

中国农业全要素生产率增长： 技术推进抑或效率驱动^{*}

——一项基于随机前沿生产函数的行业比较研究

李谷成 冯中朝

(华中农业大学经济管理学院 武汉 430070)

内容提要 本文利用省级层面农业行业面板数据和随机前沿生产函数模型,系统研究了改革开放以来农业内部各行业的全要素生产率增长与行业差异,重点将生产率增长分解为技术进步和技术效率变化两部分,正确识别出各行业生产率增长的不同贡献来源,为全面认识中国农业 TFP 增长提供深刻的行业基础。实证表明:改革开放以来农业各行业 TFP 增长较大;整体上具有较强的技术推进特征,但行业差异较大;这在 20 世纪 80 年代表现并不明显,当时只是不同行业间表现出了较为典型的不同的增长模式;普遍大规模的技术进步和效率损失主要发生在 20 世纪 90 年代以来,农业生产率增长开始由技术推进主导;总体上各行业生产率增长基本都由技术推进或效率驱动单独贡献,没有出现“双驱动”模式。由于技术推进和效率驱动蕴含着不同的政策含义,因此需要根据不同的行业特征采取针对性的经济政策。

关键词 全要素生产率 技术进步 技术效率 随机前沿生产函数

一、问题的提出

改革开放以来,中国农业取得了巨大的成功,有力地回答了“谁来养活中国”的命题。但中国人口和经济在未来仍将持续增长,而人多地少、自然灾害频发等农业资源禀赋差的长期性矛盾在短期内仍无法获得根本改观。未来能否保证农产品的供需基本平衡?农业如何适应居民生活质量提高和营养多样化的需求至为关键。毫无疑问,这一方面依靠农业生产要素特别是现代农用工业品投入的增长;另一方面则主要依靠生产要素使用效率的提高。笔者认为后者对农业的可持续发展更有意义,在资源与市场等多重约束条件下,未来中国农业必须坚持走集约型增长的发展道路。现代经济学中,衡量增长方式的方法主要是看全要素生产率(Total Factor Productivity TFP)对增长的贡献大小,实现增长方式的转变,在很大程度上就是要扩大 TFP 对增长的贡献份额。从 TFP 的角度来看,集约型增长也有着具体不同的实现路径。例如,除了要求实现持续的技术进步、解决要素的技术结合问题外,还依赖于要素的社会结合形式,能否提供有效的制度安排,保证技术创新成果能够为广大农民所共享,需提高技术效率,而且不同的实现路径对农业内部不同行业也可能并不相同,正确识别出由技术进步主导还是由效率增进主导的集约型增长模式,蕴含着不同的政策含义。这就需要进一步寻找 TFP 增

^{*} 项目来源:感谢国家自然科学基金项目“全要素生产率与转变农业发展方式的理论和实证”(编号:70903027)和教育部人文社会科学研究项目“中国农业全要素生产率增长及其影响因素的实证研究”的资助

长的源泉。

McMillan(1989)、Tang(1982)、Wen(1993)等较早对中国农业 TFP进行了研究, Fan(1991)、Lin(1992)和乔榛(2006)在他们的基础上进一步对其制度影响因素进行了分析。但一般认为, 上述研究在方法上尚存在一定不足: 即隐含着生产单位处于生产前沿面上生产的假定, 具体到 TFP求解上, 就是将 TFP增长直接等同于技术进步。经验研究证明这对发展中国家并不适用 (Felipe, 1999), 微观上农户也仅仅是部分参与不完全的投入和产出市场 (弗兰克·艾利思, 2006), 不能利用他们本来可以利用的最高生产函数。因此, 通过放弃完全效率假设和构造生产前沿面来将 TFP增长分解为技术进步和技术效率是当前实证研究的重点。从方法演进脉络来看, 生产前沿面方法主要分为非参数法和参数法。非参数法中应用最广的是 DEA方法, 例如 Mao and Koo(1997)、Lambert and Parker(1998)、孟令杰(2000)、Wu et al.(2001)和陈卫平(2006)等利用 Malmquist指数对农业加总数据的分解。参数法则以随机前沿生产函数 (Stochastic Frontier Approach, SFA)为代表, Kalrajan et al.(1996)和 Xu(1998)等对其应用于农业领域进行了初步探索。但相对于 DEA, SFA在农业领域的应用显得很有限, 主要集中于工业及其具体行业。事实上, 对于中国经济而言, SFA估计总体上要优于 DEA估计, 稳健性更强 (傅晓霞, 2007)。特别对农业而言, SFA的应用前景应该更广泛。因为 DEA是一种数据驱动的纯线性规划方法, 构造出确定性生产前沿面, 无法考虑随机因素的影响, 而 SFA则在实现对生产过程进行精确描述的同时, 纳入经典白噪声项, 充分考虑到随机因素对前沿面的影响, 这也就与农业生产的本质特征^{*}高度一致。

即使从研究内容来看, 已有研究也大多数局限于对农业总量生产函数及总量 TFP进行讨论, 这可能会存在一定程度的不足。对农业而言, 不同作物品种的技术性质、投入产出过程以及对外部条件的敏感性都会存在较大差异, 这意味着各自的生产函数并不相同 (厄尔·O·黑迪, 1991)。Fan(1997)曾深入论证了不同作物品种投入与产出加总过程中可能会对有关估计产生的偏差及其后果。与研究方法的结合来看, 生产前沿面方法在估计前沿生产函数时, 生产前沿面只有在各生产单位处于相同的技术结构下才存在, 特别对不同作物品种的技术性质尤其如此, 所以只有在行业范围内估计前沿生产函数才是适合的。但据笔者所知, 目前相对农业总量 TFP农业分行业的全面 TFP测算、分解及比较文献还相当缺乏。笔者尝试着利用《全国农产品成本收益资料汇编》来弥补现有文献的不足。本文具体是在基于不同作物品种的行业面板数据基础上, 利用允许技术非效率和随机冲击同时存在的随机前沿生产函数模型, 采用密集形式的柯布—道格拉斯生产函数和时变 (Time-Varying)非效率项分布形式, 综合考察中国农业内部各行业 TFP增长与分解, 并进行全面的行业比较。

