

1998-2012年中国耕地复种指数时空差异及动因

谢花林¹, 刘桂英^{1,2}

(1. 江西财经大学鄱阳湖生态经济研究院, 南昌 330013; 2. 江西农业大学经济管理学院, 南昌 330045)

摘要: 从国家、区域和省级三个层面上分析了1998-2012年间中国耕地复种指数的变化趋势, 并基于Theil指数探讨了中国耕地复种指数的时空差异, 利用计量经济学模型从人文视角探讨了耕地复种指数变化的影响因素。结果表明: ① 在全国尺度上, 中国耕地复种指数总体上呈逐年增长的趋势。② 在区域尺度上, 复种指数最高的为中部地区, 最低的为东北地区; 而复种指数增长最快的是东北地区, 最慢的是中部地区, 东部地区呈下降趋势。③ 中国31个省份复种指数各不相同, 且差距大, 复种指数增长最快的是新疆、宁夏和云南。④ 由Theil指数值的大小可知, 中国耕地复种指数的差异呈缩小态势, 其主要原因为四大区域间的差异。⑤ 人口非农化比重对耕地复种指数产生了显著负向作用, 产业非农化比重、农业政策、人均经营耕地和农村家庭人均经营纯收入对耕地复种指数产生了显著正向作用。最后, 本文认为转移农村剩余劳动力, 提高农民的经营性收入水平, 促进土地流转, 形成土地规模化经营, 以及进一步加大对欠发达地区及粮食主产区农业发展的惠农扶持力度, 充分发挥国家惠农政策的诱致作用, 有利于全面提高中国耕地复种水平。

关键词: 耕地; 土地利用集约度; 复种指数; 粮食安全; Theil指数; 中国

DOI: 10.11821/dlxb201504008

1 引言

耕地是人类生存的基本资源和条件。中国人多地少, 人地矛盾日益突出, 耕地面积锐减, 已成为影响中国粮食安全的重大问题^[1-3]。随着社会经济的快速发展, 工业化和城镇化进程不断加速, 中国耕地面积的减少将成为长期发展趋势^[2]。在保障中国粮食安全的目标下, 耕地集约利用状况、时空差异及其影响因素值得高度关注^[2-3]。复种作为农作物种植制度的重要特征, 是耕地集约利用的重要表现之一。改革开放以来, 提高耕地的复种指数, 已成为粮食增产的重要途径, 它所生产的粮食占到了中国粮食总量的1/3, 使中国成功地以占全球7%的耕地养活了全球22%的人口^[4]。而且, 增加已有耕地的复种水平, 其效益比开垦荒地要好, 这是因为此类耕地的水、土、热、肥条件都比较好^[4], 荒地的开发可能会带来水土流失等生态环境问题。从以上背景不难看出, 复种水平的提高对于粮食增产发挥着至关重要的作用, 是保障粮食安全的重要举措。在此背景下, 探讨中

收稿日期: 2014-08-07; 修订日期: 2014-12-18

基金项目: 国家自然科学基金项目(41361111, 41461019); 霍英东青年教师基金项目(141084); 江西省自然科学基金项目(20143ACB21023, 20142BAB203028); 江西省社会科学规划项目(13GL05, 13YJ53); 江西省教育厅科技项目(KJLD14033, GJJ14346, GJJ14303) [Foundation: National Natural Science Foundation of China, No.41361111, No.41461019; Fok Ying Tung Foundation, No.141084; Social Science Foundation of Jiangxi Province, No.13GL05, No.13YJ53; Technology Foundation of Jiangxi Education Department, No.20143ACB21023, No.20142BAB203028]

作者简介: 谢花林(1979-), 男, 江西莲花县人, 教授, 博士生导师, 中国地理学会会员(S110007953M), 主要研究方向为土地利用。E-mail: xiehl_2000@163.com

604-614 页

国耕地复种指数的时空差异及其影响因素,对于保障国家粮食安全有着非常重大的现实意义。

已有文献从不同尺度上研究了中国耕地复种指数的变化趋势,包括:① 全国尺度。由南向北,纬度地带性特征显著,并呈现一定的垂直地域分异规律^[5]。中国从20世纪末开始,全国复种指数整体上升,复种指数下降的耕地仅占全国总面积的15%左右,但下降多发生丘陵山区^[6-7]。② 区域尺度。中国耕地复种指数的变化具有显著的区域分异特征。表现为以东西走向为增长轴,并以长江流域为界向南、北方向递减^[8]。中国东北、华北、西北绝大多数地区播种面积较稳定,一般为一年一熟,中国东南、华南、西南地区复种指数变化较大,变化比例均超过70%。中国大片双季稻区正改种单季稻,尤以经济发达省份“双改单”现象严重,主要原因是务农机会成本上升导致的农业劳动力资源短缺^[9-10];③ 省域尺度。李晶等使用一次差分算法进行VC编程,对陕西省2000-2007连续8年各市、县复种指数的区域差异进行了研究^[11]。此外,近年来复种指数影响因素的研究也开始受到学者们的关注,如辛良杰和李秀彬^[9]、杨忍和刘彦随等^[9]认为影响复种指数的因素有:粮食单产水平、人均耕地面积^[9]、非粮产业及二三产业的发展、城镇化、农业机械化、区位条件等^[9],这些因素在较大程度上造成了稻农流失、耕地撂荒和耕地占用,从而造成耕地复种指数显著降低^[9,12]。

