
基于库兹涅茨曲线的耕地集约利用对耕地实际产能的影响研究^{*1}

侯现慧^{1, 2} 王占岐^{1*} 杨俊³ 刘婧鸣^{1, 2}

(1. 中国地质大学(武汉) 公共管理学院, 湖北武汉 430074;

2. 中国地质大学(武汉) 国土资源部法律评价工程重点实验室, 湖北武汉 430074;

3. 南京大学地理与海洋科学学院, 江苏南京 210093)

【摘要】: 准确识别不同耕地集约利用水平下耕地实际产能的响应规律是指导耕地利用投入和保障国家粮食安全的重要前提。在利用土地报酬递减规律对耕地集约利用水平与耕地实际产能关系进行理论分析的基础上, 构建耕地集约利用水平与耕地实际产能的库兹涅茨曲线模型, 利用标准耕作制度二级指标区, 对湖北省进行了市域尺度的实证研究。研究结果表明: 鄂豫皖丘陵山区、沿江平原区和盆周秦巴山区的耕地集约利用水平和耕地实际产能已呈现倒U 曲线关系, 证实库兹涅茨曲线模型可以有效识别不同耕地集约利用水平下耕地实际产能的响应规律。将各市耕地利用投入水平与相应临界值进行对比, 得出襄阳等市应提高耕地集约利用水平和调整耕地利用投入结构, 发挥耕地集约利用的规模效益和结构效益, 而随州等市则需加强耕地利用投入结构优化, 提升耕地集约利用的结构效益。该研究可为优化耕地利用投入结构和制定差异化耕地利用与保护政策提供决策依据。

【关键词】: 耕地; 集约利用; 耕地实际产能; 库兹涅茨曲线; 湖北省

【中图分类号】: F301 **【文献标识码】**: A **【文章编号】**: 1004-8227(2017) 07-0992-09

DOI: 10. 11870 /cjlyzyyhj201707005

粮食安全一直以来都是关系我国国民经济发展、社会稳定和国家自立的全局性重大战略问题。随着工业化、城镇化的持续推进以及人口增加和人民生活水平的提高, 粮食消费需求将呈刚性增长, 而耕地减少、水资源短缺等对粮食生产的掣肘却日益突出^[1, 2]。在这样的现实背景下, 增加耕地投入, 提高耕地集约利用水平, 成为保障中国粮食安全的必然选择^[3, 4]。耕地集约

¹ 收稿日期: 2016-11-02; 修回日期: 2017-03-15

基金项目: 国家自然科学基金项目(71673258, 41601592) [National Natural Science Foundation of China (71673258, 41601592)]; 中国地质大学(武汉) 国土资源部法律评价工程重点实验室开放基金项目(CUGFP-1608) [Open Fund Project of China University of Geosciences Key Laboratory of Legal Assessment Project of Ministry Land and Resources(CUGFP-1608)]; 中国博士后科学基金项目(2015M581775)[China Postdoctoral Science Foundation(2015M581775)]

作者简介: 侯现慧(1986 ~), 男, 博士研究生, 主要研究方向为土地规划与土地评价。 E-mail: houyh1019@126. com

通讯作者 E-mail: zhqwang@cug. edu. Cn

利用水平及其与粮食生产能力之间的定量关系也因此受到学术界广泛关注。然而，由于土地报酬递减规律的存在，耕地的粮食生产能力在不同的耕地集约利用水平下将呈现差异性的变化规律^[5]，现有研究却主要集中在耕地集约利用评价^[5, 6]、时空差异^[7~10]、影响因素^[11, 12]、对粮食生产的贡献度^[13, 14]等方面，而针对该变化规律的深入探索与分析以及各生产要素合理投入的定量考察等相关研究还显不足。同时根据不同区域耕地集约利用水平与耕地粮食生产能力的响应规律，制定科学合理的耕地利用政策，将对保障国家粮食安全也具有一定的理论价值和实践意义。因此，本研究在对耕地集约利用水平与耕地粮食生产能力关系进行理论分析的基础上，采用经济学中经典的库兹涅茨曲线倒U型曲线假说，在粮食安全背景下研究不同劳动力和农业生产资料投入水平下耕地粮食生产能力的响应，以期对耕地利用要素投入对耕地粮食生产能力的提高提供指导建议，为制定区域差别化的耕地利用策略提供决策参考。

1 耕地集约利用与耕地实际产能关系理论分析

从本质上看，耕地集约利用是指在一定面积的耕地上，集中投入较多的生产资料和劳动力，使用先进的技术和管理手段，以求获得高额产量和收入的一种土地利用方式。通常以单位面积资本和劳动力等非土地投入的数量来衡量耕地集约利用水平^[15]。而耕地的粮食生产能力包括理论产能、可实现产能和实际产能3个部分，并分别从耕地的最高生产能力、可实现生产能力和实际生产能力3个方面反映耕地的粮食生产能力。其中耕地的实际产能是耕地集约利用的直接反映，更是承载粮食安全的基石，通常以单位面积标准粮产量来量化^[16, 17]。本研究运用土地报酬递减规律理论来定性分析耕地集约利用与耕地实际产能之间的关系，如图1所示。将耕地集约利用水平对耕地实际产能的影响划分为3个阶段：第一阶段，当生产要素 x 投入从0增加到A点，粮食边际产量(MPP)递增，直至达到最高点I，粮食总产(TPP)也随之递增，继续增加要素投入至B点，MPP开始下降，TPP虽然仍呈增加趋势，但增加幅度将减小。整个第一阶段平均产量(APP)一直增加至最高点D处(此时 $APP = MPP$)。这一阶段生产弹性大于1，即粮食总产增加的幅度大于要素 x 增加的幅度，要素 x 的投入对粮食总产始终有增加效用。因此，该阶段应持续追加要素投入，力求粮食生产效率的进一步提高；第二阶段，随要素 x 的投入增加，MPP和APP却同时递减，且 $MPP < APP$ ，MPP在 x 投入水平为C时减少至0，意味着粮食总产增加的幅度小于要素 x 增加的幅度，且C点处生产要素的粮食转化效果为0，而TPP持续上升并最终达到最大值H。这一阶段生产弹性由1逐渐减少至0，这一区间应结合投入要素 x 的价格与粮食价格来确定合理的要素投入量组织粮食生产活动；第三阶段，平均报酬继续递减，总报酬趋于下降，生产要素 x 的投入产生了负效用。该阶段生产弹性为负，此时应终止要素 x 的投入。

