

钟祥市耕地生态价值时空分异研究

赵涛涛, 王 旺 (永业行(湖北)土地房地产评估咨询有限公司, 湖北武汉 430000)

摘要 针对耕地资源流失、非农化问题频发的现状,以 2005、2015 年钟祥市耕地资源为例,运用替代市场法进行耕地生态价值时空分异研究。结果表明:钟祥市耕地生态价值中,调节大气价值占比为 80.27%,土壤保持价值占比为 13.27%,其他类型生态价值占比为 6.46%;2005—2015 年钟祥市生态价值总体变化率为 0.62%;2005—2015 年钟祥市耕地生态价值沿着西北方向发展,且分布越来越分散,平均中心西北方向约 160 m 处,移动方向与趋势椭圆长轴方向一致。根据分析得到以下结论:不同类型的生态价值存在较大的差异;不同类型的生态价值变化趋势不一,变化幅度不大;随着城乡一体化深入发展,耕地生态价值在空间上越来越分散。

关键词 耕地生态价值;替代市场法;时空分异;钟祥市
中图分类号 F301.24 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2018)09-0008-04

Spatio-temporal Variability of Ecological Value of Cultivated Land in Zhongxiang

ZHAO Tao-tao, WANG Wang (Yongyehang (Hubei) Land Real Estate Evaluation Consulting Ltd., Wuhan, Hubei 430000)

Abstract Aiming at the status quo of the loss of arable land resources and non-agricultural problems, taking the cultivated land resources of Zhongxiang City in 2005 and 2015 as an example, we studied the spatial and temporal variation of cultivated land ecological value by using the alternative market method. The results showed that: Among the ecological value of cultivated land in Zhongxiang City, the value of regulating the atmosphere is 80.27%, the value of soil conservation is 13.27%, the proportion of other types of ecological value is 6.46%. From 2005 to 2015, the ecological value of cultivated land in Zhongxiang City developed along the northwest direction, and its distribution was more and more dispersed. The average center of the farmland was about 160 m in the northwest direction, and the moving direction was consistent with the long axis of the trend ellipse. According to the analysis, the following conclusions were obtained: It remained differences among different types of ecological valued land; the ecological value of different types in Zhongxiang presented different changing trends, but the change range was small generally; with the further development of urban-rural integration, the ecological value of arable land was more and more dispersed in space.

Key words Ecological value of cultivated land; Alternative market method; Spatial and temporal variation; Zhongxiang

十八届三中全会通过的《中共中央关于全面深化改革若干重大问题的决定》,提出要探索编制自然资源资产负债表,而编制自然资源资产负债表的首要工作是自然资源核算,土地资源属于自然资源,所以开展耕地资源核算应运而生。长久以来人们对耕地资源的价值理论认知存在缺陷,仅仅停留在耕地经济价值上,忽视了耕地的生态价值和社会价值,导致耕地开发利用仅受经济利益驱动,造成耕地资源迅速流失,该研究重点关注耕地的生态价值。耕地生态价值是指耕地及人类在耕作过程中产生的自然生态系统对人类生存和发展有支持效用的产品、服务和环境^[1-3],包括调节气候、涵养水源、水土保持、生产有机质、维持生物多样性、休闲娱乐、文化教育等,是耕地价值中最难以衡量的价值。

鉴于耕地生态价值测定的复杂性,目前研究方法分为 3 类:条件价值评估法、价值当量修正法、替代市场法^[4]。条件价值评估法是采用城乡居民支付意愿来测算耕地生态价值^[5],该方法虽然相对简便,但测算出的结果不能真正反映耕地生态价值;价值当量修正法是通过修正谢高地等计算出的我国耕地资源生态服务年价值来获取研究区域耕地的生态价值^[6-7],但该方法应用在小尺度耕地生态价值研究时,难以有效识别社会经济环境异质性及耕地资源承压性等对耕地生态价值的影响,无法准确反映研究区域耕地生态价值;替代市场法具体计算了耕地各种生态价值^[8],是一种相对精确的核算方法,在耕地生态价值估算中得到了较多的关注^[9]。由于替代市场法计算结果更能反映实际,笔者结合钟