上述研究对于理解中国耕地复种指数的时空差异和影响因素具有重要启示。但中国耕地复种指数东部、东北、中部和西部地区变化趋势如何,区域之间是否存在差异,而这种差异是由自然因素还是人文因素造成的?特别是随着城镇化进程的加速和农民务农机会成本的上升是否会对中国耕地复种指数造成显著影响?同时从2004年开始,中国连续九年以“中央一号文件”的形式指导“三农”发展的惠农政策是否激励了农民种粮的积极性?如何制定相应的差别化政策,以提高耕地复种水平,保障粮食安全?针对上述问题,本文基于Theil指数,从国家、区域和省域3个层面上来分析中国1999-2012年间复种指数变化趋势,并从农业政策、人口非农化比重、农民人均经营耕地面积等方面选取构建计量经济学模型,从人文视角对耕地复种指数时空差异的影响因素进行了实证研究,并提出了相应的政策建议。

2 研究方法 with 数据来源

2.1 研究方法

复种指数的计算方法为:全年播种(或移栽)作物的总面积/耕地总面积×100%。复种指数大,说明耕地利用率高;反之,耕地利用率低。

2.1.1 区域差异度量 泰尔指数是由泰尔利用信息论中的熵概念来计算个人或地区间收入差距而得名。值越大,差距越大。本文采用泰尔指数来测度复种指数的区域差异。这是因为,泰尔指数可以最大程度地使用分组数据,并允许研究人员将泰尔指数分解为组间差异和组内差异,并可测度两者对总差异的贡献度。泰尔指数用于复种指数测算的公式为:

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

式中: n 是指被研究的省份总数; y_p 是 p 省的复种指数; μ_y 是全国平均复种指数。如果每个省的复种指数相同,则 $T = 0$,这代表省和省之间是没有差异的,也是泰尔指数的最小取值。如果某个省的耕地面积很小,而全年农作物的播种面积很大,则 $T = \ln n$,这代表

着最大的区域差异,其最大值是 $\ln n$ 。 T 值在衡量复种指数时是单调递增的,取值范围为 $T \in [0, \ln n]$ 。

根据经济发展水平和国家政策扶持情况,一般可将中国划分为4大区域:东部经济发达区(东部),包括北京、天津、河北、山东、江苏、上海、浙江、福建、广东和海南;中部崛起区(中部),包括山西、河南、安徽、湖北、湖南和江西;西部大开发区(西部),包括内蒙古、新疆、甘肃、宁夏、陕西、重庆、四川、青海、西藏、云南、贵州和广西;以及东北振兴区(东北),包括黑龙江、吉林和辽宁,香港、澳门和台湾不在区划之列。因此,本文按四个区域(东部、中部、西部和东北)对中国耕地复种水平进行区域差异分析,对东部、中部、西部和东北地区分析组间(T_{br})和组内差异(T_{wr})。

$$T = T_{br} + T_{wr} \quad (2)$$

区域的组间差异(T_{br})公式为:

$$T_{br} = \sum_{i=1}^m \left[\left(\frac{p_i}{P} \right) \times \left(\frac{y_i}{\mu} \right) \times \ln \left(\frac{y_i}{\mu} \right) \right] \quad (3)$$

式中: m 是区域数量; p_i 是区域 i 中省级行政单位的数量; P 是所有的省份数量; y_i 是区域 i 的平均复种指数; μ 是全国的平均复种指数。

2.1.2 计量模型 为了探寻中国耕地复种指数变化的影响因素,本文构建如下计量经济学实证模型:

$$Y_{it} = \alpha_{it} + \beta_1 LNJRSR_{i,t+1} + \beta_2 LNRKFNH_{i,t} + \beta_3 LNCYFNH_{i,t} + \beta_4 RJJYGD_{i,t} + \beta_5 POL_{i,t} + u_{it} \quad (4)$$

式中: i ($i=1, \dots, 31$) 和 t ($t=1998, \dots, 2012$) 分别表示第 i 个省份和第 t 年; α_{it} 为常数项; u_{it} 为随机误差项。上述模型中各变量定义如下:

I. Y_{it} : 复种指数,为被解释变量。

II. $LNJRSR_{i,t+1}$: 即农村家庭人均经营纯收入的对数(Per capita annual net income from household operations of rural households)。为尽可能消除数据的异方差,对 $JRSR_{i,t+1}$ 取对数处理。根据“经济人”假设,农村居民家庭人均经营纯收入的增加有利于提高农民农业生产的积极性和农作物播种面积,同时决定了农民对耕地的投入能力。一般而言,农业生产积极性的变化会引起下一年农业投入的调整,因此,设置 $LNJRSR_{i,t+1}$ 的时间滞后效应为1年。

III. $LNRKFNH_{i,t}$: 即人口非农化比重的对数(Percentage of non-agricultural industry)。为尽可能消除数据的异方差,对 $RKFNH_{i,t}$ 取对数处理。城镇化的过程,一个重要的表现就是农村人口比例不断下降,因此本文选择非农业人口占总人口的比重来表征城镇化率。人口非农化比重的上升,表现为大量的青壮年劳动力外出打工,农村中只剩老人、妇女和儿童,农业劳动力主体弱化,当受到地形条件限制,农业生产机械化、规模化难度大,而农民生计得以有效、稳固的转型时,农地“边际化”^[13],从而导致复种指数下降。

IV. $LNCYFNH_{i,t}$: 即产业非农化比重的对数(Percentage of non-agricultural industry)。为尽可能消除数据的异方差,对 $CYFNH_{i,t}$ 取对数处理。第二、三产业的发展,一方面为农业生产带来了大量的资金、技术、生产设备等现代农业生产要素,另一面对农产品的需求量将不断增加,从而促使农业的规模和集约生产。可见,产业非农化比重的上升对耕地集约利用将产生巨大的正面影响。

V. $POL_{i,t}$: 在中国,农业政策(Agricultural policy)对农业发展影响显著。自2004年以来,中国连续九年以中央一号文件的形式指导“三农”发展,支农惠农力度不断增

大, 中国农业资本、劳动力投入, 复种指数、种粮面积及耕地单产水平均呈现上升趋势, 有力地激励了农民种植积极性^[2]。因此, 将 2004 年之前的年份施行的农业政策赋值为“0”, 2004 年之后 (含 2004 年) 的年份赋值为“1”。

