10 \times 10^6$ 元, 总体增加  $1.11 \times 10^6$ 元; 高覆盖度草地的生态系统服务价值在 1980年为  $2.68 \times 10^6$ 元, 1995年减少到  $2.03 \times 10^5$ 元, 2000年又增加到  $2.51 \times 10^6$ 元, 总体损失  $1.61 \times 10^5$ 元; 中覆盖度草地的生态系统服务价值在 1980年为  $2.62 \times 10^5$ 元, 1995年减少到  $1.92 \times 10^6$ 元, 2000年增加到  $2.65 \times 10^5$ 元, 总体增加  $3.59 \times 10^3$ 元; 低覆盖度草地的生态系统服务价值在 1980年为  $8.53 \times 10^4$ 元, 到 1995年增加到  $1.19 \times 10^5$ 元, 2000年减少到  $8.07 \times 10^4$ 元, 总体减少  $4.06 \times 10^3$ 元; 水体的生态系统服务价值在 1980年为  $1.01 \times 10^7$ 元, 到 1995年增加到  $1.48 \times 10^7$ 元, 2000年减少到  $1.29 \times 10^7$ 元, 总体增加  $2.84 \times 10^6$ 元; 荒漠的生态系统服务价值在 1980年为  $2.28 \times 10^2$ 元, 1995年增加到  $2.76 \times 10^3$ 元, 2000年减少到  $1.86 \times 10^2$ 元, 总体变化不大。

从 1980年到 2000年, 水田、有林地、疏林地、高覆盖度草地、中覆盖度草地的生态系统服务价值是先减少后增加的, 而旱地、灌木林地、其他林地、低覆盖度草地、水体和荒漠的生态系统服务价值先增加后减少。总体变化中, 只有其他林地、中覆盖度草地和水体的生态系统服务价值增加的, 其他的都有不同程度的减少。

#### 4 2 各生态区位生态系统服务价值变化 (图 4)

各生态区位生态系统服务价值总量, 从城区到近郊平原区到近郊半山区到远郊山区, 其总价值是依次增加的。其中, 城区的生态系统服务价值总量在 1980年为  $7.96 \times 10^6$ 元, 到 1995年减少到  $5.64 \times 10^6$ 元, 到 2000年略有增加, 为  $5.91 \times 10^6$ 元, 总体损失  $2.05 \times 10^6$ 元; 近郊平原区的生态系统服务价值在 1980年为  $2.26 \times 10^7$ 元, 到 1995年增加到  $2.30 \times 10^7$ 元, 到 2000年减少到  $2.20 \times 10^7$ 元, 总体减少  $6.25 \times 10^5$ 元; 近郊半山区的生态系统服务价值在 1980年为  $3.59 \times 10^7$ 元, 到 1995年减少到  $3.30 \times 10^7$ 元, 在 2000年增加到  $3.56 \times 10^7$ 元, 总体损失  $2.56 \times 10^5$ 元; 远郊山区的生态系统服务价值在 1980年为  $6.16 \times 10^7$ 元, 到 1995年减少到  $5.43 \times 10^7$ 元, 到 2000年增加到  $6.15 \times 10^7$ 元, 总体损失  $1.40 \times 10^5$ 元。可以看出, 从 1980年到 1995年, 只有近郊平原区的生态系统服务价值先增加后减少, 其他生态区位的生态系统服务价值都是先减少后增加, 而从 1980年到 2000年, 所有生态区位的生态系统服务价值都是减少的。

表 7 北京市 1980、1995和 2000年各生态区位生态系统服务价值 元

Table 7 The statistical table of ecosystem service value of different land use type in different ecological regionalization in 1980, 1995 and 2000

