

【农业经济】

农业污染治理及生产效率提高对就业的影响

杨志辉, 李晓春

(南京大学 商学院, 江苏 南京 210093)

摘 要:在国家实施乡村振兴战略的大背景下,通过引入污染治理和生产效率指标对 H-T 模型进行拓展,构建了一个三部门二元经济理论模型,从消费者效用的角度考察了农业污染治理、生产效率提高对城乡就业的影响。理论研究发现:加大农业污染治理会增加城市和农村部门就业;提高农业劳动生产效率会增加现代农业部门就业,但对其他部门的就业影响不确定;好环境和高工资之间具有一定的替代性,人们在享受好环境时,可以忍受工资的小幅度下降。之后采用 2008—2017 年中国省级面板数据对理论研究结果进行验证,在验证理论研究结果的基础上进一步得到:农业劳动生产效率提高会使得城市和农村整体就业数量略为下降,反映出农业劳动生产效率提高具有较高的收入效应,但总体上对就业具有一定的挤出效应;另外,当农业生产效率越低时,农业环境治理对农村就业的促进作用越大;当农业环境治理越差时,农业生产效率提高对于农业就业的促进作用越大,表明环境污染治理与生产效率提高在就业作用方面相互影响,农业整体环境技术效率提高是现代农业发展的一个重点。

关键词:乡村振兴战略;现代农业;农村生态环境;H-T 模型;绿色发展;农业污染治理

中图分类号:F303 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-7465(2020)01-0127-12

一、引言

党的十九大对乡村振兴战略做出了重大决策部署^[1];2018 年中央一号文件《中共中央、国务院关于实施乡村振兴战略的意见》提到,“实施乡村振兴战略是决胜全面建成小康社会、全面建设社会主义现代化国家的重大历史任务”,并要求用绿色发展理念引领乡村振兴战略。但是,随着中国农业的快速发展,污染要素使用逐步增加,农村生态环境承受着巨大的压力;加上中国农业现代化程度还不高、生产效率较低、农民的工资收入偏少,导致大量的农村人口转移到城市,进而在一定程度上延缓了农业现代化发展进程^[2]。现实中,生产效率提高、环境污染治理以及农民就业条件改善是一个复杂的、系统性的工程。由于中国人均资源占有量少,粮食安全等方面的压力使得农业生产对于化肥等污染要素投入的依赖性较大。这些污染要素的使用虽然可以提高农业生产效率、保证农产品的长期有效供给,并给农民带来较高的工资收入;但却造成了较为严重的环境污染问题,使得农民在享受农业生产效率提高带来的工资收入增加的同时承受了环境污染带来的危害。李谷成、范丽霞和闵锐^[3]通过实证发现,转型期中国农业环境技术效率状况并不理想,环境污染对整个农业发展造成了较大的效率损失。Porter 等^[4]指出,环境污染本质为资源无效率。实际上,目前中国农业环境污染治理和生产效率的提高在一定程度上难以做到同步发展,甚至在某些特定阶段或特定区域其方向有时相反,即污染治理可能导致生产效率损失,而生产效率的提高也可能导致环境污染的加重。因此,把两者统一起来考虑以研

收稿日期:2019-01-26

基金项目:教育部人文科学重点研究基地 2017 年度重大项目“长江三角洲全面建成小康社会中的绿色发展研究”(17JJD630002);江苏“两个率先”决策咨询研究基地项目“建成美丽江苏的绿色发展路径研究”(17SSL074)

作者简介:杨志辉,男,南京大学商学院博士生;李晓春,男,南京大学商学院教授,博士生导师。

究农村就业问题,可能会给乡村振兴实施提供更多深入的思考。

中国是一个发展中国家,其发展具有明显的二元经济结构特征。在研究发展中国家二元经济问题,特别是城乡就业问题方面,Harris-Todaro 是杰出代表,他建立了 H-T 模型,考虑了经济发展过程中要素在城乡之间的流动及差异,解释了劳动要素从农村转移到城市的原因和机制^[5]。Corden 和 Findlay^[6]对 H-T 模型进行了拓展,在考虑劳动要素转移的基础上设定资本要素在部门之间可流动;Chandra、Khan 以及 Gupta 等^[7-8]在 H-T 模型中加入了城市非正式部门,使原来两部门模型演变成三部门模型,从而对于就业问题有了更清晰的认识。然而随着经济的快速发展,生产过程中产生的大量污染物对环境造成了巨大的破坏,迫使人们越来越重视环境问题,一些学者开始尝试把环境问题导入 H-T 模型中。例如 Papanos^[9]以及 Daitoh^[10]在 H-T 模型中考虑了环境税的政策效果;孙淑琴^[11]李晓春、董哲昱^[12]将中国城市环境问题导入 H-T 模型,考察了城市工业环境污染对城市就业、社会福利以及经济发展的影响。但是这些学者对于农业环境问题以及农业生产效率的研究涉及不充分。当前,中国的农业污染问题已经成为环境污染的重点,在发展过程中,人们不得不对其进行思考并提出有效解决办法;另外,在人口红利逐步消失以及乡村振兴战略实施的背景下,研究农业污染治理及生产效率提高对就业的影响十分有必要。

本文将构建包含三部门的二元经济理论模型,从微观劳动者个人选择角度解释农业污染治理和生产效率提高对就业的影响,并做实证分析。首先,本文通过改进 H-T 模型,将环境问题研究从城市拓展到农村,研究农业污染排放及治理对就业的影响;其次考察现代农业生产效率的提高对就业的影响,以期对农业现代化发展提供思考;最后运用 2008—2017 年的省级面板数据对农业环境治理、农业生产效率提高的就业效应做进一步分析。

