

孙艺榛, 郑 军. 基于 ISM 模型的山东省农村生活环境污染影响因素分析 [J]. 农业资源与环境学报, 2017, 34(6): 576-581.

SUN Yi-zhen, ZHENG Jun. Analysis of Influencing Factors of Rural Living Environment Pollution in Shandong Province Based on ISM Model[J]. *Journal of Agricultural Resources and Environment*, 2017, 34(6): 576-581.

## 基于 ISM 模型的山东省农村生活环境污染影响因素分析

孙艺榛, 郑 军\*

(山东农业大学经济管理学院, 山东 泰安 271018)

**摘要:**农村生活环境污染影响因素复杂多样。通过实地调研,从生活污水、生活垃圾、生活能源和农村厕所 4 个层面,识别出影响山东省农村生活污染的 11 个具体因素,运用 ISM 模型分析山东省农村生活污染的影响因素及其层次关系。结果表明:11 个影响因素之间相互关联,构成一个 5 层级的影响因素递阶结构,其中卫生知识和环保意识是表层直接影响因素;户主受教育程度、家庭经济水平、所在村对环境保护的重视程度、非农业就业经历、政府投入和基础设施投入是中层间接影响因素;年龄、城镇化水平和人口居住密度是深层根源影响因素。

**关键词:**农村生活污染;影响因素;ISM 模型;山东省

中图分类号:X22 文献标志码:A 文章编号:2095-6819(2017)06-0576-06 doi: 10.13254/j.jare.2017.0182

### Analysis of Influencing Factors of Rural Living Environment Pollution in Shandong Province Based on ISM Model

SUN Yi-zhen, ZHENG Jun\*

(Department of Economics and Management, Shandong Agricultural University, Taian 271018, China)

**Abstract:** The influencing factors of rural living environment pollution are complex and diverse. Through the field research, 11 specific factors that affect rural domestic pollution in Shandong Province were identified from four aspects, namely, domestic sewage, living garbage, living energy and rural toilets. On this basis, the ISM model was used to analyze the influencing factors and the hierarchical relationship between rural domestic pollution in Shandong Province. The results showed that the 11 influencing factors were interrelated and formed a hierarchical structure of 5 levels, in which health knowledge and environmental awareness were the direct influence factors of the surface. Household education level, family economic level, the village's emphasis on environmental protection, non-agricultural employment experience, government investment and infrastructure investment were the middle of indirect factors; Age, urbanization and population density were the underlying factors.

**Keywords:** rural domestic pollution; influence factors; ISM model; Shandong Province

农村生活环境污染作为一种世界性普遍现象,制约了发达国家和发展中国家农村经济、社会的进一步增长,农村生活环境污染治理,是推进新农村建设的基础和时代发展的必然选择,关系到农村、农业以及

社会的可持续健康发展和农民的生活质量。随着我国农村生活环境污染的日益加重,党中央、国务院对农村生活环境的重视程度不断加深,2015年“中央一号文件”指出深入推进新农村建设,全面推进农村人居环境整治;2016年“中央一号文件”指出,要“加快农业环境突出问题治理”;2017年“中央一号文件”提出要深入开展农村人居环境治理和美丽宜居乡村建设,推进农村生活垃圾治理专项行动,选择适宜模式开展农村生活污水治理,加大力度支持农村环境集中连片综合治理和改厕。

收稿日期:2017-07-04 录用日期:2017-08-25

基金项目:山东省科协调研课题“山东省农村生活环境污染治理长效机制研究”(20160202)

