

江苏农村工业化中环境污染的规模效应、 污染排放强度效应与产业结构效应研究

周曙东 张家峰

内容提要 本文利用 1990—2011 年江苏省 13 个地市农村地区的面板数据对工业化中环境污染的规模效应、污染排放强度效应与结构效应进行了实证研究。研究结果表明，农村工业污染排放量受经济规模、污染排放强度与产业结构的影响。农村工业发展中污染排放存在显著地规模效应，随着工业经济规模的扩大，对农村环境质量有显著负面影响。苏南、苏中与苏北区域农村的比较研究表明，苏南的三种效应均低于苏中与苏北的三种效应。关键词 农村工业化 工业污染

周曙东，南京农业大学经济管理学院教授

张家峰，南京农业大学经济管理学院博士生

南京工业大学经济管理学院讲师

一、引言

农村工业化是国家工业化的组成部分，是农村地域上的工业化过程。农村工业化主要表现为工业活动的持续增长，工业产出在国民经济或地区经济中的比重不断增加，工业就业占比的增加。经过改革开放三十多年的发展，农村工业已发展成为我国农村经济的主体力量。农村工业已成为吸纳农村富余劳动力就业的主体，增加农民收入的主要渠道；农村工业尤其是乡镇工业的蓬勃发展对促进我国农村发展、缩短城乡差距、促进农业转型和农民增收发挥了关键性作用。

由于土地、劳动力、环境成本的不断加大，发达地区的产业结构正在逐步调整。一些低端制造业和污染严重的产业也随之向落后地区迁移；与此同时，由于城市制订了较为严格的环境政策，对高污染企业实行强制关停，所以迫使污染企业搬迁；而污染企业转移的目标往往是广大农村地区，呈现污染产业向农村梯度转移的趋势。大部分农村工业呈现空间布局高度分散、经营规模小、企业污染治理水平低等特征，这些特征导致了日趋严峻的农村工业污染问题，恶化了农村的生态环境，对农村地区可持续发展和农民健康构成严重威胁。

本文以江苏为例，通过对发达地区农村工业发展与污染排放规律的研究，以期为广大农村地区尤其是落后地区农村工业发展提供借鉴。

二、江苏农村工业化与环境影响的现状分析

1. 江苏农村经济的现状

本文系国家自然科学基金重大项目（70833001），教育部博士点基金（20120097110034），新农村发展研究专项项目（XNC2012001），江苏省高校哲学社会科学项目（09SJD790025）的资助。

江苏省位于中国东部沿海，是中国的经济大省，其面积是全国的 1.1%，2011 年 GDP 达 49110.27 亿元，占全国的 10.4%，人均地区生产总值 62290 元。经过 30 多年的发展，农村的就业结构也发生了重要变化。

自 1978 年以来，第一产业对江苏农村经济增长的贡献逐步降低，第二产业以及第三产业对农村经济增长的贡献逐步提高，产业结构持续优化，农村工业化程度不断提高。1978 年第一产业总产值约为 1.3 亿元，占三大产业总产值的 1.89%；第二产业总产值约为 66 亿元，占三大产业总产值的 93.11%；第三产业总产值约为 4 亿元，占三大产业总产值的 5%。而到 2011 年第一产业总产值增加到约 238 亿元，占比降为 0.24%，第二产业总产值增加到约 87614 亿元，占比达 87.20%，第三产业总产值增加到约 12626 亿元，占比增加到 12.56%。

从区域层面来看，江苏省的苏南、苏中与苏北三个区域农村经济发展是不平衡的。1990 年到 2011 年年间，从区域生产总值上看（见图 1），三个区域农村生产总值呈现上升态势，且苏南农村生产总值高于苏中与苏北。1990 年，苏中农村生产总值为 171.14 亿元，苏北为 251.83 亿元，而苏南为 374.06 亿元，分别是苏中与苏北的 2.19 倍和 1.49 倍。2011 年，苏中农村生产总值为 4507.92 亿元，苏北为 5824.32 亿元，而苏南为 12732.29 亿元，分别是苏中与苏北的 2.82 倍与 2.19 倍。这说明苏南农村经济与其他农村经济差距在拉大。

