

农业全要素生产率增长: 基于一种新的窗式 DEA 生产率指数的再估计^{* 1}

李谷成 (华中农业大学经济管理学院 武汉 430070)

范丽霞 (武汉工业学院经济与管理学院 武汉 430023)

成刚 (北京大学中国卫生发展研究中心 北京 100191)

冯中朝 (华中农业大学经济管理学院 武汉 430070)

内容提要 本文借鉴窗式(Window) DEA 的窗口思想,参考固定基期 Malmquist 生产率指数的构造思路,基于固定窗口来重新设计窗式 DEA-Malmquist 生产率指数,试图解决经典当期 Malmquist 指数和标准窗式 Malmquist 生产率指数在技术方法学上存在的一些问题。本文将该指数应用于转型期中国农业全要素生产率增长核算与分解,一是验证该指数的一些技术方法学特征及其相关判断,二是加深对中国农业增长模式的理解。实证表明,该指数具有显著的技术方法学优势,可以有效缓解技术退步、窗口选择复杂等难题。转型期中国农业 TFP 增长显著,对农业增长呈顺周期贡献特征,省份空间差异性明显,并主要由前沿技术进步贡献,技术效率基本处于恶化状态。

关键词 农业全要素生产率 窗式 DEA Malmquist 生产率指数 数据包络分析

一、引言

鉴于改革开放以来农业部门所取得的巨大成功,关于中国农业全要素生产率(Total Factor Productivity, TFP)的研究吸引了广泛注意力,这主要因为中国农业长期面临刚性资源禀赋约束条件,例如人多地少等,要克服这些刚性约束就必须在投入要素之外寻找增长源泉,这就必然将注意力集中在 TFP 上。因为 TFP 增长衡量了产出增长扣除投入数量增长以后的“剩余”部分,综合反映了要素投入粗放扩张外各种因素的增长效应,如技术进步、技术效率改善、规模经济性和配置优化等。加上 TFP 分析所具备的良好系统性和结构性框架,是一个经过严格定义的量化指标和参数体系,既可用于生产结构描述,也可用于经济预测、绩效评价和政策分析。TFP 一直是增长理论的实证重点。

早期农业 TFP 研究以平均生产函数尤其是 Griliches 函数为主,并主要关注于 20 世纪 70 年代晚期至 80 年代初期家庭联产承包责任制等农业改革的成功(Lin, 1992; Wen, 1993; Fan, 1991; Xu, 1998)。随着人们对 TFP 认识的不断深化和核算方法的演进,以随机前沿生产函数分析(Stochastic Frontier Analysis, SFA)和数据包络分析(Data Envelopment Analysis, DEA)等为代表的生产前沿面方法

* 项目来源: 本文得到国家自然科学基金(编号: 71273103、70903027)、教育部新世纪优秀人才支持计划(编号: NCET-11-0647)、教育部人文社会科学研究青年项目(编号: 12YJC790036)、湖北省新世纪高层次人才工程和中央高校基本科研业务费专项基金(编号: 2011PY133 2012PY002)的资助,感谢匿名审稿人的宝贵修改意见。当然,文责自负。

开始得到应用。其中, SFA 可以考虑随机扰动因素的影响, 与农业生产本质较一致。例如, 石慧等 (2008) 利用 Kumbhakar 和 Lovell (2000) 框架对农业 TFP 增长进行详尽分解, 发现改革开放以来技术进步是 TFP 增长主要来源, 技术效率和规模效率恶化, 配置效率波动是 TFP 波动的主要原因。全炯振 (2008) 和米建伟等 (2009) 将农业 TFP 增长分解为技术进步和技术效率变化, 但结论与石慧等 (2008) 相似。

相对 SFA, DEA 应用更广泛。DEA 利用线性规划和对偶原理 (Dual Approach) 确定生产前沿面, 无需寻求生产函数具体形式和非效率项分布形式, 能很好与生产论及集合论结合。其中应用最广的是 Malmquist 指数。Mao 和 Koo (1997)、Lambert 和 Parker (1998)、Wu 等 (2001)、孟令杰 (2000) 及李谷成 (2009) 等分别利用该指数对不同时间段农业加总数据进行核算, 但这些农业 DEA 文献基本都采用当期 (Contemporaneous) DEA 技术来构建 Malmquist 指数, 这一是会因为当期生产技术在下一期变得不可行而产生技术退步 (Technological Regress), 技术退步并不符合一般“生产者理性”经济人假设, 因为生产者在面临不同技术选择时不太可能放弃原来已采用的效率较高的技术而去选择新出现的效率较低的技术。二是在技术方法学上出现线性规划不可行和无解的情况, 为生产率核算带来困难。

为解决这种“技术后退”悖论, 研究者分别提出了序列 (Sequential) DEA (如 Los 等 2005 等) 和全局 (Global) DEA (如 Pastor and Lovell 2005 等) Malmquist 指数。序列 DEA 按照 Henderson 等 (2001) “过去拥有的技术不会被遗忘”假定, 假设技术利用具有记忆功能, 采用当期及其之前所有时期生产决策单位 (Decision Making Unit, DMU) 构造生产前沿面。全局 DEA 则由样本观测期第 1 期到最后 1 期所有 DMU 构造生产前沿面。两者都通过数据驱动方法来解决“技术退步”悖论和线性规划不可行等问题。但对于长时间跨度面板数据 (即纵列数据) 而言, 很久以前的“技术”会因为大环境、历史、经济、政策等变化而变得不再适用或不可及, 尤其是随着时间跨度延长, 序列 DEA “技术记忆”假定对越靠后的 DMU 就越不适用。全局 DEA 对后期 DMU 而言同样存在这一问题, 例如对最后一期 DMU 而言, 全局 DEA 和序列 DEA 本质相同。除最后一期外, 全局 DEA 会用到各 DMU 在未来的技术来做参照, 采用未来尚未发生的技术做为参照在经济和技术可行性上并不具备合理性, 仅具有技术方法学意义。

窗式 DEA 致力于解决 DEA (近似) 自我识别 (Self-Identifiers) 问题^{*} 1, 在一个选定时期长度 (窗口) 内将各时期同一 DMU 都视作不同 DMU 来增加 DMU 数量。已有文献 (如 Fare 等 2007) 开始将其与 Malmquist 指数结合, 通过选择一个窗口内部所有 DMU 构造生产前沿面来解决技术退步等问题, 但这些文献仍然存在一定问题, 例如具体窗口选择、生产率分解等。本文试图保留窗式 DEA 的窗口思想来设计一种新的 Window-Malmquist 生产率指数。该指数是一种基于乘除结构的链式生产率指数, 保留了 Malmquist 指数的结构性分解框架。但有别于一般相邻参比 (Adjacent) Malmquist 指数, 本文借鉴固定基期 (Fixed) Malmquist 指数思路, 构建基于固定窗口 (Fixed Window) 的 Malmquist 指数来解决技术退步等问题, 并有效回避了一般 Window-Malmquist 指数具体窗口选择模糊不清等问题。本文将其定义为 Fixed-Window-Malmquist 生产率指数, 并应用于农业 TFP 增长核算, 这不仅可以丰富相关领域文献, 也可为该指数提供经验验证。

二、模型设计

传统 DEA 效率评价 (如 BCC、CCR 模型等) 主要分析横截面数据, 让既定 DMU 与同一时间点其

* 例如, 当 DMU 投入产出变量个数和其他约束个数大幅度超过其观测值个数时, 技术效率测算值就会达到 (或接近) 100%, 从而使 DEA 效率评价失去意义。而且, 一般标准认为 DMU 观测值数量应该至少在投入产出变量总数的 2 倍以上

