

**海南省电动汽车退役动力电池
回收利用处理全链条方案
研究及政策建议
(送审稿)**

研究单位：海南省新能源汽车促进中心
 中汽信息科技（天津）有限公司
支持单位：能源基金会
指导单位：海南省工业和信息化厅

2022 年 11 月

序 言

习近平总书记提出的“碳达峰、碳中和”，是党中央做出的重大战略，是践行构建以国内大循环为主体、国内国际双循环相互促进的新发展格局的重大举措。海南坚持生态优先、绿色、和谐的发展理念，持续推进国家生态文明试验区建设。目前国家生态文明试验区建设和实现碳中和依然面临着诸多困难，一是新能源汽车保有量陡增与动力电池梯次利用产业发展薄弱矛盾；二是交通领域碳排放总量还在上升尚未达峰与目标时限紧迫并存；三是经济高速发展带来的能源结构调整与减排降碳压力并存；因此，海南省针对电动汽车退役动力电池回收利用处理全链条方案研究是海南 2030 禁售燃油车，全岛汽车全面能源清洁化发展的重要支撑。

根据《海南省清洁能源汽车发展规划》和《海南能源综合改革方案》的总体要求，海南省将围绕构建清洁能源岛屿经济体的总体发展目标，大力推动普及新能源汽车和能源结构体系改革；力争到 2025 年清洁能源占一次能源消费比重达 50%左右，2035 年基本实现海南能源清洁转型。海南未来的能源结构将以核电为主，气电调峰、新能源发电为辅。2021 年清洁能源装机比重已提升至 70.9%，实现分布式电源发电量全额消纳。以风、光为主的新能源发电系统，随机波动性和间歇性是其主要局限性，这对电力系统快速灵活调节提出新的挑战，需要大力发展各种类型的储能资源，全面提升电

力系统的负荷调控能力，保障电网的安全。

2019年3月，海南省颁布实施《海南省清洁能源汽车发展规划》，成为全国首个提出所有细分领域车辆清洁能源化目标和路线图的地区，明确发展以新能源汽车为代表的先进制造业，提出了2030年全面“禁燃”的总体目标，新能源汽车市场渗透率将在未来五至十年内大幅提升。根据预测，海南省新能源汽车保有量2025年将突破50万辆，2030年将突破130万辆，随之产生的大量废旧动力电池将对生态文明试验区建设工作带来巨大的阻力，但同时也为海南省能源结构改革提供了必要的载体支持。

通过本课题针对电动汽车退役动力电池回收利用处理全链条方案进行了深入研究，在研究的基础上建设性提出了两个初步的计划和建议，《海南省落实退役电池回收和梯次利用分年度行动计划》和《海南省退役电池回收和梯次利用产业选型标的分析》，计划通过顶层设计、行业建议方案和产业规划，将动力电池的梯次利用、再生利用的需求和海南省清洁能源发电的储能需求进行直接对接和高效转换，既能杜绝电池对环境的污染，又能降低电力储能成本，还能产生相应的经济和社会价值，对海南全域推广新能源汽车和生态文明试验区建设具有重大意义。报告中的不足之处，恳请专家批评指正。

目 录

序 言	1
一、 动力电池回收利用国内外行业发展的现状	1
（一）梯次利用和再生利用是动力电池生命周期的关键环节 ...	2
（二） 动力电池回收利用关键技术取得长足发展	4
（三） 国外主要经济体动力电池回收利用网络初步形成	8
（四） 我国动力电池回收利用模式初步建设完成	13
（五） 部分地区形成相对完善的电池回收模式	23
二、 海南省动力电池回收现状和梯次利用场景	27
（一）电池回收利用是建设海南“三区一中心”的必然要求 ..	27
（二）海南省动力电池回收利用政策体系正加快建设	28
（三）海南省动力电池梯次利用应用场景丰富	30
（四）海南省动力电池流转模式已实现阶段性探索	37
（五）海南省正加快探索梯次利用、再生利用相结合的模式 ..	39
三、 海南省动力电池回收利用的经济价值分析	41
（一）海南省退役电池市场规模庞大	41
（二）海南省退役电池梯次利用市场规模大	46
（三）海南省退役电池再生利用市场具备较大投资潜力	52
（四）海南省退役电池再生利用投资回报周期分析	58
四、 海南省动力电池若处理不当对环境造成污染风险分析	63
（一）退役电池处理不当对环境污染要素分析	63
（二）电池生产和退役电池报废回收对环境污染对比分析	66
（三）海南现行法规对动力电池回收利用扔存不健全的问题 ..	71
五、 海南省退役动力电池回收利用处理的关键实施路径	75
（一）指导思想	75
（二） 基本原则	75
（三）具体目标和重点发展任务	76
（四）关键实施路径	77
（五）保障措施	87

附件 1:	91
海南省落实退役电池回收和梯次利用分年度行动计划	91
一、指导思想	91
二、基本原则	91
三、发展目标	92
四、主要任务	93
(一) 建立信息溯源管理体系	93
(二) 健全政策、标准和法规体系	94
(三) 完善梯次和再生利用体系	96
(四) 强化回收网络和试点建设	98
(五) 建立废旧电池回收管理体系	99
(六) 探索多元化商业模式	101
(七) 推动技术创新和应用	102
五、保障措施	103
(一) 加强组织领导	103
(二) 加大财政金融支持力度	103
(三) 加强动力电池回收监督考核机制	105
(四) 建立与内地企业合作机制	105
(五) 加大整治力度和依法对违规行为惩戒	105
(六) 加强宣传推广	106
附件 2:	107
海南省退役电池回收和梯次利用产业选型标的分析	107
一、动力电池回收利用企业总体分析	107
二、动力电池核心企业布局分析	109
(一) 电池企业	109
(二) 电池上游原材料企业	112
(三) 第三方企业	114
三、海南省退役动力电池回收利用招商标的分析	118

一、动力电池回收利用国内外行业发展的现状

新能源汽车的车用动力电池，充放电循环达到一定次数后，电池容量会衰减至额定容量的 80%以下，这时电池的许多性能都在一定程度上明显减弱，理论上就不适于应用在电动汽车上，需要将电池进行“退役”；仅当容量下降至 30%后才需强制报废。在 80%-30%这一区间，动力电池的性能仍可满足其他设备的能源需要，这就是动力电池回收利用中的梯次利用，也称电池能量价值的再挖掘。我国虽然地大物博，但是电池的原材料资源还是比较匮乏。由于动力电池含有大量的钴、镍、锰、锂、铝、铜等贵金属，将电池回收后进行再生利用能充分延长动力电池的生命周期。

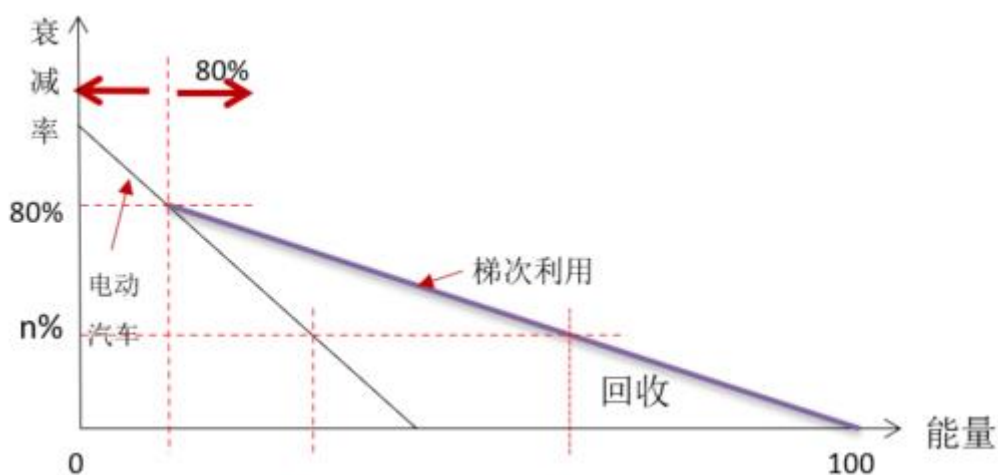


图 1-1 退役电池容量与回收方法图

目前，国内外都将动力电池的梯次利用和再生利用提升到了前所未有的高度。一是，因为上游原材料价格不断上涨，电池企业成本压力加大。二是，由于地缘冲突导致的原材料供应不稳定和价格不断波动，使企业不得不重视动力电池价

值的再挖掘。三是，随着再生技术的不断发展，动力电池的再生利用能实现更高的经济效益。在市场发展前景广阔的助力下，动力电池梯次利用和再生利用的技术和市场都已蓬勃发展。

（一）梯次利用和再生利用是动力电池生命周期的关键环节

动力电池的全生命周期包括生产、使用、报废、分解以及再生利用。对于容量降低为 80% 以下的动力电池，其充放电性能不能满足汽车行驶的需求，需要退役，此类动力电池除了化学活性下降外，电池内部的化学成分没有发生改变，因此可以应用于比汽车电能要求更低的场合，进行提出利用。对于一些破坏比较严重，没有使用价值，或者生产出现问题以及梯次利用之后的动力电池，需要进行拆解回收，提取出有价值的金属和材料，之后再将回收的金属和材料应用于电芯、模块、系统的生产中，是动力电池整个生命周期形成一个闭环状态。

