2016 年第 2 期
（第 15 卷）
华南农业大学学报（社会科学版）
JOURNAL OF SOUTH CHINA AGRICULTURAL UNIVERSITY
（SOCIAL SCIENCE EDITION）

粮食“十一连增”期间生产区域格局的变化及成因

田红宇，祝志勇，刘 魏

（西南大学 经济管理学院，重庆 400715）

摘 要： 统计分析发现，我国粮食“十一连增”期间区域格局发生了明显变化，且变动速度有加快的趋势。实证结果表明：各省市粮食生产产量和播种面积均具有显著的正向空间相关性；区域经济特征、政府财政、资源禀赋等因素对临近省市粮食生产具有显著的空间溢出效应；各省市粮食生产的空间效应以及其内在因素的空间溢出效应是这一期间粮食区域格局变动的重要原因。粮食区域格局中空间效应的凸显，为今后合理布局粮食生产资源、优化财政支持方向并稳步提升粮食综合生产能力提供了新思路。

关键词： 粮食生产；粮食安全；粮食产量；区域格局；空间经济学；空间效应

中图分类号： F307.11 **文献标识码：** A **文章编号：**1672－0202(2016)02－0090－12

一、引言

粮食安全永远是关系到一个国家和民族生存与发展的战略性问题，粮食生产又是其中最关键的环节。在经历了长期粮食短缺后，家庭联产责任承包制、粮食市场化改革、粮食补贴等一系列旨在推动粮食增产的政策推动了我国粮食供给，实现了长期短缺到总量基本平衡、丰年有余的历史性转变[1－2]，2004－2014 年我国粮食产量更是实现“十一连增”。但是，地区间发展模式和发展差距日渐扩大，粮食生产空间格局也随之不断变化。粮食生产能力取决于资源禀赋条件，我国幅员辽阔、地区间资源禀赋差异较大，如何有效且合理的利用粮食生产资源，成为保障我国粮食有效供给并保持粮食综合生产能力稳步提升的关键。

区域经济学理论认为，一国不同区域间产业结构调整或是某一产业在不同区域重心转移都是自然的、符合经济规律的。其中，起主导作用的是区域自然资源、人口因素、经济发展水平等，政府政策等也会诱使产业布局变动或作用于产业空间布局变动的速度。粮食生产相比于其他产业来说，更容易受到资源禀赋的硬约束，其空间区域布局相对固定、变动来的相对缓慢[3]。比如，东北粮仓使“北大荒”变成“北大仓”的决定因素是其优质的粮食生产资源禀赋，但历史上大量人口“入关”提供的劳动力资源和建国后“大开荒”的政策驱动亦是其不可忽视的驱动因素[4]。

有研究发现，改革开放以来我国粮食生产区域格局发生了明显变化，统计数据也显示粮食“十一连增”期间，各生产大区和各省市粮食生产区域分布发生了变化，且其变化速度有不断加快的趋势。那么，这一阶段粮食生产区域格局变化的特征是什么，与以往阶段有何不同？各省市粮食生产集中度变化间有无联系，这种联系是以什么方式存在，它对我国整体粮食生产区域格局是否产生影响？准确回答这两个问题是本研究的初衷。

收稿日期：2015－12－05 **DOI：**10.7671/j.issn.1672－0202.2016.02.010

基金项目：中央高校基本科研重大项目（SWU1309369）；中央高校基本科研业务费专项资金（SWU1209442）

作者简介：田红宇（1986—），男，湖北恩施人，西南大学经济管理学院博士研究生，主要研究方向为农村金融与财政。E-mail：309459385@qq.com

二、文献回顾与评述

早在上世纪 90 年代就有学者对我国粮食生产的区域布局的变动趋势和特征及其成因进行了解读[5]。黄爱军较早的对建国以来粮食区域格局进行了分析，他发现伴随着粮食产量稳步提升粮食生产的中心呈现北上和西进的趋势[6]。郑有贵研究发现我国 1949 – 1994 年粮食南北布局经历了“南粮北调”、中间过渡和“北粮南运”三个阶段，“南粮北调”到“北粮南运”的历史性转变出现在 80 年代中后期，90 年代这一趋势更加明显[7]。高帆基于各省市粮食生产指数，发现改革开放以来粮食生产出现了从“中心”地区向“边缘”区域转移的倾向[8]。陆文聪等运用空间计量的方法对粮食空间布局进行了分析，研究结论也显示华北、东北和西北对我国粮食的贡献正在逐渐增强，其他产区的贡献不断弱化。其后，杨春、陆文聪又从空间经济学视角在县域层面找到了粮食布局变动的证据[9]。邓宗兵和封永刚等运用统计描述、GIS 技术以及空间相关分析了 1978 – 2010 年粮食生产空间布局的时空特征，研究结果表明无论是粮食产区还是主要粮食品种都有不同程度“北移”特征，而且还表现出较强的空间集聚效应[10]。武舜臣等基于泰尔指数方法，发现中国粮食生产区域差异存在明显的阶段性特征，2000 年后差异明显增大[11]。可见，我国粮食生产的空间区域布局确已发生了明显的“位移”，这一点得到了学术界一致认同。

