

# 废旧动力电池回收负外部性量化模型及补偿机制

许礼刚<sup>1</sup> 刘荣福<sup>1</sup> 关景文<sup>1</sup> 杨瑞<sup>2</sup>

(1. 江西理工大学 经济管理学院, 江西 赣州 341000;

2. 赣南科技学院, 江西 赣州 341000)

**[摘要]** 废旧动力电池回收处理过程具有较强的负外部性,为促进废旧动力电池补偿机制的建立,详细分析了废旧动力电池的负外部性表现,分为资源浪费、生态环境破坏和健康安全损害三类。通过运用使用者成本模型、破坏环境成本计量模型和人力资源法模型,将回收过程中的负外部性进行量化,建立资源耗竭成本量化模型、生态环境破坏量化模型和健康安全损害量化模型,并基于上述模型研究了废旧动力电池负外部性补偿机制,包括资源补偿、生态环境补偿、健康安全补偿的主客体、补偿标准、补偿途径等。依据负外部性的表现形式,补偿机制的设置需要考虑废旧动力电池回收量和金属回收率等指标,详细评估对生态环境造成的负外部性,以及量化对人体健康可能造成的损害。

**[关键词]** 动力电池; 负外部性; 补偿机制; 奖惩机制

**[中图分类号]** X756; F426

**[文献标志码]** A

**[文章编号]** 2097-2423(2024)02-0035-06

**DOI:** 10.19610/j.cnki.cn10-1873/tf.2024.02.006

## 0 前言

在碳达峰愿景下,中国电动汽车行业迅速发展,废旧动力电池的数量在2050年预计达到4.9 Mt<sup>[1]</sup>。面对基数巨大的废旧动力电池,若无法有效回收处理,会给社会带来大量的负外部性,导致经济主体的边际成本高于社会边际成本,使帕累托最优的资源配置无法实现<sup>[2]</sup>。废旧动力电池中金属材料约占50%,包括镍、锰、锂等稀有金属,若无法合理回收利用,将造成资源浪费<sup>[3-4]</sup>。蒋京呈等<sup>[5]</sup>发现废旧动力电池的正极材料、电解液、负极材料和电解质具有《全球化学品统一分类和标签制度》(GHS)两类以上危害属性,会对生态环境体和人体健康造成严重

的危害。工信部等部门发布的《新能源汽车动力电池回收利用管理暂行办法》<sup>[6]</sup>明确提出,汽车生产企业要承担废旧动力电池回收的责任。同时,根据生产者责任延伸,企业要承担废旧动力电池回收处理与循环利用的责任,促进废旧动力电池的经济价值最大化<sup>[7]</sup>。

为促进废旧动力电池回收,多个学者从利益相关者维度提出建议。杨康康等<sup>[9]</sup>对“电池厂-主机厂-消费者”的回收供应链进行研究,认为奖惩机制比补贴机制更有利于促使主机厂进行废旧动力电池回收。危浪等<sup>[10]</sup>构建“车企-消费者-政府”的演化博弈模型,得出在废旧动力电池回收初期,政府制定的惩罚政策比补贴政策更关键的结论。王成功等<sup>[11]</sup>构建“政府-回收商-消费者”的废旧动力电池回收模型,认为政府的行政处罚措施能够促进回收商回收废旧动力电池,但相对比激励补贴措施具有一定的滞后性。上述这些研究均指出惩罚和补贴措施能促进废旧动力电池回收,但未说明惩罚措施和补贴措施的对应标准。

为制订合理的奖惩机制,需详细分析废旧动力电池回收处理过程的负外部性,将负外部性进行内部化处理<sup>[12]</sup>。本文从资源耗竭、生态环境和健康安全成本角度出发,运用使用者成本模型、破坏环境成本计量模型和人力资本法计量模型,将回收处理过程中的负外部性进行量化。

**[收稿日期]** 2023-12-02

**[基金项目]** 江西省社会科学研究规划项目(22GL21)。

**[作者简介]** 许礼刚(1980—),男,安徽桐城人,博士,副教授,主要从事资源经济与管理研究。

**[引用格式]** 许礼刚,刘荣福,关景文,等. 废旧动力电池回收负外部性量化模型及补偿机制[J]. 绿色矿冶, 2024, 40(2): 35-40.

XU Ligang, LIU Rongfu, GUAN Jingwen, et al. Quantitative model and compensation mechanism of negative externality of spent power battery recycling[J]. Sustainable Mining and Metallurgy, 2024, 40(2): 35-40.

