

中国废弃手机回收的管理策略研究

刘俊利^{1*}, 徐鹤²

(1. 天津社会科学院资源环境与生态研究所, 天津 300191; 2. 南开大学环境科学与工程学院, 天津 300350)

【摘要】 作为“城市矿产”的典型代表, 废弃手机因其废弃数量大、稀贵金属品位高等特性而备受关注, 但在推进废弃手机回收过程中存在诸多问题。本文以推动产业发展为立足点, 梳理了影响废弃手机回收的两级制衡要素, 通过构建 GREY-DEMATEL 模型, 定量评估各要素对废弃手机回收的影响程度并确定优先等级。其中, 完善废弃手机回收的管理制度及相应的经济扶持政策成为短期内应着力解决的核心问题, 从长期发展来看, 废弃手机的前端收集应成为产业关注的重点。基于此, 本文立足于废弃手机回收的短期目标及长远发展, 分别提出相应的管理策略, 为再生资源产业的良性发展提供对策建议。

【关键词】 废弃手机; 回收; 管理策略; 中国

【中图分类号】 X3

【文献标识码】 A

【文章编号】 1674-6252 (2020) 05-0079-08

【DOI】 10.16868/j.cnki.1674-6252.2020.05.079

引言

随着国家对资源循环利用的重视程度与日俱增, “城市矿产”的回收利用日益成为热点话题。2016年, 9类电器电子产品被纳入《废弃电器电子产品处理目录》(以下简称《目录》), 手机因其废弃数量大、稀贵金属品位高等特性成为再生资源行业重点关注的处理对象, 但截至目前, 废弃手机仍未实现规模化回收, 其中原因较为复杂。首先, 废弃手机的收集率较低, 超过一半的废弃手机被闲置^[1]。其中, 消费者的回收意识不足及担心信息泄露成为手机难收集的痛点^[1]。其次, “四机一脑”回收实践所累积的问题影响了废弃手机回收的规模化发展。由于处理企业数量多、规模大, 原有的基金及补贴制度造成电子废弃物基金池呈现入不敷出的态势, 若对新纳入《目录》的产品继续实施该制度, 这一问题将持续扩大。最后, 《废弃电器电子产品回收处理管理条例》^[2] (以下简称《管理条例》) 尚未围绕废弃手机等产品出台相应的经济激励政策、企业资质认定条件、处理规范等, 政策层面仍缺乏有效引导。此外, 通过梳理相关文献发现, 废弃手机回收管理相关研究集中在国内外处理实践的比较上^[3-5], 同发达国家相比, 我国废弃手机回收管理仍存在较大差距, 主要表现在回收目标不明确、法律体系不健全、主体责任不明确、回收体系不完善、处理技术落后、消费者参与程度低等一系列问

题上^[6,7]。目前, 多数研究仍停留在定性识别废弃手机回收管理问题上, 但深层次的定量及半定量研究还有待开展。

基于此, 本文以推动产业发展为立足点, 围绕手机回收的各个环节, 重点梳理并识别对其回收影响较大的要素, 通过构建定量模型剖析以上要素对废弃手机回收的影响程度, 量化影响要素的优先等级, 并提出推动废弃手机回收的管理策略, 为再生资源产业的良性发展提供对策建议。

1 研究方法

1.1 理论基础

决策试验与评估实验室方法 (Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory, DEMATEL) 是由日内瓦巴特利纪念研究所开发的结构建模方法^[8], 通过将复杂管理问题中相关要素分为原因组及结果组, 以识别各要素间的因果依赖关系及相互影响效应, 并以分层结构化方式识别可行解决方案^[9-11]。该方法以矩阵演算为工具, 利用数值衡量要素间的影响关系, 通过计算各要素的中心度和原因度确定要素间的因果关系及其在系统中的影响大小^[12,13]。

目前, 国内外学者开始将该方法应用到电子废弃物的管理决策研究中, 多数研究围绕电子废弃物的回收管理^[14]、二手产品及二手材料再制造^[15,16]、

资助项目: 国家重点研发计划项目“废旧移动终端整机无损拆解与安全再利用技术”(2018YFC1902303); 天津科技支撑重点项目“废旧手机中稀贵金属制备纳米材料的绿色深加工技术研究”(18YFZCSF00500)。

作者简介: 刘俊利(1992—), 女, 博士, 助理研究员, 主要研究方向为循环经济及电子废弃物管理, E-mail:liujunli102@126.com。

EPR 制度在电子废弃物领域的实施^[17]等议题开展影响因素识别及评估。已有研究表明,该方法作为识别复杂管理问题中的关键要素具有良好的适用性,但截至目前,针对废弃手机回收管理的研究尚未开展。

此外,该方法核算关键在于构建要素间相互影响关系矩阵,以问卷方式依赖行业专家评估完成,但主观评估给结果带来极大的不确定性。因此,本文引入灰色系统理论中的区间灰数,弥补传统 DEMATEL 方法带来的不确定性。灰色系统理论是解决不确定性决策问题的方法^[18],而灰数运算是灰色数学研究的起点。本文拟通过区间灰数与 DEMATEL 相结合,通过构造灰色矩阵克服要素关系评估主观化的缺陷,使结果更贴近实际^[19]。

