

雷龙涛,沈 威,刘 敏,等. 河南省县域农业生产效率时空演变分析——基于粮食生产视角[J]. 江苏农业科学,2017,45(13):253-259.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2017.13.066

河南省县域农业生产效率时空演变分析 ——基于粮食生产视角

雷龙涛,沈 威,刘 敏,温倩倩,李丁杰,陈太政

(河南大学环境与规划学院,河南开封 475004)

摘要:以河南省 108 个县域单元为对象,从粮食生产视角入手构建农业生产效率评价指标体系,运用 DEA 模型对 2000—2014 年河南省县域农业生产效率水平进行测度研究,并借助 ESDA 空间探索性分析方法研究其空间关联特征。结果表明,(1)2000 年以来,河南省农业生产综合效率相对最低但提升幅度较大,纯技术效率总体较低且上升缓慢,规模效率较高并趋于稳定,纯技术效率对综合效率的影响要大于规模效率,纯技术效率较低是制约河南省农业生产效率提升的主要因素。(2)河南省农业生产效率全局自相关呈现显著的空间正相关特征,存在明显的空间集聚现象,且随着时间的推移相关性愈加显著。(3)河南省农业生产效率整体上呈现南部优于北部、东部低于中部高于西部的空间梯度分布格局;热点区主要集中在豫北、豫南、信阳等地并有向周边扩散的趋势,冷点区主要集中在豫西地区且呈连续分布态势。结合效率测度值及空间分析结果,提出针对各区域农业生产效率提高和粮食增产的对策建议。

关键词:农业生产效率;粮食安全;DEA 模型;县域单元

中图分类号: F323.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2017)13-0253-07

农业生产作为人类社会最基本的实践活动,其效率的大小不但影响农村经济的发展与社会的进步,更在国家宏观经

收稿日期:2016-11-21

基金项目:国家自然科学基金(编号:41501588,41501134)。

作者简介:雷龙涛(1990—),男,河南许昌人,硕士研究生,研究方向为城市-区域综合发展。E-mail:leit0912@163.com。

通信作者:陈太政,教授,硕士生导师,研究方向为城市地理学、旅游地理学。E-mail:chentzh@126.com。

要在该地区大力推广机械化和高效栽培技术,加大政策扶持力度,加快地区花生产业发展。长江流域花生区资源环境较优越,要重点种植优质、专用花生,进一步提高花生机械化水平。华南花生区主要种植食用和油用花生,因此要重点改善花生品种,提高单产水平和品质,提高农户种植花生的积极性。东北花生区作为新兴花生生产基地,要重点推广花生机械化生产。现阶段花生单产水平较低,要培育或引进花生新品种,提高花生抗旱能力,提高农户种植花生优质品种的积极性。

参考文献:

- [1] 彭可茂,席利卿,彭开丽. 近 20 年中国油料生产比较优势的测算与启示[J]. 贵州农业科学,2012,40(2):159-163.
- [2] 王 艳. 中国花生主产区比较优势研究[D]. 南京:南京农业大学,2013.
- [3] 钟甫宁,刘顺飞. 中国水稻生产布局变动分析[J]. 中国农村经济,2007(9):39-44.
- [4] 杨万江,陈文佳. 中国水稻生产空间布局变迁及影响因素分析[J]. 经济地理,2011,31(12):2086-2093.
- [5] 陈 欢,王全忠,周 宏. 中国玉米生产布局的变迁分析[J]. 经济地理,2015(8):165-171.

济调整和产业布局方面发挥着重要的作用^[1]。而粮食更是关系国计民生和国家经济安全的重要战略物资^[2-3],作为人口大国,中国的粮食安全问题一直处于危机的阴影之下,因此基于粮食生产视角对农业生产效率进行研究意义重大。目前,已有许多学者围绕农业生产问题展开了研究,国外学者对农业生产效率的研究较早^[4-6],成果较多^[7-9],如 Haag 等计算了德克萨斯州 Blacklan Prairie 地区 41 个郡的农业生产效率^[10];Kawagoe 等分析了多国的农业生产效率^[11];Ruttan 运

- [6] 朱启荣. 中国棉花主产区生产布局分析[J]. 中国农村经济,2009(4):31-38.
- [7] 耿献辉,周应恒. 从集中走向分散:我国梨生产格局变动解析[J]. 南京农业大学学报(社会科学版),2010,10(3):38-44.
- [8] 刘天军,范 英. 中国苹果主产区生产布局变迁及影响因素分析[J]. 农业经济问题,2012(10):36-42,111.
- [9] 卫龙宝,张 菲. 我国奶牛养殖布局变迁及其影响因素研究——基于我国省级面板数据的分析[J]. 中国畜牧杂志,2012(18):52-56,61.
- [10] 张 怡. 中国花生生产布局变动解析[J]. 中国农村经济,2014(11):73-82,95.
- [11] 董文召,张新友,韩锁义,等. 中国花生发展及主产区的演变特征分析[J]. 中国农业科技导报,2012,14(2):47-55.
- [12] Johnston W E, McCalla A F. Whither California agriculture: up, down, or out? Some thought about the future [R]. Giannini Foundation of Agriculture Economics, University of California Agriculture and Natural Resources, August, 2004.
- [13] Gray R W. An economic analysis of the impact of the price support program upon the development of the potato industry in the United States[J]. American Journal of Agricultural Economics, 1954, 35(1):1010-1013.

