

文章编号:1000-5471(2013)10-0001-06

基于生态系统服务功能价值土地整理 生态效益评价研究

——以重庆市长寿区木耳村土地整理项目为例^①

李 靖¹, 廖和平^{1,2}

1. 西南大学 地理科学学院, 重庆 400715; 2. 西南大学 国土资源研究所, 重庆 400715

摘要: 以长寿区木耳村土地整理项目为例, 基于生态系统服务功能价值理论, 计算项目在实施前后研究区的气体调节、气候调节、水文调节的生态服务价值, 量化评价土地整理项目的生态效益, 研究发现: 研究区生态系统服务功能价值在实施土地整理后增加, 生态效益评价结果良好; 同时, 测算土地整理项目的生态系统服务功能价值可为生态效益评价提供理论依据, 对土地整理项目的科学规划和实施具有参考价值。

关键词: 生态系统服务功能价值; 土地整理; 生态效益评价; 长寿区木耳村

中图分类号: F301

文献标志码: A

自上世纪 90 年代以来, 为应对城镇化的不断深入带来的土地利用短缺问题和土地的供需矛盾, 全国范围内广泛开展了土地整理活动, 通过土地开发整理新增耕地缓解土地紧缺压力, 党的十八大报告提出, 树立生态文明理念, 建设生态文明, 建设美丽中国。但当前土地整理规划设计过程中对土地整理的效益评价以社会经济效益评价为主^[1]。土地整理作为改善农村生产生活环境的重要手段, 在实施过程中势必会打破原有的生态平衡, 因此, 土地整理的生态效益亟待定量化评价^[2], 以更好的优化方案, 保证土地整理的可持续发展, 促进生态文明发展。

鉴于此, 本文将以生态系统服务价值为理论支撑, 借鉴杨健^[3]等的研究经验, 结合重庆市长寿区木耳村土地整理项目区, 通过选取土地整理生态效益的评价因子, 对土地整理实施前后土地的生态系统服务功能价值核算, 判定基于生态视角项目设计的可行性。

1 生态系统服务价值理论

人类从 20 世纪 70 年代开始对生态系统服务及其价值的研究, 1977 年 Westman 提出“自然的服务”概念及其价值评估问题^[4]; 1997 年 Constanza 等综合了国际上已经出版的用各种不同方法对生态系统服务价值进行评估的研究结果, 他把全球生物圈分为 16 个生态系统类型, 并将生态系统服务分为气候调节、大气调节、水调节、供水、干扰调节、侵蚀控制和沉积物保持、养分循环、土壤形成、废物处理、生物控制、庇护

① 收稿日期: 2013-05-16

基金项目: 重庆市国土资源和房屋管理局科技计划项目(KJ200803)。

作者简介: 李 靖(1990-), 男, 四川绵阳人, 硕士研究生, 主要从事土地利用与国土规划方向研究。

通信作者: 廖和平, 教授, 博士生导师。

所、授粉、原材料、食物生产、休闲娱乐功能、基因资源、文化功能等 17 种类型, 率先开展了对全球生物圈生态系统服务价值的估算^[5].

谢高地^[6]等人根据我国生态系统和社会经济条件, 对 Costanza 模式生态系统服务价值估算行了修正, 提出了符合我国实际情况的新的生态系统服务评估单价体系, 其中包括生态系统服务类型的划分和我国陆地生态系统单位面积生态系统服务价值, 详见表 1.

表 1 生态系统服务类型体系划分

谢高地分类		Constanza 分类
供给服务	食物生产	食物生产
	原材料生产	原材料生产
调节服务	气体调节	气体调节
	气候调节	气候调节、干扰调节
	水文调节	水调节、供水
	废物处理	废物处理
支持服务	保持土壤	侵蚀控制和保持沉积物、土壤形成、营养循环
	维持生物多样性	授粉、生物控制、栖息地、基因资源
文化服务	提供美学景观	休闲娱乐、文化