2. 江苏农村环境污染的现状

近三十多年来，江苏省农村工业迅速发展，但也带来了工业污染物排放量的迅速上升。从总体来看，江苏省 1990—2011 年间农村工业废水与废气排放量呈现上升态势。其中工业废水排放量由 89456 万吨增加到 134068.72 万吨，增加到 1.49 倍；工业废气排放量由 1809 亿标立方米增加到 26470 亿标立方米，增加到 14.63 倍。从年均增长率来看，这个期间，江苏农村工业废水排放量、废气排放量分别为 1.95%、13.63%，均高于全省 0.32%、9.65% 的增长率水平。这说明江苏农村环境呈现恶化态势。1990—2011 年期间江苏农村工业 GDP 一直处于上升趋势，年均增长率达 17.38%。虽然工业废水与 50：总体呈现上升态势（见图 2），但是受国家政策调控影响，出现波动状况。“九五”期间，关闭淘汰了一大批技术落后、浪费资源、污染环境的“五小”农村工业企业，加强了“三河三湖”的水污染防治。

[1] 从 2000 年开始南京与镇江划为苏南，此处三区域是按照新的划分标准。即苏南包括苏州、无锡、常州、南京、镇江，苏中包括扬州、泰州、南通，苏北包括徐州、淮安、宿迁、连云港、盐城。

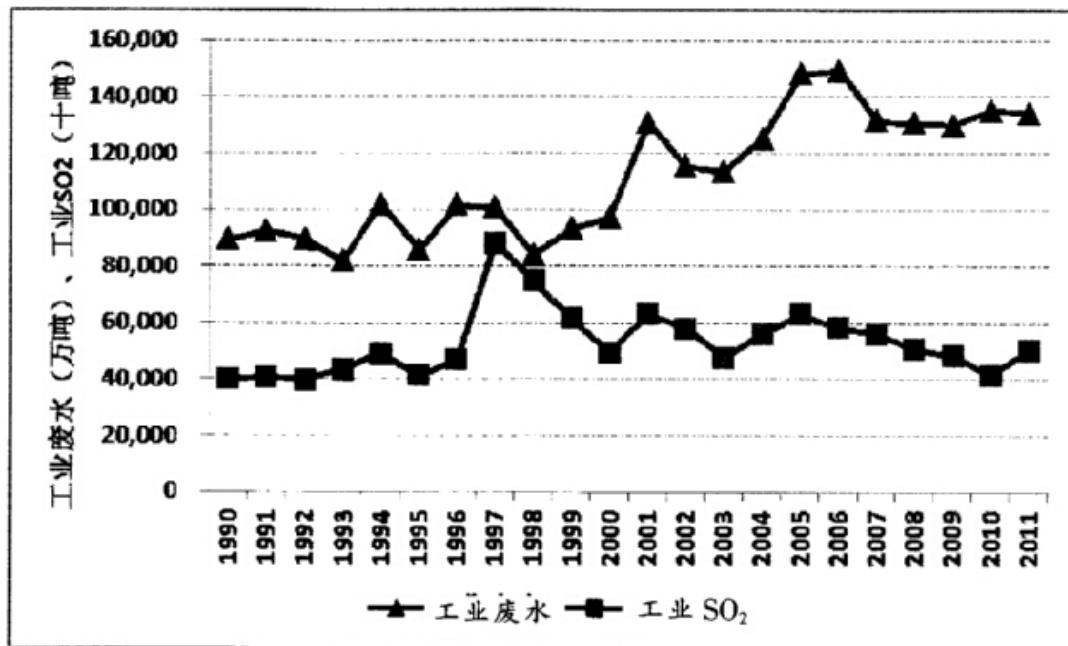


图2 江苏省农村工业废水与SO₂趋势

资料来源:作者根据江苏及十三个地市统计年鉴计算得到

受这一政策的影响,“十五”期间江苏农村工业废水与SO₂呈现下降趋势。从2006年开始江苏农村工业废水与SO₂排放开始下降,主要与国家、江苏省为实现“十一五”环保目标所采取的一系列政策有关。

