

农用土地整理的生态效益评价方法

胡廷兰, 杨志峰

(北京师范大学环境学院 环境模拟与污染控制国家重点联合实验室, 北京 100875)

摘要: 土地整理生态效益评价对土地整理科学决策具有极其重要的意义。部分土地整理活动由于缺乏生态效益的规范和约束而影响了土地资源的可持续利用。该文阐述了土地整理内容, 分析了生态效益评价在土地整理中的地位, 通过对土地整理效应特征和边界的辨析, 以能值理论为基础, 提出了以自然环境系统的无偿能值投入变化量为表征的土地整理生态效益评价方法, 构建了土地整理生态效益的评价公式。

关键词: 土地整理; 生态效益; 能值分析方法

中图分类号: F311

文献标识码: A

文章编号: 1002-6819(2004)05-0275-06

0 引言

土地整理作为土地利用总体规划的微观落实手段, 对调和土地资源供给有限与需求旺盛的矛盾具有深远意义, 是保障国家粮食安全的一项长期性发展战略。土地整理通过生物及工程途径调整土地利用方式、土地利用结构以及土地覆被状况, 是人类对农田生态系统的强烈干扰, 大规模地改变了地表景观结构, 导致自然生态系统组成结构、物质循环和能量流动特征发生了较大变化^[1], 其结果将不仅直接影响有效耕地面积和耕地质量, 更会对区域生态环境产生深远影响, 因此在土地整理活动中, 研究和引入适宜于生态评价方法和技术, 使生态评价参与决策过程十分必要。蒋一军(2001)认为改善区域生态环境质量是土地整理的重要目标, 土地整理不能缺少生态评估^[2]; 罗明等(2002)提出由于土地整理不可避免会对项目区和背景区域的水资源及水环境、土壤、植被、大气、生物等环境要素及其生态过程产生直接或间接的影响, 应对土地整理项目可能的生态环境影响进行全面的分析和评价^[3]; 王军等(2003)认为土地整理过程改变了地表生态系统, 必然对生态环境造成影响, 因此土地整理的生态评价显得尤为重要^[4]。然而由于欠缺适宜的生态效益评价方法, 难以真实评估和刻画土地整理的生态环境影响, 实际操作中往往偏重土地整理的社会经济效益, 而忽视其生态效益^[5]。当前, 部分学者采用指标法进行土地整理生态评价^[6-8], 由于其评价结果表达为一个或多个综合性生态参数, 使生态评价无法同社会经济评价建立直接的关联进行对比分析从而形成对土地整理项目的综合价值判断, 导致部分地区土地整理活动由于缺乏生态效益的规范和指导过分追求经济利益影响土地资源的可持续利用。

能值理论的提出为生态评价提供了新思路, 以能值为基准, 不仅可将生态系统或生态经济系统中不同种

类、不可比较的能量转化为统一标准, 定量分析系统的真实效应和结构特征, 还可以通过能值—货币的数量对应关系, 建立无形生态效益与有形社会经济财富之间的关联。本文基于能值理论及其评价方法, 结合土地整理的内容和特征, 将能值分析方法与土地整理生态效益评价进行整合, 提出土地整理生态效益评价的能值分析方法, 构建了土地整理生态效益的评价公式, 以期土地整理生态效益评价工作的进一步开展提供科学依据。

1 土地整理及土地整理生态效益评价

1.1 土地整理的概念与内涵

土地整理是指在一定地域范围内, 按照土地利用计划和土地利用总体规划的要求, 采取一定的措施和手段, 调整土地利用和社会经济管理, 改善土地利用结构, 科学规划, 合理布局, 综合开发利用, 提高土地资源的利用率和产出率, 增加可利用土地数量, 确保经济、社会、环境三大效益的良性循环^[9]。当前, 我国的土地整理活动以农地整理(Rural Land Consolidation)为主, 本文也主要就农地整理进行讨论。农地整理是以增加有效耕地面积并提高耕地质量为中心, 通过对未利用土地、废弃地、中低产田、闲置地等实行田、水、路、林、村及乡镇企业的综合整治开发, 改善农业生产条件、居住环境和生态环境。从现阶段农地整理的实践内容看, 农地整理包括7个方面的内容: (1)调整农地结构, 归并零散地块; (2)平整土地, 改良土壤; (3)道路、沟渠等综合建设; (4)归并农村居民点和乡镇企业; (5)复垦废弃土地; (6)划定地界, 确定权属; (7)改善环境, 维护生态平衡。

