

# 河北省可持续土地整理模式与效益

刘 晓<sup>1</sup>, 王红瑞<sup>1</sup>, 王秀茹<sup>2</sup>, 邢华超<sup>2</sup>

(1. 北京师范大学 水科学研究院, 水沙科学教育部重点实验室, 北京 100875;

2. 北京林业大学 水土保持学院, 教育部水土保持与荒漠化防治重点实验室, 北京 100083)

**摘 要:**为缓解经济发展和人口的日益增长与耕地面积和质量下降的矛盾,对河北省开展可持续土地整理十分必要。该文针对河北省土地资源和地形地貌特征,分析了河北省可持续土地整理模式,在此基础上通过生态服务功能的货币化,定量计算土地整理前后项目区的生态服务价值,评估不同的土地整理模式下的经济价值和生态服务价值损益,探究不同土地整理模式的效益。主要结果有:河北省可持续土地整理典型模式包括土地平整模式、灌溉模式和排水模式;除耕地外其他 5 种类型(园地、林地、水域、湿地、荒草地)的总土地生态服务价值随经济价值增加而减少;单项的生态服务功能有四项功能(食物生产、土壤形成与保护、原材料价值、气体调节)价值保留并增加,五项功能(水源涵养、废物处理、气候调节、娱乐文化价值、生物多样性保护)价值大大减少,总土地生态服务价值因此亏损严重;低山丘陵区土地整理项目经济价值提高小,生态价值损失大;而高原区土地整理项目能够明显提高经济效益,但以牺牲更高生态价值为代价。主要研究结论为:可持续土地整理项目总体可获益,即经济效益的增加大于生态效益的减少,但仍以生态服务价值为代价取得更多的经济效益;平原区土地整理效果好于低山丘陵区,土壤状况差的耕地土地整理效果显著;需要根据不同的地形特征条件因地制宜地规划土地利用类型,除耕地外,其他用地更要注重其生态服务价值。

**关键词:**土地整理;可持续;模式;效益;生态服务价值;河北省

**中图分类号:** F301

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1005-3409(2013)02-0201-06

## Study on Sustainable Agricultural Land Consolidation Pattern and Effect in Hebei Province

LIU Xiao<sup>1</sup>, WANG Hong-rui<sup>1</sup>, WANG Xiu-ru<sup>2</sup>, XING Hua-chao<sup>2</sup>

(1. Key Laboratory for Water and Sediment Science of Ministry of Education, College of Water Sciences,

Beijing Normal University, Beijing 100875, China; 2. Key Laboratory of Soil and Water Conservation & Desertification Combating, Ministry of Education, College of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

**Abstract:** In order to relieve the conflict of increasing economy and population and decreasing land quantity and quality, it is necessary to carry out land consolidation planning from the aspect of sustainable development, particularly in Hebei Province where grain and cotton of China are mainly produced. Based on land resources and topography and geomorphology characteristics in Hebei Province, sustainable land consolidation pattern in Hebei Province was identified. The ecosystem service value before and after the land consolidation was calculated by monetizing the ecosystem service functions. Effect of different sustainable land consolidation pattern was explored by the economic value and ecosystem service value evaluation. The typical pattern of land consolidation project included land leveling mode, irrigation mode, and drainage mode. Ecosystem service values of 5 land use types (garden, woodland, grassland, wetland, water area) other than farmland were decreasing with the increase of economic value. Four of individual ecosystem service functions (food production, soil formation and protection, the value of the raw materials, gas regulation) values retained and improved while five of them (water conservation, waste treatment, climate regulation, recreational and cultural value, biodiversity conservation) reduced a lot. The ecosystem service value of land therefore severely lost. The economic value of land consolidation in the hilly region improved little while its ecosystem service value decreased a lot. The economic value of land consolidation in the plateau area improved a lot by paying

收稿日期: 2012-09-03

修回日期: 2012-10-16

资助项目: 国家自然科学基金项目(51279006)

