

NONGYE WURAN HUANJING GUIZHI HE
NONGYE KEJI JINBU
Jiyu Anhuisheng De Shizheng Yanjiu

陶群山◎著

农业污染、环境规制和 农业科技进步

—— 基于安徽省的实证研究

农业污染、环境规制和农业科技进步

——基于安徽省的实证研究

陶群山 著



合肥工业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

农业污染、环境规制和农业科技进步:基于安徽省的实证研究/陶群山著.
—合肥:合肥工业大学出版社,2018.6
ISBN 978-7-5650-4017-7

I. ①农… II. ①陶… III. ①农业环境污染—研究—安徽②环境规划—研究—安徽③农业技术—技术进步—研究—安徽 IV. ①X5②X321.254③F327.54

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 118554 号

农业污染、环境规制和农业科技进步

——基于安徽省的实证研究

陶群山 著

责任编辑 郭娟娟

出 版	合肥工业大学出版社	版 次	2018 年 6 月第 1 版
地 址	合肥市屯溪路 193 号	印 次	2018 年 6 月第 1 次印刷
邮 编	230009	开 本	710 毫米×1010 毫米 1/16
电 话	人文编辑部:0551-62903205 市场营销部:0551-62903198	印 张	11.5
网 址	www.hfutpress.com.cn	字 数	188 千字
E-mail	hfutpress@163.com	印 刷	安徽昶颐包装印务有限责任公司
		发 行	全国新华书店

ISBN 978-7-5650-4017-7

定价:38.00 元

如果有影响阅读的印装质量问题,请与出版社市场营销部联系调换。

序 言

农业是国民经济的基础，是整个社会基本生活资料的来源，农业的稳定增长对于整个国民经济的稳定起着至关重要的地位。改革开放以来，在国家农业扶持政策的支持下，中国农业经济获得了长足的发展，农业总产值由1978年的1397.0亿元增加到2016年的63672.8亿元，增加了44.6倍。农业生产结构发生了明显的变化，粮食作物的种植面积比例逐年下降，经济类作物种植面积比例呈逐年上升趋势，畜禽养殖业发展迅速。在农业经济快速增长的同时，农业生产的外部性逐渐显现，化肥、农药等生化物质的大量不合理使用以及农业生产废弃物（秸秆，畜禽粪便等）的大量排放，一方面造成了资源利用的非效率，另一方面形成了农业生态环境的污染。农业污染是大多数国家经济发展过程中出现的普遍现象，而环境污染的加剧会促使社会对环境污染规制的重视，各国在发展农业生产的同时也制定了适当的农业环境政策，农业环境政策的制定对农业环境的污染起到了一定的遏制作用。

环境规制能够促进农业生态环境的改善，但环境规制能否在改善环境的同时，带来农业科技的进步，并由此提高农业生产的效率，增强整个农业的竞争力呢？因此，环境规制对农业科技进步的传导机制的研究便构成了本研究的核心内容。本研究在“波特假说”的基础上，从理论上论证了环境规制对农业科技进步的传导机制，并运用安徽省的农业生产数据对这一传导机制及其效果进行了实证的分析，并对其形成原因进行了分析。因而，本研究目标主要包括：运用计量模型实证地分析农业环境污染与经济增长之间的关系，并提出环境规制的必要性；在“波特假说”的基础上构建立经济学模型论证环境规制对农业科技进步的传导机制；选择合适的环境规制和农业科技进步变量指标，建立VAR模型实证分析环境规制对农业科技进步传导机制及其效



果；建立计量经济学模型实证分析环境规制对农业科技进步传导机制的影响因素，为政府的环境决策和农业科技决策提供理论支持。本研究共分为八章，具体研究内容如下。

第一章为导论，主要阐述论文的研究背景、问题的提出，明确本书的研究目标和范围，确定拟解决的关键问题以及所用的研究方法和技术路线等。

第二章为理论基础和国内外文献综述。主要介绍外部性理论、科技进步理论、诱致性科技创新理论，以及对国内外相关研究理论进行综述。

第三章为农业污染和环境规制，先运用相关数据对环境污染的状况进行定量分析，在此基础上对安徽省农业污染和农业经济增长的环境库兹涅茨曲线进行拟合，并指出经济增长是农业污染的直接原因，但导致环境恶化的深层次原因则是经济增长背后的政策、体制与制度等因素，以此说明环境规制的必要性。

