

# 农业生产污染对经济增长绩效的影响程度研究

## ——基于环境全要素生产率的分析

叶初升<sup>1,2</sup> 惠利<sup>2</sup>

(1. 武汉大学经济发展研究中心, 湖北 武汉 430072; 2. 武汉大学经济与管理学院, 湖北 武汉 430072)

**摘要** 本文在使用单元调查评估法对中国农业污染物排放量进行核算的基础上, 结合 SBM 模型、方向性距离函数和 GML 指数, 对 1995 - 2013 年中国农业生产效率和全要素生产率进行测算, 考察农业生产污染对农业经济增长绩效的影响。结果表明: ①不考虑污染因素的农业经济增长核算方法忽略了农业生产污染造成的损失, 导致农业全要素生产率被高估近一倍; ②投入冗余和污染过度是农业生产无效率的主要来源, 且后者对其影响更为明显; ③中国农业生产率增长主要来自技术进步, 技术效率对其促进作用有限; ④考虑污染成本与否会对各地经济增长绩效评价产生较大影响, 忽略污染因素可能导致政策偏误。

**关键词** 环境全要素生产率; 农业污染; 非合意产出; SBM

**中图分类号** F205 **文献标识码** A **文章编号** 1002-2104(2016)04-0116-10 **doi:10.3969/j.issn.1002-2104.2016.04.015**

改革开放以来, 中国农业快速发展, 农业总产值年均增长 6% 以上, 农民人均纯收入年均增长 7% 以上。但是, 中国农业经济在取得巨大成就的同时, 也付出了较大的环境代价。农业资源过度开发、农业投入品过量使用、农业内外源污染相互叠加以及生态系统恶化等带来的一系列问题日益凸显。据国家环保部公布的农业源污染物排放量数据, 最近 3 年中国农业污染中化学需氧量(COD)、总氮(TN)、总磷(TP)的排放量都在全国的 1/3 以上。农业已成为面源污染最大产业, 这一事实引起中国政府和社会的高度关注。

长期以来, 经济学家一直以只考虑“合意产出”的全要素生产率(TFP)来衡量一个地区的经济绩效。然而, 忽略环境污染等“非合意产出”, 忽略经济增长过程所产生的负外部性, 实际上高估了经济增长的真实绩效, 扭曲了社会福利水平的评价, 甚至会政策误导<sup>[1]</sup>。近几年来, 一些学者开始尝试在增长核算框架中纳入农业污染变量, 以环境约束下的全要素生产率重新核算中国农业的经济增长绩效, 但尚未形成共识。研究文献不仅对环境约束下的 TFP 估计相差甚远, 甚至对农业生产污染是否影响农业生

产率也是各执一词<sup>[1-2]</sup>。农业生产污染对经济增长绩效的影响到底有多大? 本文在审视和检讨相关文献研究方法之后, 不仅重新考虑农业污染源, 而且着重从两个方面改进了环境约束下农业经济增长核算方法: 其一, 用结合 SBM 模型(Slack Based Measure, SBM)的方向性距离函数测度农业环境生产效率, 解决了传统文献忽略的投入产出松弛变量问题; 其二, 用 GML 指数(Global Malmquist-Luenberger index, GML)构建农业环境经济增长核算框架, 解决传统的 DEA 方法不可传递、线性规划无解和“技术退步”问题。在此基础上, 本文使用 1995 - 2013 年的省际面板数据, 重新估算了中国农业环境生产效率和环境全要素生产率。

## 1 文献综述

随着农业污染问题逐渐引起人们的重视, 一些学者在增长核算框架中纳入农业污染变量, 考察环境污染约束下中国农业经济增长绩效。但现有文献对环境约束下中国农业经济增长的分析尚未达成一致结论: 对农业环境全要素生产率的估计结果差异很大, 从 0.44% 到 5.61%<sup>[3-4]</sup>,

收稿日期: 2015 - 10 - 28

作者简介: 叶初升, 博士, 教授, 博导, 主要研究方向为发展经济学。

通讯作者: 惠利, 博士生, 主要研究方向为资源与环境经济学。

基金项目: 教育部人文社会科学重点研究基地重大项目“当代发展经济学前沿理论跟踪研究”(编号: 13JJD790020), 国家社科基金后期资助项目“贫困与发展: 以穷人为中心的发展经济学微观分析”(编号: 12FJL012)。

相差 10 多倍;对农业污染是否影响农业生产率甚至得出相反的结论,有些文献认为考虑农业污染后全要素生产率明显降低<sup>[5-8]</sup>,有些文献则认为农业污染对农业生产率影响不大<sup>[4,9]</sup>;对哪些区域是环境友好发展更无定论,一般认为东部发展较好,中、西部发展较为落后,但对中、西部的发展前后存在不同意见,有些文献认为中部地区表现不太理想<sup>[3,7,10]</sup>,有些文献认为西部发展落后于中部<sup>[11-12]</sup>,有些文献则认为中西部差别不大<sup>[4,6]</sup>。现有文献之所以得出不同结论,主要是因为存在以下几个方面的差异:

一是对污染物的定义和处理不同。上述文献基本上都考虑了化肥带来的污染,部分文献还考虑了农田固废、畜禽养殖和水产生活排放的废弃物<sup>[7,13]</sup>,但大多忽略了农药和农膜残留等农业生产中问题较严重、影响也更长久的污染物。农业生产污染应包含农业生产过程中产生的污染(如农田固体废弃物),以及本为促进产出但投入过量而导致的污染(如化肥、农药、农膜)。只包含了部分投入要素和污染物可能会得出有偏的结论。其次是对污染物的处理方式不同。有些文献使用化肥或农药使用量乘以一定的排放系数作为代理变量<sup>[4,14]</sup>,也有文献采用物料平衡法将未被吸收的营养物质看作污染物<sup>[9]</sup>。薛建良和李秉龙<sup>[5]</sup>发现不同污染物价值损失评估方法对估算结果影响较大。

二是使用方法具备可比性是否存在差异。多数文献使用当期 DEA 构造 Malmquist 指数,一些文献包含以前所有时期的参考集<sup>[8]</sup>,还有一些文献使用所有各期的总和做参考集<sup>[10,15-16]</sup>。改进的序列 DEA 以各期以前所有时期做参考集,可以解决当期 DEA“技术退步”悖论和线性规划无可行解问题。但序列 DEA 的“技术记忆”假定对较长时间跨度的面板数据不适应,Paster 和 Lovell<sup>[17]</sup>提出 GML 的方法,以所有期的总和作为参考期,GML 指数具备传递性,可进行不同时期不同地区的对比,且不存在 VRS 模型无可行解,还能解决决策单元数量不足导致的前沿面粗糙问题。