本文创新点为:第一,综合考虑了资源浪费、生态环境破坏和健康安全损害等多个因素,建立了基于多个综合指标的负外部性量化模型;第二,将负外部性进行量化模型,为利益相关者的博弈选择提供参考依据,填补了废旧动力电池回收处理的负外部性研究空缺;第三,根据负外部性量化模型,明晰补偿主客体和补偿标准,为相应的经济损失补偿、负外部性的补偿和制订奖惩机制提供参考依据。

## 1 废旧动力电池回收的负外部性量化模型

### 1.1 资源耗竭成本量化模型

废旧动力电池中的有色金属资源具有不可再生性,消耗的自然成本无法重置,但是可通过固定资本计算耗减,故其负外部性耗竭成本可以进行计算。废旧动力电池回收处理的资源耗竭成本,主要包括以下部分:①正极材料中稀有金属的耗竭成本,如镍、钴、锂等金属的耗减量;②负极石墨碳材料损耗成本;③电解液材料中  $\text{LiPF}_6$ 、 $\text{LiAsF}_6$ 、 $\text{LiCF}_3\text{SO}_3$  等的损耗成本。

基于使用者成本理论,废旧动力电池回收的资源收入由 2 部分组成:一部分是扣除回收处理过程中资源损耗的可持续收入<sup>[13]</sup>;另一部分是不可持续的耗竭性资源(如稀有金属资源)的折旧<sup>[14]</sup>。结合废旧动力电池回收处理行业,将有色金属资源、石墨碳材料与电解质材料的损耗计入使用者成本,并考虑废旧动力电池回收处理的效率因素,对使用者成本模型进行修正。

使用者成本模型可以帮助分析废旧电池回收处理对资源耗竭的负面影响,通过评估用户从事回收过程所需的资源投入和预期的未来收益,量化资源的消耗和使用者承担的成本;还可以分析企业参与废旧电池回收处理的经济激励程度,在制订政策和措施方面具有指导作用。使用者成本模型见式(1)~(3)。

$$C_1 = C_{1d} + C_{2d} \quad (1)$$

$$C_{1d} = V_a + V_b - E_a + W_a - N_a \text{RATE} -$$

$$RI - \left( \sum_{a=1}^n \eta_a p_a + \sum_{b=1}^n \eta_b p_b \right) \quad (2)$$

$$C_{2d} = N_c R_c + \sum_{d=1}^n \eta_d R_d + \eta_e S_e \quad (3)$$

式中: $V_a$  为企业的增加值(按生产法计算,增加值 = 总产出 - 中间收入;按收入法计算,增加值 = 劳动者

报酬 + 生产税净额 + 固定资产折旧 + 营业盈余); $V_b$  为企业应交增值税; $E_a$  为员工人数; $W_a$  为员工平均工资; $N_a$  为固定资产净值; $\text{RATE}$  为年利率; $RI$  为通货膨胀率; $\eta_a$  为各种有色金属资源损耗量; $p_a$  为对应的有色金属价格; $\eta_b$  为石墨碳及电解质材料损耗; $p_b$  为石墨碳及电解质材料价格; $N_c$  为回收处理后翻新的动力电池量; $R_c$  为翻新后的动力电池价格; $\eta_d$  为各类有色金属回收处理量; $R_d$  为各类有色金属价格; $\eta_e$  为石墨碳材料回收量; $S_e$  为石墨碳材料价格; $C_1$  为资源耗竭负外部性成本; $C_{1d}$  为使用者成本; $C_{2d}$  为企业的获利金额。

