

土地整治生态效益定量化评价

——以山东省章丘市绣惠镇为例

王晓玲, 唐欣, 李凌

(山东农业工程学院 国土资源与测绘工程系, 山东 济南 250100)

摘要:根据土地整治项目区农田生态系统的特点,选择了固碳制氧、净化空气、气候调节、蓄水能力、水土保持、农业观光旅游等 6 类指标,采用市场评价法、成果参照法、影子工程法、生产成本法等定量化评价章丘市绣惠镇土地整治项目区整治前后的生态效益。结果表明:整治后项目区生态效益比整治前增加了 163.53 万元,在所选定的 6 个指标中,除蓄水价值减少外,其余各项生态价值均增加,土地整治工程的实施能够有效增加项目区的生态效益,但也要警惕生态系统的逆向发展。在项目的规划设计、工程建设以及后期管护阶段,要将生态效益理念贯穿始终。

关键词:土地整治;生态效益;定量化评价;章丘市

中图分类号:F301.2(252)

文献标志码:A

文章编号:1009-4210-(2015)02-081-07

Quantitative Evaluation of Ecological Benefits in Xiuhui Town's Land Consolidation Project of Zhangqiu City

WANG Xiao-ling, TANG Xin, LI Ling

(Land Resources and Geomatics Engineering Department, College of Shandong Agriculture and Engineering, Jinan 250100, China)

Abstract: According to the features of field ecosystem in the land consolidation project of the specified area, the paper chose 6 indexes for evaluation, including CO₂ fixation and O₂ production, air purification, climate regulation, water storage, soil and water conservation, agricultural tourism. Quantitative evaluation methods, including market value method, reference method, shallow engineering method, production cost method, were used to evaluate the ecological benefits for Xiuhui town's land consolidation project of Zhangqiu city. The results showed that the ecological benefits were increased by 163.53×10⁴ yuan. Of the six chosen indexes, five indexes were increased except water storage. The implementation of land consolidation project can effectively increase the ecological benefits, but the reverse development of the ecosystem should not be ignored. The ecological idea should be throughout the stage when designing the project, engineering construction and later management and protection.

收稿日期:2014-04-28;改回日期:2014-10-28

基金项目:山东省软科学研究计划项目(2012RKC30002);山东省高校 2014 年人文社会科学项目

作者简介:王晓玲(1981—),女,讲师,从事土地整理研究。E-mail: xiaoling19810808@163.com

Key words: land consolidation; ecological benefits; quantitative evaluation; Zhangqiu City

土地整治工程的建设扰动了项目区的生态环境,如何更直观地测定土地整治对生态环境的影响,量化评价土地整治的生态效益非常必要。关于土地整治生态效益量化评价方法,有的学者采用多层次综合评价模型进行评价^[1-4],有的学者采用能值分析法^[5],以及多因素综合评价法^[6-8]。此外,在Constanza^[9]等提出全球生态系统服务及其价值研究的基础上,国内学者谢高地^[10]等将其评价方法结合中国实际进行了改良,较多学者开始采用生态系统服务价值评价方法来评价土地整治生态效益^[11-13]。本文在上述研究基础上,根据土地整治和生态系统服务理论,以山东省章丘市绣惠镇土地整治项目为研究对象,尝试构建土地整治生态效益评价指标体系,并建立量化评价模型,以货币表示土地整治项目实施前后生态服务价值的变化量。针对土地整治项目规划设计、工程建设以及后期管护阶段,提出提高生态效益的建议,以更好地促进土地整治事业的良性发展,保证项目区长期经济效益和社会效益的实现。

1 项目概况

1.1 项目区概况

章丘市绣惠镇箭刘村等 31 村土地整治项目于 2012 年 3 月经济南市国土资源局立项,同年 10 月完成规划设计,目前正在按照规划内容进行施工,工

程建设期为 2 年。项目区位于章丘市中北部绣惠镇境内,总面积 1 220.91 hm²,建设规模 664.28 hm²。共涉及到 31 个行政村,东至省道 242,西至王金村、西南隅村,南至绣惠镇边界,北至中国重型汽车集团有限公司。项目区地貌类型为平原,少部地区为丘陵,属暖温带季风区的大陆性气候。年平均气温 13℃,多年平均降水量为 612 mm,干燥度为 1.2~1.3。本项目投资预算为 3 265.39 万元,每公顷平均投资 218.47 元。通过该项目的实施,将新增耕地 20.03 hm²,新增耕地率为 3.02%。