三是投入产出的改进角度不同。许多文献使用的径向的、角度的 DEA 模型要求投入或产出同比例变动,而农业生产常常是投入和产出同时变动,因此这种方法不符合农业生产的实际情况。使用非径向、非角度的 SBM 模型结合方向性距离函数则可解决该问题,如李谷成<sup>[13]</sup>用该方法考察农业发展与资源、环境的统筹兼顾关系。但值得一提的是,方向性距离函数中坏产出的弱可处置性可能会丢失部分可应属于生产可能集的区域,可能会出现被评价的决策单元增加坏产出后效率反而提高的不合理结果<sup>[18]</sup>,因此要注意弱可处置性和强可处置性的使用。

综上所述,考虑污染因素下的农业增长核算还需进一步发展和完善。本文试图从以下几个方面对环境约束下

的农业经济增长核算进行扩展:一是使用单元调查评估法,纳入导致农业生产污染的主要污染物,弥补以往文献农业生产污染物的缺失问题,这也是准确核算农业生产经营增长的基础;二是使用 GML 指数对农业生产率进行估算和分解,解决一般的 ML 指数不能进行跨期比较或线性规划无解的问题,并避免由于决策单元数量不够多带来的不稳定性;三是使用 SBM 方向性距离函数,结合采用窗式 DEA 估算纳入农业生产污染的 Malmquist 指数,从农业生产的实际情况出发,解决不能同时从投入缩减、产出增加和污染降低等多角度评价效率的问题。

## 2 农业环境生产效率和环境全要素生产率的方法与模型

### 2.1 环境技术与技术边界的构建

本文将每个省份看作一个决策单元(Decision-making Unit, 简称 DMU),构造不同时期中国农业生产的最佳生产前沿面。根据 Fare et al<sup>[19]</sup>,将包括合意产出、污染等非合意产出和投入之间的技术结构关系称为环境技术。假定在时期  $t=1, \dots, T$ ,有  $k=1, \dots, K$  个决策单元,每个决策单元使用  $M$  种投入  $x \in R_+^M$ ,得到  $N$  种合意产出  $y \in R_+^N$  和  $J$  种非合意产出  $b \in R_+^J$ 。环境技术可以表示为:

$$P^t(x^t) = \left\{ \begin{array}{l} (y^t, b^t) : \sum_{k=1}^K \lambda_k^t y_{k,n}^t \geq y_n^t, n=1, \dots, N; \\ \sum_{k=1}^K \lambda_k^t b_{k,j}^t = b_j^t, j=1, \dots, J; \\ \sum_{k=1}^K \lambda_k^t x_{k,m}^t \leq x_m^t, m=1, \dots, M; \\ \sum_{k=1}^K \lambda_k^t = 1, \lambda_k^t \geq 0, k=1, \dots, K \end{array} \right\} \quad (1)$$

其中  $\lambda_k^t$  为各个决策单元在构造环境技术结构时的权重。该式构造的环境技术是规模报酬可变的,若要表示规模报酬不变的环境生产技术,去掉约束条件  $\sum_{k=1}^K \lambda_k^t = 1$  即可。

### 2.2 SBM 方向性距离函数与环境生产效率

环境技术描述了给定投入时最大化合意产出、最小化非合意产出的生产可能性集合,基于该生产前沿面即可测度各个 DMU 的环境生产效率。由于效率值容易受到方向向量长度的影响,本文参考 Cheng & Zervopoulos<sup>[20]</sup>的研究,构造一个生产者在环境技术  $P^t(x^t)$  下的包含非合意产出的广义方向性距离函数模型:

$$\begin{aligned} & \vec{S}_v^t(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}; g^x, g^y, g^b) = \\ & \min \frac{1 - \frac{1}{M} \sum_{m=1}^M \beta g_{km}^x / x_{m0}}{1 + \frac{1}{N+J} (\sum_{n=1}^N \beta g_{yn}^y / y_{n0} + \sum_{j=1}^J \beta g_{bj}^b / b_{j0})} \quad (2) \\ & s. t. \quad X\lambda + \beta g_x \leq x_0 \\ & \quad Y\lambda - \beta g_y \geq y_0 \\ & \quad B\lambda - \beta g_b \leq b_0 \end{aligned}$$

$$\lambda \geq 0$$

$$g_x \geq 0, g_y \geq 0, g_b \leq 0$$

其中:  $N$  表示合意产出的数量;  $J$  表示非合意产出的数量;  $\frac{1}{M} \sum_{m=1}^M \beta g_{xm} / x_{m0}$  表示各项投入的平均改进比例, 代表投入的无效率程度。  $\frac{1}{N+J} (\sum_{n=1}^N \beta g_{yn} / y_{n0} + \sum_{j=1}^J \beta g_{bj} / b_{j0})$  表示各项产出的平均改进比例, 代表产出的无效率程度。求解上面的线性规划, 可以得到各个省份在  $t$  时期考虑环境因素时的无效率值, 以及无效率的具体来源:

$$IE = \vec{S}_v^t = \frac{1 - IE_v^x}{1 + (IE_v^x + IE_v^b)} \quad (3)$$

其中投入、合意产出和非合意产出的无效率值可分别表示为:

$$IE_x = \frac{1}{M} \sum_{m=1}^M \frac{s_m^x}{g_m^x}; IE_y = \frac{1}{M} \sum_{n=1}^N \frac{s_n^y}{g_n^y}$$

$$IE_b = \frac{1}{N+J} \sum_{j=1}^J \frac{s_j^b}{g_j^b} \quad (4)$$

还可将投入分解为人力、资本、土地、机械等变量, 非合意产出也可以分解为  $COD$ 、 $TN$ 、 $TP$ 、农药残留、农膜残留等多种因素, 进一步分析导致环境生产无效率的详细信息。

### 2.3 环境全要素生产率指数的构建与分解

环境生产效率反映的是某个决策单元在某种技术条件下的投入产出的效率水平, 是一种静态分析, 不能直接反映生产率变化在农业生产和发展中的作用。环境全要素生产率可以动态反映某个决策单元从一个时期到另一个时期考虑环境因素的全要素生产率的变化情况。

参照  $Oh(2010)^{[21]}$ , 本文将  $GML$  指数定义为:

$$GML^{t,t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}; x^t, y^t, b^t) = \frac{1 + D^G(x^t, y^t, b^t)}{1 + D^G(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1})} \quad (5)$$

