

DOI: 10.5846/stxb201407251508

唐秀美, 潘瑜春, 程晋南, 任艳敏. 高标准基本农田建设对耕地生态系统服务价值的影响. 生态学报, 2015, 35(24): - .

Tang X M, Pan Y C, Cheng J N, Ren Y M. Impact of high-standard prime farmland construction on ecosystem service value in Beijing. Acta Ecologica Sinica, 2015, 35(24): - .

高标准基本农田建设对耕地生态系统服务价值的影响

唐秀美^{1,2,3}, 潘瑜春^{1,2,3,*}, 程晋南⁴, 任艳敏^{1,2,3,5}

1 北京农业信息技术研究中心, 北京 100097

2 国家农业信息化工程技术研究中心, 北京 100097

3 农业部农业信息技术重点实验室, 北京 100097

4 山东农业工程学院国土资源与测绘工程系, 济南 250100

5 河南大学环境与规划学院, 开封 475001

摘要:耕地不仅有粮食生产功能,更具备重要的生态功能。高标准基本农田建设是保障国家粮食安全的重要战略举措,可以提升耕地质量、增强耕地抗灾能力和耕地生态系统服务能力。本研究以北京市为例,在确定不同等级耕地生态系统服务价值的基础上,通过预测法计算高标准基本农田建设能提升的耕地等级,在此基础上测算耕地生态系统服务价值的提升程度,以此量化高标准基本农田建设对耕地生态系统服务价值的影响。研究发现,通过高标准基本农田建设,北京市耕地等级可以平均提高 2.28 个利用等,耕地生态系统服务价值由原来的 48.83×10^8 元提升到 52.22×10^8 元,说明高标准基本农田建设在提高区域生产能力的同时,也能明显的提高区域生态水平。研究为量化测算高标准基本农田建设造成的生态系统服务价值变化提供了思路。**关键词:**高标准基本农田; 生态系统服务价值; CUG; 影响; 北京市

Impact of high-standard prime farmland construction on ecosystem service value in Beijing

Tang Xiumei^{1,2,3}, Pan Yuchun^{1,2,3,*}, Cheng Jinnan⁴, Ren Yanmin^{1,2,3,5}

1 Beijing Research Center for Information Technology in Agriculture, Beijing Academy of Agriculture and Forestry Sciences, Beijing 100097, China

2 National Engineering Research Center for Information Technology in Agriculture, Beijing 100097, China

3 Key Laboratory of Agri-informatics, Ministry of Agriculture, Beijing 100081, China

4 Department of land and Resources and Geomatics Engineering, Shandong Agricultural and Engineering University, Jinan 250100, China

5 The College of Environment and Planning, Henan University, Kaifeng 475001, China

Abstract: The evaluation of ecosystem service value (ESV) is a popular research topic within the fields of ecological economics and environmental economics. Cultivated land not only has the ability to produce grain, but also has important ecological functions, especially in and around large cities. The high-standard prime farmland (HSPF) construction has been playing a key role for the food security of China by improving the comprehensive productivity of cultivated land and agricultural production conditions. The ecosystem service ability of the cultivated land is also improved by HSPF construction. This study used Beijing as an example to explore the impact of HSPF construction on ESV. There are 16 cropland-using grades (CUG) in the farmland classification of Beijing, each CUG having a different productivity level. The basic ESV for each grade is determined by coupling the ESV, yield, and grade. The average ESV is assigned to the farmland with the middle CUG value (13), and the ESV of farmland with other CUG values are calculated based on the

基金项目:国家自然科学基金(41301093, 41401193)

收稿日期:2014-07-25; 网络出版日期:2015- -

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: panyec@nercita.org.cn

proportional relationship between the accessible productivity with each CUG, and the ESV of the farmland. The potential of utilization grade of farmland classification is evaluated by pre-evaluation. Therefore, a new ESV of farmland with different CUG is obtained. Consequently, the impact of HSPF construction on ecosystem service value is calculated. The results showed that the average CUG of cultivated land in Beijing can increase 2.28 degrees by HSPF construction, most cultivated land can increase 1 degree, some can increase 2 or 3 degrees, and a few can increase by more than 4 degrees. There is much more cultivated land in the southeastern part of Beijing than there is in the rest of the city, and the CUG of this cultivated land can increase by only 1 or 2 degrees. The potential to increase is low because the cultivated land in this region is high quality and therefore already has a high CUG. However, the CUG potential in the southwestern region is also high but most of the cultivated land can increase by more than 2 degrees. The quality of the cultivated land in this region is low and therefore has greater ability to improve. According to this study, the ESV of cultivated land in Beijing could increase from 48.83×10^8 Yuan to 52.22×10^8 Yuan by HSPF construction. HSPF construction can improve the ecological level of cultivated land, in addition to increasing grain production. This research provides a new way to quantify the impact of HSPF construction on ESV.

