

废弃电器电子产品产生量测算方法探究

邓毅¹, 蔡毅², 田晖², 韦洪莲^{1*}, 顾芮冰¹, 熊晖³, 黄庆⁴

(1. 生态环境部固体废物与化学品管理技术中心, 北京 100029; 2. 中国家用电器研究院, 北京 100053; 3. 濮阳市生态环境局华龙分局, 河南 濮阳 457000; 4. 上海第二工业大学电子废弃物研究中心, 上海 201209)

摘要:选取我国废弃电器电子产品中回收处理数量最多、获得政策基金补贴最多的电视机产品, 通过对其销量、最长使用年限、报废高峰期、报废系数的分析, 采用市场供给 A 模型测算其报废产生量, 并进一步对废弃电视机产生量测算结果与实际处理量做对比分析, 提出废电视机产生量的修正方法。最终测算得到废电视机产生量为 4 213 万台, 与同年电视机的实际处理量持平。

关键词: 废弃电器电子产品; 电视机; 市场供给 A 模型; 报废系数

中图分类号: X79 文献标志码: B 文章编号: 1006-2009(2020)04-0058-03

Research on Measurement of Waste Electrical & Electronic Equipment (WEEE) Production

DENG Yi¹, CAI Yi², TIAN Hui², Wei Hong-lian^{1*}, GU Rui-bing¹, XIONG Hui³, HUANG Qing⁴

(1. Solid Waste and Chemicals Management Center MEE, Beijing 100029, China; 2. China Household Electric Appliance Research Institute, Beijing 100053, China; 3. Hualong Branch, Bureau of Ecology and Environment of Puyang City, Puyang, Henan 457000, China; 4. Shanghai Collaborative Innovation Centre for WEEE Recycling, Shanghai Polytechnic University, Shanghai 201209, China)

Abstract: Taking television set as an example, which was the most among the recyclable waste electrical and electronic equipment in China, and accessed the most policy fund subsidy, the amount of discarded television set was measured by analyzing the sales volume, the longest service life, peak period of discard, scrap coefficient, and by using market supply A-model. Compared with actual disposal capacity, a correction method was proposed. The final measured production of waste television set was 42.13 million, which was basically consistent with the actual waste disposal capacity.

Key words: Waste electrical & electronic equipment; Television; Market supply A-model; Scrap coefficient

环境统计是我国环境保护事业中的一项重要基础性工作^[1]。合理推测我国废弃电器电子产品(WEEE)产生量及动态变化规律对完善我国废弃电器电子产品回收处理管理制度, 以及推动行业的发展具有一定意义。欧盟发布的 WEEE 指令(2012 修订版)提出了 WEEE 产生量的回收率指标, WEEE 产生量的测算方法研究受到了高度重视^[2]。2017 年 4 月, 欧盟发布了 WEEE 测算方法的实施条例, 统一了欧盟各成员国 WEEE 产生量的测算方法, 为欧盟 WEEE 回收处理管理提供了

技术支撑^[3]。今以我国废弃电器电子产品中回收处理数量最多、获得基金补贴最多的产品——电视

收稿日期: 2019-03-19; 修订日期: 2020-04-30

基金项目: 国家重点研发计划固废资源化专项“产品全生命周期识别溯源体系及绩效评价技术”子课题“产品全生命周期识别、评估体系及集成示范应用”基金资助项目(2018YFC1902701); 上海市教育发展基金会“联盟计划”“利用电子废料再生制备光催化剂技术与工艺”基金资助项目(LM201910)

作者简介: 邓毅(1988—), 男, 山西太原人, 工程师, 硕士, 主要从事废弃电器电子产品管理政策研究。

* 通信作者: 韦洪莲 E-mail: weihonglian@meescc.cn

机为例,对我国废弃电器电子产品产生量测算方法进行探究,以期为其他废弃电器电子产品的产生量测算提供理论基础,也为我国废弃电器电子产品管理逐步完善提供现实依据。

1 研究方法

1.1 WEEE 产生量范围

废弃电器电子产品产生量是指不具有再使用价值,进入拆解处理环节的产品数量,WEEE 产生后一部分进入有资质的处理企业进行拆解,一部分进入非法拆解渠道,见图 1。

1.2 市场供给 A 模型

通过文献调研发现,WEEE 产生量的测算方法有十余种,包括市场供给 A 模型、斯坦福模型、卡内基梅隆模型、消费与使用模型、时间梯度模型等^[4]。其中,市场供给 A 模型为行业普遍采用的测算方法,也是欧盟确定的 WEEE 产生量测算方法。现采用该模型对废电视机的产生量进行测算,其计算公式如下:

$$Q_1 = \sum Q_i \times x_i \quad (1)$$

式中: Q_1 为理论报废量; Q_i 为第 i 年的销量; x_i 为第 i 年产品在当年的报废系数。

1.3 销售量统计

我国没有电器电子产品销量的统计数据,销量是通过产量和进出口量进行测算而得^[5]。其中,产量数据来自《中国统计年鉴》,进出口量来自《中

国海关统计年鉴》。近年来大部分企业基本为按订单生产,库存较少,因而库存量影响较小。销量计算公式如下:

$$S_d = Q_p + Q_i - Q_e \quad (2)$$

式中: S_d 为国内销量; Q_p 为国内产量; Q_i 为进口量; Q_e 为出口量。

1.4 报废系数及修正方法

报废系数是通过处理企业调研得到的电视机使用年限数据与对应产品销量进行计算而得,计算过程如下:

$$\lambda = \frac{Q_i \times x_i}{Q_1 \times x_1} \quad (3)$$

$$\sum x_i = 1 \quad (4)$$

式中: λ 为第 i 年与该研究选定的最早年份产品数量之比; x_1 、 Q_1 为最早生产年份产品报废系数和销量; x_i 、 Q_i 为第 i 年产品的报废系数和销量。

为避免样本的局限性,对实际获得的报废系数进行修正。通过 Excel 中 NORMDIST 函数的差值确定近似正态分布系数曲线,其中, NORMDIST ($x_i, b, \sigma, 1$) 中的 x_i 为报废区间内各年的次序, b 为报废高峰年的次序, σ 为方差变量,范围设为 0.01 ~ 19.99。通过各相邻两个 NORMDIST 函数的差值得到近似正态分布的报废系数,将其与实验所得报废系数进行均方根误差计算,通过对比得到最小均方根时的方差 σ ,从而确定近似该产品的正态分布修正报废系数。均方根误差是观测值与真值偏差的平方和观测次数 n 比值的平方根,公式为:

$$x_{rms} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2} = \sqrt{\frac{x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_n^2}{n}} \quad (5)$$

2 结果与分析

2.1 电视机销售量

从我国电视机的市场销售量来看,1993—2007 年间销售量为 1 943.63 万台 ~ 3 497.2 万台,呈小幅升降趋势。然而,在我国实施家电以旧换新政策的刺激下,自 2007 年起电视机销量整体呈现出快速上升的发展趋势,至 2016 年电视机销量顶峰,达到 9 430.7 万台,这说明我国电视机在十余年间从不饱和市场向饱和市场过渡。此外,由于电视机的销量是测算而来,有时也称为表观销量,通常表观销量要低于实际销量。

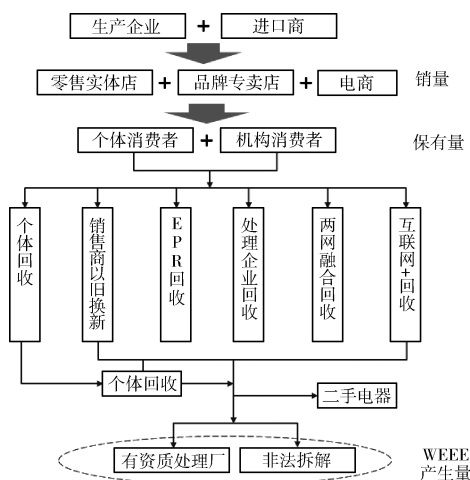


图 1 WEEE 产生量范围界定

Fig. 1 Scope limits of production volume of waste electrical & electronic equipment

2.2 电视机最长使用年限和报废高峰期调研

通过分析我国部分典型废弃电器电子产品处理企业调研数据,发现不同年份、不同型号的电视机使用年限的分布都不同。考虑到我国不同地区经济发展的差异和电视机技术的升级换代,将电视机的最长使用年限设定为24 a,超过24 a的电视机为历史积存量。

