

农产品贸易开放、农业增长与农业环境

高 雪,李谷成,魏诗洁

(华中农业大学 经济管理学院/湖北农村发展研究中心,
湖北 武汉 430070)



摘 要 选取 2000—2013 年 30 个省、区面板数据,运用固定效应模型、工具变量估计方法对农产品贸易开放、农业增长与中国农业环境的关系进行考察。研究发现,样本期内我国化肥等农业化学品使用强度逐年增加,畜禽排放粪便量呈波动变化。农产品出口依存度对农业化学品使用强度具有明显的负向影响;对畜禽排放的粪便量具有明显的正向影响。人均第一产业生产总值与我国农业环境之间的关系不满足“环境库兹涅茨”“倒 U 型”曲线。此外,人力资本、城镇化水平的提高不利于降低农业化学品使用强度,但有利于缓解畜禽养殖污染。提出我国应充分利用国际市场,努力提高出口农产品的技术含量及绿色化水平,以实现农产品贸易、农业增长与生态环境的协调发展。

关键词 农产品贸易; 农业增长; 农业环境; 工具变量法

中图分类号:F 762 **文献标识码:**A **文章编号:**1008-3456(2018)04-0054-07

DOI 编码:10.13300/j.cnki.hnwxkb.2018.04.007

我国农业增长在一定程度上是以环境为代价的,农业已成为总氮、总磷和总化学需氧量排放的主要来源^[1]。就农用化肥而言,我国化肥消费量大,单位面积化肥施用量高于世界平均水平,不合理或过度的化肥施用已造成农业面源污染等问题^[2-3]。此外,畜禽养殖污染也是导致我国农村面源污染的主要因素。事实上,农业可持续发展需要协调好环境、资源与发展的关系,但农业增长对土地等资源的无限需求与自然资源的有限供给之间存在矛盾。因此,一方面仅依靠本国资源来满足人们对农产品不断增长的需求具有挑战性;另一方面,为保证我国粮食安全,利用国际资源及国外市场的必要性不断增强。

我国农产品对外贸易流量自加入 WTO 以来持续增加。农业部数据显示,2017 年我国农产品贸易总额达 2 013.9 亿美元,相较于 2001 年,年均增长为 23.5%。与此同时,我国农产品贸易格局也发生转变。2004 年开始,我国进入农产品逆差“常态化”。以 2017 年为例,我国农产品贸易逆差为 503.3 亿美元,其中农产品出口总额为 755.3 亿美元,进口总额为 1 258.6 亿美元^①。进口农产品在一定程度上相当于进口资源,换言之,农产品贸易中隐含着“虚拟资源要素、虚拟生态要素(化肥、农膜、农药等)”。基于此,本文将重点研究农产品贸易开放、农业增长与农业环境的关系。

一、文献回顾

关于贸易开放与环境问题的研究已得到学者们的广泛关注,相关理论较为丰富,主要包括以要素

收稿日期:2017-12-11

基金项目:国家自然科学基金面上项目“劳动力成本上升对农业生产的影响机理与实证研究”(71473100);国家自然科学基金项目“中国农业全要素生产率增长:结构调整、比较优势与动态演进”(71273103);国家自然科学基金国际合作项目“极端气候下中国水资源对粮食安全影响的风险评估和弹性对策研究”(NSFC-CGIAR,71461010701);中央高校基本科研业务费专项“中国农业生产方式转变研究”(2662015PY093)。

作者简介:高 雪(1991-),女,博士研究生;研究方向:农业技术经济学、国际贸易。

通讯作者:李谷成(1982-),男,教授,博士;研究方向:农业技术经济。

① 数据来源于农业部国际合作司的调查。

禀赋理论为基础的“污染天堂”假说^[4-5]；Grossman 等建立的贸易环境效应分析思想^[6]。借鉴贸易环境效应分析框架,农产品贸易的环境效应可划分为结构效应,技术效应和规模效应^[7]。关于结构效应,当本国优势行业扩张所产生的污染大于劣势产业缩小所减少的污染时,农产品贸易将对本国环境产生消极影响,结构效应为负;反之结构效应将为正。关于规模效应:一方面,经济规模的扩大将促进要素投入增多,进而引发资源消耗与环境污染;另一方面,经济规模扩大,一国人均收入水平提高导致人们对优质环境的需求增加,有助于该国产业结构的转型升级。关于技术效应,在自由贸易条件下,农产品贸易有利于农业技术的转移,如果一国能够采用资源节约、环境友好的农业技术,农业环境污染极有可能降低^[7]。