随着粮食生产区域布局的变化以及变化趋势更加明显，越来越多的学者开始探索其背后的诱因。对原因的研究主要围绕三个层面展开：其一，种粮比较优势说，徐志刚、钟甫宁等对全国各省市粮食种植比较优势进行了比较和量化，认为在资源禀赋长期稳定下，粮食区域布局变化和各地产业结构调整是符合比较优势原则的[12]。邓宗兵和封永刚等指出由于经济发展模式和发展水平“南北有别”，中部和北方尤其是西北地区土地成本低于南方，人地矛盾相对缓和，所以粮食产区的空间布局变化对于南方地区来说缓解了人地矛盾也有利于充分发挥其他地区的种粮优势；其二，农业科技进步减轻了粮食生产对资源的依赖说，农业科技进步一方面可以推动粮食生产更好更合理的利用农业资源、提高其使用效率，一方面也可以弱化粮食生产对硬约束资源的过渡依赖[13]，良种研发、化肥和农药等投入要素的研发和广泛使用、节水型灌溉技术等可以减弱北方各地区粮食生产资源禀赋不足的约束，有效灌溉面积增加和北方“一年两熟”普及都是农业科技的贡献[14,15]；其三，社会经济发展水平和发展模式差距说，产业结构的优化调整是经济阶段化发展的必然结果[16]，当一个地区的工业化和经济发展水平到达一定程度后，区域经济发展方式、产业结构等就必然发生变化，首当其冲的是粮食等农业产业，城市化提高带来用地规模扩大进而加剧“人地矛盾”，粮食生产就会“倒逼”式的外溢到其他地区，因为其他地区相对来说粮食种植的比较收益更高。除了这三个主要方面的原因，也有学者从气候变化、水土资源开发和合理利用、劳动力资源流动等视角进行了解释[17,18]。当然，学术界认为粮食区域格局变化的原因并不是单一的，是多种因素共同造成的，只是指出其中某个因素在一个阶段或在某种作物上起主要作用。

综上，学术界对我国粮食生产区域格局特征及其变化趋势进行了合理的判断，但是，已有研究还具有如下改进空间：其一，以各省市粮食产量占全国粮食产量比重（粮食生产集中度）是否为唯一合适测度粮食生产区域格局的指标，还有无其他更好的指标可以替换；其二，多数研究局限于对统计数据的一般性描述分析，缺乏计量分析，研究结果的可信度和可验证性有待提升；其三，对原因的把握不够全面和深入，要么是集中于地理因素要么是农业科技等，缺乏综合性考虑，而且鲜有文献分析政府通过财政支出和政策倾斜对粮食区域格局变动的影响，对区域经济发展差距等因素的分析较多集中在描述分析和简单的最小二乘计量层面；其四，绝大多数文献忽视了相邻地区间空间集聚效应和空间溢出效应的影响[5]，导致已有研究大多是基于地区间相互独立的假设展开

的,这与我国粮食生产国情严重不符,也与粮食区域布局变动和区域结构变化研究初衷相左,导致以割裂地区空间效应为基础的研究结论来解释粮食生产在区域间协调、格局及区域分布变化显得很无力。

Anselin 提出的空间经济学理论认为,某一地区的产业结构及其调整受到临近地区的影响,空间经济学的新起和不断发展为分析粮食区域格局变化提供了很好的研究视角。陆文聪等先后从空间经济学角度对我国粮食区域格局变动进行了分析,他们通过对粮食集中度的 Molan I 指数计算发现了粮食区域分布具有空间集聚趋势,遗憾的是他们没有就此深入分析这一趋势形成的原因,转而分析各省市粮食产量的空间效应,而且对解释变量的空间交互溢出效应未做考量。鉴于此,本文选择 2004 -2014 年粮食"十一连增"为研究的样本期,统计样本期粮食生产区域格局变化的特征,从空间经济学视角、选取空间杜宾模型(SDM)分析各省市间粮食产量、播种面积等生产集中度指标的空间溢出效应,并分析区域经济特征、政府财政、资源禀赋等因素对临近省市粮食生产存在的空间交互溢出效应,从而更全面的呈现空间效应在粮食生产区域格局中的作用。

三、"十一连增"期间粮食生产区域格局描述与空间效应测度

(一)粮食生产区域格局的描述统计

粮食生产集中度是常用来衡量粮食生产区域分布和粮食格局变动的指标[19],该指标是各地区某时期粮食产量占全国粮食总产量的比值,能全面呈现各地区对全国粮食生产时空两个方面的贡献,能够进行纵向和横向比较。但是,该指标以各地区粮食生产数量为基础,并没有考虑到因自然资源禀赋不同(主要是气候)而导致的不同区域粮食生产差异,比如单产、纬度不同而形成的粮食熟制、地区拥有的耕地数量等方面的差别就不能体现在该指标中。鉴于此,本文试图用各时期省市粮食产量、粮食播种面积分别占全国粮食总产量、粮食播种面积两个层面的指标来测度粮食生产集中度,前者为粮食生产集中度Ⅰ、后者为粮食生产集中度Ⅱ,从粮食播种面积层面衡量粮食生产集中度能够解决前一个指标存在的部分缺陷。

本文用这两个指标统计描述 2004 -2014 年粮食实现"十一连增"期间的粮食生产区域格局变化。与主流文献一样,本文把中国 31 个省市按照国家划分标准分为华北、东北、华东、中南、华南、西南和西北七个粮食生产大区,综合省市粮食生产和大区粮食生产区域格局变化来共同分析我国粮食区域分布及其变化趋势。由于篇幅限制结果中只呈现了几个代表性年份的数据,见表 1:

从粮食生产大区来看:(1)华东和中南地区仍旧是我国粮食生产贡献的前两位,华东、中南和西南三个大区粮食生产集中度都呈现下降趋势,且降幅正在加速。华东粮食生产集中度(指标Ⅰ)由 2004 年 26.48% 下降为 2014 年 25.01%,其中 2007 -2013 年的 7 年间共下降 2.34 个百分点,年均降幅 0.334 个百分点,与以往时期相比下降速度逐渐加快,指标Ⅱ同样也呈现了类似的下降趋势。中南地区也呈现了类似的下降趋势,值得指出的是,该地区粮食集中度(指标Ⅰ)下降加速期为 2009 -2014 年,由 25.56% 降为 23.78%,6 年时间下降了 1.78 个百分点,年均降 0.297 个百分点,指标Ⅱ也显示粮食播种面积占比由 2004 年 23.83% 一路下滑至 2014 年的 22.66%。西南地区的情形类似于中南地区,中南和西南粮食生产集中度由过往不断上升变为本文研究期内下降。华东、中南和西南粮食生产集中度下降和下降趋势加速进一步验证了我国粮食生产格局正向内陆和北方地区转移的结论;(2)东北、华北和西北成为保障我国粮食产量和播种面积稳定增加的主力,两个粮食生产集中度指标均呈现不断上升的趋势,华北和西北的指标相较于东北要平稳和缓慢,东北粮食集中度指标Ⅰ和指标Ⅱ由 2004 年的 15.4%、15.43% 上升到 2014 年的 18.99%、17.68%,其中指标Ⅰ更是在 2013 年达到了创历史的 19.52%,且增速有不断加快的趋势,2009 -2013 年间指标Ⅰ累

