

中部土地整理区土地整理投入产出效率评价

金晓斌, 周寅康, 李学瑞, 徐国鑫

(南京大学地理与海洋科学学院, 南京 210093)

摘要: 土地整理是中国实现耕地总量动态平衡和确保耕地红线的重要措施和手段, 在明确投入产出因子的基础上, 依据土地整理多投入多产出的特点, 利用数据包络分析 (DEA) 方法对中部土地整理区各省份在土地整理项目上的投入产出效率进行计算, 对相应效率损失进行分析, 结果表明: (1) 中部土地整理区土地整理投入产出效率在总体上具有规律性, 其中农业生产条件较好的省份, 不论投入产出效率值是否达到最优, 皆为规模收益递减; 农业生产条件较差的省份则相反; (2) 由于地貌、土壤、气候等农业生产和生态条件不同, 各省份投入产出效率差异较大; (3) 由于规模效益差异使得各省份土地整理项目产出不随投入规模的增加而增大, 土地整理投入产出结构存在不合理。

关键词: 土地整理; 投入产出; 效率评价; 中部土地整理区; DEA

文章编号: 1000-0585(2011)07-1198-09

自1997年中共中央、国务院颁布《关于进一步加强土地整理切实保护耕地的通知》, 明确“实行占用耕地与开发、复垦挂钩政策”、“按照土地利用总体规划的要求, 通过田、水、路、林、村建设综合整治, 搞好土地建设, 提高耕地质量, 增加有效耕地面积, 改善农业生产条件和环境”的土地整理内涵以来, 通过农村土地整理, 中国新增耕地约 $26.6 \times 10^4 \text{ hm}^2/\text{a}$; 农地整理新增耕地 $5\% \sim 8\%$, 农田产出率提高 $10\% \sim 20\%$, 农业生产条件明显改善。2006年后, 农村土地整治上升为国家战略部署, 形成了以村庄规划整治为突破口, 以土地整理复垦为重点, 以城乡建设用地增减挂钩试点为动力的“整合各类资金, 整体规划、整体推进”的综合整治, 成为推进社会主义新农村建设和城乡统筹发展的新平台。近期, 中央确定今后三年将投入560亿元在内蒙古、黑龙江、吉林、安徽、湖北、广西等十省份进行土地整治示范建设, 预计新增耕地 $66.71 \times 10^4 \text{ hm}^2$, 新增粮食产能约 $100 \times 10^6 \text{ t}$ 。为进一步明确宏观土地整治投资的方向与重点, 引导地方合理使用建设资金, 实现耕地保护目标, 促进国土整治, 加快区域经济协调发展, 保证土地整治综合效益的发挥, 准确、科学地评价土地整理效益成为土地整理技术研究的一项基础工作^[1], 也一直是土地整理研究的热点。王旭等^[2]运用动态投资评估法对土地整理项目的经济效益进行了初步评价; 吴冠岑等^[3]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了评价; 付光辉等^[4]、孙燕等^[5]采用生态系统服务价值系数法测算了土地整理实施的生态服务价值, 用替代市场法测算了土地整理社会保险的价值; 王军等^[6]基于GIS, 应用景观生态学方法, 分析了土地整理前后的土地利用结构和景观格局变化; 范金梅等^[7]从净增加耕地数量和提高耕地质量两方面, 提出了耕地整理潜力评价指标方法; 王伟等^[8]构建了可持续

收稿日期: 2010-05-24; 修订日期: 2011-02-15

基金项目: 国家科技支撑计划 (2008BAB38B06)

作者简介: 金晓斌 (1974-), 男, 甘肃兰州人, 副教授、博士, 主要从事土地资源管理研究。

E-mail: jinxb@nju.edu.cn

综合评价指标体系，对土地整理的经济效益、社会效益、生态效益进行了综合评价。但目前相关研究较少考虑土地整理项目的工程投入状况，鲜有从投入产出效率角度分析宏观土地整理运行效果。本研究拟在明确投入产出因子的基础上，依据土地整理多投入多产出的特点，利用数据包络分析（DEA）方法对中部土地整理区各省份在土地整理项目上的投入产出效率进行计算，对相应效率损失进行分析，进而为明确项目资金投入方向提出建议。