作者简介: 刘晓(1988—), 女, 山东青岛人, 硕士生, 主要研究方向为水资源系统分析。E-mail: Xiaohydro@mail.bnu.edu.cn

通信作者: 王红瑞(1963—), 男, 北京人, 教授, 主要研究方向为水文与水资源。E-mail: henrywang@bnu.edu.cn

the price of the ecosystem service value. The mainly conclusions were as followings: the sustainable land consolidation project of Hebei Province totally benefits. The improvement of economic benefits, in other words, was larger than the decrease of ecological benefits. But it was always replaced more economic benefits with the cost of ecosystem services value. Land consolidation of the plain area was more effective than that in the hilly region and the plateau area, and arable land consolidation effect in regions of poor soil conditions was significant. We should plan the land use types based on local terrain features and other conditions and pay more attention to the ecosystem service value, especially lands other than farmland.

**Key words:**land consolidation; sustainable; pattern; effect; ecosystem service value; Hebei Province

目前国内关于土地整理的研究主要侧重于讨论内涵和大区域尺度评价方面<sup>[1-5]</sup>,针对可持续土地整理模式的探讨还是一个新领域。王磊等<sup>[6]</sup>研究了全国 6 个一级整理区,总结了 14 种可持续土地整理的典型模式。但尚缺少对不同土地整理的模式效益评估,需对一级整理区做更深入的研究。同时土地整理实际工作中仍存在着诸多问题:项目目标单一,有些地区过分重视土地数量而忽略其质量,工程实施对生态环境造成了不同程度的负面影响,经济、社会和生态等各方效益未得到有效统筹兼顾等<sup>[7-11]</sup>。

河北省年末常用耕地面积 1985—2008 年共降低了 70.221 万  $\text{hm}^2$ ,年均降低 2.925 万  $\text{hm}^2$ ,年均降低速率为 0.49%。人均耕地由建国初期的 0.235  $\text{hm}^2$  减少至 2008 年的 0.09  $\text{hm}^2$ ,人均降低了 0.136  $\text{hm}^2$ 。全省人均耕地低于 0.067  $\text{hm}^2$  的有 17 个县、市、区,其中低于联合国制定的 0.053  $\text{hm}^2$  下限的就有 11 个<sup>[12]</sup>。随着经济和人口的持续增长,难以避免地要牺牲一定数量的耕地来满足各种开发建设项目。调查显示:全省仅 17.74 万  $\text{hm}^2$  的土地可替补开垦为耕地,且各种盐碱、沙荒地和荒山地占多数,开发障碍多,土地质量差,无法弥补耕地数量上的损失。因此,针对土地整理模式的效益评价对推动河北省可持续土地整理的发展,加强土地整理区域性研究具有重要意义。

本文在分析河北省可持续土地整理模式的基础上,试通过生态系统服务功能的货币化,定量计算土地整理前后项目区生态服务价值,评估在不同的土地整理模式下生态服务价值损益,并结合土地整理经济价值进行土地整理模式的效益研究。

### 1 研究方法

2001—2009 年河北省国家投资土地开发整理项目共有 142 例,总建设规模 50 120.89  $\text{hm}^2$ ,新增耕地面积 2 995.59  $\text{hm}^2$ <sup>[7]</sup>。根据河北省地形特征选择土地开发整理项目 10 例,总面积 9 653.07  $\text{hm}^2$ ,占同期河北省国家投资土地开发整理项目总面积的 19.3%。本文数据来自于河北省 10 例国家投资土地开发整理项目设计书。对于生态服务功能评估,Costanza 等<sup>[13]</sup>的研究从科学意义上明确了生态系统服务价值(Ecosystem Service Value,ESV)估算的原理方法,但该研究中针对的是全球平均情况,某些计算,如低估了耕地的服务价值而高估了湿地价值等,存在着较大偏差。谢高地等<sup>[14-16]</sup>在 Costanza 的研究成果的基础上,参考中国实情制定了中国陆地生态系统单位面积生态服务价值表(表 1)。本文采用谢高地的生态服务价表及 Costanza 的 ESV 计算公式来计算项目区土地的生态服务价值。

