

基于延伸生产商责任的第三方回收企业 对手机厂商收费模型研究*

许志端¹ 郑腾¹ 郭艺勋²(¹厦门大学管理学院 ²厦门大学经济学院 厦门 361005)

【摘要】文中从第三方回收企业——产品责任提供商的角度,通过对废旧手机的收集费用、运输费用、拆卸处理费用进行成本分析,并以此为根据使用模糊贴近度算法评判手机厂商属于何等收费标准,以便 PRP 制定对手机厂商的收费策略,实现自身赢利。

【关键词】延伸生产商责任;废旧手机;产品责任提供商;第三方回收;收费模型

【中图分类号】 TN292.5 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1007-4538(2007)06-0054-04

Study on Payment Model of Third-party Take-back to Mobile Producer Based on EPR

Xu Zhiduan¹ Zheng Teng¹ Guo Yixun²

(¹.School of Management ².School of Economics, Xiamen University Xiamen 361005)

【Abstract】 From the perspective of third-party take-back, namely the Product Responsibility Provider (PRP), this paper analyzes the cost about wasted-mobile including collecting fee, transportation fee and demanufacturing fee. Based on the analysis and using fuzzy similarity algorithm, a payment model is established to judge the standard that a mobile producer should pay for its wasted-mobile to PRP. Therefore, the PRP can make suitable payment decision to a mobile producer and realize profits by itself.

【Key words】 Extended Producer Responsibility; wasted-mobile; Product Responsibility Provider (PRP); third-party take-back; payment model

1 引言

进入 21 世纪以来,我国手机普及率日益提高,同时手机的使用周期日渐缩短,废旧手机的回收成为一个相当值得关注的问题。目前,我国废旧手机回收还处于混乱状态,主要是能继续使用的手机流向二手市场,其余部分将流入简单手工作坊进行粗略拆卸,回收体系极其不规范。简单拆卸并将残余物随意填埋,不仅造成资源的浪费,对环境也造成严重的破坏。按照逆向物流的思想,采用延伸生产商责任制,对废旧手机进行回收处理后可再次利用,从而实现手机生产所需原材料的循环利用,能有效解决该问题。所谓延伸生产商责任制(Extended Producer Responsibility,简称 PRP),是以现代环境管理原则实现产品系统环境性能改善的一种主要制度,是传统的“污染者付费原则”的深化和延伸,它不仅要求对生产中产生环境污染负责,而且要对产品在整个生命周期内的环境影响负责^[1]。目前,大多数 OECD 国家采用法律机制来实施 EPR 政策。基于该种思想,目前世界上流行三种对废旧产品回收的逆向物流模式,分别是逆

向物流的自营方式、逆向物流的联合经营方式和逆向物流的外包方式(即由第三方负责其废旧品的回收)。就实际情况而言,大部分中小企业无力投资进行逆向物流系统的建设,缺乏从事逆向物流的专业知识、技术和经验,第三方的专业化运作就显得更有优势,而大型企业为了把精力集中在核心业务上,也非常有必要部分或全部逆向物流活动外包给第三方企业。因此,与第三方正向物流类似,第三方逆向物流也是逆向物流发展的必然趋势。

第三方回收模式是由独立的第三方企业来代表原始产品生产商承担回收废旧品的责任,这个第三方企业可称为产品责任提供商 PRP(Product Responsibility Provider,简称 PRP)。生产商支付一笔费用给某个 PRP,而由该 PRP 承诺对这个生产商的产品在使用寿命结束时承担环保处理的责任并遵从 EPR 法规。某个手机厂商可向一定范围内的 PRP 招标,标的即为该新产品寿命结束后的回收拆卸管理。当产品销售以后,厂商就要向 PRP 支付费用以便对废旧手机进行管理。当该产品到了寿命结束期或只要有产品被废弃时,就进入了收集系统。一旦废弃品被收集

* 教育部社科研究一般项目(06JA630059)及福建省软科学研究计划资助项目(2006R0035)

