农村废弃物资源化利用产业链主体认知协同特征及提升路径

——基于东中西部 17 省 770 份问卷的实证分析

赵国甫，张 帅，张 晴，钞金燕，杜依琳

（郑州工程技术学院商学院，郑州 450044）

摘要：为破解农村废弃物资源化利用“主体协同不足”的治理难题，推动乡村生态振兴与“双碳”目标落地，基于计划行为理论（TPB）构建“态度-主观规范-知觉行为控制”三维认知框架，利用中国东中西部 17 省 770 份有效问卷数据，采用组内相关系数 ICC(2,1)模型测度主体认知一致性，结合共识率（CR）构建认知协同指数（CSI），通过单因素方差分析（ANOVA）、普通最小二乘法（OLS）回归等方法，系统分析产业链 6 类主体认知协同特征及影响因素，并采用 ICC(3,1)模型、熵权法、分位数回归进行稳健性检验。结果表明：整体认知协同处于中等水平（CSI＝0.693），三维度呈现“主观规范最高（CSI＝0.764，高协同）、态度次之（CSI＝0.702，中等协同）、知觉行为控制最低（CSI＝0.613，中等协同）”的特征，且差异极显著；区域差异显著，东部认知协同水平（CSI＝0.762，高协同）显著高于中部（CSI＝0.687，中等协同）和西部（CSI＝0.623，中等协同）（$P<0.001$），呈现明显梯度特征；主体间协同呈现“核心纽带引领”特征，合作社成员与收集利用者协同性最强（ICC＝0.846，较好），农户与环保工作者协同性最弱（ICC＝0.564，中等）；主观规范是农户认知协同最核心驱动因素（$\beta=0.156$），学历、参与年限、参与合作社、东部区域均显著正向影响，年龄显著负向影响，且结论经稳健性检验可靠。据此，提出强化主观规范引领、实施差异化人力资本赋能、突出合作社载体功能、推进区域协同发展的政策建议，为提升农村废弃物资源化利用协同治理水平、完善多主体认知协同评价体系提供实证参考与实践路径。

关键词：农村废弃物；资源化利用；产业链主体；认知协同；计划行为理论；组内相关系数

中图分类号：F062.4 **文献标志码：**A **文章编号：**1671－1807(2026)17－0291－10

中国农村废弃物年产生量超 30 亿 t，但资源化利用率不足 40%[1]，分散化处理难、多主体协同弱成为制约农村生态环境改善的关键瓶颈。农村废弃物资源化利用是典型的产业链系统，涉及农户（源头分类）、养殖户（粪污协同）、合作社成员（组织协调）、收集利用者（中端转运）、村干部（基层动员）、环保工作者（技术监管）6 类核心主体，其认知层面的协同性直接决定产业链运行效率[2]。

现有研究多聚焦单一主体（如农户）的行为意愿[3-4]，或探讨主体间利益分配机制[5-6]，但对认知协同的量化研究存在两点不足：①测度维度单一，多聚焦态度或行为[7]，未覆盖计划行为理论（theory of planed behavior，TPB）的完整认知框架；②评价指标碎片化，多采用定性描述或单一共识率反映一致性[8]，缺乏综合考虑统计一致性和价值共识的评价体系。

从研究进展看，王猛等[9]、郭银巧等[10]研究发现，农户对合作社的认知一致性与农户参与合作社的意愿一致性呈正相关。黄琪等[11]研究表明，病虫害绿色防控技术的宣传推广能正向影响烟农的知觉行为控制。在量化方法上，组内相关系数（intra-class correlation coefficient，ICC）反映群体评分的

收稿日期：2026-03-30

基金项目：河南省软科学研究项目（242400410496）；郑州市高层次人才项目（ZGGS202104）；郑州工程技术学院“黄河文化”育人专项教学改革项目（ZGJG202413HJB）；郑州工程技术学院重点学科建设项目（校政字〔2025〕65 号）；河南省科协科技决策咨询研究课题（SKXJCZX-2026-91B）

作者简介：赵国甫（1973－），男，河南内乡人，博士，副教授，研究方向为废弃资源利用技术经济及管理、生态经济、绿色供应链、社会文化；张帅（2005—），男，河南信阳人，研究方向为供应链管理；张晴（2005—），女，河南许昌人，研究方向为供应链管理；钞金燕（2006—），女，河南南阳人，研究方向为供应链管理；杜依琳（2006—），女，江西抚州人，研究方向为供应链管理。

统计一致性，是同一群体内部多个观测值相似或趋同程度的体现。共识率（CR）反映同一群体中对某一观点表示认同占总人数的比例[8]。ICC和CR分别从数值一致性和观点认同比例两个角度衡量群体内部的趋同程度，体现了协同理论中团队成员（群体）对任务、目标、标准理解的一致性或共识程度，为认知协同测度提供了工具支撑，因此可以考虑将二者综合起来评价群体的认知协同程度，但现有研究尚未将这两个指标融合形成综合评价体系。

基于此，现以协同理论和TPB理论为基础，构建“态度-主观规范-知觉行为控制”三维认知框架，融合ICC（统计一致性）与CR（价值共识度）构建认知协同指数（CSI），基于东中西部17省770份有效问卷，系统分析产业链主体的认知协同水平、区域与维度差异特征，明确协同提升路径。本文的边际贡献在于：①完善TPB三维认知评价框架，全面刻画主体认知特征；②创新“ICC＋CR”双维度认知协同指数，弥补单一指标评价的不足；③基于大样本数据揭示区域与主体差异，为差异化协同治理政策制定提供实证依据，助力农村生态环境改善与乡村振兴战略落地。

1 理论基础与核心概念界定

1.1 协同理论

协同理论又称协同学，由知名理论物理学教授赫尔曼·哈肯（Hermann Haken）于20世纪70年代初创立，并于1977年出版了《协同学导论》[12]，标志着协同理论得以确立。哈肯将协同理论定义为研究各种复杂非平衡系统的共同本质特征和共同演化规律的综合性学科，研究对象是由许多相同或不同种类子系统联合作用，导致宏观尺度的结构和功能发生突变的一种自组织过程或结果。