二、随机前沿生产函数模型与全要素生产率增长分解

(一) 技术进步与技术效率的区分

根据 Solow增长核算的思路, TFP可以被解释为产出变动中未被要素变动所能解释的部分。在生产前沿面分析框架内, 其增长可以被分解为技术进步 (Technological Progress, TP)和技术效率 (Technical Efficiency, TE)变化两部分。两者可以通过构造生产前沿面^{**}来反映, 生产前沿面是评判单个生产单元效率优劣的基准 (Benchmark), 落在前沿面上的生产单位被称为“最佳实践者 (Best Practice)”。现存可资利用的技术决定了生产前沿面的位置, 主要受限于现有的知识存量。生产前沿

* 即农业生产是经济再生产和自然再生产的结合, 其中存在着许多不可控因素

** 将所有的生产单位置于相同的技术结构下, 生产前沿面定义了最优的投入产出关系, 代表当前技术水平下每一种投入水平所对应的最大产出水平, 生产单位要么落在生产前沿面上, 要么位于该边界下面, 这取决于他们的技术效率

面的移动则反映了技术进步的作用,体现为既定要素投入下外生技术进步对生产前沿面的外推或内移上,这是生产率长期变动的直接来源。如果生产单位落在生产前沿面的“内部”,则技术上存在非效率。技术效率用某生产单位实际产出与对应于生产前沿面上可能的最大产出之间垂直距离来衡量,垂直距离越大,技术效率越低。这反映了既定技术条件和要素投入下,生产单位对生产前沿面的不断逼近或远离上。主要受生产单位掌握并实际能够运用现有知识存量能力的影响,反映了生产潜力的发挥程度,是短期生产率变动的主要来源。

两者所蕴含的政策含义也不相同。对农业而言,技术进步意味着一种“转变论”,即着眼于单纯的技术问题,大幅度地改变农业投入和技术,实现“迅速的技术定位”和持续的技术进步,这是集约型增长方式的基本前提和基础。但集约型增长并不意味着可以忽视技术进步的社会制度环境,还必须有相应的社会结合形式,实现前沿技术创新成果为广大农民所共享。所以,技术效率意味着一种“改良论”,即着眼于识别和消除阻碍农业实现高效率的障碍,农业政策的重点是制度创新和农业技术扩散等。如果单纯依靠技术进步,而忽视对现有资源的合理配置和技术效率提高,则必将造成生产无效和资源浪费。但如果技术效率过高,则意味着技术进步速度过慢,可能陷入了“贫穷而有效率”的特殊长期均衡状态中。所以技术效率过低或过高都不见得是公共政策的福音。

(二)全要素生产率增长的分解

随机前沿生产函数可以定义为:

$$Y_{it} = F(X_{it}, \eta) \exp(-u_{it}) \quad (1)$$

其中, Y 表示生产单位 $i(i=1, \dots, N)$ 在时期 $t(t=1, \dots, T)$ 的实际产出, $F(\cdot)$ 表示生产前沿面上的确定性前沿产出部分,代表了现有技术条件下一定要素投入的最大产出, X 是要素投入向量,时间趋势项 η 测度技术进步,非负项 $u \geq 0$ 表示基于产出(Output-Oriented)的相对于生产前沿面的技术非效率指数,该指数在式(1)中是随时间变化的。暂时将下标 i 省略,用 j 代表要素下标,即 X_j 表示要素投入 j 。

使用对数化形式的 $F(\cdot)$ 对时间趋势 η 求偏导可得:

$$\frac{d \ln F(X, \eta)}{dt} = \frac{\partial \ln F(X, \eta)}{\partial t} + \sum_j \frac{\partial \ln F(X, \eta)}{\partial X_j / X_j} \times \frac{dX_j / X_j}{dt} \quad (2)$$

(2)式中 $\partial \ln F(X, \eta) / \partial \eta$ 即技术进步,表示要素投入不变条件下前沿产出水平的变化,代表生产前沿面移动。右边第二项衡量既定技术条件下要素投入变化所引致的前沿产出变化。要素 j 的投入产出弹性表示为 $\epsilon_j = \partial \ln F(\cdot) / \partial \ln X_j$, 则(2)式转化为:

$$\frac{d \ln F(X, \eta)}{dt} = TP + \sum_j \epsilon_j \dot{X}_j \quad (3)$$

$\dot{X}_j = \partial \ln X_j / \partial t$ 表示要素 X_j 的变化率。

定义(3)中生产单位产出变动率 $\dot{Y} = \ln Y / dt$, 则 \dot{Y} 的分解式:

$$\dot{Y} = \frac{d \ln F(X, \eta)}{dt} - \frac{du}{dt} = TP + \sum_j \epsilon_j \dot{X}_j - \frac{du}{dt} = TFP + \sum_j \epsilon_j \dot{X}_j \quad (4)$$

令技术效率的变化(Changes in Technical Efficiency, TEC) $TEC = - (du/dt)$, 则: $TFP = TP + TEC$ 。

(三)随机前沿生产函数的具体设定

实证表明 C-D函数已经能够较好地描述中国农业增长,并具有简洁性、易于分解和经济含义明显的特点,如 Fan(1991)、Lin(1992)和乔榛等(2006)等,包括中国农业科学院农业经济研究所设计的

“我国农业科技进步贡献率测算方法”^{*}。

$$Y_{it} = A(\eta) K_{it}^{\alpha_K} L_{it}^{\alpha_L} M_{it}^{\alpha_M} \exp(\eta_{it} - u_{it}) \quad (5)$$

其中, $A(\eta) = \exp(A_0 + \delta\eta)$, 趋势变量 $\eta = 1, \dots, T$ 代表技术变化, 表示 t 时期全国该行业的前沿技术水平, δ 表示前沿技术进步速度; K_{it} 和 L_{it} 分别表示地区资本和劳动投入; M_{it} 表示土地投入; α_K , α_L 和 α_M 分别为各自产出的弹性, 与 δ 是待估参数, 式 (5) 中误差项为复合误差项, 由两个独立部分组成: η_{it} 是经典白噪声项, $\eta_{it} \sim \text{iidN}(0, \sigma_\eta^2)$, 主要包括测度误差以及各种不可控的随机因素, 如自然气候、运气等; u_{it} 是非负的, 表示第 i 个省份在第 t 年生产技术非效率项, 即在给定的技术和要素投入条件下, 实际所观察到的农业产出与潜在产出间的差距, 并且独立于纯随机误差 η_{it} 。所以:

$$TE_{it} = \frac{E(y_{it} | u_{it}, x_{it})}{E(y_{it} | u_{it} = 0, x_{it})} = \exp(-u_{it}) \quad (6)$$