江苏省不同地区经济发展水平不同,苏南、苏中与苏北三个区域农村工业污染也存在差异。从总体上看,1990—2011年间,苏南、苏中与苏北区域农村工业废水排放均呈现增加趋势,苏南农村工业废水排放量明显大于苏中与苏北的排放量(见图3)。其中2011年,苏南、苏中与苏北工业废水排放量依次为7.39、2.47、3.55亿吨,占全省工业废水的比重分别为30.02%、10.01%、14.40%。

从2006年开始,苏南与苏中农村工业废水排放有下降的趋势,而苏北农村工业废水排放则有上升的趋势。1990—2011年间,苏南、苏中与苏北区域农村工业废气排放均呈现增加的趋势。苏南农村工业废气排放量超过苏北农村工业废气排放量,苏北农村工业废气排放量超过苏中农村工业废气排放量(见图4)。其中2011年,苏南、苏中与苏北工业废气排放量依次为19339、2677、4454亿标立方米,占全省工业废气的比重分别为52.42%、7.67%、12.76%。

总体来看,三个区域农村工业废水与废气排放呈现上升趋势,但存在差异。苏南处于首位,苏北次之,苏中第三。江苏省为实现“十一五”环保目标所采取的一系列政策措施,包括从2005年开展农村环境综合整治试点、电厂的脱硫工程、排污收费标准的提高,从2006年开始的整治“小化工”行动等。但政策措施的效果不尽相同。苏南与苏中的农村工业废水排放量呈现下降态势,而苏北的农村工业废水与废气排放量均呈现上升态势。

三、农村工业化中环境污染的机理分析

农村工业化带来农村发展的同时,也带来农村环境污染问题。有关经济发展与环境质量关系的研究较多,各具特色。大致来说可以分为两大类,一类是检验“环境库兹涅茨曲线”(EKC)并探究其中的机理;另一类是分析经济系统中的一些要素对于环境质量的作用。关于经济发展对环境质量的影响并没有达到共识。

环境污染的规模效应是指某地区的产业规模达到一定程度而使污染物排放总量增加的现象。经济规模越大，需要更多的投入，资源消耗越大，在技术水平不变的情况下，工业经济活动过程中产生的污染排放就越多。

污染排放强度可以用百万元产值所产生的污染物排放量表示，污染排放强度效应是指污染物的排放强度会显著地影响到污染物排放总量。因此可以通过降低污染排放强度来减少环境污染。产业的污染排放强度与技术密切相关，技术进步可以提高资源利用率，产生对资源的替代效应，在既定产出水平下，可以节约生产过程中的资源消耗，进而减少污染物排放量，环境污染综合治理的技术与设备的应用更是可以大幅度减少污染物排放量。

环境污染的结构效应是指某地区的产业结构调整会影响到污染物排放总量的现象，揭示产业结构状态及变动对污染物排放总量造成决定性影响。不同的产业结构会产生不同的环境影响，一般来说，第二产业的污染要明显大于第三产业的污染；再从第二产业内部来看，各地区轻工业与重工业的不同比例也会导致环境污染的程度出现差异。

四、江苏农村工业化中环境污染效应的实证分析

上述分析表明，环境污染是经济规模、排放强度与产业结构共同作用的结果。在农村点源污染的实证检验中，面临的问题是如何选择度量这些因素的合适指标以及数据的获取。环境污染包括大气污染、水污染、固废污染等，实证研究中采用何种指标没有统一标准，根据数据的可获得性，本文选择工业 SO_2 、工业 COD 排放量作为被解释变量。农村地区的 GDP 作为表征经济规模的变量，用农村工业污染的排放强度表征排放强度指标，第二产业的增加值占农村地区的 GDP 作为表征产出结构的变量。具体模型如下：

$$\ln E_{it} = \alpha_i + \beta_1 \ln GDP_{it} + \beta_2 \ln I_{it} + \beta_3 str_{it} + v_{it}$$