### 1.2 生态环境破坏量化模型

生态环境破坏是由于废旧动力电池回收处理对环境方面的负外部性过大,超出了自然环境自我调节能力<sup>[15]</sup>。基于回收处理过程对生态环境的破坏,需要考虑该过程对生态环境破坏所造成的负效益,并将负效益体现在计量中,才能较为准确地计算生态环境成本<sup>[16]</sup>。废旧动力电池回收处理过程对生态环境破坏的负外部性成本,由空气、水污染、固体污染物和土地污染的负外部性成本组成。

破坏环境成本计量模型适用于评估废旧动力电池回收处理过程对环境造成的损害程度,可以量化这些环境影响,如排放物处理费用、生态恢复费用等;还可以帮助决策者更好地理解回收处理对环境的负面影响,并采取相应的措施进行环境保护和改进回收工艺破坏环境与本主量模型见式(4)。

$$C_2 = C_{1e} + C_{2e} + C_{3e} \quad (4)$$

式中: $C_2$  为生态环境破坏负外部性成本; $C_{1e}$  为空气污染、水污染的负外部性成本; $C_{2e}$  为固体污染物的负外部性成本; $C_{3e}$  为土地污染负外部性成本。

废旧动力电池回收处理过程中,废气和废水污染物的环境破坏成本模型与企业排放体积和浓度有关,空气污染、水污染的负外部性成本见式(5)。

$$C_{1e} = \sum_{i=1}^n C_i \lambda_i V_i \quad (5)$$

式中: $C_i$  为第  $i$  种污染物对单位环境的破坏成本; $\lambda_i$  为第  $i$  种污染物的折现率(未来预期收益折算成等值现值的比率); $v_i$  为第  $i$  种污染物的体积。

通过对废旧动力电池回收处理过程中产生的固体污染物的清理、储存和回收处理利用的成本计算,固体污染物的负外部性成本见式(6)。

$$C_{2e} = C_d + \sum_{m=1}^n E_m F_m - G_m \quad (6)$$

式中: $C_d$ 为固体污染物的破坏成本; $E_m$ 为第 $j$ 种固体污染物的实物量; $F_m$ 为第 $j$ 种固体污染物的单位实物治理费用; $G_m$ 为第 $j$ 种固体污染物回收处理获得的收益。

废旧动力电池回收处理在土地污染方面的负外部性,主要为水土流失、植被破坏和生物多样性受损<sup>[17]</sup>。因此,将土地污染的负外部性成本分为植被生长量损失、生物多样性损失、植被破坏引起的涵养水分功能下降损失、水土流失治理成本、生态系统价值流失和植被减少释氧量损失等,见式(7)。

$$C_{3e} = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6 \quad (7)$$

式中: $C_{3e}$ 为土地污染负外部性成本; $Q_1$ 为植被生长量损失; $Q_2$ 为生物多样性损失; $Q_3$ 为植被减少释氧量损失; $Q_4$ 为植被破坏引起的涵养水分功能下降损失; $Q_5$ 为水土流失治理成本; $Q_6$ 为生态系统价值流失。

其中,

$$Q_1 = S_1 N_1 \quad (8)$$

$$Q_2 = S_2 N_2 \quad (9)$$

$$Q_3 = S_3 N_3 \quad (10)$$

$$Q_4 = S_4 N_4 \quad (11)$$

$$Q_5 = S_5 N_5 \quad (12)$$

$$Q_6 = S_6 N_6 \quad (13)$$

式中: $S_1$ 为植被破坏面积; $N_1$ 为单位面积植被损失价值; $S_2$ 为植被面积减少量; $N_2$ 为生物多样性价值; $S_3$ 为年氧气释放减少量; $N_3$ 为单位氧气损耗价值; $S_4$ 为植被破坏引起的年涵养水分减少量; $N_4$ 为单位面积水分减少量引起的水库工程投资成本; $S_5$ 为水土流失影响面积; $N_5$ 为单位面积治理费用; $S_6$ 为废旧动力电池回收处理造成的直接和间接的湿地破坏面积; $N_6$ 为单位面积治理费用。

