

# 空气、水和土壤视域下环境污染对 耕地抛荒的影响

——来自中国劳动力动态调查(CLDS)的证据

张鹏静<sup>1</sup>, 熊涛<sup>1,2\*</sup>, 朱侯<sup>3</sup>

(1.华中农业大学经济管理学院,湖北武汉430070;

2.华中农业大学信息与价格预测运筹中心,湖北武汉430070;

3.中山大学信息管理学院,广东广州510006)



**摘要** 耕地抛荒会威胁中国粮食安全,如何坚守18亿亩耕地红线,实现农业可持续发展,对于中国人民端稳手中的“饭碗”具有重大意义。在空气、水和土壤视域下,基于中国劳动力动态调查(CLDS)2014—2018年三期面板数据和地级市环境污染数据,使用双向固定效应模型和工具变量等方法,实证检验了环境污染对耕地抛荒的影响及其微观影响机制,最后探讨了不同农户群体中环境污染对耕地抛荒的异质性影响。研究发现:(1)环境污染对耕地抛荒具有显著的正向影响,这一结果经一系列检验方法验证后依然稳健;(2)机制分析发现环境污染通过降低作物单产、增加劳动力健康风险,最终导致农户抛荒耕地;(3)异质性分析显示,环境污染显著增加了粮食作物种植户和老年农户抛荒耕地,中国农业生产主要群体更易受到环境污染的侵害。政府部门在分析环境污染对农业生产的影响时,应将耕地抛荒考虑在内,忽视环境污染对耕地抛荒的影响会严重低估环境污染造成的农业生产损失。

**关键词** 环境污染;耕地抛荒;作物单产;健康风险

**中图分类号**:F322;F326 **文献标识码**:A **文章编号**:1008-3456(2024)01-0062-11

**DOI编码**:10.13300/j.cnki.hnwkxb.2024.01.006

民为国基,谷为民命,粮食安全是国家安全的重要基础。而保障粮食安全首先要保护耕地。为此,党和政府出台了一系列措施保护18亿亩耕地红线不受损,2022年中央一号文件提出要落实“长牙齿”的耕地保护硬措施,实行耕地保护党政同责,严守18亿亩耕地红线;2023年中央一号文件进一步强调需加强耕地保护和用途管控,严格耕地占补平衡管理,实行部门联合开展补充耕地验收评定和“市县审核、省级复核、社会监督”机制,确保补充的耕地数量相等、质量相当、产能不降。但是,耕地抛荒现象仍层出不穷,中国农村家庭追踪调查数据发现,2017和2019年约11.8%的小农户有抛荒耕地的行为<sup>[1]</sup>,遥感大数据监测1992—2015年中国耕地抛荒面积达到了559170.26km<sup>2</sup>,占总耕地面积的18.59%<sup>[2]</sup>。耕地抛荒增加了粮食生产压力,对粮食安全造成威胁。

改革开放以来,中国虽然屡创经济奇迹,但是经济粗放型发展带来的环境污染问题已经成为影响中国可持续发展的巨大障碍<sup>[3]</sup>。2022年339个地级以上城市中,空气质量超标占比为37.2%,平均超标天数比例为13.5%;468个监测降水的城市(区、县)中出现酸雨的城市比例为33.8%;监测地表

收稿日期:2023-05-19

基金项目:国家社会科学基金重大项目“新形势下我国粮食安全战略问题研究”(22&ZD079);国家自然科学基金面上项目“农业大数据环境下农产品价格概率密度预测模型与应用研究”(72171099)。

\*为通讯作者。

水的3629个国考断面中,Ⅳ类以下共占比12.1%;1890个国家地下水环境质量考核的点位中,Ⅴ类占比22.4%;质量为高等地的耕地面积比例仅为31.24%<sup>①</sup>。这使我们逐渐意识到良好的生态环境是实现永续发展的基础。

习近平总书记在党的二十大报告中强调:“必须牢固树立和践行绿水青山就是金山银山的理念,站在人与自然和谐共生的高度谋划发展”。这意味着保护生态环境就是保护生产力,改善生态环境就是发展生产力。相反,如果生态环境受损,无疑会给社会经济发展带来严重的负面影响,在农业生产方面尤为突出。2014—2022年臭氧污染导致中国冬小麦、单季稻、早稻和晚稻的产量分别下降了9.0%~17.0%、6.0%~8.2%、4.8%~9.4%和3.9%~7.0%,经济损失总计749亿元/年~1719亿元/年<sup>[4]</sup>;土壤铜污染会抑制水稻生长,使单位面积穗数和每穗颖花数下降而使水稻减产<sup>[5]</sup>。除此之外,环境污染还会影响人体健康,2017年中国因大气污染、水污染造成的健康损失分别为9632.92亿元和681.04亿元,损失总价值为当年GDP的1.218%<sup>[6]</sup>,通过损耗劳动力健康资本,降低劳动力供给和劳动生产率<sup>[7]</sup>,从而影响农业生产。

对于农业生产而言,可观的产出回报是农户保持生产动力的关键,充足的劳动力供应是进行农业生产的基础。空气、水和土壤是作物生长不可或缺的要害,清洁的空气和干净的水也是人体健康的保证,空气污染、水污染和土壤污染作为环境污染的重要组成部分,通过干扰作物生长和人体健康,最终会影响农户家庭的农业生产决策。但是已有文献分别探讨了环境污染对作物单产<sup>[8,9]</sup>、居民健康<sup>[10]</sup>以及劳动力供给<sup>[11]</sup>等方面的影响,而在单产降低导致农业生产收益减少以及健康受损制约劳动力供给时,农户是否会将能力之外以及成本收益较低的耕地抛荒,无论在理论还是实证上都很少有研究对此进行探究,本文力图弥补该研究不足。故本文将耕地抛荒作为研究对象,利用中国劳动力动态调查(CLDS)2014、2016和2018年三期面板数据和地级市环境污染数据,在空气、水和土壤视域下评估环境污染对耕地抛荒的影响效应。此外,对环境污染与耕地抛荒关系的探讨更是从实践上证明“保护生态环境就是保护生产力”。

