

doi: 10. 20242/j. issn. 2097-5384. 2025. 03. 009

# 新能源汽车高质量发展需求下有色金属回收的必要性和对策

王晓旭, 丁明磊

(中国科学技术发展战略研究院, 北京 100038)

**摘要:** 习近平总书记强调:“倡导绿色消费,推动形成绿色低碳的生产方式和生活方式”,国务院印发的《推动大规模设备更新和消费品以旧换新行动方案》指出,回收循环利用行动聚焦再生利用环节,进一步畅通资源循环利用路径,为经济社会高质量发展提供强劲动力和坚实支撑。新能源汽车已经成为汽车领域未来发展的主要方向,面对原辅材料和关键零部件存在“卡脖子”问题、锂电池运输存在制度性障碍和绿色贸易壁垒,我国锂钴镍等关键金属需求量持续增大,发展关键有色金属回收技术对新能源汽车高质量发展意义重大,对此,我们要加强新能源汽车相关关键有色金属回收技术创新,加强和完善回收体系建设,强化政策引导与市场激励,积极推动回收企业“反向开票政策”,提升公众环保意识。

**关键词:** 新能源汽车;有色金属;回收;绿色低碳

**中图分类号:** X734. 2; U469. 7; TF803

**文献标志码:** A

**文章编号:** 2097-5384(2025)03-0418-07

## Necessity and Countermeasures of Non-ferrous Metal Recycling Under the Demand for High-quality Development of New Energy Vehicles

WANG Xiaoxu, DING Minglei

(Chinese Academy of Science and Technology for Development, Beijing 100038, China)

**Abstract:** New energy vehicles are now the primary focus for future development in the automotive field. However, challenges such as bottlenecks in raw materials, auxiliary materials, and key components, institutional barriers, and green trade restrictions in lithium battery transportation persist. As a result, China's demand for critical metals like lithium, cobalt, and nickel continues to rise. The development of key non-ferrous metal recycling technologies is of great significance to the high-quality development of new energy vehicles. In this regard, it is essential to strengthen the innovation of key non-ferrous metal recycling technologies related to new energy vehicles, strengthen and improve the construction of the recycling system, enhance policy guidance and market incentives, actively promote the "reverse invoicing policy" for recycling enterprises, and enhance public awareness of environmental protection.

**Key words:** new energy vehicles; non-ferrous metals; recycling technology; green and low-carbon

习近平总书记指出,“绿色发展是高质量发展的底色,新质生产力本身就是绿色生产力”。新质生产力天然就是环境友好型、资源节约型的生产力<sup>[1]</sup>。锂、

钴、镍是制造锂离子电池的关键材料,锂作为电池的主要成分,具有高能量密度和轻量化的特点,是当前电动汽车电池技术的基础;钴则能提高电池的稳定性

收稿日期: 2024-07-03

基金项目: 国家高端智库重点研究课题(ZXZK202410)

**Fund:** Supported by the Key Research Project of the National High-end Think Tank (ZXZK202410)

**作者简介:** 王晓旭(1987—)博士,助理研究员,主要从事科技创新与产业竞争力、国际科技关系方面的研究。

**通信作者:** 丁明磊(1976—),博士,研究员,主要从事科技创新战略与政策、科技成果转移转化、创新开放合作方面的研究。

**引用格式:** 王晓旭, 丁明磊. 新能源汽车高质量发展需求下有色金属回收的必要性和对策[J]. 有色金属(中英文), 2025, 15(3): 418-424.

WANG Xiaoxu, DING Minglei. Necessity and Countermeasures of Non-ferrous Metal Recycling Under the Demand for High-quality Development of New Energy Vehicles[J]. Nonferrous Metals, 2025, 15(3): 418-424.

