

循环经济系统废弃物资源化的经济学分析

杨忠直

(上海交通大学 管理学院, 上海 200052)

摘要:本文分析了废弃物资源化过程和无害化处理过程的功能,导出了废弃物资源化系统的生产优化条件。根据废弃物市场定价的资源含量与治污难度的函数特征,研究了在边际收益均衡和市场博弈均衡下的市场定价机制,给出了废弃物市场交易定价的求解条件。作为一个自负盈亏单位,把废弃物的购买(可正可负的)支出计入成本,资源化价值作为效益,推导了废弃物投入量作为变量的利润最大化条件。

关键词:循环经济;废弃物定价;资源化;无害化处理;经济学

中图分类号:F224

文献标识码:A

文章编号:1009-9107(2008)04-0036-07

一、引言

由于技术进步、利益驱动和竞争,在工业革命以后掠夺性的自然资源开发,高投入低效率的生产、高消费和不负责任的大量排污,导致自然资源耗竭和环境恶化,以致威胁到人类的生存和发展,这在工业化和经济发展水平高、人口众多的国家尤为突出。美国经济学家 Kenneth E. Boulding 1965 年 5 月 10 日在华盛顿州立大学空间科学研究院发表文章“Earth as a space ship”,意识到并提醒人们相对于地球的资源 and 空间,地球的人口太多,增长过快,人们不得不回收资源化生产和消费产生的废弃物,否则人们将会处于生存的困境^[1],这被认为是循环经济的萌芽。循环经济的思想是要求人们在经济活动中通过减量化(reduce),再使用(reuse),回收资源化(recycle)等途径以节约资源,提高资源利用率,降低对环境的污染。我国改革开放以来的生产力得到大力发展,经济增长迅速,然而传统的工业化经济模式和人口问题在经济快速发展的同时,也给我国未来的社会与经济发展埋下了沉重的包袱:经济增长的资源投入代价太高,资源投入型经济增长过快,资源

利用效率低下,环境污染越来越严重。这种境况迫使我们必须遵照科学发展观转变经济增长模式,走循环经济之路,才能校正我国现有的经济运行方式,使我国经济步入健康的发展轨道。

在循环经济系统中,废弃物的资源化是最主要的功能之一。^[2]废弃物的资源化功能是从生产和生活过程中获取被排放的废弃物,经过分拣筛选和提炼,将废弃物转换成可以投入生产过程的资源(又称为再生资源)和能源,将不可资源化的剩余物质作最终(无害化)处理。随着工业化的不断升级,迅速发展世界经济,使得自然资源不断减少,生产和生活的废弃物不断增加,环境污染加剧,诸多发达国家相继制定了废弃物资源化的法规,建立了废弃物资源化的组织体系和标准,开发了废弃物资源化的技术和生产系统。^[3]我国在 1980 年代就关注和研究固体废弃物的资源化问题^[4],开始系统地介绍废弃物资源化的专业技术,生产系统和专业培训^[5],研究开发废弃物资源化的技术与装备。^[6]我国在 1995 年全面推行固体废弃物申报登记制度,实行减量化(reduce),资源化(recycle)和无害化目标。^[7]文献^[8]将

收稿日期:2007-02-01

基金项目:国家社会科学基金资助(06BJY045)

作者简介:杨忠直(1956—),男,陕西富平人,上海交通大学管理学院教授,博士生导师,主要研究方向为工程管理、资产估价、循环经济。

经济学与工程的结合应用于废弃物产生的人类行为,市场结构和处理技术方面,从理论和实践上描述了来自生产者和消费者的废弃物的回收处理流程。文献[9,10]分别以电子和建筑废弃物回收系统为例描述了成本和收益的构成,进行了成本效益的比较分析。对于废弃物处理系统的结构与运行,文献[11]从资源化经济学角度研究了最优废弃物处理系统。文献[12]运用控制论原理从企业和市场角度研究了废弃物处理的产业链的构成和运作。本文在对我国循环经济实践活动研究的基础上参考文献[5,6],试图对循环经济的废弃物资源化系统从资源化生产过程和污染治理过程,废弃物交易定价和废弃物资源化系统的经济效益等方面进行经济学分析,为废弃物资源化系统的设计与建设,为现有企业和