如果合意产出增加、非合意产出减少, 那么  $GML^{t,t+1} > 1$ , 说明生产率有所提高; 反之, 则说明生产率降低。与  $ML$  指数分解类似, 也可以将  $GML$  变化的来源分解为技术进步变化和技术效率变化两部分。

$$GML^{t,t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}; x^t, y^t, b^t) = \frac{1 + D^G(x^t, y^t, b^t)}{1 + D^G(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1})} \times \left[ \frac{1 + D^G(x^t, y^t, b^t)}{1 + D^G(x^t, y^t, b^t)} \frac{1 + D^G(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1})}{1 + D^G(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1})} \right]$$

$$= \frac{TE^{t+1}}{TE^t} \times \left[ \frac{BPG_{t+1}^{t+1}}{BPG_t^{t+1}} \right] = EC^{t,t+1} \times TC^{t,t+1} \quad (6)$$

式(8)中,  $GML^{t,t+1}$ 、 $EC^{t,t+1}$  和  $TC^{t,t+1}$  均为取值范围大于 0 的实数, 其值大于 1 时, 分别表示全要素生产率、技术

效率和技术进步有所提高; 反之, 则表示全要素生产率有所降低、技术效率恶化和发生了技术退步。

## 3 变量选择与数据处理

本文使用 1995 - 2013 年中国内地 30 个省份的农业投入产出的省际面板数据, 分析环境约束下的农业生产效率和全要素生产率。为增加针对性和具体性, 本文的农业采用国家统计局定义的种植业的定义。为保持数据口径的统一, 本文不包括西藏, 重庆的统计数据从 1997 年开始。原始数据主要源自历年的《中国统计年鉴》、《中国农村统计年鉴》、《中国农业年鉴》、《新中国农业六十年统计资料》和各地统计年鉴。

### 3.1 农业投入变量

本研究中的投入变量包括劳动力、土地、机械、灌溉、化肥、农药和农膜七个方面。①劳动力投入: 由于现有统计资料没有将农业从业人员数据从农林牧渔业从业人员数据中区分开, 本文借鉴黄少安等<sup>[22]</sup>及其他文献, 将农业总产值占农林牧渔业总产值的比重作权重, 对农林牧渔业劳动力(第一产业就业人数)进行分离, 计算出的劳动力数量作为种植业的劳动力投入。②土地投入: 为反映复种套种、补种改种和移植作物等情况, 本文用农作物总播种面积表示。③机械动力投入: 以农业总产值占农林牧渔业总产值的比重为权重, 对农机总动力进行分离, 作为种植业的机械动力投入。④灌溉投入: 以每年实际有效灌溉面积计算。⑤化肥投入: 以每年实际用于农业生产的化肥施用量折纯量表示, 包括氮肥、磷肥、钾肥和复合肥。⑥农药投入: 以农药使用量表示。⑦农膜投入: 以每年农用塑料薄膜使用量表示。

### 3.2 农业产出变量

农业产出变量, 分为合意产出变量和非合意产出变量两种类型。

1. 合意产出变量。用农业总产值表示农业产出, 并消除价格影响, 用 1995 年不变价表示。

2. 非合意产出变量。非合意产出变量为农业生产中的各种非点源污染排放, 本文主要指农业生产过程中所产生的化学需氧量(COD)、总氮(TN)、总磷(TP)、农药和农膜污染。考虑到中国的实际情况, 本文认为农业非点源污染主要来自农田化肥、农药、农膜、农田固体废弃物等四个方面。①化肥使用过程中, 会通过地表径流、农田排水和地下淋溶等途径汇入水体造成 TN、TP 污染; ②农药残留及渗透会产生污染; ③农膜在使用后如果没有及时进行有效处理, 残留农膜会污染生态环境; ④农作物(稻谷、小麦、玉米、豆类、薯类、油料、蔬菜)生产过程中产生的秸秆废弃物, 如果处理不当会产生 COD、TN、TP 污染, 而且农业生

产发展中的农田固体废弃物是 COD 排放量的主要来源<sup>[26]</sup>。

本文通过综合比较并考虑数据的可得性后,采用清华大学环境科学与工程系提出的“单元调查评估法”计算得出,参照赖斯芸等<sup>[23]</sup>、陈敏鹏等<sup>[24]</sup>、梁流涛<sup>[25]</sup>等,从而建立起农业非点源污染产污单元清单列表(表1)。清单分析法基于产生农业和农村污染可合理计量的最小单位,建立不同单元不同区域农业和农村污染物强度系数、资源综合利用系数和流失系数的数据库,这种方法由于适合大范围大区域的农业非点源污染测度而被广泛使用。

表1 农业非点源污染产污单元清单列表  
Tab.1 List of elementary unit for agricultural non-point pollution

活动类别 Activity category	调查单元 Survey unit	调查指标 Survey index	单位 Unit	排放清单 Emission list
化肥	氮肥、磷肥、复合肥	施用量(折纯)	万 t	TN、TP
农药	农药	使用量	万 t	农药残留
农膜	农膜	使用量	万 t	农膜残留
农田固体废弃物	稻谷、小麦、玉米、豆类、薯类、油料、蔬菜	总产量	万 t	COD、TN、TP

利用清单分析,农业污染物排放量和排放强度计算公式为:

$$E_j = \sum_i EU_i \rho_{ij} (1 - \eta_i) C_{ij} (EU_{ij}, S) \\ = \sum_i PE_{ij} \rho_{ij} (1 - \eta_i) C_{ij} (EU_{ij}, S) \quad (7)$$

$$EI = \frac{E}{AL} \quad (8)$$

其中: $E_j$ 为农业污染物 $j$ 排放量,具体包括 $TN$ 、 $TP$ 、 $COD$ 、农药和农膜的排放量; $EU_i$ 为单元 $i$ 指标统计数; $\rho_{ij}$ 为单元污染物的产污强度系数; $\eta_i$ 为表征相关资源利用效率的系数; $PE_{ij}$ 为单元 $i$ 污染物 $j$ 的产生量,即不考虑资源综合利用和管理因素时由农业生产所产生的最大潜在污染量; $C_{ij}$ 为单元污染物 $j$ 的排放系数,取决于单元特性和空间特征( $S$ ),表征各地区环境、降雨、水文和各种管理措施对农业污染的综合影响。 $EI$ 为农业污染的排放强度,表征农业污染在土地上的富集程度和农业污染对环境的影响; $AL$ 为研究区域的农地面积,主要是耕地和牧草地。