作者简介:孙艺榛(1993—),女,山东莱州人,硕士研究生,研究方向为农村与区域发展。E-mail: 1617869633@qq.com

\*通信作者:郑 军 E-mail: zhengjun9200@126.com

目前,国内学者针对农村生活环境污染的研究主要涉及生活污水的处理、生活垃圾的清理、农村厕所的改造以及生活能源的使用 4 个方面。魏列伟<sup>[1]</sup>认为农村垃圾污染长期得不到解决且日益严重的重要原因是由于我国目前关于农村垃圾污染防治只有一些散见的法律法规,而没有专门的立法。卢翠英等<sup>[2]</sup>指出影响农村居民生活垃圾处置方式的相关因素包括居民本身因素(文化程度、家庭人均收入)和所在村对农村环境卫生的重视程度(环境卫生的管理制度、垃圾收集方式及环境卫生宣传)两大因素;宋传广等<sup>[3]</sup>、李玉敏等<sup>[4]</sup>认为农村生活固体垃圾的处理状况也受收入水平的影响;王爱琴等<sup>[5]</sup>认为农民年人均收入和村庄交通便利状况是影响垃圾管理服务的主要影响因素,而村民的综合素质、环保意识和生活习惯等个人因素也会对其产生影响;刘汝照<sup>[6]</sup>、何旺杰等<sup>[7]</sup>认为农村居民改厕相关卫生知识知晓率与年龄、文化程度和婚姻状况有关,与性别和职业无关;苗艳青等<sup>[8]</sup>研究认为受访者年龄是影响家庭改厕意愿的重要因素,不过年龄对改厕意愿的影响具有阶段性;徐阳等<sup>[9]</sup>认为农村生活污水的无序排放、随意倾倒、无处理是农业面源污染的主要来源;庞燕等<sup>[10]</sup>认为城镇化对流域农村生活污水排量影响重大,城镇人口所占比例、农民年人均纯收入、农村水冲厕普及率及建成区面积,均能影响农村生活污水的处理。杨树森<sup>[11]</sup>、高曦等<sup>[12]</sup>则认为农牧业生产过程中大量使用农药、化肥,产生牲畜粪便,通过灌溉进入生活水源,造成水体污染和富营养化。张彩庆等<sup>[13]</sup>认为人口数量和种植面积对农村生活能源消费结构具有显著影响;仇焕广等<sup>[14]</sup>认为收入水平和劳动力成本是影响农村生活能源消费的决定性因素,能源市场发育程度、户主受教育程度和非农就业经历、家庭人口结构特征等因素对农村生活能源消费也具有重要影响。

农村生活环境污染治理是一项系统工程,涉及农户、企业、政府等多个行为主体,上述研究成果主要从宏观视角和单一维度进行,从省域层面进行系统分析的研究尚鲜有报道。为此,本文以山东省为例,从省域层面对农村环境污染及其治理状况进行系统分析,以期各级政府及相关部门的政策制定与制度安排具有借鉴与启示意义。

## 1 材料与方法

### 1.1 数据来源

本文的数据来自山东农业大学“山东省农村生活

环境污染治理长效机制研究”课题组于 2016 年对山东省泰安市、聊城市、烟台市等 17 个地级市所做的调查。山东省农村区域差异明显,本文根据研究需要,按照地形特征,把全省 17 个地市分为三大地域(表 1)。调查采取随机抽样的方式,对山东省不同地域的常住村民发放问卷,共 900 份,回收问卷 874 份,回收率为 97.11%,其中胶东半岛低山丘陵区 134 份,鲁中南山地丘陵区 256 份,鲁西北、鲁西南平原区 484 份。问卷内容分为 4 个部分:第一部分是农村生活环境现状调查;第二部分是农村居民环境认知及行为调查;第三部分是农村生活环境污染治理效果调查;第四部分是基本情况调查。

表 1 山东省 17 个地市的地域划分

Table 1 Geographical division of 17 cities in Shandong Province

地域	包含地区
胶东半岛低山丘陵区	青岛、烟台、威海
鲁中南山地丘陵区	济南、泰安、莱芜、潍坊、淄博、聊城、日照、滨州
鲁西北、鲁西南平原区	菏泽、济宁、枣庄、聊城、临沂、德州

### 1.2 样本特征

根据表 2,在 874 个样本农户中,受访者男性和女性各占样本总数的 62.70%和 37.30%,男性多于女性;年龄多为 41 岁及以上,以中年人为主导,41~50 岁和 51 岁及以上的样本比例共占 80.43%;户主受教育程度整体较低,小学及以下、初中、高中学历占比合计为 68.88%;受调查者家庭总收入 5 万及以上所占最大比例,为 25.40%,总体收入水平不高;受调查者家庭人口多为 3 人以上,占样本总数 92.57%,家庭人口多。

### 1.3 山东省农村生活环境现状的描述性统计分析

整理调查问卷数据与山东省农村实际情况相结合,得出以下分析(见表 3、图 1)。一是农村生活垃圾方面。从山东省农村生活垃圾构成来看,生活用品包装垃圾占最大比例为 51.14%,其次是蔬果废弃物占 34.21%;从山东省农村生活垃圾处理来看,目前山东省农村生活垃圾的主要处理方式统一运送收集处理,占 79.47%,其次为垃圾填埋占 11.6%。二是农村生活污水方面。农村洗衣、洗浴污水占生活污水来源的最大比例为 57.67%,其次是厨房污水占 35.35%,冲厕污水及其他分别占 6.75%和 0.23%。其中 67.51%的污水通过下水道排放,排入河流、池塘及其他分别为 10.53%和 4.23%。三是农村厕所改造方面。从山东

