

doi: 10.7621/cjarrp.1005-9121.20180912

· 技术方法 ·

农业适度规模经营：CES 生产函数下的解释^{*}

柳晓倩¹, 王长安^{1*}, 伍骏骞²

(1. 西南财经大学经济与管理研究院, 四川成都 611130; 2. 西南财经大学中国西部经济研究中心, 四川成都 610074)

摘要 [目的] 经济学中经常出现这一现象, 在生产要素替代关系相对微弱的情况下, 经济总量水平与资源配置效果并非由最优的要素资源所决定, 而是取决于最劣的要素资源。为揭示我国农业适度规模经营中是否存在“木桶效应”, [方法] 利用 1990—2014 年国有农场相关数据, 通过对 CES 生产函数的拓展与改良, 分析了我国农业适度规模经营中的要素资源配置问题。[结果] “木桶效应”存在于我国农业适度规模经营中, 土地和劳动力成为发展农业适度规模经营的“短板”要素; [结论] 虽然新型农业生产要素对粮食增量产生的作用越来越明显, 然而土地资源的不可替代性以及其它要素对劳动力的替代存在边界, 使得农业适度规模中的资源配置效果最终由土地和劳动力决定; 农业适度规模经营并非是追求单一生产要素的扩张, 而是实现土地、劳动力、农业资本、农业机械、农资、农业科技等全要素的高效组合。

关键词 适度规模经营 CES 生产函数 弹性分析 边际效应 要素贡献率

中图分类号: F304.7 **文献标识码**: A **文章编号**: 1005-9121[2018]09087-07

0 引言

“木桶效应 (Buckets effect)”是说一个木桶的最大盛水量不是由木桶的最长板所决定, 而是取决于木桶的最短板^[1]。实际上, 木桶短板与木桶盛水量之间的这层关系本质上是一种强硬的制约关系, 而这样的关系广泛存在于经济社会中, 例如我国在推动“四化”同步过程中, 农业现代化被认为是“四化”中的短板, 其严重制约着整个国家的现代化进程。经济学上, “木桶效应”可以被理解为: 在生产要素替代关系相对微弱的情况下, 经济总量水平与资源配置效果并非由最优的要素资源所决定, 而是取决于最劣的要素资源。这一理论典型体现在农业适度规模经营中^[2]。农业适度规模经营是指在一定制度环境以及社会条件下, 农业生产各要素——土地、劳动力、资本、农业机械、农资、农业科技等资源——实现了最优组合以及高效运行, 进而达到了资源的最优配置状态, 最终获取了最佳的经济效益^[3]。不难看出, 农业适度规模经营是生产要素制约条件下的一种资源配置状态^[4], 而这种状态内嵌着 3 层重要的关系: 第一, 农业产出与各生产要素之间的相关及制约关系; 第二, 一定数量农业产出所需各要素之间的动态组合关系; 第三, 各生产要素之间的相互替代关系。以上 3 层关系的理解对农业适度规模经营的发展有很大现实意义。

CES 生产函数 (常替代弹性生产函数) 最先由 Arrow、Solow 提出^[5-6], 后经 Kmenta、Griliches 等人的发展, 函数形式日趋多样化^[7-8]。CES 生产函数因参数容易估计的特征以及函数具有较强的包容性, 被广泛应用在经济研究中, 特别是在模拟农业产出与生产各要素之间的关系、刻画各生产要素之间的替代关系和变化规律方面颇具优势^[9-10]。文章以 CES 生产函数为基础, 通过对函数形式的拓展与改为基础, 通过对函数形式的拓展与改良, 考察多要素参与条件下农业适度规模经营中的资源配置问题。

收稿日期: 2017-09-11

作者简介: 柳晓倩 (1989—), 女, 山西太原人, 博士研究生。研究方向: 土地资源管理, 产业经济学

*通讯作者: 王长安 (1987—), 男, 河南驻马店人, 博士研究生。研究方向: 产业经济学。Email: wangtcjy@163.com

*资助项目: 国家自然科学基金项目“空间计量经济学视角下产业集群对农村减贫作用的研究”(批准号: 71503212)

1 CES 生产函数的拓展与改良

1.1 CES 的拓展与改良方

CES 生产函数通常被表述为:

$$Y(K, L) = A (\delta_1 K^{-\rho} + \delta_2 L^{-\rho})^{-\frac{1}{\rho}} \quad (1)$$

