

# 基于Logit-ISM模型的污染企业周边农户 环保支付意愿发生机制分析\*

——以苏皖两省为例

葛继红<sup>1,2</sup> 徐慧君<sup>1</sup> 杨森<sup>1</sup> 刘爱军<sup>1</sup>

**摘要：**污染企业周边农户作为农村环境治理的相关利益主体之一，其环保支付意愿对当地的环境保护状况有重要影响。本文利用对苏皖两省 336 户农户的调查数据，基于条件价值评估法和 Logit-ISM 模型，分析了污染企业周边农户的环保支付意愿及支付水平，探讨了农户环保支付意愿的内在发生机制。结果表明：第一，苏皖两地中有 66.37% 的农户有环保支付意愿，这些农户在环保方面的平均意愿支付水平为 209.58 元/年。第二，受教育程度、家庭年收入、对环境污染的担忧程度以及亲戚朋友是否有环保支付意愿对农户的环保支付意愿有显著的正向影响；农户距离污染企业的公里数和对现在生活的满意程度对农户的环保支付意愿有显著的负向影响。第三，前述 6 个因素中，农户距离污染企业的公里数、受访者受教育程度以及亲戚朋友是否有环保支付意愿是农户形成环保支付意愿的深层根源因素，这些深层根源因素通过影响家庭年收入和农户对环境污染的担忧程度，进而影响农户对现在生活的满意程度这一农户形成环保支付意愿的直接驱动因素。

**关键词：**农户 环保支付意愿 污染企业 Logit-ISM 模型 发生机制

**中图分类号：**F323.22 **文献标识码：**A

## 一、引言

近年来，随着社会经济的发展，城市地区面临的资源环境约束加剧。在此背景下，技术较落后、污染严重的企业向农村地区转移，导致农村环境不断恶化。从城市转移至农村的污染企业，连同农村原有污染企业，产生了大量废水、废气、固体废弃物，通过空气、地下水、河流、土地等多种途

---

\*本文研究受到国家自然科学基金项目“农村化学品产业：形成机制及其对周边农民福利的影响”（编号：71303116）、南京农业大学中央高校基本科研业务费专项资金项目“农村化学品产业：形成机制及其对周边农民福利的影响”（编号：KJQN201413）、国家社会科学基金青年项目“中国农村环境管理中的政府责任和公众参与机制研究”（编号：15CGL039）以及江苏省高校优势学科建设工程资助项目（PAPD）的共同资助。感谢匿名审稿人的宝贵意见，文责自负。刘爱军是本文通讯作者。

径使农村环境受到污染，导致农村有 66.7% 的空气、41.2% 的饮用水、45.5% 的湖河水以及 15.0% 的土壤受到污染（黄季焜、刘莹，2010），在部分受污染严重的地区甚至出现了“癌症村”<sup>①</sup>。污染企业周边农村的环境污染亟待治理，但困难重重：一是城乡之间在环保方面的财政投入存在较大差距，农村的相关财政投入不足；二是部分“GDP 导向”的乡镇政府对污染企业监管不力，农村环保监管存在漏洞；三是受环境污染影响的农户在与污染企业的博弈中需要付出时间、精力、财力并承担较大风险，再加上环境具有公共物品属性，两者共同导致每个“理性”农户都有不愿意为环保做出努力的动机（彭向刚、向俊杰，2013）。

事实上，农村环境的公共物品属性决定了农村污染企业周边环境问题的解决需要由污染企业、政府和农户三方合作，三者博弈中互相作用、互相妥协，最终达到的动态均衡结果形成现实中的污染治理模式（许增巍等，2016）。因此，有效推动污染企业、政府和农户三方共同致力于开展农村环保工作，是解决当前农村环境污染问题的必由之路。企业在污染治理方面以及政府在环保监管方面责无旁贷，而农户的积极参与同样必不可少。本文研究拟通过调查污染企业周边农户的环保支付意愿来测评农户是否具备环保意识<sup>②</sup>，并探讨农户形成环保支付意愿的发生机制。

本文拟解决的问题是：污染企业周边农户是否具有环保支付意愿？如果有，其水平如何？农户的环保支付意愿受哪些因素影响？这些影响因素通过何种机制发生作用，又以何种次序先后作用于农户的环保支付意愿？本文研究选取江苏省和安徽省作为典型地区开展调查，利用条件价值评估法了解污染企业周边农户的环保支付意愿及意愿支付水平，并采用 Logit-ISM 模型分析影响这一支付意愿的因素及各因素间的层级结构，研究农户环保支付意愿的内在发生机制。

## 二、文献综述

早在 20 世纪 70 年代，国外就开始展开关于人们支付意愿的研究，并使用了包括条件价值评估法（contingent valuation method, CVM）在内的多种方法对环境和资源的价值进行评估（Caswell, 1998）。在众多方法中，CVM 被公认为是最适用于研究支付意愿的方法（Buzby et al., 1995; Boccaletti and Nardella, 2000）。进入 21 世纪以来，国内逐渐重视对各领域支付意愿的研究，并普遍采用国际流行的方法 CVM 来研究。其中，对环境污染治理支付意愿的研究多以城市为研究区域，以城市居民为研究对象。例如，周洁等（2010）研究了山东省 4 个城市的居民对治理当地空气污染的支付意愿，并对其不同意愿支付水平进行了比较，发现经济发展水平会影响居民的支付意愿；梁爽等（2005）采用支付意愿调查法对首都水源地密云水库附近居民的环保支付意愿进行了调查，发现仅 41% 的居民愿意支付，平均意愿支付水平为 11.16 元/年，收入、年龄、受教育程度及环保意识是影响其环保支付意愿的主要因素。类似的研究还有梁勇等（2005）、张翼飞等（2012）。随着农村环境污染问题

