

# 中国玉米核心优势区技术效率及技术进步模式研究 ——基于2000~2013年的省际面板数据

钟 鑫<sup>1</sup>, 张忠明<sup>2</sup>, 王 琛<sup>1</sup>, 吴敬学<sup>1</sup>

(1. 中国农业科学院农业经济与发展研究所, 北京 100081; 2. 农业部规划设计研究院, 北京 100125)

**摘 要:** 采取随机前沿生产函数超越对数面板模型, 对2000~2013年中国北方春玉米区、黄淮海夏玉米区、西南山地玉米区3大优势区玉米种植的技术效率及其影响因素进行分析, 并对生物化学型和机械型两种技术的利用效率进行测算。结果表明, 3大核心优势区玉米技术效率均呈波动上升趋势, 北方春玉米区、黄淮海夏玉米区两个优势区的技术效率要明显高于西南优势区; 3大区域生物化学型技术利用效率均高于机械型技术, 不同区域变动趋势不同。

**关键词:** 玉米; 玉米核心优势区; 随机前沿生产函数; 技术效率; 技术进步

中图分类号: S513

文献标识码: A

## Technology Efficiency and Technical Progress in Chinese Core Advantage Area ——Based on the Provincial Panel Data 2001–2013

ZHONG Xin<sup>1</sup>, ZHANG Zhong-ming<sup>2</sup>, WANG Chen<sup>1</sup>, WU Jing-xue<sup>1</sup>

(1. Institute of Agricultural Economy and Development, Chinese Academy of Agricultural Science, Beijing 100081;

2. Chinese Academy of Agricultural Engineering, Beijing 100125, China)

**Abstract:** By using the method of stochastic frontier analysis(SFA), the technical efficiency and the corresponding influential factors of maize production were analyzed in the three predominance-areas of the northern part, the Huang-Huai-Hai plain and the southwestern part. The utilization efficiency of the technologies of biochemical pattern and mechanical pattern was also measured. The results showed that, the technical efficiency of maize production in the three predominance-areas had presented a fluctuated improving trend and in terms of technical efficiency, the two predominance-areas of the northern part and the Huang-Huai-Hai Plain was obviously higher than the southwestern predominance-area; the utilization efficiency of biochemical technology of all these three predominance-areas was superior to that of mechanical technical, but the changing trend of these two technologies at different areas differs.

**Key words:** Maize; Core advantage area of maize; Stochastic frontier production function; Technical efficiency; Technical progress

收稿日期: 2015-05-13

基金项目: 国家自然科学基金项目(71273263)、中央级公益性科研院所基本科研业务费专项资金项目(0052015001-1-11)、中国农业科学院科技创新工程项目(ASTIP-1AED-2015-05)、山东省高等学校人文社会科学研究计划(J14WH17)

作者简介: 钟 鑫(1986-), 女, 河北邯郸人, 博士, 主要研究方向为产业经济学。E-mail: hh8zhongxin@126.com  
吴敬学为本文通讯作者。

玉米作为重要的粮食、饲料和工业原料兼用农作物, 是我国三大主粮之一。随着国民经济发展和居民生活水平的提高, 肉蛋奶、淀粉等以玉米为饲料(原料)的产品的需求不断增加, 这就对提高玉米产量提出了更高的要求。2014年我国玉米播种面积达到3 707.6万 $\text{hm}^2$ , 玉米已成为我国播种面积最大的粮食作物。同时, 由于我国耕地土地开发强度大、后备耕地不足, 进一步扩大玉米种植面积的难度很大。因此, 要进一步增加玉米产量, 必须将重点放在提高单产上, 依靠技术进步和技术效率就成为提高

玉米单产的重要选择。

我国玉米种植的6大区域包括北方春玉米区、黄淮海夏玉米区、西南山地玉米区、南方丘陵玉米区、西北灌溉玉米区和青藏高原玉米区,其中,北方春玉米区、黄淮海夏玉米区和西南玉米区无论从产量还是播种面积都在全国占较大比重(表1)。这3个区域具备较好的资源和生产条件,产业基础好,被农