式(1)中, Y 为产出, A 为技术进步水平, K 为生产资金, L 为劳动, δ_1 为资金密集系数, δ_2 为劳动密集系数, ρ 为替代参数, 其中, $A > 0$, $\rho \geq -1$ 。传统的 CES 生产函数大多基于规模报酬不变的假定, 生产要素也仅仅局限于劳动与资金, 而且定性因素常常被忽略。因此该文从以下 3 方面对传统 CES 生产函数进行拓展与改良。第一, 放宽规模报酬不变的假定 (不再假定 $\mu = 1$)。第二, 将模型的双变量拓展至多变量。第三, 充分考虑农业政策、要素资源突变对农业产出的影响, 将虚拟变量引入模型中。

多要素生产函数一般形式为:

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_n) \quad (2)$$

式(2)中, Y 为产出, X_1, X_2, \dots, X_n 为投入要素, 多要素条件下的 CES 生产函数可以被表示为:

$$Y = A (\delta_1 X_1^{-\rho} + \delta_2 X_2^{-\rho} + \dots + \delta_n X_n^{-\rho})^{-\frac{\mu}{\rho}} \quad (3)$$

式(3)中, μ ($\mu > 0$) 为规模报酬率, δ_i ($i = 1, 2, \dots, n$) 为各要素的集约程度。在多要素参与的 CES 模型中, 对农业适度规模的解释, 因变量选取粮食总产量 (Y , *Yield*), 自变量选取土地 (*Farmland*, F)、劳动力 (*Labour*, L)、资本 (*Capital*, C)、机械化水平 (*Mechanization*, M)、农资投入 (*Goods*, G) 以及农业科技 (*Technology*, T) 六大生产要素。

1.2 CES 拓展与改良的数学表达

经拓展与改良的 CES 生产函数可以表述为:

$$Y = A \{ \delta_1 (\alpha_1 D_1 + \alpha_2 D_2 + \dots + \alpha_n D_n) F^{-\rho} + \delta_2 (\beta_1 D_1 + \beta_2 D_2 + \dots + \beta_n D_n) L^{-\rho} + \delta_3 (\gamma_1 D_1 + \gamma_2 D_2 + \dots + \gamma_n D_n) C^{-\rho} + \delta_4 (\varphi_1 D_1 + \varphi_2 D_2 + \dots + \varphi_n D_n) M^{-\rho} + \delta_5 (\theta_1 D_1 + \theta_2 D_2 + \dots + \theta_n D_n) G^{-\rho} + \delta_6 (\xi_1 D_1 + \xi_2 D_2 + \dots + \xi_n D_n) T^{-\rho} \}^{-\frac{\mu}{\rho}} \quad (4)$$

式(4)中, D_n 为不同时间段的虚拟变量, 具体而言。

$$D_1 = \begin{cases} 1, & \text{第 1 阶段} \\ 0, & \text{其他} \end{cases}, \quad D_2 = \begin{cases} 1, & \text{第 2 阶段} \\ 0, & \text{其他} \end{cases}, \quad \dots, \quad D_n = \begin{cases} 1, & \text{第 } n \text{ 阶段} \\ 0, & \text{其他} \end{cases}$$

为了计算与表述简便, 记:

$$\tau_f = \alpha_1 D_1 + \alpha_2 D_2 + \dots + \alpha_n D_n, \quad \tau_l = \beta_1 D_1 + \beta_2 D_2 + \dots + \beta_n D_n$$

$$\tau_c = \gamma_1 D_1 + \gamma_2 D_2 + \dots + \gamma_n D_n, \quad \tau_m = \varphi_1 D_1 + \varphi_2 D_2 + \dots + \varphi_n D_n$$

$$\tau_g = \theta_1 D_1 + \theta_2 D_2 + \dots + \theta_n D_n, \quad \tau_t = \xi_1 D_1 + \xi_2 D_2 + \dots + \xi_n D_n$$

所以可以将(4)式改写为:

$$Y = A \{ \delta_1 (\tau_f) F^{-\rho} + \delta_2 (\tau_l) L^{-\rho} + \delta_3 (\tau_c) C^{-\rho} + \delta_4 (\tau_m) M^{-\rho} + \delta_5 (\tau_g) G^{-\rho} + \delta_6 (\tau_t) T^{-\rho} \}^{-\frac{\mu}{\rho}} \quad (5)$$

