

文章编号: 1672-4747 (2020) 04-0046-07

城市居民电子废弃物回收行为及其空间属性研究

陈兰芳¹, 吴刚², 郭茜², 肖翼², 谭星²

(1. 西南交通大学, 土木工程学院, 成都 610031;

2. 西南交通大学, 交通运输与物流学院, 成都 611756)

摘要: 随着环境、资源和人口问题的逐渐突出, 研究居民的行为以促进电子废弃物的回收变得非常重要。既有研究通常立足于居民的社会人口属性研究不同人群的回收行为差异, 或更进一步分析导致其差异的影响因素。如何基于空间属性视角, 洞悉居民回收行为的空间差异与分布, 有助于为电子废弃物回收实践提供新的思路和方法。论文基于峨眉山市 1 683 个样本的实证数据, 通过构建结构方程模型并结合地理信息技术等方法研究了城市居民电子废弃物回收行为及其空间差异。结果表明, 态度和知觉行为控制影响回收行为意向, 行为意向和情境因素则影响回收行为。特别是, 在空间上, 回收行为呈现“高、较高、中、较低、低”5 个层次。进一步研究显示, 高积极回收居民属于态度导向; 较高积极回收居民属于知觉行为控制导向; 中等积极回收居民属于情境因素导向; 较低积极回收居民属于主观规范平和型导向; 低积极回收居民则属于主观规范抑制型导向。基于回收行为的空间属性制定回收策略, 可以更有针对性地引导居民的电子废弃物回收行为。

关键词: 城市居民; 电子废弃物; 计划行为理论; 回收行为; 空间属性

中图分类号: F713.2; X76 **文献标志码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.1672-4747.2020.04.006

Research on Urban Residents' E-waste Recycling Behavior and its Spatial Attributes

CHEN Lan-fang¹, WU Gang², GUO Qian², XIAO Yi², TAN Xing²

(1. School of Civil Engineering, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China;

2. School of Transportation and Logistics, Southwest Jiaotong University, Chengdu 611756, China)

Abstract: Amid an increasing number of issues regarding the environment, resources and population, promoting the recycling of e-waste by studying the behavior of residents has become critical. Existing studies usually compare the recovery behaviors of different groups based on the residents' social demographic characteristics, or further analyze the factors causing these differences. Examining the spatial difference and distribution of residents' recycling behavior from the perspective of spatial attributes will ignite new e-waste recycling ideas and methods. Based on empirical data from 1 683 samples in Emeishan City, this article studies the e-waste recycling behavior and spatial differences of urban residents by constructing a structural equation model, and combining it with geographic information technology. The

收稿日期: 2020-03-05

基金项目: 教育部人文社科基金 (15YJA790064); 国家社会科学基金 (13BJY058)

作者简介: 陈兰芳 (1971—), 女, 新疆石河子人, 副教授, 研究方向: 技术经济, E-mail: 2539403125@qq.com

通信作者: 吴刚 (1972—), 男, 汉族, 四川南江人, 博士, 教授, 研究方向: 行为理论及应用、可持续发展管理研究, E-mail: 1462561086@qq.com

引文格式: 陈兰芳, 吴刚, 郭茜, 等. 城市居民电子废弃物回收行为及其空间属性研究[J]. 交通运输工程与信息学报, 2020, 18(4): 46-52

results show that attitudes and perceptual behavior control affect the intention of recovery behavior, while behavior intention and situational factors affect recovery behavior. The positive behavior of the recovery behavior is categorized into the following five behavior spaces; high, higher, medium, lower and low. Further research shows that the highly active and the higher active recovery of residents belong to the "attitude-oriented" and the "control of perceptual behavior" subcategories, respectively. The medium active, the lower active and the low active recovery of residents belong to the "situational factors guide", the "peace-oriented subjective norms" and the "inhibition-oriented subjective norms" subcategories, respectively. According to the behavior distribution and main characteristics of each space, these results can guide residents' e-waste recycling behavior more specifically.