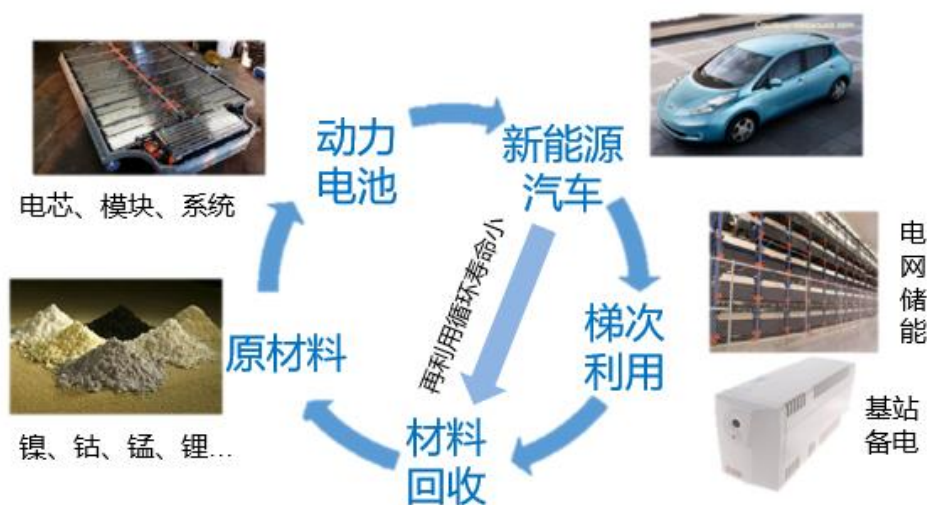


图 1-2 动力电池全生命周期闭环管理模式

对动力电池全生命周期使用价值的挖掘，可在环保和提升经济性等方面发挥充分的价值。动力电池循环利用是延长电池的全生命周期，其意义在于，把电池从“原材料--电池--电池系统--汽车应用--二次利用--资源回收--电池原材料”的全生命周期进行的全面管理和控制，不仅可以降低电池的生产成本，还能避免环境污染。

因此，动力电池的回收主要分为梯次利用和再生利用两个循环过程。梯次利用主要针对动力电池容量低于 80%，无法满足电动车正常运行，但电池容量高于 30%，仍具有利用价值，可以应用于电能要求更低的场合，如低速电动车、电网储能、3C 电子产品等。拆解回收主要针对电池容量损耗严重，无法继续梯次利用，只能将电池进行拆解，回收正负极材料、电解液及有价值金属等再生资源，重新制备和生产电池的循环过程。



图 1-3 动力电池梯次利用流程

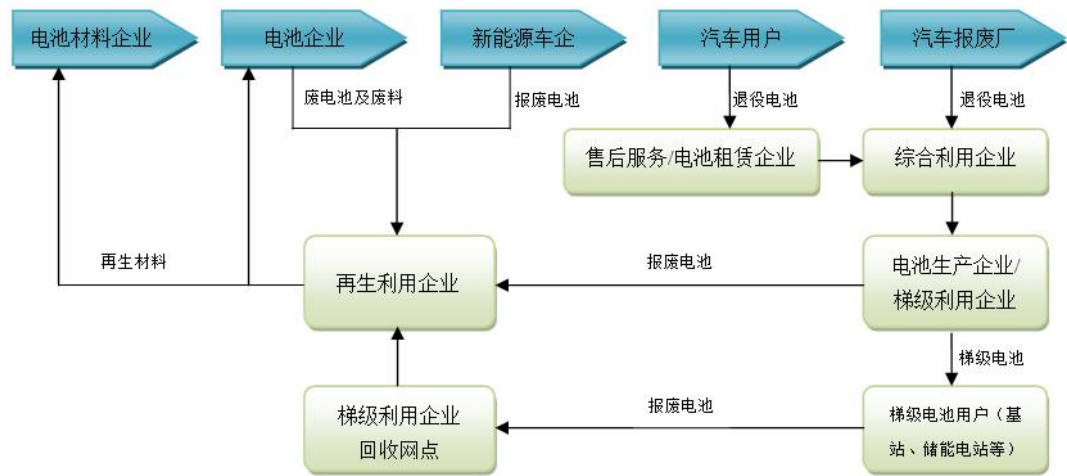


图 1-4 动力电池再生利用流程

（二）动力电池回收利用关键技术取得长足发展

动力电池梯次利用的技术壁垒较高，关键技术包括离散整合技术和寿命预测技术。其中剩余寿命预测的关键点在于全生命周期监测，即建立大数据追溯系统平台对退役电池进行系统分析，以此获得能否进入梯次利用市场的大数据。在这方面，电池生产企业和汽车生产企业具备先天优势，但伴随新电池性能快速提升以及电池成本下降，退役电池的回收价格将成为影响电池生产企业的重要因素之一。



图 1-4 梯次利用的关键技术

动力电池回收再生的过程大致可分为“预处理-材料回收-筛选制备”三个步骤。退役动力电池拆解后，分离出电池的塑料、铁质外壳和电极材料，再对电极材料进行回收，通过碱浸出、酸浸出、除杂后进行萃取，或者直接通过高温焚烧拆除碎片回收金属以及进一步采用湿法回收焚烧残渣。其中，材料回收阶段是动力电池再生利用的关键环节，一般包括物理回收（火法）、化学回收（湿法）和生物回收三大方法。由于湿法回收工艺的连续性及其自动化程度较高，回收率高，且能耗及污染较低，目前国内主流动力电池材料回收为湿法回收。

表 1-1 废旧锂离子电池资源化利用主要步骤

步骤	内容
步骤 1：预处理	对废旧锂离子电池进行放电、拆解、直接或经简单筛选后破碎以及处理拆解过程中产生的有毒有害物质。本步骤是废电池资源化利用的基础，将直接影响后续处理工艺。
步骤 2：材料回收	对钴、镍、锰、锂、铝、铜及电解液中有机溶剂等多种有价材料的回收。主要方法为通过溶解、萃取、沉淀、电解等以单质、化合物或混合物的形式分类回收各种有价材料。
步骤 3：筛选制备电池材料	经溶解、萃取、沉淀等处理后加入硫酸锰、硫酸镍、硫酸钴等物质调整溶液中各种材料的比例，直接用于制备锂离子电池正负极材料。

数据来源：《废旧三元正极材料锂离子电池的资源化利用技术》

回收有价材料后，需要通过添加化学物质调整溶液中的材料比例，制备出锂离子电池正负极材料。

表 1-2 动力电池材料回收工艺分类及特点

方法	工艺细节	工艺特点
物理法	机械分选法 ：利用机械方法将电池拆解分离后，根据不同电池原料物理性质差异，经破碎、过筛、磁选、精细粉碎和分类方法实现不同组分分离。	工艺简单，产物单一，能耗较高，且产生一定的废气污染，回收率较低。
	高温热解法 ：高温焚烧分解去除粘结剂，使材料实现分离、金属氧化，后还原焙烧生成贵金属和氧化锂，高温下形成蒸汽挥发，通过冷凝实现分离和收集。	
	真空热解法 ：利用真空焙烧方法，使锂电池有机物和粘接剂挥发或分解。	
化学法	化学沉淀 ：先选择性溶解，后沉淀分离得到贵金属元素。	成本较高、工艺复杂，但连续性及自动化程度较高，回收率高，且污染较低。
	离子交换 ：先溶解后利用离子交换树脂对要收集的金属离子络合物的吸附系数差异来实现金属分离提取。	
	溶剂萃取 ：利用某些有机试剂与要分离的金属离子形成配合物，逐步分离。	
生物法	生物浸出 ：利用微生物将体系的有用组分转化为可溶化合物并选择性地溶解，实现目标金属与杂质分离。	尚处起步阶段、菌种培养、浸出条件复杂，但成本低、回收率高、污染小，具备潜力。

资料来源《动力电池回收利用浅析》、《废旧动力电池回收利用研究进展及展望》

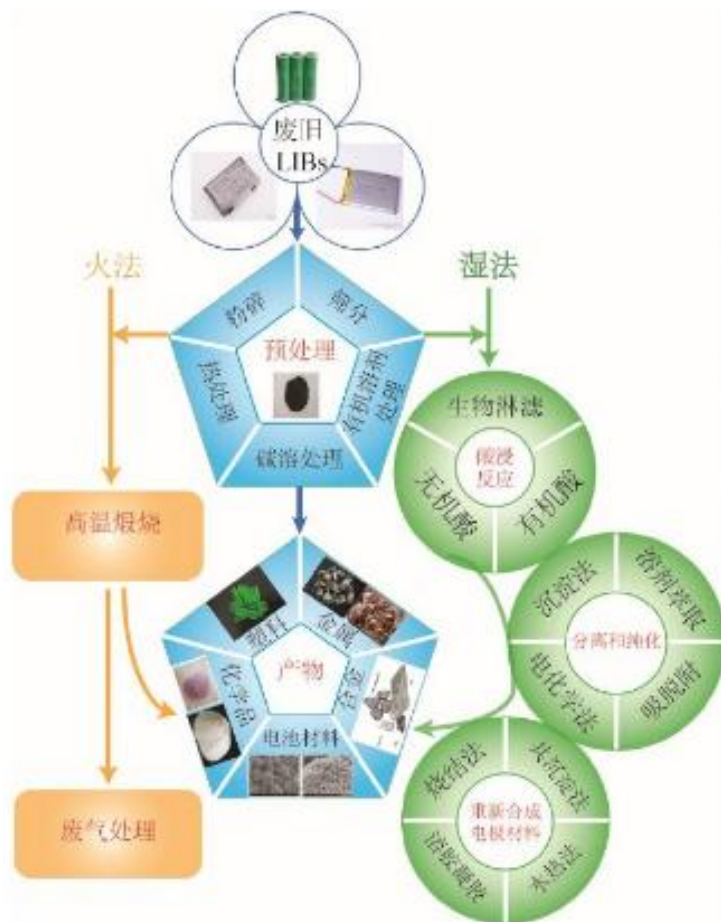


图 1-5 动力电池回收技术及产物

电池流入再生环节后，经过拆解、干燥和粉碎分选等工序后，正负极材料和金属铝、铜等物相分离，金属铝、铜可加工出售，正极材料则进行下一步处理，经过湿法工艺，包含酸浸/除杂/萃取/反萃/沉淀等步骤制备锂、钴、镍、锰的金属盐或铁的磷酸盐，进一步处理即可对外出售。