### 1.3 健康安全损害量化模型

在废旧动力电池回收处理过程中,健康安全损害成本可分为健康损害成本和安全损害成本。健康损害成本指在回收处理过程中产生的职业病和环境污染导致的健康损失;安全损害成本指在回收处理过程中,政府和企业对安全事故的处理费用和事故造成的资源损失。因此,健康安全负外部性成本细分为健康负外部性成本和安全负外部性成本。

人力资本法计量模型可以帮助分析人力资本投入和回报之间的关系,从而量化废旧电池回收处理对从业人员的健康和安全带来的成本和效益;还可以为政策制定者和行业决策者提供人力资源管理方面的指导,以确保废旧电池回收行业的可持续发展。人力资本法计量模型见式(14)。

$$C_3 = C_{1s} + C_{2s} \quad (14)$$

式中: $C_3$ 为健康安全损害成本; $C_{1s}$ 为安全损害成本; $C_{2s}$ 为健康损害成本。

其中,

$$C_{1s} = Q_r P_r + L_h + L_m + Z_s + Q \quad (15)$$

式中: $Q_r$ 为事故导致的回收处理资源损失量; $P_r$ 为事故发生时对应的资源价格; $L_h$ 为环境破坏、事故等原因造成的安全损失费用; $L_m$ 为补偿费用(因保险等); $Z_s$ 为政府与企业处理事故的成本; $Q$ 为未被补偿的损失费用。

$$C_{2s} = \sum_{k=1}^n G_k M_k + \sum_{k=1}^n P_k M_k + \sum_{k=1}^n L_k M_k \quad (16)$$

式中: $G_k$ 为第 $k$ 类疾病造成的平均误工损失; $M_k$ 为患第 $k$ 类疾病人数; $P_k$ 为患第 $k$ 类疾病引起的陪护人员成本; $L_k$ 为患第 $k$ 类疾病的平均治疗费用。

## 2 废旧动力电池回收处理负外部性补偿机制

为使社会资源配置合理,动力电池相关企业从高速发展趋向高质量发展,构建动力电池回收处理补偿机制具有明显的现实意义。在生态环境损害赔偿中,应依据不同的损害后果来确定赔偿标准,而惩罚性赔偿数额是制定补偿机制的关键<sup>[18]</sup>。负外部性补偿机制从法律约束、市场调节和行政监管入手,涉及资源、生态环境和健康安全方面的补偿,主要框架结构如图1所示。

### 2.1 资源补偿基本机制

#### 2.1.1 补偿主体

资源补偿机制稳定的运行,依靠各要素的确定性和合理性。补偿的主客体为政府和企业,但主客体的关系并非固定,决定其主客体关系的关键是稀有金属损耗率。当稀有金属资源的损耗率低于政府预期损耗率时,补偿主体为政府部门,补偿客体为废旧动力电池回收处理企业;当稀有金属损耗率高于政府预期损耗率时,补偿主体为企业,补偿客体为政府。

#### 2.1.2 补偿标准

补偿标准受市场价格、利益相关方等多项指标制约,需要可量化的数据提供支撑。基于资源浪费的成本核算中,需要补偿的负外部性成本主要为稀有金属的耗竭,故补偿标准需要综合以下因素:①稀有金属资源的稀缺性和不可替代性的价值标准;②稀有金属资源的禀赋条件;③稀有金属的市场需求与资源价值程度的体现;④科技水平,影响稀有金属资源的供给量和重复使用率,极大程度上影响稀有

