

# 基于DEA的土地整理项目投入产出效率评价 ——以山东省若干国家投资土地整理项目为例

王长江<sup>1,2</sup>,徐国鑫<sup>3</sup>,金晓斌<sup>3</sup>

(<sup>1</sup>中国矿业大学(北京),北京 100035;<sup>2</sup>国土资源部土地整理中心,北京 100035;

<sup>3</sup>南京大学地理与海洋科学学院,南京 210093)

**摘要:**为了对土地整理项目的投入产出效率作出定量评价,并为推进土地整理项目的科学实施提供参考。对土地整理项目的投入产出要素进行分析计算,然后采用DEA方法对项目相对效率作出评价。结果表明:各项目相对效率值有9个为1,只有河口区为0.81。说明山东省土地整理项目总体而言具有较好的综合效益和合理的投入产出,但是河口区的土地整理项目投入结构相对不合理,表现为土地平整、农田水利、田间道路、生态防护四项投入存在冗余,且社会效益未达最大化。为促进土地整理项目取得良好效益,应在实施过程中制定科学的规划方案,合理安排各项投入,并重视对项目社会效益的投入。

**关键词:**土地整理;效率;DEA;山东省

中图分类号:S281

文献标志码:A

论文编号:2010-1856

## Evaluation on Input-Output Efficiency of Land Consolidation Projects Based on DEA ——A Case Study of Several National Invested Land Consolidation Projects in Shandong Province

Wang Changjiang<sup>1,2</sup>, Xu Guoxin<sup>3</sup>, Jin Xiaobin<sup>3</sup>

(<sup>1</sup>China University of Mining & Technology(Beijing), Beijing 100035;

<sup>2</sup>China Land Consolidation and Rehabilitation, Beijing 100035;

<sup>3</sup>School of Geographic and Oceanographic Sciences, Nanjing University, Nanjing 210093)

**Abstract:** The purpose of this paper was to make quantitative evaluation on input-output efficiency of land consolidation projects and to provide reference for the scientific implementation of land consolidation projects. Method employed was DEA. The relative efficiency value of Heikou district was 0.81, the other 9 projects was 1. It showed that most projects studied achieve a better economic, social and ecological benefits and rational input-output. But the investment structure of land consolidation project in Heikou district was relatively irrational, the project had redundant inputs in land leveling, irrigation, field road, and ecological protection. The social benefits were not maximum either. In order to achieve better benefits, scientific planning should be made and arrange inputs reasonably. The inputs for social benefits also should be emphasized.

**Key words:** land consolidation; efficiency; DEA; Shandong province

### 0 引言

土地整理是立足中国土地资源条件,实现土地集约利用的有效途径,是提高农业综合生产能力,促进农业、农村经济全面发展的重要手段,是贯彻实施《土地

管理法》的关键措施,对于促进土地资源的可持续利用发挥重要作用。虽然土地整理属于公益性投入,但必须取得良好的效益才能促使土地整事业滚动发展<sup>[1,2]</sup>,如何准确、科学地评价土地整理效益也就成为土地整

**基金项目:**国家科技支撑计划“中部粮食主产区增量经济型土地整理技术开发”(2008BAB38B06)。

**第一作者简介:**王长江,男,1971年出生,山东烟台人,博士,研究方向:土地资源管理。Tel:010-66558177, E-mail:atlan369@163.com。

**通讯作者:**金晓斌,男,1974年出生,甘肃兰州人,副教授,博士,研究方向:土地资源管理。通信地址:210093 南京市汉口路22号 南京大学地理与海洋科学学院, Tel:025-83685735, E-mail:jinxb@nju.edu.cn。

**收稿日期:**2010-06-21, **修回日期:**2010-08-02。

理技术研究的一项基础工作,是土地整理理论方法研究的热点。王旭等<sup>[3]</sup>运用动态投资评估法对土地整理项目的经济效益进行初步评价;吴冠岑等<sup>[4]</sup>利用熵权可拓物元模型对土地整理项目的社会效益状况进行评价;付光辉<sup>[5]</sup>、孙雁<sup>[6]</sup>等通过对已有各地类生态系统服务价值系数的修正,测算土地整理项目实施前后各类土地的生态系统服务价值,对土地整理项目实施的生态效益作出评价;王伟等<sup>[7]</sup>以多目标多层次为目的,构建项目的可持续综合评价指标体系,对土地整理的经济效益、社会效益、生态效益进行综合评价。但目前考虑土地整理项目实际投入状况的相关研究较少,未能对项目的实施效率作出评价。因此,笔者引入数据包络分析(DEA)方法对土地整理项目的投入产出效率进行初步分析,以期为推进土地整理项目的科学实施提供参考。