VI. $RJYGD_{it}$: 即农民人均经营耕地面积。人均经营耕地面积越大, 越有利于农业的规模经营, 农户将加大对耕地资本、劳动力投入, 从而提高复种指数, 进而提高耕地集约利用水平, 生产出更多的农产品, 获取更大的经济效益, 实现耕地产出最大化和农户效益最大化^[13]。

2.2 数据来源

本文所用的耕地面积数据来源于国土资源部的《中国国土资源统计年鉴》, 农作物播种面积数据来源于《中国农村统计年鉴》与《中国统计年鉴》, 农民人均经营耕地、农村居民家庭人均经营纯收入、成灾受灾比数据来源于《中国统计年鉴》, 人口非农业化比重数据来源于《中国人口统计年鉴》(1998-2006 年) 和《中国人口和就业统计年鉴》(2007-2012 年)。数据纵向覆盖 15 年 (1998-2012 年), 横向覆盖中国 31 个省份 (直辖市、自治区), 香港、澳门和台湾地区由于数据不可得而未包括在研究范围之内。

3 结果与分析

3.1 国家尺度耕地复种指数的变化特征

图 1 刻画了 1998-2012 年中国耕地复种指数的变化情况。由图 1 可以看出, 中国耕地复种指数除在 2007 年有所显著下降外, 其它年份均呈现逐年增长的趋势。1998-2012 年, 中国耕地复种指数稳步上升, 由 1998 年的 120.10% 上升到 2006 年的 128.94%, 7 年间增加了 8.84%, 年均增加 0.98%, 2007 年下降到 126.06%, 2012 年又增加到 134.26%。2007 年复种指数下降, 究其原因主要是 2006 年中国各类自然灾害特别严重, 尤以台风、洪涝和旱灾最为严重, 是继 1998 年之后最为严重的一年, 农作物受灾面积 $41091.3 \times 10^3 \text{ hm}^2$, 绝收面积 $5408.9 \times 10^3 \text{ hm}^2$, 浙江、福建、江西、湖南、广东、广西、重庆、四川等地受灾严重^[14], 一些地区重复受灾, 使农田、水利、交通和电力等基础设施遭受毁灭性破坏, 这极大地挫伤了农民耕地种植的积极性。

3.2 区域尺度耕地复种指数的变化特征

3.2.1 中国四大区域耕地复种指数的变化特征 1998-2012 年中国四大区域耕地复种指数的时空变化特征见图 2。由图 2 可

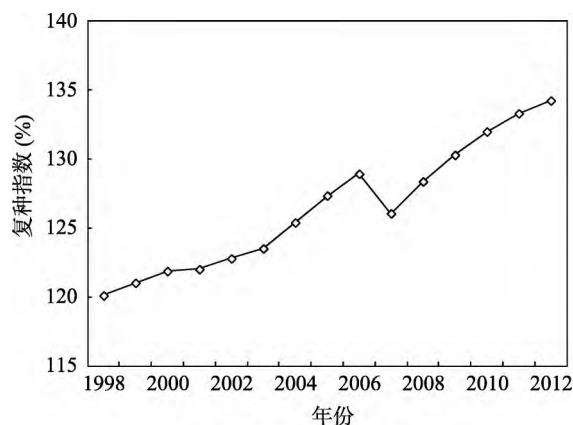


图 1 1998-2012 年中国耕地复种指数

Fig. 1 Multiple cropping index in China from 1998 to 2012

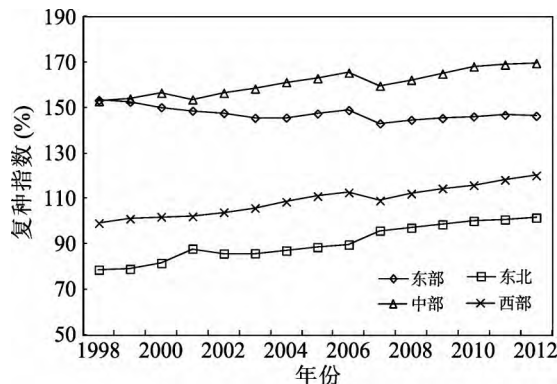


图 2 1998-2012 年中国 4 大区域的耕地复种指数

Fig. 2 Multiple cropping index in four regions of China from 1998 to 2012

以看出,耕地复种指数在区域尺度上分化为东部降低和中、东北、西部地区升高两种相反的趋势。并且,在研究时段内,耕地复种指数始终以中部地区(年均160.97%)最高,东部地区(年均147.44%)次之,西部地区(年均108.97%)和东北地区(年均90.41%)较低。

1998-2012年,中国耕地复种指数从绝对数量上来看可分成两类,中、东部和西、东北部,第一类高于第二类,中、东部地区复种指数在143%~170%之间变动,而西、东北部地区复种指数在80%~121%之间变动。中、东部地区复种指数高于西、东北部地区的主要因为自然地理因素,中、东部地区气候温暖湿润,水热资源丰富,大部分地区可以满足一年两熟甚至三熟,所以复种指数较高;东北部地区是中国北部的重要粮食生产基地^[12],地势平坦,土壤肥沃,土地利用率较高,但受到热量条件的限制,复种指数比较稳定,稳定在78%~102%之间;西部地区分为西南区(包括重庆、四川、贵州、云南、广西)和西北区(包括内蒙古、西藏、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆),西南地区气候湿润、雨水充沛,灌溉条件较好,复种指数在121%~137%之间变动,年均复种指数达到129.23%;而高纬度和高海拔的西北地区,多山区且气候干旱,复种潜力有限^[13-15],复种指数在78%~99%之间变动,年平均复种指数仅为88.08%。西北地区较低的复种指数,较大程度地拉低了西部地区整体的复种指数水平。

