

# 基于 logistic 曲线分析的区域耕地变化政策驱动研究

## ——以湖北省为例

罗 媿

(湖南理工学院, 湖南岳阳 414000)

**【摘要】**本文在分析政策要素对区域耕地变化的驱动作用基础上,引入 logistic 曲线模型,分别从社会经济发展和耕地保护层面选取影响耕地变化的政策驱动要素进行定量分析与比较研究,并以湖北省为例构建模型和实证分析,结果表明:湖北省耕地总量变化呈现先减后增的阶段性特征,农村产业结构非农化和建设扩张是耕地流失的主要影响因素,而基于粮食安全制定和实施的耕地保护政策对维护耕地数量的稳定性和耕地资源的可持续利用具有重要作用。本文提出应从强化土地利用总体规划作用、严格执行耕地占补平衡制度、完善激励与惩罚机制等方面入手,建立长效的耕地保护机制。

**【关键词】**耕地; 动态变化; 政策驱动; Logistic 曲线模型; 湖北省

**【中图分类号】**F320.1 **【文献标识码】**A

一定时期和一定区域内保持一定数量的耕地资源,关系着国家与地区的发展,也是土地安全乃至生态安全的核心之一。然而,快速的城市化过程与大量的耕地资源流失往往相伴而生:城市化过程中人口规模的不断扩大以及大规模向城市积聚的趋势,使得居住建设用地与耕地的矛盾日趋激烈;城市经济、科技开发区的广泛兴建、交通网络的日趋发达、城市绿地面积和其他公共设施建设的不断增加,也成为耕地非农化最深刻的根源。持续监测耕地变化数量特征,找出耕地动态变化的驱动因子并把握各因子内部关系及规律,对于区域耕地资源的有效持续利用和社会经济有序发展有着重要的指导意义。

耕地变化是自然驱动力和人文驱动力共同作用的结果。在城市化水平快速提高的过程中,人文驱动力则发挥着主导作用。目前学者们对于人口增长、经济发展及政策调整等作为耕地变动的主要驱动力达成了较为一致的共识。已有研究者对区域耕地变化及驱动机制提供了重要的理论和方法论参考,但也存在问题和不足,主要表现在耕地变化的人文驱动力综合定量分析中,对人口、经济要素的量化分析较多,对缺少量化依据的政策要素分析较少;对政策因素的研究多停留在依据统计信息的定性分析基础上,量化研究亟待加强。

本文基于 Logistic 曲线分析,从社会经济发展层面和耕地保护层面选取并量化政策驱动因子,建立驱动力模型,揭示各项政策驱动因素对区域耕地变化的影响。湖北省是我国中部大省,也是我国粮食主产区和核心区,承担着保障国家粮食安全的重要任务,对耕地资源的保护要求尤为突出。本文特选取湖北省作为研究案例,以期得出推动湖北省经济发展和耕地保护相互协调的对策,为湖北省耕地的持续利用及农村的可持续发展提供参考。

### 1 湖北省 1990-2015 年耕地变化特征

湖北省位于我国中部,地处长江中游洞庭湖以北,全省总面积 18.59 万平方公里。25 年来湖北省城市化速度不断加快,城

市人口规模不断增加,城市化水平不断提高,经济增长速度较快,2015年湖北省GDP达27379.22亿元,位于中部四省前列。2015年全省耕地面积为343.62万公顷,人均耕地仅为0.058公顷,低于全国平均水平,耕地后备资源匮乏。本文基础数据包括1990-2015年全省及各市(州)耕地面积主要取自《湖北省统计年鉴》,其他社会经济数据分别取自1990-2015年《中国统计年鉴》和《湖北省统计年鉴》。

### 1.1 湖北省耕地总量变化

对湖北省1990年-2015年各年年末耕地面积数量进行统计分析(见图1),可知自1990年以来,湖北省耕地面积总量变化呈现两个阶段性特征:①1990-2003年期间湖北省耕地面积总量逐年减少,降幅约为12.75%,2003年降至25年来最低点;②2004-2015年期间湖北省耕地面积总量逐年增加,增幅约为9.65%,至2015年耕地面积达到343.62万公顷,约与1993年耕地总量持平。总体而言,1990-2015年间的耕地面积变化趋势虽由减变增,耕地面积数量虽未回升至1990年的水平,但线性变化趋于平缓。