1.2 项目规划简介

项目分为两个片区,高标准基本农田整治片区建设规模为 650.88 hm²,新增耕地整治片区 13.40 hm²。规划内容包括土地平整、农田水利、田间道路和林网工程。土地平整工程采用以典型田块为平整单元的局部平整方案,再根据水流方向以及田块地面高程确定每个田块的平整高程,保证田块的自流灌溉;道路工程规划一级田间道和二级田间道,整个道路系统呈网形布置,并与项目区周边的主要村庄、公路相接,以满足现代化农业生产的要求;灌溉水源主要靠机井,灌溉方式为 PVC 管道,灌溉水利用系数取 0.95,排涝设计标准五年一遇;规划设计的防护林主要沿南北向田间道两侧、东西向田间道一侧布设毛白杨,株距 3 m。项目实施后,土地利用结构相应地发生了变化(表 1)。

表 1 整治前后项目区土地利用现状对比

一级地类	二级地类	整治前		整治后		整治前后拟净增减面积/hm ²
		面积/hm ²	比例/%	面积/hm ²	比例/%	
耕地	水浇地	600.17	90.35	647.27	97.44	47.10
	旱地	27.07	4.08	0	0	-27.07
	小计	627.24	94.43	647.27	97.44	20.03
草地	其他草地	11.19	1.68	0	0	-11.19
	小计	11.19	1.68	0	0	-11.19
交通运输用地	农村道路	19.73	2.97	15.30	2.30	-4.43
	小计	19.73	2.97	15.30	2.30	-4.43

续表

一级地类	二级地类	整治前		整治后		整治前后拟净 增减面积/hm ²
		面积/hm ²	比例/%	面积/hm ²	比例/%	
水域与水利 设施用地	坑塘水面	0.84	0.13	0	0.00	-0.84
	沟渠	1.71	0.26	1.71	0.26	0
	小计	2.55	0.39	1.71	0.26	-0.84
其他土地	设施农用地	0.96	0.14	0	0.00	-0.96
	田坎	2.20	0.33	0	0.00	-2.20
	裸地	0.41	0.06	0	0.00	-0.41
	小计	3.57	0.53	0	0.00	-3.57
合计		664.28	100	664.28	100	0

2 研究方法

2.1 指标选择

1997年,Constanza等人对全球生态系统服务价值进行了划分和评估。谢高地等根据中国生态系统和社会经济条件对Constanza的方法进行了改进,将中国生态系统服务划分为供给服务、调节服务、支持服务和文化服务四大类。供给服务包括食物生产和原材料生产,调节服务包括气体调节、气候调节、水文调节和废物处理,支持服务包括保持土壤

和维持生物多样性,文化服务体现在提供美学景观^[10]。

目前,土地整治经济效益评价指标之一就是整治后农产品产量提高带来的收益,因此食物生产和原材料生产不作为生态效益的评价指标。同时,本项目区不涉及对废物的处理,因此不考虑此项服务价值的变化。由于项目区范围较小,生物数量及种类等资料难以获取,土地整治生物多样性的价值暂不考虑。本研究在上述成果的基础上,结合项目区的实际,选取6类指标作为生态效益评价指标(表2)。

表2 土地整治生态系统服务价值评价指标体系

服务大类	评价指标	评价内容	评价方法
调节服务	固碳制氧	固定CO ₂ 和释放O ₂ 对气候产生的影响及其生态效益	市场评价法、生产成本法
	净化空气	吸收粉尘和有害气体的生态效益	成果参照法、影子工程法
	气候调节	提供适宜温度和湿度的生态效益	成果参照法
	蓄水能力	涵养水源的生态效益	影子工程法
支持服务	水土保持	防止水土流失的生态效益	替代法
文化服务	农业观光旅游	观光农业产生的生态效益	旅行费用法