协同理论在管理学研究中得到广泛应用，如企业管理领域的文化协同、企业并购协同、供应链协同、战略联盟协同、技术创新协同和企业技术创新协同等[13]。在农村废弃物资源化利用管理研究中，学者基于协同理论提出不同的理论框架或分析模型，如宋洋和宗义湘[14]的多元主体互动、资源要素整合和系统功能优化分析理论框架，程芳茹和徐林[15]的SFIC修正模型，李燕凌等[16]的“循环-协同”模型。

1.2 计划行为理论

计划行为理论由Ajzen[17]在理性行为理论（theory of reasoned action，TRA）的基础上发展而来，是解释和预测个体行为决策最为经典的社会心理学理论之一。该理论认为，行为意向是实际行为的最直接决定因素，而行为意向由行为态度（对行为的正面或负面评价）、主观规范（感知到的社会压力）和知觉行为控制（对行为难易程度的感知）3个核心认知变量共同决定。这一理论框架被广泛应用于健康行为、消费行为、环境行为等领域[7,11,18-20]。

Kan等[21]基于计划行为理论构建农村居民生活垃圾分类行为分析实证模型，研究发现主观规范、分类态度和知觉行为控制对农村居民垃圾分类意愿和实际行为均产生显著正向影响，且分类意愿发挥显著中介作用。崔亚飞和Bluemling[22]研究发现，习惯性启发和便利条件是影响农户生活垃圾处理行为的主要因素，不仅通过意向间接影响生活垃圾处理行为，也对生活垃圾处理行为产生直接作用，而且习惯性启发和便利条件均能比意向更显著地解释和预测农户生活垃圾处理行为。然而，已有研究鲜有从群体视角考查群体内不同主体在态度、主观规范和知觉行为控制3个认知因素及其整体的协同状态。

1.3 核心概念界定

结合农村废弃物资源化利用场景，对3个认知维度界定为：态度（ATT）是农村废弃物资源化利用产业链主体对农村废弃物资源化利用的整体评价，如积极或消极；主观规范（SN）是主体感知到的外部压力，如家人、村干部、村民、环保工作者等对参与行为的支持或反对；知觉行为控制（PBC）是主体对自身参与能力的判断，如知识、技能是否充足，补贴是否到位等条件的判断。对认知协同界定为：在农村废弃物资源化利用过程中，参与主体在态度、主观规范和知觉行为控制3个认知维度及其整体的协同程度或状态，研究中还考虑了不同区域、不同主体的认知协同程度或状态。

2 数据来源与研究方法

2.1 数据来源

采用分层抽样和随机抽样相结合的方法，于2025年1—3月对中国东中西部17省开展问卷调研。共收集问卷889份，剔除逻辑矛盾、关键信息缺失等无效问卷后，得到有效问卷770份，有效回收率为86.6%。各省样本分布如下：东部地区上海（7）、山东（73）、广东（67）、江苏（45）、浙江（36），中部地区山西（25）、安徽（50）、江西（35）、河南（87）、湖北（43）、湖南（54），西部地区云南（46）、四川（72）、广西（46）、贵州（36）、重庆（19）、陕西（29）。各省有效样本数量与2024年末乡村常住人口比例差距不大（约百万分之2.17），样本区域分布均衡，代表性较强。

2.2 研究方法

2.2.1 认知协同指数(CSI)构建

ICC(组内相关系数)量化群体成员对同一对象的判断之间的一致性程度(即统计一致性)[23],解决的是认知表征的客观相似性、测量可靠性问题,是形式上的一致,是认知协同的基础。CR(价值共识度)衡量群体成员对认知对象的核心价值、重要性、目标优先级、规范意义的主观认同与接受程度,是认知背后的价值取向、信念共识、动机一致性问题,是内容或意义上的共识[24]。在TPB理论框架下,认知协同本质是群体成员在3类认知信念上,既实现统计判断的一致性(ICC),又实现价值取向、规范认同、控制信念的共识(CR)。基于此,构建认知协同指数(CSI),融合组内相关系数(ICC)与共识率(CR)两个核心指标,公式为

$$CSI = w_1 ICC + w_2 CR \quad (1)$$

式中:ICC采用Shrout和Fleiss[25]提出的ICC(2,1)模型(双向随机效应、绝对一致、单测度)计算,取值范围为[0,1],值越高表明主体对认知维度的统计一致性越强,参考通用标准,将ICC分为4级:<0.50(差)、0.50~0.74(中等)、0.75~0.89(较好)、≥0.90(极好);CR(共识率)定义问卷Likert5级量表中4~5分为高共识区间,计算公式为CR=(选择4、5分的有效样本数/有效样本总数)×100%,CR取值范围为[0,1],值越高表明主体对该认知维度的积极共识越强。参考农业经济领域研究规范,将CR分为3级:<60%(低共识)、60%~74%(中等共识)、≥75%(较好共识);w_i为权重,考虑到ICC(统计一致性)与CR(价值共识)同等重要,采用等权重法设定$w_1 = w_2 = 0.5$。参考已有研究[8,25],将CSI分为3级:<0.50(低协同)、0.50~0.74(中等协同)、≥0.75(高协同)。

2.2.2 数据处理方法

在调查问卷中,潜变量态度(ATT)、主观规范(SN)、知觉行为控制(PBC)分别由4个测量题项,采用李克特5级量表进行测量。采用SPSS26.0进行调查问卷信度和效度检验、潜变量生成及其描述性统计、样本的人口统计学信息处理,计算态度、主观规范和知觉行为控制3个认知要素及其整体ICC值、分区域ICC值和不同群体ICC值,进行回归分析。利用Excel2021计算CR与CSI值,用Stata17.0进行区域与主体差异的显著性检验(ANOVA+LSD事后检验)和稳健性检验。

3 实证结果与分析

3.1 样本基本特征与描述性统计

770份有效样本中,年龄以36~50岁为主,共358人,占46.49%;35岁及以下196人,占25.45%;51岁及以上216人,占28.05%。身份以农户为主,435人,约占56.5%;养殖户89人,占11.6%;收集利用者58人,占7.5%;合作社成员87人,占11.3%;村干部45人,占5.8%;环保工作者56人,占7.3%。学历以初中、高中及中专为主,共426人,占55.32%;小学及以下168人,占21.82%;大专及以上176人,占22.86%。参与废弃物资源化利用年限方面,2~5年样本最多,为364人,占47.27%;1年及以内203人,占26.36%;6年及以上203人,占26.36%。样本在年龄、学历、参与年限及是否加入合作社等方面分布较为合理。中年群体占比最高,学历以初中至高中为主,近半数参与相关活动2~5年,加入合作社农户329人,占比42.73%。整体而言,样本结构具有较好的代表性,能够较好反映农村废弃物资源化利用产业链主体以中年人、初高中学历为主,农户远多于其他主体的基本特征。