计上升 3.69 个百分点，年均增加 0.738 个百分点，是近年来我国粮食增产的动力来源。

表 1　我国各大区和各省市粮食生产集中度（2004－2014 年）　　单位：%

大区	省市	粮食生产集中度Ⅰ（产量）				粮食生产集中度Ⅱ（播种面积）			
		2004	2007	2011	2014	2004	2007	2011	2014
东北	辽林	3.66	3.66	3.56	2.89	2.86	2.96	2.87	2.87
	吉林	5.35	4.89	5.55	5.82	4.24	4.1	4.11	4.44
	黑龙江	6.39	6.9	9.75	10.28	8.32	10.24	10.4	10.38
	小计	15.4	15.45	18.87	18.99	15.43	17.31	17.38	17.68
华北	北京	0.15	0.2	0.21	0.11	0.15	0.19	0.19	0.11
	天津	0.26	0.29	0.28	0.29	0.26	0.28	0.28	0.31
	河北	5.28	5.66	5.55	5.54	5.91	5.84	5.69	5.62
	山西	2.26	2.01	2.09	2.19	2.88	2.87	2.97	2.92
	四川	6.7	6.03	5.76	5.56	6.37	6.11	5.82	5.74
	内蒙	3.21	3.61	4.18	4.54	4.12	4.85	5.03	5.01
	小计	11.16	11.78	12.32	12.66	13.31	14.02	14.16	13.96
华东	上海	0.23	0.22	0.21	0.19	0.15	0.16	0.17	0.15
	江苏	6.03	6.24	5.79	5.75	4.7	4.94	4.81	4.77
	浙江	1.78	1.45	1.37	1.25	1.43	1.15	1.13	1.12
	安徽	5.84	5.78	5.49	5.63	6.21	6.13	5.99	5.88
	福建	1.57	1.27	1.18	1.1	1.46	1.14	1.11	1.06
	江西	3.54	3.8	3.59	3.53	3.3	3.34	3.3	3.28
	山东	7.49	8.27	7.75	7.57	6.08	6.57	6.46	6.6
	小计	26.48	27.03	25.38	25.01	23.33	23.42	22.97	22.86
中南	河南	9.07	10.46	9.7	9.51	8.83	8.96	8.92	9.06
	湖北	4.47	4.36	4.18	4.26	3.65	3.77	3.73	3.88
	湖南	5.62	5.37	5.15	4.94	4.68	4.29	4.41	4.41
	广东	2.96	2.56	2.38	2.24	2.75	2.35	2.29	2.22
	广西	2.98	2.78	2.5	2.53	3.46	2.82	2.78	2.72
	海南	0.4	0.35	0.33	0.31	0.46	0.38	0.39	0.37
	小计	25.52	25.88	24.25	23.78	23.83	22.57	22.51	22.66
西南	重庆	2.44	2.17	1.97	1.89	2.48	2.08	2.04	1.99
	贵州	2.45	2.19	1.54	1.88	2.99	2.67	2.76	2.78
	云南	3.22	2.91	2.93	3.07	4.09	3.78	3.91	4
	西藏	0.2	0.19	0.16	0.16	0.18	0.16	0.15	0.15
	小计	15.01	13.5	12.36	12.55	16.11	14.8	14.7	14.66
西北	陕西	2.22	2.13	2.09	1.97	3.08	2.93	2.84	2.73
	甘肃	1.72	1.64	1.78	1.91	2.49	2.54	2.56	2.52
	青海	0.19	0.21	0.18	0.17	0.24	0.29	0.25	0.25
	宁夏	0.62	0.64	0.63	0.62	0.78	0.81	0.77	0.68
	新疆	1.7	1.73	2.14	2.33	1.39	1.31	1.85	2
	小计	6.44	6.36	6.82	7.01	7.99	7.88	8.27	8.18

数据来源：根据《中国粮食统计》和中华人民共和国统计局网站发布数据计算得出。

从省市数据来看：（1）13 个粮食主产省粮食生产较为稳定，其中，湖南和四川两省的粮食集中度出现了不断下滑趋势，指标Ⅰ分别由 2004 年 5.62%、6.7% 下降到 2014 年的 4.94%、5.56%，指标Ⅱ也出现类似下滑；辽林粮食产量集中度（指标Ⅰ）出现了“跳水”式暴跌，由 2013 年 3.65% 突降至 2014 年的 2.89%，主要是由于 2014 年辽林遭遇了大面积旱灾导致粮食减产。黑龙江和内蒙

古两省区在研究期内粮食集中度上升势头明显,尤其是黑龙江粮食生产集中度两指标分别由2004年6.39%、8.32%上升到2014年10.28%、10.38%,增速冠绝全国,其粮食播种面积和粮食年产量分别于2006年和2011年超越河南成为我国最大的粮食生产省,实现了历史性突破;(2)其他粮食主销省和产销平衡省粮食生产波动比较平稳,其中浙江、广东、广西、海南、重庆和北京等南方省市和沿海省市粮食集中度都有不同程度的下降,但是下降幅度不大,甘肃和新疆等内陆和北方省区粮食集中度略有上升。省市细分数据的结果基本与大区数据相吻合,基本体现了沿海和南部地区粮食生产萎缩,北方内陆省市尤其是东北地区成为粮食增产的主力军。

