

中国耕地资源人口生存系数研究

穆怀忠 张文晓

【内容摘要】中国耕地资源人口生存系数立足于研究城乡人口结构条件下的耕地产出收益对城乡人口的容纳承载能力。文章构建耕地资源人口生存系数总模型,以及一阶、二阶分模型,提出耕地资源人口生存系数的适度上下限及其检验标准,并对全国及各省进行了统计分析。研究发现,中国现存耕地资源一阶人口生存系数较高,适度检验效果良好;二阶人口生存系数较低,适度检验不足。在当前城镇化水平下,国家 18 亿亩耕地红线接近满足现有城乡人口生存需求下限,未来国家 18 亿亩耕地红线的人地生存指数平衡点约为 2030 年。城乡人口增长率、城镇化水平、耕地产出收益与耕地资源人口生存系数存在关联,均是提高中国耕地资源人口生存系数并实现人地协调发展的重点调控指标。

【关键词】耕地资源人口生存系数; 城乡人口结构; 耕地红线; 城镇化水平

【作者简介】穆怀忠, 辽宁大学副校长、教授、博士生导师; 张文晓, 辽宁大学人口研究所博士研究生。辽宁 沈阳: 110036

A Study of the Population Survival Coefficient of Arable Land Resources of China

Mu Huaizhong Zhang Wenxiao

Abstract: The purpose of investigating the Population Survival Coefficient of Arable Land Resources (PSCL) of China is to examine the coordinated development relationship between land output benefit and population survival needs under the current urban and rural population structure. We build a general PSCL model and the first-order (PSCL¹) and second-order (PSCL²) exponential PSCL models, with the PSCL high and low moderate line and the test standards, to conduct the statistical analysis of the national and provincial PSCL. Results show that China's existing PSCL¹ is higher and moderate test is adequate, but PSCL² is lower and moderate test is inadequate. Under the current level of urbanization, the bottom line of 1.8 billion mu arable land could only meet the lower limit of the demand of the current urban and rural populations, and the balance of population-land relation would occur in 2030. China's PSCL is affected by urban and rural population growth, urbanization level and land output benefit, which are the key factors to improve PSCL in China.

Keywords: Population Survival Coefficient of Arable Land Resources, Urban and Rural Population Structure, Urbanization Level, Bottom Line for the Preservation of Arable Land

Authors: Mu Huaizhong is Vice President and Professor, Liaoning University; Zhang Wenxiao is PhD Candidate, Population Research Institute, Liaoning University. Shenyang 110036. Email: zwxlnu@126.com

1 引言

耕地资源具有满足人类生存需求的功能,具体体现在农民通过种植不同作物获得的耕地收益来满足日常家庭生活消费支出。我国耕地资源数量有限、优质耕地资源匮乏、耕地后备资源紧缺,并且伴随着城镇化进程的推进,大量耕地被占用,人均耕地面积不断下降。第二次全国土地调查数据显示,1996年人均耕地1.59亩,到2009年下降到1.52亩,不足世界人均耕地3.38亩的水平的一半。耕地锐减的严峻形势使耕地对人口生存的支撑能力形成了重大的压力。

目前国内外学者对耕地资源与人口的关联性研究主要从粮食安全、土地资源持续利用的角度出发,集中研究土地承载力。基于耕地资源的粮食产出,以粮食安全与耕地保证程度的视角,设定年人均粮食消费水平来计算耕地对人口的支撑作用,提出从土地综合生产能力与食物消费安全两方面来解决中国的粮食安全与耕地保障问题(封志明 2007)。耕地资源除粮食产出外,还具有经济产出,将土地人口承载力分为食物型人口承载力和货币型人口承载力两类,并以呼和浩特市为例,预测该市土地人口承载力(哈斯巴根 2008)。通过对土地承载力规定和影响要素的分析,发现土地承载力与生态、环境稳定性具有反向关联,以及土地承载力增长同人口与环境平衡间断的必然性,并探讨避免间断性、保证持续性的途径(原华荣 2007)。由于人口、工业化与生态用地对耕地资源产生巨大压力,利用驱动力-压力-状态-影响-响应(DPSIR)模型评价耕地资源持续利用水平,并提出提高土地利用持续能力的途径(于伯华 2008)。发展中国家面临着粮食安全的挑战,人口增长、城镇化以及有限的耕地增长潜力意味着粮食产量必须增加,以满足不断增加的粮食需求(FAO,1995)。在耕地保护政策的基础上,其他生产要素的投入能够弥补耕地资源的不足以保障粮食安全(Erik Lichtenberg 2008)。利用联合国粮农组织1970~2005年数据分析各国耕地资源变动情况,发现耕地资源增速落后于人口增速,粮食进口国家需加快农业集约化进程(Thomas K. Rudel 2009)。

土地承载力考察的是耕地粮食产量能承载的人口限度,即中国现有耕地可以养活多少人吃饭,反过来推导现有和未来的总人口需要有多少耕地产粮来供养。土地承载力研究把人口作为耕地粮食产出供养客体角度把人地关系间接连接在一起,没有把人口既作为耕地产出供养的客体又作为耕地生产投入的主体,将人地关系直接连接在一个有机整体中,进而不能解释现有耕地上的农村人口是否靠耕地收益就能生存?现有耕地的产出除了满足农民的生存所需外还能满足多少城镇人口的食物需求?为了进一步破解这些人地关系的内在联系,把人口既作为耕地供养的客体又作为耕地生产的主体,提出“耕地资源人口生存系数”概念和数理分析模型,并对其进行理论和实证分析。

2 研究方法与模型构建

耕地资源人口生存系数立足于人地关系的有机统一,是对传统土地承载力的改进,需要特定的前提条件、理论主意,以及独立的数理分析模型,用以定量研究城乡人口与耕地的协调发展。

2.1 前提条件及理论立意

前提条件一:传统土地承载力以粮食产量代表耕地产出收益,耕地资源人口生存系数研究以农业增加值^①代表耕地产出收益。随着农业结构的调整和农业用地的内部转化,农民耕种结构由粮食种植转为粮食、蔬菜、果园或花木等综合种植。1995~2011年,粮食作物种植面积由73.43%下降到了68.14%,蔬菜种植面积由6.35%上升到了12.1%^②。以粮食产量衡量的耕地生产潜力会被低估,我们使用农业增加值,即扣除了物质消耗及生产服务支出之后的农业产值作为衡量耕地产出的指标。