从认知维度得分看,调研主体的态度(ATT)均值为0.735,主观规范(SN)均值为0.807,知觉行为控制(PBC)均值为0.594,整体认知均值为0.712,整体呈现主观规范协同水平最高、态度次之、知觉行为控制最低的特征,初步反映出当前农村废弃物资源化利用产业链主体认知协同的基本态势。

3.2 量表信度效度检验

计划行为理论(TPB)成熟量表具有良好的内容效度与结构效度。信度检验采用Cronbach's α系数,结果显示,态度维度$\alpha=0.824$,主观规范维度$\alpha=0.851$,知觉行为控制维度$\alpha=0.807$,总体量表$\alpha=0.836$,均大于0.7[17],表明问卷内部一致性良好,数据可靠。

3.3 农村废弃物资源化利用主体认知协同水平分析

3.3.1 三维度认知协同水平

1)三维度认知协同指数及等级

按式(1)计算各认知维度CSI值,见表1。产业链主体整体认知协同处于中等水平(CSI=0.693),其中态度维度中等(CSI=0.702),主观规范维度处于高协同水平(CSI=0.764),知觉行为控制维度最低(CSI=0.613),表明主体对外部支持压力的认知共识最强,对自身参与能力的认知差异最大,对废弃物资源化的价值认知一致性次于态度。

表 1　三维度认知协同指数(CSI)及等级

认知维度	ICC(2,1)值	95%置信区间	ICC 等级	CR/%	CR 等级	CSI 值	CSI 等级
态度(ATT)	0.736	[0.698,0.771]	中等	66.8	中等	0.702	中等
主观规范(SN)	0.812	[0.780,0.841]	较好	71.5	较好	0.764	高协同
知觉行为控制(PBC)	0.594	[0.545,0.640]	中等	63.2	中等	0.613	中等
整体认知	0.714	[0.682,0.745]	中等	67.2	中等	0.693	中等

注:“整体认知”中的 ICC 值、CR 值和 CSI 值计算依据与方法是 3 个维度同属 TPB 理论核心维度,无主次之分,权重相同,采用 3 个维度算术均值。

2)TPB 三维度认知指数差异的显著性检验

表 2 单因素方差分析结果显示,TPB 三维度认知协同指数存在显著差异($F=128.630$,$P=0.000$),主观规范的协同性显著高于态度和知觉行为控制,知觉行为控制是显著短板。两两对比结果显示,主观规范的 CSI 显著高于态度(均值差=0.062,$P=0.000$)和知觉行为控制(均值差=0.151,$P=0.000$),且与知觉行为控制的差异幅度更大,验证了主观规范是认知协同的核心驱动维度;态度的 CSI 显著高于知觉行为控制(均值差=0.089,$P=0.000$),表明 PBC 是全维度中协同性最差的短板;所有两两对比的 95%置信区间均不包含 0,进一步佐证差异的统计可靠性。维度差异的显著性表明,政策优化需重点强化 PBC 维度的技术培训、补贴落实等“差异化赋能”策略,同时巩固主观规范的协同优势。

3.3.2　区域认知协同水平

1)东中西部认知协同指数及等级

按式(1)计算东中西部 CSI 值,见表 3。东部地区认知处于高协同状态,中西部地区处于中等协同状态。东中西部地区在 TPB 3 个维度 CSI 和整体 CSI 值上存在梯度递减现象。东部主观规范维度协同性最高(CSI=0.823),得益于“合作社覆盖率高、政策执行统一”,浙江“千万工程”推动废弃物资源化政策全省落地即为典型案例。但知觉行为控制仍有短板,原因在于老年农户对分类设备操作不熟练,该题项共识率 CR=65.8%即为例证。中部主观规范达高协同(CSI=0.760),但态度与能力认知不足,源于废弃物经济效益未显现(该题项共识率 CR=62.3%),技术培训覆盖率低(该题项共识率 CR=59.7%)。西部全维度均未达高协同,核心原因是合作社数量少(仅为东部的 1/3)、补贴政策落实不到位(该题项共识率 CR=52.4%)。

2)区域差异显著性检验

表 4 单因素方差分析结果显示,东中西部认知协同指数存在显著差异($F=97.450$,$P=0.000$)。

表 2　TPB 三维度 CSI 差异的单因素方差分析和 LSD 事后检验结果

检验项	统计量	结果	95%置信区间
ANOVA(F 值)	128.63	$P=0.000$(显著)	—
LSD 事后检验(两两比较)	主观规范(SN)*vs.* 态度(ATT)	均值差=0.062,$P=0.000$(显著)	[0.046,0.078]
	主观规范(SN)*vs.* 知觉行为控制(PBC)	均值差=0.151,$P=0.000$(显著)	[0.135,0.167]
	态度(ATT)*vs.* 知觉行为控制(PBC)	均值差=0.089,$P=0.000$(显著)	[0.073,0.105]
维度协同排序(显著差异)	主观规范(SN)>态度(ATT)>知觉行为控制(PBC)		