祥市自然环境特点,选择土壤保持价值、调节大气价值、涵养水源价值、生产有机质价值、净化环境价值 5 种生态价值作为测算因子,采用替代市场法对研究区耕地生态价值进行估算,以期为耕地生态价值估算研究提供方法借鉴,同时指导钟祥市规范有序开展农村土地流转、制定耕地生态补偿价格、编制土地资源资产负债表等相关工作。

1 数据来源与研究方法

1.1 研究区概况 钟祥市(112°07'~113°00'E、30°42'~31°36'N)位于湖北省中北部,属鄂中低山丘岗区,全市地貌分为山区、丘陵、岗地、平原 4 部分。全境面积 4 488 km²,2015 年底耕地面积为 205 115 hm²,由于钟祥市耕地占全域的比例达到 45.7%,且近年来城镇化发展迅速带来的人地矛盾,使得该地区具有耕地价值研究的典型性,故选此区域作为研究对象(图 1)。

1.2 数据来源 数据来源于钟祥市土地变更调查数据库(2005、2015 年)中的耕地信息、相关文献的测算系数等。

1.3 研究方法 该研究运用替代市场法计算钟祥市耕地生态价值。替代市场法就是将各种耕地生态价值求和得到的,公式如下:

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5 \tag{1}$$

式中, V_1 、 V_2 、 V_3 、 V_4 、 V_5 分别为土壤保持价值、调节大气价值、涵养水源价值、生产有机质价值、净化环境价值。

1.3.1 土壤保持价值。 土壤表面覆着的农作物,一方面可以减少土壤侵蚀量,保持耕地资源的直接经济价值,另一方面可以保持因土壤侵蚀而使泥沙淤积在水库、江河、湖泊的间接经济价值,公式如下:

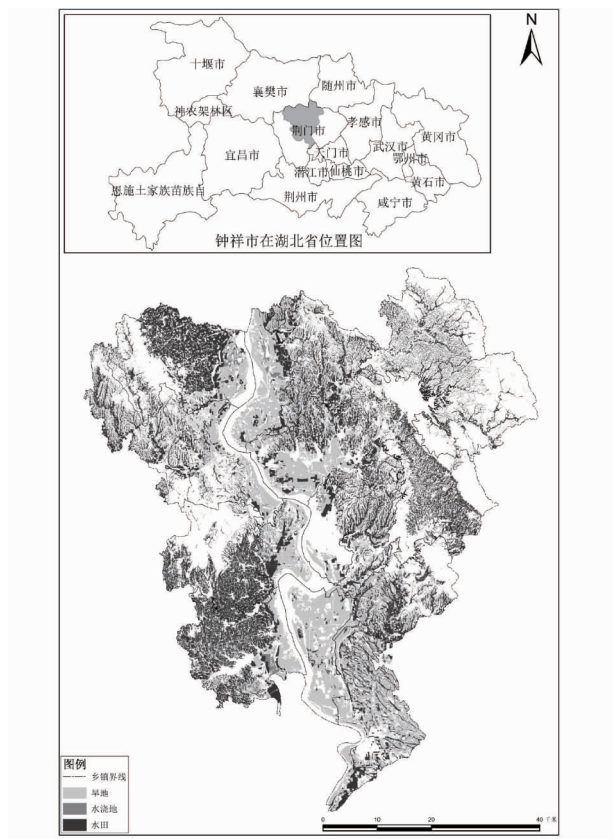


图1 研究区位置及研究对象分布

Fig.1 The location of study area and distribution of objects

$$V_1 = V_d + V_i \quad (2)$$

$$V_d = su/(xz) \times V_i \quad (3)$$

$$V_i = vkd \quad (4)$$

式中, V_1 为土壤保持价值; V_d 为直接经济价值; V_i 为间接经济价值; s 为耕地面积; u 为耕地侵蚀模数 [$u = 0.21 \text{ t}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$] ^[10]; x 为土壤平均密度 ($x = 1.3 \text{ g}/\text{cm}^3$) ^[11]; z 为土壤表土的平均厚度 ($z = 0.5 \text{ m}$) ^[11]; V_i 为单位经济损失 [$V_i = 12.15 \text{ 万元}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$] ^[8]; v 为耕地侵蚀体积 ($v = 57490500 \text{ m}^3$) ^[10]; k 为淤积比例 ($k = 24\%$) ^[11]; d 为每单位库容的水库工程费用 ($d = 0.67 \text{ 元}$) ^[12]。

1.3.2 调节大气价值。耕地资源经营生产中作物通过光合作用与大气交换 CO_2 与 O_2 , 实现调节大气所起到的价值, 公式如下:

$$V_2 = V_{\text{CO}_2} + V_{\text{O}_2} \quad (5)$$

$$V_{\text{CO}_2} = P_i TMC_1 \quad (6)$$

$$V_{\text{O}_2} = P_i EC_2 \quad (7)$$

$$P_i = sp \quad (8)$$

式中, V_2 为调节大气价值; V_{CO_2} 为固定 CO_2 价值; V_{O_2} 为释放 O_2 价值; P_i 为第一净生产量; s 为耕地面积; p 为耕地资源年净第一生产力 ($p = 4.829 \text{ t}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$) ^[13]; T 为生态系统生产植物干物质所固定 CO_2 的常量 ($T = 1.62$) ^[13]; M 为 CO_2 折算成碳的系数 ($M = 3/11$) ^[13]; C_1 为碳释放的成本价值 ($C_1 = 145 \text{ 元}/\text{t}$); E 为生态系统生产植物干物质所释放 O_2 的常量 ($E = 1.2$) ^[13]; C_2 为释氧的成本价值 ($C_2 = 400 \text{ 元}/\text{t}$)。

1.3.3 涵养水源价值。涵养水源是耕地的一个重要生态功能, 采用替代工程法计算涵养水源价值, 公式如下:

$$V_3 = sld(1 - n) \quad (9)$$

式中, V_3 为涵养水源价值; s 为耕地面积; l 为平均降水量; d 为每单位库容的水库工程费用 ($d = 0.67 \text{ 元}$) ^[5]; n 为作物年蒸腾量占总降水量的比值 ($n = 0.84$) ^[5]。

1.3.4 生产有机质价值。植被通过光合作用将无机化合物转换为有机物质, 采用能量替代法, 利用相同热量的煤能量测算生产有机质价值, 公式如下:

$$V_4 = PAQ_1/(BQ_2) \quad (10)$$

式中, V_4 为生产有机质价值; P 为标煤的市场价格 ($P = 80 \text{ 元}/\text{t}$); A 为植被净生产有机质干重 ($A = 1.2 \text{ t}/\text{a}$) ^[5]; B 为煤的质量系数 (标煤 $B = 1$); Q_1 为干重生物量折合热量 ($Q_1 = 6.7 \text{ kJ}/\text{g}$) ^[5], Q_2 为标煤的折合热量 ($Q_2 = 10 \text{ kJ}/\text{g}$) ^[14]。