二、理论模型构建

中国农业生产效率的提高对就业有影响。从长期来看,农业生产效率的提高可以促进人口数量增多进而增加就业^[13];但短期内,偏技术型的生产效率的提高会减少中等技能和低技能工人的工作时间^[14]。中国农村劳动者以中等技能和低技能工人为主,当技术进步引起农业生产效率提高时,农村就业便会受到较大的冲击,从而在一定程度上减少就业数量,并通过城乡劳动转移间接影响城市就业。徐建国、张勋^[15]采用中国省级面板数据进行实证分析得到,农业生产效率的提高使得农业部门向非农部门释放劳动力,从而促进了非农部门产业发展。环境污染及其治理对就业也产生较大影响。环境污染会影响经济增长,进而影响就业。陈向阳^[16]认为,环境污染与经济增长的 U 型或 N 型关系可能出现在不同的污染指标上;李晓春^[17]通过实证分析发现,中国的农村剩余劳动力减少与经济增长之间存在较为明显的同步性与协调性。当然,除了间接影响之外,实际上环境也可以直接影响消费者效用进而影响劳动者就业区位选择^[12]。环境污染治理与生产效率提高之间也具有相互影响关系。农业生产效率的提高主要通过污染要素投入以及扩大产出进而增加污染排放来影响环境;环境治理则主要通过环境规制等手段增加企业成本(生产成本以及污染处理成本)来影响技术进步、生产规模等进而影响生产效率。当然,它们也可以从其他途径进行相互影响。Jaffe 等^[18]利用美国制造业的数据、Rubashkina 等^[19]利用欧盟制造业的数据进行实证研究发现,环境规制强度与生产率之间存在显著的正相关关系。总体而言,农业污染治理及生产效率对于就业具有一定的交叉影响效果,值得进一步深入考察。

本文假定经济由城市工业、现代农业^①和传统农业三个部门组成,城市工业部门生产工业产

① 本文现代农业的发展具有明显的离土不离乡的特点,农民从事现代农业和到城市就业是有本质区别的,我们认为如果农民在现代农业部门没有找到工作,也可以从事传统农业,因此在农村不存在失业。

品、现代农业和传统农业部门生产农产品。在生产要素使用方面,假定城市工业部门和现代农业部门采用劳动和资本两种要素进行生产,而传统农业部门只采用劳动要素进行生产,且劳动在部门之间可以自由移动而资本使用暂时不变。城市部门由于工资下方刚性等的存在会出现城市失业。

(一) 基础模型

首先,我们根据 H-T 模型构建了基础模型。假设城市工业部门、现代农业部门和传统农业部门的生产函数分别为:

$$M = F^M(L_M, K_M), S = F^S(L_S, K_S), A = F^A(L_A) \quad (1)$$

其中, M 代表工业品, S 、 A 分别代表现代农业、传统农业生产的农产品; $L_i (i=M, S, A)$ 分别代表三个部门的劳动使用量; $K_i (i=M, S)$ 分别代表城市工业部门和现代化农业部门的资本使用量。

由于劳动要素是可自由流动的,企业根据利润最大化进行生产,因此在竞争的环境下,劳动市场达到均衡时,三个生产部门都满足劳动工资等于劳动边际生产价值:

$$pF_L^M = w_M, F_L^S = w_S, F_L^A = w_A \quad (2)$$

其中, p 代表工业品相对农产品的价格(农产品的价格设为基础价格 1); $F_L^i (i=M, S, A)$ 分别为均衡时三个部门的劳动边际生产价值; $w_i (i=M, S, A)$ 分别为三个部门劳动对应的工资。

假定一国的总劳动禀赋 L 在短时间内是固定不变的,那么我们得到:

$$L = L_M + L_U + L_S + L_A \quad (3)$$

其中, L_U 为城市失业。

根据 H-T 模型可知,在均衡时农村部门的工人工资等于城市部门工人的期望工资,此时农村劳动力不再向城市转移,其劳动流动的均衡条件为:

$$\frac{w_A L_A + w_S L_S}{L_A + L_S} = \frac{w_M L_M}{L_M + L_U} \quad (4)$$

(二) 将环境、生产效率引入后的改进模型

现实中,除了工资影响劳动转移外,环境也是一个重要因素,即一个地区与另一个地区在环境上存在差异,这种差异使得人们生活在不同地区会有不同的环境效用,地区之间环境效用的差异影响了劳动力转移。这时,劳动者选择在何地就业不再基于单一的工资收入,而是根据工资购买的商品和环境质量带来的效用综合做出的理性选择^[11]。因此,本文假设城市劳动收入者和农村劳动收入者的直接及间接效用函数分别为^①:

$$U^M = U^M(D_M^M, D_A^M) = V^M(p, w_M); U^A = U^A(D_M^A, D_A^A, E) = V^A(p, w_A, w_S, E) \quad (5)$$

其中, U^M 、 U^A 分别表示城市和农村劳动的个人直接消费效用函数; V^M 、 V^A 分别表示城市和农村劳动的个人间接消费效用函数; $D_i^M (i=M, A)$ 、 $D_i^A (i=M, A)$ 分别表示城市和农村劳动者消费的工业产品数量以及农产品数量; E 代表农村相对城市的环境质量。城市和农村劳动者面临的预算约束条件分别为:

$$pD_M^M + D_A^M \leq \frac{L_M w_M}{L_M + L_U}; pD_M^A + D_A^A \leq \frac{L_A w_A + L_S w_S}{L_A + L_S} \quad (6)$$

改进后的 H-T 模型在均衡时,城市部门的工人消费者效用等于农村部门工人的消费者效用,此时农村劳动力不再向城市转移,其均衡条件为:

$$V^M(p, w_M) = V^A(p, w_A, w_S, E) \quad (7)$$

(7) 式中,相对于传统的 H-T 模型,除了将工资均衡转为效用均衡外,本文还加入了两个关

① 关于生产的考察,本文将生产部门划分为城市工业、现代化农业以及传统农业三部门,因为三个部门使用的生产要素和所在地域不一样,且资本有机构成不同,生产效率有差异;然而,对于劳动者的消费考察,本文将其分为城市劳动收入者和农村劳动收入者两类,其中,农村劳动收入者包含了现代农业部门劳动收入者和传统农业部门劳动收入者,这样处理主要是考虑农村两部门劳动者所处环境基本相同,就地农业现代化的情况比较普遍,故归为同类。本文模型中传统农业部门和现代农业部门之间的劳动力转移,有别于农村部门向城市部门转移,农村两部门之间劳动力转移有点类似于就地角色转换。