若 $u_{it}=0$ 则 $TE_{it}=1$ 表明处于完全技术效率状态, 落在生产前沿面上; 若 $u_{it}>0$ 则 $0<TE_{it}<1$, 该状态为技术非效率, 位于生产前沿面之下。根据研究目的, 本文采用最为常见的 Battese and Coelli (1992) 的设定, 将 u_{it} 定义为时变形式:

$$u_{it} = \beta(\eta) u_i \beta(\eta) = \exp[-\eta(t - \bar{t})] \quad (7)$$

u_i 分布被假定服从非负断尾正态分布 (Truncations at Zero), 即: $u_i \sim N^+(\mu, \sigma_u^2)$, η 为待估参数, 表示技术效率变化率。

$$TEC = -\frac{\partial u_{it}}{\partial t} = \eta u_i \exp[-\eta(t - \bar{t})] = \eta u_{it} \quad (8)$$

由式 (5)、(7) 所确定的 SFA 模型参数估计可以通过构造方差参数 $\gamma = \sigma_u^2 / \sigma_\eta^2$, $\sigma_s^2 = \sigma_v^2 + \sigma_u^2$ ($0 \leq \gamma \leq 1$), 采取最大似然估计联合估计得出。

三、变量界定与数据处理

本文利用《全国农产品成本收益资料汇编》调查数据^{**}, 将每个省份当成一个生产单位作为研究对象, 该数据集多年形成下来便有了面板数据的性质。但由于许多作物品种缺乏种植面积的相关数据, 而该数据集提供的是全国分省农产品单位面积上的相关成本收益, 所以在尝试利用该数据集分析作物生产率时必须对式 (5) 施加一定假设和变形, 即假设农业生产具有规模报酬不变 (Constant Returns to Scale CRTS) 的性质。

这里必须强调一下该假设的合理性。首先必须说明规模报酬概念对农业生产只有理论意义, 而不具备实践价值。其纯粹的经济学含义是指所有要素投入按同一比例同时增减, 但农业中所有要素投入同比变化除了科研试验外, 实属不可能。其次, Coelli and Prasada Rao (2003) 也曾指出在产业部门层面上很难考虑可变规模报酬 (Variable Returns to Scale VRTS) 这一因素。第三, 一般也认为农业规模报酬是不变的 (弗兰克·艾利思, 2006; 林毅夫, 2005)。而农业部 (1997) “我国农业科技进步贡献率测算方法”^{***} 中, 也设定物质费用、劳动力和耕地产出弹性分别为 0.55、0.20 和 0.25 即暗含规模报酬不变的性质。第四, 即使不考虑实际条件, 使用 DEA 方法完全可以区分 CRTS 与 VRTS 两种技

* 农业部科技司于 1997 年 1 月 23 日发布“关于规范农业科技进步贡献率方法的通知”, 将中国农业科学院农业经济研究所设计的“我国农业科技进步贡献率测算方法”作为农口测算农业科技进步贡献率的统一使用方法。下文中仍将继续介绍和参考该方法

** 对于该数据集的相关调查工作和数据处理细节的详细介绍可以参考《全国农产品成本收益资料汇编》以及“全国成本调查”网站 www.npc.gov.cn/web/index.asp 中的详细介绍

*** 即公式: “农业科技进步率=农业总产值增长率-物质费用产出弹性×物质费用增长率-劳动力投入产出弹性×劳动力投入增长率-耕地投入产出弹性×耕地投入增长率”

术性质,分离出规模效率变化,但 Grifell-Taté 和 Lovell(1995)很快就证明了 VRTS下求解的 Malmquist 指数并不正确, Ray and Desli(1997)确认了这一点,因此农业 DEA-Malmquist 技术也往往在 CRTS假定下进行。

如此,在 CRTS假定下将总量函数(5)转化为针对土地的密集形式($\alpha_K + \alpha_L + \alpha_M = 1$)。

$$Y_{it} = K_{it}^{\alpha_K} L_{it}^{\alpha_L} \exp[\lambda_i + \delta t + (\gamma_{it} - u_{it})] \quad (9)$$

其中, $Y_{it} = Y_{it}/M_{it}$ 表示省份*i*时期*t*的地均产出, $K_{it} = K_{it}/M_{it}$ 表示地均资金投入, $L_{it} = L_{it}/M_{it}$ 表示地均劳动投入。(1)产出变量 Y_{it} 该年度各作物品种单位面积上主产品产量,单位为公斤/亩。(2)投入变量 K_{it} 该年度各作物品种单位面积上所花费的物质费用。因为农业中较为可靠的固定资本存量数据难以获取,一般以各分项投入计入,如机械、化肥和灌溉等。但正如厄尔·O·黑迪(1991)所指出,农业领域内本质不同的资本产品没有共同的物质单位,必须在一定程度上进行适度综合,用价值量来衡量以便于计算。鉴于已有文献的大多数处理方式,本文采用物质费用进行综合。并采用对应分省的历年农业生产资料价格指数(基年=100)将其折算成各自基期的不变价格,单位为元/亩。(3)投入变量 L_{it} 采用确定在给定量时实际的劳动力投入,单位为标准劳动日/亩。

具体估计方法采用三阶段最大似然估计。需要补充说明的是,本文进行的是行业比较研究,提供的结果也都是关于时间和省份的算术平均值,这对宏观政策导向及行业比较具有重要意义,但对微观农户意义上的政策含义引申应采取审慎态度(厄尔·O·黑迪,1991)。

