

# 基于县级面板数据的河南省耕地利用集约度 区域差异及其影响因素

宋利利<sup>1,2</sup>, 秦明周<sup>1</sup>, 陈瑜琦<sup>3</sup>, 张鹏岩<sup>1</sup>

(1. 河南大学 环境与规划学院, 河南 开封 475004; 2. 河南科技学院 园艺园林学院,  
河南 新乡 453003; 3. 中国土地勘测规划院国土资源部土地利用重点实验室, 北京 100035)

**摘要:**基于县级面板数据,揭示了1994—2008年河南省耕地利用集约度和各投入要素集约度的变化特征及其区域差异,并通过构建计量经济模型来分析河南省耕地利用集约度的影响因素。结果表明:(1)1994—2008年,河南省耕地利用集约度逐年上升,化肥、地膜、农药、农用机械动力、农用柴油的集约度不断提高,劳动力集约度在2000年达到顶点后逐年下降;(2)河南省耕地利用集约度的区域差异呈现波浪式的变化特征。其中劳动力投入的区域差异表现出明显的阶段性;(3)经济发展水平和农业产业政策对河南省耕地利用集约度变化产生显著的正向影响,人均耕地面积、农业生产资料价格指数负向影响明显。因此,河南省未来应更多关注化肥、农药投入增加可能带来了农业生态环境问题以及通过加大经济落后地区的农业扶持力度来全面实现河南省耕地的集约、高效利用。

**关键词:**耕地利用集约度; 面板数据; 河南省; 计量经济模型

中图分类号:F301.2

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2016)04-0239-06

## Regional Disparities and Influencing Factors of Arable Land Use Intensity in He'nan Province Based on the County Level Panel Data

SONG Lili<sup>1,2</sup>, QIN Mingzhou<sup>1</sup>, CHEN Yuqi<sup>3</sup>, ZHANG Pengyan<sup>1</sup>

(1. College of Environment and Planning, He'nan University, Kaifeng, He'nan 475004, China; 2. College of Landscape Architecture, He'nan Institute of Science and Technology, Xinxiang, He'nan 453003, China; 3. China Land Surveying and Planning Institute Key Laboratory of Land Use Ministry of Land and Resource, Beijing 100035, China)

**Abstract:** Based on the county level panel data, we analyzed the change and regional disparities of the arable land use intensity and input factors intensity in He'nan Province from 1994 to 2008. Then we constructed econometric model to analyze the influencing factors on arable land use intensity of He'nan Province. The results showed that: (1) from 1994 to 2008, arable land use intensity, chemical fertilizer intensity, plastic film intensity, pesticide intensity, agricultural machinery power intensity, agricultural diesel oil intensity were all in growing trend, on the contrary, labor intensity began to decline after reaching the highest point in 2000; (2) regional difference of arable land use intensity showed a waving trend, and labor intensity took on obvious periodic; (3) economic development level and agricultural policy had a significant positive influence on arable land use intensity, per capita actual area and price indices of means of agricultural production were just the opposite. Therefore, He'nan Province should pay more attention to agricultural ecological environment problems caused by the increase of chemical fertilizers and pesticides, and make poor areas fully realize the intensive and efficient utilization of the arable land use intensity by increasing agricultural support.

**Keywords:** arable land use intensity; panel data; He'nan Province; econometric model

随着社会经济的快速发展,城市化进程不断加快,对土地的需求也越来越大,保护耕地、促进耕地集

约化利用成为保障国家粮食安全、实现区域社会经济可持续发展的重要举措。耕地集约利用的本质是资

本、劳动力、技术等生产要素与耕地面积之间的替代<sup>[1]</sup>。随着农业现代化的不断推进,资金、科技、制度等现代生产要素的投入日益加大,在提高耕地利用集约度的同时也要考虑农药、化肥投入增加带来的环境污染、农业污染问题。因此,研究耕地集约度的结构特征及其变化以及影响因素显得十分必要。目前,国内关于耕地集约利用的研究主要集中在耕地利用集约度的测度方法、区域差异和影响因素等方面。其中测度方法主要包括复种指数<sup>[2]</sup>、资本和劳动成本投入<sup>[3]</sup>、实物形态的生产资料投入<sup>[4-5]</sup>、能值分析<sup>[1,6]</sup>、综合评价法<sup>[7-8]</sup>等。其中基于能值理论的耕地集约度的测度能更好的解决不同研究范围耕地各种投入的量纲统一的问题<sup>[6]</sup>。关于耕地利用集约度的研究目前主要关注国家尺度<sup>[1,4,9-10]</sup>和地区尺度<sup>[5-7,11]</sup>,利用县级面板数据来研究耕地利用集约度的区域差异和驱动因素目前尚不多见。