业部《玉米优势区域布局规划(2008~2015年)》划分为我国玉米种植优势区。目前,我国玉米生产正逐渐向优势区域集中<sup>[1]</sup>,优势区玉米生产中的重要性不断增加。因此,以这3个优势区为典型,研究玉米的技术效率和技术进步模式,对指导玉米生产实践、提升玉米生产能力有重要的作用。

表1 玉米核心优势区产量和播种面积占全国比例(2000~2013年)

Table 1 Maize output and acreage ratio in core advantage area(2000-2013)

%

优势区类型 Type of dominant area	主产省 Producing region	产量占全国比例 Output ratio in maize zone of China		播种面积占全国比例 Acreage ratio in maize zone of China	
		主产省占比 Ratio of producing region	区域占比 Ratio of dominant area	主产省占比 Ratio of producing region	区域占比 Ratio of dominant area
		北方春玉米	吉林	12.32	38.09
	黑龙江	10.71		9.98	
	内蒙古	7.94		7.27	
	辽宁	7.12		6.38	
黄淮海夏玉米	山东	11.27	36.31	4.37	36.70
	河北	8.67		3.84	
	河南	9.16		9.55	
	陕西	3.06		9.66	
	山西	4.16		9.28	
西南玉米	四川	3.91	9.57	4.43	11.39
	云南	3.42		4.39	
	贵州	2.23		2.57	
合计			83.97		83.19

近年来,不少学者对我国玉米技术效率进行了测度,并就玉米技术效率损失和效率分解进行了深入探讨,研究范围以全国玉米主产省和某一玉米产区为主,方法多涉及随机前沿分析(SFA)、数据包络分析(DEA)、HMB指数分析等方法<sup>[2~12]</sup>。在农业技术进步模式研究方面,自Evenson&Kislev按照农业生产技术的功能性特征将农业生产技术分为生物化学型技术(BC型)和机械型技术(M型)两种类型<sup>[13]</sup>以来,吴敬学、杨巍、王子军、王琛等人对我国粮食两种技术进步类型进行了研究<sup>[14~17]</sup>,对不同时期不同作物品种的技术进步模式进行了估算与划分,生物化学型技术进步模式是主导型模式。本文运用超越对数生产函数,利用随机前沿方法,对玉米核心优势区的技术效率和变化趋势进行测算,并估计各区域的技术进步推进模式。

## 1 模型构建与数据说明

### 1.1 模型的构建与变量选择

考虑到随机误差的问题,本文选择随机前沿生

产函数方法对技术效率进行研究,随机前沿模型的一般形式是:

$$Y_{it} = f(x_{it}, t; \beta) + e^{(v_{it} - u_{it})}, i = 1, 2, \dots, N; t = 1, 2, \dots, N \quad (1.1)$$

其中,  $Y_{it}$  为第  $t$  时期第  $i$  个生产单位的产出量;  $x_{it}$  为第  $t$  时期第  $i$  个生产单位的投入量;  $t$  为时间趋势项,  $f(x_{it}, t; \beta)$  为特定的生产函数形式,  $\beta$  为待估参数;  $v_{it}$  和  $u_{it}$  为两个误差项,二者相互独立。 $v_{it}$  为随机误差项,服从均值为0、方差为  $\sigma_v^2$  的正态分布;  $u_{it}$  是反映生产单元  $i$  的技术效率损失的非负随机变量,独立于  $v_{it}$ ,通常假定服从均值为  $m_{it}$ 、方差为  $\sigma_u^2$  的半正态分布;  $e^{-m_{it}}$  表示第  $t$  时期第  $i$  个生产单位的技术效率水平,其中,  $m_{it}$  对应的函数为技术无效函数,其值越大表明技术效率越低。

超越对数生产函数形式上相对灵活,且放松了常替代性假设,能够较好的衡量生产函数投入中的交互影响,因此,本文选择超越对数生产函数作为玉米前沿生产函数的具体形式,即为:

$$\begin{aligned} \ln Y_{it} = & \beta_0 + \beta_1 \ln BC_{it} + \beta_2 \ln M_{it} + \beta_3 \ln A_{it} + \beta_4 \ln L_{it} + \beta_5 T + \beta_{11} (\ln BC_{it})^2 \\ & + \beta_{22} (\ln M_{it})^2 + \beta_{33} (\ln A_{it})^2 + \beta_{44} (\ln L_{it})^2 + \beta_{55} T^2 + \beta_{12} \ln BC_{it} \ln M_{it} \\ & + \beta_{13} \ln BC_{it} \ln A_{it} + \beta_{14} \ln BC_{it} \ln L_{it} + \beta_{23} \ln M_{it} \ln A_{it} + \beta_{24} \ln M_{it} \ln L_{it} \\ & + \beta_{34} \ln A_{it} \ln L_{it} + \beta_{15} T \ln BC_{it} + \beta_{25} T \ln M_{it} + \beta_{35} T \ln A_{it} \\ & + \beta_{45} T \ln L_{it} + D_{im} + D_{in} + (\nu_{it} - \mu_{it}) \end{aligned} \quad (1.2)$$

其中,  $i, t$  代表省区和时间,  $Y$  表示玉米单位面积产量,  $BC, M, A, L$  代表各要素投入,  $Dd$  为虚拟变量。为进一步考察技术效率的外生原因, 根据设定的变量设置技术无效函数为:

$$m_{it} = \delta_0 + \delta_1 AE_{it} + \delta_2 NR_{it} + \delta_3 MA_{it} + \delta_4 ED_{it} \quad (1.3)$$

式中考察了影响玉米技术效率的外生原因,  $AE_{it}$  为农业劳动力受教育程度,  $NR_{it}$  为非农收入占比,  $MA_{it}$  为玉米播种面积占粮食比重,  $ED_{it}$  为农业成灾率;  $\delta$  为待估参数。变量解释如表 2 所示。

表 2 主要变量定义

Table 2 The main variable definitions

变量名称 Variable name	符号 Symbol	变量说明 Variable description
随机前沿生产函数模型		
单产	Y	用单位面积玉米产量表示, 单位: kg/hm <sup>2</sup>
生物化学型技术投入	BC	包括购买种子、种苗、农家肥、塑料薄膜和农药等的费用, 单位: 元/hm <sup>2</sup>
机械型技术投入	M	包括机械作业费、排灌费、燃料动力费、畜力费等, 单位: 元/hm <sup>2</sup>
土地投入	A	用播种面积表示, 单位: hm <sup>2</sup>
劳动力投入	L	用单位面积土地上的用工作价表示, 单位: 元/hm <sup>2</sup>
时间趋势	T	T=0,1,2,...,14
地区: 黄淮海夏玉米核心优势区	D <sub>1</sub>	虚拟变量: 以西南玉米核心优势区为基准
北方春玉米核心优势区	D <sub>2</sub>	
技术无效函数模型		
农业劳动力受教育程度	AE	农业劳动力受教育程度=受高等教育比例*14+受中专或高中教育比例*12+受初中教育比例*9+受小学教育比例*6
非农收入占比	NR	非农收入占农民纯收入比重
玉米播种面积占比	MA	玉米播种面积占粮食总播种面积比重
农业成灾率	ED	农业成灾面积占播种面积比重

农业机械型技术的利用效率是以其他投入不变和产出不变时可达到的农业机械技术最小投入量与实际使用量之比来测定<sup>[8]</sup>, 即, 设定(1.2)式中  $\mu_{it} = 0$ , 可以得到技术上的有效产出  $Y'_{it}$ , 此时, 用生产一定

产出的最小可行农业机械技术投入量  $M'_{it}$  代替实际农业机械技术投入量  $M_{it}$ , 可以得到农业机械技术的有效产出  $Y'_{it}$ , 其表达式为:

$$\begin{aligned} \ln Y'_{it} = & \beta_0 + \beta_1 \ln BC_{it} + \beta_2 \ln M'_{it} + \beta_3 \ln A_{it} + \beta_4 \ln L_{it} + \beta_5 T + \beta_{11} (\ln BC_{it})^2 \\ & + \beta_{22} (\ln M'_{it})^2 + \beta_{33} (\ln A_{it})^2 + \beta_{44} (\ln L_{it})^2 + \beta_{55} T^2 + \beta_{12} \ln BC_{it} \ln M'_{it} \\ & + \beta_{13} \ln BC_{it} \ln A_{it} + \beta_{14} \ln BC_{it} \ln L_{it} + \beta_{23} \ln M'_{it} \ln A_{it} + \beta_{24} \ln M'_{it} \ln L_{it} \\ & + \beta_{34} \ln A_{it} \ln L_{it} + \beta_{15} T \ln BC_{it} + \beta_{25} T \ln M'_{it} + \beta_{35} T \ln A_{it} \\ & + \beta_{45} T \ln L_{it} + D_{im} + D_{in} + (\nu_{it} - \mu_{it}) \end{aligned} \quad (1.4)$$

