

DOI : 10.13872/j.1000-0275.2016.0046

贺亚亚, 李谷成. 中国种植业地理集聚: 行业特征、专业分工与时空演变 [J]. 农业现代化研究, 2016, 37(3): 496-504.

He Y Y, Li G C. Geographic concentration of China's crop industry: Characteristics, specialization, and the spatial and temporal evolution[J]. Research of Agricultural Modernization, 2016, 37(3): 496-504.



中国种植业地理集聚：行业特征、专业分工与时空演变

贺亚亚, 李谷成

(1. 华中农业大学经济管理学院, 湖北 武汉 430070, 2. 湖北农村发展研究中心, 湖北 武汉 430070)

摘要：随着工业化、城镇化的加快，农业生产活动的空间集聚效应对现代农业经济发展的作用更加凸显，因此，了解中国农业地理集聚状况及其演变规律尤为重要。本文利用克鲁格曼指数和区位熵指数考察了 1978-2012 年间中国 29 个省（市、区）20 种农作物的区域分工、专业化水平及演变规律，并结合全局和局部 Moran's I 指数分析了中国省域农作物的空间关联性。研究表明：从专业分工角度来看，中国农业种植结构差异性逐渐增强，各地区农作物的专业化水平随时间不断变化，同时各作物种植优势地区存在不同程度地转移；从集聚分布情况来看，中国绝大多数农作物都存在显著的空间关联性，在时空与地理两种不同的关联路径下，农作物空间关联性存在较明显的差异，前者能反映出作物空间关联性的动态变化。

关键词：种植业；专业分工；空间相关性；时空接近；地理集聚

中图分类号：F304.5

文献标识码：A

文章编号：1000-0275 (2016) 03-0496-09

Geographic concentration of China's crop industry: Characteristics, specialization, and the spatial and temporal evolution

HE Ya-ya, LI Gu-cheng

(1. College of Economics and Management, Huazhong Agricultural University, Wuhan, Hubei 430070, China; 2. Center for Hubei Rural Development, Wuhan, Hubei 430070, China)

Abstract : With the rapid development of industrialization and urbanization, the geographic concentration of agricultural production activities in China has played a critical role in the agricultural industry. To understand the geographic concentration of the crop industry in China, this paper examined the spatial relationship among different provinces for different crops by calculating the division of labors, the industry specialization levels, and the global and local Moran's I index of 20 crops in China from 1978 to 2012. Results show that the structural difference of China's crop industry in different regions become bigger, and specialization level of crops has been changing. Besides, privileged areas for certain crops has been moving in varying degrees. The analysis also confirmed that significant spatial autocorrelation exists among a vast majority of crops. In particular, we found that spatial autocorrelation of crops differ in temporal-spatial and geographical relation paths, the former presents a more obvious dynamic change of spatial autocorrelation of crops.

Key words : crop industry; specialization; spatial correlation; spatial-temporal proximity; geographic

农业增长问题一直以来都是农业经济领域的热点问题。长期以来，经济学家都认为以发挥比较优势为导向，组织农业经济活动，将使各地区的经济增长趋于收敛，地理因素在多数有关农业增长的研究中被忽视。然而由于交易成本的存在，地理因素不可小觑。随着工业化、城镇化的加快，农业产业结构不断调整，农产品的空间布局也随之发生明显的变动。如何综合考察农业生产活动的集聚现状，

从而在长期中全面认清其演变特征及规律，促进产业布局的优化是亟待解决的问题。

根据贺灿飞和潘峰华^[1]、王艳荣和刘业政^[2]的研究，本文认为农业地理集聚是各农业产业（农作物）在地理空间上的聚集或集中，其特征可以由产业地理上的邻近和产业之间的联系程度（空间关联性）来表示。陆文聪和梅燕^[3]的研究表明，1978 年以来中国的粮食生产区域布局发生显著变化，东北

基金项目：国家自然科学基金项目（71273103，71473100）；国家“万人计划”青年拔尖人才支持计划。

作者简介：贺亚亚（1990-），女，湖北荆州人，博士研究生，主要从事农业经济学、农业技术经济学研究，E-mail: heyaya@webmail.hzau.edu.cn；李谷成（1982-），男，湖南长沙人，教授，博士生导师，主要从事农业经济学、农业技术经济学研究，E-mail: lgcabc@mail.hzau.edu.cn。

收稿日期：2015-08-04，**接受日期：**2016-02-22

Foundation item: National Natural Science Foundation of China (71273103, 71473100); Program for the TOP Young Talents of “Ten thousand Person Project” of China.

Corresponding author: LI Gu-cheng, E-mail: lgcabc@mail.hzau.edu.cn

Received 4 August, 2015; **Accepted** 22 February, 2016.

和西部的部分省区成为了新的粮食主产区。王伟新等^[4]发现，中国水果产业地理集聚呈现出缓慢下降趋势，西部地区是其主要聚集地。其他作物，如蔬菜、花生、棉花等的生产格局也有着明显的变动^[5-7]。除此之外部分研究对中国种植业整体进行了考察，肖卫东^[8]的研究表明，中国种植业整体上具有显著的地理集聚特征，而不同农作物生产的地理集聚存在显著差异，对种植业进行更进一步的细分之后，李二玲等^[9]发现从大类来看，种植生产相对分散，相对更细的小类作物更集聚并呈现出更高的专业化水平。不仅如此，农业地理集聚的格局演变更是经历了由自然集聚向社会集聚过渡的历程^[10]。

因此，种植业的地理集聚是显而易见的，基于行业角度的研究非常丰富，但是基于区域和空间角度的考察尚有欠缺，而这是非常重要的，因为地理集中和空间关联是集聚的重要特征。肖卫东^[11]、李二玲等^[9]运用空间统计方法探索了种植业地理集聚的分布格局，发现中国种植业呈现明显的“中心-外围”模式，正向空间自相关性非常显著。这在很大程度上丰富了农业地理集聚研究的深度，但是他们无一例外的都选择了在地理邻近模式下分析种植业地理集聚的分布格局。由于具备计算简便的特性，地理邻近被广泛使用，但是单一模式使得空间关联的分析受到限制。根据吕韬和曹有挥^[12]的研究，仅仅基于地理邻近意义来考察作物的空间自相关性是不全面的。随着经济不断发展，交通基础设施逐步完善，地区间的邻近关系也在转变。忽略时间因素，基于地理邻近模式的空间权重矩阵已经不能客观全面的反映真实空间的邻接关系。