Key Words: high-standard prime farmland (HSPF); ecosystem service value (ESV); cropland using grades (CUG); impact; Beijing

开展农村土地整治,大规模建设旱涝保收的高标准农田是中国重要的战略举措,对改善农业生产条件、提高耕地综合生产能力、保障粮食安全、发展现代农业具有重要意义^[1]。根据《全国土地整治规划(2011-2015年)》确定的全国高标准基本农田建设计划,到2015年,计划有效保障2666.677万 hm^2 旱涝保收高标准基本农田的规划和建设。高标准基本农田是指通过农村土地整治形成的集中连片、设施配套、高产稳产、生态良好、抗灾能力强、与现代农业生产和经营方式相适应的基本农田^[2]。当前关于高标准基本农田建设方面集中于不同尺度高标准基本农田建设区域的确定方法^[3-5]、高标准基本农田建设模式^[6-10]及方法体系等方面,特别是有关高标准基本农田建设后耕地数量及质量潜力提高方面的研究已有学者进行过研究^[11-16]。由于耕地生态质量提升程度难以衡量,因此目前关于高标准基本农田建设造成的生态质量提高方面的研究还未有涉及。土地利用方式的变化直接影响生态系统所提供服务的种类和强度,从而造成生态系统服务价值的损益^[17],分析与评价土地利用诱发生态环境问题已成为可持续发展研究的热点之一^[18-21],目前有较多研究集中于土地整治造成的生态影响^[22-24]及由于土地利用类型变化造成的区域生态系统服务价值的变化^[25-27],而对于耕地质量提升造成的生态系统服务价值的影响方面的研究不足,当前耕地生态服务价值的测算研究较多,但是已有研究多数将耕地的生态系统服务价值确定为单一值,在耕地占补数量质量平衡研究中,有学者对耕地的数量质量折算研究进行过一定的探索^[28-29],也有学者开始关注进行耕地数量-质量-价值折算及其系数方面的研究^[30],但有关针对耕地等级-产量-生态价值方面的研究还未有涉及。北京市耕地稀缺,耕地保护面临很大压力,耕地具备食物生产和生态两重功能^[31],因此,如何合理计算高标准基本农田建设过程中耕地生态系统服务价值的变化及影响,对于北京市的城市发展和生态保护具有重要意义。基于此,本研究以北京市为例,探讨高标准基本农田建设对耕地生态系统服务价值的影响,试图从耕地等级、产量提升及生态系统服务价值的折算方面,对高标准基本农田建设造成的生态系统服务价值的变化进行定量化分析,从而为区域土地整治规划和生态环境保护服务。

1 研究区域与数据来源

1.1 研究区概况

北京市位于华北平原西北隅,北纬 $39^{\circ}38'$ — $41^{\circ}51'$,东经 $115^{\circ}25'$ — $117^{\circ}30'$,东西宽约160 km,南北长约170 km,东南距渤海约150 km。解放后北京的行政区划范围经过五次调整,形成了今天6个市区、8个郊区、2

个郊县的格局。北京作为我国的首都和国际化大都市,人类活动与生态系统的相互作用尤为突出。北京耕地资源稀缺,分布不均匀,耕地具备多功能性。在当前高标准基本农田建设背景下,研究其对耕地生态系统服务价值的影响,有助于区域耕地与生态环境保护。

1.2 数据来源

本研究数据来源为 2009 年北京市农用地产能核算成果,该成果以《农用地产能核算技术规范》、2006 年北京市农用地分等成果为依据,核算了北京市农用地的理论产能、可实现产能和实际产能。