四、实证结果与讨论

尽管《全国农产品成本收益资料汇编》提供了较为详尽的行业数据,但一些行业在早期年份仍存在缺失。笔者先对存在较完整数据的行业进行全部年份的估计。这包括,1978—2005年:早籼稻、晚籼稻、粳稻、小麦、玉米、大豆、花生、油菜籽和棉花;1980—2005年:茶叶、苹果、柑和桔;1979—2005年:中籼稻。这14个行业基本拥有改革开放以来的全部数据。考虑到1992年以邓小平“南巡讲话”和“十四大”为标志,经济运行机制发生了较大变化,农业一般也以此进行阶段划分,如 Lambert and Parker(1998)、农业部软科学委员会课题组(2001)等,笔者对这14个行业还分别进行了1978—1991年、1992—2005年两个子区间的分段观测,实证表明它们的估计差异还较为显著。另外还有一些行业是20世纪80年代末或90年代初开始的数据,所以在1992—2005年的估计中,笔者新加入了高粱、谷子、烤烟、晾晒烟、甘蔗、甜菜和桑蚕茧7个行业,行业总数达到21个。

(一)全要素生产率增长

从行业年均TFP增长来看,1979—2005年早籼稻增长0.15%、晚籼稻增长0.99%、粳稻增长0.99%、小麦增长1.03%、玉米增长1.17%、大豆增长1.39%、花生增长1.46%、油菜籽增长2.52%、棉花增长1.87%,中籼稻1980—2005年增长1.55%,1981—2005年茶叶增长0.26%、苹果增长2.01%、柑增长2.67%、桔增长1.65%,全行业平均增长1.39%。总体上,水果、油菜籽和棉花等对劳动力吸纳能力较强的经济作物增长相对较快,受耕地资源制约较强的土地密集型粮食作物相对缓慢,其中早籼稻最低。但1992年以前的增长结构特征又并非完全如此。1979—1991年年均TFP增长早籼稻下降0.28%、晚籼稻增长2.20%、粳稻增长1.12%、小麦增长0.70%、玉米增长1.97%、大豆增长0.64%、花生增长2.85%、油菜籽增长2.57%、棉花增长3.65%,中籼稻1980—1991年增长1.58%,1981—1991年茶叶增长0.78%、苹果下降3.05%、柑下降0.86%、桔增长2.74%,全行业平均增长1.19%。由此可见,整个20世纪80年代土地密集型粮食作物与劳动密集型经济作物生产率差距并不大,除早籼稻以外的谷类作物、花生、油菜籽、棉花等一起主导了这个时期的农业TFP增长,反而是除桔以外的水果TFP下降幅度较大。

从行业总平均变动趋势来看。整个 20 世纪 80 年代以 1984 年的转折点痕迹十分明显。1979—1984 年 TFP 基本处于平稳上升阶段, 这应该与家庭联产承包责任制和第一次农产品提价有关。1984 年开始, 平均 TFP 增长率持续下降。此时, 家庭联产承包责任制的一次性增量效应已基本释放完毕, 改革重点转向城市引发农业生产资料价格上涨及农业贸易条件的恶化, 而乡镇企业的蓬勃发展也加快了农业资源外流。20 世纪 80 年代末 90 年代初, 农业 TFP 开始出现恢复性增长, 这应该与农业的长期不景气引起中央政府对农业高度重视有关。

重点从 20 世纪 90 年代以来全面的行业比较来看, 1993—2005 年年均 TFP 增长最快的六大行业分别是: 柑增长 3.90%、甜菜增长 3.17%、桑蚕茧增长 3.16%、棉花增长 2.93%、高粱增长 2.43%、油菜籽增长 2.39%; 年均增长最慢的六个行业分别是: 茶叶下降 0.64%、甘蔗下降 0.03%、烤烟增长 0.08%、晚籼稻增长 0.18%、中籼稻增长 0.22%、早籼稻增长 0.52%。其中粮食作物年均增长 0.80%, 北方高粱最高, 为 2.43%, 南方水稻作物都很低; 油料作物年均增长 2.05%, 油菜籽稍高于大豆和花生, 但三者水平都较高; 烟叶作物都较低, 年均增长 0.40%, 晾晒烟增长 0.72% 高于烤烟; 糖料作物年均增长 1.57%, 北方甜菜显著高于南方甘蔗; 水果年均增长 2.10%, 以柑最高^{*}。与 80 年代的对比来看, 以谷类为主的粮食作物和油料、棉花等为主的经济作物及水果行业的生产率差距扩大主要发生在 90 年代以来。这可能与经济发展程度和人民生活质量提高、由以解决温饱保障粮食安全为主向质量型、效益型农业转变引发的农业结构性调整有关。全面的行业比较表明农业内部不同行业 TFP 增长确实存在较大差异, 从长期来看潜在比较优势的发挥是影响农业 TFP 增长的重要因素。

1992 年以后笔者都以全面的行业数据为基础做平均变动趋势分析(下文同此), 实际上两个估计的变迁趋势基本一致(见图 1)。1993—2005 年 21 个行业总体 TFP 年均增长 1.34%, 但年度波动较为剧烈, 在某些年份甚至出现倒退。这可能与该时期我国经济运行市场化、工业化和国际化进程加快、制度变迁剧烈、经济转型过程对农业产生较大影响有关, 农业开始面对如何应对外部环境剧烈变化的问题。1997 年以前, 除了 1994 年, TFP 增长总体处于逐年攀升和较高位运行状态。1997 年开始增速逐年下降, 这可能与当年的宏观经济波动、农产品结构性“买方市场”及农民负担问题恶化有关, 而 1998 年的负值应该与当年严重的自然灾害有关。21 世纪以来, TFP 增长重新呈现高位平稳运行态势, 2004 年达到峰值 10.07%, 这应该与中央政府新一轮空前力度的重农强农政策有关, 但不知为何 2005 年又下降。结合 80 年代 TFP 的表现来看, 本文认为农业 TFP 增长受农村经济制度变迁、宏观经济波动及经济政策变化等多种因素的影响。