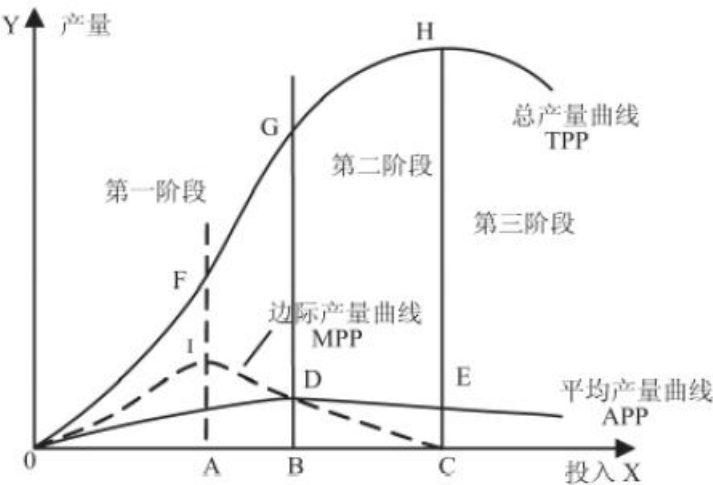


图1 耕地集约利用与耕地实际产能关系曲线图

Fig. 1 Curve of Cultivated Land Intensive Use and Cultivated Land Productivity

基于以上分析，随着耕地集约利用水平的提高，耕地实际产能理论上将呈现先上升后下降的趋势，满足经济学中经典的库兹涅茨曲线倒 U 型曲线假说。

2 研究的模型设定

为检验耕地集约利用水平与耕地实际产能的库兹涅茨曲线在现实生产中是否存在以及其定量关系，根据库兹涅茨曲线假说原理和相关典型研究^[18, 19]，建立由一次项、二次项、三次项和常数项组成的耕地集约利用水平与耕地实际产能库兹涅茨曲线模型，然后根据曲线拟合结果确定自变量与因变量之间的函数关系。

$$y=\beta_0+\beta_1x+\beta_2x^2+\beta_3x^3+\varepsilon$$

(1)

式中: y 代表耕地实际产能(即单位面积标准粮产量); x 代表耕地集约利用水平; β_1 、 β_2 、 β_3 代表自变量的估计系数; β_0 代表常数项; ε 为随机误差干扰项。模型参数 β_0 、 β_1 、 β_2 、 β_3 的不同估计结果将反映耕地集约利用水平与耕地实际产能之间可能存在的 3 种曲线关系^[19](表 1)。

表 1 模型参数与对应曲线关系^[20]

Tab. 1 Relationship of Parameters and Corresponding Curve

类型	β_1	β_2	β_3	曲线关系
1	>0	=0	=0	线性正相关
	<0	=0	=0	线性负相关
2	<0	>0	=0	U 型
	>0	<0	=0	倒 U 型
3	>0	<0	>0	N 型
	<0	>0	<0	倒 N 型

同时为进一步探索耕地集约利用水平对耕地实际产能作用效用的内在机制，本研究将从耕地集约利用的本质出发，借鉴德国农业经济学家 Brinkmann 提出的耕地集约利用水平测算方法，对模型的自变量进行分解，将耕地集约利用水平依据其内部构成分解为劳动力集约水平和生产资料集约水平两项指标。其中，劳动力集约水平以粮食生产过程中单位时间单位面积耕地上投入的家庭用工和雇工费用的总和表示；生产资料集约水平则以单位时间单位面积上投入的农业机械动力、农药化肥、农村用电量等费用的总和表示。根据对粮食生产中实际生产资料的投入情况以及数据可获取性，本文选用单位面积劳动力工资投入表征劳动力集约水平，选用单位面积农业机械投入费用、化肥投入费用、农业生产电力投入费用 3 个指标表征生产资料集约水平。因此，耕地集约利用与耕地实际产能的库兹涅茨曲线模型分解为劳动力投入水平与耕地实际产能、农业机械投入水平与耕地实际产能、化肥投入水平与耕地实际产能以及农业生产电力投入水平与耕地实际产能 4 个子库兹涅茨曲线模型。

$$y=\beta_0+\beta_1x_1+\beta_2x_1+\beta_3x_1+\varepsilon \quad (2)$$

$$y=\beta_0+\beta_1x_2+\beta_2x_2+\beta_3x_2+\varepsilon \quad (3)$$

$$y=\beta_0+\beta_1x_3+\beta_2x_3+\beta_3x_3+\varepsilon \quad (4)$$

$$y=\beta_0+\beta_1x_4+\beta_2x_4+\beta_3x_4+\varepsilon \quad (5)$$

模型中的因变量 x_1 、 x_2 、 x_3 、 x_4 分别代表劳动力投入水平、农业机械投入水平、化肥投入水平、农业生产电力投入水平， y 代表耕地实际产能。

