

社会力量对秸秆回收利用意愿的影响路径分析

——基于江苏省70个行政村村民的问卷调查

李丁丁, 徐陆艳, 顾心语

江苏大学财经学院, 江苏 镇江

收稿日期: 2023年5月29日; 录用日期: 2023年7月19日; 发布日期: 2023年7月26日

摘要

不同种类的社会资本对农业废弃物回收再利用等环保行为的促进推广起到至关重要的作用。在本文中, 我们将PPS不等概率抽样和简单随机抽样方法相结合确定受访范围, 向受访村民发放问卷。通过结构方程模型和随机森林来探讨社会资本在中国农户采用秸秆回收再利用过程中发挥的作用。结果显示: 社会资本是影响农村秸秆回收利用行为的重要力量, 关系性和结构性社会资本都对农民秸秆回收利用行为产生了积极影响。因此, 秸秆回收利用的高效推广和大规模利用还需要政府和企业充分动员社会力量, 加强对关系性社会资本的应用。本研究结果为政府有关部门优化完善秸秆产业政策提供意见, 为中国秸秆企业拓宽市场和提供优质服务提供见解。

关键词

秸秆管理, 绿色农业, 循环经济, 社会资本, 随机森林

Analysis of the Impact Path of Social Forces on the Willingness of Straw Recycling

—Based on the Questionnaire Survey of Villagers in 70 Administrative Villages in Jiangsu

Dingding Li, Luyan Xu, Xinyu Gu

School of Finance and Economics, Jiangsu University, Zhenjiang Jiangsu

Received: May 29th, 2023; accepted: Jul. 19th, 2023; published: Jul. 26th, 2023

Abstract

Different types of social capital play a vital role in the promotion and promotion of environmental

文章引用: 李丁丁, 徐陆艳, 顾心语. 社会力量对秸秆回收利用意愿的影响路径分析[J]. 建模与仿真, 2023, 12(4): 4081-4092. DOI: 10.12677/mos.2023.124372

protection behaviors such as the recycling and reuse of agricultural waste. In this paper, we combined PPS unequal probability sampling and simple random sampling methods to determine the scope of interviews, and distributed questionnaires to interviewed villagers. Using structural equation modeling and random forests to explore the role of social capital in the process of Chinese farmers adopting straw recycling. The results show that social capital is an important force affecting rural straw recycling behavior, and both relational and structural social capital have a positive impact on farmers' straw recycling behavior. Therefore, the efficient promotion and large-scale utilization of straw recycling requires the government and enterprises to fully mobilize social forces and strengthen the application of relational social capital. The results of this study provide advice for the relevant government departments to optimize and improve the straw industry policy, and provide insights for Chinese straw enterprises to expand the market and provide high-quality services.

Keywords

Straw Management, Green Agriculture, Circular Economy, Social Capital, Random Forest

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

现今,几乎全球所有人都呼吸着不健康的细颗粒物(如 PM2.5)和 NO₂。家庭和环境空气污染造成全球每年约 700 万人过早死亡[1]。改革开放以来,中国加速城市扩张和着力发展经济的同时,也伴随着空气污染的加剧[2]。其中,大量高污染材料的燃烧所造成的空气污染对中国农村居民身体健康构成严重威胁[3],使中国农村地区约 65 万人过早死亡[4]。秸秆焚烧则是造成空气污染问题、提高心肺疾病患病率的“元凶”之一。全球每年可产出接近 6 亿吨的农作物秸秆[5],由于农民禀赋的差异,一些小农户的秸秆处理能力较弱,为了节省运输和储存的费用,他们不得不选择在田间焚烧秸秆[6],这就排放出了大量的碳质及有毒污染物[7],如 BC、VOC、CO、OC 等,造成的空气污染更是会损害居民健康,且这种损害对农村贫困地区居民的影响远远大于对城市居民的影响[8]。

截至 2020 年底,中国秸秆资源总量达到 8.56 亿吨。经研究发现,秸秆资源可为中国社会带来巨大的经济效益和环境效益[9],中国的循环经济、乡村振兴和环境保护等许多政策也都强调了发展秸秆产业的必要性。但与直接就地焚烧的比率相比,中国秸秆综合利用率仍处于较低水平。全国各省秸秆综合利用比例和方式也有巨大差异,利用方式单一,多采用肥料化,对其他转化技术的掌握薄弱。

2. 文献综述和假设提出

随着产业链的延长,村民难以接受的运输、处理成本逐渐增多。研究发现,秸秆价格的提高和政府补贴的增多可以激励秸秆回收利用[10][11][12],但经济与政策的作用仍存在巨大争议。研究发现,不少地区的秸秆政策支持水平较低,存在清晰度低、操作性差、同质化强的问题[13],秸秆治理也仅停留在“一禁了之”的层面。就激励政策而言,激励政策是长久以来面向所有主体的宏观政策,对现有秸秆回收利用行为的推动作用尚有局限[6]。Wang 和 Watanabe [14]也发现价格激励措施可能会有利于秸秆发电行业,但产生最大化潜在积极效应的实施方式仍有待进一步探索。因此,仅通过经济激励政策来刺激农村居民进行秸秆回收利用是不可持续的,且这也难以完全解释秸秆回收利用规模和方式的不足。