1.2 模型构建

本文以 DEMATEL 方法为基础,通过引入区间灰数构建 GREY-DEMATEL 模型,定量评估影响废弃手机回收的各潜在要素的影响程度,为废弃手机的规模化回收提供决策基础。研究过程如下:

(1) 制衡要素识别。在阅读大量文献的基础上,梳理基础影响要素,同时以访谈形式征询行业内人员观点,包括处理企业人员、回收企业人员、行业专家等,根据废弃手机回收涉及的环节及主体筛选并补充影响其回收的制衡要素,分层次识别相关制衡要素。

(2) 灰数矩阵构建。专家对要素间的相互关系进行评分,即 i 要素对 j 要素的直接影响,基于 5 点量表法形成初始回答矩阵。根据各专家职位及角度的不同,赋予专家带有模糊性的不同权重,同时,根据影响关系强弱对矩阵元素进行灰数标记,最终形成 $n \times n$ 阶的障碍要素影响矩阵。

(3) 总关系矩阵 (T) 获取。由于专家评价及权重的语义变量是灰数,无法直接开展数据分析,需要对其进行标准化及清晰化处理^[17],形成基于专家评价的平均直接关系矩阵 A 。在此基础上,对矩阵进行变换及归一化,计算总关系矩阵 T 并描述矩阵的影响度、被影响度、中心度、原因度等指标。

1.3 影响要素识别

本文围绕废弃手机回收开展文献梳理及专家访谈工作,从废弃手机的收集和处理阶段确定并罗列影响其回收的制衡要素,为进一步识别及剖析关键制衡要素及提出管理建议提供基础。具体如表 1 所示。

表 1 影响废弃手机回收的制衡要素

一级制衡要素	编码	二级制衡要素
收集过程障碍 (Take-back, TB)	TB1	消费者回收意识不足
	TB2	消费者缺乏对收集渠道的了解
	TB3	废弃手机收集网络及基础设施不完善
	TB4	消费者担心个人信息泄露
	TB5	废弃手机收集成本过高,导致收集量不足
处理过程障碍 (Treatment, T)	T1	缺乏手机处理的绿色产业化实践
	T2	缺乏手机处理的统一技术标准
	T3	现有处理技术及设备有待升级
	T4	缺乏从当前处理模式转换到新处理模式的灵活性
	T5	处理运营成本过高
管理制度障碍 (Policy and Regulatory, PR)	PR1	EPR 制度在手机领域实施迟缓
	PR2	废弃手机回收的法律执行度不足
	PR3	《管理条例》中缺乏废弃手机回收的配套政策
	PR4	缺乏对正规企业的引导及对非法企业的处罚
	PR5	手机生命周期责任主体责任不明确
经济扶持障碍 (Financial barriers, F)	F1	现有基金及补贴制度存在漏洞
	F2	“四机一脑”补贴带来的资金赤字影响废弃手机回收
	F3	缺乏税收减免等激励性政策
	F4	缺乏对废弃手机回收初创企业的经济支持

2 废弃手机回收的制衡要素评估

2.1 问卷及样本信息

本文针对影响废弃手机回收的制衡要素开展问卷调查,问卷采用李克特式量表法,每题设计 5 个选项,分别为 0 (无影响)、1 (极低影响)、2 (低影响)、3 (高影响)、4 (极高影响),组织行业内的回收部门、处理企业、行业协会、业内学者等领域的专家依据自身的专业知识、从业经验及对该行业的了解程度,针对各要素间相互关系进行评分,最终确定各要素的优先等级。赋予各专家模糊权重如表 2 所示。

表 2 专家权重

专家	所属领域	灰数权重
1	再生资源行业协会人员	[0.7, 1.0]
2	国内知名高校研究人员	[0.5, 0.9]
3	电子废弃物处理企业人员	[0.5, 0.9]
4	再制造企业人员	[0.4, 0.7]
5	废弃手机回收人员	[0.3, 0.5]

2.2 废弃手机回收制衡要素影响评估

2.2.1 一级制衡要素评估

本文基于 GREY-DEMATEL 模型对一级制衡要素进行评估,得到影响废弃手机回收的一级制衡要素总关系矩阵 (T),如表 3 所示。

表3 影响废弃手机回收的一级制衡要素总关系矩阵(T)

	TB	T	PR	F	r_i	$r+c$	$r-c$	排序
TB	0.370 2	0.618 2	0.288 9	0.362 5	1.639 7	4.383 0	-1.103 5	3
T	0.457 4	0.279 3	0.268 1	0.265 9	1.270 6	3.801 6	-1.260 5	4
PR	0.902 8	0.812 0	0.407 2	0.690 5	2.812 6	4.490 0	1.135 1	2
F	1.012 9	0.821 6	0.713 3	0.469 3	3.017 0	4.805 1	1.228 8	1
c_j	2.743 2	2.531 0	1.677 4	1.788 2	—	—	—	—