键变量 E 和 w_s 。 E 反映农村的生态环境变化; w_s 反映现代农业部门劳动工资水平,也反映现代农业部门劳动的生产效率 φ ^①。我们假设生活在农村的劳动者相对生活在城市的劳动者而言,其相对环境质量为:

$$E = \hat{E} - h\lambda_s F^S \quad (8)$$

其中, λ_s 为现代农业部门每单位产量的排放污水, λ_s 越大现代农业部门每单位产量的排放污水越大; h 为政府等组织在农业现代化建设过程中对农村环境污染治理的指数, h 越小环境治理效果越好; \hat{E} 表示农民在农村生活而不在城市生活时享受到的额外生态环境,为相对值,这个相对值可正可负,其值的变化和现代农业产量、现代农业部门每单位产量的排放污水、农村环境污染治理指数有关。 $\hat{E} = Z_{M_0} - Z_{A_0}$,表示最初城市和农村部门生态环境的差值。

根据(2)式,我们设定现代农业部门工人工资和传统农业工人工资关系为:

$$w_s = \varphi w_A \quad (9)$$

其中, φ 反映现代农业部门的劳动生产效率(现代农业的劳动生产效率也是衡量农业现代化程度的重要指标)。其中,在一般情况下, $1 \leq \varphi \leq \frac{L_M + L_U}{L_M}$,这是由于,总体而言,现代农业部门的技术、资本有机构成、制度设计、管理理念等优于传统农业部门而劣于城市工业部门,表现在,现代农业部门的工人工资普遍高于传统农业部门工人工资而低于城市部门的工人工资。

另外,由于现代农业部门的工人工资比传统农业部门的高,而他们享受的自然环境是一样的,那么理论上,传统农业部门劳动便会不断向现代农业转移,但实际上这种劳动转移是有一定空间范围的。从模型来看,在劳动由传统农业部门向现代农业部门转移的过程中,现代农业得到发展,产量增加,然而产量增加的同时会增加农村污染的排放量从而减小农民的消费效用,进而对这种劳动转移存在抑制效应(现实中,其他因素也会影响传统农业部门劳动向现代农业部门转移,如工人的技术要求以及用工地与生活地之间距离等),当农村污染排放达到一定程度后,农村劳动者便会选择向城市转移;另外,由于劳动边际生产效率是递减的,导致劳动由传统农业向现代农业转移也是有一定空间范围的。上述模型正是考虑了现代农业发展对整个农村的带动效应,因此在劳动消费效用考察时,本文将现代农业部门和传统农业部门进行了综合分析。

三、就业效应的理论解析

下面本文主要从劳动的角度分析农业污染治理、生产效率提高对就业的影响(资本的影响另文分析),通过对(2)式(内含 3 个方程)、(3)式、(7)式和(8)式进行全微分(6 个内生变量 L_M 、 L_S 、 L_A 、 L_U 、 w_s 、 E , 6 个方程,可解),并结合(9)式得到:

$$\begin{bmatrix} pF_{LL}^M + G & X & 0 & 0 & \frac{Y}{\varphi} & 0 \\ 0 & 0 & F_{LL}^S & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & F_{LL}^A & -\frac{1}{\varphi} & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & h\lambda_s F_L^S & 0 & 0 & 1 \\ V_w^M G & V_w^M X & 0 & 0 & 2V_w^A + V_w^M Y & V_E^A \end{bmatrix} \begin{bmatrix} dL_M \\ dL_U \\ dL_S \\ dL_A \\ dw_s \\ dE \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ -hF^S \\ 0 \end{bmatrix} d\lambda_s + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ -\lambda_s F^S \\ 0 \end{bmatrix} dh + \begin{bmatrix} \frac{w_s Y}{\varphi^2} \\ 0 \\ \frac{w_s}{\varphi^2} \\ 0 \\ 0 \\ V_w^A \frac{w_s}{\varphi} + V_w^M \frac{Y}{\varphi^2} \end{bmatrix} d\varphi + \begin{bmatrix} F_L^M \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ V_p^M - V_p^A \end{bmatrix} dp$$

① 现代农业由于技术水平、资本有机构成、制度设计等相对传统农业更有优势,使得现代农业相对传统农业而言,劳动生产效率更高。从传统的 H-T 模型来看,农村如果不存在失业,那么两个部门之间的劳动工资是相等的。而不相等,可能的原因有,从传统农业部门就业到现代农业部门就业会存在障碍,导致失业或者需要支付技术培训费用等,本文重点不在于考虑农村失业或者技术培训,而是考虑了两部门对于环境作用是不同的,传统农业部门产出农产品,而现代农业部门产出农产品的同时,会带来一定的环境污染。

其中, $G = \frac{w_s L_U}{\varphi L_M^2} > 0$ 、 $X = -\frac{w_s}{\varphi L_M} < 0$ 、 $Y = -\frac{L_M + L_U}{L_M} < -1$ 。另外, $V_w^M > 0$ 、 $V_w^A > 0$, 表示城市部门和农村部门的工资提高会给劳动者带来正的消费效用; $F_{LL}^M < 0$ 、 $F_{LL}^S < 0$ 、 $F_{LL}^A < 0$, 表示三个生产部门劳动的边际生产都是递减的。经过对行列式计算可知: $\Delta > 0$ 。