综上所述，本文在已有研究基础上，对以下几个方面进行了一定拓展：第一，我们从地区层面考察了各地区的区域分工强度。在以往的研究中，大多数研究侧重于从行业角度考察专业化水平及其变化，使得农业的区域分工特征无法反映，而这一点非常重要；第二，本文将时空邻近模式引入到种植业的空间自相关分析中，综合地理邻近模式的空间自相关分析，研究不同模式对空间自相关分析的影响。

1 研究方法与数据来源

1.1 研究方法

1.1.1 克鲁格曼 (Krugman) 指数 克鲁格曼指数即两区域间的结构差异指数，主要考察两地区间的结构差异性，进而衡量地区结构差异和专业化程度。本文利用这一评价指数分析全国各省份农业种植结构的差异，该指数的取值范围为 [0, 2]。在两种极

端情况下，该指数达到临界值，当两地产业结构完全相同时，该指数为 0；若两个地区的产业结构完全不同，则该指数为 2。根据该指数可以大致衡量行业专业化程度，指数值越大，说明地区专业化程度越高，种植结构差异越大。Krugman 指数计算公式为：

$$S_{ij} = \sum_{k=1}^n \left| \frac{E_{ik}}{E_i} - \frac{E_{jk}}{E_j} \right| \quad (1)$$

式中：下标 i, j 代表地区， k 代表行业， E_{ik} 和 E_{jk} 表示 i 地区和 j 地区 k 行业的播种面积， E_i 、 E_j 分别表示 i 地区和 j 地区种植业总播种面积。鉴于种植业产量受气候、环境的影响会有较大的波动，而且部分年份的产量数据存在缺失，因此本文最终确定选取各作物播种面积数据来测算各指标值。

1.1.2 区位熵 区位熵指数 (Q) 是通过测度某区域的行业结构与全国平均水平之间的差异，并以此来评价一个区域的专业化水平，常用于研究某一产业在各个区域的专业化程度，同时可根据某一地区的区位熵指数判断该地区的专业化产业和主导产业。当 $Q_{ik} > 1$ 时，说明 i 地区 k 产业具有比较优势；当 $Q_{ik} = 1$ 时，表明 i 地区 k 产业处于均势；而 $Q_{ik} < 1$ 时，则表明 i 地区 k 产业处于比较劣势。区位熵计算公式为：

$$Q_{ik} = (E_{ik}/E_i) (A_k/A) \quad (2)$$

式中： Q_{ik} 代表 i 地区 k 行业的区位熵， E_{ik} 表示 i 地区 k 行业的播种面积， E_i 表示 i 地区的种植业播种面积， A_k 表示全国 k 行业的播种面积， A 表示全国种植业主要农作物的总播种面积。

1.1.3 空间自相关分析 空间自相关分析是通过检验某种地理现象或某一变量的整体分布状况，以此来判断此现象或属性值在空间上是否存在聚集特性。

这里用全局 Moran's I 指数来考察空间自相关关系，以进一步明确农业地理集聚的空间分布格局。其计算公式如下：

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{S^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}} \quad (3)$$

局部空间自相关系数可以考察地区间的空间关联程度，其计算公式如下：

$$I_i = \frac{(x_i - \bar{x})}{S^2} \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_j - \bar{x}) \quad (4)$$

式中： w_{ij} 是空间权重矩阵 W 的元素， \bar{x} 为样本均值，

S^2 为样本方差。Moran's I 指数的取值区间为 $[-1, 1]$, 大于 0 表示该空间事物的属性分布具有正相关性; 小于 0 表示该空间事物的属性分布具有负相关性; 接近于 0 表示属性是随机分布的, 不存在空间自相关性。

时空接近意义下的空间权重矩阵中元素的计算公式为:

$$W(i, j) = \begin{cases} 0 & \text{if } t(i, j) > \lambda t(i, j) \\ 1 - t(i, j) / \lambda t(i, j) & \text{if } t(i, j) \leq \lambda t(i, j) \end{cases} \quad (5)$$

式中: 用 $t(i, j)$ 表示 i 地到 j 地的最短时间, $t(i, j)$ 越小说明两地联系越强, 反之则越弱。 $\lambda t(i, j)$ 是时间距离 (根据模糊数学中截集的概念进行界定)。为了简化计算, 本文利用行政中心所在地替代各空间单元, $t(i, j)$ 代表了 i, j 两省份中省会城市 (直辖市) 间的最短时间距离。

地理邻近意义下, 空间权重矩阵的元素则沿用已有文献的惯常处理方法进行设置, 即: 当省份 i 和 j 相邻时, 令 $W(i, j) = 1$; 反之, 令 $W(i, j) = 0$ 。

1.2 数据来源及其处理

由于农业生产受自然条件的影响较大, 本文将基于省域 20 种农作物的播种面积数据进行考察。数据纵向覆盖 15 a (1998-2012 年), 横向覆盖中国大陆 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。文中采用的数据均来自中国国家统计局, 具有一致的指标统计口径。同时由于海南和重庆分别于 1988 年和 1997 年成为直辖市, 为便于计算, 本文将海南和重庆所有年份的数据分别并入广东和四川, 处理后共 29 个空间单元。另外, 在考察时空接近意义下的空间自相关时, 考虑到交通基础设施随时间不断更新完善, 省会城市间往来便利, 时间距离不断缩小, 故而以考察期末期 (2012 年) 为例进行测算, 而省会城市间的时间距离取两地往返最短时间的算术平均值作为两地间最短时间距离。其中省会城市间往返时间通过查询极品列车时刻表获取, 其数据来源于中国铁道出版社。