与(1.2)联立, 可以得到

$$\beta_M \ln \frac{M'_{it}}{M_{it}} + \mu_{it} = 0 \quad (1.5)$$

其中,  $\beta_M = \beta_2 + 2\beta_{22} \ln M_{it} + \beta_{12} \ln BC_{it} + \beta_{23} \ln A_{it} + \beta_{24} \ln L_{it} + \beta_{25} \ln T$ , 因此, 玉米生产中的农业机械型技术的利用

效率可以表示为:

$$ME_{it} = \frac{M'_{it}}{M_{it}} = e^{\frac{-\mu_{it}}{\beta_M}} \quad (1.6)$$

按照同样的方法, 可以得到生物化学型技术的利用效率。

## 1.2 数据来源与说明

选用吉林、黑龙江、内蒙古、辽宁、山东、河北、河南、陕西、山西、四川、云南、贵州12个玉米主产省(区)2000~2013年的面板数据。生物化学型技术投入费用、机械型技术投入费用、单位面积劳动力投入等数据来自2001~2014年的《全国农产品成本收益资料汇编》,单位面积产量、播种面积以及农业劳动力受教育程度、非农收入占比、玉米播种面积占比、成灾比例等数据来自2001~2014年的《中国农村统计年鉴》。同时,为剔除价格变化的影响,各物质费用采用农产品生产资料指数[数据来自于《中国统计年鉴》(2001~2014)]进行了平减(2000=100)。

## 2 模型检验与结果估计

### 2.1 模型设定检验

首先,检验变量间是否有相互作用。根据原模型与交叉项为零模型两者的似然之比构造检验统计量,变量间相互作用为零假设被拒绝,得 $LR=57.73 > \alpha^2 0.01(14)=29.1$ ;其次,根据超越对数模型与无技术进步模型的似然值之比构建统计量,得 $LR=23.2 > \alpha^2 0.01(16)=16.81$ ,认为模型支持非中性技术进步特征;以上两步证明玉米各要素投入间的相互作用与技术进步促进了玉米产出的增长;再次,检验有无冗余变量,得 $LR=21.92 > \alpha^2 0.01(9)=21.7$ ,拒绝有冗余变量假设,即无冗余变量。上述检验一致认为上述模型设定适合。

### 2.2 玉米技术效率测算结果分析

采用Frontier4.1分析软件对数据进行估计,参数估计结果见表3。

表3 随机前沿生产函数估计结果

Table 3 Coefficients of SFA model

参数 Coefficient	参数值 Estimate	T统计值 T-value	参数 Coefficient	参数值 Estimate	T统计值 T-value	参数 Coefficient	参数值 Estimate	T统计值 T-value			
常数项	$\beta_0$	21.564 3**	3.137 6	$T^2$	$\beta_{55}$	0.000 9*	1.820 8	$\ln L \times T$	$\beta_{45}$	0.005 1	0.614 3
$\ln BC$	$\beta_1$	2.678 5	1.598 2	$\ln BC \times \ln M$	$\beta_{12}$	-0.254 2*	-1.710 0	D1	$\beta_6$	0.099 3**	2.971 1
$\ln M$	$\beta_2$	-0.927 2	-0.743 7	$\ln BC \times \ln A$	$\beta_{13}$	0.329 7**	3.366 2	D2	$\beta_7$	0.187 2**	4.914 9
$\ln A$	$\beta_3$	-4.751 3**	-4.287 1	$\ln BC \times \ln L$	$\beta_{14}$	-0.319 3*	-2.292 4	常数	$\delta_0$	1.514 6**	3.484 8
$\ln L$	$\beta_4$	-0.369 7	-0.326 4	$\ln M \times \ln A$	$\beta_{23}$	0.221 5*	2.212 0	AE	$\delta_1$	-0.103 9**	-3.081 5
T	$\beta_5$	0.048 6	0.448 6	$\ln M \times \ln L$	$\beta_{24}$	0.161 0*	1.706 0	NR	$\delta_2$	0.254 0	1.032 3
$(\ln BC)^2$	$\beta_{11}$	-0.252 7*	-1.879 7	$\ln A \times \ln L$	$\beta_{34}$	0.079 1	0.822 6	MA	$\delta_3$	-0.005 0*	-1.808 8
$(\ln M)^2$	$\beta_{22}$	-0.035 7	-0.442 6	$\ln BC \times T$	$\beta_{15}$	0.010 6	0.830 0	ED	$\delta_4$	0.008 6**	3.372 2
$(\ln A)^2$	$\beta_{33}$	0.148 6**	2.733 1	$\ln M \times T$	$\beta_{25}$	-0.007 0	-0.783 1		$\sigma^2$	0.046 5**	2.877 1
$(\ln L)^2$	$\beta_{44}$	0.054 9	0.943 6	$\ln A \times T$	$\beta_{35}$	-0.016 2**	-2.419 6		$\gamma$	0.983 3**	66.956 9