其中 E_{it} 是第 i 地区 t 年的工业废物排放量，具体指工业 SO_2 、工业 COD， α_i 和 β 为估计参数，GDP 是第 i 地区，年的 GDP_{it} 表示第 i 地区 t 年的工业 SO_2 、工业 COD 的排放强度， str_{it} 表示第 i 地区 t 年的第二产业增加值占 GDP 的比重 V_{it} 为随机扰动项。

本文所用数据主要来源于《江苏省统计年鉴》、江苏省十三个地级市统计年鉴，其中环境数据主要来源于《江苏环境统计年鉴》。样本中包括了江苏省十三个地级市所包括的农村地区，即包括 13 个观测单位，所采用样本的时间跨度为 1990—2009 年。

通过估计方程（1），经检验，应选择固定效应模型，估计结果见表 1，所有回归系数都在 1% 的显著性水平上显著。

表 1 工业 SO₂ 与工业 COD 固定效应回归结果

	被解释变量			
	lnSO ₂		lnCOD	
解释变量	系数	T 值	系数	T 值
常数项	2.4015***	3.06	2.4688***	3.37
lnGDP	0.8529***	9.02	0.7418***	8.61
lnI	0.0128***	14.68	0.0135***	19.66
str	1.9989***	5.49	1.2201*	1.97
调整的 R ²	0.9959		0.9934	
F 值	131.91		333.64	

注:*** 表示在 1% 的显著性水平上检验显著,* 表示在 10% 的显著性水平上检验显著。

本研究可以得到以下结论:首先,农村工业化存在环境污染的规模效应,经济规模对工业污染物排放具有显著影响。农村 GDP 每增加一个百分点,工业 SO₂ 排放将增加 0.8529 个百分点,工业 COD 排放将增加 0.7418 个百分点。这说明在农村工业化进程中,随着工业经济规模的扩大,对农村环境质量有显著负面影响。其次,农村工业化存在污染排放强度效应,环境污染的排污强度效应显著为正。即排放强度增加一个百分点,工业 SO₂ 排放将增加 0.0128 个百分点,工业 COD 排放将增加 0.0135 个百分点。上述分析表明,环境污染综合治理的技术有利于环境质量的改善,但是在经济发展的不同阶段,其技术特征不同,对环境的影响不同。在农村工业化的初期或中期,广泛采用的是高投入、低产出的粗放型技术,到了工业化中后期,广泛采用环境友好型技术。

到后工业化后期或后工业化时期,社会的生产方式与消费方式都向环保方向发展,社会普遍采用的是低能耗、低污染的技术。第三,农村工业化的环境污染的结构效应显著为正。即农村第二产业增加值占 GDP 的比重每增加一个百分点,工业排放将增加 1.9989 个百分点,工业 COD 排放将增加 1.2201 个百分点。这说明随着农村工业化中工业在经济总量中占比越大,农村环境质量则越差。

五、江苏农村工业化中环境污染效应的区域差异分析

从江苏省区域农村经济发展来看,根据钱纳里标准,按照 1998 年美元汇率换算,苏南农村 2005 年就进入了工业化的高级阶段,苏中农村从 2007 年进入了工业化中级阶段,而苏北农村 2006 年才进入工业化的初级阶段,江苏区域农村经济发展水平存在明显的差异。因此,为了考察区域农村工业污染与经济发展之间的关系,对方程(1)进行估计,结果见表 2,表 3。