相较于已有研究,本文的边际贡献主要为:第一,在现有文献研究环境污染对作物单产和人体健康的基础上,将耕地抛荒纳入环境污染影响评估的研究范畴,实证分析环境污染对耕地抛荒的影响;第二,在实证检验环境污染与耕地抛荒的关系之前,构建农户耕地利用理论模型,从理论上推导环境污染对耕地抛荒的影响。

## 一、文献综述

耕地抛荒可以认为是在一系列因素的综合作用下,农户在一定时期内对可耕种的耕地停止种植或者减少耕种,从而使耕地处于一种荒芜或未充分利用的状态<sup>[12]</sup>。空气、水和土壤是作物和人类赖以生存的基础,而环境污染会干扰作物生长影响作物单产、损害人体健康制约劳动力供给,所以从理论上来说,环境污染会改变农户的农业生产决策,对耕地抛荒造成一定的影响。

作物单产是衡量耕地生产力的重要指标,也是农户计算成本收益率的重要参考因素。作为理性的“经济人”,当作物收益难以覆盖种植成本时,抛荒就成为了农户家庭的最优生产策略。所以,单产越低的耕地,越有可能被抛荒<sup>[13]</sup>。但是,以单产为切入点研究耕地抛荒问题时,以往研究主要关注地块特征,如坡度、土壤质量差的耕地由于生产力表现不佳,所以被抛荒的概率较高<sup>[14]</sup>,而很少考虑地块以外的因素。自然科学领域的研究成果表明,作物生长是与自然界交换能量的过程,环境污染会直接作用于作物的生物物理性状,导致光合作用等其他生理活动受损,干扰能量交换,从而造成作物产量下降<sup>[8-9]</sup>。例如,臭氧使中国小麦、水稻和玉米的单产分别损失了33%、23%和9%<sup>[15]</sup>;土壤铅污染使单株小麦籽粒产量减少7.0%~26.4%<sup>[16]</sup>;2008年河北省邢台市先于村因灌溉污水导致40公顷玉米减产<sup>[17]</sup>。当作物单产因环境污染影响而降低时,农户会重新考虑耕地的种植决策,对于产量收益低于

① 数据来源于中华人民共和国生态环境部《2022中国生态环境状况公报》。

种植成本的地块,停止种植、抛荒这些耕地显然是合理的。所以,环境污染会通过降低作物单产影响农户抛荒耕地。

劳动力是进行农业生产不可或缺的要素,充足的劳动力供应是实现农业可持续发展的基础。随着中国经济高速增长,农业产业与非农产业的比较收益差距逐渐拉大,为追求高收入,大量农村青壮年劳动力由农村转移进城市,从农业产业转向非农产业,部分农村地区开始出现劳动力短缺现象<sup>[18]</sup>。以往研究在探讨影响耕地抛荒的因素时,大多认为农业劳动力非农转移造成农业生产缺乏必需的劳动力是导致耕地抛荒的重要原因<sup>[19-21]</sup>。但与此同时,也有研究表明健康水平越低的农户家庭越倾向于抛荒耕地<sup>[22]</sup>,原因在于劳动力的健康水平决定了农户农业生产时的劳动力供给量,健康状态越差,可提供的劳动力供给就越少,农户只能将能力之外的耕地抛荒。仔细研究可以发现,劳动力供给不足是导致农户耕地抛荒的重要因素,而劳动力数量减少和劳动力质量降低是体现劳动力供给不足的两个方面。农业劳动力非农转移致使从事农业生产的劳动力数量大幅减少,劳动力的健康水平限制劳动参与率,最终都表现为因劳动力供给受限而抛荒耕地。但是大多研究主要集中于劳动力数量方面研究耕地抛荒,通过劳动力质量研究耕地抛荒的较少。近些年来,环境污染与人体健康的话题备受关注,作为一种典型的负外部效应,环境污染的出现显著增加了人类的健康风险<sup>[23-25]</sup>,特别是在一些低收入、医疗条件落后的地区,环境污染威胁人类健康的问题更加突出<sup>[26]</sup>。对于医疗基础设施差和经济发展水平低的农村地区来说<sup>[27]</sup>,农村人口的健康水平更易受到环境污染的侵扰。当家庭农业劳动力健康水平因受环境污染影响而降低时,迫于体力限制,农户不得不将部分耕地抛荒。所以,环境污染会通过损害农业劳动力健康影响农户抛荒耕地。

环境污染通过降低作物单产、损害人体健康影响农户抛荒耕地,但值得注意的是农户在生产特征和个人特征等方面具有极强的差异,从而表现为环境污染对耕地抛荒的影响在不同农户群体中呈现异质性。第一,粮食作物和经济作物的收益差距较大,种植经济作物的利润率更高。虽然环境污染对粮食作物和经济作物的单产均会产生显著的负向影响,但是经济作物的价格更高,收入更多<sup>[28]</sup>。出现环境污染后,种植粮食作物会先跨过成本收益平衡点,所以,理论上来说主营粮食作物的农户家庭的耕地抛荒程度可能更高;第二,老龄化将成为中国未来一段时期的基本国情,且农村地区的人口老龄化情况远比城镇地区严重<sup>[29]</sup>。随着年龄增长,人体机能退化,老年人对周围环境的质量变化更敏感,暴露于污染环境中的健康风险更高<sup>[30]</sup>。所以相对于年轻人,老年人更易受到环境污染的影响,其耕地抛荒程度可能更高,在人口老龄化程度不断提高的农村地区,环境污染对耕地抛荒的影响可能会愈加严峻。