注： r 表示因子*i*对其他因子的总影响， c 表示因子*i*受到其他因子的总影响； $r+c$ 表示中心度，用于描述因子*i*在废弃手机回收过程中的重要地位； $r-c$ 表示原因度，用于展示因子*i*对于废弃手机回收的净影响程度；如果 $r-c > 0$ ，表示因子*i*是原因因素；如果 $r-c < 0$ ，表示因子*i*是结果因素

通过对矩阵的原因度和中心度等指标的计算，得出如下结论：

(1) 将各要素按照中心度大小排序依次为经济扶持(F)、管理制度(PR)、收集过程(TB)及处理过程(T)。其中，经济扶持及管理制度障碍是影响废弃手机规模化回收的最重要因素，且是政府部门短期内应着力解决的核心问题。

(2) 管理制度(PR)及经济扶持(F)是影响废弃手机回收的原因因素，而收集过程(TB)和处理过程(T)方面的障碍成为易受影响的结果因素，但相对容易改变。因此，应充分开展废弃手机回收的顶层管理制度设计及优化工作，同时，为了激励手机生命周期内的相关责任主体充分发挥其资源优势，针对不同责任主体应制定不同程度、不同等级的经济激励政策及相应的实施细则，还应同步开展废弃手机收集体系的构建及处理技术研发，为相应配套设施的出台提供基础。

2.2.2 二级制衡要素评估

根据 GREY-DEMATEL 模型，本文针对一级制衡要素下的各二级制衡要素进行评估，最终确定影响废弃手机回收的二级关键要素。

2.2.2.1 收集过程障碍

通过 GREY-DEMATEL 模型核算收集过程相关的二级制衡要素的总关系矩阵(T)如表4所示。

其中，影响废弃手机收集过程的各二级制衡要素的重要性排序为：废弃手机收集成本过高导致收集量

不足(TB5) > 消费者回收意识不足(TB1) > 收集网络及基础设施不完善(TB3) > 消费者担心个人信息泄露(TB4) > 消费者缺乏对收集渠道的了解(TB2)。其中，废弃手机收集成本过高导致收集量不足成为影响废弃手机收集过程的最重要因素，也是该过程应着力解决的关键问题。因此，如何提高废弃手机的收集量成为废弃手机回收管理的关键问题之一。

数据分析表明，消费者回收意识不足(TB1)、收集网络及基础设施不完善(TB3)、消费者担心个人信息泄露(TB4)是影响废弃手机收集过程的原因因素，而消费者缺乏对收集渠道的了解(TB2)、废弃手机收集量不足(TB5)成为结果因素。因此，提升消费者回收意识、强化个人信息保护及完善收集渠道和基础设施，应成为收集环节着力解决的核心问题。因此，应从以下两个维度进行改善：

客观层面上，政府部门、行业协会及回收企业应整合现有人力及物力资源，充分发挥个体回收等线下模式及互联网+回收的线上模式的综合优势，强化废弃手机收集体系多元化发展，构建系统、规范的废弃手机线上线下融合收集体系，同时开展相应的基础设施建设^[20]，此外，还应同步开展信息消除技术的应用及推广，以消除消费者对于个人信息泄露的担忧。主观层面上，废弃手机难收集源于消费者的回收意识不强，而意识形态在一定程度上决定个人的行为及态度。因此，一方面，应加强环境保护及资源循环的宣教活动，例如，同步开展线上线下的宣传工作，把环境教育纳入基础教育体系等；另一方面，可在产品销售之初引入押金返还制度，以制度引导消费者提高回收意识。其一，押金形式可刺激消费者主动投弃废弃手机来增加收集率，同时，押金的收取可在一定程度上降低消费者更换手机的频率；其二，若废弃手机未退还，押金可直接应用于废弃手机回收过程，有利于降低废弃手机回收的后续成本。这一制度可以改变消费者在废弃手机回收过程中参与度低的现象，从源头上解决废弃手机收集难的问题。

2.2.2.2 处理过程障碍

利用 GREY-DEMATEL 模型获取与处理过程相关的二级制衡要素的总关系矩阵(T)，如表5所示。

影响废弃手机处理过程的二级制衡要素排序为：缺乏废弃手机处理的绿色产业化实践(T1) > 缺乏废弃手机处理

表4 收集过程障碍下的二级制衡要素总关系矩阵(T)

	TB1	TB2	TB3	TB4	TB5	r	$r+c$	$r-c$	排序
TB1	0.103 1	0.271 1	0.072 5	0.182 9	0.423 0	1.052 6	1.863 3	0.241 9	2
TB2	0.214 9	0.064 4	0.042 5	0.065 9	0.213 9	0.601 6	1.355 7	-0.152 5	5
TB3	0.201 0	0.223 8	0.065 2	0.426 9	0.493 2	1.410 1	1.784 8	1.035 4	3
TB4	0.191 9	0.094 9	0.060 5	0.050 5	0.468 2	0.866 0	1.657 6	0.074 4	4
TB5	0.099 8	0.100 0	0.134 0	0.065 3	0.095 2	0.494 3	2.187 7	-1.199 1	1
c	0.810 7	0.754 1	0.374 7	0.791 6	1.693 4	4.424 6	—	—	—

