

引用格式: 孟小燕. 基于结构方程的居民生活垃圾分类行为研究[J]. 资源科学, 2019, 41(6): 1111-1119. [Meng X Y. Analysis on residents' behavior of domestic solid waste source separation based on structural equation[J]. Resources Science, 2019, 41(6): 1111-1119.] DOI:10.18402/resci.2019.06.10

基于结构方程的居民生活垃圾分类行为研究

孟小燕

(中国科学院科技战略咨询研究院, 北京 100190)

摘要:居民是城市生活垃圾分类回收系统中的关键主体之一,其分类回收参与率的高低直接关系到整个城市垃圾分类工作的成败。为分析居民垃圾分类行为决策机制,本文以苏州市为案例,对其中心城区居民开展实地问卷调查,并运用结构方程统计分析方法,探讨影响居民生活垃圾分类行为的主要因素和作用路径。研究结果表明:居民生活垃圾分类行为主要由4个主观因素和7个外部情境因素共同作用的结果,且外部条件因素的综合影响是个体主观因素的近2倍,其中,“环境设施和服务”潜变量相关因素对居民行为的综合影响最大,公共宣传教育、回收设施便利性、分类设施便利性、参与意愿和环保意识为对居民垃圾生活处理行为影响最显著的前5个因素。为进一步加快推进中国城市生活垃圾分类工作,建议加强城市生活垃圾分类回收配套设施规划建设,广泛开展垃圾分类回收宣传教育,完善相关法律法规并建立有效的激励约束机制。

关键词:居民环境行为;生活垃圾分类;资源回收;结构方程分析;影响因素;苏州市

DOI:10.18402/resci.2019.06.10

1 引言

中国城镇化进程处于快速发展期,1998—2017年,城镇化率年均增长超过1%,2017年已达58.52%;与此同时,工业化快速发展,使资源大量消耗,城市生活垃圾产生量不断增长^[1,2]。目前,全国约有2/3的大中城市出现“垃圾围城”的严峻形势,全国生活垃圾堆存侵占土地资源面积已达5亿多m²。然而,城市生活垃圾中蕴藏着巨大的资源化利用价值,是“城市矿产”的重要组成部分。据统计,中国居民每年产生的生活垃圾中包含可回收资源达6000万t,可利用而未被利用的废弃物价值达250亿元^[3]。垃圾分类回收被公认为是破解“垃圾围城”困境、开发“城市矿产”的有效途径,其对缓解资源环境约束、促进循环经济发展和加快“两型”社会建设具有重大的战略意义。

早在2000年,中国即在北京、广州、上海等8个城市开展了垃圾分类收集试点示范工作。“十三五”以来,垃圾分类被提升到了前所未有的高度。2016

年12月,习近平总书记在主持中央财经工作领导小组会议时特别指出,要普遍推行垃圾分类制度;2017年3月18日,国家发改委、住建部发布《生活垃圾分类制度实施方案》^[4],要求在全国46个城市先行实施生活垃圾强制分类,2020年底生活垃圾回收利用率达35%以上。然而,目前中国生活垃圾分类回收管理成效并不理想,在垃圾分类试点城市,居民垃圾分类参与率仍较低,垃圾减量化没有取得实质性的进展^[4]。如何培养居民形成源头分类、资源回收的习惯,提升居民分类回收参与率是很多城市生活垃圾综合管理中亟待解决的问题。因此,深入挖掘居民生活垃圾处理行为的主要影响因素及决策机制,有针对性地制定政策来提升居民分类回收参与率,具有重要理论和实践意义。

国内外对居民环境行为与选择的研究,主要有两种理论方法^[6]:一是基于环境社会学的研究方法;二是基于环境心理学的研究方法。前者从微观个体与社会环境系统的相互作用关系出发,认为个体

收稿日期:2018-08-15,修订日期:2018-11-15

基金项目:中国博士后科学基金面上资助项目(2018M631585);中国科学院科技战略咨询研究院重大突破项目(Y8X0771601)。

作者简介:孟小燕,女,博士,主要从事资源环境经济与政策、循环经济、生态文明理论与实践相关研究工作。E-mail: mengxiaoyan@casisd.cn

<http://www.resci.cn>

的观念、行为选择是因社会和技术系统发展历程及状况所决定的。后者主要是考虑非理性因素对个体行为的作用。最常见的计划行为理论(The theory of planned behavior, TPB)就属于第一种。该理论最早是Ajzen^[7]于1985年在理性行为理论基础上拓展提出的,它强调个体的行为受主观态度、社会规划和感知行为控制的影响。已有很多学者运用TPB理论对垃圾分类回收行为进行了研究,例如Nguyen等^[8]研究发现个人道德规范是促进居民参与分类回收行为意向的重要影响因素;Park等^[9]的研究表明,居民在看到邻居或同伴进行垃圾分类回收时,自己的行为也会受到带动和影响。尽管TPB理论对居民垃圾处理行为研究具有很好的启示作用,但模型框架也存在很强的局限性,TPB理论主要考虑个体的主观因素,而行为“意愿”转变为真正的行动,还受其他因素的影响^[10]。学者Stern等^[11]在1987年构建了一个复杂环境行为模型,提出环境行为是由相关的外部情境因素和主观因素共同作用的结果。在此基础上,Guagnano等^[12]学者在1995年提出了A-B-C理论,该理论指出居民的生活垃圾回收利用行为(Behavior, B)是由居民对垃圾回收利用的态度变量(Attitude, A)和外部条件(Condition, C)共同作用的结果^[13],并认为外部条件是决定居民是否实施垃圾回收行为的一个至关重要的因素。之后Tucker对此模型作了进一步完善,提出了由态度、主观规范和社会规范、外部条件共同决定居民生活垃圾管理行为的研究模型^[14]。

