我国粮食生产的环境技术效率测度

赵丽平[a,b]，王雅鹏[a,b]，何　可[a,b]

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

摘　要：采用方向距离函数和 Kernel 密度估计方法，对 1992—2012 年中国 29 个省（市、区）的粮食生产环境技术效率进行了测度和分析，以考察城镇化和工业化加速时期中国各省份以及各粮食生产功能区粮食生产与资源环境的协调情况。研究结果表明：（1）全国及各粮食生产功能区粮食生产环境状况总体上呈现出逐渐恶化现象，其中，粮食主产区优于粮食主销区，粮食主销区优于粮食平衡区；（2）中国各省份粮食生产环境技术效率存在明显的非均衡性；（3）总体而言，我国粮食生产环境技术效率的地区差距在逐渐扩大，呈现出两级分布，但是在各个粮食生产功能区形势有所不同。

关键词：粮食生产；环境技术效率；环境污染；生产资料

中图分类号：F307.11　　**文献标识码：**A　　**文章编号：**1672－0202（2016）03－0028－10

一、引言

随着工业化、城镇化进程的加快，以土地、劳动力以及农资为代表的农业生产要素成本不断上升，粮食种植的比较收益开始下降，大量青壮年农村劳动力开始流入到效益高的产业部门，农业部门的“人口红利”逐渐消失[1]。另一方面，长期以来形成的农业粗放式经营导致了较为严重的农业“立体污染”，与“两型农业”建设要求渐行渐远[2]。由于农药、化肥的过量施用和工业生产导致的土壤污染，使得我国粮食每年减产约 100 亿公斤[3]。此外，粮食作物秸秆焚烧现象屡禁不止，不仅造成了严重的环境污染，而且还导致土壤质量下降，进而引起了粮食减产，这严重违背了社会主义新农村建设中的“发展生态农业生产方式，改善农村环境”的要求。为了科学评估新形势下粮食生产投入要素的利用效果，本文将环境因素纳入到粮食生产技术效率测算体系，以便正确认识全国及各个粮食生产功能区的资源利用情况及其差异，进一步对各个粮食生产功能区的粮食生产进行统筹协调。

环境技术效率是评价生产者（或决策单元）在给定投入和技术条件下，同时追求最大产出和最小污染的效率大小[4]。环境技术效率测算的重点在于如何将环境变量纳入到技术效率测算模型中。关于环境变量的处理，目前主要有两种方法：一种方法是直接把环境污染物作为投入要素来处理[5]，但在实际操作中很难分清楚哪些要素投入是用于生产期望产出，哪些要素投入是用于治理环境污染；另一种方法是把环境污染物作为非期望产出引进到 DEA 模型，很多学者对此进行了

收稿日期：2016－01－24　　**DOI：**10.7671/j.issn.1672－0202.2016.03.004

基金项目：国家社会科学基金重点项目（13ACL004）；国家自然科学基金青年项目（71303243）；国家自然科学基金青年项目（71203169）。

作者简介：赵丽平（1984—），女，湖北荆门人，华中农业大学经济管理学院博士研究生，主要研究方向为农业资源保护开发、粮食安全。E-mail：ccnuzhao@qq.com

探索,有学者通过单调递减函数对非期望产出进行转换,将转换后的数据在技术条件不变的情况下纳入到产出函数中[6],也有学者采取环境污染价值核算方法,对环境污染物的污染治理成本和环境退化成本进行核算,并纳入到生产率测算范畴进行计算[7],更多的学者则采用方向距离函数对环境技术效率进行测算[8-10]。其中,方向距离函数不仅可以考虑环境污染损失和松弛量对效率的影响,而且具有非角度性质,无需选择测算角度,同时兼顾投入的减少和产出的增加,与利润最大化假设一致,具有更强的适应性[11]。

在农业生产领域,李谷成[11]等运用方向距离函数对农业环境技术效率进行了测算,也有学者基于方向距离函数的 Malmquist-Luenberger 生产率指数对我国 13 个油菜主产区的油菜环境全要素生产率进行了测算[12],但是很少有学者对各粮食生产功能区(主产区、主销区和平衡区)的粮食生产环境技术效率进行分区域研究。

粮食安全在我国具有重要的经济地位和战略地位,但随着工业化和城镇化的快速推进,粗放式生产经营方式所产生的城市污染物和工业污染物给我国粮食生产所依赖的水土等自然环境造成了极大破化。根据环境保护部与国土资源部开展的首次全国土壤污染状况调查显示,我国耕地环境质量堪忧,近 20% 耕地面积污染超标,其中镉、汞、砷等无机物质等超标点位数达 82.8%,而且其中不少地区为粮食主产区,工矿业、不合理的农业生产等人类活动是造成土壤污染或超标的主要原因。在粮食生态环境所面临的严峻形势下,各粮食生产功能区的粮食生产环境有何变化? 各功能区的粮食生产和环境是否是协调发展的? 各功能区的协调情况是否存在一定的差异? 这种差异在不同的时间段是如何演变的? 为此,本文运用方向距离函数对我国城镇化和工业化加速时期的粮食生产环境技术效率进行测算,并对各粮食生产功能区的粮食生产环境技术效率进行时空差异分析、协调分析和动态演变分析,以了解我国各功能区的粮食生产环境变化情况,以及各功能区域之间和每个功能区内部各省份之间的粮食生产环境差异,从而对我国粮食生产和环境的协调情况进行全面了解,以促进我国粮食生产的可持续发展和绿色转型。