接下来, 从两个视角进行理论分析: 一是农业环境治理如何影响就业; 二是现代农业生产效率提高如何影响就业。

(一) 现代农业污染排放与治理对就业的影响效果

随着乡村振兴战略的实施和美丽乡村建设的推进, 农业污染排放的控制和治理已成为研究热点, 是国家治理的重要组成部分^[20]。现代农业的快速发展, 带来了农业产量的增加、农民生活水平的提高, 但同时也给环境带来了新的压力, 使农村环境治理变得更加复杂多变。农村生态环境的好坏在一定程度上会影响劳动者对于就业区位选择。我们在比较静态分析的基础上应用克莱姆法则, 考察政府等组织对农业污染治理系数 dh 与 dL_M 、 dL_U 、 dL_S 、 dL_A 、 dw_s 、 dE 的关系^①, 计算结果如下:

$$\frac{dL_M}{dh} = \frac{-\lambda_s F^S V_E^A \left(-\frac{Y}{\varphi} F_{LL}^S F_{LL}^A + X F_{LL}^A + \varphi X F_{LL}^S \right)}{\Delta} < 0 \quad (10-1)$$

$$\frac{dL_U}{dh} = \frac{\lambda_s F^S V_E^A \left[-\frac{Y}{\varphi} F_{LL}^S F_{LL}^A + (p F_{LL}^M + G) F_{LL}^A + \varphi (p F_{LL}^M + G) F_{LL}^S \right]}{\Delta} \quad (10-2)$$

$$\frac{dL_S}{dh} = \frac{-\lambda_s F^S F_{LL}^A V_E^A (p F_{LL}^M + G - X)}{\Delta} \quad (10-3)$$

$$\frac{dL_A}{dh} = \frac{-\lambda_s F^S \frac{1}{\varphi} V_E^A F_{LL}^S (p F_{LL}^M + G - X)}{\Delta} \quad (10-4)$$

$$\frac{dw_s}{dh} = \frac{-\lambda_s F^S V_E^A F_{LL}^A F_{LL}^S (p F_{LL}^M + G - X)}{\Delta} \quad (10-5)$$

$$\frac{dE}{dh} = -\lambda_s F^S < 0 \quad (10-6)$$

(10) 式是农业环境污染治理对三个生产部门的就业、城市失业以及现代农业工人工资、农村生态环境的影响(现代农业污染排放与政府等组织的环境治理对这些变量的影响在方向上是相反的, 且具体影响系数不同, 现代农业环境污染排放的影响系数主要为 $-h F^S$, 而政府等组织环境治理的影响系数主要为 $-\lambda_s F^S$)。由于上述 (10-2) 至 (10-5) 的符号是不定的, 我们对其不定部分进行整理及演变可得:

$$p F_{LL}^M + G = \left(u + \frac{1}{e} \right) \frac{w_M}{L_M}, p F_{LL}^M + G - X = \left(1 + \frac{1}{e} \right) \frac{w_M}{L_M} \quad (11)$$

其中, e 为城市劳动需求弹性, u 为城市失业率。(11) 式说明, 农业环境治理对农村部门的就业影响和城市劳动需求弹性有关; 农业环境治理对城市失业的影响不但和城市劳动需求弹性有关而且与城市失业率自身的高低有关。

因此, 我们进一步查阅了中国劳动需求弹性相关文献, 可以知道, 中国工业企业劳动需求弹性范围为 $(-0.75, -0.15)$ ^[21-23]。据此, 我们可以得到 (11) 式的两个小式子的符号都为负, 这样 (10) 式的符号便初步可定, 即现代农业污染环境治理及排放对就业的影响方向是可定的, 具体

① 额外增加对 dh 及 $d\lambda_s$ 与 dw_s 、 dE 关系的分析, 主要是因为模型中工资收入和环境两个要素影响劳动者效用, 进而影响就业区位选择, 增加这两个变量的分析, 可以更清楚地看出农业环境污染治理对就业影响的具体路径。

如表 1 所示。

表 1 农业环境治理的就业效应

系数	dL _M	dL _U	dL _S	dL _A	dw _s	dE
-dh	+	-	+	+	-	+
dλ _s	-	+	-	-	+	-

注：表 1 中的“+”表示正向影响，“-”表示负向影响；用-dh 考察就业的影响，是因为 h 越小，环境治理效果越好。

结合之前的理论分析，我们得到推论 1：加大农业污染治理可以使得，（1）城市就业增加；（2）城市失业减少；（3）现代农业部门就业增加；（4）传统农业部门就业增加；（5）现代农业部门工人工资减少；（6）农村环境得到改善。

推论 1 是从环境污染的角度进行分析，但如果从污染排放的角度进行分析，其带来的就业与环境的效应刚好相反，故不再详细分析。另外，农业污染治理导致现代农业部门工人工资略微减少，说明好环境和高工资之间是有一定的替代性，人们在享受好环境的情况下，可以忍受工资的小幅度下降。

进一步分析还可发现：在就业方面，农业污染治理带来的就业效果和 $\lambda_s F^S V_E^A$ 有关，单位污染排放量越大、农民对于环境污染越敏感、现代农业部门的产量越大，农业污染治理促进就业的效果越好。除了上述影响之外，农业污治理导致农村两个部门的劳动雇佣量变化还与城市部门劳动需求弹性有关，即城市部门劳动需求弹性越小，现代农业污染治理的就业效果越好。考察城市失业时，我们发现，农村污染会快速加重城市失业问题。城市失业量的增加既包含传统农业部门和现代农业部门因环境恶化转移过来的直接劳动，也包括这两个生产部门因为环境污染增加而导致企业间接支付工人工资增加，进而对城市生产部门就业带来的交互作用。而农业污染治理能够有效地减少污染排放带来的负面效果，对城市和农村的就业都有正面效果。

(二) 现代农业生产效率的提高对就业的影响效果

现代农业是一种新型农业，集经济发展、社会生产、环境协调于一体，它采用现代化的生产技术，实现规模化生产，其生产效率的提高使得资源利用更为有效，从而促进乡村振兴战略的实施^[15,22]。但社会生产在农业生产效率提高的过程中会出现部分资本替代劳动的现象，另外，产量的增加也会加大资源消耗，使得美好的农村生态环境更难获得，进而影响就业。现代农业生产效率的提高，使得从事现代农业的工人工资提高，但反过来，工人为了追逐高工资会适度放大自身对环境污染的容忍度。为了进一步考察，我们应用克莱姆法则考察反映现代农业生产效率的 $d\varphi$ 与 dL_M 、 dL_U 、 dL_S 、 dL_A 、 dw_s 、 dE 的关系，计算结果如下：

$$\frac{dL_M}{d\varphi} = \frac{\eta_{L_M} V_w^A + \vartheta_{L_M} V_w^M + \theta_{L_M} V_E^A}{\Delta}$$