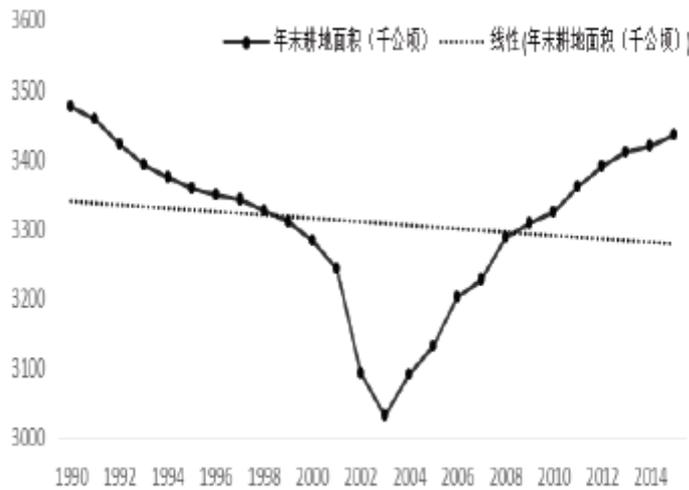


图1 湖北省1990年-2015年各年年末耕地面积及线性趋势

### 1.2 湖北省耕地年变化差异

引入耕地递变速率和结构递转系数指标对湖北省1990-2015年耕地数量变化进行综合分析。耕地递变速率( $L_v$ )与耕地结构递转系数( $L_p$ )表达式分别为:

$$L_v = \frac{(S_{i-1} - S_i)}{S_{i-1}} \times 100\% \quad (1)$$

$$L_p = P_{i-1} - P_i \quad (2)$$

式(1)中 $S_i$ 为区域第 $i$ 年年末的耕地面积。当 $L_v > 0$ 时耕地数量递减,  $L_v = 0$ 时耕地数量不变,  $L_v < 0$ 时耕地数量递增。式(2)中 $P_i$ 为区域第 $i$ 年年末耕地面积占全区土地总面积的比重。当 $L_p > 0$ 时耕地比重下降,  $L_p = 0$ 时耕地比重不变,  $L_p < 0$ 时耕地比重递增。

利用上述公式对湖北省1990-2015年耕地变更数据进行计算,结果显示研究时段内湖北省耕地数量年变化差异明显(见图2):①1990-2003年耕地总面积递减期内的耕地年递变速率与耕地结构递转系数浮动频率较小,但幅度较大,主要体现为2002-2003年耕地面积大幅减少,耕地比重明显降低。②2004-2015年耕地总面积递增期间的耕地年递变速率与耕地结构递转系数浮动频率

较大，但幅度较小。

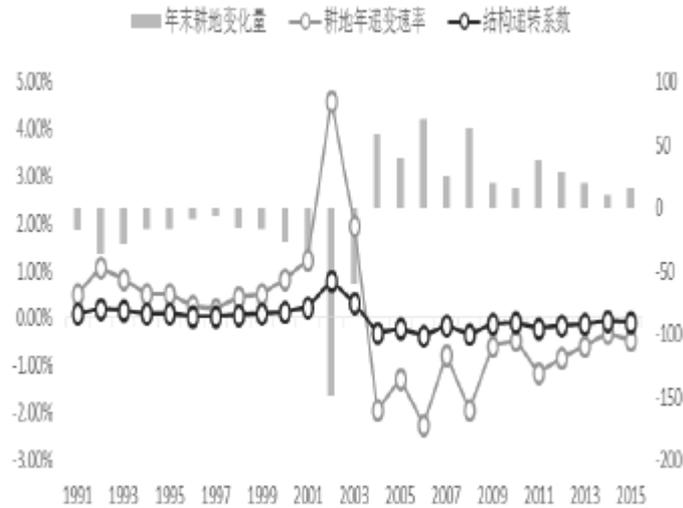


图2 湖北省耕地年变化量、年递变速率与结构递转系数

## 2 湖北省耕地变化的政策驱动分析

### 2.1 驱动因子选取与量化

2.1.1 社会经济发展因子。参考相关文献对耕地数量变化驱动因子的选择，本文特选取7个因素作为社会经济类指标变量，这些指标变量分别是：（1）非农产业GDP所占地区GDP总量的比例，反映产业城市化对耕地面积变化的影响；（2）非农人口占总人口的比例，反映城市化发展对耕地变化的影响；（3）全社会固定资产投资，反映固定资产投资变化对耕地数量变化的影响；（4）粮食产量，反映粮食生产能力与耕地面积变化的关系；（5）粮食作物种植面积占农作物总播种面积的比例，反映农业产业结构调整与耕地变化的关系；（6）农村居民家庭收入与城镇居民人均可支配收入的比值，反映由收入差别引起的农户土地利用行为对耕地变化的影响；（7）路网密度，即交通道路总长度与土地总面积的比例，反映交通建设占用对耕地变化的影响。