Key words: city dweller; e-waste; planned behavior theory; recycling behavior; spatial properties

0 引言

在科技和经济发展迅速的时代,人们产生的电子废弃物的数量越来越多^[1]。而大量存在的电子废弃物通过非规范回收利用,对环境产生了严重的二次污染^[2, 3]。居民在参与电子废弃物的回收过程中,如何促进其选择规范回收而不是非规范回收,是目前迫切需要解决的问题^[4]。以往学者在研究居民回收行为时,会将研究对象所在的城市视作一个整体。然而,如果以更小尺度的城市空间来研究居民电子废弃物回收行为(Residents' E-waste Recycling Behavior, 简称 RERB),特别是其产生差异的原因、影响因素和作用路径,则更有助于揭示居民电子废弃物回收行为的城市空间分布特征及规律,并据此获得更具针对性的回收方法。

统计分析是常用于居民回收行为研究的方法。王建明^[5]研究废弃物回收行为时,以武汉居民作为研究对象,设计调查问卷,具体测度和实证后发现不同的人群对回收行为的影响程度有所不同。而江源^[6]对居民减少和再利用垃圾两项措施的了解程度进行分析,发现个体的社会属性对回收垃圾有一定意义。吴刚^[7]在研究中发现居民在参与回收行为时,收入的多少以及回收的方便程度对不同层级收入家庭参与废旧家电规范

回收的影响程度不同。同时,人们所在的空间组织越小,其行为越趋向正面和积极。为了更好地理解居民的废弃物回收行为, Nurliyana^[8]以 143 个居民样本为基础,研究了 Selangor 地区居民回收态度与回收行为之间的关系。

相比一般的统计分析方法,基于社会心理学的研究能更好地洞悉居民回收行为的影响因素及其作用机理。计划行为理论(Planned Behavior Theory, 简称 TPB)则是以期望价值理论为基础,认为人的行为是深思熟虑计划的结果,有利于理解人如何改变自己的行为模式。TPB 近年来常用于回收行为的研究中^[9, 10]。曲英^[11]将 TPB 应用于分析城市居民在垃圾源头分类方面的行为意向。而陆莹莹^[12]将 TPB 用于研究电子废弃物回收行为。Fabian^[3]基于计划行为理论研究了巴西地区居民电子废弃物的回收行为,发现更乐意参与电子废弃物回收的多为女性和收入较低的中年人,且分布在巴西东南部地区。

通过计划行为理论有助于辨析居民回收行为在社会人口属性层面上的差异及规律。但相关研究成果在实践层面却难以“落地”实施,因为针对不同性别、年龄、职业、收入的人群分别制定不同的回收策略是不现实的^[13]。但基于特定空间则可以针对性地制定差异化回收策略促进规范回收行为。因此,在合理尺度内研究居民回收

行为的空间属性具有积极意义。既有研究通常以大城市为研究尺度。近年来,也出现了以城市为基础向外基于区域尺度的研究。Zhaohua^[4]对我国 7 个地理区域和 22 个省的居民进行了调查,并在此基础上研究了这些区域内居民对电子废弃物的回收行为意向。一些研究还涉及到国际比较^[4],比如, Jurate^[15]以立陶宛和瑞典为例,研究了早期回收系统与成熟回收系统之间家庭回收行为的影响因素; Katya^[10]则比较了瑞典与保加利亚的回收计划如何影响居民对废弃物的分类回收行为。从城市外部空间视角研究居民回收行为,其研究范围更为广泛,虽然在研究方法和适用性检验方面有一定意义,但其成果能应用于实践的内容却不多^[12]。为此,本文将从城市内部空间视角研究居民电子废弃物回收行为。

1 研究设计

1.1 研究区域

研究区域选择四川中小城市峨眉山市,该市总人口 43 万,其中城市人口近 20 万。与大城市相比,研究中小城市居民的电子废弃物回收行为十分必要,该城市符合小尺度城市空间的要求,可作为选取的研究区域。

1.2 研究假设

相关研究表明,目前 TPB 是用于研究 RERB 最有效的基础理论^[9]。在 RERB 产生过程中,不仅主体的行为意向对其会有影响,而且主体对该行为的感知能力、参与该行为的机会、为参与该行为所拥有的资源等也是重要影响因素^[16]。此外,当个体参与该回收行为时,除个体外的其他外界条件会有所不同,这些客观外界条件会影响个体环境行为的实施^[17],因此考虑这一情况,有必要增加情境因素这一前置变量。为此,可提出研究假设如下:

- H₁: 态度影响 RERB 意向;
- H₂: 主观规范影响 RERB 意向;
- H₃: 知觉行为控制影响 RERB 意向;
- H₄: 情境因素影响 RERB 意向;
- H₅: RERB 意向影响 RERB。