他 DMU 比较构造生产前沿面来测算技术效率值,这是当期 DEA - Malmquist 指数的构造基础。但这样做并不十分合理,忽略了时间的作用,因为生产要素的作用有时会存在长期性或滞后性,例如农业肥料作用的持续性。如果某一时期要素投入过多,虽然 DMU 未能在当期实现投入最小化或产出最大化,导致当期技术效率过低,但却可能对未来产出产生正作用,技术效率会被低估。窗式 DEA 在原理上与统计学平滑指数相似,引入面板数据思想,在一个选定窗口内将各期同一 DMU 都视作不同 DMU,以增加 DMU 数量,并从动态角度反映投入产出间的连续性变化,刻画出技术效率的动态变化,有效解决技术效率有偏性问题。一般情况下,窗式 DEA 因为其面板数据性质还可以选择一个窗口内部的所有 DMU 来构造生产前沿面,选用不久以前(用 w 表示)的技术作为参照来构造 Malmquist 指数,这实质上是当期 DEA、序列 DEA 和全局 DEA - Malmquist 指数的一种折衷或调和,并试图通过这种折衷来解决他们各自的不足,具有重要意义。

假设若干时期 $w = 3$ 第 $D_w^{\text{fixed}}(x^t, y^t)$ 个 DMU 使用 $TEC = \frac{D_w^b(x^b, y^b)}{D_w^a(x^a, y^a)}$ 种要素投入 $TP = \frac{D_w^{\text{fixed}}(x^b, y^b)}{D_w^{\text{fixed}}(x^a, y^a)}$ $\times \frac{D_w^a(x^a, y^a)}{D_w^b(x^b, y^b)}$ 生产 $m = 1, \dots, M$ 种产出 y_{km}^t , 每组观察值严格为正,各时期 DMU 保持平衡面板数据性质。不失一般性,本文在不变规模报酬(CRS)和要素投入强可处置性^{* 1*} (Strong Disposability of Inputs, S) 条件下基于产出^① (Output - Oriented) 角度定义 Window - Malmquist 指数。与当期 Malmquist 指数相同,将生产前沿面上 DMU 定义为“最佳实践者”,生产前沿面内部 DMU 因为存在技术效率损失而成为“追赶者”。引入时间动态 t 概念,将单个 DMU 实际生产点与生产前沿面映射点比较,可以对技术效率变化(Technical Efficiency Change, TEC)和技术进步(Technological Progress, TP)进行定义,构造曼奎斯特生产率指数(Malmquist Productivity Index, MPI)。

假设在一个窗口宽度(Width, w) 内部,DMU 没有发生显著技术进步^{**}。如窗口从第 l ($1 \leq l \leq T - w + 1$) 期开始的话,窗口宽度 w ($1 \leq w \leq T$),每个窗口内部会存在 $K \times w$ 个观测值或投入产出向量。 t 时期该窗式 DEA 生产前沿面(或参考技术,Reference Technology)可由第 l 期到第 t 期所有观测值构建,定义为:

$$\bar{P}_w^l(x^t) = \{y^t \mid x^{t-s} \text{ 可以生产 } y^{t-s}\} \quad s = 0, 1, \dots, w-1 \quad (1)$$

如果以 l_w ($1 \leq w \leq T - w + 1$) 表示各窗口序号,窗口 l_w 内的投入产出矩阵为:

$$\begin{cases} X_{l_w} = (x_1^l, x_2^l, \dots, x_N^l, x_1^{l+1}, x_2^{l+1}, \dots, x_N^{l+1}, \dots, x_1^{l+w}, x_2^{l+w}, \dots, x_N^{l+w}) \\ Y_{l_w} = (y_1^l, y_2^l, \dots, y_M^l, y_1^{l+1}, y_2^{l+1}, \dots, y_M^{l+1}, \dots, y_1^{l+w}, y_2^{l+w}, \dots, y_M^{l+w}) \end{cases} \quad (2)$$

假设固定一个窗口从第 l 期开始,在窗口 l_w 内,窗式 DEA 构造的生产前沿面与当期 DEA 生产前沿面会存在如下关系:

$$\bar{P}_w^l(x^t) = P_C^l(x^l) \cup P_C^{l+1}(x^{l+1}) \dots \cup P_C^t(x^t) \quad (3)$$

而且,时期 t ($t = l + w$) 窗口宽度为 w 的第一个窗口的窗式 DEA 生产前沿面 $\bar{P}_w^l(x^t)$ 可用线性规划表述为:

* 要素投入强可处置性表示既定产出下各要素投入之间可以相互自由替代

** 如果窗口宽度 w 选择合适或者并不太长的话,这一假定应该存在一定合理性

① 产出或投入角度的确定主要取决于 DMU 能够控制的是产出还是投入。中国农业主要特点是基于给定资源约束(如耕地、水资源等)追求产出最大化,例如粮食安全目标等。实际上,大多数情况下投入或产出角度的选择对所获指数值只会产生微弱影响(Coelli 等, 1998)

$$\bar{P}_w^t(x^t) = \left\{ (y_1^t, \dots, y_M^t) : \sum_{k=1}^K z_k^t Y_{lw\ km} \bar{y}_{km}^t \geq y_{km}^t \ m = 1, \dots, M \right. \\ \left. \sum_{k=1}^K z_k^t \bar{x}_{kn}^t \leq X_{lw\ kn} \ n = 1, \dots, N; z_k^t \geq 0 \ k = 1, \dots, K \right\} \quad (4)$$

对应产出距离函数为:

$$D_w^t(x^t, y^t) = \inf \{ \theta : (y^t / \theta) \in \bar{P}_w^t(x^t | C, S) \} \quad (5)$$

对应线性规划求解式为:

$$D_w^t(x^t, y^t) = \inf_{\theta, z \geq 0} \theta^k \\ s. t. \sum_{k=1}^K z_k Y_{lw\ km} \geq y_{km}^t / \theta^k \ m = 1, \dots, M \\ \sum_{k=1}^K z_k X_{lw\ kn} \leq x_{kn}^t \ n = 1, \dots, N; z_k \geq 0 \ k = 1, \dots, K \quad (6)$$

基于产出距离函数, 可以构造出 Malmquist 指数。例如, 人们最常见的是仿照经典基于乘除结构的相邻参比思路, 将两个相邻时期 a 和 b (窗口宽度均为 w) 的 Malmquist 指数用几何平均值定义为:

$$MPI(x^a, y^a; x^b, y^b) = \left\{ \frac{D_w^a(x^b, y^b)}{D_w^a(x^a, y^a)} \times \frac{D_w^b(x^b, y^b)}{D_w^b(x^a, y^a)} \right\}^{1/2} \\ = \frac{D_w^b(x^b, y^b)}{D_w^a(x^a, y^a)} \times \left\{ \frac{D_w^a(x^b, y^b)}{D_w^b(x^b, y^b)} \times \frac{D_w^a(x^a, y^a)}{D_w^b(x^a, y^a)} \right\}^{1/2} \\ = TEC(x^b, y^b; x^a, y^a) \times TP(x^b, y^b; x^a, y^a) \quad (7)$$

已有文献主要采用式 (7) 来构造窗式 DEA - Malmquist 指数, 例如 Thore 等 (1994)、Goto 和 Tsutsui (1998)、Sueyoshi 和 Aoki (2001) 等。但实际上, 这种仿照经典 Malmquist 指数的构造方式对于窗式 DEA 并不完整。因为对完整意义的窗式 DEA 而言, 窗口宽度为 w 的话, 其对应窗口数亦为 w。也就是说, 对面板数据而言, 各窗口并非固定不变, 除第一期和最后一期外, 各时期 DMU 都会因为窗口重叠 (或移动) 而产生多个技术效率值 (见表 1)。那么在构造相邻参比链式 Malmquist 指数时, 就会面临一个问题: 到底应该选择哪一个窗口技术效率值来作为式 (7) 的构成元素呢^{* 1}? 这实际上是一个主观问题。但已有文献 (如 Sueyoshi 和 Aoki 2001; Fare 等 2007 等) 并没有考虑这一问题, 实质上直接采用第一个窗口 (如 W1) 技术效率值, 这并不符合窗式 DEA 的原始初衷和含义, 也不完整。这一问题特别会随着窗口宽度的增加而变得更复杂, 因为存在更多窗口期技术效率值的选择问题。其中一个可行思路是采取多个窗口技术效率值 (几何) 平均作为式 (7) 构造元素的替代, 但这又会丧失 Malmquist 指数可分解为技术进步、技术效率变化及规模效率变化等良好的经济学结构框架, Malmquist 指数会因为变得难以分解而不再具备简单直接的生产经济学含义。Asmild 等 (2004) 已经证明因为缺乏对采用哪一个窗口作为参考技术的标准而导致窗式 DEA 相邻参比 Malmquist 指数分解 (技术进步和技术效率变化) 存在一定问题: 一是其观测到的技术效率变化及其所代表的“追赶效应”与真实生产率变化没有关系; 二是估计到的技术进步及其所代表的生产前沿面移动与真实生产率变化在发生时间上不一致。