1 中部土地整理区概况

国土资源部根据土地利用现状和土地整理的要求，以土地生态环境保护为前提，参考农业生态区划结构^[9]，按照土地利用的经济结构和地域分布规律、土地利用程度的差异以及土地整理方向的相似性，采用多极续分的分区体系，将全国地域空间单元划分为不同的土地整理区，共分为 4 个一级区（一级土地整理控制区包括东部、中部、西部土地整理区和海洋区），22 个二级区，60 个三级区^[10]。

中部土地整理区是我国土地整理实施的重点区域，位于我国东北部和中原腹地，包括黑龙江、吉林、内蒙古、湖北、湖南、山西、河南、安徽、江西、广西等十个省区，土地和耕地面积分别占全国的 33.77% 和 53.21%。该区土地利用率为 85.55%，农地利用率为 80.76%，森林覆盖率为 33.51%；区内有东北平原、内蒙古高原、江汉平原、洞庭湖区、鄱阳湖区等重要的粮、棉、油、奶、水产品生产基地；该区农业基础设施较为完备，抗灾能力较强，农业地位较为突出，涉农产业具有一定比较优势，但也面临土地用养失调、土地质量下降、水土流失加剧等问题，同时还存在地块分散、破碎，农业基础设施和生产条件相对落后等制约因素。该区以基本农田整理为重点，通过对田、水、路、林、村综合整治，积极推进机械化、规模化的粮食生产基地建设，以提高土地利用率和基本农田质量，合理增加有效耕地面积，进而提高土地利用综合效益和保障国家粮食安全能力作为土地整理的主要方向。

表 1 2001~2007 年中部土地整理区国家投资土地整理项目汇总表

Tab. 1 Summary of land consolidation projects in central land consolidation region from 2001 to 2007

| 省份 | 项目数 (个) | 建设规模 (hm ²) | | | | 新增耕地 (hm ²) | 预算总额 (万元) |
|-----|------------|-------------------------|----------|---------|----------|----------------------------|--------------|
| | | 开发 | 整理 | 复垦 | 合计 | | |
| 黑龙江 | 104 | 3755.1 | 114048.3 | 7450.2 | 125253.6 | 26831.5 | 121173 |
| 吉林 | 44 | 2485.0 | 14297.4 | 3507.8 | 20290.2 | 9595.1 | 32870 |
| 内蒙古 | 53 | 1229.0 | 52292.6 | 2529.2 | 56050.8 | 7976.6 | 34631 |
| 山西 | 58 | 6919.0 | 19012.4 | 1679.7 | 27611.0 | 10201.9 | 73546 |
| 河南 | 189 | 10915.4 | 116856.5 | 5625.2 | 133397.1 | 25826.6 | 218031 |
| 安徽 | 55 | 1777.1 | 15281.7 | 11384.8 | 28443.7 | 6037.2 | 58206 |
| 江西 | 128 | 289.6 | 106292.0 | 846.0 | 107427.4 | 18203.0 | 155376 |
| 湖北 | 120 | 1306.4 | 117504.2 | 1031.8 | 119842.5 | 9454.5 | 220240 |
| 湖南 | 184 | 4980.5 | 60560.1 | 5503.4 | 71044.0 | 15949.7 | 158065 |
| 广西 | 92 | 3829.9 | 28451.7 | 90.0 | 32371.6 | 9749.6 | 64023 |
| 合计 | 1027 | 37487.0 | 644596.9 | 39648.1 | 721731.9 | 139825.7 | 1136161 |

据统计, 2001~2007年, 中部土地整理区共安排国家投资土地整理项目 1027 个, 建设规模 $72.17 \times 10^4 \text{ hm}^2$, 新增耕地 $13.98 \times 10^4 \text{ hm}^2$, 预算总额 113.62×10^4 万元, 分别占全国的 44.12%、44.47%、37.52% 和 38.05% (表 1)。