<sup>①</sup>资料来源：环境保护部：《化学品环境风险防控“十二五”规划》（环发[2013]20号，[http://www.zhb.gov.cn/gkml/hbb/bwj/201302/t20130220\\_248271.htm](http://www.zhb.gov.cn/gkml/hbb/bwj/201302/t20130220_248271.htm)）。

<sup>②</sup>虽然农户并非农村企业污染治理的支付主体，但其支付意愿在一定程度上能反映农户开展环境保护的积极性。

的日益突出, 相关研究在研究区域及研究对象的选择上逐渐向农村和农户倾斜。例如, 李伯华等 (2008) 从农户视角出发, 研究了湖北省石首市农户对获得安全饮用水的支付意愿及其影响因素。其结果显示, 有 71.5% 的农户具有支付意愿, 人均意愿支付水平为 121.94 元/年, 户主年龄、受教育程度及家庭人口数对其支付意愿有显著影响。王舒娟 (2014) 采用多界二分选择式询价法调查了南京、宿迁、泰州等地农户对小麦秸秆还田的支付意愿, 并以 COX 比例风险模型替代 Logit 方法分析了有关影响因素, 发现其支付能力、对秸秆还田和秸秆焚烧的相关认知、当地秸秆产业发展水平等因素与农户的这一支付意愿密切相关。何可、张俊飏 (2014) 从农户代际差异视角出发的研究表明, 湖北省新生代农民对农业废弃物资源化的平均意愿支付水平高于上一代农民。

整体而言, 从研究内容上看, 以农户为研究对象的现有文献主要基于农户自身污染行为, 例如秸秆焚烧、农业废弃物污染、生活垃圾处理等, 探讨了农户的环保支付意愿。而本文研究污染企业向农村转移背景下污染企业周边农户的环保支付意愿及其影响因素, 视角较为新颖。从研究方法上看, 有关农户支付意愿及其影响因素的现有定量研究主要借助 CVM 和 Logit 模型。本文在利用上述模型展开分析的基础上, 拟引入解释结构模型 (interpretative structural modeling, ISM), 构建更为合理适用的 Logit-ISM 模型, 解析各影响因素间的关系和层次结构, 探讨农户最终形成环保支付意愿的发生机制。

### 三、方法、数据与变量

#### (一) 研究方法

1. CVM。CVM 又称“条件价值评估法”或“意愿价值评估法”, 该方法基于希克斯消费者剩余理论, 主要通过构建假想市场, 并采用调查问卷形式了解人们对生态环境保护的最大支付意愿或对赔偿生态环境受损的最小接受意愿 (葛颜祥等, 2009)。本文研究拟采用 CVM 中的两项选择法来调查苏皖地区污染企业周边农户的环保支付意愿。具体调查问题是“是否愿意从您家庭收入中拿出一部分用于治理环境污染”, 如果选择“不愿意”, 则要求农户给出原因; 如果选择“愿意”, 则要求农户继续回答“每年最多愿意从家庭收入中拿出多少用于治理环境污染”, 金额包括 1~199 元、200~399 元、400~599 元、600~799 元以及 800 元及以上 5 个选项。

2. 二元 Logit 模型。本文研究选取二元 Logit 模型来分析影响农户环保支付意愿的因素, 具体模型为:

$$p = F(y = 1 | X_i) = \frac{1}{1 + e^{-y}} \quad (1)$$

(1) 式中,  $y$  表示污染企业周边农户的环保支付意愿;  $p$  表示农户愿意支付的概率;  $X_i$  表示农户环保支付意愿的影响因素,  $i=1, 2, \dots, n$ 。  $y$  可以表示成变量  $X_i$  的线性组合, 即:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n \quad (2)$$

(2) 式中,  $\beta_i$  表示 Logit 模型中第  $i$  个解释变量的回归系数。整理 (1) 式和 (2) 式, 得到如下 Logit 模型:

$$\ln\left(\frac{p}{1-p}\right) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n + \varepsilon \quad (3)$$

(3) 式中,  $\beta_0$  是常数项,  $\varepsilon$  是随机误差项。利用 Stata12.0 软件对 (3) 式进行拟合, 可以得出农户环保支付意愿影响因素模型的拟合结果。

**3.ISM 方法。**ISM 方法是现代系统工程的分析方法, 通常用于探究系统的结构和层次、识别系统的关键因素以及研究各因素之间的层次结构, 已被广泛用来制订企业计划、城市规划等 (例如丁容、陆伟刚, 2010)。

污染企业周边农户环保支付意愿的各影响因素不仅可能独立发生作用, 也可能相互联系和相互作用, 形成多层次、阶梯状的影响结构。因此, 本文引入 ISM 方法深入解构各影响因素间的层级结构, 构建有向发生链, 识别污染企业周边农户环保支付意愿的内在发生机制。ISM 方法的分析流程是: 首先, 确定因素间的逻辑关系; 其次, 确定因素间的邻接矩阵; 再次, 确定因素间的可达矩阵; 然后, 依次确定从最高层到底层各层所含的因素; 最后, 确定因素间的层次结构 (李楠楠等, 2014)。