表 2 被调查农村村民基本情况

Table 2 Basic conditions of rural villagers surveyed

基本情况	具体项目	人数	百分比/%	基本情况	具体项目	人数	百分比/%
性别	男性	548	62.70	家庭年总收入	2 万及以下	157	17.96
	女性	326	37.30		2 万~3 万	210	24.03
年龄	20 岁及以下	2	0.23		3 万~4 万	161	18.42
	21~30 岁	47	5.38		4 万~5 万	124	14.19
	31~40 岁	122	13.96		5 万及以上	222	25.40
	41~50 岁	369	42.22	家庭人口	1 人	1	0.11
	51 岁及以上	334	38.21		2 人	64	7.32
户主受教育程度	小学及以下	11	1.26		3 人	262	29.98
	初中	273	31.24		4 人	260	29.75
	高中	318	36.38		5 人及以上	287	32.84
	大专及以上学历	272	31.12				

表 3 被调查农村生活环境污染基本情况

Table 3 Basic information of the living environment pollution surveyed in rural areas

项目	构成	比例/%	处理及效果	比例/%
生活垃圾	生活用品包装	51.14	垃圾收集点	79.47
	果蔬废弃物	34.21	填埋	11.6
	人畜粪便	6.98	堆肥	3.43
	厨余垃圾	2.61	焚烧	2.97
	其他	2.06	随意丢弃	2.29
			其他	0.24
生活污水	洗衣、洗浴污水	57.67	下水道排放	67.51
	厨房污水	35.35	随意排放	17.73
	冲厕污水	6.75	河流、池塘	10.53
	其他	0.23	其他	4.23
厕所改造	卫生厕所	42.91	干净整洁	51.37
	浅坑式厕所	35.01	环境一般	40.39
	完整下水道水冲式厕所	17.73	不干净	6.52
	无坑式厕所	4.35	很脏	1.99

省农村厕所来看，改造后卫生厕所占最大比例为 42.91%，厕所改造取得很大成效；874 位受调查者中，认为自己家厕所环境干净整洁的占 51.37%，农村厕所仍有很大的改造空间。四是农村生活能源方面。从山东省 3 个地区农村能源使用来看，山东省胶东半岛低山丘陵区使用最多的是液化气，占 56.75%，鲁西北、鲁西南地区相较于其他 2 个地区，使用传统的薪柴、秸秆等“经济型”能源最多，占 19.50%。

## 2 结果与讨论

### 2.1 农村生活环境污染影响因素的 ISM 模型构建

解释结构模型 ISM 是现代系统工程中广泛应用的一种分析方法，是结构模型化技术的一种。它是将

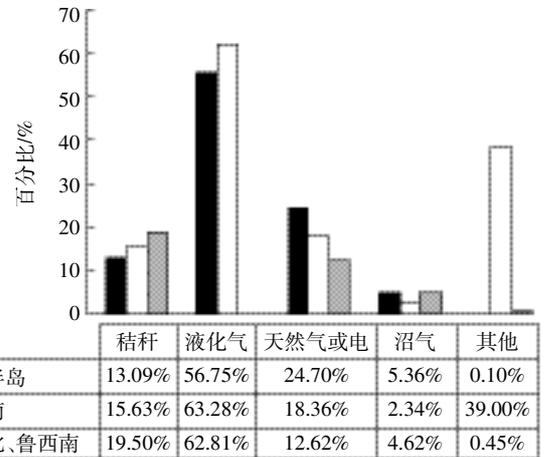


图 1 山东省 3 个地区农村能源消费数量

Figure 1 Quantity of rural energy consumption in three areas of Shandong Province

复杂的系统分解为若干子系统要素，利用人们的实践经验和知识以及计算机的帮助，最终构成一个多级递阶的结构模型(图 2)。此模型以定性分析为主，属于结构模型，可以把模糊不清的思想、看法转化为直观的具有良好结构关系的模型。特别适用于变量众多、关系复杂而结构不清晰的系统分析中，也可用于方案的排序等。