1.2 生态效益评价在土地整理中的地位

从土地整理内容看, 土地整理活动的对象是特定的自然地理实体, 具有特定的光、热、水、土、地貌地形条件, 因此土地整理活动必须因地制宜符合区域自然生态规律和环境质量保护要求。当前, 我国土地整理活动给所在区域造成的生态环境影响尚未引起足够重视, 一些地方在开展土地整理过程中出现了毁林开荒、垦殖草场、围湖造田等违背自然规律、破坏环境的做法, 破坏了生态系统的整合性, 导致当地土壤退化, 生物多样性和景观多样性下降等等, 增大了潜在的生态环境风险, 与学者对土地效益的理论估计相去甚远^[10]。这一方面固

收稿日期: 2003-12-19 修订日期: 2004-06-28

基金项目: 国土资源部行政事业专项研究“土地整理潜力与效益分析研究方法研究”项目

作者简介: 胡廷兰(1975-), 女, 重庆人, 博士生, 主要从事生态评价、生态城市规划研究。北京师范大学环境科学学院, 100875。Email: xueon@bnu.edu.cn

然是由于土地管理者和经营者对耕地总量动态平衡的片面理解,使得增加耕地成为土地整理的主要目标和基本动力;但同时也是由于生态评价方法的研究未能与土地整理活动同时起步和深入发展,因而缺乏相应技术措施和评价方法,使得整理活动的生态环境评估不能真正落到实处,导致农地整理的生态效益无法量化比较,难以融入土地整理决策的价值判断体系。因此,建立具有可操作性和科学性的农地整理生态效益评价方法,是土地整理科学决策和实践的前提。

通过生态效益评价,监控农地整理前后区域生态环境的状态及其变化趋势,认识土地整理行为对农业生态环境可能或已经造成的后果,便于及时对危及区域关键生态组分和生态过程的整理行为制定科学管理策略,采取预防、控制、调整和补救措施,保证区域农业生态系统健康,保护区域生态环境质量。生态效益评价的目的是为土地资源开发决策提供科学分析依据,生态效益分析与经济社会效益分析、潜力分析、整理规划、整理活动实施、项目运行一起,形成完整的农地整理管理体系(见图1)。

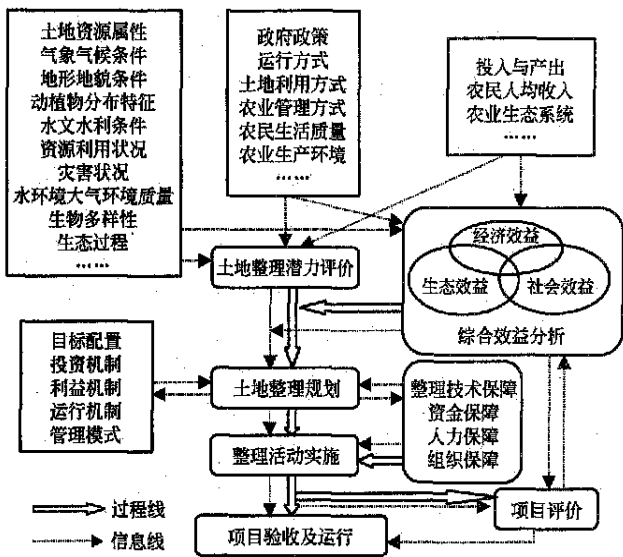


图1 土地整理管理体系

Fig 1 Land consolidation management system

2 土地整理生态效益评价的能值分析方法

现阶段国内外学者一般采用状态描述法、指标法、意愿调查法等进行生态评价和环境评价^[11-15]。状态描述法是对系统状况进行客观描述,由于未进行信息综合,其分析结果不便于进行横向比较;意愿调查法通过假象市场来评价特定对象的价值,需要进行广泛的试验性实例采集样本数据,而由于土地整理内容及实施对象的属性的差异,不同土地整理的生态环境影响也不尽一致,采用意愿评价法进行土地整理生态效益评价难以构建普适的评价模式;指标评价法通过选取一系列指标表征对象的状态和趋势,但指标选择易受评价者的主观影响,因此导致不同评价者对同一对象的评价结果不尽一致,此外,基于指标的评价结果无法同社会经济评价建