2.2 评价方法确定

2.2.1 固碳制氧价值

土地整治项目区的农作物、树木等通过光合作用与大气进行物质交换,吸收CO₂、释放O₂。根据光合作用方程式,生态系统每生产1.00g干物质能吸收1.63gCO₂并释放1.19gO₂。为不重复计算,只计算吸收CO₂的价值^[14]。通过计算项目区整治前后的生物量,折算出生态系统固定CO₂的量,利用碳税率(取较多国家认可的瑞典碳税率0.15美元/

kg·C,1990年)和造林成本法(据《中国生物多样性国情研究报告》研究成果,造林成本为260.9元/t·C,1998年)计算作物吸收CO₂的价值。即

$$\text{固碳价值} = \text{年净生物量} \times \text{种植面积} \times \text{固碳系数} \\ (1.63) \times \text{折合纯碳系数} (0.2727) \times \\ \text{固碳成本}$$

2.2.2 净化空气价值

农作物和树木的叶片能够滞尘和吸收SO₂、HF等有害气体,具有显著的净化空气作用。参照已有

的研究成果,得知水浇地、旱地、阔叶林滞尘和吸收有害气体的量^[15],然后根据削减单位重量 SO₂ (600 元/t,1998 年)和粉尘(170 元/t,1993 年)的工程成本,采用影子工程法计算出净化空气的总价值。即:

$$\text{净化空气价值} = \text{种植面积} \times \text{净化空气能力} \times \text{削减成本}$$

2.2.3 气候调节价值

通过土地整治,对项目区进行统一规划,农田林网空间配置,田间小气候可得到明显改善。由于防护林栽种在路边且面积较小,主要考虑大片农田对气候的调节作用。根据谢高地等对各类生态系统服务价值的研究结果,农田生态系统气候调节价值为 435.63 元/hm²·a(2007 年)^[10],我国农田生态系统平均生物量为 50 t^[16]。采用成果参照法计算其价值。即:

$$\text{气候调节价值} = (\text{生态系统生物量} / \text{该生态系统平均生物量}) \times \text{气候调节基准价值} \times \text{生态系统面积}$$

2.2.4 蓄水价值

项目区内的沟渠、坑塘尽管已经废弃,但其蓄水功能仍在。土地整治过程中,为了增加耕地面积,往往将废弃沟渠和坑塘填埋,导致其蓄水能力下降。同时,农田防护林的营造能够涵养水源,改善地表径流,增加项目区的蓄水量。农田防护林涵养水源总量采用水量平衡法计算^[14],项目区年平均降水量为 612 mm,径流系数取 0.65,估算出农田防护林年平均径流量为 397.8 mm,农田防护林的面积为 2.33 hm²。蓄水价值的评估采用影子工程法,先计算整治前后项目区的蓄水量,然后利用单位蓄水量水库建设成本(0.67 元/m³,1990 年)计算其价值。即:

$$\text{蓄水价值} = \text{涵养水源总量} \times \text{水库蓄水成本}$$

2.2.5 水土保持价值

项目区部分地貌类型为丘陵,容易引起水土流失,造成耕地跑水、跑土和跑肥。为改变这种状况,

采用坡改梯工程以拦蓄地表径流,达到保水、保土和保肥的作用。尽管平原区也会有水土流失的发生,但比起丘陵要少很多,因此只考虑坡地整治前后的水土保持价值。拟采用替代法计算水土保持价值,即利用坡改梯耕地整治前后产量增加值来表示水土保持价值。即:

$$\text{水土保持价值} = \text{坡改梯耕地面积} \times \text{农作物产量} \times \text{农作物价格}$$

2.2.6 农业观光旅游价值

土地整治之后形成“田成方、树成行、渠相通、路相连”的优美自然景观,对项目区农业观光旅游的发展具有外部经济性。整治前项目区已建成“绣惠牌”绿色大葱精品园以及女郎山观光农业科技示范园等农业观光园,其农业观光旅游价值参照已有的农业观光园的旅游价值,采用费用支出法来计算^[16]。费用支出主要包括旅行费用支出、旅游时间价值、其他花费等。旅行费用支出一般包括往返交通费、食宿费和门票费,鉴于农业观光园的性质,本部分只计算项目区到市区的交通费和食宿费。旅游时间价值是指因外出旅游不能工作而损失的价值,但由于该项支出对于项目区而言并没有获得对应的收益,因此该部分费用不计取。其他花费主要指观光结束后购买农产品的费用。即:

$$\text{农业观光旅游价值} = \text{旅行费用支出} + \text{其他花费}$$

该部分的计算结果是用来表示项目区整治后的文化服务价值,并不会因为没有农业观光项目而不存在,只是假设整治后因为景观改善而能够发展农业观光旅游,不能将其等同于实际获得的收入。

2.3 数据处理

由于各单位费用取自不同年份,考虑到通货膨胀的影响,利用我国历年 CPI 增长率(表 3)将所有价值贴现到项目规划设计年,以抵消通货膨胀的影响,使得计算结果更加客观。

表 3 我国历年 CPI 增长率

年份	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
增长率/%	3.1	3.4	6.4	14.7	24.1	17.1	8.3	2.8	-0.8	-1.4	0.4	0.7
年份	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
增长率/%	-0.8	1.2	3.9	1.8	1.5	4.8	5.9	-0.7	3.3	5.4	2.6	

3 结果与分析

3.1 固碳制氧价值评估

根据土地整治前后土地利用变化可知,整治后新增耕地面积为 20.03 hm²,主要来源于其他草地、农村道路、坑塘水面、设施农用地、田坎、裸地。通过蓄水保土措施使得原有耕地灌溉保证率提高,生产条件改善,从而提高农作物产量。为增加农田防护

效果,在道路两侧种植防护树种毛白杨 15 525 株,上述措施的实施使得项目区年净生物量增加。根据项目区主要农作物小麦、玉米等的经济产量等资料,计算得到整治前农田平均生物量为 13.8 t/hm²,整治后由于农业生产条件改善提高到 16.5 t/hm²。根据已有的研究结果,成年毛白杨单株每年生物量约为 7.97 kg/株^[17]。通过计算得研究区土地整治前后固定 CO₂ 价值结果(表 4)。

表 4 土地整治前后固定 CO₂ 价值

时期	价值来源	年净生物量 /(t·hm ⁻² 或 kg/株)	种植面积 /hm ² 或株	总生长量 /(t·a ⁻¹)	固定 CO ₂ 量/(t·a ⁻¹)	纯碳量 /(t·a ⁻¹)	碳税法价值 /(1453.3 元 /t·C)	造林成本价值 /(260.9 元 /t·C)
整治前	原耕地	13.8	627.24	8 655.91	14 109.14	3 847.56	559.17	100.38
	平均价值	—	—	—	—	—	329.77	
整治后	原耕地	16.5	627.24	10 349.46	16 869.62	4 600.35	668.57	120.02
	新增耕地	16.5	20.03	330.50	538.71	146.91	21.35	3.83
	防护林	7.97	15 525	123.73	201.69	55.00	7.99	1.44
	小 计	—	—	10 803.69	17 610.02	4 802.26	697.91	125.29
	平均价值	—	—	—	—	—	411.60	
整治前后变化值		—	—	—	—	—	81.83	

注:为了便于与造林成本法相比较,先利用 1990 年美元对人民币平均汇率 4.7838 将碳税法价值折算成人民币价值,再利用 CPI 增长率将 1990 年的碳税率折现到 1998 年,得 1998 年碳税法价值为 1 453.3 元/t·C。

3.2 净化空气价值评估

整治前水浇地和旱地的年种植面积分别为 600.17 hm²、27.07 hm²;整治后旱地全部转为水浇地,加之其他用地转为水浇地,水浇地的年种植面积增长加 647.27 hm²;防护林的面积用防护林的株数、

株距和路肩宽度的乘积表示,防护林的株距为 3 m,路肩宽度为 0.5 m,计算得防护林面积为 2.33 hm²。由于项目区所在地绣惠镇生产颗粒硫酸铝,有害气体主要为 SO₂,通过计算得到土地整治前后滞尘和吸收 SO₂ 的价值(表 5)。