二、粮食生产环境技术效率的测度

(一)研究方法

粮食生产过程中,生产单位除了生产人们所希望获得的粮食产量这一期望产出,还会生产出人们所不愿意获得的氮、磷等非期望产出,传统的 DEA 模型只考虑了期望产出,如果存在非期望产出,就无法准确估算出生产单位的效率。Chung 等[13]在测度瑞典纸浆厂生产率时构造了方向距离函数(DDF),很好地解决了这个问题。设产出的方向向量为 $g=(g_y,-g_c)$,那么基于产出的方向距离函数可以表达为:

$$D_c(x,y,c;g_y,-g_c)=\max\{\lambda:(y+\lambda g_y,c-\lambda g_c)\in p(x)\} \tag{1}$$

式(1)表示沿着既定的产出方向 $g=(g_y,-g_c)$,投入 x 和技术结构 $p(x)$ 所能带来的期望产出 y 和非期望产出 c 同比例增加和减少的最大倍数 λ。其中,$p(x)=\{(y,c):xcan\ produce(y,c)\}$,$x\in R_+^N$,表示 N 种要素 x 所能生产的期望产出和非期望产出的所有组合,投入向量 $x=(x_1,x_2,\ldots,x_N)\in R_+^N$,期望产出 $y=(y_1,y_2,\ldots,y_M)\in R_+^M$,非期望产出 $c=(c_1,c_2,\ldots,c_J)\in R_+^J$。

式(1)可通过以下线性规划方程来对每个决策单元的效率值进行求解。

$$D_c^t(x_k^t,y_k^t,c_k^t,g_y,-g_c)=\max\lambda$$

$$s.t.\begin{cases}\sum_{j=1}^{n}\lambda_j x_j^t \leqslant x_k^t \\ \sum_{j=1}^{m}\lambda_j y_j^t \geqslant y_k^t + \lambda g_y \\ \sum_{j=1}^{l}\lambda_j c_j^t = c_k^t - \lambda g_c \\ \lambda_j \geqslant 0, j = 1,2,\cdots,n\end{cases} \tag{2}$$

式(2)中,k 表示决策单元个数,t 表示时期,当方向距离函数值为 0 时,技术效率值为 1,表示该决策单元的效率值最高,位于前沿生产面上,否则就表示技术没有效率。

(二)数据来源及指标分析

1. 数据来源

本文的研究样本为 1992—2012 年中国大陆 29 个省(市、区)。考虑到数据的可获得性,以及方便处理和分析,样本中未包括西藏,并将重庆市并入四川省。根据钟甫宁等[14]和陆文聪等[15]的研究成果以及改革开放以来各省(市、区)的粮食生产总量和消费量,将全国 29 个省(市、区)划分为粮食主产区、主销区和平衡区 3 个粮食生产功能区,其中,粮食主产区为河北、内蒙古、辽宁、吉林、黑龙江、江苏、安徽、江西、山东、河南、湖北、湖南、四川等 13 个省(市、区);粮食主销区为北京、天津、上海、浙江、福建、广东、海南等 7 个省((市、区);粮食平衡区为山西、广西、贵州、云南、陕西、新疆、甘肃、青海、宁夏等 9 个省(市、区)。根据本文研究目的,选取土地投入、劳动力投入、机械投入、水资源投入、化肥投入和农药投入作为投入变量;选取粮食总产量为合意产出变量,粮食生产污染排放物为非合意产出变量,以上各变量相关数据均来自《中国农业年鉴》和《中国农村统计年鉴》。

2. 指标选取

(1)粮食生产投入变量。其中,土地投入以各年度各省(市、区)的粮食作物播种面积来表示;劳动力投入以各年度各省(市、区)的第一产业从业人员来表示;机械投入以各年度各省(市、区)的农用机械总动力来表示;水资源投入因 1998 年以前农业用水数据缺失,因此以各年度各省(市、区)的农用土地有效灌溉面积来替代,包括能进行正常灌溉的水田和水浇地面积;化肥投入以各年度各省(市、区)农用化肥折纯量来表示;农药投入以各年度各省(市、区)的的农药施用量来表示。为了保证与粮食产出口径的一致性,本文借鉴马文杰等[16]的做法,使用权重系数法将粮食生产的要素投入从广义的农业投入中剥离出来,其中,权重系数 A =(农业产值/农林牧渔总产值)×(粮食播种面积/农作物播种总面积),权重系数 B = 粮食播种面积/农作物播种总面积。种粮土地投入仍然用粮食播种面积来表示,种粮劳动力投入用第一产业从业人员与系数 A 相乘可以得到,种粮机械投入、水资源投入、化肥投入和农药投入用相应的农业投入与系数 B 相乘即可得到。