目前,对居民生活垃圾处理行为的研究主要集中在源头分类意愿及影响因素领域,鲜有同时考虑居民参与源头分类和资源回收的行为决策机制的研究。鉴于此,本文结合TPB理论、A-B-C理论和结构方程模型方法,综合考虑主观因素和外部情境因素,构建居民垃圾分类回收处理行为概念模型,进而设计问卷调查量表,对苏州市5个行政区的756位居民进行实地问卷调查;通过对调查结果进行结构方程统计分析,探讨了居民生活垃圾处理行为的决策机制,深入分析了居民行为决策的主要影响因素及其作用路径,并定量表征了各影响因素的重要程度,以期为城市生活垃圾分类回收管理政策制定提供理论支撑。

2 概念模型及研究假设

2.1 模型维度设计

近年来,国内外学者对居民生活垃圾处理行为的影响因素进行了相关研究^[15]。通过文献调研,本文对已有居民垃圾处理行为相关研究中出现频率较多、影响较显著的因素进行了梳理总结,将其归纳为环境态度、社会规范、环境知识和宣传教育、环境设施和服务(情景因素)4个主要方面。

(1)环境态度。已有研究表明,环境态度与是否会执行废物回收行为具有显著的相关性^[7]。目前对其概念尚未形成清晰界定,本文定义环境态度为居民主体对生活垃圾分类回收行为所持有的一般而稳定的感受或立场。

(2)社会规范。已有研究主要集中在以下4个方面:①公民社会责任感。Nguyen等^[7]研究发现个人的社会责任感和道德规范,即居民认为垃圾分类回收是否有益于社会和自身,是影响其是否参与分类回收的重要因素。②法律法规的约束作用。Wan等^[16]学者认为制定相应的法律法规,会对居民的环境行为产生积极的作用。③追随心理作用(邻居、家人的影响)。Park等^[9]的研究表明,居民在看到邻居或同伴进行垃圾分类回收时,自己通常也会受到带动和影响。④社会认同感。美国密歇根州的一项调研表明,来自社会的认同感、从参与废物回收获得的满足感、助力社会慈善活动等非经济性的回报,是促使居民参与回收的重要因素^[17]。本文定义社会规范为对居民主体产生重要影响的来自他人和社会的压力,而使居民主体采取某种垃圾处理行为的倾向程度。

(3)环境知识与宣传教育。Redd等^[18]学者研究表明,环境知识、信息的掌握程度与居民是否执行环境行为具有显著相关性。Grazhdani等^[19]的研究表明,宣传力度与居民废物回收参与率具有较强的正相关性。本文将环境知识定义为居民进行垃圾分类回收所必需的相关知识、技能、信息等,如分类方法、回收途径、回收网点位置、回收热线号等信息;定义公共宣传教育为居民通过媒体、广告、学校教育等方式接触到垃圾分类回收相关的宣传和教育。

(4)环境设施和服务。已有一些研究证实外部条件因素对阻碍或促进居民废物回收利用行为具

2019年6月

有重要影响^[20]。Bach等^[21]学者的研究表明,非正规回收市场的存在,在一定程度上提高了居民交投废品的便利性,促进了居民投废行为的实施;同时,再生资源回收站点数量的增加,有助于提高再生资源回收率。此外,进行废物分类回收是否需要花费太多时间,家里是否有可供存放废品的足够的空间,也会影响居民是否参与分类回收。本文将环境设施和服务用于概括反映生活垃圾分类回收的客观性外部条件(情境因素),包含配套分类、回收设施或服务的便利性、垃圾回收处理的经济成本、收益和时间花费等具体因素。

除以上4个方面外,也有研究表明,居民对废物回收的知识、态度和做法受年龄、教育水平、性别和职业等人口社会学因素的影响^[22]。但由于“环境态度”“社会规范”等已经包含了居民的人口社会学属性的差异性带来的影响,因此,本文中不再将人口社会学属性因素作为直接的观测变量。

2.2 概念模型和研究假设

基于上述对居民垃圾处理行为可能的影响因素相关文献的回顾与总结,结合计划行为理论和A-B-C理论,构建了居民生活垃圾分类回收行为决策的初始概念模型(图1)。本文将居民生活垃圾分类回收行为分为:不分类(混合投放)、分类投放(按照“四分法”分类投入垃圾桶)、分类交售(将可回收物单独分类并卖给回收人员,其余投入垃圾桶)3种,假设“环境态度”“社会规范”“环境知识和宣传教育”