立直接关联从而大大降低了其在决策中的应用价值。

2.1 能值分析相关概念

能值(Emergy)理论是由美国著名生态学家 H. T. Odum 于 20 世纪 80 年代初创立的,用以研究生态系统与人类社会经济系统,定量分析资源环境与经济活动的真实价值以及它们之间的关系^[16]。Odum 定义能值为“某种流动或储存的能量所包含的另一种类别能量的数量”,他进一步解释为“产品或劳务形成过程中直接或间接投入应用的一种有效能(available energy)总量,就是其所具有的能值”^[17]。实际应用中通常以“太阳能值”(solar emery)来衡量某一能量的能值大小,其理论依据是:地球上的生态经济系统内各种不同形式的能量均始于太阳能,故可以太阳能值作为标准,衡量任何类别的能量;而系统内能量流动遵循热力学第一定律和热力学第二定律,随着能量在系统中的流动,一部分能量被散失掉,另一部分能量形成潜能,将系统维持在高组织、低熵状态,因此形成了不同能量的高低能值等级,即不同能量具有不同的能值(energy quality),亦即不同的能量具有不同的太阳能值转换率(solar transformity)。太阳能值转换率是衡量每焦耳某种能量(或每克某种物质)相当于有多少太阳能焦耳(solar em joules,缩写为 sej)的能值转化而来。能值分析方法相关概念见表 1^[17,18]。

表1 能值分析方法的相关概念及其涵义

Table 1 Some terms related to emergy analysis method and its concepts

概念	单位	涵义
有效能	J, kcal	具有做功能力的潜能,其数量在转化过程中减少
能量	J, kcal	物体做功的能力
能值	em joules	产品或服务形成所需直接和间接投入应用的一种有效能总量
太阳能值	Sej	产品或服务形成时所需直接和间接投入应用的太阳能总量
能值转换率	em joules/J, em joules/g	单位能量(物质质量)所含的能值量
太阳能值转换率	sej/J, sej/g	单位能量(物质质量)所含的太阳能值量
能值功率	sej/a	单位时间的能值流量,通常为一年
能值-货币比率	sej/\$	单位货币相当的能值量
能值货币价值	\$	能值相当的市场货币价值,即以能值来衡量财富的价值
宏观经济价值	\$	与环境物品投入经济系统的能值量相当的市场货币价值
净能值	-	能源生产所产生的能值减去生产过程耗费的能值
能值投资比率	-	产品或服务形成过程中来自社会经济系统的购买能值投入量与来自自然环境的无偿能值投入量之比

其中, 能值和能值-货币比率可用公式表达如式 (1)、(2)。

$$\text{能值} (sej) = \text{太阳能值转换率} (sej/\text{J}) \times \text{能量} (J) \quad (1)$$

$$\text{能值-货币比率} (sej/\$) = \frac{\text{经济的总太阳能值} (sej)}{\text{国民生产总值} (\$)} \quad (2)$$

自然资源价值难于用货币来衡量, 因为人类社会经济的货币流通并不经过自然, 但自然过程和社会经济过程均包含能量流动, 均蕴含能值, 因此以能值为基准, 可将不同种类、不可比较的能量转化过程化为统一标准, 衡量和比较不同类别、不同等级能量的真实效应, 同时还可通过能值/货币比率进一步衡量能值与货币的数量关系。能值分析方法从能量流动的角度提供了一个有别于货币价值核算又可表达价值量的新的生态评价方法, 从而使传统无偿的自然资本和环境服务功能能够融入人类的社会经济核算系统, 为人类活动的科学决策提供技术手段。近年来, 能值理论在生态环境评价中的应用越来越广泛^[16-20]。