2 种植业的专业分工及演变规律

2.1 区域分工强度

为了考察农业区域结构差异, 我们根据公式 (1) 计算出 1978-2012 年各省域间种植业的克鲁格曼指数。本文列出了 1978、1990、2002 和 2012 年四个年份里各省 (市、区) 间与全国其他省区克鲁格曼

指数的算术平均值 (表 1)。根据表 1 的结果, 我们不难发现中国种植业区域分工情况在全国和地区层面呈现不同特征。

表 1 各地区间种植业区域克鲁格曼指数
Table 1 Krugman indices of the crop industries among different regions

地区	各地区与全国其他地区克鲁格曼指数的算术平均值				
	1978 年	1990 年	2002 年	2012 年	1978-2012 年变化 (%)
北京	0.666	0.880	0.943	0.955	43.38
天津	0.629	0.755	0.880	0.926	47.10
河北	0.640	0.774	0.833	0.898	40.26
山西	0.595	0.705	0.776	0.916	53.98
内蒙古	0.620	0.700	0.888	0.946	52.75
辽宁	0.797	0.932	0.924	1.000	25.46
吉林	0.844	1.073	1.053	1.072	27.12
黑龙江	0.730	0.883	0.985	1.097	50.16
上海	0.840	0.896	0.956	0.955	13.61
江苏	0.614	0.716	0.765	0.849	38.28
浙江	0.787	0.912	0.926	0.969	23.12
安徽	0.627	0.716	0.784	0.865	37.89
福建	0.876	0.976	0.990	1.085	23.79
江西	0.853	0.976	1.012	1.169	37.03
山东	0.683	0.884	0.873	0.944	38.27
河南	0.644	0.788	0.855	0.905	40.50
湖北	0.647	0.745	0.812	0.857	32.60
湖南	0.782	0.929	0.928	1.049	33.93
广东	0.874	1.051	1.003	1.098	25.68
广西	0.825	0.925	0.945	1.034	25.32
四川	0.573	0.680	0.700	0.781	36.24
贵州	0.626	0.773	0.761	0.845	35.07
云南	0.619	0.742	0.781	0.848	37.04
西藏	0.689	0.737	0.785	0.889	29.14
陕西	0.598	0.742	0.863	0.956	59.80
甘肃	0.696	0.854	0.889	0.919	32.03
青海	0.768	0.961	1.129	1.121	46.03
宁夏	0.607	0.721	0.792	0.876	44.29
新疆	0.753	0.892	1.038	1.101	46.23

在全国层面上, 农业区域分工的一个主要特征是分工强度普遍偏低。考察期内, 省区间农业区域分工平均水平处于一个相对较低的状态, 指数平均值长期低于 1。而在 1978 年有接近 1/3 的地区其区域分工指数都不到 0.500, 这说明该时期绝大多数地区的种植业生产均在一定程度上存在同构现象。到 2012 年, 平均克鲁格曼指数超过 1 的地区也不到全国的 35%, 这都反映出我国农业区域分工有很大的提升空间。虽然目前的分工强度并不高, 但其总体发展态势较好, 由 1978 年的 0.707 增至 2012 年的 0.962, 增长了 36.2%, 这表现出农业区域分工的另一个重要特征——增长趋势稳定, 地区间分

工程度在不断深化,省(市、区)的种植业结构差异逐渐拉大。以2012年为例,根据分工强度和增长速度,可以将各地区划分为四种类型:高强度低增长型(本文以全国平均水平为基准,来判断各地区的分工强度和增长速度的高低程度),包括辽宁、吉林、浙江、福建、湖南、广东和广西;低强度高增长型,包括北京、天津、河北、山西、内蒙古、江苏、安徽、山东、河南、云南、四川、陕西以及宁夏,低强度低增长型,包括上海、湖北、贵州、西藏以及甘肃,最后是高强度高增长型,包括江西、黑龙江、青海和新疆,低强度高增长类型的地区占大多数。

在地区层面上,无论是分工强度抑或增长幅度上,区域分工表现出明显的非均衡特征。就平均分工指数而言,福建排名长期居于前列。1978年其与过半的省域分工指数都超过1,但与广东、浙江、湖南、广西、上海分工指数不及0.500,其中与广东的分工指数仅0.120,分工指数长期处于较低水平的四川省与其他省区的分工指数均低于1,其中与吉林的分工指数最高(0.809),而其与同处西南地区的云南和贵州分工指数却最低(0.217、0.233)。就增长幅度而言,增幅最大当属陕西省,增长了59.8%,最小的为上海市,增长了13.6%,其他地区的增长幅度也各不相同,由此可见地区间分工增长速度各异,专业化分工发展的非均衡特征较明显。经过35a的发展,到2012年,福建与其它省(市、区)区域分工指数的平均值增至1.085,其中与新疆的区域分工指数高达1.588,同时与地处西北和华北的多省(陕西、山西、青海、甘肃、河北等地)分工指数都超过1.400,而与广东、浙江的分工指数仍维持在较低水平(0.321、0.326),这反映了省际间区域分工程度存在较大差距;四川与吉林的分工指数达到1.016,与云南、贵州的分工指数分别增至0.436、0.284,相较于1978年,分工指数都有一定提升,说明其邻近地区的分工趋同性也在逐渐降低(表1)。此外,到2002年,江西分工指数已经超越福建居于第一,这也是地区间专业化分工发展非均衡性的体现。

2.2 专业化水平

本文利用公式(2)计算出1978-2012年各地区20类农作物的区位熵指数。从各作物的平均专业化程度来看,粮食作物的专业化程度普遍较低(表2),为了保障粮食安全,解决人民的基本生存问题,全国各地都大面积种植粮食作物以保证口粮供给,这或许是导致其平均专业化优势不明显的原因之一。

另外,我们注意到绝大多数经济作物拥有较高专业化水平,这在一定程度上反映出我国的农业结构调整成效显著,正由二元经济逐渐向多元经济转变。

表2 1978-2012年各作物的平均专业化程度
Table 2 Average specialization level of each crop during 1978-2012