需要特别说明的是：通过提高耕地集约利用水平（总体水平或内部构成要素水平）实现耕地实际产能提升，是一种量变关系，反映了耕地集约利用的规模效益，同时劳动力投入、农业机械投入、电力投入和化肥又分别代表利用耕地进行粮食生产的不同方面，4 种要素投入水平的差异则是一种结构关系，反映了耕地集约利用的结构效益。

3 实证分析

3.1 研究区概况与数据来源

(1) 研究区概括与区域划分

湖北省地处我国中部亚热带地区，土地自然生产力较高，属于全国 7 个耕地丰度和气候资源组合较优的省区之一，是我国重要的粮食生产大省^[21]。由于湖北省地势位于第二阶梯和第三阶梯过渡地带之上，大致为东、西、北三面环山，中间低平，略呈向南敞开的不完整盆地，从而形成了特殊的自然地理环境，气温条件东西梯度明显，耕地自然生产力具有较大空间分异性。因此采用全国标准耕作制度分区法，将湖北省划分为鄂豫皖丘陵山区、沿江平原区、西部丘陵山地区、盆周秦巴山区和川鄂湘黔浅山区等 5 个类型区（图 2），分别探索不同耕地集约利用水平下耕地实际产能的响应规律。

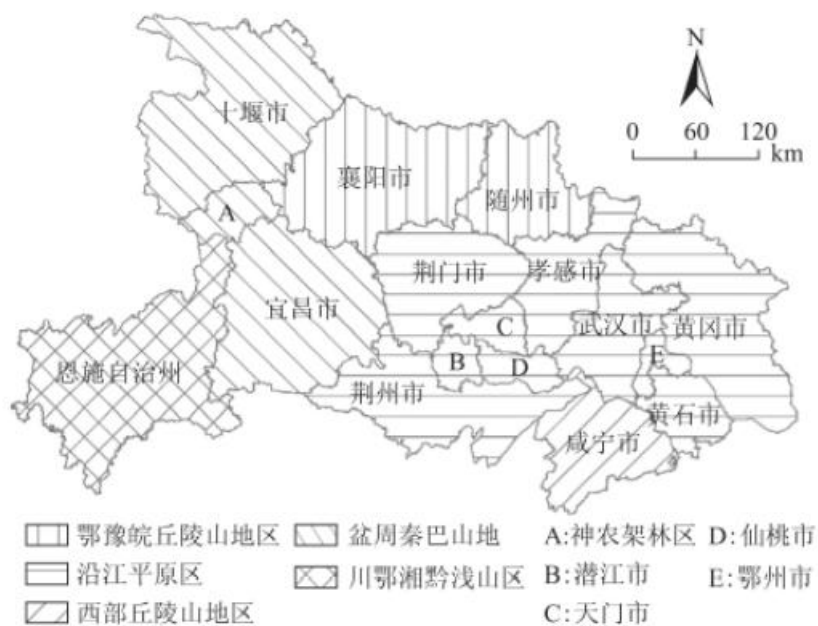


图 2 湖北省耕地类型分区图

Fig. 2 Zoning Map of Cultivated Land in Hubei Province

(2) 数据来源与处理

本研究以面板数据为支撑，选取湖北省 12 个省辖市、3 个省直管市、1 个自治州、1 个林区共 17 个地区作为样本，时间序列为 2000 ~ 2013 年。考虑到数据统计口径的一致性，农业劳动力、农业机械总动力、农村用电量、化肥施用量以及农业生产资料价格指数、农村居民消费价格指数等数据均来源于 2000 ~ 2013 年的《湖北省统计年鉴》和《湖北农村统计年鉴》。为了增强不同要素投入之间的可比性，将劳动力投入、农业机械投入、电力投入和化肥投入进行货币化处理。同时为消除年际之间物价上涨与通货膨胀的影响，研究根据历年农业生产资料价格指数与农村居民消费价格指数分别对各要素投入水平进行价格指数转换，统一成 2000 年的可比价格。其中耕地实际产能以市为单位，结合各地区复种制度、基准作物平均单产和指定作物平均单产，参考吴克宁的相关研究方法进行核算，数据来源于《湖北省农用地产能核算技术方案》和《湖北农村统计年鉴》^[17]。

3. 2 数据分析与模型估计

(1) 长面板数据自相关与异方差检验

由于面板数据具有截面数据和时序数据的特征，且包含较多的样本数据点，从而可以提供较高的自由度和估计效率，因此结合时序和截面二维特征的面板数据能够反映出耕地集约利用水平变化和地区差异对耕地集约利用与耕地实际产能关系的综合影响^[19]。同时面板数据的模型检验和参数估计更为复杂，需兼顾组内自相关、组间截面相关以及组间异方差问题。因此本文采用 Stata12.0 软件的似然比 (LR) 检验、Xtcsd 检验和沃尔德 (Wald) 检验对以上 3 个问题分别进行检验，其中原始假设分别为“不存在一阶组内自相关”、“无截面相关”和“组间同方差”^[20]。