从理论上,农产品贸易对农业环境的影响具有不确定性。由此,学者们开始实证检验二者间的关系。一些学者以“虚拟资源生态要素”流动思想为基础,对粮食贸易中隐含的虚拟耕地、虚拟生态要素(化肥等)进行核算,研究发现,从 2000—2008 年,我国虚拟化肥净进口年均增长率为 22.7%^[8]。陆文聪等研究发现,当净进口 4 000 万吨粮食时,我国国内可减少大概 100 万吨化肥施用量^[7]。

一些学者则采用分解法或计量方法考察农产品贸易对农业环境的影响。按照研究结论大致可以分为三类:一是农产品贸易对一国农业环境具有不利影响。Dachs 等和 Barbier 指出,农产品贸易自由化将加剧一国对森林等自然资源的过度开发^[9-10]。Vilas-Ghisso 等认为,结构效应、技术效应对墨西哥农民的化肥施用量具有正向影响,规模效应则相反,而且规模效应更为明显^[11]。在国内,刘子飞基于省级面板数据,定量分析了农产品贸易的环境效应,结果显示,结构效应对降低化肥浓度具有积极影响,但结合其他效应,农产品贸易将加剧中国农业环境污染^[12]。陈雯利用协整分析等方法着重考察了农产品出口贸易对农业环境的影响,结果显示,二者之间存在正相关关系^[13]。二是农产品贸易对一国农业环境具有积极影响。张相文等研究表明,农产品贸易的规模效应和结构效应将增加化肥农药施用量,技术效应则具有相反的作用,从总效用来看,贸易自由化对农业环境具有改善作用^[14]。张凌云等运用 1986—2003 年时间序列数据的研究表明,中国种植业产品出口有利于缓解中国人均化肥的施用量^[15]。周曙东在模拟大宗农产品关税配额效果时指出,大宗农产品进口可以降低中国化肥施用量^[16]。三是农产品贸易对农业环境的影响具有不确定性^[17-18]。由于研究数据、研究方法各异,农产品贸易对农业环境的影响也难免有所差异。关于农业环境的评估指标,学者们多采用农用化肥施用量,但以化肥施用量这一指标衡量农业环境缺乏全面性,由单一指标得出的结论有待商榷^[19-20]。

关于研究方法,已有研究较少考虑内生性问题,对此,李锴等和高鸣等的研究具有参考价值。高鸣等指出化肥农膜等是农业碳排放的重要来源,在考察农产品贸易、农业增长与碳排放绩效时,需要处理内生性问题^[21]。李锴等在分析贸易开放、经济增长与我国环境时,采用了滞后期工具变量以解决内生性问题^[22]。

基于上述,本文在考察农产品对外贸易与农业环境的关系时,尝试进行两方面改进。第一,在农业环境指标核算上,综合考虑数据的可获得性和全面性,以单位面积的农业化学品使用量(单位面积农药、化肥及农膜使用量)、单位值畜禽排放的粪便量衡量我国农业环境。这些指标反映了我国农业环境现状,也体现了农业环境污染的强度。第二,在研究方法上,本文将采用固定效应模型,并且在考虑内生性问题的情况下,利用工具变量估计方法分析农产品贸易开放、农业增长对中国农业环境的影响,并试图识别出农产品进口依存度与出口依存度各自的作用。

二、计量模型、变量选择与数据说明

1. 计量模型

环境库兹涅茨倒 U 型曲线表明,经济发展与环境之间呈现倒 U 型关系,即随着经济增长的积累,环境质量呈现先恶化后改善的趋势,所以,为了更好地衡量农产品贸易对中国农业环境的影响,需要控制农业增长这一指标。本文模型设定如下:

$$F_{it}=\alpha_0+\beta_1E_{it}+\beta_2I_{it}+\beta_3I_{it}2+\beta_4X_{it}+\gamma_i+\delta_t+\epsilon_{it}\tag{1}$$