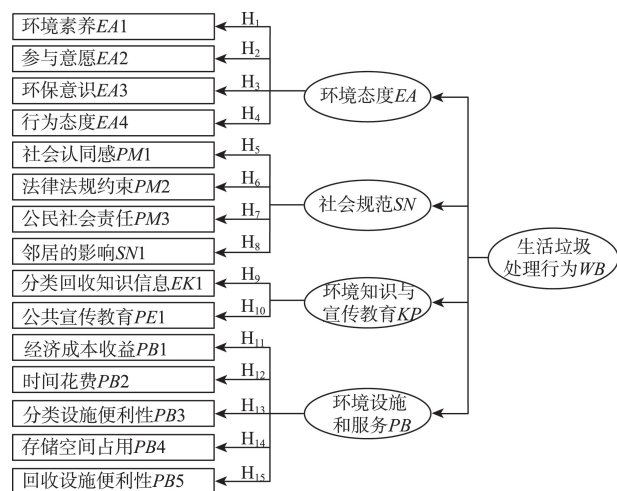


图1 城市居民生活垃圾处理行为研究概念模型

Figure 1 A conceptual model of residents' domestic solid waste disposal behaviors

和“环境设施和服务”4个潜变量会对居民的生活垃圾处理行为产生影响,并设置了15个观测变量。对于“环境态度”潜变量,从居民的环境素养、参与分类回收的意愿、资源节约环境保护意识、对分类回收行为必要性的认同度(行为态度)等方面设置观测变量。对于“社会规范”潜变量,主要从居民对生活垃圾处理的社会责任感、法律法规的约束、社会认同感、邻居的影响(追随心理作用)等方面设置观测变量。“环境知识和宣传教育”潜变量主要从居民对分类回收知识信息的掌握水平、接受到的公共宣传教育水平(频率和次数)2个观测变量来反映。“环境设施和服务”潜变量由配套的分类设施便利性、回收设施便利性、经济成本收益(垃圾处理费用、卖废品的经济回报)、时间花费、占用的存储空间等5个观测变量来解释和度量。并基于概念模型,提出如下基本路径假设:

(1)H₁—H₄:“环境素养”“参与意愿”“环保意识”“行为态度(个人对分类回收行为必要性的认同度)”分别可能对居民的“环境态度”有正向影响效应。

(2)H₅—H₈:“社会认同感”“法律法规约束”“公民社会责任”“邻居的影响(追随心理作用)”分别对居民感知的“社会规范”有正向影响效应。

(3)H₉和H₁₀:“分类回收知识信息”“公共宣传教育”分别对“环境知识和宣教”有正向影响效应。

(4)H₁₁、H₁₃、H₁₅:“经济成本收益(垃圾处理费用、交投废品的收益)”“分类设施的便利性”“回收设施的便利性”分别对居民所处的外部情境因素“环境设施和服务”有正向影响效应。

(5)H₁₂和H₁₄:“时间花费”“存储空间占用”对居民所处外部环境因素“环境设施和服务”有负向影响效应。

3 数据收集与模型检验

3.1 问卷调查与数据检验

根据构建的概念模型,本文采用李克特量表(Likert Scale)5级法设计城市居民生活垃圾处理行为调查问卷,并通过微信平台进行预调研,收回调研结果近200份,并根据结果对问卷量表进行了修改和再设计。然后,选取苏州市中心城区(包括姑苏、吴中、相城、高新区和工业园区5个行政区)作为

抽样地区,开展实地调研。因为苏州市具有较好的垃圾分类收集基础,自2000年开始在一些居民小区开展生活垃圾分类收集试点工作,2010年,苏州市区提出“近期大分流,远期细分类”的生活垃圾分类回收新模式^[23],近几年苏州市生活垃圾源头分类工作稳步推进,2017年参与垃圾分类的试点小区已经超过400个。

调研组采用随机抽样调查的方式对苏州市的常住居民开展实地调查,调查的地点包括苏州市区的8家商场超市、桐泾公园、金鸡湖广场、观前街等居民聚集的地方,遍布5个行政区,并充分考虑各区人口比例、同时考虑各年龄段、不同职业等居民属性分布特征。此次问卷调研共收集到了756份问卷,有效问卷709份,有效回收率93.8%,回收样本的属性特征分布见表1。总体来看,有效样本的人口社会学属性特征分布与苏州市总人口分布相差不大,说明本次调查具有较好的代表性。

本文选用SPSS 20.0软件,对问卷调查数据进行信度和效度分析。通过计算所有观测变量数据的科隆巴赫系数(*Cronbach's Alpha*)来检验数据信度^[25],结果表明 *Cronbach's Alpha* 系数为0.643。根据吴明隆^[26]的研究结论:当信度系数大于0.7时可靠性良好,说明目前数据整体信度一般,根据“项已删除则进行度量”的结果,*PB4*(存储空间占用)的“项已删除的 *Cronbach's Alpha* 值”大于目前的整体信度系数,因此在量表中删掉“存储空间占用”观测变量。再对剩下的14个观测变量进行整体信度分析,结果见表2,所有变量的 *Cronbach's Alpha* 系数都在0.7以上,此时总量表 *Cronbach's Alpha* 值为0.891,说明调整后数据整体信度较好、数据可靠。