2 投入产出指标体系构建

土地整理是以土地为对象, 在一定地域范围内, 按照土地利用总体规划和土地整治规划的要求, 由国家、省级政府和农民通过投入资金和劳动力, 采取一定的工程、生物或综合措施, 实施土地平整、田间道路、农田水利和生态防护等工程建设, 达到调整土地利用和社会经济关系、改变项目区的土地利用结构、改善耕地质量和农业生产条件, 进而提高土地资源的利用率和产出率, 增加可利用土地数量和质量, 带来项目实施的经济、社会和生态效益。

为综合评价土地整理的投入产出效益, 本研究按照土地整理工程分类, 选取土地平整、农田水利、田间道路、生态防护等四项工程指标作为投入因子, 以经济效益、社会效益、生态效益三项指标作为效益评价因子。

2.1 投入指标

(1) 土地平整工程: 主要反映土地平整工程量的大小, 进而反映项目实施后土地平整度和田块规整率的变化, 以土地平整的土方量来表示。由于开发、复垦类土地整理项目在土地平整工程中分别涉及耕层恢复和土壤重构, 与整理类型相比, 土方量有较大差异, 在省级土地平整工程量计算时, 按式 (1) 进行均一化处理:

$$S_i = S_{iz} + S_{if}/\lambda_f + S_{ik}/\lambda_k \quad (1)$$

式中, S_i 为 i 省土地平整土方量, S_{iz} 、 S_{if} 、 S_{ik} 分别为 i 省整理、复垦、开发类土地整理项目土方量, λ_f 、 λ_k 分别为复垦、开发类土方均衡因子, 本研究中分别取 2.5 和 1.1^①。

(2) 农田水利工程: 主要反映土地整理对农田水利基础设施的改造程度, 进而反映项目实施后灌溉保证率和抵御自然灾害能力的变化。由于农田水利工程包括水源工程、灌溉排水工程、田间配套工程等子项, 具体工程类型较多, 量纲难以统一, 无法直接用单项或总工程量进行比较, 本研究采用农田水利工程投入资金来表示。考虑到地貌类型对农田水利工程投入的影响, 按式 (2) 进行均一化处理:

$$R_i = R_{ip} + R_{iq}/\lambda_{iq} \quad (2)$$

式中, R_i 为 i 省农田水利工程投入, R_{ip} 、 R_{iq} 分别为 i 省平原、丘陵类土地整理项目农田水利工程投资, λ_{iq} 为 i 省的地形均衡因子, 以 i 省丘陵、平原类土地整理项目平均投资强度之比计取。

(3) 田间道路工程: 主要反映土地整理对道路基础设施的改造程度, 进而反映项目实施后机械化作业率和道路通达度的增加值, 以项目区田间道长度来表示。

(4) 生态防护工程: 主要反映土地整理对提高项目区防灾抗灾能力、增加农业生产的稳定性、改善农田生态环境的贡献, 以农田防护林的总株数来表示。

2.2 产出指标

^①考虑到同一地区的整理、复垦、开发类土地整理项目在农田水利、田间道路和生态防护工程中的投资差异较小, 不同类型土地整理项目投资差异主要由土地平整工程而引起, 故以复垦、开发类的平均投资强度与整理类土地整理项目之比作为土方均衡因子。

(1) 经济效益：主要反映土地整理项目在微观上的盈利能力、清偿能力以及在宏观上对国民经济的净贡献，以项目区耕地数量增加和耕地质量提高所带来的农业生产总产量的增加产值来表示。计算公式为：

$$E = \sum_{i=1}^n [S_i \times (P'_i - P_i) \times V_i] + \sum_{i=1}^n [S'_i - S_i) \times P'_i \times V_i] \quad (3)$$

式中， E 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， P_i 和 P'_i 分别为项目实施前后第 i 类作物的单产水平， V_i 为第 i 类作物单位面积的净收益。