## 二、理论分析

参考Cui<sup>[31]</sup>的研究,本文从作物单产和健康风险两条影响路径构建农户耕地利用理论模型,以剖析环境污染对耕地抛荒的影响。假设农户在作物种植前做出生产决策,选择是否抛荒耕地以及抛荒哪些耕地以使其利润最大化。令 $A$ 为农户抛荒面积, $L$ 为耕地总面积,则抛荒程度为 $a = A/L$ 。假定农产品销售价格是外生给定的,农户是价格接受者,给定农产品价格为 $p$ 。作物产量 $Q$ 同时取决于抛荒程度 $a$ 、环境污染 $E$ 、劳动力投入农业生产时间 $T$ (代替健康风险变量,健康风险越高,投入农业生产的时间就越少)以及其他决定产量的因素 $\alpha$ (包括农业生产资料等)。农业生产成本由边际成本 $c$ 和固定成本 $B$ 组成。

$$\max \pi = pQ(a, E, T, \alpha) - cL(1 - a) - B \quad (1)$$

根据Prishchepov等<sup>[32]</sup>和Li等<sup>[13]</sup>的研究,当农户抛荒耕地时,将优先抛荒单产较低的耕地,而后才抛荒单产较高的耕地。因此,假设作物产量会随着抛荒程度的增加而减少,并且减少的速度将递增,即 $\frac{\partial Q}{\partial a} < 0, \frac{\partial^2 Q}{\partial a^2} > 0$ 。假设环境污染 $E$ 是一个对产量有着负面影响的单维变量,即 $\frac{\partial Q}{\partial E} < 0$ ,环境污染

将降低边际抛荒耕地产量的减少速度,即 $\frac{\partial^2 Q}{\partial a \partial E} < 0$ 。当且仅当种植一单位作物的收入大于等于其种植成本时,耕地才不会被抛荒<sup>[33]</sup>,实现利润最大化时满足: $p \frac{\partial Q}{\partial a} = -cL$ 。环境污染对耕地抛荒的影响可以通过对一阶条件两边的 $E$ 进行微分来得出:

$$\frac{\partial^2 Q}{\partial a^2} \times \frac{da}{dE} + \frac{\partial^2 Q}{\partial a \partial E} = 0 \quad (2)$$

由以上假设可以得出环境污染对耕地抛荒具有正向影响:

$$\frac{da}{dE} = -\frac{\partial^2 Q}{\partial a \partial E} / \frac{\partial^2 Q}{\partial a^2} > 0 \quad (3)$$

### 三、数据来源、变量说明与实证模型

#### 1. 数据来源

文章所用数据来源于中山大学社会科学调查中心2014、2016和2018年进行的“中国劳动力动态调查(CLDS)”。该数据采用多阶段、多层次、与劳动力规模成比例的抽样方法,涵盖了29个省、自治区、直辖市(不包括西藏和海南),由社区模块、家庭模块和个人模块三部分组成,包括了个人成长经历、家庭经济状况以及社区发展等内容,样本具有较强的代表性和适用性,首先将家庭模块和社区模块合并为一个数据集,然后再合并成面板数据。在数据分析过程中,仅保留了农村户口的样本,去除了关键变量为缺失和异常的观测值,最后获得了覆盖中国26个省的17265户样本。

#### 2. 变量描述

根据以往文献构建变量的方法,结合本文研究内容的需要,主要使用了以下变量来检验环境污染与耕地抛荒之间的关系。

(1)被解释变量。本文的被解释变量为抛荒程度。以农户抛荒面积与其耕地面积的比值指代抛荒程度。

(2)核心解释变量。本文的核心解释变量为环境污染,主要从空气污染、水污染和土壤污染3个方面构造环境污染变量。中国的环境污染主要来源于工业污染<sup>[34-35]</sup>,工业三废(废气、废水和废渣)的排放是造成空气污染、水污染和土壤污染的重要原因<sup>[36-38]</sup>。但由于地级市层面的工业固体废弃物(废渣)排放量数据缺失,本文参照张可等<sup>[39]</sup>的研究,利用工业二氧化硫排放量、工业烟(粉)尘排放量和工业废水排放量使用熵值法构建环境污染指数,数据来源于《中国城市统计年鉴》。农户在做耕地利用决策时一般会根据之前的生产经营状况做出判断,所以核心解释变量使用 $t-1$ 期的环境污染指数,环境污染指数越大代表当地环境污染情况越严重。

(3)控制变量。为了排除其他混杂因素对估计结果的影响,参考Chen等<sup>[40]</sup>的研究,控制了可能影响耕地抛荒的户主特征、家庭特征和村庄特征。其中户主特征为户主年龄;家庭特征为家庭债务、医疗支出占比、农业收入、农业收入占比、粮食作物补贴、耕地面积、农业生产机械化程度和土地确权等;村庄特征为村庄常住劳动力占比、村庄是否提供统一购买生产资料服务、村庄是否提供外出务工服务、村庄行政区域内是否有信用合作社、村庄是否处于大中等城市郊区以及作物生长期是否需要灌溉等。变量的描述性统计见表1。

#### 3. 计量模型设定

本文使用双向固定效应模型估计环境污染对耕地抛荒的影响,计量模型如下:

$$Abandonment\_ratio_{it} = \beta_0 + \beta_1 Envi\_pollution_{it-1} + \beta_2 X_{it} + \mu_i + \lambda_t + \epsilon_{it} \quad (4)$$

式(4)中,下标 $i=1, \dots, n$ 表示农户个体, $t=2014, 2016, 2018$ 表示观察年份, $Abandonment\_ratio_{it}$ 表示农户 $i$ 在第 $t$ 年的耕地抛荒程度, $Envi\_pollution_{it-1}$ 表示农户 $i$ 所在地级市第 $t-1$ 年的环境污染指数, $X_{it}$ 为控制变量, $\mu_i$ 为农户个体固定效应, $\lambda_t$ 为时间固定效应, $\epsilon_{it}$ 为回归残差项, $\beta_0$ 为截距项, $\beta_1$ 和 $\beta_2$ 为回归系数。