① 农业增加值是指扣除了物质消耗及生产服务支出之后的农业产值,可视为耕地带来的纯收益。

② 《中国统计年鉴》1995~2012。

前提条件二:传统土地承载力以人均粮食消费量代表人口生存需求,耕地资源人口生存系数研究以人均生活消费支出代表人均生活消费需求。近年来,随着城乡居民收入的普遍提高,农村和城镇居民的食品消费模式已由供给约束型转变为需求导向型,由温饱型向营养健康型过渡(刘华,2009),表现为由单一的粮食消费增长转变为副食品与动物性食品的共同增长,1995~2011年农村居民人均原粮消费从258.9公斤下降到170.7公斤,肉类的消费量从13.6公斤增加到23.3公斤。城镇居民人均粮食消费从97公斤下降到80.71公斤,肉类的消费量从23.65公斤增加到35.17公斤^①,城乡居民膳食结构更注重营养的均衡,已从“吃饱”向“吃好”转变,以人均粮食消费水平衡量的生存需求会被低估。考虑现实合理性,生存需求水平依据家庭人均生活消费支出指标设立,构成只满足食物消费支出的“生存需求适度下限”和满足“衣食住行”基本生活消费支出的“生存需求适度上限”。

前提条件三:耕地资源人口生存系数的研究可分解为两种统计口径,即以各省份农村人口为单位的小口径统计和以全国城乡总人口为单位的大口径统计。前者称之为耕地资源人口“一阶生存系数”,通过研究各省份耕地可供养农村人口与当地待供养农村人口之间的一致性程度,重点分析耕地对作为耕地生产主体的农村人口的生存需求的供养程度;后者称之为耕地资源人口“二阶生存系数”,研究全国耕地可供养农村人口与全国待供养农村人口的一致性程度外,进一步分析现有耕地可供养的城镇人口,即耕地供养城乡人口的限度,验证在现阶段城镇化水平下,保证18亿亩耕地红线的必要性。

在上述前提条件基础上,进一步提出耕地资源人口生存系数理论立意。

理论立意一 耕地资源人口生存系数立足于研究耕地产出收益对城乡人口生存需求的福利贡献。从耕地资源的劳动投入和种植产出有机统一角度,研究耕地资源对人口生存系数的供给水平,其中对生产主体农民的生存系数水平是基本生活需要的供给,因为耕地生产主体农民主要靠耕地为生,既要满足生存需求下限又要满足生存需求上限,为此设计了一阶生存系数;对城镇人口的生存系数水平只是食品需求的供给,即满足生存需求下限,为此设计了二阶生存系数。

理论立意二 耕地资源人口生存系数立足于研究人地关系基础上的城乡人口结构和地区人口结构的双协调发展。耕地资源人口生存系数的大小由农村人口生存需求上下限和城镇人口生存需求下限总和决定,这样就推导出农村人口比重越高或发展越快,耕地资源人口生存系数的值越小,即耕地面临的压力就越大。由此就需要有序地实施城镇化,合理实施农村人口向城镇迁移。同时,对于耕地资源人口生存系数高的地区,也可以实施合理的人口迁入。实现以耕地资源人口生存系数为参照标准,立足于人地资源协调发展的城乡人口和地区人口合理迁移及结构优化。

理论立意三 耕地资源人口生存系数立足于研究以人为本,满足现阶段及未来城乡人口结构条件下耕地红线的变动趋势。随着城镇化进程的推进,农村人口逐渐向城镇迁移,可以减轻耕地资源对满足农民生存需求的压力,但这种压力的减轻是有限的,因为城镇化之后的人口仍需要耕地保证城镇人口的食品需求(城镇生存需求下限)。所以耕地二阶生存系数是我们确定国民生存耕地红线的基本依据。

理论立意四 耕地资源人口生存系数立足于研究确定全国及各地区耕地资源人口生存适度水平,并与现实人口数量比较,提出耕地资源与人口协同发展路径和策略。依据人口生存需求下限和上限的测量指标,研究我国耕地资源人口生存系数的适度水平,以及与其标准值之间的差距,探讨实现耕地资源人口生存系数适度发展的因素和路径。

^① 《中国统计年鉴》1995~2012。

理论立意五 耕地资源人口生存系数立足于研究发现耕地资源保障人口生存需求中的相关因素和发展规律。在耕地资源人口生存系数体系中,存在着耕地产出增长与人口生存需求增长的同步与差异,通过耕地产出增长和人口增长的协调发展路径,实现耕地资源人口生存指数的适度化和人地协调发展。

依据以上前提条件和理论立意,进一步提出耕地资源人口生存系数数理模型,用以定量研究城乡人口与耕地的协调发展。

2.2 耕地资源人口生存系数模型构建

依据前提条件一和前提条件二可构建耕地资源人口生存系数总模型,并进一步依据前提条件三中的两种统计口径将其分解为两个分模型,分析耕地一阶人口生存系数的适度上下限,耕地二阶人口生存系数的适度上下限,及中国耕地资源对城乡人口生存系数总限度。选取 2000~2010 年全国 31 个省、市、自治区(未包括台湾省和香港、澳门特别行政区)的面板数据构建耕地资源人口生存系数模型。

2.2.1 耕地资源人口生存系数总模型

耕地资源人口生存系数(The Population Survival Coefficient of Arable Land Resources, PSCL),简称耕地生存系数,反映某一国家或地区的耕地可供养人口与现实待供养人口之间的一致性程度,具体见公式(1):

$$PSCL = \frac{P'}{P} \quad (1)$$

式中, P' 表示耕地可供养的人口, P 表示现实待供养人口。

耕地生存系数的数值代表倍数关系, $PSCL > 1$ 表明耕地可供养人口大于现实待供养人口,耕地生存系数富余; $PSCL < 1$ 表明耕地可供养人口小于现实待供养人口,耕地生存系数不足; $PSCL = 1$ 时是标准的适度水平。在总模型的基础上,以省级农村人口为目标人群,构建耕地一阶生存系数模型,并加入城镇人口目标人群,构建耕地二阶生存系数模型。

2.2.2 耕地一阶生存系数分模型

耕地一阶生存系数以省级农村人口作为统计口径,重点研究耕地产出收益是否能满足耕地生产主体农民的基本生存需求。耕地一阶生存系数分模型由各省农村耕地可供养人口与现实待供养农村总人口之比构成,见公式(2):

$$PSCL_i^1 = \frac{P'_{r_i}}{P_{r_i}}, \quad i = 1, 2, \dots, 31 \quad (2)$$

式中, $PSCL_i^1$ 表示*i*地区耕地一阶生存系数。 P'_{r_i} 表示*i*地区农村现有耕地理论可供养的农村人口,可以表达为农村耕地总产值除以农村居民人均生活消费支出, P_{r_i} 表示*i*地区现实待供养农村人口,公式(2)可变形为公式(3):

$$PSCL_i^1 = \frac{Y_i/c_{r_i}}{P_{r_i}}, \quad i = 1, 2, \dots, 31 \quad (3)$$

式中, Y_i 表示*i*地区耕地总产值, c_{r_i} 表示*i*地区农村居民人均生活消费支出。

为了进一步研究耕地一阶生存系数的内在决定因素,我们在公式(3)的基础上,进一步引入耕地面积作为中间变量,见公式(4)。

$$PSCL_i^1 = \frac{Y_i/c_{r_i}}{P_{r_i}} = \frac{Y_i/S_i/c_{r_i} \times S_i}{P_{r_i}} = \frac{y_i/c_{r_i} \times S_i}{P_{r_i}}, \quad i = 1, 2, \dots, 31 \quad (4)$$