表5 处理过程障碍下的二级制衡要素总关系矩阵(T)

	T1	T2	T3	T4	T5	r	r+c	r-c	排序
T1	0.426 9	0.492 5	0.340 0	0.420 5	0.420 5	2.100 4	4.790 3	-0.589 5	1
T2	0.646 5	0.283 2	0.336 3	0.377 9	0.383 3	2.027 1	3.795 3	0.258 9	2
T3	0.556 2	0.428 2	0.192 1	0.342 0	0.436 6	1.955 2	3.266 3	0.644 0	4
T4	0.574 3	0.344 2	0.276 8	0.244 5	0.411 1	1.850 8	3.579 5	0.122 1	3
T5	0.486 1	0.220 0	0.165 9	0.343 9	0.196 1	1.412 0	3.259 5	-0.435 6	5
c	2.689 9	1.768 2	1.311 1	1.728 7	1.847 6	—	—	—	—

技术标准(T2) > 缺乏从当前处理模式转换到新处理模式的灵活性(T4) > 现有资源化技术及设备有待升级(T3) > 废弃手机处理运营成本过高(T5)。

缺乏废弃手机处理的绿色产业化实践(T1)成为影响废弃手机处理过程的关键因素,同时也是结果因素。而废弃手机处理技术标准的出台、处理技术和设备的研发及升级、大型电子废弃物处理模式向小型电子废弃物处理模式的快速转变,均成为推动废弃手机实现规模化处理的先决条件。当前,积极推进废弃手机资源化的试点实践则成为技术升级、设备改造及技术标准出台的基础步骤,以此推进废弃手机处理的绿色产业化。

2.2.2.3 管理制度障碍

利用 GREY-DEMATEL 模型获取的与管理制度相关的二级制衡要素的总关系矩阵(T),如表6所示。

其中,影响管理制度的二级制衡要素排序为: EPR 制度在手机领域实施迟缓(PR1) > 《管理条例》中缺乏废弃手机回收的配套政策(PR3) > 相关责任主体责任不明确(PR5) > 废弃手机回收的法律执行力度不足(PR2) > 缺乏对正规企业的引导及对非法企业的处罚(PR4)。

EPR 制度在手机领域实施迟缓(PR1)、《管理条例》中缺乏废弃手机回收的配套政策(PR3)是废弃手机回收管理制度层面的关键问题,同时也是原因因

表6 管理制度障碍下的二级制衡要素总关系矩阵(T)

	PR1	PR2	PR3	PR4	PR5	r	r+c	r-c	排序
PR1	0.290 9	0.454 7	0.282 4	0.342 2	0.499 5	1.869 9	3.716 1	0.023 6	1
PR2	0.289 9	0.176 5	0.182 4	0.308 1	0.257 8	1.214 7	2.931 5	-0.502 1	4
PR3	0.641 9	0.516 2	0.216 6	0.449 6	0.618 7	2.442 9	3.479 7	1.406 2	2
PR4	0.217 8	0.287 2	0.149 6	0.128 5	0.223 1	1.006 1	2.501 0	-0.488 7	5
PR5	0.405 8	0.282 2	0.205 7	0.266 4	0.217 2	1.377 2	3.193 5	-0.439 1	3
c	1.846 2	1.716 8	1.036 7	1.494 8	1.816 3	—	—	—	—

表7 经济扶持障碍下的二级制衡要素总关系矩阵(T)

	F1	F2	F3	F4	r	r+c	r-c	排序
F1	0.155 5	0.627 1	0.654 0	0.480 6	1.917 3	2.514 8	1.319 8	1
F2	0.149 0	0.159 5	0.421 0	0.290 1	1.019 7	2.272 7	-0.233 4	3
F3	0.197 2	0.331 0	0.197 1	0.346 0	1.071 2	2.496 7	-0.354 2	2
F4	0.095 7	0.135 5	0.153 3	0.073 1	0.457 5	1.647 3	-0.732 3	4
c	0.597 5	1.253 1	1.425 4	1.189 8	—	—	—	—

素。因此,相关部门应着重从以下两个方面分别推进:

其一,加快落实 EPR 制度在废弃手机回收领域的实施,相关部门应出台相关文件将 EPR 制度实施系统化、精细化、具体化。首先,以法规形式强制要求生产者履行废弃手机回收的行为责任,并提出回收数量及目标要求。

在收集阶段,生产者可通过多种方式来展开,如利用销售网络开展手机逆向物流回收、以旧换新、构建互联网+回收等模式,鼓励与其他相关方的合作,如以契约方式与其他主体,如正规个体收集商、正规收集企业等,通过构建不同渠道来收集废弃手机;在处理阶段,生产者可委托有资质企业,通过翻新二手产品或回收有价值资源实现废弃手机的再使用及再循环。其次,还应加强对不履行法律责任的相关主体的处罚及制裁。