2 研究方法

2.1 耕地生态系统服务价值确定

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 于 1997 年在 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^[32],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^[33],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,参考其已有成果,在对我国 200 位生态学者进行问卷调查的基础上,制定出来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。因此本研究采用的耕地生态系统基准价格为谢高地的研究成果。

表 1 耕地生态系统服务基准价值(元/hm²)

Table 1 The basic ecosystem service value of of different grade of the cultivated land

气体调节 Gas regulation	气候调节 Climate 调节 Regulation	水源涵养 Water conservation	土壤形成 与保护 Soil formation and conservation	废物处理 Waste disposal	生物多样性 保护 Biological diversity protection	食物生产 Food production	原材料 Raw materials	娱乐文化 Entertainment culture	总价值 Total value
442.4	787.5	530.9	1291.9	1451.2	628.2	884.9	88.5	8.8	6114.3

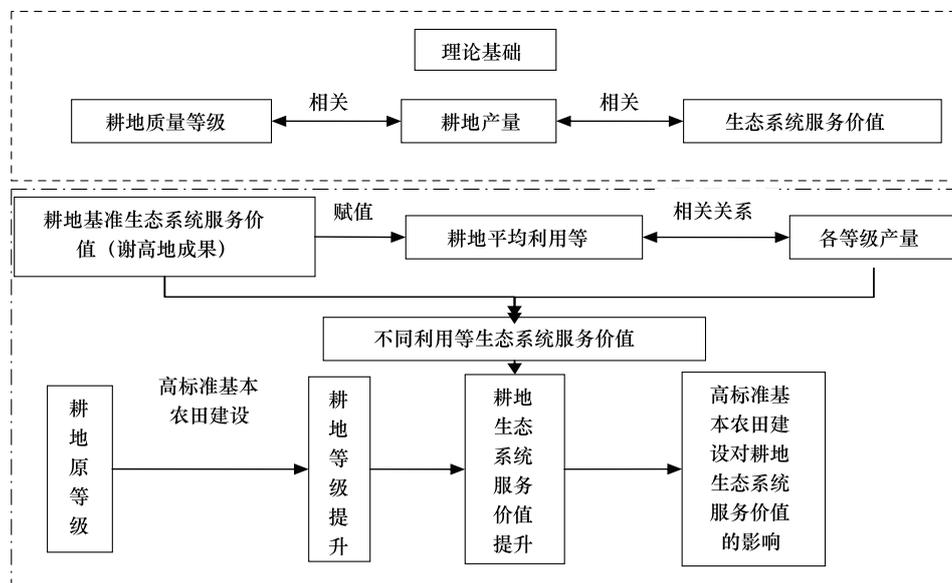


图 1 研究技术路线

Fig. 1 research technical route

耕地生态系统服务价值与耕地质量关系密切,耕地质量表现为耕地生产能力,是由比较稳定的不易变化因素如土壤、地貌、气候、地理位置等作用 and 易变化的因素如施肥、灌排、经营管理等活动影响来实现。耕地质量的好坏、生产能力的高低,决定着产量的高低,现实中一般以耕地产量表征耕地质量的优劣和耕地生产能力

的大小。耕地质量高低也影响到耕地的生态功能大小,耕地质量越高,其生态系统服务功能越大,其生态系统服务价值相应也较大。农用地分等中以耕地的质量等级衡量耕地质量高低。基于以上分析,耕地的等级、产量和生态系统服务价值存在正相关关系,而耕地的生态系统服务价值应为区域耕地生态系统服务价值的平均值。以北京市为例,北京市农用地分等中,耕地有 16 个利用等,不同等级耕地的产能不同,假设等级处于中间的 13 等地的生态系统服务价值的平均值为 6114.30 元/hm²,根据各等级产能与生态系统服务价值的比例关系(式 1),确定其他等级耕地的生态系统服务价值,得到表 2。

$$E_i = a * T_i \quad (1)$$

式中, E_i 为第 i 等级耕地的生态系统服务价值,单位为元/hm²; a 为价值折算系数,取值为 13 等耕地的生态系统服务价值与可实现产能的比值; T_i 为第 i 等级耕地的可实现产能。