### 2.1.2 耕地保护调控因子。根据国家耕地保护政策及相关法律

规定，湖北省在开展耕地保护工作中采取了一系列行之有效的做法。1993年出台了《湖北省基本农田保护试行办法》；1999年以来大力开展土地整治工作；2004年全省启动46个粮食主产县（市、区）基本农田的高标准整治；2006年湖北省被国土资源部列为首批城乡建设用地增减挂钩试点的地区之一；2007年省政府出台《湖北省市州人民政府耕地保护目标责任制考核办法》；1997-2010年与2010-2020年的两轮《湖北省土地利用规划》对耕地指标进行了合理控制。基于以上分析，本文采用“德尔菲法”，将湖北省耕地保护相关政策、法规的执行力度进行分级量化，具体方法是：将1990-1992年政策力度定义为3；1993-1995年的定义为4；1996-1998年的定义为5；1999-2003年的定义为6；2004-2007年的定义为7；2008-2015年的定义为8。

### 2.2 驱动力模型构建与应用

实践证明，如果没有强有力的保护措施，最终将减少到耕地保有底线；在现实中，由于耕地保护落实不到位，耕地数量往往减少到保有底线以下。基于此，本文引入“耕地转用饱和度”来说明在耕地保护政策影响下，耕地数量变化的阈值和范围，其表达式为：

$$K = \frac{Llg^\theta}{Y} \quad (3)$$

式(3)中K为耕地转用饱和度,显然 $K \in [0, 1]$ ,L为耕地保有底限,Y为耕地数量, $\theta$ 为耕地保护政策强度,且 $\theta \in \{1, 2, 3, \dots, 10\}$ 。由于区域耕地数量Y的变化幅度较小,因此K值的变化主要取决于 $Llg^\theta$ 的大小。若 $\theta$ 取值越小,耕地保护政策强度就越低,实际的耕地保有数量 $Llg^\theta$ 就越少,K值越小;反之亦然。当 $\theta=10$ ,即耕地保护政策强度最大时, $K=L/Y$ ,当且仅当 $Y=L$ , $K=1$ ,耕地数量达到保有底限,才能有效保障耕地数量。取基本农田保护面积为耕地保有底限L,将1990-2015年耕地政策保护强度及耕地数量代入公式(3),可得湖北省1990-2015年“耕地转用饱和度”变化曲线(见图3)。



图3 湖北省1990-2015年耕地转用饱和度变化曲线

如图4所示,湖北省25年间的耕地转用饱和度变化呈logistic曲线特征,因此借鉴logistic曲线模型,将前述7个社会经济指标变量按编号对应地设为 $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7$ ,则K在社会经济因子驱动下的变化关系式可表达如下:

$$k = \frac{1}{(1 + ae^{-(a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n)})} \quad (4)$$

式(4)中 $x_i (i=1, 2, 3, \dots, n)$ 为社会经济驱动因子, $a (i=1, 2, 3, \dots, n)$ 为社会经济驱动因子系数。将式(3)带入式(4)中,变换后可得耕地数量变化驱动力模型:

$$Y = Llg^\theta(1 + ae^{-(a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n)}) \quad (5)$$

对于式(5),设, $Y_0 = \ln\left(\frac{Y}{Llg^\theta} - 1\right)$ 则可得:

$$Y_0 = \ln a - a_1x_1 - a_2x_2 - \dots - a_nx_n \quad (6)$$

由此,对模型(5)中社会经济驱动因子系数的求解转换为多元线性回归问题。利用SPSS分析平台,选择逐步分析法,解得湖北省1990-2015年耕地数量变化方程为:

$$Y = L^{lg\theta} (1 + e^{(11.26 - 0.138x_1 - 0.002x_4 + 0.102x_5)})$$

$$Y = L^{lg\theta} (1 + e^{(5.444 - 0.111x_2 - 0.003x_4 + 0.115x_5)}) \quad (7)$$

对于式(7)，显著性检验系数  $R^2=0.935$ ，通过 1% 的显著性检验。结合湖北省耕地变化的阶段性特征，运用同样的方法分别求解湖北省 1990-2003 年和 2004-2015 年的耕地数量变化方程，设两个时段内的耕地数量为  $Y'$ ，可得： $Y' = L^{lg\theta} (1 + e^{(4.211 - 0.002x_3)})$