1998-2012年,除东部复种指数有所下降外,其他地区均呈现增长趋势,其中,东部由1998年的153.28%降低到2012年的146.35%,年均下降0.46%,而东北地区增长最快,由1998年的78.48%增加到2012年的101.46%,年均上升1.53%,其次是西部,由1998年的99.05%增加到2012年的120.08%,年均上升1.40%,中部较稳定,由1998年的152.88%增加到2012年的169.54%,年均上升1.11%。

东部地区复种指数呈现小幅度下降趋势,究其原因主要是东部地区处于中国沿海地带,经济发达,非农就业机会多,非农收入较高,劳动力务农机会成本较高^[16-18],虽然自2004年国家出台了“中央一号”文件,国家逐步取消了农业特产税、农业税,实施种粮直补、良种补贴和大型农机具购置补贴等农业优惠政策,2005年又大幅度提高粮食收购价格,但这无法和非农收入相比较,近年来,中国东部地区人均年非农收入增长速度远超人均纯收入增长速度^[17],农业政策的实施在调动农户进行农业生产的积极性方面效果有限。而中、西、东北部地区复种指数大体上呈现逐年上升的趋势,这些地区经济较不发达,产业非农化程度较低,非农就业机会少,农业收入在其收入中占据较大的比例^[17-18],尤其是中部地区,是国家粮仓及双季稻生产的重要地区,国家出台的农业政策,边际效应较高,很大程度上刺激了农户种植的积极性,因此,中部地区表现出耕地复种指数逐年上升的趋势。

3.2.2 中国四大区域耕地复种指数的组间差异、组内差异和总差异 1998-2012年,中国耕地复种指数内部构成的Theil指数见图3。从图3可以看出,中国耕地复种指数的差异总体上呈缩小态势,从1998年的0.11,缩小到2012年的0.03,区域间的差异是中国耕地复种指数差异

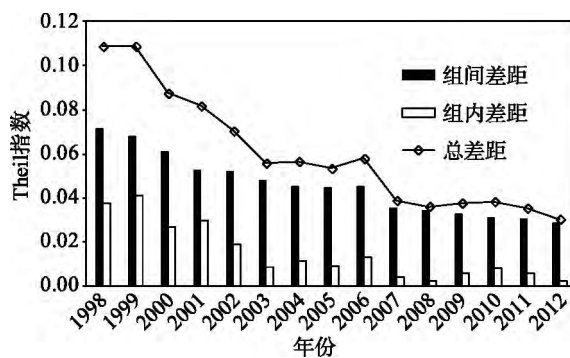


图3 1998-2012年中国耕地复种指数的泰尔指数值之间的区域间差异、区域内差异及总差异

Fig. 3 Theil index values of multiple cropping index about the regional differences, the differences within regions and the total differences in China from 1998 to 2012

的主要原因, 1998 年的总差异中有 70% 来自区域间差异, 2012 年的总差异几乎完全来自于区域间差异, 仅 0.002 来源于区域内差异。区域间、区域内的差异均在逐步缩小, 且区域内差异较区域间差异缩小得更快, 区域间差异变化不明显, 其从 1998 年的 0.07 缩小到 2012 年的 0.03, 年均缩小 0.004。其中也有若干年份总差异较稳定, 如 1998-1999 年, 2003-2006 年和 2007-2011 年, 它们分别稳定在 0.11、0.05 和 0.04, 而 2012 年降幅也较小, 仅降低 14%。

中国耕地复种指数差异呈现逐年缩小的趋势, 究其原因, 中国耕地复种指数与地区经济发展水平较好的相关关系^[17], 经济发达的地区多是水、热、肥条件好, 复种指数高的地区, 近年来由于农业劳动力短缺, 农作物播种面积下降, 进而导致耕地复种指数下降; 而经济欠发达地区, 多为水、热、肥条件较差, 耕地复种指数较小的地区, 非农就业机会较少, 农业收入在其收入中占据较大的比重^[17, 18], 而随着国家支农惠农政策的出台, 在较大程度上促进了耕地的复种。由此使得原本复种指数高的地区降低了, 而原本复种指数低的地区升高了, 最终拉近了中国耕地复种指数总差异。

1998-2012 年, 中国区域间和区域内耕地复种发展不平衡, 主要表现在: 一是不同区域间耕地复种指数高低不等, 差异较大, 如中部和东部地区分别为 160.97% 和 147.44%, 而西部和东北地区分别仅为 108.97% 和 90.41%; 二是即便是在同一区域内的不同省份, 虽然自然条件相似, 但由于人文因素、社会经济发展水平不同, 耕地复种指数相差也较大^[19], 如东部地区的福建和上海复种指数分别达到 183.74% 和 162.22%, 而同属东部地区的天津仅为 109.01%。

3.3 省域尺度耕地复种指数的变化特征

图 4 反映了 1998 年和 2012 年中国 31 个省份(直辖市、自治区)的耕地复种指数。图 5 反映了 1998-2012 年中国 31 个省份(直辖市、自治区)耕地复种指数的增长情况。中国 31 个省份耕地复种指数各不相同, 且差距大。

从图 4 可以看出, 湖南、福建耕地复种指数最大, 在 1998 年均超过 200%; 其次是江西, 在 1998 和 2012 年较稳定, 均为 195%。湖南、福建和江西在 1998-2012 年耕地复种指数均值分别为 207.50%、183.74% 和 188.56%, 这三省耕地复种指数较高的主要原因是它们是中国的主要粮仓^[20], 是国家重点发展农业的地区, 是中国双季稻主产区^[9-10], 其水、热、肥、土自然条件较好, 有利于耕地多熟种植, 农村劳动力也比较富足; 而上海作为中国金融中心, 经济发达, 人口众多, 人均耕地面积较少, 其复种指数也较大, 在 1998 年