### 1 DEA方法及基本模型

#### 1.1 数据包络分析(Data Envelopment Analysis, 简称DEA)

DEA由Charnes<sup>[8]</sup>创建,是以相对效率概念为基础,以数学规划为主要工具,以优化为主要方法,根据多指标投入和多指标产出数据对相同类型的部门或企业(称为决策单元,简记DMU)进行相对有效性或效益评价的数理经济学和运筹学方法。该方法通过建立规划模型,达到对决策单元进行评价的目的,本质上是判断决策单元是否处于生产前沿面,主要优点是可以对各个投入尤其是多个产出的问题进行分析,并且在评价时无需事先给出生产前沿面<sup>[9]</sup>。

#### 1.2 CCR模型

经典的DEA方法主要有CCR、BCC、FG、ST等模型,其中CCR模型是应用最为广泛的模型之一。在CCR模型中,设有 $n$ 个决策单元DMU( $1 \leq i \leq n$ )。每一个单元DMU <sub>$i$</sub> 有 $m$ 项输入 $x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{mi}$ 和 $s$ 项输出 $y_{1i}, y_{2i}, \dots, y_{si}$ (其中 $x_{ji}, y_{ji}$ 均大于0)。对应的 $v_1, v_2, \dots, v_m$ 和 $u_1, u_2, \dots, u_s$ 分别为 $m$ 项投入和 $s$ 项输出的权重。记 $x_i = (x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{mi})^T$ ,  $y_i = (y_{1i}, y_{2i}, \dots, y_{si})^T$ ,  $v = (v_1, v_2, \dots, v_m)^T$ ,  $u = (u_1, u_2, \dots, u_s)^T$ ,可得C<sup>2</sup>R的分式规划问题<sup>[10]</sup>:

$$\begin{cases} \max \frac{y_i^T u}{x_i^T v} \\ \frac{y_i^T u}{x_i^T v} \leq 1 \quad (1 \leq i \leq n) \dots\dots\dots (1) \\ v \geq 0 \\ u \geq 0 \end{cases}$$

利用Charnes-Cooper变换,可将式(1)化为下列等价的线性规划问题:

$$\begin{cases} \max(y_i^T u) \\ y_i^T u \leq x_i^T v \quad (1 \leq i \leq n) \dots\dots\dots (2) \\ x_i^T v = 1 \\ v \geq 0, u \geq 0 \end{cases}$$

为了方便检验DEA的有效性,引入非阿基米德无穷小量 $\epsilon$ ,得(2)式的对偶规划:

$$\begin{cases} \min(\theta - \epsilon(e_m^T s^- + e_s^T s^+)) \\ \sum_{i=1}^n (\lambda_i x_{ij}) + s^- = \theta x_k \\ \sum_{i=1}^n (\lambda_i y_{ij}) - s^+ = y_k \\ \theta, \lambda_i, s^-, s^+ \geq 0, i, k = 1, \dots, n \end{cases} \dots\dots\dots (3)$$

设对偶规划(3)的最优解为 $\lambda^*, s^{*-}, s^{*+}, \theta^*(s^{*-}, s^{*+})$ 分别为投入和产出的松弛变量; $\lambda^*$ 为决策变量的组合系数; $\theta^*$ 为相对效率值,则有以下结论:

- ①当 $\theta^* = 1$ 且 $s^{*-} = 0, s^{*+} = 0$ 时,称DMU <sub>$i$</sub> 为DEA有效,表明第 $i$ 个决策单元在原投入基础上所获得的产出已达到最优,既不能减少投入也不能增加产出。
- ②当 $\theta^* = 1$ 且 $s^{*-} \neq 0$ 或 $s^{*+} \neq 0$ 时,称DMU <sub>$i$</sub> 为弱DEA有效,表明第 $i$ 个决策单元可以减少部分原投入而保持原产出不变或在保持原投入不变的情况下增加部分产出。
- ③当 $\theta^* \neq 1$ 且 $0 < \theta^* < 1$ 时,称DMU <sub>$i$</sub> 为非DEA有效,表明第 $i$ 个决策单元的所有原投入过多,可以进行等比例压缩而保持原产出不变。
- ④若 $\sum \lambda_i^* < 1$ ,那么DMU <sub>$i$</sub> 为规模收益递增;若 $\sum \lambda_i^* > 1$ ,那么DMU <sub>$i$</sub> 为规模收益递减;若 $\sum \lambda_i^* = 1$ ,那么DMU <sub>$i$</sub> 为规模收益不变。
- ⑤对于非DEA有效的决策单元,可以通过在相对有效平面上的投影来进行改进,构造DEA有效的决策单元,这一过程也称为投影分析。设保持产出不变,投入应减少的量为 $x_0$ ;保持投入不变,产出应增加的量为 $y_0$ ,则:

$$\begin{cases} x_0 = (1 - \theta^*)x_j + s^{*-} \dots\dots\dots (4) \\ y_0 = s^{*+} \end{cases}$$