用初始 DEA 模型解释了近半个世纪的“南北”农业生产效率之间差距未缩小的原因^[12]。而国内对于农业生产的研究起步较晚,主要集中在农业存在的问题与对策^[13-14]、农业发展路径^[15-16]、农产品开发^[17-18]、作物栽培育种^[19-20]等方面,对于农业生产效率评价的研究相对较少,而相关研究多选取单一年份为时间节点^[21-23]且以省、市等区域为基本研究单元^[24-26],基于粮食生产视角对不同时期县域尺度的农业生产效率进行测度及空间关联性的研究则更少。河南省作为我国第一人口大省、重要的农业大省,其农业产量一直位于全国前列,尤其是 20 世纪 90 年代以来,主要农业产量指标年均增速均快于全国平均水平。截至 2015 年底,河南省以 1.6% 的国土面积,贡献了全国 10% 的粮食产量,为我国的粮食安全作出了巨大贡献。然而随着城镇化和工业化的快速推进,河南省大量农村人口涌入城市,使得部分地区出现“空心村”“撂荒地”等现象,另外,由于粮食附加值低,在比较效应的推动下许多地区出现发展非粮产物趋势,这在一定程度上影响了农业生产效率及粮食产量的提高。因此,本研究以河南省 108 个县(市)为基本研究单元,基于粮食生产视角运用相关数理模型方法,对其农业生产效率的演化过程及空间类型进行定量研究,以期揭示其县域农业生产效率的演化规律和地域分布特征,对促进河南省农业持续、高效、健康发展,具有一定的政策意义和理论价值,也为我国其他地区农业生产效率的研究提供一定的借鉴。

1 研究方法数据来源

1.1 DEA 模型

数据包络分析(data envelopment analysis, DEA)方法多用于具有多个投入和多个产出决策单元的效率评价,而且是一种有效的方法^[27],BCC 模型是 Banker、Charnes 和 Cooper 以 CCR 模型为基础的一种 DEA 模型。其原理是假设有 k 个决策单位(DMU)通过 n 种投入得到 m 种产出, \min 表示取最小值, s. t. 表示生产条件, θ^k 表示第 k 个决策单元的效率值($0 \leq \theta^k \leq 1$),当 $\theta = 1$ 时,代表该决策单位有效率,其余则无效率; λ 表示加权系数, λ_k 表示第 k 个决策单元 n 项投入和第 m 项产出的加权系数, $X_{n,k}$ 表示第 k 个决策单元的第 n 项投入量; $Y_{m,k}$ 表示第 k 个决策单元的第 m 项产出量, $Y_{n,k}$ 表示第 k 个决策单元的第 n 项投入。假设规模报酬可变的前提下,投入和产出公式组合后可得到 BCC 模型为

$$\begin{cases} \min(\theta, \lambda) \theta^k \\ \text{s. t. } \sum_{k=1}^K \lambda_k X_{n,k} \leq \theta^k X_{n,k} \quad (n=1, 2, 3, \dots, N) \\ Y_{m,k} \leq \sum_{k=1}^K \lambda_k x_{n,k} \quad (m=1, 2, 3, \dots, M) \\ \lambda_k \geq 0 \quad (k=1, 2, 3, \dots) \\ \sum_{k=1}^K \lambda_k = 1 \end{cases} \quad (1)$$

式中,函数求得的结果即为规模报酬可变模式下的纯技术效率(PTE),只有当纯技术效率测算值为 1 时,该地区才处于生产函数前沿面上,即农业生产效率处于有效状态,其他表示无效率状态。综合效率=纯技术效率×规模效率(PTE×SE)。

1.2 空间自相关

空间自相关包括全局自相关和局域自相关,前者用于分

析区域总体的空间关联度及差异程度,后者则能揭示要素的异质特性,分别以 Moran's I^[28] 和空间局域关联作为二者的统计量,公式为

$$\begin{cases} I(d) = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{S^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}} \\ S^2 = \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 / n \end{cases} \quad (2)$$

式中, I 表示全局空间关联度统计量 Moran's I ($0 < I < 1$); S^2 为标准差的平方; x_i 、 x_j 分别表示 i 、 j 单元的观测值, w_{ij} 为空间权重矩阵。当 $I(d) > 0$ 、 $I(d) = 0$ 、 $I(d) < 0$ 时分别代表空间正相关、空间不相关、空间负相关,其值越大(越小)正关联性(负关联性)越显著。采用 Z 值对 Moran's I 结果进行统计检验, $E(I)$ 为数学期望, P 值为显著性检验。依据统一标准对结果进行假设检验,即 $|Z| \geq 2.58$, $P < 0.01$ 时,非常显著; $|Z| \geq 1.96$, $P < 0.05$ 时,显著; $|Z| < 1.96$, $P > 0.05$ 时,不显著。

1.3 Getis - Ord G_i^* 指数

利用 Getis - Ord G_i^* 测度局域关联特征,识别不同空间位置上的高值簇与低值簇,即热点区(hot spots)与冷点区(cold spots)的空间分布^[29]。Getis - Ord G_i^* 表达式为

$$G_i^* = \sum_{j=1}^n w_{ij}(d) x_j / \sum_{j=1}^n x_j \quad (3)$$

对 $G_i^*(d)$ 进行标准化处理:

$$Z(G_i^*) = \frac{G_i^* - E(G_i^*)}{\sqrt{\text{var}(G_i^*)}} \quad (4)$$

式中, $\text{Var}(G_i^*)$ 、 $E(G_i^*)$ 分别表示 G_i^* 的方差、数学期望, w_{ij} 表示空间权重。如果 $Z(G_i^*)$ 为正且显著,表明位置 i 周边的值相对较高(高于均值),属于高值空间集聚(热点区);反之,如果 $Z(G_i^*)$ 为负值且显著,则表明位置 i 周围的值较低(低于均值),属于低值空间集聚(冷点区)。