式(1)中, i 代表中国各省截面单位, $i=1,2,3\cdots 30$; t 表示时间; F_{it} 表示中国农业环境变量(主要包括单位面积农药、化肥及农膜使用量;单位价值的牲畜粪便排放量); E_{it} 表示贸易依存度,主要包括农产品贸易开放度、农产品进口依存度、农产品出口依存度; I_{it} 表示人均第一产业生产总值,用以衡量农业增长,并纳入其二次项; X_{it} 表示其他控制变量,包括城镇化水平、种植结构调整、人力资本变量。 δ_t 代表时间非观测效应,反映随时间变化因素所产生的效应,例如农业政策等。 γ_i 表示地区非观测效应。 ϵ_{it} 表示的是与时间和地区都无关的随机误差项。

由于农业增长与农业环境之间存在双向因果关系,因此人均第一产业生产总值是明显的内生变量,需要解决内生性问题。具体而言,随着人均第一产业生产总值的提高,人们对生存环境的质量需求不断增加,政府及相关部门将按照经济发展的变化改变激励方式,制定和执行相关环境规则。更加严格的环境条例规则可能会对农业生产造成不利影响,也可能会推动工艺或技术创新而给农业发展带来有利影响。所以,在存在内生性问题时,对式(1)进行 OLS 和固定效应模型估计,结果会存在偏误。因此本文借鉴李锴等关于贸易开放、经济增长与中国碳排放的研究方法,采用滞后期工具变量^[22]。

2. 数据说明、变量选择及统计描述

本文采用的因变量是我国农业环境,以单位面积农业化学品使用量(单位面积的农药使用量、化肥施用折纯量、农用塑料薄膜使用量之和)、单位值畜禽排放的粪便量等指标来衡量。全国不同省区的化肥施用折纯量、农药使用量等来自于《中国农村统计年鉴》(2001—2014 年),农作物播种面积来自于《中国农业年鉴》(2001—2014 年)。畜禽主要包括猪、牛、羊和家禽四类,其中,牛和羊通常当年不出栏,定义其饲养天数为 365 天;猪的生长周期大概为 199 天,而鸭等家禽的生长周期大概为 210 天。牛、羊、猪、家禽对应的日排泄量分别为 30 千克/天、2.6 千克/天、5.3 千克/天、0.12 千克/天,基于以上说明,畜禽排放粪便量=畜禽量×年饲养天数×日排泄量^[23]。

本文的核心解释变量是农产品贸易开放度、进口依存度及出口依存度,数据来自历年《中国农业年鉴》(2001—2014 年)、《中国统计年鉴》(2001—2014 年)。其次,较为关心的变量是人均第一产业生产总值;其余控制变量包括城镇化水平、农业种植结构及人力资本。其中,不同省份的农村总人口数据来自于中经网统计数据;城镇常住人口、总人口数据来自《中国统计年鉴》(2000—2014 年)。粮食作物播种面积、农作物播种面积及果茶地面积数据来源于《中国农业年鉴》(2001—2014 年)。解释变量指标含义见表 1。

根据 Hall 等提出的思想对人力资本进行量化^[24],具体过程是:在核算人口受教育年限的基础上,将其乘以教育的投资回报系数。受教育年限的核算方法为: $E=\sum e_{it}L_{it}/\sum L_{it}$, e_{it} 是对应学历的学制年限,本文将文盲及半文盲学制年限设定为 1 年;小学、初中、高中及中专、大专及以上依次为 6 年、9 年、12 年、15.5 年。 L_{it} 是对应学历的总人口数。各省乡村受教育程度的人口数据来自于《中国人口统计年鉴》(2002—2014 年)。关于教育投资回报系数,参考 Henderson 等、匡远凤的研究结果^[25-26]。为了保证面板数据(2000—2013 年)的连贯性^①,样本包括除西藏、港、澳、台之外的中国大陆 30 个省区,这仅限于一种学术性处理。