具体排放系数的设置,在综合比较各种文献,并参考第一次全国污染源普查公布的各种手册(农业污染源肥料流失系数手册、农药流失系数手册、农田地膜残留系数手

册)后,对各产污单元、单元产污系数和排放系数等参数进行了补充和调整,农业非点源污染产污单元产污强度影响参数表如表2所示。需要特别说明的是,系数手册根据中国种植区划分的分区原则,将监测调查区域分为6类,包括南方湿润平原区、南方山地丘陵区、黄淮海半湿润平原区、北方高原山地区、东北半湿润平原区、西北干旱半干旱平原区。本文将包含不同区域的省份流失系数取各区域的流失系数平均值;包含地表径流和地下溶淋两种类型的,也取其平均值代表平均流失情况。

表2 农业非点源污染产污单元产污强度影响参数表  
Tab.2 List of affecting parameters for elementary unit for agricultural non-point pollution

活动类别 Activity category	影响参数 Affecting parameter
化肥	复合肥的氮、磷含量(%),氮、磷利用率(%),地表径流流失率(%),地下淋溶流失率(%)及流失量
农药	农药流失系数(%)
农膜	农膜残留系数(%)
农田固体废弃物	秸秆产量比(千克/千克),秸秆的氮、磷、COD含量(%),秸秆养分流失率(%)及流失量

本文测算化肥流失带来的 $TN$ 、 $TP$ 排放量与第一次全国农业源普查数据基本相符<sup>①</sup>。 $COD$ 、 $TN$ 、 $TP$ 排放量与陈敏鹏等<sup>[26]</sup>计算值大致相符。农膜残留量与农业部公布的数据相差不大。农药残留较农业部公布数据较小。这可能是由于农药残留在不同种植区域差异较大,按照省份进行平均后有所偏误,但与一般文献相比,本文仍能反映农药残留带来的影响。

## 4 实证结果与分析

### 4.1 农业生产效率和农业环境效率损失及分解

本文使用 $SBM$ 方向性距离函数,设定方向向量,将投入、合意产出和非合意产出的松弛量标准化,得到传统的农业生产效率值和考虑环境因素的农业环境效率值。 $SBM$ 效率值指的是基于松弛变量的无效率水平,距离前沿面越远的决策单元的效率值越大,该决策单元的无效率水平越高。如果效率值为0,则表示该省份位于生产前沿面上,不存在投入过量、产出不足和污染排放过度的情况,该省是非常有效率的。

① 第一次全国农业源普查中未包含农田废弃物带来的污染,种植业 $TN$ 、 $TP$ 排放量只包括肥料流失带来的。

表3 1995-2013年中国农业效率值及无效率来源  
Tab.3 Agricultural inefficiency and its sources from 1995 to 2013

年份 Year	不考虑污染因素 Take no account of pollution factor			考虑污染因素 Take account of pollution factor			
	<i>IE</i>	投入冗余% Input redundancy	产出冗余% Output redundancy	<i>IE</i>	投入冗余% Input redundancy	产出冗余% Output redundancy	污染冗余% Pollution redundancy
1995	0.32	-55.75	21.71	0.52	-35.65	5.04	-88.60
1996	0.33	-53.84	20.06	0.53	-35.90	6.06	-83.77
1997	0.31	-56.46	20.83	0.46	-40.73	4.39	-76.49
1998	0.29	-58.94	20.40	0.38	-48.25	6.95	-98.95
1999	0.27	-61.28	17.67	0.34	-53.71	3.90	-106.32
2000	0.25	-62.77	19.75	0.31	-56.01	5.33	-102.35
2001	0.25	-62.74	20.23	0.31	-55.93	4.67	-89.68
2002	0.25	-63.10	19.31	0.29	-53.92	5.40	-82.76
2003	0.26	-62.25	18.67	0.29	-53.64	4.78	-76.26
2004	0.29	-59.19	15.48	0.33	-50.63	2.36	-69.96
2005	0.29	-58.43	13.53	0.32	-49.46	2.00	-54.40
2006	0.29	-57.65	11.39	0.31	-48.00	1.77	-40.00
2007	0.32	-53.87	10.08	0.31	-44.14	2.75	-33.75
2008	0.34	-52.26	9.08	0.33	-43.07	2.13	-33.35
2009	0.35	-50.89	8.65	0.33	-45.31	1.41	-34.34
2010	0.40	-44.72	5.11	0.45	-35.80	0.51	-26.66
2011	0.44	-41.16	3.50	0.46	-32.80	0.42	-23.80
2012	0.46	-36.70	6.72	0.56	-26.43	0.19	-20.22
2013	0.52	-32.79	4.09	0.67	-20.77	0.00	-16.11
平均	0.32	-53.93	13.99	0.38	-43.72	3.15	-60.64

由表3可知,1995-2013年中国农业传统无效率和环境无效率的平均值分别是0.32和0.38。考虑环境污染因素的影响后,效率水平降低,说明农业生产造成的环境污染给农业效率带来了损失。如果按照传统的各变量同比例变化的假设来解释,意味着平均意义上中国各省应该减少各项投入的32%,产出增加32%,才能达到市场完全有效率。而考虑环境污染因素后,应该减少各项投入的38%,产出增加38%,同时污染减少38%,才能达到环境完全有效率。但在SBM方向性距离函数下,我们发现可以通过降低53.93%的投入,增加13.99%的产出来达到市场完全有效率。而考虑环境污染因素后,可以通过降低43.72%的投入,增加3.15%的产出,减少60.64%的污染来实现环境完全有效率。在不考虑污染因素的市场无效率中,产出不足竟然也是无效率的主要来源,这与中国的

现实不符。如果产出不足是无效率的来源,那应该更加大量的投入劳动、资本和各类化学性投入品。但众所周知,中国农业生产尚存在劳动力流出及各类化肥、农药、农膜等化学性投入品过量施用的问题。之所以会出现这样的结果,可能是因为没有考虑资源环境因素,所以出现了测度偏差。考虑环境因素后,污染过度成为无效率的主要来源,污染冗余率为60.64%,这是环境无效率的主要来源。投入冗余率降至43.72%,产出冗余率则降至3.15%。可见,忽视环境污染因素的效率评价是存在偏差的,而且可能会带来政策建议上的失误。一些地方以牺牲环境质量来换取农作物产量增加和经济增长,也是评价体系中忽视资源和环境约束造成的。在当前的技术水平条件下,通过提高产出来提升农业效率作用有限;应从减少投入冗余和降低生产污染两种途径提高农业效率,而且后者的影响更