图 1-6 锂动力电池湿法回收工艺

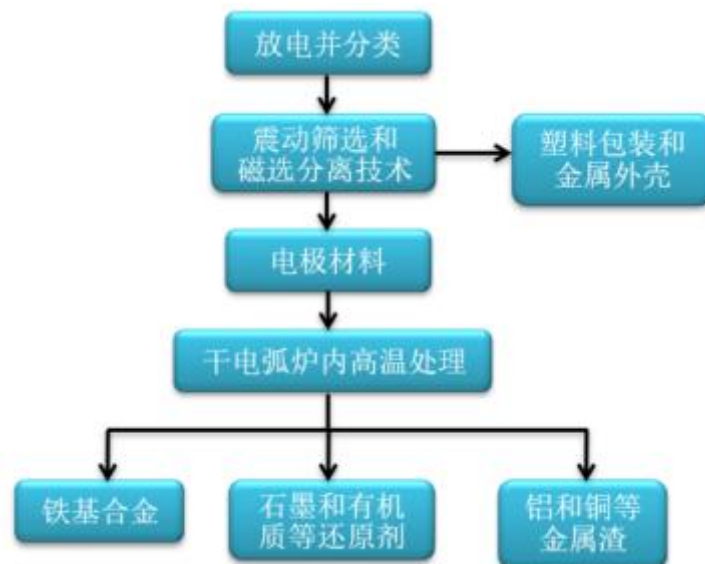


图 1-7 锂动力电池火法回收工艺

（三）国外主要经济体动力电池回收利用网络初步形成

以欧美等国为主导的国外市场，已初步形成相对健全的

动力电池回收网络。近年来，随着新能源汽车跃迁式增长，动力电池报废量也出现陡增，为避免废旧动力电池对环境造成较大污染，同时回收电池中重要的金属材料，全球各国均高度重视动力电池梯次利用和再生利用产业发展。从回收网络来看，国外电池回收网络主要由电池企业共建的行业协会和联盟组织建设，其中梯次利用主要由汽车企业主导，联合电池企业和用户来实施；再生利用大多由冶金企业转型而来，形成冶金材料回收一体的企业。

表 1-3 国外主要经济体动力电池梯次利用的典型案例分析

国家	应用领域	案例描述	参与主体	性质
日本	家庭和工商业储能	日产汽车和住友集团合资成立了 4R Energy 公司，从事电动汽车废弃电池的再利用，在日本和美国销售或租赁的日产 Leaf 汽车的二手电池用于住宅和商用的储能设备	4R Energy 公司	商业运作
美国	移动电源	美国创业公司 FreeWire 推出了一款电动汽车充电宝产品，充电对象是所有的电动汽车，这款产品名为 Mobi Charger，装有滚轮方便移动，主要面向写字楼等工作区域。	FreeWire 公司	
美国/日本	家庭储能	美国 EnerDel 公司和日本伊藤忠商事在部分新建公寓中推广梯次利用电池。	美国&日本公司	
德国	电网储能	2010 年 TUV 南德意志集团受到 Germany Federal Institute for Building 的委托，参与电动汽车电池阶梯利用的研究项目，并在德国柏林建立储能应用示范工程。该项目得到德国能源与气候研究机构的资金支持。	TUV 南德	示范工程
德国	电网储能	博世集团利用宝马的 ActiveE 和 i3 纯电动汽车退役的电池建造 2MW/2MWh 的大型光伏电站储能系统。该储能系统由瓦滕福公司负责运行和维护。该项目将建在德国柏林，预期将于 2015 年年末投入使用。	博世集团、BMW、瓦滕福公司	
美国	综合	2002 年，美国国家能源部首次立项委托 Sandia 国家实验室开展车用淘汰电池的二次利用研究，该项目主要针对电池梯次利用的领域、过程及步骤、经济性、示范规模进行初步研究	美国 Sandia 国家实验室	项目研究
美国	分布式发电微网	2010 年，美国可再生能源国家实验室（National Renewable Energy Laboratory）开始进行插电式混合动力汽车及纯电动汽车用锂离子电池二次利用的研究，提出淘汰电池可以用在风力发电、光伏电池、边远地区独立电源等。	美国可再生能源国家实验室	
美国/瑞典	智能电网	美国通用公司与瑞典 ABB 集团联合开展了车载锂电池（针对 2010 年底量产的插电式混合动力车 Volt）再利用的调查与研究，包括智能电网方面，如用来存储太阳电池系统和风力发电系统等所产生的电力。	美国通用、瑞典 ABB	

美国	经济效益	1 加州大学戴维斯分校的混合电动汽车研究中心在 2010 年对动力锂电池的二次利用和价值分析等方面进行研究。 2 西北太平洋国家实验室研究了动力电池在电网系统中二次利用的经济效益问题。	加州大学、西北太平洋国家实验室	
美国	技术/商业可行性	Duke 能源和 Tokyo-based ITOCHU 公司签署一项合作进行的评价和测试的二次利用的电动汽车电池的协议。将这些旧电池利用于补充的家庭能源供应、存储可再生能源。确定这些二次利用的电池在技术上的可行性和商业可行性。	Duke 能源、ITOCHU 公司	

表 1-4 全球电池回收产业主要厂商

国家	公司	主要应用方向
比利时	优尼科	梯次利用+再生利用
瑞士	Bartec	梯次利用
日本	三菱	梯次利用+再生利用
法国	Recupyl	梯次利用
德国	IME	梯次利用+再生利用

1.德国动力电池回收及处理模式

德国欧盟从 2008 年开始强制要求电池生产商建立汽车退役电池回收体系，通过政府立法回收，生产者承担主要责任，并设立基金完善回收体系市场化建设。欧盟废弃物框架指令（2008/98/EC）和电池回收指令（2006/66/EC）是德国电池回收法规的立法依据。回收法规要求电池产业链上的生产商、销售商、回收商和消费者均负有对应的回收责任和义务，比如电池生产商必须在政府登记，承担主要回收责任，销售商要配合电池生产商的电池回收工作，而终端消费者需要将退役电池交回指定的回收网络。

此外，德国利用基金和押金机制建立了退役电池回收体系，实现了良好的效果，该回收体系由电池制造商和电子电器制造商协会联合成立的 GRS 基金负责运转，是欧洲最大的

锂离子电池回收组织，该组织从 2010 年开始回收工业用电池，未来也会将电动汽车动力电池纳入该体系回收，积极的开展动力电池的回收利用工作。

从核心参与主体来看，2015 年，博世集团、宝马和瓦滕福公司就动力电池再利用展开合作项目，该项目利用宝马 ActiveE 和 i3 纯电动汽车退役的电池建造 2MW/2MWh 的大型光伏电站储能系统。起到了很好的示范效果。

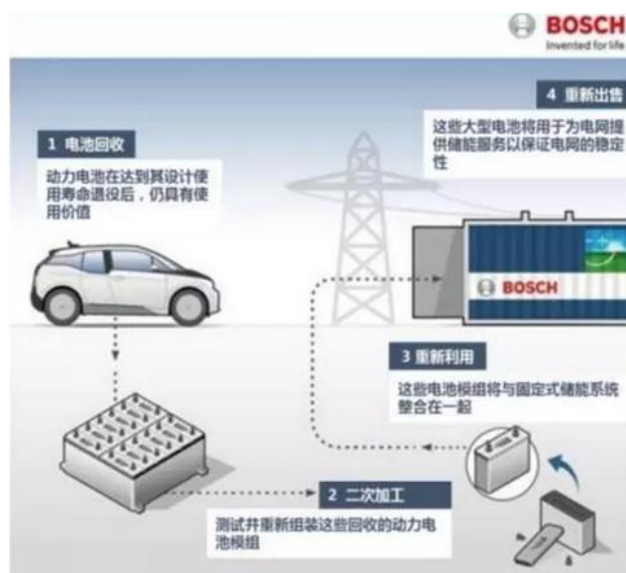


图 1-8 博世汽车电池梯次回收体系



图 1-9 德国退役电池回收模式

2. 日本动力电池回收及处理模式

日本退役电池回收的生产方式逐步转变为“循环再利用”模式，企业作为先锋参与到电池回收中。1994 年，日本的电池生产商开始实施回收电池计划，在每位参与者都自愿努力

的基础上，利用零售商、汽车经销商或者加油站的服务网络向消费者回收退役电池，回收路线与销售路线相反。2000 年，日本政府规定生产商应对镍氢和锂电池的回收负责，并基于资源回收面向产品的设计；电池回收后运回电池生产企业处理，政府给予生产企业相应的补助，提高企业回收的积极性。

