

# 动力电池回收补贴策略研究

朱林壮

(河北科技大学, 河北 石家庄 050091)

**摘要** 由于环境问题的日益凸显, 电动汽车的普及已成为大势所趋。随之而来的动力汽车废旧电池回收也成为我们亟待解决的问题。然而, 电池回收巨大的成本让回收企业望而却步, 近年来, 政府的补贴在很大程度上缓解了这个问题, 如何能使政府有限的补贴发挥更大的作用, 是值得我们研究的问题。传统补贴模型多聚焦于单一补贴对象, 无法适应越来越多元化的市场。本文建立了制造商、消费者、回收商、梯次利用商、梯次消费者和材料利用商六者构成的供应链, 不同于以往的补贴政策, 将政府补贴分别分配给第三方回收商、梯次利用商和材料利用商, 以满足越来越多元化的市场, 并展开相应探讨。

**关键词** 动力电池 政府补贴 供应链

**中图分类号**: X77

**文献标识码**: A

**文章编号**: 1007-0745(2022)01-0074-03

## 1 前言

随着全球经济的迅猛发展, 环境问题日益凸显出来, 已成为制约社会进一步发展的关键。各大产业站在时代的风口浪尖, 转型发展已势在必行。近些年来越来越普及的电动汽车, 无疑为解决环境问题提供了很好的办法。但随着电动汽车的普及, 动力电池的回收及处理也成为了我们新的课题。

近十年来, 电动汽车销量逐年攀升, 特别是从2015年开始, 电动汽车的销量出现了爆发性的增长。而电动汽车动力电池的寿命一般在五年以上, 也就是说, 电动汽车动力电池进入了大规模的报废阶段。然而, 与这种情况相对应的却是我国相关回收政策的不完善。

相对于在动力电池回收方面起步较早的一些国家来说, 我国在这一方面还有很大的差距。我国的绝大部分地区在回收模式和各种处理技术方面都很不成熟, 没有形成相对成熟的体系, 各种小型回收企业遍地, 没有达到资源的整合, 这样就大大增加了回收的成本与风险。而且, 由于废旧动力电池的特殊性, 如果不按规定处理, 将会对环境造成巨大的影响。

如果处理不好废旧动力电池的回收工作, 电池中的氟化物电解质、钴、镍金属离子以及塑料隔膜、绝缘材料等物质将会对环境造成巨大的危害, 最终的受害者还是人类。通过建立合理的回收体系, 妥善地运输、储存、处理废旧动力电池, 可以避免废旧动力电池进入生态环境系统, 从而造成无法估量的损失。另一方面, 废旧电池的回收再利用可以减少新电池生产过程中的各种污染, 而且废旧动力电池材料的回收再利用也可

以缓解我国相关资源紧张的局面。

在这种情况下, 政府相关部门结合我国的具体情况制定了各种政策。2015年五部委联合印发了《电动汽车动力蓄电池回收利用技术政策》, 明确了企业应作为动力电池回收的主体。中华人民共和国工业和信息化部发布了《新能源汽车动力蓄电池回收服务网点建设和运营指南》, 该指南的目的是为了规范动力电池回收网点的建设, 并表明了动力电池生产及梯次利用企业可以按规定自建相关回收体系, 考虑到规模对成本的影响, 这些企业还可以相互合作, 共同建立回收体系, 这样不仅可以降低回收的成本, 而且各企业之间还可以优势互补, 使建成的回收体系更加完善, 能满足各方面的需求。另一方面, 这些企业可以授权相关有能力的企业即第三方进行回收。2020年4月, 十三届全国人大常委会通过了《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》, 新《固废法》规定: “1、强化产生者责任制, 电池大品牌和大代理, 将涉及废旧电池回收; 2、回收门槛大幅提高, 相关回收企业须有国家认定正规的许可证; 3、累计非法回收及非法处置危废超过3吨, 如果没有回收资格证却大量囤积废旧电池将触犯刑律等。”

国内外对废旧动力电池的回收都进行了大量的研究。首先, 对于电动汽车废旧动力电池回收的必要性, 王攀等就我国目前经济环境和自然环境的严峻形势做出了深刻讨论, 深入考虑了当前我国的各种法规和政政策, 分析了当前企业在回收中面临的各种困境及问题, 为我国电动汽车废旧动力电池回收的研究提供了很好