和安全性,防止过热和起火;镍有助于提升电池的能量密度和续航能力,三者的结合使得锂电池具有高能量密度、长寿命和高安全性,成为电动汽车的主要动力来源。中国新能源汽车产业快速发展推动市场对锂、钴、镍等有色金属的需求日益增长,从国内来看,这些关键矿产对外依存度较高,未来产业链供应保障存在较大风险;从全球来看,锂、钴、镍资源有限且开采难度大,始终面临供应紧张和价格波动问题。通过回收利用,可以有效缓解资源短缺问题,稳定供应链,对把握新一轮科技革命和产业变革机遇,促进循环经济高质量发展,形成新质生产力具有重要的战略意义。

## 1 新能源汽车发展现状

汽车是现代工业皇冠上的明珠,是典型的资本、技术密集型产业,代表了一个国家先进制造业的发展水平。长期以来,汽车产业被美欧日等发达国家垄断,发展中国家汽车工业主要作为美欧日跨国公司全球生产布局中的一个环节,主要从事整车组装和零部件制造,少有依靠自主品牌出口整车的情况。2020年以来,中国汽车产业依靠新能源汽车发展,实现了“换道超车”,自主品牌在成本、效率、产业链、新能源及智能化方面具有较强的优势,成为国际汽车市场的重要“玩家”。

### 1.1 汽车电动化成为未来主要发展方向

全球汽车产业发展的增量空间主要来自新能源汽车。2023年,全球新能源乘用车市场总销量超过1 300万辆,占乘用车新车市场总量约18%。随着技术的不断进步以及新能源汽车价格竞争力的提升,消费者对新能源汽车的接受度与日俱增,推动新能源汽车需求迅速增长。从保有量的角度来看,中国汽车百人会发布报告预计到2030年,新能源汽车将在全球乘用车保有量中占据重要地位,规模有望达到2.4亿辆,占比有望接近20%。国际能源署数据显示,2023年底全球新能源汽车保有量在4 000万辆左右。这意味着,2024~2030年间,全球新能源汽车将有2亿量的增量空间,市场发展潜力较大。

中国在电动汽车领域先发优势较强。中国拥有全球最大的电动汽车市场,2023年中国新能源乘用车零售量达到773.6万辆,同比增长36.2%。在国内市场,新能源汽车的渗透率显著提高,2023年12月的渗透率为40.2%,相比有显著增长,自主品牌的新能源汽车渗透率达到64.6%,显示出本土品牌在市場中的主导地位。中国在动力电池领域也拥有显著

优势,2023年,中国企业在全球动力电池装机量前十的企业占据六席,市场份额已经超过60%<sup>[2]</sup>;中国企业申请的动力电池专利占全球的74%,这表明中国在动力电池技术上的领先地位。

中国新能源汽车产业依靠其持续的技术创新、完善的产业链、庞大的市场和丰富的人力资源等要素供给不仅在国内市场占据主导地位,也在全球市场上展现出强大的影响力和增长潜力。中国持续在电池技术、驱动电机、电控系统等核心技术领域加大研发力度,通过持续创新推动技术提高与品牌积淀构建产业链优势<sup>[3]</sup>。建立涵盖上游原材料、中游关键零部件到下游整车制造及充电基础设施的完整产业链,通过一体化的产业链降低成本,提高响应市场的速度和灵活性<sup>[4]</sup>,同时,在长三角、珠三角等地形成了新能源汽车产业集群,促进产业链上下游企业的紧密合作和协同发展;作为全球最大的新能源汽车市场,中国拥有庞大的消费者群体,大规模的市场需求促使企业扩大产能,实现规模化生产,进一步降低成本,提高性价比,形成良性循环;中国新能源汽车发展拥有丰富的人力资源和要素供给优势,为新能源汽车产业的研发、生产和售后服务提供了坚实的人力资源保障。

### 1.2 新能源汽车“走出去”势头较强

从出口情况看,2023年,我国汽车出口491万辆,同比增长57.9%,出口对汽车总销量增长的贡献率达到55.7%,2023年中国新能源汽车出口120.3万辆,同比增长77.6%,占汽车总出口量的24.5%,成为中国汽车出口的新增长极。

分类型来看,纯电动汽车出口110.2万辆,同比增长80.9%;插混汽车出口10.1万辆,同比增长47.8%。在出口区域上,2023年1~11月,三大新能源汽车出口市场分别是比利时、泰国和英国。中国汽车工业协会副总工程师许海东认为,拓展海外市场更加有效的方式是进入目的市场国进行直接生产,贸易出口只是新能源汽车国际化的一小部分。2023年日本汽车海外出口量为442万辆,中国为491万辆超过日本,但在海外生产方面中国还落后于日本、德国和美国。