# 1 数据来源与研究方法

## 1.1 研究区概况

河南省位于黄河中下游,界于北纬 31°23′—36°22′,东经 110°21′—116°39′,土地面积 16.70 万 km<sup>2</sup>。地处亚热带向暖温带过渡地带,气候适宜多种农作物生长,是全国最大的粮食生产基地,也是我国第一粮食生产大省,建设河南粮食生产核心区是国家粮食战略工程的重要组成部分。2008 年底,河南省所辖 18 个省辖市,其中包括 21 个县级市和 88 个县。耕地总资源为 792.64 万 hm<sup>2</sup>,常用耕地面积为 720.22 万 hm<sup>2</sup>,农民人均纯收入 4 454 元。

## 1.2 数据来源

研究过程中,计算各指标所涉及的基础数据河南省各县(市区)的农业从业人员、农业机械总动力、化

肥使用量(氮、磷、钾、复合肥折纯量)、农药使用量、地膜使用量、农用柴油使用量、耕地面积来源于《河南省农村统计年鉴》和《河南省调查年鉴》;农民人均纯收入、非农产业产值比例、人均耕地面积、人均 GDP 数据来源于《河南统计年鉴》。其中非农产业产值比例、人均耕地面积经处理后获取;河南省农业生产资料价格指数来源于《中国统计年鉴》,经过处理换算成相对于 1994 年的价格指数。研究时间段为 1994—2008 年。

## 1.3 研究方法

1.3.1 基于能值理论的耕地利用集约度测度 耕地利用集约度是指单位时间单位耕地面积上非土地投入的数量<sup>[2]</sup>。各种物质资本和劳动力投入的数量越多,耕地利用集约度也就越高,反之则越低。能值是指流动或储存的能量中所包含的另一类别能量的数量。因各种资源、产品或劳务的能量均直接或间接的起源于太阳能,故多以太阳能值(Solar Emergy)来衡量某一能量能值的大小,其单位为太阳能焦耳(Solar emjoules,即 sej)。任何流动或储存状态的能量所包含的太阳能的量,即为该能量的太阳能值<sup>[12]</sup>。能值分析把不同种类、不同能质、不可比较的能量转换成同一标准(太阳能焦耳)的能值来衡量和进行比较研究<sup>[13]</sup>,因此,基于能值的耕地利用集约度是指单位耕地面积上投入的物质和劳动力的能值总量。本研究将耕地投入分为可更新资源投入(太阳能、风能、雨水能)、不可更新资源投入(表土层损失)、工业辅助能投入(化肥、地膜、农药、机械动力、农用柴油)和其他(劳动力),耕地投入还应该包括种子、有机肥等,但本文选取的投入类别所占比重大,可以代表耕地投入的整体发展趋势<sup>[6]</sup>。最后将各项耕地投入转换成太阳能能值后加和计算作为耕地集约度的测算指标(表 1)。

表 1 折算系数和能值转换率表

| 项目        | 能量折算系数                                   | 能值转换率     | 单位    | 项目         | 能量折算系数                                      | 能值转换率     | 单位    |
|-----------|--|-----------|-------|------------|---|-----------|-------|
| 1. 太阳能    |  | 1         | sej/J | 8. 磷肥      |   | 3.90 E+09 | sej/g |
| 2. 雨水化学能  |  | 15444     | sej/J | 9. 钾肥      |   | 1.10 E+09 | sej/g |
| 3. 雨水势能   |  | 8888      | sej/J | 10. 复合肥    |   | 2.80 E+09 | sej/g |
| 4. 风能     |  | 663       | sej/J | 11. 农药     |   | 1.62 E+09 | sej/g |
| 5. 表土层净损失 |  | 62500     | sej/J | 12. 地膜     |   | 3.80 E+08 | sej/g |
| 6. 劳力     | 1.26×10 <sup>7</sup> J/人 <sup>[14]</sup> | 3.80 E+05 | sej/J | 13. 农业机械动力 | 3.55×10 <sup>6</sup> J/kW·h <sup>[15]</sup> | 7.50 E+07 | sej/J |
| 7. 氮肥     |  | 3.80 E+10 | sej/g | 14. 农用柴油   | 4.33×10 <sup>7</sup> J/kg                   | 6.60 E+04 | sej/J |