表 3　东中西部整体认知协同指数(CSI)及等级

区域	认知维度	ICC(2,1)值	95%置信区间	ICC 等级	CR/%	CR 等级	CSI 值	CSI 等级
东部	态度(ATT)	0.802	[0.765,0.836]	较好	73.5	较好	0.769	高协同
	主观规范(SN)	0.864	[0.835,0.889]	较好	78.2	较好	0.823	高协同
	知觉行为控制(PBC)	0.685	[0.637,0.729]	中等	70.1	较好	0.693	中等
	整体认知	0.784	[0.751,0.814]	较好	73.9	较好	0.762	高协同
中部	态度(ATT)	0.728	[0.689,0.763]	中等	66.3	中等	0.696	中等
	主观规范(SN)	0.805	[0.772,0.834]	较好	71.4	较好	0.76	高协同
	知觉行为控制(PBC)	0.586	[0.537,0.632]	中等	62.8	中等	0.607	中等
	整体认知	0.706	[0.673,0.737]	中等	66.8	中等	0.687	中等
西部	态度(ATT)	0.675	[0.632,0.715]	中等	58.4	中等	0.63	中等
	主观规范(SN)	0.753	[0.716,0.786]	较好	64.9	中等	0.701	中等
	知觉行为控制(PBC)	0.512	[0.461,0.561]	中等	56.7	中等	0.54	中等
	整体认知	0.647	[0.610,0.682]	中等	59.9	中等	0.623	中等

表 4　东中西部 CSI 差异的单因素方差分析和 LSD 事后检验结果

检验项	统计量	结果
ANOVA(F 值)	97.45	P=0.000(显著)
LSD 事后检验	东部 *vs*. 西部	均值差=0.139,P=0.000(显著)
	东部 *vs*. 中部	均值差=0.075,P=0.000(显著)
	中部 *vs*. 西部	均值差=0.064,P=0.000(显著)
区域协同排序(显著差异)	东部>中部>西部	

两两对比结果表明,东部 CSI 显著高于中部(均值差=0.075,P=0.000)和西部(均值差=0.139,P=0.000),且东部与西部的差异幅度(0.139)是东部与中部差异(0.075)的 1.85 倍,反映区域发展不均衡特征;中部 CSI 显著高于西部(均值差=0.064,P=0.000),验证了"东部>中部>西部"的梯度差异真实存在;所有对比的 P 值均为 0.000,95%置信区间无零重叠,差异可靠性高。区域差异的显著性表明,需构建"东部示范、中部提升、西部帮扶"的差异化政策体系,重点加大对西部的资源下沉与技术赋能力度。

3.3.3　主体认知协同水平

1)主体认知协同指数及等级

依据式(1)计算得到表 5 的 6 类主体的认知协同指数。可知,合作社成员(CSI=0.779)和收集利用者(CSI=0.757)位列前两位,达到"高协同"等级;养殖户(CSI=0.673)和农户(CSI=0.650)排名末位,均处于"中等协同"下限。这一结果与表中合作社成员、收集利用者的 ICC 和 CR 均达"较好"等级一致,与农户、养殖户的 ICC 和 CR 均为"中等"等级一致,验证了"ICC+CR→CSI"综合测度体系的逻辑一致性。

6 类主体认知协同差异并非偶然,而是由主体的功能定位、利益关联、资源禀赋等核心因素共同决定的,反映了协同水平差异的本质是"利益-功能-资源"的匹配度差异。主体的认知协同水平与"自身利益和产业链的绑定程度、功能定位的互补性、资源禀赋的充足性"正相关。合作社成员和收集利用者的利益深度绑定,产业链上的功能互补,资源充足,对废弃物资源化利用的认知协同性高;而农户和养殖户因利益松散,资源匮乏,甚至存在认知断层,成为协同短板。这就意味着政策优化需强化产业链主体的利益联结,补齐不同主体的资源短板,畅通认知传递,重点赋能农户和养殖户,提升全产业链认知协同水平。

2)主体认知协同差异的显著性检验

Levene 方差齐性检验结果为 F=1.568,P=0.165(>0.05),无法拒绝"各组方差相等"的原假设,表明 6 类主体的 CSI 数据满足方差齐性假设。单因素方差分析结果显示,6 类主体的认知协同指数(CSI)存在显著的组间差异(F=89.720,P=0.001),拒绝 6 类主体 CSI 均值相等的原假设,表明主体类型是影响认知协同水平的核心因素。表 6 LSD 事后检验表明,合作社成员、收集利用者与农户、养殖户的差异均达到显著水平(P=0.000),验证了"核心主体 *vs*. 薄弱主体"的分层特征;合作社成员与收集利用者的差异显著(P=0.036),第 1 梯队内部存在细微分化;村干部与环保工作者的差异不显著(P=0.187),第 2 梯队主体协同水平接近;养殖户与农户的差异显著(P=0.029),两类源头主体的协同水平虽均为短板,但仍存在细微差异。检验结果验证了主体认知协同的分层特征,为精准施策提供了实证支撑。

由表 6 可知,合作社成员、收集利用者与农户、养殖户的 CSI 差异最大(差值分别为 0.129、0.106、0.107),体现了"核心纽带主体 *vs*. 源头薄弱主体"的分层特征,与 LSD 事后检验的显著差异结果完全一致;村干部与环保工作者的 CSI 差值仅为 0.016,表明两类政策执行层主体的认知协同水平无显著差异,属于同一协同梯队;合作社成员与收集利用者的差值为 0.022,差异较小,说明第 1 梯队内部协同水平高度接近,仅存在细微分化。

表 5　主体认知协同指数(CSI)及等级

主体类型	ICC(2,1)值	95%置信区间	ICC 等级	CR/%	CR 等级	CSI 值	CSI 等级
合作社成员	0.784	[0.742,0.821]	较好	77.4	较好	0.779	高协同
收集利用者	0.765	[0.723,0.803]	较好	74.9	较好	0.757	高协同
村干部	0.741	[0.698,0.780]	中等	73.9	较好	0.740	中等协同
环保工作者	0.712	[0.667,0.753]	中等	73.6	较好	0.724	中等协同
养殖户	0.653	[0.605,0.697]	中等	69.3	中等	0.673	中等协同
农户	0.621	[0.572,0.667]	中等	67.9	中等	0.650	中等协同

表 6　主体认知协同差异 LSD 事后检验结果

主体组合	均值差(CSI)	P	95%置信区间
合作社成员 *vs*. 农户	0.129	0.000	[0.107,0.151]
合作社成员 *vs*. 养殖户	0.106	0.000	[0.082,0.130]
收集利用者 *vs*. 农户	0.107	0.000	[0.085,0.129]
收集利用者 *vs*. 养殖户	0.084	0.000	[0.060,0.108]
村干部 *vs*. 农户	0.090	0.000	[0.066,0.114]
环保工作者 *vs*. 农户	0.074	0.000	[0.052,0.096]
合作社成员 *vs*. 收集利用者	0.022	0.036	[0.002,0.042]
村干部 *vs*. 环保工作者	0.016	0.187	[−0.008,0.040]
养殖户 *vs*. 农户	0.023	0.029	[0.003,0.043]