(二) 技术进步

一般认为, 农业技术进步既包括狭义农业技术进步, 也包括农业经营管理技术或社会科学技术进步, 而本文测算的是广义技术进步。从行业年均技术进步率来看, 1979—2005 年早籼稻下降 0.50%、晚籼稻增长 0.90%、粳稻增长 0.22%、小麦增长 0.77%、玉米增长 1.48%、大豆增长 1.47%、花生增长 1.50%、油菜籽增长 1.60%、棉花增长 0.14%, 中籼稻 1980—2005 年下降 0.70%, 1981—2005 年茶叶增长 1.58%、苹果增长 2.15%、柑增长 2.35%、桔增长 2.63%。总体上, 除了早籼稻和中籼稻以外的农业各行业技术进步率非常高, 尤其是经济作物和园艺作物。但 1979—1991 年的估计表明较多行业在 80 年代的技术进步特征并不十分明显, 1979—1991 年早籼稻下降 1.46%、晚籼稻下降 0.39%、粳稻增长 3.91%、小麦下降 1.03%、玉米增长 4.20%、大豆增长 3.20%、花生增长 3.22%、油

* 粮食作物包括早籼稻、中籼稻、晚籼稻、粳稻、小麦、玉米、高粱和谷子, 油料作物包括大豆、花生和油菜籽, 烟叶作物包括烤烟和晾晒烟, 糖料作物包括甘蔗和甜菜, 水果包括苹果、柑和桔。另外本文中茶叶为各省绿茶、炒青、红茶、乌龙茶、紧压茶平均值, 还有少数年份苹果数据为内部分品种数据, 亦采用平均化处理

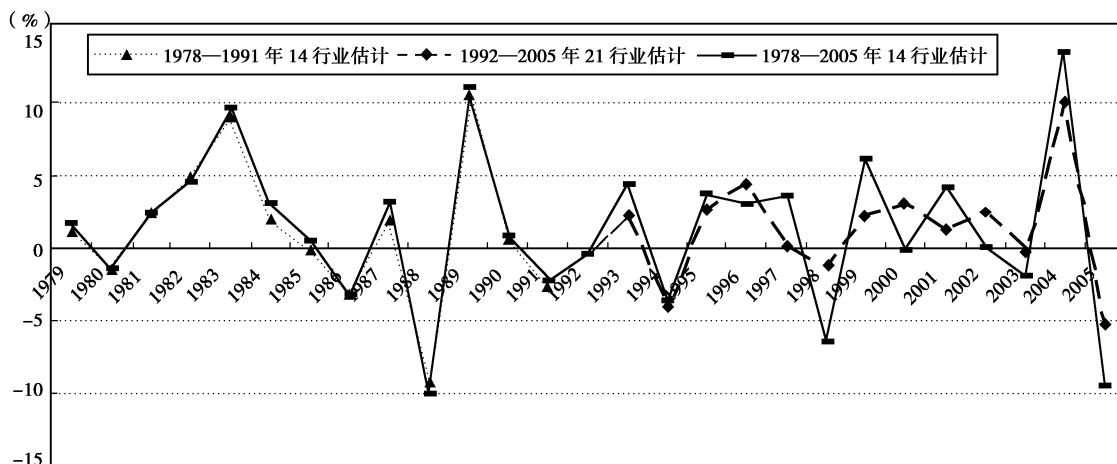


图 1 农业全要素生产率增长率变迁趋势示意图

菜籽下降 0.24%、棉花增长 0.29%，中粳稻 1980—1991 年增长 1.38%，1981—1991 年茶叶下降 0.36%、苹果下降 1.67%、柑下降 2.96%、桔增长 2.05%，总平均增长 0.72%。因此，可以初步推断出整个 80 年代那些技术进步特征不明显的行业所取得的 TFP 增长基本上属于效率驱动，但玉米、大豆、花生、桔及北方粳稻的技术进步特征较为明显，TFP 增长表现出典型的技术推进特征。

从 1993—2005 年全面的行业比较来看，上述 7 个技术进步率为负的行业在 20 世纪 90 年代全部转为正值，这表明中国农业大规模、普遍的技术进步特征主要发生在 20 世纪 90 年代以来。其中技术进步率增长最快的 6 大行业分别是：柑增长 5.59%、茶叶增长 5.27%、桑蚕茧增长 4.27%、甜菜增长 2.87%、苹果增长 2.77%、高粱增长 2.61%；最慢的六个行业分别是：中粳稻下降 0.70%、大豆下降 0.52%、晚粳稻增长 0.03%、棉花增长 0.13%、花生增长 0.16%和粳稻增长 0.36%；全部行业年均进步率为 1.59%；其中粮食作物年均增长 0.87%，以北方高粱最高，南方水稻较低；油料作物年均增长 0.65%，油菜籽最高为 2.32%，高于花生和大豆；烟叶作物年均增长 0.93%，晾晒烟较高，增长 1.29%；糖料作物年均增长 1.64%，北方甜菜显著高于南方甘蔗，为 0.40%，水果年均增长 3.21%，三者水平都很高。总体来看，这与前文的 TFP 增长结果较为一致，较高的技术进步率与较高的 TFP 增长率并存，但也存在少数相悖的行业，这肯定与技术效率的作用有关。值得说明的是，理论上一般不会出现前沿技术退步的情况，特别对于微观经济主体而言，这意味着一种非理性行为。但本文是省级层面上的行业研究，可能会出现人为强制性的生产、种植结构调整问题，对于一些技术退步情况，笔者坚持认为来自这些行业的实证仍然能够说明一定问题。

如何看待改革开放尤其是 20 世纪 90 年代以来中国农业所取得的农业前沿技术进步？一般认为中国以中央和地方农科院、农业院校为代表的分散化农业科研体系是相当成功的，特别在培育现代生物良种方面。长期以来尤其是改革开放以前，农业科研的重点主要集中于粮食作物上，内容、种类相对单一。本文发现改革开放尤其是 20 世纪 90 年代以来，更多满足人们生活质量提高和营养多元化需求的经济作物技术进步更为明显，而粮食作物的技术进步率反而较低，这与 TFP 的结果较为一致，反映了我国农业由保障粮食安全为主的产量目标向以全面提高生活质量的多种经营型农业和效益型农业转型。而粮食作物的科研突破主要集中于 60 和 70 年代，改革开放以来该领域提供的能够大规模产业化的有效新技术实际上并不多。劳动密集型农产品领域的科研突破则更为明显，例如柑桔、油菜籽等新品种培育及茶叶栽培技术等。其次，前沿技术进步的来源还包括农业化学技术和机械动力