第四章为环境规制对农业科技进步传导机制的理论分析，主要在波特假说的基础上从理论上分析环境规制对科技进步传导机制，并结合诱致性科技创新理论，在相关模型的基础上从经济学理论角度分析环境规制对农业科技进步的传导机理，为后面进行实证分析奠定基础。

第五章为环境规制对农业科技进步传导机制的实证分析，在理论分析的基础上，选择适当的环境规制强度和农业科技进步变量指标，建立 VAR 模型，运用计量分析方法对环境规制与农业科技进步的影响滞后趋势和影响程度进行定量的分析和模拟，从动态角度分析两者的关系。

第六章为基于农业科研创新主体视角下的，环境规制对农业科技进步传导机制的影响因素分析。考虑到农业科技进步主体的多元性和复杂性，这里主要从农业科研创新主体出发分析环境规制对农业科研创新的影响，通过建立一个包含滞后变量的多元回归模型，从动态角度实证分析这一影响机制。

第七章为基于农业新技术采纳主体视角下的，环境规制对农业科技进步传导机制的影响因素分析。主要通过建立一个二元 Logistic 回归模型来分析农户自身特质、市场条件以及政府的环境政策对农户选择农业环境新技术意愿的影响，以此来分析环境规制对农业科技进步的影响效果。

第八章为研究结论和政策建议，主要从市场条件、农业科技创新机制和政府支农机制等方面提出环境约束条件下促进农业科技进步的政策建议。

在理论分析的基础上，本研究以安徽省为例对环境规制与农业科技进步

的传导机制及其影响因素进行了实证的分析,本研究结论主要包括:

(1) 研究运用了主成分分析法提取了农业污染综合指标,建立了一个二次曲线方程验证了安徽省的农业污染和经济增长之间也符合环境库兹涅茨曲线,而且处于环境库兹涅茨曲线的拐点附近。经济增长是形成农业污染的直接原因,而其后存在的深层次原因则是环境意识的淡薄,环境产权的缺失以及环境政策的缺失或缺乏区分度,难以形成激励机制。因而,缓解农业环境污染压力,政府必须制定合适的环境政策,增强农业生产者的环境意识,激发他们的环境治理行为。

(2) “波特假说”认为环境规制能够促进科技进步,国内外许多学者建立实证模型对此进行了验证。本书从经济学角度对环境规制对农业科技进步的传导机制进行了理论分析,并通过在安徽省 1990—2009 年的农业生产数据的基础上,选择了合适的环境规制和农业科技进步变量指标,建立了一个 VAR 模型,运用了 Johansen 协整分析方法验证了安徽省农业生产中的环境规制和农业科技进步的关系也符合“波特假说”,Granger 因果关系检验说明了安徽省环境规制是农业科技进步产生的原因,脉冲响应分析和方差分析则更深入地从定量的角度分析了环境规制对农业科技进步的影响滞后趋势和影响程度。由实证的分析可以看出,只是从短期静态角度来分析,环境规制是不利于农业科技进步的;但从长期动态角度来看,环境规制有利于农业的科技进步。

(3) 实证模型的估计结果验证了环境规制能够促进农业科技进步,但促进的效果并不明显。这主要是由于农业科技进步的创新主体、创新环境以及发展过程的复杂性所致。创新主体的多元化,利益目标的多重化扭曲了环境规制的传导机制,影响了农业科技进步的进程。由于环境规制的主体包括农业科研创新主体(政府和科研机构)和农业新科技采纳主体(农户),本书首先建立了滞后变量回归模型,从农业科研创新的角度验证了环境规制对农业科研创新有着积极的促进作用。实证结果显示,不论从环境规制的即期效应还是滞后 3 期的效应来看,环境规制都能够促进农业科技创新,这一点更能够说明以社会福利最大化的政府对环境规制面前的主动性。