对于土地整理项目而言,DEA有效表明该项目相对于其他项目,生产要素组合较为合理,不存在低效投入,既取得较好的经济、社会、生态效益,又能实现投入产出效率的最优化。而对于非DEA有效项目,可以通过与有效项目的对比,发现哪些投入产生冗余,以便对生产要素进行重新整合,实现效率改进。

表1 项目区基本情况表

项目编号	建设规模/hm <sup>2</sup>	项目投资/万元	工程类型区	工程模式
1#	733.45	1813.27	鲁西北冲积平原区	冲积平原引黄引河灌溉模式
2#	1477.62	2384.14	鲁西北山前平原区	山前倾斜平原井灌工程模式
3#	1610.48	3289.32	鲁西北冲积平原区	冲积平原引黄引河灌溉模式
4#	1715.51	3427.33	鲁西北冲积平原区	冲积平原引黄引河灌溉模式
5#	1358.56	3212.34	鲁北滨海平原区	滨海平原引黄引河灌溉模式
6#	1366.77	2897.92	鲁北滨海平原区	滨海平原引黄引河灌溉模式
7#	785.89	1672.39	鲁北滨海平原区	滨海平原引黄引河灌溉模式
8#	1077.94	2192.76	鲁北滨海平原区	滨海平原引黄引河灌溉模式
9#	1781.18	4056.79	鲁西北冲积平原区	冲积平原引黄引河灌溉模式
10#	1361.61	3198.74	鲁西北山前平原区	山前倾斜平原井灌工程模式

2 实证研究

2.1 案例概况

本研究选取2005—2007年山东省西部和北部实施的10个国家投资土地整理项目,分别位于济南市长清区(1#)、章丘市(2#);菏泽市牡丹区(3#)、巨野县(4#);东营市东营区(5#)、河口区(6#)、垦利县(7#)、利津县(8#);滨州市沾化县(9#)、邹平县(10#)。项目区基本情况见表1。

2.2 投入产出指标体系构建

土地整理是在一定区域范围内,根据土地利用总体规划与土地整理专项规划,对路、水、田、林、村等实行综合整治,调整土地关系和社会经济关系,改善土地利用结构和生产生活条件,增加可利用土地面积和有效耕地面积,提高土地利用率和产出率,带来项目实施的经济效益、社会效益和生态效益。根据土地整理的投入产出关系,结合样本数据的可获取性和科学性,建立土地整理项目的投入产出指标体系(表2)。

表2 土地整理项目投入产出指标体系

类别	具体指标构成	单位
投入	土地平整	万元
	农田水利	万元
	田间道路	万元
	生态防护	株
产出	经济效益	万元
	社会效益	人
	生态效益	万元

2.3 指标说明及计算

2.3.1 投入指标 ①土地平整。为适应农业机械化耕作的需要,通过平整土地,削高填低,连片成方,以增加有效耕地面积,提高水资源利用率,增加农田灌溉效率。

对土地整理项目的经济、社会、生态效益均有影响,用土地平整工程投入的资金量来表示。②农田水利。通过修建农田灌排系统以及农田水利基础设施,改善农田灌溉条件,提高自然灾害抵御能力,建设高标准农业区,达到提高土地质量,建设高产稳产农田的目的,包括水源工程、灌排工程、配套工程等。主要影响土地整理的经济效益和生态效益,用农田水利的投入资金量来表示。③田间道路。通过新建和改建农村道路,为农业机械化作业提供条件,改善农村生产生活条件。影响土地整理的经济效益和社会效益,用田间道路的投入资金量来表示。④生态防护。通过种植生态防护林,提高项目区内防灾抗灾能力、增加农业生产的稳定性、改善农田生态环境。主要影响土地整理的生态效益,用农田防护林的总株数来表示。

2.3.2 产出指标 ①经济效益。衡量土地整理投资收益的重要指标。通过土地整理,提高耕地数量和质量,带来农产品产值的增加,提高农民收入。主要用项目区耕地数量增加、耕地质量提高所带来的农产品产量的增加而产生的收益表示。计算公式为:

$$E_{\text{实施}} = \sum_{i=1}^n [S_i \times (P_i' - P_i) \times V_i] + \sum_{i=1}^n [(S_i' - S_i) \times P_i' \times V_i] \quad (5)$$