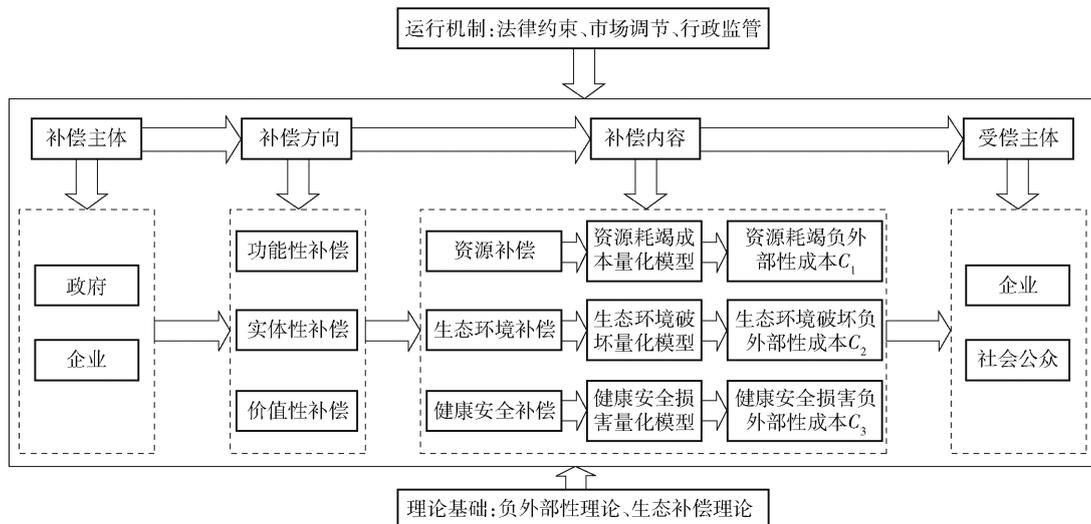


图1 废旧动力电池回收处理负外部性补偿机制框架

金属的价值。

补偿标准的设定方法有以下几种:①影子价格法,当社会经济处于某种最优状态时,补偿标准依据一定的原则,反映稀有金属资源劳动成本、稀缺程度和市场需求,从而得出合理的综合价格;②市价比较法,在一定的交易规模下,补偿标准参考相似的稀有金属资源的功能性、禀赋因素和交易价格,从而设定相对合理的价格;③资源补偿价格法,根据稀有金属开采企业的资源勘探费用、资源税和矿区开采税费等费用,为补偿标准提供一定参考。综合以上方法,结合公式(2)、(3),可知补偿标准主要由稀有金属资源的种类、储量、稀缺度和市场需求等因素确定。

### 2.1.3 补偿途径

资源补偿相关者为政府与企业,补偿途径一般包括企业补偿和政府补偿,其中按照年限可划分为连续补偿与一次性补偿。补偿形式可分为直接补偿和间接补偿两种,其中直接补偿包括事物补偿和资金补偿,间接补偿包括技术补偿和政策补偿。

## 2.2 生态环境补偿基本机制

### 2.2.1 补偿主客体

废旧动力电池回收处理负外部性的环境补偿,指由于回收处理过程对附近环境体系造成破坏,需要进行生态环境治理、恢复,由此给予的补偿。责任主体为对资源安全生态环境造成间接影响的企业,客体为因生态环境破坏而造成损失的公众,故企业为公众进行补偿。

### 2.2.2 补偿标准

根据基于生态环境破坏的成本核算可知,需要补偿的有空气、水污染、固体污染物和土地污染的负

外部性成本。因此,补偿标准可根据负外部性成本计算确定,需要反映以下因素:①生态环境所具有的价值标准;②生态环境被破坏或治理的范围。

补偿标准的设定方法有以下几种:①生态保护总成本法,从生态保护投入费用的角度,计算补偿标准;②生态系统服务法,考虑对人类生活质量和生态系统功能产生贡献的补偿标准,但由于服务价值量过大,故一般用作补偿上限;③生态足迹法,基于自然资源的被占用情况,计算补偿标准。综合以上方法,结合公式(5)、(6)、(7),可知补偿标准确定主要依据生态环境的价值标准、破坏或治理的范围、自身产生的效益和被占用情况等。

### 2.2.3 补偿途径

环境补偿途径一般包括政府主导、市场化、政府和社会资本合作的方式。政府主导的方式是基于行政力的保障,由政府通过财政转移支付、政策倾斜和专项基金等非市场途径,对企业给予合理补偿。市场化的生态补偿方式是指在产权明晰的前提下,通过市场化或准市场化途径进行直接交易,对企业或公众进行补偿。政府和社会资本合作的生态补偿方式是前两种基本补偿形式的混合,这种方式可以充分发挥政府统筹协调作用与市场资源配置作用。