若利用 Logit 模型识别出的污染企业周边农户环保支付意愿的影响因素有  $k$  个, 则用  $S_i$  ( $i=1, 2, \dots, k$ ) 表示这些影响因素, 并根据 (4) 式定义邻接矩阵  $R$  中的元素  $r_{ij}$ :

$$r_{ij} = \begin{cases} 1, & S_i \text{对} S_j \text{有影响时} \\ 0, & S_i \text{对} S_j \text{无影响时} \end{cases} \quad (4)$$

(4) 式中,  $i, j=1, 2, \dots, k$ 。再通过邻接矩阵  $R$  及 (5) 式计算可达矩阵  $M$ :

$$M = (R+I)^{\lambda+1} = (R+I)^\lambda \neq (R+I)^{\lambda-1} \neq \dots \neq (R+I)^2 \neq (R+I) \quad (5)$$

(5) 式中,  $2 \leq \lambda \leq k$ ,  $I$  为单位矩阵, 矩阵的幂运算采用布尔运算法则。

从最高层到底层各层所含的因素可以根据 (6) 式来确定:

$$L = \{S_i | P(S_i) \cap Q(S_i) = P(S_i)\} \quad (6)$$

(6) 式中,  $i=1, 2, \dots, k$ ,  $P(S_i)$  表示可达矩阵  $M$  中要素  $S_i$  所对应的一行中包含有“1”的矩阵元素所对应的列要素集合,  $Q(S_i)$  表示可达矩阵  $M$  中要素  $S_i$  所对应的一列中包含有“1”的矩阵元素所对应的行要素集合。

利用 (6) 式确定最高层 ( $L_1$ ) 所含的因素后, 再依次由高到低逐步确定各层所含因素。其他层所含因素的确定方法是: 删去原可达矩阵  $M$  中最高层 ( $L_1$ ) 所对应的行与列, 得到可达矩阵  $M_1$ , 利用 (6) 式基于  $M_1$  进行计算得到第二层因素  $L_2$ ; 再删去可达矩阵  $M_1$  中第二层因素 ( $L_2$ ) 所对应的行与列, 得到可达矩阵  $M_2$ , 利用 (6) 式基于  $M_2$  进行计算得到第三层因素  $L_3$ ; 以此类推, 得到所有层所含的因素。最后, 用有向边连接同一层次及相邻层次的因素, 得到污染企业周边农户环保支付意愿影响因素的层级结构, 并探索农户环保支付意愿的发生机制。

(二) 数据描述

本文研究选取东部地区的江苏省和中部地区的安徽省作为典型地区实施调查，其原因是：江苏省地处东部沿海，是改革开放的前沿阵地，农村高污染企业数量保持较快增长速度（张海鹏、宁泽逵，2007）；安徽省临近东部，部分农村地区已经成为东部污染产业转移的重要承接地，在中部农村地区中颇具代表性。确定样本省后，本文研究分别在苏皖两省各选取受农村企业污染危害相对比较严重的两个县作为调查地区，它们是江苏省 FN 县和 GN 县、安徽省 SX 县和 H 县。为方便调查，本文研究在每个县选择当地污染严重的化工园区或经济开发区，分别是 FN 化工园区、GN 化工园区、SX 经济开发区、H 县化工园区；然后，选择与园区距离最近的 4 个自然村（主要参考园区和村委会所在地之间的距离），再在每个村随机选取 25 户农户开展调查。调查问卷由四大部分构成：第一部分是农户及受访者个人基本信息，包括性别、年龄、健康状况、受教育程度以及家庭年收入、是否是近 10 年内迁入本村及是否有迁出本村意向；第二部分是农户的心理感知，包括对环境污染的担忧程度及对现在生活的满意程度；第三部分是农户居住地周围环境变化以及农户社会关系，包括农户距离污染企业公里数、近 10 年农作物亩产平均变化、近 10 年农作物质量平均变化、家中是否有人在附近污染企业工作以及亲戚朋友是否有环保支付意愿等；第四部分是农户环保支付意愿。开展此次调查的时间为 2015 年 2 月，共发放调查问卷 400 份，实际收回 384 份，剔除前后信息矛盾、基本信息严重遗漏的问卷后，最终得到有效问卷 336 份，样本有效率为 84%。样本农户及受访者的基本特征情况见表 1。

表 1 样本农户及受访者的基本特征

指标	选项	样本数 (个)	比例 (%)	指标	选项	样本数 (个)	比例 (%)
性别	男	202	60.12	家庭年收入	0~1.99 万元	21	6.25
	女	134	39.88		2~3.99 万元	83	24.70
年龄	20 岁以下	106	31.55	4~5.99 万元	61	18.15	
	20~29 岁	67	19.94	6~7.99 万元	66	19.65	
	30~39 岁	42	12.50	8~9.99 万元	42	12.50	
	40~49 岁	79	23.51	10 万元及以上	63	18.75	
	50~59 岁	29	8.63	健康状况	健康	327	97.32
	60 岁及以上	13	3.87		患有慢性疾病	9	2.68
受教育程度	文盲	9	2.68	在本村居住状况	近 10 年内迁入本村	25	7.44
	小学	37	11.01		有迁出本村意愿	68	20.24
	初中	120	35.71	地区分布	FN 县	92	27.38
	中专及高中	101	30.06		GN 县	77	22.92
	大专及大学	69	20.54		SX 县	78	23.21
					H 县	89	26.49