(12-1)

$$\frac{dL_U}{d\varphi} = \frac{\eta_{L_U} V_w^A + \vartheta_{L_U} V_w^M + \theta_{L_U} V_E^A}{\Delta}$$

(12-2)

$$\frac{dL_S}{d\varphi} = \frac{\eta_{L_S} V_w^A + \vartheta_{L_S} V_w^M}{\Delta} > 0$$

(12-3)

$$\frac{dL_A}{d\varphi} = \frac{\eta_{L_A} V_w^A + \vartheta_{L_A} V_w^M + \theta_{L_A} V_E^A}{\Delta}$$

(12-4)

$$\frac{dw_s}{d\varphi} = \frac{\eta_{w_s} V_w^A + \vartheta_{w_s} V_w^M}{\Delta}$$

(12-5)

$$\frac{dE}{d\varphi} = \frac{\eta_E V_w^A + \vartheta_E V_w^M}{\Delta}$$

(12-6)

其中， η_i 为农村收入效用渠道、 ϑ_i 为城市收入效用渠道、 θ_i 为环境效用渠道，分别表示生产效率的提高通过影响农村收入、城市收入、农村环境质量来影响最终消费者效用，进而影响就

业。通过计算可知, $\eta_{L_M} < 0$ 、 $\vartheta_{L_M} > 0$ 、 $\theta_{L_M} > 0$ 、 $\eta_{L_U} < 0$ 、 $\vartheta_{L_U} > 0$ 、 $\theta_{L_U} < 0$ 、 $\eta_{L_S} > 0$ 、 $\vartheta_{L_S} > 0$ 、 $\eta_{L_A} > 0$ 、 $\vartheta_{L_A} < 0$ 、 $\theta_{L_A} > 0$ 、 $\eta_{w_S} > 0$ 、 $\vartheta_{w_S} < 0$ 、 $\eta_E > 0$ 、 $\vartheta_E < 0$ 。

表 2 现代农业生产效率提高对就业、环境等的影响

系数		dL _M	dL _U	dL _S	dL _A	dw _S	dE
总项	dφ	不确定	不确定	+	不确定	不确定	不确定
分项	η _i	-	-	+	/	+	+
	ϑ _i	+	/	+	-	-	-
	θ _i	+	+	/	+	/	/

注:表 2 中的“/”表示,在计算结果中无此分项或者说此分项已被合并。

结合之前的理论分析,我们得到推论 2,即在农业现代化过程中提高劳动生产效率会使得:
(1) 现代农业部门就业增加;(2) 其他部门的就业影响不确定。

推论 2 中生产效率提高对其他变量影响不确定,是因为生产效率的提高具有正负双向就业效应。但如果仅从较为直接的农村收入效用渠道来看(主效应),现代农业部门生产效率提高会使得现代农业部门的劳动工资水平提高,从而导致部分原本在城市或传统农业部分就业的人员转向到现代农业部门就业,进而增加现代农业部分就业而减少城市就业或传统农业部门就业。如果从间接的城市收入效用渠道来看,现代农业部门生产效率提高间接使得城市部门工人工资收入也增加,而城市部门工人工资收入增加会吸引更多的传统农业部门劳动者向城市转移,从而增加城市就业而减少传统农业部门的就业;另外,从环境效用渠道来看,现代农业部门生产效率提高会间接提升城市部门的环境效应,导致城市就业增加,但同时,由于城市部门的环境效应增加,部分城市部门劳动者的工作意愿会下降,从而增加失业数量。当然这两种间接作用并不明显,因此后文中我们将主要关注其直接作用。

四、研究设计及样本描述

我们采用 2008—2017 年中国 31 个省份的面板数据,对农业污染治理及生产效率提高的就业效应做进一步分析。数据主要来源于《中国统计年鉴》《中国环境年鉴》和《中国人口和就业统计年鉴》。数据处理软件为 Stata14 和 Excel2013。

首先,本文分别考察农业污染治理和农业生产效率对城市和农村就业的影响,设定了模型一和模型二:

$$\ln l_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln \varphi_{i,t} + \alpha_2 \ln pgdp_{i,t} + \alpha_3 \ln tl_{i,t} + \alpha_4 \ln edu_{i,t} + \varepsilon_1$$

模型一

$$\ln l_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln h_{i,t} + \alpha_2 \ln pgdp_{i,t} + \alpha_3 \ln tl_{i,t} + \alpha_4 \ln edu_{i,t} + \varepsilon_1$$

模型二

其中,下标 i, t 分别代表第 i 个省份第 t 年份; l_j 代表就业量(城市为 lm 、农村为 la); φ 为农业生产效率指标,根据徐建国和张勋关于农业生产效率度量的方法,我们选择农村人均粮食产量($rjls$)以及人均农业机械动力(pnj)对其进行度量^[15]; h 为农业污染治理投资,根据赵连阁等^[24]关于污染治理的研究,我们采用农村环境治理投入(tr)对其进行度量,具体而言,选择农业环境治理投入中的农村改水投入($ncgs$)以及林业建设投入($lytz$)进行度量; $pgdp$ 为国内生产总值; tl 为铁路营业里程,根据赵佳丽等^[25]的研究,发达的交通基础设施会降低区域间的交通运输成本,进而对就业区位选择产生影响,其中铁路营业里程是交通基础设施考察的核心指标; edu 为普通本专科招生数,根据谭华清等^[26]的研究,教育对农村劳动迁出乃至“农民”向“市民”转换起到重要作用,影响被教育主体的就业区位选择,不过由于中国近些年教育水平的普遍快速提升,将原来高中及以上学历人数改为普通本专科招生数; ε_1 为随机扰动项。

其次,在影响就业的过程中,生产效率和污染治理之间具有一定的相互作用:一方面,生产效率影响产量,产量影响污染排放,污染排放又影响消费者效用进而影响就业区位选择;另一方面,污染治理影响劳动,劳动影响生产效率,生产效率又影响收入进而影响就业的区位选择。为