(2) 社会效益：主要反映由土地整理改善农村社会环境、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所带来的效益。参考相关研究成果^[4,5]，可根据区域土地整理新增耕地数量、区域（农业人口）人均耕地数量、原有耕地增产情况和人均粮食消费量确定土地整理可安置的农业人口数并按年龄划分成被抚养人口（0~15岁）、基本人口（15~65岁）和保养人口（>65岁）三种类型。假定土地整理的社会保障职能主要体现在养老保险、医疗保险、失业保障三方面，其中，对基本人口有全面的体现，对被抚养人口集中表现在医疗保险和失业保障价值，对保养人口主要表现在养老保险及失业保障价值。

(3) 生态效益：主要反映土地整理实施对项目区生态环境产生的影响，通过土地整理，可以优化土地利用结构和布局、改善生态景观格局、提高资源利用率等。参考相关研究成果^[11~13]，以土地整理项目实施后新增的生态系统服务价值来表示。计算公式为：

$$ESV = ESV_b - ESV_a \quad (4)$$

$$ESV_a = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m A_i \times V_{ij}, ESV_b = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m A'_i \times V_{ij} \quad (5)$$

式中， ESV 代表土地整理项目实施所取得的生态系统服务价值； ESV_a 、 ESV_b 分别表示土地整理前后项目区生态系统服务价值； V_{ij} 表示不同土地利用类型在不同生态系统服务类型上的生态系统服务价值系数（其中： $i=1, 2, \dots, n$ 分别代表耕地、园地、林地、交通用地等项目区土地利用类型； $j=1, 2, \dots, m$ 分别代表气体调节、气候调节、水源涵养、生物多样性保护、食品生产等生态系统服务功能）； A_i 和 A'_i 分别代表项目区土地整理前后第 i 类土地的面积。2001~2007年，中部整理区国家投资土地整理项目投入产出统计见表2。

表2 中部土地整理区土地整理投入产出数据统计表

Tab. 2 Input-output data of central land consolidation region

| 省份 | 土地平整 | 农田水利 | 田间道路 | 农田防护 | 生态效益 | 社会效益 | 经济效益 |
|-----|-------------------------|-----------|-----------|----------|-------|-------|-------|
| | 工程量 (万 m ³) | 工程量 (万元) | 工程量 (km) | 工程量 (万株) | | | |
| 黑龙江 | 115000.28 | 69674.48 | 39215.83 | 1269.74 | 0.34 | 69.68 | 10.07 |
| 吉林 | 51220.27 | 19064.63 | 31737.07 | 4505.34 | 0.92 | 44.83 | 9.25 |
| 内蒙古 | 22236.27 | 19566.52 | 23400.00 | 25881.13 | 0.57 | 20.44 | 3.69 |
| 山西 | 158417.84 | 40450.30 | 105363.08 | 5064.22 | 0.35 | 33.58 | 4.83 |
| 河南 | 34377.16 | 130164.50 | 28947.07 | 1358.22 | -0.07 | 57.29 | 8.47 |
| 安徽 | 54784.93 | 33759.48 | 113286.97 | 2150.09 | -0.70 | 44.05 | 7.35 |
| 江西 | 25347.06 | 89341.20 | 11378.37 | 548.63 | 0.03 | 12.44 | 3.40 |
| 湖北 | 143311.41 | 121132.56 | 56184.10 | 3843.12 | -0.77 | 67.08 | 13.41 |
| 湖南 | 49015.07 | 88200.27 | 2263.93 | 461.32 | -0.50 | 27.88 | 5.13 |

广西 30124.10 36877.25 9041.72 79.73 0.03 10.97 0.51

3 土地整理投入产出效率评价

3.1 评价方法

针对土地整理项目多投入、多产出的数据特征,本研究采用数据包络分析法(DEA)进行投入产出效率评价。该方法由 Charnes 和 Cooper 于 1978 年创建,是评价具有多个输入与多个输出的决策单元(DMU)间相对有效性的数学规划模型,其应用最广泛的 C^2R 模型如下^[14,15]:

$$\begin{cases} \min(\theta - \epsilon(e_m^T s^- + e_s^T s^+)) \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j x_j + s^- = \theta x_{j_0} \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j y_j - s^+ = y_{j_0} \\ \theta, \lambda_j, s^-, s^+ \geq 0, j, j_0 = 1, \dots, n \end{cases} \quad (6)$$