此外，日本很多企业也参与到电池回收活动中。日产公司与住友商事合作成立了 4REnergy 公司，致力于电动汽车锂电池的回收利用；本田公司正在研究提取电池内可回收贵金属的技术，同时与其他金属厂商合作以推进资源的循环利用；三洋公司研究制定了回收电池的路线，积极开展了可充电电池的回收再利用工作。日本主要的通信公司还联合成立了锂电池自主回收促进会，推动锂电池的回收利用工作，争取大幅提高锂电池的回收率。

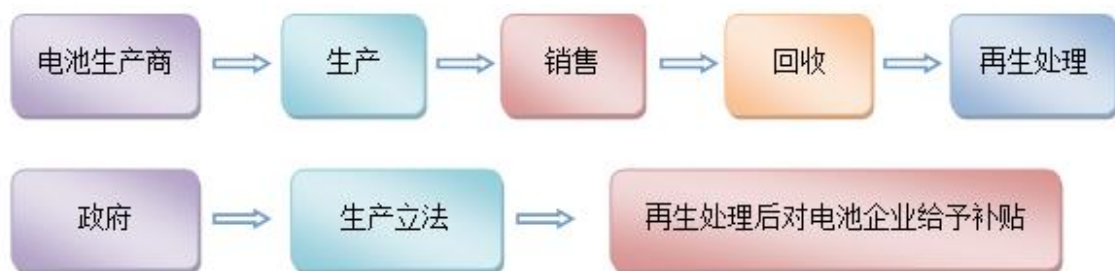


图 1-10 日本退役电池回收模式

3.美国动力电池回收及处理模式

美国退役电池回收以市场调节为主，政府通过制定环境保护标准对其进行约束管理，辅助执行退役动力电池的回收。美国市场上相继成立了美国可充电电池回收公司（RBRC）

和美国便携式可充电电池协会（PRBA）。RBRC 主要是促进镍铬电池、镍氢电池、锂离子电池以及小型密封铅电池等可充电电池的循环利用，PRBA 主要目标是制定回收计划和措施，促进工业用电池的循环利用。RBRC 提供三个方案来收集、运送及重新利用废旧可充电电池。包括零售回收方案；社区回收方案；公司企业和公共部门回收方案。便携式可充电电池协会（PBRC）主要涉及了三个方面内容：①美国 DOT 关于锂离子电池、锂金属电池的相关规定以及运输途中的相关规定；②CPSC 对于笔记本电池、手机电池的召回；③电池主要法律法规。加州大学戴维斯分校的混合电动汽车研究中心在 2010 年也开展了动力锂电池的二次利用和价值分析等方面的研究，研究内容包括 4~5 个电池二次利用领域对电池性能的具体要求、用于家庭储能系统（HESA）的产品研发，以及评价电池整体价值（电动汽车和二次利用领域的价值之和）的方法体系。



图 1-11 美国退役电池回收模式

（四）我国动力电池回收利用模式初步建设完成

1. 我国动力电池回收利用政策体系加快完善

我国通过政策引导，逐步强化动力电池回收利用市场。

我国作为全球最大的新能源汽车市场，新能源汽车销量和保

有量均占全球市场的一半以上，退役动力电池也将在全球占据较大市场份额。为科学应对新能源汽车报废后动力电池的回收处理，我国从 2012 年起陆续颁布实施了一系列动力电池回收利用相关政策和法规，以规范动力电池回收利用市场。历经十年的发展，动力电池回收体系逐步规范完善，明确了以生产者承担回收的主体责任，开展电池回收利用试点，建立溯源管理平台，指导回收网点建设。具体来看，我国动力电池回收利用政策大致经历了三个发展阶段。

第一阶段，2012—2015 年，新能源汽车整体政策部分条款阶段：动力电池回收利用仅作为推广应用新能源汽车政策文件中的部分条款出现。

第二阶段，2016—2018 年，专题政策阶段：国家发改委、工信部和环保部等相关部门开始陆续出台专门针对动力电池回收利用的相关专项政策。

第三阶段，2018 年至今，试点实施阶段：国家相关部门陆续出台新能源汽车动力电池回收利用试点方案，且政策出台频率明显提速。

表 1-5 动力电池回收利用相关政策梳理

历程	时间	政策	颁发部门	核心要点
第一阶段	2012	《节能与新能源汽车产业发展规划（2012-2020）》	国务院	建立动力电池梯次利用和回收管理体系，明确各相关方的责任、权利和义务，引导企业加强对废旧电池的回收利用。
	2015	《关于 2016-2020 年新能源汽车推广应用财政支持政策的通知》	财政部	汽车生产企业及动力电池生产企业应承担电池回收利用的主体责任。

第二阶段	2016	《电动汽车动力蓄电池回收利用技术政策（2015年版）》	工信部等五部委	落实生产者责任延伸制度，明确相关责任主体。提出湿法冶炼镍、钴、锰的综合回收率应不低于 98%；火法冶炼镍、稀土的综合回收率应不低于 97%。
	2016	《生产者责任延伸制度推行方案》	国务院	电动汽车及动力电池生产企业应负责建立废旧电池回收网络。动力电池生产企业应实行产品编码，建立全生命周期追溯系统。
	2017	《新能源汽车生产企业及产品准入管理规定》	工信部	实施新能源汽车动力电池溯源信息管理，跟踪记录动力电池回收利用情况。
	2018	《新能源汽车动力蓄电池回收利用管理暂行办法》	工信部等七部委	落实生产者责任延伸制度，明确汽车生产企业承担动力蓄电池回收的主体责任。对动力电池设计、生产、回收及综合利用提出要求。
第三阶段	2018	《新能源汽车动力蓄电池回收利用试点实施方案》	工信部等七部委	探索技术经济性强、资源环境友好的多元废旧动力蓄电池回收利用模式，推动回收利用体系建设。
	2018	《新能源汽车动力蓄电池回收利用溯源管理暂行规定》	工信部	建立“溯源综合管理平台”，对动力电池生产、销售、使用、报废、回收、利用等全过程进行信息采集，对各环节主体履行回收利用责任情况实施监测。
	2018	《关于做好新能源汽车动力蓄电池回收利用试点工作的通知》	工信部等七部委	确定京津冀、上海、江苏、浙江、湖南、四川等 20 个省市及中国铁塔公司为试点地区和企业。动力电池回收项目推广开始。
	2020	《2020 年工业节能与综合利用工作要点》	工信部	指出将推动新能源汽车动力蓄电池回收利用体系建设，深入开展试点工作，加快探索推广技术经济性强、环境友好的回收利用市场化模式，培育一批动力蓄电池回收利用骨干企业。
	2022	《关于加快推动工业资源综合利用实施方案的通知》	工信部等八部委	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。推进废旧动力电池在备电、充换电等领域安全梯次利用。
	2022	《工业领域碳达峰实施方案》	工信部、发改委、生态环境部	促进钢铁、铜、铝、铅、锌、镍、钴、锂、钨等高效再生循环利用；。围绕电器电子、汽车等产品，推行生产者责任延伸制度。推动新能源汽车动力电池回收利用体系建设。
	2022	《国家工业资源综合利用先进适用工艺技术设备目录》推荐工作的通知	工信部	拟推荐的工艺技术设备主要面向工业固废减量化、工业固废综合利用、再生资源回收利用和再制造等四个领域。其中，再生资源回收利用领域主要是指废钢铁、废有色金属、废塑料、废旧轮胎、废纸、废弃

				电器电子产品、新能源汽车废旧动力电池、废玻璃、废旧光伏组件、废旧风电叶片等再生资源回收利用工艺技术设备
--	--	--	--	---

2. 我国动力电池回收及处理模式更加聚焦

我国主要形成三种退役电池回收模式。退役动力电池回收是电池再利用的核心环节，回收渠道的稳定性不仅会对电池回收企业的回收成本产生一定影响，同时还决定企业后续回收再利用的业务量规模。根据回收主体的不同，目前我国退役动力电池回收主要聚焦为三种模式，分别是以电池生产者为主体的回收模式、以整车制造商为主体的回收模式、第三方企业回收模式。

以电池生产商为主体的回收模式利于打造资源闭环。一是由动力电池生产企业控制废旧电池流向，有利于生产企业和再生锂、镍、钴、稀土等企业建立合作良好的关系，形成“电池生产、电池消费、电池回收、资源再生、电池再生产”的闭路循环利用模式，使各种金属实现闭环网络；二是电池生产商可以借助自己的销售渠道通过逆向物流的形式实现对废旧电池的高效回收；三是电池生产商对新电池的流向掌握控制权，可以利用“以旧换新”“押金返还”等商业安排来促使销售机构对废旧电池进行回收。代表企业如宁德时代，其通过收购电池循环利用专门成立子公司邦普循环，成功构建起“电池生产-使用-梯次利用-回收与资源再生”的产业闭环，进而为企业提高对上游原材料的议价能力、降低动力电池生产成本创造了空间。