从样本农户及受访者的基本特征看（见表 1），受访者中男性居多，以 20~50 岁年龄段的中青年为主，受教育程度以初中、中专及高中为主，文盲和接受过高等教育的受访者较少；绝大部分受访者身体健康，患有慢性疾病者仅占 2.68%；样本农户多为世代居住在本村的当地居民户，仅有不到 8%的居民户在近 10 年内迁入本村，但约两成的农户有迁出本村的意向；除家庭年收入为 2 万元以下的农户较少外，样本农户在家庭年收入其余各档次的分布较为平均。

### （三）变量选取

参考已有文献（葛颜祥等，2009；郑海霞等 2010；靳乐山、郭建卿，2011；许增巍等，2016），本文研究选取四大类因素（受访者及其家庭的基本特征、受访者心理感知、环境因素及其现实影响、社会关系及其影响）共 14 个变量作为农户环保支付意愿的影响因素，具体变量的设置与说明见表 2。

1. 受访者及其家庭的基本特征。虽然有研究结果（例如葛颜祥等，2009）表明，女性具有环保支付意愿的可能性较男性略高，但该结论并没有获得更多文献的证实，因此，本文仍认为，性别对农民环保支付意愿的预期影响方向不甚明确。年龄对农民环保支付意愿的预期影响方向同样不明确：一方面，农民年龄越大，可能越会关注影响健康的有关因素，因而可能其环保支付意愿越高；另一方面，年老农民的收入水平可能相对更低，且可能更“精明”，希望通过“搭便车”坐享其他人推动环境治理的好处，从而其环保支付意愿会降低。受教育程度和家庭年收入是影响农户环保支付意愿的重要因素，对农户的环保支付水平有直接影响。通常，受教育程度越高、家庭年收入越多，农民环保支付意愿会越高。患有慢性疾病者因身体状况不佳，往往比普通健康者更加关注周围环境质量，因此对周边环境有支付意愿的可能性更高，预期其影响方向为正。近 10 年内迁入本村的农户，居住时间相对较短，受农村熟人社会结构的影响较小，缺乏保护当地环境的责任感，预期他们具有环保支付意愿的概率较低。有迁出本村意愿的农户，考虑到环保支付的效应具有时滞性，即使现在对当地环境污染治理进行支付，也可能因将来迁出而无法享有相应的回报，预期他们具有环保支付意愿的可能性较小。

2. 受访者的心理感知。本文研究将受访者的心理感知测量为其对周边环境污染的心理感知以及对现有生活满意程度的心理感知。农民的心理感知会影响其环保支付意愿（孙世民等，2012）。受访者对周边环境污染状况产生担忧心理是其具有环保支付意愿的重要前提，且对周边环境污染状况越担忧，其环保支付意愿越高，预期其影响方向为正。农民对现有生活的满意程度较高，说明他觉得自己生活得较好，环境并没有对其日常生活产生威胁，因此，他会认为没有必要对周边环境污染治理进行支付，预期其影响方向为负。

3. 环境因素及其现实影响。本文研究选取农户距离污染企业公里数、近 10 年农作物亩产平均变化、近 10 年农作物质量平均变化以及地区虚拟变量来反映环境因素及其现实影响。距离污染企业越近，农户越容易受到环境污染的影响，其环保支付意愿越高，预期其影响方向为负。后两个变量主要关注最近 10 年间（以调查当年往前计），由周边企业污染导致的农作物产量和质量的变化情况。考虑到不同农户的农作物生产结构具有差异性，因此，这里的农作物并非单指某一种农作物。有关产量变化值和质量变化值是由农户对自家所有农作物因企业污染所导致的两方面变化情况进行总体

估计而得，因此不可避免地具有一定的主观性。其中，产量变化主要由农户依据农作物亩产变化进行综合判断；质量变化主要由农户依据农作物产品的色泽、饱满度、口味、安全性几方面的变化进行综合判断。环境污染对农作物亩产和质量的负向影响越大，农户的环保支付意愿越高，预期后两个变量的影响方向为负。同时，考虑到环境方面的地区差异，模型中纳入地区虚拟变量。

表 2 变量说明和描述性统计分析

变量名称	变量定义与赋值	均值	标准差	预期影响方向
<b>因变量</b>				
农户环保支付意愿	不愿意支付=0，愿意支付=1	0.664	0.473	—
<b>自变量</b>				
<b>受访者及其家庭的基本特征</b>				
性别	女=0，男=1	0.601	0.490	不明确
年龄	农户实际年龄（岁）	32.443	14.850	不明确
健康状况	健康=0，患有慢性疾病=1	0.027	0.162	+
受教育程度	农户实际受教育年限（年）	10.768	3.584	+
家庭年收入	农户 2014 年实际家庭年收入（万元）	6.408	4.260	+
是否近 10 年内迁入本村	否=0，是=1	0.074	0.263	-
是否有迁出本村意愿	否=0，是=1	0.202	0.402	-
<b>受访者的心理感知</b>				
对环境污染的担忧程度	分为五组：完全不担心、比较不担心、担心、比较担心、很担心，以“完全不担心”为参照组			
对环境污染比较不担心	比较不担心=1，其他=0	0.164	0.371	+
对环境污染担心	担心=1，其他=0	0.423	0.495	+
对环境污染比较担心	比较担心=1，其他=0	0.089	0.286	+
对环境污染很担心	很担心=1，其他=0	0.271	0.445	+
对现在生活的满意程度	分为五组：很不满意、比较不满意、一般、比较满意、满意，以“很不满意”为参照组			
对现在生活比较不满意	比较不满意=1，其他=0	0.327	0.470	-
对现在生活一般满意	一般=1，其他=0	0.503	0.501	-
对现在生活比较满意	比较满意=1，其他=0	0.128	0.335	-
对现在生活满意	满意=1，其他=0	0.015	0.121	-
<b>环境因素及其现实影响</b>				
农户距离污染企业公里数	农户居住地距最近污染企业的实际距离（公里）	6.979	1.658	-
近 10 年农作物亩产平均变化	农户对近 10 年由企业污染导致的农作物亩产变	-1.231	15.564	-