其二,加快《管理条例》中对于新纳入《目录》产品的配套政策的出台,包括废弃手机回收及处理技术规范、企业资质、监管模式、管理策略等配套政策,以国家法规形式推动废弃手机回收的规模化发展。

2.2.2.4 经济扶持障碍

基于 GREY-DEMATEL 模型获取与经济扶持相关的二级制衡要素的总关系矩阵(T),如表7所示。

与经济扶持相关的二级制衡要素排序为: 现有基金及补贴制度存在漏洞(F1) > 缺乏减税等激励性政策(F3) > “四机一脑”补贴带来的资金赤字影响废弃手机回收(F2) > 缺乏对废弃手机回收初创企业的经济支持(F4)。

其中,现有基金及补贴制度存在漏洞(F1)是造成其他问题产生的关键原因。因此,加快完善废弃手机回收的基金及补贴制度是当前亟须解决的问题。基于此,本文提出,改革现有基金及补贴制度,将管理思路从静态基金征收及补贴调整到动态模式: 首先,扩大生产者责任含括经济责任和行为责任,但二者可在一定范围内进行动态调整,即若生产者承担较大份额的经济责任,可相对弱化其行为责任,反之亦然。其中,经济责任以基金缴纳方式进行,而基金缴纳份额可根据产品生产数量缴纳,缴纳标准需进一步细化。其次,改革定额补贴制度,以企业处理量及资源回收

量作为双重标准进行动态补贴的制定及发放,对资源回收量的考核促使处理企业积极调整处理方案,优化处理技术以提高资源回收率。再次,完善税收减免、低息贷款等经济激励性策略,也是提高废弃手机回收处理率、加强废弃手机处理能力的有效措施。

3 废弃手机回收管理策略倡议

2017年颁布的《禁止洋垃圾入境推进固体废物进口管理制度改革实施方案》使我国再生资源行业面临重大变革:禁止洋垃圾进口为国内废弃手机再生利用提供极大空间^[21],目前由于废弃手机回收管理存在诸多障碍,其回收及资源化利用仍面临巨大挑战。本文基于影响废弃手机回收的关键制衡要素,结合废弃手机回收的现实情况,立足于废弃手机回收的短期目标及长远

发展,分别构建相应的管理体系并提出管理对策。

3.1 优化基于短期目标的废弃手机动态管理体系

基于现有基金及补贴制度造成基金池收支严重不平衡的现状,若对废弃手机回收继续施行原有的定额补贴制度,将会持续扩大这一问题。而在本文分析结果中,管理制度及经济扶持障碍在诸多一级制衡要素中占核心地位,而EPR制度在手机领域实施迟缓《管理条例》中缺乏废弃手机回收的配套政策、现有基金及补贴制度存在漏洞等问题分别是管理制度及经济扶持障碍中亟须解决的问题。基于此,本文提出基于短期目标的废弃手机动态管理体系,如图1所示。