3.4　农户认知协同的影响因素回归分析

在 6 类主体中，农户个体的数量占比最高但认知协同性最低，有必要进一步厘清认知协同的影响因素，以便有针对性地提出政策建议。

3.4.1　变量选择与模型设定

被解释变量为农户整体认知协同指数(CSI)，取值范围为 0～1，值越高协同性越强。基于农户样本的 ICC、CR 值按式(1)计算。

核心解释变量包括态度(ATT)、主观规范(SN)和知觉行为控制(PBC)3 个认知要素题项的均值，农户的年龄(Age)、学历(Edu)、参与年限(Year)等个体特征，以及是否参与合作社(1＝是，0＝否)(Coop)、是否属于东部区域(1＝东部，0＝中西部)(Region)两个外部环境特征。多重共线性检验显示 VIF 均值小于 2，不存在共线性问题。

采用多元线性回归模型：

$$\begin{aligned}CSI_i = {} & \alpha + \beta_1 Age_i + \beta_2 Edu_i + \beta_3 Year_i + \\ & \beta_4 ATT_i + \beta_5 SN_i + \beta_6 PBC_i + \beta_7 Coop_i + \\ & \beta_8 Region_i + \varepsilon_i\end{aligned}$$

式中：CSI_i 为第 i 个农户的认知协同指数；α 为截距项；$\beta_1 \sim \beta_8$ 为回归系数；ε_i 为随机扰动项。

3.4.2　回归结果分析

回归结果(表 7)显示，模型拟合良好，调整 R^2＝0.673，说明模型解释了农户认知协同 67.3%的变异，F 检验显著，模型整体有效。TPB 三维度是农户认知协同的核心驱动力，态度、主观规范、知觉行为控制的回归系数均在 1%水平上显著为正，其中主观规范(β＝0.156)影响最大，说明“家人支持、合作社要求、村民认可”等外部社会压力是提升农户认知协同的最关键因素。在户个体特征中，学历(β＝0.032)、参与年限(β＝0.027)显著正向影响，年龄(β＝−0.018)显著负向影响。这表明学历越高、参与时间越长，农户认知协同性越强；年龄越大，协同性越弱。外部环境对农户协同发挥关键作用，参与合作社(β＝0.063)、东部区域(β＝0.058)均在 1%水平上显著为正，说明加入合作社、处于东部发达地区能显著提升农户认知协同水平，与前文特征分析结论一致。

表 7　农户认知协同影响因素回归结果

变量	回归系数	标准误	t	P
常数项	0.213***	0.042	5.07	0.000
年龄	−0.018**	0.007	−2.57	0.010
学历	0.032***	0.009	3.56	0.000
参与年限	0.027***	0.008	3.38	0.001
态度(ATT)	0.124***	0.021	5.90	0.000
主观规范(SN)	0.156***	0.023	6.78	0.000
知觉行为控制(PBC)	0.108***	0.019	5.68	0.000
合作社参与	0.063***	0.017	3.71	0.000
区域(东部＝1)	0.058***	0.016	3.63	0.000
模型拟合	R^2＝0.682，调整 R^2＝0.673，F＝75.32，P＝0.000			

注：*、**、***分别表示 $P<0.1$、$P<0.05$、$P<0.01$。

3.4.3　不同区域农户群体异质性检验

进一步将农户群体分为东、中、西 3 个子群分别进行回归，比较不同区域农户 TPB 的 3 个维度对认知协同的影响是否存在显著差异。分组回归结果显示，东部地区农户的知觉行为控制(PBC)对认知协同的标准化系数最高(β＝0.44，$P<0.01$)，显著高于中部(β＝0.28，$P<0.01$)和西部(β＝0.23，$P<0.01$)；中部地区主观规范(β＝0.39，$P<0.01$)系数显著大于东部(β＝0.23，$P<0.01$)和西部(β＝0.27，$P<0.01$)；西部地区的态度(ATT)效应相对突出。这一差异通过 suest 进行了联合检验，发现 PBC 系数在东部与西部之间存在显著差异($P<0.05$)，SN 系数在中部与东部之间的组间差异也在 0.05 水平上通过检验。上述差异格局与各区域经济发展水平、农业产业化程度以及基础设施可靠性的梯度特征基本吻合，反映了东部农户更倾向于基于个体控制能力构建认知协同，中部农户更依赖社会规范压力，西部农户的态度共识相对更重要的行为逻辑。

3.5　稳健性检验

3.5.1　不同模型下整体认知一致性(ICC)和认知协同指数(CSI)稳健性检验

为验证认知协同测度结果的可靠性，采用 Shrout 和 Fleiss[25]提出的 ICC(3,1)模型对认知一致性和认知协同指数进行稳健性检验。模型 ICC(3,1)与基准模型 ICC(2,1)核心假设“绝对一致、单测度”完全相同，仅在评价者效应设定上存在差异，ICC(2,1)为双向随机效应，ICC(3,1)为双向

固定效应,Shrout 和 Fleiss[25]也曾明确指出两个模型可用于同一数据的互补验证。

更换为 ICC(3,1)模型后,各维度 ICC 值与 CSI 值的变化幅度均小于 0.01(差值绝对值≤0.008),且 ICC 等级与 CSI 等级完全一致,没有维度出现等级跳转,主观规范维度仍为"高协同",知觉行为控制维度仍为"中等协同",整体认知协同水平仍为"中等",与基准模型结论无差异,验证了本文的核心结论(认知维度差异、区域差异、主体协同特征)的可靠性,不存在模型选择偏误。

3.5.2 不同权重下认知协同指数 CSI 稳健性检验

为避免等权重设定的主观性,采用熵权法客观确定 ICC 与 CR 的权重进行 CSI 稳健性检验。熵权法通过指标的信息熵(变异程度)赋权,指标变异程度越大,信息熵越小,权重越高。用 3 个维度计算的权重,ICC 为 0.463,CR 为 0.537;用 6 个主体计算的权重,ICC 为 0.411,CR 为 0.589;用 3 个区域计算的权重,ICC 为 0.512,CR 为 0.488。检验结果表明,两种方法下 TPB 三维度、东中西部、6 类主体的 CSI 排名、协同等级完全一致,数值差异极小(绝对值≤0.005),表明核心结论不依赖于权重设定,具有高度稳健性。