新建企业的生产与废弃物处理的责任延伸,废弃物资源化产业的形成和与现有产业的链接,以及废弃物回收资源化的市场形成与运作机制建立经济学分析基础。

二、废弃物资源化的生产经济学分析

(一)废弃物资源化系统的功能分析

假设废弃物资源化系统由资源化生产过程和无害化处理过程构成,资源化生产包括破碎,分选,分解,焚烧,溶解和冶炼等技术;无害化处理包括分解毒性物质和毒性物质的存放等技术,以及无害物质的排放控制技术,如图1所示。

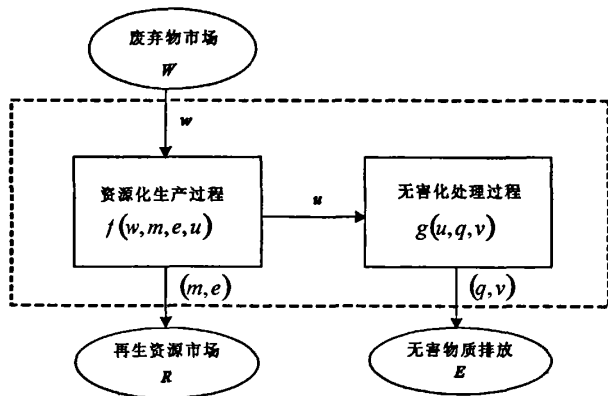


图1 废弃物资源化系统

废弃物资源化系统的边界是从来自废弃物市场的废弃物的进入开始,通过资源化过程和无害化处理过程,到再生资源输出并进入资源市场和无害物质排放处理为止,如图1的虚线框部分。来自生产过程和居民生活的废弃物汇集于废弃物市场,通过市场交换进入废弃物资源化处理系统。废弃物通过资源化生产加工过程产出可用材料和可用能源进入资源市场;然后将不可再资源化的废弃物物质送入无害化处理过程进行最终处理,然后将无害化产出物进行无害排放和对毒性物质进行存放等环境保护处理。

值得注意的是,输入进无害化处理过程的废弃物物质是指在现有技术条件下不可再资源化的废弃物物质,从无害化处理过程产出的无害物质也是指在现有技术条件下不可再资源化的无害物质。因而在技术进步以后,暂时不可资源化的废弃物物质和无害物质可能还有再资源化的潜力。因此,废弃物资源化

过程首先是尽可能的将废弃物转化成再生材料和再生能源,获得资源化价值最大;然后再将无害化处理以后的无害物质和毒性物质的排放或保存做到对环境的有害性损失最小。

(二)废弃物资源化系统的生产函数

如图1所示,在现有技术条件下,废弃物资源化系统的资源化生产过程的生产函数为:

$$f(w, m, e, u) = 0 \quad (1)$$

其中 w 表示废弃物的投入量, m 和 e 为资源化产出的再生材料和再生能源, u 为不可再资源化的物质。无害化处理过程的生产函数为:

$$g(u, q, v) = 0 \quad (2)$$

其中 $u = u(w)$, q 和 v 为无害化处理产出的无害物质和毒性物质。在可资源化的废弃物投入数量给定时,资源化生产过程边际技术转换率为:

$$MRTT = -\frac{de}{dm} = \frac{\partial f}{\partial m} / \frac{\partial f}{\partial e} \quad (3)$$

(3)表示在废弃物的数量给定时,每增加生产单位再生材料与可减少生产多少单位再生能源的转换比率,两者呈反向变化关系。在不可资源化物质的投入数量给定时,无害化处理过程的边际技术替代率为:

$$MRTS = -\frac{dv}{dq} = \frac{\partial g}{\partial q} / \frac{\partial g}{\partial v} \quad (4)$$