土地生态区位 Ecological regionalization	年份 Year		
	1980	1995	2000
城区 Urban region	$7.96 \times 10^6$	$5.64 \times 10^6$	$5.91 \times 10^6$
近郊平原区 Shrub plain region	$2.26 \times 10^7$	$2.30 \times 10^7$	$2.20 \times 10^7$
近郊半山区 Shrub semimountainous region	$3.59 \times 10^7$	$3.30 \times 10^7$	$3.56 \times 10^7$
远郊山区 Exurb-mountain region	$6.16 \times 10^7$	$5.43 \times 10^7$	$6.15 \times 10^7$

综合考虑北京市 1980年、1995年和 2000年的生态系统服务总体价值变化情况、各土地利用类型和各生态区位的生态系统服务价值变化情况可以看出, 1980年到 1995年的生态系统服务价值总体是减少的, 说明从 1980年到 1995年, 北京市的生态系统呈现一个恶化的趋势, 由于没有重视生态系统的保护问题, 以至于大多数具有重要生态系统服务功能的土地被占用, 特别是建设用地的扩充, 导致生态系统服务价值的损失。从 1995年到 2000年, 北京市的生态系统服务价值有所恢复, 说明生态系统的重要作用已经受到重视, 一系列保护生态环境的措施有力的实施也促进了生态系统的重建和恢复, 因此北京市的土地利用生态系统服务价值有了较大的提高, 但总体水平比较 1980年还是有一定的差距, 这就需要在今后继续加强对北京市的生态环境保护工作, 提高其生态系统功能, 为实现“宜居”城市的目标做出贡献。

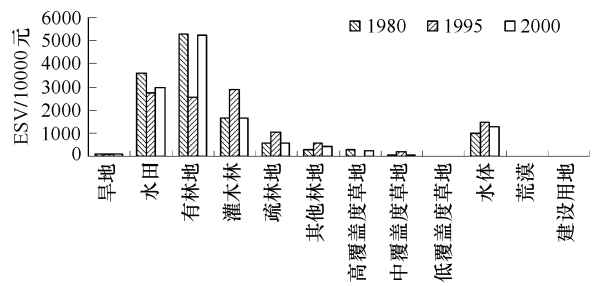


图 3 北京市各土地利用类型生态系统服务价值变化图

Fig 3 The change chart of ecosystem service value of different land use type in 1980 1995 and 2000

①旱地 Dry land; ②水田 Paddy field; ③有林地 Forested land; ④灌木林地 Shrub; ⑤疏林地 Open forest; ⑥其他林地 Other forest; ⑦高覆盖度草地 High covering grass; ⑧中覆盖度草地 Moderate covering grass; ⑨低覆盖度草地 Low covering grass; ⑩水体 Water body; ⑪荒漠 Desert; ⑫建设用地 Construction land

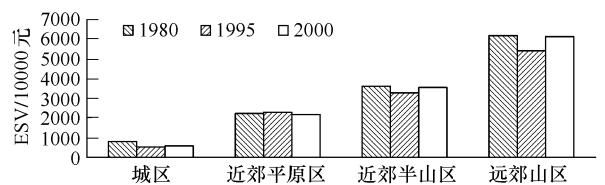


图 4 北京市各土地生态分区生态系统服务价值变化图

Table 4 The change chart of ecosystem service value of different land use type in different ecological regionalization in 1980 1995 and 2000



## 5 结论与讨论

生态系统相互作用和价值核算的复杂性导致了生态系统服务价值修正的多样性,本研究的重点在于对生态区位修正方法的研究,在对北京市进行生态区位划分的基础上,根据生态区位修正系数对不同区位、相同地类的生态系统服务价值进行了修正,对生态系统服务价值的修正方法做了新的探讨。研究得到了北京 3期单位面积土地利用生态系统服务价值分布图,并得到 3期各土地利用类型和各生态区位生态系统服务总价值的分布特点和变化情况,掌握了北京市土地利用生态系统服务价值的总体变化趋势和各类土地利用类型生态系统服务价值的变化特点和趋势。研究采取的方法为生态系统服务价值的修正研究提供了一种新的思路和方法,研究中采用的生态区位修正系数的获取方法为通过专家咨询的方法获取的,有一定的主观性,今后如何进行修正系数的确定是研究需要进一步完善的地方。影响生态系统服务价值的因素很多,如何将影响生态系统服务价值的其他因素结合在一起进行全面的评估生态系统服务价值是今后研究的重点。