(4) 从农业新科技采纳主体看,在环境约束条件下,农户自身特质、市场条件以及政府的环境政策在不同程度上影响着农户对农业环境新技术的选择,影响着农业的科技进步。本研究在对安徽省 336 个农户调查数据的基础上,运用了二元 Logistic 回归模型对影响农户新技术采纳意愿的因素进行了



分析。结果显示：农户的社会网络关系和农户采纳环境新技术的难易程度与农户对新技术采纳意愿呈反向变化关系，而农户的环境意识、销售渠道、政府补贴和宣传与环境新技术采纳意愿呈正向变化关系。因而，在当前条件下农户自身环境意识的淡薄，农产品销售渠道的不够畅通以及政府环境政策的缺失或不够完善，导致了农户对农业环境新技术的采纳意愿不高，制约着农业的科技进步。

目 录

序 言	(001)
第一章 导 论	(001)
1.1 研究背景与问题的提出	(001)
1.2 研究目标和研究假说	(004)
1.3 概念界定和研究范围	(006)
1.4 研究思路与技术路线	(012)
1.5 论文结构	(014)
1.6 研究方法及数据来源	(015)
1.7 可能的创新和不足	(016)
第二章 理论基础与国内外文献综述	(019)
2.1 理论基础	(019)
2.2 国内外文献综述	(032)
第三章 农业污染和环境规制	(047)
3.1 安徽省农业污染的状况	(047)



3.2	农业污染和经济增长关系的分析	(058)
3.3	中国农业环境规制的基本状况	(067)
3.4	本章小结	(072)
第四章	环境规制对农业科技进步传导机制的理论分析	(073)
4.1	环境规制对科技进步传导机制的研究：波特假说	(073)
4.2	环境规制对农业科技进步的传导机理	(088)
4.3	本章小结	(100)
第五章	环境规制对农业科技进步传导机制的实证分析	(101)
5.1	问题的提出	(101)
5.2	理论分析与研究假说	(102)
5.3	模型选择和实证分析	(104)
5.4	本章小结	(116)
第六章	环境规制对农业科技进步传导机制的影响因素分析（一） ——基于农业科研创新主体的研究	(118)
6.1	安徽省农业科研的状况	(118)
6.2	环境规制对农业科研创新的传导机制的实证分析	(122)
6.3	本章小结	(129)
第七章	环境规制对农业科技进步传导机制的影响因素分析（二） ——基于农业新技术采纳主体的研究	(130)
7.1	研究的问题与目标	(130)
7.2	理论分析和研究假说	(131)
7.3	数据来源和样本概况	(134)
7.4	模型的选择和解释变量说明	(136)

7.5 计量模型的估计结果	(140)
7.6 模型估计结果的分析	(144)
7.7 本章小结	(148)
第八章 研究结论和政策建议	(149)
8.1 研究结论	(149)
8.2 政策建议	(151)
8.3 研究展望	(155)
参考文献	(156)
附 录	(165)
后 记	(170)

表 目 录

表 2-1	中国农业技术进步主体的结构与功能	(025)
表 2-2	环境税的基本类型	(030)
表 3-1	1995—2009 年安徽省农业生产结构情况表	(049)
表 3-2	农业生产者产生的污染类型	(050)
表 3-3	1995—2009 年安徽省畜禽养殖情况	(054)
表 3-4	国家环保总局测定的畜禽粪便及污染物排泄系数	(055)
表 3-5	农业秸秆废弃物养分含量及产污系数	(056)
表 3-6	秸秆等物质燃烧产生的主要污染物及其来源和影响	(057)
表 3-7	1995—2009 年安徽省各种农业污染源指标	(061)
表 3-8	各农业污染变量的相关系数矩阵	(062)
表 3-9	因子方差贡献率表	(063)
表 3-10	正交旋转后的因子载荷矩阵	(063)
表 3-11	因子得分系数矩阵	(064)
表 3-12	1995—2009 年安徽省农业经济增长和农业污染综合指标	(064)
表 3-13	安徽省农业污染和经济增长关系模型估计结果	(066)
表 5-1	1990—2009 年安徽省农业科技进步指标	(107)
表 5-2	S_t 和 A_t 序列 ADF 单位根检验结果	(111)
表 5-3	S_t 和 A_t 序列 PP 单位根检验结果	(111)