(4)表示在废弃物 u 的数量给定时,每增加生产单位排放量与可减少生产多少单位当量的毒性物质的替代比率,两者呈反向变化关系。

(三)废弃物资源化系统的生产优化

废弃物资源化系统的运行是使废弃物资源化的价值最大化和保证排放物质的数量和排放物质的毒性造成环境的损失最小化。于是建立资源化生产过程的优化模型如下:

$$\text{Max} : R = p_1 m + p_2 e \quad (5)$$

$$s : f(w, m, e, u) = 0$$

及无害化处理过程的优化模型如下:

$$\text{Min} : L = l_1 q + l_2 v \quad (6)$$

$$s : g(u, q, v) = 0$$

其中 w 为废弃物的投入量, p_1 再生材料 m 的价格, p_2 为再生能源 e 的价格, u 为资源化生产过程排出的不可资源化的废弃物质,也是无害化处理

过程的投入物质, l_1 为单位无害排放量 q 的损失, l_2 为单位当量毒性物质 v 的损失。

模型(5)和(6)的解析求解条件如下表述:

$$\begin{cases} MRTT = \frac{\partial f}{\partial m} / \frac{\partial f}{\partial e} = \frac{p_1}{p_2} \\ f(w, m, e, u) = 0 \end{cases} \quad (7)$$

$$\begin{cases} MRTS = \frac{\partial g}{\partial q} / \frac{\partial g}{\partial v} = \frac{l_1}{l_2} \\ g(u, q, v) = 0 \end{cases} \quad (8)$$

在(7)中,再生材料与再生能源的价格之比 $\frac{p_1}{p_2}$

称为该两种产品的市场替代率,于是最优化条件为:

废弃物资源化过程的产品边际技术转换率等于产品的市场替代率,由(7)能解出资源化价值最大化条件下的再生资源(m^*, e^*)。在(8)中,单位无害化

物质与单位毒性物质的损失之比 $\frac{l_1}{l_2}$ 称为该两种物

质的环境替代率,于是最优化条件为:废弃物无害化过程的无害物质与毒性物质的边际技术替代率等于该两种物质的环境替代率,由(8)能解出无害化损失最小化的排放物质的数量与毒性物质(q^*, v^*)。

模型(5)和(6)以及求解条件(7)和(8)可以用图2表示:

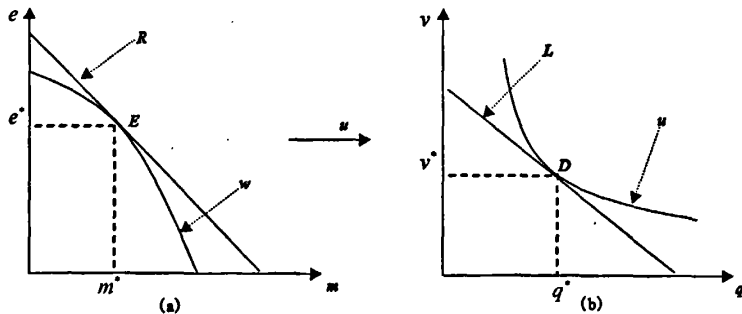


图2 废弃物资源化过程最优求解示意图

图2(a)说明,在废弃物投入量 w 和再生资源(m, e)的市场价格(p_1, p_2)给定时,为了使资源化过程得到的再生资源的收益最大化,这将必然使转换曲线 w 与收益线 R 在 E 点相切,于是(7)被满足,这便确定了再生材料和再生能源的最优产出数量(m^*, e^*),同时输出不可资源化的废弃物质 u 。注意:只要再生资源(m^*, e^*)的价值是最大化,资源化后输出的不可资源化的废弃物质 u 的数量一定是最小化,因此资源化过程的价值最大化也同时做到了无害物质排放和毒性物质的减量化。图2(b)说

明,在不可资源化废弃物投入量 u 和无害物质质量 q 与毒性物质当量 v 的单位损失(l_1, l_2)给定时,为了使无害化过程得到的无害物质与毒性物质对环境的损失最小化,这将必然使转换曲线 u 与损失线 L 在 D 点相切,于是(8)被满足,这便确定了无害物质和毒性物质的最优产出数量(q^*, v^*)。