大。这也说明,从环境效率的角度来看,中国农业减排的压力大于节能工作的压力。

#### 4.2 农业环境全要素生产率及其分解

与静态的环境效率测度不同,环境全要素生产率测度的是不同时期各个省份与生产前沿面的距离的变化(生产

效率变化),以及生产前沿面的移动(技术变化),是一种动态分析。表4显示了1995-2013年各个年份传统的农业全要素生产率、考虑环境因素的农业环境全要素生产率及其分解。

下面首先分析是否考虑农业生产污染的经济增长绩

表4 1995-2013年中国农业全要素生产率及其分解  
Tab.4 Agricultural TFP index and its components from 1995 to 2013

年份 Year	不考虑污染因素 Take no account of pollution factor			考虑污染因素 Take account of pollution factor			相差 Difference
	<i>EC</i>	<i>TC</i>	<i>TFP</i>	<i>GEC</i>	<i>GTC</i>	<i>GTFP</i>	
1995-1996	1.077 5	0.957 6	1.031 9	1.032 4	0.986 6	1.018 6	0.013 3
1996-1997	0.986 1	0.936 3	0.923 3	0.976 4	0.868 9	0.848 4	0.074 9
1997-1998	0.969 8	0.949 5	0.920 7	0.982 4	0.843 7	0.828 9	0.091 8
1998-1999	1.020 0	0.925 1	0.943 6	1.023 7	0.861 9	0.882 4	0.061 2
1999-2000	1.003 7	0.931 0	0.934 4	0.985 7	0.935 1	0.921 8	0.012 6
2000-2001	1.008 9	0.983 1	0.991 9	1.005 0	0.976 4	0.981 3	0.010 6
2001-2002	0.974 5	1.004 8	0.979 2	1.021 8	0.935 8	0.956 2	0.023
2002-2003	1.016 4	1.020 4	1.037 1	1.038 2	0.964 1	1.000 9	0.036 2
2003-2004	1.069 3	1.066 3	1.140 2	1.068 4	1.043 2	1.114 6	0.025 6
2004-2005	0.926 4	1.085 2	1.005 4	0.967 7	0.998 3	0.966 0	0.039 4
2005-2006	0.932 7	1.069 1	0.997 2	0.932 6	1.058 9	0.987 6	0.009 6
2006-2007	1.034 3	1.068 5	1.105 2	1.021 9	0.985 6	1.007 2	0.098
2007-2008	0.891 8	1.182 2	1.054 2	0.869 0	1.198 6	1.041 6	0.012 6
2008-2009	0.983 7	1.052 4	1.035 2	1.133 7	0.891 8	1.011 0	0.024 2
2009-2010	0.957 2	1.190 8	1.139 8	0.999 8	1.372 5	1.372 2	-0.232 4
2010-2011	0.966 8	1.123 3	1.086 0	0.894 5	1.142 3	1.021 8	0.064 2
2011-2012	0.998 4	1.069 3	1.067 6	0.937 2	1.283 8	1.203 2	-0.135 6
2012-2013	0.926 3	1.224 4	1.134 2	0.967 7	1.250 8	1.210 3	-0.076 1
1995-2013	0.984 6	1.042 9	1.026 8	0.990 3	1.022 9	1.012 9	0.013 9

效在总体趋势上的差别,然后分析其阶段性特征的不同,接着探究全要素生产率增长来源的影响。

(1) 总体趋势。大多数年份的环境 *TFP* 高于传统 *TFP*, 忽视农业生产污染会高估农业经济增长绩效, 这与大多数文献结果类似。考虑污染排放时, 1995-2013年 *TFP* 年均增长率降为 1.29%, *EC* 年均负增长 0.97%, *TC* 年均增长率降为 2.29%; 而当忽略农业生产污染时, 得出的 *TFP* 年均增长率提到至 2.68%, *EC* 年均负增长率增至 1.54%, *TC* 年均增长则升为 4.29%。不考虑污染使 1995-2013 年的年均 *TFP* 增长率高估了近 2 倍。可见, 忽视农业污染排放会造成明显的绩效损失。崔晓和张屹山<sup>[9]</sup>与王奇等<sup>[4]</sup>得出传统 *TFP* 与环境 *TFP* 差异不大的结

论, 但前者在文中指出可能与近年来环境管制促进了农业技术进步有关, 而且该文采用物料平衡法的营养配置效率, 将土壤、农药、化肥中的氮磷量按照一定的权重比计算营养物质并将其作为环境因素纳入投入要素, 因而得出的环境 *TFP* 也较高; 后者则在文中指出虽然 *TFP* 值相差不大, 但其 *TFP* 增长来源不同, 考虑环境因素后, 技术效率降低和技术进步改进都变得较慢, 从而拉平了传统 *TFP* 与环境 *TFP* 之间的差异。

从估计值来看, 研究对象为狭义的农业(种植业)的文献包括王奇<sup>[4]</sup>和杜江<sup>[10]</sup>等, 本文估算的农业环境 *TFP* 介于两者之间, 低于前者 5.61%、略高于后者 0.94% 的估算值。这可能是前者采用 *SFA* 方法, 污染物只包含化

肥,且采用倒推法计算污染排放量,导致估算值较高;而后者未考虑投入产出的松弛问题,且样本截止到2011年,因此得出的结果较低。本文从农业生产的本质出发,纳入带来产出增加的同时造成环境污染的化肥、农药和农膜三种化学投入品,以及导致环境污染的农田固废,并将样本期延长至2013年,发现不考虑农业生产污染导致农业经济增长绩效高估了一倍多。与第一产业为研究对象的文献相比,除了李谷成等<sup>[3]</sup>,大多文献得出的环境 TFP 增长率远高于本文以种植业为代表的狭义的农业增长率,不考虑污染因素的传统 TFP 增长率则差异不太大,这说明忽略农业生产污染对农业经济增长绩效的影响更严重。

(2) 阶段性特征。考虑污染的环境技术效率变动趋势与不考虑污染的技术效率变化趋势保持一致;技术进步速度差异则较大,2008年以前,多数年份的环境技术进步速度高于不考虑污染的技术进步速度,随后环境技术进步速度逐渐超过不考虑污染的技术进步速度。