表 1 中国不同土地利用类型的生态价值系数 元/( $\text{hm}^2 \cdot \text{a}$ )

项目	耕地	园地	林地	水域	荒草地	湿地
气体调节	442.4	3097.0	3097.0	0	707.9	1592.7
气候调节	787.5	2389.1	2389.1	407	796.4	15130.9
水源涵养	530.9	2831.5	2831.5	18033.2	707.9	13715.2
土壤形成与保护	1291.9	3450.9	3450.9	8.8	1725.5	1513.1
废物处理	1451.2	1159.2	1159.2	16086.6	1159.2	16086.6
生物多样性保护	628.2	2884.6	2884.6	2203.3	964.5	2212.2
食物生产	884.9	88.5	88.5	88.5	265.5	265.5
原材料	88.5	2300.6	2300.6	8.8	44.2	61.9
娱乐文化	8.8	1132.6	1132.6	3840.2	35.4	4910.9
总计	6114.3	19334	19334	40676.4	6406.5	55489.0

$$ESV = \sum (A_k \times VC_k) \tag{1}$$

$$ESV_f = \sum (A_k \times VC_{fk}) \tag{2}$$

式中:ESV——生态服务价值(元/a); $A_k$ ——研究区第

$k$  种土地利用类型的面积( $\text{hm}^2$ ); $VC_k$ ——生态价值系数[元/( $\text{hm}^2 \cdot \text{a}$ )]; $ESV_f$ ——单项生态服务功能价值(元/a); $VC_{fk}$ ——单项生态服务功能价值系数[元/

( $\text{hm}^2 \cdot \text{a}$ )]。生态价值系数  $\text{VC}_k$  见表 1,由 10 例土地整理项目设计书提供的各土地利用类型面积获得研究区第  $k$  种土地利用类型的面积  $A_k$ ,采用上述公式计算得到典型土地整理项目模式效益的生态效益。

土地经济效益的变化为项目设计预算的土地整理后经济效益与实地土地整理前的经济效益的差值,变化的部分包括整理后新增土地的收入、改造中低产田的新增收入及水浇地增加收入扣除成本。从可持续土地整理的角度分析 10 例土地整理项目的土地利用变化及项目产生的生态效益、经济效益与生态效益

的关系,揭示河北省可持续土地整理的效益,最后对比不同土地整理模式的效益。

## 2 可持续土地整理模式

河北省土地整理模式按照土地整理工程布置可分为土地平整模式,灌溉模式和排水模式,而不同的模式即体现在不同的工程布置中:田块,道路、农沟、农渠。由此采用田块规模、田块数量、道路密度、农沟密度、农渠密度作为模式的衡量标准表征土地整理模式(表 2)。

表 2 河北省可持续土地整理模式

典型模式	模式内容
土地平整模式	平原区以“单个田块”为平整单元;低山丘陵区由于地形高差明显,以“半个或 1/3 个田块”为平整单元
灌溉模式	地表水可利用地区主要位于中部平原,采用“引水渠+防渗明渠输水+田间畦灌”和“地下水源的机井取水+地下 PVC 管道输水+低压软管畦灌/滴灌”相结合模式;河北省大部分地区地表水不足利用,使用“地下水源机井取水+地下 PVC 管道输水+低压软管畦灌/滴灌”
排水模式	“田间明沟”排水;“堤下涵管”排水

农沟密度与道路密度呈正相关,与农沟基本沿道路布置相符合;各项目的道路密度基本一致,而有农渠存在的项目其农沟密度小于其他多数项目的农沟密度;位于低山丘陵,山间盆地和山麓平原区的 2,3,4 项目农沟密度明显高于其他项目,且与其一致的道路密度略微高于其他地区(图 1)。