(2)粮食生产产出变量。包括合意产出和非合意产出。合意产出以各年度各个粮食主产区的粮食总产量来表示;非合意产出用两个指标来核算,即总氮(TN)和总磷(TP)。尽管赖斯芸等、陈敏鹏等[17-18]将农业污染物指标定为总氮(TN)、总磷(TP) 和化学需氧量(CODcr),但是张桂英等[19]的研究表明农田排水中有机物质对水质污染很小,全国第一次污染源普查也得出种植业 COD 排放量不足农业源 COD 总排放量的 5%[20]。因此,本文未将化学需氧量纳入非合意产出指标。粮食种植污染物排放量参照赖斯芸等、陈敏鹏等[17-18]采用的清单分析法,具体计算公式如下所示:

$$E = \sum_i EU_i \rho_{ij} (1 - \eta_i) C_{ij} \quad (2)$$

式中，E 为粮食种植所产生的污染排放量，主要包括总氮（TN）和总磷（TP）；EU_i 为单元 i 指标的统计数；ρ_{ij} 为单元 i 污染物 j 的排放强度；η_i 为相关资源的利用效率系数；C_{ij} 为单元 i 污染物 j 的排放系数。EU_i 数据来自历年相关统计年鉴，ρ_{ij} 、η_i 和 C_{ij} 等各参数是通过广泛文献调研及综合比较所得，重点参考了第一次全国污染源普查领导小组办公室《污染源普查农业源系数手册》中的不同省份各参数取值。本文的粮食作物统计采纳稻谷、小麦、玉米、豆类和薯类 5 类粮食作物的相关数据，粮食作物草谷比根据可再生能源战略研究组[21]，以及相关学者的研究成果[22]综合比较整理得出。

三、测度结果分析

本文运用 MAXDEA PRO 6.3 专业版软件对 1992—2012 年我国 29 个省（市、区）的粮食生产环境技术效率进行测度，具体分析结果如下：

（一）粮食生产环境技术效率的时空差异分析

从粮食生产环境技术效率变化的时间趋势来看，1992—2012 年我国粮食生产环境技术效率整体上呈波动式下降趋势（见图 1），从 1992 年的 0.940 下降为 2012 年的 0.915。从其发展趋势来看，可以分为 4 个阶段：1992—1998 年为波动式下降期，粮食生产环境技术效率从 0.917 下降到 0.864，1998 年跌落到最低点；1998—2001 年为持续上升期，由 0.864 上升到 0.922；2001—2005 年为持续下降期，从 0.922 下降为 0.866；2005—2012 年为波动式上升期，从 0.866 上升为 0.888。