【收稿日期】 2007-10-28

【作者简介】 许志端,厦门大学管理学院教授、博士。

郑腾,厦门大学管理学院硕士研究生。

郭艺勋,厦门大学经济学院副教授。

起来, 就可以转交给该 PRP 在当地的回收中心(可以是 PRP 自身的子机构, 也可以是其合作伙伴)。回收中心拆卸产品, 并从 PRP 收到相关费用。回收中心必须满足由政府、法规设定的环保目标, 并且将厂商希望闭环再利用的零部件及物料收集起来交回去。PRP 可通过向其回收合作伙伴提供相关技术支持来辅助上述过程, 包括拆卸流程、物料及零部件的识别等。逆向物流在带来巨大的社会效益的同时, 也耗费着 PRP 企业成本, 因此, 研究 PRP 对手机厂商的收费策略, 实现自身赢利, 是促使废旧手机得到有效的回收利用的关键问题, 也是本文所要研究的内容。本文主要通过废旧手机的收集费用、运输费用、拆卸处理费用进行成本分析, 并以此为根据使用模糊贴近度算法评判某手机厂商属于何等收费标准。

2 第三方收费模型的建立

2.1 模型概述

本模型先对 PRP 企业运作进行成本分析, 首先 PRP 要负责将废旧品从废旧源头收回并集中至回收中心, 由回收中心将废品运输至最近的废品处理厂, 最终将废品再生利用或者科学添埋焚烧。根据其运作流程将费用划分为三部分: 收集费用(废旧源头到回收中心)、运输费用(回收中心到拆卸处理中心)、拆卸处理费用(拆卸处理中心)。根据每部分费用的性质, 设定相应费用的隶属度函数, 并进行归一化处理, 最终将每个手机厂商的 3 个费用指标转变为可以相互比较的归一化向量, 该向量将决定该手机厂商属于哪个收费等级。

2.2 模型基本假设

本模型的最终目的是得出对单台手机的回收费用, 所以假设市场上多品牌的手机间具有较好的可比性;

本模型主要是以 PRP 企业为中心, 不研究向消费者收费问题, 认为厂商可根据自身经营状况和周围竞争环境将这部分费用转移到消费者身上;

PRP 企业自有整套回收中心和拆卸处理中心;

基于 中的假设, 我们认为各手机在材料应用上没有有什么区别, 区别只存在于各厂商自身的生产技术, 因此我们认为各品牌手机所含有的可回收物质的量基本相同, 具体能获得多少回收价值取决于相应的拆解回收率 ;

本文仅讨论废旧手机的再生和零部件的再利用, 对于可流入二手市场的可再用手机, 同时为了便于对废旧手机的回购价格进行统一, 我们不考虑 PRP 企业的二手手机业务。

2.3 收集费用(C)

收集费用主要是将废旧品从废旧源头收集起来至回收中心所发生的费用, 文中将这部分费用划分为沉没成本和单台废旧手机的回购费用。

沉没成本。第三方为回收某厂商生产的手机的回收所制定的回收方案及建立的回收网络, 该投入为固定投入 I , 但细化到具体单部手机上则为变动, 第 i 家手机厂商的市场销售量 P_i 不同, 由于其中一部分将流入二手市场, 还有一部分由于某些原因无法回收, 因此设定一个系数 e_i , 该系数表示具体可回收的

某品牌手机的比例。所以细化到单部手机上的费用为 $\frac{I}{e_i P_i}$ 。

单台手机的回购费用 S_i , 即需付给废旧手机源头的回购手机费用。 S_i 表示第 i 家厂商生产的手机的回收费用。

由 、 可得, $C_i = \frac{I}{e_i P_i} + S_i$ 。设 C_i 的最大值为 C_{max} , 最小值为 C_{min} , 则指标的隶属函数如下:

$$\mu(C_i) = \frac{C_i - C_{min}}{C_{max} - C_{min}}$$

该值越趋近于 1, 表明该厂商单台手机回购费用越高。由

$C_i = \frac{I}{e_i P_i} + S_i$, 也可得产品的销量越大, 回购费用越高, 则收取

的收集费用就越高。

2.4 运输费用(L)