记 η 为弹性系数, 指产量变动对要素投入变动的反应程度, 即产量变动的比率与各要素投入量变动比率之商。

$$\text{因此 } \eta_f = \frac{\partial Y}{\partial F} \cdot \frac{F}{Y}, \text{ 同理定义 } \eta_l, \eta_c, \eta_m, \eta_g, \eta_t, \text{ 由 (5) 式得 } \eta_f = \frac{\mu \delta_1 (\tau_f)}{Z F^\rho}; \eta_l = \frac{\mu \delta_2 (\tau_l)}{Z L^\rho}; \eta_c = \frac{\mu \delta_3 (\tau_c)}{Z C^\rho}; \eta_m = \frac{\mu \delta_4 (\tau_m)}{Z M^\rho}; \eta_g = \frac{\mu \delta_5 (\tau_g)}{Z G^\rho}; \eta_t = \frac{\mu \delta_6 (\tau_t)}{Z T^\rho}; \text{ 其中, } Z = \delta_1 (\tau_f) F^{-\rho} + \delta_2 (\tau_l) L^{-\rho} + \delta_3 (\tau_c) C^{-\rho} + \delta_4 (\tau_m) M^{-\rho} + \delta_5 (\tau_g) G^{-\rho} + \delta_6 (\tau_t) T^{-\rho}$$

记 MP 为边际产量, 由(5)式可得 $MP_f, MP_l, MP_c, MP_m, MP_g, MP_t$

$$MP_f = \lim_{\Delta F \rightarrow 0} \frac{\Delta Y}{\Delta F} = \frac{\partial Y}{\partial F} = \frac{\mu \delta_1 (\tau_f) Y}{ZF^{\rho+1}}, \quad MP_l = \lim_{\Delta L \rightarrow 0} \frac{\Delta Y}{\Delta L} = \frac{\partial Y}{\partial L} = \frac{\mu \delta_2 (\tau_l) Y}{ZL^{\rho+1}}$$

$$MP_c = \lim_{\Delta C \rightarrow 0} \frac{\Delta Y}{\Delta C} = \frac{\partial Y}{\partial C} = \frac{\mu \delta_3 (\tau_c) Y}{ZC^{\rho+1}}, \quad MP_m = \lim_{\Delta M \rightarrow 0} \frac{\Delta Y}{\Delta M} = \frac{\partial Y}{\partial M} = \frac{\mu \delta_4 (\tau_m) Y}{ZM^{\rho+1}}$$

$$MP_g = \lim_{\Delta G \rightarrow 0} \frac{\Delta Y}{\Delta G} = \frac{\partial Y}{\partial G} = \frac{\mu \delta_5 (\tau_g) Y}{ZG^{\rho+1}}, \quad MP_t = \lim_{\Delta T \rightarrow 0} \frac{\Delta Y}{\Delta T} = \frac{\partial Y}{\partial T} = \frac{\mu \delta_6 (\tau_t) Y}{ZT^{\rho+1}}$$

将(5)式中进行对数改写,得到:

$$\ln Y = \ln A - \frac{\mu}{\rho} \ln Z \quad (6)$$

$$\text{记 } f(\rho) = \ln Z \quad (7)$$

将(7)式在 $\rho=0$ 的领域进行泰勒级数展开得到:

$$f(\rho) = f(0) + \rho f'(0) + \frac{1}{2} \rho^2 f''(0) + \dots + \frac{\rho^n}{n!} f^{(n)}(0) \quad (8)$$

$$f'(\rho) = \frac{[\delta_1 (\tau_f) F^{-\rho} \ln F + \delta_2 (\tau_l) L^{-\rho} \ln L + \delta_3 (\tau_c) C^{-\rho} \ln C]}{Z} - \frac{[\delta_4 (\tau_m) M^{-\rho} \ln M + \delta_5 (\tau_g) G^{-\rho} \ln G + \delta_6 (\tau_t) T^{-\rho} \ln T]}{Z}$$

$$f'(0) = \frac{\delta_1 (\tau_f) \ln F + \delta_2 (\tau_l) \ln L + \delta_3 (\tau_c) \ln C}{Z} - \frac{\delta_4 (\tau_m) \ln M + \delta_5 (\tau_g) \ln G + \delta_6 (\tau_t) \ln T}{Z} \quad (9)$$

$$f''(\rho) = \frac{[\delta_1 (\tau_f) F^{-\rho} \ln 2F + \delta_2 (\tau_l) L^{-\rho} \ln 2L + \delta_3 (\tau_c) C^{-\rho} \ln 2C]}{Z} + \frac{[\delta_4 (\tau_m) M^{-\rho} \ln 2M + \delta_5 (\tau_g) G^{-\rho} \ln 2G + \delta_6 (\tau_t) T^{-\rho} \ln 2T]}{Z} - \frac{Z'(\rho)}{Z^2} \quad (10)$$