了综合考察生产效率和环境治理的综合影响,我们设定了模型三:

$$\ln l_{i,t} = \gamma_0 + \gamma_1 \ln \varphi_{i,t} + \gamma_2 \ln \varphi_{i,t} \ln h_{i,t} + \gamma_3 \ln h_{i,t} + \gamma_4 \ln pgdp_{i,t} + \gamma_5 \ln tl_{i,t} + \gamma_6 \ln edu_{i,t} + \varepsilon_3$$

模型三

表 3 主要变量的描述性统计及说明

变量	变量说明	观察数	平均值	标准差	最小值	最大值
<i>lm</i>	城镇单位就业人员数/万人	310	507.89	364.88	20.29	1973.28
<i>la</i>	农村就业人员数/万人	310	251.37	250.18	4.45	1764.40
<i>ncgs</i>	农村改水投资/万元	112	43990.35	65061.27	2581.47	220386.9
<i>lytz</i>	林业建设投资/万元	112	1093343	1685821	34227	1.06e+07
<i>rjls</i>	人均粮食作物产量/千克	310	431.5068	317.6788	18.94	1953.19
<i>pnj</i>	人均农用机械总动力/千瓦	310	1.55	0.72	0.39	3.82
<i>pgdp</i>	人均 GDP/元	310	43935.22	23582.27	9855	128994.1
<i>tl</i>	铁路营业里程/公里	310	3336.087	2043.69	316.10	12674.69
<i>edu</i>	普通本专科招生数/人	310	224141	139434	8520	569361

注:表中一些样本数为 112 个,是因为部分省份的农村改水投资、林业建设投资数据缺失,但在回归分析中,总体上并不影响本文研究结果。

从表 3 可以看出,在就业数量、人均粮食产量、农业污染投资方面,中国地区之间存在的差距较大;另外,人均粮食作物产量均值为 431.51 千克、人均农用机械总动力均值为 1.55 千瓦,相对发达国家而言仍然偏低,说明中国农业生产效率和农业现代化水平有待进一步提升。

五、实证结果与分析

(一) 农业生产效率提高及环境治理的单项就业效果分析

表 4 列出了农业生产效率提高及污染治理的单项就业效果的回归结果。

表 4 农业生产效率提高及环境治理的单项就业效果

变量	模型一				模型二			
	lnlm		lnla		lnlm		lnla	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
lnpls	-0.189*** (-4.70)		-0.210** (-1.93)					
lnpnj		-0.115*** (-2.84)		-0.302*** (-2.76)				
lnncgs					0.073** (2.39)		0.080* (1.21)	
lnlytz						0.033 (1.29)		-0.018 (-0.33)
lnpgdp	0.248*** (9.33)	0.313*** (10.41)	0.501*** (6.85)	0.642*** (8.02)	0.584*** (9.94)	0.3247*** (5.31)	0.337*** (2.82)	0.529*** (5.26)
ln tl	0.088*** (2.37)	0.050 (1.38)	0.183* (1.78)	0.167** (1.70)	0.1114 (0.93)	0.0275 (0.40)	0.194 (0.79)	-0.207* (-1.77)
lnedu	0.635*** (14.40)	0.626*** (14.25)	0.891*** (7.97)	0.852*** (7.64)	0.357** (2.14)	0.405*** (3.99)	0.7078** (1.81)	1.047*** (7.58)
_cons	-3.914	-5.26	-11.252	-13.278	-5.757	-2.94	-8.918	-11.108
Adj R ²	0.934	0.933	0.716	0.720	0.922	0.836	0.714	0.786
N	310	310	310	310	112	112	112	112

注:括号中数值为统计系数的稳健性 t 统计值;*、**、*** 分别代表 10%、5%、1%显著水平。

第一,农业生产效率提高带来的就业效应。表 4 的第(1)列至第(4)列主要是农业生产效率提高分别对城市和农村就业的影响。在第(1)列中,农业人均粮食产量的系数为-0.189,且在 1%水平上显著,表明农业人均粮食产量的提高减少了城市就业数量,可能的原因是,农业人均粮食产量的提高使得从事农业的劳动者收入提高,进而使得部分原本在城市就业的人口回流到农村,从而对城市就业产生冲击。在第(2)列中,农业人均农机总动力的系数为-0.115,且在 1%水平上显著,表明农业人均农机总动力的提高减少了城市就业的数量,进一步佐证了农业生产效率的提高对城市就业具有一定冲击效应,会减少部分城市就业数量。这一结论和推论 2 的进一步理论分析是一致的,即从较为直接的农村收入效用渠道来看(主效应),农业部门生产效率提高使得农业部门的劳动工资水平提高,导致了部分原本在城市就业的人员回流到农业部门就业。在第(3)列中,农业人均粮食产量的系数为-0.21,且在 5%水平上显著,表明农业人均粮食产量的提高减少了农村就业的数量,可能的原因是,农业机械化普及和化肥等要素的使用提高了农业人均粮食产量,但是这些要素的使用会替代部分农业生产中的劳动使用,从而减少了农村就业数量。在第(4)列中农业人均农机总动力的系数为-0.302,且在 5%水平上显著,表明农业人均农机总动力的提高减少了农村就业的数量,进一步佐证了农业生产效率的提高对农村就业具有一定冲击效应。结合前面的模型分析,第(3)列和第(4)列的结果还说明,2008—2017 年,农业生产效率的提高持续地释放了农村劳动力,这主要是由于中国农业现代化的发展速度还不够快,代表先进生产力的现代农业部门对劳动力的吸收小于农业部门整体释放的劳动力,导致农业生产效率的提高与总的农村就业之间显现为负相关关系。