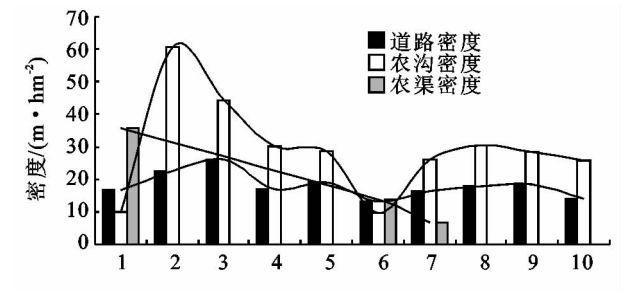


图 1 典型项目道路、农沟、农渠密度

土地平均田块数与人口平均田块数一致,说明这些项目区单位人口拥有的土地量大体一致;土地平均田块数位于低山丘陵,山间盆地的 2,3 最大,山麓平原的 4,5 次之,其他项目一致较小,说明山地区的土地平整单元小,平原区的土地平整单元大,土地破碎度山地区大于平原区(图 2)。

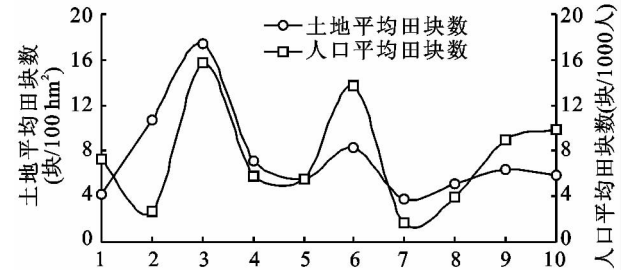


图 2 典型项目平均田块数量

土地平均田块数与农沟密度高度一致,揭示农沟

密度是依据田块数布置这一原因,因而农沟密度、道路密度、土地平均田块数三者一致指示了土地破碎程度。位于低山丘陵、山间盆地的 2,3 项目田块规模小且较均匀,而其他项目田块规模变化大,较不均匀(图 3)。

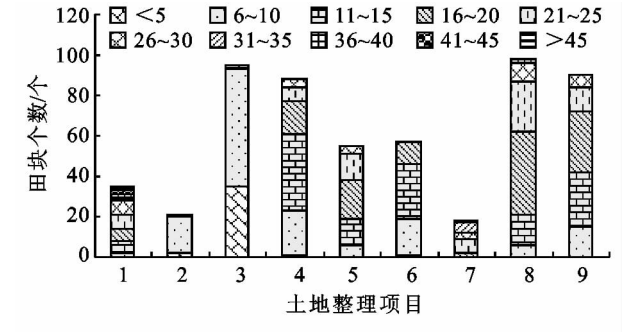


图 3 典型项目田块规模

## 3 可持续土地整理的效益分析

### 3.1 土地利用变化

由图 4 可知,将旱地改为水浇地,增加灌溉设施保证了作物的生长,提高了土地产量。滩涂、荒草地、苇地、盐碱地等全部未利用地整理为水浇地,增加了耕地面积,提高了土地利用效率,但同时减少了土地利用类型,例如某些盐碱地土质本身不适宜作物生长,由此增加的耕地质量成本高且不一定见效。唐山滦南县(项目 2)、廊坊香河县(项目 5)、衡水桃城区(项目 6)、邢台南和县项目皆有水域面积,除邢台南和县(项目 8)项目规划后保留外,其他地区整理后水域大幅减少,其中桃城区减为零,一定程度上不利于因地制宜和生物多样性的维持。园地、林地、苗圃等基本