运输费用主要考虑了从回收中心到处理拆卸中心的运输费用, 本模型关于运输费用的分析, 主要结合了厂商在各区域的销售分布(我们假设各回收中心是与某个销售区域联系的, 即回收中心就可代表销售区域)和从回收中心到处理拆卸中心的运输距离。第三方各主要回收中心 j 与各回收处理厂 k 的运输距离 D_{ijk} (D_{ijk} 表示第 i 个手机厂商的废旧手机经由 j 回收中心到处理中心 k 的距离)——根据就近原则来计算, 即回收中心总是将废旧手机运送到离自身最近的处理拆卸中心。由于我们要计算的是第 i 个厂商单台手机的平均运输费用, 各厂商在各区域的销售分布又不尽相同, 设 m_{ijk} 为第 i 个手机厂商在 j

区域销售量占其全国销量的比例, 且有 $\sum_j m_{ijk} = 1$ 。则 $T_i = m_{ijk} D_{ijk}$,

T_i 第 i 个厂商单台手机的运输距离的期望值表示, 则运输费用 $L_i = a T_i$, a 为单位里程单台手机的运输费用。则 T_i 值越大, 第三方收取的费用就越多。设 L_i 的最大值为 L_{max} , 最小值为 L_{min} , 则指标的隶属函数如下:

$$\mu(L_i) = \frac{L_i - L_{min}}{L_{max} - L_{min}}$$

该值越趋近于 1 则说明该厂商手机的期望运输距离越远, 应收取相对高的费用。由式 $T_i = m_{ijk}$ 可得, 在 D_{ijk} 确定的情况下, 厂家手机销售分布不同将使得单台手机回收的运输费用不同。

2.5 处理费用(H)

对处理费用, 包括对废旧品进行分类, 拆卸, 提取再生物质, 填埋焚烧等, 本文主要统一为拆卸处理成本和拆卸完成后可回收价值两方面考虑。

拆卸处理成本, 该费用主要是根据拆卸手机及处理不可回收废料所需要的工时 t_i (t_i 表示拆卸第 i 个厂商生产手机所耗费的工时) 来决定的, 假设单位工时的人工成本为 b , 则拆卸成本为 $b t_i$ 。

回收价值, 假设中已确定了各手机可回收物质大致相同, 假设该数值为 Q , 则根据相应的回收率 r_i 。回收价值为 $Q r_i$ 。

$H_i = b t_i - Q r_i$, 设 H_i 的最大值为 H_{max} , 最小值为 H_{min} , 则该指标的隶属函数如下:

$$A_i(H_i) = \frac{H_i - H_{min}}{H_{max} - H_{min}}$$

该值越趋近于 1, 则说明该厂商手机的处理费用越高, 应收取相对高的费用。

2.6 第三方收费标准的制定

通过对前面收集费用、运输费用、处理费用的加总便可得出对某企业 i 该如何收费, 但市场有多家手机厂商, 对每家厂商都制定一个回收方案容易引起混乱和缺乏竞争力, 本文认为 PRP 企业可用以上 3 个费用为依据, 制定具有说服力的收费标准。

收费标准的确定, 本文中第三方收费结合了收集费用、运输费用、处理费用 3 个指标, 每个指标有相应的隶属函数, 因 3 个指标都是隶属值越高, 则所需的费用就越高, 隶属值的不同决定了不同的收费可能, 本文定义收费为高、中、低 3 个级别的隶属度为 $\alpha_i, \beta_i, \gamma_i$ (其中 i 分别为 C、L、H, 即收集费用指标, 运输费用指标, 处理费用指标), PRP 企业可通过调整各隶属度的大小, 使得各等级的收费更加合理。例如, 收费标准 (高、低、中) 对应的隶属向量为 $(\alpha_i, \beta_i, \gamma_i)$, 该收费标准意味着属于该标准的手机厂商需较高的收集费用、较低的运输费用、中等的处理费用, 通过这样的解释将使该收费更明确, 作为顾客一方的手机生产企业也更容易理解。因该向量为 3 维向量, 且向量中各分量有高、中、低 3 种可能, 经自由组合可确定出 $2^3=8$ 种收费标准。