一个值得注意的现象是,2010年以来,环境 TFP 快速增长,且4年中有3年均高于传统 TFP。这可能与农业发展政策开始注重农业环境问题有关,这是本文的发现之一。2007年第一次全国污染源普查发现,农业面源污染是造成全国水污染的主要来源。之后,农业源污染问题的严重性才引起公众关注,相关的农业规制政策也逐渐出台,但由于政策存在滞后性,2010年之后才表现出环境全要素生产率的大幅增长。这也符合 Greenstone et al.<sup>[26]</sup> 的观点,只有公众意识到并关注环境污染问题,环境管制政策和措施才能发挥作用。

此外,1996-2002年间大多数 TFP 和 TC 增长率为负,这可能与该时期农业发展较为困难有关,受前期持续增长影响,农产品出现结构性过剩,导致“谷贱伤农”,再加上金融危机、通货紧缩等大环境因素和分税制改革的作用,导致该时期发生农业 TFP 回落<sup>[16]</sup>。

(3) 增长来源。从增长来源看,技术进步仍然是推动全要素生产率增长的主要动力。不管是否考虑考虑污染,农业生产率提高主要都是由技术进步推动的。农业 TFP 主要是由生产前沿面移动带来的(TC 年均增长率较高),技术落后者对最佳前沿面的“追赶”效用有限(EC 年均增长率为负)。但本文发现,技术效率的改进在大环境不好时有助于农业全要素生产率的提升。在 TFP 增长率为负的区间内,前沿面移动较慢,主要靠技术落后者改进效率的“水平效应”来拉动 TFP 增长,即外在环境较差时,全要素增长主要靠技术效率推动。

近年来,环境技术进步对环境全要素生产率的推动作用尤为显著。从图1可以看到,2008年以来,环境技术进步率有大于传统的技术进步率的趋势。这与国家加大对

农业技术开发和推广的力度,促进生产前沿面向前移动有关。2008年以来,中央专项金支持农业基础设施建设和农业污染治理,有效促进了农业技术进步。大多数年份效率变化值小于1,技术进步与技术效率恶化的情况同时出现,说明中国农业普遍存在技术利用效率较低的情况。虽然中国农业技术水平较高,但在生产使用中并未充分发挥效力,应加强农业技术的推广和使用等相关政策的支持。

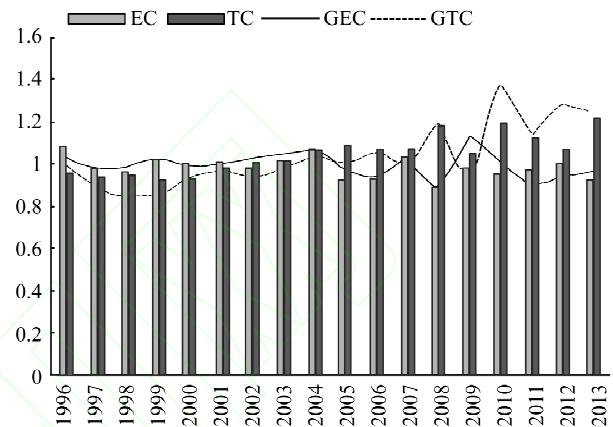


图1 1995-2013年中国农业环境全要素生产率及其分解  
Fig. 1 Agricultural environmental TFP index and its components from 1995-2013

#### 4.3 农业经济增长绩效的省际差异

是否考虑农业生产污染对农业经济增长绩效的省际排名影响很大。忽略农业生产污染导致不同省份的农业 TFP 高估或低估。农业生产污染对排名的影响主要是通过影响全要素生产率的增长率带来的。考虑农业生产污染时,1995-2013年间负增长的省份包括江西、云南、广西、新疆、内蒙古、甘肃、宁夏和海南共八个省份;而不考虑农业生产污染时,除了宁夏、海南和青海三省,其他省份的年均增长率均为正值。是否考虑农业生产污染,会影响到对一省农业经济增长绩效的判断。多数省份考虑环境因素后,农业全要素生产率下降。有意思的是,安徽、黑龙江、吉林、辽宁等粮食种植大省的环境 TFP 均低于不考虑污染时的传统 TFP,而河南、山东、湖北、湖南、江苏、河北和四川七个粮食种植大省的环境 TFP 却高于不考虑污染时的传统 TFP。

值得注意的是,产粮大省对农业生产污染的敏感性较高,不同省份农业生产污染带来的边际影响不同,省际差异较大。如东北农业基地的吉林、黑龙江和辽宁在不考虑污染因素时均出现不同程度的高估,而污染物排放量较大的中部地区如河南、河北、山东、湖北、湖南和四川考虑污染因素后 TFP 增长率反而更高。这个结果不同于一般文献中农业大省的生产率较低的结论。为保证结果稳健性,

表 5 1995 - 2013 年间分省份农业 TFP 与环境 TFP 对比  
Tab. 5 Comparison between agricultural TFP index and environmental TFP from 1995 to 2013 in each province

省份 Province	不考虑污染 Take no account of pollution factor	考虑污染 Take account of pollution factor	省份 Province	不考虑污染 Take no account of pollution factor	考虑污染 Take account of pollution factor	省份 Province	不考虑污染 Take no account of pollution factor	考虑污染 Take account of pollution factor
河南省	1.014	1.030	黑龙江省	1.011	1.001	山西省	1.061	1.038
山东省	1.063	1.092	吉林省	1.006	1.000	陕西省	1.040	1.023
湖北省	1.034	1.060	辽宁省	1.028	1.006	浙江省	1.053	1.039
湖南省	1.098	1.107	江西省	1.010	0.992	福建省	1.048	1.029
江苏省	1.034	1.037	天津市	1.010	1.000	贵州省	1.022	1.000
河北省	1.045	1.067	北京市	1.090	1.074	海南省	0.929	0.890
四川省	1.059	1.074	上海市	1.085	1.007	云南省	1.017	0.993
安徽省	1.016	1.005	重庆市	1.029	1.000	广东省	1.023	1.016
青海省	0.969	1.000	甘肃省	1.026	0.989	广西壮族 自治区	1.015	0.983
内蒙古 自治区	1.038	0.946	宁夏回族 自治区	0.952	0.932	新疆维吾尔 自治区	1.000	0.986

本文又使用传统方法并分阶段进行测算,发现环境 TFP 提高伴随着环境技术进步或环境技术效率的提高,而且与传统方法相比,本文测算的 TFP 增长率敏感值较少,具有一定程度的稳定性。