从投资情况看,目前,我国尚未对外公布中国汽车产业海外投资的数据。从公开渠道了解的情况是,中国新能源车企正在加快出海步伐,特别是近两年开始在汽车制造、电池等零部件开展大规模对外投资,亚洲、欧洲、美洲等地区是中国新能源车企的主要投资目的地。中国汽车产业对外投资逐步成为“走出去”

的主力,主要是通过绿地投资的方式开展。根据荣鼎智库数据,中国汽车对外投资在2015年之后,开始快速发展。特别是2021年以来,汽车对外投资占中国整体对外投资的比重快速上升(图1),2021~2023年,占比分别达到11.9%、13%和28.9%。另外,从投资方式来看绿地投资占主导。2019~2023年,中国汽车产业对外投资456.8亿美元,其中绿地投资为302.7亿美元,占66.3%。

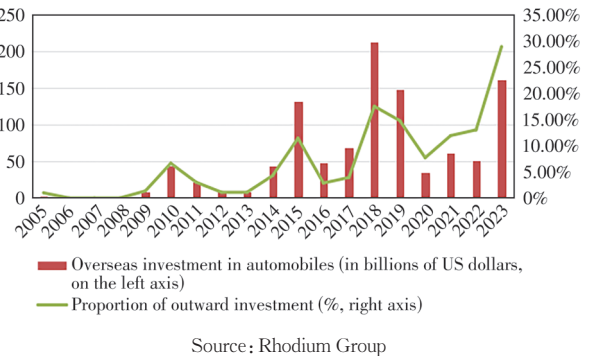


图1 中国汽车海外投资和占中国对外投资的比重

Fig. 1 Overseas investment in Chinese automobiles and its proportion to China's outbound investment

## 2 新能源汽车发展带来对锂钴镍矿产的大量需求

### 2.1 随着电动汽车的普及,对锂、钴、镍的需求急剧增加<sup>[5]</sup>

锂被用于制造电池正极材料,如磷酸铁锂(LFP)和镍钴锰酸锂(NCM)、镍钴铝酸锂(NCA)等<sup>[6]</sup>,这些材料直接决定了电池的能量密度和性能。虽然在某些新型电池设计中钴的比例有所减少,但它仍然是提升电池稳定性和延长循环寿命的关键成分。尽管钴资源相对稀缺且价格波动较大,但其在三元锂电池中的应用依然重要,尤其是在高能量密度电池中。随着电池技术的进步,高镍电池因其更高的能量密度和更低的成本而受到青睐,特别是在长续航电动车中。镍的使用量增加有助于减少电池中钴

的依赖,推动了对镍的需求显著增长。

中国、欧洲和北美等地政府均推出了支持新能源汽车发展的政策措施,促使相关产业链快速扩张,为锂、钴、镍等有色金属的市场需求提供了强大的推动力,带动上游有色金属需求旺盛。对于电动汽车领域的关键矿产需求,预计电动汽车领域2024年对镍、锂、钴的需求将分别在186万t、73万t、17万t左右,到2025年将分别为提升至163万t、88万t、20万t左右。

“双碳”转型要求下,全球能源系统将从燃料密集型向材料密集型转变<sup>[7]</sup>,在3C设备、新能源汽车及储能技术领域,锂离子电池应用场景不断丰富,带动锂、镍、钴三类作为正极材料的金属矿产需求大幅增加。2022年国际能源署预测,到2040年,全球锂、镍、钴的需求量将分别增长43倍、41倍和21倍。基于我国产业发展情况预测(表1),到2025年,我国对三类金属的需求量分别达到129万t、200万t和15万t,年均需求量增速分别达34%、7%和9%。

| 表1 我国对三类金属需求量的预测                                             |                 |        |        |
|--------------------------------------------------------------|-----------------|--------|--------|
| Table 1 Forecast of China's demand for three types of metals |                 |        |        |
| Year                                                         | types of metals |        |        |
|                                                              | Lithium( LCE )  | Nickel | Cobalt |
| 2022                                                         | 54.4            | 163.5  | 12.1   |
| 2023                                                         | 73.6            | 174.1  | 13.3   |
| 2024                                                         | 96.3            | 186.3  | 14.4   |
| 2025                                                         | 129.1           | 200.2  | 15.2   |