变革, 改革开放以来我国农业机械装备水平和化肥、农药等利用率的大幅度提高也直接促进了农业技术进步。第三, 农业开放程度的提高大幅度扩大了农业新技术的供给。1994年 8月开始实施的引进国际先进农业科学技术计划是我国第一个也是唯一一个以引进国际先进农业科学技术为内容的专项计划, 它为提升我国农业前沿技术水平做了重大贡献。当然, 广义农业技术进步还包括农业经营管理技术的进步, 这依赖于农业生产中农民的主体性作用。长期以来粮食生产比较效益较低, 直接降低了农民采用新技术的激励, 并导致资源外流, 而劳动密集型产品由于收益相对较高, 技术进步特征则较为明显。总之, 上述几个方面的因素直接影响了这段时期农业技术进步率的表现。

(三) 技术效率及其变动

实际上, 绝大多数生产单位都处于生产前沿面内部, 所以技术效率同样具有重要的实践意义。从行业年均技术效率来看, 1979—2005年早籼稻为 95.48%、晚籼稻为 85.10%、粳稻为 79.01%、小麦为 82.45%、玉米为 84.52%、大豆为 86.61%、花生为 73.59%、油菜籽为 79.40%、棉花为 78.26%, 中籼稻 1980—2005年为 82.29%, 1981—2005年茶叶为 67.80%、苹果为 82.39%、柑为 92.74%、桔为 91.81%。从行业平均变动趋势来看, 呈典型的倒“U”型曲线。20世纪 80年代基本处于平稳上升状态, 20世纪 90年代至今则一直在下降。其中, 1979—1991年早籼稻为 93.66%、晚籼稻为 95.01%、粳稻为 87.06%、小麦为 83.29%、玉米为 78.06%、大豆为 85.00%、花生为 70.31%、油菜籽为 71.10%、棉花为 80.14%, 中籼稻 1980—1991年为 87.00%, 1981—1991年茶叶为 60.63%、苹果为 96.29%、柑为 77.30%、桔为 87.53%, 粮食作物和同期技术进步不明显的行业普遍较高。重点从 1993—2005年的全面行业比较来看, 技术效率最高的六大行业分别是: 苹果为 97.12%、早籼稻为 96.48%、中籼稻为 91.48%、甘蔗为 90.58%、油菜籽为 90.18%、柑为 89.51%; 年均技术效率最低的六个行业分别是: 晾晒烟为 60.67%、玉米为 71.05%、甜菜为 75.37%、茶叶为 77.39%、花生为 79.51%和高粱为 82.14%。全部行业年均水平为 84.65%; 其中粮食作物平均为 85.38%, 稻谷作物较高, 北方作物较低, 总体是较高的; 油料作物平均为 85.34%, 油菜籽高于大豆和花生; 烟叶平均为 74.19%, 烤烟为 87.72%, 显著高于晾晒烟; 糖料作物平均为 82.97%, 南方甘蔗显著高于北方甜菜, 水果平均 90.29%, 三者都较高, 桔相对较低。总体而言, 技术效率分布表现出了与同期技术进步和 TFP增长不尽相同甚至相悖的行业特征, 一些技术进步明显的行业如高粱、甜菜、茶叶等技术效率都较低。

如何看待与前沿技术进步并不一致的技术效率行业特征? 技术效率高低一般取决于两个因素:

(1) 衡量基准: 前沿技术水平的高低; (2) 既定技术约束下对现有技术的利用程度, 即自身所处的位置。首先, 生产前沿面对应于各生产要素的最优组合, 如果行业技术创新力度很大, 那么生产前沿面就会大幅度外移。但还存在农业技术的“适宜性”问题, 如果前沿技术创新仅局限于少数生产单位, 那么技术效率水平就不会很高。然而, 如果行业技术长期没有实现重大突破, 技术成熟而且普及程度很高, 那么技术进步可能会很低, 技术效率水平也会很高。不过, 对 TFP产生影响的是技术效率变动率, 而非绝对值。根据 Battese和 Coelli(1992)模型, $TEC_{it} = \eta_i \eta_t$, η_i 、 η_t 分别表示相关变量的估计值。从行业年均技术效率变动率来看, 1979—2005年早籼稻上升 0.37%、晚籼稻下降 1.37%、粳稻上升 1.02%、小麦上升 0.21%、玉米下降 0.49%、大豆下降 0.02%、花生上升 0.10%、油菜籽上升 0.56%、棉花上升 1.29%, 1980—2005年中籼稻 2.02%, 1981—2005年茶叶下降 0.61%、苹果上升 0.24%、柑上升 0.22%、桔下降 1.39%。其中, 1979—1991年年均早籼稻上升 1.26%、晚籼稻上升 1.56%、粳稻下降 2.35%、小麦上升 2.51%、玉米下降 2.07%、大豆下降 1.53%、花生上升 0.001%、油菜籽上升 2.49%、棉花上升 3.65%, 中籼稻 1980—1991年上升 0.19%, 1981—1991年茶叶上升 3.12%、苹果下降 2.46%、柑上升 0.96%、桔下降 1.12%。技术效率变化在整个 20世纪 80年代基本表现出了与同

期技术进步相反的特征,尤其是技术退步的行业效率驱动特征明显,只有苹果呈现出典型的“双低”型特征。所以,整个 20 世纪 80 年代的农业生产率增长表现出了一定的效率驱动特征,而一般认为效率变化与制度变迁相关。