本文认为粮食种植大省的生产率不一定低可能存在以下几个方面的原因:一是本文综合考虑了化肥、农药、农膜和固体废物,粮食生产大省种植大量粮食作物施用化肥农药较多污染排放量较大,但同时农业生产对环境技术进步较为敏感,新技术的发明和使用会从提高产出和减少污染两种途径影响到农业 TFP 的变化;二是近年来粮食持续增产,污染物排放量则在相关农业政策影响下增速减缓,从而导致环境 TFP 高于传统 TFP;三是经济作物种植区农药农膜使用用量迅猛增长,虽然农业产出不小,但排放强度也较大,考虑环境因素后 TFP 增长率反而降低。这说明,粮食作物污染物排放量大的地区可以通过提高环境技术效率来提高农业生产率。也警示我们,农业生产中对经济作物的环境污染问题应引起重视,应注重对蔬菜瓜果等化学性投入品较多的农作物的监管,并促进环境友好发展型技术的研发和推广。

## 5 结论和政策启示

中国农业生产污染问题越来越严重,正确估量中国农业的经济增长问题,必须从农业生产和污染的根本路径出发,综合考察农业经济增长和农业生产污染所付出的代价。本文使用 1995 - 2013 年的省际面板数据,将 SBM 模

型结合方向性距离函数,并使用 GML 指数,构建中国农业投入产出的增长核算模型,估算中国农业环境生产效率和环境全要素生产率。研究发现:不考虑农业污染排放时,1995 - 2013 年 TFP 年均增长 2.68%;考虑污染排放时,TFP 降为 1.29%。未考虑污染排放时忽略了污染所带来的成本,导致 1995 - 2013 年全国年均 TFP 增长率高估了近 2 倍。投入冗余和污染过度是农业生产无效率的主要来源,且后者的影响更大。环境全要素生产率主要由前沿技术进步推动,环境技术效率改善相对滞后,中国存在技术进步与环境技术效率恶化共存的局面。是否考虑环境污染对不同地区经济增长绩效评估差异很大。上述研究结果有以下政策含义:

第一,应将农业环境质量引入农业经济增长考核体系。随着农业经济的发展,农业污染问题逐渐突出,是否考虑环境污染问题直接影响各地的经济增长绩效评价,甚至影响农业发展决策。农业经济增长目标应从单纯的追求数量增长向质量数量并重转变,从“以粗放增长为模式、以牺牲环境为代价”的传统方式向“产出高效、产品安全、资源节约、环境友好”的现代农业方式转变。

第二,加强农业技术的推广和应用,提高农业技术效率。农业生产率的提高主要来自技术进步,技术效率并未充分发挥作用。中国农业生产应着重加强农业技术效率的改进,提高农业科技成果的转化率,完善农业技术推广体系的建设,加大农业技术的推广和应用,促使农业生产率提高向依靠技术进步和效率改善驱动的“双轮”模式转



变。

第三,采取一定的财政激励措施,引导农民使用环境保护型技术。当前中国农业生产无效率主要来自污染过度,中国农业的污染减排任务大于节能。中国农业污染减排潜力巨大,尤其是使用大量化肥的粮食生产大省。在保证粮食安全又要减少生产污染的双重目标下,推广能够提高化肥利用效率的环境友好型化肥施用技术是一种有效方法。但环境友好型化肥的使用成本较高,为了不让农民的经济利益受损,可采取一定的财政激励措施引导农民,对可能的损失进行补偿;同时加大宣传和教育培训力度,引导农民使用测度配方技术,减少农业生产污染排放,提高农业生产效率。

由于农业生产污染属于非点源污染,具有随机性、隐蔽性、滞后性等特点,导致农业污染物排放量不能像工业污染那样得到非常精确的估算,这给农业生产核算框架带来一定难度。本文虽然尽可能包含了化肥、农药、农膜和固体废弃物四种污染物,但离精确估计农业生产污染所带来的损失仍有差距。本文纳入农业生产的主要污染物,采用较新的DEA模型和方法,尽可能接近农业生产的实际情况,为考虑环境因素的中国农业生产核算提供一定依据,但如何更加科学合理的评估中国农业经济增长和环境污染付出的代价仍需进一步的研究和讨论。

(编辑:徐天祥)

#### 参考文献(References)

- [1] Nanere M, Fraser I, Quazi A, et al. Environmentally Adjusted Productivity Measurement: An Australian Case Study [J]. Journal of Environmental Management, 2007, 85(2):350-362.
- [2] 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.
- [3] 李谷成,陈宁陆,闵锐. 环境规制条件下中国农业全要素生产率增长与分解[J]. 中国人口·资源与环境, 2011, 21(11):153-160. [Li Gucheng, Chen Ninglu, Min Rui. Growth and Sources of Agricultural Total Factor Productivity in China under Environmental Regulations [J]. China Population, Resources and Environment, 2011, 21(11):153-160.]
- [4] 王奇,王会,陈海丹. 中国农业绿色全要素生产率变化研究:1992-2010年[J]. 经济评论, 2012, (5):24-33. [Wang Qi, Wang Hui, Chen Haidan. A Study on Agricultural Green TFP in China: 1992-2010 [J]. Economic Review, 2012, (5):24-33.]
- [5] 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. [Xue Jianliang, Li Binglong. Environmentally-Adjusted Measurement of China's Agricultural Total Factor Productivity [J]. China Population, Resources and Environment, 2011, 21(5):113-118.]
- [6] 杨俊,陈怡. 基于环境因素的中国农业生产率增长研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2011, 21(6):153-157. [Yang Jun, Chen Yi. Empirical Study on China's Agricultural Production Growth under the Binding of Environment [J]. China Population, Resources and Environment, 2011, 21(6):153-157.]
- [7] 韩海彬,赵丽芬. 环境约束下中国农业全要素生产率增长及收敛分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2013, 23(3):70-76. [Han Haibin, Zhao Li-Fen. Growth and Convergence of Agricultural Total Factor Productivity in China Under Environmental Regulations [J]. China Population, Resources and Environment, 2013, 23(3):70-76.]
- [8] 闵锐,李谷成. 环境约束条件下的中国粮食全要素生产率增长与分解:基于省域面板数据与序列 Malmquist-Luenberger 指数的观察[J]. 经济评论, 2012, (5):34-42. [Min Rui, Li Gucheng. A Study on Growth and Decomposition of China's Grain TFP Growth under Environmental Constraints: Empirical Analysis Based on Provincial Panel Data and Sequential Malmquist-Luenberger Index [J]. Economic Review, 2012, (5):34-42.]
- [9] 崔晓,张屹山. 中国农业环境效率与环境全要素生产率分析[J]. 中国农村经济, 2014, (8):4-16. [Cui Xiao, Zhang Yishan. Analysis of Environmental Production Efficiency and Environmental Total Factor Productivity in China Agriculture [J]. Chinese Rural Economy, 2014, (8):4-16.]
- [10] 杜江. 中国农业增长的环境绩效研究[J]. 数量经济技术经济研究, 2014, (11):53-69. [Du Jiang. Study on the Environmental Performance of China's Agricultural Growth [J]. The Journal of Quantitative and Technical Economics, 2014, (11):53-69.]
- [11] 岳立,王晓君. 环境规制视域下中国农业技术效率与全要素生产率分析:基于距离函数研究法[J]. 吉林大学社会科学学报, 2013, (4):85-92. [Yue Li, Wang Xiaojun. An Analysis on Technical Efficiency and Total Factor Productivity of China's Agriculture in the Perspective of Environmental Regulations [J]. Jilin University Journal Social Sciences Edition, 2013, (4):85-92.]
- [12] 潘丹,应瑞瑶. 资源环境约束下的中国农业全要素生产率增长研究[J]. 资源科学, 2013, 35(7):1329-1338. [Pan Dan, Ying Ruiyao. Agricultural Total Factor Productivity Growth in China under the Binding of Resource and Environment [J]. Resources Science, 2013, 35(7):1329-1338.]
- [13] 李谷成. 中国农业的绿色生产率革命:1978-2008年[J]. 经济学(季刊), 2014, (2):537-558. [Li Gucheng. The Green Productivity Revolution of Agriculture in China from 1978 to 2008 [J]. China Economic Quarterly, 2014, (2):537-558.]
- [14] 沈能,张斌. 农业增长能改善环境生产率吗:有条件“环境库兹涅茨曲线”的实证检验[J]. 中国农村经济, 2015, (7):17-30. [Shen Neng, Zhang Bin. Can Agricultural Growth Improve Environmental Productivity of Agriculture: An Empirical Test of the Conditional Environmental Kuznets Curve [J]. Chinese Rural Economy, 2015, (7):17-30.]
- [15] 高鸣,马铃. 贫困视角下粮食生产技术效率及其影响因素:基于