* 因为技术效率值与产出距离函数互为倒数, MPI 实际上可通过技术效率值构造。后文不再赘述

表 1 标准窗式 DEA 分析表

DMU	窗口	1 期	2 期	3 期	4 期
A	W1	A1(A1)	(A2)	(A3)	
	W2	A1	A2(A2)	(A3)	(A4)
	W3	A1	A2	A3(A3)	(A4)
	W4		A2	A3	A3(A4)
B	W1	B1(B1)	(B2)	(B3)	
	W2	B1	B2(B2)	(B3)	(B4)
	W3	B1	B2	B3(B3)	(B4)
	W4		B2	B3	B3(B4)
C	W1	C1(C1)	(C2)	(C3)	
	W2	C1	C2(C2)	(C3)	(C4)
	W3	C1	C2	C3(C3)	(C4)
	W4		C2	C3	C3(C4)

注: $K=3$, $T=4$, $w=3$ 的标准窗式 DEA 示例分析表 ,窗口编码和括弧内窗口编码分别表示“前推窗口”和“后推窗口”。“前推窗口”(仅包含该期或该期及以前数期的窗口)中 ,第 1 期窗口只有 1 ,第 2 期窗口只有 1~2 ,第 3 期窗口只有 1~3 ,第 4 期窗口只有 2~4 。“后推窗口”(仅包含该期或该期及后续数期的窗口)中 ,第 1 期窗口只有 1~3 ,第 2 期窗口只有 2~4 ,第 3 期窗口只有 3~4 ,第 4 期窗口只有 4。所以 ,每期各 DMU 在任一窗口都会有一个技术效率值 ,例如有 4 期时 ,两种划分方法都只有 2 个完整窗口 ,一般除靠近首末各期外 ,各 DMU 均会获得 w 个技术效率值

本文借鉴固定基期(Fixed) DEA 参考技术^{* 1} Malmquist 指数构造思路 ,通过选择固定窗口(Fixed Window) 而非移动窗口参考技术作为其他或后续不同时期(窗口) DMU 的共同参考技术标准。窗式 DEA 因为窗口重叠会产生多个技术效率值 ,对此仍坚持固定(Fixed) 思想 ,一一分开对应单独处理来构造式(7) 。例如 ,窗口宽度为 w 的话 ,除首尾各期外的各 DMU 一般会产生 w 个技术效率值 ,也就对应会有 w 个 Malmquist 指数 ,而且窗口选择是一一对应的。对于首尾不完整的窗口 ,一般可以直接采用不完整窗口分析 ,也可以直接不分析。因为当面板数据时期足够长时 ,这一问题的处理就显得不那么重要了。后文实证直接采用不完整窗口分析。

固定窗口(Fixed Window) Malmquist 指数不仅可以解决前文移动窗口 Malmquist 指数所面临各种问题 ,本身还具有许多良好性质: 一是该指数是定基参比的 ,具备可累乘积(Circular) 性质; 二是会在很大程度上缓解技术退步和线性规划存在不可行解的尴尬 ,但仍无法像序列 DEA 和全局 DEA 那样彻底解决这个问题 ,这很大程度上依赖于窗口的宽度; 三是可方便地连续观察生产率变化 ,这是相邻参比无法做到的; 四是该指数是单一 TFP 指数 ,不存在如式(7) 中需求几何平均值的问题 ,因为在同一指数框架下 ,各期 DMU 都面临共同而且固定的唯一生产前沿面 ,也就是说各期 DMU 面临的都是单一测量 ,无需因为需要选择不同时期参考技术而去求几何平均值^{** 2} 。因此 ,与式(7) 相邻参比(Adja-

* 即选取某一固定时期(常见的是起始期或者第一年) 参考技术作为参照 ,其并不像当期参考技术可以移动。正如后文所指出 ,固定(Fixed) 基期 MPI 具有其独特的优势

** 标准链式 Malmquist 指数大都需要选择两个不同时期生产前沿面来作为参考技术基准 ,并取两个时期 Malmquist 指数几何平均来作为真实值的高度近似 ,如式(7)

cent) Malmquist 指数不同, 本文构造 Malmquist 生产率指数及其分解为:

$$\begin{aligned} MPI_w(x^a, y^a; x^b, y^b) &= \frac{D_w^{fixed}(x^b, y^b)}{D_w^{fixed}(x^a, y^a)} \\ &= \frac{D_w^b(x^b, y^b)}{D_w^a(x^a, y^a)} \times \left\{ \frac{D_w^{fixed}(x^b, y^b)}{D_w^{fixed}(x^a, y^a)} \times \frac{D_w^a(x^a, y^a)}{D_w^b(x^b, y^b)} \right\} \\ &= TEC_w(x^b, y^b; x^a, y^a) \times TP_w(x^b, y^b; x^a, y^a) \end{aligned} \quad (8)$$

即所谓 Fixed - Window - Malmquist 生产率指数。不过, 该指数虽然在核算 MPI 时回避了窗口选择难题, 但在测算技术效率时仍存在窗口选择问题。这主要是指表 1 中“前推窗口”和“后推窗口”问题。从经济学意义看, 选择“前推窗口”更合理, 即“既不与很久以前的技术参比^{*} 1, 也不与以后的技术参比, 只与不久以前(用 w 表示)的技术参比”, 这更加具备经济学内涵。与全局 DEA 相似, “后推窗口”更多具备技术方法学意义, 因为用未来尚未发生的技术来做参比在经济和技术可行性上并不具备合理性。本文基于式(8)和“前推窗口”进行实证分析。

Fixed - Window - Malmquist 生产率指数仍存在固定基期和窗式 DEA 两个共性问题: 即固定窗口和窗口宽度(w)设置的主观性。该指数所核算生产率或技术效率不仅会受 DMU 真实生产绩效变化的影响, 还会受到其所采用不同固定窗口及其宽度变化的影响。从生产技术选择可行性出发, 固定窗口期一般选择样本最初期的固定窗口作为生产前沿面的参照基准^{**2}, 这可以避免早期 DMU 需要以未来参考技术作为基准的问题。对于窗口宽度问题, 窗式 DEA 实际上暗含窗口内部技术进步可以暂时忽略不计的假定, 所以设置过宽也并不现实, 但设置过窄, 又背离了窗式 DEA - Malmquist 指数的初衷^{***3}。根据一般文献(如 Asmild 等 2004; Fare 等 2007 等)的经验设定, 本文设置 $w=3$ 。限于研究目的, 论文采用规模报酬不变假设, 不对技术效率做进一步分解。另外, 本文采用固定基期(第一年) Fixed - Malmquist 指数做比照分析, 这实际上可以理解为 Fixed - Window - Malmquist 指数的一种特例($w=1$)。

三、变量与数据

本文立足于窗式 DEA 和 Malmquist 指数, 将各省份农业当成 DMU 置于相同技术结构, 由其在转型期(1978—2010 年)所形成面板数据来构造农业窗式生产前沿面。

(一) 农业产出变量

本文采用 1978 年不变价分省农林牧渔业总产值表示。这可以与农业投入统计口径保持一致, 因为农业劳动力、机械投入、役畜等都采取广义农业口径。一种替代方式是采用狭义农业产值占广义农业产值的比重作为权重来分离各农业投入指标, 但这涉及投入指标较多, 同样会存在问题。加上本文研究目的包括对新设计指数的经验验证, 所以认为广义农业口径更加简明直接。