1.4 数据来源

本试验以河南省 108 个县域单元为研究对象,研究时段为 2000—2014 年,由于市辖区粮食生产规模较小且数据缺乏,因此将各市辖区无数据部分空出,县域行政边界来自河南省行政区划图,经扫描进行高精度配准后跟踪矢量化获取,试验所需数据均来源于 2001—2015 年《河南省统计年鉴》。

2 农业生产效率评价

2.1 指标体系构建

对于农业生产效率评价指标体系的构建,学术界尚无统一的标准,但国内外学者大多从投入、产出角度来衡量区域的农业生产效率,以往的研究大多从土地、劳动力、原料、技术等方面构建投入指标,从经济收益和最终产品数量等方面构建产出指标。本试验在参考借鉴相关研究的基础上,基于粮食生产的视角对河南省农业生产效率进行研究。其中,以农业从业人员(人力资源投入)、粮食播种面积(土地资源投入)、化肥使用量、农药使用量(原料投入)、农用机械总动力(技术投入)5 个指标作为投入指标,以粮食作物产量(生产能力)、粮食作物产值(经济收益)2 个指标作为产出指标(表 1),从而构建了农业生产效率评价的指标体系。

表 1 河南省农业生产效率评价指标体系

指标类型	指标构成	指标意义
投入指标	农业从业人员 X_1 (万人)	人力资源投入
	粮食播种面积 X_2 ($\times 10^3$ hm ²)	土地资源投入
	化肥使用量 X_3 (t)	原料投入
	农药使用量 X_4 (t)	原料投入
	农用机械总动力 X_5 (万 kW)	技术投入
产出指标	粮食作物产量 Y_1 (t)	生产能力
	粮食作物产值 Y_2 (万元)	经济收益

2.2 农业生产效率测度及其变化趋势

基于 2000—2014 年河南省各县域农业生产投入—产出的原始数据,运用 DEA—SOVEL 5.0 软件,测得河南省各县域农业生产的综合效率值、技术效率值、规模效率值,并得出河南省农业生产效率平均值(图 1)及 18 个省辖市农业生产效率的平均值(表 2)。

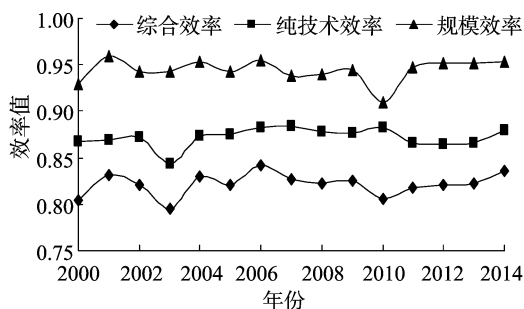


图 1 2000—2014 年河南省农业生产效率及其变化趋势

由图 1 可知,自 2000 年以来河南省农业生产规模效率水

平较高,2010 以前在 0.95 值附近呈略波动上升变化,2010 年之后变化趋于平稳;2010 年导致规模效率大幅下降的原因是豫中北地区遭受了连续多日的特大暴雨灾害。纯技术效率在 2010 年以前除 2003 年大幅下降外其他年份呈上升趋势,2010 年到达最高值后回落并逐渐稳定;纯技术效率大幅下降的原因是 2003 年我国不少地方发生 SARS 疫情,致使粮食减产、粮食加工品囤积。综合效率水平最低,受规模效率和纯技术效率影响分别在 2003、2010 年出现 2 次低值,但总体上呈上升趋势且幅度较大。总体来看,规模效率高于纯技术效率和综合效率且近年来发展逐步趋于稳定,说明自 2000 年以来河南省在扩大农业生产规模方面增大了人力、物力等投入,在农户分散、粗放、无序的农业生产经营状态等方面取得了良好的效果,河南省农业正朝规模化方向发展;综合效率水平最低,但提升幅度相对最大;而对综合效率起决定作用的技术效率较低且上升缓慢,相对规模效率还有很大的提升空间。从变化趋势可以看出,河南省农业生产效率不高,纯技术效率对综合效率的影响要大于规模效率,纯技术效率较低是制约河南省农业生产效率提升的主要因素;说明影响河南省农业生产效率进一步提升的主要原因是农业技术水平低下、农民整体科技素质不高、农业现代化进程缓慢,河南省在农业生产效率方面还有很大的发展空间,须加强对农业基础设施方面的投入,不仅是人力、物力的投入,还应重视农业技术、机械化、培育良种等投入。