(1) 将EPR制度落实到废弃手机回收过程,扩大生产者责任,含括经济责任及行为责任,以法规形式强

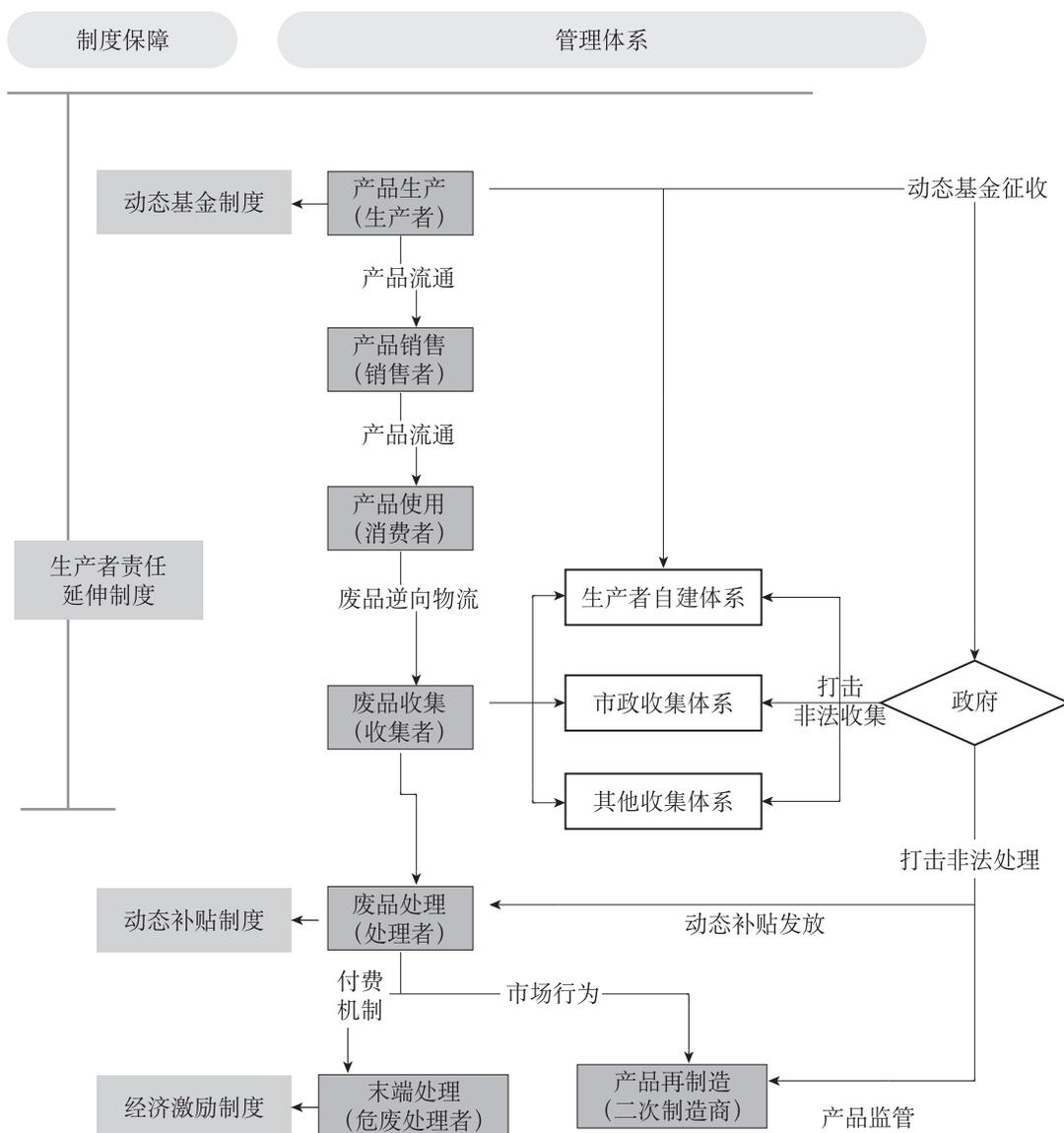


图1 基于短期目标的废弃手机动态管理体系

制生产者履行废弃手机回收的行为责任，并提出回收数量及目标要求，鼓励生产者开展废弃手机多渠道收集。

(2) 改革现有基金及补贴制度，将管理思路从静态机制调整为动态模式。首先，经济责任以基金缴纳方式进行，而基金缴纳份额视产品生产数量而定；其次，生产者履行的经济责任与行为责任可在一定范围内动态调整，即若生产者承担较大份额的经济责任，可相对弱化其行为责任，反之亦然；再次，改革定额补贴制度，以企业处理量及资源回收量作为双重标准，制定动态补贴并发放，双重标准可促使处理企业积极调整处理方案，优化处理技术以提高资源回收率。

3.2 构建基于创新管理的废弃手机零基金管理体系

废弃手机处理量是决定产业能否可持续发展的关键因素^[22]，这一目标的实现以废弃手机收集量为基础。从产业的长远发展来看，需建立长效机制来保证废弃手机的高效回收。因此，提高废弃手机收集数量、扩大企业处理规模，通过规模效益实现产业盈利及长远发展将成为远景目标，而这一目标实现的前提是提高手机收集率。因此，本文提出的基于创新管理的废弃手机零基金管理体系如图2所示。