(二) 农业投入变量

(1) 劳动投入。以农林牧渔总劳动力计算, 不包括农村从事工业、服务业等劳动力。

(2) 土地投入。以农作物总播种面积计算, 因为其考虑复种、休耕等因素, 比耕地面积指标更科学。

(3) 机械动力投入。以农业机械总动力计算, 包括耕作、排灌、收获、植物保护和牧林渔业所用机械动力总和。

* 例如受大环境、历史、经济、政策等“技术遗忘”因素的影响, 很久以前的“技术”在现在也有可能变得不再适用或可及

** 这与固定基期(Fixed) MPI 经常选用第一年(即 $t_0=1$)作为生产前沿面的参照基准相似

*** 可以将相邻参比(Adjacent)窗式 DEA - Malmquist 指数理解为当期 DEA - Malmquist 指数

(4) 化肥投入。以实际用于农业生产的化肥施用量(折纯)计算,包括氮、磷、钾和复合肥等。

(5) 役畜投入。以农用役畜数量计算,是指大牲畜中实际用于农林牧渔生产的部分。虽然近年来农业机械化进程加快,役畜地位下降,但因为本文面板数据涉及时间跨度较长,役畜长期作为一种重要投入,仍然考虑将其纳入。

(6) 灌溉投入。以每年实际有效灌溉面积计算。

考虑到西藏自治区特殊的资源禀赋条件和数据可得性,加上 DEA 对异常数据的敏感性,实证分析没有包括西藏。因为海南和重庆特殊的建制历史,本文将海南和重庆纳入广东和四川。因此本文所使用数据为中国大陆 28 个省级行政单位(不包括港澳台地区)1978—2010 年 31 年所形成平衡面板数据。所有数据均来自官方统计,包括历年《中国统计年鉴》、《中国农业年鉴》、《新中国五十年农业统计资料》、《新中国 55 年统计汇编 1949—2004》、《新中国六十年农业统计资料》、《中国畜牧业年鉴》和《中国渔业年鉴》等。需要说明的是,本文线性规划求解使用了 MaxDEA 6.0 软件。

四、实证分析与讨论

(一) 基于 Fixed - Window - Malmquist 指数的农业 TFP 增长与分解

分省面板数据核算表明,改革开放以来农业 TFP 经历了程度相当可观的增长(5.66%),这一结果丝毫不比工业部门乃至宏观经济逊色。大部分工业和宏观经济 TFP 核算结果(如郭庆旺 2005;王争 2006、2008)比这一结果要低。不过,农业却表现出了截然不同的增长模式。农业 TFP 增长主要依靠技术进步驱动,年均 6.70%~6.80%,技术效率改善作用有限,长期处于恶化状态,年均下降 1.00%~1.10%。也就是说,农业 TFP 增长主要由“最佳实践者”所主导生产前沿面扩张的“增长效应”贡献,技术“落后者”对“最佳实践者”所主导生产前沿面“追赶”的“水平效应”有限,而且,这一模式一般会导致各省份 TFP 增长存在较大差异。

根据 TFP 增长及其成分的政策含义,转型期农业科技创新体系在研发和创新上的相对成功直接推动了农业前沿技术进步。新中国成立后,我国建立了从中央到地方农业科研院所等一整套完整的农业研发体系,如中央和省级农业院校、国家、省和县(市)级农业科学院(所)等,实证反映了这一体系的成绩。但本文在很大程度上说明了农业技术推广体系的相对失败。长期以来,基层农技推广体系“线断、网破、人散”和“最后一公里”问题未得到根本解决,创新和推广“两层皮”,一方面导致科研供给与市场需求(尤其是农民需求)脱节,另一方面导致科研成果闲置浪费,转化率低。

(二) 农业 TFP 增长及其成分的时间趋势特征

结合转型期农村经济制度变迁和农业增长阶段性变化,本文根据农业 TFP 及成分的累积增长趋势特征,将 TFP 增长分为 1978—1984 年、1985—1991 年、1992—1996 年、1997—2001 年、2002—2010 年 5 个阶段(见表 2 和图 1)。总体而言,TFP 对农业增长贡献基本是顺周期的,两者变化趋势基本一致,这某种程度上说明了 TFP 波动可能是农业增长波动的重要来源。但每一阶段农业 TFP 还是表现出了不同增长模式。

第一阶段(1978—1984 年)。家庭联产承包责任制拉开了农业改革乃至整个改革的大幕,中央政府首次对农产品主动政策性提价,农业 TFP 年均增长超过 4.00%,表现出了一种较理想的“双驱动”模式,年均技术进步 4.00%左右,技术效率改进虽然不显著,但基本为正,这说明改革开放初期农技推广体系仍在发挥作用。同时,发现改革开放前两年(1978—1980)TFP 实际上仍在恶化,其强劲增长主要体现在 1981—1984 年。这似乎与直观感觉不一致,但恰恰反映了家庭联产承包责任制是当时农业增长主要来源。因为其在改革开放前两年并未得到正式承认,仅限于一些地方的局部探索,直到 1982 年“一号文件”才正式肯定。如果剔除前两年的话,TFP 增长更强劲(见表 2)。

表2 中国农业全要素生产率指数及其成分的时间变动(1978—2010年)