$$f''(0) = \frac{\delta_1 (\tau_f) \ln^2 F + \delta_2 (\tau_l) \ln^2 L + \delta_3 (\tau_c) \ln^2 C + \delta_4 (\tau_m) \ln^2 M + \delta_5 (\tau_g) \ln^2 G + \delta_6 (\tau_t) \ln^2 T}{\delta_1 (\tau_f) + \delta_2 (\tau_l) + \delta_3 (\tau_c) + \delta_4 (\tau_m) + \delta_5 (\tau_g) + \delta_6 (\tau_t)} - \frac{\delta_1 (\tau_f) \ln F + \delta_2 (\tau_l) \ln L + \delta_3 (\tau_c) \ln C + \delta_4 (\tau_m) \ln M + \delta_5 (\tau_g) \ln G + \delta_6 (\tau_t) \ln T}{[\delta_1 (\tau_f) + \delta_2 (\tau_l) + \delta_3 (\tau_c) + \delta_4 (\tau_m) + \delta_5 (\tau_g) + \delta_6 (\tau_t)]^2} \quad (11)$$

记 $B = \delta_1 (\tau_f) + \delta_2 (\tau_l) + \delta_3 (\tau_c) + \delta_4 (\tau_m) + \delta_5 (\tau_g) + \delta_6 (\tau_t)$, 则(5)式的线性表达式如下:

$$\ln Y = \ln A - \frac{\mu}{\rho} B + \left[\frac{\delta_1 (\tau_f) \rho^2}{2B^2} - \frac{\delta_1 (\tau_f) \rho}{B} \right] \ln F + \frac{\delta_1 (\tau_f) \rho^2}{2B^2} \ln^2 F + \left[\frac{\delta_2 (\tau_l) \rho^2}{2B^2} - \frac{\delta_2 (\tau_l) \rho}{B} \right] \ln L + \frac{\delta_2 (\tau_l) \rho^2}{2B^2} \ln^2 L + \left[\frac{\delta_3 (\tau_c) \rho^2}{2B^2} - \frac{\delta_3 (\tau_c) \rho}{B} \right] \ln C + \frac{\delta_3 (\tau_c) \rho^2}{2B^2} \ln^2 C + \left[\frac{\delta_4 (\tau_m) \rho^2}{2B^2} - \frac{\delta_4 (\tau_m) \rho}{B} \right] \ln M + \frac{\delta_4 (\tau_m) \rho^2}{2B^2} \ln^2 M + \left[\frac{\delta_5 (\tau_g) \rho^2}{2B^2} - \frac{\delta_5 (\tau_g) \rho}{B} \right] \ln G + \frac{\delta_5 (\tau_g) \rho^2}{2B^2} \ln^2 G + \left[\frac{\delta_6 (\tau_t) \rho^2}{2B^2} - \frac{\delta_6 (\tau_t) \rho}{B} \right] \ln T + \frac{\delta_6 (\tau_t) \rho^2}{2B^2} \ln^2 T \quad (12)$$

式(5)被线性化以后,就可以获得各个参数的估计值,同时可以通过积分计算各要素对产量的贡献率,记变量考察年度为 $(I^{(t)}, I^{(t+n)})$,要素集合为 $(F^{(t)}, L^{(t)}, C^{(t)}, M^{(t)}, G^{(t)}, T^{(t)})$,要素的贡献率由以下几个公式给出:

$$\Delta Y = \int_{I^{(t)}}^{I^{(t+n)}} \frac{Y}{F} dF + \int_{I^{(t)}}^{I^{(t+n)}} \frac{Y}{L} dL + \int_{I^{(t)}}^{I^{(t+n)}} \frac{Y}{C} dC + \int_{I^{(t)}}^{I^{(t+n)}} \frac{Y}{M} dM + \int_{I^{(t)}}^{I^{(t+n)}} \frac{Y}{G} dG + \int_{I^{(t)}}^{I^{(t+n)}} \frac{Y}{T} dT \quad (13)$$