重点从 1993—2005 年全面的行业比较来看,年均技术效率增长率最高的六大行业分别是:棉花上升 2.78%、大豆上升 2.17%、花生上升 1.56%、甜菜上升 0.89%、中粳稻上升 0.82%和粳稻上升 0.62%,下降幅度最大六大行业分别是:茶叶下降 3.89%、桔下降 1.96%、桑蚕茧下降 1.59%、柑下降 1.54%、小麦下降 0.94%和甘蔗下降 0.53%。全部行业年均下降 0.06%,其中粮食作物年均增长 0.08%,以稻谷作物较快,北方作物较慢;油料作物年均增长 1.86%,总体较快,而油菜籽很慢;烟叶作物年均下降 0.31%,其中烤烟下降 0.50%,晾晒烟下降 0.13%;糖料作物年均增长 0.18%,南方甘蔗与北方甜菜截然相反,水果年均下降 1.01%,只有苹果增长 0.46%。也就是说 90 年代以来有 10 个行业的技术效率是逐年下降的,除棉花、大豆和花生以外,另有 8 个行业技术效率虽然取得了一定增长,但也基本是停滞的。这表明中国农业大规模、普遍的技术效率退步特征主要发生在 20 世纪 90 年代至今,在 20 世纪 80 年代则存在明显的行业差异。本文实证一方面说明了同期大部分行业的生产前沿面在向外扩张,评价基准不断提高,同时也说明了生产单位间技术效率差距在不断扩大,农业区域发展差异化加剧。这应该与市场化改革以来原有计划经济体制下形成的农技服务网络基本处于瓦解状态有关。

(四) 生产率增长分解与讨论

在本文行业估计中,除了稻谷(包括早粳稻、中粳稻和粳稻)和棉花由效率驱动以外,整体上都表现出技术推进特征。鉴于农业内部不同行业 and 不同时间段上具体增长模式及所蕴含政策含义的差异,笔者分别予以讨论。1978—1991 年 14 个行业的 TFP 增长大致可以总结为 3 种模式:“技术推进型”,包括中粳稻、粳稻、玉米、大豆、花生和桔 6 个行业;“效率驱动型”,包括早粳稻、晚粳稻、小麦、油菜籽、棉花、茶叶和柑 7 个行业;“双低型”主要是苹果。这表明整个 20 世纪 80 年代农业技术进步和效率增进的作用都较为明显,但基本上都是“单驱动”增长模式,而且不同行业间也存在一定差异。

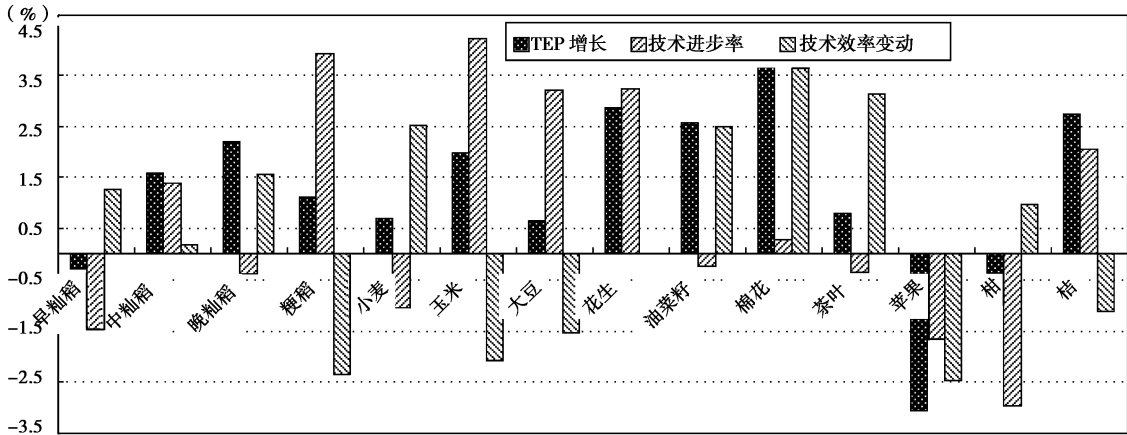


图 2 1979—1991 年中国农业分行业全要素生产率增长及其分解

1992—2005 年 21 个行业的全面比较中,大致也可以分为:“技术推进型”,包括小麦、玉米、高粱、谷子、油菜籽、晾晒烟、甜菜、茶叶、桑蚕茧、苹果、柑和桔;“效率驱动型”,包括中粳稻、大豆、花生和棉花;“双低型”,包括早粳稻、晚粳稻、粳稻、烤烟和甘蔗。其中还可以发现大部分 TFP 增长不理想的行业都是因为技术效率的恶化所致。即使是那些“双低型”行业,技术进步也往往做出了一定的贡献。

总之，中国农业普遍的大规模的技术进步主要发生在 20 世纪 90 年代以来，但技术效率的普遍下降也主要发生在这一时期。

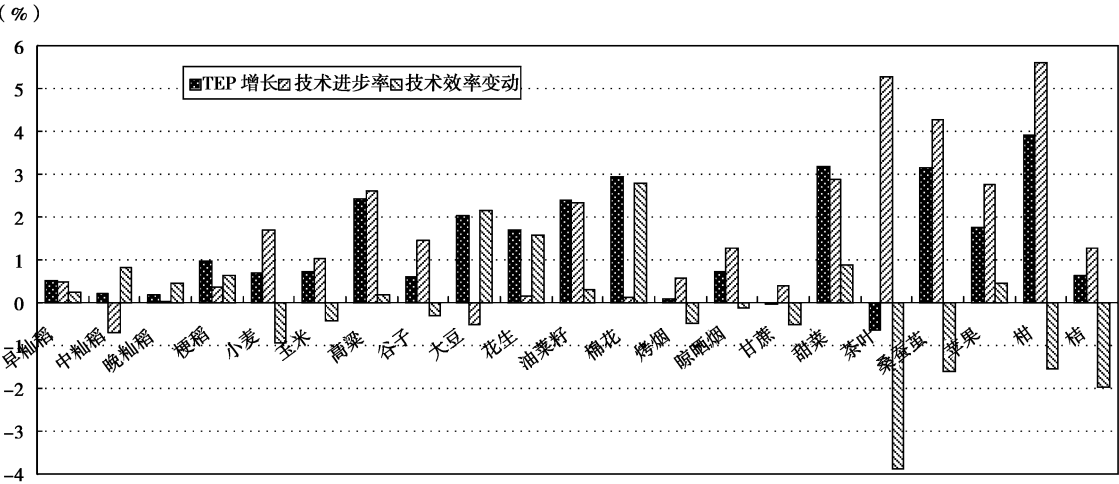


图 3 1993—2005 年中国农业分行业全要素生产率增长与其分解示意图

综上所述，即使考虑作为一种集约型增长模式，中国农业 TFP 增长也呈现出典型的技术推进特征，效率驱动特征不明显。这一增长模式在 20 世纪 80 年代表现得并不十分清晰，许多行业还是由效率主导的，但自从 20 世纪 90 年代以来，这一特征表现尤为突出。从估计结果稳健性来看，Lamber 和 Parker (1998)、Wu et al (2001) 和陈卫平 (2006) 等利用 DEA-Malmquist 指数对中国农业加总数据的分解中，基本上也都得出了农业 TFP 增长主要由技术进步推进的结论。对此，本文提供了更为深刻的行业基础。