尽管传统经济学是以“理性经济人”假设为前提的，但是大多数文献对于技术采用的行为决策分析却并非完全遵照这一前提。相反，大多数有关技术采用的研究都十分重视社会文化的影响。人类行为决策不可能摆脱社会环境的影响，而文化则是更深层次的影响因素，如果想要一项新技术被当地居民所接纳采用，那么它必须要适应当地的社会环境[15]。研究显示，社会和文化对于加速节能低排放技术的采用具有推动性的作用[16]，社会网络则对农民秸秆利用行为会产生正向效应[17]。“人情社会”、“面子社会”和“关系社会”一直以来都是中国农村最重要的社会特征，因此我们从社会和文化角度出发探究。

社会资本是嵌入在某个紧密联系的社会网络之中的实际的或潜在的资源集合[18]。Coleman [19]提出社会资本是社会结构的一部分，为社会结构中的个体获得利益。Putnam [20]将社会信任、社会规范、社会网络定为它的定义和特殊形式；Nahapiet 和 Ghoshal [21]将社会资本划分为认知、关系和结构三个维度，Brunie [22]将社会资本划分为关系资本、集体资本和广义资本，还有学者将社会资本划分为结构和认知两个维度[20] [23]。考虑到中国农村社会是人情关系错综复杂的社会网络，信任、关系强度、质量和社会网络结构等在农村社会更能发挥重要作用。因此，在本研究中，我们将社会资本划分为关系和结构两个维度。关系维度指社会群体中各成员间的关系嵌入性，它包含相互信任、公民规范、互惠、关系强度等意思[21] [24]。结构维度指社会群体中各成员通过社会网络相互联系在一起。在已有研究中，Wang 和 Zhang [25]通过实证分析得出，社会资本的认知和结构维度都可以增多废物分类这种环保行为，Cao 等人 [26]进一步发现随着社会资本的积累，农户也更加愿意进行废物回收利用。Guo 等人 [27]得出社会资本可以促进绿色生产技术在农户范围内的采用的结论。Schmitt 等人 [28]通过分别对地理、定性和实验证据的研究发现社会资本在缓解慢性环境污染的过程中至关重要。不仅如此，Zeng [29]等人发现顺从倾向在一定程度上对中国农户采用秸秆能源化利用有积极影响。上述研究都体现了社会资本在环保行为和绿色可持续发展的农业方面的作用和巨大潜力，基于上述理论和实证研究，我们提出以下假设：

H1：关系性社会资本与村民秸秆回收利用意愿呈正相关。

H2：结构性社会资本与村民秸秆回收利用意愿呈正相关。

3. 方法论和实证结果

3.1. 数据收集和抽样过程

我们对中国江苏省 13 个秸秆综合利用重点县(区、市)中的 70 个行政村的农村居民进行详细的问卷发放和半结构化访谈获得一手数据。本次调研设计采用 PPS 不等概率抽样、耶茨格伦迪逐个抽取法和简单随机抽样法相结合的抽样方式，对中国江苏省的 13 个重点县(区、市)、街道、行政村、个体村民进行抽样。

首先，考虑到江苏省地级市众多且部分市与市之间、县与县之间回收利用的户数和方式存在巨大差异，笔者运用便利抽样和判断抽样相结合的方法，从江苏省 13 个重点县(区、市)中筛选出一部分市，调研样本区在苏南、苏北的地理位置分布中较为平均。其次，我们采用 PSS 抽样法对各个市、区以下的镇以及村进行抽样。确定行政村以后，再利用简单随机抽样法抽选出一部分村民进行问卷发放和深层访谈。

确定样本容量 n 是实施抽样的必要前提。我们根据保守原则，将误差限度 d 设为 5%，置信度设为 95%，总体方差 S^2 设为 0.25，将农村客观因素考虑在内，确定设计效应 $deff$ 为 0.95，有效回答率 r 为 50%，最终得到样本容量设定为 2000 份，按照比例分配法将样本总量分配到每个行政村。

考虑到农村问题的复杂度和调查范围的广度，我们先根据抽样方案，于扬州市下属高邮市下的 5 个行政村进行预调研，发放问卷 300 份，回收有效问卷为 117 份。正式调查共分为两段时期，分别自 2022 年 7 月 5 日和 2022 年 11 月 13 日开始，包括问卷发放与收集、深层次访谈、市场观察与挖掘等阶段。正