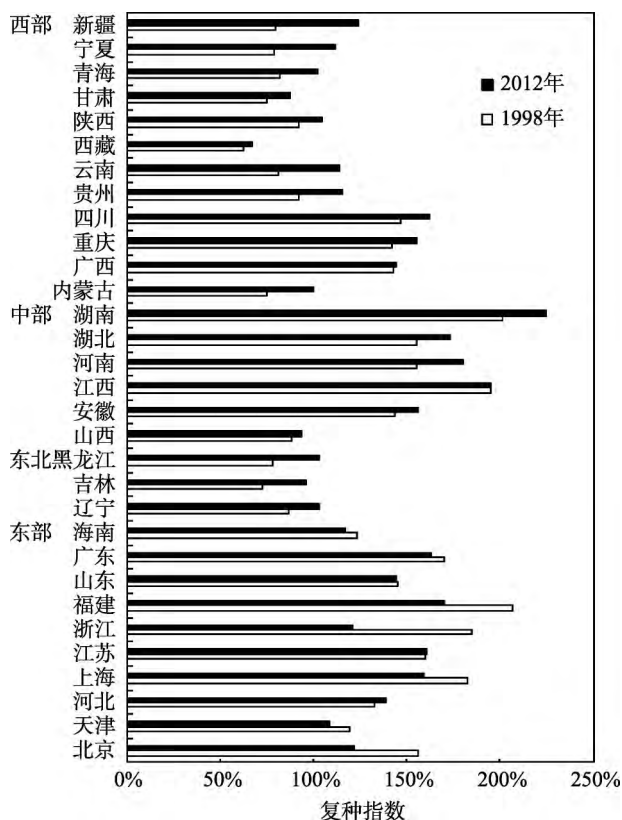


图 4 1998 年和 2012 年中国各省份耕地复种指数对比
Fig. 4 Multiple cropping index in all provinces of China in 1998 and 2012

超过了150%，达到182.74%，2012年仍超过了150%，其主要是因为随着上海经济的发展，人口非农化、产业非农化比重的上升，带来对农产品需求的增加，同时有利于农业的规模经营。在这种情况下，农户将加大对耕地的投入，全年增加塑料大棚种植面积，从而提高复种指数，生产更多的农产品，获取更大的经济效益^[12, 17]。

从图5可以看出，1998-2012年中国大部分省份（自治区、直辖市）耕地复种指数在上升，其中上升最快的是新疆、宁夏和云南，分别增长了44.08%、33.08%和32.64%。其余省份呈下降趋势，其中降幅较大的主要是经济发展较好的浙江、福建、北京和上海，分别为63.97%、36.74%、34.40%和23.74%。这主要是由于这些省份非农产业发达，农民的非农收入和非农机会较多，大量农业劳动力流失，造成农作物播种面积下降^[12-13]。

从区域间和区域内差异分别进行比较分析。4大区域间省份耕地复种指数的差异：中部、东部省份复种指数较高，中部的湖南、湖北、河南、江西均大于150%；东部所有省份耕地复种指数均大于100%，广东、福建、江苏和上海超过了150%；东北、西部地区耕地复种指数较低。4个区域内部省份耕地复种指数的差异：西南地区四川、重庆和广西在150%附近波动；西北省份耕地复种指数较低，其中西部省份中青海、甘肃、西藏、内蒙古复种指数低于100%，其主要原因是这些省份处于高纬度和高海拔地理位置，水、热、肥条件较差，复种潜力受限^[10]。中部地区中山西省的复种指数低于100%，主要是由于自然地理因素造成，山西多山区，耕地多分布在地形起伏度大的丘陵山区，且地块零碎、交通不便，耕地被“边际化”^[13]，导致耕地复种指数较低。

3.4 影响因素

本研究运用EView7.2，通过公式（4），利用1998-2012年31个省（自治区、直辖市）的面板数据作为样本，对其进行回归分析。首先对模型进行F检验，检验结果支持选择变截距模型；然后使用Hausman检验判断选择固定效应还是随机效应模型，结果表明，模型支持选择固定效应模型；最后利用最小二乘法（LSDV）进行固定效应模型估计。因为本文中的面板数据为短面板（short panel），故没有考虑单位根检验和协整问题。表1反映的是各解释变量对中国31个省份耕地复种指数的影响程度。

3.4.1 人口非农化比重对复种指数的影响 从表1可以看出，人口非农化比重对耕地复种指数的影响显著为负，这表明人口非农化比重对复种指数产生负向作用。在不考虑其它因素变动的条件下，人口非农化比重每增加1%，复种指数将下降的绝对量为22.40%个单位。这表明随着城市化水平不断上升，农业人口非农化比重加大，而耕地复种指数下降。在城市—乡村二元结构中，农业生产主体过快老弱化对耕地复种产生不良影响。这种影响在人地矛盾尖锐，不利于机械化、规模化的区域表现得更为明显。而在平原农区，农业生产的机械化、规模化和土地流转破解劳动力不足的问题^[6, 21-22]。