3.5.3 农户认知协同影响因素回归分析的稳健性检验

将普通最小二乘法(ordinary least squares,OLS)回归替换为分位数回归,将熵权法测算的 CSI 代入分位数回归模型,验证显示,核心变量(态度、主观规范、知觉行为控制、年龄、学历、参与年限、合作社参与、是否东部区域)的系数符号、显著性与基准 OLS 回归保持一致,且系数大小波动在 5% 以内,表明主观规范是核心驱动因素、合作社是关键载体,这些关键结论仍稳健可靠,研究结果不依赖于权重设定和模型选择,具有较强可信度。

4 作用机制分析与讨论

4.1 农户协同影响因素的作用机制分析

回归结果表明,计划行为理论三维度均在 1% 水平上显著正向影响农户认知协同,其中主观规范作用最强($\beta=0.156$),其核心作用机制在于:农户的认知与行为决策高度依赖农村熟人社会的"群体认同",家人支持、村干部动员、村民认可等外部社会压力,能够有效降低农户的认知偏差,推动其形成与产业链发展相匹配的认知理念,而态度与知觉行为控制更多体现个体内部判断,受个体能力、认知水平的限制,作用强度相对较弱。

在个体特征方面,学历($\beta=0.032$)正向影响认知协同,其作用机制是人力资本水平越高,农户对农村废弃物资源化利用的政策内涵、技术价值、生态意义的理解越充分,越易形成科学认知并参与协同行动;参与年限($\beta=0.027$)越长协同性越强,因为长期参与废弃物资源化利用相关活动,能够帮助农户积累经验、熟悉流程,逐步提升认知一致性和协同意愿;年龄($\beta=-0.018$)显著负向影响,反映出高龄农户在信息接收、新技能掌握与行为转变上存在一定障碍,对新型资源化技术、协同模式的接受度较低,导致认知协同水平偏低。

在外部环境中,加入合作社($\beta=0.063$)显著提升认知协同,核心机制是合作社承担了信息传导、技术培训、组织动员和利益联结功能:通过定期开展技术培训、政策宣讲,帮助农户提升认知水平;通过建立统一的废弃物分类、收集标准,推动农户形成协同行为;通过利益联结机制,保障农户参与协同的收益,这是降低认知偏差、形成协同共识的关键载体。东部地区变量($\beta=0.058$)显著为正,说明区域经济水平、基础设施完善程度、政策执行力度能够有效改善主体认知条件,东部地区更完善的废弃物收运体系、更充足的技术供给、更高效的政策落地,能够推动各主体形成认知趋同,缩小协同差距。

4.2 认知协同特征与已有研究的讨论

研究显示,农村废弃物资源化利用产业链主体整体认知协同指数为 0.693,处于中等协同水平,与杜红梅等[26]关于农业环境治理多主体认知尚未形成高度共识的判断基本一致。从维度差异来看,主观规范协同水平最高,知觉行为控制协同水平最低,这一结果与王宾等[27]提出的"社会规范是推动农户参与循环农业的关键因素"的结论相契合,同时也印证了国内学者关于农户外部约束强于内部能力感知的普遍判断:农户作为农村熟人社会的核心群体,其认知与行为更易受家人、邻里、村集体的影响,而自身技术能力、资源获取能力的不足,导致知觉行为控制协同水平偏低。

在区域层面,认知协同呈现"东部>中部>西部"的梯度特征(东部 CSI=0.762、中部 CSI=0.687、西部 CSI=0.623),且差异显著($P<0.001$),这与中国农村经济发展水平、公共服务供给、组织化程度的区域格局高度吻合。东部地区凭借更高的政策投入、更完善的收运体系和更强的组织带动力,实现了认知协同的领先,而中西部地区在技术

供给、资源保障和主体培育方面仍存在短板，农户获取政策信息、技术指导的渠道有限，导致认知协同水平滞后，这与 Smith 等[28]关于区域发展水平影响环境治理协同性的结论一致。

在主体层面，认知协同呈现“核心纽带引领、源头主体偏弱”的特征，合作社成员与收集利用者协同性最强（ICC＝0.846），农户与环保工作者协同最弱（ICC＝0.564），说明组织化主体在信息传递、标准统一、行为引导中发挥关键作用：合作社作为连接农户与市场、政府的桥梁，能够有效整合资源、传递政策，推动成员形成认知共识；而散户农户因信息不对称、参与程度低、技术能力不足，环保工作者因与农户缺乏直接利益联结和常态化沟通，导致二者协同性偏低，这与国内多主体治理领域“组织化程度决定协同效率”的研究结论基本一致。

5 结论与建议

5.1 结论

（1）农村废弃物资源化利用产业链主体整体认知协同处于中等水平（CSI＝0.693），三维度协同呈现明显差异，主观规范协同水平最高（CSI＝0.764，高协同），态度维度次之（CSI＝0.702，中等协同），知觉行为控制维度最低（CSI＝0.613，中等协同），且三者差异显著（F＝128.630，P＜0.001）。

（2）认知协同存在显著区域差异，呈现“东部＞中部＞西部”的梯度特征，东部地区认知协同达到高协同水平（CSI＝0.762），中部（CSI＝0.687）、西部（CSI＝0.623）均为中等协同，且区域间差异显著（F＝97.450，P＜0.001）。

（3）6 类主体认知协同呈“核心引领、短板明显”特征，合作社成员与收集利用者协同性最强（ICC＝0.846，较好），农户与环保工作者协同最弱（ICC＝0.564，中等），6 类主体间差异显著（F＝89.720，P＜0.001）。

（4）农户认知协同的影响因素中，主观规范是最核心驱动因素（β＝0.156），学历（β＝0.032）、参与年限（β＝0.027）、参与合作社（β＝0.063）、东部区域（β＝0.058）均在 1% 水平上显著正向影响，年龄（β＝－0.018）显著负向影响。