表1 变量定义及描述性统计

变量	变量含义	均值	标准差
抛荒程度	耕地抛荒程度	0.099	0.271
环境污染指数	基于地级市工业废水排放量、工业二氧化硫排放量和工业烟(粉)尘排放量使用熵值法计算	0.041	0.038
户主年龄	实际年龄	55.634	12.079
家庭债务	家庭借债共多少/万元	1.843	10.080
医疗支出占比	家庭医疗支出占家庭总支出的比例	0.204	0.238
农业收入	农林牧渔业收入/元	9698.250	25992.240
农业收入占比	农业收入与家庭总收入之比	0.364	0.421
粮食作物补贴	种植粮食作物政府补贴额/元	296.760	1164.484
耕地面积	耕地面积/亩	8.181	27.074
机械化程度	全机械化耕种:是=1;否=0	0.132	0.339
土地确权	农户是否领到《农村土地承包经营权书》:是=1;否=0	0.352	0.477
种植专业户	家庭是否是种植专业户:是=1;否=0	0.050	0.219
常住劳动力占比	村庄15~64岁人口中常住人口占比	0.791	0.304
生产资料购买服务	村庄是否有统一购买生产资料的支农服务:是=1;否=0	0.088	0.284
外出务工服务	村庄是否有组织安排劳动力外出务工的服务:是=1;否=0	0.141	0.348
信用合作社	村庄行政范围内是否有信用合作社:是=1;否=0	0.113	0.316
郊区	村庄是否处于大中等城市郊区:是=1;否=0	0.057	0.233
作物灌溉	农作物在生长期是否需要灌溉:是=1;否=0	0.725	0.446

## 四、实证结果

### 1. 基准回归

运用Stata软件对式(4)进行回归。在基准回归之前,对变量之间可能存在的多重共线性问题进行了检验,结果显示方差膨胀因子(VIF)的取值范围为1~2.36,远小于10,说明变量间不存在严重的多重共线性问题。表2报告了环境污染对耕地抛荒影响的基准回归结果。表2列(1)没有加入时间固定效应,环境污染指数变量在5%的水平上显著,且系数为正,说明环境污染对耕地抛荒产生了显著的正向影响。表2列(2)加入时间固定效应,环境污染指数变量仍在5%的水平上显著,且系数为正,表明环境污染越严重,农户的耕地抛荒程度就会越高。基准回归结果表明,环境污染会显著正向影响农户抛荒耕地,与第2节理论分析结果一致。环境污染的负外部性会对农业生产造成一定的负面影响,导致农户家庭改变耕地利用决策,即在劳动力承受范围内保证作物种植有利可得的情况下抛荒部分耕地,随着环境污染程度的加深,农户会抛荒更多的耕地。另外,在控制变量中发现,农业收入和粮食作物补贴变量均在1%的水平上显著为负,农业收入越高,获得粮食作物补贴越多的农户家庭的耕地抛荒程度越低,与实践一致。

除此之外,为了比较不同类型环境污染对耕地抛荒的影响,考虑到变量的单位不同,利用极差标准化方法将工业废水排放量、工业二氧化硫排放量和工业烟(粉)尘排放量进行标准化处理,然后再放入模型回归,回归结果见表3。结果显示工业二氧化硫排放量和工业烟(粉)尘排放量对耕地抛荒产生了显著的正向影响,而工业废水排放量对耕地抛荒的影响系数为正,但不显著。可以看出不同类型环境污染对耕地抛荒的影响存在差异,气体污染物对耕地抛荒的影响更明显,可能的原因是气体的扩散速度较快,污染范围更广,可以在短时间内干扰作物生长和人体健康,从而对耕地抛荒产生了显著影响。所以在处理环境污染影响农业生产的问题时,可以优先考虑气体污染物的治理,此类污染物的及时处理可以在较大程度上减轻环境污染对农业生产的负面影响,从而减少农户抛荒耕地。

### 2. 稳健性检验

为检验基准回归结果的稳健性,文章分别使用替换核心解释变量、被解释变量、增加核心解释变

量滞后期、提高聚类层次以及使用平衡面板数据的方法估计环境污染对耕地抛荒程度的影响。

第一,文章的环境污染指数利用的是《中国城市统计年鉴》中工业废水排放量、工业二氧化硫排放量和工业烟(粉)尘排放量三个指标进行构建的,为了更好地反映农村地区的生态环境,更加准确地估计环境污染对农户耕地抛荒的影响,使用村级问卷中“当年是否发生过因为环境污染问题与政府或相关企业交涉的事件?”问题的回答作为环境污染的代理变量替换环境污染指数,如果村庄当年的确因为环境污染问题与政府或相关企业交涉过,那么说明当地确实存在环境污染。表4列(1)为估计结果,可以看出环境污染变量在10%水平上显著,且系数为正,表明环境污染会导致农户增加抛荒程度。同时,考虑到农业生产对特定环境污染类型的敏感性,文章还利用村庄问卷中对于当地生态环境问题更加细化的回答作为核心解释变量进行估计,具体为当年是否因为空气污染、土壤污染或水污染与政府或相关企业交涉,如果村庄曾因上述三种污染中的至少一种与政府或相关企业交涉过,则认为当地存在环境污染。估计结果见表4列(2),可以发现环境污染变量仍在10%的水平上显著,且系数为正,同样说明环境污染会显著正向影响农户抛荒耕地。

第二,使用耕地抛荒面积替换抛荒程度进行稳健性检验,表4列(3)为估计结果,结果显示环境污染指数变量在10%的水平上显著,且系数为正,说明环境污染越严重农户的耕地抛荒面积越多。