(1) 调整工作重心，将管理思路从末端处置调整到前端收集。在收集环节中，提高废弃手机的收集数

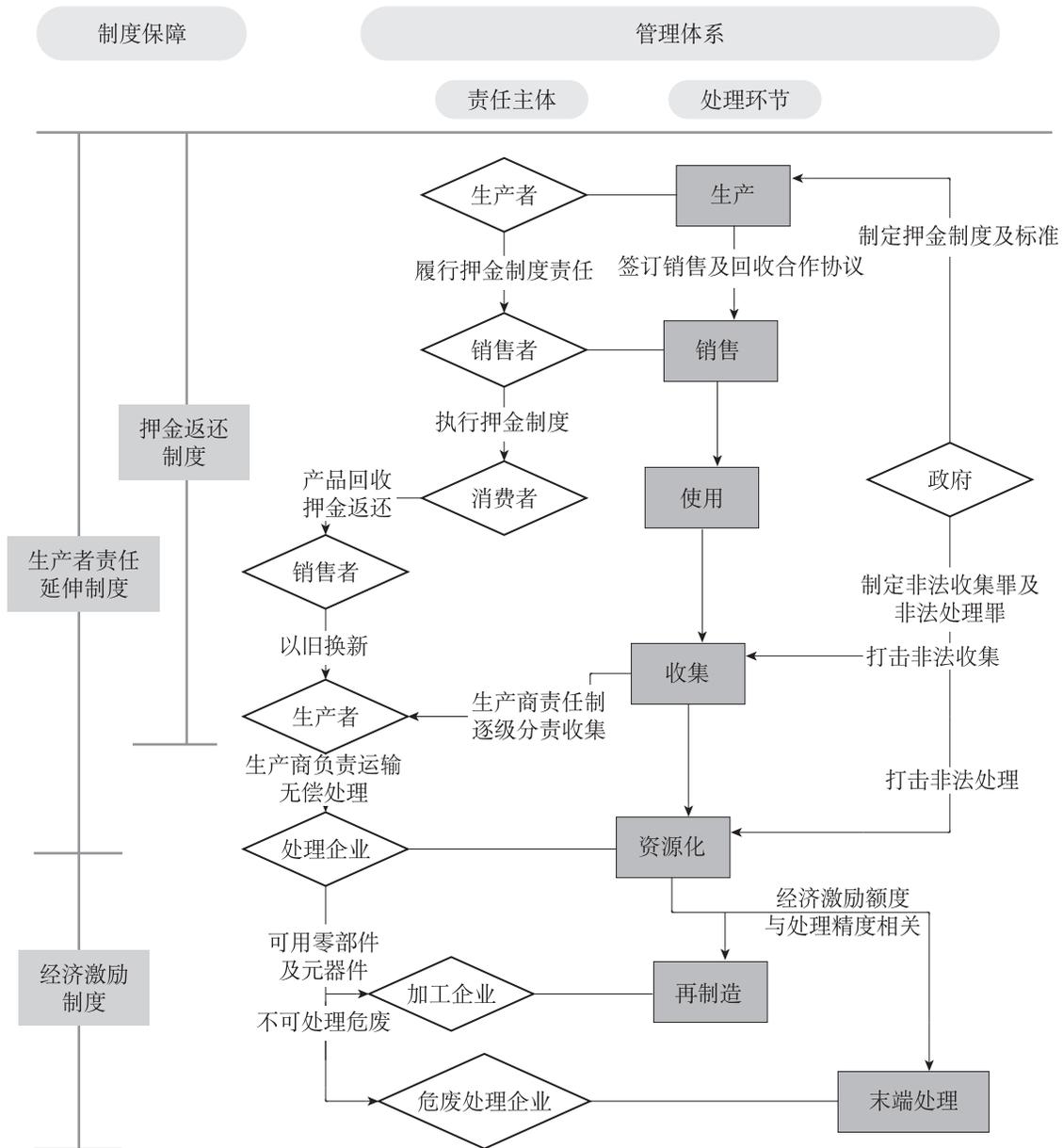


图2 基于管理创新的废弃手机零基金管理体系

量是废弃手机回收管理的关键点,而提升消费者的回收意识、强化个人信息保护及完善收集网络及基础设施是该过程应着力解决的核心问题。因此,本文提出,通过出台押金返还制度刺激消费者主动投弃废弃手机来增加手机收集率,这一制度可改善消费者参与度低及废弃手机收集难的问题。

(2) 强化 EPR 制度中生产者对其产品回收应承担的责任,取消现有基金制度,以构建收集体系的行为责任来认定生产者对其责任的履行程度,同时规定收集目标,对不履行行为责任的生产者予以处罚。废弃手机的处理环节调整为生产商委托模式,利用市场手段集聚处理企业的数量和规模。一方面,该模式结合押金返还制度可大幅削减废弃手机的收集成本;另一方面,处理企业可通过获取资源化产品带来的高经济价值来实现企业运营的自负盈亏。原有的补贴制度也可由其他方式,如税收减免、低息贷款等经济激励性制度替代,而税收减免或低息贷款的具体额度将通过处理企业的处理程度而定。

4 结论

废弃手机作为“城市矿产”的典型代表之一,因其数量大、稀贵金属品位高等特性而备受关注。但在推进废弃手机规模化回收过程中仍面临诸多问题。为了识别影响废弃手机回收的关键要素并确定影响要素的优先级,本文通过构建 GREY-DEMATEL 模型,定量评估各要素对废弃手机回收的影响程度。经济扶持及管理制度方面的障碍是影响废弃手机规模化回收的主要原因,也是政府部门短期内应着力解决的核心问题。本研究进一步解析了深层次原因。消费者回收意识不足、担心个人信息泄露及收集网络及基础设施不完善是造成废弃手机源头收集难的主要原因。绿色产业化实践缺失是影响废弃手机处理过程的关键因素,由多个技术层面的问题共同导致。因此,推动废弃手机回收的试点实践将是实现规模化处理的基础。而废弃手机回收的管理层面应着力解决 EPR 制度在手机领域实施迟缓、《管理条例》中缺乏废弃手机回收的配套政策的问题。影响废弃手机规模化回收的经济层面的原因源于废弃手机回收的基金及补贴制度存在漏洞。

基于此,本研究分别从短期目标及长远发展角度分别提出废弃手机回收的管理策略。为加快废弃手机的规模化回收,短期内应通过改革现有基金及补贴制度,将管理思路从静态基金征收及补贴制度调整为动态机制,同时推动 EPR 制度的尽快落实。从长远发展