表 5-4	Johansen 协整检验结果	(112)
表 5-5	标准化的协整系数表	(113)
表 5-6	Granger 因果关系检验结果	(113)
表 5-7	A_t 的方差分析表	(115)
表 6-1	1990—2009 年安徽省农业科研投入状况	(119)
表 6-2	模型中的各变量指标数据	(124)
表 6-3	各变量的描述性统计	(125)
表 6-4	环境规制对农业科研创新影响模型的实证结果 (即期)	(126)
表 6-5	环境规制对农业科研创新影响模型的实证结果 (滞后 1 期)	(126)
表 6-6	环境规制对农业科研创新影响模型的实证结果 (滞后 2 期)	(127)
表 6-7	环境规制对农业科研创新影响模型的实证结果 (滞后 3 期)	(127)
表 7-1	模型中解释变量的界定及数据的统计特征	(139)
表 7-2	模型观测量简表	(140)
表 7-3	方程中的变量	(141)
表 7-4	模型系数的综合检验	(141)
表 7-5	不同步骤预测的准确率比较	(141)
表 7-6	步骤 10 中方程的变量	(142)
表 7-7	步骤 10 中不在方程里的变量	(142)
表 7-8	环境约束条件下农户采纳新技术意愿模型估计结果	(143)
表 7-9	被调查农户对环境关注程度	(146)

图 目 录

图 1-1	技术路线	(013)
图 2-1	农业科技进步的过程示意图	(023)
图 3-1	1990—2009 年安徽省农业总产值趋势图	(048)
图 3-2	1995—2009 年安徽省农作物单位面积化肥施用量趋势图	(052)
图 3-3	1995—2009 年安徽省农作物单位面积农药施用量趋势图	(053)
图 3-4	1990—2009 年安徽省猪禽粪便氮发生量变化曲线图	(056)
图 3-5	1990—2009 年安徽省单位耕地面积未利用秸秆资源数量变化 曲线图	(058)
图 3-6	环境库兹涅茨曲线 (EKC) 示意图	(059)
图 4-1	技术创新补偿效应示意图	(080)
图 4-2	波特假说图示	(084)
图 4-3	波特假说的传导机制示意图	(085)
图 4-4	诱致性农业科技进步模型	(090)
图 4-5	环境规制下的农业科技进步模型	(092)
图 4-6	不同技术条件下的产量曲线	(094)
图 4-7	工业领域环境规制的传导路径	(097)
图 4-8	农业领域环境规制的传导路径	(098)
图 5-1	安徽省 1990—2008 年过剩氮排放量图	(106)
图 5-2	S_i 对 A_i 的脉冲响应冲击图	(114)
图 6-1	1990—2009 年安徽省农业科研经费收入和支出趋势图	(119)
图 6-2	1990—2009 年安徽省农业科研投入强度趋势图	(121)

第一章 导 论

1.1 研究背景与问题的提出

1.1.1 研究背景

中国幅员辽阔、资源丰富，但中国的人口总数居世界第一位，因而人均自然资源占有量少；同时中国也是一个农业大国，农业人口占全国总人口的比例达到六成以上，且务农收入是他们主要的生活来源。如何在有限的自然资源禀赋条件下，保障粮食安全和食品安全以满足全国居民对食物的需求，同时不断提高农村居民的收入水平，实现农业经济的可持续发展，这一直是政府和整个社会所关心的重要问题。改革开放以来，中国农业、农村经济取得了较快的发展，农业总产值由 1978 年的 1397.0 亿元增加到 2009 年的 60361.0 亿元，增加了 42.2 倍。农业生产结构发生明显变化，种植业的种植面积中粮食的种植面积由 1978 年的 80.34% 下降到 2009 年的 68.70%，而其他经济类作物种植面积大幅度上升。与此同时，畜牧养殖业也得到了较快的发展，畜产品产量由 1978 年的 856.3 万吨上涨到 2009 年的 7649.7 万吨，上升了 7.9 倍。农业经济结构的变化，一方面来源于人们生活水平的提高和生活质量的改善，对经济作物产品和畜产品需求的增加；另一方面也得益于农业的科技进步以及国家对农业投入力度的加大和政策的扶持。