由于在不同空间下, RERB 会有差别,需要对研究区域进行分区,分析并提出下述假设:

H₆: 研究区域内的 RERB 会因为各影响因素对回收行为的作用程度在空间分布上不同。

由此,可得到研究框架如图 1 所示。

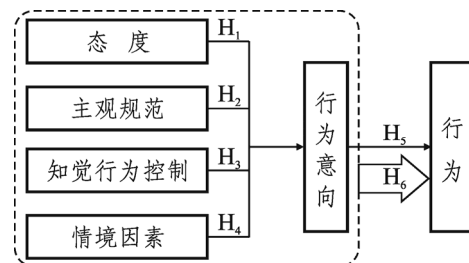


图 1 研究框架

Fig. 1 Research framework

1.3 问卷设计

参考相关文献^[17-20]和专家意见设计初始问卷,以大学生为初测对象,根据结果修改初测问卷形成正式问卷。正式调查问卷分为填写注意事项、变量和基本信息三部分。其中,变量部分包括知觉行为控制 (Perceptual Control Behavior, 简称 PCB)、主观规范 (Subjective Norms, 简称 SN)、态度 (Attitude, 简称 ATT)、情境因素 (Situational, 简称 SF)、行为意向 (Behavior Intention, 简称 BI) 和行为 (Behavior, 简称 B) 6 个潜变量,共设计 20 个问项;基本信息部分包括用于空间属性研究的描述人口特征的信息 (见表 1),共设计 4 个问项。

2 研究方法

2.1 数据的获取

正式调查问卷于 2016 年 5 月面向峨眉山市

城区居民，随机分发给街道以及城区主要2所小学的学生家长填写，共发2300份，回收2194份，回收率95.4%，有效问卷1683份，问卷可用率达到了76.7%，样本描述性统计见表1。

表1 样本的社会人口特征

Tab.1 Social demographic characteristics of the sample

人口统计学变量		样本数量	比例/(%)
性别	男	694	41.2
	女	989	58.8
学历	初中及以下	631	37.5
	中专或高中	608	36.1
	大学专科或本科	418	24.8
	研究生及以上	26	1.60
年龄	不足18岁	338	20.0
	18~39岁	1049	62.3
	40~60岁	253	15.0
	60岁以上	43	2.7
月平均收入	不足1000元	652	38.7
	1001~2000元	395	23.5
	2001~3000元	204	12.1
	3001~5000元	54	3.20
	5000元以上	378	22.5
	无独立收入	652	38.7

受访对象女性占比为58.8%，男性为41.2%，这与现实中女性更多参与家庭回收的情况相符。中青年（18~60岁）占绝大多数，约为77.3%，与实际情况一致。从学历和收入分布看，具有高等学历的人数比例相对较低，仅占调查总体数量的26.4%，而高收入人群占比较低（月收入5000元以上），占调查总体数量的22.5%，符合实际。可见，样本合理且有代表性。

2.2 样本信度与效度检验

应用SPSS19进行信效度分析，以Cronbach系数大于0.7作为问卷信度的评判标准，以KMO测度大于0.7和Bartlett球形度检验作为样本相关性检验评判标准，并以公共因子累积方差贡献率（大于50%为符合预期）和萃取的公共因子载荷系数（均大于0.5为符合标准）为问卷结构效度的评价依据。表2显示数据信度、效度均符合要求。

表2 数据可靠性分析

Tab.2 Data reliability analysis

要素	测量问项	标准化 克隆巴赫系数	因子载荷
ATT	T ₁	0.715	0.601
	T ₂		0.637
	T ₃		0.695
	T ₄		0.525
	T ₅		0.636
SN	S ₁	0.857	0.718
	S ₂		0.809
	S ₃		0.718
	S ₄		0.534
	S ₅		0.693
PCB	P ₁	0.712	0.640
	P ₂		0.647
	P ₃		0.601
SF	F ₁	0.732	0.743
	F ₂		0.666
	F ₃		0.556
BI	I ₁	0.705	0.630
	I ₂		0.519
B	B ₁	0.836	0.664
	B ₂		0.724

3 居民电子废弃物回收行为研究

3.1 回收行为影响因素

为验证假设H₁、H₂、H₃、H₄和H₅，研究在改进TPB的基础上构建结构方程模型，并运用统计分析软件AMOS 21.0版本对该模型进行验证。最终得出在模型拟合良好状况下ATT、PCB、SF、SN、BI以及B间的影响关系。影响回收行为因素的影响路径、影响大小及显著性见图2。由此可知，除H₂外，H₁、H₃~H₅均通过检验。

