

基于 LMDI 模型的我国省域粮食生产变化影响因素分析

李月¹ 孔祥斌^{1*} 张安录² 张雪靓¹ 祁凌云²

(1. 中国农业大学 资源与环境学院,北京 100193;

2. 华中农业大学 公共管理学院,武汉 430070)

摘要 从耕地利用角度对影响粮食生产变化的因素在时间和空间上产生的影响进行科学分析;应用对数平均迪氏分解法(Logarithmic mean weigh division,LMDI)将影响 1980—2010 年我国省域粮食生产变化的因素分为粮食单产、复种指数、耕地面积和粮作比例;对粮食生产及其分解因素的统计指标在省级层面进行分析。结果表明:1980—2010 年我国粮食产量增加 22 592.3 万 t,粮食生产格局重心由南重北轻逐渐演变为北重南轻;4 个因素中粮食单产对粮食产量变化起到最显著的促进作用,但增产作用逐年降低,并被复种指数和粮作比例所替代;耕地面积减少在一定程度上限制了我国粮食产量的持续增加;全国各省域之间粮食生产变化的分解因素效应有比较显著的空间差异,河北、湖北、新疆等 14 个区域的粮食单产和复种指数效应的叠加效应使得其粮食生产增加显著,而上海、浙江、福建等复种指数与粮作比例的叠加效应对粮食增产的影响最大。粮食单产效应的逐渐减小与耕地面积累积效应起负面作用表明我国粮食生产增加主要是粮食单产作用,且正逼于其上限,耕地利用中要严格保护数量,提升耕地质量。

关键词 粮食生产;LMDI 模型;因素分解;时空分析

中图分类号 S 159

文章编号 1007-4333(2016)01-0129-12

文献标志码 A

Analysis of influence factors on crop production change in China at provincial level based on LMDI model

LI Yue¹, KONG Xiang-bin^{1*}, ZHANG An-lu², ZHANG Xue-liang¹, QI Ling-yun²

(1. College of Resources and Environment, China Agricultural University, Beijing 100193, China;

2. College of Public Administration, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China)

Abstract From the perspective of cultivated land use, spatial-temporal analyses was conducted to investigate the factors affecting the change of grain production. In this paper, Logarithmic mean weigh division (LMDI) was applied and the provincial crop production change from 1980 to 2010 was decomposed into four factors: Per unit area yield of grain, multiple crop index, the cultivated land area and grain proportion. And the statistical indicators of food production and its decomposition factors at the provincial level were analyzed in detail. Results indicate that: 1) China's grain production increased 225.923 million tons between 1980 and 2010; Food production pattern was transferred from more important in the South than in the North to more important in the North than in the South; 2) Per unit area yield of grain in the four factors played the most significant role in promoting production, but promoting effect was weakened year by year and replaced by the multiple crop index and grain percentage; 3) The cultivated land was decreased to some extent, which limited the increase of China's grain production; 4) Among the provinces, domain decomposition effect on the change of grain production factors had significant spatial difference. In Fourteen areas including Hebei, Hubei and Xinjiang, per unit area yield of grain and the superposition of multiple crop index effect increased production significantly. In Shanghai, Zhejiang and Fujian, the effect of crop proportion and multiple cropping index on grain production was the largest. The

收稿日期: 2015-03-08

基金项目: 国家社会科学基金拓展项目(2014RW014); 中国农业大学哲学社会科学基金资助项目(2014RW014); 国家社会科学基金重点项目(14AZD031)

第一作者: 李月, 硕士研究生, E-mail: liyue0201@cau.edu.cn

通讯作者: 孔祥斌, 教授, 主要从事土地资源可持续利用和土地资源评价、利用与保护研究, E-mail: kxb@cau.edu.cn

decreasing of per unit area yield of grain effect with negative correlation of the cultivated land area indicated that the food production in China has been forced to the frontline. Protecting farmland use number and improving its quality is the keys.

Keywords crop production; LMDI model; factor decomposition

我国土地资源缺乏,人均占有量少,区域间分布不均,粮食生产影响因素多且复杂。在当前严峻的国际形势下,持有一定的粮食自给率是我国建设可持续发展与现代化社会的必要前提^[1-2]。从省域层面研究我国粮食生产变化情况,从宏观上分析把握整体情况和我国粮食生产变化的空间异质性,对分析我国粮食生产的总体情况与空间异质规律有重要意义^[3]。随着我国社会经济的发展,粮食生产“北粮南运”的格局日益明显,耕地利用强度增大,耕地开发向生态区转移,我国粮食主产区的生产能力呈现层次差异^[4]。

目前研究粮食生产的空间尺度集中于县域、省域、全国。对粮食生产因素的分析主要分为指数法和生产函数法。钟甫宁等^[5]采用国内资源成本系数法权衡不同区域粮食生产的比较优势,其用某区域的生产成本占全国平均生产成本的比重表示该区域在某类粮食作物生产上的比较优势,这种方法可以消除供求因素,但由于各区域农业生产资料价格依然存在较大差异,因此影响到计算结果。对于生产函数方法,常见的是超越对数型的随机前沿方法和柯布一道格拉斯型平均生产函数方法。超越对数生产函数法的优点是不必考虑生产函数的具体形式,采用多项式函数的泰勒分解方法来衡量生产函数,但是可能测算出二次形式的生产函数,对于从经济意义上解释各生产要素的贡献大小存在一定困难。柯布一道格拉斯型平均生产函数方法可以解析出不同生产要素投入和生产条件对粮食生产的贡献大小,其中柯布一道格拉斯被看作为一种生产函数的特定形式,每种生产要素的产出弹性可以是固定的。但测算结果中常数项的存在,并将其解释为其他因素,一定程度上会降低文章的说服力。

以上几种方法对于研究粮食生产影响因素均存在些偏差等不足。

随着学术界对“空间”数据获取的多样性及重视,讨论粮食生产及其投入要素的空间特性,更多通过采用空间计量分析模型来研究^[6-7],金涛等^[8]从耕地利用的角度,从强度、结构、数量、广度等4个方面对江苏粮食生产的影响因子进行分解,但因残差的

存在使得分析结果受一定的限制。在区域中同时进行时序和空间维度进行粮食生产机理及其变化研究的文献很少见。

因素分解法是通过转化数学恒等式,将目标变量分解为多个主要因素并对其进行研究,从而观察各个因素对目标变量的相对影响大小及作用方向的方法。对数平均迪氏分解方法(Logarithmic mean weigh division index method, LMDI)^[9-10]与其他分解方法(如拉式分解法)相比具有可以消除残差项、因素可逆、不产生余值,及乘积分解与加和分解最终结论相同等特点^[11],为探究目标变量的时空差异及其主导因素提供了很好的方法。刘玉等^[15]应用LMDI模型对黄淮海地区县域粮食生产进行了分解,发现粮食单产对粮食生产的促进作用最大,其次为复种指数,而耕地面积和粮作比例则对黄淮海地区粮食增长体现一定程度抑制作用。对于LMDI模型在粮食生产的全国尺度上的应用还比较罕见。