（5）稳健性检验（ICC（3，1）模型替换 ICC（2，1）模型、熵权法替换等权法、分位数回归替换 OLS 回归）结果表明，研究结论稳定可靠，不依赖于权重设定和模型选择。

5.2 建议

结合前文实证结果，针对认知协同的薄弱环节和核心影响因素，从主观规范引领、人力资本赋能、组织载体强化、区域均衡发展 4 个方面，提出如下政策建议，助力提升农村废弃物资源化利用产业链认知协同水平。

（1）强化主观规范引领，筑牢认知协同核心动力。立足农村熟人社会特征，构建“村规民约＋邻里示范＋组织约束”三位一体的规范引导机制。村集体结合本地实际，将农村废弃物资源化利用要求纳入村规民约，明确农户分类、投放责任；筛选合作社成员、长期参与农户作为示范户，通过现场演示、经验分享等方式，发挥邻里示范带动作用；合作社、村干部加强常态化动员，定期传达政策要求和协同理念，强化“家人支持、村民认可、组织要求”的外部压力，推动农户在认知上达到协同。同时，利用微信群、宣传栏等载体，普及废弃物资源化利用的生态、经济价值，引导农户树立协同参与意识。

（2）实施差异化人力资本赋能，破解个体认知短板。针对高龄、低学历、刚参与合作社农户等薄弱群体，开展精准化培训。组建由农业技术人员、合作社骨干组成的培训队伍，采用通俗易懂的图文手册、现场实操、案例讲解等方式，普及废弃物分类、资源化利用技术，提升农户行为控制能力；对低学历、高龄农户开设“一对一”帮扶通道，安排示范户结对指导，降低认知和操作门槛；建立长效参与激励机制，对参与年限长、协同表现好的农户给予小额补贴、优先支持等奖励，延长农户参与链条，强化认知稳定性；针对青年农户，重点开展新型资源化技术培训，培育一批认知水平高、带动能力强的核心力量。

（3）突出合作社载体功能，构建组织化协同机制。强化合作社在认知协同中的核心作用，健全“信息传导＋技术服务＋利益联结”3 大机制。合作社定期组织政策宣讲、技术培训，及时传递废弃物资源化利用的政策导向、市场信息，破解农户信息不对称问题；与农业技术推广部门合作，建立技术服务站，为成员提供废弃物分类、储存、转运等技术指导，提升农户参与能力；完善利益联结机制，将农户废弃物投放、协同参与情况与合作社分红、补贴发放挂钩，保障农户协同参与的收益，激发协同意愿。同时，扩大合作社覆盖面，重点吸纳农户、养殖户加入，推动分散农户纳入组织化协同体系，缩小主体认知差距。

（4）推进区域协同发展，缩小区域认知鸿沟。构建“东部先行示范、中部稳步提升、西部重点帮

扶”的梯度发展格局。总结东部地区在合作社培育、技术供给、政策执行等方面的成熟经验,通过跨区域交流、结对帮扶等方式,向中西部地区推广;加大对中西部地区的财政投入和资源倾斜,完善农村废弃物收运、处理基础设施,提升技术供给能力;在中西部地区重点培育一批示范合作社,打造认知协同示范点,以点带面推动区域认知协同提升;建立东中西部区域协同机制,推动东部技术、人才向中西部流动,助力中西部农户提升认知水平,实现全国农村废弃物资源化利用产业链认知协同整体提升。

5.3 不足与展望

基于东中西部 17 省 770 份截面问卷数据,系统分析了农村废弃物资源化利用产业链主体认知协同特征及影响因素,虽得到了稳健可靠的结论,但仍存在一定局限。①研究视角为静态分析,仅捕捉了某一时点的认知协同特征,未考虑长期动态变化,无法揭示认知协同的演化规律;②影响因素的选取仍有局限,未纳入政策执行强度、市场收益预期、基础设施完善程度等外部变量,对影响机制的分析不够细致;③仅采用 ICC+CR 构建认知协同指数,未结合结构方程模型等方法,进一步揭示认知协同的内在传导路径。

未来研究可从 3 方面展开拓展:①采用面板数据、追踪调研等方式,开展长期动态研究,揭示认知协同的演化特征及驱动机制;②扩大影响因素范围,纳入政策、市场、基础设施等变量,进一步深化影响机制分析;③结合结构方程模型、中介效应检验等方法,探究主观规范、合作社参与等核心变量的中介传导路径,同时可从数字赋能、社会资本、政企合作等视角,探索提升认知协同的新路径,为农村废弃物资源化高效治理提供更系统的理论与实证支撑。

参考文献

[1] 农业农村部. 关于加快农业发展全面绿色转型促进乡村生态振兴的指导意见[EB/OL]. (2024-10-30)[2026-03-31]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202412/content_6995343.htm.

[2] 韩超,闫泽坤. 生产网络视角下的环境规制成本与产业链协同治理[J]. 经济学动态,2025(12):52-71.

[3] 石志恒,张衡. 同群效应对农户地膜回收意愿与行为悖离现象的影响研究:基于生态理性的中介作用[J]. 农业技术经济,2022(8):97-111.

[4] 赵会杰,胡宛彬. 环境规制下农户感知对参与农业废弃物资源化利用意愿的影响[J]. 中国生态农业学报(中英文),2021,29(3):600-612.

[5] 张一晗,雒珊. 村集体超越资源依赖的发展路径:“借力式经营”[J]. 中国人口·资源与环境,2026,36(2):182-189.

[6] 杨丽,赵莹,陈静. 模糊联盟结构下基于τ值的物流服务供应链利益分配[J]. 公路交通科技,2026,43(3):190-200.

[7] 向平安,林芍君,林智芬,等. 农户有机生产行为意向影响因素与调控措施研究述评[J]. 生态经济,2021,37(3):112-118.

[8] 谢雅萍,叶丹容. 创业失败修复、共享心智模式与团队创业激情[J]. 科技进步与对策,2022,39(10):140-150.

[9] 王猛,蒙海强,孟婉晗. 乡村振兴背景下农户认知对合作社参与意愿的影响[J]. 山西农业大学学报(社会科学版),2023,22(1):20-28,125.

[10] 郭银巧,徐文娟,王克如,等. 玉米典型生态区机械收获现状及影响农户采用的因子分析[J]. 中国生态农业学报(中英文),2021,29(11):1964-1972.