保留,维持了土地利用类型的多样性,有利于生态环境的改善。

3.2 生态效益

图 5 表明,耕地、林地生态服务价值增加,园地基本不变,其他土地类型特别是水域、湿地生态服务价值损失严重,导致除 8,9,10 项目外大多数项目的总土地生态服务价值大大减少,大都损失  $10^6$  元,而以项目 1(高原区)、5(低山丘陵区)最为严重,项目 1 损失的生态服务价值为  $9.07 \times 10^6$  元,项目 5 损失了  $3.23 \times 10^6$  元,主要是由于水域和湿地改造成为耕地导致的。总体来看,气体调节、土壤形成与保护、食物生产和原材料价值保留并增加,气候调节、水源涵养、废物处理、生物多样性保护和娱乐文化价值大大减少,这也是水域和湿地改造成为耕地的缘故(图 6)。从项目平均值来看,单项价值减少从大到小为水源涵养、废物处理、气候调节、娱乐文化价值、生物多样性保护和气体调节,其中最大水源涵养损失 58.009 3 万元/a,最小气体调节损失 0.595 2 万元/a;单项价值增加由小到大为原材料价值、土壤形成与保护和食物生产,其中最小原材料增加 0.681 0 万元/a,最大食物生产增加 5.961 0 万元/a,可以看出,仍旧是土地的生产价值替代了其生态价值,平均生态价值净损失为 149.161 4 万元/a。10 个项目中 7 个总土地生态服务价值亏损,损失率(生态服务价值减少量与整理前服务价值比重的百分数)分别为-63.28%, -35.56%, -15.83%, -4.26%, -35.24%, -8.70% 和 -25.67%。损失率严重(超过 20%)的项目有 1(高原区),2(山麓平原区),5(低山丘陵区),7(中部平原区),占 7 个损失项目总量的 57%(图 7)。

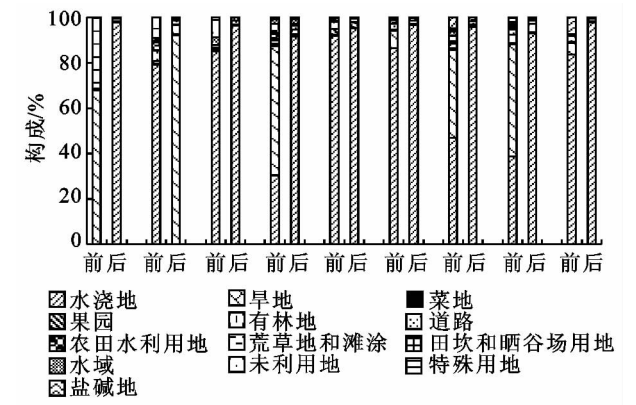


图 4 典型整理项目整理前后土地利用结构变化

3.3 经济效益与生态效益的关系

图 8 所示所有土地整理项目呈现经济效益的增加,大部分(7/10)土地整理项目则会导致生态效益的减少,可以说大部分土地整理项目还是用生态效益的减损实现生态效益的增加,牺牲生态价值高的滩地、水域用地等,开发生态价值相对差但经济效益好的农用地。