其中, x_j , y_j 分别为 DMU_j 的输入和输出变量; s^- , s^+ 为松弛变量; λ_j 为 DMU_j 的组合系数; ϵ 为非阿基米德无穷小量。

若式(6)有最优解 λ^* , s^{*-} , s^{*+} , θ^* , 则:

(1) 当 $\theta^* = 1$ 且 $s^{*-} = 0$, $s^{*+} = 0$ 时,称 DMU_j 为 DEA 有效,表明各项投入比较合理,没有冗余,且决策单元的生产活动同时为技术有效和规模有效。

(2) 当 $\theta^* = 1$ 、但 s^{*-} , s^{*+} 不全为 0 时,称 DMU_j 为弱 DEA 有效,表明部分投入存在冗余,需要进行优化,且决策单元的生产活动不同时是技术有效和规模有效。

(3) 当 $\theta^* \neq 1$ 且 $0 < \theta^* < 1$ 时,称 DMU_j 为非 DEA 有效,表明所有原投入过多,可以进行等比例压缩,此时决策单元的生产活动既不是技术有效,也不是规模有效。且如果 $\sum \lambda^* < 1$,则 DMU_j 为规模收益递增;若 $\sum \lambda^* > 1$,则 DMU_j 为规模收益递减。

(4) 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改进投入或产出,构造 DEA 有效的决策单元,这一过程称为投影分析。设在保持产出不变的条件下投入应减少的量为 Δx 或者保持投入不变的条件下产出应增加的数量为 Δy , 则:

$$\begin{cases} \Delta x = (1 - \theta^*) x_j + s^{*-} \\ \Delta y = s^{*+} \end{cases} \quad (7)$$

上述 C^2R 模型只能将决策单元评价为有效或无效两类,实践中会出现多个决策单元都有效的状况,从而无法按效率值高低对各决策单元进行排序。对此,超效率模型(SE-DEA)将 DMU 的投入和产出用其他所有 DMU 投入和产出的线性组合代替,从而将该 DMU 排除在外,数学模型为:

$$\begin{cases} \min(\theta - \epsilon(e_m^T s^- + e_s^T s^+)) \\ \sum_{j=1, j \neq j_0}^n \lambda_j x_j + s^- = \theta x_{j_0} \\ \sum_{j=1, j \neq j_0}^n \lambda_j y_j - s^+ = y_{j_0} \\ \theta, \lambda_j, s^-, s^+ \geq 0, j, j_0 = 1, \dots, n \end{cases} \quad (8)$$

该模型可测算各项投入指标在同时按多大比例增加的情况下，决策单元仍能保持 DEA 有效，其投入增加比例即其超效率评价价值 θ^* ，并以此区分原来均为相对有效单元的效率。

3.2 评价结果

运用 DEA solver 软件中的 C^2R 模型和 SE- C^2R 模型的投入指向型模式进行运算，得到中部土地整理区土地整理项目的投入产出效率值。

3.2.1 C^2R 模型评价分析 通过计算，可得 C^2R 模型下的中部土地整理区土地整理的投入产出效率，如表 3。

表 3 C^2R 模型下中部土地整理区投入产出效率表

Tab. 3 The efficiency of input-output in central land consolidation region under C^2R model

| 省 (区) | θ^* | s_1^- | s_2^- | s_3^- | s_4^- | s_1^+ | s_2^+ | s_3^+ |
|-------|------------|----------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|
| 黑龙江 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 吉林 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 内蒙古 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 山西 | 0.48 | 34014.70 | 0.00 | 16836.64 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.40 |
| 河南 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 安徽 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 江西 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 湖北 | 0.80 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 1.23 | 15.58 | 0.00 |
| 湖南 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 广西 | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

对上表分析可知：

(1) 在以省份为决策单元的中部土地整理区中，共有 8 个省份的相对效率值为 1，说明这 8 个省份在以整体样本体系为参照集合中是相对有效的，其土地整理投入产出效率相对较优。此外， $\theta^* = 1$ 的情况下， $s_i^- = s_i^+ = 0$ ，表示这 8 个决策单元相对于其他评价单元，既没有因投入多余而造成资源浪费，也没有因产出不足而产生资源分配上的效率损失，表明这些决策单元资源配置相对合理，配置效率相对较优。因此，这 8 个省份的土地整理项目不但具有合理的投入结构，而且实现了最大化的经济、社会、生态效益，项目实施效果明显。在后期土地整理实践中应继续加强项目的规划管理，合理确定资金投入数量及投资结构，促进项目科学、高效实施。