式调查共覆盖 70 个村落，发放 2000 份问卷，在经过数据修正，去除不合理问卷和缺失值后，从农村受访者处共回收有效问卷 1445 份。

3.2. 描述性统计

3.2.1. 人口学变量

表 1 展示了人口学变量的描述性统计分析。从已获得的样本中发现，受访者中的女性人数明显多于男性人数，年龄多介于 56~65 岁之间。形成这种人口学特征的主要原因可能是男性和青年劳动力大多都前往城市务工定居或求学，女人或中老年人多数会留在村中照顾家庭和子女[30]或养老，符合中国农村青年人口外移、老龄化、空心化的现状[31]。此外，样本村民的最高学历多集中在初中，这部分受访者人数占比 39.24%。414 人拥有一份稳定的工作。受访村民的月收入水平大多数介于 2001~4000 元之间，普遍收入水平较低。受访者家中常住人数大多为三人，40.83%的农户家中种植 7~10 亩的指定农作物，受访村落的秸秆规模和潜力较大。以上人口学特征与已有农村田野调查结果接近[32] [33]，符合中国农村现状，样本具有一定代表性。

Table 1. Classification and descriptive statistics of demographic variables

表 1. 人口学变量的分类和描述性统计

变量	频数	平均值	方差	标准偏差
性别				
1 = 男	689 (47.68%)	1.523	0.249	0.500
2 = 女	756 (52.32%)			
年龄				
1 = 20~35 岁	89 (6.16%)	3.526	1.412	1.189
2 = 36~45 岁	203 (14.05%)			
3 = 46~55 岁	382 (26.44%)			
4 = 56~65 岁	401 (27.75%)			
5 ≥ 66 岁	370 (25.61%)			
受教育水平				
1 = 小学以下	135 (9.34%)	2.695	0.975	0.988
2 = 初中	567 (39.24%)			
3 = 高中或职校	367 (25.4%)			
4 = 大专	356 (24.64%)			
5 = 本科及以上	20 (1.38%)			
职业				
1 = 无职业或已退休	360 (24.91%)	2.572	1.419	1.191
2 = 务农	319 (22.42%)			
3 = 工厂/单位上班	414 (28.65%)			
4 = 自由职业	284 (19.65%)			
5 = 其他	68 (4.70%)			
月收入(元人民币)				

Continued

1 ≤ 2000	140 (9.69%)			
2 = 2001~4000	674 (46.64%)			
3 = 4001~6000	325 (22.49%)	2.588	1.006	1.003
4 = 6001~8000	253 (17.51%)			
5 ⇒ 8000	53 (3.67%)			
常住人口数(人)				
1 = 1	171 (11.83%)			
2 = 2	364 (25.19%)			
3 = 3	576 (39.86%)	2.765	0.967	0.984
4 = 4	302 (20.90%)			
5 ≥ 5	32 (2.21%)			
指定农作物耕地面积(亩)				
1 = 1	171 (11.83%)			
2 = 2	364 (25.19%)			
3 = 3	576 (39.86%)	2.765	0.967	0.984
4 = 4	302 (20.90%)			
5 ≥ 5	32 (2.21%)			

3.2.2. 人口学变量

表 2 展示了因变量和自变量的描述性统计分析。在 1445 个有效样本中,采用意愿的均值为 3.153, 47.06% 的受访者有意愿进行秸秆回收再利用,但选择“非常赞同”的受访者人数相近于选择“完全不赞同”的人数,表明中国农村村民对秸秆回收再利用的意愿并不足够强烈。通过对关系性社会资本的描述发现,其均值为 3.578,反映出受访村中村民间的关系质量、信任程度和关系强度较好。与关系性社会资本的均值相比,结构性社会资本的均值较低,反映出受访村中的信息传播渠道有限,社会网络发挥的作用低于关系、信任等的作用。

Table 2. Mean, variance, and standard deviation of the dependent and independent variables

表 2. 因变量和自变量的平均值、方差和标准偏差

变量	平均值	方差	标准偏差
关系性社会资本	3.578	1.375	1.171
结构性社会资本	3.256	0.958	0.978
采用意愿	3.153	0.770	0.878

3.3. 模型设定：结构方程模型

结构方程模型适用于分析模型中多个潜在变量之间的因果关系[34]。结构方程模型在人类行为和绿色经济方面的研究常常被用到,例如, Yang 等人[35]利用结构方程模型探究激励机制下影响家庭垃圾回收的因素; Sharaai 等人[36]借助结构方程模型确定马来西亚槟城的家庭碳排放的主要因素; Jabeen 等人[37]通过结构方程模型从消费者的意愿出发分析了可再生能源利用的因素。因此选用结构方程模型(SEM)对本研究中多个不同的潜在变量进行分析,其一般测量方程可如下表示:

$$x = \Lambda_x \xi + \delta \quad (1)$$

$$y = \Lambda_y \eta + \varepsilon \quad (2)$$

公式(1)、(2)中 x 表示外生观测变量； y 表示内生观测变量； Λ_x 和 Λ_y 分别表示外生潜变量与内生潜变量和其观测变量的关联系数矩阵； ξ 为外生潜变量； η 为内生潜变量； δ 与 ε 为测量误差向量。同时 ξ 与 δ 、 η 与 ε 无相关性， ξ 与 η 、 δ 与 ε 也无相关性。