由数据描述性统计表 1 可知,单位值畜禽排放的粪便量的标准差高于单位面积农业化学品使用量,表明畜禽排放粪便量的变异程度更大,降低畜禽养殖污染的可能性更高。农产品进口依存度的平均值高于出口依存度,相当于出口依存度的 2.6 倍,这表明我国农产品进口在农业贸易中的比重较大,进口依存度较高。事实上,随着贸易自由化的快速发展,从 2004 年开始,我国已从农产品净出口国转变成净进口国,而且近十几年来的农产品逆差现状维持不变。从人均第一产业生产总值、人力资本、城镇化水平来看,我国不同省区的农业、经济等发展水平存在差异。

① 鉴于与本文人力资本指标核算相关的数据只统计到 2014 年,故本文数据截至 2013 年。

表 1 有关变量的含义及描述性统计分析

变量名称	含义和单位	均值	标准差
单位面积农业化学品使用量/(万吨/千公顷)	农业环境衡量指标	0.35	0.12
单位值畜禽排放粪便量/(吨/亿元)	农业环境衡量指标	11.44	6.14
农业贸易开放度	进出口总额与国内第一产业增加值之比	0.44	1.20
进口依存度	农产品进口总额与第一产业增加值之比	0.32	1.02
出口依存度	农产品出口总额与第一产业增加值之比	0.12	0.20
人均第一产业生产总值/(亿元/万人)	第一产业总产值与农产总人口之比	0.64	1.68
人力资本	受教育年限与教育投资回报率之积	0.98	0.08
城镇化水平	城镇常住人口与总人口之比	0.45	0.15
粮食播种面积比	粮食播种面积与农作物与果茶地面积总和之比	0.65	0.12

三、实证分析与解释

农业生产中化肥、农药及农膜的不适当使用是造成面源污染的主要原因之一。我国农用化肥施用量逐年递增,2000—2013 年我国农用化肥施用量从 4 千多万吨增长到 6 千多万吨,年均增长率为 3%;同期农药、农膜使用量的年均增长率分别为 2.78%、6%。如表 2 所示,就单位面积使用量而言,2000—2013 年间,单位面积化肥施用量及农膜使用量逐年增加,而单位面积的农药使用量在 2013 年呈现下降趋势。值得注意的是,单位值畜禽排放的粪便量呈明显的波动变化。由此,本文将分别考察农产品贸易对单位面积农业化学品使用量、单位值畜禽排放的粪便量的影响。

表 2 单位面积农业化学品使用量及单位值畜禽排放粪便量

年份	单位面积化肥量/ (万吨/千公顷)	单位面积农膜量/ (吨/千公顷)	单位面积农药量/ (吨/千公顷)	单位值家禽粪便量/ (吨/亿元)
2000	0.026	8.544	8.816	6.976
2001	0.027	9.307	8.187	6.853
2002	0.028	9.899	8.486	3.267
2003	0.030	10.433	8.694	5.128
2004	0.030	10.940	9.026	4.896
2005	0.032	11.334	9.389	5.111
2006	0.033	12.129	10.102	4.451
2007	0.033	12.624	10.574	2.890
2008	0.034	12.843	10.701	3.305
2009	0.034	13.209	10.772	3.268
2010	0.035	13.524	10.942	2.729
2011	0.035	14.139	11.011	2.566
2012	0.035	14.582	11.051	2.588
2013	0.036	15.144	10.945	2.606

采用计量方法分析农产品贸易对中国农业环境的影响。模型 1、2 的因变量为单位面积农业化学品使用量;模型 3、4 的因变量为单位值畜禽排放的粪便量。其中,模型 1、3 的重要解释变量是农产品对外开放,而模型 2、4 的主要解释变量是进口依存度和出口依存度,这样处理的目的是避免完全共线性。对模型 1~4 进行 Hausman 检验,结果均显示固定效应模型更优。由此,本文首先基于面板数据,采用固定效应模型展开影响因素分析,回归结果见表 3。

由表 3 可知,模型 2 的拟合优度优于模型 1,模型 1 的农产品对外开放在统计上并不显著;模型 2 的农产品进口依存度的系数也未通过显著性检验。基于“虚拟生态要素”思想的研究指出,农产品进