年份/指标	技术效率变化指数				技术进步指数				全要素生产率增长指数			
	Fixed 1978	First Window	Second Window	Third Window	Fixed 1978	First Window	Second Window	Third Window	Fixed 1978	First Window	Second Window	Third Window
1978/1979	1.0101	0.9784	0.9782	1.0134	0.9845	1.0084	1.0085	0.9735	0.9944	0.9866	0.9866	0.9866
1979/1980	1.0295	0.9771	1.0034	0.9599	0.9641	1.0063	0.9799	1.0243	0.9925	0.9832	0.9832	0.9832
1980/1981	0.9971	1.0501	0.9989	0.9748	1.0382	0.9883	1.0390	1.0647	1.0353	1.0379	1.0379	1.0379
1981/1982	0.9945	1.0247	1.0165	0.9943	1.0936	1.0623	1.0709	1.0948	1.0877	1.0885	1.0885	1.0885
1982/1983	1.0021	0.9941	0.9639	1.0032	1.0527	1.0642	1.0976	1.0546	1.0548	1.0579	1.0579	1.0579
1983/1984	0.9861	0.9966	1.0411	1.0596	1.1187	1.1059	1.0586	1.0401	1.1032	1.1021	1.1021	1.1021
平均	1.0031	1.0031	1.0000	1.0004	1.0405	1.0384	1.0417	1.0413	1.0438	1.0417	1.0417	1.0417
81/1984 平均	0.9950	1.0161	1.0047	1.0075	1.0753	1.0543	1.0663	1.0634	1.0699	1.0713	1.0713	1.0713
1984/1985	1.0068	0.9965	1.0129	1.0140	1.0440	1.0571	1.0400	1.0389	1.0511	1.0534	1.0534	1.0534
1985/86	0.9975	0.9811	0.9816	0.9863	1.0317	1.0477	1.0472	1.0423	1.0291	1.0280	1.0280	1.0280
1986/1987	1.0029	1.0039	1.0069	1.0084	1.0393	1.0368	1.0338	1.0323	1.0424	1.0409	1.0409	1.0409
1987/1988	0.9787	0.9968	1.0012	0.9906	1.0679	1.0459	1.0414	1.0525	1.0452	1.0426	1.0426	1.0426
1988/1989	0.9979	0.9813	0.9694	0.9477	1.0168	1.0320	1.0447	1.0686	1.0147	1.0127	1.0127	1.0127
1989/1990	1.0005	1.0099	0.9779	0.9063	1.0516	1.0414	1.0755	1.1604	1.0521	1.0517	1.0517	1.0517
1990/1991	0.9389	0.9471	0.8919	0.9764	1.0889	1.0787	1.1455	1.0464	1.0224	1.0217	1.0217	1.0217
平均	0.9888	0.9879	0.9766	0.9750	1.0484	1.0484	1.0605	1.0623	1.0366	1.0358	1.0358	1.0358
1991/1992	0.9238	0.9289	1.0125	0.9793	1.1417	1.1338	1.0402	1.0754	1.0547	1.0532	1.0532	1.0532
1992/1993	1.0213	1.0161	0.9812	0.9792	1.0619	1.0661	1.1040	1.1063	1.0846	1.0832	1.0832	1.0832
1993/1994	0.9846	0.9876	0.9897	0.9678	1.0855	1.0808	1.0786	1.1029	1.0688	1.0674	1.0674	1.0674
1994/1995	0.9718	0.9733	0.9597	0.9447	1.1063	1.1038	1.1193	1.1371	1.0750	1.0743	1.0743	1.0743
1995/1996	0.9719	0.9731	0.9555	1.0134	1.1022	1.0972	1.1174	1.0536	1.0712	1.0677	1.0677	1.0677
平均	0.9665	0.9672	0.9792	0.9789	1.1079	1.1055	1.0919	1.0923	1.0708	1.0692	1.0692	1.0692
1996/1997	0.9288	0.9273	0.9780	0.9902	1.1526	1.1535	1.0937	1.0803	1.0705	1.0696	1.0696	1.0696
1997/1998	1.0042	0.9972	1.0088	1.0086	1.0414	1.0479	1.0359	1.0361	1.0458	1.0450	1.0450	1.0450
1998/1999	1.0512	0.9859	0.9856	0.9802	0.9776	1.0420	1.0423	1.0481	1.0277	1.0273	1.0273	1.0273
1999/2000	0.9703	1.0048	1.0049	0.8915	1.0935	1.0576	1.0576	1.1920	1.0611	1.0627	1.0627	1.0627
2000/2001	0.9740	1.0078	0.8870	0.9236	1.0805	1.0456	1.1881	1.1409	1.0524	1.0538	1.0538	1.0538
平均	0.9849	0.9841	0.9718	0.9578	1.0675	1.0685	1.0821	1.0979	1.0514	1.0516	1.0516	1.0516
2001/2002	0.8923	0.8957	0.9341	1.0235	1.1938	1.1906	1.1416	1.0420	1.0652	1.0664	1.0664	1.0664
2002/2003	0.9215	0.9215	1.0090	1.0100	1.1825	1.1823	1.0798	1.0787	1.0897	1.0895	1.0895	1.0895
2003/2004	1.0209	1.0152	1.0174	1.0324	1.0437	1.0480	1.0457	1.0306	1.0655	1.0639	1.0639	1.0639
2004/2005	1.0518	1.0382	1.0522	1.0023	1.0008	1.0137	1.0002	1.0500	1.0526	1.0524	1.0524	1.0524
2005/2006	1.0901	1.0135	0.9649	1.0000	0.9543	1.0337	1.0857	1.0476	1.0402	1.0476	1.0476	1.0476
2006/2007	0.8950	0.9745	1.0144	1.0083	1.1909	1.0911	1.0482	1.0545	1.0659	1.0633	1.0633	1.0633
2007/2008	1.1186	1.0265	1.0176	1.0415	0.9266	1.0134	1.0222	0.9987	1.0365	1.0402	1.0402	1.0402
2008/2009	0.9636	1.0149	1.0389	1.0323	1.0956	1.0385	1.0145	1.0210	1.0558	1.0540	1.0540	1.0540
2009/2010	0.9968	1.0371	1.0302	1.0311	1.2594	1.2047	1.2128	1.2117	1.2553	1.2494	1.2494	1.2494
平均	0.9914	0.9918	1.0081	1.0201	1.0883	1.0881	1.0705	1.0579	1.0790	1.0792	1.0792	1.0792
总平均	0.9893	0.9893	0.9895	0.9897	1.0688	1.0681	1.0679	1.0676	1.0574	1.0566	1.0566	1.0566

注: 本表固定基期年份 Malmquist 指数采用第一年(即 1978 年)为固定基期年份, Fixed - Window - Malmquist 指数窗口设置, 所以对应有 3 个窗口, 依次定义为 First(F)、Second(S) 和 Third(或 Last L) Window, 并均采用“前推窗口”设置。首尾各期不完整窗口, 本文直接采用不完整窗口分析

第二阶段(1985—1991 年)。家庭联系承包责任制的一次性增长效应以 1984 年首次“卖粮难”结束,农业重新陷入困境,包括对家庭联系承包责任制出现新的争论。1984 年后一个典型现象是乡镇企业异军突起,这一方面促进了劳动力转移,但在缺乏“反哺”机制条件下,农业生产要素大量外流。另外,改革重点开始转向城市,工业品市场化改革导致化肥、机械等要素价格上涨,但为抑制通货膨胀,农产品价格却被设置上限,农业贸易条件急剧恶化。TFP 增长回落到 3.50% 左右,主要由技术进步贡献,技术效率在绝大多数年份呈恶化状态。

第三阶段(1992—1996 年)。此阶段政府明确建立市场经济体制,改革进程显著加快。农业亦不例外,农产品市场价格形成机制逐步建立。1993 年粮食实现购销同价和“保量放价”,统销制度彻底退出历史。1991—1996 年,农产品政府定价份额由 22.20% 下降至 16.90%,政府指导价由 20.00% 下降至 4.10%,市场调节价由 57.80% 上升至 79.00%,1993 年出台粮食最低保护价政策。农业 TFP 增长接近 7.00%,主要由技术进步贡献,年均 10.00% 左右,技术效率仍不断恶化。

第四阶段(1997—2001 年)。这是农业发展较困难时期。受亚洲金融危机、通货紧缩等大环境影响,“三农”问题凸显。受上一阶段粮食持续增产影响,农产品出现结构性过剩,“谷贱伤农”。此时,分税制改革对基层财政影响日益明显,农民减负成为农业政策重点。加上 1998 年严重自然灾害。这些因素都反映在农业 TFP 的回落上,年均增长 5.00% 左右,主要由技术效率恶化导致,技术进步仍较显著。

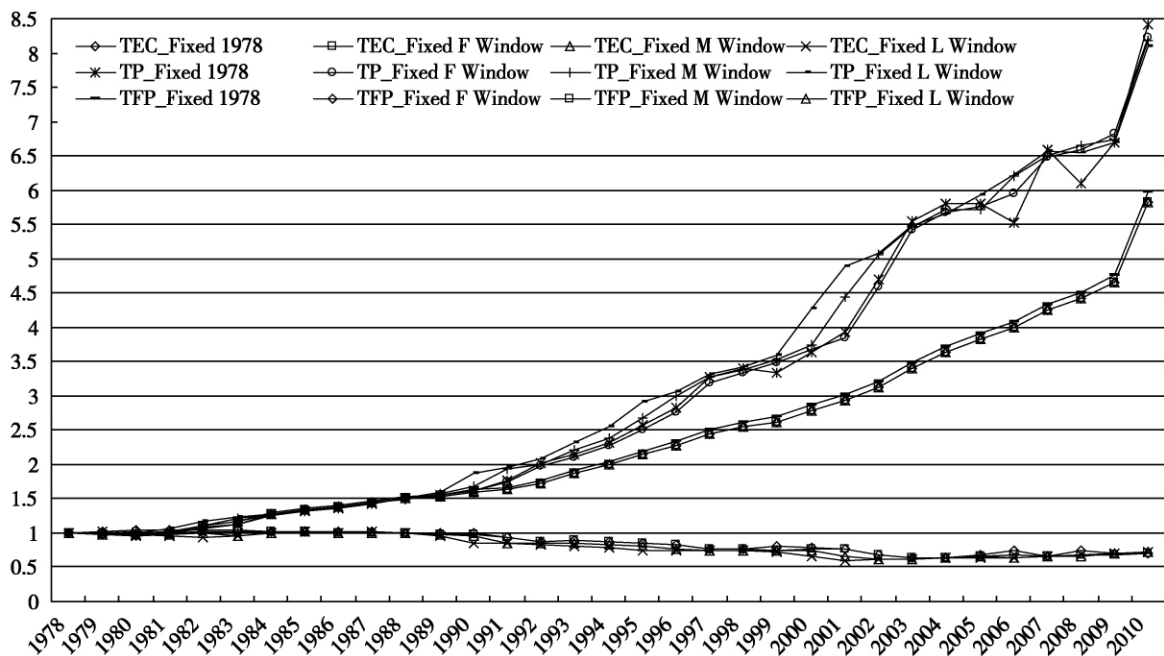


图 1 中国农业累积全要素生产率指数及其分解的时间趋势图(1978—2010 年)