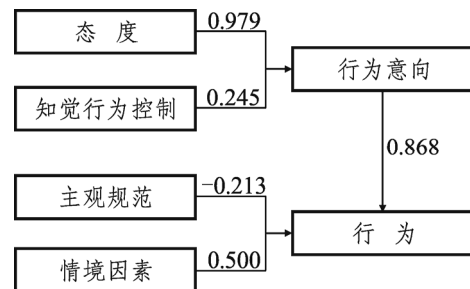


图2 电子废弃物回收行为的影响路径及系数

Fig.2 Impact path and coefficient of e-waste recycling behavior

3.2 回收行为空间属性研究

3.2.1 样本空间分布研究

利用样本的家庭住址，在地图上确定样本在研究区域的空间位置信息，得到了样本点在研究区域的分布情况，如图 3 所示。

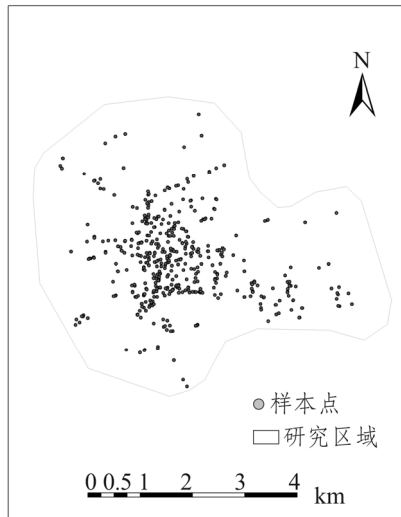


图 3 样本居民的空间分布

Fig. 3 Spatial distribution of sample residents

可以看出中间样本点数量相对于边缘多而密。该分布情况与居民实际分布情况基本一致，即城市中心区域人口密度较大、其他区域则较为分散。这说明样本在空间分布上具有合理性。

3.2.2 回收行为空间差异研究

实现研究的空间分区需要取得一个统一标准来衡量行为程度。运用主成分分析法对来自于问卷的两个观察变量（“您家里没有将电子废弃物随意卖掉或者扔掉”和“您现今会将电子废弃物送往正规的机构进行合理的回收”）进行处理，得到一个可以反映更多样本信息的综合两个观察变量的指标，该指标值越高，表示样本参与电子废弃物回收行为越多，即积极性越高。

以确立的分区标准为基础，在 ArcGIS 软件上划分样本点的空间区域。先做运算规则为反距离权重法的插值计算，所谓插值计算是指根据被

划分区域内样本点的相似性，通过一定运算规则计算各个样本点到邻近样本点的距离值来估算出单元格的值，进而由单元格形成一个表面。相关研究表明，选取该规则从空间角度研究社会学、心理学等问题时，效果会更好，此外，由于它计算的是各个样本点到邻近样本点的加权平均距离，能实现较好的插值计算结果。然后运用 ArcGIS 的“自然断点法”划分代表不同的行为程度的图层表，共有 5 个维度，按照热力图标准呈现如下（见图 4）。

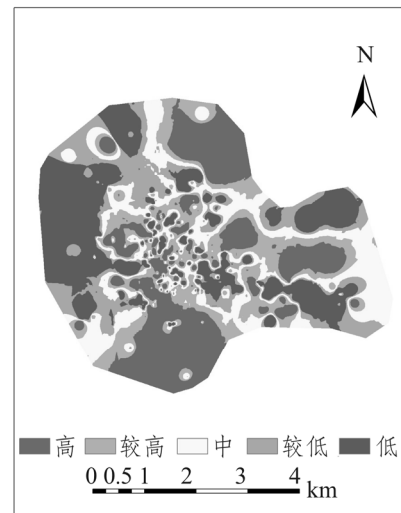


图 4 峨眉山市城市居民电子废弃物回收行为空间
Fig. 4 E-waste recycling space of urban residents in Emeishan City