注:风能、雨水化学能和雨水势能都是太阳光的转化形式,只取最大项。

1.3.2 区域差异度量 本文选择 Theil 指数来测度河南省耕地利用集约度的区域差异<sup>[4]</sup>。耕地利用集约度空间差异的 Theil 指数( $T$ )计算公式为:

$$T = \sum_{p=1}^n \left[ \left( \frac{1}{n} \right) \times \left( \frac{y_p}{u_y} \right) \times \ln \left( \frac{y_p}{u_y} \right) \right] \quad (1)$$

式中: $n$  表示河南省县(市区)行政单元的个数; $y_p$  为

$p$  县(市区)耕地利用集约度; $u_y$ 为河南省平均耕地利用集约度。 $T$ 的区间为 $[0, \ln n]$ ,数值越小则说明地区差异越小,反之亦然。如果  $T=0$ ,即各县(市区)耕地利用集约度相等,则表示耕地利用集约度不存在区域差异,如果  $T=\ln n$ ,即某一县(市区)具有所有县(市区)的耕地利用集约度,表示耕地利用集约度具有最大的区域差异。

### 1.3.3 河南省耕地集约度影响因素的计量经济模型

一般而言,耕地利用集约度的变化受经济发展水平、产业政策、自然资源、农业生产资料价格等因素的影响<sup>[4,16-19]</sup>。为了探寻河南省耕地利用集约度的影响机制,本文选取自然资源影响因素—人均耕地面积、社会经济影响因素—农民人均纯收入、人均GDP、非农产业产值比例、政策影响—农业产业政策、价格影响因素—农业生产资料价格指数作为耕地利用集约度变化的主导驱动因素,为此建立计量经济模型<sup>[20]</sup>:

$$Y_{it} = \alpha_{it} + \beta_1 \text{GPC}_{it} + \beta_2 \text{RPFI}_{it} + \beta_3 \text{PCCL}_{it} + \beta_4 \text{NIP}_{it} + \beta_5 \text{AMPI}_{it} + \beta_6 \text{AP}_{it} + u_{it} \quad (2)$$

式中: $i$  ( $i=1, \dots, 126$ )和  $t$  (1994, ..., 2008)分别表示第  $i$  个县(市区)和第  $t$  年; $\alpha_{it}$ 为常数项; $\beta_i$ 为随机扰动项; $\mu_{it}$ 为回归系数; $Y_{it}$ 表示耕地利用集约度。为该模型的解释变量,对  $Y_{it}$ 取对数以消除原始数据的异方差; $\text{GPC}_{it}$ 表示人均GDP。通常将人均GDP作为衡量地区发展水平的重要参照指标之一。为尽可能消除异方差,计算过程中对其取对数处理; $\text{RPFI}_{it}$ 表示农民人均纯收入。农民人均纯收入的增加提高了农民农业生产的投入能力。为尽可能消除异方差,计算过程中对其取对数处理; $\text{PCCL}_{it}$ 表示人均耕地面积。随着城镇化进程的加快,人均耕地面积的减少可能会造成农民通过增加其他物质投入来替代土地的投入以保稳产; $\text{NIP}_{it}$ 表示非农产业产值比例。二、三产业的发展有利于提高农业的机械化水平和技术投入; $\text{AMPI}_{it}$ 表示农业生产资料价格指数。农业生产资料价格的增加降低了农民农业投入的积极性和成本。计算中将其统一换算成相对于1994年的价格指数; $\text{AP}_{it}$ 表示农业产业政策。2004年之后,国家以中央一号文件的形式来指导“三农”发展,政策的出台在一定程度上减少了农民农业生产的成本,增加了农民农业投入的积极性。计算中将2004年之前年份赋值为0,2004年之后赋值为1。

## 2 结果与分析

### 2.1 河南省耕地利用集约度变化及分析

计算河南省1994—2008年耕地利用集约度(表

2),结果表明,河南省耕地利用集约度从1994年的  $2.86 \times 10^{15} \text{ sej/hm}^2$  增加到2008年的  $6.71 \times 10^{15} \text{ sej/hm}^2$ ,14 a间增加了  $3.85 \times 10^{15} \text{ sej/hm}^2$ ,年均增长率为6.28%。从结构上来看,1994—2008年,不可更新工业辅助能的投入数量及比例不断提高,其中化肥、地膜、农药、农用机械动力、农用柴油能值的年均增长率分别为4.39%,8.16%,3.99%,8.70%和5.16%。河南省耕地利用集约度整体上呈现上升趋势。其中化肥和农用机械动力是不可更新工业辅助能的主要投入要素,两者所占比例呈现相反趋势,化肥能值投入比例日益下降,而农用机械动力能值比例不断上升,1999年农用机械能值比例首次超过化肥能值投入比例。农药的投入数量呈现缓慢上升趋势,投入比例略微下降。分析其原因,20世纪90年代以后化肥已经成为推动农业增产的最为重要因素之一,农业机械动力不断提高的原因在于随着城镇化和工业化的不断推进,大量农业劳动力进城打工,农业劳动力务农成本不断上升,同时农业规模经营也促进了农业机械化水平的提高,虽然农药和农膜投入比例较小,但对于农业生产具有至关重要的作用,由此可见,传统农业以劳动力、土地投入为主导的产业模式逐渐转变为农业机械、化肥、农膜、农药等物质投入为主导的农业生产模式,也是农业现代化不断发展的反映。