第五阶段(2002—2010 年)。农业持续低迷引起中央政府高度重视,并一直将其作为所有工作重中之重,这从历年“一号文件”中可以得到反映。新世纪以来 TFP 一直维持高位增长,年均增长近 8.00%,主要由技术进步贡献,技术效率不再恶化,甚至出现改善迹象。这相对于上述几个阶段的增长模式而言应该是一个非常有利的信号。

表 3 中国分省份农业全要素生产率增长与分解的空间分布特征(1978—2010 年)

年份/指标	技术效率变化指数				技术进步指数				全要素生产率增长指数			
	Fixed 1978	First Window	Second Window	Third Window	Fixed 1978	First Window	Second Window	Third Window	Fixed 1978	First Window	Second Window	Third Window
北京	1.0031	1.0031	1.0031	1.0033	1.1816	1.1799	1.1799	1.1797	1.1852	1.1835	1.1835	1.1835
上海	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.1313	1.1295	1.1295	1.1295	1.1313	1.1295	1.1295	1.1295
浙江	0.9930	0.9930	0.9930	0.9930	1.1137	1.1120	1.1120	1.1119	1.1060	1.1042	1.1042	1.1042
天津	1.0165	1.0163	1.0163	1.0168	1.0843	1.0831	1.0830	1.0826	1.1022	1.1007	1.1007	1.1007
高速组	1.0031	1.0031	1.0031	1.0032	1.1272	1.1256	1.1256	1.1254	1.1307	1.1290	1.1290	1.1290
江苏	0.9980	0.9980	0.9985	0.9985	1.0816	1.0809	1.0802	1.0802	1.0794	1.0786	1.0786	1.0786
广东	1.0006	1.0006	1.0010	1.0011	1.0577	1.0571	1.0567	1.0566	1.0584	1.0578	1.0578	1.0578
辽宁	0.9961	0.9961	0.9963	0.9976	1.0592	1.0604	1.0602	1.0588	1.0551	1.0563	1.0563	1.0563
福建	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0562	1.0555	1.0555	1.0555	1.0562	1.0555	1.0555	1.0555
河北	0.9878	0.9878	0.9885	0.9885	1.0682	1.0685	1.0678	1.0678	1.0552	1.0555	1.0555	1.0555
山东	0.9925	0.9925	0.9931	0.9931	1.0634	1.0635	1.0628	1.0628	1.0554	1.0555	1.0555	1.0555
宁夏	0.9834	0.9834	0.9834	0.9835	1.0709	1.0699	1.0699	1.0698	1.0531	1.0521	1.0521	1.0521
吉林	0.9888	0.9886	0.9886	0.9888	1.0642	1.0633	1.0633	1.0632	1.0523	1.0513	1.0513	1.0513
陕西	0.9995	0.9995	0.9998	0.9998	1.0523	1.0517	1.0513	1.0513	1.0518	1.0512	1.0512	1.0512
快速组	0.9941	0.9940	0.9943	0.9945	1.0637	1.0634	1.0630	1.0629	1.0574	1.0571	1.0571	1.0571
黑龙江	0.9785	0.9784	0.9784	0.9785	1.0737	1.0727	1.0727	1.0727	1.0506	1.0496	1.0496	1.0496
新疆	0.9813	0.9813	0.9816	0.9816	1.0700	1.0692	1.0688	1.0688	1.0500	1.0492	1.0492	1.0492
广西	0.9952	0.9952	0.9952	0.9952	1.0543	1.0515	1.0515	1.0515	1.0493	1.0465	1.0465	1.0465
安徽	0.9770	0.9770	0.9770	0.9770	1.0725	1.0707	1.0707	1.0707	1.0478	1.0461	1.0461	1.0461
湖北	0.9879	0.9879	0.9879	0.9879	1.0597	1.0589	1.0589	1.0589	1.0469	1.0461	1.0461	1.0461
甘肃	0.9922	0.9922	0.9923	0.9924	1.0499	1.0498	1.0497	1.0496	1.0417	1.0416	1.0416	1.0416
山西	0.9859	0.9859	0.9859	0.9860	1.0560	1.0557	1.0557	1.0556	1.0412	1.0409	1.0409	1.0409
河南	0.9847	0.9847	0.9849	0.9849	1.0559	1.0560	1.0557	1.0557	1.0398	1.0398	1.0398	1.0398
内蒙古	0.9675	0.9675	0.9681	0.9718	1.0678	1.0712	1.0705	1.0665	1.0331	1.0364	1.0364	1.0364
江西	0.9814	0.9814	0.9814	0.9814	1.0563	1.0558	1.0558	1.0558	1.0367	1.0362	1.0362	1.0362
四川	0.9876	0.9876	0.9876	0.9876	1.0511	1.0482	1.0482	1.0482	1.0380	1.0351	1.0351	1.0351
云南	0.9834	0.9834	0.9843	0.9851	1.0521	1.0511	1.0501	1.0493	1.0346	1.0337	1.0337	1.0337
中速组	0.9835	0.9835	0.9837	0.9841	1.0599	1.0592	1.0590	1.0586	1.0425	1.0418	1.0418	1.0418
湖南	0.9811	0.9811	0.9811	0.9811	1.0514	1.0498	1.0498	1.0498	1.0315	1.0299	1.0299	1.0299
青海	0.9857	0.9855	0.9857	0.9861	1.0359	1.0364	1.0363	1.0358	1.0212	1.0214	1.0214	1.0214
贵州	0.9730	0.9730	0.9731	0.9737	1.0471	1.0445	1.0444	1.0438	1.0188	1.0163	1.0163	1.0163
慢速组	0.9799	0.9799	0.9800	0.9803	1.0448	1.0436	1.0435	1.0431	1.0238	1.0225	1.0225	1.0225
东部	0.9988	0.9987	0.9990	0.9992	1.0897	1.0890	1.0888	1.0885	1.0884	1.0877	1.0877	1.0877
中部	0.9849	0.9849	0.9851	0.9857	1.0551	1.0544	1.0541	1.0535	1.0392	1.0384	1.0384	1.0384
西部	0.9832	0.9831	0.9832	0.9832	1.0612	1.0604	1.0603	1.0603	1.0434	1.0425	1.0425	1.0425
总平均	0.9893	0.9893	0.9895	0.9897	1.0688	1.0681	1.0679	1.0676	1.0574	1.0566	1.0566	1.0566
标准差	0.0104	0.0104	0.0103	0.0101	0.0294	0.0292	0.0292	0.0293	0.0351	0.0348	0.0348	0.0348

注: 本表中各指数为分省历年的几何平均数, 总平均数亦为各年份的几何平均数。其中, 东部地区包括北京、天津、河北、广东、福建、江苏、辽宁、上海、浙江和山东 10 个省份, 中部地区包括吉林、湖北、黑龙江、湖南、山西、河南、江西和安徽 8 个省份, 西部地区包括内蒙古、广西、陕西、新疆、甘肃、宁夏、青海、四川、云南和贵州 10 个省份。海南和重庆分别纳入到广东和四川。相关核算未包括港澳台地区, 仅限于中国大陆。

(三) 农业 TFP 增长及其成分的空间分布特征

从省际层面看, 改革开放以来农业 TFP 及成分的空间差异明显, 根据 TFP 增长速度将其划分为

高速、快速、中速和慢速 4 组(见表 3)。其中,以京津沪三大直辖市和沿海典型发达省份为代表的东部地区 TFP 增长最强劲,他们几乎全都被纳入高速组和快速组,引领中国农业的 TFP 增长。作为传统农业大省和粮食主产区的中部 6 省生产绩效却不理想,他们全都被纳入到中速组和慢速组,这某种程度上说明了他们的农业增长可能很大程度上来自于生产要素投入,TFP 贡献有限。西部省份农业 TFP 增长差异较大,例如宁夏和陕西增长显著,但总体来看,整个西部地区表现并不理想,基本都被划入到中速组和慢速组,尤其是贵州和青海处于垫底位置。从平均水平看,西部地区(4.30%左右)比中部地区(3.80%左右)高,这主要与西部省份差异性较大有关,许多中部省份 TFP 较大多数西部省份高。当然,东部省份农业 TFP 增长水平最高(8.80%左右)。