本研究拟采用对数平均迪氏分解法对全国粮食生产变化的影响因素进行分解,并对其主要影响因素及其时间、空间变化进行研究。

1 研究方法 with 数据来源

1.1 研究方法

LMDI模型适宜于对比分析经济体中不同区域不同产业之间的内部效应^[8],在全国、省级、县级层面,水资源利用强度变化、能源强度变化、碳排放等领域得到广泛运用^[12-14],为探究目标变量的主导因素及其时空差异提供了很好的方法,其与指数法和生产函数法相比,具有可以消除残差项、因素可逆、不产生余值的特点,本研究应用原始LMDI模型,对全国31个省、自治区、直辖市(不包括台湾省、香港和澳门自治区)粮食生产变化的影响因素进行分解,从耕地利用角度将影响因素选为:耕地面积、复种指数(农作物总播种面积/耕地面积)、粮作比例(粮食作物播种面积/农作物总播种面积)、粮食单产(粮食总产量/粮食作物播种面积)共计4个因素^[15],以上4个因素可以从侧面反映耕地利用的规模、广度、结构及强度^[8]。其中耕地面积作为粮食生

产的基本要素,可表征耕地的数量和规模;对于复种指数,其由农作物播种面积/耕地面积得来,表示耕地利用中劳动力的投入量与利用的广度,亦可指示农产品生产功能情况;对于粮作比例,反映的是粮食生产中耕作的比例结构,由粮食作物播种面积/农作物总播种面积表示,表征耕地粮食生产功能情况;对于粮食单产,其除了受光温水土自然因素影响外,还直接投入要素如化肥、农药、种子、机械化等影响,其可以表征耕地利用的集约度以及强度。

遵循 LMDI 模型分析框架,根据已有资料^[15],我国粮食生产可以用式(1)表示:

$$G = \sum_{i=1}^n G_i = \sum_{i=1}^n x_{i,1} x_{i,2} \cdots x_{i,m} \quad (1)$$

式中: n 为评价的省域的数量; m 为分解因素的数量; $x_{i,m}$ 表示第*i*省域第*m*个分解因素的值; G_i 表示*i*省域的粮食总产量,万 t; G 表示省域粮食总产量,万 t。

设基期与时期 T 的粮食总产量分别为 G_0 和 G_T ,则第 T 期的粮食总产量相对于基期的粮食总产量的变化可以表示为以下加法和乘法 2 种方式:

$$\Delta G_{\text{total}} = G_T - G_0 = \sum \Delta G_m + \Delta G_r \quad (2)$$

$$G_{\text{total}} = G_T / G_0 = \Pi G_m \quad (3)$$

式中: ΔG_{total} 表示粮食生产的总变化量,万 t; ΔG_r 表示加法分解过程中产生的残差; ΔG_m 表示第*m*个因素变动引起的粮食生产的变化量,万 t; G_{total} 表示粮食生产的变化倍数。本研究运用式(2)对区域粮食生产的变化量进行分解。残差是否存在以及残差的大小,会使分析结果的准确程度受到较大影响,所以模型分解过程的重点就是减少甚至完全消除残差,对数平均迪氏分解法(LMDI)能很好的解决这个问题,即其残差为 0。在该模型中,第*m*个分解因素的效应(含义是因素对于粮食生产变化所起作用或贡献情况)为:

$$\Delta G_m = \sum_{i=1}^n \frac{G_{T,i} - G_{0,i}}{\ln G_{T,i} - \ln G_{0,i}} \ln \frac{x_{T,i,m}}{x_{0,i,m}} \quad (4)$$

式中: $G_{T,i}$ 、 $G_{0,i}$ 分别是 T 时期和基期 i 省域的粮食总产量,万 t; $\frac{G_{T,i} - G_{0,i}}{\ln G_{T,i} - \ln G_{0,i}}$ 是对数平均权数; $x_{T,i,m}$ 、 $x_{0,i,m}$ 为 T 时期和基期 i 县域第 m 各分解因素的值。本研究把粮食总产量分解为耕地面积、复种指数、粮作比例和粮食单产 4 个因子,其函数为:

$$G = \sum_{i=1}^n G_i = \frac{\sum_{i=1}^n K_i L_i P_i Q_i}{10\ 000} \quad (5)$$

式中: K_i 表示省域的复种指数; L_i 表示*i*省域的耕地面积, 10^3 hm^2 ; P_i 表示*i*省域的粮食单产, kg/hm^2 ; Q_i 表示*i*省域的粮作比例。根据式(2)和式(4)得到粮食生产变化的因素分解模型:

$$\begin{aligned} \Delta G_{\text{total}} &= \Delta G_L + \Delta G_K + \Delta G_Q + \Delta G_P = \\ &= \sum \Delta G_{i,L} + \sum \Delta G_{i,K} + \sum \Delta G_{i,Q} + \sum \Delta G_{i,P} = \\ &= \sum_{i=1}^n \frac{G_{T,i} - G_{0,i}}{\ln G_{T,i} - \ln G_{0,i}} \ln \frac{L_{T,i,m}}{L_{0,i,m}} + \\ &= \sum_{i=1}^n \frac{G_{T,i} - G_{0,i}}{\ln G_{T,i} - \ln G_{0,i}} \ln \frac{K_{T,i,m}}{K_{0,i,m}} + \\ &= \sum_{i=1}^n \frac{G_{T,i} - G_{0,i}}{\ln G_{T,i} - \ln G_{0,i}} \ln \frac{Q_{T,i,m}}{Q_{0,i,m}} + \\ &= \sum_{i=1}^n \frac{G_{T,i} - G_{0,i}}{\ln G_{T,i} - \ln G_{0,i}} \ln \frac{P_{T,i,m}}{P_{0,i,m}} \end{aligned} \quad (6)$$

式中: ΔG_L 、 ΔG_K 、 ΔG_Q 、 ΔG_P 分别为区域耕地面积(反映区域耕地利用规模)、复种指数(反映区域耕地利用广度)、粮作比例(反映区域耕地利用结构)、粮食单产(反映区域耕地集约化程度和利用强度)导致的粮食生产变化量,万 t。若某一因素效应的符号是正则表示该因素对粮食生产变动起着正向促进作用,否则为负向作用。

在分阶段计算各个分解因素效应之后,可以通过相加来计算一定时期内各个分解因素的总效应值:

$$\Delta G_m = \sum \Delta G_{t,m} \quad (7)$$

式中: $\Delta G_{t,m}$ 表示整个研究时期内第*t*个时期,第*m*个分解因素变化导致的粮食生产变化量,万 t; ΔG_m 表示在整个研究时期内第*m*个因素变化导致的粮食生产变化量,万 t。可以通过式(7)分别计算 4 个因素的总效应。

1.2 数据来源

本研究以 1980、1985、1990、1995、2000、2005 及 2010 年为研究对象的断面数据,以省、自治区、直辖市为基本单元研究我国粮食生产及其影响因素的时空特征。其中各地区的粮食总产量、粮食作物播种面积、农作物总播种面积数据来源于《改革开放三十年农业统计资料汇编》^[16],各地区的耕地面积数据来源于《中国农村统计年鉴》^[17],考虑到耕地面积数据的研究需要与可获得性,本研究以 2008 年全国各地区耕地面积为基准对各省域单元各研究断面数据进行修正,得到全国 31 个省、自治区、直辖市(不包括香港、澳门、台湾)省域单元的基础数据。

2 研究结果分析

2.1 粮食生产及其分解因素的统计指标分析

本研究应用 SAS 软件, 计算全国 1980、1990、

2000 和 2010 年 4 个时间点粮食生产变化及其分解因素的统计指标(表 1)。可以看出, 耕地面积、复种指数、粮食单产、粮食总产整体均呈现波动变化趋势, 粮作比例的全距呈现增加的趋势, 说明粮作比例