### 2.2 县级尺度上耕地利用集约度的区域差异分析

基于河南省126个县(市区)耕地利用集约度的面板数据,按照公式1,反映河南省耕地利用集约度和各投入要素(地膜、农用柴油、农药、化肥、农业劳动力、农用机械总动力)集约度的泰尔指数(Theil index),具体计算结果见图1。河南省耕地利用集约度的泰尔指数呈现波浪式的变化特征,整体上变化不大,但各投入要素的泰尔指数变化有所不同,其中,化肥、地膜投入的泰尔指数逐渐增加,农药、农用柴油、农用机械动力投入的泰尔指数呈现逐渐减小的态势;劳动力投入的泰尔指数表现出明显的阶段性。从图1可以看出,1994—2008年,河南省耕地利用地膜集约度的区域差异最大,从1994年的0.27增加到2008年的0.37;农药、农用柴油、农业机械总动力次之,其中2008年农用柴油集约度的泰尔指数首次超过地膜,猛增到0.40;而农业劳动力和化肥的投入区域差异最小,2008年的泰尔指数分别为0.03,0.24。结果表明,河南省各县(市区)农业机械化水平整体提升,区域差异逐渐减小,受社会经济发展状况和资源条件的影响,地膜和农药等物质投入的差异仍然十分明显。

表 2 1994—2008 年河南省每 1 hm<sup>2</sup> 耕地能值投入结构

sej/hm<sup>2</sup>

| 年份   | 可更新资源    | 不可更新资源   | 不可更新工业辅助能 |          |          |          |          |          | 其他劳动力    | 总计       |
|------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|      |          |          | 化肥        | 地膜       | 农药       | 农用机械     | 农用柴油     | 小计       |          |          |
| 1994 | 5.88E+11 | 3.27E+13 | 1.51E+15  | 1.10E+12 | 1.55E+13 | 1.08E+15 | 1.95E+14 | 2.80E+15 | 2.00E+13 | 2.86E+15 |
| 1995 | 5.26E+11 | 3.27E+13 | 1.70E+15  | 1.24E+12 | 1.80E+13 | 1.22E+15 | 2.15E+14 | 3.15E+15 | 1.98E+13 | 3.20E+15 |
| 1996 | 6.79E+11 | 3.27E+13 | 1.76E+15  | 1.42E+12 | 1.99E+13 | 1.40E+15 | 2.42E+14 | 3.42E+15 | 1.99E+13 | 3.47E+15 |
| 1997 | 4.27E+11 | 3.27E+13 | 1.84E+15  | 1.70E+12 | 2.03E+13 | 1.71E+15 | 2.86E+14 | 3.86E+15 | 2.05E+13 | 3.91E+15 |
| 1998 | 7.89E+11 | 3.27E+13 | 1.97E+15  | 1.95E+12 | 2.16E+13 | 1.86E+15 | 3.04E+14 | 4.16E+15 | 2.06E+13 | 4.21E+15 |
| 1999 | 5.20E+11 | 3.27E+13 | 1.98E+15  | 2.03E+12 | 2.28E+13 | 2.08E+15 | 3.33E+14 | 4.42E+15 | 2.31E+13 | 4.47E+15 |
| 2000 | 7.71E+11 | 3.27E+13 | 2.06E+15  | 2.16E+12 | 2.25E+13 | 2.24E+15 | 3.31E+14 | 4.65E+15 | 2.48E+13 | 4.71E+15 |
| 2001 | 4.46E+11 | 3.27E+13 | 2.14E+15  | 2.33E+12 | 2.31E+13 | 2.34E+15 | 3.46E+14 | 4.86E+15 | 2.41E+13 | 4.91E+15 |
| 2002 | 5.57E+11 | 3.27E+13 | 2.15E+15  | 2.40E+12 | 2.28E+13 | 2.40E+15 | 3.35E+14 | 4.91E+15 | 2.24E+13 | 4.96E+15 |
| 2003 | 8.26E+11 | 3.27E+13 | 2.18E+15  | 2.42E+12 | 2.22E+13 | 2.58E+15 | 3.36E+14 | 5.12E+15 | 2.21E+13 | 5.17E+15 |
| 2004 | 6.84E+11 | 3.27E+13 | 2.28E+15  | 2.62E+12 | 2.28E+13 | 2.79E+15 | 3.46E+14 | 5.44E+15 | 2.16E+13 | 5.49E+15 |
| 2005 | 5.65E+11 | 3.27E+13 | 2.37E+15  | 2.77E+12 | 2.36E+13 | 2.93E+15 | 3.56E+14 | 5.69E+15 | 2.08E+13 | 5.74E+15 |
| 2006 | 4.92E+11 | 3.27E+13 | 2.72E+15  | 2.99E+12 | 2.51E+13 | 3.07E+15 | 3.69E+14 | 6.19E+15 | 2.02E+13 | 6.24E+15 |
| 2007 | 5.20E+11 | 3.27E+13 | 2.64E+15  | 3.14E+12 | 2.65E+13 | 3.22E+15 | 3.83E+14 | 6.28E+15 | 1.93E+13 | 6.33E+15 |
| 2008 | 6.04E+11 | 3.27E+13 | 2.75E+15  | 3.29E+12 | 2.68E+13 | 3.49E+15 | 3.94E+14 | 6.66E+15 | 1.89E+13 | 6.71E+15 |