值得一提的是,绝大部分的大区数据和省市细分数据中,粮食集中度在研究期的头几年(2004-2007年)都表现出较强的上升势头,这说明2004年全面铺开的粮食直补政策发挥了作用,但是其作用的持续推动效应不强,这也说明粮食生产中政策出台或体制变更只能起到"强心针"的作用,粮食生产的长效稳定发展还需要从市场、产业环境、农民种粮收入等根本上找出路。

(二)粮食生产区域的空间效应测度

不同大区和各省市粮食生产集中度的变化趋势,说明了粮食生产逐渐向北方和内陆集聚,粮食生产区域格局的这种变化也说明对其进行空间效应的测度是合理的和必要的。Moran's I指数和Geary's C指数是较常用的两个测度区域间空间相关性的指标,Griffith发现Moran's I指数比Geary's C指数更不易受到偏离正态分布的影响[20],Moran's I指数的可信度更高应用也更广泛。本文选用的权重指标是地理相邻的二位权重,即两省市相邻取1,不相邻则取0。对本文构建的粮食集中度两个指标(指标Ⅰ和指标Ⅱ)具体测算结果如表2。

表2 2004-2014年我国粮食生产集中度Moran's I指数值

年份	指标Ⅰ(产量)			指标Ⅱ(播种面积)		
	Moran's I值	Z值	概率P值	Moran's I值	Z值	概率P值
2004	0.237**	2.319	0.010	0.209**	2.086	0.019
2005	0.235**	2.310	0.010	0.219**	2.173	0.015
2006	0.264***	2.577	0.005	0.221**	2.212	0.013
2007	0.259***	2.541	0.006	0.231**	2.312	0.010
2008	0.266***	2.593	0.005	0.230**	2.300	0.011
2009	0.232**	2.299	0.011	0.223**	2.246	0.012
2010	0.248***	2.441	0.007	0.227**	2.283	0.011
2011	0.256***	2.512	0.006	0.229**	2.296	0.011
2012	0.266***	2.598	0.005	0.229**	2.301	0.011
2013	0.274***	2.662	0.004	0.233**	2.333	0.010
2014	0.262***	2.571	0.005	0.240***	2.397	0.008

注:***、**分别代表在1%、5%的显著水平下显著。

从表2结果可以发现,粮食生产集中度的两个衡量指标的Moran's I指数值在各年份均大于零,且至少在5%的显著水平下显著。结果显示,2004-2014年间我国各省市粮食生产存在明显的空间正相关性,说明这一时期我国各省市粮食生产并不是独立分割的,相互之间存在明显的正向空间相关关系。值得指出的是,虽然粮食集中度指标的Moran's I指数在研究期内存在一定的波动甚至是在某些年份连续下降,但总体上还是呈现出不断增大的趋势,说明我国粮食生产区域格局的空间集聚效应正在不断增强。

两个粮食集中度指标的空间相关性Moran's I指数检验结果,充分说明了2004-2014年粮食实现"十一连增"期间粮食生产区域格局有不断变化尤其是向空间集聚的趋势。那么,对我国粮食区域格局及其影响因素的分析,就不得不考虑空间效应因素的存在,也进一步说明从空间经济学

视角分析我国粮食生产区域格局的合理性。

四、指标选择及模型

（一）指标选择

粮食生产集中度空间相关性检验说明粮食生产区域空间溢出效应是粮食生产区域格局变动不可忽视的力量，除此，粮食生产区域格局还受到其他许多因素的影响。概括起来看，主要有区域发展特征因素、资源禀赋因素、政府财政因素和粮食本身区域生产差异等，与已有研究不同，他们因变量是各省市粮食产量，所以他们的研究更多是分析影响各省市粮食生产的影响因素，本文以各省市粮食生产集中度为被解释变量，主要目标是要探讨粮食生产区域格局变动的诱因。所以，本文选择解释变量指标主要是影响粮食生产区域格局变化的因素。本文关注的重点是各省市粮食生产区域格局的空间溢出效应以及几种主要影响因素的空间溢出效应，本文主要变量及指标意义见表 3：

表 3　本文模型变量选择及指标计算方法

指标	变量	构建方法	指标	变量	构建方法
粮食生产集中度（产量）	*conc*1	各省市粮食产量占全国粮食产量比重	耕地资源	*land*	各省市人均农作物播种面积占全国人均比重
粮食生产集中度（播种面积）	*conc*2	各省市粮食播种面积占全国的比重	淡水资源	*water*	各省市有效灌溉面积占农作物总播种面积比
二元经济特征	*gap*	各省市城乡居民人均收入差距（比值）	财政自主性	*inde*	各省市本级财政收入与本级支出比重
城市化水平	*urban*	各省市城市化率	财政支农力度	*agri*	各省市支农财政占本级财政支出比重
产业结构调整	*stru*	各省市二三产业增加值占地区 GDP 比重	农业投资	*invest*	各省市农业固定资产投资占全社会固定资产投资比重

数据来源：由于几个关键指标官方数据只截止到 2013 年，所以模型估计为 2004 – 2013 年的面板数据。数据主要来源于《中国统计年鉴》、《中国财政年鉴》和《中国农村年鉴》以及根据中国统计局数据库计算得出。其中，财政支农数据由于 2007 年前后统计口径变化，2007 年后的数据为地方财政农林水事务支出，2007 年以前为农业支出、林业支出和农林水利气象等部门事业费支出的总和。

（二）空间计量模型选择

空间面板计量模型的一般形式为：

$$y_{it} = \rho W_{ij} y_{it} + \theta_k X_{it} + \beta_k W_{ij} X_{it} + \mu_i + \mu_t + \upsilon_{it} \quad (1)$$

$$\upsilon_{it} = \lambda W_{ij} \upsilon_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

式（1）、（2）中，W_{ij} 是空间权重矩阵（使用的是二元临近权重矩阵形式，两地相邻取 1，否则取 0），μ_i 、μ_t 、υ_{it} 分别代表空间个体效应、时间效应和误差项向量，ε_{it} 是满足零均值正态分布的随机误差向量，其他为模型变量和待估参数。