作物种类	区位熵	作物种类	区位熵
稻谷	0.963	甜菜	1.108
小麦	0.971	烤烟	1.115
玉米	0.986	药材	1.000
大豆	0.822	蔬菜	1.121
马铃薯	1.487	香蕉	5.136
棉花	1.025	苹果	1.202
花生	0.773	柑橘	1.746
油菜籽	1.139	梨	1.325
黄红麻	0.832	葡萄	2.237
甘蔗	1.603	青饲料	1.274

通过对各地区作物的专业化测度,我们发现不仅是同一省区的不同行业之间,而且同一行业在不同省区间的专业化指数也都存在一定程度的差异,这正是区域分工在行业结构方面的表现(表3)。通过衡量地区种植业专业化水平,可以反映优势行业的地区分布,进而揭示区域分工的基本格局。

2.2.1 地区层面分析 通常认为,区位熵指数大于1的行业是具有专业化优势的,在考察期内每一地区的行业专业化水平差异巨大(表3)。地区层面的专业化特征表现为两点:一是各地区专业化优势行业具多样性。比如大城市郊区(天津、上海)的蔬菜专业化优势突出,水果类北方的河北、辽宁、陕西苹果具有专业化优势,四川、湖南、浙江、江西的柑橘专业化优势明显,这与我国产业优势布局是一致的。此外,某一地区区位熵指数大于1的行业数目也不尽相同,多的达9种,少的也有4种。二是同一地区行业的年均专业化水平差距较大。各地区的行业专业化差距从数倍到上千倍不等,其中差别最大的是福建,该省具有专业化优势的产业不仅多(9个),而且优势产业间差异也最大。以2012年为例,福建省所有作物中专业化程度最高的分别是柑橘、香蕉和烤烟,其专业化指数分别为5.623、4.976、3.396,专业化程度最低的三类产业分别是棉花(0.003)、小麦(0.007)、玉米(0.090),棉花专业化指数不足柑橘的1/4000。行业平均专业化差异最小的是天津,最大与最小区位熵值之间仅差6倍。

2.2.2 行业层面分析 与地区层面的差异化相对应,在行业层面上,各地区的专业化指数也表现出明显差异。比如省区间差异最大的是棉花产业,在全国

表 3 各地区的行业区位熵差异情况

Table 3 Location quotient difference among regions of each crop during 1978–2012

地区	区位熵最大值	区位熵最小值	行业数 (Q>1)	地区	区位熵最大值	区位熵最小值	行业数 (Q>1)
北京	梨 (3.832)	稻谷 (0.171)	7	河南	黄红麻 (3.550)	柑橘 (0.039)	9
天津	蔬菜 (2.076)	稻谷 (0.288)	8	湖北	青饲料 (2.648)	苹果 (0.115)	9
河北	苹果 (2.155)	稻谷 (0.065)	7	湖南	柑橘 (3.546)	小麦 (0.097)	7
山西	马铃薯、苹果 (2.606)	稻谷 (0.007)	7	广东	香蕉 (13.489)	小麦 (0.049)	7
内蒙古	甜菜 (4.594)	花生 (0.029)	5	广西	甘蔗 (11.002)	棉花 (0.011)	8
辽宁	苹果 (4.596)	油菜籽 (0.044)	8	四川	柑橘 (2.266)	甜菜 (0.017)	8
吉林	玉米 (3.396)	油菜籽 (0.003)	5	贵州	烤烟 (5.801)	棉花 (0.016)	5
黑龙江	甜菜 (7.556)	花生 (0.037)	4	云南	烤烟 (7.022)	棉花 (0.013)	8
上海	蔬菜 (2.787)	花生 (0.057)	7	西藏	梨 (6.329)	稻谷 (0.020)	4
江苏	棉花 (1.679)	甘蔗 (0.055)	5	陕西	苹果 (5.522)	甘蔗 (0.011)	6
浙江	柑橘 (4.078)	苹果 (0.030)	7	甘肃	药材 (4.584)	花生 (0.005)	8
安徽	黄红麻 (3.700)	马铃薯 (0.032)	7	青海	油菜籽 (6.333)	梨 (0.412)	4
福建	香蕉 (7.474)	棉花 (0.003)	9	宁夏	马铃薯 (3.333)	烤烟 (0.028)	5
江西	柑橘 (2.830)	玉米 (0.021)	4	新疆	葡萄 (18.198)	花生 (0.016)	5
山东	花生 (3.112)	油菜籽 (0.037)	8				

范围内,新疆的棉花专业化指数是首屈一指的。从1980年开始,中国棉花的生产格局发生明显的变化,在空间上表现为向新疆集中^[13],以我们的计算结果为依据,从纵向进行比较,新疆棉花2012年的专业化指数比1978年的增加了近7倍,而从横向进行对比,新疆棉花的专业化指数是福建省的8406倍,这很可能是新疆与其他省区地区专业化分工较高的原因之一。2012年省区间专业化差异最小的行业是蔬菜产业,其中上海的专业化指数最高(2.778),

而黑龙江最低(0.164),这也许是上海与其他省区的区域分工强度处于较低水平的因素之一。不难发现行业专业化较高的地区与其他地区间区域分工程度也相对较高,专业化水平较低的地区间分工水平往往较低。这在一定程度表明,专业化指数与区域分工指数在反映区域专业分工问题上具有一致性。

2.2.3 时空演变规律 为了进一步深入分析种植业生产的时空演变规律,我们考察了1978-2012年各行业的种植优势地区及其对应的专业化水平(表4和

表 4 1978、1990、2002 和 2012 年中国主要作物的区位熵排名前五的省份
Table 4 Top five provinces of Q of main crop in China (1978, 1990, 2002 and 2012)