表 1 我国省域粮食生产及其分解因素的描述性统计指标

Table 1 Descriptive statistics index for China's provincial food production and decomposition factors

统计指标/ 10^4 t Statistics index									
因素 Factor	年份 Year	极小值 Min	极大值 Max	全距 Range	平均值 Mean	中位数 Median	标准差 Standard deviation	偏离系数 Skewness	峰度系数 Kurtosis
粮食总产 Total grain production	1980	51	3 437	3 386	1 105	866	845	0.83	0.47
	1990	56	4 267	4 211	1 487	1 217	1 143	0.64	-0.38
	2000	83	4 102	4 019	1 491	1 218	1 141	0.69	-0.30
	2010	91	5 437	5 346	1 763	1 317	1 463	0.92	0.28
统计指标/(kg/hm ²) Statistics index									
因素 Factor	年份 Year	极小值 Min	极大值 Max	全距 Range	平均值 Mean	中位数 Median	标准差 Standard deviation	偏离系数 Skewness	峰度系数 Kurtosis
粮食单产 Grain yield per hectare	1980	1 021	4 200	3 179	2 710	2 536	815	0.02	-0.81
	1990	2 402	5 804	3 402	3 878	3 839	1 024	0.27	-1.11
	2000	2 550	6 723	4 173	4 238	4 181	1 066	0.17	-0.56
	2010	3 350	6 607	3 257	4 955	5 152	942	-0.20	-1.07
统计指标/ 10^3 hm ² Statistics index									
因素 Factor	年份 Year	极小值 Min	极大值 Max	全距 Range	平均值 Mean	中位数 Median	标准差 Standard deviation	偏离系数 Skewness	峰度系数 Kurtosis
耕地面积 Cultivated land area	1980	221	8 991	8 770	3 220	3 193	2 311	0.67	-0.01
	1990	222	8 831	8 609	3 189	3 200	2 272	0.63	-0.07
	2000	315	11 773	11 458	4 335	4 498	2 944	0.43	-0.09
	2010	232	11 830	11 598	3 926	4 085	2 720	0.65	0.82
统计指标/ 10^3 hm ² Statistics index									
因素 Factor	年份 Year	极小值 Min	极大值 Max	全距 Range	平均值 Mean	中位数 Median	标准差 Standard deviation	偏离系数 Skewness	峰度系数 Kurtosis
复种指数 Multiple cropping index	1980	0.95	2.57	1.62	1.58	1.50	0.51	0.46	-0.99
	1990	0.94	2.54	1.60	1.60	1.58	0.52	0.21	-1.28
	2000	0.64	2.02	1.39	1.22	1.14	0.41	0.37	-1.15
	2010	0.66	2.17	1.50	1.32	1.29	0.36	0.42	-0.45
统计指标/ 10^3 hm ² Statistics index									
因素 Factor	年份 Year	极小值 Min	极大值 Max	全距 Range	平均值 Mean	中位数 Median	标准差 Standard deviation	偏离系数 Skewness	峰度系数 Kurtosis
粮作比例 Grain farming index	1980	0.64	0.90	0.26	0.80	0.82	0.07	-0.96	0.45
	1990	0.62	0.90	0.28	0.77	0.77	0.07	-0.20	-0.60
	2000	0.43	0.87	0.44	0.69	0.67	0.11	-0.29	-0.11
	2010	0.43	0.94	0.52	0.66	0.68	0.12	0.13	-0.15

在全国各省域间的离散程度呈现扩大趋势,绝对差异增大。从标准差反映的相对离散程度看,耕地面积、粮作比例与粮食总产分别呈现波动增加、平稳小幅度增加与明显增加,而复种指数则呈现出平稳降低趋势,粮食单产呈现先增加后降低,总体呈现增加趋势,由此可以看出全国各省域间的相对差异程度越来越大。对于平均数与中位数,粮食生产及各分解因素中两者变化趋势相同,且差异不大。从偏离系数看,只有粮作比例在1980、1990和2000年与粮食单产在2010年为负值外,其余均为正值,说明绝大多数分析变量在多数情况下表现为正偏,一般表现为中位数小于算数平均数,表明较多的低值呈聚集分布,而高值呈现离散分布,另外粮食单产的偏离系数较小,密度函数曲线尾部的相对长度较小,各省域间粮食单产的偏差较小,与正太分布更接近。从峰度系数来看,只有2010年的耕地面积与1980年的粮作比例与1980、2010年的粮食总产的值大于零,其余均小于零,说明其分布大多不集中,说明区域间差异显著,另外峰度系数均呈现下降趋势,说明集中度在减小,区域间的差异逐渐增大。

2.2 省域粮食生产变化及其分解因素效应的时间分析

利用Matlab软件对粮食生产变化分解因素效应的LMDI模型进行编程计算,结果见表2。

1980—2010年全国粮食总产量呈现逐步上升的趋势,到2010年全国粮食总产量为54 647.80万t,与1980年相比增加22 592.30万t,同比增长70.48%,6个时间段内,全国粮食产量变化量分别为:5 855.30、6 713.50、2 037.50、-444.20、2 184.80、6 245.40万t,平均年增长率分别为:3.65%、3.54%、0.91%、-0.19%、0.95%、2.58%,由此可见全国粮食产量的增长幅度整体有所减小,是一个增长幅度先减小后增加的过程。

1980—1985年,粮食单产效应最大,复种指数效应较小,而耕地面积和粮作比例效应为负值,对粮食生产变化为负面作用;1985—1990年,粮食单产、复种指数、粮作比例效应依次减小,为正面影响,而耕地面积效应表现为负面作用;1990—1995年,粮食单产效应依旧为最大,接下来依次为复种指数和耕地面积效应,耕地面积效应首次表现为促进作用,而粮作比例效应则为负值,对粮食生产变化为负面作用;在1995—2000年,复种指数、粮食单产、粮作比例、耕地面积效应依次减小,且均为促进作用;

2000—2005年,与上一阶段相比粮食单产效应超过复种指数效应,而且4种因素仍均表现为促进作用;2005—2010年耕地面积效应又开始表现为负值,复种指数、粮食单产、粮作比例效应依次减小并对粮食生产变化表现为促进作用。

由表2可以看出,在粮食生产变化的分解因素效应之中,只有耕地面积的总效应为负值,对粮食的生产起着抑制作用,其他因素均与粮食生产总效应方向一致,耕地面积效应在1990—1995年、1995—2000年、2000—2005年为正值,对粮食总产正向促进作用,30年间耕地面积效应累计为-9万t。复种指数效应值逐渐增加,并在2010年成为促进粮食产量增加的主导力量,2010年复种指数效应对粮食总产的贡献最大为53万t,30年间复种指数效应累计为129万t。粮作比例效应在1980—1985年、1990—1995年2个时间段对粮食总产的贡献为负值,并且在粮食总产的总效应中所占比例除耕地面积外为最低,30年间粮作比例累计效应为39万t。粮食单产效应影响程度一直较大,但其呈现降低趋势,30年间粮食单产效应累计为403万t,占粮食生产总效应的71.56%。