#### 2.1.1 各影响因素间逻辑关系的确定

根据研究问题，结合资料分析、实地调研和不同层次的了解，归纳出影响因素集，记为集合  $S=\{S_1, S_2, \dots, S_n\}$ ，集合  $S$  以及定义在其元素上的关系为该集合所代表的系统结构。在上述问卷分析的基础上，参考文献[2]的研究成果，本文确定了户主受教育程度等 11 个影响农村生活环境污染的因素(表 4)，并分别用  $S_1 \sim S_{11}$  表示，得出各因素相互关系结构图(图 3)。对影

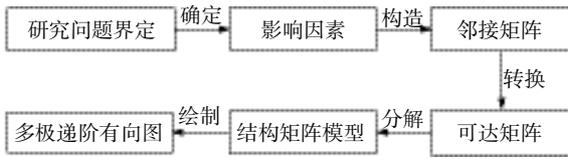


图 2 ISM 模型建立流程图  
Figure 2 The flow chart of ISM model

响因素集合的行要素  $S_i$  与列要素  $S_j$  关系进行两两比较分析,判断行要素  $S_i$  与列要素  $S_j$  之间是否存在直接影响或是没有影响。分别用“A”、“V”和“0”表示,“A”表示列要素  $S_j$  对行要素  $S_i$  有影响,“V”表示行要素  $S_i$  对列要素  $S_j$  有影响,“0”表示行列要素  $S_i$  与  $S_j$  之间无影响。

2.1.2 建立邻接矩阵和可达矩阵

为确保分析结果的客观科学性,对上述选取的 11 个影响因素之间关系进行两两分析比较,经小组多次讨论分析,判断该因素有影响时,记为 1;判断该因素无影响时,记为 0。邻接矩阵描述了各个影响因

素两两之间的关系,对所有要素  $S_n$  讨论之间关系,即  $S_i$  是否与  $S_j$  有关系,可达矩阵则表征了山东省农村生活环境污染各影响因素之间的所有直接和间接关系。

$S_i$  与  $S_j$  有关系、 $S_i$  与  $S_j$  无关系。即:

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, S_i \text{ 与 } S_j \text{ 有关} \\ 0, S_i \text{ 与 } S_j \text{ 无关} \end{cases}$$

根据逻辑关系和严格合理的筛选,得到邻接矩阵(图 4):

	$S_0$	$S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_4$	$S_5$	$S_6$	$S_7$	$S_8$	$S_9$	$S_{10}$	$S_{11}$
$S_0$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$S_1$	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0
$S_2$	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0
$S_3$	1	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0
$S_4$	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
$S_5$	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0
$S_6$	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0
$S_7$	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0
$S_8$	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
$S_9$	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0
$S_{10}$	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1
$S_{11}$	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0

图 4 邻接矩阵的建立

Figure 4 The establishment of adjacency matrix

利用邻接矩阵加上单位矩阵,经过一定演算后求得可达矩阵  $M$ 。 $M=(A+I)^{k+1}=(A+I)^k \neq (A+I)^{k-1} \neq \dots \neq (A+I)^2 \neq (A+I)$ ,  $I$  是单位矩阵,  $2 \leq k \leq n$ ,  $k$  是矩阵的阶数,经计算,最终获得影响山东省农村生活环境污染主要因素的可达矩阵(图 5):

	$S_0$	$S_1$	$S_2$	$S_3$	$S_4$	$S_5$	$S_6$	$S_7$	$S_8$	$S_9$	$S_{10}$	$S_{11}$
$S_0$	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$S_1$	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0
$S_2$	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0
$S_3$	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0
$S_4$	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
$S_5$	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0
$S_6$	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0
$S_7$	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0
$S_8$	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
$S_9$	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0
$S_{10}$	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
$S_{11}$	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	1

图 5 可达矩阵的建立

Figure 5 The establishment of Can-reach matrix

2.1.3 确定最高层因素和其他层因素

确定最高层因素,  $L_1 = \{S_i | P(S_i) \cap Q(S_i) = P(S_i)\}; i = 0, 1, \dots, k\}$ , 最高级要素集  $P(S_i) \cap Q(S_i) = P(S_i)$ , 当集合中元素满足从其他要素可以到达该集合元素,而该集合中元素不能达到其他元素,则  $P(S_i)$  即为最高

表 4 山东省农村生活环境污染影响因素

Table 4 Influencing factors of rural environmental pollution in Shandong Province