基于 Logit-ISM 模型的污染企业周边农户环保支付意愿发生机制分析

		化评价的估计值 (%)		
近 10 年农作物质量平均变化	农户对近 10 年由企业污染导致的农作物质量变化评价的估计值 (%)	-1.027	11.340	-
地区虚拟变量	安徽省=0, 江苏省=1	0.503	0.501	不明确
社会关系及其影响				
家中是否有人在附近污染企业工作	否=0, 是=1	0.250	0.434	+
亲戚朋友是否有环保支付意愿	不愿意支付=0, 愿意支付=1	0.583	0.494	+

4.社会关系及其影响。社会关系是社会中人與人关系的总称，在以亲族、血缘为联系的农村地区更为重要，它是农户相互交流和团结的基础（许增巍等，2016）。家庭成员若在附近污染企业工作，农户可能会因此更了解环境污染带来的负面影响；同时，家人从污染企业获得了工资性收入。因此，预期该变量对农户环保支付意愿的影响方向为正。农民的从众心理比较强，关系相近的亲戚朋友往往具有相似的环保支付意愿，因此，亲戚朋友有环保支付意愿可能会使农户也具有环保支付意愿。

#### 四、结果与分析

##### （一）污染企业周边农户的环保支付意愿及意愿支付水平分析

根据统计分析结果（见表 3），在 336 个有效样本中，66.37%的农户具有支付意愿，33.63%的农户不具有环保支付意愿。该结果表明，苏皖两省农户已具有一定程度的环保意识，多数居住于污染企业附近的农户对周边环境污染治理有支付意愿。不过，不同农户的意愿支付水平存在差异。在具有环保支付意愿的农户中，其意愿支付水平集中分布在 1~199 元/年和 200~399 元/年两个档次，所占比例分别为 28.25%和 49.33%，意愿支付水平为 400 元/年及以上的占 22.42%。从平均水平看，苏皖两省样本农户对周边环境污染治理的意愿支付水平平均为 209.58 元/年。

表 3 农户环保支付意愿及水平

	选项	样本数 (个)	比例 (%)
是否愿意支付	愿意	223	66.37
	不愿意	113	33.63
愿意支付者每年意愿支付水平	1~199 元	63	28.25
	200~399 元	110	49.33
	400~599 元	26	11.66
	600~799 元	9	4.04
	800 元及以上	15	6.72

##### （二）污染企业周边农户环保支付意愿的影响因素分析

本文利用 Stata12.0 软件对模型进行方差膨胀因子检验和 White 检验，结果表明，模型不存在多



重共线性和异方差问题。对（3）式进行 Logit 回归，得到结果见表 4。从模型整体拟合状况看，模型的拟合优度为 0.367，整体拟合度尚可；卡方统计量为 157.28，模型显著性水平为 0.0000，表明模型中至少有一个变量的拟合系数不为零，模型具有统计学意义，回归结果可信。

表 4 污染企业周边农户环保支付意愿的影响因素模型拟合结果

因素	自变量	系数	标准误
农户基本特征	性别	0.296	0.345
	年龄	-0.004	0.013
	健康状况	0.100	0.892
	受教育程度	0.162***	0.053
	家庭年收入	0.165***	0.053
	是否近 10 年内迁入本村	-0.355	0.599
	是否有迁出本村意愿	0.001	0.403
农户心理感知	对环境污染比较不担心	-0.697	0.779
	对环境污染担心	-0.443	0.727
	对环境污染比较担心	1.368	0.963
	对环境污染很担心	1.515*	0.792
	对现在生活比较不满意	-1.230	1.270
	对现在生活一般满意	-1.391	1.259
	对现在生活比较满意	-2.190*	1.322
	对现在生活满意	-4.785***	1.774
环境因素及其现实影响	农户距离污染企业公里数	-0.720***	0.112
	近 10 年农作物亩产平均变化	0.005	0.012
	近 10 年农作物质量平均变化	0.004	0.015
	地区虚拟变量	-0.114	0.316
社会关系及其影响	家中是否有人在附近污染企业工作	0.388	0.375
	亲戚朋友是否有环保支付意愿	0.820***	0.317

由表 4 中的结果可知，受教育程度、家庭年收入、对环境污染的担忧程度、对现在生活的满意程度、农户距离污染企业公里数以及亲戚朋友是否有环保支付意愿 6 个变量通过了显著性检验。其中，受访者受教育程度和家庭年收入都在 1% 的统计水平上通过了显著性检验，对农户环保支付意愿的影响方向为正，与预期一致。受教育程度和家庭年收入是影响农户环保支付意愿的重要因素，受教育程度越高、家庭年收入越多，农户环保支付意愿越高。该结论与黄河流域居民对生态补偿的支付意愿研究（葛颜祥等，2009）、纳板河自然保护区居民的环保支付意愿研究（靳乐山、郭建卿，2011）以及山东省黄河下游居民的环保支付意愿研究（接玉梅等，2011）的结论类似。在对环境污