作物种类	1978 年					1990 年					2002 年					2012 年				
稻谷	闽	赣	粤	浙	桂	浙	湘	粤	闽	赣	赣	湘	粤	闽	桂	赣	湘	粤	闽	浙
小麦	新	甘	青	豫	鲁	甘	青	豫	鲁	新	豫	陕	鲁	甘	宁	豫	鲁	甘	青	陕
玉米	吉	辽	津	京	云	吉	京	辽	黑	冀	吉	辽	冀	蒙	京	吉	辽	京	津	冀
大豆	黑	吉	辽	皖	豫	黑	吉	辽	津	蒙	黑	蒙	吉	辽	津	黑	吉	辽	蒙	皖
马铃薯	-	-	-	-	-	甘	贵	青	晋	蒙	甘	青	贵	蒙	宁	甘	贵	青	宁	蒙
棉花	沪	鄂	苏	冀	鲁	新	鲁	豫	冀	苏	新	津	豫	鲁	苏	新	津	冀	鲁	鄂
花生	粤	鲁	京	桂	闽	鲁	粤	豫	冀	闽	鲁	豫	粤	豫	辽	辽	鲁	豫	粤	闽
油菜籽	青	沪	贵	藏	浙	青	沪	赣	皖	贵	青	鄂	沪	皖	赣	青	鄂	湘	赣	藏
黄红麻	桂	粤	浙	鲁	豫	皖	豫	浙	川	鄂	豫	皖	桂	鄂	川	桂	皖	豫	川	闽
甘蔗	粤	桂	闽	云	川	桂	粤	云	闽	赣	桂	云	粤	闽	浙	桂	云	粤	贵	闽
甜菜	黑	蒙	吉	新	辽	黑	蒙	新	辽	吉	新	黑	蒙	吉	辽	新	蒙	黑	晋	冀
烤烟	贵	云	豫	鲁	桂	贵	云	豫	陕	闽	云	甘	宁	陕	晋	京	甘	青	陕	鄂
药材	甘	川	晋	陕	云	甘	吉	粤	川	云	甘	宁	陕	晋	京	甘	青	陕	鄂	川
蔬菜	京	沪	津	辽	黑	京	沪	粤	津	闽	京	沪	津	粤	闽	沪	闽	浙	粤	京
香蕉	云	粤	闽	桂	-	粤	闽	桂	云	-	粤	闽	桂	云	-	粤	桂	云	闽	-
苹果	辽	鲁	陕	晋	豫	辽	陕	鲁	甘	京	陕	甘	晋	京	辽	陕	甘	浙	晋	辽
柑橘	湘	闽	浙	川	桂	闽	浙	粤	湘	赣	闽	浙	湘	赣	桂	闽	赣	粤	浙	湘
梨	藏	辽	冀	京	晋	辽	冀	京	甘	晋	京	冀	辽	甘	陕	京	辽	冀	新	陕
葡萄	新	津	京	鲁	冀	新	津	京	辽	沪	新	津	京	辽	宁	新	宁	沪	京	浙
青饲料	新	甘	宁	黑	蒙	甘	新	川	宁	青	新	蒙	青	宁	甘	藏	青	宁	鄂	贵

表 5)，结果发现各行业的优势地区存在不同程度变化。粮食作物中，水稻播种面积排名前五位，具有种植优势的省份由 1978 年的湖南、广东、江西、四川、湖北变成 2012 年的湖南、江西、黑龙江、江苏、安徽。在这些省份里，黑龙江的规模变化尤为明显，播种面积由 224.300 万 hm^2 增至 3 069.800 万 hm^2 ，在全国水稻播种面积的比重增加了近十个百分点，与传统水稻大省湖南和江西的差距不断缩小。可见稻谷种植有由中南地区向东北地区演化的趋势。小麦主产省份中黑龙江的播种面积不断下降，江苏和安徽却保持着不断增长的良好势头，种植格局由东北部地区向中东部地区转移，并在山东、河南、河北形成一定集聚。玉米的种植优势省份集中在黑龙江、吉林、河北、山东、河南。大豆在东北地区专业化优势明显，其种植优势省份稳中有变，内蒙古地区

成为新种植优势省份，其专业化水平也较高。马铃薯的种植优势省份主要集中在西南地区，但其专业化优势地区有向西北转移的趋势。经济作物中棉花的生产有向西北转移的趋势，新疆成为新的专业化优势和种植优势地区。花生的生产逐渐向中东部地区转移，河南和辽宁的种植优势和专业化优势逐渐凸显。其他作物也形成一定集中生产，比如甘蔗在广东、广西、云南、四川连片生产，形成我国重要的糖料生产基地。甜菜在黑龙江、内蒙、河北、山西连片生产。香蕉在南部广东、云南、广西形成香蕉集聚生产区域。根据新经济地理理论，地理位置和历史优势是集聚的起始条件，粤、滇、桂三地的地理优势构建了集聚形成的基础，同时，三个地区在香蕉生产中实行良种引进、推广及技术引进，对促进集聚深化有一定助益。

表 5 1978、1990、2002 和 2012 年中国主要作物播种面积排名前五的省份
Table 5 Top five provinces of planted area of main crops in China (1978, 1990, 2002 and 2012)