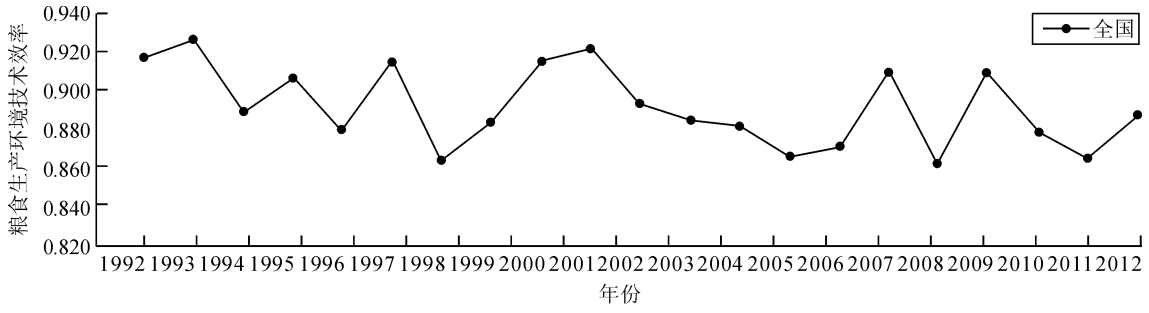


图 1　中国粮食生产环境技术效率总体变化趋势

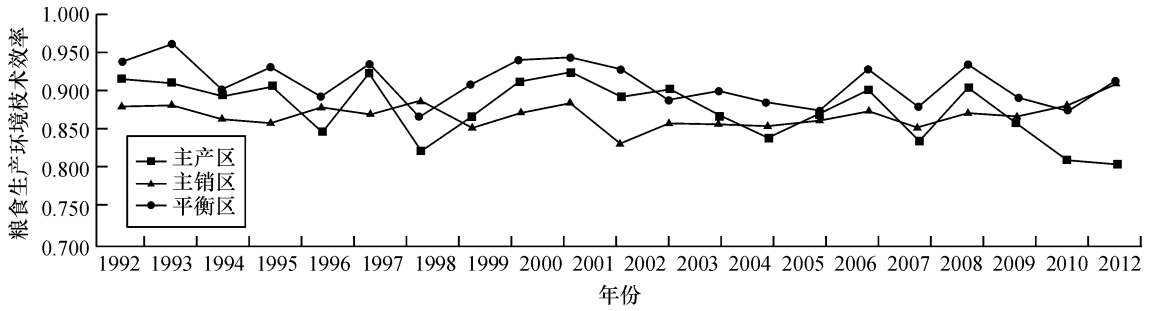


图 2　中国各粮食生产功能区内粮食生产环境技术效率变化趋势

从各粮食生产功能区来看，1992—2012 年粮食主产区的粮食生产环境技术效率要高于粮食主销区和粮食平衡区，这说明相对而言，粮食主产区更加注重粮食生产与环境的和谐发展。就具体变化趋势来看，粮食主产区和粮食主销区呈波动式下降趋势，但粮食主销区波动幅度要大于粮食主产区，主销区的粮食生产环境技术效率从 1992 年的 0.920 下降为 2012 年的 0.806，21 年下降了

14.76%,粮食主销区大多是一些经济发达的省份,这说明随着市场化改革的大力推进,城镇化的加速发展,粮食主销区的经济虽然得到了大力发展,但是粮食生产环境却在逐步恶化。粮食平衡区的粮食生产环境技术效率在1999年前呈现出波动式下降趋势,从1999年后开始波动式上升,这说明1999年在四川、陕西、甘肃率先启动并于2000年正式全面启动的退耕还林(草)试点工作取得了巨大成效,促进了粮食平衡区粮食生产环境的改善。

(二)省际粮食生产环境技术效率变化的协调分析

以上是从平均意义角度对全国以及各粮食生产功能区粮食生产环境技术效率变化特征进行的分析,可能会掩盖各个省(市)在考察期的具体表现及演变特征,为此本文进一步根据各省(市)粮食生产环境技术效率的变化特征,对各省(市)粮食生产与环境的协调情况进行分析。

聚类分析法是根据相似性原则对事物进行分组,是一种能够对事物的内在特点和规律进行分析的探索性分析方法,是数据挖掘中常用的一种技术[23]。本文将1992—2012年分为4个阶段,运用SPSS软件采用系统聚类分析方法,以离差平方和最小为分类依据,欧氏距离为距离函数,对各阶段各省(市)历年的粮食生产环境技术效率进行聚类分析,将29个省(市)分为较协调区、较不协调区和不协调区3类,分析结果如表1所示。

表1 我国29个省(市)粮食生产与环境协调分类结果

分类		1992—1996	1997—2001	2002—2006	2007—2012
较协调区	省份	京、津、蒙、辽、吉、黑、沪、苏、浙、赣、鲁、鄂、湘、川、黔、青、新	京、津、辽、浙、皖、闽、鲁、豫、桂、琼、滇、青	京、津、晋、皖、豫、桂、滇、陕、甘、赣、鲁、琼	京、冀、辽、晋、苏、赣、皖、豫、粤、桂、琼、滇、陕、甘、鲁、鄂、湘
	数量	17	12	12	17
	比例/%	58.62	41.38	58.62	41.38
较不协调区	省份	冀、晋、皖、闽、豫、粤、桂、琼、陕	冀、晋、陕、甘	冀	津
	数量	9	4	1	1
	比例/%	31.03	13.79	3.45	3.45
不协调区	省份	滇、甘、宁	蒙、吉、黑、沪、苏、赣、鄂、湘、川、粤、黔、宁、新	蒙、辽、吉、黑、沪、苏、浙、闽、鄂、湘、粤、川、黔、青、宁、新	蒙、吉、黑、沪、浙、闽、川、黔、青、宁、新
	数量	3	13	16	11
	比例/%	10.34	44.83	55.17	37.93

总体来看,在第一阶段(1992—1996)时,我国各省(市)粮食生产与环境的协调性最好,处于较协调区的省(市)有17个,这些省(市)的粮食生产环境技术效率值相对较高。处于较不协调区的省(市)有9个,处于不协调区的省(市)有3个,这3个省(市)的环境技术效率值最低。到第二阶段(1997—2001)和第三阶段(2002—2006)时,各省(市)粮食生产与环境的协调性开始变差,处于较协调区的省市减少为12个,处于较不协调区和不协调区的省(市)增加到17个。到第4阶段(2007—2012)时,各省(市)粮食生产与环境的协调性开始有所好转,处于较协调区的省(市)数量恢复第一阶段水平,但处于不协调区的省(市)数量仍然多于第一阶段的数量。