由表 2 可知,2000 年以来河南省农业生产在综合效率、纯技术效率、规模效率 3 个维度上的演化存在一定的时空分异规律。

表 2 2000、2005、2010、2014 年河南省农业生产效率

地区	2000 年			2005 年			2010 年			2014 年		
	综合效率	纯技术效率	规模效率	综合效率	纯技术效率	规模效率	综合效率	纯技术效率	规模效率	综合效率	纯技术效率	规模效率
郑州市	0.596	0.622	0.971	0.641	0.668	0.968	0.641	0.688	0.941	0.631	0.678	0.951
开封市	0.777	0.925	0.843	0.779	0.898	0.873	0.794	0.944	0.842	0.785	0.933	0.848
洛阳市	0.712	0.719	0.990	0.803	0.838	0.958	0.853	0.915	0.931	0.728	0.767	0.951
平顶山市	0.734	0.777	0.939	0.733	0.755	0.971	0.646	0.706	0.921	0.940	0.947	0.989
安阳市	0.731	0.811	0.911	0.780	0.813	0.960	0.728	0.881	0.833	0.827	0.857	0.966
鹤壁市	0.951	0.969	0.981	0.985	1.000	0.985	0.934	1.000	0.934	1.000	1.000	1.000
新乡市	0.834	0.843	0.988	0.868	0.895	0.970	0.908	0.935	0.971	0.882	0.896	0.986
焦作市	0.987	0.989	0.998	0.984	0.987	0.996	0.995	0.998	0.997	0.978	0.983	0.995
濮阳市	0.936	0.967	0.965	0.891	0.919	0.969	0.955	0.982	0.973	0.895	0.906	0.988
许昌市	0.974	0.990	0.984	0.938	0.977	0.958	0.998	1.000	0.998	0.897	0.899	0.998
漯河市	0.658	0.725	0.929	0.854	0.891	0.960	0.978	0.995	0.983	0.865	0.869	0.995
三门峡市	0.634	0.740	0.878	0.562	0.687	0.864	0.883	0.930	0.953	0.678	0.886	0.781
南阳市	0.848	0.934	0.907	0.842	0.932	0.907	0.742	0.854	0.873	0.714	0.788	0.919
商丘市	0.765	0.902	0.850	0.810	0.899	0.903	0.637	0.798	0.805	0.871	0.898	0.972
信阳市	0.943	0.946	0.997	0.949	0.972	0.977	0.945	0.957	0.985	0.949	0.972	0.976
周口市	0.787	0.953	0.828	0.803	0.881	0.914	0.638	0.813	0.788	0.865	0.912	0.951
驻马店市	0.782	0.879	0.889	0.803	0.863	0.932	0.753	0.855	0.883	0.882	0.918	0.962

注:综合效率=纯技术效率×规模效率,限于篇幅原因,表 2 只显示各市所辖各县(市)农业生产效率的平均值。

2.2.1 农业生产综合效率较低但呈上升趋势 2000—2014 年河南省农业生产综合效率总体呈上升趋势,2000 年河南省农业生产综合效率均值为 0.804,到 2014 年综合效率均值为 0.836,整体上升了 3.98%;另外,自 2000 年以来高效率城市比例基本保持不变,中低效率比例明显减少,但仍占较大比重。2000 年农业生产综合效率达到 DEA 效率最优的有叶

县、淇县、获嘉县等 20 个城市;农业生产综合效率 0.9 及以上的城市有 36 个,占总数的 33.33%,主要分布在信阳的南部地区及各市辖区的周边,0.8~<0.9 之间的有 17 个城市,占总数的 15.74%,零星分布在东部和南部地区,综合效率低于 0.8 的城市有 55 个,占总数的 50.93%,分布在河南省的大部分地区。到 2014 年农业生产综合效率 0.9 及以上的城市有

35 个,占总数的 32.40%,比 2000 年微有下降,主要成片分布在平顶山、安阳、焦作、信阳等地,0.8 ~ <0.9 之间的有 38 个,占总数的 35.19%,主要分布在东部地区,而低于 0.8 的城市则减为 35 个,仍占总数的 32.41%,主要分布在西部地区(表 3)。

表 3 河南省农业生产效率变化情况

生产效率	效率程度	2000 年		2005 年		2010 年		2014 年	
		县域数量(个)	比例(%)	县域数量(个)	比例(%)	县域数量(个)	比例(%)	县域数量(个)	比例(%)
综合效率	达到最优	20	18.52	16	14.81	24	22.22	21	19.44
	较高效率	16	14.81	19	17.59	13	12.04	14	12.96
	中等效率	17	15.74	26	24.07	18	16.67	38	35.19
	较低效率	55	50.93	47	43.52	53	49.07	35	32.41
纯技术效率	达到最优	39	36.11	36	33.33	43	39.81	35	32.41
	较高效率	19	17.59	18	16.67	18	16.67	17	15.74
	中等效率	16	14.81	26	24.07	17	15.74	32	29.63
	较低效率	34	31.48	28	25.93	30	27.78	24	22.22
规模效率	达到最优	21	19.44	16	14.81	24	22.22	21	19.44
	较高效率	48	44.44	65	60.19	39	36.11	64	59.26
	中等效率	27	25.00	24	22.22	29	26.85	17	15.74
	较低效率	12	11.11	3	2.78	16	14.81	6	5.56
规模报酬	报酬递增	20	18.52	9	8.33	14	12.96	13	12.04
	报酬递减	43	39.81	59	54.63	58	53.70	45	41.67

注:达到最优(效率值=1);较高效率(0.9≤效率值<1);中等效率(0.8≤效率值<0.9);较低效率(效率值<0.8)。

2.2.2 农业生产纯技术效率总体较低且上升缓慢 2000—2014 年河南省农业生产技术效率总体较低,但达到最优的城市在数量上明显多于综合效率和规模效率。2000 年农业生产技术效率平均为 0.868,达到技术效率最优的城市有 39 个,主要分布在北部、西部和南部地区;而 2014 年农业生产技术效率平均值为 0.880,上升了 1.39%。同时,2000 年农业生产效率达到 0.9 及以上的城市有 58 个,占总数的 53.70%,农业生产效率在 0.8 ~ <0.9 之间的城市有 16 个,而技术效率在 0.8 以下的城市有 34 个,占总数的 31.48%,主要分布在北部和西部地区。2014 年技术效率在 0.9 及以上的城市有 52 个,占总数的 48.15%,较 2000 年的 58 个有所减少,但是,技术效率在 0.8 ~ <0.9 之间的城市有 32 个,较 2000 年增加了 16 个,这些城市主要分布在东部地区;而技术效率值低于 0.8 的城市则较 2000 年的 34 个减少到了 24 个,这些城市主要分布在中西部地区。