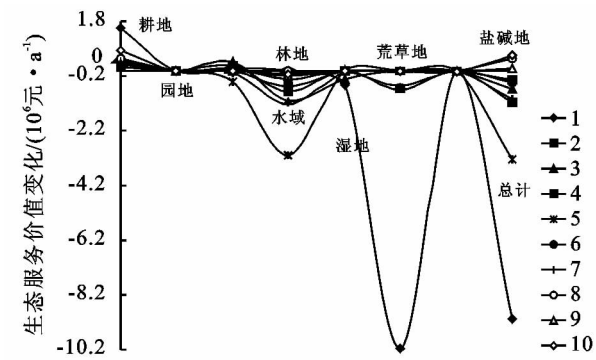


图 5 典型项目不同土地利用类型的生态服务价值变化

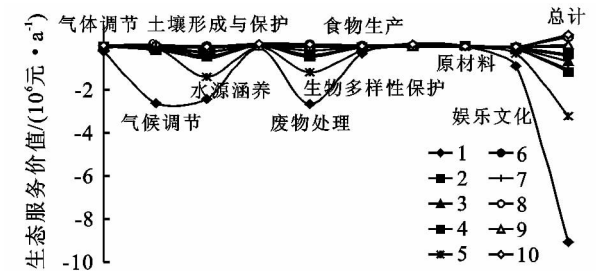


图 6 典型项目单项生态服务价值变化

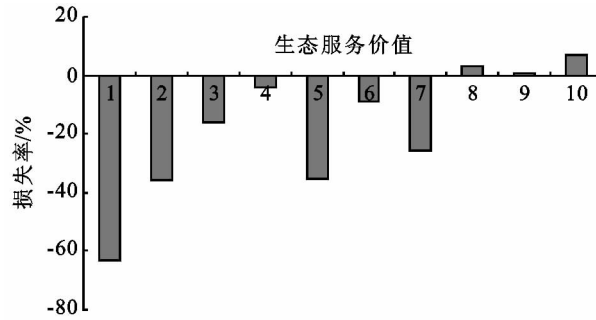


图 7 典型项目整理后生态服务价值损失率

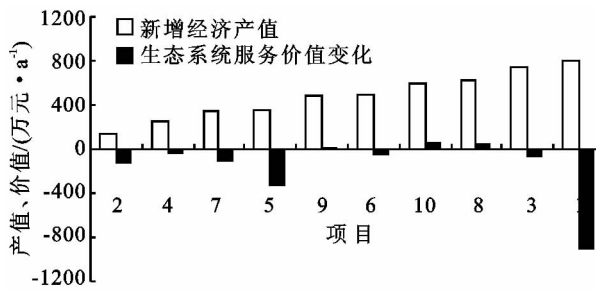


图 8 典型项目经济产值与生态服务价值变化

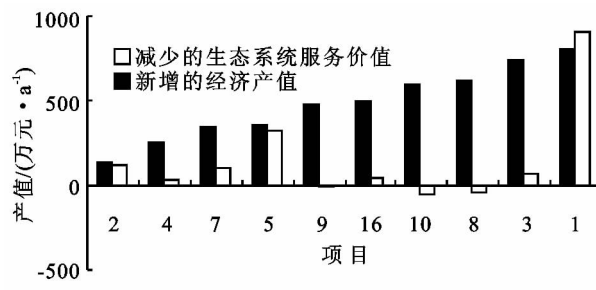


图 9 典型项目经济产值与生态服务价值对比

项目 1 经济效益的增加消耗了大于该效益的生态效益,除此之外,其余项目都或多或少总体上创造

了价值,即经济效益的增加大于生态效益的减少。如项目 1(高原区)创造经济价值 801.71 万元,损失生态价值 906.92 万元,总亏损了 105.21 万元,而其他项目总价值皆不亏损,最小创造效益为项目 2(山地丘陵区)的 21.49 万元,最大为项目 3(盆地区)的 672.52 万元(图 9)。耕地生态服务价值与新增经济价值成正比(图 10)。耕地生态服务价值增加,其他 5 种类型生态服务价值均减少,其他 5 种类型及总土地生态服务价值呈现随经济价值增加而减少的趋势(图 11)。