S_i/P_{r_i} 为*i*地区农村人均耕地面积,公式(4)可分解为单位耕地能够养活农村人口数与农村人均

耕地面积的乘积,见公式(5):

$$PSCL_i^1 = (y_i/c_{r_i}) \times s_{p_i}, i = 1, 2, \dots, 31 \quad (5)$$

式中, y_i 表示 i 地区的单位耕地产值, s_{p_i} 表示 i 地区农村人均耕地面积, (y_i/c_{r_i}) 代表 i 地区单位耕地可供养的农村人口数。

由此,从公式(5)能够清晰看出耕地一阶生存系数的两个内在决定因素是“单位耕地可供养农村人口数”与“农村人均耕地面积”,这两个因素对耕地一阶生存系数都正相关。

在公式(5)的基础上,依据农村居民生存需求的适度上下限,耕地一阶生存系数可扩展为耕地一阶生存系数适度上限及耕地一阶生存系数适度下限。前者是指耕地能供养满足“衣食住行”基本生活下的农村人口限度与待供养耕地生产主体农村人口间的一致性程度,后者是指耕地能供养满足食品支出(恩格尔系数)下的农村人口限度与待供养耕地生产主体农村人口间的一致性程度。耕地一阶生存系数适度上下限测定值,由各省单位耕地收益、当地农村居民的生存需求适度上下限以及人均耕地面积三个指标构成,具体模型见公式(6)和(7):

$$PSCL_{H_i}^1 = (y_i/c_{H_i}^e) \times s_{p_i}, i = 1, 2, \dots, 31, \quad \text{适度上 } PSCL_{H_i}^1 \geq 1 \quad (6)$$

$$PSCL_{L_i}^1 = (y_i/c_{L_i}^e) \times s_{p_i}, i = 1, 2, \dots, 31, \quad \text{适度下 } PSCL_{L_i}^1 < 1 \quad (7)$$

$c_{L_i}^e$ 表示 i 地区农村居民人均食品消费支出, $c_{H_i}^e$ 表示 i 地区农村居民人均“衣食住行”基本生活消费支出, $PSCL_{H_i}^1$ 表示耕地生存系数适度上限测定值, $PSCL_{L_i}^1$ 表示耕地生存系数适度下限测定值。 $PSCL_{H_i}^1 \geq 1$ 代表耕地一阶生存系数处于适度上水平, $PSCL_{L_i}^1 < 1$ 代表耕地一阶生存系数处于适度下水平。

耕地一阶生存系数适度上下限的设定,可以作为分析现有耕地生存系数是否处于适度状况的尺度。当耕地生存系数下限测定值小于1时,说明现有耕地生存系数没达到适度水平;当生存系数下限测定值大于1且上限测定值小于1时,说明现有耕地生存系数处于适度水平;当生存系数上限测定值大于1时,说明现有耕地生存系数处于富余水平。依据耕地生存系数上下限的测定值,可以对全国个地区的现有耕地生存系数状况进行分类。具体分为三种类型(见表1):一类地区的耕地生存系数下限测定值小于1,属于适度下区间;二类地区的耕地生存系数下限测定值大于1且耕地生存系数上限测定值小于1,属于适度区间;三类地区耕地生存系数测定值大于1,属于适度上区间。

表1 耕地生存系数的分类标准及适度性评价

Table 1 The Standard of Classification and Applicability Evaluation of PSCL

地区分类	一类地区	二类地区	三类地区
指标及评价			
耕地一阶生存系数适度下限测定值($PSCL_{L_i}^1$)	<1	≥ 1	≥ 1
耕地一阶生存系数适度上限测定值($PSCL_{H_i}^1$)	<1	<1	≥ 1
地区适度性评价	适度下	适度区间	适度上

2.2.3 耕地二阶生存系数分模型

耕地二阶生存系数在耕地一阶生存系数的基础上,加入城镇人口目标人群,以全国城乡人口作为统计口径,测量“现有耕地的产出收益除了满足耕地主体农民的生存需求上限外还能满足多少城镇人口的生存需求下限”,进一步研究耕地产出的城乡人地协调关系。

耕地二阶生存系数分模型由耕地理论可供养城乡总人口与现实待供养城乡总人口之比构成,见公式(8):

$$PSCL^2 = \frac{P'_r + P'_u}{P_r + P_u} \quad (8)$$

式中, P'_r 表示耕地可供养的农村人口限度, P'_u 表示耕地可供养的城镇人口限度, P_r 表示现有农村人口, P_u 表示现有城镇人口。其中, P'_u 是一个待判定的变量,即在现有耕地能够完全满足农民生存需求之外才存在的变量。

首先,为检验全国耕地是否能供养全部的农村人口,在公式(8)的基础上,以全国农村人口为目标人群,计算全国耕地一阶生存系数,见公式(9):

$$PSCL_N^1 = \left(Y / \sum_{i=1}^n S_i \right) / \bar{c}_r \times \sum_{i=1}^n S_i / P_r, \quad i = 1, 2, \dots, 31 \quad (9)$$

式中, Y 表示全国耕地收益, \bar{c}_r 表示全国农村人均生活消费支出, P_r 表示现实全国农村总人口。

当 $PSCL_N^1 \leq 1$ 时,全国耕地只能供养部分农村人口,这部分农村人口限度可以由全国耕地收益除以农村人均生活消费支出而得,此时耕地无能力供养城镇人口,这部分城镇人口为0;当 $PSCL_N^1 > 1$ 时,全国耕地可供养全部待供养农村总人口和部分城镇人口,供养城镇人口限度可以由耕地满足全部农村人口后的剩余产值除以城镇人均生活消费支出而得。具体见公式(10)和(11):

$$\text{当 } P'_r \leq P_r \text{ 时, } P'_u = 0 \quad (10)$$

$$\text{当 } P'_r > P_r \text{ 时, } P'_u = (PSCL_N^1 - 1) \times P_r \times \bar{c}_r / \bar{c}_u \quad (11)$$

式中, P'_r 表示耕地可供养的农村人口限度, P'_u 表示耕地可供养的城镇人口限度, \bar{c}_u 表示全国城镇居民人均生活消费支出。

由于耕地生存系数对于城镇人口只是满足生存需求下限,对于靠耕地为生的农民既要满足“吃”的生存需求下限又要满足“吃穿住行”的生存需求上限,我们选取城乡人口生存需求下限作为耕地二阶生存系数下限,选择农村人口生存需求上限和城镇人口生存需求下限作为耕地二阶生存系数上限。耕地二阶生存系数适度上下限的分类标准及适度性评价与耕地一阶生存系数标准一致,分别与耕地生存系数适度标准值1比较(见表1)。