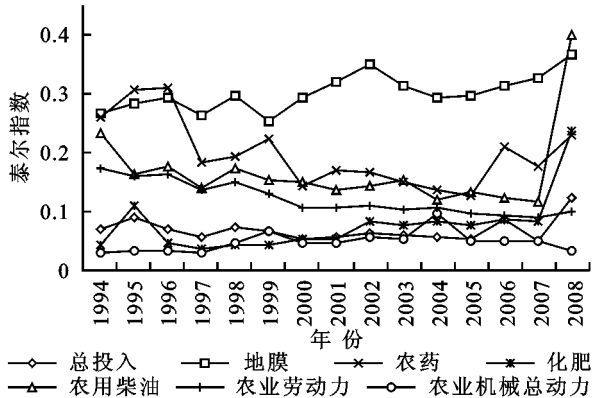


图 1 1994—2008 年河南省耕地利用集约度和投入要素集约度的泰尔指数

为 4 个等级,依次为粗放利用、低度集约利用、中度集约利用和高度集约利用。自然分界法能够使各级的内部方差之和最小,排除了人为因素的影响<sup>[6,21]</sup>。需要说明的是,各耕地集约度类型划分是一种相对称谓,有利于河南省各县(市区)之间同一年份内耕地利用集约度的对比,对于同一县(市区)不同年份的耕地利用集约度比较意义不大。结果见图 2,从空间分布上看,河南省各县(市区)的耕地集约利用水平具有明显的区域差异。1994—2008 年,河南省处于高度集约水平的县(市区)主要分布在河南北部地区,处于粗放利用的大部分分布在河南省西部和南部地区。其中,1994 年属于粗放利用的县(市区)数量最多,为 43 个,属于高度集约利用的县(市区)数量最小,为 21 个;2001 年,属于低度集约利用和中度集约利用的县市数量最多,分别为 38 个和 37 个;2008 年,属于低度集约利用的县(市区)数量最多,达到 42 个,高度集约利用的县(市区)数量仅为 4 个。