Elhorst[21] 和 Lee and Yu[22] 指出，根据对空间模型的不同假定，空间面板模型大致分为空间自相关（SAC）、空间误差（SEM）、空间自回归（SAR）和空间杜宾（SDM）。根据具体的研究目的和可获取的数据特征，结合空间计量模型选择方法可以确定合适的空间面板模型。本文以因变量（*conc*1）为例，呈现模型选择的过程和结果：

首先是对空间模型的选择，AnselinandFlorax 指出 LM 检验是确定空间模型形式的有效方

法[25]。表4模型LM检验结果显示,在1%显著水平下,均拒绝不含空间滞后效应和空间误差效应的原假设,不能确定模型形式;进而需要进行稳健性估计,5%显著性水平下拒绝不存在空间滞后效应的原假设,而不存在空间误差效应的LM值没有通过10%的显著性检验,说明模型应该是空间自回归模型(SAR)或者空间杜宾模型(SDM)。结合上文因变量空间效应检验结果(Moran's I值),模型应该选择因变量和解释变量均具有空间溢出效应的SDM模型,进一步Wald检验和LR检验也支持这一模型在1%显著水平下均拒绝SDM模型能简化的假设,说明模型应该确定为SDM。

表4 Lagrange multiplier(LM)检验

	原假设	LM值	*P*值
面板OLS	LM检验:不存在空间滞后(SAR)	24.4277	0.000
(Pooled OLS)	LM检验:不存在空间误差(SEM)	19.9712	0.000
	稳健的LM检验:不存在空间滞后(robust SAR)	5.6360	0.018
	稳健的LM检验:不存在空间误差(robust SEM)	1.1796	0.277
空间固定效应	LM检验:不存在空间滞后(SAR)	42.6084	0.000
(Spatial fixed effects)	LM检验:不存在空间误差(SEM)	36.3436	0.000
	稳健的LM检验:不存在空间滞后(robust SAR)	6.5720	0.010
	稳健的LM检验:不存在空间误差(robust SEM)	0.3072	0.579
时期固定效应	LM检验:不存在空间滞后(SAR)	21.7667	0.000
(Time-period fixed effects)	LM检验:不存在空间误差(SEM)	9.0611	0.003
	稳健的LM检验:不存在空间滞后(robust SAR)	13.0793	0.000
	稳健的LM检验:不存在空间误差(robust SEM)	0.3737	0.541
空间与时期固定效应	LM检验:不存在空间滞后(SAR)	40.1663	0.000
(Spatial and Time-period	LM检验:不存在空间误差(SEM)	19.2323	0.000
fixed effects)	稳健的LM检验:不存在空间滞后(robust SAR)	27.8056	0.000
	稳健的LM检验:不存在空间误差(robust SEM)	6.8716	0.009

确定SDM模型后,为避免个体效应和时间效应对回归结果的影响,有必要对这些影响进行控制,似然比检验(LR)是常用的检验方法,检验结果(表5)显示,模型中个体效应和时间效应至少在5%显著水平下显著,说明SDM模型回归时应该控制个体效应和时间效应的影响,即个体和时间效应双固定的SDM模型。

表5 Likelihood ratio(LR)检验

	LR值	*P*值
原假设(H_0):个体固定效应不显著		
备选假设(H_1):个体固定效应显著	1107.0067	0.0000
原假设(H_0):时期固定效应不显著		
备选假设(H_1):时期固定效应显著	19.6304	0.0329

与非空间面板模型类似,空间面板回归应该选择随机效应还是固定效应模型可以通过Hausman检验进行确定,SDM模型回归应该选择随机效应模型估计。

上文结果显示,本文应该采用时空双向固定的空间杜宾模型(SDM)并采用随机效应模型进行估计,结合空间面板模型的一般形式(即公式(1)、(2)),本文回归估计所使用的具体模型如下:

$$conc_{it} = \rho W_{ij} conc_{jt} + \sum_{k=1}^{8} \beta_k X_{it} + \sum_{k=1}^{8} \lambda_k W_{ij} X_{it} + \mu_i + \mu_t + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

式(3)是本文最终构建的SDM模型,ρ、λ_k分别是因变量和相关解释变量的空间溢出效应系数,是本文关注的重点;X_{it}是本文选定的解释变量,β_k是各解释变量对因变量的直接影响系数,W_{ij}是空间权重矩阵;μ_i、μ_t是个体效应和时间效应,ε_{it}是遵循零均值正态分布的随机误差项。

五、模型估计和结果分析

（一）粮食生产区域格局变动诱因的空间估计

根据 SDM 模型估计结果，删除了部分不显著的解释变量杜宾选项，所以结果中只呈现了具有显著空间溢出效应的解释变量估计（W * X 部分）。而且为了和传统的面板回归结果进行比较，结果中也呈现了传统随机效应面板模型估计结果。结果如表 6 所示，因变量为以各省市粮食产量为基础计算的粮食生产集中度（*conc*1）。两个模型的估计 R^2 都达到了面板数据估计的拟合优度要求，且 SDM 估计明显提升估计结果的拟合优度，变量拟合效果更好。传统随机效应估计和 SDM 估计系数对比可以发现，二者之间存在较明显的区别，这说明忽视空间效应往往会形成估计误差。