口相当于降低了国内农业生产中农药、化肥等要素投入,本文没有得出这一结论。但是,农产品出口依存度在 5%的水平上显著为负,表明随着农产品出口依存度的提高,单位面积农业化学品使用量有所降低。其可能的原因是,加入 WTO 后,贸易自由化对我国农产品出口提出了更高要求,为了尽可能地接轨国际农产品标准,中国相关生产者极有可能改变传统生产方式,更加注重农业生产及发展的绿色化、高质化、科技化水平。以大豆为例,在国外大豆价格的冲击下,为了寻求自身生存发展的市场空间,国内大豆种植户开始逐渐向降低化肥施用量的绿色农业方面发展。

表 3 农产品贸易开放、农业增长对农业环境影响的估计结果(固定效应模型) n=420

变量	模型 1	模型 2	模型 3	模型 4
农产品对外开放	−0.026(0.021)		0.547(0.545)	
进口依存度		−0.020(0.022)		0.340(0.549)
出口依存度		−0.276** (0.138)		8.479** (3.449)
人力资本	0.724*** (0.133)	0.713*** (0.133)	−18.750*** (3.34)	−18.387*** (3.330)
人均第一产业生产总值	0.029* (0.016)	0.029* (0.016)	−0.819** (0.404)	−0.828** (0.402)
人均第一产业生产总值平方	−0.001(0.000)	−0.000(0.000)	0.027(0.019)	−0.026(0.019)
农业种植结构	−0.047(0.243)	−0.102(0.244)	9.191(6.089)	10.935* (6.100)
城镇化	0.442*** (0.092)	0.478*** (0.093)	−13.600*** (2.300)	−14.752*** (6.100)
常数项	1.233*** (0.199)	1.292*** (0.201)	30.303*** (4.999)	28.449*** (5.034)
R ²	0.18	0.19	0.23	0.24

注: *、** 和 *** 分别表示在 10%、5%和 1%的统计水平上显著;括号内数值为标准误,下同。

在模型 1、2 中,人均第一产业生产总值的一次项在统计上显著,且系数为正数,表明随着人均第一产业生产总值的提高,我国农业化学品施用强度将会加重;其二次项在统计上并不显著,这在一定程度上表明人均第一产业生产总值与单位面积农业化学品使用量之间不符合倒 U 型关系。此外,人力资本对单位面积农业化学品使用量具有正向作用,即人力资本提高 1%,单位面积农业化学品使用量将提高 0.7%。这一结论与理论不符,通常认为人力资本提高能缓解农业环境污染,原因可能在于,农业收益低,具有一定人力资本的农村劳动力不倾向于务农,而留下务农的劳动者多为老人或妇女,他们会选择更为节约劳动力的化学品。

在模型 4 中,农产品出口依存度在 5%的水平上显著为正,其对单位值畜禽排放的粪便量具有不利影响。可能在于,畜禽类农产品出口量的增加,将直接导致国内畜禽粪便排泄量的增加。以生猪为例,中国是生猪的生产大国,位居全球第一。依据农业部数据,即使采用减排措施,华北地区一头 70 公斤生猪每天排放粪便中的全氮含量仍约为 10.22 克^[27]。在模型 3、4 中,人均第一产业生产总值与单位值畜禽排放的粪便量之间不满足倒 U 型关系,环境库兹涅茨曲线在这里没有得到验证。此外,人力资本对单位值畜禽排放的粪便量具有显著负向影响,这与模型 2 的结论刚好相反,原因可能是,与种植业不同,畜禽养殖业对技术、基础设施的要求更高。就生猪而言,养殖规模、生猪密度及排泄物都显著影响着农业环境,人力资本提高将有助于改善不同生猪养殖户的养殖规模或技术水平等,进而减弱畜禽养殖给环境造成的污染。

