

# 基于 DEA 的江西省耕地利用效率及影响因素分析

经 阳<sup>1</sup>, 叶长盛<sup>1,2</sup>

(1. 东华理工大学 地球科学学院, 南昌 330013; 2. 鄱阳湖湿地与流域研究教育部重点实验室 江西师范大学, 南昌 330022)

**摘 要:** 为了了解江西省耕地利用状况, 采用数据包络分析(DEA)、Tobit 回归模型分析以及聚类分析方法, 对江西省 1996—2008 年耕地利用效率及其影响因素进行了分析。结果表明: 13 a 来江西省耕地利用效率平均值为 0.967, 耕地利用总体水平较高; 萍乡、赣州、吉安、宜春、抚州 5 市耕地利用效率较好, 新余、鹰潭次之, 南昌、景德镇、九江、上饶 4 市相对较差; 人均 GDP、耕地复种指数、有效灌溉面积和单位面积机械总动力对耕地利用效率的影响有所差异, 单位面积机械总动力 > 耕地复种指数 > 有效灌溉面积 > 人均 GDP。研究结果可为提高江西省耕地利用效率提供科学依据。

**关键词:** 江西省; 耕地利用效率; 数据包络分析(DEA); Tobit 模型

**中图分类号:** F301.2

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1005-3409(2015)01-0257-05

## Analysis on the Cultivated Land Use Efficiency and Its Influencing Factors in Jiangxi Province Based on DEA

JING Yang<sup>1</sup>, YE Changsheng<sup>1,2</sup>

(1. College of Earth Sciences, East China Institute of Technology, Nanchang 330013, China; 2. Key Laboratory of Poyang Lake Wetland and Watershed Research, Jiangxi Normal University, Ministry of Education, Nanchang 330022, China)

**Abstract:** In order to learn the condition of cultivated land use of Jiangxi Province, this paper studied its cultivated land use efficiency and its influencing factors during 1996—2008 by using the method of DEA, Tobit-regression model and clustering analysis. The result indicates that the average value of comprehensive efficiency of cultivated land use is 0.967 in Jiangxi Province over the past 13 years, and the average value is relatively high. The cultivated land use efficiency of Pingxiang, Ganzhou, Ji'an, Yichun and Fuzhou is better than Xinyu and Yingtan, and 4 efficiency of the 4 cities such as Nanchang, Jingdezhen, Jiujiang, Shangrao is relatively low. We can also find that per capita GDP, cultivated cropping density, effectively irrigated area, total mechanical power on unit area have different impacts on cultivated land use efficiency, the impact order is mechanical total power on unit area > cultivated cropping density > effective irrigated area > Per capita GDP. Finally, the results provide scientific basis for improving land use efficiency in Jiangxi Province.

**Keywords:** Jiangxi Province; cultivated land use efficiency; data envelopment analysis(DEA); Tobit model

耕地是农业生产过程中最重要的投入要素<sup>[1]</sup>,也是人类实现基本生存和满足其他发展要求的重要条件和基础资源。我国正处在城市化、工业化快速发展时期,城乡建设用地规模不断扩大,占用了大量的农业用地尤其是耕地,严重威胁我国的粮食安全。提高耕地利用效率是保障国家粮食安全的有效途径,也是理论界和政府部门共同关注的一个热点问题<sup>[2]</sup>。叶浩等<sup>[3]</sup>运用随机前沿生产函数方法测算出我国 11 个粮食主产区的耕地产出效率值;龙开胜等<sup>[4]</sup>运用 C—D 生产函数和概率优势模型对比分析了不同利用类型土地的投入产出效率关系。俞勇军等<sup>[5]</sup>利用主成