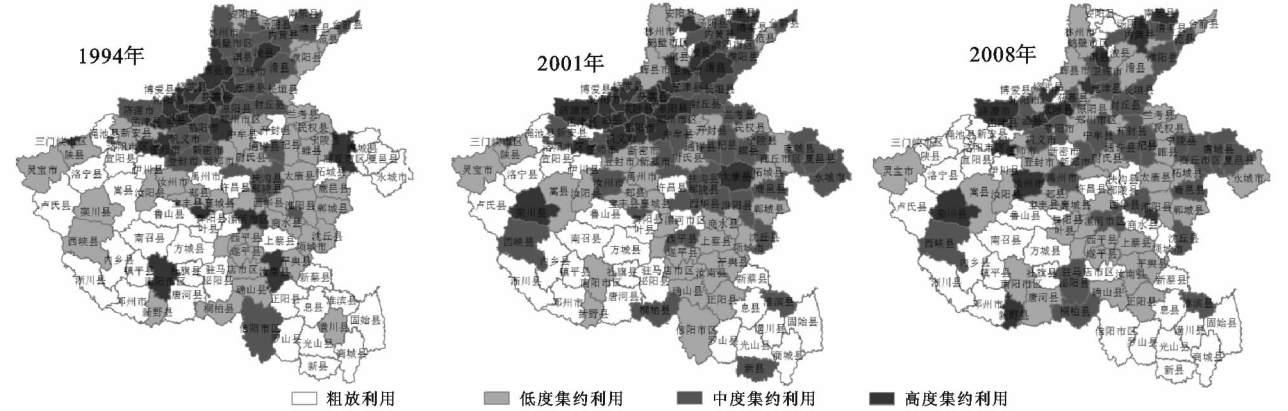


图 2 河南省各县(市区)耕地利用集约度的区域差异

2.3 耕地利用集约度变化的影响因素分析

本研究运用 Eviews 7.0 软件采用普通最小二乘

法(OLS)对河南省 1994—2008 年 126 个县级面板数据进行回归分析。首先对模型中的变量进行单位根

检验,  $F$  检验结果支持选择变截距模型, 然后使用 hausman 检验, 结果选择固定效应模型, 最后利用最小二乘法进行固定效应模型估计。回归结果见表 3, 各项参数的  $t$  值在 1% 的显著水平下通过了检验。农民人均纯收入、人均 GDP、非农产业产值比例、农业政策均对河南省耕地利用集约度变化产生显著的正向影响, 按照影响程度从大到小的排序是: 农民人均纯收入 > 人均 GDP > 非农产业产值比例 > 农业产业政策, 而人均耕地面积、农业生产资料价格指数对河南省耕地利用集约度变化产生显著的负向影响, 影响程度为人均耕地面积 > 农业生产资料价格指数, 在所有自变量中, 人均耕地面积对耕地利用集约度变化的影响最大。分析其原因在于: (1) 经济发展水平对耕地利用集约度产生的影响为正向, 主要原因在于经济水平的提高有利于对农业增加更多的科技和物质投

入。(2) 自然资源对耕地集约度的影响为负向, 原因在于人均耕地面积的减少使得农民不得不以增加物质投入来保障粮食的稳产, 从而实现对土地的替代。(3) 农业产业政策对耕地利用集约度的影响为正向, 表明 2004 年以后“中央一号文件”的落实在一定程度上提高了农民农业生产的积极性, 耕地利用集约度进一步得到提高。

从各投入要素集约度的回归结果来看, 农业生产资料价格指数对各投入要素集约度均产生负向影响, 地膜和农药集约度受农民人均纯收入和人均 GDP 的影响最为显著, 非农产值比例的提高在一定程度上促进了化肥集约度的增加, 人均耕地面积对农业机械动力集约度的负向影响最为明显, 分析其原因可能是由于农业规模化经营促进了农业机械化水平的提高。

表 3 河南省耕地利用集约度和投入要素集约度的计量经济模型回归结果

| 参数                 | 耕地利用<br>集约度              | 地膜<br>集约度               | 化肥<br>集约度                | 柴油<br>集约度                | 农药<br>集约度               | 劳动力<br>集约度               | 农业机械动<br>力集约度            |
|--------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 常数 C               | 14.0484 * * * (203.1328) | 9.8613 * * * (76.6848)  | 14.2527 * * * (202.3541) | 12.4940 * * * (139.5399) | 11.1570 * * * (11.8813) | 13.0984 * * * (150.0433) | 13.0054 * * * (138.6492) |
| 农民人均纯收入            | 0.3269 * * * (8.4807)    | 0.3363 * * * (3.5225)   | 0.1963 * * * (3.8954)    | 0.6956 * * * (18.7645)   | 0.3488 * * * (5.3927)   | —                        | 0.5163 * * * (9.8736)    |
| 人均 GDP             | 0.1861 * * * (6.1023)    | 0.4093 * * * (5.8188)   | 0.1311 * * * (3.7113)    | —                        | 0.3290 * * * (6.2075)   | —                        | 0.2329 * * * (5.6304)    |
| 非农产业产值比例           | 0.1751 * * * (7.0576)    | —                       | 0.0719 * * * (2.2165)    | —                        | —                       | —                        | 0.2644 * * * (7.8578)    |
| 人均耕地面积             | -0.6418 * * * (-2.3779)  | —                       | —                        | —                        | —                       | —                        | -0.9571 * * * (-2.6145)  |
| 农业产业政策             | 0.0172 * * * (2.0285)    | —                       | —                        | —                        | -0.0546 * * * (-3.7682) | 0.0208 * * * (2.0971)    | 0.0343 * * * (2.9655)    |
| 农业生产资料价格指数         | -0.0015 * * * (-9.7078)  | -0.0022 * * * (-5.7136) | -0.0008 * * * (-4.4123)  | -0.0020 * * * (-7.6711)  | -0.0018 * * * (-6.6762) | -0.0009 * * * (-5.1682)  | -0.0024 * * * (-11.5175) |
| R-squared          | 0.8091                   | 0.7366                  | 0.6123                   | 0.7145                   | 0.7975                  | 0.4341                   | 0.8326                   |
| Adjusted R-squared | 0.7947                   | 0.7174                  | 0.5838                   | 0.6938                   | 0.7826                  | 0.3928                   | 0.82                     |
| Prob.              | 0.0000                   | 0.0000                  | 0.0000                   | 0.0000                   | 0.0000                  | 0.0000                   | 0.0000                   |
| Durbin-Watson stat | 0.9053                   | 0.9015                  | 0.9799                   | 1.1983                   | 0.9396                  | 1.659                    | 0.6828                   |