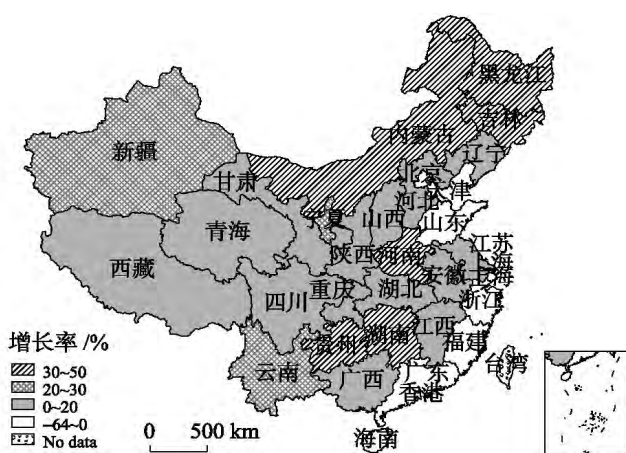


图5 1998-2012年中国各省份耕地复种指数增长率

Fig. 5 Growth rate of multiple cropping index in Chinese provinces during 1998-2012

表1 面板数据回归结果
Tab. 1 Results of panel data regression

变量	系数	标准误差	T统计值	P值
C	-0.373552	0.528191	-0.707230	0.4798
LNJYSR	0.017764	0.009810	1.810741	0.0709
LNCYFNH	0.506287	0.127452	3.972376	0.0001
LNRKFNH	-0.224028	0.047747	-4.691940	0.0000
POL	0.040908	0.012913	3.168053	0.0016
CZSZB	-0.032814	0.030850	-1.063653	0.2881
RJJYGD	0.009271	0.002934	3.159990	0.0017
R ²	0.959086			
调整 R ²	0.955604			
P 值(F统计值)	0.000000			
Durbin-Watson 统计	0.396542			
P 值(Hausman 检验)	0.000000			

注：LNJYSR：农村家庭人均经营纯收入；LNRKFNH：人口非农化；LNCYFNH：产业非农化；POL：农业政策；CZSZB：成灾受灾比；RJJYGD：人均经营耕地面积。

3.4.2 产业非农化比重对复种指数的影响 表1表明产业非农化比重对耕地复种指数产生了显著正向作用。第二、三产业比重的增加，一方面为耕地利用带来资本、技术、生产装备等先进生产要素，另一方面扩大了对农产品的需求，促使农民增加农作物播种面积，提高复种指数，扩大农业生产，以获取更大的经济收益。

3.4.3 农业政策对复种指数的影响 表1显示中国农业政策对耕地复种指数产生显著正向作用。中国从2004年开始连续9年以“中央一号文件”的形式指导“三农”发展，中国农业综合生产能力不断上升。这与本文的结论相互佐证。可见，在当今中国，农业政策的实施对扩大农作物播种面积，提高复种指数，保障粮食安全有着极其重要的作用。

3.4.4 农村家庭人均经营纯收入对复种指数的影响 在10%的显著性水平下，中国农村家庭人均经营纯收入对复种指数产生正向作用，这表明农村家庭人均经营纯收入对扩大农作物播种面积，提高耕地复种指数有积极影响。农村居民是耕地利用的主体，农村家庭人均经营纯收入水平直接关系着农村居民对耕地的利用能力，随着农村家庭人均经营纯收入的增加，农村居民将有更多的资金投入到了耕地中来。

3.4.5 人均经营耕地对复种指数的影响 农村居民家庭人均经营耕地的估计系数显著为正，表明农村居民家庭人均经营耕地对耕地复种指数产生正向作用，说明目前中国总体上处于耕地复种指数随农村居民家庭人均经营耕地同方向增长的阶段。农村居民家庭人均经营耕地越多，越有利于实现对耕地的规模化经营，农户将更愿意将资本、劳动力和机械等投入到耕地中，实现耕地利润最大化^[21]。

4 结论与政策启示

4.1 结论与讨论

本文从国家、区域和省级三个层面上分析了中国1998-2012年间复种指数的变化趋势，基于Theil指数探讨了中国耕地复种指数的时空差异，并利用计量经济学模型从农户行为视角揭示了复种指数时空差异的影响因素。主要结果表明：

(1) 在全国尺度上, 中国耕地复种指数除在 2007 年有所降低外, 其他年份复种指数均呈现逐年增长的趋势。2007 年复种指数下降的原因是 2006 年中国发生了大范围的严重自然灾害, 极大地挫伤了农民种植的积极性。

(2) 在区域尺度上, 从绝对数量来看, 复种指数最高的为中部地区, 其次是东部和西部地区(西部地区复种指数低, 主要是因为西北地区的自然地理条件造成的, 从而拉低了整个西部地区的复种指数), 东北地区最低; 从增长幅度来看, 除东部地区复种指数有所下降外, 其他地区复种指数均呈现增长趋势, 增长最快的是东北地区。

(3) 在省域尺度上, 中国 31 个省份复种指数差距大, 即使在同一区域内不同省份的复种指数的差异也比较明显。复种指数增长最快的是新疆、宁夏和云南; 东部地区除河北和江苏外均呈现下降趋势, 并且下降幅度较大; 中部和西部省份均呈现增长趋势;

(4) 就 Theil 指数值的大小可知, 中国耕地复种指数的区域差异比较明显, 1998-2012 年来中国耕地复种指数的区域差异整体呈缩小态势, 区域间的差异是区域差异的主要原因。

(5) 人口非农化比重对耕地复种指数产生了显著负向影响, 可归因于农民工工资上涨导致的农业劳动力资源短缺及农业生产中劳动成本增加, 这两者共同作用推动了复种指数的下降, 这也是农户个体利益最大化的决策结果; 产业非农化比重、农业政策和人均经营耕地和农村家庭人均纯收入对耕地复种指数产生了显著正向作用。

(6) 未来可将技术进步考虑到影响因素分析中来。

4.2 政策启示

(1) 2007 年中国复种指数下降, 其原因是 2006 年中国发生了大范围的自然灾害, 尤以台风、洪涝和旱灾严重, 一些地区重复受灾, 使农田、水利、交通和电力等基础设施遭受毁灭性破坏, 因此, 如何防灾减灾成为中国保证粮食安全的重要举措, 应该重视改善生产条件, 建造高标准防洪工程, 修建田间排水沟, 兴修水利, 合理灌溉, 做到要水有水、能灌能排, 从而提高防御自然灾害的能力, 降低自然灾害对农业的破坏, 促进中国农业持续发展。