分分析法估算了江阴市耕地利用效率并探讨其驱动因素。相关研究对于实现耕地资源保护、维持农民基本保障和保持社会稳定具有重要的现实意义。

近年来,数据包络分析(DEA)方法在耕地利用效率的案例研究方面得到运用。梁流涛等<sup>[6]</sup>从国家尺度上应用 DEA 测度 1997—2004 年的耕地利用效率,并用普通二乘法分析了影响效率变化的因素。杨朔<sup>[7]</sup>、冯达<sup>[8]</sup>、潘倩红<sup>[9]</sup>、李在军<sup>[10]</sup>、李名薇等<sup>[11]</sup>则分别应用 DEA 对陕西、湖南、四川、山东、吉林的耕地利用效率进行了研究。但是,我国耕地利用效率研究尚未建立统一的指标测算体系,对耕地的总体利用效

率变化及其区域差异关注不够,相关研究亟待开展。

江西省正处于城市化、工业化快速发展的关键时期,非农建设占用耕地面积日益增加,人地矛盾愈加突出<sup>[12]</sup>。耕地的大量流失不可避免,如何保障粮食安全至关重要,而提高耕地利用效率是解决这一问题的主要途径。有关江西省耕地利用研究主要集中在城市化与耕地集约利用的关系<sup>[13-15]</sup>、耕地资源保护研究<sup>[16]</sup>以及耕地可持续利用研究<sup>[17]</sup>等方面,耕地利用效率的研究尚不多见。为此,本文将采用 DEA 模型、GIS 技术、数理统计模型相结合的方式对江西省 1996—2008 年耕地利用总体效率及其区域差异展开分析,利用 Tobit 回归模型探讨江西省耕地利用效率的影响因素,为提高区域耕地利用效率提供科学依据。

## 1 研究区概况

江西省位于 24°29′—30°04′N,113°34′—118°28′E,地处长江中下游交接处的南岸。全省气候温暖,雨量充沛,年均降水量 1 341~1 940 mm,无霜期长,为亚热带湿润气候。全省土地总面积 16.69 万 km<sup>2</sup>,占全国土地总面积的 1.74%。2008 年江西省总人口 4 400.10 万人,其中农业人口约 3 201.08 万人,占全省总人口的 72.75%。1996—2008 年全省耕地面积净减少约 128.73 万 hm<sup>2</sup>,平均每年减少 9.90 万 hm<sup>2</sup>。2008 年的农作物播种面积为 357.81 万 hm<sup>2</sup>,粮食总产量 1 958.10 万 t,单产 5 473 kg/hm<sup>2</sup>,农用化肥施用量达到 402.60 万 t,农药施用量达 9.67 万 t。江西也是国家 13 个粮食主产区之一,是典型的双季稻区。据统计,江西已连续多年以占全国 2.30% 的耕地面积,生产了 3.60% 的粮食,年均调出商品粮 50 亿 kg 左右,为国家粮食安全做出了重要贡献<sup>[18]</sup>。

## 2 研究方法 with 数据处理

### 2.1 研究方法

2.1.1 数据包络分析(Data Envelopment Analysis, DEA) 经济效率测算常见的研究方法包括比率分析、回归分析、随机前沿分析(SFA)、数据包络分析(DEA)等,其中 DEA 方法被认为是目前为止构造最好的非参数效率度量方法<sup>[19]</sup>。DEA 方法是通过对所有决策单元(DMU)的投入、产出数据进行处理,构建出前沿效率面,若 DMU 的效率值为 1,表示该 DMU 投入产出组合效率最优;若 DMU 的效率值在 0~1 之间,表示该 DMU 投入产出组合有效率但没有达到最优;若 DMU 的效率值为 0,则是无效率的 DMU。

迄今已经发展出一百多种 DEA 模型,应用最为广泛的是 Charnes,Cooper and Rhode(1978)提出的

CCR 模型和 Banker,Charnes and Cooper 提出的 BCC 模型<sup>[19]</sup>。CCR 模型假设规模报酬不变(CRS),测度的是综合技术效率(TE);BCC 模型假设规模报酬可变(VRS),测度的是规模报酬可变条件下的纯技术效率(PTE)与规模效率(SE)。有学者在应用 DEA 测度我国耕地利用效率时指出 TE 可以分解为 PTE 和 SE,即  $TE = PTE \cdot SE$ ,进一步细化了耕地的利用效率。