表 2 北京市不同利用等别生态系统服务价值

Table 2 The ecosystem service value of cultivated land in Beijing

利用等 Cropland using grade	可实现产能 Accessible productivity/ (kg/hm ²)	生态系统服务价值 Ecosystem service value (ESV)/(元/hm ²)	利用等 Cropland using grade	可实现产能 Accessible productivity/ (kg/hm ²)	生态系统服务价值 ESV/(元/hm ²)
6	4862	3763.00	14	9100	7043.05
7	5293	4096.58	15	9835	7611.92
8	5736	4439.45	16	10383	8036.05
9	6225	4817.91	17	10677	8263.59
10	6690	5177.81	18	10981	8498.88
11	7118	5509.06	19	11280	8730.29
12	7573	5861.21	20	11476	8881.99
13	7900	6114.30	21	11690	9047.62

2.2 耕地等级提升潜力测算

通过高标准基本农田建设,除增加有效耕地面积外,更重要的是改善耕地质量,质量等级明显提高;提高耕地生产力,增加粮食产量。一般采用耕地等别或者产能的提高幅度来表示耕地整治的质量提升潜力^[14-16],本研究以乡镇^[34]为单位,采用耕地利用等的提高来测算高标准基本农田建设等级提升潜力。经调查,高标准基本农田建设后,耕地的等级能提高到县或乡镇的最高水平,借鉴已有研究^[16],因此本研究中计算方法是以前耕地所在乡镇的农用地最高等别作为高标准基本农田建设后耕地所能达到的等别,高标准基本农田建设前后的利用等差距即为耕地等级提升潜力。测算结果如图 2 所示。结果显示,通过高标准基本农田建设,北京市耕地质量有明显的提高,利用等平均可以提高 2.28 等,大部分耕地可以提高 1 个等别,其次有部分耕地可以提高 2 个或者 3 个等别,少数耕地能提高 4 个或者 5 个等别,只有极少数耕地可以提高到 6 个等别以上。空间分布上,北京东南部地区耕地分布广泛,大部分耕地可以提高 1 个等别,其中少数可以提高 2 个或者 3 个等别,极少数可以提高 4 个等别以上,主要原因是北京东南部区域的耕地质量较好,等地等级相对较高,耕地能提升

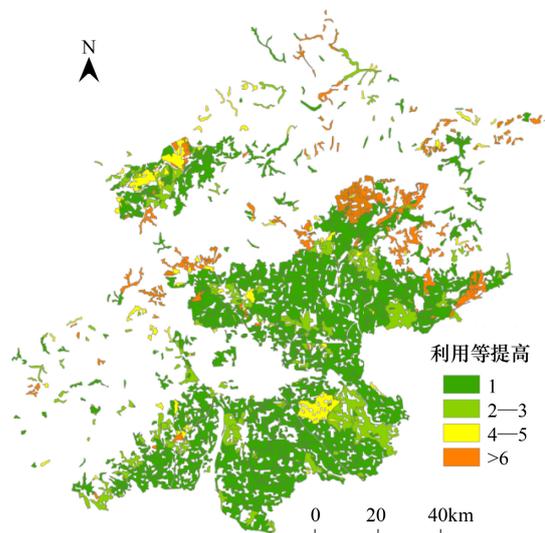


图 2 北京市高标准基本农田建设前后耕地利用等提升潜力
Fig. 2 The potential of n cropland using grade of cultivated land consolidation after high-standard prime farmland construction in Beijing

的潜力相对低;而西南部区域及北部山区相对提升潜力较大,有较多的耕地可以提升 2 个等别以上,主要原因是该区域的耕地相对质量低,等级较低的耕地质量较多,区域耕地质量差距相对比较大,因此通过高标准基本农田建设可以有较大的等别提升潜力。

$$D_{ip} = D_g - D_i \quad (2)$$

式中, D_{ip} 为*i*地块的高标准基本农田建设利用等别提高潜力; D_g 为*i*地块所在乡镇的最高利用等别; D_i 为*i*地块的原有利用等别。

2.3 区域生态系统服务价值影响

耕地经过整治后建成高标准基本农田,耕地质量等级提高,同时集中连片、高产稳产、生态良好、抗灾能力强,必定会提高耕地的生态系统服务能力和价值。根据表 2 计算不同等级的耕地生态系统服务提升后的耕地生态系统服务价值,结果见表 3,图 2。