作物种类	1978 年					1990 年					2002 年					2012 年				
稻谷	湘	粤	川	鄂	桂	湘	粤	赣	川	桂	湘	川	赣	粤	桂	湘	赣	黑	川	粤
小麦	豫	鲁	冀	川	黑	豫	鲁	冀	苏	川	豫	鲁	冀	皖	川	豫	鲁	皖	冀	苏
玉米	冀	鲁	黑	吉	豫	鲁	吉	黑	豫	冀	吉	冀	鲁	豫	黑	黑	吉	豫	冀	鲁
大豆	黑	豫	皖	吉	辽	黑	豫	吉	冀	鲁	黑	蒙	皖	豫	吉	黑	皖	蒙	豫	川
马铃薯	-	-	-	-	-	川	贵	甘	蒙	晋	川	蒙	贵	甘	黑	川	蒙	甘	贵	云
棉花	鲁	豫	苏	冀	皖	鲁	冀	豫	苏	鄂	新	豫	鲁	冀	苏	新	鲁	冀	鄂	皖
花生	鲁	粤	桂	冀	川	鲁	豫	粤	冀	桂	新	鲁	豫	冀	粤	川	豫	鲁	粤	辽
油菜籽	川	湘	皖	贵	浙	川	皖	湘	赣	鄂	鄂	皖	川	湘	苏	湘	川	鄂	皖	赣
黄红麻	粤	豫	鲁	桂	皖	豫	皖	川	浙	鄂	豫	皖	桂	川	鄂	豫	皖	桂	川	冀
甘蔗	粤	桂	川	云	闽	粤	桂	云	闽	川	桂	云	粤	川	湘	桂	云	粤	贵	川
甜菜	黑	吉	蒙	新	冀	黑	蒙	新	吉	晋	黑	新	蒙	吉	辽	新	黑	蒙	冀	晋
烤烟	豫	鲁	云	贵	湘	云	豫	贵	黑	川	云	贵	豫	川	湘	云	贵	川	豫	湘
药材	川	湘	鄂	甘	豫	川	粤	甘	吉	湘	甘	豫	川	皖	湘	川	甘	鄂	陕	豫
蔬菜	黑	鲁	辽	川	冀	粤	川	鲁	鄂	豫	鲁	豫	川	苏	粤	川	鲁	豫	粤	苏
香蕉	云	粤	桂	闽	-	粤	桂	闽	云	-	粤	桂	闽	云	-	粤	云	桂	闽	贵
苹果	鲁	辽	豫	冀	陕	鲁	陕	冀	辽	豫	鲁	陕	冀	豫	甘	陕	甘	鲁	冀	豫
柑橘	湘	川	鄂	桂	闽	湘	粤	川	闽	浙	川	湘	赣	闽	浙	川	湘	赣	粤	鄂
梨	辽	冀	鲁	鄂	苏	冀	辽	鲁	甘	晋	冀	辽	川	鲁	陕	冀	川	辽	新	云
葡萄	新	鲁	冀	豫	辽	鲁	新	冀	辽	吉	新	鲁	冀	辽	豫	新	冀	鲁	辽	陕
青饲料	黑	川	甘	新	陕	川	甘	湘	新	桂	蒙	川	新	湘	桂	鄂	川	蒙	湘	云

3 种植业内部各行业的时空关联性

3.1 全局空间自相关

通过对区域分工强度和专业化程度的考察，我们发现 1978-2012 年我国种植业专业化程度不断上升，同时区域结构差异也愈加明晰，各产业已形成一定的地理集中。为了进一步深入了解地理集聚的分布格局，本文利用公式（3）计算出 2012 年地理邻近意义和时空接近意义下各作物生产的全局空间

自相关系数（表 6、表 7），并对比二者的差异（根据查询结果得出各地区间最短时间距离的分布区间为（0.5，89），因此在本文中，我们选取的时间截集由 1 h 开始，并以 1 h 为步长递增到 89 h，受篇幅所限，表 6 只列出了 $\lambda t(i, j)=1 \text{ h}$ 、2 h 和 3 h 三种截集下各作物的 Moran's I 指数）。

3.1.1 地理邻近意义下的种植业时空关联特征 由表 6 可发现，在随机分布假设检验下绝大多数 Z 统计值都大于 1.69，这表明在地理临近意义下大部分作

物均存在空间自相关关系。接下来,我们区分粮食作物和经济作物进行观察可以发现,一方面本文所考察的粮食作物中绝大多数均存在显著的空间自相关关系,其中以玉米的空间自相关关系最为紧密,Moran's I 值达 0.498。目前玉米已经逐渐成为继水稻之后的重要粮食作物,除做口粮外更多的是用作饲料,在畜牧业蓬勃发展的背景下,玉米的需求会不断扩大,一定程度上会引致全国范围内玉米的供给增加,在大规模的种植过程中,地区间技术、要素存在溢出和扩散,这很有可能促进玉米空间关联性在一定程度上的提高。另一方面经济作物生产的空间自相关关系是不均衡的,两级分化情况比较严重,例如花生、甘蔗、柑橘、蔬菜在 1% 水平下非常显著,而梨、葡萄、红黄麻等却并未表现出明显的空间关联特征。

表 6 2012 年各作物在地理邻近意义下的全局空间自相关系数

Table 6 Global moran's I indices for space proximity of each crop (2012)

作物种类	Moran's I	作物种类	Moran's I
稻谷	0.407***	甜菜	0.119
小麦	0.389***	烤烟	0.107*
玉米	0.498***	药材	0.059
大豆	0.104**	蔬菜	0.332***
马铃薯	0.032	香蕉	-0.106
棉花	0.012	苹果	0.159*
花生	0.271***	柑橘	0.578***
油菜籽	0.141	梨	-0.064
黄红麻	0.037	葡萄	-0.003
甘蔗	0.119***	青饲料	0.055

注:***表示在 1% 水平下显著,**表示在 5% 水平下显著,*表示在 10% 水平下显著。

表 7 2012 年各作物时空接近意义下的全局空间自相关系数

Table 7 Global moran's I indices for spatial-temporal proximity of each crop (2012)

作物种类	Moran's I			作物种类	Moran's I		
	$\lambda t(i, j)=1 \text{ h}$	$\lambda t(i, j)=2 \text{ h}$	$\lambda t(i, j)=3 \text{ h}$		$\lambda t(i, j)=1 \text{ h}$	$\lambda t(i, j)=2 \text{ h}$	$\lambda t(i, j)=3 \text{ h}$
稻谷	0.574***	0.480***	0.406***	甜菜	0.153	0.073	0.082
小麦	0.373***	0.240**	0.300**	烤烟	0.238**	0.129	0.095
玉米	0.510***	0.430***	0.390***	药材	0.155	-0.077	0.301
大豆	0.212**	0.044	0.001	蔬菜	0.096	0.038	-0.001
马铃薯	0.454**	0.274	0.226	香蕉	0.116	0.116	0.044
棉花	0.158	-0.062	-0.029	苹果	0.279**	0.060	0.094
花生	0.435***	0.005	-0.085	柑橘	0.504***	0.306**	0.230**
油菜籽	0.402***	0.759***	0.586***	梨	0.482***	-0.066	-0.064
黄红麻	0.141	-0.067	-0.200	葡萄	0.366	-0.159	-0.115
甘蔗	0.079	0.078	0.072	青饲料	0.692***	0.618***	0.475***