## 2.3 健康安全补偿基本机制

### 2.3.1 补偿主客体

废旧动力电池回收处理负外部性的健康安全补偿,指在回收处理过程对公众造成了负外部性,需要进行相应补偿。责任主体为对公众的社会活动造成影响的政府和企业,补偿客体为遭受健康安全损害的社会公众。

### 2.3.2 补偿标准

基于健康安全损害量化,需要补偿的负外部性成本包括公众的健康安全损失费用、政府与企业处理事故的成本等,故补偿标准需要反映以下因素:①充分保障公众权益;②确定补偿群体范围;③补偿的合理性。

补偿标准的设定方法一般通过人力资本法核算,结合公式(15)、(16),可知补偿标准确定主要考虑环境破坏、事故、职业病等造成的经济损失。

### 2.3.3 补偿途径

健康安全补偿途径一般包括政府补偿和企业补偿,具体为政府允许企业对周边居民造成健康安全负外部性影响因而需要进行的补偿,以政策制度划分政府与企业的责任。政府以资金补偿方式对公众进行补偿,企业以资金补偿、保险等方式对公众进行补偿。

## 3 结束语

1)实践启示:补偿机制可以通过经济激励、法律约束和技术创新等手段,促使废旧动力电池回收企业积极采取环保、安全的回收方式;通过内部化外部成本,激励和引导回收行为的改变,最大限度地减少负面影响。

2)研究局限:使用的负外部性量化模型可能存在一定的局限性,如指标选择和模型假设等方面,需要进一步提高数据的准确性和可靠性,选择更合适的指标,并考虑更多的影响因素,以提高研究的可靠性。

3)未来展望:推动废旧动力电池回收领域的研究,需要完善和应用负外部性量化模型,进一步探索补偿机制的制定和落实机制。综合考虑经济、环境、社会等多个因素对废旧动力电池回收的影响,解决不同利益主体之间的利益博弈,为制订科学、合理的政策和措施提供支持。

### [参考文献]

[1] TAN Q Y, LI J H, YANG L Y, et al. Cascade use potential of retired traction batteries for renewable energy storage in China under carbon peak vision[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2023, 412: 137379. 1 - 127379. 10.

[2] DOLOTKO O, HLOVA Z I, MUDRYK Y, et al. Mechanochemical recovery of Co and Li from LCO cathode of lithium battery [J]. *Journal of Alloys and Compounds*, 2020, 824: 153876.

[3] 赵晓惠, 孟奇, 董鹏. 废旧锂离子电池负极材料回收再生利用研究进展[J]. *有色设备*, 2023, 37(1): 12 - 15.

[4] 权朝明, 王敏, 彭正军, 等. 废旧磷酸铁锂电池正极材料回收利用技术研究进展[J]. *绿色矿冶*, 2023, 39(1): 65 - 74.

[5] 蒋京呈, 菅小东, 林军, 等. 锂离子电池产业有毒有害物质筛查及对策研究[J]. *环境污染与防治*, 2021, 43(6): 801 - 806.

[6] 工信部, 科技部, 环保部, 等. 《新能源汽车动力蓄电池回收利用管理暂行办法》[Z]. 2018 - 01 - 26.

[7] 王兴棠, 毛卓玮. 生产者责任延伸制度、企业社会责任与废弃物回收比例[J]. *产经评论*, 2022, 13(2): 16 - 25.

[8] 罗中驰远, 李芳. 云平台下考虑企业社会责任的闭环供应链回收模式研究[J]. *江西理工大学学报*, 2022, 43(4): 45 - 53.

[9] 杨康康, 张文杰, 张钦红. 考虑梯次利用的动力电池回收激励政策研究[J]. *工业工程与管理*, 2022, 27(2): 1 - 8.

[10] 危浪, 王翠霞. 基于SD演化博弈的新能源车动力电池回收监管策略研究[J]. *系统科学与数学*, 2023, 43(5): 1314 - 1330.