计算结果表明:北京市耕地经过高标准基本农田建设后,其生态系统服务价值有了显著的提高,总价值由 48.83 亿元提高到了 52.22 亿元,提高了 3.39 亿元,提高比例为 6.94%。各区县中,密云、怀柔、延庆的提高幅度最大,分别为 1.22 亿元、0.57 亿元与 0.51 亿元;海淀、石景山、门头沟的提高幅度最小,海淀区无变化,石景山和门头沟仅为 0.01 亿元和 0.03 亿元;增加比例上,密云的增加比例最高,为 48.41%,其次为石景山和门头沟,为 33.33%和 27.27%,较低的为海淀、顺义和房山,分别为 0.00%、1.22%和 1.63%。

表 3 北京市高标准基本农田建设对各区县生态系统服务价值影响

Table 3 The impact of high-standard prime farmland construction on ecosystem service value in Beijing

区县名称 Name of district	生态系统服务价值 原始值/(10 ⁸ 元) The original	ESV 提升后值/(10 ⁸ 元) The ESV After improving	生态系统服务价值 增加值/(10 ⁸ 元) The added ESV	增加比例/(100%) Proportion
朝阳区	1.9	1.94	0.04	2.11
丰台区	2.51	2.57	0.06	2.39
石景山区	0.03	0.04	0.01	33.33
海淀区	0.79	0.79	0.00	0.00
门头沟区	0.11	0.14	0.03	27.27
房山区	4.29	4.36	0.07	1.63
通州区	8.65	8.86	0.21	2.43
顺义区	8.17	8.27	0.10	1.22
昌平区	2.83	2.92	0.09	3.18
大兴区	9.67	9.88	0.21	2.17
怀柔区	2.77	3.34	0.57	20.58
平谷区	2.24	2.51	0.27	12.05
密云县	2.52	3.74	1.22	48.41
延庆县	2.35	2.86	0.51	21.70
合计/Total	48.83	52.22	3.39	6.94

从北京市分村高标准基本农田建设前后生态系统服务价值变化图(图 3)中可以看出,高标准基本农田建设前后,北京市生态系统服务价值有了明显的提高,其中,生态系统服务价值区间为 0.06—0.10 亿元的村有了明显的增加,增加区域主要位于东部地区;南部区域生态系统服务价值大于 1 亿元的村有所增加;同时,其建设前后变化分布也与区县统计结果有明显的一致性。各区县中,密云、怀柔、延庆的提高量最大,原因是这几个区的耕地等级差距较大,通过高标准基本农田建设可以使耕地等级有较大的提高,因此提升潜力较大。而海淀、石景山、门头沟的提高量最低,主要原因是该区域耕地数量较少造成的。大兴耕地面积最大,耕地质量等级较高,因此其耕地生态系统服务价值在高标准农田建设前后的总量都是最高的,分村的耕地生态系统服务价值也一直处于较高的水平,但由于其耕地本身质量较高,提升潜力相对不大,因此其提升量和比例都不高。