来看,应将管理思路从末端处置调整到前端收集,同时加强责任主体的行为责任,调整国家扶持政策。

参考文献

- [1] LIU J L, BAI H T, ZHANG Q, et al. Why are obsolete mobile phones difficult to recycle in China[J]. Resources, conservation and recycling, 2019, 141: 200-210.
- [2] 国务院办公厅. 废弃电器电子产品回收处理管理条例 [EB/OL]. (2009-02-25)[2019-8-14]. http://www.gov.cn/flfg/2009-03/04/content_1250844.htm.
- [3] 尹建锋, 王亚涛, 徐鹤. 废旧手机回收管理国际经验及对我国的启示 [J]. 生态经济, 2014, 30(11): 177-180, 187-187.
- [4] ZENG X L, LI J H, STEVELS A L N, et al. Perspective of electronic waste management in China based on a legislation comparison between China and the EU[J]. Journal of cleaner production, 2013, 51: 80-87.
- [5] AWASTHI A K, LI J H. Management of electrical and electronic waste: A comparative evaluation of China and India[J]. Renewable and sustainable energy reviews, 2017, 76: 434-447.
- [6] 杨德江. 废旧手机回收管理体系构建研究 [D]. 大连: 大连理工大学, 2016.
- [7] XU C J, ZHANG W X, HE W Z, et al. The situation of waste mobile phone management in developed countries and development status in China[J]. Waste management, 2016, 58: 341-347.
- [8] 王文华. 基于障碍分析的电子废弃物回收实现路径研究 [D]. 大连: 大连理工大学, 2017: 7.
- [9] WU W W. Choosing knowledge management strategies by using a combined ANP and DEMATEL approach[J]. Expert systems with applications, 2008, 35(3): 828-835.
- [10] HSU C W, KUO T C, CHEN S H, et al. Using DEMATEL to develop a carbon management model of supplier selection in green supply chain management[J]. Journal of cleaner production, 2013, 56: 164-172.
- [11] LIN R J. Using fuzzy DEMATEL to evaluate the green supply chain management practices[J]. Journal of cleaner production, 2013, 40: 32-39.
- [12] 李巧, 董绍辉. 生物医药产业发展关键因素识别研究 [J]. 河北学刊, 2018, 38(3): 198-202.
- [13] TZENG G H, CHIANG C H, LI C W. Evaluating intertwined effects in e-learning programs: A novel hybrid MCDM model based on factor analysis and DEMATEL[J]. Expert systems with applications, 2007, 32(4): 1028-1044.
- [14] KUMAR A, DIXIT G. Evaluating critical barriers to implementation of WEEE management using DEMATEL approach[J]. Resources, conservation and recycling, 2018, 131: 101-121.
- [15] SINGHAL D, TRIPATHY S, JENA S K. DEMATEL approach for analyzing the critical factors in remanufacturing process[J]. Materialstoday: proceedings, 2018, 5(9): 18568-18573.

- [16] BHATIA M S, SRIVASTAVA R K. Analysis of external barriers to remanufacturing using grey-DEMATEL approach: An Indian perspective[J]. Resources, conservation and recycling, 2018, 136: 79-87.
- [17] 杨欢. 基于 LCA 的冰箱企业 EPR 实施制约因素分析 [D]. 大连: 大连理工大学, 2016.
- [18] 刘思峰, 杨英杰, 吴利丰. 灰色系统理论及其应用 [M]. 7 版. 北京: 科学出版社, 2014: 1-40.
- [19] 王秀艳, 曲英, 武春友. 基于 Grey-DEMATEL 电子废弃物回收制约因素研究 [J]. 当代经济管理, 2016, 38(3): 27-33.
- [20] 苏威, 徐海萍, 谢成, 等. “互联网 + 回收” 废旧手机处理模式现状与趋势 [J]. 中国资源综合利用, 2016, 34(10): 36-40.
- [21] 刘建国. 禁止洋垃圾入境对我国垃圾分类的意义与启示 [J]. 资源再生, 2018(3): 10-13.
- [22] LIU J L, BAI H T, LIANG H T, et al. How to recycle the small waste household appliances in China? A revenue-expenditure analysis[J]. Resources, conservation and recycling, 2018, 137: 292-301.

Management Strategy for Recycling Waste Mobile Phones in China

LIU Junli^{1*}, XU He²

(1. Institute for Resources, Environmental and Ecology, Tianjin Academy of Social Sciences, Tianjin 300191, China; 2. College of Environmental Science and Engineering, Nankai University, Tianjin 300350, China)

Abstract: Waste mobile phones, as a typical representative of “urban mining”, have attracted more attention due to their staggering generation and high grade of valuable materials. However, there are still many obstacles in promoting the industrialization of waste mobile phones recycling. Taking industry development as point cuts, this paper sorted out the two-level impact factors affecting waste mobile phones recycling and constructed a GREY-DEMATEL model to quantitatively evaluate the impact of each factor and to determine the priority level. The results showed that improving the management system and economic policies of waste mobile phones recycling should be the core issues to be resolved in the short term. While the front-end collection of waste mobile phones should become the focus of industry attention in the long run. Consequently, based on the short-term goals and long-term development of waste mobile phones recycling, this study proposed the management strategies to provide suggestions for the sound development of China's renewable resources industry.

Keywords: waste mobile phone; recycling; management strategy; China