2.2.3 农业生产规模效率总体偏高并逐渐趋于稳定,但规模报酬递增城市数减少 2000—2014 年河南省农业生产规模效率除 2010 年受到暴雨灾害影响下降较大外,其他年份总体上呈波动上升并逐渐趋于稳定状态;另外,农业生产规模效率均值高于综合效率和技术效率,但最优城市的个数高于综合效率低于技术效率,同时规模报酬递增的城市数减少。2000 年河南省农业生产规模效率均值为 0.929,达到规模效率最优的城市有 21 个,到 2014 年规模效率均值为 0.953,增加了 2.58%,但达到规模效率最优的城市数量不变,主要分布在中部地区。2000 年农业生产规模效率在 0.9 及以上的城市达到 69 个,占总数的 63.88%,这些城市主要分布在西部和东南部地区,规模效率值在 0.8 ~ <0.9 之间的城市有 27 个,主要分布在东部和南部地区,规模效率值低于 0.8 的仅有 12 个,呈零星分布态势。到 2014 年规模效率值达到 0.9 及以上的城市共有 85 个,占总数的 69.70%,几乎分布在河南省的各个地区;而规模效率值低于 0.8 的仅有 6 个城市,分别为中

牟县、杞县、灵宝市、义马市、唐河县、和邓州市,其原因是一方面这部分城市多处豫西南地区,其地形多为丘陵、山地,田地质量相对较低,不利于大规模粮食作物的生产,另一方面有部分城市已把重点放在特色的农业作物的培育上,如中牟县多产大蒜、灵宝市多种果树,义马市更以花椒、核桃、大樱桃为主要农作物,致使这些地区减弱了对高标粮田的建设,使其规模效率较低。另外,2000 年规模报酬递增的城市为 20 个,仅占总数的 18.52%;到 2014 年规模报酬递增数更是下降为 13 个,下降了 6.48 百分点,说明河南省大部分地区在粮食作物生产上已具有较好的规模效率,单从扩大粮食作物的耕地面积、增加劳动力等方面的投入已很难提升生产效率,应该大力建设高产良田,引进先进的农业生产技术。

通过对河南省农业生产进行综合效率、技术效率、规模效率 3 个维度的分析,可以发现 2000—2014 年河南省农业生产效率值均得到一定程度的提高,其中,综合效率值相对较低,但提升幅度最大,技术效率处于中等水平,但提升幅度最小。而对于规模效率无论是其效率值还是提升速度均维持在较高水平。

3 河南省县域农业生产效率空间关联格局

3.1 农业生产效率的全局关联格局

通过 Moran's I 指数探讨 2000 年以来河南省县域农业生产效率总体格局的自相关特征。根据公式(3),利用 GeaDA095 软件计算出河南省 2000 年以来的县域农业生产效率的全局 Moran's I 值(表 4)。结果表明,所有年份的 Z 得分均大于 2.58,通过检验,且 P 值均小于 0.001,置信水平达到 99%,说明 Moran's I 指数在 0.01 的显著水平上。河南省各县(市)在研究期内一直呈现显著的正相关性,表明相邻农业生产效率高的地区及低的地区出现了集聚的空间分布现象。从时间角度来看,自 2000 年以来河南省各县(市)农业生产效率全局 Moran's I 的值呈现不断上升的趋势,数值由 0.235 上

升到 0.299,这就充分说明随着 2000 年以来中国对农业发展的重视度逐年提高,河南省凭借良好的历史自然禀赋、优越的区位条件和国家政策倾斜,使得农业生产空间关联性越来越显著;另外,河南省近年来交通网发展迅速,已成为中国交通网最密集的区域之一,尤其是豫西高速公路大通道 5 个项目建成通车,使地处豫西山区、条件艰苦的洛阳、三门峡、南阳等地之间的联系越来越密切。

表 4 河南省农业生产效率全局自相关 Moran's I 指数

年份	Moran's I	Z 得分	P 值
2000	0.235	3.54	4×10^{-4}
2005	0.287	4.928	10^{-6}
2010	0.286	4.887	10^{-6}
2014	0.299	5.135	10^{-6}

3.2 农业生产效率的局部关联格局

为了进一步探测农业生产效率的空间集聚位置及区域的相关程度,引入冷热点分析,借此揭示 Moran's I 在何种程度上掩饰了局部的不稳定。借助 Arc GIS 10.2 软件将 Getis -

Ord G_i^* 的结果进行空间显示,并采用 Jenks 最佳自然断裂法对分析结果进行分类,绘制 2000—2014 年河南省县域生产效率的冷热点分布图(图 2)。

由图 2 可知,将河南省县域农业生产效率划分为 4 种基本类型:热点区、次热区、次冷区、冷点区。总体上看,2000—2014 年河南省农业生产效率的冷热点变化较为显著,主要呈现以北部的新乡市—焦作市—濮阳市、南部的信阳市及中部的许昌市、平顶山市等所辖县(市)为核心,以中原城市群的东部、西部和南部为外围热度递减;空间分布规律略强,呈现南部优于北部、东部低于中部高于西部的空间梯度分布格局,说明河南省粮食生产的活力以南部和北部地区最为显著,是粮食产量的主体地区,而西部地区粮食产量少,生产效率低需要重点加强。另外,自 2000 年以来,热点区的范围略微增大,主要以核心区域的扩散为主,次热区范围随热点区逐步扩大并有向东部聚集态势,次冷区和冷点区先扩大后减小,主要分布在洛阳市、三门峡市等中西部地区,表明河南省农业生产效率普遍有所提升,极化性减弱关联性增强,区域差异正在减少。