(2) 中国耕地复种指数的差异主要来源于四大区域之间的差异, 而中国的四大区域之间存在着现实的差异, 东部地区水、热、肥条件好, 耕地质量好, 而其复种指数却在下降, 下降的主要原因是农村劳动力务农机会成本大幅上升, 劳动力资源短缺, 因此, 加快劳动力节约型技术的推广, 实行规模化经营, 可较大程度地缓解劳动力资源短缺问题^[17]; 东北和西部地区虽然复种指数均在上升, 但东北地区水热条件不足, 西北地区高纬度、高海拔, 且多丘陵山区, 耕地质量远不如东部和中部地区, 复种潜力有限。因此, 要提高中国耕地复种指数, 关键在于改革耕作制度, 加强农业基础设施建设、大力推行农业机械化和耕地经营规模化, 实现农业的现代化。

(3) 由本文的分析结果可知, 产业非农化、人均经营耕地、农业政策和农村家庭人均经营纯收入对复种指数有着显著的正向作用。因此, 在当前耕地面积约束条件下, 为保障国家粮食安全, 应该加快将农村剩余劳动力转移到二、三产业中, 缓解土地压力, 提高农民收入, 进而提高农民对土地的投入, 同时促进土地细碎化严重地区的土地流转, 形成规模化经营, 提高土地生产率, 以及进一步加大对欠发达地区及粮食主产区农业发展的扶持力度, 充分发挥国家惠农政策的诱致作用, 全面提高中国耕地复种水平。

参考文献(References)

- [1] Xie Hualin, Zou Jinlang, Peng Xiaolin. Spatial-temporal difference analysis of cultivated land use intensity based on

- emergency in Poyang Lake Eco-economic Zone. *Acta Geographica Sinica*, 2012, 67(7): 889-902. [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. *地理学报*, 2012, 67(7): 889-902.]
- [2] Chen Yuqi, Li Xiubin. Structural change of agricultural land use intensity and its regional disparity in China. *Acta Geographica Sinica*, 2009, 64(4): 469-478. [陈瑜琦, 李秀彬. 1980年以来中国耕地利用集约度的结构特征. *地理学报*, 2009, 64(4): 469-478.]
- [3] Zhu Huiyi, Li Xiubin, Xin Liangjie. Intensity change in cultivated land use in China and its policy implications. *Journal of Natural Resources*, 2007, 22(6): 907-915. [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. *自然资源学报*, 2007, 22(6): 907-915.]
- [4] Zuo Lijun, Zhang Zengxiang, Dong Tingting, et al. Progress in the research on the multiple cropping index. *Journal of Natural Resources*, 2009, 24(3): 553-560. [左丽君, 张增祥, 董婷婷, 等. 耕地复种指数研究的国内外进展. *自然资源学报*, 2009, 24(3): 553-560.]
- [5] Yan Huimin, Liu Jiyuan, Cao Minghui. Remotely sensed multiple cropping index variations in China during 1981-2000. *Acta Geographica Sinica*, 2005, 60(4): 559-566. [闫慧敏, 刘纪远, 曹明奎. 近20年中国耕地复种指数的时空变化. *地理学报*, 2005, 60(4): 559-566.]
- [6] Yang Ren, Liu Yansui, Chen Yufu, et al. The remote sensing inversion for spatial and temporal changes of multiple cropping index and detection for influencing factors around Bohai Rim in China. *Chinese Geographical Science*, 2013, 33(5): 588-593. [杨忍, 刘彦随, 陈玉福, 等. 环渤海地区耕地复种指数的时空变化遥感反演及影响因素探测. *地理科学*, 2013, 33(5): 588-593.]
- [7] Tang Pengqin, Yao Yanmin, Wu Wenbin, et al. Progress in multiple crop index based on remote-sensing technologies. *Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning*, 2010, 31(2): 21-27. [唐鹏钦, 姚艳敏, 吴文斌, 等. 基于遥感技术的耕地复种指数研究进展. *中国农业资源与区划*, 2010, 31(2): 21-27.]
- [8] Xu Xibao, Yang Guishan. Spatial and temporal changes of multiple cropping index in 1995-2010 in Taihu Lake basin, China. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2013, 29(3): 148-156. [徐昔保, 杨桂山. 太湖流域1995-2010年耕地复种指数时空变化遥感分析. *农业工程学报*, 2013, 29(3): 148-156.]
- [9] Xin Liangjie, Li Xiubin. Changes of multiple cropping in double cropping rice area of southern China and its policy implications. *Journal of Natural Resources*, 2009, 24(1): 58-65. [辛良杰, 李秀彬. 近年来我国南方双季稻区复种的变化及其政策启示. *自然资源学报*, 2009, 24(1): 58-65.]
- [10] Yang Wanjiang, Wang Yi. Analysis on cropping changes and contributing factors of double cropping: Empirical study based on 10 major rice producing provinces. *Rural Economy*, 2013(11): 24-28. [杨万江, 王绎. 我国双季稻区复种变化及影响因素分析: 基于10个水稻主产省的实证研究. *农村经济*, 2013(11): 24-28.]
- [11] Li Jing, Ren Zhiyuan. The monitoring for cropping index of arable land in northwest region using SPOTNDVI: A case of Shaanxi Province. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2011, 25(10): 86-91. [李晶, 任志远. 基于SPOTNDVI的陕西省耕地复种指数时空变化. *干旱区资源与环境*, 2011, 25(10): 86-91.]
- [12] Liang Shumin. Probing potentials of multiple cropping in the selected provinces in China. *Issues in Agricultural Economy*, 2007(5): 85-90. [梁书民. 我国各地区复种发展潜力与复种行为研究. *农村经济问题*, 2007(5): 85-90.]
- [13] Shao Jing'an, Zhang Shichao, Li Xiubin. Farmland marginalization in the mountainous areas: Characteristics, influencing factors and policy implications. *Journal of Geographical Sciences*, 2014, 69(2): 227-242. [邵景安, 张仕超, 李秀彬. 山区耕地边际化特征及其动因与政策含义. *地理学报*, 2014, 69(2): 227-242.]
- [14] Feng Changgen, Wang Yajun. Industrial accidents and natural disasters in China in the year 2006. *Journal of Safety and Environment*, 2007, 7(6): 131-146. [冯长根, 王亚军. 2006年中国安全生产事故与自然灾害状况. *安全与环境学报*, 2007, 7(6): 131-146.]
- [15] Fan Jinlong, Wu Bingfang. A study on cropping index potential based on GIS. *Journal of Remote Sensing*, 2004, 8(6): 637-643. [范锦龙, 吴炳方. 基于GIS的复种指数潜力研究. *遥感学报*, 2004, 8(6): 637-643.]
- [16] Tian Yujun, Li Xiubin, Ma Guoxia. Impacts of household labor and land endowment on Rural-to-Urban labor migration: A case study on mountainous areas of southern Ningxia. *Resources Science*, 2010, 32(11): 2160-2164. [田玉军, 李秀彬, 马国霞. 耕地和劳动力禀赋对农村劳动力外出务工影响的实证分析: 以宁夏南部山区为例. *资源科学*, 2010, 32(11): 2160-2164.]
- [17] Xin Liangjie, Li Xiubin, Tan Minghong, et al. The rise of ordinary labor wage and its effect on agricultural land use in present China. *Geographical Research*, 2011, 30(8): 1392-1400. [辛良杰, 李秀彬, 谈明洪, 等. 近年来我国普通劳动者工资变化及其对农地利用的影响. *地理研究*, 2011, 30(8): 1392-1400.]
- [18] Tian Yujun, Li Xiubin, Xin Liangjie, et al. Impacts of the rise of labor opportunity cost on agricultural land use changes: A case study of Ningxia Hui Autonomous Region. *Journal of Natural Resources*, 2009, 24(3): 369-377. [田玉军, 李秀