从表中,我们发现不少粮食主产区的粮食生产与环境协调状况日趋恶化,如冀、吉、黑、苏、鄂、湘、川等 7 个粮食主产区,说明我国粮食主产区面临的生态环境压力逐渐加大,亟需转变粮食生产方式。

(三)各地区粮食生产环境技术效率差距的动态演变特征分析

从上述分析可以看出,在各个阶段各省(市)区之间粮食生产环境技术效率存在较大的差距,这种差距是否会随着时间的推移而发生缩小呢? 为此本文应用 Kernel 密度估计对各地区粮食生产环境技术效率差距的动态演变特征进行具体分析。

核密度估计是由雷科特与希尔沃曼[24-25]经过深入研究发展而得到的一种重要的非参数估计方法。该方法的原理是,通过连续的密度曲线来描述随机变量的分布形态,从数据本身出发研究其分布特征,可以避免预设函数形式而导致测算值与实际值产生差异。设随机变量 X 的密度函数为 $f(x)$,则在点 x_0 的概率密度可以由公式(3)来估计:

$$\hat{f(x_0)} = \frac{1}{Nh}\sum_{i=1}^{N} K\left(\frac{X_i - x_0}{h}\right) \tag{3}$$

式(3)中, N 是样本数据观测值的个数; h 是带宽,也可称为平滑参数,用于设定分布函数 $f_h(x)$ 的整体平滑特性,在核密度估计中是至关重要的参数,带宽选择过大或过小都会产生比较大的误差, h 值越大,平滑度就越大,带宽的选择在很大程度上决定了密度曲线的形态[26]。实际应用中,样本越多,宽带就要求越小,但也不能太小,应满足公式(4):

$$\lim_{N\to\infty} h(N) = 0, \lim_{N\to\infty} Nh(N) = N \to \infty \tag{4}$$

$K(\cdot)$ 为核函数,是一种满足可微、非负、$\int K(x)dx = 1$ 等条件的加权函数或平滑函数,根据分组数据的密度程度可分为高斯核、Epanechnikov 核、三角核(Triangular)和四次核(Quartic)等 4 种类型。本文选取高斯核函数以及 Silverman 最佳宽带,对我国 1992、1997、2002、2007 和 2012 年这 5 个年度粮食生产环境技术效率的动态演进进行估计,核密度估计如图 3 ~ 6 所示。下面分别从全国层面、粮食主产区、粮食主销区、粮食平衡区 4 个方面对粮食生产环境技术效率的 Kernel 密度估计进行分析。

1. 全国 29 个省(市、区)粮食生产环境技术效率的 Kernel 密度估计

图 3 对全国 29 个省(市、区)粮食生产环境技术效率在考察期内的分布进行了描述。就全国而言,粮食生产环境技术效率在考察期内一直呈现出“双峰”分布状态,其中,第一个主峰位于 0.78 附近,第二个主峰位于 0.98 附近,而且密度函数中心逐步向左转移,波峰宽度也开始逐渐变宽。这说明全国 29 个省(市、区)的粮食生产环境技术效率分布在 1992—2012 年呈现出两级分化趋势,只有少数地区(如黑龙江、吉林、内蒙古等)的粮食生产环境技术效率较高,其他大部分地区则位于低粮食生产环境技术效率区间,而且效率值在逐步降低,各省(市)效率差距也在慢慢扩大。

粮食生产环境的提升需要以经济实力作为支撑,而各省份的经济实力悬殊,对农业废弃物资源化利用和农业面源污染防控等方面的态度以及采取的措施有所差异,加之不同时期各个地区气候、地形、灾害等因素的不一致,从而导致全国各个省份粮食生产环境技术效率差异显著。

2. 粮食主产区粮食生产环境技术效率的 Kernel 密度估计

图 4 对粮食主产区粮食生产环境技术效率在考察期内分布的动态特征进行了描述。我国 13 个粮食主产区的粮食生产环境技术效率在考察期内除了 2007 年呈“单峰”,其他时间都呈“双峰”分布,在整个考察期第一个主峰位于 0.98 附近,第二个主峰位于 0.83 附近,密度函数中心逐渐向左移动,波动宽度逐渐变宽,峰值也在逐渐变小。这说明粮食主产区各省(市)的粮食生产环境技

术效率分布基本上也呈两级分化状态,效率值在逐步变小,效率差距有所变大,如黑龙江、吉林等省份位于第一个主峰附近,河北、河南和安徽等省份的效率值相对偏低,而且逐渐降低,位于第二个主峰附近,两大区域差距逐渐扩大。

在粮食主产区中,河北、河南和安徽等省份粮食生产环境技术效率不仅相对偏低,而且还出现降低趋势,与之相比,黑龙江、吉林等省份的粮食生产环境技术效率一直为1,处于生产前沿面,从而造成主产区内部各个省份粮食生产环境技术效率呈现出两级分化状态。