$$\Delta F = \int \frac{I(t+n)}{I(t)} \frac{Y}{F} dF \quad (14)$$

土地要素贡献率为：

$$CR_f = \frac{\Delta F}{\Delta Y} \quad (15)$$

其他要素贡献率可以同理定义。

2 数据说明与模拟

选取 1990—2014 年国有农场相关资料，数据来源于《中国统计年鉴》《全国农产品成本收益资料汇编》和《中国科技统计年鉴》。产量 Y 为国有农场粮食产量， F 为国有农场耕地面积， L 为国有农场劳动力数量， C 为国有农场生产性资本投入（根据国有农场播种面积及全国农产品成本投入折算而来）， M 为国有农场农用机械总动力， G 为国有农场农用化肥施用量， T 为国有农场农业 R&D 经费支出。1990—2014 年，国有农场各生产要素投入发生了巨大的变化，具体而言，1990—2014 年国有农场劳动力人数呈现结构性递减，生产性经营投入以及农业 R&D 费用呈现突变式上升；同时“八五”到“十二五”期间，我国农业政策也作了很大的调整。为了考察生产要素突变、农业政策调整对农业资源配置的影响，本文将样本分为 5 个阶段：1990—1995 年（“八五”时期，第 1 阶段），1996—2000 年（“九五”时期，第 2 阶段），2001—2005 年（“十五”时期，第 3 阶段），2006—2010 年（“十一五”时期，第 4 阶段），2011—2014 年（“十二五”时期，第 5 阶段），数据处理与参数估计均在 EViews7.0 中完成。

2.1 基本参数的估计与运算

通过对式（12）的模拟及运算，可以得出 A 、 μ 、 ρ 、 δ_1 、 δ_2 、 δ_3 、 δ_4 、 δ_5 、 δ_6 等参数的估计值，详见表 1。

表 1 基本参数估计值

参数	δ_1	δ_2	δ_3	δ_4	δ_5
估计值	0.28	0.49	0.62	1.77	2.36
参数	δ_6	A	ρ	μ	
估计值	1.53	1.02	0.07	0.22	

注：表中各参数值是经估算后再通过代数运算得到的

将表 1 相关参数估计值反带入式（4）得：

$$Y = 1.02 \{ 0.28 (\tau_f) F^{-0.07} + 0.49 (\tau_l) L^{-0.07} + 0.62 (\tau_c) C^{-0.07} + 1.77 (\tau_m) M^{-0.07} + 2.36 (\tau_g) G^{-0.07} + 1.53 (\tau_t) T^{-0.07} \}^{-3} \quad (16)$$

同理，结合式（16）对 5 个样本进行分段估计，得到虚拟变量参数估计值，见表 2。

2.2 弹性、边际与要素贡献分析

通过对虚拟变量参数的估计，可以进一步估算粮食产量变动对各生产要素变动的反应程度、各生产要素投入（1 单位增量）对粮食产量的影响以及各生产要素对粮食产量增量的贡献率。各参数估计值，见表 3。

表 2 虚拟变量参数估计值

$\alpha_1 = 0.14$	$\alpha_2 = 0.46$	$\alpha_3 = 0.62$	$\alpha_4 = 0.34$
$\beta_1 = 1.02$	$\beta_2 = 0.18$	$\beta_3 = 0.43$	$\beta_4 = 1.14$
$\gamma_1 = 1.21$	$\gamma_2 = 0.44$	$\gamma_3 = 0.52$	$\gamma_4 = 0.87$
$\varphi_1 = 1.22$	$\varphi_2 = 0.41$	$\varphi_3 = 1.75$	$\varphi_4 = 0.69$
$\theta_1 = 0.35$	$\theta_2 = 0.28$	$\theta_3 = 2.38$	$\theta_4 = 0.76$
$\xi_1 = 0.49$	$\xi_2 = 0.98$	$\xi_3 = 1.64$	$\xi_4 = 0.76$

注：文中虚拟变量参数主要用于分阶段的产量弹性分析、边际分析、要素贡献分析。样本 5 个阶段，按照虚拟变量设置规则，模型中引入 4 个虚拟变量

2.2.1 弹性分析

整体来看,5个阶段的 η_f 、 η_l 估计值均小于1,并且趋于零; η_c 、 η_m 、 η_g 、 η_t 估计值都大于1,且明显异于零。这意味着粮食产量对耕地、劳动力是缺乏弹性的,而对农业资本、农业机械、农资投入、农业科技投入均是富有弹性的,即粮食产量变动的比率小于耕地、劳动力变动的比率,粮食产量变动的比率大于农业资本、农业机械、农资投入以及农业科技投入变动的比率。其经济学含义为:现阶段,传统生产要素投入的增加并不能等幅度提高农业产出的增加,依靠传统生产要素投入以增加产量的路径难以为继,土地、劳动力生产要素的制约越来越突出,传统生产要素日益成为发展农业适度规模经营的首要制约。同时,新型生产要素的投入对农业增长发挥了显著的作用,农业资本、农业机械、农资投入以及农业科技投入对农业增产的效果逐渐显现出来,在发展适度规模过程中对新型农业生产要素的配置值得关注。