三、废弃物交易定价的经济学分析

(一)治污过程的经济补偿问题

废弃物资源化可以获得再生材料和再生能源,给废弃物资源化企业带来经济效益。然而在获得再生资源的同时又肩负着废弃物污染治理的任务,其治污功能的实现需要资本投资和运营成本。如果废弃物资源化过程是一个独立经营的自负盈亏单位,那么治污过程就是一个专门的治污功能,需要投入资本与运营成本而没有自生的收益来源,其经济收益必须来自外部,这个来自外部的经济收益即为治污过程的经济补偿。来自企业生产过程的污染物的治污经济补偿应当由企业支付,即谁排放污染物谁支付治污费用,支付的治污补偿按照排放量和费用标准支付治污补偿费。还有一些来自政府部门,公共活动和居民生活的排放污染物,其治污补偿只有来自政府的转移支付,支付额应当根据治污量和治污难度来决定,对这类治污补偿问题已有成熟的理论和政策操作^[7]。本文将废弃物的治污补偿费用置于由市场机制来解决,不管是企业排放的废弃物,还是政府部门和居民生活排放的废弃物,其补偿费用根据废弃物的资源含量和治污难度由市场来决定。

(二)废弃物交易的市场价格函数

在废弃物的资源化过程和治污过程中,对于不同程度的污染物其治理成本不同,不同资源化程度的废弃物的资源化收益也不同;废弃物的资源化和污染物的混合程度不同,其资源化收益和治污成本也不尽相同。在市场上,不管废弃物的资源化含量多高,也不管污染物的治理成本有多高,都可以由人们的评判在交易中决定其市场价格。若是资源化含量高的废弃物,其市场价格为正;若废弃物污染程度高,则市场价格可能为负;因而废弃物价格高低决定于废弃物的资源化价值和污染物的治理难度。

设废弃物的市场价格直接决定于资源化价值含量和治污难度,于是构造废弃物的价格为资源化程度和治污难度函数为:

$$p = P(R, H) \quad (9)$$

其中 R 为废弃物的资源化价值含量, H 为废弃物的治污难度。废弃物的价格函数符合:

$$\frac{\partial p}{\partial R} \geq 0, \frac{\partial p}{\partial H} \leq 0 \quad (10)$$

废弃物的资源化和排污治理是一个混合体,在给定治污难度时,资源化程度越高,废弃物的价格越高;在给定资源化程度时,治污难度越高,废弃物的价格越低,甚至小于零。如图3说明。

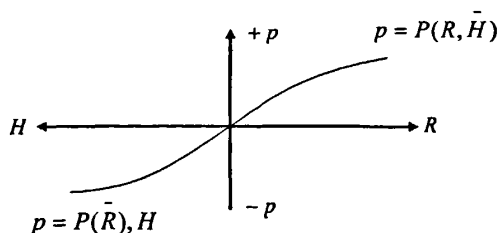


图3 废弃物价格函数

如图3所示,当治污难度给定时(此时假设 $H=0$)废弃物的价格是资源化价值含量的函数;当资源化价值含量给定时(此时假设 $R=0$)废弃物的价格是治污难度的函数。

(三)废弃物交易的市场价格形成

在市场交易的信息量对称和(或)威慑力平等的条件下,基于废弃物的资源化价值含量和治污难度的市场博弈定价有以下定理:

定理1 设废弃物卖方的效用函数为 $u_s(p, z)$,

其个人价值为 $pv_s = \frac{\partial u_s(p, z)}{\partial p}$, 废弃物买方的效用

函数为 $u_D(p, z)$, 其个人价值为 $pv_D = \frac{\partial u_D(p, z)}{\partial p}$,

其中 $u = (p, z)$ 遵循价格的不满足定律和满足程度递减定律, p 为废弃物的交易价格, z 为交易中需要考虑的其他参数^[14]。废弃物交易议价模型为:

$$\text{Max} : u = u_s(p, z) + u_D(p, z) \quad (11)$$

模型的最优求解条件为:

$$pv_s + pv_D = 0 \quad (12)$$

即在排污权市场交易的议价中卖方和买方对废弃物的个人价值均等,符号相反,废弃物达成交易形成公平交易价格 P^* , 如图4说明。

定理1说明废弃物交易双方的竞争力达到均衡的成交条件,也是牛顿力学第三定律的体现。如前所述,在交易中废弃物的交易价格 p^* 可正可负。对于废弃物交易中存在信息量不对称和(或)存在威慑力不平等的情况,基于废弃物的资源化价值含量和治污难度的市场博弈定价有以下定理^[15]:

定理2 在定理1的假设条件下,废弃物在交易中双方各有不同的信息量和议价威慑力,废弃物交易议价模型如下:

$$\text{Max} : u = \{u_s(p, z) - u_s^0\}^\lambda \times \{u_D(p, z) - u_D^0\}^{1-\lambda} \quad (13)$$

其中 $0 \leq \lambda \leq 1$ 为信息量和威慑力系数, u_s^0, u_D^0 为卖方和买方的保留效用值。模型的最优求解条件为:

$$\lambda \left(\frac{u}{u_s - u_s^0} \right) p v_s + (1 - \lambda) \left(\frac{u}{u_D - u_D^0} \right) p v_D = 0 \quad (14)$$

人价值均等,符号相反,废弃物达成交易,形成公平交易价格 P^* ,如图5说明:

即在废弃物市场交易的议价中卖方和买方的加权个

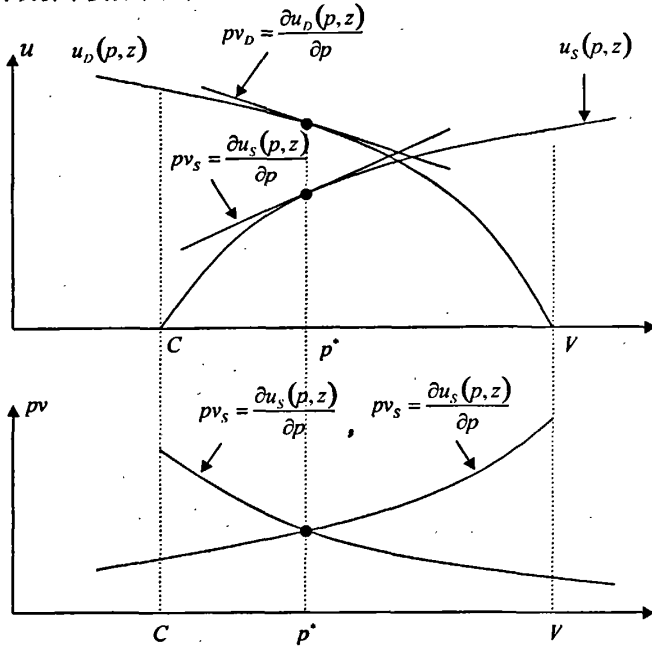


图4 废弃物市场交易价格的确定

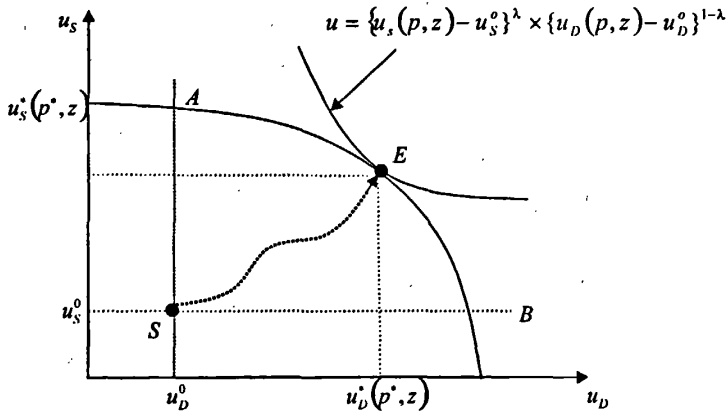


图5 交易信息量与威慑力不对称的定价

在图5中,扇形区域ABS是交易双方对废弃物议价的谈判域,点S为议价的出发点,边界AB是双方议价的有效前沿,议价结果在有效前沿AB上达到。交易的最终议价结果究竟落在有效前沿AB的那一点上取决于议价双方的信息量和威慑力,即系数 λ 的取值,一旦 λ 的值取定,废弃物的议价交易点即被确定,如图5中的E点,模型(13)的数值求解参见文献[16]。