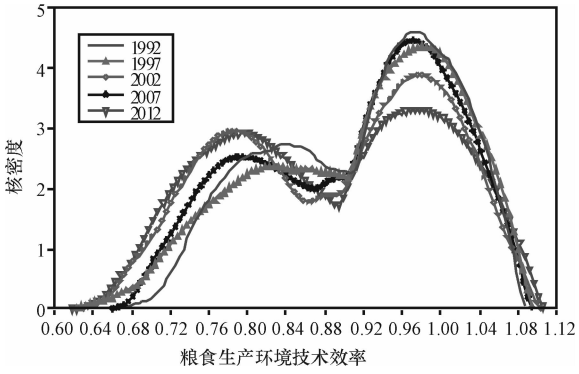


图3 全国29个省(市、区)粮食生产环境技术效率的演进

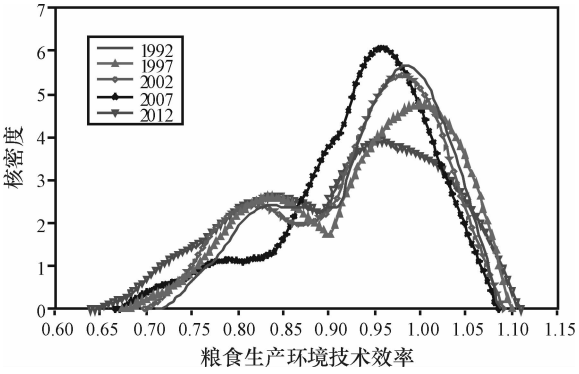


图4 主产区粮食生产环境技术效率的演进

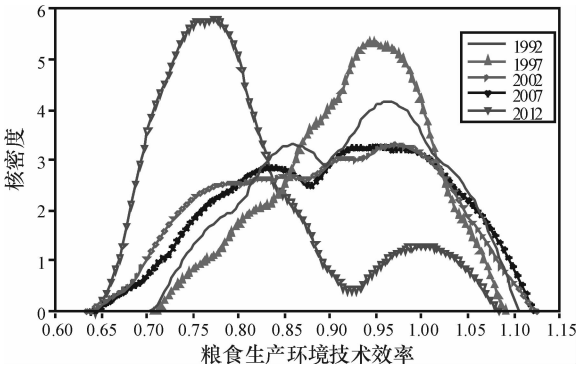


图5 主销区粮食生产环境技术效率的演进

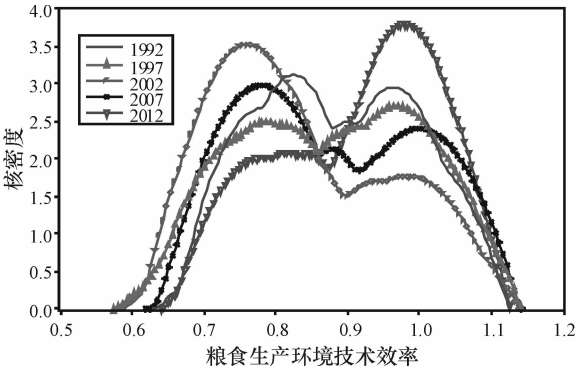


图6 平衡区粮食生产环境技术效率的演进

3. 粮食主销区粮食生产环境技术效率的 Kernel 密度估计

图5对粮食主销区粮食生产环境技术效率在考察期内分布的动态特征进行了描述。我国7个粮食主销区的粮食生产环境技术效率在1997年呈“单峰”分布,其他时间段都呈“双峰”分布状态,主峰值由1992年的0.97降为2012年的0.75,密度函数中心大幅向左转移,波动宽度逐年变大。这说明粮食主销区各省(市)的粮食生产环境技术效率在考察期内基本上处于两级分布状态,而且效率值逐年降低,大部分地区的效率值分布从0.97附近降低到0.75附近,效率差距逐步扩大。

粮食主销区中的大部分省(市)经济较为发达,不同的经济发展模式导致了不同的产业结构,从而对粮食生产环境也产生了差异性影响。如天津作为典型的工业城市,粮食生产环境技术效率持续走低;广东的粮食生产环境技术效率在考察期的头几年比较高,但是随着广东以低附加值出口为导向的经济模式的转型,农业省份向工业省份的跨越,粮食生产环境也开始出现恶化的趋势;高新技术产业比较发达的浙江和上海,对粮食生产环境则给予了高度重视。这一系列因素造成了粮食主销区粮食生产环境技术效率分布两极化格局的形成。