表一 收费标准

m	收费类型 A_m	收费类型隶属向量	收费值 W
1	(高,高,高)	$(\alpha_i, \beta_i, \gamma_i)$	$H_i + L_i + C_i$
2	(高,高,中)	$(\alpha_i, \beta_i, \gamma_i)$	$C_i + L_i + H_i$
3	(高,高,低)	$(\alpha_i, \beta_i, \gamma_i)$	$C_i + L_i + H_i$
4	(高,中,高)	$(\alpha_i, \beta_i, \gamma_i)$	$C_i + L_i + H_i$
5	(高,中,中)	$(\alpha_i, \beta_i, \gamma_i)$	$C_i + L_i + H_i$
6	(高,中,低)	$(\alpha_i, \beta_i, \gamma_i)$	$C_i + L_i + H_i$
7	(高,低,高)	$(\alpha_i, \beta_i, \gamma_i)$	$C_i + L_i + H_i$
8	(高,低,中)	$(\alpha_i, \beta_i, \gamma_i)$	$C_i + L_i + H_i$
9	(高,低,低)	$(\alpha_i, \beta_i, \gamma_i)$	$C_i + L_i + H_i$
10	(中,高,高)	$(\alpha_i, \beta_i, \gamma_i)$	$C_i + L_i + H_i$
11	(中,高,中)	$(\alpha_i, \beta_i, \gamma_i)$	$C_i + L_i + H_i$
12	(中,高,低)	$(\alpha_i, \beta_i, \gamma_i)$	$C_i + L_i + H_i$
13	(中,中,高)	$(\alpha_i, \beta_i, \gamma_i)$	$C_i + L_i + H_i$
14	(中,中,中)	$(\alpha_i, \beta_i, \gamma_i)$	$C_i + L_i + H_i$
15	(中,中,低)	$(\alpha_i, \beta_i, \gamma_i)$	$C_i + L_i + H_i$
16	(中,低,高)	$(\alpha_i, \beta_i, \gamma_i)$	$C_i + L_i + H_i$
17	(中,低,中)	$(\alpha_i, \beta_i, \gamma_i)$	$C_i + L_i + H_i$
18	(中,低,低)	$(\alpha_i, \beta_i, \gamma_i)$	$C_i + L_i + H_i$
19	(低,高,高)	$(\alpha_i, \beta_i, \gamma_i)$	$C_i + L_i + H_i$
20	(低,高,中)	$(\alpha_i, \beta_i, \gamma_i)$	$C_i + L_i + H_i$
21	(低,高,低)	$(\alpha_i, \beta_i, \gamma_i)$	$C_i + L_i + H_i$
22	(低,中,高)	$(\alpha_i, \beta_i, \gamma_i)$	$C_i + L_i + H_i$
23	(低,中,中)	$(\alpha_i, \beta_i, \gamma_i)$	$C_i + L_i + H_i$
24	(低,中,低)	$(\alpha_i, \beta_i, \gamma_i)$	$C_i + L_i + H_i$
25	(低,低,高)	$(\alpha_i, \beta_i, \gamma_i)$	$C_i + L_i + H_i$
26	(低,低,中)	$(\alpha_i, \beta_i, \gamma_i)$	$C_i + L_i + H_i$
27	(低,低,低)	$(\alpha_i, \beta_i, \gamma_i)$	$C_i + L_i + H_i$

各标准收费的确定, 各标准费用的确定主要是通过多个分量指标所对应的费用的加总。在收集费用指标中, 高收费等级隶属度为 α_i , 设 C_i 代表隶属度为 α_i 对应的收集费用, 则可得 $C_i = C_{max} \cdot \alpha_i + C_{min} \cdot (1 - \alpha_i)$; 同理可得运输费用指标中 $L_i = L_{max} \cdot \beta_i + L_{min} \cdot (1 - \beta_i)$; 处理费用中 $H_i = H_{max} \cdot \gamma_i + H_{min} \cdot (1 - \gamma_i)$ 。因此如前面例子中的标准 (高、低、中) 的收费就为 $W_{(C, L, H)} = C_i + L_i + H_i$, 依此类推可得其他 26 个标准的收费。具体情况表一所示。