(2) 模型检验与估计

面板数据模型检验是一种检验所有截面和时点上是否具有相同的参数而进行的假设检验，其根据模型中参数的不同要求，

主要包括变系数模型和变截距模型。面板数据样本数量较多,为尽量减少自由度的损失,本文选择变截距模型进行参数检验。变截距模型又可以分为固定效应模型和随机效应模型,因此首先对模型进行 Hausman 检验,结果显示各区 P 值均小于 0.01,故拒绝随机效应的原假设,选择固定效应模型更为合适。本文运用 Stata12.0 软件对模型进行估计,并根据估计参数及其显著性对耕地实际产能与耕地集约利用水平之间的曲线关系进行判断。由于本文各区的面板数据均存在一阶组内自相关、组间截面相关和组间异方差问题,因此利用 Xtscc 命令,同时处理这 3 个问题并对回归方程进行估计^[20, 22],最终选择最优的估计结果(表 2)。

表 2 耕地集约利用水平与耕地实际产能库兹涅茨曲线拟合结果

Tab. 2 Kuznets Curve Fitting Results of Cultivated Land Intensive Use Level and Cultivated Land Productivity

地区	鄂豫皖丘陵山地区	沿江平原区	盆周秦巴山地区	西部丘陵山地区	川鄂湘黔浅山区
耕地 集约 利用 水平	β_0	-3.515 246 ** (-1.45)	0.234 804 ** (1.57)	-2.567 8 ** (-1.74)	-
	β_1	0.001 710 6 * (3.71)	0.000 731 2 * (4.22)	0.000 9 ** (2.79)	-
	β_2	-5.42e-08 * (-3.34)	-2.04e-08 * (-4.33)	-2.07e-08 ** (-3.14)	-
	β_3	-	-	-	-
劳动力 投入	β_0	-1.241 121 ** (-1.46)	0.346 523 * (1.31)	-3.751 3 ** (3.57)	-
	β_1	0.001 837 7 * (4.20)	0.000 721 * (3.78)	0.001 3 ** (-2.89)	-
	β_2	-7.25e-08 * (-3.62)	-3.03e-08 * (-3.77)	-4.03e-08 ** (2.53)	-
	β_3	-	-	-	-
农业 机械 投入	β_0	6.794 594 ** (5.45)	-	-	-
	β_1	0.008 091 6 * (3.40)	-	-	-
	β_2	-4.24e-06 * (-1.52)	-	-	-
	β_3	-	-	-	-
电力 投入	β_0	2.926 416 ** (2.50)	-	1.232 7 ** (4.84)	-
	β_1	0.016 968 4 * (6.73)	-	0.009 4 ** (3.67)	-
	β_2	-0.000 009 2 * (5.18)	-	-4.03e-06 *** (-1.62)	-
	β_3	-	-	-	-
化肥 投入	β_0	4.053 776 ** (4.08)	-	1.829 5 ** (5.32)	-
	β_1	0.003 553 4 *** (4.23)	-	0.004 4 ** (-2.50)	-
	β_2	-	-	-1.01e-06 *** (3.59)	-
	β_3	-	-	-	-

注:括号内为 t 检验值;* 表示 1% 水平上显著,** 表示 5% 水平上显著,*** 表示 10% 水平上显著“-”表示估计结果不显著。

3. 3 耕地集约利用水平对耕地实际产能的影响分析

(1) 鄂豫皖丘陵山区

本区包括襄阳和随州两个市，区内耕地主要分布于南襄盆地，其光照充足，降雨适中，土壤肥沃，具有较好的耕地本底质量，是湖北省重要的粮食生产基地。本区的耕地集约利用水平、劳动力投入、农业机械投入和电力投入均与耕地实际产能呈倒U型曲线关系，且曲线拐点在横轴上的临界值分别为15 780 元/ hm^2 、12 673 元/ hm^2 、954 元/ hm^2 和992 元/ hm^2 ，而化肥投入与耕地实际产能却存在近似线性关系(表 2、图 3)。这一估计结果表明，当本区耕地利用投入低于临界值时，随着耕地利用投入的增加，耕地实际产能将增加，而超过临界值以后，耕地实际产能将随着耕地利用投入的提高而趋于平稳或减少。结合拟合曲线进行分析，襄阳耕地集约利用水平、劳动力投入、农业机械投入和电力投入均未超过相应临界值，而随州耕地集约利用水平、劳动力投入和电力投入均已超过相应临界值，农业机械投入却未超过相应临界值。这表明襄阳应通过政策支持，加大农民种粮直补、农业机械购置补贴和土地整治项目推进的力度，引导该市农民增加劳动力、农业机械和电力的投入，以提高耕地集约利用的规模效益。而随州应重点加大农业机械购置补贴和土地整治项目推进的力度，促进该市增加农业机械等省工性投入，降低劳动力投入和电力投入，从而发挥耕地集约利用的结构效益。需要说明的是：虽然本区化肥投入水平与耕地实际产能仍表现为近似线性关系，而且化肥也是重要的增产性投入，但无限增加化肥投入不可能实现粮食产量的持续增加，应结合地区特点科学合理施用。