1.3.5 净化环境价值。农作物具有降解污染物 (如 SO_2 、 NO_x 、 HF 等有害物质)、滞尘的显著环境净化效应, 应用恢复成本法计算净化环境价值, 公式如下:

$$V_5 = V_{\text{SO}_2} + V_{\text{NO}_x} + V_{\text{HF}} + V_z \quad (11)$$

$$V_{\text{SO}_2} = sU_3 C_3 \quad (12)$$

$$V_{\text{NO}_x} = sU_4 C_4 \quad (13)$$

$$V_{\text{HF}} = sU_5 C_5 \quad (14)$$

$$V_z = sU_6 C_6 \quad (15)$$

式中, V_5 为净化环境价值; V_{SO_2} 为耕地吸收 SO_2 的价值; V_{NO_x} 为耕地吸收 NO_x 的价值; V_{HF} 为耕地吸收 HF 的价值; V_z 为耕地滞尘的价值; s 为耕地面积; U_3 为单位面积耕地吸收 SO_2 ($U_3 = 45 \text{ kg}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$) ^[5]; C_3 为治理 SO_2 单位成本 ($C_3 = 0.6 \text{ 元}/\text{kg}$); U_4 为单位面积耕地吸收 NO_x ($U_4 = 33 \text{ kg}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$) ^[5]; C_4 为治理 NO_x 单位成本 ($C_4 = 0.6 \text{ 元}/\text{kg}$); U_5 为单位面积耕地吸收 HF ($U_5 = 0.57 \text{ kg}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$) ^[5]; C_5 为治理 HF 单位成本 ($C_5 = 0.9 \text{ 元}/\text{kg}$); U_6 为单位面积耕地的滞尘能力 ($U_6 = 0.92 \text{ kg}/(\text{hm}^2 \cdot \text{a})$) ^[5]; C_6 为治理粉尘单位成本 ($C_6 = 0.17 \text{ 元}/\text{kg}$) ^[5]。

2 结果与分析

2.1 钟祥市各乡镇/街道耕地生态价值 根据公式(1) ~ (15), 计算得到钟祥市各乡镇/街道耕地生态价值, 将计算结果与汤进华等^[5]计算的湖北省其他城市的耕地生态价值进行对比 (表1), 分析钟祥市耕地生态价值估算的合理性。

2015年钟祥市耕地生态价值高于2012年潜江市、仙桃市、天门市, 原因在于钟祥市耕地资源多于其他3市。2015年钟祥市耕地生态价值量低于2012年潜江市、仙桃市、天门市, 主要是由于人们不注重耕地资源的保护, 导致耕地资源生态价值逐年减少。虽然钟祥市耕地生态价值与其他城市计算的结果略有差异, 但是2个结果相差不大, 说明计算方法得当, 满足后续分析要求。

计算钟祥市不同类型生态价值, 结果见表2。

由表2可知, 不同类型的生态价值存在较大的差异, 从高到低依次为调节大气价值、土壤保持价值、涵养水源价值、生产有机质价值、净化环境价值, 与曹志宏等^[9]研究结果一

致。分析 2015 年不同类型的生态价值可知,调节大气价值占耕地生态价值比例达到 80.27%,其次为土壤保持价值为 13.27%,其他类型生态价值占比为 6.46%,原因在于耕地生态作用取决于耕地环境,耕地环境与周围的大气密切相关。

表 1 钟祥市耕地生态价值结果验证
Table 1 The results validation of the ecological value of cultivated land in Zhongxiang

项目 Item	潜江市 Qianjiang City (2012 年)	仙桃市 Xiantao City (2012 年)	天门市 Tianmen City (2012 年)	钟祥市 Zhongxiang City (2015 年)
耕地生态价值 Cultivated land ecological value//万元	37 772.28	46 210.13	56 607.71	67 826.19
耕地面积 Cultivated land area//hm ²	111 155.00	133 553.00	156 200.00	204 147.00
耕地生态价值量 Ecological value of cultivated land//元/hm ²	3 398.16	3 460.06	3 624.05	3 322.41

表 2 钟祥市不同类型生态价值
Table 2 The different types of ecological value in Zhongxiang
万元

价值类型 Value type	2005 年	2015 年
土壤保持价值 The value of soil conservation	8 995.06	8 999.15
调节大气价值 The value of regulate the atmosphere	54 017.09	54 444.64
涵养水源价值 The value of conservation of water	2 094.94	2 111.18
生产有机质价值 The value of production of organic matter	1 322.42	1 302.14
净化环境价值 The value of purify the environment	975.97	969.08
合计 Total	67 405.48	67 826.19