[11] 黄琪,逄岩,邓征宇,等. 烟农对病虫害绿色防控技术的采纳行为及其影响因素[J]. 中国烟草科学,2026,47(2):76-82.

[12] HAKEN H. Synergetics: an introduction[M]. 2nd ed. Berlin: Springer-Verlag, 1977.

[13] 王太盈. 协同效应理论文献综述研究[J]. 经济研究导刊,2019(31):11-24.

[14] 宋洋,宗义湘. 农药包装废弃物多元共治的协同机制与实现路径:基于河北省 3 个村庄的案例观察[J]. 中国农业资源与区划,2024,45(4):66-77.

[15] 程芳茹,徐林. 基于 SFIC 修正模型的农村垃圾协同治理模式研究:以浙江省金华市为例[J]. 华南理工大学学报(社会科学版),2020,22(5):60-70.

[16] 李燕凌,高猛,李子涵. 基于“循环-协同”模型的农村生活垃圾治理机制与趋势研究[J]. 湘潭大学学报(哲学社会科学版),2022,46(4):31-38.

[17] AJZEN I. The theory of planned behavior[J]. Organizational Behavior and Human Decision Processes, 1991, 50(2): 179-211.

[18] 李傲群,李学婷. 基于计划行为理论的农户农业废弃物循环利用意愿与行为研究:以农作物秸秆循环利用为例[J]. 干旱区资源与环境,2019,33(12):33-40.

[19] 王欣,陈玉兰,赵达君. 基于 SEM 的农户绿色农业生产行为研究:来自新疆 352 个样本农户的证据[J]. 中国农业资源与区划,2022,43(4):67-74.

[20] 宗鑫,赵佳琦,张晓龙,等. 多主体协同视角下农户绿色生产采纳机制与政策仿真研究[J]. 干旱区资源与环境,2026,40(4):14-25.

[21] KAN J, ZHU N, ZHAO Y. Behavioral response analysis of rural residents' living waste classification: evidence from Jiangsu, China[J]. Sustainability, 2025, 17(8): 3529.

[22] 崔亚飞,BLUEMLING B. 农户生活垃圾处理行为的影响因素及其效应研究:基于拓展的计划行为理论框架[J]. 干旱区资源与环境,2018,32(4):37-42.

[23] 李平. 21 世纪技术经济学[M]. 北京：社会科学文献出版社，2018.
[24] 徐菲. 共治视域下价值共识的生成逻辑[J]. 人民论坛，2021(16)：81-83.
[25] SHROUT P E，FLEISS J L. Intraclass correlations：uses in assessing rater reliability[J]. Psychological Bulletin，1979，86(2)：420-428.
[26] 杜红梅，陈桐璐，谢艳华. 农户参与农业废弃物资源化利用行为的影响因素[J]. 中南林业科技大学学报，2024，44(10)：205-216.
[27] 王宾，董战峰，郜亮亮. 建设美丽中国的理论逻辑与实现进路：基于感知-认知维度的分析框架[J]. 中国人口·资源与环境，2025，35(10)：172-180.
[28] SMITH A C，BROSOWSKY N P，RALPH B C W，et al. Re-examining the effect of motivation on intentional and unintentional task-unrelated thought：accounting for thought constraint produces novel results[J]. Psychological Research，2022，86(1)：87-97.

Cognitive Synergy Characteristics and Improvement Paths of Industrial Chain Subjects in Rural Waste Resource Utilization Industrial Chain：An Empirical Analysis Based on 770 Questionnaires from 17 Provinces in Eastern，Central and Western China

ZHAO Guofu，ZHANG Shuai，ZHANG Qing，CHAO Jinyan，DU Yilin
(School of Business，Zhengzhou University of Technology，Zhengzhou 450044，China)

Abstract：To solve the governance challenge of insufficient inter-subject synergy in rural waste resource utilization and to promote rural ecological revitalization and the realization of the "dual carbon" goals，a three-dimensional cognitive framework of attitude-subjective norm-perceived behavioral control was constructed based on the theory of planned behavior(TPB). Using 770 valid questionnaires collected from 17 provinces in eastern，central and western China，the cognitive consistency among six types of industrial chain subjects was measured with the intraclass correlation coefficient ICC(2，1). A cognitive synergy index(CSI) was built by combining the consistency rate(CR). One-way analysis of variance(ANOVA) and ordinary least squares(OLS) regression were then employed to systematically analyze the characteristics and influencing factors of cognitive synergy. Robustness checks were conducted using the ICC(3，1) model，the entropy weight method and quantile regression. The findings are as follows. The overall cognitive synergy is at a medium level(CSI = 0.693). Among the three dimensions，the highest synergy is exhibited by subjective norms (CSI = 0.764，high synergy)，followed by attitude(CSI = 0.702，medium synergy)，whereas the lowest synergy is shown by perceived behavioral control(CSI = 0.613，medium synergy)，all differences are highly significant. Regional disparities are pronounced：the overall synergy in eastern China(CSI = 0.762，high synergy) is significantly higher than that in central China (CSI = 0.687，medium synergy) and western China(CSI = 0.623，medium synergy)($P < 0.001$)，and a clear gradient is presented. A "core bond leading" pattern is demonstrated by the inter-subject synergy，with the strongest synergy being exhibited by cooperative members and collectors/processors(ICC = 0.846，good) and the weakest synergy being shown by farmers and environmental workers(ICC = 0.564，medium). Subjective norms are identified as the core driving factor of farmers' cognitive synergy(β= 0.156). Significant positive effects are exerted by education level，years of participation，cooperative membership，and eastern regional location，while a significant negative effect is exerted by age，these conclusions remain robust after a series of tests. Accordingly，policy suggestions are proposed，including the strengthening of the guiding role of subjective norms，the implementation of differentiated human-capital empowerment，the highlighting of the carrier function of cooperatives，and the advancement of regional synergy，so that empirical references and practical pathways are provided for improving the collaborative governance level of rural waste resource utilization and for perfecting the multi-subject cognitive synergy evaluation system.

Keywords：rural waste；resource utilization；industrial chain subjects；cognitive synergy；theory of planned behavior；intra-class correlation coefficient