无论是工业 SO₂ 还是工业 COD 表 2 苏南、苏中与苏北工业 so₂ 的回归结果的回归结果均显示,lnGDP、lnI 与 Str 的系数呈现苏南小于苏中、苏中小于苏北的特征。以 Str 的系数为例,农村第二产业增加值占 GDP 的比重每增加一个百分点,苏南、苏中与苏北工业 SO₂ 排放将依次增加 1.9921、2.7909、3.5481 个百分点,这一方面说明随着农村工业化中工业在经济总量中占比的增加,会恶化农村环境质量。同时也说明,江苏农村工业化的进程中,环境污染存在区域差异,较之于苏南农村,苏中与苏北农村面临着更大的环境质量恶化的压力。Soumyananda (2004) 认为环境质量需求的收入弹性不同,即随着收入水平的变化,人们对于环境质量的需求是不同的。

苏南农村工业化程度高，已经进入工业化中级阶段，处于转型升级阶段，随着人均收入的提高，人们的环保意识提高，对于环境质量的要求提高，地方政府对于环境监管的强度与政策的执行力度加大。而苏中与苏北农村工业处于加速发展时期，人均收入低于苏南，人们对于环境质量的要求较低，政策执行力度较小。因此，苏南的污染较重的产业向成本低、资源相对丰富地区的苏中与苏北地区的转移是必然。事实上，一些污染严重的企业由于在苏南当地难以生存，不断转移到苏中与苏北。在 2000 年以后，苏北就成为承接苏南与浙江化工企业转移的新基地。

六、结论与政策启示

农村工业化带动了农村经济的发展，随着工业从城市向农村的转移，以及农村工业布局的分散性，给广大农村地区带来较大的环境污染。江苏农村工业的实证研究表明，第一，在农村工业化进程中，污染排放量受经济规模、排放强度与产出结构的影响。农村工业发展中污染排放存在显著地规模效应，随着工业经济规模的扩大，对农村环境质量有显著负面影响。

第二，环境污染的排污强度效应显著为正。第三，环境污染的结构效应显著为正。这说明农村经济中工业占比越大，对农村环境质量有显著负面影响。第四，江苏农村污染排放存在区域差异。无论是规模效应，排放强度效应，还是结构效应，苏南小于苏中与苏北。对于工业 SO_2 ，苏南、苏中与苏北的 $InGnP$ 系数依次为 0.8327、0.9604、1.0271，即农村 GDP 每增加一个百分点，工业 SO_2 排放将依次增加 0.8327、0.9604、1.0271 个百分点。对于工业 COD，苏南、苏中与苏北的 $InGDP$ 系数依次为 0.6808、0.8663、0.9571，即农村 GDP 每增加一个百分点，工业 COD 排放将依次增加 0.6808、0.8663、0.9571 个百分点。显然，苏南的规模效应小于苏中的规模效应，苏中的规模效应小于苏北的规模效应。对于工业 SO_2 ，苏南、苏中与苏北的 Str 系数依次为 1.9921、2.7909、3.5481，即农村 GDP 每增加一个百分点，工业 SO_2 排放将依次增加 1.9921、2.7909、3.5481 个百分点。对于工业 COD，苏南、苏中与苏北的 Str 系数依次为 2.0592、2.8228、2.8924，即农村 GDP 每增加一个百分点，工业 COD 排放将依次增加 2.0592、2.8228、2.8924 个百分点。可见，苏南的结构效应小于苏中的结构效应，苏中的结构效应小于苏北的结构效应。

鉴于以上分析，可以从以下两个方面减少农村工业化过程中的环境污染，第一，调整产业结构。通过政策引导减少第二产业中的污染密集型产业，增加清洁型产业，优化产业内部结构。加速产业结构升级，加大农村经济中的第三产业比重，从而从源头上减少污染企业数量。第二，通过技术进步提高资源利用率。鼓励和支持企业重视技术创新，增加科技投入，采用环境友好型技术，引导企业由资源消耗型和污染密集型产业向资源节约型和环境友好型企业转变。