现代农业的发展促进了农产品产量的迅速增加和农业生产结构的调整。中国在推进现代农业生产的同时，农业生产中的化肥、农药等生化物质的大量不合理使用以及农业生产废弃物（秸秆，畜禽粪便等）的大量排放致使农业污染



问题越来越严重。中国是一个人口大国,随着人口的迅速增加以及城市化进程的不断加快,耕地面积日趋减少并致使环境质量問題日益恶化(Brown, 1994)。^① 农业增长、农产品产量增加的促进因素很多,既有来自生产要素的投入,如劳动力、土地、化肥、农业机械、农业技术进步等,还有政策体制方面的施行,如经济制度以及经济政策支持等。在现代农业生产中,农用化学品例如化肥、农药、除草剂等对农业生产的贡献较为明显。农业生产的特殊性使得其对农药、化肥、杀虫剂、除草剂等有着较大的依赖,这些化学品的合理使用不仅可以有效地预防各种病虫害,提高农产品的产量与品质,还可以保持土壤养分与土地肥力。但化学品的不合理使用甚至滥用会引起土壤、水体(河流、湖泊)和大气质量的衰退,对环境的污染不容忽视。此外,农业环境的污染还来自农业废弃物的不合理排放和处理,农业秸秆的大量焚烧,这不仅浪费了大量的农业资源,还会造成空气环境质量的恶化。养殖业的发展,虽然满足了人们对日益增长的畜禽产品的需求,但与此同时大量畜禽粪便的排放,也会对土壤养分结构造成一定影响,并影响到农作物的产量和质量。一些发展中国家在经济迅速增长的同时也面临着生态环境的恶化。

农业污染是大多数国家经济发展过程中出现的普遍现象。农业污染的日益严重给农业经济效益以及生态环境造成了较大的危害。而环境污染的加剧会促使社会对环境污染规制的重视,各国在发展农业生产的同时也制定了适当的农业环境政策。中国的农业环境政策和措施有:制定了较为严格的环境标准,例如中国制定的《大气环境质量标准》《地面水环境质量标准》《渔业水质标准》《农田灌溉水质标准》等。确定了环境保护责任制,环境保护目标责任制,城市环境综合整治定量考核制度,排放污染物许可证制度和污染集中控制制度。建立了农产品安全检测制度,加强农药和化肥环境安全管理,推广高效、低毒和低残留化学农药,禁止在蔬菜、水果、粮食、茶叶和中药材生产中使用高毒、高残留农药。开展秸秆禁烧,控制规模化畜禽渔养殖业的污染。农业环境政策的制定对农业环境的污染起到了一定的遏制作用。

1.1.2 问题的提出

严格的环境规制有利于环境的治理,但是环境规制能否在环境治理的同

^① Brown, L. R. "Who will feed China?" [J]. World Watch Magazine, 1994, 7 (5): 66-76.

时,促进科技进步并能导致整个产业绩效的提高,从而实现生态效益和经济效益的双赢?对此,不同的学者有不同的观点,一种是从短期静态角度的分析,认为环境规制不利于科技的进步,主要原因是在于环境规制会挤占企业生产盈利性投资,导致企业科技研发资金的降低,从而不利于企业的科技创新。一种从长期动态角度考虑,其代表是 Michael Porter 提出的“波特假说”,这种观点认为从动态观点看,由于企业并不总是能够做出最优的决策,而通过“恰当设计”的环境规制政策,能够为企业提供技术改进的信息和进行创新的动力,使企业在面对较高的污染治理成本时,能投资于技术创新活动以满足环境规制政策的要求,从而产生技术的创新补偿效应,也即通过产品补偿增加产品价值,或降低产品成本和通过过程补偿促进产出增加或投入要素的降低等。这些技术创新产生的补偿效应甚至会超过由环境规制导致的成本而实现了生产的盈利,使产业达到经济绩效和环境绩效同时改进的“双赢”状态。