3 全国耕地一阶生存系数定量分析

在建立了耕地生存系数总模型和分模型基础上,我们对全国及各地区耕地生存系数进行定量分析。

3.1 全国耕地一阶生存系数测算

依据耕地生存系数模型,选取2000~2010年各省人均耕地面积、单位耕地收益、农村居民人均生活消费支出作为耕地生存系数的参数(见表2)。统计分析发现,2010年较之2000年,以上耕地生存系数的参数存在三方面变化。第一,大部分省份的农村人均耕地面积呈上升趋势,有11个省份呈下降趋势,其中北京、上海、福建、广东四个省份农村人均耕地面积基数小且下降幅度较大,山东、广西、四川三个省份农村人均耕地面积下降幅度最大,青海、宁夏、西藏三省农村人均耕地面积基数较大且下降幅度较小;第二,所有省份的单位耕地收益都有明显的增加,即使是农村人均耕地面积下降的省份,也通过提高耕地收益而弥补了耕地面积下降的不足,2010年各省份单位耕地的农业收益均是2000年的2倍以上,其中青海更是达到了5倍之多;第三,农村居民人均消费水平不断提高,具体体现在对食品、衣着、居住和交通通讯四方面支出的增加。以上三方面的指标值是进一步对耕地一阶生存系数定量分析的基本数据,其现有水平和变化趋势决定着各地区耕地一阶生存系数基本状况和趋势。

表2 2000、2005与2010年各省份耕地生存系数基础数据

Table 2 Basic Data of PSCL by Province in 2000, 2005 and 2010

地区	2000年				2005年				2010年			
	s_{p_i}	y_i	$c_{H_i}^r$	$c_{L_i}^r$	s_{p_i}	y_i	$c_{H_i}^r$	$c_{L_i}^r$	s_{p_i}	y_i	$c_{H_i}^r$	$c_{L_i}^r$
北京	1.6	1009.7	2055.4	1304.7	2.5	1468.2	3455.2	1736.0	1.3	2060.2	6796.7	2994.7
天津	1.4	575.1	1197.4	800.0	1.4	719.8	1973.4	1171.4	2.5	1237.8	3782.5	2060.8
河北	2.1	474.7	819.1	539.3	2.6	882.4	1407.7	888.4	2.3	1762.9	2906.8	1351.4
山西	3.2	185.9	689.4	558.9	2.3	253.3	1220.5	830.5	3.3	615.6	2660.7	1372.5
内蒙古	8.3	170.2	969.0	723.4	3.2	297.2	1590.0	1054.3	9.7	547.0	3343.4	1675.0
辽宁	3.3	424.3	1052.1	815.7	8.5	626.0	1823.9	1127.2	3.7	1102.3	3277.3	1714.2
吉林	6.5	256.2	932.0	705.4	3.5	414.3	1498.9	1003.2	6.5	695.0	2954.5	1523.3
黑龙江	9.6	154.3	924.2	682.8	6.4	269.9	1654.0	923.6	10.4	493.8	3120.8	1484.0
上海	2.8	915.7	2482.6	1822.6	9.8	1225.6	4730.7	2683.9	1.5	1828.2	7890.7	3806.8
江苏	1.8	799.5	1402.5	1017.6	2.1	1274.8	2318.6	1569.3	2.3	2177.8	4797.9	2491.5
浙江	1.3	1172.7	1938.5	1406.4	1.9	1645.7	3531.4	2061.4	1.4	2595.0	6797.4	3055.6
安徽	2.0	480.3	792.9	693.2	1.4	585.2	1427.6	999.8	2.5	1108.2	3071.7	1633.0
福建	3.0	1337.6	1445.8	1172.4	2.2	1811.4	2140.2	1517.6	1.3	3089.0	4350.9	2537.2
江西	1.5	569.4	985.6	894.5	1.1	796.6	1614.4	1220.5	1.7	1260.4	3101.8	1812.7
山东	4.8	660.9	1062.5	781.9	1.6	1024.4	1778.3	1087.7	2.3	1904.2	3592.2	1804.5
河南	1.7	618.0	789.5	654.1	2.2	899.2	1229.5	859.0	2.1	1750.1	2799.3	1371.2
湖北	2.1	515.0	933.4	827.3	1.8	815.5	1579.6	1192.3	2.4	1779.1	3128.4	1763.1
湖南	1.3	743.4	1165.8	1053.4	2.2	1220.5	1791.7	1433.0	1.5	2520.9	3360.7	2087.9
广东	2.0	1126.2	1587.6	1317.5	1.4	1749.3	2410.0	1789.4	1.2	2895.1	4469.3	2630.1
广西	5.7	451.7	892.8	825.0	1.2	784.4	1527.2	1186.7	2.3	1440.5	2788.7	1675.4
海南	2.0	829.1	890.3	844.3	2.1	1051.0	1279.9	1134.8	2.5	2014.2	2764.1	1724.5
重庆	1.9	483.6	837.3	747.6	2.4	834.1	1392.4	1130.4	2.5	1387.3	2803.9	1750.0
四川	6.2	598.5	890.8	810.8	2.2	843.5	1478.2	1244.4	1.9	1610.5	3093.8	1881.2
贵州	2.5	261.8	658.0	687.4	1.6	323.1	1009.1	819.9	2.9	573.1	2308.4	1319.4
云南	2.9	289.8	762.5	749.2	2.5	401.2	1162.9	975.7	3.0	668.9	2741.2	1604.5
西藏	3.2	333.5	670.0	885.6	2.9	264.3	1120.5	1185.2	2.3	562.3	2287.7	1325.7
陕西	3.0	277.3	750.7	543.8	2.7	477.9	1232.7	812.9	3.0	1127.3	2710.9	1299.2
甘肃	3.9	184.5	650.4	525.2	2.6	300.9	1182.7	858.9	4.3	631.5	2307.8	1315.3
青海	3.0	132.5	730.9	705.2	3.9	286.5	1284.4	893.3	2.6	676.8	3011.9	1442.9
宁夏	5.7	141.7	850.3	691.3	2.5	280.0	1361.4	922.5	5.0	665.4	3064.8	1541.8
新疆	5.1	345.3	741.9	618.2	4.8	619.8	1250.9	803.8	4.9	1313.1	2775.4	1394.4

注:① s_{p_i} (亩/人)表示各省农村人均耕地面积, y_i (元/亩)表示各省单位耕地收益, $c_{H_i}^r$ (元/人)表示各省农村居民人均生存需求上限消费值,即满足“衣食住行”的基本生活消费, $c_{L_i}^r$ (元/人)表示农村居民人均生存需求下限消费值,即满足“吃”的食品消费;②耕地数据来源于国土资源部2008年度耕地变更调查截止时点为2008年12月31日。2010年耕地面积根据《全国耕地利用总体规划纲要》提出的要求,为18.18亿亩,年均减少0.2%,假定各省份年均耕地面积也减少0.2%。

资料来源《农村统计年鉴》(2001~2012年),中国统计出版社;《中国统计年鉴》(2001~2012年),中国统计出版社;《全国农村固定观察点调查数据汇编(2000~2009年)》,中国农业出版社;中国人口与发展研究中心 <http://old.cpwf.org.cn/tjsj/tjsj.asp>;中国可持续发展数据库 <http://www.chinasd.csdb.cn/stat.jsp>。