研究区域按行为的执行程度分为高、较高、中、较低、低 5 个行为空间，因此对应行为程度的 5 个聚类，即高积极性回收者、较高积极性回收者、中等积极性回收者、较低积极性回收者和低积极性回收者。按积极性程度将 5 个聚类人群划分为 I 级回收者、II 级回收者、III 级回收者、IV 级回收者、V 级回收者，积极程度从大到小依次为 I 级回收者 > II 级回收者 > III 级回收者 > IV 级回收者 > V 级回收者，5 个聚类的面积大小和分布地区如表 3 所示。

表3 5个聚类的面积大小及分布地区

类别	面积大小	分布地区
I级回收者	第一	北部、南部以及中部和东部的部分区域
II级回收者	第二	西部、西北部以及中部和东部部分区域
III级回收者	第三	基本位于V级回收者分布区域的边缘
IV级回收者	第四	分布在中部、北部和南部的I级回收者区域的边缘
V级回收者	第五	在II级回收者的边缘

图4还表明城区中部I级回收者、II级回收者、III级回收者、IV级回收者、V级回收者同时存在，并且它们面积相差不大；城区外部I级回收者、II级回收者、III级回收者、IV级回收者、V级回收者没有同时存在的情况，并且它们的分布地区呈“大块”状地分布在城区外围，各个聚类之间的界限清楚明了，无复杂汇集处，这表明城区中部RERB情况更具复杂性。

3.2.3 回收行为空间差异的形成机理

通过研究5个聚类人群的行为机理来探究回收行为空间差异的形成原因，即以路径关系和路径系数来比较分析变量间的结构和量化关系。拟合5个聚类人群的数据得到各项指标，并计算出潜变量间的效应值，如表4所示。

表4 各聚类人群受潜变量影响总效应

聚类	ATT	PCB	SF	SN
I级回收者	0.949	0.261	0.555	-0.161
II级回收者	0.839	0.412	0.552	-0.275
III级回收者	0.769	0.289	0.631	-0.240
IV级回收者	0.687	0.153	0.519	-0.145
V级回收者	0.690	0.177	0.511	-0.293

横向分析来看，各变量对每个聚类产生影响的重要程度基本一致，呈现ATT影响最大，SF

影响其次，再次是PCB，最后是SN的特征。SN对I级回收者~V级回收者的影响值为负，其绝对值与PCB相差不大。纵向分析来看，同一个变量对不同聚类人群表现的效应值有明显差异。ATT对I级回收者的影响值大于ATT对II、III、IV、V级回收者的影响值，这表明高积极回收者的行为受ATT主导，称之为ATT导向型的高积极回收者。PCB对II级回收者的影响值大于PCB对I、III、IV、V级回收者的影响值，这表明较高积极回收者的行为受PCB主导，称之为PCB导向型的较高积极回收者。SF对III级回收者的影响值大于SF对I、II、IV、V级回收者的影响值，这表明中等积极回收者的行为受SF主导，称之为SF导向型的中等积极回收者。SN对IV级回收者的影响值大于SN对I、II、III、V级回收者的影响值（负值表示对行为的抑制作用，其绝对值越大，抑制作用越大），这表明较低积极回收者的行为受SN抑制作用最小，因此称之为SN平和作用型的较低积极回收者。SN对V级回收者的影响值小于SN对I、II、III、IV级回收者的影响值，这表明低积极回收者的行为受SN抑制作用最大，可称之为SN抑制作用型的低积极性回收者。

由此，研究区域RERB在空间分布上的差异均可由各聚类人群的行为受到各潜变量影响程度的不同来解释，如表5所示。

表5 各聚类人群主要受到的导向作用及表现回收行为的程度

Tab.5 The main guiding effect of each cluster population and performance degree of recycling behavior

类别	主要受到的导向作用	表现出的回收行为程度
I级回收者	态度(ATT)	高程度
II级回收者	知觉行为控制(PCB)	较高程度
III级回收者	情境因素(SF)	中等程度
IV级回收者	主观规范(SN)平和	较低程度
V级回收者	主观规范(SN)抑制	低程度

通过表 5 呈现的内容可知, 假设 H_6 成立。

4 结论与建议

影响居民电子废弃物回收行为的路径一共有 4 条, 其中包括 2 条直接影响路径和 2 条间接影响路径。各因素影响系数绝对值均大于 0.2, 表明影响作用明显。“态度→回收意向→行为”是 RERB 的关键影响路径, 其次是“情境因素→行为”影响路径。这表明, 最能促进 RERB 实现的是居民对受情境因素影响的回收行为的评价。RERB 存在明显的空间差异, 原因是主导因素不同。