第三,虽然文章使用农户农业生产前一年的环境污染指数变量进行估计,但是考虑到环境污染对耕地抛荒的影响可能具有一定的时间延续性,即耕地抛荒可能不是由 $t-1$ 期的环境污染引起的,而是由 $t-1$ 期之前的环境污染导致的,为此文章进一步加入环境污染指数变量的滞后项检验基准回归结果的稳健性。根据AIC和BIC两个信息准则确定最佳滞后阶数,当滞后2阶时AIC值和BIC值最小,因此将 $t-2$ 期环境污染指数和 $t-3$ 期环境污染指数纳入式(4)进行估计,估计结果见表4列(4)。可以看出 $t-1$ 期环境污染指数变量在1%的水平上显著,且系数为正,同样说明环境污染会显著正向影响农户抛荒耕地,与基准回归结果一致。

第四,考虑到同一村庄内农户之间的随机扰动项可能相关,将聚类层次从农户提升至村庄,表4列(5)估计结果显示环境污染指数变量在10%的水平上显著,且系数为正,同样说明环境污染越严重,农户的耕地程度就会越高。

第五,非平衡面板的最大问题在于,如果一些样本不再出现的原因是内生的(即与扰动项相关),

表2 环境污染对耕地抛荒的影响:基准结果

N=17265

变量	耕地抛荒程度	
	(1)	(2)
环境污染指数	0.330** (0.154)	0.487** (0.192)
户主年龄	0.000 (0.001)	-0.000 (0.001)
家庭债务	0.000* (0.000)	0.000** (0.000)
医疗支出占比	-0.004 (0.014)	-0.005 (0.014)
农业收入对数	-0.006*** (0.001)	-0.006*** (0.001)
农业收入占比	-0.001 (0.009)	-0.000 (0.009)
粮食作物补贴对数	-0.004*** (0.001)	-0.005*** (0.001)
耕地面积	-0.000 (0.000)	-0.000 (0.000)
机械化程度	-0.007 (0.006)	-0.007 (0.006)
土地确权	-0.015** (0.006)	-0.010 (0.007)
常住劳动力占比	-0.013 (0.009)	-0.013 (0.009)
生产资料购买服务	-0.015 (0.011)	-0.016 (0.011)
信用合作社	0.049*** (0.013)	0.050*** (0.014)
郊区	0.001 (0.012)	-0.000 (0.012)
作物灌溉	-0.009 (0.007)	-0.011 (0.007)
个体固定效应	控制	控制
时间固定效应		控制
Within-R <sup>2</sup>	0.016	0.016

注:\*,\*\*,\*\*\*分别表示在10%、5%、1%水平上显著,括号内为稳健标准误,下表同。

则会导致所使用的样本不再具有代表性,为此,文章仅保留2014年、2016年和2018年均存在的样本构建平衡面板检验环境污染对耕地抛荒的影响,表4列(6)估计结果显示,环境污染指数变量在1%的水平上显著,且系数为正,说明环境污染会显著正向影响农户抛荒耕地。以上,说明本文的基准回归结果具有一定的稳健性。

3. 工具变量法

在考虑农户个人、家庭和村庄层面协变量的基础上,进一步利用工具变量法解决可能因遗漏变量和反向因果关系造成的内生性问题。近些年来,为了提高环境质量,政府开始实施环境污

表3 不同类型环境污染对耕地抛荒的影响N=17265

变量	耕地抛荒程度		
	(1)	(2)	(3)
工业废水排放量	0.066 (0.046)		
工业二氧化硫排放量		0.137*** (0.051)	
工业烟(粉)尘排放量			0.186** (0.088)
控制变量	控制	控制	控制
个体固定效应	控制	控制	控制
时间固定效应	控制	控制	控制
Within-R <sup>2</sup>	0.015	0.016	0.015

表4 稳健性检验结果

变量	耕地抛荒程度		耕地抛荒面积	耕地抛荒程度		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
环境污染	0.025* (0.014)					
环境污染(细化)		0.023* (0.013)				
环境污染指数			4.245* (2.244)	0.507*** (0.194)	0.487* (0.283)	0.692*** (0.246)
t-2期环境污染指数				0.034 (0.043)		
t-3期环境污染指数				-0.546*** (0.172)		
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
个体固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制
时间固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制
观测值	17265	17265	17265	17265	17265	4170
聚类层次	农户	农户	农户	农户	村庄	农户
Within-R <sup>2</sup>	0.016	0.016	0.006	0.017	0.016	0.033

染治理投资,文章使用《中国环境统计年鉴》2012、2014和2016年,即t-2期的省级工业污染源治理投资额作为工具变量,显然t-2期工业污染源治理投资额与t-1期环境污染指数直接相关,但在第t期农户耕地抛荒决策中外生,能够满足工具变量有效性的两个条件。

表5汇报了内生性检验结果。Kleibergen-Paap rk LM统计量的P值小于0.001,拒绝了工具变量识别不足的假设;Kleibergen-Paap rk Wald F统计值为13.787,大于10,拒绝了工具变量为弱工具变量的假设。第一阶段的回归结果表明工具变量系数在1%水平上显著为负,说明t-2期工业污染源治理投资额越高,t-1期的环境污染指数越低。第二阶段估计结果显示,环境污染指数变量在1%水平上显著为正,表明环境污染越严重,农户的耕地抛荒程度就会越高。说明文章的研究结论是可靠的。

表5 内生性检验结果 N=17265

变量	第一阶段	第二阶段
工具变量	-0.000*** (0.000)	
环境污染指数		7.777** (3.855)
控制变量	控制	控制
个体固定效应	控制	控制
时间固定效应	控制	控制
Kleibergen-Paap rk LM统计量P值		0.000
Kleibergen-Paap rk Wald F统计量		13.787

#### 4. 机制检验

环境污染不仅会直接影响作物生长,致使单产降低,还会增加劳动力健康风险,最终导致农户抛荒耕地。基于此,文章构造作物单产和劳动力健康风险变量检验环境污染影响耕地抛荒的微观机制。首先,考虑到不同作物的差异,文章选择村庄第一或第二主产粮食作物是玉米、小麦或水稻的农户家庭为研究对象,将玉米单产、小麦单产和水稻单产作为作物单产的代理变量。参考前人的研究<sup>[22]</sup>,根据家庭农业劳动力的自评健康状况,将选择“非常健康”“健康”“一般”的农业劳动力认定为“健康”,并赋值为1,将选择“比较不健康”“非常不健康”的农业劳动力认定为“不健康”,并赋值为0,然后计算家庭农业劳动力的健康比例,家庭农业劳动力健康比例=健康家庭农业劳动力数量/家庭农业劳动力总数量。