注:***、**和*分别表示在 1%、5% 和 10% 水平下显著。

3.1.2 时空接近意义下的种植业时空关联特征 观察表 7 可以看出以下两点,一是在时空接近意义下,作物的空间关联关系仍然是不均衡的,即便是同类作物,空间自相关关系也各有不同,比如水果作物中柑橘、梨的 Moran's I 指数较大且通过了 1% 水平的显著性检验,而香蕉、葡萄的 Moran's I 指数未通过 10% 水平的显著性检验,这一点与地理邻近的空间关联性一致。二是随着时空距离增加,作物的 Moran's I 指数值呈不同幅度的下降趋势。一种表现为随着 $\lambda t(i, j)$ 的增加,空间相关性由显著逐渐变得不显著,这类作物有大豆、马铃薯、花生、烤烟、苹果以及梨,另一种虽然一直具有稳定而显著的正向空间自相关关系,但是指数逐渐向 0 靠近,这类作物包括了稻谷、小麦、玉米、柑橘、青饲料等。以上分析表明,随着时间距离的增加,农作物的空间自相关关系有由空间集聚向空间分散演变的

趋势。在早年的研究中,有学者发现交通运输会影响农业生产布局、农业生产集约度和农业发展^[14-15],由此推测,如果加强基础设施的建设,提高交通运输的便利性,缩短地区间的时间距离,那么在增强作物生产的空间关联性的基础上,可以促进地区间协调发展,从而推动种植业的集聚。

3.1.3 不同邻近意义的对比 从表 6 和表 7 可以发现两个主要差异,一是不同邻近意义下的作物空间关联性存在差异。比如玉米和柑橘,其空间自相关关系都通过显著性检验,但在时空接近意义下的空间自相关指数均大于其在地理邻近意义下的空间自相关系数,同时各自的空间关联显著性也有差异。更进一步,我们综合所有的农作物进行全面对比后发现,部分作物在两种不同空间联系模式下空间关联性呈现出截然相反的特征。比如,蔬菜在时空接近意义下正向空间自相关关系已不再显著。二是不同

邻近意义下，存在空间自相关关系的作物数目也不相同，时空邻近意义下存在空间自相关的作物更多。由此，我们认为空间关联性的测算对所选的权重矩阵依赖性很强。

3.2 地区内部作物的空间依赖性

前面我们分析了种植业在全国整体层面的空间关联性，然而每种作物在各地区内部空间关联性却无法判断。因此我们关心局部地区的空间关联特征是否与全局空间自相关关系保持一致。

依据全局空间自相关关系的显著性，本文将作物划分为两大类（表8），发现如下特征：其一，每种作物的空间集聚模式存在差异。空间集聚模式共四种类型，分别为高高集聚模式（HH）、高低集聚模式（HL）、低低集聚模式（LL）和低高集聚模式（LH）。以水稻为例，其空间集聚模式有三种，江西、湖北、湖南、广东、广西和四川等地周围被水稻种植面积大的地区围绕，在河北、山西和甘肃地区形成显著的低低集聚模式，而黑龙江地区形成高低集聚。其他作物也对应着各自不同的局部集聚格局；其二，全局空间自相关与局部空间自相关并无一致性。全局空间自相关显著的作物，这种显著的空间关联性并不存在于所有地区。同样，全局空间自相关不显著的行业，在不同地区有可能存在不同类型的集聚模式（表8）。这说明，全局空间自相关分析

结果很可能会掩盖局部地区的空间关联关系。比如青饲料的全局空间自相关关系未通过显著性检验，但其局部空间自相关关系却不应忽视，湖南和贵州被青饲料种植面积大的地区包围，而内蒙古地区被青饲料种植面积小的地区围绕。

4 结论与政策建议

4.1 结论

本文利用1978-2012年间全国省域主要农作物播种面积数据，采用克鲁格曼指数、区位熵指数和空间自相关分析，从行业、地区、时空三个层面全面分析了我国农作物的地理集聚特征。

首先，从专业分工来看，地区间种植异构性均有不同程度增强，表明专业化分工进一步加强，且各区域作物专业化水平迥异，经济类作物呈现出相对更高的专业化水平，此外，大部分作物都存在一定的地理集中，且各产业的优势区域随时间推移存在不同程度迁移。

其次，在不同邻近模式下大多数农作物均存在显著的空间自相关特征。地理邻近下作物全局空间自相关特征比较显著，这与已有研究结论是一致的，同时各行业表现出不同的空间集聚模式，更重要的是我们发现时空接近比地理邻近更能说明作物的空间动态联系，随着时间距离的增加，时空接近下农业有由空间集聚向空间分散演变的趋势。所以缩小时间距离，无疑有益于作物的地理集中。

4.2 政策建议

根据以上研究结论，本文认为为了优化区域布局，促进农业生产的规模化、专业化，可以从以下几方面着手：

第一，应根据各地区的自然条件、资源禀赋制定不同的农业生产政策，引导地区的专业化生产，比如在新疆地区，可以加大机械投入，逐步实现规模化的机械作业，以充分利用其丰富的土地资源和平坦的地势条件，进一步增强其专业化水平，明确区域间分工。

第二，加强交通基础设施的建设，降低地区间运输成本。缩短时间距离克服农产品生产的地域性问题，可以增进地区间的物质流通和技术扩散。比如在以湖北、江西等地柑橘产业为例的产业集聚区，完善铁路、高速公路等交通设施，在扩大产业生产的同时，时间距离的缩短为农产品的投入要素和产品的空间转移提供便利，在一定程度上可以加速其对邻近地区的要素和技术交流，从而促进种植业地理集聚，优化产业布局。