染的担忧程度变量中，“对环境污染很担心”变量在 10%的统计水平上通过了显著性检验，且影响方向为正，与预期相同。这表明，相比于对环境污染完全不担心的农户，对环境污染很担心的农户的环保支付意愿显著更高。在对现在生活的满意程度变量中，“对现在生活比较满意”和“对现在生活满意”2个变量也分别在 10%和 1%的统计水平上通过了显著性检验，且影响方向均为负，同预期一致，表明生活满意度的提高将导致农户环保支付意愿下降。农户距离污染企业公里数在 1%的统计水平上通过了显著性检验，对农户的环保支付意愿有负向影响，居住地距离污染企业越近，农户环保支付意愿越高。可能的原因是，距离污染企业越近的农户，受企业环境污染的影响程度越深。长期近距离接触污染企业的排放物，将对受访者及其家庭成员的身心健康产生不可逆的损害，因此，居住地距离污染企业越近，农户改善环境的动机越强烈。亲戚朋友是否有环保支付意愿在 1%的统计水平上通过了显著性检验，对农户的环保支付意愿具有正向影响，同预期一致，表明农户的环保支付意愿具有从众性。

**(三) 环保支付意愿发生机制的 ISM 分析**

根据上述 Logit 模型拟合结果，提取出对农户环保支付意愿有显著影响的因素，分别用  $S_1$  表示受教育程度， $S_2$  表示家庭年收入， $S_3$  表示对环境污染的担忧程度， $S_4$  表示对现在生活的满意程度， $S_5$  表示农户距离污染企业公里数， $S_6$  表示亲戚朋友是否有环保支付意愿。在讨论并咨询有关专家学者的基础上，本文给出图 1 所示的上述 6 个影响因素间的逻辑关系。其中，“V”表示行因素对列因素有直接或间接的影响，“A”表示列因素对行因素有直接或间接的影响。

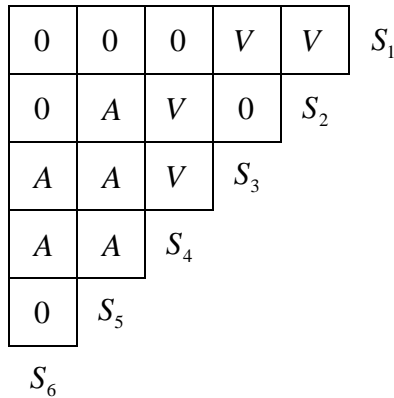


图 1 农户环保支付意愿影响因素间的逻辑关系

根据图 1 和 (4) 式得到影响因素间的邻接矩阵  $R$  (因篇幅所限，略)，并运用 Matlab7.0 软件计算可达矩阵  $M$ 。对于可达矩阵  $M$  (见图 2)，根据 (6) 式，首先确定最高层因素  $L_1 = \{S_4\}$ ，然后确定中间层因素  $L_2 = \{S_2, S_3\}$ 、最底层因素  $L_3 = \{S_6, S_1, S_5\}$ ，最后根据  $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_3$  得到排序后的可达矩阵  $B$  (见图 3)。

$$M = \begin{matrix} S_1 \\ S_2 \\ S_3 \\ S_4 \\ S_5 \\ S_6 \end{matrix} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

图 2 污染企业周边农户环保支付意愿发生机制 ISM 分析中的可达矩阵

$$B = \begin{matrix} & S_4 & S_2 & S_3 & S_6 & S_1 & S_5 \\ S_4 & \boxed{1} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ S_2 & 1 & \boxed{1} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ S_3 & 1 & 0 & \boxed{1} & 0 & 0 & 0 \\ S_6 & 1 & 1 & 1 & \boxed{1} & 0 & 0 \\ S_1 & 1 & 1 & 1 & 0 & \boxed{1} & 0 \\ S_5 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & \boxed{1} \end{matrix}$$

图 3 污染企业周边农户环保支付意愿发生机制 ISM 分析中排序后的可达矩阵

由排序后的可达矩阵  $B$  可以看出,  $S_4$  位于第一层,  $S_2$  和  $S_3$  位于第二层,  $S_6$ 、 $S_1$  和  $S_5$  位于第三层, 这三层因素构成一条有逻辑关系的影响因素链。用有向边连接相邻层次及同一层次的因素, 得到如图 4 所示的农户环保支付意愿影响因素的关联与层次结构, 即农户环保支付意愿的发生机制。