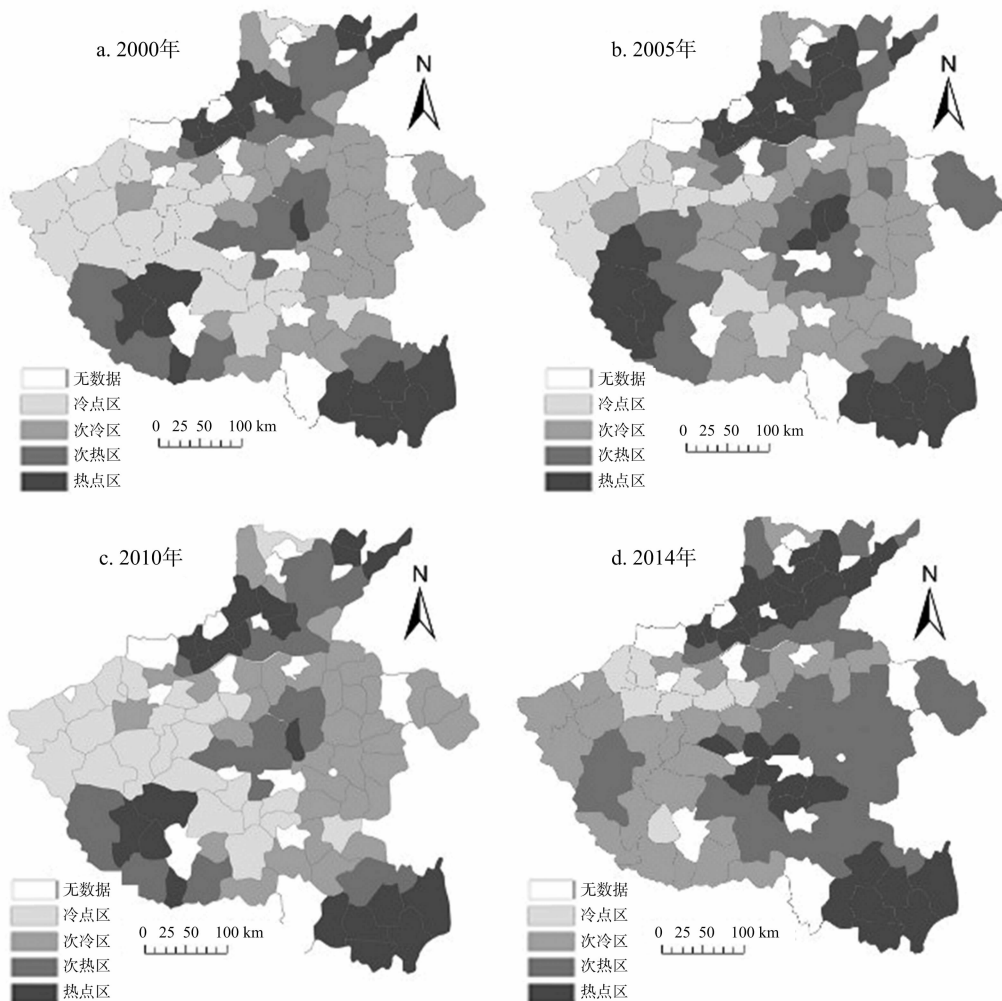


图2 2000、2005、2010、2014 年河南省农业生产效率冷热点分布

3.2.1 热点区 河南省农业生产效率的高值热点区主要集中在北部的焦作、新乡、濮阳及南部的信阳等地,2000 年以来各个时期集聚现象均明显,形成了农业生产效率的高值“热

点区”,但高值热点区 15 年间在空间上也存在较明显地扩张特征。2000—2010 年西部热点区主要分布在南召县、镇平县、内乡县等地,北部的热点区主要分布在台前县、范县、南乐

县、卫辉县、辉县、武陟县、博爱县等地,2010 年后开始向中部的宝丰县、郟县、襄城县、叶县和北部的滑县、内黄县、浚县、淇县等地演化。到 2014 年已形成濮阳、新乡、焦作等市的所辖县片区和许昌、平顶山、漯河等市所辖片区的高值热点关联区,北部地区日益成为农业效率发展最快的增长极,正形成一个明显的农业生产效率高值空间集聚区。另外,南部以信阳为主的地区一直是河南省农业创新效率最大的“优势版块”并开始向周边扩散,延展至正阳县。该区域所属的城市一方面具有良好的地理优势、较好的农业生产基础和资源优势,另一方面这些地区的农业投入持续增加,农业生产条件和技术装备水平明显改善,使得主要农产品生产能力稳定提高。

3.2.2 次热区 次热点关联区的空间分布格局主要随热点区变化且幅度较小。2000 年主要分布在热点区周边如正阳县、新蔡县、唐河县、邓州市、延津县、襄城县等 27 个县,这些地区由于自身资源条件及受热点区的影响,农业生产效率水平较高,但与热点区域比较还存在一定差距。2000—2010 年次热点区在空间上基本保持稳定,并未发生明显变化。2010 年之后随着南召县、镇平县、内乡县和新野县逐步退出热点聚集区域,次热点区域也开始向东部地区扩展,关联区数量开始增加。说明次热点关联区邻近农业生产效率高的信阳地区和许昌市—平顶山市—漯河市等地具有有利的“被扩散”的地理区位优势,农业生产效率高的地区通过技术、人口、农用机械等要素不断向这一区域城市扩散,致使热点区临近地区的农业生产效率不断提升。

3.2.3 次冷区 次冷区总体呈现先减小后扩大,并由河南省东部地区逐渐演化到西部地区的趋势。2000 年次冷区包括兰考县、通许县、太康县、淮阳县、项城县等 36 个县,主要集中在东部地区。2005 年受西部高效率地区的影响,次冷区的范围开始向西扩展,使叶县、鲁山县、宝丰县、汝州市等地由冷点区变为次冷区。2010 年河南省西部冷区面积开始扩大,次冷区逐渐收缩,这一时期平顶山市与南阳市的差距拉大,两市交界的县城成了冷点区,河南省西部大部分地区的农业生产效率低于平均水平。2014 年由于河南省东部次热点的面积开始扩大,导致次冷区开始大面积向河南省西部地区转移,包括整个平顶山市和三门峡市、南阳市的大部分县域。河南省西部这部分区域农业原先发展脆弱,加上地理位置不够优越和自然禀赋等原因,致使该地区在一定程度上制约了农业生产效率的提升。