2 生态效益评价因子及测算方法

当前土地整理以农用地整理为主, 通过采取一系列的生物和工程措施, 使土地利用结构与方式发生较大变化, 对水环境、土壤、大气、生物等生态要素产生诸多的直接或间接、有利或有害的影响^[7], 使生态服务功能价值增加或减小. 基于生态服务功能价值评价土地整理生态效益, 供给服务功能价值即食物生产价值和原材料生产价值, 通常都已纳入到规划经济效益评价中, 且有较详细的分析与评价. 此外, 土地整理活动本身对调节服务功能中的农村废物处理无太大影响. 因此, 本文只选取生态系统服务类型体系中容易受土地整理活动影响的调节服务功能作生态系统服务功能价值测算, 即测算土地整理实施后生态系统服务类型中的气体调节服务功能价值、气候调节服务功能价值、水文调节服务功能价值. 评价因子分别为净化空气、固碳制氧、温室气体排放价值、涵养水源(表 2).

表 2 土地整理生态效益评价因子

一级类型	二级类型	评价因子
调节服务	气体调节	净化空气
	气候调节	固碳制氧
		温室气体排放
	水文调节	涵养水源

2.1 气体调节功能价值

土地整理实施后耕地面积增加, 农作物的种植面积也会相应增加, 空气中的硫化物、氟化物和氮氧化物等污染气体被农作物大量吸收, 从而达到净化区域内空气的效果. 因此, 通过测算土地整理项目带来的净化空气服务价值, 可得到气体调节服务功能价值. 根据相关研究成果^[8], 得到农用地净化空气的物质量(表 3).

表 3 植被净化大气的物质量

kg · hm⁻²

功 能	类 型		
	稻 田	水 浇 地	两年三熟球杂旱作
吸收 SO ₂	45	50	40
吸收 HF、NO _x	0.57	0.43	0.33
滞 尘	33.2	39	30

在我国治理 SO₂, HF, NO_x 的平均成本为 0.6 元/kg, 1.34 元/kg, 0.16 元/kg. 治理粉尘为 0.17 元/

kg, 净化空气价值采用公式(2):

$$V = C \times Q \quad (1)$$

式中: V 为净化空气价值; C 为治理有害物质成本; Q 为治理气体量。

2.2 气候调节功能价值

土地整理改变了农用地利用结构, 通过新增耕地可使农作物的种植面积增加, 在提高经济效益同时, 新增加的农作物种植产生光合作用, 吸收 CO_2 释放 O_2 , 起到了调节大气的作用; 另一方面植物在生长过程中, 也会排放 N_2O 等温室气体, 对气候调节服务则起负面作用. 植被固碳制氧产生的效益价值和排放温室气体的价值两者之差即为该土地整理项目的气候调节功能价值。

2.2.1 固碳制氧价值

根据光合作用反应方程式, 植物在光合作用时每生产 1 g 干物质将吸收 1.62 g CO_2 , 释放 1.2 g O_2 . 固碳成本采用国内造林成本价 260.9 元/t^[9], 农作物释氧成本 369.7 元/t. 根据相关研究成果^[10], 农用地生态系统单位面积农作物固碳制氧价值的通式为:

$$V = Q \times P \times K, Q = (1 - R) / F \times B \quad (2)$$

式中: V 为农作物固碳制氧价值; Q 为农作物年净生物量; P 为固碳制氧成本; K 为固碳制氧系数(固定 CO_2 系数为 1.63, 释放 O_2 系数为 1.20); R 为作物经济产量含水量; F 为经济系数; B 为作物经济产量。

2.2.2 温室气体排放价值

引起全球变暖的温室效益日益受到人类重视, 除人类活动排放温室气体等主要因素外, 农田植被在生长过程中也会排放 N_2O , CH_4 等温室气体, 对人类所处的生态环境带来不可忽略的负面效应. 本文根据李鑫的研究成果^[11], 通过实验得到冬小麦季 N_2O 通量为 128.95~236.66 g/hm², 夏玉米季 N_2O 通量为 155.48~647.91 g/hm². 对土地整理前后农作物 N_2O 的排放量进行计算, 根据 Pearee 等人在相关研究中提出的 N_2O 的 N 散放值来评估气体的经济价值, 折合人民币 24.37 元, 得出 N_2O 排放导致温室效益而损失的生态服务价值:

$$V_{\text{温}} = (A_{\text{小麦}} \times C_{\text{小麦}} + A_{\text{玉米}} \times C_{\text{玉米}}) \times P \quad (3)$$