2.7 第三方对手机厂商收费(W)的界定

本节讨论的是如何判断某个手机厂商 i 属于哪个收费标准, 为此我们引入了用于模糊识别的模糊贴近度算法。模糊识别就是要把一种研究对象, 根据其某种特征进行识别分类。

欧几里得贴近度

$$\text{若 } U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}, \text{ 则 } N(A, B) = 1 - \frac{1}{\sqrt{3}} \left(\sum_{i=1}^n (A_i - B_i)^2 \right)^{\frac{1}{2}}$$

A、B 均为 n 维向量。本模型中对欧几里得贴近度公式进行了修改, 根据收集、运输、处理费用对总费用影响程度的不同, 本模型引入了权重系数 ($i=1, 2, 3$, 分别表示收集费用、运输费用、处理费用的权重), k_i 越大表示第 i 个费用对总费用的影响越大, 反之越小。针对本模型, 对以上贴近度公式修改后如下:

$$\text{若 } U = \{u_1, u_2, u_3\} \text{ 则 } N(A, B) = 1 - \frac{1}{\sqrt{3}} \left(\sum_{i=1}^3 k_i (A_i - B_i)^2 \right)^{\frac{1}{2}}$$

收费类型识别

模糊识别就是在已知 n 个模糊向量的情况下, 计算要研究的某个特定模糊向量与已知向量的接近程度的过程, 利用择近原则从而判断这个特定向量属于哪一类事物。

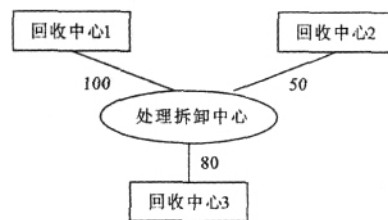
择近原则——识别 F(U) 某个元素属于哪个已知模糊集合, 设 $A_i = F(U) (i=1, 2, \dots, n)$, 对于 $B = F(U)$, 若存在 k 使得:

$$N(A_k, B) = \max\{N(A_1, B), N(A_2, B), \dots, N(A_n, B)\}, \text{ 则认为 } B \text{ 与 } A_k \text{ 为一类。}$$

根据择近原则, 本模型有 27 个标准, 即 A_1, A_2, \dots, A_{27} , 则第三方根据某厂商 i 的收集费用、运输费用、处理费用得出其模糊向量 $B(C, L, H)$, 依择近原则求出与其最贴近的标准 A_k , 则该厂商就属于该收费标准 A_k 。

3 应用举例

本例中设全国有 3 个大的销售区域, 且第三方企业在这 3 个区域均有回收中心, 第三方



表二 收费标准的计算结果

收费类型 A _i	收费类型向量	与 B 向量的贴近值
(高,高,高)	(0.8, 0.8, 0.8)	0.823
(高,高,中)	(0.8, 0.8, 0.5)	0.839
(高,高,低)	(0.8, 0.8, 0.2)	0.835
(高,中,高)	(0.8, 0.5, 0.8)	0.840
(高,中,中)	(0.8, 0.5, 0.5)	0.858
(高,中,低)	(0.8, 0.5, 0.2)	0.854
(高,低,高)	(0.8, 0.2, 0.8)	0.837
(高,低,中)	(0.8, 0.2, 0.5)	0.854
(高,低,低)	(0.8, 0.2, 0.2)	0.850
(中,高,高)	(0.5, 0.8, 0.8)	0.856
(中,高,中)	(0.5, 0.8, 0.5)	0.886
(中,高,低)	(0.5, 0.8, 0.2)	0.881
(中,中,高)	(0.5, 0.5, 0.8)	0.906
(中,中,中)	(0.5, 0.5, 0.5)	0.914
(中,中,低)	(0.5, 0.5, 0.2)	0.907
(中,低,高)	(0.5, 0.2, 0.8)	0.883
(中,低,中)	(0.5, 0.2, 0.5)	0.908
(中,低,低)	(0.5, 0.2, 0.2)	0.901
(低,高,高)	(0.2, 0.8, 0.8)	0.890
(低,高,中)	(0.2, 0.8, 0.5)	0.918
(低,高,低)	(0.2, 0.8, 0.2)	0.910
(低,中,高)	(0.2, 0.5, 0.8)	0.949
(低,中,中)	(0.2, 0.5, 0.5)	0.965
(低,中,低)	(0.2, 0.5, 0.2)	0.949
(低,低,高)	(0.2, 0.2, 0.8)	0.912
(低,低,中)	(0.2, 0.2, 0.5)	0.951
(低,低,低)	(0.2, 0.2, 0.2)	0.939