由以上分析可以看出,耕地面积效应对粮食增产为负面影响,粮食单产效应与复种指数效应对粮食生产变化起到了显著的促进作用,其中粮食单产效应累计最大,并且这2种影响因素效应在逐渐降低。由此可以认为我国粮食增产主要是因为增加了对耕地的利用强度与广度,耕地农业机械、化肥、灌溉设施等的投入应用与加强耕地的集约利用、科学种植是粮食增产的首要原因,所以加大对农业的投入仍会给粮食增产带来促进作用,但这种促进作用由于土地报酬递减规律而减小,在耕地面积逐渐减小的情况下,若想进一步提升粮食产量需提高农业生产的效率,提高基因潜力与控制改善环境条件,如:杂交育种、测土配方施肥、设施农业建设等。但受到经济条件、科学技术及社会因素的制约,这种提升粮食产量的新方法也会有土地报酬递减的时刻,所以当前除了提高农业生产的效率外要有一定耕地面积作保障,切实坚守1.2亿 hm^2 耕地红线不动摇^[18-19]。

粮食生产的4个影响因素的变化与国家宏观调控政策有紧密联系。1980年我国粮食产量达到3.2亿t,突破3亿t大关。1980—1985年,我国农村推行家庭联产承包责任制,实现了土地使用权与土地

表2 我国粮食生产变化的分解因素效应

Table 2 Decomposition effect of food production in China

10⁴ t

年份 Year	耕地面积效应 L Effect of cultivated land area	复种指数效应 K Effect of multiple cropping index	粮作比例效应 Q Effect of grain farming index	粮食单产效应 P Effect of grain yield per hectare	粮食生产总效应 Total effect of grain yield	排序 Sorting
1980—1985	-3	2	-20	141*	119	P>K>L>Q
1985—1990	-2	12	11	106*	127	P>K>Q>L
1990—1995	1	7	-3	29*	35	P>K>L>Q
1995—2000	1	27*	16	24	67	K>P>Q>L
2000—2005	4	27	12	60*	103	P>K>Q>L
2005—2010	-9	53*	23	44	111	P>K>Q>L
累计 Total	-9	129	39	403*	563	P>K>Q>L

注：* 表示对粮食生产变动影响最显著的因素。

Note: * represents the most significant factor of changes in food production.

所有权的分离,赋予了农民剩余产品的支配权与生产的自主权,极大调动了农民的积极性,使得粮食单产大幅上升,粮食产量增加 18.27%。1985—1990 年是一个粮食大幅度降低又大幅度增加的过程,粮食产量增长幅度降低的原因是部分鼓励粮食生产优惠政策的取消,物质和资金投入的减少,粮食收购“倒三七”比例价的施行,使农民积极性受挫,对耕地投入强度降低,粮食单产效应贡献度降低。1990—1995 年,粮食总产量在 44 624~46 661 万 t 徘徊,因国民经济连续低谷,城市有购买能力的需求下降,农产品全面“卖难”,是典型的生产过剩造成的,耕地利用结构也发生变化,粮作比例效应为负,粮食单产与复种指数效应也较低,使得 5 年内粮食增产仅为 0.91%。我国粮食产量由 1995 年的 46 661.8 万 t 变为 2000 年的 46 217.6 万 t,减产 444.2 万 t,粮食生产变化的粮食单产效应降低,主要原因除了干旱造成产量下降外,更主要的是粮食种植面积大大减少。20 世纪 90 年代以来,粮食市场化改革,工业化、城市化的快速推进使得耕地面积急剧减少,加之农业结构的调整及退耕还草、还林等政策的实施,使耕地利用结构和强度均有所改变,导致粮食产量下降。2000—2005 年粮食产量增长回升,增长率为 4.72%,超过 1990—1995 年的 4.57%,与实施耕地占补平衡、城乡用地增减挂钩政策及我国粮食种植面积的增加有关。2004—2010 年国务院连续发布 7 个中央一号文件稳定农业发展,控制耕地面积,促进

农民增收^[8],粮食产量再创新高,增长 6 245.4 万 t,突破 5 亿 t,达到有史以来最高水平,粮食增长率有进一步的回升。

2.3 区域粮食变化及其分解因素效应的空间分析

2.3.1 区域粮食总产量分析

根据我国各地区经济发展状况、人文社会特色及自然环境状况,基于我国粮食生产区,并使行政区划保持完整,将我国分为 9 个大区域:东北区(黑龙江、辽宁、吉林);华北区(北京、天津、河北、山东、河南);黄土高原区(山西、陕西、甘肃、宁夏);青藏区(青海、西藏);蒙新区(内蒙古、新疆);长江中下游区(上海、江苏、浙江、安徽、湖南、湖北、江西);东南区(福建、广东、海南);四川区(四川、重庆);西南区(贵州、云南、广西)。其中长江中下游区、东南区、四川区、西南区气候温暖,水分充足,为南方粮食产区,其余气候较严寒,水分缺乏,为北方粮食产区^[20]。

由表 3 可以看出我国粮食生产区域格局的演变情况:1980—2010 年北方粮产区对全国粮食总产量的贡献份额由 1980 年的 40.27% 增长为 2010 年的 54.41%,而南方粮产区的贡献份额由 1980 年的 59.73% 降低为 2010 年的 45.59%,呈现出全国粮食生产重心由南向北偏移的现象。

东北区、华北区、蒙新区 1980—2010 年粮食产量分别增加 1.7 倍、1.0 倍、3.2 倍,在此基础上粮食产区产量所占全国比例增加了 6.55%、3.93%、3.64%。东北区除了开发了宜农荒地,耕地面积有

表3 1980—2010年粮食产区产量及占全国比例

Table 3 Production of grain produced area and its proportion in the country

区域 District	1980年		1990年		2000年		2010年		
	产量/10 ⁴ t Production	比例/% Proportion	产量/10 ⁴ t Production	比例/% Proportion	产量/10 ⁴ t Production	比例/% Proportion	产量/10 ⁴ t Production	比例/% Proportion	
北方区 North	东北区	3 543.5	11.05	5 853.7	13.12	5 323.5	11.52	9 620.7	17.60
	华北区	6 379	19.90	9 389	21.04	10 758.6	23.28	13 024.1	23.83
	黄土高原区	2 055	6.41	2 920.5	6.54	2 908.7	6.29	3 564.8	6.52
	蒙新区	785	2.45	1 639.2	3.67	2 025.6	4.38	3 328.9	6.09
	青藏区	146	0.46	169.5	0.38	178.9	0.39	193.2	0.35
小计	12 908.5	40.27	19 971.9	44.76	21 195.3	45.86	29 731.7	54.41	
南方区 South	长江中下游区	10 396	32.43	14 298.2	32.04	13 571.4	29.36	14 322.7	26.21
	东南区	2 610.5	8.14	2 946.1	6.60	2 814.4	6.09	2 158.8	3.95
	四川区	3 436.5	10.72	4 266.8	9.56	4 478.9	9.69	4 379	8.01
	西南区	2 704	8.44	3 141.3	7.04	4 157.6	9.00	4 055.6	7.42
小计	19 147	59.73	24 652.4	55.24	25 022.3	54.14	24 916.1	45.59	
总计 Total	32 055.5	100.00	44 624.3	100.00	46 217.6	100.00	54 647.8	100.00	