2.1.2 Tobit 模型 在计量学中有种模型叫受限因变量模型,Tobit 模型也称为受限因变量模型,是因变量满足某种约束条件下取值的模型。因变量是连续的,但是受到某种限制,不能按照一般的模型进行估计。该模型不同于离散选择模型和一般的连续变量选择模型,它的特点在于因变量是受限变量,模型实际上由两类方程组成,主要研究在某些选择行为下,连续变量如何变化的问题<sup>[20]</sup>。

由于 DEA 方法得出的效率值在 0 和 1 之间,数据都被截断,最小二乘法无法对模型进行直接回归分析,Tobit 模型适合解决技术效率的影响因素问题,并能找出效率改进的方向和途径,其一般表达式为:

$$y_i^* = X_i\beta + \epsilon_i \quad \epsilon_i \sim N(0, \sigma^2)$$

$$y_i = \begin{cases} y_i^* = X_i\beta + \epsilon_i & y_i^* > 0 \\ 0 & y_i^* \leq 0 \end{cases}$$

式中:  $y_i^*$ ——被解释变量;  $y_i$ ——被解释变量;  $X_i$ ——解释变量;  $\beta$ ——解释变量的系数;  $\epsilon_i$ 服从于  $N(0, \sigma^2)$ ,  $i=1, 2, \dots, n$ <sup>[9]</sup>。

本文把综合技术效率值作为被解释变量,各种影响因素为解释变量,运用 Tobit 模型作回归分析,通过判断解释变量的系数  $\beta$  来解释各因素对效率值的不同影响。

### 2.2 数据来源与指标选取

2.2.1 数据来源 考虑指标数据的可获取性和年份的连续性,1996—2005 年耕地资源数据来自江西省土地利用变更调查数据,由于二调数据尚未完全公布,因此以 2005 年末土地变更调查数据为基数,将 2006—2008 年统计年鉴上的耕地面积数据做差值叠加在基数上得出 2006—2008 年的耕地面积,社会经济数据均来自于《江西省统计年鉴》。

2.2.2 耕地利用效率指标选取 以江西省 11 个地级市作为生产决策单元,测度 1996—2008 年全省及各市的耕地利用效率。测算耕地利用效率时,一般要综合考虑投入与产出两个方向:(1)投入指标:选取年末耕地面积、年末实际机耕面积、农业机械总动力、农用化肥使用量(折纯量)、农村用电量及第一产业从业人员人数,分别代表农业生产中土地、资本和劳动

力三大基本要素的投入数量。(2) 产出指标:选取农业总产值、粮食总产量两项。

2.2.3 耕地利用效率影响因素指标选取 分析耕地利用效率影响因素时,考虑到影响因素(解释变量)不能与 DEA 分析中的投入、产出指标完全相同,在选择变量时,参考其他学者的研究同时兼顾数据的可获取性,选取人均 GDP  $X_1$ 、耕地复种指数  $X_2$ 、有效灌溉面积  $X_3$ 、单位面积机械总动力  $X_4$  作为解释变量,分别代表经济发展水平、自然与社会条件、耕地生产设施、技术使用。采用 Tobit 模型建立效率值与影响因素之间的回归方程,对 1996—2008 年江西省 11 地市的 143 个样本进行回归分析。具体公式如下:

$$Y=\beta_0+\beta_1X_1+\beta_2X_2+\beta_3X_3+\beta_4X_4+u$$

式中: $Y$ ——耕地综合技术效率值; $u$ ——随机扰动项; $\beta_1,\beta_2,\beta_3,\beta_4$ ——各解释变量的系数; $\beta_0$ ——常数项<sup>[10]</sup>。