2.2 基于能值分析的土地整理生态效益评价步骤

从理论上讲, 农地整理的生态效益评价应当包括两项工作: (1) 农地整理项目管理初期的预评价, 即对农地整理活动可能带来的生态环境影响进行分析和评价, 评价结果同经济效益评价、社会效益评价和潜力分析共同形成整理决策的骨架; (2) 项目实施完毕后, 对区域生态环境质量的跟踪监测与评估, 以实际情况为基础的评价结果作为后续项目的参考和区域生态环境质量保护和生态系统管理的依据。因此评价需要按照立项内容, 根据不同农地整理内容界定评价边界, 进行实地勘察, 收集相关资料, 了解项目运行前区域的自然环境系统的详尽状况, 包括不同土地利用类型的比例、区域的地形地貌特征、区域生物资源的分布、数量、农业投入-产出状况、污染物治理-排放状况等等, 预测土地整理实施后可能产生的影响, 进行生态效益预评价; 在土地整理项目实施后, 对区域的生态环境状况实行跟踪监测, 进行现场勘测, 根据勘测和监测结果确定农地整理生态环境影响范围和内容, 选定相关评价因子, 对比分析区域在实施整理活动前后自然环境系统无偿能值输入量的变化情况, 评价土地整理的生态效益和综合效益。农地整理的生态效益评价步骤见图 2。

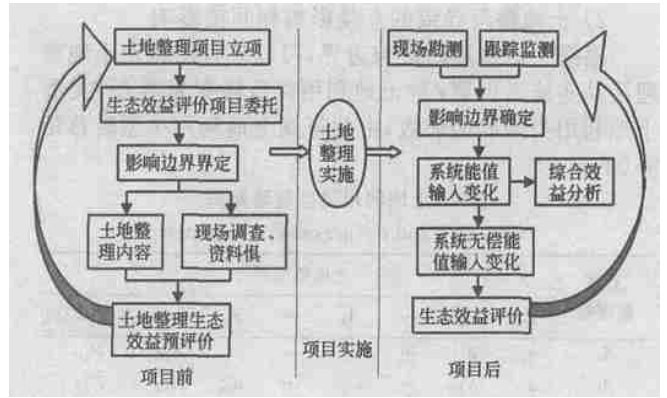


图 2 土地整理生态效益评价步骤

Fig. 2 Steps of ecological benefit evaluation for land consolidation

2.3 能值分析方法与土地整理生态效益评价的整合

1) 土地整理的社会、经济、生态效应

土地整理生态效益是指在土地整理过程中和土地整理活动结束后, 整理对象的生态组分、生态过程和服务功能发生变化, 从而对人类的生活环境和生产条件产生的影响。土地整理必须基于对土地属性的深入分析和对土地适宜性的科学评判, 根据土地利用的自然、社会规律确定农地整理的内容和应采用的技术措施和管理手段。不同地域的土地整理活动因其面对的土地属性不同, 整理内容也有所差别, 因此不同的土地整理活动具有不同的尺度和边界, 应用能值理论对农地整理的生态效益进行评价必须首先解决两个问题: (1) 界定农地整理的影响边界及其具体内容; (2) 界定边界内各种产品或服务的能值含量。土地整理影响包括改变耕地、林地、水域、道路、草地、居民地等土地利用模式的直接影响和对投入、产品、服务的间接影响。本文按农地整理 7 个方面的内容, 根据整理的不同目标层次确定其影响边界 (见表 2)。由表 2 可知, 不论土地整理的内容是什么, 土地整理必然表现为土地利用类型的改变和土地整理区域产品和服务功能产出的变化。本文即通过对土地利用变化的分析和产品和服务功能产出变化的分析评价土地整理的生态效益。

表 2 土地整理活动的社会、经济、生态环境效应

Table 2 Consequences of land consolidation on social, economic and ecological systems