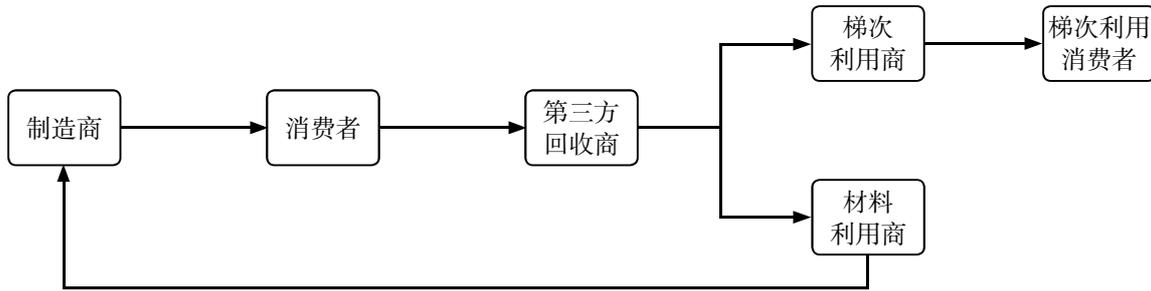


图 1

的参考<sup>[1]</sup>。李欣等探索了有无政府规制回收率政策下的动力电池闭环供应链的回收决策与协调机制<sup>[2]</sup>。Gu等建立了三周期新能源汽车动力电池回收和再利用的闭环供应链模型，通过分析得出了废旧电池的回收和再利用确实有利于减少环境影响，但却可能不产生经济效益的结论<sup>[3]</sup>。Gu等研究了不确定市场需求下，政府补贴和电池回收对规避损失性的电动汽车最优生产策略的影响<sup>[4]</sup>。宫大庆基于排队论理论，从仿真的角度对电池回收系统中的主要对象，即电动汽车、电池及电动汽车和电池匹配进行模拟分析<sup>[5]</sup>。

关于政府补贴对闭环供应链影响的研究方面，王文宾等运用动态博弈论的方法研究了奖惩机制与税收-补贴机制对供应链的影响<sup>[6]</sup>。张福安等探讨了不同闭环供应链的定价策略、补贴机制和供应链稳定性<sup>[7]</sup>。赵敬华等分析了补贴对象对渠道成员定价决策和利润的影响<sup>[8]</sup>。

近年来，国内外对于相关内容的研究，多聚焦于政府对相关回收体系建设和补贴单方情况下对回收的影响。然而，这种简单的补贴方式显然已无法适应越来越多变的市场环境，什么样的补贴方式能使各方的满意度达到最大是我们亟待解决的问题。

## 2 回收模式概述

回收来的动力电池一般有两种用途：一是梯次利用；二是拆解利用。

这两种用途的不同是基于动力电池可储存电量的多少而决定的。当回收的动力电池可储存电量大于80%时，可将其梯次利用，重新将电池组分解组装，运用到低速车及电能储存领域；当回收的动力电池可储存电量小于80%时，电池已无法继续进行其他方式的利用，只能将其进行拆解，电池的正负极、外壳、电解液等各部分都可进行回收再利用。

在现今的市场中，有多种回收的模式，本文选取其中一种回收模式进行讨论。该模式由一个制造商一个第三方回收商、一个梯次利用商、一个材料利用商、

及梯次利用消费者和普通动力电池消费者组成。在该模式中，制造商将动力电池装配到动力汽车上，将动力汽车销售给消费者以获利。当动力电池报废需要更换时，由第三方回收商通过各种方式回收，回收结束后，第三方回收商负责将回收来的动力电池分类为可梯次利用类和可材料利用类，并将其分别销售给梯次利用商和材料利用商。梯次利用商将收购来的电池进行处理并销售给梯次利用消费者。材料利用商将收购来的电池进行拆解处理，制造成新动力电池并销售给动力汽车制造商。该模型中的主动方是第三方回收商，在自身利润最大的情况下，决定自身的努力水平(见图1)。

## 3 模型描述

在逐渐趋于成熟的回收市场中，由于回收成本的高昂，回收及利用废旧动力电池的企业利润越来越低，这就导致了各个企业的回收积极性不高。为了激励这些企业的积极性，一些地区的政府对回收企业有相应的补偿机制，但这些补偿机制都是针对单方的补偿，然而由于补偿模式中通常都会涉及双方甚至三方回收企业，这种单一补偿的模式显然无法令各方都达到较高的满意度。正是基于这种情况，本文建立的模型中，将政府的补贴分配给第三方回收商、梯次利用商和材料利用商，探究如何分配政府补贴能够使各方的利润最大，以适应越来越多元化的回收市场。

### 3.1 模型参数

$C_r$ : 第三方回收商废旧动力电池的回收成本。

$C_t$ : 梯次利用商处理废旧动力电池的成本。

$C_s$ : 材料利用商处理废旧动力电池的成本。

$P_r$ : 第三方回收商销售动力电池的价格。

$P_t$ : 梯次利用商销售动力电池的价格。

$P_s$ : 材料利用商销售动力电池的价格。

$D_r$ : 第三方单个废旧电池的回收价格。

$q$ : 市场上废旧动力电池的总数量。

$Z$ : 对每单位废旧电池的补贴。

- x: 政府补贴中分配给第三方的比例。  
 y: 政府补贴中分配给梯次利用商的比例。  
 $\lambda$ : 废旧电池回收率。  
 $\theta$ : 回收来的废旧电池中可梯次利用的比例。

### 3.2 模型构建

第三方回收商回收成本:

$$C_r = D_r q m n \lambda + A m n \lambda + \frac{1}{2} o n^2$$

其中,  $\frac{1}{2} o n^2$  表示第三方回收商的努力成本。Mn $\lambda$  表示第三方在努力下回收的比例, n 为第三方回收商用广告等手段所做出的努力, o 为努力成本系数<sup>[9]</sup>。