对问卷样本数据进行 *KMO* 和 *Bartlett* 检验,结果表明:*KMO*统计量为0.873,大于0.6;*Bartlett*球形检验的统计显著性概率 $P<0.001$,表明因子分析数据效度较好,数据适合做因子分析。然后,运用SPSS 20.0软件对14个观测变量的样本数据进行探索性因子分析。采用 *Oblimin* 旋转的主成分分析方法,共析出4个公因子,正交旋转后的因子载荷矩阵如表3所示。

根据因子载荷矩阵还可以检验概念模型(图1)中潜变量设置、观测变量归类和设置等是否合理。

表1 苏州市调查问卷样本人口社会学特征分布

Table 1 Distribution of demographic sociological characteristics of questionnaire samples in Suzhou City

社会属性特征		样 本		苏州市 总人口占比 (2016年)/%*
		频数	比例/%	
性别	男	326	46	49*
	女	383	54	51
年龄	18~40	298	42	38
	41~60	276	39	29
	>60	135	19	22
教育程度	初中及以下	156	22	34.51
	高中、中专	199	28	30.49
	大学专科、本科	262	37	24.53
	研究生及以上	92	13	0.47
家庭月收入	<4000	128	18	/
	4000~8000	291	41	/
	8001~15000	191	27	/
	15001~20000	85	12	/
	>20001	14	2	/
居住区域	姑苏区	192	27	23
	吴中区	171	24	27
	相城区	135	19	17
	高新区	88	13	14
	工业园区	123	17	19
样本数量		709		

注:*在计算各社会属性特征的“苏州市总人口占比”过程中,涉及的苏州市总人口的性别、家庭月收入、各行政区人口的分布特征数据来源为《苏州统计年鉴2017》^[24],苏州市总人口的年龄和教育程度的分布特征数据依据2010年第六次人口普查数据计算得到。

表2 各潜变量信度检验结果

Table 2 Reliability test results of latent variables

潜变量	可观测变量个数	可观测变量名	科隆巴赫系数	信度
环境态度	4	EA1、EA2、EA3、EA4	0.842	高
社会规范	3	PM1、PM2、SN1	0.763	较高
环境知识和宣传教育	2	EK1、PE1	0.791	较高
环境设施和服务	5	PB1、PB2、PB3、PB5	0.885	高

在初始概念模型中,*PM3*(公民社会责任)为潜变量“社会规范”的一个观测变量,但其在公因子“环境态度”下的因子载荷最高为0.732,因此,将*PM3*调整为潜变量“环境态度”的观测变量。此外,由表3可以看出:*EA1*(环境素养)无论在哪个公因子下的

2019年6月

载荷值都小于0.5,因此将该观测变量从初始概念模型中去掉;除EA1外的其他观测变量的因子载荷值都大于0.5,说明这些变量都能被相应公因子较好地解释,且其设置均和概念模型一致。

3.2 结构方程模型检验

根据以上分析调整结果,在AMOS 21.0软件平台上构建居民垃圾处理行为研究的初始结构方程

表3 正交旋转后的因子载荷矩阵

Table 3 Factor loading matrix after orthogonal rotation

观测变量	提取成份			
	因子1	因子2	因子3	因子4
参与意愿EA2	0.548			
公民社会责任PM3	0.732			
环保意识EA3	0.693			
行为态度EA4	0.782			
环境素养EA1				
公共宣传教育PE1				0.742
社会认同感PM1		0.680		
经济成本收益PB1			0.575	
时间花费PB2			0.698	
分类设施便利性PB3			0.787	
回收设施便利性PB5			0.863	
法律法规约束PM2		0.618		
邻居的影响SN1		0.722		
分类回收知识信息EK1				0.693

表4 初始模型的显著路径系数

Table 4 Significant path coefficient of the initial model

路径	假设基本内容	标准化路径系数估计值	统计量检验参数	P(支持强度)
EA → PM3	环境态度→公民社会责任	0.605	-	-
EA → EA2	环境态度→参与意愿	0.371	7.251	*** (强力支持)
EA → EA3	环境态度→环保意识	0.690	11.328	*** (强力支持)
EA → EA4	环境态度→行为态度	0.725	11.483	*** (强力支持)
EK → EK1	环境知识和宣传教育→分类回收知识信息	0.643	-	-
EK → PE1	环境知识和宣传教育→公共宣传教育	0.510	1.884	0.060 (不支持)
PB → PB3	环境设施和服务→分类设施便利性	0.550	-	-
PB → PB5	环境设施和服务→回收设施便利性	0.683	5.921	*** (强力支持)
EA → WDB	环境态度环境设施和服务→垃圾处理行为	0.188	3.925	*** (强力支持)
EK → WDB	环境知识和宣传教育→垃圾处理行为	0.158	1.974	0.048 (支持)
PB → PB1	环境设施和服务→经济成本收益	0.443	6.566	*** (强力支持)
SN → PM1	社会规范→社会认同感	0.498	-	-
SN → PM2	社会规范→法律法规约束	0.543	5.972	***
SN → WDB	社会规范→垃圾处理行为	0.043	0.787	0.431 (不支持)
PB → PB2	环境设施和服务→时间花费	0.480	8.954	*** (强力支持)
SN → SN1	社会规范→邻居的影响	0.574	5.846	*** (强力支持)
PB → WDB	环境设施和服务→垃圾处理行为	0.119	2.246	0.025 (支持)