解决内生性问题,可将内生变量的滞后一期作为工具变量,这是一种较为常见且有效的方法。滞后一期与当期人均第一产业生产总值具有强相关性,本文也将采用滞后期工具变量,回归结果见表 4。在表 4 中,模型 5、6 因变量为单位面积农业化学品使用量,模型 7、8 因变量为单位值畜禽排放粪便量。由表 4 可知,模型 5、7 中农产品对外开放的系数依旧不显著,而出口依存度的系数通过了显著性检验,相较于表 3 结果可知,农产品出口依存度对我国农业环境的影响较为稳健。总之,就农业化学品使用量强度而言,农产品出口依存度的增强有利于我国农业环境;就单位值畜禽排放的粪便量而言,农产品出口依存度对我国农业环境的影响则相反。这也在一定程度上解释了农产品贸易对一国环境的影响具有不确定性。

在处理内生性后,人均第一产业生产总值的一次项、二次项均未通过显著性检验,人均第一产业生产总值与我国农业环境之间不存在倒 U 型关系。依据模型 6、8 估计结果,城镇化水平提高 1%,单位面积农业化学品使用量增加 0.5%,单位值畜禽排放粪便量减少约为 15%。原因可能是,城镇化导致大量农村劳动力转移,而农业化学品对劳动力的替代作用使其的增加具有现实意义。随着人们收入水平提高,人们对于生活环境及其品质的追求不断提高,促使政府部门高度重视并加强了对畜禽养殖污染防治等工作。

表 4 农产品贸易开放、农业增长对农业环境影响的估计结果(工具变量法)				n=420
	模型 5	模型 6	模型 7	模型 8
农产品对外开放	−0.032(0.026)		0.592(0.644)	
进口依存度		−0.025(0.026)		0.340(0.549)
出口依存度		−0.314** (0.152)		8.479** (3.449)
人力资本	0.869*** (0.174)	0.850*** (0.175)	−22.388*** (4.205)	−21.903*** (4.201)
人均第一产业生产总值	0.013(0.023)	0.013(0.023)	−0.542(0.576)	−0.559(0.572)
人均第一产业生产总值平方	0.001(0.002)	0.000(0.002)	−0.000(0.064)	−0.001(0.064)
农业种植结构	−0.063(0.269)	−0.129(0.270)	6.720(6.846)	8.475(6.492)
城镇化	0.518*** (0.197)	0.564*** (0.204)	−14.326*** (4.746)	−15.551*** (4.920)
常数项	1.078*** (0.223)	1.149*** (0.223)	35.474*** (5.381)	33.581*** (5.358)

四、结论与政策建议

选取中国大陆地区 30 个省区 2000—2013 年的面板数据,运用固定效应模型及工具变量估计方法,考察了农产品贸易开放、农业增长与中国农业环境的关系,得出以下结论:

第一,我国单位面积化肥施用量及农膜使用量逐年增加,单位面积农药使用量仅在 2013 年有所下降。相比之下,畜禽排放粪便量在 2000—2013 年间呈现波动变化。第二,固定效应模型的估计结果显示,农产品出口依存度提高将降低单位面积农业化学品使用量、增加单位值畜禽排放的粪便量。人均第一产业生产总值与中国农业环境之间具有线性关系,理论上二者间的倒 U 型关系并未得到验证。第三,解决内生性问题后,农产品进、出口依存度对我国农业环境的影响未发生变动,较为稳健。但人均第一产业生产总值的一次、二次项均未通过显著性检验,环境库兹涅茨曲线仍未得到验证。

基于上述,本文提出相应的政策建议:第一,农用化肥农药、畜禽排泄物等是农业面源污染的重要来源,为着力改善中国农业环境,相关部门应制定有效的方针策略,例如规范农业生产中化肥等施用标准,提高化肥使用效率等。同时加强执行政策的能力也很重要,例如,相关部门应积极响应和落实中央“一号文件”中关于农业面源污染及养殖污染防治的工作要求,重点解决好技术创新问题,为养殖户提供降低畜禽排泄物处理成本的有效方法。第二,充分利用国际市场,开展农产品贸易。为促进农业增长和改善国内生态环境,我国应努力提高农产品出口的技术含量及绿色化水平,以实现农产品贸易、农业增长与生态资源环境的协调发展。