构建各潜变量之间的结构方程模型为：

$$\eta = A\eta + B\xi + \zeta \quad (3)$$

公式(3)中 A 为内生变量之间的关系矩阵，反映内生潜变量 η 之间的相互影响关系； B 为外生变量之间的关系矩阵，反映外生潜变量 ξ 对内生潜变量 η 的影响； ζ 为结构方程的随机误差项。

3.3.1. 测量模型检验

为确保本研究采用的数据质量和模型的拟合度达标。首先，我们运用 SPSS27.0 对所选取的潜变量进行可靠性分析和探索性因子分析，分别采用 Cronbach's alpha 系数、组合信度(CR)、平均方差提取量(AVE)。表 3 显示，所有指标均符合要求均大于 Hair [34]所设定的阈值(Cronbach's alpha 系数和 $CR > 0.7$ ， $AVE > 0.5$)，说明数据具有良好的可靠性和收敛有效性，适合进行因子分析。

Table 3. Reliability and convergent validity

表 3. 可靠性和收敛有效性

潜在变量	题项	标准化因子载荷	Cronbach's alpha	AVE	CR	\sqrt{AVE}
RSC	RSC 1	0.859	0.898	0.748	0.899	0.868
	RSC 2	0.867				
	RSC 3	0.868				
SSC	SSC 1	0.830	0.887	0.727	0.889	0.852
	SSC 2	0.872				
	SSC 3	0.855				
AW	AW 1	0.808	0.839	0.636	0.840	0.797
	AW 2	0.793				
	AW 3	0.791				

Table 4. Model fit index

表 4. 模型拟合度指标

指标名称	判别标准	值
RMSEA	<0.06	0.073
χ^2/df	<3	2.714
GFI	>0.8	0.857
AGFI	>0.8	0.808
TLI	>0.9	0.923
CFI	>0.9	0.938
NFI	>0.9	0.917

随后,我们采用验证性因子分析(CFA)来衡量模型拟合程度(表 4),使用 Amos28.0 利用极大似然法对问卷数据进行结构方程模型检验。显示,本研究的适配度指标 RMSEA、卡方自由度比、GFI 等值均在标准范围内,模型拟合较为理想。

3.3.2. 结构方程模型结果分析

表 5 展示了各潜变量间的标准化路径系数、p 值和直接效应的结果。首先,“RSC→AW”和“SSC→AW”是显著的(0.194***; 0.450***),即验证了假设 H1 和 H2 成立,如同 Wang [25]和 Zeng [29]所发现的,两种类型的社会资本都显著增加了村民进行农作物废物秸秆回收的行为。同时,与关系性社会资本相比,我们发现结构性社会资本对采用意愿的积极影响更大,社会网络中的信息传播起着更重要的作用。造成这一现象的可能原因是相对更复杂的社会结构网络的村民由更多获得丰富的信息的机会,也更有可能会做出促使节能信息的传播的行为[38],其采用意愿在这一过程中也更容易增强。但社会人际信任因素在秸秆利用推广过程中,也是极为重要的[39],在后期宣传推广过程中,是不可忽视的。

Table 5. Direct effect

表 5. 直接效应

假设	估计值	S.E.	结果
H1:RSC→AW	0.194***	0.026	支持
H2:SSC→AW	0.450***	0.029	支持

*p < 0.05. **p < 0.01. ***p < 0.001.

4. 进一步分析

随机森林(RF)是机器学习中的一种常用方法,是基于决策树的集成学习算法,为分类和回归两类[40]。通过集成学习的思想将多个不同且相互之间没有关联的决策树结合在一起,形成“森林”,以此来对样本进行训练分类并预测,是一种使用决策树的方法对变量重要性进行评估的分析方法。随机森林所采用的是以决策树为估计器的 Bagging 算法来为每棵决策树生成独立的同分布训练样本集。当进行分类时,新的输入样本进入,就让森林中的每一棵决策树分别进行判断和分类,每个决策树会得到一个自己的分类结果,最终的结果取决于决策树的分类结果中哪一个分类所属最多,随机森林就会把这个结果作为最终的结果。随机森林算法的实现过程:

- 1、对样本训练集 T 进行随机且有放回的抽取,最终得到一个大小为 N 的训练样本集 D 作为这棵树的训练集。
- 2、其中每个样本具有 M 个特征数目,当决策树每个节点分裂时,随机从每个样本集中的总特征 M 中随机选择出 m 个特征(m ≤ M)。
- 3、从这 m 个特征属性中选择 1 个特征属性作为该节点的分裂属性按照以上步骤,通过完全分裂的方式对决策树形成过程的每个节点进行分裂,直到不能分裂为止,构建 N 棵决策树,形成随机森林。
- 4、每棵树完成分类形成随机森林后,新样本的类别根据 N 棵决策树的分类结果进行多数投票来确定。