## References

- [ 1 ] Costanza R, d'Arge R, de Groot R, Farber S, Grasso M, Hannon B, Limburg K, Naeem S, O'Neill R V, Paine J, Raskin R G, Sutton P, den Belt M V. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 1997, 387 (6630): 253-260
- [ 2 ] Repetto R. Accounting for environmental assets. *Scientific American*, 1992, 266(6): 64-70
- [ 3 ] Shi X L, Wang W. Evaluation method of integrated valuation of ecosystem functions and its application: a case study of Kangbao County, Hebei Province. *Acta Ecologica Sinica*, 2008, 28(8): 3998-4006
- [ 4 ] Zhao J, Yang K. Valuation of ecosystem services: characteristics, issues and prospects. *Acta Ecologica Sinica*, 2007, 27(1): 346-356
- [ 5 ] Gren IM, Groth K H, Sykén M. Economic values of danube floodplains. *Journal of Environmental Management*, 1995, 45: 333-345
- [ 6 ] Dixon J. Analysis and management of watersheds // Dasgupta P, Stiglitz J. *The environment and Emerging Development Issues*. Oxford: Clarendon Press, 1997: 212-215
- [ 7 ] Pautanayak S K. Valuing watershed services: concepts and empirics from Southeast Asia. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 2004, 104: 171-184
- [ 8 ] Tumer R K, Bergh J, Söderqvist T, Barendregt A, Straaten J V, Malby E, Jerland E. Ecological economic analysis of wetlands: scientific integration for management and policy. *Ecological Economics*, 2000, 35: 7-23
- [ 9 ] Hanley N, Ruffler J. The contingent valuation of forest characteristics: two experiments. *Journal of Agricultural Economics*, 1993, 44: 218-229
- [ 10 ] Loomis J, Kent P, Strange L, Fausch K, Covich A. Measuring the total economic value of restoring ecosystem services in an impaired river basin: Results from a contingent valuation survey. *Ecological Economics*, 2000, 33: 103-117
- [ 11 ] Lal P. Economic valuation of mangroves and decision-making in the Pacific. *Ocean & Coastal Management*, 2003, 46: 823-846
- [ 12 ] Jakobsson Christin M, Edgar E. Contingent valuation and endangered species: methodological issues and applications. Cheltenham: Edward Elgar Press, 1996: 121-125
- [ 13 ] Mendonca M, Sachida A, Loureiro P. A study on the valuing of biodiversity: the case of three endangered species in Brazil. *Ecological Economics*, 2003, 46: 9-18
- [ 14 ] Bandara R, Tisdell C. The net benefit of saving the Asian elephant: a policy and contingent valuation study. *Ecological Economics*, 2004, 48: 93-107
- [ 15 ] Ouyang Z Y, Wang X K, Miao H. A primary study on Chinese terrestrial ecosystem services and their ecological economic values. *Acta Ecologica Sinica*, 1999, 19(5): 607-613
- [ 16 ] Bi X L, Ge J P. Evaluating ecosystem service valuation in China based on the IGBP land cover datasets. *Journal of Mountain Science*, 2004, 22(1): 48-53
- [ 17 ] Zhao J Z, Xiao H, Wu G. Comparison analysis on physical and value assessment methods for ecosystem services. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2000, 11(2): 290-292
- [ 18 ] Pan Y Z, Shi P J, Zhu W Q, Gu X H, Fan Y D, Li J. Valuation of the Chinese terrestrial ecosystem based on the remote sensing. *Chinese Science (series D)*, 2004, 41(4): 375-384
- [ 19 ] Su X L, Kang S Z, Tong L. A dynamic evaluation method and its application for the ecosystem service value of an inland river basin: A case study on the Shiyanghe River Basin in Hexi Corridor of Gansu Province. *Acta Ecologica Sinica*, 2006, 26(6): 2011-2019
- [ 20 ] Xie G D, Zhang Y L, Lu C X, Zheng D, Cheng S K. Study on valuation of rangeland ecosystem services of China. *Journal of Natural Resources*, 2001, 16(1): 47-53