根据综合的数据分析,电视机的报废高峰期在第14年。根据电视机使用年限的调研数据和不同年份的销量,对报废系数进行正态分布修正,得到不同的报废曲线。经过修正后的废电视机报废系数呈现较好的正态分布特征。与2016年和2017年相比,2018年的报废高峰期向前移了2 a,与实际行业预期相符。

2.3 废电视机产生量测算

通过调研结果和市场供给A模型测算,2016年、2017年、2018年废电视机产生量分别为3 060万台、3 216万台、3 758万台,废电视机产生量逐年持续上升。从废电视机报废系数分布图推测,2018年废电视机的产生量主要来自2000—2010年电视机的淘汰与报废。

2.4 测算结果与实际处理量的对比

根据2016年、2017年废电视机测算量与处理量对比可知:2016年废电视机的产生量测算值为3 060万台,电视机的实际处理量为4 374万台;2017年废电视机的产生量测算值为3 216万台,电视机的实际处理量为4 207万台。故2016年和2017年废电视机的产生量预测数据均明显低于实际的处理量。导致废电视机产生量测算值偏小的主要原因有:①基础的销量数据来自表观销量,比实际销量偏小;②国家基金政策的拉动,使历史积存量进入处理行业。

2.5 WEEE产生量测算结果修正

由于电视机的销量是通过产量和进出口量测算而得的表观销量,其中,产量数据来自规模以上企业的统计,故电视机的销量要高于表观销量。不过由于没有行业数据支撑,无法对销量进行修正。上文将电视机的最长使用年限设定为24 a,通过处理企业的调研显示,还有少量电视机的使用年限超过24 a。虽然电视机是耐用家电产品,但电视机技术更新快,故更长使用年限的电视机应属于历史积存产品。在基金政策的拉动下,这些原先应报废的

产品现在进入了处理企业,导致测算的废电视机产生量低于实际处理量。基于这个特点,采用历史积存系数作为废电视机产生量的修正依据。历史积存系数为调研样本中历史积存量占样本总数的比例。推算可知,2018年电视机的历史积存系数为0.108,修正后2018年废电视机产生量为4 213万台,与2017年电视机的处理量持平。

3 结语

自2011年起实施的废弃电器电子产品处理基金补贴制度对我国废弃电器电子产品回收处理行业影响很大,历史积存问题不容忽视。虽然该制度已经实施9 a,通过行业调研显示,历史积存的废弃产品数量仍未消纳完。此外,我国地区间经济发展的差异也会导致废弃电器电子产品产生量的明显差异。然而,在统一的市场环境下,在废弃电器电子产品可以任意跨省转移的情况下,废弃电器电子产品总是流向回收处理成本低的区域。因此,各地区或处理企业在进行废弃电器电子产品回收处理行业规划时,废弃电器电子产品的产生量不是唯一的参考依据,同时还要参考技术水平、人工成本等。借鉴欧盟的经验,我国应针对不同类别的产品,确定统一的产品最长使用年限和报废高峰期,这样不同机构测算的废弃电器电子产品产生量才会具有较强的一致性和可对比性。废电视机产生量的测算方法可以为其他废弃电器电子产品产生量的测算提供依据。

[参考文献]

- [1] 张震,刘帅.新形势下对环境统计工作的思考[J]. 环境监测管理与技术,2018,30(4):1-4,11.
- [2] 吴建丽. 欧盟ROHS和WEEE指令最新进展[J]. 信息技术与标准化,2005(3):43-47.
- [3] European Parliament and Council. Directive 2012/19/eu of the European parliament and of the council of 4 July 2012 on waste electrical and electronic equipment (WEEE)[J]. Official Journal of the European Union,2012,197:38-70.
- [4] EPA. Waste electrical and electronic equipment (WEEE) collection trials in Ireland[S]. Washington D. C.:Environmental Protection Agency,2003.
- [5] 李博,杨建新,吕彬,等. 废弃电器电子产品产生量估算——方法综述与选择策略[J]. 生态学报,2015,35(24):7965-7973.

本栏目编辑 吴珊