log likelihood function =192.04

注:\*,\*\*分别表示通过了5%和1%的显著性检验。

Note: \*,\*\* indicated the significant difference at 0.05 and 0.01 level, respectively.

#### 2.2.1 玉米生产技术效率测算结果分析

如表2所示, $\sigma^2$ 值为0.0465,通过了1%水平的显著性检验,表明误差项存在; $\gamma$ 为0.983 3,表明2000~2013年玉米核心优势区存在技术无效,且技术无效比例达到98.33%。从各个变量的回归系数看,BC型技术投入系数、时间变量系数以及两者的交叉项系数为正,说明单位面积投入BC型技术与玉米单产正相关,且随着时间推移,单位面积BC型技术投入引起的产量上升还在增加。M型技术投入系数负值,且未能通过显著性检验,说明单纯增加M型技术投入并不能有效提高单产。播种面积系数显著且为负,与郭志超在我国玉米生产函数及技术效

率分析中测算结果一致,说明单纯增加播种面积,对玉米生产并不构成规模效益,其原因主要在于农业社会化服务不配套和农田基础设施不完善。单位面积用工系数为负且不显著,说明逐年增加的劳动力投入未能与产量之间形成合理配比。虚拟变量 $D_{in}$ 和 $D_{in}$ 均为正值且都在1%的水平下显著,表明相比于西南玉米核心优势区,玉米生产的区域变化非常明显,北方和黄淮海两个核心优势区比西南玉米核心优势区技术效率更高,且北方春玉米区优势更为突出。

#### 2.2.2 影响玉米生产技术效率变动因素分析

表2中包含技术效率损失模型的估计结果,在

影响效率的4个因素中,农业劳动力受教育程度系数为负且显著,说明农业劳动力受教育程度越高,对技术效率的促进作用越大,也印证了培育新型农业经营主体、提高农业劳动力素质的重要性;非农收入占比不显著,但系数为正,对玉米技术效率存在负向影响,但影响不大;播种面积占比系数为负,且通过了5%水平的显著性检验,即播种面积占比对非技术效率有负向影响,说明玉米播种面积占比增加能够提高玉米生产的技术效率;自然灾害会产生非技术效率,其系数为正且显著,说明自然灾害的发生影响各地区的技术效率。

根据上述方法,可以得出2000~2013年3个玉米核心优势区技术效率(表3)。可以看出,3个玉米核心优势区技术效率均呈现波动上升的态势,其中北方核心优势区增长最快,从0.79上升到0.96;黄淮海核心优势区从0.89上升到0.91;西南核心优势区从0.80上升到0.82。对3个区域2000~2013年技术效率进行平均,北方和黄淮海优势区的技术效率要明显高于西南玉米优势区,其中,北方春玉米核心优势区玉米技术效率均值最高,达到0.91;其次为黄淮海夏玉米优势区,技术效率均值为0.90;西南玉米技术效率相对较低,为0.84。