### 2.2 我国现有资源储备无法满足能源转型要求

主要原因有两个:一是我国现有资源储备不足,对外依赖度高。中国地质调查局数据显示,截至2020年底,我国锂矿、镍矿、钴矿储量分别为810万t、398万t、13万t,仅占全球总储量的6.3%、4.4%、2.0%;2020年当年,三类金属原料对外依赖度分别达到70%、85%和97%左右(表2)。二是现有资源开采经济可行性相对较差,如国内盐湖锂集中在青藏高原等区域,开采条件恶劣;红土镍矿品位低、开采成本比较高。

| 表2 2025年我国对三类金属产需缺口和对外依赖度                                                                          |                |           |           |           |         |         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------|-----------|-----------|---------|---------|
| Table 2 China's production and demand gap and external dependence on three types of metals in 2025 |                |           |           |           |         |         |
| Item                                                                                               | Lithium( LCE ) |           | Nickel    |           | Cobalt  |         |
|                                                                                                    | 2025           | 2030      | 2025      | 2030      | 2025    | 2030    |
| Domestic output/t                                                                                  | 200 000        | 250 000   | 130 000   | 150 000   | 4 000   | 6 000   |
| Domestic demand/t                                                                                  | 1 300 000      | 2 450 000 | 2 000 000 | 2 820 000 | 150 000 | 190 000 |
| External dependence/%                                                                              | 85             | 90        | 94        | 95        | 97      | 97      |



## 2.3 境外资源集中度高增加我国被“卡脖子”的风险

我国产业发展所需锂资源高度依赖澳大利亚和南美三国(阿根廷、智利和玻利维亚),镍资源高度依赖澳大利亚、巴西、俄罗斯和印度尼西亚,钴资源高度依赖刚果(金)。近期,锂资源国开始效仿欧佩克(OPEC),有组建“锂佩克”并借此控制资源的苗头;印尼多次采取“资源民族主义”政策限制镍资源出口;刚果(金)政局波动较大,对钴资源供给产生不利冲击。

## 2.4 我国相关产业受价格波动影响较大

三类资源在供需短期失衡、中间商投机炒作影响下,价格容易出现较大波动。尽管我国新能源产业规模大、竞争力强,但对锂钴镍的定价权缺失,下游产业成本被动增加,企业利润受到侵蚀。同时,美国不断对我国进行干扰打压,拉拢澳大利亚、巴西、刚果(金)等9国加入能源资源治理倡议,与加拿大等建立“矿产安全伙伴关系”,在芝加哥交易所推出全球首个锂期货。

# 3 锂钴镍回收现状及面临的挑战

## 3.1 锂钴镍回收现状

国家鼓励和支持再生资源回收利用,将其视为提高资源利用效率、保护环境、建立资源节约型社会的重要途径之一,近年来,我国出台了一系列配套支持政策<sup>[8]</sup>。《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》对废弃电池的回收处理作出明确规定,鼓励企业建立完善的回收体系,财政补贴和税收优惠等政策为企业参与金属回收提供了强大动力,2018年工信部等七个部门联合印发《新能源汽车动力蓄电池回收利用管理暂行办法》,在政策的鼓励下我国在锂、钴、镍等有色金属回收取得了显著进展,形成了具有自身特色的回收体系<sup>[9]</sup>。

在政策的鼓励下,中国在锂、钴、镍等有色金属回收方面取得了显著的进展,形成了具有自身特色的回收体系。市场对锂金属的需求随着新能源汽车和储能市场的加速发展而持续增长<sup>[10]</sup>,据统计,2023年中国锂电池产量达到940 GWh,这为废旧电池的回收提供了丰富的资源。2023年,我国锂电材料回收利用锂产量6万吨,全球占比75%。钴主要用于电池的稳定性 and 安全性,需求量随着新能源汽车市场的扩展而增加。废旧锂电池和电子产品是主要回收来源,近几年,新能源汽车产能扩张推动退役动力电池