4.1. 随机森林算法构建

本研究通过 R 语言实现模型构建。为使所构建模型和检验模型效能所使用的数据集不重复,我们利用机器学习的随机化原则,将已经过预处理的数据集按 7:3 的比例进行拆分,分为训练集和测试集(表 6)。

Table 6. The distribution of adoption willingness after splitting the data set
表 6. 拆分数据集后的采用意愿的分布情况

数据集	总数	是否采用	
		是	否
原样本集	1445	967	478
训练样本集	1012	677	334
测试样本集	433	298	135

在进行上述研究时发现，研究结果都不可避免地会混入个体感知、政策和经济等因素，因此我们纳入感知有用性(PU)、感知易用性(PEOU)、感知成本(PC)、感知收益(PB)、环境意识(EA)和政策和经济(Policy and Economics)因素，借助随机森林算法对变量进行重要性排序以确定社会关系网络的净效应。该模型的方差解释率为 96.14%，具有较好的可解释性，预测精度较高。

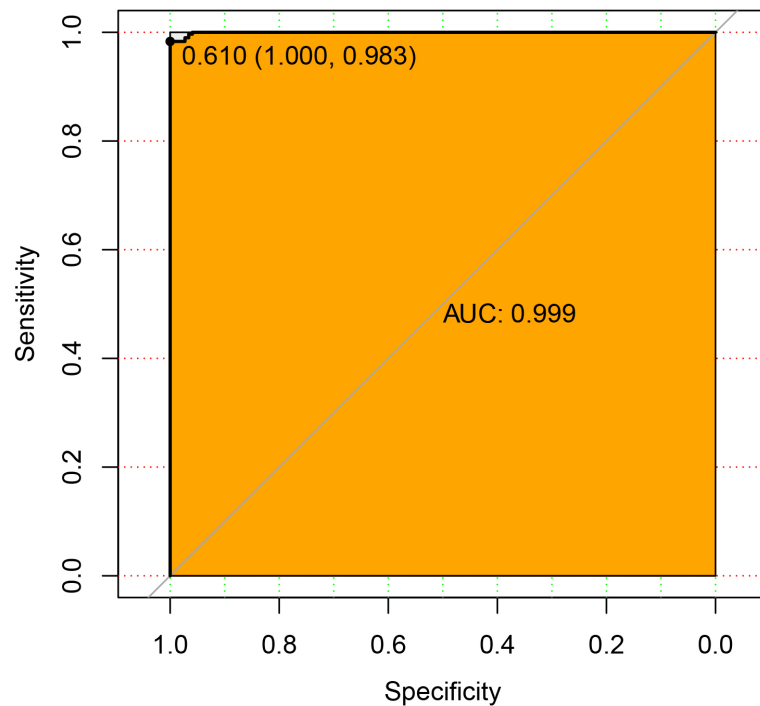


Figure 1. ROC curve and AUC evaluation index

图 1. ROC 曲线和 AUC 评价指标

在构建模型过程中，为了提高采用意愿分类的准确性，我们纳入了 ROC 曲线和 AUC 评价指标(图 1)，AUC = 99.99%说明预测模型在平衡筛选两类群体的能力上表现优异。对由随机森林进行回归训练后的各变量分别计算基于 OOB 误差和基于 Gini 系数进行重要性评分后的标准化结果见表 7。

4.2. 重要性排序

在随机森林实现的过程中，每棵树大约都有 1/3 的训练样本没有参与到决策树的生成之中，这 1/3 的训练样本构成了每棵树的袋外(OOB)样本。本研究借用随机森林的均方误差的方法(%IncMSE)来评估自变量的重要性[41]。依次随机排列每个自变量在 OOB 样本中的值，并计算 OOB 误差，观察如果误差随排列顺序的增加而大幅度增加，则说明该潜变量对因变量更加重要[42]。

Table 7. Importance score based on OOB error and Gini index
表 7. 基于 OOB 误差和 Gini 系数的重要性得分

变量	重要性得分	
	OOB error	Gini index
PU	19.5710	9.4675
PEOU	19.0454	9.9235
PC	40.9719	20.0857
PB	31.6021	13.7225
EA	39.8390	18.7521
SC	32.1779	11.7823
Policy and Economics	7.4979	6.0873