- EBM-Goprobit 二步法模型的实证分析[J]. 中国农村观察, 2015, (4): 49 - 60. [Gao Ming, Ma Ling. Poor Perspective on Grain Productivity and Its Influencing Factors: Based on the EBM-Goprobit Model[J]. China Rural Survey, 2015, (4): 49 - 60.]
- [16] 李谷成, 范丽霞, 成刚, 等. 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[J]. 农业技术经济, 2013, 32(5): 4 - 17. [Li Gucheng, Fan Lixia, Cheng Gang, et al. Agricultural TFP Growth: Re-estimating DEA Productivity Index Based on a New Window [J]. Journal of Agrotechnical Economics, 2013, 32(5): 4 - 17.]
- [17] Pastor J T, Lovell C A K. A global Malmquist Productivity Index [J]. Economics Letters, 2005, 88(2): 266 - 271.
- [18] Chen C. A Critique of Non-parametric Efficiency Analysis in Energy Economics Studies [J]. Energy Economics, 2013, 38: 146 - 152.
- [19] Fare R, Grosskopf S, Pasurkajr C. Environmental Production Functions and Environmental Directional Distance Functions [J]. Energy, 2007, 32(7): 1055 - 1066.
- [20] Cheng G, Zervopoulos P D. Estimating the Technical Efficiency of Health Care Systems: A Cross-country Comparison Using the Directional Distance Function [J]. European Journal of Operational Research, 2014, 238(3): 899 - 910.
- [21] Oh D. A Global Malmquist-Luenberger Productivity Index [J]. Journal of Productivity Analysis, 2010, 34(3): 183 - 197.
- [22] 黄少安, 孙圣民, 宫明波. 中国土地产权制度对农业经济增长的影响: 对 1949 - 1978 年中国大陆农业生产效率的实证分析 [J]. 中国社会科学, 2005, (3): 38 - 47. [Huang Shaoan, Sun Shngmin, Gong Mingbo. The Impace of Land Ownership Structure on Agricultural Economic Growth: An Empirical Analysis on Agricultural Production Efficiency on the Chinese Mainland [J]. Social Sciences in China, 2005, (3): 38 - 47.]
- [23] 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, 2005, 44(9): 1184 - 1187. [Lai Siyun, Du Pengfei, Chen Jining. Evaluation on Non-Point Source Pollution Based on Unit Analysis [J]. Journal of Tsinghua University: Science and Technology Edition, 2005, 44(9): 1184 - 1187.]
- [24] 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, 2006, 26(6): 751 - 755. [Chen Minpeng, Chen Jining, Lai Siyun. Inventory Analysis and Spatial Distribution of Chinese Agricultural and Rural Pollution [J]. China Environmental Science, 2006, 26(6): 751 - 755.]
- [25] 梁流涛. 农村生态环境时空特征及其演变规律研究[D]. 南京: 南京农业大学, 2009. [Liang Liutao. Study on the Temporal and Spatial Evolution of Rural Ecological Environment [D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University, 2009.]
- [26] Greenstone M, Hanna R. Environmental Regulations, Air and Water Pollution, and Infant Mortality in India [J]. American Economic Review, 2014, 104(10): 3038 - 3072.

## How much does the Agricultural Pollution Affect Economic Growth Performance?

### —An Analysis Based on the Environmental Total Factor Productivity

YE Chu-sheng<sup>1,2</sup> HUI Li<sup>2</sup>

(1. Economic Development Research Center, Wuhan University, Wuhan Hubei 430072, China;

2. School of Economics and Management, Wuhan University, Wuhan Hubei 430072, China)

**Abstract** Adopting the unit investigation and evaluation approach to evaluate the agricultural pollution in China, this paper aims to employ SBM model, directional distance function, and Global Malmquist-Luenberger productivity index to measure the agricultural production efficiency and total factor productivity growth in China over the period from 1995 to 2013, and explore the influence of agricultural pollution on agricultural economic growth performance. The main findings are as follows: ① The losses caused by agricultural production pollution will be ignored regardless of the environmental factors, as a result, the average TFP is overestimated nearly twice. ② Input redundancy and excessive pollution are the main causes of agricultural production inefficiency, and the influence of the latter is even more apparent. ③ The agricultural environmental technological progress has made great contributions to the total factor productivity growth, while the environmental technological efficiency has not played an important role. ④ It will have a significant effect on the evaluation of agricultural economic growth performance whether to consider the cost of environmental pollution, and ignoring the pollution factors may lead to policy deviation.

**Key words** environmental total factor productivity; agricultural pollution; undesirable outputs; SBM