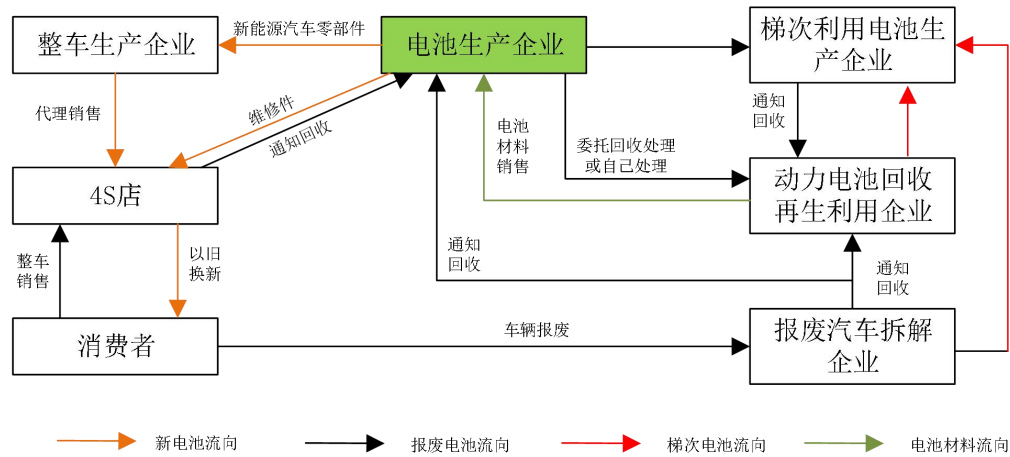


图 1-12 以生产者为主体的退役电池回收模式

以整车制造商为主体的动力电池回收模式渠道优势明显，回收电池成本低、效率高。一是整车制造商拥有丰富的汽车销售网络(如 4S 店)，可以使用现有的物流渠道使废旧电池逆向运达制造商，从而省下不必要的另建渠道费用；二是整车制造商还可以充分利用销售网络的广泛性来提高回收的效率，在目前在工信部公布的近 1.5 万个新能源汽车动力蓄电池回收服务网点信息中，汽车生产商的服务网点占比在 95% 以上。然而，在后续再利用环节方面，由于废旧电池的梯次利用与再生利用均具备着较高的技术要求，整车制造商往往需要和电池生产企业或第三方企业进行合作才能完成废旧电池的二次利用。代表企业如上汽通用五菱，其组织研发的宝骏基地大型光伏风能一体化储能电站投入使用，电站蓄电量可达 1000kWh，额定功率为 250 千瓦，为广西首个动力电池梯次利用储能系统。电站采用宝骏 E100、E200 研发阶段的退役动力电池搭建，通过分析该退役电池剩余利用的储能

残值，将电池检测重组达到可利用标准后再进行循环使用，成功挖掘了退役电池的经济价值。

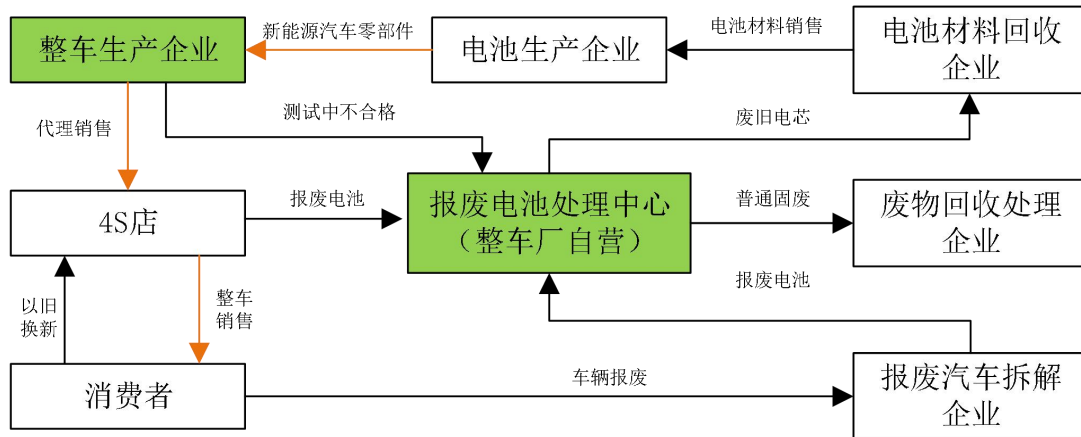


图 1-13 以整车企业为主体的退役电池回收模式

第三方企业技术工艺完备，回收渠道建设是模式重点。

第三方模式具体是指由生产商委托专业的第三方如废品收购公司、资源处理公司来负责废旧动力电池的回收，进而实现“电池回收+后续利用”的一体化与专业化；但该模式要求第三方企业自行建立回收渠道，因此需要第三方公司通过与整车厂商、电池厂商达成深度合作的方式来形成稳定的电池供应源，模式存在着回收费用较高、回收难度较大的问题与难点。代表企业如天奇股份，通过深度绑定电池厂、汽车整车厂、报废汽车回收拆解企业、换电企业、大型汽修连锁企业、4S店、互联网与电商平台（京东科技），共同搭建起废旧锂电池“互联网+回收”平台，建立起了覆盖全国的废旧锂电池回收服务网络，并基于京东科技在供应链、物流、仓储等优势，为公司与B端/C端合作布局锂电池回收渠道赋能。

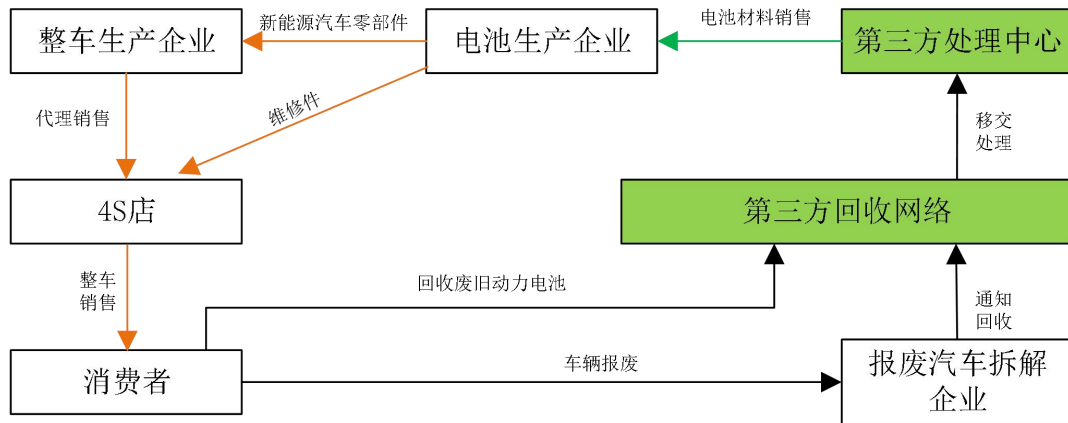


图 1-14 第三方回收模式

3. 我国动力电池回收利用企业布局加速

我国规模化梯次利用企业约 70 余家。我国动力电池梯次利用已处于由试点示范向大规模商业化转变的过程阶段，特别是前期示范工程项目在技术研发方面已积累了可支撑项目稳定运行的实践经验，行业各相关主体已在积极开展商业模式探索。从产业规模来看，截至 2021 年，我国已有规模化梯次利用企业约 70 余家，其中 25 家梯次利用企业进入工信部发布的《新能源汽车废旧动力蓄电池综合利用行业规范条件》名单，建成梯次产能超过 30GWh/年，在市场前景和利益驱动下，梯次利用产业投资规模仍在不断扩大。

表 1-6 国内动力电池梯次利用典型案例

应用领域	案例描述	参与主体
商业储能	100kWh 梯次利用电池储能系统的工程示范，历时 2 年，由中国电科院、国网北京市电力公司与北京交通大学共同完成，于 2014 年 6 月 19 日通过验收。	中国电科院、北京交通大学
低速电动车/电网储能	利用退役的动力电池，在电动场地车、电动叉车和电力变电站直流系统上进行改装示范，经实测回收电池性能上相比传统铅酸电池有一定优势，且经济性较好。	国网、北京工业大学和普莱德

应用领域	案例描述	参与主体
电网储能	河南省于 2014 年 8 月建成退役动力电池储能示范工程，该工程位于郑州市尖山真型输电线路试验基地，是国内首个真正意义上的基于退役动力电池的混合微电网系统。	国网河南电力、南瑞集团等
电网储能	项目于 2012 年 1 月成立了“动力电池梯次利用研究与示范”项目组。开展梯次利用示范，从而促进低碳电力发展和动力电池的高效梯次利用。	江西省电力公司
基站移动电源	采用框架式低成本结构设计的梯次利用电池，已应用于中国铁塔公司通讯基站移动电源系统产品；也成功实施太阳能储能示范项目，将园区顶棚光伏发电装置与采用梯级电池的集装箱式储能单元连接起来，最终以充电桩的方式输出电能。	中创新航
移动电源	规划有集装箱式纯电量的梯次利用示范项目，并与金川集团建立了合资合作关系。	国轩高科

我国动力电池再生利用以湿法回收工艺为主，企业布局进一步加速。截至 2021 年，我国已有产能的再生利用企业 50 余家，以衢州华友、赣州豪鹏、荆门格林美、湖南邦普、广州广华等代表的共 25 家企业进入工信部发布的《新能源汽车废旧动力蓄电池综合利用行业规范条件》名单，已建成动力电池再生利用产能超过 50 余万吨，且国内再生利用产能在进一步扩大，已知企业规划产能已超过 210 万吨/年，主要集中在长三角、珠三角和中西部等地区。