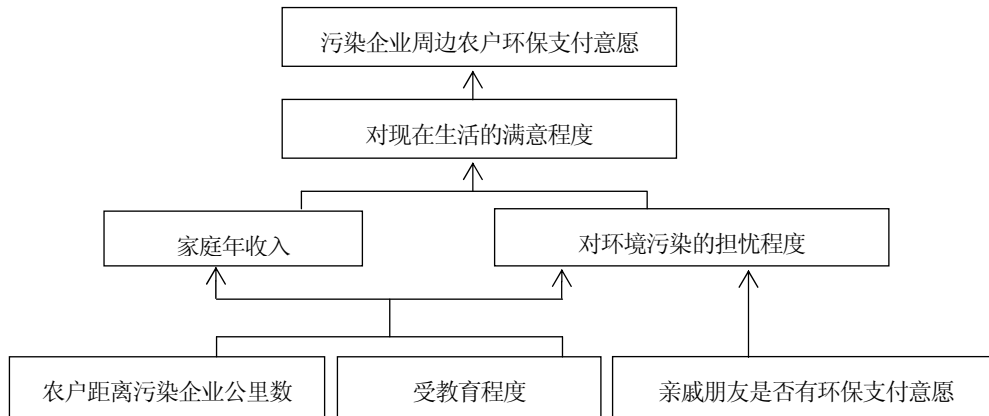


图 4 污染企业周边农户环保支付意愿的发生机制

图 4 中, 污染企业周边农户环保支付意愿的发生机制是: 深层根源因素影响中间层间接因素, 中间层间接因素影响直接驱动因素, 直接驱动因素影响农户的环保支付意愿。其中, 农户距离污染企业公里数、受教育程度、亲戚朋友是否有环保支付意愿是污染企业周边农户形成环保支付意愿的深层根源因素; 家庭年收入、对环境污染的担忧程度是污染企业周边农户形成环保支付意愿的中间

层间接因素；对现在生活的满意程度是污染企业周边农户形成环保支付意愿的直接驱动因素。具体而言，污染企业周边农户环保支付意愿的发生机制表现为以下两条路径：

路径一：农户距离污染企业公里数、受教育程度→家庭年收入、对环境污染的担忧程度→对现在生活的满意程度→污染企业周边农户环保支付意愿。在该路径中，首先，受教育程度与农户距离污染企业公里数作为两个根源因素影响了农户家庭年收入和农户对环境污染的担忧程度。例如，受访者受教育程度的不同可以带来农户家庭年收入以及在同样污染程度下对环境污染担忧程度的不同。又如，居住地距离污染企业的远近既会影响家庭的农业收入和非农收入，也会直接导致农户对环境污染担忧程度的不同。其次，家庭年收入和对环境污染的担忧程度作为两个间接因素共同影响农户对现在生活的满意程度。例如，家庭年收入的增加有助于提高农户对现在生活的满意程度，农户对环境污染担忧程度的加剧会导致其对现在生活满意程度的降低。最终，农户对现在生活满意程度的下降成为其形成环保支付意愿的直接驱动因素。

路径二：亲戚朋友是否有环保支付意愿→对环境污染的担忧程度→对现在生活的满意程度→污染企业周边农户环保支付意愿。首先，亲戚朋友是否有环保支付意愿会影响农户对环境污染的担忧程度，通常情况下，亲戚朋友具有环保支付意愿会强化农户自身对周边环境担忧的程度；其次，农户对环境污染担忧程度的加剧使其对现在生活的满意程度降低；最终，农户对现在生活满意程度的下降成为其形成环保支付意愿的直接驱动因素。

污染企业周边农户环保支付意愿的形成是污染企业、政府和农户三者动态博弈的均衡结果。在动态博弈过程中，污染企业追求利益最大化，政府在承担环境监管职能的同时追求 GDP 最大化，农民追求对现有生活的满意程度最大化。当基层政府的环境监管不到位、污染企业不断排放污染物时，农户对现有生活的满意程度会不断下降。于是，污染企业周边农户的环保意识逐渐“被”激发，当他们的环保意识增进到一定程度后，他们将愿意对周边环境污染治理进行支付。

## 五、结论与政策启示

污染企业周边农户是农村环境治理的相关利益主体之一，其环保支付意愿对当地环境保护有重要影响。本文利用苏皖两省 336 户农户调查数据，基于 CVM 和 Logit-ISM 模型，分析了污染企业周边农户的环保支付意愿及意愿支付水平，探讨了农户形成环保支付意愿的内在发生机制。结果表明：苏皖两地样本中有 66.37% 的农户具有环保支付意愿，其平均意愿支付水平为 209.58 元/年。受教育程度越高、家庭年收入越多、对环境污染越担忧、对现在生活越不满意、距离污染企业越近，农户的环保支付意愿越高；并且，农户的环保支付意愿和亲朋好友的环保支付意愿具有相似性。前述 6 个因素中，农户距离污染企业公里数、受教育程度、亲戚朋友是否有环保支付意愿是深层根源因素，家庭年收入、对环境污染的担忧程度是中间层间接因素，对现在生活的满意程度是直接驱动因素。前述 6 个因素既可独立发挥作用，又相互关联，使污染企业周边农户的环保支付意愿发生机制表现为以下两条路径：路径一是农户距离污染企业公里数、受教育程度→家庭年收入、对环境污染的担忧程度→对现在生活的满意程度→农户环保支付意愿；路径二是亲戚朋友是否有环保支付意

愿→对环境污染的担忧程度→对现在生活的满意程度→农户环保支付意愿。

本文研究结论具有以下政策含义：第一，优先选择在农民受教育程度和收入水平较高的农村地区，通过集中宣讲、发放手册等方式增加农民的环保知识，提高农户对周边企业环境污染的防范能力，减少不必要的财产损失和人身伤害，并将这一做法逐步向外围地区推广；第二，在农村污染企业周边地区展开环境评估工作，及时将评估结果告知农户，减少农户因为对污染的不确定性理解而产生的心理担忧；第三，充分考虑污染企业周边农户的诉求，根据农户居住的密集程度及距离污染企业的远近对污染企业依次进行有序治理，提高污染企业周边农户对生活的满意程度；第四，可以考虑将农户自愿支付作为农村企业污染治理的一种辅助手段和民间融资渠道，在扩展农村环境污染治理资金来源的同时，激发农民的环保监督意识。