注: \* \* \*, \* \*, \* 分别表示在 0.01, 0.05, 0.1 水平上显著, 括号内数字是相应  $t$  统计量的值。

3 讨论与结论

3.1 讨论

能值理论在耕地利用集约度研究中已被广泛应用<sup>[1,6]</sup>, 该方法能够将耕地各投入要素以能值为统一量纲进行比较分析, 在县级尺度上, 基于河南省 126 个县级面板数据, 以能值为统一量纲, 对河南省耕地利用集约度及其区域差异和影响因素进行分析是研究耕地利用集约度的一次新尝试。受限于数据的可获得性, 本次研究主要考虑了耕地利用中可更新资源、不可更新资源、劳动力和工业辅助能的投入, 种子、有机肥未被考虑进去, 由于其投入比重较小, 对结果的影响不大。耕地利用集约度变化受自然、社会和经济三方面的影响, 本文在选择影响指标时, 虽然考虑了经济发展水平、产业政策、自然资源、农业生产资料价格的多方面影响, 但由于数据获取困难, 一些对研究结果有影响的如灌溉条件、劳动力成本等可能未被涵盖在内, 使得模型模拟结果存在不足, 有待进一步完善和探讨。

3.2 结论

(1) 1994—2004 年河南省耕地利用集约度逐年上升, 其中主要为不可更新工业辅助能(化肥、地膜、农药、农用机械动力、农用柴油)投入的不断增加, 而劳动力集约度在 2000 年达到顶点后逐年下降。单位耕地面积上农用机械动力能值投入比例在 1999 年首次超过化肥能值投入比例并呈现逐渐上升趋势, 而化肥能值投入比例不断下降。表明河南省的农业发展模式正在由传统的依靠劳动力投入向加大物质投入和提高机械化水平的现代农业转变。

(2) 河南省各县(市区)耕地利用集约度区域差异呈现波浪式的变化特征。农业劳动力和化肥的投入区域差异最小, 农药、农用柴油、农用机械动力投入的区域差异呈现逐渐缩小的态势, 受社会经济发展状况和资源条件的影响, 地膜和农药投入的区域差异仍然十分明显。

(3) 经济发展水平和农业产业政策对河南省耕地利用集约度变化产生显著的正向影响, 而人均耕地

面积、农业生产资料价格指数对河南省耕地利用集约度变化产生显著的负向影响,二、三产业的发展在一定程度上促进了化肥集约度的增加,人均耕地面积对农业机械动力集约度的负向影响最为明显。

随着社会经济的发展,河南省农业机械化水平不断提高,农业生产模式正在向现代农业转变,但农业生产中大量的化肥投入和农药施用绝对数量的增加是导致农业面源污染的重要原因,未来应加强对农业生态环境的关注与保护,实现农业生产与生态环境的协调发展。

