

## 废旧产品回收策略的分析\*

刘少岗, 金 秋, 王 平

(天津科技大学 机械工程学院, 天津 300222)

**摘 要:** 废旧产品的再回收问题日益引起人们的关注, 对废旧产品的回收策略进行分析就显得非常重要。产品的回收处理策略包括再利用、再制造、再循环和焚烧。在确定产品的回收策略时, 需要综合考虑各种因素。文中从废旧产品的经济性、技术性、环境影响和相关政策的影响四个方面对产品的回收策略进行分析, 得到不同回收策略的量化指标, 从而为企业实施废旧产品回收提供指导。

**关键词:** 废旧产品; 再利用; 再制造; 再循环

中图分类号: X7

文献标识码: A

文章编号: 1007-9289(2006)05<sup>+</sup>-0112-03

### Analyzing Recovery Options of End-of-Life Product

LIU Shao-gang, JIN Qiu, WANG Ping

(College of Mechanical Engineering, Tianjin University of Science and Technology, Tianjin 300222)

**Abstract:** People have paid more attention to recovery of end-of-life product, and the recovery options of end-of-life product become more important. The recovery options are a combination of reusing, remanufacturing, recycling and incineration. Many factors should be considered to analyze the recovery options. In this paper, four factors are considered to determine the recovery options of end-of-life product, which are economic value, technological conditions, impact on the environment and impact of relative regulations. Then a number index is obtained, which could be used to guide the industries to decide the recovery options.

**Key words:** end-of-life product; reuse; remanufacture; recycle

## 0 引 言

随着人民生活水平的提高, 机电产品更新换代的速度加快<sup>[1]</sup>, 新产品的生命周期越来越短。这一现象造成的结果之一就是废旧产品的大量产生。据报道, 2000 年报废的汽车达 210 余万辆, 2003 年报废的彩电、冰箱、空调、电脑等家用电器 2800 万台, 其中报废的电脑 500 余万台<sup>[1]</sup>。这一现象造成的另一个结果是制造新产品所需要的资源和能源日益短缺。这种情况迫使我们必须考虑废旧产品的回收利用问题, 一方面可以减少废旧产品对环境的影响, 另一方面也能够为新产品提供一定的资源和能源。对废旧产品的处理, 可以根据具体情况采用不同的回收处理方式, 如再利用、再制造、再循环和焚烧等。

零件的再利用是指零件只需要经过简单的处理就可以再次得到使用。再利用包括直接再利用和间接再利用, 直接再利用不改变零件的用途, 而间接再利用则改变零件的用途。再制造是指利用先进的技术使废旧产品得到高质量的再生和利用。再循环是指通过处理, 使废旧产品的材料得到重新使用, 包括高级再循环和低级再循环。高级再循环是指废旧产品的材料在相同等级的产品中得到使用, 而低级再循环则是指废旧产品的材料在低级的产品中得到使用。焚烧则是利用废旧产品的燃烧热来提供热量和电能。

收回废旧产品以后, 首先必须对产品的可回收性进行分析。通过可回收性分析, 来确定该种废旧产品究竟应该采用哪种回收处理方式。一般来说, 影响产品可回收性的因素包括技术因素、经济因素、环境因素和政策因素, 只有在综合考虑各种因素的条件下才能对产品的可回收性进行全面的分

收稿日期: 2006-08-01

修回日期: 2006-09-01

基金项目: \*天津科技大学引进人才科研启动基金资助项目 (20060412, 20060414)

作者简介: 刘少岗 (1971-), 男 (回), 河北人, 讲师, 博士。

析。

## 1 废旧产品的经济性分析

废旧产品的回收首先要考虑其经济性<sup>[2]</sup>。如果某项再回收工作的经济价值低,需要花费很多的人力、物力,而最后的经济效益甚微,就应该重新考虑。因此,虽然对废旧产品进行再回收和再利用符合可持续发展的要求,但如果企业不能从产品的再回收和再利用中获得经济方面的收益,就会影响企业的积极性和主动性,再回收策略也很难得到真正的实施。因此,文中首先对产品回收的经济性进行分析,计算公式如下:

再利用的收益=产品的价值-产品的回收成本-产品的简单处理成本 (1)

再制造的收益=产品的价值-产品的回收成本-产品的再制造成本 (2)

高级再循环的收益=(产品的重量×材料的市场价格)-产品的回收成本-材料高级再循环的处理成本 (3)

低级再循环的收益=(产品的重量×废品的市场价格)-产品的回收成本-材料低级再循环的处理成本 (4)

焚烧的收益=(产品的重量×单位重量产生的能源×能源的价格)-产品的回收成本-焚烧处理的成本 (5)

## 2 废旧产品的技术性分析

不同的废旧产品和不同的回收处理方式,其回收的技术手段也不相同。随着科学技术的发展,产品在技术方面的可回收性也在不断提高,这体现在两个方面。一方面,随着绿色设计、绿色制造理念的不断深入,原始设备制造商在产品设计和制造中越来越多地考虑到产品材料的回收性、产品结构的可拆卸性以及与回收性有关的一系列问题,从而在技术上降低了产品回收的难度。另一方面,产品回收处理的技术本身也在不断提高。比如,一些以前不能再利用、再制造的产品和零部件采用新的技术手段以后能够得到重新使用。