自有有一个处理拆卸中心,如下图所示。回收中心 1、2、3 到拆卸中心的运输距离(km)分别为 100、50、80。

为便于计算,同时假设:收集费用中的 $I=40000$ 元,回收比例统一为 0.8,单台手机的收集、运输等回收市场的成本 S 为 30 元/台;单台手机运输费用 R 为 0.2 元/km;处理中心人工费用为 25 元/小时,可回收物质价值 Q 为 15 元。同时假定经过 PRP 企业分析,3 个指标关于高、中、低收费的隶属度均为 (0.8, 0.5, 0.2)

根据第三方统计,行业内: $C_{max}=40$ 元, $C_{min}=32$ 元,则有 $C_{0.8}=38.4$ 元, $C_{0.5}=36$ 元, $C_{0.2}=33.6$ 元; $L_{max}=18$ 元, $L_{min}=12$ 元,则有 $L_{0.8}=16.8$ 元,

$L_{0.5}=15$ 元, $L_{0.2}=13.2$ 元; $H_{max}=16$ 元, $H_{min}=5$ 元,则有 $H_{0.8}=13.8$ 元, $H_{0.5}=10.5$ 元, $H_{0.2}=7.2$ 元。

现有手机生产企业 B 预委托该第三方企业负责其废旧手机回收,该手机企业年销售量 P 为 20000 台,在 1、2、3 回收中心所在区域的销售量占总销量比例为 0.2、0.4、0.4,该企业的手机可回收价值比例为 0.3,处理该企业的废旧手机所需工时为 0.6 小时。根据以上数据计算出相应的收集费用 $C_B=32.5$,运输费用为 $L_B=14.4$ 元,处理费用 $H_B=9.5$ 元;因为第三方必须按自己的标准进行收费,因此须对该企业进行识别,判断它属于哪个收费标准。计算出 B 的关于 3 个指标的隶属度向量为 (0.075, 0.4, 0.41),按择近原则求,将该向量与即 A_1, A_2, \dots, A_{27} 计算欧几里得贴近度 $N(A, B)$,得出结果如表二所示。

该表中最大值为 0.965,可得出与厂商 B 最贴近的收费标准为 (低,中,中)。则相应的第三方对厂商 B 单台手机收费 $W_B=C_{0.2}+L_{0.5}+H_{0.5}=33.6+15+10.5=59.1$ 元。

4 结论

本文主要从收集、运输、拆卸处理三部分来分析第三方企业运作过程中的成本,并以此成本为基础制定出不同的收费标准,最后使用模糊模式识别,判别具体手机厂商属于何等收费标准,该模型可为 PRP 企业确定收费提供参考。本文对费用价格的估价都是采取静态估价的方式,若引入实物期权对费用进行估价,将会使最终定价更加贴近实际。

[参考文献]

- [1] 谢家平,陈荣秋.产品回收处理的财务模型及其应用.工业工程与管理,2003,(4): 15- 19
- [2] 谢家平,陈荣秋.产品回收处理逆向物流的成本-效益分析模型.中国流通经济,2003,(1): 25- 28
- [3] 杨杰,周磊山,孙琦.逆向物流成本优化模型研究.物流技术,2006,(3): 120- 122
- [4] 吕靖,赵洪初,张爽.物流成本的管理问题.大连海事大学学报,2006,(3): 15- 17
- [5] 周垂日,许传永.废旧电器的逆向物流系统规划模型研究,2005,(6): 74- 77
- [6] Hai yong kang, julie M.schoenung. Economic Analysis of Electronic Waste Recycling: Modeling the Cost and Revenue of a Materials Recovery Facility in California. Environ. Sci. Technol.,2006,(40), 1672 - 1680