序号	土地整理内容	社会、经济、生态环境效应	直接影响	间接影响
1	调整农地结构, 归并零散地块	增加有效耕地面积, 减少对荒地的开发, 为生态环境脆弱地域进行退耕还林, 还草提供支持		
2	平整土地, 改良土壤	改善土地的耕作条件, 对中低产田进行改造, 提高其生产能力和抵御自然灾害的能力		
3	道路、沟渠等综合建设	通过改善水利设施, 提升通行能力增强其防风固沙能力, 改善农田小气候, 增加旱涝保收面积, 改善农村景观生态环境	土地利用类型改变	产品和服务功能改变
4	居民地、建设用地土地归并	村庄内部改造、搬迁或合并, 乡镇企业用地合并		
5	复垦废弃土地	对工矿废弃地和灾毁地的改造和重新利用		
6	划定地界, 确定权属	改变因土地使用权的占有而使农地日渐细碎、零散现状, 促进农业的规模经营和有效化管理		
7	改善环境, 维护生态平衡	改善自然条件, 优化美化农村环境		

2) 土地整理导致的直接影响和间接影响

根据土地整理的影响边界, 可以统计出特定土地整理活动实施后由第 i 种土地利用类型转变为第 j 种类型土地利用类型的面积数, 由此得到土地利用类型转移矩阵(见表 3)。

表 3 土地利用类型转移矩阵

Table 3 Land using conversion matrix

土地整理前	土地整理后							合计	占有率/%
	A_1	A_2	...	A_j	...	A_n	A_B		
A_1	a_{11}	a_{12}	...	a_{1j}	...	a_{1n}	A_{1B}	P_{1B}	
A_2	a_{21}	a_{22}	...	a_{2j}	...	a_{2n}	A_{2B}	P_{2B}	
...	
A_i	a_{i1}	a_{i2}	...	a_{ij}	...	a_{in}	A_{iB}	P_{iB}	
...	
A_n	a_{n1}	a_{n2}	...	a_{nj}	...	a_{nn}	A_{nB}	P_{nB}	
合计	A_{1A}	A_{2A}	...	A_{jA}	...	A_{nA}	A_{nA}	100%	
占有率/%	P_{1A}	P_{2A}	...	P_{jA}	100%	

注: 表中 a_{ij} ——由土地整理导致的土地利用类型 A_i 向 A_j 转换的面积; A_{iB} ——土地整理前土地利用类型 A_i 的面积; P_{iB} ——土地整理前土地利用类型 A_i 与总土地面积 A 的比例; A_{iA} ——土地整理后土地利用类型 A_i 的面积; P_{iA} ——土地整理后土地利用类型 A_i 与总土地面积 A 的比例。

由于土地利用类型从 A_i 向 A_j 的转变可能导致多种产品和服务改变, 令单位面积的产品和服务影响用一维 m 阶矩阵 B^{ij} 表示, 则当由土地整理导致的土地利用类型由 A_i 向 A_j 转换面积为 A_{ij} 时, 其对产品和服务产生的影响如式(3)。

$$C^{ij} = a_{ij} \cdot B^{ij} = a_{ij} \cdot (B_1^{ij} B_2^{ij} \dots B_k^{ij} \dots B_m^{ij}) = (C_1^{ij} C_2^{ij} \dots C_k^{ij} \dots C_m^{ij}) \quad (3)$$

式中 C^{ij} ——土地整理中土地利用类型从 A_i 向 A_j 转变导致的产品和服务功能变化矩阵; a_{ij} ——土地整理导致的土地利用类型变化量; B^{ij} ——单位面积 A_i 向 A_j 的转变引起的产品和服务的变化矩阵; B_k^{ij} ——单位面积 A_i 向 A_j 的转变引起的第 k 种产品或服务的变化量, 当土地利用类型由 A_i 向 A_j 转变对第 k 种产品或服务无影响时, $B_k^{ij} = 0$, 当土地利用类型由 A_i 向 A_j 转变导致第 k 种产品或服务增加时; $B_k^{ij} > 0$, 当土地利用类型由 A_i 向 A_j 转变导致第 k 种产品或服务减少时; $B_k^{ij} < 0$, 其中 $k = 1, 2, \dots, m$; m ——土地整理影响的产品或服务数量。