序号	符号	因素
1	$S_1$	户主受教育程度
2	$S_2$	非农就业经历
3	$S_3$	家庭经济水平
4	$S_4$	卫生知识
5	$S_5$	政府投入
6	$S_6$	年龄
7	$S_7$	所在村对农村环境卫生的重视程度
8	$S_8$	村民环保意识
9	$S_9$	环保基础设施
10	$S_{10}$	城镇化水平
11	$S_{11}$	人口居住密度

A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	$S_0$
0	A	0	V	0	A	0	V	V	V	V	$S_1$
0	A	0	V	0	A	0	V	V	V	V	$S_2$
0	A	0	V	0	V	A	V	A	V	V	$S_3$
0	A	0	V	A	A	0	V	A	V	V	$S_4$
A	A	0	V	V	0	V	V	V	V	V	$S_5$
0	0	0	V	0	V	0	V	V	V	V	$S_6$
A	A	V	V	V	V	V	V	V	V	V	$S_7$
0	A	A	V	V	V	V	V	V	V	V	$S_8$
A	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	$S_9$
V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	$S_{10}$
V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	V	$S_{11}$

图 3 影响因素间相互关系结构图

Figure 3 The structure diagram of relationship between the factors

层要素集合(表 5)。

因此,  $L_1=(S_0)$ , 即  $S_0$  是最高层因素。依次类推分析, 得到第二层因素  $L_2=(S_4, S_8)$ 、第三层因素  $L_3=(S_1, S_3, S_7)$ 、第四层因素  $L_4=(S_2, S_5, S_9)$  和第五层因素  $L_5=(S_6, S_{10}, S_{11})$ 。

2.1.4 确定因素间的层次结构

根据上述分析, 用有向边连接相邻层次间及同一层次的因素, 绘制山东省农村生活环境污染影响因素的分级递阶层次结构图(图 6)。

2.2 山东省农村生活环境影响因素解析

借助有向 ISM 结构模型分析表明, 山东省农村生活环境污染影响因素是一个多级递阶系统。对山东省农村生活环境污染产生直接影响的因素为第一层级的村民卫生知识和村民环保意识。这 2 个因素之间存在直接的相互影响关系, 形成闭合回路, 存在强关

联关系, 且共同受第二层级因素的影响。胶东半岛低山丘陵地区对卫生知识和环保的教育水平相对于鲁中南和鲁西北、鲁西南较高, 整体污染程度比两个地区较轻。

中间层级间接影响因素包括第二层级的户主受教育程度、家庭经济水平、所在村对农村环境卫生的重视程度和第三层级的非农就业经历、环保基础设施和政府投入, 其中第三层级的 3 个影响因素共同直接影响第二层级的家庭经济水平。而第二层级的家庭经济水平和户主受教育程度互相影响, 共同作用于第一层级。鲁西北、鲁西南相对于其他地区, 尤其是胶东半岛低山丘陵区, 经济总体发展水平低, 家庭平均收入经济水平低, 户主平均受教育水平低, 当地农民多选择务农和外务工, 而非农就业经历反作用于村民的受教育程度, 影响着家庭经济水平。所在村对农村环境卫生的重视程度影响着当地生活垃圾的处理服务水平, 村子需要的一些基础设施, 如沼气池、垃圾填埋场等, 和政府投入直接相关, 同时政府投入和环保基础设施影响着家庭经济水平和所在村对农村环境卫生的重视程度。鲁西北、鲁西南地区由于经济发展水平低, 政府资金投入投入相对较多。

深层根源影响因素包括第五层级的年龄、城镇化水平和人口居住密度。其中城镇化水平和人口居住密度相互影响且共同作用于第三层级的政府投入和基础设施建设。鲁中南和胶东半岛低山丘陵地区城镇化水平较高, 人口居住密度大, 对卫生厕所需求度比鲁西南、鲁西北的村民大。村民的年龄结构影响家庭经济水平、受教育程度和非农就业经历等, 村民越年轻, 环境卫生知识的掌握度高, 对农村环境卫生的要求高, 更容易选择环保意义强的生活能源和卫生厕所, 会更积极地参与到垃圾处理服务工作中。