从 TFP 成分看,与全国整体情况类似,各省份农业 TFP 增长主要来源于技术进步贡献,除了京津粤外,绝大多数省份技术效率均存在不同程度恶化,而那些技术效率存在不同程度改善或恶化程度较低的省份农业 TFP 增长速度则较快。空间分布证据初步表明,相对东部省份,中西部地区尤其是中部农业大省所面临资源约束压力较大,加快转变农业发展方式尤其是转向 TFP 驱动的发展模式迫在眉睫。

(四) 技术方法学层面上的讨论

第一,基于固定窗口(Fixed Window)和固定基期年份(Fixed Year)的 Malmquist 指数能够有效缓解标准当期(Contemporaneous) Malmquist 指数经常遇到的技术退步尴尬。本文实证分析农业技术退步的年份尤其是在所设计 Fixed - Window - Malmquist 指数中大大减少,但也并没有被彻底解决,在少数靠近固定窗口的 DMU 仍局部会出现技术退步现象,随着生产前沿面空间的扩展,技术退步现象逐渐消失。这实际上说明,如果假设“技术”存在可“累积”而不被“遗忘”的性质的话,农业技术进步速度要比当期 Malmquist 指数核算中技术进步速度要高得多。本文实证表明如果固定住基期窗口参考技术,这一参考技术在整个转型期基本上都是可行的,也就是说相对改革开放初期而言,农业技术基本上都一直处于进步状态。但在许多当期 Malmquist 指数研究文献中,农业技术却常出现退步现象,这主要因为当期生产技术在下一期生产不可行时而产生。农业技术退步不符合经济人逻辑,除非有人强迫生产者放弃原有技术并在新的技术可能性集合中选择效率较低的技术。因为 DEA 是一种数据驱动方法,技术退步现象往往产生于 DMU 数据方面的原因,例如生产结构强制性调整、极端性气候变化等,但这并不意味农业技术真的在退步。所以当期 Malmquist 指数会很大程度上低估农业技术进步及 TFP 增长速度。或者反过来讲,本文所设计 Fixed - Window - Malmquist 指数较经典当期 Malmquist 指数会对技术进步及生产率核算结果存在一定程度的高估。这也可以解释为什么在上述各阶段,论文所核算的农业技术进步及 TFP 增长速度都较高,尤其比一般当期 Malmquist 指数文献要高。

第二,DEA 框架中技术进步与技术效率变化存在某种程度的背离关系,本文 Fixed - Window - Malmquist 指数亦不例外,蕴含“逆水行舟、不进则退”的思想。在其他条件不变情况下,技术进步速度越快意味生产前沿面向外扩张速度越快,即使某个 DMU 实际生产位置没有发生变化,但其技术效率状态也可能是恶化的;反之,技术进步的停滞就可能意味 DMU 技术效率的相对改善。其根本原因在于 DEA 衡量的是一种相对效率,而非绝对效率,其效率状态是相对“最佳实践者”及其构成的生产前沿面而言的。所以,一般而言,DEA 方法所求得技术进步与技术效率变化方向往往相反,也就意味技术进步过快往往伴随技术效率的恶化,这本质上仍与 DEA 数据驱动性质有关。因此,本文中技术效率的持续恶化在一定程度上与第一点中提到的 Fixed - Window - Malmquist 指数技术进步速度较高有关,农业技术“落后者”省份对“最佳实践者”省份的“追赶”(Catching up)恰恰反映了这种“不进则退”的思想。

第三, Fixed - Window - Malmquist 指数中固定窗口的选择(如 First、Second 和 Third Window)不会对 TFP 核算结果产生任何影响,但会对 TFP 的构成成分技术进步和技术效率变化产生较大影响。三种窗口选择下整体及分省份农业 TFP 增长核算结果完全相同(见表 2 第 11 - 13 列),但不同窗口下所核算技术进步和技术效率变化存在一定差别(见表 2 第 3 - 5、7 - 9 列)。从本文 Malmquist 生产率指数构造原理可以看出, Malmquist 指数的测算仅仅涉及到公式所定义的固定窗口 $D_W^{\text{fixed}}(x^t, y^t)$, 而实际上与各周期所在窗口无关, 所以无论采用第几个窗口, Malmquist 生产率指数都是一样的。但在计算 TEC ($TEC = \frac{D_W^b(x^b, y^b)}{D_W^a(x^a, y^a)}$) 和 TP ($TP = \frac{D_W^{\text{fixed}}(x^b, y^b)}{D_W^{\text{fixed}}(x^a, y^a)} \times \frac{D_W^a(x^a, y^a)}{D_W^b(x^b, y^b)}$) 时, 必然会涉及各周期所在具体窗口, 此时如何来定义窗口(具体采用第几个窗口)将直接影响到 TEC 和 TP 具体结果。这也就是本文前面提到的为什么 Fixed - Window - Malmquist 指数只在计算生产率时回避了窗口选择的难题, 但在计算构成成分时仍需要选择窗口。所以, 本文所设计 Malmquist 指数有一个重要优势: 其所核算生产率与具体窗口选择无关。这不仅大幅度提高了生产率核算的稳健性, 也从根本上解决了 Asmild 等(2004)指出的已有文献关于 Window - Malmquist 指数核算中存在的问题。当然, 技术进步和技术效率变化仍然与窗口选择相关。

五、结论性述评

已有农业 TFP 文献广泛采用当期 DEA 技术构造 Malmquist 指数, 将其分解为技术进步和技术效率变化(包括规模效率和纯技术效率变化)等成分, 观察农业生产率变化及其源泉。当期 Malmquist 指数经常会因为当期生产技术在下一期不可行而遭遇技术退步及线性规划无解等“尴尬”, 并可能低估技术进步及 TFP 增长速度。序列(Sequential) DEA 和全局(Global) DEA 试图通过重构生产前沿面来解决这一问题, 但又会遇到经济理论解释的“无力”。作为当期、序列与全局 DEA 的折衷, 立足于窗口(Window)思想的 DEA 技术开始与 Malmquist 指数结合, 这种相邻参比(Adjacent)的 Window - Malmquist 指数开始在一些实证中得到应用。但这一指数并不完美, 存在诸多问题, 例如具体窗口选择、生产率分解的缺陷等。

本文继续沿用窗口思想, 借鉴固定基期(Fixed) Malmquist 生产率指数思路, 基于固定窗口来重新设计 Window - Malmquist 指数, 并将其定义为 Fixed - Window - Malmquist 生产率指数。该指数不仅可以有效缓解技术退步和线性规划无解等问题, 保留了 Malmquist 指数的良好结构性框架, 而且有效回避了窗口选择、TFP 指数分解等难题, 通过不同窗口条件下 Malmquist 指数及其构成的一一对照, 亦可提高 TFP 及其成分估计的稳健性。本文最后将该指数应用于转型期农业 TFP 核算与分解, 经验证据印证了模型设计时的一些技术方法学判断, 并得出了一些富于政策意义的实证结论。

转型期中国农业 TFP 取得了快速增长, 除了顾海(2002)研究所得改革开放初期的 7.52% 以外, 本文实证比一般文献均要高一些(见表 4)。正如本文技术方法学部分所指出, Fixed - Window - Malmquist 指数采用固定基期窗口参考技术, 实际上是假定技术进步存在“记忆”和“累积”性质, 实证表明固定基期(1978 年, $w = 3$)的参考技术在整个转型期基本都是可行的, 并有效消除了技术退步的尴尬。但经典当期 DEA 参考技术实际上随着执行期不断后移而不断动态移动, 并不具备“累积”性质, 甚至还可能出现当期生产技术在下一期不可行的情况。那么, 固定基期参考技术估计的技术进步速度肯定比当期 DEA 参考技术要高得多。参考技术的确定是生产率 DEA 非参数估计的内核, 技术进步的“累积”性质就必然会反映到 TFP 的高增长速度上。这也正是为什么本文所估计 TFP 增长较一般文献要高的本质原因。