- [ 21 ] Xie G D, Lu C X, Leng Y F, Zheng D, Li S C. Ecological assets valuation of the Tibetan Plateau. *Journal of Natural Resource*, 2003, 18( 2): 189-196.
- [ 22 ] Huang X W, Chen B M. The theory and application about the regionalization of Chinese ecological assets. *Acta Ecologica Sinica*, 1999, 19( 5): 602-606.
- [ 23 ] Mi F, Zhang D H, Wang W K. A study on the computation method of ecological value loss of forest tree loss in Beijing. *Forestry Economics*, 2008, 11: 53-56.
- [ 24 ] Duan R J, Hao J M, Zhang J X. Land utilization and changes on eco-service value in different locations in Beijing. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2006, 22( 9): 21-28.
- [ 25 ] Zhang F R, Zhao H F, Jiang G H. Why not to construct the city surrounded with farmland? A tentative plan about the basic farmland protection and urban spatial planning. *China Land*, 2005, 6: 13-14.

#### 参考文献:

- [ 3 ] 石晓丽, 王卫. 生态系统功能价值综合评估方法与应用——以河北省康保县为例. *生态学报*, 2008, 28( 8): 3998-4006.
- [ 4 ] 赵军, 杨凯. 生态系统服务价值评估研究进展. *生态学报*, 2007, 27( 1): 346-356.
- [ 15 ] 欧阳志云, 王效科, 苗鸿. 中国陆地生态系统服务功能及其生态经济价值的初步研究. *生态学报*, 1999, 19( 5): 607-613.
- [ 16 ] 毕晓丽, 葛剑平. 基于GBP土地覆盖类型的中国陆地生态系统服务功能价值评估. *山地学报*, 2004, 22( 1): 48-53.
- [ 17 ] 赵景柱, 肖寒, 吴刚. 生态系统服务的物质量与价值量方法的比较分析. *应用生态学报*, 2000, 11( 2): 290-292.
- [ 18 ] 潘耀忠, 史培军, 朱文泉, 顾晓鹤, 范一大, 李京. 中国陆地生态系统生态资产遥感定量测量. *中国科学(D辑)地球科学*, 2004, 41( 4): 375-384.
- [ 19 ] 粟晓玲, 康绍忠, 佟玲. 内陆河流域生态系统服务价值的动态估算方法与应用——以甘肃河西走廊石羊河流域为例. *生态学报*, 2006, 26( 6): 2011-2019.
- [ 20 ] 谢高地, 张钰铨, 鲁春霞, 郑度, 成升魁. 中国自然草地生态系统服务价值. *自然资源学报*, 2001, 16( 1): 47-53.
- [ 21 ] 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.
- [ 22 ] 黄兴文, 陈百明. 中国生态资产区划的理论与应用. *生态学报*, 1999, 19( 5): 602-606.
- [ 23 ] 米锋, 张大红, 王武魁. 林木生态价值损失额计量方法研究. *林业经济*, 2008, 11: 53-56.
- [ 24 ] 段瑞娟, 郝晋珉, 张洁瑕. 北京区位土地利用与生态服务价值变化研究. *农业工程学报*, 2006, 22( 9): 21-28.
- [ 25 ] 张凤荣, 赵华甫, 姜广辉. 都市何妨驻田园——基本农田保护与城市空间规划的一点设想. *中国土地*, 2005, 6: 13-14.