在城市废弃物回收实践中, 建议根据不同影响因素的空间属性制定相应的回收策略, 将更有助于提高电子废弃物的回收效果。在态度主导行为的区域, 加强宣传教育, 促进居民积极参与回收; 在知觉行为控制主导行为的区域, 要着重增强居民对回收方法的正确认识并为其提供回收行为的条件; 在情景因素主导行为的区域, 可以通过组织回收或建立回收点以及一定的回收报酬以促进回收; 在主观规范抑制行为的区域, 尽量避免相关法律法规对回收带来较大的消极影响。

参考文献

- [1] 吴刚, 陈兰芳, 张仪彬, 等. 规范-非规范和感性-理性视角下电子废弃物回收行为意向研究[J]. 软科学, 2017, 31 (3): 135-138.
- [2] 谢天帅. 电子废弃物非正规回收查处政策及其效果[J]. 系统管理学报, 2017, 26 (4): 722-727.
- [3] ECHEGARAY F, HANSSTEIN F V. Assessing the intention-behavior gap in electronic waste recycling: the case of Brazil[J]. Journal of Cleaner Production, 2017, 142: 180-190.
- [4] WANG Z H, GUO D X, WANG X M. Determinants of residents' e-waste recycling behaviour intentions: evidence from China[J]. Journal of Cleaner Production, 2016, 137: 850-860.
- [5] 王建明. 城市居民循环回收行为的实证分析及政策含义[J]. 财贸研究, 2007 (1): 20-25.
- [6] 江源, 康慕谊, 张先根, 等. 生活垃圾资源化与减量化措施在中国城市居民中的认知度分析[J]. 资源科学, 2001, 24 (1): 16-19.
- [7] 吴刚, 陈兰芳, 李云, 等. 循环经济下再生资源规范回收行为研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2010, 20 (10): 109-116.
- [8] JEKRIA N, DAUD S. Environmental concern and recycling behaviour[J]. Procedia Economics and Finance, 2016, 35: 667-673.
- [9] ARI E, YILMAZ V. A proposed structural model for housewives' recycling behavior: a case study from Turkey[J]. Ecological Economics, 2016, 129: 132-142.
- [10] STOEVA K, ALRIKSSON S. Influence of recycling programmes on waste separation behavior[J]. Waste Management, 2017, 68: 732-741.
- [11] 曲英, 朱庆华. 城市居民生活垃圾源头分类行为意向研究[J]. 管理评论, 2009, 21 (9): 108-113.
- [12] 陆莹莹, 赵旭. 基于 TPB 理论的居民废旧家电及电子产品回收行为研究[J]. 管理评论, 2009, 21 (8): 85-94.
- [13] MARTINHO G, MAGALHAES D, PIRES A. Consumer behavior with respect to the consumption and recycling of smartphones and tablets: an exploratory study in Portugal[J]. Journal of Cleaner Production, 2017, 156: 147-158.
- [14] YEPSEN R. Encouraging sustainable recycling behavior through financial incentives[J]. Academic Research Library, 2007, 48 (12): 34-37.
- [15] MILIUTE-PLEPIENE J, HAGE O, PLEPYS A, et al. What motivates households recycling behaviour in recycling schemes of different maturity? Lessons from Lithuania and Sweden[J]. Resources, Conservation and Recycling, 2016, 113: 40-52.
- [16] 向宁, 梅凤乔, 叶文虎. 德国电子废弃物回收处理的管理实践及其借鉴[J]. 中国人口·资源与环境, 2014, 24 (2): 111-118.
- [17] MTUTU P, THONDHLANA G. Encouraging pro-environmental behaviour: energy use and recycling at Rhodes University, South Africa[J]. Habitat International, 2016, 53: 142-150.
- [18] STERN P C. New environmental theories: toward a coherent theory of environmentally significant behavior[J]. Journal of Social Issues, 2010, 56 (3): 407-424.
- [19] DARBY L, OBARA L. Household recycling behavior and attitudes towards the disposal of small electrical and electronic equipment[J]. Resources, Conservation and Recycling, 2004, 44 (1): 17-35.
- [20] HANSMANN R, BERNASCONI P, SMIESZEK T, et al. Justifications and self-organization as determinants of recycling behavior: the case of used batteries[J]. Resources Conservation and Recycling, 2006, 47 (2): 133-159.

(责任编辑: 李愈)