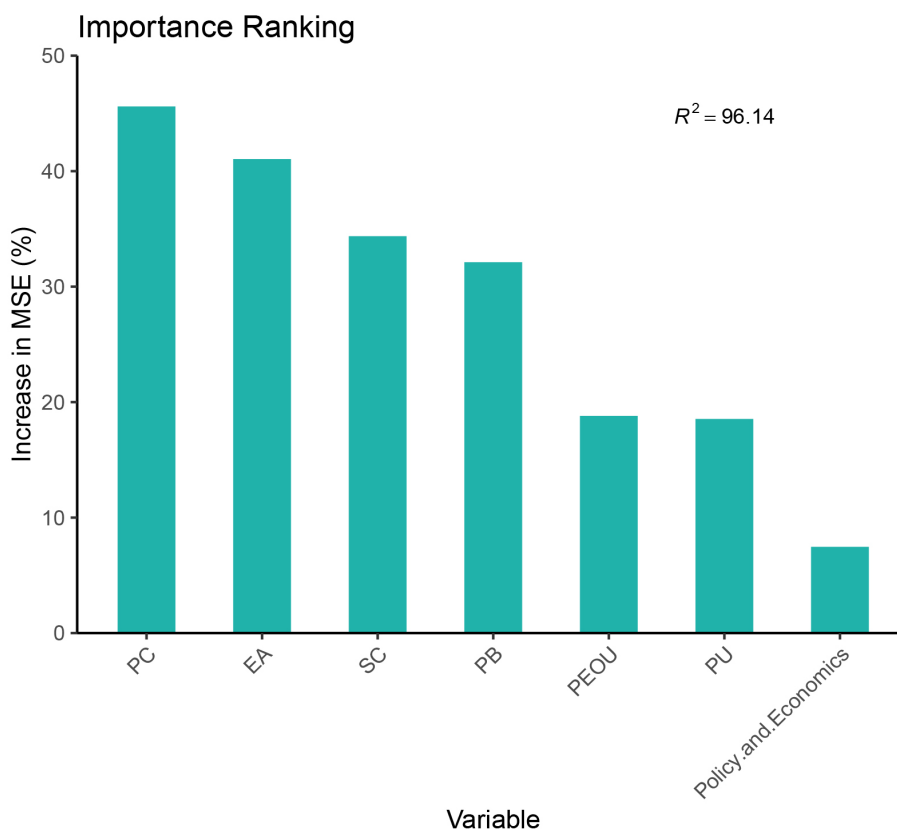


Figure 2. Importance ranking
图 2. 重要性排序

根据 OOB 重要性评分对预测变量进行重要性排序后的结果见图 2。8 个变量的重要性按照降序排序为：PC，EA，SC，PB，PU，PEOU，Policy and Economics。排序结果展示发现无论是在 OOB 误差还是 Gini 系数的基础上，与 Policy and Economics 的重要性评分相比，SC 的重要性评分都是更高的。越强的社会资本对采用意愿有更显著的效果，表明应当充分动员农村人情社会关系来达到秸秆回收利用的高效扩散。最后，在本研究的预测模型特征重要性排序中，Policy and Economics 是重要性最低的一个变量，从评分和排序来看，它对农民是否选择进行秸秆回收利用的影响不大。这可能是由于当今的政策和财政

补贴仍有疏漏，中国农村居民也先会受到其他变量的影响，而扶持政策的作用力由于相关部门出台的政策法规力度小而被大大削弱，在影响采用意愿的过程中尚未起到显著作用。

5. 讨论

通过收集中国江苏省农村居民的一手问卷数据，我们基于 SEM 构建了一个分析框架来探究农村居民秸秆回收利用意愿的影响因素，并借助 RF 得到各个影响因素的重要性评分和排序。本研究结果为政府有关部门优化完善秸秆产业政策提供意见，为中国秸秆企业拓宽市场和提供优质服务提供见解。在涉及的中国江苏省受访村中，本研究发现社会资本是影响农村秸秆回收利用的重要力量。结果显示：

1、农村的社会资本有力量强、存量多的特点。关系性和结构性社会资本都对农民秸秆回收利用行为产生了积极影响，这与 Zeng 等人[29]的发现一致。

2、与社会资本与个体感知的积极作用相比，政策和经济因素对农民的秸秆利用行为的影响并不显著。这一结论与 Wang 等人[12]的发现不一致，可能原因是部分地区随着政策宣传的实施逐渐呈现出不同的问题。对于政府角度，财政补贴政策的实施增加了财政负担，对于农户角度，仍有部分补贴尚未落实[6]，并未在影响过程中发挥其该有的作用。

因此，在初期阶段，社会网络对信息传播起到明显影响，提升了农户的采用意愿。但在政府和企业的后期推广宣传过程中，还需积极动员关系性社会资本，加强对农村社会信任的应用，形成“邻里效应”、“示范效应”，强化社会资本作用，探明中国社会关系网络，动员社会关系参与到中国农村地区秸秆回收利用的推广。政府和企业都应该利用中国农村人情社会特点，培养秸秆经纪人进行推广科普。平衡政策、经济、社会与个体力量，多方努力，共同推广，发挥最大化效力。