3 结果与分析

3.1 江西省耕地利用效率分析

3.1.1 总体变化分析 采用 DEA 中的 CCR 和 BCC 模型以投入为导向,运用 DEA 数据处理软件计算出 1996—2008 年江西省耕地的综合技术效率(TE)、纯技术效率(PTE)和规模效率值(SE),并汇总每年三个效率值的均值,分析各效率的变化趋势。

根据表 1 的计算结果,得到 1996—2008 年江西省 PTE 的平均值为 0.978,最高值出现在 1996 年,达到 1.000,最低值在 1998 年,为 0.928;SE 的平均值为 0.981,各年份之间变化不明显,最高值在 2008 年,为 0.999,1998 年最低,为 0.960;而 TE 的平均值为 0.967,最高值也在 1996 年,为 0.991,最低值是 1998 年,为 0.889,差距较大。

表 1 1996—2008 年江西省耕地综合技术效率、纯技术效率、规模效率平均效率值

年份	TE	PTE	SE	年份	TE	PTE	SE
1996	0.991	1.000	0.991	2003	0.985	0.989	0.996
1997	0.975	0.993	0.982	2004	0.981	0.981	1.000
1998	0.889	0.928	0.960	2005	0.969	0.971	0.997
1999	0.950	0.967	0.982	2006	0.973	0.974	0.999
2000	0.963	0.984	0.888	2007	0.977	0.980	0.996
2001	0.969	0.987	0.981	2008	0.971	0.971	0.999
2002	0.973	0.985	0.988	平均值	0.967	0.978	0.981

从纵向的变化趋势分析,1996—1998 年江西省三个效率值都呈下降趋势,1998—2008 年三个效率值的总体走向是呈现上升并趋于稳定,最后纯技术效

率值与综合技术效率值数值无限接近最后重合。结果表明纯技术效率对综合效率的影响要大于规模效率,可推得出江西的耕地利用效率主要是技术效率驱动模式(图 1)。

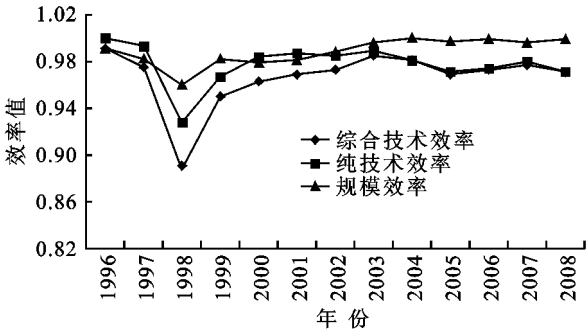


图 1 1996—2008 年江西省耕地综合技术效率、纯技术效率、规模效率变化趋势

3.1.2 耕地利用效率的区域差异 对江西省 11 个地区 13 a 的耕地利用效率值求平均得到每个评价单元的三个效率的平均值,进行汇总,分析各地区的耕地利用效率情况(表 2)。

表 2 1996—2008 年江西省各省辖市耕地利用效率平均值

地 区	TE	PTE	SE	地 区	TE	PTE	SE
南 昌	0.936	0.943	0.993	赣 州	1.000	1.000	1.000
景德镇	0.916	0.998	0.918	吉 安	1.000	1.000	1.000
萍 乡	1.000	1.000	1.000	宜 春	1.000	1.000	1.000
九 江	0.829	0.836	0.992	抚 州	1.000	1.000	1.000
新 余	0.996	1.000	0.996	上 饶	0.968	0.978	0.990
鹰 潭	0.987	1.000	0.987	平均值	0.967	0.978	0.989

1996—2008 年江西省萍乡市、赣州市、吉安市、宜春市、抚州市 5 市 TE 均为 1.000,均处在前沿面上,说明不管是耕地资源的配置能力还是使用效率等方面都已经达到最优;新余市也十分接近最优水平,TE 和 SE 值均为 0.996,PTE 值达到 1.000;而南昌市、景德镇市、鹰潭市和上饶市的 TE 值都在 0.9 以上,达到了较高水平,而九江市 TE 值相对最低,也在 0.8 以上。