表 1-7 全国动力电池梯次和再生利用白名单企业

（截止 2021 年 12 月，全国白名单企业共 47 家）

批次	序号	地区	企业名称	申报类型
第一批 (共 5 家)	1	浙江	衢州华友钴新材料有限公司	/
	2	江西	赣州市豪鹏科技有限公司	/
	3	湖北	荆门市格林美新材料有限公司	/
	4	湖南	湖南邦普循环科技有限公司	/
	5	广东	广东光华科技股份有限公司	/
第二批	1	北京	蓝谷智慧（北京）能源科技有限公司	梯次利用

批次	序号	地区	企业名称	申报类型
(共 22 家)	2	天津	天津银隆新能源有限公司	梯次利用
	3		天津赛德美新能源科技有限公司	再生利用
	4	上海	上海比亚迪有限公司	梯次利用
	5	江苏	格林美（无锡）能源材料有限公司	梯次利用
	6	浙江	衢州华友资源再生科技有限公司	梯次利用和再生利用
	7		浙江天能新材料有限公司	再生利用
	8	安徽	安徽绿沃循环能源科技有限公司	梯次利用
	9	江西	中天鸿锂清源股份有限公司	梯次利用
	10		江西赣锋循环科技有限公司	再生利用
	11		赣州市豪鹏科技有限公司	梯次利用
	12	河南	河南利威新能源科技有限公司	梯次利用
	13	湖北	格林美（武汉）城市矿产循环产业园开发有限公司	梯次利用
	14	湖南	湖南金源新材料股份有限公司	再生利用
	15	广东	深圳深汕特别合作区乾泰技术有限公司	梯次利用
	16		珠海中力新能源科技有限公司	梯次利用
	17		惠州市恒创睿能环保科技有限公司	梯次利用
	18		江门市恒创睿能环保科技有限公司	再生利用
	19		广东佳纳能源科技有限公司	再生利用
	20	四川	四川长虹润天能源科技有限公司	梯次利用
	21	贵州	贵州中伟资源循环产业发展有限公司	再生利用
	22	厦门	厦门钨业股份有限公司	再生利用
第三批 (共 20 家)	1	河北	河北中化锂电科技有限公司	再生利用
	2	江苏	蜂巢能源科技有限公司	梯次利用
	3		江苏欧力特能源科技有限公司	梯次利用
	4		南通北新新能源科技有限公司	再生利用
	5	浙江	浙江天能新材料有限公司	梯次利用
	6		杭州安影科技有限公司	梯次利用
	7		浙江新时代中能循环科技有限公司	梯次利用和再生利用
	8	安徽	安徽巡鹰动力能源科技有限公司	梯次利用
	9		合肥国轩高科动力能源有限公司	梯次利用
	10		池州西恩新材料科技有限公司	再生利用
	11	福建	福建常青新能源科技有限公司	再生利用
	12	江西	江西天奇金泰阁钴业有限公司	再生利用
	13		江西睿达新能源科技有限公司	再生利用
	14	湖南	长沙矿冶研究院有限责任公司	梯次利用
	15		湖南凯地众能科技有限公司	再生利用
	16		金驰能源材料有限公司	再生利用
	17		湖南金凯循环科技有限公司	再生利用

批次	序号	地区	企业名称	申报类型
	18	广东	江门市朗达锂电池有限公司	梯次利用
	19		广东迪度新能源有限公司	梯次利用
	20	陕西	派尔森环保科技有限公司	梯次利用和再生利用

4. 我国动力电池回收利用还存在较多问题

随着动力电池梯次利用技术和再生利用的不断迭代升级，目前国内外及海南省的现状是动力电池回收处理技术发展较为成熟，但回收模式相对滞后，虽然有专项政策但是执行效果有折扣，不仅有电池流向“黑市”的风险，还阻碍了动力电池回收产业的发展，主要表现在以下几个方面：

①动力电池回收网络和模式复杂，如果单纯依靠生产者责任延伸制回收动力电池，虽然可以依托于现有的汽车销售网络，但是前期新能源汽车动力电池“数量少、分散广”等特点，导致回收成本极高。

②动力电池回收至生产厂家，很多新能源汽车生产厂家不具备电池处理能力，还需要转运至有资质的“白名单”电池处理企业。动力电池运输中参考危化品运输，高昂的运输成本让企业缺乏积极性和回收动力。

③海南省内退役的动力电池，如果直接委托给当地具有资质的电池处理企业，那么将大大缩减运输路途，提高运输的安全系数。但是，前期业务量小的时候，企业产能无法充分释放，当地企业前期的生产成本也将居高不下，发展前期需要当地政府扶持。

④目前的相关政策还是以“指导意见、办理办法”为主，

尚未真正地付诸法律措施来进行强制管理。如果简单参照“铅蓄电池管理办法”，那么可能存在没有经营许可的企业非法从事退役动力电池回收和再生利用业务，给当地带来安全生产和环境保护的风险。

（五）部分地区形成相对完善的电池回收模式

1. 广东省以产业联盟创新回收模式，建成最大的回收网络

广东省建成全国最大的动力电池回收网点，并开展动力电池回收企业试点。截至 2022 年 6 月，广东省已建成新能源汽车动力蓄电池回收服务网点 1511 个，在全国占比约 10.1%，位居全国动力电池回收网点数量首位。此外，广东省发布新能源汽车动力蓄电池回收利用试点名单，共 48 家企业，包含动力蓄电池生产企业 13 家、新能源汽车生产企业 8 家、报废汽车回收拆解企业 7 家、动力蓄电池综合利用企业 5 家、相关研究机构及行业组织 12 家。

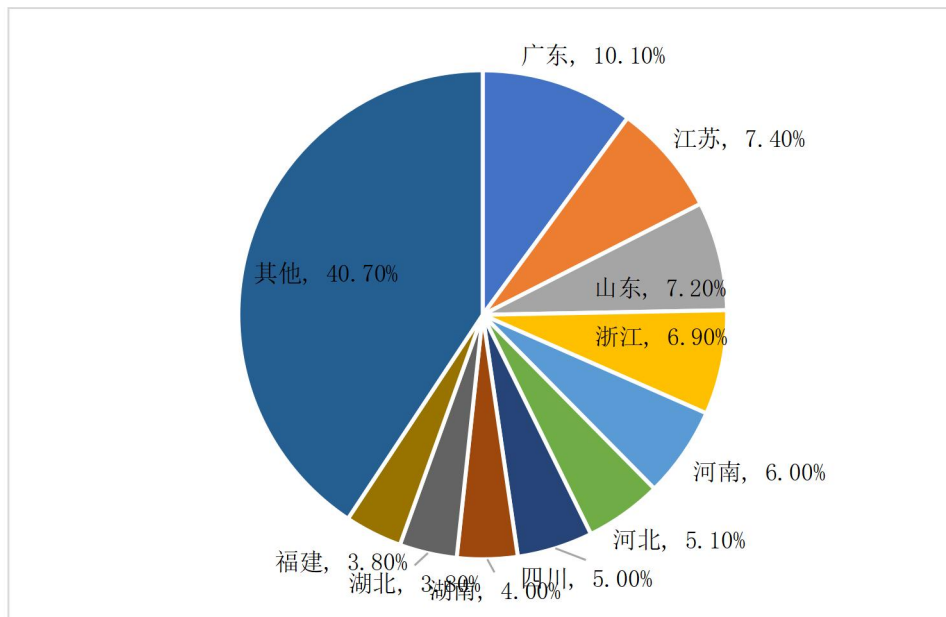


图 1-15 我国动力蓄电池回收网点省市分布（截至 2022 年 6 月）

广东省于 2019 年成立新能源汽车动力蓄电池回收利用产业联盟，联盟内涵盖比亚迪、广汽、小鹏、广州公交集团、邦普、格林美、光华科技、华友循环、中国铁塔、广东天枢新能源、恒创睿能、珠海中力新能源、广东省循环经济和资源综合利用协会等 70 余家核心整车、车辆运营商、电池生产及回收企业、电池上游原材料供应商、梯次利用等企业。通过电池回收利用产业联盟的形式，畅通各责任主体的合作与交流，规范各主体责任，助力废旧动力电池尽可能在联盟内循环，极大程度提升电池回收率。

广东省通过构建互联网+新型闭环全生态链式模式，推动动力电池的回收。广东省构建公司回收认证体系和交易平台，为企业提供市场需求对接、在线交易、检测估值、仓储物流、数据收集、技术咨询、业务发展等服务。通过线上平台实现公开、公平、公正交易和回收认证、业务发展，实现

退役电池从订单生成、线下回收交易和相关信息统筹调度、结算支付、社会合作式网点开发的全生态链式的一个商业过程，并通过系统可以精准的录入工信部信息溯源系统，保证回收处理处置安全规范。此外，广东省开发相关互联网、信息化技术使仓储、运输、生产和设备同在云系统这一个全生态链信息化整合处理中心，让电池从生产出来到循环再生利用的全过程都进入这样一个全生命周期管理系统，成功的形成“互联网+新型闭环全生态链式电池回收智慧体系”新型的废旧电池全生态链闭环模式，不但实现电池循环产业公益与商业的完美结合，而且为各企业业务开展提供强力支撑。

2. 江苏省以产业联盟和管理平台相结合，健全回收渠道

江苏省已构建相对完善的动力电池回收网络。江苏省作为国家新能源汽车动力蓄电池回收利用试点地区，截至 2022 年 6 月已建成 1100 余个退役电池回收网点，主要由新能源汽车厂家和车辆维修企业牵头建设，基本形成江苏以南京、南通、扬州、无锡四个地区为重点，逐步构建辐射长三角、各有侧重、优势互补，并有序竞争的动力蓄电池全生命周期价值链回收利用体系。