依据公式(6)、(7)可计算出2000~2010年各省耕地一阶生存系数上下限测定值,表3是以2000、2005和2010年为例的测算结果。

表3 2000、2005与2010年各地区耕地一阶生存系数测算结果

Table 3 Result of PSCL¹ by Province in 2000, 2005 and 2010

地 区	2000 年		2005 年		2010 年	
	耕地一阶 上限测定值	耕地一阶 下限测定值	耕地一阶 上限测定值	耕地一阶 下限测定值	耕地一阶 上限测定值	耕地一阶 下限测定值
北 京	0.55	1.26	0.59	1.17	0.38	0.86
天 津	0.42	0.98	0.94	1.58	0.81	1.49
河 北	0.83	1.83	1.41	2.24	1.42	3.06
山 西	0.23	1.07	0.65	0.96	0.76	1.46
内 蒙 古	0.28	1.95	1.58	2.38	1.59	3.17
辽 宁	0.55	1.72	1.21	1.95	1.24	2.37
吉 林	0.51	2.34	1.78	2.66	1.52	2.95
黑 龙 江	0.29	2.17	1.59	2.86	1.65	3.46
上 海	0.43	1.41	0.55	0.96	0.34	0.71
江 苏	0.63	1.38	1.06	1.57	1.03	1.99
浙 江	0.53	1.11	0.63	1.08	0.52	1.17
安 徽	0.67	1.41	0.89	1.28	0.91	1.71
福 建	2.44	3.36	0.92	1.30	0.89	1.53
江 西	0.41	0.94	0.78	1.03	0.68	1.17
山 东	2.05	4.04	1.28	2.09	1.24	2.46
河 南	0.97	1.57	1.34	1.91	1.28	2.61
湖 北	0.58	1.29	1.12	1.48	1.38	2.44
湖 南	0.45	0.90	0.98	1.22	1.14	1.84
广 东	0.96	1.72	0.89	1.20	0.78	1.32
广 西	1.24	3.13	1.06	1.36	1.18	1.96
海 南	1.41	1.95	1.98	2.23	1.82	2.91
重 庆	0.56	1.23	1.33	1.63	1.22	1.95
四 川	2.37	4.55	0.93	1.11	0.96	1.58
贵 州	0.28	0.95	0.79	0.98	0.72	1.26
云 南	0.32	1.13	1.01	1.20	0.74	1.26
西 藏	0.39	1.21	0.63	0.60	0.57	0.99
陕 西	0.47	1.50	1.02	1.54	1.24	2.59
甘 肃	0.31	1.35	0.98	1.35	1.16	2.04
青 海	0.08	0.56	0.55	0.79	0.59	1.22
宁 夏	0.15	1.17	0.99	1.46	1.10	2.18
新 疆	1.02	2.85	2.39	3.72	2.34	4.65
平均值	0.72	1.74	1.09	1.58	1.07	2.01

注:数据根据公式(6)、(7)计算而得。

2000~2010年,中国耕地一阶生存系数的上下限测定值都发生了变动。2000年耕地一阶生存系数上限测定值最大省份为福建,达到了2.44,最小省份为青海,仅有0.08,与此相对应,2000年耕地一阶生存系数下限测定值最大省份为四川,达到了4.55,最小省份为青海,其值为0.56。这说明,福建耕地生存系数上限空间还很大,四川耕地生存系数下限空间还很大,青海的耕地生存系数上下限空间不足。2010年耕地一阶生存系数上限测定值最大省份为新疆,达到了2.34,最小省份为北京,其值为

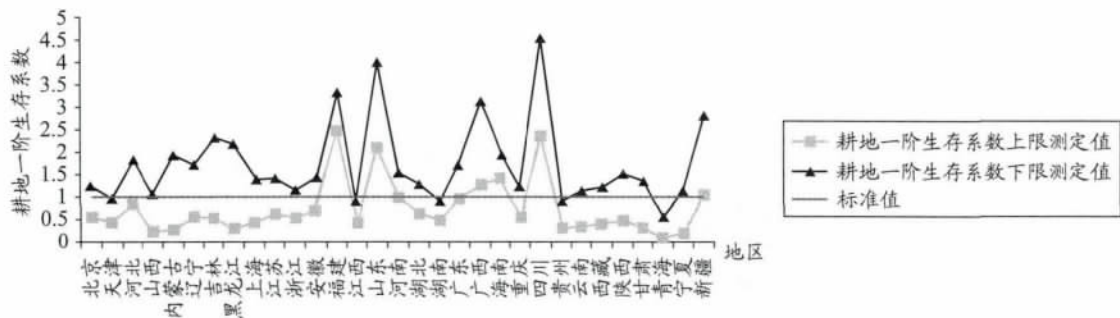
0.38 与此相对应 2010 年耕地一阶生存系数下限测定值最大省份为新疆,达到了 4.65,最小省份为上海,其值为 0.71。这说明,近十年的人地关系发生了很大变化,具体体现在耕地一阶生存系数上下限测定值的提高,上下限测定值提高省份均有 23 个,占全部省份的 74%。黑龙江、新疆等地耕地生存系数空间越来越显现出地区优势,经济发展水平最高的上海、北京越来越显现出耕地资源的压力。

3.2 全国耕地一阶生存系数适度性检验分析

为了进一步分析耕地一阶生存系数的地区差异,我们对全国各省耕地一阶生存系数适度情况进行检验和分类分析。依据表 1 分类标准,检验耕地生存系数上下限是否进入适度区的水平。通过检验 2000、2005 与 2010 年全国耕地一阶生存系数上下限测定值与标准值 1 的偏离程度,发现全国各省份耕地生存系数省际差异如图 1~3 所示。

图 1 2000 年耕地一阶生存系数的适度性检验

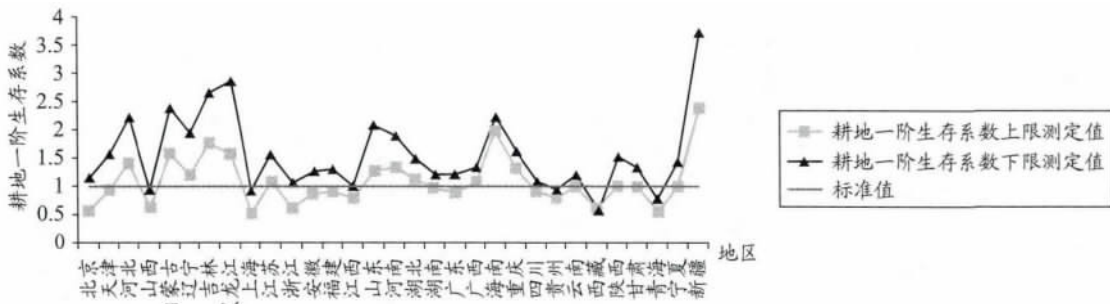
Figure 1 Applicability Evaluation of the PSCL¹ in 2000