表 6　粮食生产区域格局变动诱因估计结果

变量	随机效应模型（RE）			空间杜宾模型（SDM）		
	系数	*Z* 值	*P* 值	系数	*Z* 值	*P* 值
gap	-0.0013	-1.11	0.269	-0.0033***	-2.99	0.009
urban	-0.0016	-0.20	0.842	0.0052	0.76	0.459
stru	-0.0747***	-5.11	0.000	-0.0526***	-4.51	0.000
land	0.0259***	9.29	0.000	0.0265***	9.96	0.000
water	0.0102**	2.31	0.021	0.0136***	3.97	0.001
inde	0.0129**	2.35	0.019	-0.0117**	-2.38	0.030
agri	0.0349***	2.95	0.003	0.0236**	2.49	0.024
invest	0.0126	0.63	0.531	0.0119	0.74	0.473
cons	0.0615***	4.77	0.000	0.0199	1.67	0.114
ρ - *sp*				0.5259***	8.75	0.000
w * *inde*				0.0323***	4.55	0.000
w * *land*				-0.0113**	-2.45	0.026
w * *gap*				0.0045**	2.86	0.011
R^2	0.3410			0.4149		
Obs	310			310		

注：***、**、* 分别表示 1%、5%、10% 显著水平下显著。

表 6 估计结果显示：（1）空间自回归系数（ρ - *sp*）为 0.5259，且高度显著（通过 1% 显著性水平），说明各省市粮食生产集中度存在明显的空间溢出效应，也即本省市粮食生产规模扩大不仅受到粮食生产因素影响，也显著受到临近省市的粮食生产规模、结构安排的影响，同时也说明省市之间粮食生产的空间溢出效应是粮食“十一连增”期间粮食区域格局变化不可忽视的因素之一；（2）空间效应显著为正，说明单个省市粮食生产集中度变化可能会促使临近省市粮食生产集中度同向变化，这印证了前文分析，东南沿海和南方发达地区粮食生产普遍呈萎缩趋势，北方地区粮食生产集中度都有不同程度的提升，尤其是东北三省粮食生产集中度近十年均实现快速提高，说明临近省市之间粮食生产具有正向空间溢出，主要是因为一方面我国粮食生产区域集聚趋势所引起（如表 1），相同区域内省市粮食生产安排“趋同”现象普遍，另一方面相邻省市政府竞争相对激烈，产业结构和粮食生产安排的“效仿”效应明显，由此导致临近省市粮食集中度（种粮规模）出现同向变化的结果；（3）三个显著的解释变量杜宾选项说明空间效应不仅仅存在于粮食生产层面，临近省市粮食生产的内在因素同样具有空间溢出效应，换言之，各省市粮食生产还受到临近省市区域内社会经济因素的影响。具体上，一个省市财政自主性提高、城乡差距拉大都会正向作用于临近省市

的粮食生产,财政自主性提升意味着本级财力提升和地方政府财政资源增加,那么本省市政府会把资源用于经济发展挤占粮食生产投入,而把粮食生产任务向临近省市"输出";城乡发展差距也具有明显空间效应[23],临近省市间农村经济发展滞后,导致这一大区农业结构安排只能以粮食生产为主;粮食生产耕地资源禀赋空间效应显著为负,说明粮食生产"人地矛盾"恶化会把本省市粮食生产转嫁到临近地区,临近省市就要负担更多的粮食生产任务。

在控制了空间溢出效应后,模型中解释变量的意义不再明显,但是均值的估计结果还是能体现部分粮食区域格局变动的动因。区域经济因素中,城乡发展差距(*gap*)、产业结构(*stru*)与粮食生产集中度(*conc*1)呈显著负相关,一方面二元体制下城市部门发展水平和速度快于农村部门,那么农村居民从事农业生产和粮食生产的机会成本会增加,粮食生产比较收益会进步一萎缩,农民种粮意愿下降,另一方面城市部门快速发展会挤占耕地、水资源、劳动力和资本等粮食生产投入要素,粮食生产条件会受到侵蚀;资源禀赋因素中,水土资源依然是影响粮食生产最基本的两个自然条件,粮食生产的耕地资源和农业用水资源正向作用于粮食生产集中度(0.0265,0.0136),且在1%水平下显著;政府财政因素对粮食生产的作用正在凸显和加强,财政支农力度依然是粮食生产中不可或缺的推动力量。可是,财政分权体制下地方政府财力和财政资源萎缩会限制对粮食生产的扶持力度,财政自主性(*inde*)结果与理论分析不符,显著负相关的关系说明本级财力越弱反而粮食生产规模越大,可这一结论与现实相吻合,粮食生产"粮食大省、经济弱省、财政穷省"现象普遍,这也充分说明粮食生产区域格局并不是市场因素和粮食生产本身因素所决定的,而是政府间博弈、竞争等"人为"驱动的;粮食生产本身因素(*invest*)不显著,这也印证前述结论,粮食生产各因素本身对全国粮食生气区域格局作用有限。

(二)空间效应大小分解

上文充分证实了粮食生产区域格局变化中存在的空间溢出效应,但是空间效应如何作用,作用大小如何,还需要对空间模型估计结果进行分解。LeSage and Pace[24]指出,在空间系统中,特定单位(截面)中特定解释变量的作用可以分为两类,一是这个解释变量改变会影响本身被解释变量,二是该解释变量变化会改变其他截面的被解释变量,前者为该因素的直接效应、后者是间接效应,直接效应类似于估计结果中解释变量系数估计值,间接效应代表的是该指标的空间溢出效应。

表7 SDM模型解释变量空间效应分解

变量	总效应	直接效应	间接效应	间接效应贡献
gap	0.0026	-0.0028**	0.0054*	207.7%
urban	0.0104	0.0052	0.0052	50.0%
stru	-0.1112***	-0.0565***	-0.0546**	49.1%
land	0.0333***	0.0276***	0.0055	16.5%
water	0.0294***	0.0149***	0.0144**	49.0%
inde	0.0449***	-0.0073*	0.0523***	116.5%
agri	0.0518**	0.0263**	0.0254*	49.0%
invest	0.0331	0.0169	0.0161	48.6%

注:***、**、*分别表示1%、5%、10%显著水平下显著;总效应=直接效应+间接效应,所以当一个解释变量的直接效应为负而间接空间溢出效应为正是,间接效应对总效应的贡献超过100%,超过这一值的解释变量表明其对本身因变量作用和其他空间内的因变量作用完全相反,空间溢出效应较大。