表 5 土地整治前后净化空气价值

时期	价值类型	价值来源	年种植面积 /hm ²	吸收能力 /(kg·hm ⁻² ·a ⁻¹)	削减成本 /(元·t ⁻¹)	净化空气价值 /(万元·a ⁻¹)
整治前	吸收 SO ₂ 价值	水浇地	600.17	50	600	1.80
		旱地	27.07	40		0.06
	滞尘价值	水浇地	600.17	39	272.8	0.64
		旱地	27.07	30		0.02
	合 计	—	—	—	—	2.53
整治后	吸收 SO ₂ 价值	水浇地	647.27	50	600	1.94
		防护林	2.33	55		0.01
	滞尘价值	水浇地	647.27	39	272.8	0.69
		防护林	2.33	68		0.004
	合 计	—	—	—	—	2.64
整治前后变化值		—	—	—	—	0.11

注:为了便于比较,利用 CPI 增长率将 1993 年的滞尘成本折现到 1998 年,得 1998 年的滞尘成本为 272.8 元/t。

3.3 气候调节价值评估

根据整治前后农田生态系统的生物量,以及整治前后农田的面积,计算得出整治前后气候调节价值分别为 7.54 万元和 9.31 万元。整治后农田生态系统气候调节价值比整治前增加了 1.77 万元。

3.4 蓄水价值评估

本项目区整治后沟渠面积没有发生变化,且沟渠断面采用浆砌石,沟渠内难以蓄水,故不考虑其蓄水价值。整治后坑塘面积减少了 0.84 hm²,通过塘深计算得知回填坑塘需要土方 14 916 m³,将该数作为坑塘的蓄水量。通过计算得蓄水价值为:整治前坑塘蓄水价值 1.00 万元;整治后防护林蓄水价值 0.62 万元。整治后项目区蓄水价值比整治前减少了 0.38 万元。

3.5 水土保持价值评估

根据项目规划设计,项目区坡改梯耕地面积为 14.8 hm²,项目区主要农作物为小麦和玉米。整治前后小麦的单产分别为 6 300 kg/hm²和 7 500 kg/hm²,玉米的单产分别为 7 500 kg/hm²和 9 000 kg/hm²,小麦和玉米的售价分别为 2.22 元/kg、2.30 元/kg(2012 年)。根据当地种植习惯,项目区的复种指数为 2,小麦和玉米的年种植面积为 14.8 hm²,计算得水土保持价值为 9.05 万元。

3.6 农业观光旅游价值评估

项目区所在地绣惠镇距离章丘市 10 km,距离济南市 50 km,有良好的地理优势。同时,章丘市的旅游业近年来发展迅速,土地整治后项目区的农业观光旅游价值不容忽视。由于项目区的游客大部分来自章丘市、济南市及其周边市区,为保守起见,相关数据取章丘市平均水平。项目区至章丘市的往返交通费为 10 元,食宿费用平均 50 元/人,旅游结束后游客购买农产品约需花费 30 元/人。根据章丘市及济南周边农业观光旅游发展情况,估计有效游客数量为 5 000 人/年。计算得整治后的农业观光旅游价值为 45.00 万元。

3.7 土地整治生态效益测算

项目区土地整治前后的生态效益及变化值结果如表 6 所示。

表 6 项目区生态系统服务价值计算结果

项目	生态系统服务价值/(万元·a ⁻¹)					
	固碳制氧	净化空气	气候调节	蓄水	水土保持	农业观光旅游
整治前	329.77	2.53	7.54	1.00	0.00	0.00
整治后	411.60	2.64	9.31	0.62	9.05	45.00
变化值	81.83	0.11	1.77	-0.38	9.05	45.00