分析 2015 年钟祥市各乡镇/街道耕地生态价值(图 2)可知,洋梓镇耕地生态价值最高,占区域合计的 12.28%,旧口镇、石碑镇、胡集镇耕地生态价值次之,分别占 10.24%、9.87%、9.43%,最低的为郢中街道、客店镇。钟祥市耕地生态价值在空间上的分布特征主要表现为南北两侧较高,东西两侧较低的特征,这与钟祥市地形特征呈东西侧多山,造成东西侧耕地资源较少有一定的关系。

2.2 时间变化分析 为了直观分析 2005、2015 年钟祥市各乡镇/街道生态价值时间变化趋势,绘制各乡镇/街道生态价值的变化图(图 3)。

由图 3 可知,郢中街道、旧口镇变化幅度较大,洋梓镇、柴湖镇、长寿镇变化幅度较小。这与钟祥市各乡镇/街道经济发展水平不同,耕地保护意识不一致等因素相关,在经济发展过程中注重保护耕地资源的区域耕地生态价值变化较小,在经济发展过程中侵占耕地资源的区域生态价值变化较大。

为了分析 2005、2015 年钟祥市不同类型生态价值变化,计算各类型生态价值变化率:土壤保持价值变化率为 0.05%;调节大气价值变化率为 0.79%;涵养水源价值变化率为 0.78%;生产有机质价值变化率为 -1.53%;净化环境价值变化率为 -0.71%;综合变化率为 0.62%。

土壤保持价值增大,根据实际生活经验耕地保持土壤肥力价值远小于耕地防止泥沙淤积价值,2005—2015 年钟祥市水土流失现象日益严峻,耕地侵蚀体积增加,导致耕地土壤保持价值增大。调节大气价值增长、涵养水源价值变大,这些与日益增长的建设工程费用密切相关。生产有机质价值

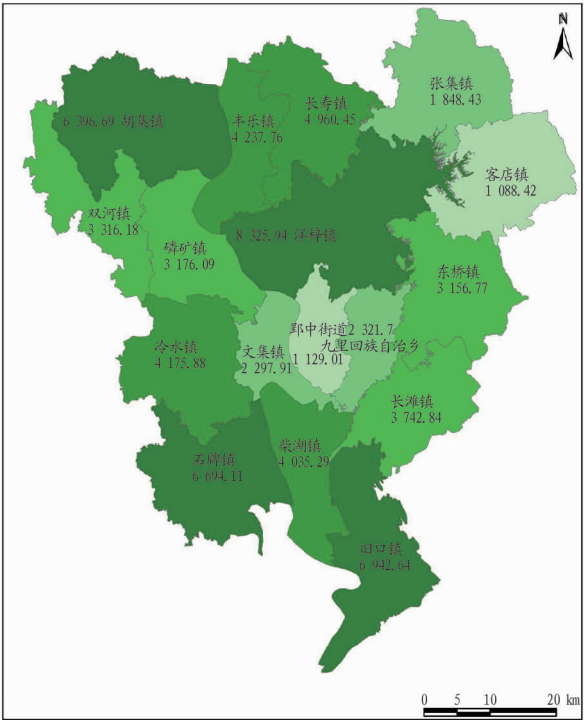


图 2 2015 年钟祥市各乡镇/街道耕地生态价值
Fig.2 Ecological value of cultivated land of towns and streets in Zhongxiang in 2015

变小,而生产有机质价值与农作物通过光合作用将无机化合物转化为有机物的多少密切相关,2005—2015 年钟祥市耕地面积减少,农作物种植面积缩减,导致耕地生产有机质价值减小。净化环境价值减少,这与耕地面积减少有一定的关系。总的来看,2005—2015 年钟祥市耕地生态价值有增长的趋势,但变化幅度较小。