数量持续增长,锂电池关键材料中,镍、钴、锰的回收率达到99.6%,锂的回收效率也达到了91.0%。

从锂钴镍回收技术方面来看,湿法冶金技术和生物浸出技术是高效回收锂、钴、镍等金属的主要手段,现代化的自动化设备和智能化管理系统广泛应用于金属回收企业,提高了回收效率和管理水平。智能分选技术可以根据废料的成分和物理特性进行精准分类,大大提高了回收金属的纯度。

## 3.2 锂钴镍回收面临的挑战

### 3.2.1 回收技术仍有待提高

中国在锂、钴、镍等关键电池材料的回收利用方面已取得较高水平,但回收技术仍有待进一步提升<sup>[11]</sup>。在提高材料纯度、减少杂质、降低成本和环境污染方面,湿法冶金和火法冶金过程中仍面临能源消耗大、化学试剂成本高等问题,同时废水和废气的处理也需要更经济的回收方法<sup>[12-13]</sup>。此外,电极材料的直接回收技术尚未成熟,需进一步提高其可行性和经济性。电池种类和结构的多样性增加了回收过程的复杂性,需要研发更加灵活和适应性强的回收技术。

### 3.2.2 缺乏统一的法规与标准

当前,全球范围内关于新能源汽车电池回收的法律法规和行业标准尚不完善,缺乏统一的回收流程和技术规范。各国在锂、钴、镍回收方面的法规 and 标准各不相同,导致全球缺乏一致的管理体系。例如,美国、欧盟和中国等主要电动汽车市场的回收法规和标准仍在制定和完善中,尚未形成统一的框架。全球各国在回收系统的成熟度上存在显著差异。比如,欧洲和日本在回收技术和系统方面较为先进,但在很多发展中国家,回收系统尚未完善,回收率较低。缺乏统一的标准使得全球回收产业难以形成有效的协同效应,导致资源浪费和回收效率低下。虽然锂、钴、镍等金属的回收技术在不断进步,但由于缺乏统一的技术标准,各国在回收工艺上存在较大差异。不同国家使用的回收技术和工艺参数不一致,导致回收材料的纯度和质量无法统一,这不仅影响了回收材料的市场流通,也增加了下游企业使用这些材料的度。

从国内来看,虽然工信部在2019年启动了《新能源汽车废旧动力蓄电池综合利用行业规范条件》的修订工作,但相关法规的完善和更新仍需时间,行业在实际操作中面临法律空白,这导致回收效率低下、资源浪费严重。各地在废旧新能源汽车及电池回收的具体政策上存在差异,在技术规范和回收流程等方面缺乏统一的国家标准,给跨区域回收和处理

带来困难<sup>[14]</sup>。从国际角度来看,由于缺乏统一的技术标准,各国在回收工艺上存在较大差异。不同国家使用的回收技术和工艺参数不一致,导致回收材料的纯度和质量无法统一,这不仅影响了回收材料的市场流通,也增加了下游企业使用这些材料的难度。随着新能源汽车产业的全球化,建立跨国界的回收体系变得必要,需要国际间政策的协调与合作。

### 3.2.3 激励政策不足

当前的激励政策主要集中在新能源汽车生产和购买阶段,虽然科技部等多部门联合发布的《关于促进新能源汽车产业健康发展的指导意见》明确支持新能源汽车废旧动力电池回收利用技术的研发,《新能源汽车动力蓄电池回收利用管理暂行办法》也明确了废旧电池的回收流程和责任主体,但对于废旧资源回收利用环节的政策支持仍显不足,且缺乏长期稳定的支持机制<sup>[15]</sup>。锂、钴、镍的回收涉及环保、工业、科技、财政等多个部门,缺乏有效的沟通和协调机制,导致政策冲突或重叠。废旧电池的回收成本往往高于新资源的开采成本,以锂金属回收为例,回收的技术复杂性提高了回收成本,每吨磷酸铁锂电池的回收成本约为8 500元人民币,而从电芯中提取的再生材料售价仅为8 100元,意味着回收企业需要倒贴400元,激励政策不足的情况下,企业和个人回收废旧电池的积极性不高。