需要说明的是,模型(13),求解条件(14)和图5

可以用来描述多维属性交易变量构成的效用函数的市场定价,适合于各种产权交易和商品交易的情景。

在市场交易中,如果卖方知道废弃物的成本价值,希望获得一个满意的交易价格,而买方能够测出废弃物的潜在收益价值,也希望获得一个满意的交易价格,那么废弃物的市场交易价格遵循以下定理:

定理3 若已知待交易的废弃物的成本价值为C,期望收益价值为V,市场交易底价为 p ,满足:

$$\frac{dp}{dC} = \frac{dV}{dP} \quad (15)$$

通过积分运算可以得到交易均衡价格为:

$$p = \sqrt{C \times V} \quad (16)$$

在这个定理中,废弃物的卖方获得交易利润为 $\pi_s = P - C$, 卖方获得交易利润为 $\pi_D = V - P$, 并且有 $\pi_s \leq \pi_D$ 。本定理见文献[17], 公式(16)可以用于废弃物交易底价的测算, 也可以用于任何产权交易底价的测算。

四、废弃物资源化系统的效益分析

(一) 废弃物资源化系统的收益与成本函数

废弃物资源化系统由资源化生产过程和无害化处理过程组成, 系统的运行是投入废弃物进行资源化生产, 对不可资源化的废弃物质进行无害化处理。废弃物资源化系统的收益首先是来自资源化过程生产的再生资源, 以废弃物数量为变量的资源化的总收益函数为:

$$TR = p_1 m(w) + p_2 e(w) \quad (17)$$

这与模型(5)相同。当没有资源化价值时, (17)中的再生材料数量 m 和再生资源数量 e 为零, 收益 TR 也自然为零。另一部分收益可能来自于废弃物的购买价格。当 $p < 0$ 表明治污难度相对较大, pw 为废弃物资源化系统的收益; 当 $p > 0$ 时表明资源化价值含量相对较高, pw 为废弃物资源化系统的成本。如前所述, 废弃物的购买价格具有相对性, 是收益还是成本由市场说了算。

如果把 pw 归于成本函数, 废弃物资源化系统的总成本函数为:

$$\begin{aligned} TC &= C(m(w), e(w), q(u(w)), v(u(w))) \\ &= FC(w) + VC(w) + pw \end{aligned} \quad (18)$$

其中 $FC(w)$ 为资源化与治污过程的系统固定成本, 在长期情况下是废弃物投入量的函数, 在短期情况下固定不变; $VC(w)$ 为资源化与治污过程的变动成本, 为劳动力要素成本, 在长期和短期情况下都是废弃物投入量的函数; pw 为购买废弃物的生产要素成本。

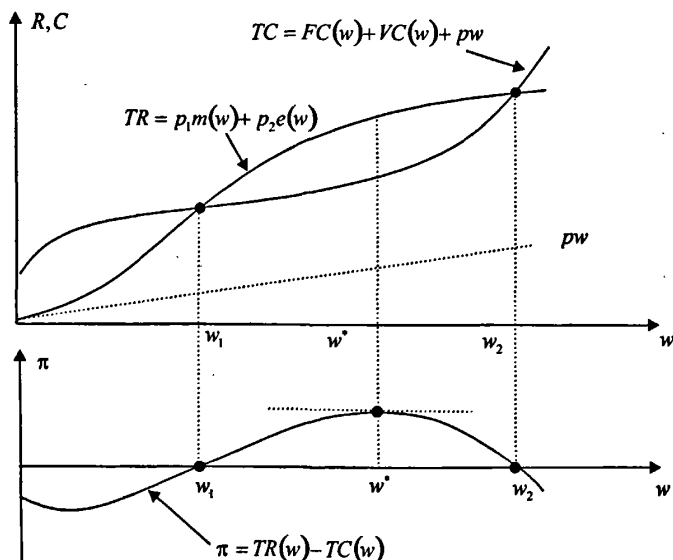


图6 废弃物资源系统的利润函数

(二) 废弃物资源化系统的利润最大化

从经营角度把废弃物资源化过程和治污处理过程作为一个整体自负盈亏的经营单位, 可以顺理成章地构造废弃物资源化系统的利润函数为其总收益函数减去总成本函数:

$$\begin{aligned} \pi &= TR(w) - TC(w) \\ &= p_1 m(w) + p_2 e(w) - FC(w) - VC(w) - pw \end{aligned} \quad (19)$$

为了说明利润函数的意义, 设企业排放的废弃物具有较高资源化价值使 $TR(w) > 0$, 又必须出售废弃物给治污企业, 因而价格 $p < 0$, 在短期 $FC(w) = FC$, 利润函数(19)可用图6说明。

对(19)的利润函数, 废弃物投入量作为变量的利润最大化条件为:

$$\frac{d\pi}{dw} = p_1 \frac{dm}{dw} + p_2 \frac{de}{dw} - \frac{dC}{dw} - p = 0 \quad (20)$$

即满足 $MR(w) = MC(w)$, 其中 $\frac{dm}{dw} = -\frac{\partial f}{\partial w} / \frac{\partial f}{\partial m}$,

$$\frac{de}{dw} = -\frac{\partial f}{\partial w} / \frac{\partial f}{\partial e}.$$

在(20)给出的方程中,只要估计出各个过程的生产函数 $f(\dots)$ 和总成本函数 $C(\dots)$, 就能求解废弃物资源化系统利润最大化的废弃物最优投入数量 w^* , 如图6所示。

参考文献:

- [1] KENNETH E, BOULDING. Earth as a space ship [M]. Washington State University, Committee on Space Sciences, 1965.
- [2] 杨忠直. 循环经济的系统结构与运行分析[J]. 西北农林科技大学学报: 社会科学版, 2006(3): 49—53.
- [3] DEFEUILLEY, CHRISTOPHE GODARD, OLIVIER. Economics of packaging waste recycling in France: institutional framework and technological adoption[J]. International Journal of Environment and Pollution, 1997, 7(4): 538—546.
- [4] 国家环境保护局. 固体废物资源化[M]. 北京: 北京化工研究院环保所出版, 1985—1988.
- [5] 李国鼎. 固体废物处理与资源化[M]. 北京: 清华大学出版社, 1990.
- [6] 王绍文. 固体废弃物资源化技术与应用[M]. 北京: 冶金工业出版社, 2003.
- [7] 王祝堂. 我国将全面推行固体废物申报登记制度[J]. 中国再生资源, 1995(4): 4.
- [8] UEDA K, NISHINO N, Oda S H. Integration of economics into engineering with an application to the recycling market[J]. CIRP Annals-Manufacturing Technology, 2003, 52(1): 33—36.
- [9] KANG HAI-YONG, SCHOENUNG, JULIE M. Economic analysis of electronic waste recycling: Modeling the cost and revenue of a materials recovery facility in California[J]. Environmental Science and Technology, 2006, 40(5): 1672—1680.
- [10] BEGUM RAWSHAN ARA, SIWAR CHAMHURI, PEREIRA JOY JACQUELINE, et al. A benefit-cost analysis on the economic feasibility of construction waste minimisation: The case of Malaysia[J]. Resources, Conservation and Recycling, 2006, 48(1): 86—98.
- [11] DORNBURG VERONIKA, FAJAJ ANDRE P C, MEULEMAN BERRY. Optimising waste treatment systems. Part A: Methodology and technological data for optimising energy production and economic performance [J]. Resources, Conservation and Recycling, 2006, 49(1): 68—88.
- [12] KLEINEIDAM U, LAMBERT A J D, BLANSJAAR, J, et al. Optimising product recycling chains by control theory[J]. International Journal of Production Economics, 2000, 66(2): 185—195.
- [13] 宋国君. 排污权交易[M]. 北京: 化学工业出版社, 2004.
- [14] 杨忠直. 资产评估的价格基础[J]. 天津大学学报, 1996(增刊): 45—51.
- [15] 杨忠直. 工程合同冲突协调的经济力学解释[J]. 管理工程学报, 2005(4): 79—82.
- [16] 杨忠直. 工程合同冲突协调的经济学计算研究[J]. 管理工程学报, 2006(2): 19—23.
- [17] 杨忠直. 企业资产再使用方案的评价与决策方法[J]. 系统工程理论与实践, 1997(10): 18—24.