所增加,人均粮食播种面积也高于其他地区,人均出售粮食数量也遥遥领先,但复种指数的变化较小;而华北区的复种指数有所上升,品种更新快,因国家取消粮食统购、稳步提高和放开粮油通宵价格政策的实施;而蒙新区则除了耕地面积增加外,农业机械化、现代化和科技水平的发展也与粮食增产高度相关;对于青藏区相比其他3个北方区域变化不是很明显,这与区域气候以及当地的资源禀赋特点有一定的关联。

长江中下游区、东南区、四川区、西南区1980—2010年粮食产量所占全国比重分别降低了6.22%、4.19%、2.61%、1.02%,粮食产量分别增加3 926.7、-453.7、942.5、1 351.6万t。长江中下游地区粮食产量所占全国比例虽然有所下降,但是粮食产量增加量也是较大的,其优越的作物生长条件与东南区类似,但由于经济体制的逐渐转型,受市场经济规律支配,使得粮食生产的土地转向利润更高的其他产业。

对于粮食补贴政策,从区域推广时间范围层面上看粮食生产存在一定差异,综合性、专项性补贴以及最低收购价政策一定程度上提高了农民积极性,使农民权益得到保障,并使粮食生产科技水平与农机化综合水平得到提高。如“最低收购价”政策在东

北三省、安徽、江西、湖南、湖北的率先推广促进了当地高产品种的使用以及农业机械化水平的提高,提高了单产水平。

图1示出1980—2010年省域粮食总产量及其变化。可以看出,全国范围内,除了北京、四川、广东、福建、浙江等地粮食产量有所降低,其他省域产区均表现为增长趋势,且产粮大省的分布也逐渐由北向南逐步推移,东北、华北、蒙新等北方产区的粮食生产地位提高,南方区中西南区、东南区、四川区、长江中下游区的地位相对下降,此为粮食生产格局由南重北轻向北重南轻格局演变的重要原因,尤其是长江中下游地区及东南沿海地区省份粮食生产地位的变化。粮食产量变化明显增加的区域也较多分布于东北区、华北区、蒙新区,而东南区、长江中下游区变化不明显,甚至有的区域有降低现象。产生这种粮食重心逐步转移的原因可以归纳为:

1)区域经济发展速度的差异。东南区、东南沿海地区经济发展迅猛,城镇化城市扩张占用大量优质耕地,而补充耕地则集中分布在我国西南山区、西部、北部,且大多为生态用地^[21]。

2)区域经济体制的变化。我国南方粮食产区既具有良好的作物生长环境又有发展外向型经济的区位优势。随着我国计划经济向市场经济的转变,南

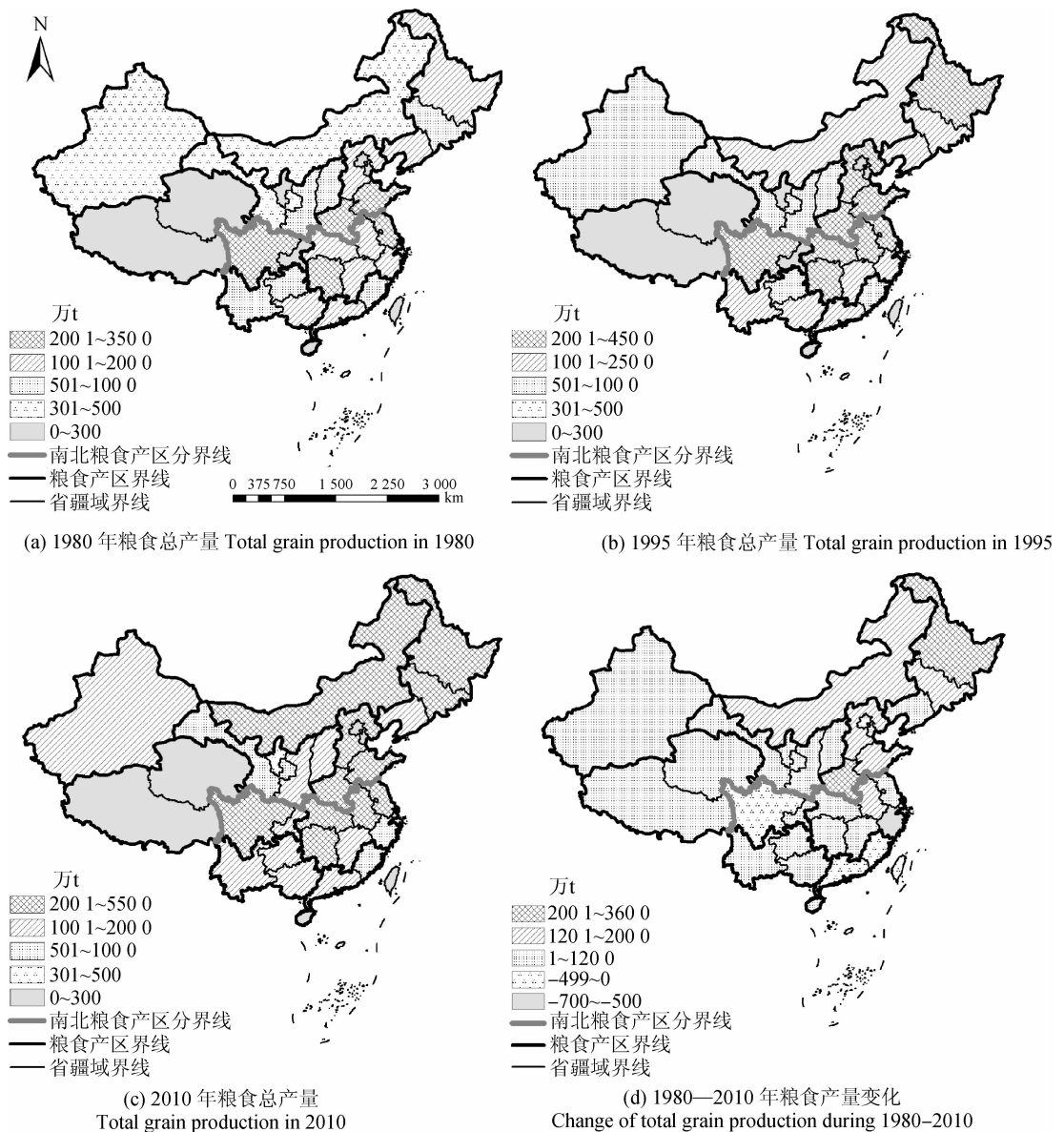


图1 1980—2010年省域粮食总产量及其变化

Fig. 1 Provincial grain output and its change during 1980 to 2010

方粮食主产区的区位优势日益显著,受市场经济规律的影响,用于粮食生产的土地很多转向利润更高的其他行业。

3) 北方有较丰富的土地资源。北方地区土地面积辽阔,面积占全国的70%以上,其耕地资源亦占全国绝大部分比例。改革开放以来,北方地区的耕地数量不但一直占全国的60%左右,并且有上升的趋势。丰富的耕地资源为全国粮食产量做出大贡献。