五、结论性述评

本文利用不同作物品种的行业面板数据和随机前沿生产函数模型，对改革开放以来中国农业各行业进行了全面的 TFP 增长估计和分解。由于一些品种早期年份数据的缺失，笔者重点对“十四大”以来 21 个行业进行了全面比较研究，并与 20 世纪 80 年代的情况进行了对比。

基本结论可以归纳为：(1) 改革开放以来中国农业 TFP 增长较快，整体上具有较强的技术推进特征，但行业差异较大，粮食作物与经济作物及水果作物的生产率差距扩大主要发生在 20 世纪 90 年代以来；(2) 20 世纪 80 年代的农业 TFP 增长模式整体上并没有表现出典型的技术推进或效率驱动特征，但农业内部各行业还是呈现出不同的增长模式；(3) 90 年代以来的农业 TFP 增长整体呈现出了典型的技术推进特征，除少数行业外，发生了普遍的、大规模的技术进步和效率损失，由“增长效应”主导；(4) 农业内部各行业 TFP 增长基本上都表现出技术推进或效率增进的“单驱动”模式，没有出现技术进步与效率增进并存的“双高型”理想增长模式；(5) 农业 TFP 增长可能与经济制度变迁因素、农业潜在比较优势的发挥有关。

当然，本文还存在一定的局限性。由于论文基础数据无法考虑到行业的权重问题，所以考察的是单产意义上的生产率增长，对不同生产单位赋予了相同的权重，在考虑农业总体趋势时也采用的是算术平均方法，这需要进一步完善。但从论文结论及与其他研究的对比来看，笔者的结论还是较为可靠的。

参 考 文 献

1. Battese G. E. and Coelli T. J. Frontier Production Functions: Technical Efficiency and Panel Data with Application to Paddy Farmers in India. *Journal of Productivity Analysis* 1992, 3: 153 ~ 169
2. Coelli T. J. and Prasada Rao D. S., Total Factor Productivity Growth in Agriculture: A Malmquist Index Analysis of 93 Countries 1980—2000. The Plenary Paper at the 2003 International Association of Agricultural Economics (IAAE) Conference in Durban August 2003, 16 ~ 22, 1 ~ 15
3. Fan Shenggen. Effects of Technological Change and Institutional Reform on Production Growth in Chinese Agriculture. *American Journal of Agricultural Economics* 1991, 73: 266 ~ 275
4. Fan Shenggen. Production and Productivity Growth in Chinese Agriculture: New Measurement and Evidence. *Food Policy* 1997, 22 (3): 213 ~ 228
5. Felipe Jesus. Total Factor Productivity Growth in East Asia: A Critical Survey. *The Journal of Development Studies* 1999, 35: 1 ~ 41
6. Grifell-Tatge E. and Lovell C. A. K., A Note on the Malmquist Productivity Index. *Economics Letters* 1995, 47: 169 ~ 175
7. Kalianjan K. P., M. B. Obwona and S. Zhao. A Decomposition of Total Factor Productivity Growth: The Case of Chinese Agricultural Growth before and after Reforms. *American Journal of Agricultural Economics* 1996, 78: 331 ~ 338
8. Lambert D. K. and E. Parker. Productivity in Chinese Provincial Agriculture. *Journal of Agricultural Economics* 1998, 49 (3): 378 ~ 392
9. Lin Justin Yifu. Rural Reforms and Agricultural Growth in China. *American Economic Review* 1992, Vol. 82, No. 1: 34 ~ 51
10. Mao Weinong, Ko WonW. Productivity Growth, Technological Progress, And Efficiency Change in Chinese Agriculture After Rural Economic Reforms: A DEA Approach. *China Economic Review* 1997, 2: 157 ~ 174
11. Ray Subhash C. and Desji Evcangelia. Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change in Industrialised Countries: Comment. *American Economic Review* 1997, 87 (5): 1033 ~ 1039
12. Wen G. J., Total factor productivity change in China's farming sector, 1952-89. *Economic Development and Cultural Change* 1993, 42: 1 ~ 41
13. Wu Shunxiang, David Walker, Stephen Devados, and Yao chi Lu. Productivity Growth and its Components in Chinese Agriculture after Reforms. *Review of Development Economics* 2001, 5 (3): 375 ~ 391
14. Xu Xiaosong and Scott R. Jeffrey. Efficiency and Technical Progress in Traditional and Modern Agriculture: Evidence from Rice Production in China. *Agricultural Economics* 1998, 18: 157 ~ 165
15. 厄尔·O·黑迪, 约翰·L·狄龙. 农业生产函数, 沈达尊、朱希刚、厉为民译, 农业出版社, 1991
16. 弗兰克·艾利思. 农民经济学——农民家庭农业和农业发展, 胡景北译, 上海人民出版社, 2006
17. 傅晓霞, 吴利学. 前沿分析方法在中国经济增长核算中的适用性. *世界经济*, 2007 (7)
18. 林毅夫. 制度、技术与中国农业发展. 上海三联书店、上海人民出版社, 2005
19. 孟令杰. 中国农业产技术效率动态研究. *农业技术经济*, 2000 (5)
20. 农业部软科学委员会课题组. 中国农业进入新阶段的特征和政策研究. *农业经济问题*, 2001 (1)
21. 乔榛, 焦方义, 李楠. 中国农村经济制度变迁与农业增长. *经济研究*, 2006 (7)

责任编辑 吕新业