参考文献

- [1] WHO (2023) Air Pollution Data Portal. WHO.
- [2] Shi, K., Shen, J., Wang, L., Ma, M. and Cui, Y. (2020) A Multiscale Analysis of the Effect of Urban Expansion on PM_{2.5} Concentrations in China: Evidence from Multisource Remote Sensing and Statistical Data. *Building and Environment*, **174**, Article ID: 106778. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.106778>
- [3] Tian, Z., Tian, Y., Shen, L. and Shao, S. (2021) The Health Effect of Household Cooking Fuel Choice in China: An Urban-Rural Gap Perspective. *Technological Forecasting and Social Change*, **173**, Article ID: 121083. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121083>
- [4] Yun, X., Shen, G., Shen, H., et al. (2020) Residential Solid Fuel Emissions Contribute Significantly to Air Pollution and Associated Health Impacts in China. *Science Advances*, **6**, eaba7621. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aba7621>
- [5] Wang, X., Yang, Z., Liu, X., Huang, G., Xiao, W. and Han, L. (2020) The Composition Characteristics of Different Crop Straw Types and Their Multivariate Analysis and Comparison. *Waste Management*, **110**, 87-97. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.05.018>
- [6] Wang, S., Yin, C., Li, F. and Richel, A. (2023) Innovative Incentives Can Sustainably Enhance the Achievement of Straw Burning Control in China. *Science of the Total Environment*, **857**, Article ID: 159498. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.159498>
- [7] Cao, G., Zhang, X., Wang, Y. and Zheng, F. (2008) Estimation of Emissions from Field Burning of Crop Straw in China. *Chinese Science Bulletin*, **53**, 784-790. <https://doi.org/10.1007/s11434-008-0145-4>
- [8] He, G., Liu, T. and Zhou, M. (2020) Straw Burning, PM_{2.5} and Death: Evidence from China. *Journal of Development Economics*, **145**, Article ID: 102468. <https://doi.org/10.1016/j.jdevco.2020.102468>
- [9] Wang, C., Malik, A., Wang, Y., et al. (2020) The Social, Economic and Environmental Implications of Biomass Ethanol Production in China: A Multi-Regional Input-Output-Based Hybrid LCA Model. *Journal of Cleaner Production*, **249**, Article ID: 119326. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119326>
- [10] Wang, Z., Wang, Z., Xu, G., et al. (2020) Sustainability Assessment of Straw Direct Combustion Power Generation in China: From the Environmental and Economic Perspectives of Straw Substitute to Coal. *Journal of Cleaner Produc-*

- tion, **273**, Article ID: 122890. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122890>
- [11] Zhang, X.Y. and Liu, L.Z. (2022) Implementation Status and Optimization Suggestions of Subsidy Policy for Feed Utilization of Crop Straw. *China Feed*, No. 12, 126-129.
- [12] Wang, Z., Wang, Z., Tahir, N., *et al.* (2020) Study of Synergetic Development in Straw Power Supply Chain: Straw Price and Government Subsidy as Incentive. *Energy Policy*, **146**, Article ID: 111788. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111788>
- [13] Wang, S., *et al.* (2022) Study on Policy Guarantee Of Comprehensive Utilization of Crop Straw—Text Analysis Based on The Implementation Plan of Crop Straw Comprehensive Utilization Project in 61 Counties of 24 Provinces. *Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning*, **43**, 66-74.
- [14] Wang, L. and Watanabe, T. (2016) A Stackelberg Game Theoretic Analysis of Incentive Effects under Perceived Risk for China's Straw-Based Power Plant Supply Chain. *Energies*, **9**, Article 455. <https://doi.org/10.3390/en9060455>
- [15] Conley, T.G. and Udry, C.R. (2004) Learning about a New Technology: Pineapple in Ghana. *American Economic Review*, **100**, 35-69. <https://doi.org/10.1257/aer.100.1.35>
- [16] Stern, P.C., Janda, K.B., Brown, M.A., *et al.* (2016) Opportunities and Insights for Reducing Fossil Fuel Consumption by Households and Organizations. *Nature Energy*, **1**, Article No. 16043. <https://doi.org/10.1038/nenergy.2016.43>
- [17] Zheng, W. and Luo, B. (2022) Understanding Pollution Behavior among Farmers: Exploring the Influence of Social Networks and Political Identity on Reducing Straw Burning in China. *Energy Research & Social Science*, **90**, Article ID: 102553. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2022.102553>
- [18] Bourdieu, P. (1986) The Forms of Capital. In: Richardson, J., Ed., *Handbook of Theory and Research for the Sociology of Education*, Greenwood, Westport, 241-258.
- [19] James, C. (1990) *Foundations of Social Theory*. Harvard University Press, Cambridge.
- [20] Putnam, R.D., Leonardi, R. and Nonetti, R.Y. (1993) Making Democracy Work Civic Traditions in Modern Italy. Princeton University Press, Princeton. <https://doi.org/10.2307/j.ctt7s8r7>
- [21] Nahapiet, J. and Ghoshal, S. (1998) Social Capital, Intellectual Capital and the Organizational Advantage. *The Academy of Management Review*, **23**, 242-266. <https://doi.org/10.2307/259373>
- [22] Brunie, A. (2009) Meaningful Distinctions within a Concept: Relational, Collective and Generalized Social Capital. *Social Science Research*, **38**, 251-265. <https://doi.org/10.1016/j.ssresearch.2009.01.005>
- [23] Krishna, A. and Uphoff, N. (2002) Mapping and Measuring Social Capital through Assessment of Collective Action to Conserve and Develop Watersheds in Rajasthan, India. In: Grootaert, C. and van Bastelaer, T., Eds., *The Role of Social Capital in Development: An Empirical Assessment*, Cambridge University Press, Cambridge, 85-124. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511492600.005>
- [24] Adler, P.S. and Kwon, S.-W. (2002) Social Capital: Prospects for a New Concept. *The Academy of Management Review*, **27**, 17-40. <https://doi.org/10.2307/4134367>
- [25] Wang, Y. and Zhang, C. (2022) Waste Sorting in Context: Untangling the Impacts of Social Capital and Environmental Norms. *Journal of Cleaner Production*, **330**, Article ID: 129937. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129937>
- [26] Cao, Y., Heng, X., Zhang, X. and Qu, M. (2023) Influence of Social Capital on Rural Household Garbage Sorting and Recycling Behavior: The Moderating Effect of Class Identity. *Waste Management*, **158**, 84-92. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2022.12.036>
- [27] Guo, Z., Chen, X. and Zhang, Y. (2022) Impact of Environmental Regulation Perception on Farmers' Agricultural Green Production Technology Adoption: A New Perspective of Social Capital. *Technology in Society*, **71**, Article ID: 102085. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2022.102085>
- [28] Schmitt, H.J., Sullivan, D., Goad, A.N. and Palitsky, R. (2022) Coping with Chronic Environmental Contamination: Exploring the Role of Social Capital. *Journal of Environmental Psychology*, **83**, Article ID: 101870. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2022.101870>
- [29] Zen,g Y., Zhang, J. and He, K. (2019) Effects of Conformity Tendencies on Households' Willingness to Adopt Energy Utilization of Crop Straw: Evidence from Biogas in Rural China. *Renewable Energy*, **138**, 573-584. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.02.003>
- [30] Liu, J. (2014) Ageing, Migration and Familial Support in Rural China. *Geoforum*, **51**, 305-312. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2013.04.013>
- [31] Li, W., Li, J. and Cui, J. (2020) Exploring Rural Decline with the Perspective of Demographics: Case Study of Hubei, China. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, **120**, Article ID: 102917. <https://doi.org/10.1016/j.pce.2020.102917>
- [32] Chen, X., Liu, Y. and Zhong, H. (2023) Generalized Trust among Rural-to-Urban Migrants in China: Role of Relative