表 4 一些文献对不同时期中国农业全要素生产率增长的估计 (%)

文献	产出变量	投入变量	TFP 增长(年份)
Fan(1991)	农业生产总值	劳动力、土地、机械、化肥、有机肥	2.13(1965—1985 年)
Lin(1992)	粮食作物和经济作物产值	劳动力、土地(耕地)、拖拉机、役畜、化肥	3.42(1978—1984 年), 0.68(1984—1987 年)
顾海等(2002)	未说明	未说明	7.52(1980—1984 年), -0.74(1984—1989 年), 3.15(1989—1995 年)
陈卫平(2006)	农业生产总值	劳动力、土地(播种面积)、机械、役畜、化肥、有机肥、灌溉	4.04(1990—1995 年), 0.21(1995—2000 年), 4.22(2000—2005 年)
全炯振(2009)	农业生产总值	劳动力、土地(播种面积)、机械、化肥	1.2(1978—1984 年), -1.0(1984—1991 年), 2.5(1991—1996 年), 0.7(1996—2007 年)
李谷成(2009)	农业生产总值	劳动力、土地(播种面积)、机械、役畜、化肥、灌溉	2.5(1978—1984 年), 0.5(1985—1991 年), 4.2(1992—1996 年), 2.6(1997—2000 年), 5.0(2001—2005 年)

资料来源: 作者根据相关文献整理

不过, 本文实证并未改变已有文献(见表 4)对农业 TFP 具体增长模式的一些基本判断, 即转型期农业 TFP 增长主要由技术进步贡献, 技术效率基本处于恶化状态。但本文所设计生产率指数的技术特性更进一步凸显了“逆水行舟、不进则退”的思想, 因为技术进步的“累积”和“记忆”, 无形中会抬高参考技术基准的高度, 也就会进一步导致技术效率恶化, 所以本文实证中转型期农业技术进步速度和技术效率的恶化状况均较一般文献要明显, 加深了对农业 TFP 增长具体来源的这一判断。在农业 TFP 增长的时间趋势和省份空间分布判断上, 本文也与上述文献基本一致, 差异并不明显。从时间趋势看, TFP 对农业增长的贡献基本上是顺周期的, 大致可以分为 5 个阶段, 各阶段表现出了不同的趋势特征, 并明显与各时期农业政策特点相关。从空间分布看, 各省份农业 TFP 增长差异明显, 本文对此进行了大致空间划分, 并分析了各组 TFP 特征及其所面临农业资源压力。所以, 本文所设计生产率指数主要着眼于技术退步和线性规划无解的尴尬, 并不会改变一些对 TFP 具体增长模式和特性的判断。本文实际上也进一步说明了 DEA 非参数方法的数据驱动性质, 只要数据结构不发生变化, DEA 的估计结论也往往会相似。

最后, 本文实证包含了较丰富的政策含义。改革开放以来农业科技研发体系在前沿技术创新上相对成功, 直接推动了农业前沿技术进步; 但农业技术推广体系在前沿技术扩散上相对失败, 直接导致了农业技术效率的持续恶化。未来中国农业发展必须着眼于技术效率改善问题, 提高农业科技成果的转化率, 通过前沿技术进步与技术效率改善“齐头并进”来共同推动 TFP 增长, 最终扩大 TFP 对整个农业增长的贡献份额, 加快农业发展方式的转变。

参 考 文 献

1. Asmild Mette J. C. Paradi V. Aggarwall J. C. Schaffnit 2004, Combining DEA Window Analysis with the Malmquist Index Approach in a Study of the Canadian Banking Industry, Journal of Productivity Analysis 21: 67 ~ 89
2. Coelli Tim J. D. S. Prasada Rao and George E. Battese 1998, An Introduction to Efficiency to Efficiency and Productivity Analysis, Bos-

- ton ,MA: Kluwer Academic Publishers
3. Fan Shenggen ,1991 ,Effects of Technological Change and Institutional Reform on Production Growth in Chinese Agriculture ,*American Journal of Agricultural Economics* ,73: 266 ~ 275
 4. Fare ,Rolf ,Shawna Grosskopf and Carl A. Pasurka Jr. 2007 ,Pollution Abatement Activities and Traditional Productivity ,*Ecological Economics* ,62: 673 ~ 682
 5. Goto ,M. and M. Tsutsui ,1998 ,Comparison of Productive and Cost Efficiencies among Japanese and US Electric Utilities ,*OMEGA: International Journal of Management Science* 26(2) : 177 ~ 194
 6. Henderson ,D. J. And R. R. Russell 2001 ,Human Capital and Convergence: a Production – frontier Approach ,Revised Working Paper , University of California
 7. Kumbhakar ,S. C. and C. A. K. Lovell 2000 ,*Stochastic Frontier Analysis*. Cambridge University Press
 8. Lambert ,D. K. and E. Parker ,1998 ,Productivity in Chinese Provincial Agriculture ,*Journal of Agricultural Economics* ,49(3) : 378 ~ 392
 9. Lin ,Justin Yifu ,1992 ,Rural Reforms and Agricultural Growth in China ,*American Economic Review* ,82(1) : 34 ~ 51
 10. Los B ,Timmer M P. 2005 ,The Appropriate Technology Explanation of Productivity Growth Differential: an Empirical Approach ,*Journal of Development Economics* ,77(2) : 517 ~ 531
 11. Mao ,Weining ,Koo ,Won W ,1997 ,Productivity Growth ,Technological Progress ,and Efficiency Change in Chinese Agriculture after Rural Economic Reforms: a DEA Approach ,*China Economic Review* 2: 157 ~ 174
 12. Pastor ,J. T. ,Lovell ,C. A. K. 2005 ,A Global Malmquist Productivity Index ,*Economic Letters* ,88(2) : 266 ~ 271
 13. Sueyoshi ,T. And S. Aoki 2001 ,A Use of Nonparametric Statistic for DEA Frontier Shift: the Kruskal and Wallis Rant Test ,*OMEGA: International Journal of Management Science* 29: 1 ~ 18
 14. Thore ,S. ,G. Kozmetsky and F. Phillips ,1994 ,DEA of Financial Statements Data: the US Computer Industry ,*Journal of Productivity Analysis* 5: 229 ~ 248
 15. Wen ,G. J. ,1993 ,Total Factor Productivity Change in China ' s Farming Sector: 1952—1989 ,*Economic Development and Cultural Change* ,42: 1 ~ 41
 16. Wu Shunxiang ,David Walker ,Stephen Devadoss ,and Yao – chi Lu 2001 ,Productivity Growth and its Components in Chinese Agriculture after Reforms ,*Review of Development Economics* 5(3) : 375 ~ 391
 17. Xu Xiaosong and Scott R. Jeffrey ,1998. Efficiency and Technical Progress in Traditional and Modern Agriculture: Evidence from Rice Production in China ,*Agricultural Economics* ,18: 157 ~ 165
 19. 顾 海 ,孟令杰 . 中国农业 TFP 的增长及其构成 . 数量经济技术经济研究 2002(10)
 20. 郭庆旺 ,贾俊雪 . 中国全要素生产率的估算: 1979—2004. 经济研究 2005(6) : 51 ~ 60
 21. 李谷成 . 技术效率、技术进步与中国农业生产率增长 . 经济评论 2009(11) : 60 ~ 68
 22. 孟令杰 . 中国农业产技术效率动态研究 . 农业技术经济 2000(5) : 1 ~ 4
 23. 米建伟 ,梁 勤 ,马 骅 . 我国农业全要素生产率的变化及其与公共投资的关系 . 农业技术经济 2009(3) : 4 ~ 16
 25. 石 慧 ,孟令杰等 . 中国农业生产率的地区差距及波动性研究 . 经济科学 2008(3) : 20 ~ 33
 26. 王 争 ,郑京海 ,史晋川 . 中国地区工业生产绩效: 结构差异、制度冲击及动态表现 . 经济研究 2006(11) : 48 ~ 71

责任编辑 吕新业