表6 机制分析结果

变量	玉米单产对数		小麦单产对数		水稻单产对数		农业劳动力健康比例	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
环境污染指数	-2.739*** (0.406)	-0.763* (0.417)	-3.218*** (0.352)	-1.713*** (0.286)	-2.402*** (0.562)	-2.235** (0.987)	-0.361* (0.217)	-0.499** (0.229)
<i>t</i> -2期环境污染指数		-0.813*** (0.290)		-1.105*** (0.121)		-0.281 (1.005)		0.130 (0.084)
<i>t</i> -3期环境污染指数		-4.990*** (0.407)		-4.246*** (0.447)		-6.567*** (1.330)		0.506** (0.224)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
个体固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
时间固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
观测值	8575	8575	6132	6132	7429	7429	17265	17265
Within- <i>R</i> <sup>2</sup>	0.106	0.146	0.110	0.204	0.152	0.160	0.015	0.016

在具体的估计过程中,考虑到环境污染对作物单产和农业劳动力健康的影响可能存在一定的时间滞后性,文章将*t*-2期环境污染指数和*t*-3期环境污染指数变量同时加入了模型之中,估计结果见表6。列(1)、(3)、(5)、(7)没有加入环境污染指数变量的滞后项,环境污染指数变量分别在1%和10%的水平上显著,且系数为负,表明环境污染会显著降低作物单产和农业劳动力健康。列(2)、(4)、(6)、(8)加入*t*-2期环境污染指数和*t*-3期环境污染指数,*t*-1期环境污染指数变量仍对作物单产和农业劳动力健康产生了显著的负向影响,无论是否加入环境污染指数变量的滞后项,*t*-1期环境污染指数变量对作物单产和农业劳动力健康均产生了显著的负向影响,由此可知,环境污染会通过降低作物单产和增加农业劳动力健康风险两条机制路径导致农户抛荒耕地。

#### 5. 异质性分析

(1)单产虽然是影响作物成本收益率的重要因素,但价格的高低也决定了作物种植利润的多寡。与经济作物相比,粮食作物的价格相对较低<sup>[28]</sup>,在环境污染同时干扰经济作物和粮食作物时,粮食作物的成本收益率会首先因单产的降低而越过成本收益平衡点,所以理论上来说种植粮食作物的农户更容易受到环境污染的影响而抛荒耕地。根据村庄农业收入主要来源是否来自于粮食生产,将农户家庭划分为粮食作物组和非粮食作物组,分析环境污染在种植不同类型作物的农户群体中对耕地抛荒的异质性影响。图1估计结果显示环境污染指数变量仅对以粮食生产为农业收入主要来源的农户家庭的耕地抛荒程度产生了显著的正向影响。

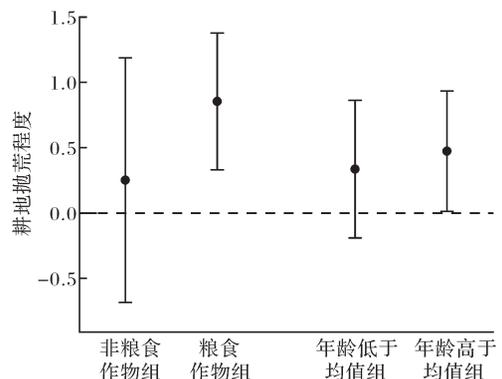


图1 环境污染对耕地抛荒的异质性影响

这说明环境污染对粮食作物种植户的耕地抛荒影响更强烈,环境污染会阻碍粮食作物种植的可持续发展。所以在治理环境污染造成的耕地抛荒问题时,应重点关注粮食作物种植比例较大的地区,如粮食主产区。

(2)老龄化是世界各国普遍的发展趋势,中国的年轻新一代接受高等教育后返回农村务农的数量很少,均以走进“城市”为目标,家中留守的老人逐渐成为了农业生产经营的主要力量。样本中2014年户主平均年龄为54.158岁,2016年户主平均年龄为55.479岁,2018年户主平均年龄为57.341岁,农业生产经营逐渐呈现老龄化趋势。随着年龄的增长,人体机能逐渐衰退,老年人在污染环境中的健康风险更高<sup>[28]</sup>。所以在环境污染的情况下,老年农户的耕地抛荒程度可能会更高。按样本户主平均年龄55.63岁进行划分,探讨环境污染在不同年龄组对耕地抛荒的异质性影响。图1估计结果显示环境污染指数在年龄高于均值组中对耕地抛荒产生了显著的正向影响,在年龄低于均值组中并不显著<sup>①</sup>,这说明老年农户容易受到环境污染的影响而抛荒耕地。老龄化是中国未来一段时期的基本国情,农村人口的老龄化趋势更加严峻,如果不对环境污染进行治理,将会导致更多的耕地抛荒,严重阻碍农业可持续发展。