$$Y' = L^{lg\theta} (1 + e^{(4.211 - 0.002x_3)}) \quad (8)$$

$$Y'' = L^{lg\theta} (1 + e^{(6.979 - 0.003x_4)}) \quad (9)$$

对于式(8)、(9)，显 2.3 模型结果分析

由式(7)(8)(9)可知，在耕地保有底限和耕地保护政策强度决定的耕地变化阈值约束下，湖北省 1990-2015 年间耕地变化主要是非农产业 GDP 比重 ( $X_1$ )、粮食产量 ( $X_4$ ) 以及粮食作物种植面积比重 ( $X_5$ ) 有较强相关性，说明 25 年来湖北省耕地变化是产业城市化发展、农村产业结构调整、粮食生产能力提高以及耕地保护力度增强等因素共同作用的结果。其中 1990-2003 年间湖北省耕地数量变化主要与全社会固定资产投资额 ( $X_3$ ) 相关，在一定程度上反映了湖北省建设急剧扩张对耕地逐年减少具有主要影响，究其原因，主要因为这一阶段全省非农产业 GDP 比重以年均 2% 的速度持续增长，经济发展一方面引发更多的建设需求，另一方面也提高了建设资金总量和社会发展基础（全社会固定资产投资逐年增加），由于耕地保护政策力度相对较弱，在比较利益驱使下，产业结构非农化加剧，粮食作物播种面积比重与粮食产量明显下降，耕地保护让位于城市扩张，耕地资源持续减少；相较之下，2004-2015 年间湖北省耕地变化则主要表现为与粮食产量 ( $X_4$ ) 有关，这一阶段湖北省非农产业比重及全社会固定资产投资虽持续增加，但在不断加强的耕地保护政策调控下，粮食作物种植面积比重下降的趋势得到有效控制，粮食生产能力有所提高，耕地数量减少得到有效缓解。

### 3 结论与建议

综合以上分析，湖北省 25 年来城市化进程加速带来的产业结构非农化和建设扩张是耕地流失的主要影响因素，而基于粮食安全制定和实施的耕地保护政策对维护耕地数量的稳定性和耕地资源的可持续利用具有重要作用。要保证耕地资源的可持续利用，不仅要制定严格的耕地保护政策，还须对政策实施进行有效监督和管理，建立长效的耕地保护机制。结合湖北省城市化进程中耕地资源面临的主要问题，本文提出如下对策与建议：

(1) 通过土地利用总体规划合理引导土地需求，科学制定新增建设用地规模、新增建设占用耕地规模、土地整理复垦开发增加耕地面积等标准，严格控制建设用地扩张，加强土地集约节约利用，强化对基本农田、生态用地和耕地的保护。

(2) 严格执行耕地占补平衡制度，将耕地总量动态平衡的保护目标转变为耕地资源耕作能力动态平衡的政策目标，根据我国粮食安全底线，确定湖北省及各县域耕地资源耕作能力动态平衡目标，保证耕地数量不减少、质量不下降。

(3) 加强监管力度，加大对违法违规行为的惩罚力度，同时将耕地保护纳入各级政府政绩考核体系，建立并完善激励和惩罚措施，为中央和地方政府协同机制提供动力；此外加强耕地利用和粮食生产的资金、技术投入，完善农户社会保障体系，整合耕地使用决策者与农户的利益，有效抑制耕地非农化流失。

参考文献

- 
- [1]彭文甫, 周介铭. 近 50 年四川省耕地变化分析[J]. 资源科学, 2005 (03) .
- [2]曾祥坤, 李贵才, 王仰麟. 基于 logistic 曲线的快速城市化地区耕地变化人文驱动力建模——以深圳市为例[J]. 资源科学, 2009 (04) .
- [3]张磊, 吴炳方, 朱亮. 三峡工程建设期库区耕地的时空变化及驱动力分析[J]. 地球信息科学学报, 2011 (03) .
- [4]陈朝, 朱明栋, 李翠菊. 湖北耕地变化驱动力分析[J]. 华中农业大学学报, 2006 (02) .
- [5]汪涌, 蔡运龙, 蒙吉军. 中国耕地流转驱动力研究综述[J]. 资源科学, 2007 (03) .
- [6]周炳中, 赵其国, 杨浩. 江苏省耕地变化及其驱动机制的数理探讨[J]. 土壤学报, 2003 (05) .
- [7]彭凌, 丁恩俊, 谢德体. 中国耕地数量变化与耕地保护政策关系的实证分析[J]. 西南大学学报, 2011 (11) .
- [8]李元珍. 央地关系视阈下的软政策执行——基于成都市 L 区土地增减挂钩试点政策的实践分析[J]. 公共管理学报, 2013 (03) .
- [9]翟文侠, 黄贤金. 我国耕地保护政策运行效果分析[J]. 中国土地科学, 2003 (02) .
- [10]段晓璐, 董捷. 武汉城市圈城乡建设用地增减挂钩中的政府博弈行为分析[J]. 农业与技术, 2013 (02) .