以上分析可得出,经济发达程度与效率值成反比关系。由于全省的效率值很高,相对来说,不同区域效率值存在差异可能与各区域的耕地面积大小、经济发展结构以及发展政策不同有关,处在综合技术效率前沿面上的 5 个市的耕地面积要比其他城市要大。而经济相对发达地区比较重视及时对产业结构的调整,第二、三产业水平较高,第一产业水平较低;经济欠发达地区在产业结构调整方面反应较慢,第一产业比重仍然较高。另外,一些传统的农业大市(如宜春、抚州、上饶),其耕作条件和气候条件也相对较好,耕地利用效率也较高。

根据各地区的综合技术效率值将 11 个地级市进行聚类,效率值相似的为一类,对聚类结果进行分析调整,11 个地级市可以划分为三类,从而更清晰地了解江西省耕地利用效率的地区差异。

从三类地区的分类结果,在 ArcGIS 软件中运用聚类分析法绘制出江西省耕地利用效率分布图(图 2)。

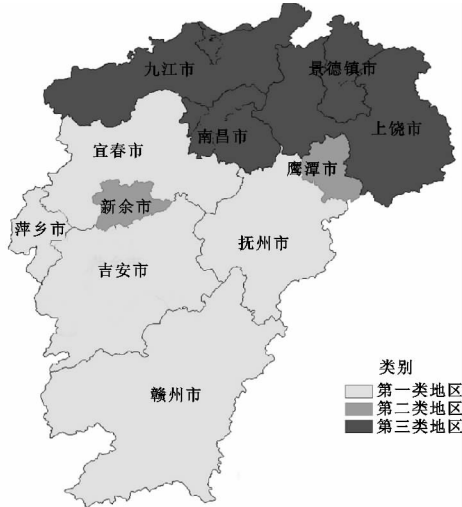


图 2 江西省耕地利用效率分类

(1) 第一类地区包括萍乡、赣州、吉安、宜春、抚州 5 个省辖市,耕地处于最佳效率。该类地区土地、资金、劳动力等要素投入与耕地经营规模适应,要素投入已达到最优水平,应注重保持技术、管理与规模之间的协调与均衡。

(2) 第二类地区包括新余、鹰潭 2 个省辖市,PTE 值为 1,但 SE 值小于 1,表明较低水平的规模效率是耕地综合技术效率相对较低的主要原因,应该提高耕地的规模化利用水平。

(3) 第三类地区包括南昌、景德镇、九江、上饶 4 个市,其 PTE,SE 值均小于 1,耕地利用效率相比前面两类地区较低,在耕地的技术和规模上都有待改善。

第一类地区分布范围较广,集中分布于江西省西南部,这类地区大多位于丘陵和山地,其耕地资源面积较大,传统农业历史较悠久,在耕地利用上传承了非常丰富的经验。

相对来说,第二类地区分布较分散,主要包括新余、鹰潭,其土地面积较小,可用于耕地的土地面积更小,同时由于两地的区位条件和历史特征,新余和鹰潭的城市定位是工业城市,导致效率不及第一类地区。

第三类地区主要包括南昌、景德镇、九江、上饶,主要分布于江西省北部,靠近安徽和湖北,从全省范围看,这类地区较为发达,在发展二、三产业方面明显比在提高耕地利用效率上更有优势,对耕地生产技术的投入与推广较少,导致其纯技术效率值和规模效率

值都相对较低。

3.2 耕地利用效率影响因素分析

本文采用 Eviews 6.0 统计软件中的 Tobit 模型对江西省耕地效率进行回归分析,结果如表 3 所示。

表 3 江西省耕地利用效率影响因素回归结果

解释变量	系数	标准误差	T 值	P 值
常数项	0.803292	0.143606	5.593733	0.0000
$X_1$	1.92 E-05	1.73 E-05	1.114079	0.2652
$X_2$	-0.006906	0.046620	-0.148137	0.8822
$X_3$	0.000875	0.000392	2.233378	0.0255
$X_4$	-0.017916	0.014186	-1.262876	0.2066