式中, $E_{\text{实施}}$ 为项目实施后每年新增收入值, $S_i$ 和 $S_i'$ 分别为项目实施前后第*i*类作物的种植面积(下同), $P_i$ 和 $P_i'$ 分别为项目实施前后第*i*类作物的单产水平(下同), $V_i$ 为第*i*类作物单位面积的净收益。②社会效益。土地整理社会效益明显,它能改善农村社会环境、提高农民生活水平和生活质量,明晰土地权属、促进社会稳定和全面发展<sup>[1]</sup>。土地不仅是最基本的生产资料,而且还有重要的社会保障功能,因而本研究用土地整理实施后新增可供养人数来表示土地整理的社会效



在不同程度上均存在冗余,且在投入不变的情况下,社会效益未达到最大化。

根据投影分析结果,东营市河口区的土地整理项目投入结构不合理,在土地平整、农田水利、田间道路、生态防护4项投入中均存在冗余。其中土地平整多投入193.05万元,冗余度达26.68%,在一定程度上说明该项目田块划分和土地平整方案不够科学,土地平整工程量过大;农田水利多投入282.64万元,冗余19.32%,说明该项目灌排沟渠布置过密,水利设施可能存在重复建设;田间道路多投入71.02万元,冗余22.06%,说明该项目道路布置不合理,路网过密;生态防护多投入35273棵,冗余45.07%,是4项投入中冗余最大的一项,说明项目区防护林栽种过多,林带过长。其次,从产出来看,该项目取得较好的经济效益和生态效益,没有产出不足,但社会效益有所欠缺,在有效投入情况下,新增可供养人数减少840人,占有效产出的11.7%,后期应加强对社会效益的投入。总之,为提高土地整理项目的实施效率,节约各项资金的投入,需要对该项目的实际投入状况进行进一步核查,及时发现不必要投入,优化投入结构,使项目的投入产出效率达到最优。

### 3 结论与讨论

笔者运用DEA方法对山东省10个国家投资土地整理项目的投入产出效率进行评价,结果表明:90%的项目效率值为1,不但取得了较好的经济效益、社会效益和生态效益,而且投入产出效率高,土地整理投入结构合理,项目资金利用率高。而东营市河口区项目与其他项目相比,没有达到DEA有效,表现为土地整理投入结构不合理,资金使用存在浪费现象。在今后的土地整理实践中,东营市河口区应注意:

(1)加强项目实施的规划管理,科学划分田块,制定合理的土地平整方案。

(2)根据当地农业生产条件控制水利设施和道路建设规模,合理安排灌排渠系和路网布局,防止“形象工程”。

(3)适当降低生态防护林的栽种密度和长度。

(4)进一步重视土地整理实施的社会效益,使当地居民充分共享项目实施的收益。

土地整理项目是一个多投入多产出的复杂系统,对于它们的投入产出效果,难以用一般的构建生产函数的方法进行评价。DEA方法在评价过程中无需知道生产函数的具体形式,而是利用数学规划模型来评价多投入多产出的决策单元间的相对有效性,具有一定的应用前景。但文中10个项目的相对效率评价价值有9个为1,对于这9个均为DEA有效的项目,CCR模型并不能对其相对效率高作出进一步评价,后期研究中可考虑引入超效率模型。

### 参考文献

- [1] 鹿心社.论中国土地整理的总体方略[J].农业工程学报,2002,18(1):5.
- [2] 范金梅.土地整理效益评价研究[J].中国土地,2003,(10):14-15.
- [3] 王旭,彭应金,杨俊孝.土地整理的经济效益评价方法初探[J].新疆农业科学,2005,(42):178-181.
- [4] 吴冠岑,刘友兆,付光辉.基于熵权可拓物元模型的土地整理项目社会效益评价[J].中国土地科学,2008,22(5):40-46.
- [5] 付光辉,刘友兆,祖跃升,等.区域土地整理综合效益测算[J].资源科学,2007,29(3):25-30.
- [6] 孙雁,付光辉,刘友兆,等.南京市土地整理项目后效益的经济评价[J].南京农业大学学报,2008,31(3):145-151.
- [7] 王炜,杨晓东,曾辉,等.土地整理综合效益评价指标与方法[J].农业工程学报,2005,21(10):70-73.
- [8] Charnes A, Cooper W W, Rhodes E. Measuring the efficiency of decision making units[J].European Journal of Operations Research, 1978,2(6):429-444.
- [9] 段永瑞.数据包络分析——理论和应用[M].上海:上海科学普及出版社,2006:3.
- [10] 魏权龄.数据包络分析[M].北京:科学出版社,2004:2-26.
- [11] 王瑗玲,赵庚星,李占军.土地整理效益项目后综合评价方法[J].农业工程学报,2006,22(4):59.
- [12] Costanza R D, Arge R, Groot R, et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital[J].Nature,1997,386:253-260.
- [13] 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,2002,18(2):189-196.
- [14] 谢高地,肖玉,甄霖,等.中国粮食生产的生态服务价值研究[J].中国生态农业学报,2005,13(3):10-13.