### 3.2.4 回收渠道不畅

全球各国在回收系统的成熟度上存在显著差异。欧洲和日本在回收技术和系统方面较为先进,但在很多发展中国家,回收系统尚未完善,回收率较低。回收网络的不完善导致大量废旧电池未能进入正规回收渠道,进一步加剧了资源浪费和环境污染问题。锂、钴、镍等金属回收的经济可行性是一个重大挑战。尽管这些金属的市场价值高,但回收过程复杂且成本高昂。回收企业需要面对高昂的处理成本和不稳定的市场价格,导致回收经济性较差。高成本阻碍了企业大规模投资回收技术和基础设施,限制了回收产业的发展。

我国锂钴镍回收网络与体系不完善,回收点分布不均,主要集中在一些大城市,广大农村和中小城市回收网络覆盖不足。同时,由于缺乏全国性电池追踪和回收信息平台,废旧电池的流向难以追踪,再加上消费者对于废旧电池的正确处置意识不强,导致大量废旧电池未能得到妥善回收。消费者与回收企业之间存在明显的信息不对称现象,不知道如何或在哪里回收废旧电池,回收网络的不完善导致大量废旧电池未能进入正规回收渠道,进一步加剧了

资源浪费和环境污染问题。

### 3.2.5 发达国家加快布局锂钴镍回收技术,与中国竞争加剧

美欧等发达国家放弃“小政府”“不干预”的传统自由化政策、转向“新华盛顿共识”,在深化与合作方开展战略性矿产资源协作的同时,也在不断推进关键矿产回收技术布局<sup>[16]</sup>。2021年,美国能源部投入1 800万美元研发从煤炭废弃物等物料中提取稀土金属和其他关键矿物的技术,2022年,美国再次分别向电池回收锂、钴、镍、石墨和煤灰、矿山废料回收稀土等关键矿物前沿技术研发投入1.4亿美元和30亿美元。2021年以来,美国能源部国家能源技术实验室资助Physical Sciences公司、西弗吉尼亚大学等公司和科研机构研发从煤炭及其副产品中回收利用高纯度稀土;与劳伦斯利沃莫国家实验室、杜克大学、亚利桑那大学等合作研发从煤炭及其副产品中回收稀土元素的环保生物吸附技术,新兴矿产的回收利用正逐步朝着高纯度、高效率以及更加环保的方向迈进。欧盟在关键金属循环再生技术研发方面投入了大量资金,自20世纪80年代以来,欧盟已在稀土、铜、钴、银、镓、硅等15种以上关键金属的回收与管理领域累计投入逾1.1亿欧元。

## 4 对策与建议

### 1) 积极推动回收企业“反向开票政策”

政府应持续优化发票管理系统,资源回收企业可以沿用现有的电子发票平台(如数字化电子发票)或增值税管理系统(税控系统)来实施“反向开票”,无需另行更换系统,简化了操作流程。同时,税务部门也应为“报废产品”制定单独的商品编码,涵盖如废钢铁、废塑料等主要报废产品类别。使资源回收企业能够通过现有的电子发票服务平台(数电票)或增值税发票管理系统(税控票)进行“反向开票”,避免更换系统的麻烦。同时,税务部门应为“报废产品”设置专门的商品编码,覆盖主要报废产品类别,如废钢铁、废塑料等,

确保开票过程的便利性和统一性。政府应加强对资源回收企业的监管,要求其建立完善的收购台账,确保回收业务的真实性。同时,在税费政策执行标准和口径方面做到全国统一,防止不法分子利用政策漏洞进行虚开骗税。税务部门应密切跟进“反向开票”政策的执行情况,及时收集反馈意见,进一步优化征管系统和操作流程,确保政策执行的顺畅性。

## 2) 加强新能源汽车相关关键有色金属回收技术创新

我国应进一步支持科研机构和企业加大在废旧电池回收利用、稀有金属高效提取等方面的技术研发<sup>[17]</sup>。支持科研机构和企业合作,重点突破高值化回收、清洁生产、降成本等关键技术。建立跨行业、跨领域的协同创新平台,促进技术交流与资源共享。鼓励产学研合作,建立联合实验室或研发中心,加速技术成果转化。