4) 农业科学技术的进步。1980年以来,我国粮食生产的重心由南向北转移与农业科学技术的进步息息相关,其中较关键的是作物品种的更新与农业

设施的广泛建设。

5) 全球气候变暖的影响。由于气候变暖使得大于零度的积温增加,使得全国种植制度界线有不同程度的向北偏移现象,有些作物由一年一熟变成一年两熟^[22-23]。

总之,我国区域粮食产量由“南高北低”向“北高南低”的空间分异规律明显,粮食产量的重心向北转移迹象显著,并且这种趋势随时间的推移在逐渐增强。

2.3.2 区域分解因素效应分析

本研究将1980—2010年各区域粮食生产变化

各分解因素效应进行累加,得到各区域各分解因素的累计时间总效应(图 2),可以看出各分解因素效应的空间差异性比较明显。

东北区粮食单产与复种指数的效应促进粮食生产最为明显,其次为粮作比例效应,耕地面积效应除了黑龙江省大于零,其余省份均表现为负面影响,说明黑龙江耕地面积作用突出,与土地开荒相关;华北区粮食单产与复种指数效应对于粮食生产变化影响最大,其次为耕地面积效应,而粮作比例效应则表现为负面作用;黄土高原区粮食单产和耕地面积效应对粮食生产变化表现为促进作用,而粮作比例与复

种指数效应则表现为负面作用;青藏区粮食单产与耕地面积效应作用明显,其次为复种指数,而粮作比例效应表现为负面影响;蒙新区,粮食单产、耕地面积、复种指数的效应为正,且依次降低,而粮作比例效应为负;长江中下游区粮食单产与复种指数效应为正,而粮作比例与耕地面积效应为负,其中湖南省与该区域其他省份不同,其复种指数效应为负,而耕地面积效应为正;东南区复种指数、粮作比例、粮食单产与耕地面积效应几乎均表现为促进作用,只有福建省粮食单产效应为负,且福建省与海南省的耕地面积效应为负;四川区复种指数与粮食单产效应

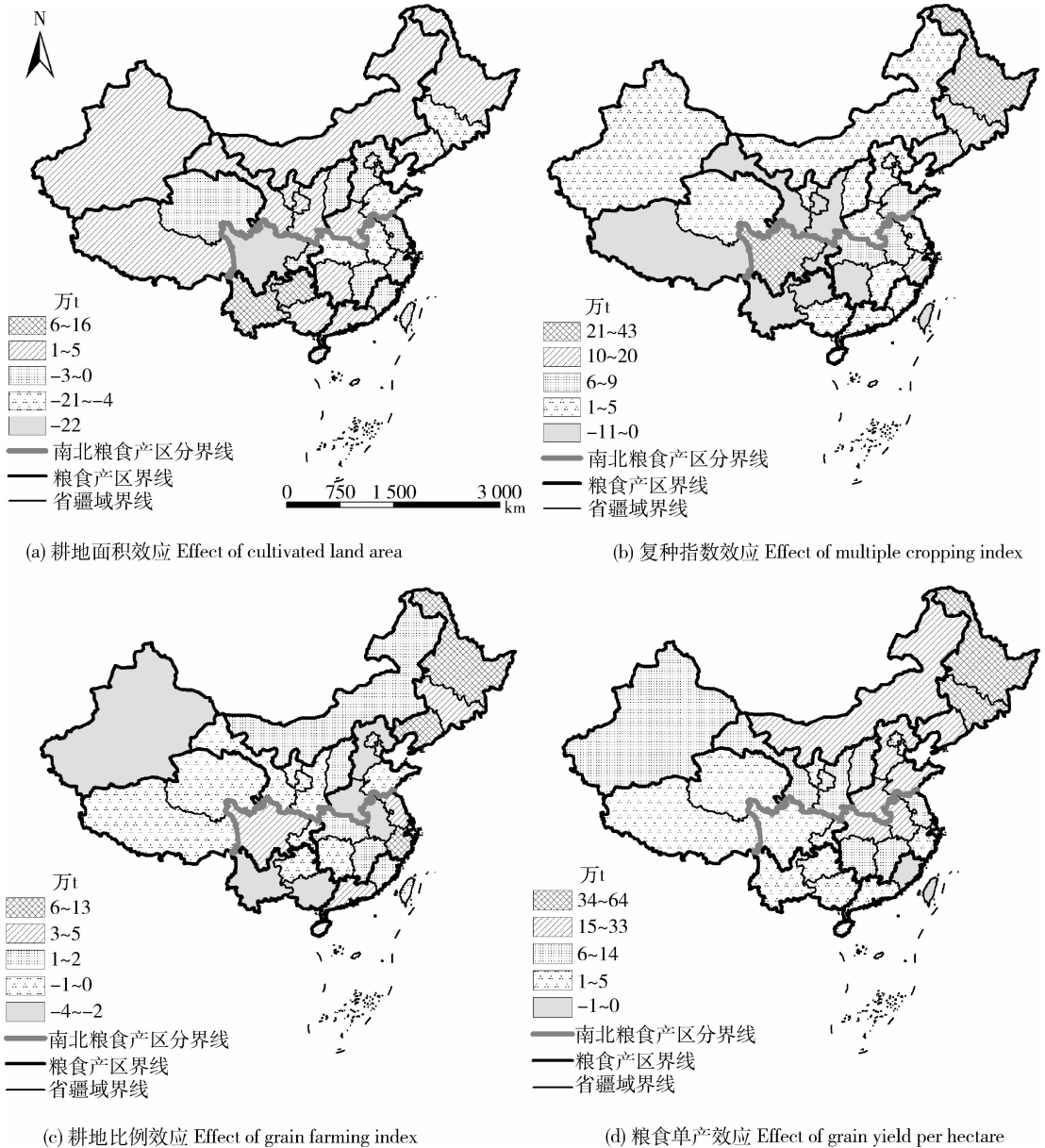


图 2 1980—2010 年粮食生产分解因素累积电效

Fig. 2 The decompose factors of grain production cumulative effect from 1980 to 2010

作用明显,耕地面积与粮作比例效应则表现为负值,其中四川省的耕地面积效应为负,而重庆的复种指数效应为负;西南区耕地面积效应作用最大,其次为粮食单产,复种指数与粮作比例效应除了广西省复种指数效应为正外,其余均表现为负面影响。总体来看,各区域的分解因素效应既存在协同性又有一定的异质性。

由图 2(a)耕地面积效应看,我国中东部区域如东南部沿海、长江中下游地区的耕地面积效应大多为负值,只有西南区、蒙新区、黄土高原区等部分区域呈现促进作用,与我国经济发展的格局有某种联系,即较发达地区的耕地面积效应多为负值,而欠发达地区耕地面积效应多为正值,此与城镇化、工业化等非农化的快速发展占用优质耕地有关。

由复种指数效应(图 2(b))看,东北地区、四川区、山东地区以及长江中下游的湖北、安徽、浙江地区等复种指数效应最大,其中由复种指数效应使得粮食产量上升 >10 万 t 的省份有东北三省、山东、湖北、安徽、浙江、四川共计 8 个区域,其中黑龙江省与四川省复种指数的贡献超过 20 万 t,分别为 24、43 万 t。另外我国东北地区、东南部沿海地区的复种指数效应要高于中西部地区,呈现较为明显的地域分异现象。复种指数取决于自然环境(如光、温、水、土等)和经济技术等的投入,我国由南向北横跨 5 个温度带 1 个气候区,各带的生长期和热量条件各有差异,种植制度存在一年一熟到一年三熟的差异^[23]。由于我国东南部沿海、四川区的得天独厚的自然环境,与东北地区肥沃的土壤,加之农业技术的进步,使得这些地区复种指数效应促进粮食增长作用显著。