3.2.4 冷点区 冷点区呈先减少后扩大再逐渐减少趋势,主要集中在河南省的西部,以洛阳、三门峡等地最为典型,该地区在研究期内始终处于冷点区内。2000 年冷点区主要分布在河南西部的大部分地区,包括三门峡市及洛阳市所辖全部县和南阳市的部分县(市)等。2005 年冷点区的范围开始收缩,只有泌阳县、方城县、新密市、登封市、伊川县等 10 个县(市),这一时期随着农业机械化、现代化的进一步推进,河南省西部的农业生产效率得到提高。2010 年冷点区范围有所扩大,延伸到西平县、遂平县、确山县等地,扩展区域主要是来源于次热区,同时该地区间的差异正在被拉大。2010—2014 年冷点区范围开始逐渐缩小,只剩下绳池县、新安县、孟津县等 8 个县域单元。这一区域虽然在研究期内空间变化较大,但总体上这一区域的农业生产效率呈现出一定的上升趋势,

发展逐渐打破边缘化,与其相邻的南阳市、焦作市等地的农业生产效率之间的差距在不断缩小。然而,不容乐观的是虽然冷点区总体缩小,但洛阳市、三门峡市等地的部分县(市)始终处于冷点区,所以应加大对这些区域的技术支持和规模投入,促使其加快农业现代化进程,从而减弱这一区域农业生产低效率集聚的趋势。

4 结论与建议

4.1 结论

运用 DEA 模型,基于粮食生产角度分别从投入和产出 2 个方面选取 7 项具体指标,测度 2000—2014 年河南省县域农业生产效率,并对 DEA 模型进行分解,分别从综合效率、技术效率、规模效率等 3 个维度及规模报酬变化情况等方面进行剖析,并通过 ESDA 方法对河南省县域农业生产效率空间分布格局与关联特征进行分析,结论如下:(1)自 2000 年以来,河南省农业生产综合效率总体相对偏低并呈上升趋势,技术效率总体较低但达到效率最优的城市数量最多,规模效率总体偏高且逐年趋于稳点,综合效率的高低主要取决于技术效率,技术效率较低是制约综合效率提升的主要原因;河南省大部分地区已经具备较高的规模效率,仅仅依靠扩大耕地面积、生产规模、加大劳动力的投入等难以有效提高效率,还须要扎实推进高标准农田的建设,加强对农业技术方面的投入,不仅要引进先进技术、运用现代化机械,更要注重农民整体素质与技术水平的培养。(2)在全局空间关联上,河南省农业生产效率呈现空间正相关性,存在显著的空间集聚特征,且随时间的推移相关性愈加显著。在局部自相关上,自 2000 年以来热点区主要分布在河南省南部的信阳市和北部的新乡市、濮阳市等地并有向周围扩散,次热区范围随热点区逐步扩大并有向东部聚集态势,次冷区所占比重较大总体上由东部地区逐渐演化到西部地区,冷点区主要分布在河南西部的大部分地区且呈先减少后扩大再逐渐减少趋势。(3)从空间分布来看,河南省农业生产效率呈现出南部优于北部、东部低于中部高于西部的空间梯度分布格局。“优势板块”主要集中在豫北的焦作市、新乡市、濮阳市及豫南的信阳市等地,并正在向周围地区扩散。说明河南省粮食生产的活力以南部和北部地区及中部地区最为明显,是粮食产量的主体地区,应该得到政策倾斜,保粮食增产促经济增长;而农业生产效率的低值集聚区主要集中在洛阳市、三门峡市等河南省西部地区,由于这部分区域农业原先发展脆弱,加上政策倾向、地理位置不够优越和自然禀赋等原因,该地区农业生产效率各方面值都没有达到理想状态,但通过制定合理的改善方案仍有较大提升空间。

4.2 对策建议

河南省各县农业生产效率差异较大,各县自然资源基础及农业生产技术发展程度不同,应探寻适合各个区域的发展政策,对此本研究提出以下几点建议:(1)对于豫北的新乡市、濮阳市、安阳市和豫南的信阳市等地,其所辖县农业基础条件好、生产效率较高、粮食产量较多,政府应对这些县(市)提供更多的政策倾向,使其跳出产粮大县、财政穷县的发展怪圈;国营粮食购销机构应通过高价回收粮食的方式提高这些粮食主产县的种粮积极性,加大种粮补贴力度,完善农业补贴政策同时继续引进新型现代农业技术,提高农用机械的生产

效率,利用科技发展优质高效农业,加大对粮食生产、粮食作物加工研发机构的人才、资金投入,要努力把把这些区域建设成为我国现代农业发展的“排头兵”,引领区域农业现代化发展。(2)对于河南省东中部生产效率相对较低但具有发展潜力的粮食主产区来讲,要适度扩大农业生产规模,改变现有农户分散、粗放、无序的经营状态,利用邻近农业高效区的优势,引进先进的农业生产技术和方法,实现农业集约化、专业化发展,同时要围绕农村经济发展,着力提高农民科技素质和职业技能,完善农村基础教育,培养高素质农民。(3)对于西部交通区位差、农业基础设施相对薄弱的地区,政府应加大对农业发展的扶持力度,加大对农业基础设施建设的投入力度,并把农田水利作为建设的重点,合理确定农业水价,建立节水奖励和精准补贴机制降低农业生产风险和溢出效应,同时要因地制宜,依据地方环境优势,大力推进农业产业化经营,发展农村服务业,为农民创造更多的就业机会多渠道促进农民增收。另外,河南省政府可以根据各县(市)的实际情况将粮食产量的总目标划分若干指标,即县域粮食的生产指标。政府可以通过建立县域间的粮食生产平台,进行粮食生产指标和其他经济发展指标交易,充分发挥出各县(市)的优势进行发展。这样既提高了高效、主产区粮食生产的积极性,又能充分发挥农业薄弱县域的特色优势,同时使交易偏向粮食生产方,促使粮食生产基础薄弱县改变现状。