2.3 空间变化分析 为从整体把握钟祥市耕地生态价值变化趋势,利用 ArcGIS 10.2 中的空间统计工具,计算 2005—2015 年钟祥市耕地生态价值平均中心和趋势椭圆(图 4)。平均中心,即耕地生态价值的密度中心,表示耕地生态价值在空间上的集聚性。趋势椭圆长轴方向代表耕地生态价值的主要发展方向,范围表明耕地生态价值分布离散程度。

2015 年耕地生态价值平均中心在 2005 年耕地生态价值平均中心西北方向约 160 m 处,移动方向与趋势椭圆长轴方向一致,主要原因在于洋梓镇、胡集镇、长寿镇、丰乐镇等地耕地生态价值维持在较高水平。2015 年生态价值趋势椭圆长轴方向与 2005 年生态价值长轴方向一致,呈西北—东南

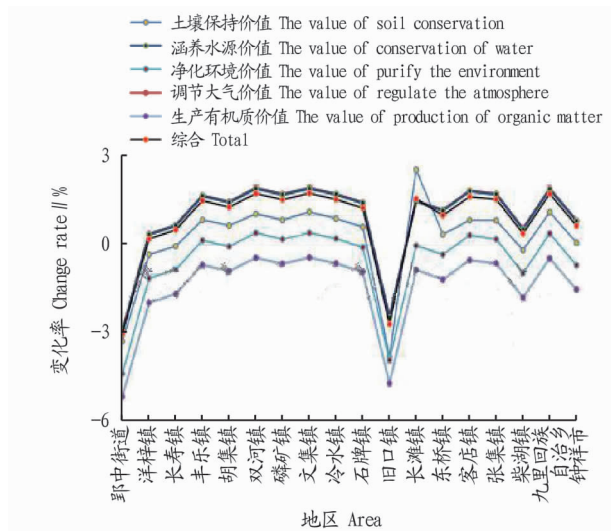


图3 2005、2015 年钟祥市各乡镇/街道生态价值变化

Fig.3 Variations of the ecological value of cultivated land in towns and streets of Zhongxiang in 2005 and 2015

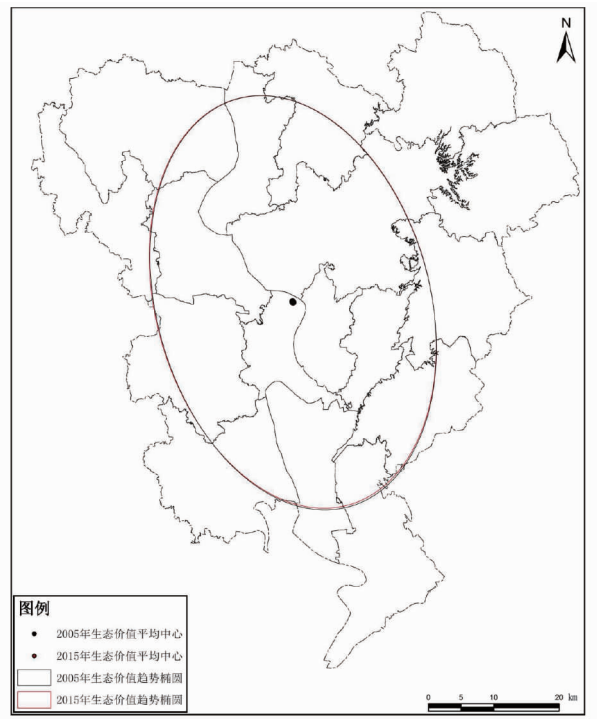


图4 钟祥市耕地生态价值空间变化分析

Fig.4 Analysis of spatial variations about the ecological value of cultivated land in Zhongxiang