## 五、结论与政策启示

耕地作为农业生产的基础,是保证中国人民能把“饭碗”牢牢端在自己手上的首要条件。中国人口占全球总人口的20%,但只拥有全球7%的耕地,耕地资源十分匮乏。而在此情形下,中国耕地抛荒现象仍层出不穷,如何缓解耕地抛荒趋势,保护好18亿亩耕地红线,对保障中国粮食安全具有重大意义。文章使用中国劳动力动态调查(CLDS)2014、2016和2018年三期农户家庭数据,匹配2013、2015和2017年地级市环境污染指数(利用《中国城市统计年鉴》中工业废水排放量、工业二氧化硫排放量和工业烟(粉)尘排放量数据构造),构建农户耕地利用理论模型,使用双向固定效应模型实证检验了环境污染对耕地抛荒的影响和机制。主要研究结论为:(1)环境污染对耕地抛荒具有显著的正向影响,替换核心解释变量、被解释变量,增加核心解释变量滞后期、提高聚类层次、使用平衡面板数据以及工具变量法后,研究结论依然成立;(2)机制分析发现环境污染不仅显著降低了作物单产,同时也显著增加了农业劳动力的健康风险,继而导致农户抛荒耕地;(3)异质性分析显示,环境污染对粮食作物种植户、老年农户的耕地抛荒产生了显著影响,中国农业生产主要群体更易受到环境污染的影响。习近平总书记指出,绿水青山就是金山银山,保护生态环境就是保护生产力,改善生态环境就是发展生产力。本文的研究发现从实践上证明了这一结论,环境污染对农业生产的负面影响导致农户抛荒耕地,而耕地是实现农业可持续发展的基础,所以良好的生态环境是保证生产力永续的前提条件,相反,生态环境质量的降低无疑会损害生产力的发展。

通过上述研究结论得出如下政策启示:

第一,政府部门在评估环境污染造成的粮食生产损失时,通常仅关注环境污染导致的粮食单产下降。本文研究发现,环境污染会导致农户抛荒耕地,使得该地块的粮食产量为零。因此,相比于环境污染诱发的粮食单产降低,环境污染导致的耕地抛荒对粮食生产的影响可能更大。学界和政府部门在评估环境污染对粮食生产的影响时,不仅要考虑环境污染对粮食单产的影响,还要明确环境污染对耕地抛荒的影响。

第二,政府部门在分配环境污染税收收入时,需量化环境污染对农业生产的负面影响,对处于环境污染区的农业生产主体进行相应的补偿,弥补环境污染造成的农业生产损失,保证农户获得稳定的农业收入,继而减少耕地抛荒,稳定粮食生产。同时,杜绝环境污染的产生,并治理已有的环境污染是解决环境污染阻碍农业可持续发展问题的关键。气体污染物因其快速传播的特征对耕地抛荒

① 95%水平的置信区间下,年龄高于均值组中环境污染指数变量系数的显著性水平为10%,其置信区间包含0,为了在图中清晰地表示年龄高于均值组中环境污染指数变量的显著性,在按年龄分组的回归模型中将置信区间改为90%,其他模型保持95%水平的置信区间不变。

的影响更显著,因此在污染治理实践中应优先考虑气体污染物。

第三,政府部门在解决环境污染问题时,应该优先关注老龄化程度较高的地区和粮食作物种植比例较大的地区,重点帮扶老龄农户和粮食种植户,确保此类农户能够从粮食生产中获得长期稳定的收益,缓解环境污染造成的耕地抛荒,最终保障我国粮食安全。

## 参 考 文 献

- [1] 郑淋议. 农地产权稳定性对农户耕地抛荒行为的影响[J]. 中国人口·资源与环境, 2022(12): 166-175.
- [2] ZHANG M X, LI G Y, HE T T, et al. Reveal the severe spatial and temporal patterns of abandoned cropland in China over the past 30 years[J]. *Science of the total environment*, 2023, 857: 159591.
- [3] 牛欢, 严成樑. 环境税收、资源配置与经济高质量发展[J]. 世界经济, 2021(9): 28-50.
- [4] YAN D, ZHANG Z H, JIN Z P, et al. Ozone variability driven by the synoptic patterns over China during 2014—2022 and its implications for crop yield and economy[J]. *Atmospheric pollution research*, 2023, 14(9): 101843.
- [5] 赵江宁, 王云霞, 沈春晓, 等. 土壤铜污染对水稻产量形成的影响: 5年定位试验[J]. 农业环境科学学报, 2012(11): 2073-2081.
- [6] 顾丹丹, 彭鹏, 赵椿溪, 等. 纳入健康损失的生态补偿额度测算——基于省域尺度[J]. 经济地理, 2021(9): 193-203.
- [7] 祁毓, 卢洪友, 张宁川. 环境质量、健康人力资本与经济增长[J]. 财贸经济, 2015(6): 124-135.
- [8] 张良, 谢佳慧, 徐翔. 空气污染、生产资料与农业生产经营[J]. 财经问题研究, 2017(10): 119-125.
- [9] 杨枝茂. 水质污染对农业经济的影响及治理[J]. 农业经济, 2017(10): 19-21.
- [10] 祁毓, 卢洪友. 污染、健康与不平等——跨越“环境健康贫困”陷阱[J]. 管理世界, 2015(9): 32-51.
- [11] 蔡芸, 周梅, CHOW J. 空气污染对劳动力供给的影响研究——基于健康人力资本视角[J]. 社会保障研究, 2018(6): 59-68.
- [12] 罗拥华. 耕地抛荒必然危及国家粮食安全吗[J]. 现代经济探讨, 2012(10): 64-69.
- [13] LI Y M, SHAN Y F, CHEN Y. Analysis of farmland abandonment and government supervision traps in China[J]. *International journal of environmental research and public health*, 2021, 18(4): 1815.
- [14] LIANG X Y, LI Y B, ZHOU Y L. Study on the abandonment of sloping farmland in Fengjie County, Three Gorges Reservoir Area, a mountainous area in China[J]. *Land use policy*, 2020, 97: 104760.
- [15] FENG Z, XU Y, KOBAYASHI K, et al. Ozone pollution threatens the production of major staple crops in East Asia[J]. *Nature food*, 2022, 3(1): 47.
- [16] 寇太记, 程相涵, 贺娟, 等. 夜间增温对铅危害下小麦物质积累分配与根系生长的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2023(1): 221-227.
- [17] SUN Y Z, LING P, LI Y H, et al. Influences of coal mining water irrigation on the maize losses in the Xingdong Mine area, China[J]. *Environmental geochemistry and health*, 2014, 36(1): 99-106.
- [18] 孙晶晶, 黎洁. 易地扶贫搬迁农户非农就业与耕地摆荒: 就业区域还是就业质量重要?[J]. 自然资源学报, 2023(10): 2536-2553.
- [19] LU C. Does household laborer migration promote farmland abandonment in China?[J]. *Growth and change*, 2020, 51(4): 1804-1836.
- [20] XIE H L, WANG P, YAO G R. Exploring the dynamic mechanisms of farmland abandonment based on a spatially explicit economic model for environmental sustainability: a case study in Jiangxi Province, China[J]. *Sustainability*, 2014, 6(3): 1260-1282.
- [21] XU D D, DENG X, GUO S L, et al. Labor migration and farmland abandonment in rural China: empirical results and policy implications[J]. *Journal of environmental management*, 2019, 232: 738-750.
- [22] DENG X, ZENG M, XU D D, et al. Household health and cropland abandonment in rural China: theoretical mechanism and empirical evidence[J]. *International journal of environmental research and public health*, 2019, 16(19): 3588.
- [23] BRUNEKREEF B, HOLGATE S T. Air pollution and health[J]. *The lancet*, 2002, 360(9341): 1233-1242.
- [24] BRIGGS D. Environmental pollution and the global burden of disease[J]. *British medical bulletin*, 2003, 68: 1-24.
- [25] 刘倩, 曲广波, 陆达伟. 我国环境污染与健康基础研究的若干新需求[J]. 中国科学院院刊, 2021(5): 614-621.
- [26] FOROUZANFAR M H, AFSHIN A, ALEXANDER L T, et al. Global, regional, and national comparative risk assessment of 79 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks, 1990—2015: a systematic analysis for the global burden of disease study 2015[J]. *The lancet*, 2016, 388(10053): 1659-1724.
- [27] 郑超, 王新军, 孙强. 政府卫生支出的健康绩效研究——基于中国老年健康调查(CLHLS)数据的评估[J]. 世界经济文汇, 2022(3): 103-120.
- [28] GOVEREH J, JAYNE T S. Cash cropping and food crop productivity: synergies or trade-offs?[J]. *Agricultural economics*, 2003, 28(1): 39-50.
- [29] 赵建国, 刘子琼. 人口老龄化、社会保障支出与城乡收入差距——基于共同富裕视域的分析[J]. 农业技术经济, 2023(9): 39-53.
- [30] 王玉泽, 罗能生. 空气污染、健康折旧与医疗成本——基于生理、心理及社会适应能力三重视角的研究[J]. 经济研究, 2020(12): 80-97.