- 彬, 辛良杰, 等. 农业劳动力机会成本上升对农地利用的影响: 以宁夏回族自治区为例. 自然资源学报, 2009, 24(3): 369-377.]
- [19] Guo Bailin. The analysis for the change of multiple cropping index in China. *Economic Geography*, 1997, 17(3): 8-13. [郭柏林. 我国复种指数变化特征、效益和潜力. *经济地理*, 1997, 17(3): 8-13.]
- [20] Jin Shulan, Xu Caiqiu, Pan Huahua. Analysis of variation characteristics and potential of China's major grain producing areas of the multiple cropping index. *Guizhou Agricultural Sciences*, 2011, 39(4): 201-204. [金姝兰, 徐彩球, 潘华华. 我国粮食主产区耕地复种指数变化特征与潜力分析. *贵州农业学报*, 2011, 39(4): 201-204.]
- [21] Yang Gangqiao, Hu Liu, Wang Wenxiong. Moderate scale of farmers' cultivated land management and its performance: An empirical analysis based on questionnaire survey of rural households in 6 counties in Hubei province. *Resources Science*, 2011, 33(3): 505-512. [杨钢桥, 胡柳, 汪文雄. 农户耕地经营适度规模及其绩效研究: 基于湖北6县市农户调查的实证分析. *资源科学*, 2011, 33(3): 505-512.]
- [22] Zhao Yonggan, Li Yuyi, Xiang Huancheng, et al. Analysis of variation characteristics and development potential of multiple cropping index of arable land in Southwest China. *Research of agricultural modernization*, 2010, 31(1): 100-104. [赵永敢, 李玉义, 逢焕成, 等. 西南地区耕地复种指数变化特征和发展潜力分析. *农业工程学报*, 2010, 31(1): 100-104.]

Spatiotemporal difference and determinants of multiple cropping index in China during 1998-2012

XIE Hualin¹, LIU Guiying^{1,2}

(1. Institute of Poyang Lake Eco-economics, Jiangxi University of Finance and Economics, Nanchang 330013, China;

2. School of Economics and Management of Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China)

Abstract: This paper examines the trend of multiple cropping index (MCI) change in China at national, regional and provincial levels during 1998-2012. Based on the Theil index, it explores the spatio-temporal difference of MCI in China. In addition, a spatial econometric model is used to identify the determinants of the temporal and spatial differences of MCI from the behavior perspective. The results are summarized as follows: (1) From the national perspective, the MCP shows an increasing trend year by year. (2) At the regional level, Northeast China is the fastest growing area in terms of the MCI, whereas the central region is the slowest growing area. The central region has the highest level of MCI, while the northeast region shows the lowest level. (3) According to the Theil index value, the differences of MCI show a narrowing trend, which is mainly attributed to the differences among the four regions. (4) The MCI shows differences among China's 31 provinces, and the gap is great. (5) The proportion of non-agricultural population has a significant negative effect on the MCI, and the proportion of non-agriculture industry, agricultural policy and the per capita operating arable land have significant positive impact on the MCI. Finally, some policies are suggested to raise the level of China's cultivated cropping, such as transferring rural surplus labor, increasing the farmers' income, accelerating the transfer of cultivated land's right of use, form the scale effect of land use, further supporting and benefiting farmers in underdeveloped regions and major grain producing areas, and strengthening the role of the national agricultural policy.

Keywords: arable land; land-use intensity; multiple cropping index; food security; Theil index; China