## 3) 加强和完善回收体系建设

面对在实际执行中存在回收网络不健全、行业秩序有待进一步规范等问题,建议推动产业链上下游合作共建回收渠道,构建跨区域回收利用体系<sup>[18]</sup>,建立全国性的废旧新能源汽车零部件及电池回收网络;加快制定并实施全国统一的回收标准和规范,确保回收过程的安全性和资源利用率;建立以政府监管部门为主导,多方参与的锂电池回收利用产业联盟,拓展回收服务网点的类型,保障稳定的废旧电池来源,降低单一回收主体的成本和风险,保证回收利用过程的完整性,推动建立回收责任延伸制度,明确生产者、销售者、使用者的回收责任。

## 4) 强化政策引导与市场激励

建立跨部门协调机制,确保政策的一致性和互补性。积极出台税收减免、财政补贴等优惠政策,针对废旧新能源汽车零部件及电池回收,制定长期稳定的支持政策,激励企业和个人积极参与废旧新能源汽车零部件及电池的回收。建立健全政策支持体系,对在废旧电池回收、稀有金属高效提取等领域的创新成果给予资金和技术支持,设立专项资金,对取得突破性技术的科研机构和企业给予奖励。

## 5) 提升公众环保意识

开展广泛的社会宣传教育活动,提高公众对新能源汽车废旧资源回收重要性的认识。鼓励媒体、教育机构参与,普及环保知识,倡导绿色消费理念。利用新媒体平台,开展形式多样的环保宣传教育活动,增强公众的环保意识和参与度。鼓励社会各界参与废旧资源回收,如社区、学校、企业等,形成全社会共同参与的良好氛围。

## 参考文献

- [1] 金观平.新质生产力就是绿色生产力[N].经济日报,2024-6-11.  
JIN Guanping. New quality productivity is green productivity[N]. Economic Daily,2024-6-11.

- [2] 渠沛然,刘澄彦,董梓童.为中国式现代化建设提供安全可靠的能源保障[N].中国能源报,2024-03-04.  
QU Peiran, LIU Chengyan, DONG Zitong. Provide safe and reliable energy guarantee for Chinese-style modernization construction [N]. China Energy News, 2024-03-04.
- [3] 姬佳佳,刘文韬.科技创新驱动下的新能源汽车产业经济发展研究[J].科技传播,2024,16(16):1-6.  
JI Jiajia, LIU Wentao. Research on the economic development of the new energy vehicle industry driven by technological innovation [J]. Science and Technology Communication,2024,16(16):1-6.
- [4] 刘刚,刘立涛,欧阳铎,等.绿色低碳转型背景下关键金属循环利用战略与对策[J].中国科学院院刊,2022,37(11):1566-1576.  
LIU Gang, LIU Litao, OUYANG Xin, et al. Key metal recycling strategies and countermeasures under the background of green and low-carbon transformation [J]. Journal of the Chinese Academy of Sciences,2022,37(11):1566-1576.
- [5] 覃牧川,梁彦杰,李青竹,等.新能源汽车关键有色金属提取与回收技术发展分析[J].现代交通与冶金材料,2024,4(1):3-10.  
QIN Muchuan, LIANG Yanjie, LI Qingzhu, et al. Development analysis of key non-ferrous metal extraction and recovery technologies for new energy vehicles [J]. Modern Transportation and Metallurgical Materials,2024,4(1):3-10.
- [6] 侯诗艺,张同宝,杨座国.氧化镧改性对 $\text{LiNi}_{0.95}\text{Co}_{0.025}\text{Mn}_{0.025}\text{O}_2$ 正极材料电化学性能影响[J].电源技术,2023,47(12):1543-1548.  
HOU Shiyi, ZHANG Tongbao, YANG Zuoguo. Influence of indium oxide modification on the electrochemical properties of  $\text{LiNi}_{0.95}\text{Co}_{0.025}\text{Mn}_{0.025}\text{O}_2$  positive electrode materials [J]. Power Supply Technology,2023,47(12):1543-1548.
- [7] 孟小燕,熊小平,王毅.构建面向“双碳”目标的循环经济体系:机遇、挑战与对策[J].环境保护,2022,50(增刊1):51-54.  
MENG Xiaoyan, XIONG Xiaoping, WANG Yi. Building a circular economy system for the "dual carbon" goal:opportunities, challenges, and countermeasures [J]. Environmental Protection, 2022,50(Suppl.1):51-54.
- [8] 郭永玲,高媛媛,武帅,等.新能源汽车电池中重金属的提取与处理[J].时代汽车,2022(23):124-126.  
GUO Yongling, GAO Yuanyuan, WU Shuai, et al. Extraction and treatment of heavy metals in new energy