注:***表示在0.01水平上显著。本文取95%置信区间,即P值小于0.05即说明在0.05水平上显著,此时认为该路径系数具有显著性。

分析模型,采用最大似然估计法对模型中各参数进行估计,初始运算结果如图2所示。

采用CR(Critical Ratio)值的统计检验相伴概率P进行模型路径系数显著性检验。标准化路径系数估计的显著性见表4。

初始模型拟合卡方值(Chi-square)为365.2($p <$

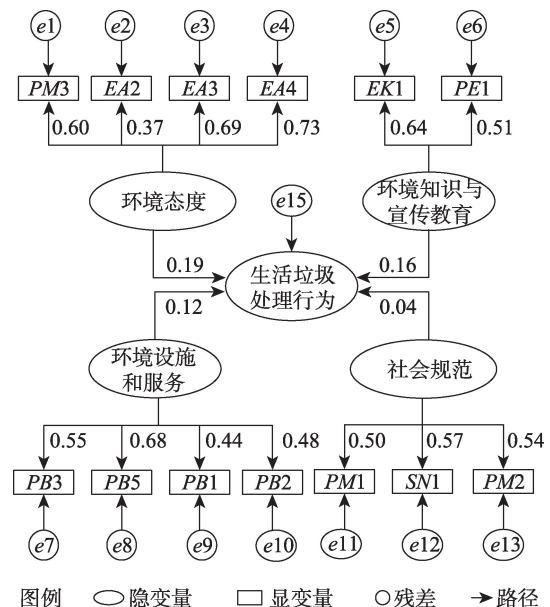


图2 初始结构方程模型的参数估计运算结果

Figure 2 Parameter estimation results of the initial structural equation model

0.001),自由度为74,且各项常用拟合指数值均符合要求。但“社会规范”对生活垃圾处理行为产生影响的标准化路径系数估计值仅为0.043,显著性很差。且从实际角度考虑,社会认同感等道德层面的约束对居民参与垃圾分类和废品回收的影响不大;对于法律法规约束,目前,中国已有的法律法规大多只是鼓励性的,并没有出台强制性的约束政策,因此现实生活中政策法规对居民是否参与生活垃圾分类和废品回收行为的影响还很有限。

其次,使用修正指数对模型进行扩展,根据 MI 值,观测变量“邻居的影响” $SN1$ 和潜变量“环境知识和宣传教育”之间 MI 值很高,为45.363。结合实际情况,居民容易受到邻居、家人等的行为影响,具有学习能力,通过周围人的带动掌握分类回收知识和信息、形成分类回收习惯。因此,综合以上模型分析理论和实际情况,考虑去掉“社会规范”和“垃圾处理行为”之间的路径;同时在观测变量 $SN1$ 和潜变量“环境知识和宣传教育”之间增加一条路径。对修改后的模型进行参数路径系数估计,结果如图3所示。

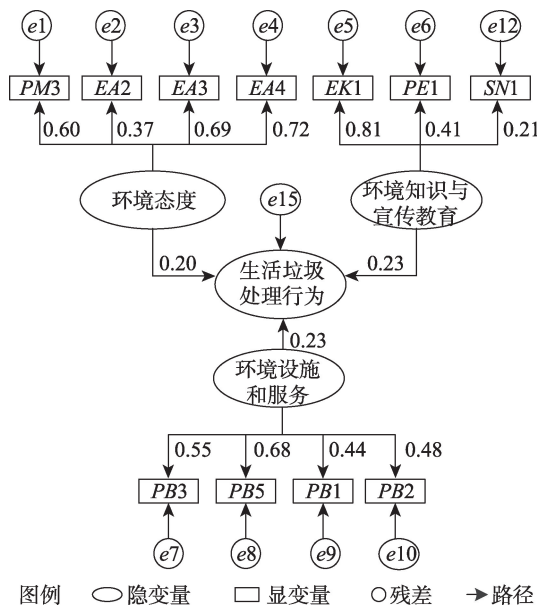


图3 修正后结构方程模型的参数估计运算结果

Figure 3 Results of parameter estimation of the modified model

修正后模型中所有路径系数估计值均在0.05水平下显著,并且多数参数在0.01水平下显著,说明具有很好的显著性,在95%置信度下模型可信,模型修正达标。对比修正前后模型的拟合指数运算结果(表5)可以看出:卡方值从365.20降低到229.78,同时,各拟合指数优于修正前,拟合优度指数 GFI 、比较拟合指数 CFI 、归一化拟合指数 NFI 、增量拟合指数 IFI 皆大于0.90,表明构建的居民生活垃圾分类行为模型具有理想的拟合度^[27,28]。

3.3 修正模型的结果分析

由结构方程模型检验结果可知,城市居民生活垃圾处理行为研究概念模型(图1)包含的14个基本路径假设中有10个路径假设($H1$, $H3-H5$, $H9-H13$)通过检验成立,此外,调整新增的一个关系路径也通过模型检验,即“邻居的影响”对居民的“环境知识和宣传教育”有正向影响成立。修正模型增列标准化路径系数估计值如图4所示。

图4中左侧标准化路径系数的大小代表观测变量对潜变量的直接影响程度,右侧3个标准化路径系数的大小代表潜变量对目标变量(生活垃圾处理行为)的直接影响程度,两者的乘积代表观测变量对目标变量的间接影响程度。例如:

①“参与意愿”对“生活垃圾处理行为”的影响程度是: $0.72 \times 0.20 = 0.144$;

②“回收设施便利性”对“生活垃圾处理行为”的影响程度是: $0.68 \times 0.23 = 0.156$;

③“公共宣传教育”对“生活垃圾处理行为”的影响程度是: $0.81 \times 0.23 = 0.186$ 。

同理,可以计算得到其余8个观测变量对居民生活垃圾处理行为的影响效果:“环保意识”“公民社会责任”和“行为态度”对“生活垃圾处理行为”的综合影响程度分别为0.138、0.120和0.074,表示居民环境意识、社会责任感、行为态度每增加1个单位,其生活垃圾处理行为效用分别增加0.138、0.120和0.074个单位。“分类设施便利性”“时间花费”和“经济成本收益”对“生活垃圾处理行为”的影响程

表5 关系模型修正前后的拟合优度指数比较

Table 5 Comparison of the goodness-of-fit values between the initial model and the modified model

拟合指数	卡方值(自由度)	GFI	CFI	NFI	IFI	$RMSEA$	AIC
修正前	365.20(74)	0.853	0.853	0.914	0.857	0.082	427.227
修正后	229.78(52)	0.914	0.933	0.952	0.926	0.076	281.757

2019年6月

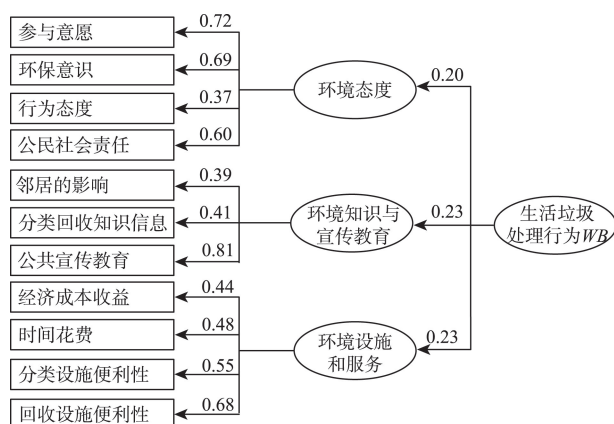


图4 修正模型增列标准化路径系数估计值

Figure 4 Estimated value of additional standardized path coefficient of the modified model

度分别为0.127、0.110和0.101,亦即若分类设施便利性每增加1个单位,则居民生活垃圾处理行为效用增加0.127个单位,居民处理生活垃圾的时间花费每增加1个单位,则其行为效用减少0.110个单位。“分类回收知识信息”和“邻居的影响”对“生活垃圾处理行为”的影响程度分别为0.094和0.090。

4 结论与建议

4.1 研究结论

本文采用社会调查和结构方程统计分析方法,结合苏州市中心城区居民生活垃圾处理问卷数据,对居民生活垃圾分类回收行为决策机制进行了研究。研究表明:

(1)从整体上看,居民生活垃圾处理行为选择主要由4个主观因素(参与意愿、环保意识、社会责任感和行为态度)和7个外部情境因素(接受到的公共宣传教育、回收设施便利性、邻居的影响、分类设施便利性、时间花费、经济成本收益和分类回收知识信息掌握程度)共同作用的结果,且外部情境因素对居民生活垃圾处理行为的综合影响值为0.865,为主观因素的综合影响程度(0.476)的近2倍。

(2)对于3个潜变量构面,“环境设施和服务”对居民行为的综合影响最大,其次是“环境态度”,最后是“环境知识和宣传教育”。就单一影响因素而言,对居民垃圾处理行为影响最显著的前5个因素依次是:“公共宣传教育”“回收设施便利性”“参与意愿”“环保意识”和“分类设施便利性”。而经济成本收益和时间花费对居民是否参与垃圾分类回收的影响相对较小。

(3)法律法规约束对居民垃圾处理行为选择的影响未达到统计学显著水平,这是由于,目前苏州市关于生活垃圾分类回收的法律法规大多只是鼓励引导性的,还没有出台强制性的约束政策,也就是说,被调查居民在现实生活中受到的政策法律法规对其是否参与生活垃圾分类和废品回收的影响十分有限。存储空间占用对居民所处外部环境因素“环境设施和服务”有负向影响的路径假设不成立。

4.2 政策建议

基于上述研究结论,提出如下对中国城市生活垃圾分类回收管理建议:

(1)加强城市生活垃圾分类回收配套设施规划建设。由研究结果可知,“环境设施和服务”对居民行为的综合影响最大,且分类、回收设施便利性是影响居民生活垃圾处理行为的关键因素。然而,目前中国大多数城市的后端分类收运系统建设滞后;已有的建设规划,只对垃圾分类收运系统建设作出了原则性规定。后端分类收运设施不到位和低效率将严重影响前端居民分类的积极性。因此,建议中国各城市在规划建设中加入明确的生活垃圾分类回收设施及体系规划,加快建立“分类投放、分类收集、分类运输、分类处理”的完整生活垃圾分类处理系统。同时,应加快再生资源回收站点建设和规范化资源回收体系建设,提高回收设施或服务的便利性。