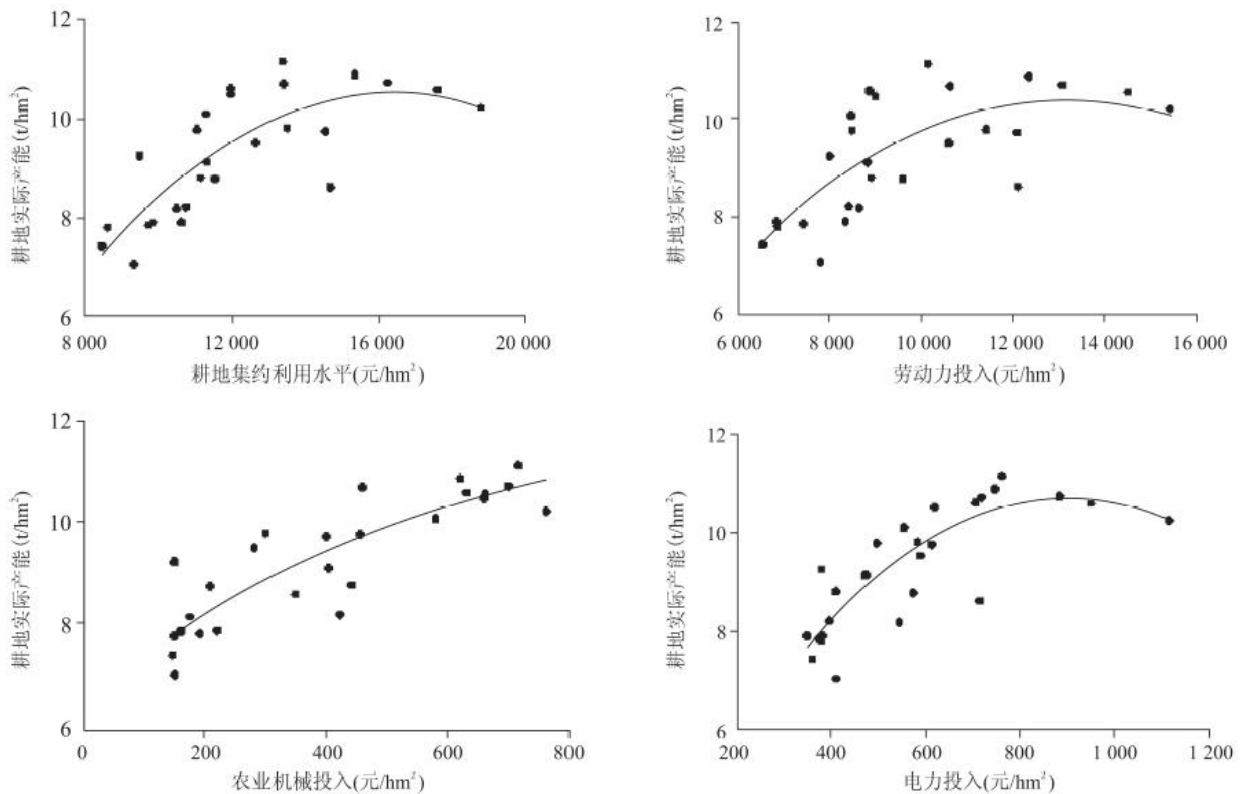


图 3 鄂豫皖丘陵山区耕地实际产能与耕地集约利用关系图

Fig. 3 Relationship Between Cultivated Land Productivity and Land Intensive Use in the Hilly Area of E Yu Wan

(2) 沿江平原区

本区包括武汉、黄石、荆州、鄂州、荆门、孝感、黄冈、仙桃、天门和潜江 10 个市，区内包含素有“鱼米之乡”之称的江汉平原，耕地质量总体较好，是湖北省粮食生产的主要区域。本区耕地集约利用水平和劳动力投入与耕地实际产能同样存在倒 U 型曲线关系，曲线拐点在横轴上的临界值分别为 17 921 元/ hm^2 和 11 897 元/ hm^2 ，而农业机械投入、电力投入和化肥投入与耕地实际产能却不存在线性或曲线关系(表 2、图 4)。根据拟合曲线进行分析，仙桃、黄冈、孝感、黄石、鄂州和武汉等市耕地集约利用水平已超过临界值，其中鄂州、孝感和黄冈的劳动力投入也已超过临界值，而其他各市的耕地集约利用水平和劳动力投入水平均未超过临界值。这表明：在农业机械购置补贴和土地整治项目布局等方面，应加大对黄冈、孝感和鄂州进行政策倾斜，引导这 3 个市的农民增加农业机械投入等省工性投入，降低劳动力投入，从而提升耕地集约利用的结构效益，而仙桃、黄石和武汉则应提高农民种粮直补标准，鼓励农民增加劳动力投入，但同样也需兼顾耕地集约利用的结构效益。由于荆州、荆门、天门和潜江的耕地集约利用水平和劳动力投入水平均未超过临界值，故需通过政策引导和支持，增加劳动力、农业机械、电力和化肥的投入，在提高耕地集约利用规模效益的同时，兼顾耕地集约利用的结构效益。

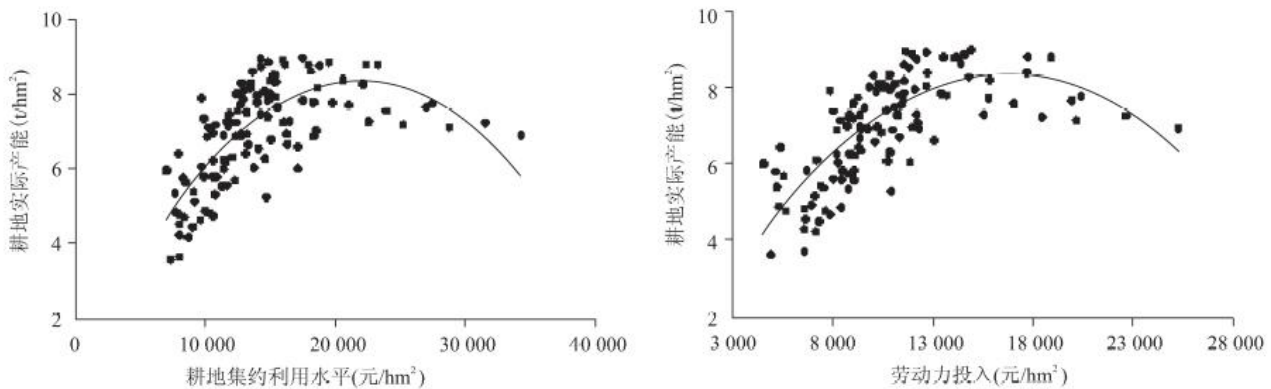


图 4 沿江平原区耕地实际产能与耕地集约利用关系图

Fig. 4 Relationship Between Cultivated Land Productivity and Land Intensive Use in Yanjiang Plain