根据表 3 的计算结果,可以得出人均 GDP、耕地复种指数、有效灌溉面积以及单位面积机械总动力在回归分析中都有意义,在某种程度上对耕地效率都有影响。根据系数绝对值的大小,分析不同因素的影响强度,从大到小的排序为:单位面积机械总动力( $X_4$ )>耕地复种指数( $X_2$ )>有效灌溉面积( $X_3$ )>人均 GDP( $X_1$ )。

单位面积机械总动力对耕地利用效率的影响最显著,但结果是呈负向影响关系,表明在单位耕地面积上投入的农用机械越多,耕地利用效率却越低,全省单位面积机械总动力从 1996 年的 37.957 kW/hm<sup>2</sup> 增长到 2008 年的 119.951 kW/hm<sup>2</sup>,耕地效率却由 0.991 减少到 0.971,这与常理不符。分析其原因,江西省受地形、地貌等自然条件的影响,耕地分布较为破碎,耕地很难实现大规模生产、农业机械很难规模化投入,造成了部分投入存在浪费现象。

耕地复种指数与耕地利用效率成反比,影响程度略低于单位面积机械总动力的投入。说明江西省局部存在盲目追求种植作物的次数,却造成纯技术效率不高的现象。2003 年较 2001 年耕地复种指数减少了 14.50%,而耕地效率反而提高了 0.016,应适当地增加种植作物的次数和注重保持土壤肥力。

有效灌溉面积与耕地利用效率呈正向相关关系。处于长江中下游的江西省区位优势明显,水资源较为丰富,有效灌溉面积也较高,对耕地利用效率的提高有一定的促进作用。

人均 GDP 与耕地的生产效率呈现显著的正相关,但相关性并不显著,对耕地利用效率影响相对较小,说明经济发展水平的提高对农业技术和物质的投入提供了一定的物质条件,但总体影响不大。

4 结论与建议

4.1 结论

本文运用 DEA 对江西省 11 个地区 1996—2008

年的耕地利用效率进行了测算,并采用 Tobit 模型对影响效率变化的几种因素加以分析,结果表明:

(1) 1996—2008 年全省的耕地综合技术效率平均值为 0.967,耕地总体利用水平较高,13 a 来全省的耕地利用率有几次较大幅度的波动,先降后升,上升的幅度表现出先快后慢最后趋于稳定。

(2) 根据各市的耕地综合技术效率值进行聚类分析,可将 11 个地市划分为三类区域,更清晰地获知江西耕地利用效率的地区差异。第一类地区综合效率值为 1,处在前沿面上,包括萍乡、赣州、吉安、宜春、抚州。第二类地区包括新余、鹰潭,这 2 个省辖市的纯技术效率为 1,规模效率小于 1。第三类地区包括南昌、景德镇、九江、上饶,这 4 个市的纯技术效率、规模效率均小于 1,耕地利用效率相对前两类地区较低。

(3) 利用 Tobit 模型分析得出经济发展水平、自然与社会条件、耕地生产设施、技术使用对耕地利用效率的影响具有差异性,即人均 GDP、耕地复种指数、有效灌溉面积以及单位面积机械总动力对耕地效率的影响程度有所差异,单位面积机械总动力>耕地复种指数>有效灌溉面积>人均 GDP。

## 4.2 建议

根据上述研究结论,就如何提高江西省各类地区的耕地利用效率提出以下建议:

由于江西省各地区自然、区位、经济发展水平等差异显著,导致各地区耕地利用效率存在明显差异。第一类地区应继续落实现有的高效农业生产的政策,不断提高广大农民种粮积极性;第二类地区耕地的规模效率有待提高,需正确处理经济发展与保护耕地数量的关系,在农业现代化的过程中,不能盲目加大投入,避免资源与能源的浪费;第三类地区要重视经济发展与农业耕作相结合,将经济发展成果转化可提高耕作效率的有效投入,促进耕地的产出。

## 参考文献:

- [1] 杨朔,于文海,李世平. 基于 DEA 非有效改进的陕西省耕地生产效率研究[J]. 中国土地科学,2013,27(10):62-68.
- [2] 徐恒周,郭玉燕,吴冠层. 农民分化对耕地利用效率的影响:基于农户调查数据的实证分析[J]. 中国农村经济,2012(6):31-39,47.
- [3] 叶浩,濮励杰,张健. 我国粮食主产区耕地产出效率研究

- [J]. 长江流域资源与环境,2008,17(4):584-587.
- [4] 龙开胜,陈利根,占小林. 不同类型土地投入产出效率的比较分析:以江苏省耕地和工业用地为例[J]. 中国人口·资源与环境,2008(18):174-178.
- [5] 俞勇军,陆玉麟. 江阴市耕地变化驱动因素及耕地利用效率定量研究[J]. 经济地理,2002,22(4):440-443.
- [6] 梁流涛,曲福田,王春华. 基于 DEA 方法的耕地利用效率分析[J]. 长江流域资源与环境,2008,17(2):242-246.
- [7] 杨朔,李世平. 基于 DEA-Tobit 两步法的耕地利用效率研究:以陕西省为例[C]. 中国土地学会学术年会论文集. 北京:中国大地出版社,2010.
- [8] 冯达,段亚锋,李婷婷. 基于 DEA 的湖南省耕地利用效率研究[J]. 国土资源科技管理,2009,26(3):57-60.
- [9] 潘倩红,任大廷. 四川省耕地利用效率及影响因素分析:基于 DEA 方法和 Tobit 模型的运用[J]. 国土资源科技管理,2010,27(4):95-97.
- [10] 李在军,管卫华,臧磊. 山东省耕地利用效率及影响因素分析[J]. 世界地理研究,2013,22(2):167-175.
- [11] 李茗薇,付强,张军生,等. 基于 DEA 的吉林省耕地利用效率及其影响因素研究[J]. 安徽农业科学,2013,41(8):3682-3684.
- [12] 杨丹,叶长盛. 基于县域单元的江西省复种指数时空格局分析[J]. 农业现代研究,2013,34(6):722-727.
- [13] 张海英,傅春. 江西省经济增长与耕地集约利用的定量分析[J]. 长江流域资源与环境,2010,19(10):1159-1163.
- [14] 罗志军,李芳,周克昊. 江西省耕地资源利用效益的数量经济分析[J]. 江西农业大学学报,2009,8(1):15-19.
- [15] 刘平辉,叶长盛,姜勇彪,等. 产业发展阶段和耕地利用变化的关系研究:以江西省为例[J]. 东华理工学院学报:社会科学版,2006,25(4):350-355.
- [16] 俞勇军,陆玉麟. 江西省耕地变化及保护策略[J]. 长江流域资源与环境,2004,13(3):234-239.
- [17] 唐梦奇,宁爱凤. 城市化进程中农户土地利用行为对耕地可持续利用影响研究:基于浙江、江西的调查[J]. 农业经济,2011(5):68-69.
- [18] 康兰媛,张钧,祝小平,等. 粮食主产区农户稻作经营行为的调查与分析:基于江西省 26 县 1058 户农户调查数据[J]. 江西农业大学学报:社会科学版,2008,7(3):57-61.
- [19] 田涛,许晓春,周可金. 安徽省各地市油菜生产效率研究:基于 DEA 的实证分析[J]. 农业技术经济,2011(12):46-52.
- [20] 周华林,李雪松. Tobit 模型估计方法与应用[J]. 经济学动态,2012(5):105-119.