参 考 文 献

[1] 李谷成.中国农业的绿色生产率革命:1978—2008 年[J]. 经济学(季刊),2014,13(2):537-558.
[2] 李太平,张锋,胡浩.中国化肥面源污染 EKC 验证及其驱动因素[J].中国人口·资源与环境,2011,21(11):118-123.
[3] 纪月清,张惠,陆五一,等.差异化、信息不完全与农户化肥过量施用[J].农业技术经济,2016(2):14-22.
[4] WALTER I,UGELOW J. Environmental policies in developing countries [J]. Ambio,1979,8(2-3):102-109.
[5] COPELAND B R,TAYLOR M S. Trade,growth and the environment[J]. Journal of economic literature,2004,42(1):71-72.
[6] GROSSMAN G,KRUGER A. Environment impacts of a North America free trade agreement[R].NBER working paper,1991: 3914.

[7] 陆文聪,郭小钗.农业贸易自由化对我国环境的影响与对策[J].中国农村经济,2002(1):46-51.

[8] 孙才志,汤玮佳,邹玮.中国粮食贸易中的虚拟资源生态要素估算及效应分析[J].资源科学,2012(3):589-597.

[9] DACHS J,LOHMANN R,OCKENDEN W A,et al. Environmental externalities in traditional agriculture and the impact of trade liberalization;the case of Ghana[J]. Journal of development economics,1997,53(1):17-39.

[10] BARBIER E B. Links between economic liberalization and rural resource degradation in the developing regions[J]. Agricultural economics,2000,23(3):299-310.

[11] VILAS-GHISO S J,LIVERMAN D M. Scale,technique and composition effects in the Mexican agricultural sector;the influence of NAFTA and the institutional environment[J]. International environmental agreements politics law & economics,2007,7(2):137-169.

[12] 刘子飞.中国农产品对外贸易环境效应的实证分析[J].经济问题探索,2014(12):110-117.

[13] 陈雯. 中国农业出口贸易与环境污染关系的实证研究[J]. 福建农林大学学报(哲学社会科学版),2012,15(5):31-35.

[14] 张相文,黄娟. 中国农业贸易自由化的环境效应分析[J]. 农业经济问题,2012(6):85-89.

[15] 张凌云,毛显强,涂莹燕,等.中国种植业产品贸易自由化对环境影响的计量经济分析[J].中国人口·资源与环境,2005,15(6):46-49.

[16] 周曙东.农产品进口所带来的社会经济及环境影响——以江苏省为例[J].南京农业大学学报,2001,24(4):89-92.

[17] JOHANSSON R C,COOPER J,PETERS M. An agri-environmental assessment of trade liberalization[J]. Ecological economics,2006,58(1):37-48.

[18] 匡远配,谢杰. 中国农产品贸易的资源效应和环境效应的实证分析[J]. 国际贸易问题,2011(11):138-147.

[19] 潘丹.中国化肥消费强度变化驱动效应时空差异与影响因素解析[J].经济地理,2012,34(3):121-126.

[20] 龚琦,王雅鹏.我国农用化肥施用的影响因素——基于省际面板数据的实证分析[J].生态经济,2011(2):33-38.

[21] 高鸣,陈秋红.贸易开放、经济增长、人力资本与碳排放绩效——来自中国农业的证据[J].农业技术经济,2014(11):101-110.

[22] 李锴,齐绍洲. 贸易开放、经济增长与中国二氧化碳排放[J]. 经济研究,2011(11):60-72.

[23] 马进. 我国农产品贸易与农业环境效应研究[D]. 济南:山东大学,2016.

[24] HALL R E,JONES C.J. Why do some countries produce so much more output per worker than others? [J]. Quarterly journal of economics,1999,114(1):83-116.

[25] HENDERSON D J,RUSSELL R R. Human capital and convergence:a production-frontier approach[J]. International economic review,2005,46(4):1167-1205.

[26] 匡远凤. 技术效率、技术进步、要素积累与中国农业经济增长——基于 SFA 的经验分析[J]. 数量经济技术经济研究,2012(1):3-18.

[27] 张晓恒,周应恒,张蓬. 中国生猪养殖的环境效率估算——以粪便中氮盈余为例[J]. 农业技术经济,2015(5):92-102.

(责任编辑:陈万红)