(3) 盆周秦巴山区

本区包括十堰、宜昌和神农架 3 个市。区内耕地主要集中于河谷和山间盆地，海拔高，地势崎岖，耕地分布较为零散，由于区内耕地利用模式粗放，水土流失严重，故耕地质量普遍较差，是全省耕地实际产能最低的地区。本区的耕地集约利用水平、劳动力投入、电力投入和化肥投入均与耕地实际产能存在倒 U 型曲线关系，曲线拐点在横轴上的临界值分别为 21 739 元/ hm^2 、16 129 元/ hm^2 、1 166 元/ hm^2 和 2 178 元/ hm^2 ，而农业机械投入与耕地实际产能不存在线性或曲线关系(表 2、图 5)。结合拟合曲线进行分析，除神农架与十堰的劳动力投入和宜昌的电力投入已超过临界值以外，3 个市的其他方面均未超过临界值。这表明：为实现本区耕地实际产能进一步提升，神农架、十堰和宜昌都应加大耕地集约利用的投入水平，但各有侧重。其中神农架和十堰应重点推进土地整治工程和提高农业机械购置补贴，而宜昌则需加快提高农民种粮的直补标准，从而引导各市农民增加或减少劳动力方面的投入，并提高神农架和十堰的农业机械化水平，发挥耕地集约利用的规模效益和结构效益。同时，由于本区耕地质量较差，区内化肥投入水平已是湖北省内各二级指标区的最高值，而无限增加化肥投入必定导致一些列生态环境问题，因此神农架、十堰和宜昌需尽快建立耕地休耕制度，从而实现耕地资源的可持续利用。

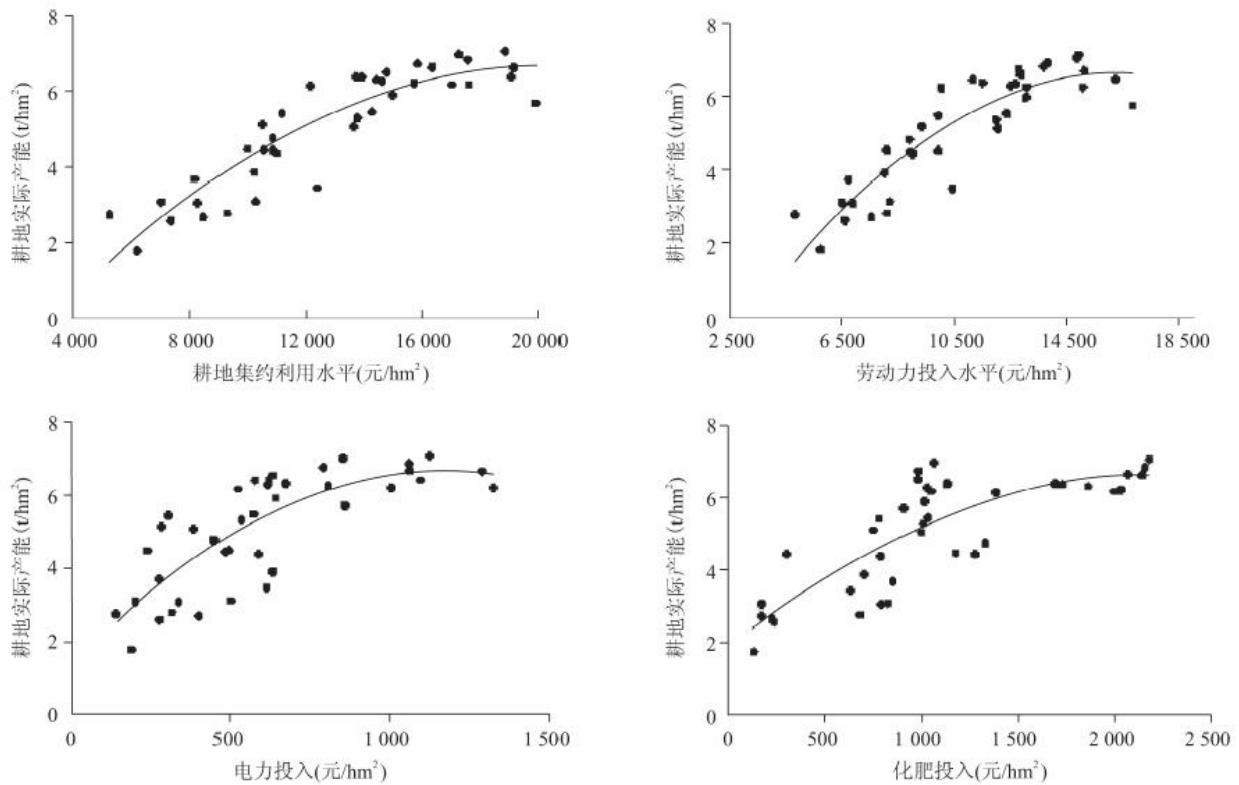


图5 盆周秦巴山区耕地实际产能与耕地集约利用关系图

Fig. 5 Relationship Between Cultivated Land Productivity and Land Intensive Use in Penzhouqinba Mountain Area