分阶段来看, η_f 从第1阶段0.54逐渐下降到第5阶段的0.15, η_l 从第1阶段到第5阶段处于相对稳定的状态, η_c 、 η_m 、 η_g 、 η_t 有着共同的变化趋势:从第1阶段开始递增,到了第3阶段开始趋于最大值,而后逐渐下降。1990—2014年,国有农场耕地面积的增加并未带来相应粮食产量同幅度的增长,同时国有农场劳动力的减少,也并未对粮食产量造成等幅度的减少,而农业资本、农业机械、农资投入以及农业R&D经费投入对粮食产量的影响,经历了一个从递增到递减的过程。

从经济学角度来看,耕地面积、劳动力数量、资本投入、机械化水平、农资投入、农业R&D经费投入之间存在着组合、制约与替代关系:在耕地面积增加的同时,资本投入、农业机械投入、农资投入、农业R&D经费投入的同步增加,能够带来粮食产量的稳步增长。然而,在经历稳步增长之后,粮食产量的增速开始逐渐下降,这说明要素资源在配置过程中遭遇了“短板”因素,从数据模拟来看,短板因素主要来自于土地以及劳动力。同时,在资源配置过程中,替代关系也同样存在,劳动力的减少并未对粮食产量产生实质性的影响,这得益于要素之间的替代关系,机械化水平的提高在一定程度上弥补了劳动力减少带来的产量冲击,需要强调的是农业机械化对劳动力的替代有其内在的替代边界,从 η_g 的数值以及变化规律来看,目前农业机械对劳动力的替代尚未达到替代边界。

2.2.2 边际分析

产量的边际分析主要是阐述单位要素投入的增加量与产量增加量之间的关系,即在其他要素不变的情况下,某要素1单位量的投入所带来的产量增加量。对于传统生产要素来说,在农业资本、农业机械、农资以及农业R&D经费投入等要素不变的前提下,土地与劳动力的继续投入使得边际产量逐渐趋于零。对

表3 弹性、边际与要素贡献估计量

参数	阶段	η	MP	CR
F	1	$\eta_{f1} = 0.54$	$MP_{f1} = 0.12$	$CR_{f1} = 12.7\%$
	2	$\eta_{f2} = 0.33$	$MP_{f2} = 0.15$	$CR_{f2} = 9.4\%$
	3	$\eta_{f3} = 0.18$	$MP_{f3} = 0.09$	$CR_{f3} = 8.32\%$
	4	$\eta_{f4} = 0.15$	$MP_{f4} = 0.10$	$CR_{f4} = 8.51\%$
	5	$\eta_{f5} = 0.15$	$MP_{f5} = 0.11$	$CR_{f5} = 6.54\%$
L	1	$\eta_{l1} = 0.46$	$MP_{l1} = 0.19$	$CR_{l1} = 9.42\%$
	2	$\eta_{l2} = 0.41$	$MP_{l2} = 0.16$	$CR_{l2} = 8.71\%$
	3	$\eta_{l3} = 0.40$	$MP_{l3} = 0.14$	$CR_{l3} = 5.45\%$
	4	$\eta_{l4} = 0.42$	$MP_{l4} = 0.11$	$CR_{l4} = 5.66\%$
	5	$\eta_{l5} = 0.39$	$MP_{l5} = 0.15$	$CR_{l5} = 5.83\%$
C	1	$\eta_{c1} = 2.48$	$MP_{c1} = 1.03$	$CR_{c1} = 21.4\%$
	2	$\eta_{c2} = 3.53$	$MP_{c2} = 1.12$	$CR_{c2} = 23.8\%$
	3	$\eta_{c3} = 3.56$	$MP_{c3} = 1.24$	$CR_{c3} = 26.6\%$
	4	$\eta_{c4} = 3.30$	$MP_{c4} = 1.08$	$CR_{c4} = 25.4\%$
	5	$\eta_{c5} = 3.31$	$MP_{c5} = 1.06$	$CR_{c5} = 25.6\%$
M	1	$\eta_{m1} = 4.23$	$MP_{m1} = 1.71$	$CR_{m1} = 25.1\%$
	2	$\eta_{m2} = 4.47$	$MP_{m2} = 1.84$	$CR_{m2} = 25.8\%$
	3	$\eta_{m3} = 3.58$	$MP_{m3} = 1.92$	$CR_{m3} = 26.1\%$
	4	$\eta_{m4} = 5.45$	$MP_{m4} = 1.81$	$CR_{m4} = 25.6\%$
	5	$\eta_{m5} = 5.01$	$MP_{m5} = 1.80$	$CR_{m5} = 26.2\%$
G	1	$\eta_{g1} = 1.21$	$MP_{g1} = 0.93$	$CR_{g1} = 10.3\%$
	2	$\eta_{g2} = 1.25$	$MP_{g2} = 1.05$	$CR_{g2} = 10.5\%$
	3	$\eta_{g3} = 1.34$	$MP_{g3} = 1.12$	$CR_{g3} = 11.1\%$
	4	$\eta_{g4} = 1.32$	$MP_{g4} = 0.98$	$CR_{g4} = 11.6\%$
	5	$\eta_{g5} = 1.30$	$MP_{g5} = 0.92$	$CR_{g5} = 12.3\%$
T	1	$\eta_{t1} = 3.11$	$MP_{t1} = 1.55$	$CR_{t1} = 20.1\%$
	2	$\eta_{t2} = 3.72$	$MP_{t2} = 1.76$	$CR_{t2} = 21.4\%$
	3	$\eta_{t3} = 2.58$	$MP_{t3} = 1.68$	$CR_{t3} = 22.0\%$
	4	$\eta_{t4} = 2.07$	$MP_{t4} = 1.45$	$CR_{t4} = 23.1\%$
	5	$\eta_{t5} = 2.52$	$MP_{t5} = 1.48$	$CR_{t5} = 23.4\%$