第二,农业污染治理带来的就业效果。第(5)列至第(8)列主要是农业污染治理分别对城市和农村就业的影响。在第(5)列中,农村改水投资的系数为 0.073,且在 1%水平上显著,表明农村改水投资的增加促进了城市就业,可能的原因是,农村改水投资增加使得农村生态环境变好,农民消费者效用提升,从而间接地刺激了城市部门劳动者在城市生态环境不变的情况下更多地通过努力工作来保持自身的消费者效用相对不变。在第(7)列中,农村改水投资的系数为 0.08,表明农村改水投资的增加促进了农村就业,可能的原因是,农村改水投资的增加刺激了农业生产以及使得农村生态环境变得更好从而吸引更多的劳动者到农村就业。在第(6)列和第(8)列中,林业投资对城市就业影响为正(0.033)、对农村就业影响为负(-0.018),但都不显著,可能的原因是,林业投资的就业效应具有强时滞性,其作用的范围相对农村改水投资来说更广,所以对于就业的影响相对不明显。因此,我们在后文做交叉回归的时候,选用农村改水投资指标而不选用林业投资指标。第(5)列至第(8)列的回归结果总体说明,农业环境治理促进了城市和农村就业,这和推论 1 的观点是一致的。

第三,其他变量变化带来的就业效果。从控制变量来看,表 4 第(1)列至第(8)列均显示,人均 GDP 对城市和农村就业的影响为正,且基本在 1%水平上显著,说明随着经济发展质量的提升,中国城市和农村就业数量也相应增加,使得原本大量富余的农村劳动力找到了新的工作岗位;另外,教育是一个国家经济长期增长的重要推动力,它的所有回归系数均为正,且基本在 1%的水平上显著,说明教育水平提升显著地促进了城市和农村就业,可能的原因是,教育增强了人们对岗位的适应性,改变了就业观念,促进了劳动跨区域、跨行业就业;铁路运输里程的增加对于就业的影响,在加入农村生产效率指标后基本显著,表现为铁路运输里程的增加促进了城市和农村就业,但是在加入农村环境治理指标后,只有林业投资指标分项是显著的,说明铁路运输里程的增加在引入农村环境治理指标后对就业的影响是不明显的。

(二) 农业生产效率提高及环境治理的综合就业效果分析

1. 无交互项的综合就业效果分析

表 5 第(1)列和第(2)列为在同时加入人均粮食产量和农村改水投资变量之后,分别考察了各变量的城市就业和农村就业效果,得到结论总体上和表 4 分项就业效果的结论一致,即农业生产效率的提高减少了城市和农村就业的数量,而农业环境治理提升增加了城市和农村就业

的数量。不过,人均粮食产量对城市就业影响不显著,可能原因是,人均粮食产量对城市就业影响是间接的,它是通过影响农村劳动收入进而影响劳动区位选择来影响城市就业的,因此加入交互项后作用不明显。

表 5 农业生产效率及农业环境治理的综合就业效果(N=112)

变量	模型三			
	无交互项		有交互项	
	(1)	(2)	(3)	(4)
	lnlm	lnla	lnlm	lnla
lnpls	-0.066(-0.57)	-0.406**(-2.28)	-0.162(-0.68)	2.024*** (4.16)
lnncgs	0.069*(1.92)	0.096*(1.76)	0.011(0.07)	1.53*** (4.51)
lnpls*lnncgs			0.0103(0.32)	-0.271*** (-4.14)
lnpgdp	0.530*** (5.85)	0.156(1.11)	0.588*** (6.10)	0.163(0.83)
lnl	0.202(1.34)	0.249(1.08)	0.0358(0.28)	0.166(0.64)
lnedu	0.337(1.40)	1.44*** (3.93)	0.598*** (2.93)	2.12*** (5.11)
_cons	-5.257306	-14.50883	-7.311033	-35.40214
Adj R ²	0.9113	0.7198	0.9275	0.8618

注:括号中数值为统计系数的稳健性 t 统计值。*、**、*** 分别代表 10%、5%、1%显著水平。

2.有交互项的综合就业效果分析

表 5 第(3)列和第(4)列为在同时加入人均粮食产量和农村改水投资变量之后,再加入两者的交互项,分别考察了各变量的城市就业和农村就业效果。结果显示,人均粮食产量、农村改水投资以及两者的交互项对于城市就业的影响不显著,但是对于农村就业均有显著影响,且通过了 1%的显著水平检验,说明当农业生产效率越低时,农业污染治理对农村就业的促进作用越大;同理当农业污染治理越差时,农业生产效率提高对于农业就业的促进作用越大。从控制变量来看,人均 GDP、铁路交通运输里程和教育水平的提升仍然是促进城市和农村就业的重要因素。

六、结论

本文通过对 H-T 模型进行拓展,构建了一个包含三部门的二元经济理论模型,从消费者效用的角度考察了农业污染治理、生产效率提高对就业的影响,并采用 2008—2017 年的省级面板数据进行实证分析。理论研究发现:加大农业污染治理具有良好的就业效果,会使得城市和农村部门就业增加,且农业单位污染排放量越大、农民对于环境污染越敏感、现代农业部门总产量越大,农业污染治理促进就业的效果就越好;另外,农业环境治理对农村部门的就业影响还和城市劳动需求弹性有关,而对城市失业的影响不但和城市劳动需求弹性有关而且与城市失业率自身的高低有关;提高农业劳动生产效率会使现代农业部门就业增加,但对其他部门的就业影响是不确定的,如果仅从较为直接的农村收入效用渠道(主效应)来看,现代农业部门生产效率提高会使现代农业部门的劳动工资水平提高,从而导致部分原本在城市或传统农业部分就业的人员转到现代农业部门就业,进而增加现代农业部分就业而减少城市就业或传统农业部门就业。实证分析验证了理论,并进一步发现:农业劳动生产效率提高会使城市和农村就业数量略有下降,在农村内部现代农业部门对于劳动的吸收小于传统农业部门对于劳动的释放;当农业生产效率越低时,农业环境治理对农村就业的促进作用越大,当农业环境治理越差时,农业生产效率提高对于农业就业的促进作用越大。因此我们建议,国家在实施乡村振兴战略的过程中应该:一是加快提高农业生产效率以提升农民工工资水平,保障农业现代化发展中的劳动供给;二是加快农业污染治理以提升农业生产的生态条件以及农民的生活条件,保障农业现代化发展能够持