式中: $V_{\text{温}}$ 为温室气体排放价值; A 为农作物种植面积; C 为该种农作物 N_2O 单位面积排放量; P 为单位物质量的温室气体排放价值。

2.3 涵养水源功能价值

生态系统涵养水分功能主要表现在: 截留降水、增强土壤下渗、抑制蒸发、缓和地表径流和增加降水等. 农用地生态系统中的农作物和田间杂草等植被可以截留降雨, 也能够减少蒸发, 使土壤中多余的水分以重水的形式保存到土层当中, 从而起到涵养水分的作用. 土地整理实施后, 涵养水源功能价值主要表现在能反映土壤蓄水能力强弱的截留降雨功能上。

涵养水源功能价值计算公式则为:

$$V_{\text{水}} = P(R - ET)A = PR\theta A \quad (4)$$

式中: $V_{\text{水}}$ 指涵养水源功能价值(元/a·hm²); P 为研究区平均蓄水成本(元/m³); R 为平均降雨量(mm/a); ET 为研究区平均蒸发量; θ 为径流系数; A 为灌溉面积。

3 生态效益评价实证分析

3.1 土地整理项目概况

3.1.1 项目区总体概况

项目区位于重庆市长寿区石堰镇木耳村境内, 整理范围为木耳村 1 组、2 组、3 组、8 组、9 组及木耳村集体土地, 地理坐标位于东经 107°11'28.3"—107°12'54.3", 北纬 30°3'55.2"—30°5'55.3". 项目区土地以耕

地为主, 植被主要是农作物, 多为水稻、玉米、红薯、小麦等, 平坝水田种植单季稻以一熟为主, 坡谷水田种植水稻、小麦以两熟为主, 为重庆市主要的粮食产地. 区内地形起伏缓和, 地势相对平坦, 地貌类型为浅丘; 项目区气候温和、降水充沛、四季分明, 常年平均降雨量 1 162.1 mm.

3.1.2 项目实施前后土地利用结构变化情况

项目区土地总面积为 366.64 hm², 拟实施整理面积 256.19 hm², 整理范围内全为农用地, 其中, 水田 90.45 hm², 占整理面积的 35.31%; 旱地 120.46 hm², 占整理面积的 47.02%; 其他农用地 45.28 hm², 占整理面积 17.67%. 通过归并田块, 缩减田坎系数, 将新增耕地 30.01 hm²(表 4).

表 4 土地整理前后项目区土地利用结构变化情况表

hm²

地类	耕 地			其他农用地					合计
	水田	旱地	小计	坑塘水面	农村道路	农田水利	田土坎	小计	
整理前	90.45	120.46	210.91	4.03	0.79	3.84	36.63	45.28	256.19
整理后	101.63	139.29	240.92	4.07	1.22	4.41	5.58	15.27	256.19

3.2 生态服务功能价值测算

3.2.1 气体调节功能价值测算

项目实施后研究区新增耕地 30.01 hm², 新增水田 11.18 hm², 新增旱地 18.83 hm². 新增的水田全部用来种植一季中稻. 新增旱地预计用 80% 种植小麦, 80% 种植玉米, 40% 种植红薯, 20% 种植蔬菜, 复种指数达到 220%. 新增耕地农作物的复种面积将达到 52.61 hm². 按水浇地吸收 SO₂ 量计算, 根据公式(1) 计算吸收 SO₂ 的功能价值:

$$V_{SO_2} = 50 \text{ kg/hm}^2 \times 52.61 \text{ hm}^2 \times 0.6 \text{ 元/kg} = 1\,578.3 \text{ 元}$$

土地整理实施后, 新增耕地使农作物覆盖程度提高, 空气流动的地面阻碍程度提高, 因此, 空气中的漂浮尘埃将更易被吸附在植物叶片表面. 根据公式(1)计算滞尘功能价值为:

$$V_{\text{滞尘}} = 39 \text{ kg/hm}^2 \times 52.61 \text{ hm}^2 \times 0.17 \text{ 元/kg} = 348.80 \text{ 元}$$