表7结果表明,除了各省市粮食耕地资源(*land*)间接效应贡献较小(16.5%),其他变量的空间溢出效应的贡献都比较明显,这是因为耕地资源是空间固定的,其对其他空间内粮食生产不直

接产生作用，要依靠劳动力流动、政府竞争等中间媒介发生作用。城乡发展差距（*gap*）和财政自主性（*inde*）本省市和临近省市的空间作用方向相反，使得其在总效应中贡献超过 100%。总的来说，除了城市化水平和农业固定资产投资的空间溢出效应（间接效应）不太显著，其他几个影响因素的空间溢出效应都能通过 10% 显著水平检测，说明影响本省市粮食生产布局的因素也对临近省市粮食生产布局产生明显的空间溢出效应，这也印证了上文结论，空间溢出效应不仅仅存在粮食生产集中度层面，各自背后的驱动因素也存在相互作用的空间效应。与非空间面板模型（FE）估计对比发现，非空间 FE 估计结果与空间估计直接效应存在较明显的差别，说明忽视空间效应的非空间模型会导致估计偏高和偏误的产生。

（三）粮食播种面积指标（*conc*2）的再检验

上文指出以各省市粮食产量为基础的粮食集中度指标存在一定缺陷，而以各省市粮食播种面积为基础的粮食生产集中度指标可以避免这些缺陷，而且两个指标本质上是相同的，其影响因素也基本一致，那么这两个指标的估计结果是否存在系统性偏差可以侧面反映模型回归的稳健性。类似于指标（*conc*1）模型选择过程，*conc*2 指标最终确定为时随机效应的空双固定空间杜宾模型（SDM），鉴于篇幅只呈现系数估计结果（见表 8）。结果显示，模型拟合优度为 0.7231，且两个模型估计的结果不存在系统性偏差，说明模型总体上是合适的，前文的估计结果是相对稳定和可信的。

结果表明：（1）各省市粮食播种面积集中度存在显著的空间正向溢出效应，空间自相关系数（$\rho - sp$）为 0.2368，且在 1% 显著水平下显著；（2）解释变量的空间滞后系数显著，说明本省市影响播种面积的因素存在明显的空间溢出效应，对临近省市粮食播种面积产生作用；（3）水土资源禀赋是决定粮食播种面积最基本的要素，区域经济发展因素、政府财政因素等也是我国粮食播种面积区域格局变化的驱动因素。总的来说，粮食“十一连增”期间，粮食播种面积区域格局调整和变动受到各省间粮食播种面积集中度空间溢出、临近省市粮食播种面积影响因素空间溢出和本省市经济发展条件、资源禀赋、政府财政资源和支农力度等多方面影响。要对我国粮食区域格局变动准确把握不能割裂这些因素的联系，更不能忽视某些因素的作用。

表 8　粮食生产集中度指标Ⅱ（*conc*2）的 SDM 估计结果

变量	*gap*	*urban*	*stru*	*land*	*water*	*inde*	*invest*	*agri*
系数	0.0001	−0.0087 *	−0.0274 ***	0.0305 ***	0.0056 ***	−0.0017	0.0173 *	0.0109 *
变量	$\rho - sp$	*w* * *inde*	*w* * *stru*	*w* * *urban*	*w* * *invest*	*w* * *land*	*w* * *gap*	R^2
系数	0.2368 ***	0.0116 ***	−0.0329 **	0.0288 ***	−0.0495 **	−0.0082 **	0.0028 ***	0.7231

注： ***、**、* 分别表示 1%、5%、10% 显著水平下显著。

六、结论和政策含义

本文从空间经济学视角，通过构建基于各省市粮食产量和粮食播种面积的反映粮食生产区域格局的粮食集中度指标，并基于分类统计和空间杜宾模型（SDM）分析了我国粮食“十一连增”期间生产区域格局变动的现实情况和诱因。研究发现：（1）近十年来，我国粮食生产区域格局确实出现较明显的变化，且这一变化具有不断加速的趋势，生产大区和各省市粮食生产集中度指标均出现波动，具体为东南沿海、南方发达省市粮食播种面积、产量都出现萎缩，北方、内陆省市粮食生产势头正在加强，成为近一阶段粮食增产的主力军，尤其是东北三省粮食增产速度很快，“北粮南运”格局进一步得到巩固；（2）粮食生产区域空间溢出效应明显，忽视空间效应可能导致对我国粮食区域格局把握和认识产生偏误，具体表现为两个方面：一是粮食生产集中度本身在各省市之间存在显著的空间溢出效应，单个省市粮食播种面积和产量受到临近省市粮食生产的正向影响；二是影响

粮食生产的各种因素也对临近省市粮食生产产生交互的空间溢出效应,也即本省市粮食生产受到临近省市区域经济特征、财政以及资源禀赋等外生因素的交互影响;(3)粮食"十一连增"期间,我国粮食区域格局变动主因是来自于类似"人为"层面的因素而非市场因素层面(间接效应多数在50%左右),区域间发展差距、财力及财政资源等方面的差距促使各省市在粮食生产上博弈、竞争,导致近期内粮食生产区域格局变化,同时农业用水资源、耕地依旧是粮食生产区域格局的显著影响因素。