(2) 与 DEA 有效省份相比，湖北和山西未达到相对有效。其中湖北相对效率值为 0.8，山西为 0.48，说明这两个省份既存在因投入过多而造成资源使用上的浪费，也存在因产出不足而导致资源在分配上的效率损失，且山西资源浪费与效率损失程度大于湖北。

(3) 依据计算结果，对上述两地区的 λ_j^* 值进行求解，山西的 $\sum \lambda_j^* < 1$ ，为规模收益递增；湖北 $\sum \lambda_j^* > 1$ ，为规模收益递减。

(4) 对非 DEA 有效区域进行投影分析，可通过调整投入产出指标使该地区的规模

和技术有效。改进后的投入产出数据如表 4。

表 4 中部土地整理区土地整理投入产出优化结果

Tab. 4 Equilibrium results of input-output in central land consolidation region

| 省(区) | 土地平整 工程量(万 m ³) | 农田水利 工程量(万元) | 田间道路 工程量(km) | 农田防护 工程量(万株) | 生态效益 (亿元) | 社会效益 (亿元) | 经济效益 (亿元) |
|--------|--------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|
| 当前值 | 158417.84 | 40450.30 | 105363.08 | 5064.22 | 0.35 | 33.58 | 4.83 |
| 山西 改进值 | 42714.28 | 19591.92 | 34195.50 | 2452.83 | 0.35 | 35.58 | 6.23 |
| 差距 | -115703.56 | -20858.38 | -71167.58 | -2611.39 | 0.00 | 0.00 | 1.40 |
| 当前值 | 143311.41 | 121132.56 | 56184.10 | 3843.12 | -0.77 | 67.08 | 13.41 |
| 湖北 改进值 | 115220.37 | 97388.43 | 45171.23 | 3089.81 | 0.46 | 82.66 | 13.41 |
| 差距 | -28091.04 | -23744.13 | -11012.87 | -753.31 | 1.23 | 15.58 | 0.00 |

对表 4 分析可知:

(1) 从投入来看,山西、湖北的土地整理投入结构相对不合理。为达到 DEA 有效,土地平整、农田水利、田间道路和农田防护四项工程都应减少工程量投入,其中山西土地平整工程量减少最多,为 73.0%;田间道路工程量次之,为 67.5%;农田水利与农田防护工程量需减少 51.6%。湖北相对较小,各项投入减少量占总工程量的 19.6%。上述结果一定程度上说明了这两个省份土地整理项目在规划上有待优化,在工程投入上有待调整。需要强调的是,由于 DEA 对某一决策单元的效率评价是以其他决策单元为参照的,山西由于其特殊的地形条件和土地利用状态,复垦类项目较多,主要涉及废弃煤矿地,多为采煤塌陷地复垦类型,与其他省份相比,项目土地平整工程量较大,且煤矿复垦类项目中田间道路大多需新建,因而导致了山西需减少的土地平整和田间道路工程量较大。

(2) 从产出来看,湖北土地整理项目取得了较好的经济效益,没有效率损失,但生态效益和社会效益未达最大化,提升空间分别为 1.23 亿元和 15.58 亿元;山西土地整理取得了较好的生态效益和社会效益,但经济效益有所欠缺,少收益了 1.4 亿元,占当前效益的 28.30%,这与山西土地整理事业的发展方向基本一致,即更加注重保护和改善生态环境,提高生活环境质量。《山西省重点煤炭基地土地复垦重大工程实施方案》中也提出复垦后的土地利用应因地制宜,其复垦方向并非单一指向耕地。总之,为达到投入产出效率最优,湖北和山西应根据区域特点明确土地整理资金投入方向:前者应在优化投资结构的基础上加强对生态效益和社会效益的投入;后者则需在保护和改善生态环境的前提下,加强对经济效益的投资力度。