3) 土地整理导致的能值变化分析

由土地利用类型转移矩阵和 产品或服务转移矩阵, 根据产品和服务的太阳能值转换率, 可得到土地整理中土地利用类型从 A_i 向 A_j 转变导致的能值变化状况, 见式(4)。

$$CE^{ij} = C^{ij} \cdot ST^{ij} = (C_1^{ij} C_2^{ij} C_3^{ij} \dots C_k^{ij} \dots C_m^{ij}) \cdot \begin{pmatrix} ST_1^{ij} \\ ST_2^{ij} \\ \dots \\ ST_k^{ij} \\ \dots \\ ST_m^{ij} \end{pmatrix} \quad (4)$$

式中 CE^{ij} ——土地整理中土地利用类型由 A_i 向 A_j

转变导致的能值变化值; C_k^{ij} ——土地整理中土地利用类型由 A_i 向 A_j 的转变引起的第 k 种产品或服务的变化量; ST^{ij} ——土地整理中土地利用类型从 A_i 向 A_j 转变导致相应变化的产品和服务的能值含量矩阵; ST_k^{ij} ——土地整理中土地利用类型从 A_i 向 A_j 转变导致相应变化的第 k 种产品和服务的能值含量, 其余同前。

其中

$$ST_k^{ij} = T_k \cdot E_k \quad (5)$$

式中 T_k ——第 k 种产品和服务的太阳能值转换率; E_k ——单位质量第 k 种产品和服务的能量含量。

由此, 对于整个土地活动而言有

$$CE = \begin{matrix} & i & j \\ CE^{ij} & & \end{matrix} = \begin{matrix} & i & j \\ & \left(C_1^{ij} C_2^{ij} C_3^{ij} \dots C_k^{ij} \dots C_m^{ij} \right) & \cdot \begin{pmatrix} ST_1^{ij} \\ ST_2^{ij} \\ \dots \\ ST_k^{ij} \\ \dots \\ ST_m^{ij} \end{pmatrix} \end{matrix} \quad (6)$$

式中 CE ——土地整理导致的能值变化, 其余同前。

H. T. Odum 等给出了自然界和人类社会主要服务和物质的太阳能值转换率, 由土地整理社会、经济、生态影响边界, 部分产品和服务的太阳能值转换率见表 4。

表 4 与土地整理相关的部分农产品的能值含量

Table 4 Emery of some agricultural products related to land consolidation

	能值转换率 /sej · J ⁻¹	能量蓄积量 /J · g ⁻¹	能值含量 /sej · g ⁻¹
表土流失	6.25 × 10 ⁴	4.19 × 10 ²	2.62 × 10 ⁷
木材	3.49 × 10 ⁴	1.51 × 10 ⁴	5.27 × 10 ⁸
水稻	3.59 × 10 ⁴	1.38 × 10 ⁴	4.95 × 10 ⁷
小麦	6.80 × 10 ⁴	1.38 × 10 ⁴	9.38 × 10 ⁸
玉米	8.51 × 10 ⁴	1.38 × 10 ⁴	11.74 × 10 ⁸
青稞	6.80 × 10 ⁴	1.38 × 10 ⁴	9.38 × 10 ⁸
豆类	6.90 × 10 ⁵	1.85 × 10 ⁴	1.28 × 10 ¹⁰
其他谷物	2.70 × 10 ⁴	1.26 × 10 ⁴	3.40 × 10 ⁸
植物油	6.90 × 10 ⁵	2.55 × 10 ⁴	1.76 × 10 ¹⁰
肉	2.00 × 10 ⁵	4.60 × 10 ³	9.20 × 10 ⁸
奶	2.00 × 10 ⁵	4.60 × 10 ³	9.20 × 10 ⁸
鸡蛋	2.00 × 10 ⁵	4.60 × 10 ³	9.20 × 10 ⁸
毛类	4.40 × 10 ⁶	2.09 × 10 ⁴	9.20 × 10 ¹⁰
皮革	2.00 × 10 ⁵	4.60 × 10 ³	9.20 × 10 ⁸
其他畜产品	2.00 × 10 ⁵	4.60 × 10 ³	9.20 × 10 ⁸
蔬菜瓜类	2.70 × 10 ⁴	4.19 × 10 ³	1.13 × 10 ⁸
蜂蜜	-	-	1.23 × 10 ⁴
饲料作物	2.70 × 10 ⁴	4.19 × 10 ³	1.13 × 10 ⁸
水果	5.30 × 10 ⁴	2.30 × 10 ³	1.22 × 10 ⁸
鱼	2.00 × 10 ⁶	2.09 × 10 ⁴	4.18 × 10 ¹⁰