- [31] CUI X M. Beyond yield response: weather shocks and crop abandonment [J]. Journal of the association of environmental and resource economists, 2020, 7(5): 901-932.
- [32] PRISHCHEPOV A V, MUELLER D, DUBININ M, et al. Determinants of agricultural land abandonment in post-Soviet European Russia [J]. Land use policy, 2013, 30: 873-884.
- [33] HE Y F, XIE H L, PENG C Z. Analyzing the behavioural mechanism of farmland abandonment in the hilly mountainous areas in China from the perspective of farming household diversity [J]. Land use policy, 2020, 99: 104826.
- [34] 王鹏, 谢丽文. 污染治理投资、企业技术创新与污染治理效率 [J]. 中国人口·资源与环境, 2014(9): 51-58.
- [35] 李建军, 刘元生. 中国有关环境税费的污染减排效应实证研究 [J]. 中国人口·资源与环境, 2015(8): 84-91.
- [36] 林永生, 马洪立. 大气污染治理中的规模效应、结构效应与技术效应——以中国工业废气为例 [J]. 北京师范大学学报(社会科学版), 2013(3): 129-136.
- [37] 王国均. 我国水污染的现状与对策 [J]. 宏观经济管理, 2014(12): 63-65.
- [38] 骆永明. 中国土壤环境污染态势及预防、控制和修复策略 [J]. 环境污染与防治, 2009(12): 27-31.
- [39] 张可, 汪东芳. 经济集聚与环境污染的交互影响及空间溢出 [J]. 中国工业经济, 2014(6): 70-82.
- [40] CHEN H P, SHEN Q L, ZANG D G, et al. Study on the impact of environmental pollution on farmland abandonment [J]. Environmental science and pollution research, 2022, 29(1): 1458-1469.

## Effects of Environmental Pollution on Cropland Abandonment from the Perspectives of Air, Water and Soil

——Evidence from the China Labor-force Dynamics Survey

ZHANG Pengjing, XIONG Tao, ZHU Hou

**Abstract** Cropland abandonment poses a significant threat to China's food security. It holds paramount importance for the Chinese people to secure their food supply by maintaining the prescribed 1.8 billion mu of cropland and fostering sustainable agricultural development. From the perspectives of air, water, and soil, based on the panel data of China Labor Dynamics Survey (CLDS) from 2014 to 2018 and environmental pollution data of prefecture-level cities, we conducted an empirical investigation into the effect of environmental pollution on cropland abandonment and its micro-impact mechanism by using two-way fixed-effects model and instrumental variables, and finally explored the heterogeneous effects of environmental pollution on cropland abandonment among different groups of farmers. The study's findings are as follows. Firstly, environmental pollution has a significant positive impact on cropland abandonment, and this outcome remains robust after undergoing a battery of tests. Secondly, mechanism analysis reveals that environmental pollution substantially reduces crop yields and significantly elevate health risks for the labor force, ultimately rendering farmers to abandon cropland. Thirdly, heterogeneity analysis demonstrates that environmental pollution significantly heightens cropland abandonment among food crop growers and elderly farmers, with major sectors of Chinese agricultural production being particularly susceptible to its effects. Government departments should take into account cropland abandonment when assessing the effect of environmental pollution on agricultural production. Neglecting the impact of environmental pollution on cropland abandonment will lead to a significant underestimation of the decline in agricultural production attributed to environmental pollution.

**Key words** environmental pollution; cropland abandonment; crop yield; health risk

(责任编辑:王 薇)