#### 参考文献

- 1.丁容、陆伟刚，2010：《基于 ISM 模型的企业隐性知识转移影响因素分析》，《当代财经》第 2 期。
- 2.葛颜祥、梁丽娟、王蓓蓓、吴菲菲，2009：《黄河流域居民生态补偿意愿及支付水平分析——以山东省为例》，《中国农村经济》第 10 期。
- 3.黄季焜、刘莹，2010：《农村环境污染情况及影响因素分析——来自全国百村的实证分析》，《管理学报》第 11 期。
- 4.何可、张俊飏，2014：《农业废弃物资源化的生态价值——基于新生代农民与上一代农民支付意愿的比较分析》，《中国农村经济》第 5 期。
- 5.靳乐山、郭建卿，2011：《农村居民对环境保护的认知程度及支付意愿研究——以纳板河自然保护区居民为例》，《资源科学》第 1 期。
- 6.接玉梅、葛颜祥、徐光丽，2011：《黄河下游居民生态补偿认知程度及支付意愿分析——基于对山东省的问卷调查》，《农业经济问题》第 8 期。
- 7.李伯华、刘传明、曾菊新，2008：《基于农户视角的江汉平原农村饮水安全支付意愿的实证分析——以石首市个案为例》，《中国农村观察》第 3 期。
- 8.李楠楠、李同昇、于正松、芮昉、苗园园、李永胜，2014：《基于 Logistic-ISM 模型的农户采用新技术影响因素——以甘肃省定西市马铃薯种植技术为例》，《地理科学进展》第 4 期。
- 9.梁爽、姜楠、谷树忠，2005：《城市水源地农户环境保护支付意愿及其影响因素分析——以首都水源地密云为例》，《中国农村经济》第 2 期。
- 10.梁勇、成升魁、闵庆文、马冬梅，2005：《居民对改善城市水环境支付意愿的研究》，《水利学报》第 5 期。
- 11.彭向刚、向俊杰，2013：《论生态文明建设视野下农村环保政策的执行力——对“癌症村”现象的反思》，《中国人口·资源与环境》第 7 期。
- 12.孙世民、张媛媛、张健如，2012：《基于 Logit-ISM 模型的养猪场（户）良好质量安全行为实施意愿影响因素的实证分析》，《中国农村经济》第 10 期。
- 13.王舒娟，2014：《小麦秸秆还田的农户支付意愿分析——基于江苏省农户的调查数据》，《中国农村经济》第 5 期。

- 14.许增巍、姚顺波、苗珊珊, 2016:《意愿与行为的悖离:农村生活垃圾集中处理农户支付意愿与支付行为影响因素研究》,《干旱区资源与环境》第2期。
- 15.郑海霞、张陆彪、涂勤, 2014:《金华江流域生态服务补偿支付意愿及其影响因素分析》,《资源科学》第4期。
- 16.周洁、王艳、任亮、张宜升, 2010:《山东典型城市居民改善空气质量的支付意愿》,《环境与健康杂志》第6期。
- 17.张海鹏、宁泽逵, 2007:《农村工业污染的区域因素分析》,《华中农业大学学报(社会科学版)》第5期。
- 18.张翼飞、张真、王丽、张蕾, 2012:《长江三角洲城市内河环境治理的居民支付意愿比较研究——上海、南京与杭州实例调查》,《中国环境科学》第12期。
- 19.Boccaletti, Stefano, and Michael Nardella, 2000, "Consumer Willingness to Pay for Pesticide-free Fresh Fruit and Vegetables in Italy", *International Food and Agribusiness Management Review*, 3(3): 297-310.
- 20.Buzby, Jean C, Jerry R. Skees, and Richard C. Ready, 1995, "Using Contingent Valuation to Value Food Safety: A Case Study of Grapefruit and Pesticide Residues", in Julie A. Caswell(eds.) *Valuing Food Safety and Nutrition*, Boulder, CO: Westview Press, pp. 219-256.
- 21.Caswell, Julie A., 1998, "Valuing the Benefits and Costs of Improved Food Safety and Nutrition", *The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 42(4): 409-424.

## The WTP of Rural Households nearby Polluting Enterprises Using Logit and Interpretive Structural Modeling: Examples from Jiangsu and Anhui Provinces

Ge Jihong Xu Huijun Yang Sen Liu Aijun

**Abstract:** Rural households nearby polluting enterprises, as one of the stakeholders, are important in affecting local environmental protection with their willingness to pay (WTP) for environmental protection. Based on survey data collected from 336 rural households in Jiangsu and Anhui provinces, this article uses contingent valuation method and interpretive structural modeling to analyze the level of their WTP for environmental protection and the factors that influence it. The results show that 66.37 percent of the respondents are willing to pay for environmental protection with the WTP level exceeding 209 Yuan per year. Factors such as educational achievement, family incomes, environmental concerns and the WTP of their friends have a positive effect on rural households' WTP, whereas life satisfaction and the distance between the respondents and polluting enterprises negatively influence their WTP. Furthermore, the study takes educational achievement, the WTP of their friends and the distance between the respondents and polluting enterprises as the root factors, which have an impact on their family incomes and concerns about environmental pollution. The results show that this can influence the level of life satisfaction as the direct factor determining their WTP.

**Key words:** Rural Household; the Willingness to Pay; Environmental Protection; Polluting Enterprises; Interpretive Structural Modeling

(作者单位: <sup>1</sup>南京农业大学经济管理学院;  
<sup>2</sup>南京农业大学中国粮食安全研究中心)

(责任编辑: 薇 洛)