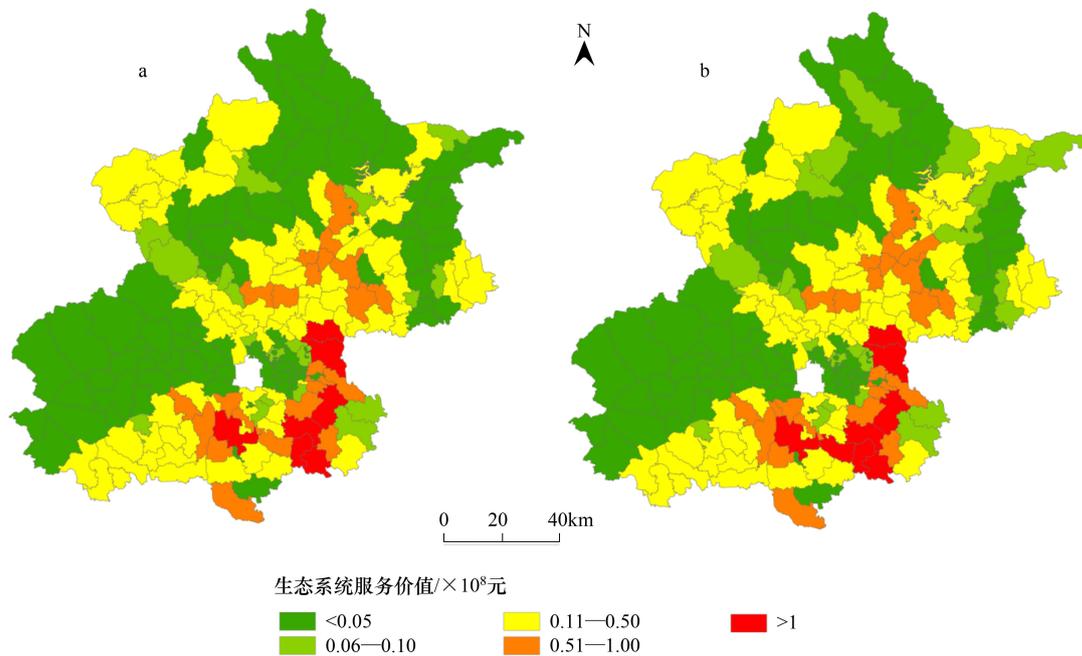


图3 北京市高标准基本农田建设前后生态系统服务价值变化

Fig. 3 The impact of high-standard prime farmland construction on ecosystem service value in Beijing

3 结论与讨论

本研究通过耦合耕地质量等级、耕地产能和生态系统服务价值,确定了不同等级耕地的生态系统服务价值,区分了不同质量耕地的生态系统服务价值。研究通过评价高标准基本农田建设前后耕地质量等级的提高程度,确定高标准基本农田建设对耕地生态系统服务价值的影响,结果显示,通过高标准基本农田建设,北京市的耕地生态系统服务价值由原来的 48.83×10^8 元提升到 52.22×10^8 元,说明高标准基本农田建设在提高区域生产能力的同时,也能明显的提高区域生态服务价值。

土地整治及高标准基本农田建设中多关注数量潜力及质量潜力,对于土地整治造成的生态影响方面的研究较少,研究对于量化高标准基本农田建设对耕地生态系统服务价值的影响做了有益的探索。目前耕地生态系统服务价值分类的研究较少,一般认为耕地地类的价值都是相同的,这样就掩盖了耕地质量不同而造成的价值差异,本研究采用的耕地等级-产量-生态系统服务价值的折算方法,对于研究不同等级耕地生态系统服务价值的确定提供了一种新思路,但研究中采用的方法相对简单,对于探索精细化测算不同等级耕地的生态系统服务价值的方法是将来需要深入研究的地方。

参考文献 (References):

- [1] 李少帅, 鄢文聚. 高标准基本农田建设存在的问题及对策. 资源与产业, 2012, 14(3): 189-193.
- [2] TD/T 1003-2012. 高标准基本农田建设标准.
- [3] 沈明, 陈飞香, 苏少青, 胡月明, 侯武龙, 程家昌, 吴顺辉. 省级高标准基本农田建设重点区域划定方法研究—基于广东省的实证分析. 中国土地科学, 2012, 26(7): 28-33.
- [4] 方勤先, 严飞, 魏朝富, 张仕超, 魏晓飞. 丘陵区高标准基本农田建设条件及潜力分析—以重庆市荣昌县为例. 西南师范大学学报: 自然科学版, 2014, 39(3): 122-130.
- [5] 王新盼, 姜广辉, 张瑞娟, 赵婷婷, 曲衍波. 高标准基本农田建设区域划定方法. 农业工程学报, 2013, 29(10): 241-250.
- [6] 薛剑, 韩娟, 张凤荣, 鄢文聚, 刘玉. 高标准基本农田建设评价模型的构建及建设时序的确定. 农业工程学报, 2014, 30(5): 193-203.
- [7] 冯锐, 吴克宁, 王倩. 四川省中江县高标准基本农田建设时序与模式分区. 农业工程学报, 2012, 28(22): 243-251.
- [8] 贾丽娟. 重庆市高标准农田建设标准及模式研究[D]. 重庆: 西南大学, 2011.