江苏省通过成立电池回收利用产业联盟和建设回收利用溯源监管平台相结合的方式，畅通回收渠道，推动全省动力电池回收。在江苏省工信厅指导下，于 2019 年成立新能源汽车动力电池回收利用产业联盟，联盟由新能源汽车生产

企业、动力电池生产企业、新能源汽车运营维保企业、回收拆解企业、梯次利用企业等共同参与，形成动力电池回收利用全产业链沟通协调的平台。通过平台内各主体协调联动，江苏省已实现公交车、网约车等运营类车辆退役电池 100% 回收。为进一步在私人领域电池规模化退役前期做好回收监管工作，江苏省进一步于 2022 年搭建省动力电池回收利用溯源监管平台，构建覆盖全省的网格化回收体系，在国内率先实现新能源汽车电池全程可追溯，避免电池流入无回收资质的小作坊。

二、海南省动力电池回收现状和梯次利用场景

（一）电池回收利用是建设海南“三区一中心”的必然要求

做好动力电池回收利用是海南省建设“三区一中心”的必然选择。习近平总书记“4·13”重要讲话指出支持海南建设国家生态文明试验区，在保护生态环境和生态文明建设方面，为全国做表率。此外，中共中央国务院赋予海南“三区一中心”重大意义是，建设全面深化改革开放试验区，国家生态文明试验区，和国家重大战略服务保障区；建设国际旅游消费中心。那么“三区一中心”离不开优良的环境条件，新能源汽车作为国家生态文明试验区的重要组成部分，是道路交通领域节能减排的重要抓手，那么在发展的同时，就要提前规避动力电池带来的污染问题。如果在发展新能源汽车过程中，造成电池污染，这和国家生态文明试验区建设是相违背的。所以就要在发展初期就做好规划设计和实施方案，从源头上避免电池污染。

推进动力电池回收利用是落实顶层规划的具体举措。动力电池回收利用是海南省实现“双碳”目标，推进生态立省的重要举措，退役动力电池如果处理不好将催生较为严重的环保问题。动力电池回收利用是落实顶层设计规划的重要内容，2019年3月发布《海南省清洁能源汽车发展规划》，推动海南成为全国首个提出所有细分领域车辆清洁能源化目标和路线图的地区，提出2030年“禁售燃油车”。海南全

域推广新能源汽车，就要提前布局动力电池回收利用产业，建立全国最先进的退役动力电池回收利用体系，作为生态文明试验区的示范内容，同时助推清洁能源汽车的推广和发展。

对退役动力电池的合理回收，符合环保诉求，满足海南“三区一中心”建设目标。动力锂电池中虽不含铅、镉、汞等重金属污染物，但其他金属元素如镍、钴、锰、锂等极易与酸反应生成重金属离子，同时镍钴锰、镍钴铝在水系中呈现强碱性，对水体和土壤造成污染；负极材料中的石墨粉因粒度很小，易产生粉尘污染；电解液中的有机溶剂大多为醇类，易被人体皮肤吸收以及挥发性吸入，对人体造成危害；电解液中的溶质如六氟磷酸锂具有较强腐蚀性，遇水或高温能够产生有毒气体氟化氢等，经由皮肤、呼吸接触对人体组织、黏膜和上呼吸道造成刺激，对动植物也具有严重腐蚀性。此外，由于退役电池组体积大，仍存有一定的电量，在内部如金属锂等较为活跃的化学元素作用下，若湿度、温度达到一定条件后，易发生自然或者爆炸。因此，对退役动力电池进行集中无害化处理、回收其中的金属元素，是建设海南省生态文明试验区的重要抓手和基本保障，是推进海南省“三区一中心”建设的重要举措。

（二）海南省动力电池回收利用政策体系正加快建设

海南省为了加强废旧电池污染防治，规范海南省废旧电池收集转移管理，规范电池回收行业发展，避免电池导致的

二次污染和不安全事件。自 2019 年以来，根据相关要求海南已经出台了一系列的政策和指导意见。

2019 年 4 月 22 日，海南省生态环境厅、海南省交通运输厅、海南省公安厅、海南海事局等四部门联合印发了《海南省铅蓄电池生产企业集中、收集和跨区域转运制度试点工作方案》的通知，通知中明确了铅蓄电池转移过程中应严格执行危险废物转移管理的相关规定。试点单位应建立废铅蓄电池收集处理数据信息管理系统，如实记录收集、储存、转移废铅蓄电池的数量、重量、来源、去向等信息，并实现与全国固体废物管理信息系统和海南省固体废物管理信息系统的对接。

为全面贯彻党的十九大精神，落实《中共中央国务院关于支持海南全面深化改革开放的指导意见》（中发〔2018〕12 号）、《国务院办公厅关于生产者责任延伸制度推行方案的通知》（国办发〔2016〕99 号）、《新能源汽车动力蓄电池回收利用管理暂行办法》（工信部联〔2018〕43 号）工作部署，现就推行生产者责任延伸制度，构建新能源汽车动力蓄电池回收利用体系，2019 年 11 月 20 日，海南省工业和信息化厅印发《关于进一步做好新能源汽车动力蓄电池回收利用工作的指导意见》（琼工信规〔2019〕3 号）。通知中明确了“新能源汽车报废时，车主应将其送至有资质的报废汽车回收拆解企业拆卸动力蓄电池。报废汽车回收拆解企业

应回收废旧动力蓄电池并及时交由符合规定的回收利用企业处理，同时在国家溯源管理平台上登记车辆注销信息和废旧动力电池回收信息。新能源汽车因交通意外导致动力蓄电池损毁的，车主可凭保险公司或检验鉴定机构出具的相关证明，由新能源汽车销售企业在全国溯源管理平台注销电池信息”。

为进一步加强全省报废机动车回收拆解行业管理，规范全省报废机动车回收拆解市场秩序，杜绝非法回收拆解和倒卖报废机动车、拼装报废机动车等违法行为，海南省商务厅、公安厅、生态环境厅、交通运输厅、工业和信息化厅、自然资源和规划厅、市场监督管理局联合研究制定，并于 2021 年 9 月 2 日印发了《海南省报废机动车回收拆解专项整治行动方案》（琼商建〔2021〕38 号），其中加大整治力度的内容就包括“擅自处置新能源汽车动力电池行为”，明确由工业和信息化部门负责指导回收拆解企业和新能源汽车生产企业维保网点对报废新能源汽车动力蓄电池的回收利用。

（三）海南省动力电池梯次利用应用场景丰富

1. 通信基站需要电池储能

通信基站是无线电台站的一种形式，在有限的无线电覆盖区域中，通过移动通信交换中心，与移动电话终端之间进行信息传递。基站通信电源对移动通信网络的可靠运行至关重要。通信基站通常由电网系统供电，但是考虑到停电期间

需要后备电池保证稳定运行，通信基站通常采用铅酸电池进行储能。

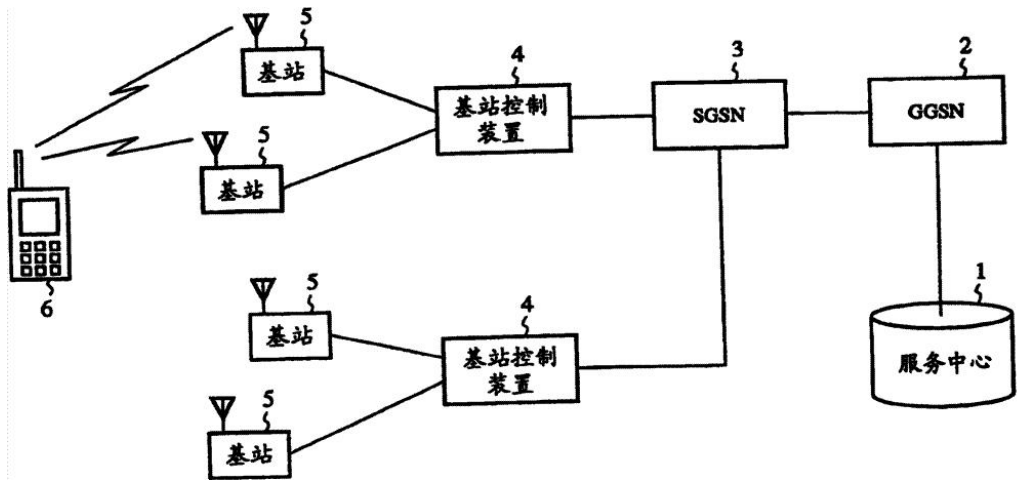


图 2-1 通信基站工作原理

铅酸电池作为储能蓄电池，具有成本低、维护方便的优势，但通常体积、重量较大，电池容量有限，循环使用寿命仅 400-600 次，同时生产及回收过程中所用的电池主要材料铅、硫酸等如处置不当将严重影响环境。对比之下，虽然梯次利用动力电池单价高于铅酸电池，但考虑到循环寿命、电池容量等因素，铅酸电池与梯次利用电池性价比至少为 1:1.2，梯次利用电池使用寿命内每千瓦时摊销费用仅为铅酸电池的 1/3 左右。加之国家政策支持、环保考量等因素，在通信基站上以梯次利用动力电池替代原有使用的铅酸蓄电池成为新趋势。