(4) 川鄂湘黔浅山区

本区仅包括恩施土家族苗族自治州。区内地形错综复杂，地势高低悬殊，土地结构为“八山半水分半田”的格局，全区大于 25 度的坡耕地约占总耕地面积的 13.5%，是全省坡耕地最集中的地区之一。拟合结果显示本区耕地集约利用水平、劳动力投入、农业机械投入、电力投入和化肥投入与耕地实际产能均不呈线性或曲线关系，本文所构想的库兹涅茨曲线未得到本区数据的支持。自 2000 年以来，恩施土家族苗族自治州耕地集约利用水平提高了 2.37 倍，而耕地实际产能却一直在 5.91 t/hm² 左右徘徊，是湖北省耕地投入产出效益最低的市州。这主要是因为该州农田基础设施建设不完善，且地形坡度较大，同时土地整治项目开展不足，农业机械化水平较低，致使劳动力投入在耕地利用投入中的比例高达 88%，位居湖北省各市州第一位，而农业机械投入和化肥投入分别仅占 2% 和 7%，其中农业机械投入在耕地利用投入中的比例位居全省各市州中的最后一位。

(5) 西部丘陵山地区

本区仅包括咸宁市，区内地形以丘陵低山为主，立地条件相对较差，土壤贫瘠，质地黏重，耕作层浅，耕地缺水怕旱，地块细碎。拟合结果显示本区耕地集约利用水平、劳动力投入、农业机械投入、电力投入和化肥投入与耕地实际产能均不呈线性或曲线关系，本文所构想的库兹涅茨曲线同样未得到本区数据的支持。自 2000 年以来，咸宁耕地集约利用水平提高了 1.92 倍，而耕地实际产能却一直维持 6.76 t/hm² 左右。究其原因主要有以下几个方面：咸宁市耕地主要以梯田为主，仅可以投入一些小型机械，同时耕地土壤较贫瘠、保水能力差且灌溉不足，化肥投入也仅为 1 044.05 元/hm²，位于全省各市州中倒数第 4 名，仅高于神农架、天门和仙桃，劳动力投入在耕地利用投入中的占比高达 85%，与神农架并列全省第二。

4 结论与讨论

本文在耕地集约利用水平与耕地实际产能关系的理论分析基础上,利用耕地集约利用水平和耕地实际产能的面板数据,通过构建计量经济模型分析不同耕地集约利用水平下耕地实际产能响应规律,并以湖北省为例开展了实证研究。研究所得出的基本结论如下:

(1) 库兹涅茨曲线模型可以有效识别耕地集约利用水平与耕地实际产能的响应规律。其中鄂豫皖丘陵山区、沿江平原区和盆周秦巴山区的耕地集约利用水平与耕地实际产能存在库兹涅茨倒U曲线关系,而二者的响应规律在川鄂湘黔浅山区和西部丘陵山区地区仍未显现。

(2) 通过与临界值的对比,得出襄阳、十堰、宜昌、神农架、荆州、荆门、天门和潜江应提高耕地集约利用水平,同时注重调整耕地利用的投入结构,发挥耕地集约利用的规模效益和结构效益,而随州、黄冈、孝感、鄂州、仙桃、黄石和武汉则需重点加快耕地利用投入结构的优化,提高耕地集约利用的结构效益。

(3) 不同地区的社会经济发展水平和自然资源禀赋存在差异性,耕地集约利用水平与耕地实际产能的响应规律也存在差异性,该规律的准确识别可为优化耕地利用投入结构和制定差异化耕地利用与保护政策提供决策参考。

(4) 囿于现有数据,本文仅对湖北省17个市2000~2013年的数据进行了分析,可能对研究结果产生影响,基于更大范围和更长时间序列的耕地集约利用水平与耕地实际产能变化规律研究,将是今后研究进一步努力的方向。

参考文献:

[1] ZHAO RR, HE P, XIE J G, et al. Ecological intensification management of maize in northeast China: Agronomic and environmental response [J]. Agriculture, Ecosystems and Environment, 2016, 224: 123—130.

[2] 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.

【ZHANG L, ZHANG F R, AN P L, et al. Comparative study of cultivated land use intensive degree and its change law at different economic levels [J]. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2008, 24(1): 108—112.】

[3] ZHAO Y, BAI L Y, FENG J Z, et al. Spatial and temporal distribution of multiple cropping indices in the north china plain using a long remote sensing data time series [J]. Sensors, 2016, 16(4), 557.

[4] CHEN J F, WEI S Q, KANG-TSUNG C, et al. A comparative case study of cultivated land changes in Fujian and Taiwan [J]. Land Use Policy, 2007, 24(2): 386—395.

[5] 杜国明,刘彦随. 黑龙江省耕地集约利用评价及分区研究[J]. 资源科学, 2013, 35(3): 554—560.

【DU G M, LIU Y S. Evaluating and zoning intensive utilization of cultivated land in Heilongjiang Province [J]. Resources Science, 2013, 35(3): 554—560.】

[6] 邓楚雄,谢炳庚,李晓青,等. 基于投影寻踪法的长株潭城市群地区耕地集约利用评价[J]. 地理研究, 2013, 32(11): 2000—2008.

【DENG C X, XIE B G, LI X Q, et al. Evaluation of intensive cultivated land use based on a projection pursuit model in Changsha-Zhuzhou-Xiangtan urban agglomeration [J]. Geographical Research, 2013, 32(11) : 2000—2008.】

[7] 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, 64(4) : 469—478.