(2)通过多种渠道对居民广泛开展生活垃圾分类回收相关宣传教育。通过研究表明,公共宣传教育是影响居民生活垃圾处理行为的最显著的因素,居民接触到的垃圾分类和废品回收的宣传教育途径及次数越多,其对生活垃圾分类和废品回收的参与度越高。因此,建议政府等管理部门通过媒体、学校教育、广告等各种宣传教育渠道,加强对居民进行生活垃圾分类和废品回收相关宣传教育,充分利用电视、广告牌、手机客户端、移动互联网等媒介,宣传生活垃圾分类和废品回收的知识信息,倡导绿色文明的生活习惯,通过开展单位、学校、社区培训,以提升居民环保意识和参与意愿,增强居民对分类回收知识信息的掌握水平。

(3)完善法律法规建设。目前,中国尚未建立有效的生活垃圾分类回收管理法律法规、激励机制和强制约束政策;居民作为生活垃圾的产生者,其是否参与分类回收基本靠自觉、自愿,没有受到法

律法规的约束。政府需要加强城市生活垃圾分类回收的顶层设计,尽快完善约束性法律法规和激励政策的制定,建立起与居民切身利益挂钩的管理机制,明确居民的责任和义务,并建立配套的奖惩机制,以保障全体居民参与生活垃圾分类回收,实现城市生活垃圾分类回收的有效管理。

参考文献(References):

- [1] 中华人民共和国国家统计局. 中华人民共和国2017年国民经济和社会发展统计公报[EB/OL]. (2018-02-28) [2018-08-15]. http://www.stats.gov.cn/tjsj/zxfb/201802/t20180228_1585631.html. [National Bureau of Statistics of the People's Republic of China. People's Republic of China 2017 National Economic and Social Development Statistical Bulletin[EB/OL]. (2018-02-28) [2018-08-15]. http://www.stats.gov.cn/tjsj/zxfb/201802/t20180228_1585631.html.]
- [2] 江源, 康慕谊, 张先根, 等. 生活垃圾资源化减量化措施在中国城市居民中的认识分析[J]. 资源科学, 2002, 24(1): 15-19. [Jiang Y, Kang M Y, Zhang X G, et al. Cognition of resources recovery and quantitative reduction towards urban domestic garbage among residents in China[J]. Resources Science, 2002, 24(1): 15-19.]
- [3] Fei F, Qu L L, Wen Z G, et al. How to integrate the informal recycling system into municipal solid waste management in developing countries: Based on a China's case in Suzhou urban area[J]. Resources Conservation & Recycling, 2016, 110: 74-86.
- [4] 国务院办公厅. 国务院办公厅关于转发国家发展改革委住房城乡建设部生活垃圾分类制度实施方案的通知(国办发[2017]26号)[EB/OL]. (2017-03-18) [2018-08-15]. http://www.gov.cn/jzhengce/content/2017-03/30/content_5182124.htm. [General Office of the State Council. Circular of the General Office of the State Council on Transmitting Implementation Plan of the Domestic Waste Classification System to National Development and Reform and Ministry of Housing and Urban-Rural Development (State Office Issued [2017] No. 26) [EB/OL]. (2017-03-18) [2018-08-15]. http://www.gov.cn/jzhengce/content/2017-03/30/content_5182124.htm.]
- [5] 闫海超. 强制分类或许是改变的契机[EB/OL]. (2016-09-21) [2018-08-15]. http://epaper.cenews.com.cn/html/2016-09/21/content_50274.htm. [Yan H C. Mandatory Classification May Be an Opportunity for Change[EB/OL]. (2016-09-21) [2018-08-15]. http://epaper.cenews.com.cn/html/2016-09/21/content_50274.htm.]
- [6] Jackson T. Motivating Sustainable Consumption: A Review of Evidence on Consumer Behaviour and Behavioural Change[R]. Guildford: Sustainable Development Research Network, 2005.
- [7] Ajzen I. From Intentions to Actions: A Theory of Planned Behavior [M]. Berlin: Springer Heidelberg, 1985.
- [8] Nguyen T T P, Zhu D, Le N P. Factors influencing waste separation intention of residential households in a developing country: Evidence from Hanoi, Vietnam[J]. Habitat International, 2015, 48: 169-176.
- [9] Park J, Ha S. Understanding consumer recycling behavior: Combining the theory of planned behavior and the norm activation model[J]. Family & Consumer Sciences Research Journal, 2014, 42(3): 278-291.
- [10] Boldero J. The prediction of household recycling of newspapers: The role of attitudes, intentions, and situational factors[J]. Journal of Applied Social Psychology, 1995, 25(5): 440-462.
- [11] Stern P C, Oskamp S. Managing Scarce Environmental Resources [A]. Stokols D, Altmann I. Handbook of Environmental Psychology [M]. New York: Wiley, 1987.
- [12] Guagnano G A, Stern P C, Dietz T. Influences on attitude-behavior relationships: A natural experiment with curbside recycling[J]. Environment and Behavior, 1995, 27(5): 699-718.
- [13] 曲英, 朱庆华. 情境因素对城市居民生活垃圾源头分类行为的影响研究[J]. 管理评论, 2010, 22(9): 121-128. [Qu Y, Zhu Q H. The effect of situational factors on the relationship between behavior intention and behavior for source separation of household waste [J]. Management Review, 2010, 22(9): 121-128.]
- [14] 曲英. 城市居民生活垃圾源头分类行为研究[D]. 大连: 大连理工大学, 2007. [Qu Y. The Study on Residential Behavior for Source Separation of Household Waste[D]. Dalian: Dalian University of Technology, 2007.]
- [15] Boonrod K, Towprayoon S, Bonnet S, et al. Enhancing organic waste separation at the source behavior: A case study of the application of motivation mechanisms in communities in Thailand[J]. Resources Conservation & Recycling, 2015, 95: 77-90.
- [16] Wan C, Shen G Q, Yu A. The role of perceived effectiveness of policy measures in predicting recycling behaviour in Hong Kong[J]. Resources Conservation & Recycling, 2014, 83: 141-151.
- [17] Deng J, Xu W Y, Zhou C B. Investigation of waste classification and collection actual effect and the study of long acting management in the community of Beijing[J]. Environmental Science, 2013, 34(1): 395-400.
- [18] Reddi K R, Li W L, Wang B C, et al. System dynamics modelling of hybrid renewable energy systems and combined heating and power generator[J]. International Journal of Sustainable Engineering, 2013, 6(1): 31-47.
- [19] Grazhdani D. Assessing the variables affecting on the rate of solid waste generation and recycling: An empirical analysis in Prespa Park[J]. Waste Management, 2016, 48: 3-13.
- [20] Matsumoto S. The opportunity cost of pro-environmental activities: Spending time to promote the environment[J]. Journal of Family and Economic Issues, 2014, 35(1): 119-130.
- [21] Bach H, Mild A, Natter M, et al. Combining socio-demographic and logistic factors to explain the generation and collection of waste paper[J]. Resources Conservation & Recycling, 2004, 41(1): 65-73.
- [22] Babaei A A, Alavi N, Goudarzi G, et al. Household recycling knowledge, attitudes and practices towards solid waste management[J].