于新型农业生产要素来说,在土地与劳动力要素不变的前提下,农业资本、农业机械、农资投入以及农业 R&D 经费投入(1个单位的增加),所引起的粮食产量的增量是正向的,并且异于零,从数据模拟的结果来看,农业机械化投入对产量的增加效果最为明显,其次为农业 R&D 经费的投入,再次是农业资本投入和农资投入。整体来看,新型农业生产要素的单位投入引起的粮食产量增量远远大于传统生产要素。从变化趋势上看,土地和劳动力的边际产量大体上是逐渐递减的,而农业资本、农业机械、农资投入以及农业 R&D 经费投入经历了一个先递增而后递减的过程。

土地、劳动力、农业资本、农业机械、农资投入以及农业 R&D 经费投入的边际产量变化特征显示:粮食产量增量空间源于农业资本、农业机械、农资投入、农业 R&D 投入的增加,传统生产要素投入引起的产量增加已经趋于增量边界。从单个要素的边际产量来看,在现有的土地资源以及劳动力供给条件下,农业适度规模经营的实现以及资源的最优配置,取决于对新型农业生产要素的调整与组合。从整体要素组合的边际产量来看,新型农业生产要素对产量起着重要的作用,然而,土地供给的不增性、劳动力供给的稀缺性、其他要素对土地资源的不可替代性以及其他要素对劳动力替代存在着边界,这些都决定了农业要素资源的配置效果最终还是取决于土地和劳动力。

2.2.3 要素贡献分析

要素贡献分析主要阐述各生产要素对粮食产量增量的贡献率。整体来看,土地要素对粮食产量增量的贡献率是逐渐下降的:在第1阶段,土地要素对粮食产量增量的贡献率为12.7%,随后逐年下降,到了第5阶段,土地要素对粮食产量增量的贡献率变为了6.54%;劳动力对粮食产量增量的贡献率也是逐年下降的:在第1阶段,劳动力对粮食产量增量的贡献率为9.42%,而后逐年下降,到了第5期,下降至5.83%;农业资本对粮食产量增量的贡献率是逐年上升的:在第1阶段,农业资本对粮食产量增量的贡献率为21.4%,随后逐年增长,到了第5阶段,上升至25.6%;农业机械对粮食产量增量的贡献率也是逐年递增的:在第1阶段,农业机械对粮食产量增量的贡献率为25.1%,到了第5期,递增至26.2%。同样,农资投入与农业 R&D 经费投入对粮食产量增量的贡献率也是呈现出递增的规律。从单个要素来看,资本投入、机械化以及农业 R&D 经费投入对粮食产量增量的贡献率最大。要素贡献率变化特征说明:土地、劳动力要素对粮食产量增量的贡献率逐年递减,而其他要素则出现逐年递增的趋势,这意味着在要素资源的配置过程中,追求单一要素资源的扩张来实现农业的适度规模经济是不可取的。从政策角度来看,当前我国在发展农业适度规模过程中,单纯依靠耕地面积的扩大来追求粮食产量的增加是不明智的,只有充分发挥其他要素资源的优势,实现各要素资源的组合最优,才能真正获得规模经济。

3 结论与启示

通过 CES 生产函数的构建以及数据模拟,得到以下几点结论。

(1) 参数 μ 的估计值为 0.22,说明当前我国农业生产处于规模报酬递减状态,即全要素投入的等量增加并不能带来粮食产量的同倍增长。通过数据分析发现,我国农业生产规模报酬递减,主要是因为粮食产量增长过程中遭遇了局部要素约束,当前我国在发展农业适度规模经营过程中存在“木桶效应”。