该土地整理项目的气体调节功能价值为:

$$V_{\text{气体调节}} = 1\,927.20 \text{ 元}$$

3.2.2 气候调节功能价值测算

1) 固碳制氧功能价值

土地整理实施后, 项目区原有耕地的理化性质得到改善, 原有耕地的农作物产量提高, 新增耕地使农作物种植面积增加, 在改善经济效益的同时, 固碳制氧的能力得到增强. 原有耕地的农作物单位面积平均生物量将由 7.4 t/hm² 提高到 9.25 t/hm², 根据公式(2)可得:

原有耕地增加固碳价值 $V_1 = (9.25 \text{ t/hm}^2 - 7.4 \text{ t/hm}^2) \times 1.63 \times 260.9 \text{ 元/t} \times 210.91 \text{ hm}^2 = 165\,932 \text{ 元}$

原有耕地增加释氧价值 $V_2 = (9.25 \text{ t/hm}^2 - 7.4 \text{ t/hm}^2) \times 1.20 \times 369.7 \text{ 元/t} \times 210.91 \text{ hm}^2 = 173\,101 \text{ 元}$

新增耕地固碳价值 $V_3 = 9.25 \text{ t/hm}^2 \times 1.63 \times 260.9 \text{ 元/t} \times 30.01 \text{ hm}^2 = 118\,051 \text{ 元}$

新增耕地释氧价值 $V_4 = 9.25 \text{ t/hm}^2 \times 1.20 \times 369.7 \text{ 元/t} \times 30.01 \text{ hm}^2 = 123\,151 \text{ 元}$

总固碳价值 $V_{\text{固碳}} = 283\,983 \text{ 元}$; 总释氧价值 $V_{\text{释氧}} = 296\,252 \text{ 元}$.

2) 温室气体排放价值

根据土地整理规划文本的经济效益分析部分, 土地整理实施后, 小麦和玉米的复种面积均为 111.43 hm², 土地整理实施前, 小麦和玉米的复种面积均为 90.35 hm². 根据李鑫^[11]的研究成果, 小麦单位面积 N₂O 的排放量取 182.81 g/hm², 玉米单位面积 N₂O 的排放量取 401.70 g/hm². 则根据公式(3), 可得土地整理实施后温室气体排放损益价值为:

$$V_{\text{温}} = (21.09 \text{ hm}^2 \times 182.81 \text{ g/hm}^2 + 21.09 \text{ hm}^2 \times 401.70 \text{ g/hm}^2) \times 24.37 \text{ 元/kg} = 300.37 \text{ 元}$$

3.2.3 水源涵养功能价值测算

项目区年平均降水量为 1 162.1 mm, 平均蓄水成本为 0.67 元/m³, 土地整理实施后, 新增耕地 30.01 hm², 耕地面积由整理前的 210.91 hm² 增加到整理后的 240.92 hm². 径流系数取 0.5. 根据公式(4), 计算:

整理前, 项目区水源涵养功能价值为:

$$V_{\text{水}1} = 0.67 \text{ 元/m}^3 \times 1\,162.1 \text{ mm} \times 0.5 \times 210.91 \text{ hm}^2 = 82\,108 \text{ 元}$$

整理后, 项目区水源涵养功能价值为:

$$V_{\text{水}2} = 0.67 \text{ 元/m}^3 \times 1\,162.1 \text{ mm} \times 0.5 \times 240.92 \text{ hm}^2 = 93\,791 \text{ 元}$$

通过土地整理, 新增的水源涵养功能价值则为: $V_{\text{水}} = 11\,683 \text{ 元}$

3.3 结果与分析

通过对项目区生态服务功能评价因子价值的测算, 得到项目区土地整理的生态服务功能价值为 593 545 元(表 5).