在工业领域,“波特假说”得到了很多学者的验证。Jaffe and Palmer (1997)研究了研发支出(或专利应用的数量)和减污成本(环境规制强度的替代变量)之间的关系,他们发现研发支出和环境规制强度间有着积极的关系,也就是减污成本每增加1%,研发支出要增加0.15%,而专利数量和环境规制强度之间则没有统计意义上的关系。^① Domazlicky 和 Weber (2004)使用生产效率作为科技进步的替代变量,运用美国1988—1993年化工产业有关污染治理运行成本和生产效率等数据,实证分析了环境规制对该产业生产效率增长的影响,数据显示,环境规制和企业的生产效率之间存在明显的正相关,有利于技术进步率的提高。^②然而,“波特假说”是否具有普遍性?在农业领域,环境规制是否有利于农业科技进步?与工业相比,中国的农业科技进步主体具有较明显的特殊性,农业科技进步主体是由农业科研创新主体(政府和科研机构)和农业新技术采纳主体(农户)构成的,而两者在一定程度上是相脱离的。农业科技进步主体的多元性和科技进步过程的复杂性制约着农业科技进步的进程。在中国,环境规制能否促进农业的科技进步?如果

① Jaffe, A. B., and K. Palmer. Environmental Regulation and Innovation: A Panel Data Study [J]. Review of Economics and Statistics, 1997, 79 (4), 610-619.

② Domazlicky, B. R., W. L. Does Environmental Protection Lead to Slower Productivity Growth in the Chemical Industry [J]. Environmental and Resource economics, 2004, 28: 301-324.



农业环境规制在一定程度上能够促进农业的科技进步，而特别是对于以分散的、小规模经营方式为主的农村联产承包责任制为框架的农户生产方式中，农户对环境规制的效应不敏感，对农业新技术的接纳程度不高，这些因素是否会降低环境规制对农业科技进步的促进效应呢？在环境约束条件下，如何去引导和规范农户的生产行为，增强他们的环境意识和科技意识，并以此激发环境规制的效应？这些问题的研究将成为本书的重要内容。

农业污染是发展中国家经济发展过程中出现的普遍问题。在经济发展的初期，经济的增长会加剧农业环境的污染。反过来，农业污染的加剧也会影响到经济增长的速度和质量，对经济发展造成不利的影响。经济发展到一定的阶段，随着人们生活水平和生活质量的提高以及环境意识的增强，政府会通过制定合理的环境政策来引导生产者运用技术革新来进行结构调整，改善生产环境，提高产品质量。可见环境规制不仅能够改善环境质量，而且能够促进科技创新，最终引起农业科技的进步。本研究将以安徽省为例，在“波特假说”的基础上，运用诱致性科技创新理论并建立相应经济学分析模型对环境规制促进农业科技进步的机理进行科学的论证，在此基础上对环境规制与农业科技进步的关系、传导的效果以及影响的因素进行实证的分析。与工业科技进步相比，农业科技进步存在主体的多元性和过程的复杂性，因而环境规制对农业科技进步的促进效果和影响因素也存在较明显的差别。本研究在对环境规制传导机制效果的影响因素分析中，分别从农业科研创新主体和新技术采纳主体，实证地分析了环境规制对农业科技进步的影响机理，并提出促进农业环境治理和农业科技进步的政策建议。

1.2 研究目标和研究假说

1.2.1 研究目标

本研究以安徽省为例分析在农业污染下，环境规制对农业科技进步的传导机制、传导效果和影响因素，通过环境规制对农业科技进步影响的传导机制的理论和实证分析，来验证环境规制和农业科技进步的促进关系以及影响效果。在此基础上，本研究还通过大量的调查数据，运用计量分析的模型和方法，分别从农业科研创新主体和农业新技术采纳主体视角，对环境规制与