注: 表中数据由文献[17]、[19]整理得到。

2.4 土地整理生态效益的经济价值评价

由能值理论, 土地整理的影响表现为整理前后区域产品或服务蕴含或转换的能值变化。农地整理生态效益

的评价对象是由农地整理引起的生态环境影响, 因此本文关注的是土地整理前后自然环境系统投入的无偿能值变化情况。按照农地整理的影响边界, 其影响可分为两类: 仅有自然环境系统参与的影响, 表现为无偿能值(来自土地、矿藏等不可更新资源和太阳能、风、雨等可更新资源的能值, 由于其没有经过市场不需要花钱购买, 所以称其为无偿能值)投入量的变化; 由自然环境系统和经济系统共同参与的影响, 表现为无偿能值和购买能值(产品生产过程中由社会经济系统投入的能值, 因为这部分能值蕴含在燃油、电力、劳务等物品和服务中, 需要花钱购买, 所以称为购买能值)的变化。可根据情况采用不同的计算方法, 为使评价结果能够与社会经济效益进行对比分析, 本文将生态效益评价的最终结果表达为货币值。

1) 对于只有自然环境系统参与的影响, 采用土地整理前后研究区自然环境系统投入的无偿能值的数量变化来衡量土地整理的生态效益, 如式(7)。

$$V_{el} = R_{em} \cdot CE = R_{em} \cdot \sum_{i,j} CE^{ij} \\ = R_{em} \cdot \sum_{i,j} C^{ij} \cdot ST^{ij} \quad (7)$$

式中 V_{el} ——土地整理的生态效益货币化值;
 R_{em} ——能值-货币比率; 其余同前。

2) 对于由自然环境系统和社会经济系统共同参与的影响, 由于产品和服务是由无偿能值投入和购买能值共同作用形成的, 因此其自然环境系统投入的无偿能值难以直接剥离出来, 对于具有这种性质的物品和服务, 可通过在土地整理导致的能值货币价值中扣除社会经济投入变化得到土地整理的生态效益, 如下方法求得其生态效益, 如式(8)。

$$V_{el} = R_{em} \cdot CE - M_{in} = R_{em} \cdot \sum_{i,j} CE^{ij} - M_{in} \quad (8)$$

式中 M_{in} ——土地整理前后社会经济系统投入的变化量(包括资金、技术、人力、机械等投入等)。当投入增加时, $M_{in} > 0$; 当投入不变时, $M_{in} = 0$; 当投入减少时, $M_{in} < 0$; 其余同前。

3) 某些无形服务完全由自然环境系统的能值投入形成, 但是自然环境系统产生这些服务的机理目前还不清楚, 其能值大小在目前技术水平下也难以测量, 如自然生态系统的纳碳吐氧功能, 可采用社会经济系统生产或制造相应数量此种物品或服务的成本作为替代。

3 结论及讨论

土地整理生态评价是土地整理管理模式中不可或缺的内容, 在以往土地整理的实践过程中, 由于忽略了土地整理的生态效应, 过多地关注土地整理的经济效益和社会效益, 使得一些土地整理活动违背了生态原则和自然规律。因此, 建立科学合理的生态评价方法, 将人类活动产生的生态效应纳入土地管理决策, 对土地资源的可持续利用和区域生态环境管理具有重要意义。当前有关生态效益的评价方法十分有限, 部分方法的应用条件较为严格, 而土地整理的生态效应构成繁杂, 不同的土

地整理活动具有不同的尺度和边界, 因此传统的生态效应分析方法难以适应土地整理生态效益评价的要求。本文基于国际上新近提出并日益得到广泛应用的能值理论, 提出了土地整理生态效益评价的能值分析方法, 以产品或服务的自然环境系统的无偿能值投入变化量为表征, 构建了土地整理生态效益评价公式, 为土地整理实践活动的进一步开展提供了生态绩效评估方面的技术支持。