由粮作比例效应(图 3(c))看,在黄淮海地区、长江中下游地区以及西南区的粮食生产变化的粮作比例效应为负值,东北三省、四川省、广东省、浙江省的粮作比例效应相比之下促进作用显著,也同样显示出我国东南部沿海、东北部的粮作比例效应高于我国中西部地区。由于受农业结构调整与粮食种植机会成本变大的影响,粮作比例效应对于粮食生产影响并不显著,超过 6 万 t 的粮作比例效应的省份只有 3 个,分别为黑龙江省、辽宁省与浙江省,这些地区有较长的粮食生产历史,光温水土等自然条件优越,农业基础设施完善适于粮食作物的生长,而粮作比例效应为负值的有 12 个省,其与农业结构调整有一定的关系,且耕地非粮化趋势为明显,这些地区

也普遍是地理区位优势,经济基础好的区域。

由粮食单产效应(图 4(d))看,其正效应较大的省份分布在东北地区、蒙新区、黄淮海地区以及长江中下游地区,而东南部沿海、黄土高原区、青藏区、西南区粮食单产效应相对较小,呈现出明显的差异特征,且其分布与粮食总产量的特征相似,从另一方面说明粮食单产效应对于粮食生产的贡献情况。另外从图 4(d)中可以看出北方粮食产区的粮食单产效应普遍大于南方粮食产区,说明北方粮食产区对农业的投入加大,与之前全国粮食产量分布分析相一致,同样解释了我国粮食生产重心由南向北转移的原因。

3 结论与讨论

本研究对我国 1980—2010 年省域粮食产量相关数据进行统计指标及时空分异规律的分析,应用 LMDI 模型将全国各地区粮食生产变动因素分解为耕地面积、粮作比例、复种指数和粮食单产,并对其进行效应累加,得到以下结果:

1)1980—2010 年全国粮食产量共计增长 22 592.3 万 t,各区域增长幅度呈现明显的地域差异,粮食生产格局由南重北轻逐渐演变为北重南轻,并有进一步加剧的趋势,其中北方粮食产区对全国粮食产量的贡献份额由 1980 年的 40.27% 增加为 2010 年的 54.41%,而相对应的南方粮食产区由 1980 年的 59.73% 降为 2010 年的 45.59%。

2)我国粮食生产变化 1980—2010 年的累计效应显示,粮食单产效应和复种指数效应始终为促进作用,而耕地面积效应和粮作比例效应时正时负。并且粮食单产效应值随时间逐渐降低,而复种指数效应则表现为波动上升趋势。4 种分解因素效应中粮食单产效应对粮食生产变化的贡献最大,但贡献值呈现降低趋势,说明耕地利用的强度在逐年加大即将达到其峰值;耕地面积的减少对粮食增产表现为负面影响,说明我国保护一定数量的高质量优质耕地刻不容缓^[21],另外,4 种分解因素效应在全国也体现出了空间差异性,如黄土高原区、青藏区、蒙新区、西南区的粮食单产和耕地面积效应对于影响粮食生产变化较为显著,而其他地区则大部分表现为粮食单产与复种指数效应促进作用明显。本研究从耕地利用的时间空间角度进行分析,此为与其他论文结论的不同之处。

3)需进一步推进农业科学技术的应用,提高农

业生产的效率,从耕地利用强度上反映即为增加粮食单产与复种指数,但从粮食单产效应贡献有所降低来看,说明耕地利用所要增加的生产力投入即将达到生产上限,要进一步提升生产能力需改变生产关系,如进行耕地使用权的转让;耕地面积效应对于粮食生产变化表现为抑制作用,耕地面积的短板提醒我们,要严格控制耕地数量,合理安排农作物比例,即“严格保护耕地数量”,并且要科学规划,合理安排农作物种植结构,从制度上保障农民种粮的积极性,进行耕地保护补偿及生态补偿^[24-26],确定最适合的建设用地由农用地专用而来的规模^[27],从根源上保证粮食生产。

4)本研究因受到数据的可获得性及时域跨度变异性等影响,采用的截面数据时间间隔为5年,时间段较长,连续性不强。另外,考虑到耕地面积数据的统计口径及统计来源的变化,对不符合实际的数据进行了修正,但与实际情况仍会有所偏差,会使结果受到一定的影响;对于引起我国粮食生产变化的粮食作物内部种植结构变化(如大豆改种玉米)因素,本研究没有对其进行深入探讨与研究,只是从宏观角度分析粮食单产对粮食生产的变化;本研究与经济学中生产函数影响因素比较上,更侧重于耕地利用的角度,对于劳动力、资本、农业机械等的投入,以及土地和企业家才能的影响方面可以归纳于之中;在研究尺度上从省域的角度上综合分析全国区域粮食生产状况,从宏观耕地利用角度揭示中国粮食生产变化。

参 考 文 献

- [1] 刘彦随,吴传钧.中国水土资源态势与可持续食物安全[J].自然资源学报,2002,17(3):270-275
Liu Y S, Wu C J. China water and soil resources and the sustainable food security[J]. *Geography Science and Natural Resources Journal*, 2002, 17(3): 270-275 (in Chinese)
- [2] 刘彦随,翟荣新.中国粮食生产时空格局动态及其优化策略探析[J].地域研究与开发,2009,28(1):1-5
Liu Y S, Zhai R X. China's grain production pattern of space-time dynamic analysis and optimization strategy [J]. *Areal Research and Development*, 2009, 28(1): 1-5 (in Chinese)
- [3] 张晶,封志明,杨艳昭.现阶段中国不同尺度的粮食减产类型分析[J].资源科学,2006,28(6):28-32
Zhang J, Feng Z M, Yang Y Z. Food production type analysis of present Chinese different scales[J]. *Resources Science*, 2006, 28(6): 28-32 (in Chinese)
- [4] 相慧,孔祥斌,武兆坤,史婧然,张青璞.中国粮食主产区耕地生产能力空间分布特征[J].农业工程学报,2012,28(24):235-244
Xiang H, Kong X B, Wu Z K, Shi J R, Zhang Q P. China's major grain-producing areas of cultivated land production capacity of the spatial distribution characteristics [J]. *Transactions of the CSAE*, 2012, 28 (24): 235-244 (in Chinese)
- [5] 钟甫宁,徐志刚,傅龙波.中国粮食生产的地区比较优势及其对结构调整政策的涵义[J].南京农业大学学报:社会科学版,2001,1(1):38-52
Zhong F N, Xu Z G, Fu L B. Regional comparative advantage of China's grain production and the structure adjustment policy implications[J]. *Journal of Nanjing Agricultural University: Social Science Edition*, 2001, 1(1): 38-52 (in Chinese)
- [6] 张金萍,秦耀辰.县域粮食单产及其生产投入因素的空间异质性:以河南省为例[J].自然资源学报,2011,26(3):373-381
Zhang J P, Qin Y C. The spatial heterogeneity of county per unit area yield of grain and the production input factors: In Henan province as an example [J]. *Journal of Natural Resources*, 2011, 26(3): 373-381 (in Chinese)
- [7] 刘玉,郭丽英,刘彦随.1980—2008年环渤海地区县域粮食的时空动态[J].农业工程学报,2012,28(12):230-236
Liu Y, Guo L Y, Liu Y S. 1980—2008 years of time and space dynamic link Bohai sea area county food[J]. *Transactions of the CSAE*, 2012, 28(12): 230-236 (in Chinese)
- [8] 金涛,陆建飞.江苏粮食生产地域分化的耕地因素分解[J].经济地理,2011,31(11):1886-1890
Jin T, Lu J F. Grain production in Jiangsu regional differentiation factor decomposition of arable land [J]. *Economic Geography*, 2011, 31(11): 1886-1890 (in Chinese)
- [9] Ang B W. Decomposition analysis for policymaking in energy: which is the preferred method? [J]. *Energy Policy*, 2004, 32 (9): 1131-1139
- [10] Ang B W. The LMDI approach to decomposition analysis: A practical guide[J]. *Energy Policy*, 2005, 33(7): 867-871
- [11] 晏永刚,任宏,况明玥.区域碳排放变化的驱动因素分解模型与实证研究[J].重庆大学学报:社会科学版,2011,17(4):19-24
Yan Y G, Ren H, Kuang M Y. Regional carbon emissions change driving factor decomposition model and empirical research[J]. *Journal of Chongqing University: Social Science Edition*, 2011, 17(4): 19-24 (in Chinese)
- [12] 张伟,张金锁,邹绍辉,许建.基于LMDI的陕西省能源消费碳排放因素分解研究[J].干旱区资源与环境,2013,27(9):26-32
Zhang W, Zhang J S, Zou S H, Xu J. Shaanxi energy consumption carbon emissions factors based on LMDI decomposition research[J]. *Journal of Arid Land Resources and Environment*, 2013, 27(9): 26-32 (in Chinese)
- [13] 张汉庆,陈军.基于LMDI模型的农村土地综合整治效益评价:以安徽省宣城市为例[J].江西农业学报,2013,25(11):144-149