表8 2012年地理邻近下作物的局部空间集聚类型

Table 8 Local spatial concentration pattern for space proximity of each crop (2012)

作物种类	HH	HL	LH	LL
稻谷	赣、鄂、湘、粤、桂、川	黑	-	冀、晋、甘
小麦	冀、苏、皖、鲁、豫	-	-	-
玉米	冀、蒙、辽、吉、黑	-	-	浙、闽、赣
大豆	蒙、黑	-	-	-
花生	冀、赣、鲁	-	-	甘肃
柑橘	闽、赣、鄂、湘、粤、桂、川	-	-	-
甘蔗	粤、桂、云	-	川	-
烤烟	湘、贵、云	-	-	-
蔬菜	鲁、豫、湘、粤、川	-	-	蒙
苹果	晋、豫、陕、甘	-	-	-
油菜籽	皖、赣、鄂、湘、川	-	粤	-
棉花	豫	新	-	-
红黄麻	-	皖、豫	-	-
甜菜	蒙、黑	新	-	-
香蕉	-	桂	川	-
梨	辽	川	京、津	-
葡萄	新	-	青	-
青饲料	湘、贵	蒙	-	-
马铃薯	贵、甘	川	-	-
药材	豫、鄂、陕	-	宁、新	-

参考文献：

- [1] 贺灿飞, 潘峰华. 产业地理集中、产业集聚与产业集群: 测量与辨识[J]. 地理科学进展, 2007, 26(2): 1-13.
He C F, Pan F H. Geographical concentration and agglomeration of industry measurement and identification[J]. Progress in Geography, 2007, 26(2): 1-13.
- [2] 王艳荣, 刘业政. 农业产业集聚形成机制的结构验证[J]. 中国农村经济, 2011(10): 77-85.
Wang Y R, Liu Y Z. A structural verification of the formation mechanism for agricultural cluster[J]. Chinese Rural Economy, 2011(10): 77-85.
- [3] 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, 24(3): 140-152.
Lu W C, Mei Y. Empirical studies on the variation and contribution factors of regional grain production structure in China: Based on spatial econometrics models[J]. China Agricultural University Journal of Social Sciences Edition, 2007, 24(3): 140-152.
- [4] 王伟新, 向云, 祁春节. 中国水果产业地理集聚研究: 时空特征与影响因素[J]. 经济地理, 2013, 33(8): 97-103.
Wang W X, Xiang Y, Qi C J. Study on geographic agglomeration of fruit industry in China[J]. Economic Geography, 2013, 33(8): 97-103.
- [5] 吕超, 周应恒. 我国农业产业集聚与农业经济增长的实证研究——基于蔬菜产业的检验和分析[J]. 南京农业大学学报(社会科学版), 2011, 11(2): 72-78.
Lü C, Zhou Y H. An empirical study of agri-industrial agglomeration and agri-economic growth: Based on the test and analysis on vegetable industry[J]. Journal of Nanjing Agricultural University (Social Sciences Edition), 2011, 11(2): 72-78.
- [6] 张怡. 中国花生生产布局变动解析[J]. 中国农村经济, 2014(11): 73-95.
Zhang Y. An analysis of the changes in location of peanut production in China[J]. Chinese Rural Economy, 2014(11): 73-95.
- [7] 钟甫宁, 胡雪梅. 中国棉花生产区域格局及影响因素研究[J]. 农业技术经济, 2008(1): 4-9.
Zhong F N, Hu X M. A study on the changing of cotton production regions and its influencing factors[J]. Journal of Agrotechnical Economics, 2008(1): 4-9.
- [8] 肖卫东. 中国种植业地理集聚: 时空特征、变化趋势及影响因素[J]. 中国农村经济, 2012(5): 19-31.
Xiao W D. Geographic cluster of China's cropping industry: Temporal and spatial features, tendency and causal factors[J]. Chinese Rural Economy, 2012(5): 19-31.
- [9] 李二玲, 朱纪广, 李小建. 2008 年中国种植业地理集聚与专业化格局[J]. 地理科学进展, 2012, 31(8): 1063-1070.
Li E L, Zhu J G, Li X J. Geographical agglomeration and specialized pattern of planting in China based on the different classifications[J]. Progress in Geography, 2012, 31(8): 1063-1070.
- [10] 李二玲, 庞安超, 朱纪广. 中国农业地理集聚格局演化及其机制[J]. 地理研究, 2012, 31(5): 885-898.
Li E L, Pang A C, Zhu J G. Analysis of the evolution path and mechanism of China's agricultural agglomeration and geographic pattern[J]. Progress in Geography, 2012, 31(5): 885-898.
- [11] 肖卫东. 中国种植业地理集聚的空间统计分析[J]. 经济地理, 2014, 34(9): 124-129.
Xiao W D. Spatial statistics analysis of China's planting geographic agglomeration[J]. Economic Geography, 2014, 33(9): 124-129.
- [12] 吕韬, 曹有挥. “时空接近”空间自相关模型构建及其应用——以长三角区域经济差异分析为例[J]. 地理研究, 2010, 29(2): 351-360.
Lü T, Cao Y H. Construction of spatial autocorrelation method of spatial-temporal proximity and its application: Taking regional economic disparity in the Yangtze River Delta as a case study[J]. Progress in Geography, 2012, 29(2): 351-360.
- [13] 朱会义. 1980 年以来中国棉花生产向新疆集中的主要原因[J]. 地理研究, 2013, 32(4): 744-754.
Zhu H Y. The underlying cause for the concentration of China's cotton production in Xinjiang[J]. Geographical Research, 2013, 32(4): 744-754.
- [14] Thünen J H V, Hall P G. Von Thünen's Isolated State: An English Edition of Der Isolierte Staat[M]. Oxford: Pergamon Press, 1966.
- [15] Brinkmann T. Economics of the Farm Business[M]. Berkeley: University of California Press, 1935.

(责任编辑: 王育花)