项目于 2012 年 10 完成规划设计,利用我国历年 CPI 增长率折算到 2012 年的各生态系统服务价值如表 7 所示。

表 7 项目区 2012 年土地整治生态效益

项目	生态效益价值/(万元·a ⁻¹)						
	固碳制氧	净化空气	气候调节	蓄水	水土保持	农业观光旅游	合计
整治前	436.19	4.28	8.86	2.68	0.00	0.00	452.01
整治后	544.42	4.47	10.94	1.66	9.05	45.00	615.54
变化值	108.23	0.19	2.08	-1.02	9.05	45.00	163.53

4 结论与建议

(1)通过定量化评价可知,整治后项目区生态效益比整治前增加了 163.53 万元,在所选定的 6 个指标中,除蓄水价值减少外,其余各项生态价值均增加。说明土地整治工程的实施能够有效增加项目区

的生态效益,但也要警惕生态系统的逆向发展,不能单纯为了增加耕地面积而过多地将生态型用地如沟渠、坑塘等调整为耕地。

(2)土地整治的生态效益体现在很多方面,本文只选取了 6 类指标,这些尚不能涵盖全部的生态效益。为计算方便,在水土保持和农业观光旅游价值

计算时,将整治前效益设定为0,只计算整治后项目区增加的价值,这无形中减少了项目区的生态效益总量。在评估方法的选择上,多采用成果参照法、影子工程法等间接评价方法,而且有些参数需要修订。同时,本文评估的是预期生态效益,项目实施后实际效益如何还需要进行后评价。

(3)在项目的规划设计、工程建设以及后期管护阶段,要将生态效益理念贯穿始终,如在沟渠设计时,尽量避免“三面光”设计,在土地平整时要注意剥离表土等,从细节处着手,以更好的实现生态效益,从而保障长久经济效益和社会效益的实现。

参考文献:

- [1]孔令伟,宋丽丽.模糊评价在土地复垦效益中的应用[J].煤炭技术,2007,26(3):104-106.
- [2]金晓斌,黄玮.土地整理项目绩效评价出摊[J].中国土地科学,2008,22(6):57-62.
- [3]杜静,王瑗玲.土地整理效益模糊综合评价比较研究——以宁阳县两个土地整理项目为例[J].山东农业大学学报,2008,30(3):562-568.
- [4]叶新才,王占岐.尾矿库土地复垦的效益分析[J].采矿技术,2004,4(1):26-28.
- [5]吴翔华,唐德善.区域土地整理对生态系统服务价值的影响——以徐州市贾汪区为例[J].城市发展研究,2008,15(4):36-41.
- [6]赵华,卞正富.在土地开发整理项目中加强生态环境效益评价的探讨[J].中国土地科学,2006,17(3):34-37.
- [7]谭术魁,彭艳.农村土地真理效益预测模式构建[J].农业系统科学与综合研究,2004,20(1):53-55.
- [8]陈利根,于娜,曲欣,等.土地整理生态效益评价指标体系研究及应用[J].安徽农业科学,2008,36(20):8732-8734.
- [9]Costanza R, Arge R, Rudolf de Groot, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. Nature,1997,387:253-260.
- [10]谢高地,甄霖,鲁春霞,等.一个基于专家知识的生态系统服务价值化方法[J].自然资源学报,2008,23(5):911-919.
- [11]付光辉,陆守超.基于生态系统服务价值的区域土地整理生态效益评价——以南京市为例[J].生态经济,2010(5):142-145.
- [12]胡廷,杨志峰.农用土地整理的生态效益评价方法[J].农业工程学报,2004,20(5):275-280.
- [13]许璐璐.基于能值分析方法的土地整理生态效益研究[D].南京:南京农业大学,2007.
- [14]张三焕,赵国柱,田允哲,等.长白山珲春林区森林资源资产生态环境价值的评估研究[J].延边大学学报:自然科学版,2001,27(2):126-134.
- [15]马新辉,孙根年,任志远.西安市植被净化大气物质质量的测定及其价值评价[J].旱区资源与环境,2002,16(4):83-86.
- [16]张晓锁.基于生态系统服务理论的土地整理生态效益研究[D].武汉:华中农业大学,2009.
- [17]宋曰钦,翟明普,贾黎明.不同树龄三倍体毛白杨生物量分布规律[J].东北林业大学学报,2010,38(1):1-3.