梯次利用商成本为:

$$C_t = D_t q m n \lambda \theta + B m n \lambda \theta;$$

材料利用商成本为:

$$C_s = D_s q m n \lambda (1 - \theta) + B m n \lambda (1 - \theta);$$

第三方回收商利润为:

$$\Pi_r = P_r - C_r + xZ$$

$$= P_r - D_r q m n \lambda - A m n \lambda - \frac{1}{2} o n^2 + x n Z;$$

梯次利用商利润为:

$$\Pi_t = P_t - C_t + yZ$$

$$= P_t - D_t q \lambda m n \theta - B \lambda m n \theta + y n Z;$$

材料利用商利润为:

$$\Pi_s = P_s - C_s + (1 - x - y)Z$$

$$= P_s - D_s q \lambda m n (1 - \theta) - B \lambda m n (1 - \theta) + (1 - x n - y n) Z$$

### 3.3 模型求解

$\frac{\partial \Pi_r}{\partial n} = -D_r q m \lambda - A m \lambda - o n + x Z$ , 当  $\frac{\partial \Pi_r}{\partial n} = 0$  时, 函数  $\Pi_r$  有最大值, 即第三方回收商利润有最大值。令  $\frac{\partial \Pi_r}{\partial n} = -D_r q m \lambda - A m \lambda - o n + x Z = 0$ , 则可求得  $n = \frac{-D_r q m \lambda - A m \lambda + x Z}{o}$  时, 第三方回收商最大利润为:

$$\max \Pi_r = P_r + (xZ - D_r q m \lambda - A m \lambda) \frac{-D_r q m \lambda - A m \lambda + x Z}{o} - \frac{1}{2} \frac{(-D_r q m \lambda - A m \lambda + x Z)^2}{o};$$

此时梯次利用商利润为:

$$\Pi_t = P_t - (D_t q \lambda m \theta + B \lambda m \theta - yZ) \frac{-D_r q m \lambda - A m \lambda + x Z}{o};$$

此时材料利用商利润为:

$$\Pi_s = P_s - (D_s q \lambda m (1 - \theta) + B \lambda m (1 - \theta) + xZ + yZ) \frac{-D_r q m \lambda - A m \lambda + x Z}{o} + Z$$

## 4 总结

对于废旧电池的回收, 政府的补贴机制尤为重要, 如何将有限的补贴发挥最大的效率, 提高企业回收的积极性, 是我们需要解决的问题。

企业的利润将直接影响企业回收的积极性, 而合理的分配政府补贴会对企业的利润有很大的影响。

在现阶段, 我国电动汽车动力电池的回收还面临

着许多问题:

首先, 政府相关政策不完善, 各个地区没有统一的规定, 给政府的监管带来了很大的难度。

其次, 相关企业回收积极性不高, 没有建立完善的回收体系。

再次, 我国的相关技术不发达, 不能对废旧动力电池进行有效地利用。

最后, 我国很大一部分消费者环保意识不强, 不懂得废旧动力电池对环境的影响, 因此, 对废旧动力电池不能采取正确的处理方法。

基于这些情况:

首先, 政府应出台相应的政策, 鼓励、引导企业进行动力电池的回收工作。

其次, 政府应多宣传动力电池的危害和废旧动力电池回收的正确途径, 加强消费者的环保意识。

最后, 相关的企业应建立完善的回收体系, 大力研究动力电池再利用的相关技术。

### 参考文献:

- [1] 张厚明. 我国新能源汽车动力电池产业发展面临的问题与建议[J]. 科学管理研究, 2018, 36(06): 58-61.
- [2] 李欣, 穆东. 动力电池闭环供应链回收定价与协调机制研究[J]. 软科学, 2018, 32(11): 124-129.
- [3] Gu X, Jeromonachou P, Zhou L, et al. Developing pricing strategy to optimise total profits in an electric vehicle battery closed loop supply chain[J]. Journal of Cleaner Production, 2018(203): 376-385.
- [4] Gu H, Liu Z, Qing Q. Optimal electric vehicle production strategy under subsidy and battery recycling[J]. Energy Policy, 2017(109): 579-589.
- [5] Coxhead A, Quero B. Investigating a science vocabulary list in university medical textbooks[J]. Tesolanz Journal, 2015(23): 55-65.
- [6] 王文宾, 邓雯雯. 逆向供应链的政府奖惩机制与税收-补贴机制比较研究[J]. 中国管理科学, 2016, 24(04): 102-110.
- [7] 张福安, 达庆利, 公彦德. 考虑双向主导相异的闭环供应链物流策略与补贴机制研究[J]. 中国管理科学, 2016, 24(10): 44-51.
- [8] 赵敬华, 林杰. 不同补贴对象下的闭环供应链定价模型[J]. 管理工程学报, 2017, 31(01): 85-92.
- [9] 田厚平, 刘长贤. 双重信息不对称下销售渠道双目标混合激励模型[J]. 管理科学学报, 2011, 14(03): 34-47.