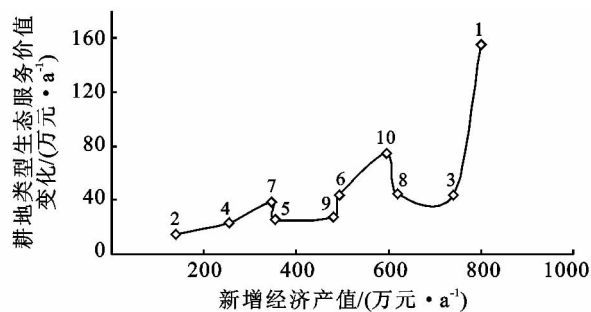


图 10 典型项目耕地类型区经济产值与生态服务价值变化关系

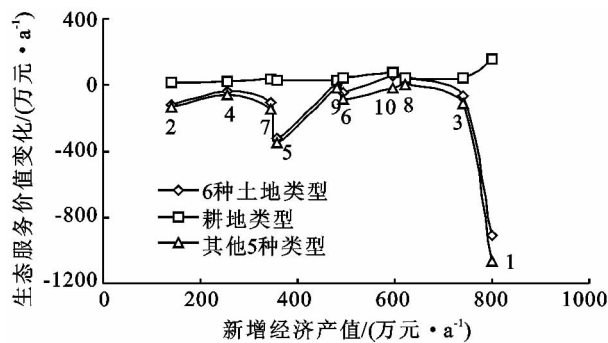


图 11 典型项目耕地与其他 5 种类型经济产值与生态服务价值变化关系

## 4 讨论

经过土地整理后,耕地的经济效益都获得了提高,除项目 1 整理后低于 7 000 元/hm<sup>2</sup>,相对较低外,其他 9 例土地整理项目经济效益提高水平基本一致,为 8 000~10 000 元/hm<sup>2</sup>。因水域和湿地改造成为耕地,项目 1,5 的总土地生态效益大大减少。图 12 单位耕地价值变化为单位面积耕地生态价值变化与单位面积耕地的经济价值变化之和。其中单位耕地的生态服务价值变化为零,单位耕地的经济价值变化等于整理后与整理前的差值。由于各地区耕地的单位生态服务价值是相同的,该数据其实是反映农沟密度与耕地经济效益增加的关系。即从经济效益变化的角度出发,在低山丘陵、山间盆地和山麓平原(项目

2,3,8)农沟密度大的地区,耕地价值变化较小;坝上高原的承德木兰围场项目(项目 1)耕地价值变化最高;随着农沟密度增大,耕地价值变化呈减少的趋势。这在一定程度上说明农沟密度大,土地破碎度高的地区的土地整理效益不高,不适合改造耕地,更应该规划其他土地利用类型,发展生态服务价值;而土地破碎度低的地区其土地整理更适合改造发展耕地。但本文的研究结果是基于河北省各地区土壤、作物、水分条件一致假设下得出的,因项目 1,2,3,8 的土壤、作物、水分条件等基本一致,基本满足假设。所选 10 例项目水分保证率皆为 75%,作物种植为小麦和玉米,河北省市场状况差异不会太大,土壤状况有所差异,项目 10,4,7,9 相对其他项目土壤状况都较差,土层较薄、有机质低,全 N 低,但这些项目的经济效益变化很大,土地整理改造效果较明显。

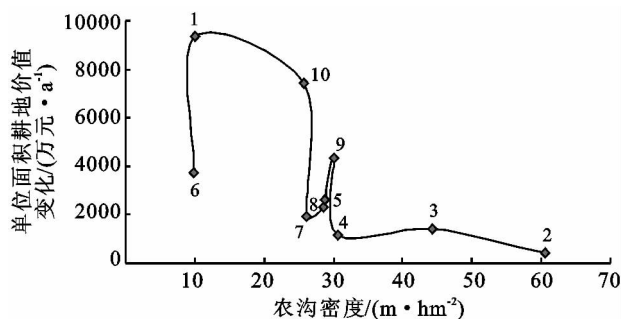


图 12 典型项目单位面积耕地价值变化与农沟密度关系

位于高原区的项目 1 和低山丘陵区的项目 2 的单位土地生态服务价值损失最大,分别为 10 748.8 元/(hm<sup>2</sup>·a)和 5 978.25 元/(hm<sup>2</sup>·a),而其他类型区项目单位土地生态服务价值损失在 3 000 元/(hm<sup>2</sup>·a)以下,说明高原区和低山丘陵区是以牺牲了最大的生态价值来发展经济,图 8 表明项目 1 和项目 2 这种牺牲的总价值是负的(项目 1)或近乎相等(项目 2),这二者共同意味着从生态服务价值的角度来看,高原区和低山丘陵区牺牲了更有价值的利用类型(水域和湿地)去发展了较低价值的利用类型(耕地)。

从上述两方面的分析可以明确,无论是经济价值的提高还是生态价值的损失,都说明低山丘陵区的土地整理项目都不适合改造发展耕地;而高原区土地整理项目虽然改造发展耕地能够明显提高经济效益,但是以牺牲更高生态价值的其他类型为代价,且提高后获得的经济效益也不高,因此需在保护高生态价值利用类型的基础上合理规划耕地面积。土壤状况较差的耕地进行土地整理效果较明显,特别是盐碱地整理模式(项目 10),但是否为最佳的土地利用方式仍需进一步研究。