-
- Deprivation and Neighborhood Context. *International Journal of Intercultural Relations*, **94**, Article ID: 101784. <https://doi.org/10.1016/j.ijintrel.2023.101784>
- [33] Li, N., Luo, X., Luo, F., *et al.* (2022) Exploring the Influencing Factors of Chinese Rural Households' Clean Heating Choice Considering the Attitude–Behavior Gap Based on Two-Level Classification Methods. *Energy and Buildings*, **273**, Article ID: 112357. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2022.112357>
- [34] Hair, J., Black, W., Babin, B., *et al.* (2010) *Multivariate Data Analysis: A Global Perspective*. Pearson Education, London.
- [35] Yang, J., Jiang, P., Zheng, M., *et al.* (2022) Investigating the Influencing Factors of Incentive-Based Household Waste Recycling Using Structural Equation Modelling. *Waste Management*, **142**, 120-131. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2022.02.014>
- [36] Sharaai, A.H., Mokhtar, A.M., Jin, N.W., *et al.* (2015) Determining the Primary Factor Contributed to Household Carbon Emission by Using Structural Equation Modelling (SEM). *Procedia Environmental Sciences*, **30**, 344-348. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2015.10.061>
- [37] Jabeen, G., Yan, Q., Ahmad, M., *et al.* (2019) Consumers' Intention-Based Influence Factors of Renewable Power Generation Technology Utilization: A Structural Equation Modeling Approach. *Journal of Cleaner Production*, **237**, Article ID: 117737. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117737>
- [38] McMichael, M. and Shipworth, D. (2013) The Value of Social Networks in the Diffusion of Energy-Efficiency Innovations in UK Households. *Energy Policy*, **53**, 159-168. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.10.039>
- [39] He, K., Zhang, J. and Zeng, Y. (2020) Households' Willingness to Pay for Energy Utilization of Crop Straw in Rural China: Based on an Improved UTAUT Model. *Energy Policy*, **140**, Article ID: 111373. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111373>
- [40] Breiman, L. (2001) Random Forests. *Machine Learning*, **45**, 5-32. <https://doi.org/10.1023/A:1010933404324>
- [41] Archer, K.J. and Kimes, R.V. (2008) Empirical Characterization of Random Forest Variable Importance Measures. *Computational Statistics & Data Analysis*, **52**, 2249-2260. <https://doi.org/10.1016/j.csda.2007.08.015>
- [42] Grekousis, G., Feng, Z., Marakakis, I., *et al.* (2022) Ranking the Importance of Demographic, Socioeconomic and Underlying Health Factors on US COVID-19 Deaths: A Geographical Random Forest Approach. *Health & Place*, **74**, Article ID: 102744. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2022.102744>