表 5 可达矩阵最高层要素处理

Table 5 The processing of the highest level elements of the reachable matrix

要素	可达集 $P(S_i)$	先行集 $Q(S_i)$	交集
$S_0$	0	0~11	0
$S_1$	0, 1~4, 8	1, 2, 3, 6, 10	1, 2, 3
$S_2$	0, 1~4, 8	1, 2, 3, 6, 10	1, 2, 3
$S_3$	0, 1~4, 6, 8	1, 2, 3, 5, 6, 10	1, 2, 3, 6
$S_4$	0, 4, 8	1~4, 6, 7, 8, 10	4, 8
$S_5$	0, 3, 5, 7, 8, 10	5, 10, 11	5, 10
$S_6$	0, 1~4, 6, 8	3, 6, 9	3, 6
$S_7$	0, 4, 7, 8, 9	5, 7, 9, 10, 11	7, 9
$S_8$	0, 4, 8	1~10	4, 8
$S_9$	0, 7~10	5, 7, 9, 10, 11	9, 10
$S_{10}$	0, 1~5, 7~11	9, 10, 11	10, 11
$S_{11}$	0, 5, 7, 9, 10, 11	2, 10, 11	10, 11

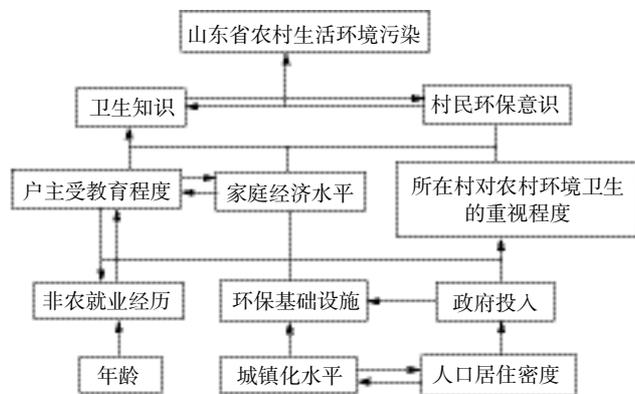


图 6 山东省农村生活环境污染 ISM 结构模型

Figure 6 ISM structural model for rural environmental pollution in Shandong Province

3 结论

山东省农村生活环境污染主要为生活污水的处理、生活垃圾的清理、卫生厕所的改造以及生活能源的使用四大类, 本文通过文献查阅和专家讨论, 确定了影响山东省农村生活环境污染的 11 个具体因素, 并借助 ISM 模型将各影响因素分成 5 个层级递阶结构。其中卫生知识、环保意识 2 个是表层直接影响因素; 户主受教育程度、家庭经济水平、所在村对环境保护的重视程度、非农业就业经历、政府投入和基础设施投入 6 个是中层间接影响因素; 年龄、城镇化水平和人口居住密度 3 个是深层根源因素。这 3 个层次框

架层次明了,反映了各因素对山东省农村生活环境污染的不同影响以及各个因素间的内在关系。通过对这些影响因素的分析,可以为山东省农村生活环境污染治理提供依据,帮助政府制定有效的政策、法规,指导山东省农村生活环境污染治理。村民和企业也可以根据本文研究结果找到改善农村生活环境污染治理的突破口和着力点,提高环保能力、减少污染,担负起社会责任。