【CHEN Y Q, LI X B. Structural change of agricultural land use intensity and its regional disparity in China [J]. Acta Geographica Sinica, 2009, 64(4) : 496—478.】

[8] 朱会义, 李秀彬, 辛良杰. 现阶段我国耕地利用集约度变化及其政策启示 [J]. 自然资源学报, 2007, 22(6) : 907—915.

【ZHU H Y, LI X B, XIN L J. Intensity change in cultivated land use in China and its policy implications [J]. Journal of Natural Resources, 2007, 22(6) : 907—915.】

[9] 刘成武, 李秀彬. 基于生产成本的中国农地利用集约度的变化特征 [J]. 自然资源学报, 2006, 21(1) : 9—15.

【LIU C W, LI X B. The changing characteristics of the agricultural land use intensity in china based on the production cost [J]. Journal of Natural Resources, 2006, 21(1) : 9—15.】

[10] 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, 67(7) : 889—902.

【XIE H L, ZOU J L, PEGN X L. Spatial-temporal difference analysis of cultivated land use intensity based on emergy in Poyang Lake Eco-economic Zone [J]. Acta Geographica Sinica, 2012, 67(7) : 889—902.】

[11] 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, 20(10) : 103—108.

【ZHAO J, YANG G Q. Cannonical correlation analysis on the influencing factors of the change of cultivated land intensive use degree [J]. China Population Resources and Environment, 2010, 20(10) : 103—108.】

[12] 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, 21(11) : 67—72.

【WU Y L, FENG Z L, ZHOU Y, et al. Co-integration analysis on driving factors of intensive cultivated land use based on perspective of farmers: A Case Study of Hubei Province [J]. China Population Resources and Environment, 2011, 21(11) : 67—72.】

[13] 徐国鑫, 金晓斌, 宋佳楠, 等. 耕地集约利用对粮食产量变化影响的定量分析——以江苏省为例 [J]. 地理研究, 2012, 31(9) : 1621—1630.

【ZHAO G X, JIN X B, SONG J N, et al. The impact of intensive use of agricultural land on grain yields: A case study of Jiangsu Province [J]. Geographical Research, 2012, 31(9) : 1621—1630.】

[14] 宋佳楠, 金晓斌, 周寅康. 基于多层线性模型的耕地集约利用对粮食生产力贡献度分析——以内蒙古自治区为例 [J]. 资源科学, 2010, 32(6): 1161—1168.

【SONG J N, JIN X B, ZHOU Y K. A Study on the contribution rate of agricultural land use intensity to grain productivity based on hierarchical linear models: a case study on the inner mongolia [J]. Resources Science, 2010, 32(6): 1161—1168. 】

[15] 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, 27(6): 12—17.

【LI X B, ZHU H Y, TAN M H, et al. Measurement of land use intensity [J]. Progress in Geography, 2008, 27(6): 12—17. 】

[16] 侯现慧, 王占岐, 杨俊, 等. 基于产能核算和土地质量地球化学评估的县域基本农田布局研究 [J]. 中国土地科学, 2016, 30(1): 89—96.

【HOU X H, WANG Z Q, YANG J, et al. Research on the layout of county prime farmland based on productivity and land quality geochemical assessment [J]. China Land Science, 2016, 30(1): 89—96. 】

[17] 许妍, 吴克宁, 程先军, 等. 东北地区耕地产能空间分异规律及产能提升 [J]. 资源科学, 2011, 33(11): 2030—2040.

【XU Y, WU K N, CHENG X J, et al. Spatial variation in cultivated land production capacity and analysis of main impact factors for promoting production capacity in northeast China [J]. Resources Science, 2011, 33(11): 2030—2040. 】

[18] 吴玉鸣. 广西生态足迹与能源消费的库兹涅茨曲线分析 [J]. 中国人口·资源与环境, 2010, 20(11): 30—35.

【WU Y M. Kuznets curve analysis of guangxi ecological footprint and energy consumption [J]. China Population Resources and Environment, 2010, 20(11): 30—35. 】

[19] 张润森, 濮励杰, 文继群, 等. 建设用地扩张与碳排放效应的库兹涅茨曲线假说及验证 [J]. 自然资源学报, 2012, 27(5): 723—733.

【ZHANG R S, PU L J, WEN J Q, et al. Hypothesis and validation on the kuznets curve of construction land expansion and carbon emission effect [J]. Journal of Natural Resources, 2012, 27(5): 723—733. 】

[20] 孔伟, 郭杰, 欧名豪. 不同经济发展水平下的建设用地集约利用及区域差别化管控 [J]. 中国人口·资源与环境, 2014, 24(4): 100—106.

【KONG W, GUO J, OU M H. Study on land intensive use response on economic development and regional differentiated control of constructed land [J]. China Population Resources and Environment, 2014, 24(4): 100—106. 】

[21] 陈朝, 吕昌河. 基于综合指数的湖北省耕地质量变化分析 [J]. 自然资源学报, 2010, 25(12): 2018—2029.

【CHEN C, LV C H. An analysis on the variation of farmland quality using an integrated index approach in hubei province [J] . Journal of Natural Resources, 2010, 25 (12) : 2018 —2029. 】

[22] 桂小丹, 李慧明. 环境库兹涅茨曲线实证研究进展 [J] . 中国人口·资源与环境, 2010, 20(3) : 5—8.

【GUI X D, LI H M. Empirical Study of Environmental Kuznets Curve[J]. China population resources and environment, 2010, 20(3) : 5—8. 】