#### 参考文献:

- [1] 姚成胜,黄琳,吕晞,等.基于能值理论的中国耕地利用集约度时空变化分析[J].农业工程学报,2014(8):1-12.
- [2] 李秀彬,朱会义,谈明洪,等.土地利用集约度的测度方法[J].地理科学进展,2008(6):12-17.
- [3] 张琳,张凤荣,安萍莉,等.不同经济发展水平下的耕地利用集约度及其变化规律比较研究[J].农业工程学报,2008,24(1):108-112.
- [4] 姚冠荣,刘桂英,谢花林.中国耕地利用投入要素集约度的时空差异及其影响因素分析[J].自然资源学报,2014,29(11):1836-1848.
- [5] 乔家君,吴娜琳,李德洗.河南省农田利用集约度时空变化及其影响环境[J].地理研究,2012(9):1598-1610.
- [6] 谢花林,邹金浪,彭小琳.基于能值的鄱阳湖生态经济区耕地利用集约度时空差异分析[J].地理学报,2012(7):889-902.
- [7] 曹银贵,周伟,王静,等.基于主成分分析与层次分析的三峡库区耕地集约利用对比[J].农业工程学报,2010,26(4):291-296.
- [8] 杜涛,贾春香.耕地集约利用时空特征及其变化规律研究:以新疆为例[J].干旱区资源与环境,2012(9):114-118.
- [9] 陈瑜琦,李秀彬.1980年以来中国耕地利用集约度的结构特征[J].地理学报,2009(4):469-478.
- [10] 李兆亮,杨子生,邹金浪.我国耕地利用集约度空间差异及影响因素研究[J].农业现代化研究,2014(1):88-92.
- [11] 陈瑜琦,李秀彬,朱会义,等.不同经济发展水平地区耕地利用变化对比研究[J].中国农业大学学报,2011(1):124-131.
- [12] Odum H T. Environmental Accounting; Emergy and Environmental Decision Making[M]. New York, US: John Wiley and Sons, 1996.
- [13] 蓝盛芳,钦佩元,陆宏芳.生态经济系统能值分析[M].北京:化学工业出版社,2002.
- [14] 陈阜.农业生态学[M].北京:中国农业大学出版社,2011.
- [15] 赵俊锐,朱道林.基于能值分析的土地开发整理后效益评价[J].农业工程学报,2010,26(10):337-344.
- [16] 赵京,杨钢桥.耕地利用集约度变化影响因素典型相关分析[J].中国人口·资源与环境,2010,(10):103-108.
- [17] 吴郁玲,冯忠垒,周勇,等.耕地集约利用影响因素的协整分析[J].中国人口·资源与环境,2011,(11):67-72.
- [18] 李晓赛,赵丽,杨胜利,等.保定市耕地集约利用时空变异分析[J].水土保持研究,2014,21(1):229-233,239.
- [19] 王国刚,刘彦随,陈秧分.中国省域耕地集约利用态势与驱动力分析[J].地理学报,2014,69(7):907-915.
- [20] 张晓峒.计量经济学基础[M].天津:南开大学出版社,2007.
- [21] 朱传民,黄雅丹,吴佳,等.江西省县域耕地集约利用水平时空差异研究[J].水土保持研究,2012,19(2):160-164.

(上接第 238 页)

- [3] 胡晨成,刘昌华,王爱国.驻马店市城乡建设用地增减挂钩潜力分析[J].地方财政研究,2013(12):16-20.
- [4] 程龙,董捷.武汉城市圈城乡建设用地增减挂钩潜力分析[J].农业现代化研究,2012,33(1):95-99.
- [5] 宇德良,汪景宽,李双异,等.城乡建设用地增减挂钩中拆旧地块选址适宜性评价研究:以辽宁省桓仁县华莱镇为例[J].中国人口·资源与环境,2011,21(3):168-171.
- [6] 任平,兰亭超,周介铭.城乡建设用地增减挂钩区域适宜性评价与空间布局规划研究:以成都龙泉驿区为例[J].水土保持研究,2014,21(1):272-275.
- [7] 程龙,董捷.基于生态位适宜度模型的城乡建设用地增减挂钩规划方法研究[J].中国人口·资源与环境,2012,22(10):94-101.
- [8] 李勉,王秀兰,程龙.武汉城市圈城乡建设用地增减挂钩潜力空间自相关分析[J].水土保持研究,2014,21(2):223-227.
- [9] 陈美球,马文娜.城乡建设用地增减挂钩中农民利益保障对策研究:基于江西省《“增减挂钩”试点农民利益保障》专题调研[J].中国土地科学,2012,26(10):9-14.
- [10] 常建娥,蒋太立.层次分析法确定权重的研究[J].武汉理工大学学报:信息与管理工程版,2007,29(1):153-156.
- [11] 宇传华.SPSS与统计分析[M].北京:北京电子工业出版社,2014.
- [12] 赵谦.构建中国农民参与农村土地整理制度之思考[J].中国土地科学,2011(7):37-44.
- [13] 张林秀,罗仁福,刘承芳,等.中国农村社区公共投资的决定因素分析[J].经济研究,2005(1):76-86.
- [14] 张林秀,徐晓明.农户生产在不同政策环境下行为研究:农户系统模型的应用[J].农业技术经济,1996(4):27-32.
- [15] 赵京,杨钢桥,汪文雄.农地整理对农户土地利用效率的影响研究[J].资源科学,2011,33(12):2271-2276.