续稳步推进;三是注意农业生产效率与农业污染治理之间的相互负面作用,提高农业整体环境技术效率,保障乡村振兴既有金山银山又有绿水青山。

参考文献:

- [1] 习近平.决胜全面建成小康社会夺取新时代中国特色社会主义伟大胜利——在中国共产党第十九次全国代表大会上的报告[M].北京:人民出版社,2017.
- [2] 叶初升,惠利.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[J].中国人口·资源与环境,2016,26(4):116-125.
- [3] 李谷成,范丽霞,闵锐.资源、环境与农业发展的协调性——基于环境规制的省级农业环境效率排名[J].数量经济技术经济研究,2011,28(10):21-36,49.
- [4] Porter M E, van der Linde C. Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship[J].Journal of Economic Perspectives, 1995, 9(4): 97-118.
- [5] Harris J R, Todaro M P. Migration, Unemployment, and Development: A Two Sector Analysis [J]. American Economic Review, 1970, 60(1): 126-142.
- [6] Corden W M, Findlay R. Urban Unemployment, Intersectoral Capital Mobility and Development Policy [J]. Economica, 1975, 42(165): 59-78.
- [7] Chandra V, Khan M A. Foreign Investment in the Presence of an Informal Sector [J]. Economica, 1993, 60(237): 79-103.
- [8] Gupta M R. Rural-Urban Migration, Informal Sector and Development Policies: A Theoretical Analysis [J]. Journal of Development Economics, 1993, 41(1): 137-151.
- [9] Papanos V T. Environmental Taxation in a Dualistic Economy [J]. Environment and Development Economics, 2007, 28(12): 73-89.
- [10] Daitoh I. Environmental Protection and Trade Liberalization in a Small Open Dual Economy [J]. Review of Development Economics, 2008, 16(12): 728-736.
- [11] 孙淑琴.城镇化中的城市污染、失业与经济发展政策的效应[J].中国人口·资源与环境[J].2014,24(7): 59-64.
- [12] 李晓春,董哲昱.最低工资与买方垄断劳动市场的持续存在——江浙沪最低工资线的就业效果比较[J].审计与经济研究,2017,32(6):90-101.
- [13] Johnson D G. Agriculture and the Wealth of Nations [J]. American Economic Review, 1997, 23(1): 1-12.
- [14] Gollin D, Parente S L, Rogerson R. The Food Problem and the Evolution of International Income Levels [J]. Journal of Monetary Economics, 2007, 54(4): 1230-1255.
- [15] 徐建国,张勋.农业生产率进步、劳动力转移与工农业联动发展[J].管理世界,2016(7):76-87,97.
- [16] 陈向阳.环境库兹涅茨曲线的理论与实证研究[J].中国经济问题,2015,25(3):51-62.
- [17] 李晓春,伍云云,梁梦宇.江浙沪地区最低工资对环境污染的影响探究[J].中共南京市委党校学报,2019,20(2):78-84,106.
- [18] Jaffe A B, Palmer K. Environmental Regulation and Innovation: A Panel Data Study [J]. Review of Economics and Statistics, 1997, 79(4): 610-619.
- [19] Rubashkina Y, Galeotti M, Verdolini E. Environmental Regulation and Competitiveness: Empirical Evidence on the Porter Hypothesis from European Manufacturing Sectors [J]. Energy Policy, 2015, 83(2): 288-300.
- [20] 杨志辉.农村土地流转对环境影响的机制及绩效评价[J].中南林业科技大学学报(社会科学版),2018,12(5):31-36.
- [21] 李娟.全球化、劳动需求弹性与就业风险研究述评[J].经济学动态,2012,16(3):153-159.
- [22] 石晓平,郎海如.农地经营规模与农业生产率研究综述[J].南京农业大学学报(社会科学版),2013,13(2):76-84.
- [23] 李娟,吴建利.中国劳动力市场需求弹性估算[J].人口学刊,2015,37(6):93-102.
- [24] 赵连阁,钟搏,王学渊.工业污染治理投资的地区就业效应研究[J].中国工业经济,2014,27(5):70-82.
- [25] 赵佳丽,高艳云,程光辉.交通基础设施的就业效应及其地区差异——基于省级面板数据的实证分析[J].江西社会科学,2018,38(7):56-65.

[26] 谭华清,周羿,赵波,等.教育对城乡劳动力转移的影响及其机制[J].财经研究,2018,44(9):66-79.

(责任编辑:蒋玮)

The Impact of Pollution Control and Productivity Improvement on Employment

YANG Zhihui, LI Xiaochun

Abstract: In the context of the implementation of the national rural revitalization strategy, we expand the H-T model by introducing pollution control and production efficiency indicators, and a three-sector dual economic theory model was constructed to investigate the impact of agricultural pollution control and production efficiency improvement on urban and rural employment from the perspective of consumer utility. According to the theoretical research, strengthening agricultural pollution control has a good employment effect, which increases the employment in urban and rural sectors. Improving the productivity of agricultural labor will increase employment in modern agricultural sector, but the effect on employment in other sectors is uncertain. There is a certain substitution between a good environment and a high salary. People can tolerate a small drop in salary while enjoying a good environment. After the 2008-2017 provincial panel data to validate the theoretical research results in our country, the validation based on the results of theoretical study has been conducted further; agricultural labor productivity improvement makes urban and rural overall employment quantity slightly drop, reflecting the fact that the agricultural labor productivity improves with high income effect, but overall has a certain crowding effect on employment. In addition, when the agricultural production efficiency is lower, the promotion effect of agricultural environmental governance on rural employment is greater; when the agricultural environmental governance is worse, the promotion effect of the improvement of agricultural production efficiency on agricultural employment is greater, indicating that environmental pollution control and the improvement of production efficiency have a strong mutual influence on the employment effect, and the improvement of the overall environmental technology efficiency of agriculture is a key point in the development of modern agriculture.

Keywords: Rural Revitalization Strategy; Modern Agriculture; Rural Ecological Environment; H-T Model; Green Development; Agricultural Pollution Control