表4 玉米核心优势区技术效率

Table 4 Maize technical efficiency in core advantage area

地区 Area	年份 Year														均值 Mean value
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	
北方春玉米	0.79	0.81	0.92	0.94	0.93	0.95	0.92	0.86	0.96	0.86	0.92	0.98	0.94	0.96	0.91
黄淮海夏玉米	0.89	0.86	0.82	0.86	0.87	0.90	0.92	0.93	0.91	0.93	0.93	0.93	0.92	0.91	0.90
西南玉米	0.80	0.83	0.86	0.84	0.86	0.84	0.82	0.83	0.85	0.86	0.89	0.75	0.86	0.82	0.84

### 2.3 玉米技术进步模式分析

农业技术进步是农业技术在实现一定目标所取得的进化变革,这些目标具体包括提高农副产品产量、改善农产品质量、减轻劳动强度、节约物化投入及改善生态环境<sup>[9]</sup>,农业技术进步模式是对不同类型农业技术进步形式的逻辑区分,按照 Even-

son&Kislev对农业生产技术的经典分类,农业技术进步模式相应的可以分为机械型技术(BC型)进步模式和生物化学型技术(M型)进步模式,本文对玉米核心优势产区的BC型和M型技术利用效率进行测算,以此判断其农业技术进步模式。

表5 玉米核心优势区两类技术利用效率

Table 5 Two type of technology utilization efficiency in core advantage area of maize

地区 Area	技术类型 Type of technology	均值 Mean value	标准误 Se.	最小值 Minimal	最大值 Maximum
北方春玉米	BC	0.941 8	0.007 2	0.722 3	0.992 3
	M	0.912 0	0.010 6	0.575 6	0.989 2
黄淮海夏玉米	BC	0.933 3	0.006 4	0.749 4	0.993 7
	M	0.910 4	0.008 2	0.679 4	0.992 0
西南玉米	BC	0.863 0	0.017 8	0.605 1	0.986 7
	M	0.837 7	0.020 6	0.537 9	0.986 4
均值	BC	0.912 7	0.010 5	0.692 3	0.990 9
	M	0.886 7	0.013 1	0.597 7	0.989 2

BC型技术和M型技术利用效率存在较强的趋同性,BC型技术利用效率高的区域M型技术利用效率也高,反之亦然。从区域来看,北方春玉米核心优势区BC型技术利用效率最高,西南玉米核心优势区最低,黄淮海夏玉米核心优势区居中;M型技术利用效率呈现相同规律。3大玉米核心优势区的BC型

技术平均利用效率为0.912 7,高于M型技术的0.886 7。对比两种技术利用效率还发现,3大核心优势区的BC型技术利用效率虽然高于本区的M型技术利用效率,但高出份额不同。北方春玉米BC型技术利用效率比M型技术利用效率高0.029 8,黄淮海夏玉米高0.022 9,西南玉米高0.026 0,说明北方

优势区的BC型技术比M型技术对玉米生产技术效率的影响更突出。

从图1中看出,3大区域的BC型技术利用效率均高于当期M型技术,说明目前BC型技术进步模式对玉米技术效率的影响更为突出,是当前以及未来一段时间玉米生产能力增长的重要手段。M型技术利用效率相对较小,说明机械设备的投入产出较低,机械化的发展主要在于提高玉米的劳动生产率,但对提高以单产为代表的土地产出率影响较小。各个区域两种技术类型的变化趋势不尽相同。北方春玉米核心优势区呈波动上升趋势,2000~2013年其BC型和M型技术利用效率分别增加了13.64%和

25.69%;黄淮海夏玉米核心优势区两种技术利用效率变化相对较小;西南玉米核心区两种类型技术利用效率呈波动下降趋势。以上两个区域波动较大主要是由自然条件导致的,北方优势区的黑龙江、吉林由于热量条件不够稳定,活动积温年际间变动大,个别年份低温冷害对玉米生产的威胁较大,2009年吉林、辽宁遭遇伏旱,玉米大幅减产。西南玉米区内土地以丘陵山地为主,区内坡旱地比重大,季节性干旱突出,玉米生产受天气影响大。黄淮海夏玉米核心优势区相比于其他两个区域受天气影响较小,因而波动较小。