- [9] 唐秀美, 潘瑜春, 刘玉, 任艳敏. 基于四象限法的县域高标准基本农田建设布局与模式. 农业工程学报, 2014, 30(13): 238-246.
- [10] 杨伟, 谢德体, 廖和平, 潘卓, 朱琳, 李涛. 基于高标准基本农田建设模式的农用地整治潜力分析. 农业工程学报, 2013, 29(7): 219-229.
- [11] 唐秀美, 潘瑜春, 刘玉, 任艳敏. 基于耕地系数和预评价法的耕地整治潜力测算方法. 农业工程学报, 2014, 30(1): 211-218.
- [12] 刘巧芹, 李子君, 吴克宁, 马建辉, 郭爱请. 中国耕地整理潜力测算方法研究综述. 资源开发与市场, 2013, 29(2): 126-131.
- [13] 张正峰, 赵伟. 北京市大兴区耕地整理潜力模糊评价研究. 农业工程学报, 2006, 22(2): 83-88.
- [14] 赵玉领, 苏强, 吴克宁, 吕巧灵, 王俊玲, 张蕾娜. 河南高县土地整理的数量质量潜力. 农业工程学报, 2008, 24(9): 73-78.
- [15] 张瑞娟, 姜广辉, 周丁扬, 孙富国, 王新盼. 耕地整治质量潜力测算方法. 农业工程学报, 2013, 29(14): 238-244.
- [16] Tang X M, Chen B M, Zhang L N, Gu X K. Analysis of cultivated land consolidation potential in China. Transactions of the CSAE, 2012, 28(1): 219-224.
- [17] 赵微, 闵敏, 李俊鹏. 土地整理区域生态系统服务价值损益规律研究. 资源科学, 2013, 35(7): 1415-1422.
- [18] 郑江坤, 余新晓, 夏兵, 贾国栋, 庞卓, 宋思铭. 基于生态服务价值的潮白河上游土地利用优化. 农业工程学报, 2010, 26(12): 337-344.
- [19] 王成, 赵万民, 谭少华. 基于生态服务价值评价的局地土地利用格局厘定. 农业工程学报, 2009, 25(4): 222-229.
- [20] 王成, 魏朝富, 邵景安, 高明, 蒋伟. 区域生态服务价值对土地利用变化的响应—以重庆市沙坪坝区为例. 应用生态学报, 2006, 17(8): 1485-1489.
- [21] 白晓飞, 陈焕伟. 不同土地利用结构生态系统服务功能价值的变化研究—以内蒙古自治区霍洛旗为例. 中国生态农业学报, 2004, 12(1): 180-182.
- [22] 王军, 罗明, 龙花楼. 土地整理生态评价的方法与案例. 自然资源学报, 2003, 18(3): 363-367.
- [23] 王璠玲, 赵庚星, 王瑞燕, 袁祥明. 区域土地整理生态环境评价及其时空配置. 应用生态学报, 2006, 17(8): 1481-1484.
- [24] 李岩. 土地整理的区域生态环境影响及其综合效益评价研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2007.
- [25] 张正峰. 土地整理中的生态服务价值损益估算. 农业工程学报, 2008, 24(9): 69-72.
- [26] 张贞, 高金权, 杨威, 魏朝富. 土地整理工程影响下农业生态系统服务价值的变化. 应用生态学报, 2010, 21(3): 723-733.
- [27] 张正峰, 王琦, 谷晓坤. 秀山自治县土地整治生态系统服务价值响应研究. 中国土地科学, 2012, 26(7): 50-55.
- [28] 袁天凤, 邱道持, 黄家林, 谢德体, 罗卓. 基于 GIS 的重庆市耕地质量评价模型建立与检验. 中国农学通报, 2007, 23(5): 357-363.
- [29] 周佳松, 钟沛林, 张弘. 占补平衡补充耕地按等级折算研究—以南方丘陵山区为例. 中国农学通报, 2005, 21(11): 360-362.
- [30] 李蔓. 基于 GIS 技术的区域耕地等级价值及其折算系数研究[D]. 福建: 福建农林大学, 2009.
- [31] 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.
- [32] Costanza R, D'Arge R, de Groot R, Farber S, Grasso M, Hannon B, Linburg K, Naeem S, O'Neill R V, Paruelo 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.
- [33] 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.
- [34] 潘瑜春, 刘巧芹, 陆洲, 周艳兵, 李淑华, 章永平, 李伟. 基于农用地分等的区域耕地整理规划. 农业工程学报, 2009, 25(S2): 260V266.