[参考文献]

- [1] 叶艳妹, 吴次芳, 程承彪, 等. 可持续农地整理项目工程设计的理论和方法研究——以福建省长泰县雪美洋土地整理项目为例[J]. 应用生态学报, 2002, 13(9): 1131-1136
- [2] 蒋一军. 土地整理不能缺少生态评估[J]. 中国土地, 2001, (3): 30-31
- [3] 罗明, 张惠远. 土地整理及其生态环境影响综述[J]. 资源科学, 2002, 24(2): 60-63
- [4] 王军, 余莉, 罗明, 等. 土地整理研究综述[J]. 地域研究与开发, 2003, 22(2): 8-11
- [5] 张正峰, 陈百明. 土地整理的效益分析[J]. 农业工程学报, 2003, 19(2): 210-213
- [6] 王军, 罗明, 龙花楼. 土地整理生态评价的方法与案例[J]. 自然资源学报, 2003, 18(3): 363-367
- [7] 高向军, 罗明, 张惠远. 土地利用和覆被变化(LUCC)研究与土地整理[J]. 农业工程学报, 2001, 17(4): 151-155
- [8] 陈百明. 土地资源学概论[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1999
- [9] 国土资源部土地整理中心. 土地开发整理标准[S]. 北京: 中国计划出版社, 2000
- [10] 杨庆媛. 土地整理目标的区域配置研究[J]. 中国土地科学, 2003, 17(1): 40-46
- [11] 郭英杰, 许英勤, 马彦华. 新疆塔里木河下游应急输水的生态效益[J]. 干旱区地理, 2002, 25(3): 237-240
- [12] 张春来, 董光荣, 周玉麟. 半湿润地区风沙化土地改造利用的生态效益研究[J]. 中国沙漠, 1997, 17(4): 403-408
- [13] Pykh Y A, Kennedy E T, Grant W E. An overview of system analysis method in delineating environmental quality indices[J]. Ecological Modelling, 2000, 130: 25-38
- [14] Xu F L, Jorgensen S E, Tao S. Ecological indicators for assessing freshwater ecosystem health[J]. Ecological Modelling, 1999, 116: 77-106
- [15] Krieger D J, Hoehn J P. The economic value of reducing environmental health risks: Contingent valuation estimates of the value of information[J]. Journal of Environmental Management, 1999, 56: 25-34
- [16] 陈东景, 徐中民. 干旱区农业生态经济系统的能值分析——以黑河流域中游张掖地区为例[J]. 冰川冻土, 2002, 24(4): 374-379
- [17] 蓝盛芳, 钦佩, 陆宏芳. 生态经济系统能值分析[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002

- [18] Ton S S, Odum H T, Delfino J J. Ecological-economic evaluation of wetland management alternatives[J]. *Ecological Engineering*, 1998, 11: 291- 302
- [19] 严茂超. 生态经济学新论——理论、方法与应用[M]. 北京: 中国致公出版社, 2001.
- [20] Huang S L. Urban ecosystem, energetic hierarchies, and ecological economics of Taipei metropolis[J]. *Journal of Environmental Management*, 1998, 52: 39- 51.

Method for ecological benefit assessment of rural land consolidation

Hu Tinglan, Yang Zhifeng

(School of Environment, State Key Laboratory of Environmental Simulation and Pollution Control, Beijing Normal University, Beijing 100875, China)

Abstract Benefit assessment is the prerequisite for making scientific policy of land consolidation. Some practices severely affected the sustainable using of land resources for shortage of the standard and restraint of ecological benefit. This paper analyzed the concept and the items of land consolidation and discussed the important role of ecological benefit assessment. Through the identification of effect boundary of land consolidation and based on the energy theory, this paper proposed a method to assess the ecological benefit of land consolidation which took the quantitative change of free energy investment from natural ecosystem to product or service as a token of ecological benefit of land consolidation. Also the assessment formulas were established.

Key words: land consolidation; ecological benefit; energy analysis method