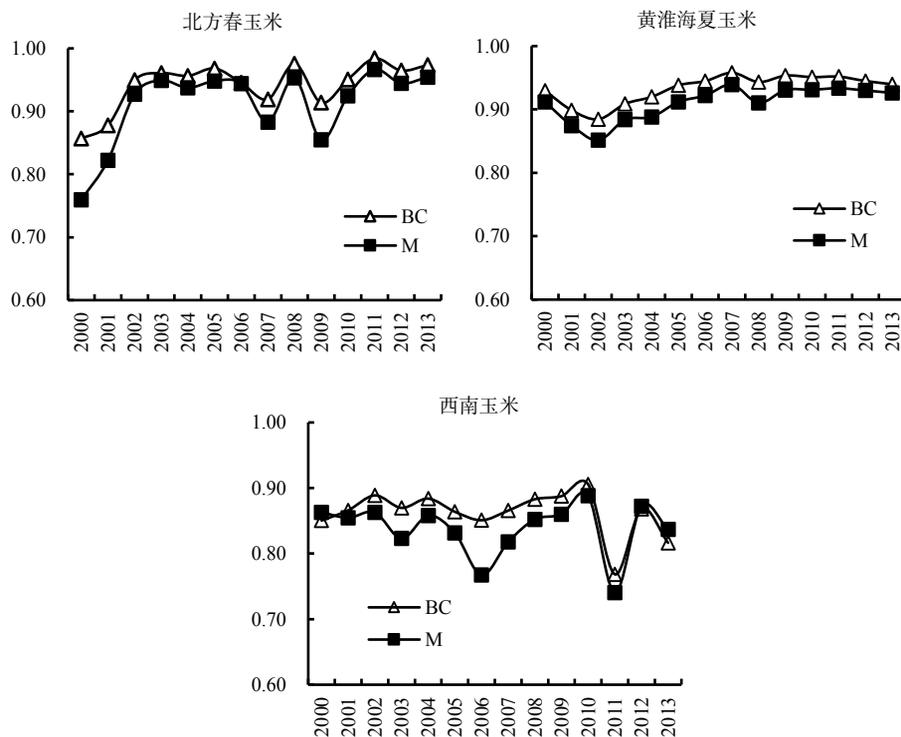


图1 3大区域两种类型技术利用效率类比图

Fig.1 Comparison diagram of maize technology utilization efficiency in three core advantage area

### 3 结 论

本文运用随机前沿生产函数测算2000~2013年我国玉米核心优势区的技术效率,并对玉米的BC型和M型技术的利用效率进行估计,并就此判断玉米核心优势区的农业技术进步模式。

(1)2000~2013年,我国核心优势区玉米技术效率呈波动上升趋势,目前已达到较高的水平,但存在较大的差异,北方和黄淮海两个优势区的技术效率要明显高于西南玉米优势区,且北方春玉米区优势更突出。农业劳动力受教育程度、玉米播种面积占比对核心优势区玉米生产的技术效率损失有显著

影响。

(2)玉米种植空间特征明显,玉米核心优势产区两种类型技术利用效率差异显著。3大区域BC型技术利用效率均高于当期M型技术,即以BC型技术进步模式为主,其中北方春玉米优势区最为显著。

(3)各区域两种技术类型变动趋势不同,以黑龙江、内蒙古、吉林、辽宁4个省为代表的北方春玉米核心优势区呈波动上升趋势,以山西、山东、河南等省为代表的黄淮海夏玉米优势区趋于不变;以四川、贵州、云南为代表的西南玉米区呈波动下降趋势。

在巩固和加强北方春玉米和黄淮海夏玉米优势区地位的基础上,积极挖掘西南玉米优势区生产潜

力。加大对玉米核心优势区的扶持力度。在核心优势区,特别是北方春玉米核心优势区,继续加大对玉米良种、良法的补贴力度,加大对先进实用技术应用补贴和生产性服务补贴力度。加速提高技术进步水平。依靠科技创新,提高对高产专用品种、栽培技术等方面研发、推广和普及程度,尤其要重视提高劳动生产率的生物化学型技术的研发与推广,力争在一些关键环节、关键技术上有突破,尽快形成适应不同优势区域要求的现代农业玉米产业技术体系,加快技术进步对玉米生产的促进作用。提高劳动者素质和务农技能。实施优势区域新农村实用人才培养工程、新型农民科技培训工程等培训项目,抓好先进适用技术培训,通过现代技术的推广和应用,培养一大批适应现代农业发展要求的新型农民,有效解决生产中技术效率低的问题。