参考文献:

- [1] 焦源. 山东省农业生产效率评价研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2013, 23(12): 105–110.
- [2] 彭佳颖, 谢锐, 赖明勇. 国际粮食价格对中国粮食价格的非对称性影响研究[J]. 资源科学, 2016, 38(5): 847–857.
- [3] 宁爱凤, 刘友兆. 城市化进程中农业生产效率研究——基于粮食生产的视角[J]. 资源科学, 2013, 35(6): 1174–1183.
- [4] Farrell M J. The measurement of productive efficiency[J]. Journal of the Royal Statistical Society, 1957, 120(3): 253–290.
- [5] McMillan J, Whalley J, Zhu L. The impact of China's economic reform on agricultural productivity growth[J]. Journal of Political Economy, 1989, 97(4): 781–807.
- [6] Lin J Y. Rural reforms and agricultural growth in China[J]. American Economic Review, 1992, 82(1): 34–51.
- [7] Hoang V N, Rao D S P. Measuring and decomposing sustainable efficiency in agricultural production: a cumulative exergy balance approach[J]. Ecological Economics, 2010, 69(9): 1765–1776.
- [8] Brauw A D, Rozelle S. Migration and household investment in rural China[J]. China Economic Review, 2008, 19(2): 320–335.
- [9] Kung K S. Off-Farm labor markets and the emergence of land rental markets in rural China[J]. Journal of Comparative Economics, 2002, 30(2): 395–414.
- [10] Haag S, Jaska P, Semple J. Assessing the relative efficiency of agricultural production units in the Blackland Prairie, Texas[J]. Applied Economics, 1992, 24(5): 559–565.
- [11] Kawagoe T, Hayami Y, Ruttan V W. The intercountry agricultural production function and productivity differences among countries[J]. Journal of Development Economics, 1985, 19(1/2): 113–132.
- [12] Ruttan V W. Productivity growth in world agriculture: sources and constraints[J]. Journal of Economic Perspectives, 2002, 16(4): 161–184.
- [13] 亢霞, 钟昱, 张庆. 我国粮食仓容现状、存在问题及对策研究[J]. 农业现代化研究, 2015, 36(5): 721–726.
- [14] 龙冬平, 李同昇, 苗园园, 等. 中国农业现代化发展水平空间分异及类型[J]. 地理学报, 2014, 69(2): 213–226.
- [15] 徐貽军, 任木荣. 湖南现代农业发展水平评价[J]. 经济地理, 2009, 29(7): 1166–1171.
- [16] 赵西华. 农业功能变迁与江苏农业科技发展[J]. 江苏农业学报, 2008, 24(6): 733–737.
- [17] 尹宝重, 张永升, 甄文超. 海河低平原渠灌区麦田深松的节水增产效应研究[J]. 中国农业科学, 2015, 48(7): 1311–1320.
- [18] 彭永刚, 张磊, 朱赓. 国内外转基因农作物研发进展[J]. 植物生理学报, 2013, 49(7): 611–614.
- [19] 姚玉璧, 张秀云, 王润元, 等. 西北温凉半湿润区气候变化对马铃薯生长发育的影响——以甘肃岷县为例[J]. 生态学报, 2010, 30(1): 100–108.
- [20] 李文红, 丁永辉, 曹丹, 等. 不同播种方式对小麦干物质积累和产量的影响[J]. 河南农业科学, 2016, 45(2): 11–16.
- [21] 谢志祥, 任世鑫, 李阳, 等. 基于 DEA 模型的江西省农业生产效率研究[J]. 江西农业学报, 2015, 27(10): 142–145.
- [22] 任世鑫, 谢志祥, 杨洋, 等. 基于超效率 DEA 的中原经济区农业生产效率研究[J]. 华中师范大学学报(自然科学版), 2016, 50(2): 282–287.
- [23] 刘子飞, 王昌海. 有机农业生产效率的三阶段 DEA 分析——以陕西洋县为例[J]. 中国人口·资源与环境, 2015, 25(7): 105–112.
- [24] 戚鱼耳, 郭贯成, 陈永生. 农地流转对农业生产效率的影响研究——基于 DEA-Tobit 模型的分析[J]. 资源科学, 2015, 37(9): 1816–1824.
- [25] 郭亚军, 张晓红. 基于数据包络分析(DEA)的河北省农业生产效率综合评价[J]. 农业现代化研究, 2011, 32(6): 735–739.
- [26] 梁盛凯, 陆宇明, 莫良玉, 等. 广西农业生产效率空间分布特征及其影响因素分析[J]. 南方农业学报, 2015, 46(5): 929–935.
- [27] 胡彪, 侯绍波. 京津冀地区城市工业用水效率的时空差异性研究[J]. 干旱区资源与环境, 2016, 30(7): 1–7.
- [28] Rae A N, Ma H, Huang J, et al. Livestock in china: commodity-specific total factor productivity decomposition using new panel data[J]. American Journal of Agricultural Economics, 2006, 88(4): 680–695.
- [29] 赵丽平, 侯德林, 王雅鹏, 等. 城镇化对粮食生产环境技术效率影响研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2016, 26(3): 153–162.