资料来源:根据表 3。

图 2 2005 年耕地一阶生存系数的适度性检验

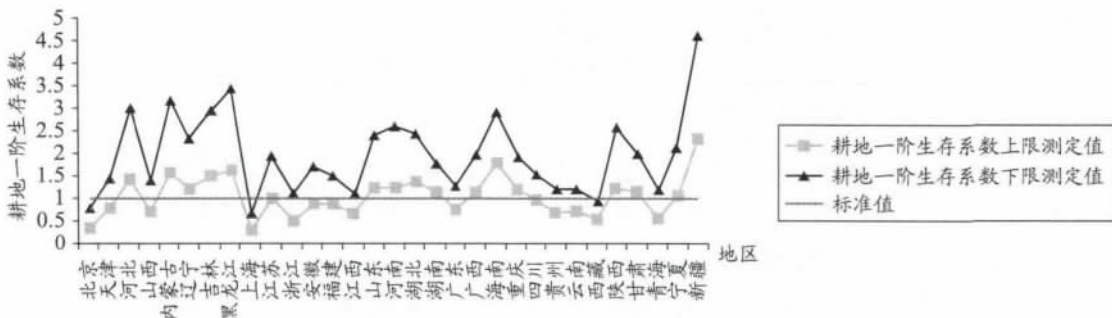
Figure 2 Applicability Evaluation of the PSCL¹ in 2005



资料来源:根据表 3。

图 3 2010 年耕地一阶生存系数的适度性检验

Figure 3 Applicability Evaluation of the PSCL¹ in 2010



资料来源:根据表 3。

2000 年有 6 个省份(福建、山东、广西、海南、四川和新疆)的耕地一阶生存系数上限检测值大于 1,仅有 5 个省份(天津、江西、湖南、贵州和青海)的下限检测值小于 1。2005 年耕地一阶生存系数上限检测值大于 1 的省份增加为 15 个,其中山东、广西、海南、和新疆四个省份的耕地一阶生存系数上限检测值一直大于 1,仅有 5 个省份(山西、上海、贵州、西藏、青海)的下限检测值小于 1,而贵州和青海的耕地一阶生存系数下限检测值一直小于 1。2010 年有 17 个省份的耕地一阶生存系数上限检测值大于 1,仅有 3 个省份(北京、上海和西藏)的上限检测值小于 1。2010 年较之 2000 年,耕地一阶生存系数的上限检测值小于 1 的省份减少,由 25 个减少到 14 个,其中有 12 个省份(北京、天津、山西、上海、浙江、安徽、江西、广东、贵州、云南、西藏和青海)的上限检测值一直处于小于 1,耕地一阶生存系数的下限检测值小于 1 的省份也由 5 个减少到 3 个。

依据表 3 的数据和模型中的分类标准,可以对各省份进行耕地生存系数的分类(图 4~6),并进一步对全国耕地生存系数状况进行分析。

图 4 2000 年耕地一阶生存系数分布

Figure 4 Distribution of PSCL¹ in 2000



图 5 2005 年耕地一阶生存系数分布

Figure 5 Distribution of PSCL¹ in 2005



图 6 2010 年耕地一阶生存系数分布

Figure 6 Distribution of PSCL¹ in 2010



图4—6 图例:

- 一类耕地生存系数区
- 二类耕地生存系数区
- 三类耕地生存系数区

中国耕地一阶生存系数不足地区在总量上有所下降,并由中部向东部扩散,北京、上海农业收益的增速赶不上人口数量和消费的双重增速,表现出较大的耕地压力。中国耕地一阶生存系数富余地区在增加,由 2000 年 6 个省份增加到 2005 年的 15 个,直至 2010 年的 17 个,并且富余地区由零星分

布变为块状分布再变为大面积分布。

在上述数据统计和归类分布辨析基础上,通过生存系数数理模型统计分析发现:

(1) 从时间序列看,中国耕地整体一阶生存系数在逐渐提升,全国平均一阶生存系数上限测定值从 0.72(2000 年)稳步提升到 1.07(2010 年),说明中国耕地产出不仅能解决农民最低生存需求,还能满足农民更高的生存需求。(2) 从地域分布看,中国耕地一阶生存系数富余地区在增加,从“点”到“块”再到“面”,十年变化显著(见图 4~6),说明中国农民耕地生存系数富余趋势具有连带扩展效应。(3) 从产业层次结构关联看,中国耕地一阶生存系数富余区域分布与 GDP 发展负相关,与第一产业收益中的农业收益正相关。从西北和东北,再到中部第一产业发达地区的耕地一阶生存系数与 GDP 的相关系数为-0.36,耕地一阶生存系数与第一产业产值比重相关系数为 0.14^①。同时发现,第二、三产业发达的北京、上海、福建等沿海地区,耕地一阶生存系数与 GDP 相关度不高,为-0.27。说明工业化进程下,第二、三产业发展促使 GDP 迅速增长,但现阶段产业结构转变在促进第一产业升级上仍有不足,需要加快耕地规模化、集约化、信息化,提高整体经济发展对耕地一阶生存系数的拉动作用。(4) 从地区人口数量看,河南、山东、四川等人口大省并未显现出耕地一阶生存系数不足,说明人口规模与耕地生存系数之间关联度不明显。

4 全国耕地二阶生存系数定量分析

耕地二阶生存系数以全国为统计口径,不再局限于耕地与各省份农村待供养人口的对应关系,研究耕地在满足本地农村人口生存需求上限之外^②,还能否满足现实全部城乡总人口的生存需求上下限,并进一步分别测算供养城镇人口的限度以及总人口限度,探析供养全国城乡总人口需要多少耕地保有量。

4.1 全国耕地二阶生存系数测算

全国耕地二阶生存系数,是耕地种植产出除了供养耕地生产主体农民人口全部生存需求外,还是否能满足城镇人口的食品需求,所以耕地二阶生存系数的上下限有其特定的内涵和测定指标。耕地二阶生存系数适度下限是耕地产出满足城乡人口的食品需求,适度上限是满足城镇人口食品需求和农村人口基本生存需求,即耕地二阶生存系数适度下限是城乡人口生存需求下限之和,适度上限是农村人口生存需求上限与城镇人口生存需求下限之和。依据公式(9)~(11),可测算出 2000~2011 年全国耕地一阶、二阶生存系数的适度上限和适度下限测定值,及其未来发展水平(见表 4)。

4.2 全国耕地二阶生存系数适度性检验分析

2000~2011 年全国单位耕地收益与城乡生存需求上下限之间存在两方面关联,在绝对值上表现为同步的增长,每亩收益由 2000 年 452.5 元逐年增加到 2011 年 1502.4 元,农村下限消费支出由每人 820.52 元逐年增加到 2107.3 元,城镇下限消费支出由每人 1208.5 元逐年增加到 3191.3 元。两者在相对值上表现为增速的差异,单位耕地收益年均增长率为 11.53%,农村下限和上限消费支出的年均增长率分别为 8.95% 和 10.9%,城镇下限消费支出的年均增长率为 9.23%。这两方面因素影响全国一阶生存系数的测定值,2000~2011 年其值均大于 1,均于 2010 年达到最大值 1.98 和 1.06。统计结果说明耕地可供养全部农村人口和一定数量的城镇人口。