## 5 结论

河北省可持续土地整理模式包括:土地平整模式、灌溉模式、排水模式3种。河北省可持续土地整理项目总体获得效益,即研究所选案例中9/10项目经济效益的增加大于生态效益的减少,但总体仍以生态服务价值为代价取得更多的经济效益:(1)耕地生态服务价值与新增经济价值成正比;耕地生态服务价值增加,其他5种类型(园地、林地、水域、湿地、荒草地)生态服务价值均减少,其他5种类型及总土地生态服务价值呈现随经济价值增加而减少的趋势。(2)单项的生态服务功能除四项价值(净增食物生产>土壤形成与保护>原材料价值>气体调节)等保留并增加之外,五项功能(损失水源涵养>废物处理>气候调节>娱乐文化价值>生物多样性保护)都大大减少,大部分项目总土地生态服务价值因此亏损严重。因此没有达到经济与生态效益的最优化,需要改进以达到可持续土地整理的目标。

将旱地改成水浇地,增加灌溉设施保证了作物的生长,提高了土地产量,但滩涂、荒草地、苇地、盐碱地等全部未利用地整理为水浇地,虽增加了耕地面积,提高了土地利用率,但同时减少了土地利用类型,一定程度上不利于因地制宜;低山丘陵区土地整理项目经济价值提高小,生态价值损失大,不适合改造发展为耕地;而高原区土地整理项目虽然改造发展耕地能够明显提高经济效益,但是以牺牲更高生态价值的其他类型为代价,且提高后获得的经济效益也不高,因此需在保护高生态价值利用类型的基础上合理规划耕地面积;土壤状况较差的耕地进行土地整理效果较明显,但是否为最佳的土地利用方式仍需进一步研究。

### 参考文献:

[1] 张正峰. 国外可持续土地整理的发展特征及对我国的启

示[J]. 生态经济, 2007(10):144-147.

- [2] 王秀茹, 韩兴, 朱国平, 等. 关于土地开发整理与生态环境问题的分析[J]. 水土保持研究, 2004, 11(3):151-153.
- [3] 王红瑞, 刘琼, 高雄, 等. 区域土地利用规划环境影响评价: II. 应用篇[J]. 水土保持研究, 2009, 16(2):249-256.
- [4] 贾芳芳, 于亚男, 王秀茹. 浅谈基本农田整理的景观效应: 以河北省邢台市平乡县寻召乡基本农田整理项目为例[J]. 水土保持研究, 2007, 14(3):169-172.
- [5] 王红瑞, 张文新, 董艳艳, 等. 区域土地利用规划环境影响评价: I. 理论篇[J]. 水土保持研究, 2008, 15(6):203-209.
- [6] 王磊, 鄢文聚, 范金梅. 可持续土地整理分区及模式初探[J]. 资源与产业, 2008, 10(5):103-106.
- [7] 河北省土地利用总体规划[EB/OL]. <http://www.heb-gt.gov.cn/>. 2010-06-02.
- [8] Costanza R, Arge R, Groot R, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital[J]. Ecological Economics, 1998, 25(4):3-15.
- [9] 谢高地, 鲁春霞, 冷允法, 等. 青藏高原生态资产的价值评估[J]. 自然资源学报, 2003, 18(2):189-195.
- [10] 张正峰. 土地整理中的生态服务价值损益估算[J]. 农业工程学报, 2008, 24(9):69-72.
- [11] 冉圣宏, 吕昌河, 王茜. 生态退耕对安塞县土地利用及其生态服务功能的影响[J]. 中国人口·资源与环境, 2010, 20(3):111-116.
- [12] 范金梅, 王磊, 薛永森. 土地整理效益评价探析[J]. 农业工程学报, 2005, 21(S1):116-118.
- [13] 叶艳妹, 吴次芳, 程成彪. 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.
- [14] 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.
- [15] 王万茂, 张颖. 土地整理与可持续发展[J]. 中国人口·资源与环境, 2004, 14(1):13-17.
- [16] 杨晓艳, 闫东浩, 程锋. 耕地整理的景观效应分析[J]. 自然资源学报, 2005, 20(4):572-581.