3.2.2 SE-C²R 模型评价分析 基于 C²R 模型的中部土地整理区投入产出评价中,大部分省份评价结果为相对有效,为进一步对这些省份进行有效排序,通过 SE-C²R 投入指向型模型进行优化计算,得到改进的中部土地整理区土地整理的投入产出效率,如表 5。

进行超效率分析后,中部土地整理区普遍存在因投入过多造成资源浪费和由于产出不足而导致资源分配效率损失。其中黑龙江、吉林、河南、湖北等农业发达省份的 $\sum \lambda_j^* > 1$,表现为规模收益递减;内蒙古、山西、安徽、江西、湖南、广西等农业生产条件欠佳省份的 $\sum \lambda_j^* < 1$,表现为规模收益递增。同时,依据 $\sum \lambda_j^*$ 结果与 1 的偏离程度,得出黑龙江、吉林、湖北随土地整理投入的增加,其规模效益递减程度较高,应在后期项目开展中适度减小其投入规模;内蒙古、山西、安徽、江西、广西随土地整理工程投入的增加,其

规模效益递增的程度明显高于其他省份，则应考虑加强对其的工程投入；河南、湖南受土地整理投入的影响较少，其效益基本不随投入规模改变而发生较大变化。

表 5 中部土地整理区投入产出效率表

Tab. 5 The efficiency of input-output in central land consolidation region

| 省(区) | 黑龙江 | 吉林 | 内蒙古 | 山西 | 河南 | 安徽 | 江西 | 湖北 | 湖南 | 广西 |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| C ² R 效率值 | 1 | 1 | 1 | 0.484 | 1 | 1 | 1 | 0.804 | 1 | 1 |
| 模型排序 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 |
| SE-C ² R 效率值 | 2.152 | 4.980 | 1.628 | 0.484 | 2.443 | 1.023 | 1.020 | 0.820 | 7.675 | 2.486 |
| 模型排序 | 5 | 2 | 6 | 10 | 4 | 7 | 8 | 9 | 1 | 3 |
| $\sum \lambda_j^*$ | 2.481 | 2.258 | 0.620 | 0.693 | 1.042 | 0.767 | 0.391 | 1.501 | 0.992 | 0.180 |
| 规模效益 | 递减 | 递减 | 递增 | 递增 | 递减 | 递增 | 递增 | 递减 | 递增 | 递增 |

4 结论与讨论

通过土地整理项目投入产出效率评价，中部土地整理区具有以下特点：

(1) 通过对 C²R 和 SE-C²R 模型结果分析，中部土地整理区土地整理项目投入产出效率呈现出一定的规律性和差异性。 $\sum \lambda_j^*$ 结果表明，农业生产条件相对较好的省份，不论投入产出效率值是否达到最优，皆为规模收益递减，即随着投资规模的加大，单位产值所带来的收益逐渐减少；而对于农业生产条件相对较差的省份，则不论投入产出效率值是否达到最优，皆为规模收益递增，即随着投资规模的增大，单位产值所带来的收益逐渐增加，但规模收益递减或递增的程度存在差异。

(2) 通过对非 DEA 有效省份进行投影分析，山西、湖北对投入和产出因子都需做出调整，但调整的比例存在差异。山西省各项投入冗余均超过 50%，可能是因为山西位于黄河中游，黄土高原东南部，地形条件复杂、水土流失严重，且复垦类项目较多，主要涉及废弃煤矿用地，多为采煤塌陷地复垦类型，与其他类型的土地整理项目相比，获得同等效益所需投入较大，从而导致相对效率评价价值过低。此外，各省份由于地貌、土壤、气候等自然资源所带来的农业生产和生态条件的差异，造成土地整理各投入因子对产出效率的影响程度也存在较大的差异，需要在后期项目规划设计中有针对性的进行调整。