- Zhang H Q, Chen J. The comprehensive improvement of the rural land benefit evaluation based on LMDI model; Xuancheng in Anhui Province as an example [J]. *Acta Agriculturae Jiangxi*, 2013, 25(11): 144-149 (in Chinese)
- [14] 刘洪久, 胡彦蓉, Robert Reig, 马卫民. 基于 LMDI 模型的 CO₂ 排放影响因素研究: 以江苏省为例 [J]. *工业技术经济*, 2012 (4): 43-50
- Liu H J, Hu Y R, Reig R, Ma W M. CO₂ emissions such influencing factors based on LMDI model studies, in Jiangsu Province as an example [J]. *Industrial Technology & Economy*, 2012(4): 43-50 (in Chinese)
- [15] 刘玉, 高秉博, 潘瑜春, 任旭红. 基于 LMDI 模型的黄淮海地区县域粮食生产影响因素分解 [J]. *农业工程学报*, 2013, 29(21): 1-10
- Liu Y, Gao B B, Pan Y C, Ren X H. Based on LMDI model of Huanghuaihai area county food production factor decomposition [J]. *Transactions of the CSAE*, 2013, 29(21): 1-10 (in Chinese)
- [16] 国家统计局农村社会经济调查司. 改革开放三十年农业统计资料汇编 [DB/OL]. (2014-6-27). <http://tongji.cnki.net/kns55/Navi/HomePage.aspx?id=N2009060200&name=YGGSH&floor=1>
- The national bureau of statistics of rural social economic investigation department. Reform and opening up 30 years of agricultural statistics compiled [DB/OL]. (2014-6-27). <http://tongji.cnki.net/kns55/Navi/HomePage.aspx?id=N2009060200&name=YGGSH&floor=1> (in Chinese)
- [17] 国家统计局农村社会经济调查司. 中国农村统计年鉴 [DB/OL]. (2014-6-27). <http://tongji.cnki.net/kns55/Navi/HomePage.aspx?id=N2013120095&name=YMCTJ&floor=1>
- The national bureau of statistics of rural social economic investigation department. *Rural China Statistical Yearbook* [DB/OL]. (2014-6-27). <http://tongji.cnki.net/kns55/Navi/HomePage.aspx?id=N2013120095&name=YMCTJ&floor=1> (in Chinese)
- [18] 孔祥斌. 守红线就是守家园 [N]. *中国国土资源报*, 2013-12-02 (7)
- Kong X B. Keep the red line is keeping their homes [N]. *Chinese Territory Resource News*, 2013-09-11(7) (in Chinese)
- [19] 孔祥斌. 粮食安全: 不能忽视耕地的作用—对茅于軾先生的“18 亿亩红线与粮食安全无关”的回应 [J]. *中国土地*, 2011(6): 57-62
- Kong X B. Food security: Can't ignore the role of cultivated land—Respond to “1.8 billion mu of red line has nothing to do with the food security” (quote from Mr. Mao Yushi) [J]. *The Chinese Earth*, 2011(6): 57-62 (in Chinese)
- [20] 鲁奇, 吕明伦. 五十年代以来我国粮食生产地域格局变化趋势及原因初探 [J]. *地理科学进展*, 1997, 16(1): 31-37
- Lu Q, Lv M L. Regional pattern of grain production in our country since the 1950s change trend and the reasons [J]. *Progress in Geography*, 1997, 16(1): 31-37 (in Chinese)
- [21] 孔祥斌. 耕地“位移”不容忽视 [N]. *中国国土资源报*, 2013-12-02(7)
- Kong X B. Cultivated land “displacement” should not be ignored [N]. *Chinese Territory Resource News*, 2013-12-02(7) (in Chinese)
- [22] 杨晓光, 刘志娟, 陈阜. 全球气候变暖对中国种植制度可能影响 I. 气候变暖对中国种植制度北界和粮食产量可能影响的分析 [J]. *中国农业科学*, 2010, 43(2): 329-336
- Yang X G, Liu Z J, Chen F. Cropping system in China may affect global warming I. Climate warming to cropping system in China north industry and food production may affect the analysis [J]. *Scientia Agricultura Sinica*, 2010, 43(2): 329-336 (in Chinese)
- [23] 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 [J]. *地理学报*, 2005, 60(4): 559-566
- Yan H M, Liu J Y, Cao M K. Spatial and temporal variations of multi-cropping index for nearly 20 years in China [J]. *Journal of Geographical Science*, 2005, 60(4): 559-566 (in Chinese)
- [24] Kong X B. China must protect high-quality arable land [J]. *Nature*, 2014, 506 (7486): 7
- [25] 雍新琴, 张安录. 基于粮食安全的耕地保护补偿标准探讨 [J]. *资源科学*, 2012, 34(4): 749-757
- Yong X Q, Zhang A L. Discussion on the compensation standard of the arable land protection based on food security [J]. *Resources Science*, 2012, 34(4): 749-757 (in Chinese)
- [26] 马爱慧, 蔡银莺, 张安录. 耕地生态补偿相关利益群体博弈分析与解决路径 [J]. *中国人口资源与环境*, 2012, 22(7): 114-120
- Ma A H, Cai Y Y, Zhang A L. The game theory analysis and solution path on the stakeholders involved in farmland ecological compensation [J]. *China Population Resources and Environment*, 2012, 22(7): 114-120 (in Chinese)
- [27] 张安录. 外部性、市场失灵与政府土地市场管理 [N]. *中国国土资源报*, 2011-11-16(6)
- Zhang A L. Externality, market failure and the government land market management [N]. *Chinese Territory Resource News*, 2011-11-16(6) (in Chinese)

责任编辑: 刘迎春