#### 参考文献:

- [1] 魏列伟. 地方立法治理“垃圾围村”[J]. 中国环境监察, 2017(3):45-46.  
WEI Lie-wei. Local legislation to govern "garbage village"[J]. *China Environmental Monitoring*, 2017(3):45-46. (in Chinese)
- [2] 卢翠英, 林在生, 詹小海, 等. 福建省农村居民生活垃圾处置方式相关因素调查[J]. 预防医学论坛, 2014(11):825-827.  
LU Cui-ying, LIN Zai-sheng, ZHAN Xiao-hai, et al. Investigation on relevant factors of means of disposal of domestic refuse of rural residents in Fujian Province[J]. *Journal of Preventive Medicine*, 2014(11):825-827. (in Chinese)
- [3] 宋传广, 张祖陆. 山东省城市生活垃圾管理现状及对策[J]. 资源开发与市场, 2004, 20(2):125-127.  
SONG Chuan-guang, ZHANG Zu-lu. Present situation and counter-measures of municipal solid waste management in Shandong Province[J]. *Resource Development and Market*, 2004, 20(2):125-127. (in Chinese)
- [4] 李玉敏, 白军飞, 王金霞, 等. 农村居民生活固体垃圾排放及影响因素[J]. 中国人口·资源与环境, 2012, 22(10):63-68.  
LI Yu-min, BAI Jun-fei, WANG Jin-xia, et al. Emission of solid waste in rural residents' life and its influencing factors[J]. *China Population Resources and Environment*, 2012, 22(10):63-68. (in Chinese)
- [5] 王爱琴, 高秋风, 史耀疆, 等. 农村生活垃圾管理服务现状及相关因素研究——基于5省101个村的实证分析[J]. 农业经济问题, 2016(4):30-38.  
WANG Ai-qin, GAO Qiu-feng, SHI Yao-jiang, et al. A study on the status quo and related factors of rural livelihood management service: Based on the empirical analysis of 101 villages in five provinces[J]. *Agricultural Economy*, 2016(4):30-38. (in Chinese)
- [6] 刘汝照. 农村无害化卫生厕所改造工作的影响因素及效果分析[J]. 乡村科技, 2016(32):90-91.  
LIU Ru-zhao. Analysis on the influencing factors and effect of the reconstruction of sanitary toilet in rural areas[J]. *Rural Science and Technology*, 2016(32):90-91. (in Chinese)
- [7] 何旺杰, 李 蓬. 南阳市农村居民卫生改厕知行及其影响因素调查[J]. 河南预防医学杂志, 2012, 23(6):483-487.  
HE Wang-jie, LI Peng. A study on the knowledge line and its influencing factors of rural residents in Nanyang City[J]. *Henan Journal of Preventive Medicine*, 2012, 23(6):483-487. (in Chinese)
- [8] 苗艳青, 杨振波, 周和宇. 农村居民环境卫生改善支付意愿及影响因素研究——以改厕为例[J]. 管理世界, 2012(9):89-99.  
MIAO Yan-qing, YANG Zhen-bo, ZHOU He-yu. A study on the willingness to pay and the influencing factors of environmental health improvement in rural residents: A case study of modified toilet[J]. *Management World*, 2012(9):89-99. (in Chinese)
- [9] 徐 阳, 徐国防, 牛丽玲. 山丘水源地保护区农村生活污水无害化处理技术[J]. 河北水利, 2016(8):39.  
XU Yang, XU Guo-fang, NIU Li-ling. Harmless treatment technology of rural domestic sewage in protected area of mountainous water source[J]. *Hebei Water Conservancy*, 2016(8):39. (in Chinese)
- [10] 庞 燕, 项 颂, 储昭升, 等. 洱海流域城镇化对农村生活污水排放量的影响[J]. 环境科学研究, 2015, 28(8):1246-1252.  
PANG Yan, XIANG Song, CHU Zhao-sheng, et al. Influence of urbanization of Erhai River basin on rural domestic sewage discharge[J]. *Environmental Science Research*, 2015, 28(8):1246-1252. (in Chinese)
- [11] 杨树森. 盐池县农村污水处理现状及治理措施[J]. 现代农业科技, 2017(4):176-177.  
YANG Shu-sen. Present situation and treatment measures of rural sewage treatment in Yanchi County[J]. *Modern Agricultural Science and Technology*, 2017(4):176-177. (in Chinese)
- [12] 高 曦, 薛雄志. 厦门市小流域综合治理与“美丽乡村”建设整合研究——以过芸溪为例[J]. 农业工程, 2017, 7(2):96-101.  
GAO Xi, XUE Xiong-zhi. Study on the integrated management of small watersheds and the integration of "Beautiful Countryside" in Xiamen City[J]. *Agricultural Engineering*, 2017, 7(2):96-101. (in Chinese)
- [13] 张彩庆, 郑金成, 臧鹏飞, 等. 京津冀农村生活能源消费结构及影响因素研究[J]. 中国农学通报, 2015, 31(19):258-262.  
ZHANG Cai-qing, ZHENG Jin-cheng, ZANG Peng-fei, et al. Study on the structure and influencing factors of rural living energy consumption in Beijing, Tianjin and Hebei Provinces[J]. *Chinese Agricultural Science Bulletin*, 2015, 31(19):258-262. (in Chinese)
- [14] 仇焕广, 严健标, 李登旺, 等. 我国农村生活能源消费现状、发展趋势及决定因素分析——基于四省两期调研的实证研究[J]. 中国软科学, 2015(11):28-38.  
QIU Huan-guang, YAN Jian-biao, LI Deng-wang, et al. An analysis of the present situation, development trend and determinants of rural living energy consumption in China: An empirical study based on the investigation of two provinces[J]. *Chinese Soft Science*, 2015(11):28-38. (in Chinese)