方向,2015 年生态价值趋势椭圆面积比 2005 年生态价值面积略大,说明耕地生态价值分布越来越分散。

3 结论与讨论

该研究采用替代市场法计算耕地生态价值,具有一定的科学性和合理性,研究方法可用于其他区域耕地生态价值估

算,具有较强的适用性和通用性。研究表明:

(1)从生态价值构成来看,不同类型的生态价值存在较大的差异,调节大气价值占耕地生态价值比例达到 80.27%,其次为土壤保持价值为 13.27%,其他类型生态价值占比为 6.46%。从高到低依次为调节大气价值、土壤保持价值、涵养水源价值、生产有机质价值、净化环境价值,说明调节大气是耕地主要生态作用。

(2)从生态价值时间变化来看,2005—2015 年钟祥市耕地生态价值有增长的趋势,但变化幅度较小,这与农作物种植面积变化较小有关。不同类型的生态价值变化趋势不一,但总体变化幅度不大,说明耕地生态价值是一个完整的系统,各类型生态价值互有影响,在制定耕地保护政策时应统筹兼顾。

(3)从生态价值空间变化来看,2005—2015 年钟祥市耕地生态价值平均中心向西北方向偏移 160 m;趋势椭圆长轴方向变化不大,均呈西北方向;趋势椭圆面积有一定程度的增加。说明钟祥市耕地生态价值沿着西北方向发展,且分布越来越分散。

耕地生态价值研究尚处于探索阶段,研究尺度、内涵界定、技术方法、研究手段等均对研究结果有一定影响。尚需指出的是该研究还有一定的局限性,未能构建完整的耕地生态价值监测与评价系统,未能搭建耕地生态价值实地采样数据与数学模型结合平台,这些都需进一步的探讨。

参考文献

- [1] 田江. 贵州省农村经济效益与生态效益分析[J]. 中国农业资源与区划, 2017, 38(2): 146–151.
- [2] 万亚胜, 程久苗, 费罗成, 等. 农地保障功能替代对农地转出的影响[J]. 中国农业资源与区划, 2017, 38(1): 82–88.
- [3] 任平, 洪步庭, 马伟龙, 等. 基于 IBIS 模型的耕地生态价值估算: 以成都崇州市为例[J]. 地理研究, 2016, 35(12): 2395–2406.
- [4] 唐秀美, 陈百明, 刘玉, 等. 耕地生态价值评估研究进展分析[J]. 农业机械学报, 2016, 47(9): 256–265.
- [5] 汤进华, 陈志, 朱俊成, 等. 武汉城市圈耕地资源生态服务价值核算[J]. 中国农学通报, 2015, 31(4): 237–244.
- [6] 任平, 吴涛, 周介铭. 耕地资源非农化价值损失评价模型与补偿机制研究[J]. 中国农业科学, 2014, 47(4): 786–795.
- [7] 马爱慧, 张安录. 选择实验法视角的耕地生态补偿意愿实证研究: 基于湖北武汉市问卷调查[J]. 资源科学, 2013, 35(10): 2061–2066.
- [8] 王冬银, 杨庆媛, 何涛. 重庆市耕地资源非市场价值估算[J]. 中国土地科学, 2013(10): 76–82.
- [9] 曹志宏, 郝晋珉, 梁流涛. 黄淮海地区耕地资源价值核算[J]. 干旱区资源与环境, 2009, 23(9): 5–10.
- [10] 陈峰云. 湖北省土地利用/覆被变化及其对自然环境要素的影响[D]. 武汉: 华中农业大学, 2009.
- [11] 崔朝伟, 许学工. 北京市农用地生态系统服务价值评估[J]. 生态经济(学术版), 2007(2): 338–340, 358.
- [12] 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.
- [13] 叶文虎, 魏斌, 全川. 城市生态补偿能力衡量和应用[J]. 中国环境科学, 1998, 18(4): 298–301.
- [14] 李金昌. 生态价值论[M]. 重庆: 重庆大学出版社, 1999.