4. 粮食平衡区粮食生产环境技术效率的 Kernel 密度估计

图 6 对粮食平衡区粮食生产环境技术效率在考察期内分布的动态特征进行了描述。我国 9 个粮食平衡区的粮食生产环境技术效率在考察期呈“双峰”分布，主峰值由 0.78 提升到 1，密度函数中心大幅右移，波动宽度逐步拉大。这说明总体来说，平衡区粮食生产环境技术效率在考察期内在逐步提升，但呈现出两级分化状态。贵州、青海和新疆由于自然环境优越，环境污染比较小，粮食生产环境技术效率一直比较高，随着退耕还林工程的实施，甘肃、陕西和宁夏的生态环境也得到了改善，而广西、云南和山西等省份由于自然环境、生产条件恶化等原因出现了粮食生产环境技术效率降低，从而造成了粮食平衡区粮食生产环境技术效率两级分化局面的形成。

四、结论与建议

(一)主要研究结论

全国及各粮食生产功能区粮食生产环境状况总体上呈现出逐渐恶化趋势，但粮食主产区优于粮食主销区，粮食主销区优于平衡区，这说明粮食主产区粮食生产与环境的和谐度最高，粮食主销区和平衡区的粮食生产造成的环境污染更大，未能实现经济效益和环境效益的双赢。

中国粮食生产环境技术效率在区域上存在明显的非均衡性。根据系统聚类分析方法，29 个省(市)区被划分为粮食生产与环境“较协调区”“较不协调区”和“不协调区”。1992—1996 年，“较协调区”和“较不协调区”主要以主产区和主销区各省(市)为主，“不协调区”以少数平衡区省份为主;1996 年后，位于“较不协调区”的省(市)变少，主产区和主销区部分省(市)的粮食生产与环境协调状况有所恶化，逐渐由“较协调区”向“不协调区”转移。

总体而言，我国粮食生产环境技术效率的地区差距在逐渐扩大，呈现出两级分布，各功能区有所差异。就各功能区而言，粮食主产区各省(市)的差距逐步缩小，而粮食主销区和平衡区的差距则在逐步扩大，各功能区分布基本上呈两级分化趋势。

(二) 建议

1. 粮食利益补偿机制要进一步向粮食主产区倾斜，同时粮食主销区也要加大对粮食生产环境的治理

首先，要进一步加大中央财政对粮食主产区财政的转移支付力度。和粮食主销区相比，粮食主产区经济比较落后，财政实力较弱，而随着国家支农项目的日益增多，地方财政压力越来越大，因此中央财政要从基础设施建设、耕地质量保护、防治自然灾害等方面进一步加大对粮食主产区的财政资金投入。其次，加快粮食主销区对粮食主产区利益补偿机制的实施。粮食主销区根据其调入的粮食量以及相应的经济实力，从财政收入中拿出一部分补贴粮食主产区，粮食主产区则根据其调出的粮食量接受相应的补偿。此外，面对粮食主销区的环境技术效率逐年降低，要加大对粮食生产环境的治理，促进该地区经济增长和环境的和谐发展。

2. 加快粮食生产技术创新，促进粮食生产的可持续发展

传统的依靠化肥农药投入的粗放型粮食生产方式虽然为我国粮食产量的增长做出了巨大贡献，但是也给我国的粮食生产环境造成了巨大破坏，为促进我国粮食生产的可持续发展，需要改革原有的粮食生产方式，加大对粮农科学种粮知识的培训，提高化肥农药的利用率，并加快有机肥、缓释肥料、生态农药以及安全低残留农药等低污染环保型生产资料的试点和推广。针对目前秸秆焚烧现象严重而行政监管治标不治本的问题，应加快秸秆还田以及秸秆能源化利用等农业环保技术的示范和推广，并对农民的环保技术利用行为给予相应的优惠和补贴，提高农民利用农业环保技术的积极性。

3. 对于粮食生态环境恶化比较严重的“不协调区”,要加快对重污染农业水土资源的修复和治理

对于这些地区来说,生态环境恶化已经成为制约其粮食生产可持续发展的一个瓶颈,干旱、土壤沙漠化和水土流失等问题不断降低耕地的生产能力,当务之急是停止毁林开荒等破坏性行为,大力开展退耕还林,加快对盐碱地、沙漠化土壤以及重污染水土资源的修复和治理。从短期来看,生态保护政策的实施可能会减少粮食播种面积,降低粮食产量,但是,从长远来看,可以涵养水源、抑制土壤沙漠化、固定植被、提高生态环境的承载力,从而促进粮食生态环境系统的良性循环。

参考文献:

[1]何可,张俊飚,丰军辉. 自我雇佣型农村妇女的农业技术需求意愿及其影响因素分析——以农业废弃物基质化产业技术为例[J]. 中国农村观察,2014,(4):84-94.

[2]何可,张俊飚,蒋磊. 生物质资源减碳化利用需求及影响机理实证研究——基于SEM模型分析方法和TAM理论分析框架[J]. 资源科学,2013,35(8):1635-1642.