- Resources Conservation & Recycling, 2015, 102: 94–100.
- [23] 汤以成, 钱丽燕, 干磊, 等. “近期大分流远期细分类”模式探析: 苏州市生活垃圾分类的实践与思考[J]. 城市管理与科技, 2016, 18(2): 66–68. [Tang Y C, Qian L Y, Gan L, et al. Analysis of the mode of recent large-segment and long-term classification: The practice and thinking of Suzhou domestic waste classification [J]. Urban Management Science & Technology, 2016, 18(2): 66–68.]
- [24] 苏州市统计局. 苏州统计年鉴2017[M]. 北京: 中国统计出版社, 2017. [Suzhou Statistical Bureau. Suzhou Statistical Yearbook 2017[M]. Beijing: China Statistics Press, 2017.]
- [25] Tenenhaus M, Vinzi V E, Chatelin Y M, et al. PLS path modeling [J]. Computational Statistics & Data Analysis, 2005, 48(1): 159–205.
- [26] 吴明隆. 结构方程模型: AMOS的操作与应用[M]. 重庆: 重庆大学出版社, 2010. [Wu M L. Structural Equation Model: Operation and Application of AMOS[M]. Chongqing: Chongqing University Press, 2010.]
- [27] 娄敏. 天津市生活垃圾分类回收的居民认知分析和对策研究[D]. 天津: 天津职业技术师范大学, 2016. [Lou M. Analysis of Residents' Cognition of Classification and Recycling in Tianjin and Research of its Countermeasures[D]. Tianjin: Tianjin University of Technology and Education, 2016.]
- [28] 邱皓政, 林碧芳. 结构方程模型的原理与应用[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2009. [Qiu H Z, Lin B F. Principle and Application of Structural Equation Modeling[M]. Beijing: China Light Industry Press, 2009.]

Analysis on residents' behavior of domestic solid waste source separation based on structural equation

MENG Xiaoyan

(Institutes of Science and Development, CAS, Beijing 100190, China)

Abstract: The resident is one of the key subjects in the municipal solid waste separation and recovery system. Residents' participation in source separation of domestic solid waste is one of the most important factors affecting the success or failure of the urban solid waste separation work. In this study, in order to analyze the mechanisms of residents' waste separation and recovery behaviors, Suzhou City was chosen as a case, a field questionnaire survey of the residents in its central area was conducted, and the key factors affecting residents' waste sorting and recovery behaviors and their paths were explored using the statistical analysis method of structural equation modeling (SEM). The research results show that the domestic solid waste source separation behaviors of the surveyed residents are closely related to four subjective factors and seven objective factors, and the latter's comprehensive effect is almost twice that of the former. Among all the factors, the latent variable “environmental facilities and services” has the greatest combined impact, while “public education”, “convenience of recycling facilities”, “convenience of separation facilities”, “willingness to participate”, and “environmental awareness” are the top five factors that affect residents' domestic solid waste separation behaviors. In order to further accelerate the source separation of domestic solid waste in China, it is recommended to strengthen the planning and construction of municipal solid waste separation and recycling facilities, extensively carry out publicity and education on domestic solid waste separation and recycling, improve relevant laws and regulations, and establish an effective incentive and restraint mechanism.

Key words: Residents' environmental behavior; domestic solid waste separation; resource recovery; structural equation model analysis; influencing factors; Suzhou City