(2) 弹性分析显示,我国发展农业适度规模经营的“短板”来自于土地和劳动力。粮食产量对土地、劳动力都是缺乏弹性的,当下土地和劳动力逐渐成为农业适度规模经营的首要制约因素,单纯依靠耕地面积的扩大以及劳动力投入的增长难以实现农业适度规模经营。由于各生产要素之间存在组合、制约与替代关系,因此在发展农业适度规模经营中除了破除土地和劳动力制约因素以外,还应该在农业资本、农业机械、农资投入、农业 R&D 投入上有所偏重。

(3) 边际分析说明了:新型农业生产要素的单位投入引起的粮食产量增量远远大于传统生产要素,粮食产量增量空间源于新型农业生产要素投入的增加,传统生产要素投入引起的粮食产量增加已经趋于增量边界。新型农业生产要素投入到一定程度时,土地、劳动力供给的稀缺性将进一步突显出来,加之其他生产要素对劳动力的替代存在边界,这些都决定了农业要素资源的配置效果最终依然取决于土地和劳

动力。

(4) 通过对要素贡献率的分析, 农业适度规模经营并非是对土地的贪大求全, 而是追求土地、劳动力、农业资本、农业机械、农资、农业 R&D 经费等多要素的高效组合。农业适度规模经营受到生产要素的制约, “短板要素” 的客观存在, 成为“发展农业必须遵守适度规模经营” 的理论依据。

参考文献

- [1] 徐清. 旅游型新农村功能重构: 从木桶效应到图钉效应. 商业经济与管理, 2016 (2): 89 - 97.
- [2] 张瑞霞, 郝庆禄. 冀南地区特色农业适度规模化调查及对策研究. 中国农业资源与区划, 2016, 37 (1): 192 - 195.
- [3] 付晓亮. 农业适度规模经营及其效益实证研究——以四川省为例. 中国农业资源与区划, 2017, 38 (5): 72 - 75.
- [4] 李文明, 罗丹, 陈洁, 等. 农业适度规模经营: 规模效益、产出水平与生产成本——基于 1552 个水稻种植户的调查数据. 中国农村经济, 2015 (03): 4 - 17.
- [5] Arrow K J, Chenery H B, Minhas B S, et al. Capital-Labor Substitution and Economic Efficiency. Review of Economics & Statistics, 1961, 43 (3): 225 - 250.
- [6] Solow R M. Technical Change and the Aggregate Production Function. Review of Economics & Statistics, 1957, 39 (3): 554 - 562.
- [7] Kmenta J. On Estimation of the CES Production Function. International Economic Review, 1967, 8 (2): 180 - 189.
- [8] Griliches Z. Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth. Bell Journal of Economics, 1979, 10 (1): 92 - 116.
- [9] 严忠, 江海峰. CES 生产函数及其运用. 数量经济技术经济研究, 2002, 19 (9): 95 - 98.
- [10] 郝枫. 超越对数函数要素替代弹性公式修正与估计方法比较. 数量经济技术经济研究, 2015 (4): 88 - 105.

OPTIMUM - SCALE FARM MANAGEMENT : BASED ON THE INTERPRETATION OF CES PRODUCTION FUNCTION *

Liu Xiaoqian¹, Wang Chang'an^{1*}, Wu Junqian²

(1. Research Institute of Economics and Management, Southwestern University of Finance and Economics,

Chengdu, Sichuan 611130, China;

2. China Western Economic Research Center, Southwestern University of Finance and Economics,

Chengdu, Sichuan 610074, China)

Abstract Under the relatively weak substitution between production factors, the economic aggregate level and resource allocation effect are not determined by the optimal resources, but they depend on the worst resources. This paper aimed to reveal whether the "Cask effect" existed in moderate scale operation of agriculture in our country. Based on the data of state-owned farms from 1990 to 2014, the paper analyzed the allocation of resource elements in the moderate scale operation of agriculture by extending and improving the CES production function. The results showed that "Cask Effect" existed in the moderate scale management of agriculture in China, and land and labor became the "short board" elements of developing moderate scale management of agriculture. It was concluded that although new agricultural production factors played a more and more critical role in grain increment, these factors could not substitute the land resources and other factors had substitution boundary for labor, which finally made resource allocation effect of agricultural moderate scale decided by land and labor factors. The moderate scale management of agriculture was not a pursuit of single factor expansion, but the efficient combination of land, labor, agriculture capital, agricultural machinery, agricultural capital, agricultural science and technology and other elements.

Keywords moderate scale operation; CES production function; elasticity analysis; marginal effect factor contribution rate