- vehicle batteries [J]. Times Automotive, 2022 (23): 124-126.
- [9] 胡正新, 杨帆, 裴皓, 等. 退役三元动力电池储能项目探索与应用[J]. 能源研究与利用, 2020(1): 41-43, 48.  
HU Zhengxin, YANG Fan, PEI Hao, et al. Exploration and application of retired ternary power battery energy storage projects [J]. Energy Research and Utilization, 2020(1): 41-43, 48.
- [10] 刘冬福, 熊家春, 徐文华, 等. 磷酸盐沉淀法从富锂液中选择性提锂[J]. 中国有色金属学报, 2021, 31(9): 2541-2550.  
LIU Dongfu, XIONG Jiachun, XU Wenhua, et al. Selective lithium extraction from lithium-rich liquid by phosphate precipitation [J]. The Chinese Journal of Nonferrous Metals, 2021, 31(9): 2541-2550.
- [11] 吕龙. 新能源汽车动力电池的回收与再利用技术研究[J]. 专用汽车, 2023(11): 62-65.  
LYU Long. Research on the recycling and reuse technology of power batteries for new energy vehicles [J]. Special Purpose Vehicles, 2023(11): 62-65.
- [12] 徐耀群, 许楠, 郑艺. 基于演化博弈的动力电池逆向供应链技术创新研究[J]. 哈尔滨商业大学学报(社会科学版), 2023(1): 101-116, 128.  
XU Yaoqun, XU Nan, ZHENG Yi. Research on technological innovation of power battery reverse supply chain based on evolutionary game theory [J]. Journal of Harbin University of Commerce (Social Sciences Edition), 2023(1): 101-116, 128.
- [13] 谢振, 张江红, 熊俊. 新能源汽车锂离子动力电池系统关键技术研究[J]. 有色金属工程, 2022, 12(10): 158.  
XIE Zhen, ZHANG Jianghong, XIONG Jun. Research on key technologies of lithium ion power battery system for new energy vehicles [J]. Nonferrous Metals Engineering, 2022, 12(10): 158.
- [14] 周兴建, 黎继子, 李菲, 等. 基于Blockchain的新能源汽车动力电池回收供应链模式[J]. 计算机集成制造系统, 2023, 29(4): 1386-1398.  
ZHOU Xingjian, LI Jizi, LI Fei, et al. Blockchain based new energy vehicle power battery recycling supply chain model [J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2023, 29(4): 1386-1398.
- [15] 费有静. 锂离子电池材料回收技术探索[J]. 新材料产业, 2018(6): 52-54.  
FEI Youjing. Exploration of material recycling technology for lithium-ion batteries [J]. New Materials Industry, 2018(6): 52-54.
- [16] 王晓旭, 黄宁. 加快回收技术发展 有效推进矿产资源节约利用[J]. 科技中国, 2024(4): 72-75.  
WANG Xiaoxu, HUANG Ning. Accelerate the development of recycling technology and effectively promote the conservation and utilization of mineral resources [J]. Science and Technology China, 2024(4): 72-75.
- [17] 杨敬军. 废旧锂离子电池中的钴镍锰分离回收技术[J]. 化工设计通讯, 2018, 44(2): 211.  
YANG Jingjun. Cobalt nickel manganese separation and recovery technology in waste lithium-ion batteries [J]. Chemical Design Communication, 2018, 44(2): 211.
- [18] 赵世佳, 徐楠, 乔英俊, 等. 加快我国新能源汽车动力电池回收利用的建议[J]. 中国工程科学, 2018, 20(1): 144-148.  
ZHAO Shijia, XU Nan, QIAO Yingjun, et al. Suggestions for accelerating the recycling and utilization of power batteries for new energy vehicles in China [J]. China Engineering Science, 2018, 20(1): 144-148.