Economic Analysis of Waste Recycling in Circular Economy System

YANG Zhong-zhi

(Antai College of Economics & Management, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200052, China)

Abstract: The optimum production conditions are derived after the system structure and function of waste recycling and innoxiousness processing. The functional characteristics of recycling and recovery in the waste pricing are analyzed, the pricing mechanism of marginal revenue equilibrium and market game equilibrium are studied and the solution conditions of waste market pricing are given. As a unit with responsibility for own profit and loss, the profit maximum condition of waste recycling system is derived, where the expenditure on waste purchase is accounted in the total cost and the value of recycling is as revenue.

Key words: circular economy; waste pricing; recycling; innoxiousness process; economics

作者: [杨忠直](#), [YANG Zhong-zhi](#)
作者单位: [上海交通大学管理学院, 上海, 200052](#)
刊名: [西北农林科技大学学报 \(社会科学版\)](#)
英文刊名: [JOURNAL OF NORTHWEST A&F UNIVERSITY \(SOCIAL SCIENCE EDITION\)](#)
年, 卷(期): 2008, 8(4)
引用次数: 0次

参考文献(17条)

1. [KENNETH E, BOULDING](#) [Earth as a space ship](#) 1965
2. [杨忠直](#) 循环经济的系统结构与运行分析[期刊论文]-[西北农林科技大学学报\(社会科学版\)](#) 2006(03)
3. [DEFEUILLEY. CHRISTOPHE](#) [GODARD. OLIVIER](#) [Economies of packaging waste recycling in France, institutional framework and technological adoption](#) 1997(04)
4. [国家环境保护总局](#) [固体废物资源化](#) 1988
5. [李国鼎](#) [固体废物处理与资源化](#) 1990
6. [王绍文](#) [固体废弃物资源化技术与应用](#) 2003
7. [王祝堂](#) [我国将全面推行固体废物申报登记制度](#) 1995(04)
8. [UEDA K. NISHINO N. Oda S H](#) [Integration of eco-nomics into engineering with an application to the re-cycling market](#) 2003(01)
9. [KANG HAI-YONG. SCHOENUNG. JULIE M](#) [Eco-nomic analysis of electronic waste recycling, Modeling the cost and revenue of a materials recovery facility in California](#) 2006(05)
10. [BEGUM RAWSHAN ARA. SIWAR CHAMHURI. PEREIRA JOY JACQUELINE](#) [A benefit-cost analysis on the economic feasibility of construction waste minimisation: The case of Malaysia](#) 2006(01)
11. [DORNBURG VERONIKA. FAAIJ ANDRE P C. MEULEMAN BERRY](#) [Optimising waste treatment systems. Part A, Methodology and technological data for optimising energy production and economic performance](#) 2006(01)
12. [KLEINEIDAM U. LAMBERT AJ D. BLANSJAAR J](#) [Optimising product recycling chains by control theory](#) 2000(02)
13. [宋国君](#) [排污权交易](#) 2004
14. [杨忠直](#) [资产评估的价格基础](#) 1996(zk)
15. [杨忠直](#) 工程合同冲突协调的经济力学解释[期刊论文]-[管理工程学报](#) 2005(04)
16. [杨忠直](#) 工程合同冲突协调的经济学计算研究[期刊论文]-[管理工程学报](#) 2006(02)
17. [杨忠直](#) [企业资产再使用方案的评价与决策方法](#) 1997(10)

相似文献(0条)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_xbnlkjdxsh200804008.aspx

下载时间: 2010年6月1日