#### 参考文献:

- [1] 亢霞,刘秀梅.我国粮食生产的技术效率分析——基于随机前沿分析方法[J].中国农村观察,2005(4):25-32.  
Kang X, Liu X M. Analysis of technical efficiency of grain production in China—based on stochastic frontier production function[J]. China Rural Survey, 2005(4): 25-32. (in Chinese)
- [2] 张雪梅.我国玉米生产增长因素的分析[J].农业技术经济,1999(2):33-36.  
Zhang X M. Analysis of growth factors of China's maize production [J]. Journal of Agrotechnical Economics, 1999(2): 33-36. (in Chinese)
- [3] 田维明.中国粮食生产的技术效率,农村·社会·经济[M].北京:中国农业出版社,1998.
- [4] 郭庆海.中国玉米主产区的演变与发展[J].玉米科学,2010,18(1):139-145.  
Guo Q H. The development and evolution of the major maize producing areas in China[J]. Journal of Maize Sciences, 2010, 18(1): 139-145. (in Chinese)
- [5] 赵红雷,贾金荣.中国玉米生产技术效率分析:2001~2008—基于随机前沿生产函数[J].西北农林科技大学学报(社会科学版),2011,11(5):56-61.  
Zhao H L, Jia J R. Research on technical efficiency of maize production in China from 2001-2008, based on stochastic frontier production function[J]. Journal of Northwest A & F University(Social Science Edition), 2011, 11(5): 56-61. (in Chinese)
- [6] 刘树坤,杨沛华.中国玉米生产的技术效率损失测算[J].甘肃农业大学学报,2005,40(3):389-395.  
Liu S K, Yang R H. The measurement of the loss of technical efficiency in China maize production[J]. Journal of Gansu Agricultural University, 2005, 40(3): 389-395. (in Chinese)
- [7] 王军,徐晓红,王洪丽,等.中国核心优势产区玉米生产效率增长及其分解分析[J].玉米科学,2010,18(6):133-137,142.  
Wang J, Xu X H, Wang H L, et al. Study on TFP of maize production in Chinese core advantage area[J]. Journal of Maize Sciences, 2010, 18(6): 133-137, 142. (in Chinese)
- [8] 高建凯.中国15个主产省区玉米生产技术效率研究[J].西部论坛,2013(6):69-75.  
Gao J K. Analysis of production technical efficiency of main corn planting areas in 15 provinces of China[J]. West Forum, 2013(6): 69-75. (in Chinese)
- [9] 杨国庆,刘天军.入WTO以来中国玉米生产效率评价——来自全国15个省的面板数据分析[J].广东农业科学,2013(3):217-221.  
Yang G Q, Liu T J. Research on the evaluation of production efficiency in China maize zone after entering WTO—based on the panel data from 15 provinces[J]. Guangdong Agricultural Sciences, 2013(3): 217-221. (in Chinese)
- [10] 李宗健.我国粮食生产的技术进步模式和技术效率影响因素分析[D].大连:东北财经大学硕士论文,2011.
- [11] 吴敬学.农业技术进步模式问题研究[J].世界农业,1997(3):12-13,43.  
Wu J X. Research on agricultural technology progress patterns[J]. World Agriculture, 1997(3): 12-13, 43. (in Chinese)
- [12] 王子军.我国小麦生产的技术进步模式研究[D].北京:中国农业科学院硕士论文,2004.
- [13] 杨巍.我国粮食作物技术进步模式的经济学分析[D].北京:中国农业科学院博士论文,2007.
- [14] 王琛,吴敬学,钟鑫.中国农业技术类型对粮食综合生产能力影响的实证分析[J].农业现代化研究,2014(5):513-518.  
Wang C, Wu J X, Zhong X. An empirical analysis of the impact of agricultural technology on food comprehensive production capacity in China[J]. Research of Agricultural Modernization, 2014(5): 513-518. (in Chinese)
- [15] 李卫,薛彩霞,朱瑞祥,等.基于前沿面理论的中国农业机械生产配置效率分析[J].农业工程学报,2012,28(3):38-43.  
Li W, Xue C X, Zhu R X, et al. Analysis on production allocative efficiency of agricultural machinery based on frontier theory in China[J]. Transactions of the CSAE, 2012, 28(3): 38-43. (in Chinese)

(责任编辑:高阳)