基于这些研究结论,为推动我国粮食生产区域格局优化调整和分配,保障我国粮食生产稳定、实现粮食安全的战略目标,得到如下政策含义:(1)充分利用粮食生产区域格局变化中的空间效应,借助临近省市间粮食产量和粮食播种面积正向空间溢出,通过加大投入、农业基础设施建设等规划和建设具有比较优势的粮食生产片区,进一步发挥粮食生产大区(大省)的正向"辐射"作用,拉动临近省市粮食生产积极性和生产能力,逐步提升我国整体粮食综合生产能力;(2)国家在粮食生产区域格局上要加强宏观调控和规划,加快永久基本农田划定步伐,放缓"人为"因素对粮食生产区域格局的扰动速度,同时加大对主产省市粮食生产的转移支付力度和政策倾斜,平衡粮食生产的财政投入和收益间的差距,通过降低主产省市种粮的机会成本提高其"抓粮"积极性,并通过正向空间溢出进一步带动周边省市粮食生产规模;(3)以各省市间长期粮食产销关系为基础,通过横向财政转移和补偿、对口粮食订单(高于市价)等形式加快形成省市间粮食利益补偿机制,实现粮食产区和销区间资源优化配置和经济落后的粮食产区产业结构优化升级,一方面可以使各省市共享经济发展成果,避免粮食主产省市财政收入过低的"怪圈",另一方面也有助于缩小省市间发展差距,进一步发挥粮食生产区域格局中的空间溢出效应的作用,保证各省市自身粮食生产能力并形成稳定有效的粮食区域格局,最终保障我国粮食安全战略目标的实现。

参考文献:

[1]韩俊. 关于增加农民收入的思考[J]. 新视野, 2001,(1):31-34.
[2]温家宝. 为推进农村小康建设而奋斗[C]// 依靠科技进步促进农业产业发展——"科技进步与农业产业发展论坛"文集,2003.
[3]伍山林. 中国粮食生产区域特征与成因研究——市场化改革以来的实证分析[J]. 经济研究, 2000, (10):38-45.
[4]朱国忱. 略论金代黑龙江地区的农业发展[J]. 中国农史, 1987,(1):1-21.
[5]陆文聪, 梅燕. 中国粮食生产区域格局变化及其成因实证分析——基于空间计量经济学模型[J]. 中国农业大学学报(社会科学版), 2007, (3):140-152.
[6]黄爱军. 我国粮食生产区域格局的变化趋势探讨[J]. 农业经济问题, 1995, (2).
[7]郑有贵, 邝婵娟, 焦红坡. 南粮北调向北粮南运演变成因的探讨——兼南北方两个区域粮食生产发展优势和消费比较[J]. 中国经济史研究, 1999, (1):99-106.
[8]高帆. 我国粮食生产的地区变化:1978~2003年[J]. 管理世界, 2005,(9):70-78.
[9]杨春, 陆文聪. 基于空间计量经济模型的县域粮食生产区域格局研究[J]. 农业技术经济, 2010, (5):24-29.
[10]邓宗兵, 封永刚, 张俊亮,等. 中国粮食生产区域格局演变研究[J]. 农业技术经济, 2013, (9).
[11]武舜臣, 王静, 树成军,等. 中国粮食生产区位差异与产需格局变动分析——基于1978—2012年粮食生产的泰尔指数分解[J]. 湖南农业大学学报(社会科学版) 2015,(1):21-24.
[12]徐志刚, 傅龙波, 钟甫宁. 中国粮食生产的区域比较优势分析[J]. 中国农业资源与区划, 2001, (1):45-48.
[13]李明扬, 胡建. 我国粮食生产约束条件及对策分析[J]. 农业科技管理, 2009, (2):72-73.
[14]卢良恕. 我国小麦生产优势区域布局与市场分析[J]. 农业科技通讯, 2005, (7): 5-5.

[15]谭智心，曹慧，陈洁. 中国粮食生产区域布局的演变特征及成因分析——基于全国各省(区)面板数据的实证研究[J]. 调研世界，2012，(9)：7－11.
[16]卫兴华，侯为民. 中国经济增长方式的选择与转换途径[J]. 经济研究，2007，7(42)：15－22.
[17]殷艳，廖星，余波，等. 我国油菜生产区域布局演变和成因分析[J]. 中国油料作物学报，2010，32(1)：147－151.
[18]徐志宇，宋振伟，陈武梅，等. 基于县域的三大粮食作物生产优势的空间特征分析 [J][J]. 中国农业大学学报，2012，17(5)：21－29.
[19]张军，覃志豪，李文娟，等. 1949－2009 年中国粮食生产发展与空间分布演变研究[J]. 中国农学通报，2011，27(24)：13－20.
[20]Griffith D A. Spatial autocorrelation：a primer[J]. Association of American Geographers Washington D C，1987，19(2)：308－316.
[21]Paul Elhorst J. Applied Spatial Econometrics：Raising the Bar[J]. Spatial Economic Analysis，2010，5(1)：9－28.
[22]Lee L F，Yu J. Estimation of spatial autoregressive panel data models with fixed effects[J]. General Information，2010，154(2)：165－185.
[23]王克强，张忠杰. 城乡居民收入差距研究[J]. 农业技术经济，2012.
[24]Pace R K，Lesage J P. Omitted Variable Biases of OLS and Spatial Lag Models[M]// Progress in Spatial Analysis-Springer Berlin Heidelberg，2010：17－28.
[25]Anselin L，Florax R J G M. Small Sample Properties of Tests for Spatial Dependence in Regression Models：Some Further Results[M]// New Directions in Spatial Econometrics. Springer Berlin Heidelberg，1995：21－74.

The Changes in Regional Pattern of Grain Production and Its Causes during the “Eleven year Consecutive Grain Production Growth” Period

TIAN Hong-yu，ZHU Zhi-yong，LIU Wei
(*School of Economics and Management*，*Southwest University*，*Chongqing*，400715，*China*)

Abstract：Statistical analysis shows that，significant changes has occurred in China’s RPGP during the “Eleven year Consecutive Grain Production Growth” period，and presented an accelerating trend. The empirical results show that：provincial grain production yields and sown area have significant positive spatial correlation，regional economic characteristics，government finance，natural resources and other factors also have significant space spillover effect on grain production of adjacent provinces；the Spatial Effects as well as the spatial spillover effects of internal factors of provinces’ grain production are important reasons for the change of regional pattern of grain production during this period. The Spatial Effects is strengthening in RPGP，which provides a new way for future rational distribution of food production resources，optimize financial support direction and steadily improve the comprehensive grain production capacity.

Key Words：grain production；grain safety；grain output；regional pattern；Spatial Economics；Spatial Effects