(3) 由于规模效益差异使得各省份土地整理项目产出并不随着投入的增加而增大，土地整理投入产出结构存在不合理。这种不合理不止对于山西、湖北两个相对效率处于较低水平的省份，即使对于其他相对有效的省份而言，也依然存在。后期应在目前土地整理投入产出效率分析的基础上，对投入和产出结构进行深层次分析，寻求实现产出效益最大化的投入方式，为宏观土地整理投资决策提供参考。

参考文献：

- [1] 鹿心社. 中国土地整理的总体方略. 农业工程学报, 2002, 18(1): 5~8.
- [2] 王旭, 彭应金, 杨俊孝. 土地整理的经济效益评价方法初探. 新疆农业科学, 2005, 42(增): 178~181.
- [3] 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. 中国土地科学, 2008, 22(5): 40~46.
- [4] 付光辉, 刘友兆, 祖跃升, 等. 区域土地整理综合效益测算. 资源科学, 2007, 29(3): 25~30.
- [5] 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. 南京农业大学学报, 2008, 31(3): 145~151.
- [6] 王军, 邱扬, 杨磊, 等. 基于 GIS 的土地整理景观效应分析. 地理研究, 2007, 26(2): 258~264.

- [7] 范金梅,孟宪素,薛永森.中国耕地整理潜力评价初探——以北京延庆县为例.地理研究,2004,23(6):736~744.
- [8] 王炜,杨晓东,曾辉,等.土地整理综合效益评价指标与方法.农业工程学报,2005,21(10):70~73.
- [9] 郑度,葛全胜,张雪芹,等.中国区划工作的回顾与展望.地理研究,2005,24(3):330~344.
- [10] 蔡海生,陈美球,赵建宁,等.土地开发整理工程类型区划分的概念与方法探讨.农业工程学报,2009,25(10):290~295.
- [11] Costanza R D, Arge R, Groot R, *et al.* The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 1997, 386: 253~260.
- [12] 谢高地,肖玉,甄霖,等.我国粮食生产的生态服务价值研究.中国生态农业学报,2005,13(3):10~13.
- [13] 张伟,张宏业,张义丰.生态系统服务功能价值核算与地理学综合研究.地理科学进展,2009,28(3):465~470.
- [14] Charnes A, Cooper W, Rhodes E. Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operations Research*, 1978, 2(6): 429~444.
- [15] 宋戈,高楠.基于DEA方法的城市土地利用经济效益分析.地理科学,2008,28(2):185~188.

The input-output efficiency evaluation of land consolidation in central land consolidation region

JIN Xiao-bin, ZHOU Yin-kang, LI Xue-rui, XU Guo-xin

(School of Geographic and Oceanographic Sciences, Nanjing University, Nanjing 210093, China)

Abstract: Land consolidation plays a key role in keeping the dynamic equilibrium of arable land and ensuring the target of farmland protection. It is of great significance to guarantee food security, relieve contradiction between human and environment, as well as promote the urbanization process and socio-economic development. However, as China's land consolidation history was very short, the undertaken land consolidation projects were mainly focused on the increase of cultivated area, while social and ecological benefits were ignored to a certain extent. Comprehensive evaluation lack of regional input-output efficiency was usually employed as a method for benefit assessment. In this paper, based on determining the input and output factors, in accordance with characteristics of multi-input and multi-output, DEA method was applied to calculate the input-output efficiency and to analyze the corresponding efficiency loss by taking central land consolidation region as DMU. The results are obtained as follows. 1) In general, land consolidation bears regularity and difference. All the provinces with advantageous agricultural production conditions have decreasing benefits to scale, regardless of the optimal value of input-output efficiency, whereas the situation in provinces with disadvantageous agricultural production is on the contrary. 2) Due to the differences of topography, soil, climate, and other agricultural production and ecological conditions, the efficiency between various provinces are quite different. Both input and output factors need to be modified in non-DEA efficient DMU, and there is significant difference in the extent of adjustment as well. 3) Due to scale differences and irrationality of input-output structure, the land consolidation output does not increase with the input. In addition to the provinces at low level of relative efficiency, such as Shanxi, Hubei and Anhui, the tendency is also observed in relatively efficient provinces

Key words: land consolidation; input-output; efficiency evaluation; central land consolidation district; DEA