## 3 废旧产品的环境影响分析

除了经济性和技术性问题以外,在废旧产品的处理中需要考虑的另一个问题是环境影响。产品生

态学咨询组织(Product Ecology Consultants)提出了环境指数方法(Eco-Indicator)对废旧产品的环境影响进行定量的评价,由于该评价简单实用、使用方便,因此本文依此指标体系来评价废旧产品的环境影响。废旧产品环境影响的计算公式如下所示<sup>[3]</sup>:

$$EI = \sum_{j=1}^N (IE_j \cdot W_j) \quad (6)$$

其中, $EI$ 表示废旧产品的环境影响, $N$ 表示废旧产品中包括的材料种类, $IE_j$ 表示第 $j$ 种材料对环境的影响, $W_j$ 表示第 $j$ 种材料的重量。

## 4 相关政策的影响分析

尽管废旧产品的回收本身是一种企业行为,但要使企业真正地将废旧产品的回收作为自觉的行为,政府必须通过制定相关的政策对企业进行引导和规范。因此,废旧产品回收的相关政策首先是立法和行政规定;其次,政府可以通过制定经济政策,用市场经济的机制对废旧产品的回收实施引导。由于废旧产品的不当处理会带来一系列问题,诸如污染自然环境、威胁人类健康等,世界各国对废旧产品的回收问题越来越重视。可以预见的是,关于这方面的法律、法规以及相关的政策措施会越来越多。

作为企业,一方面需要考虑产品的回收策略能否满足本国、本地区已经制定的一些的法律和法规。另一方面,要有长远的战略发展眼光,随着国家和社会对环境和环保问题的日益关注,更多相关的法律、法规会不断出现。这就要求企业的回收策略不仅要满足当前的法律、法规,还有对本国、本地区可能要制定的法律、法规有一定的预见性,使企业的发展与进一步的法律、法规要求相适应,努力提高企业的环保水平,减少企业的经营风险,保证企业的可持续发展。

## 5 废旧产品的回收策略综合分析

废旧产品的回收策略需要根据以上四个因素来确定,这是一个多目标选择问题,文中采用权重来表示以上四个因素的重要性,得到不同回收策略时的目标函数如下:

废旧产品的再利用指数= $w_1$ (再利用的收益)+ $w_2$ (再利用的环境影响)+ $w_3$ (现有相关政策对

再利用的影响) +  $w_4$  (未来可能制定的相关政策对再利用的影响) (7)

废旧产品的再制造指数 =  $w_1$  (再制造的收益) +  $w_2$  (再制造的环境影响) +  $w_3$  (现有相关政策对再制造的影响) +  $w_4$  (未来可能制定的相关政策对再制造的影响) (8)

废旧产品的高级再循环指数 =  $w_1$  (高级再循环的收益) +  $w_2$  (高级再循环的环境影响) +  $w_3$  (现有相关政策对高级再循环的影响) +  $w_4$  (未来可能制定的相关政策对高级再循环的影响) (9)

废旧产品的低级再循环指数 =  $w_1$  (低级再循环的收益) +  $w_2$  (低级再循环的环境影响) +  $w_3$  (现有相关政策对低级再循环的影响) +  $w_4$  (未来可能制定的相关政策对低级再循环的影响) (10)

废旧产品的焚烧指数 =  $w_1$  (焚烧的收益) +  $w_2$  (焚烧的环境影响) +  $w_3$  (现有相关政策对焚烧的影响) +  $w_4$  (未来可能制定的相关政策对焚烧的影响) (11)

上式中,  $w_1$  是废旧产品回收的经济收益权重,  $w_2$  是废旧产品的环境影响权重,  $w_3$  是所在国家和地区相关政策对回收策略的影响权重,  $w_4$  是所在国家和地区未来可能制定的相关政策对回收策略的影响权重。各权重之和等于 1, 即满足下面的公式:

$$\sum_{i=1}^4 w_i = 1 \quad (12)$$

在计算出不同回收策略的指数以后, 企业应该选择指数最高者作为最终的回收策略。

## 6 结 论

对企业来说, 废旧产品的回收策略具有相对的稳定性。因为企业在确定回收策略以后, 就需要购买相应的生产设备来建立生产线。一旦企业的废旧产品回收策略发生变化, 就必须对现有的回收生产

设备和生产线进行调整, 这将增加企业的成本, 影响企业的生产经营活动。因此, 企业在确定回收策略时, 需要根据具体情况进行综合分析, 既要考虑当前的发展情况, 又要给未来的发展留下足够的空间。一方面要考虑到当前技术条件下的各因素, 另一方面还要考虑到未来技术条件的发展以及政府可能制定的新政策影响。例如, 如果再制造和再循环的技术方法提高了, 就会增加产品的回收收益, 进而可能改变产品的回收策略。随着国家对环保的日益重视, 更多的政策法规会不断出台, 企业在确定回收策略时也应该对此有充分的考虑。总之, 废旧产品的回收和处理将是今后企业必须考虑的问题, 企业应该立足于当前, 并着眼于长远发展, 在充分考虑各种因素的情况下制定产品回收的最优策略。

## 参考文献:

- [1] 徐滨士, 等. 再制造工程基础及其应用 [M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 2005, 1~2.
- [2] Chen RW, Dundee NC, Prinz FB. A cost-benefit analysis model of product design for recyclability and its application [J]. IEEE Transactions on Packaging and Manufacturing Technology-Part A, 1994, 17(4): 502~507.
- [3] Lee SG, Lye SW, Khoo MK. A multi-objective methodology for evaluating product end-of-life options and disassembly [J]. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2001, 18: 148~156.

作者地址: 天津市河西区大沽南路 1038 号 300222

天津科技大学机械工程学院 563 信箱

Tel: (022) 60272241

Fax: (022) 60273495

E-mail: liusg99@mails.tsinghua.edu.cn