表 5 项目区生态效益

项 目	气体调节		小计	气候调节			小计	水文调节	合计
	净化空气			固碳制氧		温室气体		涵养水源	
	吸收 SO ₂	滞尘	固碳	制氧	排放				
价值量	1 578	349	1 927	283 983	296 252	-300	579 935	11 683	593 545

以新增耕地为主要目的的土地整理活动使农作物产量增加, 改变了净化空气、固碳制氧、温室气体排放、水源涵养等生态因子, 相应的气体调节价值、气候调节价值及水文调节价值都有所增加, 根据本研究评价结果, 木耳村土地整理项目使当地的生态系统服务价值较整理前明显提高.

4 结论与讨论

1) 土地整理是国家惠农政策的重要组成部分, 更是加快社会主义新农村建设的重要手段, 我国土地整理工作取得了较大的成绩, 但也暴露出一些问题, 如土地整理工作往往只重视社会效益, 对生态效益考量较少, 在今后土地整理应将生态效益评价纳入土地整理项目规划.

2) 本文所采用的计算方法借鉴了国内外的研究经验, 使土地整理生态效益评价从定性到定量过渡, 可为今后的土地整理项目提供借鉴, 但本文仅通过对调节服务价值的计算来概括生态服务价值, 在今后的计算中须完善生态系统服务功能中的其他功能价值的计算, 并采用更为合理的计算方法, 使测算生态系统服务功能价值更加准确.

参考文献:

- [1] 李 霞, 刘秀华. 论土地整理项目综合效益评价 [J]. 西南农业大学学报: 社会科学版, 2004, 2(4): 5-7.
- [2] 欧阳彦, 刘秀华. 基于熵权物元可拓模型的土地整理生态环境影响评价——以老河口市孟楼镇基本农田整理项目为例 [J]. 西南师范大学学报: 自然科学版, 2009, 34(6): 67-74.
- [3] 杨 健. 基于生态系统服务价值分析的土地整理生态效益研究 [D]. 北京: 北京林业大学, 2011.
- [4] WESTMAN W. How Much are Nature's Services Worth [J]. Science, 1977, 197: 960-964.
- [5] COSTANZA R, D' ARGE R, et al. The Value of the World's Eco-System Services and Natural Capital [J]. Nature, 1997, 387: 253-260.
- [6] 谢高地, 张忆铿, 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.
- [7] 齐 梅, 杨庆媛, 杜 静. 农村土地整理综合效益评价——以山东省章丘市为例 [J]. 西南农业大学学报: 社会科学版, 2008, 6(3): 1-5.

- [8] 马新辉, 孙根年, 任志远. 西安市植被净化大气物质量的测定及其价值评价 [J]. 干旱区资源与环境, 2002, 12(1): 45-47.
- [9] 肖 况, 吴 光. 都江堰市陆地生态系统服务功能及其生态经济价值研究初报 [J]. 广东农业科学, 2008(8): 126-130.
- [10] 杨志新, 郑大玮, 文 化. 北京郊区农田生态系统服务功能价值的评估研究 [J]. 自然资源学报, 2005, 20(4): 564-571.
- [11] 李 鑫. 华北平原冬小麦——夏玉米轮作体系农田氮去向及气态损失研究 [D]. 保定: 河北农业大学, 2006.

On Eco-Benefit Evaluation of Land Consolidation Based on Functional Value of Ecosystem Service

——A Case Study on Land Consolidation of Muer Village of Chongqing

LI Jing¹, LIAO He-ping^{1,2}

1. School of Geography Science, Southwest University, Chongqing 400715, China;

2. Institute of National Land Resources, Southwest University, Chongqing 400715, China

Abstract: This paper aims at evaluation of the ecological benefits of land consolidation projection for providing a basis for judging the feasibility of project based on ecological perspective on account of the huge impact of land consolidation on ecological environment. The ecosystem service value theory and methods of related researches have been employed. The results show that the ecosystem service value has increased after the implementation of land consolidation through calculation, the evaluation result is favorable, and evaluation on ecological environment through calculating the ecosystem service value could provide a basis for judging the feasibility of the projects based on ecological perspective and provide reference for ecological benefits evaluation on future land consolidation plan.

Key words: ecosystem service value; land consolidation; eco-benefit evaluation

责任编辑 胡 杨