① 采用 2010 年耕地一阶生存系数上限值大于 1(即生存系数富余)地区截面数据相关分析计算而得。同时验证了生存系数研究理论立意五。

② 耕地对农村人口而言仍是重要的收入来源,耕地作物不仅用来自给自足,还可以转化为收入支付其生活所需的费用,耕地应承担起农村人口“吃穿住行”基本生活的消费支出,所以研究全国耕地对农村人口的供养能力时,选取农村生存需求上限作为衡量指标。

表 4 2000~2030 年全国耕地二阶生存系数基础数据及测算结果

Table 4 Basic Data and Result of PSCL² in 2000-2030

年份	单位耕地收益 (元/亩)	农村人均耕地 (人/亩)	农村生存需求 下限 (元/人)	农村生存需求 上限 (元/人)	城镇生存需求 下限 (元/人)	现实总人口 (亿人)	全国一阶生存系数 下限测定值	全国一阶生存系数 上限测定值	全国二阶生存系数 下限测定值	全国二阶生存系数 上限测定值	二阶下限耕地需求 (亿亩)	二阶上限耕地需求 (亿亩)
2000	452.5	2.38	820.5	1267.9	1208.5	12.67	1.31	0.85	0.77	0.54	26.9	34.9
2001	477.0	2.41	830.7	1318.5	1222.7	12.76	1.38	0.87	0.78	0.54	26.2	34.3
2002	502.0	2.41	848.4	1382.1	1324.5	12.85	1.43	0.88	0.78	0.53	26.5	34.8
2003	521.3	2.41	886.0	1467.2	1417.7	12.92	1.42	0.86	0.75	0.51	27.3	35.9
2004	644.0	2.43	1031.9	1669.0	1583.8	13.00	1.51	0.94	0.78	0.54	25.5	33.0
2005	696.7	2.46	1162.2	1926.0	1675.2	13.08	1.47	0.89	0.76	0.50	26.0	34.1
2006	763.8	2.48	1217.0	2142.8	1731.2	13.14	1.55	0.88	0.78	0.48	24.8	33.8
2007	875.6	2.51	1389.0	2484.7	2068.3	13.21	1.58	0.88	0.77	0.47	25.6	34.7
2008	994.2	2.53	1598.8	2849.6	2492.8	13.28	1.57	0.88	0.74	0.47	26.8	35.9
2009	1084.5	2.55	1636.0	3076.4	2526.5	13.35	1.69	0.90	0.77	0.47	25.2	34.7
2010	1302.8	2.74	1800.7	3361.0	2751.9	13.33	1.98	1.06	0.82	0.54	23.3	31.3
2011	1502.4	2.74	2107.3	3957.1	3191.3	13.47	1.95	1.04	0.79	0.51	23.9	32.0
2020	3003.26	3.06	3249.1	6262.2	4118.12	13.93	2.83	1.47	1.03	0.72	17.4	23.3
2030	5817.26	3.68	4043.3	12129.8	4949.10	14.06	5.30	1.77	1.57	1.00	11.2	18.0

注: ①城镇生存需求下限是指满足食品需求的消费,即包含粮食、蔬菜、水果等十类支出总和; ②全国耕地二阶生存系数下限是指满足农村生存需求下限和城镇生存需求下限时供养最大限度的城乡总人口与现实城乡总人口的比值,其测定值是可供养城乡人口上限与待供养城乡总人口的比值,同理全国耕地二阶生存系数上限测定值是可供养城乡人口下限与待供养城乡总人口的比值; ③数据根据公式(9)~(11)计算而得。

资料来源: 同表 2。

在全国耕地一阶生存系数均大于 1 的基础上,分析全国耕地二阶生存系数。统计分析表明,全国耕地二阶生存系数下限较上限更接近于 1; 耕地二阶生存系数上限大致呈现 U 型发展趋势,在 2007 年达到 0.47 最小值后逐渐回升,2010 年已上升至 0.54,但与适度值仍有一定的差距。与此同时,2000~2011 年全国耕地需求基本呈现下降的趋势,在 2008 年分别达到峰值 26.8 亿亩和 35.9 亿亩之后逐渐减小。现阶段耕地二阶生存系数适度下限需求耕地 24 亿亩,而适度上限需求需要 32 亿亩耕地,超过了耕地 18 亿亩红线的标准。

耕地二阶生存系数下限值低于 1,说明全国耕地二阶生存系数处于适度下区域,反映现有耕地保有量还未能满足城乡人口生存需求下限,所以需要粮食进口才能满足城乡人口的生存需求下限乃至上限的适度水平。研究表明,进口粮食后全国二阶生存系数上限趋近于 1,在耕地和进口粮食的双重保障下,2010 年起二阶生存系数进入适度区域乃至适度上区域(见表 5)。

耕地资源二阶生存系数模型定量分析,同时结合与耕地一阶生存系数比较,以及结合耕地生存系数相关联动因素分析,得出以下几点结论:

(1) 中国整体耕地生存系数比较研究发现,耕地一阶生存系数富余,耕地二阶生存系数出现不足。全国平均耕地生存系数从一阶生存系数 1.6 降到二阶生存系数 0.5,说明中国目前耕地养活农村人口有富余,养活城乡人口尚显不足,需要粮食进口。研究表明,现有耕地产出收益加上粮食进口总量所形成的二阶生存系数上限才达到适度标准 1,才达到了养活城乡人口生存需求上限适度水平。这也说明耕地资源人口生存系数原理和模型,在解释耕地产出与现有粮食需求关系上,比单纯土地承载力更能准确反映中国人地协调关系。

表5 2000~2011年粮食进口下的全国耕地二阶生存系数上限测算结果

Table 5 Result of PSCL² Under Food Import in 2000~2011

年份	粮食进口 总量(万吨)	城镇人均粮食 消费(千克/人)	进口粮食满足 城镇生存下限的 人口总量(亿人)	耕地及进口 粮食供养城乡 人口总量的 上限(亿人)	粮食进口下的 全国二阶生存 系数上限测算值
2000	1153.1	82.31	1.4	8.2	0.6
2001	1493.2	79.69	1.9	8.7	0.7
2002	1219.3	78.48	1.6	8.4	0.7
2003	2144.8	79.52	2.7	9.2	0.7
2004	2825.7	78.18	3.6	10.7	0.8
2005	3065.5	76.98	4.0	10.5	0.8
2006	2967.8	75.92	3.9	10.2	0.8
2007	3144.5	77.60	4.1	10.3	0.8
2008	3785.8	81.33	4.7	10.9	0.8
2009	4389.7	81.33	5.4	11.7	0.9
2010	5798.9	81.53	7.1	14.3	1.1
2011	5624.9	80.71	7.0	13.9	1.0