[3]蒋立科,邹文政等. 粮食产量的九年连增给人留下的思考[J]. 今日中国论坛,2013,(Z1):47-50.

[4]涂正革,谌仁俊. 传统方法测度的环境技术效率低估了环境治理效率?——来自基于网络DEA的方向性环境距离函数方法分析中国工业省级面板数据的证据[J]. 经济评论,2013,(5):89-99.

[5]陈诗一. 能源消耗、二氧化碳排放与中国工业的可持续发展[J]. 经济研究,2009,44(4):41-55.

[6]SCHEEL H. Undesirable Outputs in Efficiency Valuations[J]. European Journal of Operational Research,2001,132(2):400-410.

[7]薛建良,李秉龙. 基于环境修正的中国农业全要素生产率度量[J]. 中国人口·资源与环境,2011,21(5):113-118.

[8]涂正革. 环境、资源与工业增长的协调性[J]. 经济研究,2008,(2):93-105.

[9]王海宁. FDI、出口密集度与环境技术效率——基于产业数据的分位数回归方法分析[J]. 财贸研究,2011,(2):24-32,129.

[10]李伟娜,金晓雨. 中国制造业的环境技术效率研究[J]. 中国科技论坛,2011,(2):33-38.

[11]李谷成,范丽霞,闵锐. 资源、环境与农业发展的协调性——基于环境规制的省级农业环境效率排名[J]. 数量经济技术经济研究,2011,(10):21-36,49.

[12]吴丽丽,郑炎成,李谷成. 碳排放约束下我国油菜全要素生产率增长与分解——来自13个主产区的实证[J]. 农业现代化研究,2013,(1):77-80,94.

[13]CHUNG Y H,FARE R,GROSSKOPF S. Productivity and Undesirable Outputs:A Directional Distance Function Approach[J]. Journal of Environmental Management,1997,51(3):229-240.

[14]钟甫宁,刘顺飞. 中国水稻生产布局[J]. 中国农村经济,2007,(9):39-44.

[15]陆文聪,黄祖辉. 中国粮食供求变化趋势预测:基于区域化市场均衡模型[J]. 经济研究,2004,(8):94-104.

[16]马文杰. 中国粮食综合生产能力研究[M]. 北京:科学出版社,2010:6-59.

[17]赖斯芸,杜鹏飞,陈吉宁. 基于单元分析的非点源污染调查评估方法[J]. 清华大学学报(自然科学版),2004,44(9):1184-1187.

[18]陈敏鹏,陈吉宁,赖斯芸. 中国农业和农村污染的清单分析与空间特征识别[J]. 中国环境科学,2007,26(6):751-755.

[19]张桂英,汪祖强. 苏南太湖地区农田水中COD的调查研究[J]. 农村生态环境,1994,10(2):41-44.

[20]王辉,栾维新,康敏捷. 辽河流域社会经济活动的COD污染负荷[J]. 地理研究,2013,32(10):1802-1813.

[21]中国可再生能源发展战略研究项目组. 中国可再生能源发展战略研究丛书:生物能源卷[M]. 北京:中国电力出版社,2008.

[22]王亚静,毕于运,高春雨. 中国秸秆资源可收集利用量及其适宜性评价[J]. 中国农业科学,2010,43(9):1852

－1859.
[23]郝春旭，董战峰，葛察忠，等. 基于聚类分析法的省级环境绩效动态评估与分析[J]. 生态经济，2015，31(1)：154－157.
[24]PLACKETT R L. An Introduction to the Theory of Statistics [M]. Edinburgh: Oliver and Boyd，1971.
[25]SILVERMAN B W. Density Estimation for Statistics and Data Analysis [M]. London: Chapman and Hall，1986.
[26]文洋. 收入分配对我国出口贸易的影响[J]. 世界经济研究，2011，(10)：33－39.

Measurement and Analysis of Environmental Technology Efficiency Based on Grain Production

ZHAO Li-ping[a,b]，WANG Ya-peng[a,b]，HE Ke[a,b]
(*a. College of Economics and Management*，*Huazhong Agricultural University*，*Wuhan* 430070，*China*；
b. Hubei Rural Development Research Center，*Wuhan* 430070，*China*)

Abstract：Using the directional distance function and Kernel density estimation method，this paper calculated and analyzed the environmental technology efficiency of grain production of 29 provinces (cities/areas) in China from 1992 to 2012，so as to investigate the coordination between the grain production and resources environment during the acceleration period of urbanization and industrialization. The research results show that：(1) The grain production environment of every functional area presents a gradual deterioration in general；Among which，the main grain producing area is better than the main selling area，which in turn is better than the balanced area；(2) The environmental technical efficiency of grain production in China differentiates in each province；(3) Overall，the regional disparity of the environmental technical efficiency of grain production gradually expands，showing a two level distribution trend，but the situation is different in each functional area of grain production.

Key Words：grain production；environmental technical efficiency；environmental pollution；production goods