[11] 王成功, 刘娟娟. 考虑政府奖惩的动力电池回收利益相关者决策行为演化博弈分析[J]. *生态经济*, 2023, 39(4): 205 - 213.

[12] 许礼刚, 王好歆, 关景文. 产业链安全视阈的稀土资源开发负外部性反哺机制研究[J]. *黄金科学技术*, 2019, 27(4): 609 - 620.

[13] WANG X, WANG X Y, ZHANG R, et al. Hydrothermal preparation and performance of Li-FePO<sub>4</sub> by using Li<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> recovered from s-pent cathode scraps as Li source[J]. *Waste Management*, 2018, 78: 208 - 216.

[14] 高桂兰, 贺欣, 李亚光, 等. 废旧车用动力锂离子电池的回收处理利用现状[J]. *环境工程*, 2017, 35(10): 135 - 140.

[15] 李欣, 穆东. 动力电池闭环供应链回收处理定价与协调机制研究[J]. *软科学*, 2018, 32(11): 124 - 129.

[16] SHI J L, XIAO D D, ZHANG X D, et al. Improving the structural stability of Li-rich cathode materials via reservation of cations in the Li-slab for Li-ion batteries[J]. *Nano Research*, 2017, 10(12): 4201 - 4209.

[17] 肖武坤, 张辉. 中国废旧车用锂离子电池回收处理利用概况[J]. *电源技术*, 2020, 44(8): 1217 - 1222.

[18] 李春妮. 环境侵权惩罚性赔偿责任条款的法律适用研究[J]. *江西理工大学学报*, 2021, 42(6): 41 - 47.

# Quantitative Model and Compensation Mechanism of Negative Externality of Spent Power Battery Recycling

XU Ligang<sup>1</sup>, LIU Rongfu<sup>1</sup>, GUAN Jingwen<sup>1</sup>, YANG Rui<sup>2</sup>

(1. College of Economics and Management, Jiangxi University of Science and Technology, Ganzhou 341000, China;

2. Gannan University of Science and Technology, Ganzhou 341000, China)

**Abstract:** The recycling process of spent power batteries has strong negative externalities. In order to promote the establishment of compensation mechanism for spent power batteries, the negative externalities of spent power batteries were analyzed in detail, which were divided into three categories: waste of resources, destruction of ecological environment and damage to health and safety. By using the user cost model, the damage environment cost measurement model and the human resource method model, the negative externalities in the recycling process were quantified, the resource depletion cost quantification model. The ecological environment damage quantification model and the health and safety damage quantification model were built. Based on the above models, the negative externalities compensation mechanism of spent power batteries was studied, including the subject and object, compensation standards and compensation methods of resource compensation, ecological environment compensation, health and safety compensation, etc. According to the manifestations of negative externalities, it is considered that the setting of the compensation mechanism needs to consider indicators such as the amount of waste power battery recycling and metal recovery rate, evaluate the negative externalities caused by the ecological environment in detail, and quantify the possible damage to human health.

**Key words:** spent power battery; negative externality; compensation mechanism; reward and punishment mechanism

(上接第 17 页)

green mines in China, including the unscientific evaluation mechanism, the inability of evaluation standards to accurately guide the construction of green mines, the lack of endogenous power of enterprises, and the inability of economic benefits of enterprises to support the construction of green mines, and proposed solutions from the three dimensions of relevant government departments, third-party evaluation institutions and enterprises. The government should do a good job in top-level design, improve the policy and standard support system, train a group of third-party institutions and evaluation experts with evaluation ability, guide enterprises to establish a green mine management system, upgrade and transform the production system in the process of green mine construction, reduce the operation cost of enterprises, hedge the capital investment in the construction of green mines, and focus on establishing the balance of resources and environment such as mineral resources balance, energy balance, carbon balance, water balance, solid waste balance and land balance, so as to promote the construction of green mines.

**Key words:** green mine; the problem of constraints; evaluation mechanism; solution path; evaluation criteria