资料来源: 同表2。

(2) 中国整体耕地生存系数与 18 亿亩耕地红线比较研究发现, 现阶段满足耕地一阶生存系数适度上限需要 18 亿亩耕地, 满足耕地二阶生存系数适度下限需要 24 亿亩耕地, 满足耕地二阶生存系数适度上限需要 32 亿亩耕地, 说明 18 亿亩耕地红线现阶段只能满足中国农村人口生存系数的上限需求, 满足城乡人口生存需求下限需再增加 6 亿亩耕地, 满足城乡人口生存需求上限需再增加 14 亿亩耕地。这也说明, 满足现实和未来人口增长条件下的城乡人口生存系数上限需求, 和提高耕地产出和提高城镇化质量。

(3) 中国耕地二阶生存系数模型定量研究发现, 城镇化水平、耕地产出增长率和人口增长率三大因素共同作用使中国耕地生存系数逐渐进入适度水平。研究发现, 中国耕地产出收益的增长率(11.53%) 快于城乡总人口增长率(0.06%), 在保证耕地产粮稳步增长基础上, 随着耕地种植产出的进一步提高(农业科学技术等作用), 中国耕地二阶生存系数不断提高; 同时, 城镇人口比重提高, 城乡人口总数对耕地产出的依赖度降低(农村人口依赖耕地满足生存需求上限, 城镇人口只依赖耕地满足生存需求下限), 随着中国城镇化水平从目前的 51%(2010 年) 上升到 75%(2050 年), 中国耕地资源二阶生存系数在农业收益增长城乡人口增长的前提下, 会于 2030 年左右进入适度上限区域^①。于此相关联, 中国耕地二阶生存系数适度上限所需耕地于 2030 年左右从 32 亿亩降到 18 亿亩, 进入中国 18 亿亩耕地红线区, 达到了中国人地关系的平衡点, 尔后实现耕地生存指数可持续发展。同时, 进口粮食也会随之降低到低水平或总体粮食进出口平衡。

5 结论及建议

本文在数据统计和归类分布基础上, 通过耕地资源人口生存系数数理模型统计分析, 得出以下结论。

耕地一阶生存系数研究结论: (1) 中国耕地整体一阶生存系数在逐渐提升, 全国平均一阶生存系

^① 人口城镇化率采用阶段目标趋势预测法, 从 2011 年 51% 逐渐增长到 2050 年 75%。其他参数由表 4 有关数据计算得出。

数上限值从 0.72(2000 年)提升到 1.07(2010 年);(2) 中国耕地一阶生存系数存在地区差异,总体趋势呈现生存系数富余地区逐渐增加,从“点”到“块”再到“面”,十年变化显著;(3) 从产业层次结构关联看,中国耕地一阶生存系数富余区域分布与 GDP 发展不同步,与一产农业收益发展同步;(4) 中国耕地一阶生存系数分步与当地农村人口数量关联度不明显,河南、山东、四川、重庆等人口大省并未显现出耕地一阶生存系数不足。

耕地二阶生存系数研究结论:(1) 中国耕地整体一阶生存系数富余,二阶生存系数出现不足,需要粮食进口;(2) 现有一阶生存系数适度上限需求 18 亿亩耕地,二阶生存系数适度上下限需求 32 和 24 亿亩耕地,18 亿亩耕地红线只能满足现有农村人口生存系数的上限需求,接近于满足城乡人口生存系数下限需求;(3) 国家 18 亿亩耕地红线与进口粮食双重保障下,全国耕地二阶生存系数趋近与 1,未来国家 18 亿亩耕地红线的人地生存系数平衡点约为 2030 年,随后将耕地红线所需耕地保有量呈现下降趋势;(4) 城乡人口增长率、耕地产出收益、城镇化水平与耕地生存系数之间存在直接关系,这些因素是提高中国耕地生存系数并实现人地协调发展的重点调控指标。

在此基础上提出政策建议:(1) 在原有土地承载力用粮食供需平衡规划人口总量和土地需求基础上,进一步用耕地生存系数适度发展标准调控城乡人口结构和农业支持政策,并依此规划全国耕地保有量;(2) 通过农业科学技术研发的扶持和应用提高农业产出收益,进一步提高耕地一阶生存系数,保证农村、农业、农民“三农”政策的科学有效实施;(3) 依据耕地一阶生存系数与二阶生存系数协调适度发展原则,重视在耕地生存系数基础上耕地红线人地关系平衡点,科学稳步提高城镇化的质量和水平。

参考文献/References:

- 1 封志明. 中国未来人口发展的粮食安全与耕地保障. 人口研究, 2008; 2: 15-29
Feng Zhiming. 2007. Future Food Security and Arable Land Guarantee for Population Development in China. Population Research 2: 15-29.
- 2 哈斯巴根, 李百岁, 宝音, 乌敦. 区域耕地资源人口承载力理论模型及实证研究. 地理科学, 2008; 2: 189-194
Hasbagen, Li Baisui, Bao Yin and Wu Dun. 2008. Theoretical Model and Empirical Research of Regional Land Carrying Capacity. Scientia Geographica Sinica 2: 189-194.
- 3 原华荣, 周仲高, 黄洪琳. 耕地承载力的规定和人口与环境的间断平衡. 浙江大学学报(人文社会科学版), 2007; 5: 114-123
Yuan Huarong, Zhou Zhonggao and Huang honglin. 2007. The Rule on Land Carrying Capacity and the Discontinuous Balance of Population and Environment. Journal of Zhejiang University (Humanities and Social Sciences) 5: 114-123.
- 4 于伯华, 吕昌河. 基于 DPSIR 模型的农业土地资源持续利用评价. 农业工程学报, 2008; 9: 53-58
Yu Bohua and Lv Changhe. 2008. Assessment of Sustainable Use of Agricultural Land Resources Based on DPSIR Framework. Transactions of the CSAE 9: 53-58.
- 5 The International Food Policy Research Institute. Women: The Key To Food Security. <http://www.fao.org/docrep/x0171e/x0171e02.htm>
- 6 Erik Lichtenberg and Chengri Ding. 2008. Assessing Farmland Protection Policy in China. Land Use Policy 28: 59-68.
- 7 Thomas K Rudel, Laura Schneider, Maria Uriarte, B L Turner, Ruth DeFries, Deborah Lawrence, Jacqueline Geoghegan, Susanna Hecht, Amy Ickowitz, Eric F Lambin, Trevor Birkenholtz, Sandra Baptista and Ricardo Grau. 2009. Agricultural Intensification and Changes in Cultivated Areas, 1970-2005. Proceedings of National Academy of Sciences of the United States of America 106: 20675-20680.
- 8 刘华, 钟甫宁. 食物消费与需求弹性——基于城镇居民微观数据的实证研究. 南京农业大学学报(社会科学版), 2009; 3: 36-43
Liu Hua and Zhong Funing. 2009. Food Consumption and Demand Elasticity: Evidence from Household Survey Data. Journal of Nanjing Agricultural University (Social Sciences Edition) 3: 36-43.

(责任编辑: 沈 铭 收稿时间: 2014-04)