表 2-1 铅酸电池与梯次利用磷酸铁锂电池在储能方面的对比数据

电池性能指标	铅酸电池	梯次利用磷酸铁锂电池
标称循环寿命（次）	400-600	400、800、1500、2000
能量密度（Wh/kg）	40-45	60-90

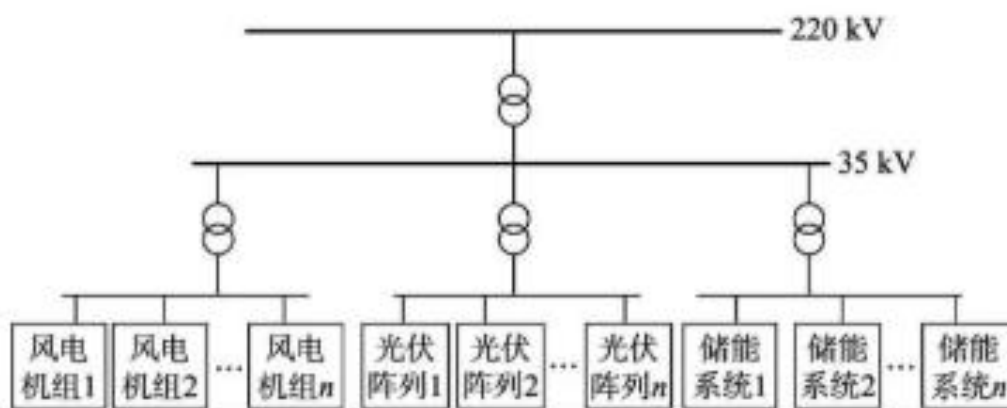
电池性能指标	铅酸电池	梯次利用磷酸铁锂电池
工作温度（℃）	5-30	-20-55
性价比（将铅酸电池归 1 进行计算）	1	1.2、2.13、3.61、4.44

数据来源：《动力电池梯次利用场景与回收技术经济性研究》

中国铁塔股份有限公司是国内主要从事通信铁塔等基站配套设施建设、维护和运营的公司，中国铁塔目前共拥有基站数超 190 万个，按照单个基站电池容量需求约 30kWh 计算，仅备电就需要电池 57.51GWh，加上削峰填谷站、新能源站合计需要电池接近 150GWh，梯次利用动力电池在通信基站领域应用前景巨大。三大运营商在海南全省约有 15000 个通讯基站，按照单个基站电池容量需求约 30kWh 计算，仅备电就需要电池 0.45GWh。

2.电力系统需要动力电池储能

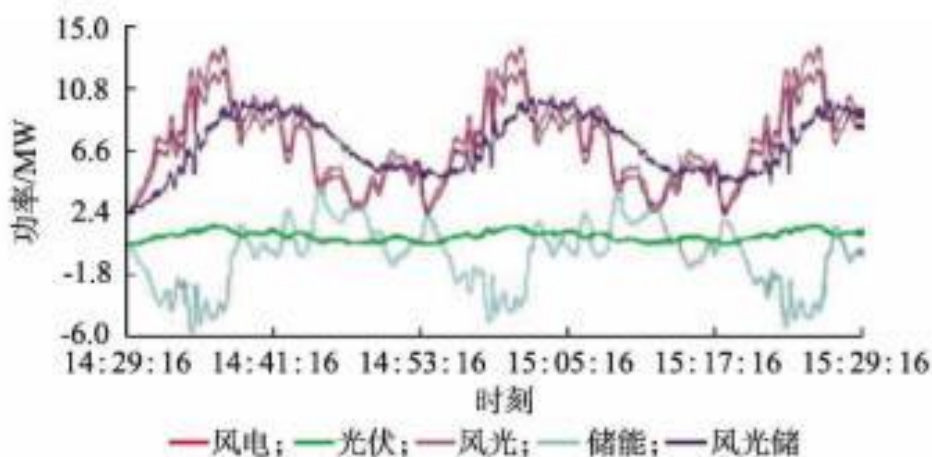
清洁能源发电存在不稳定性，经济发达且用电负荷集中在东部地区，煤炭、风力、光照等电力能源资源则多集中在西部欠发达地区尤其是风电、光伏等新能源发电，主要集中在西部地区，且风、光资源具有不稳定性，风速及光照存在波动性与间歇性，其输出功率随机将对电力系统的稳定与经济运行产生一定影响。



数据来源：《国家风光储输示范工程介绍及其典型运行模式分析》

图 2-2 国家某示范工程风光储系统总架构示意图

在风、光等清洁能源发电领域，配套储能能够提高新能源的可调度性，平抑风电、光照资源的不稳定性，减少弃风与弃光，同时能够实现新能源输出功率平滑，减少对电网的冲击，提高输电线路利用率。



数据来源：《国家风光储输示范工程介绍及其典型运行模式分析》

图 2-3 国家某示范工程平滑新能源发电波动效果图

海南省纬度低、光照时间长，太阳能资源丰富；海域面积广阔，地处热带季风气候，海上风能资源丰富，海上风电可开发容量约 3000 万千瓦。截止 2022 年 4 月，海南全省清

洁能源装机达 706 万千瓦，较 2018 年新增 218 万千瓦，装机占比由 60%提升至 70%，年发电量占比由 41%提升至 55%，确保了新能源电力全额消纳。2021 年海南风电、光伏、生物质等新能源发电量 33.1 亿千瓦时，占统调发电量 10%。

“十四五”期间，海南全省规划新增光伏发电装机 500 万千瓦，新增海上风电装机 300 万千瓦¹。储能又可分为抽水蓄能、压缩空气蓄能、电化学储能等方式。目前，海南省布局了 5 个抽水储能站，其他清洁能源发电以电化学储能为主。按照新增的清洁能源发电项目配套不低于 10%的储能装置，预估十四五期间需要新增 80 万千瓦储能装置，按照新增储能装置中 50%采用的是电化学储能模式，即需要新增 40 万千瓦的电池用来储能。目前电动汽车用锂电池的能量密度约为 100~150Wh/kg，那么十四五期间需要 2670—4000 吨电池用来储能，考虑到实际的退役电池容量衰减情况，十四五期间需要 3500-5000 吨电池用于储能（1.25 倍），电池需求预计 2030 年会累计达 1-1.5 万吨。以普通新能源乘用车电池包约 350-500 公斤/车来估算（广汽埃安 340kg、东风换电 408kg、蔚来汽车 70 度电池包 525kg），大约需要 2.8-3 万台新能源汽车的退役电池来支撑。海南省目前正在做储能“十四五”规划，可以将梯次利用的动力电池容量满足部分储能需求。

¹ 数据来源：海南省人民政府网站消息，2022-04-15。

<https://www.hainan.gov.cn/hainan/tingju/202204/d3c0d55626ef4514a5f9bb73dba56198.shtml>

3.低速电动车改造需要锂电池

低速电动车涵盖电动自行车、电动摩托车、电动三轮车、低速电动汽车等交通工具。目前国内的两轮电动车保有量约 3.7 亿辆，三轮电动车保有量为 7000 万辆，低速电动汽车保有量约 1000 万辆，动力方式多为铅蓄电池，而随着各类低速电动车的标准落地，和铅蓄电池使用监管趋严，未来将出现很大的替代空间。

2017 年 9 月，工信部出台《四轮低速电动车——技术条件（草案）》，提出整备质量不大于 750kg，电池整套系统质量占比不能大于 30%，电池系统比能量应不低于 70Wh/kg，传统铅酸蓄电池有可能被淘汰。2018 年 5 月，工信部发布《电动自行车安全技术规范》国家标准，规定装配完整含电池的电动自行车整车质量应当小于或等于 55kg，而铅酸电池自身重量即有 17kg 左右，整车质量限制有望促进电动车生产企业采用质量较轻的锂离子电池。《中国动力电池回收利用产业商业模式研究》中指出，当前将退役电池应用于低速车每千瓦时成本约 650 元，按照年新增产量 50%采用锂电池替换铅蓄电池的假设，预计低速电动车替代领域有望拉动梯次利用锂动力电池需求约 205 亿元。

根据有关调研数据表明，2021 年中期海南省电动自行车保有量约为 300 万辆，且呈现逐年上涨趋势²。按照每辆电动

² 海外网。<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1700717631425744378&wfr=spider&for=pc>

自行车电池容量 1kWh 预估（国标电动车都是配备的 48V 电池，而主流的电池型号有 48V12Ah、48V16Ah、48V20Ah），那么将有 300 万 kWh 的电池应用场景需求。

4.海南省近海船舶电动化需要电池

传统仅装配柴油机动力系统的船舶由于技术等级低，在航行和进港的过程中会排放大量的油污水、有害气体及颗粒物，且噪音污染严重，对水域生态环境造成严重影响，同时，由于城市发展扩建，港口与市区的距离越来越近，替换能耗低、零排放、低噪音、无污染的电动船舶成为改善居民生活环境的一个重要手段，也成为实现“双碳”目标和推动船舶系统转型升级的关键举措。

在国家政策扶持引导和新能源汽车产业带动下，我国锂离子动力锂离子电池技术水平大幅度提升，成本明显下降，已经具备支撑电动船舶应用推广的良好基础。据国际市场研究公司 Research and Markets 发布的《2015-2024 全球电动船舶、小型潜艇及自动水下船舶的市场报告》，电动船舶市场正在快速增长，预计到 2024 年全球电动船舶市场规模将达到 73 亿美元，2025 年电动船舶锂电化渗透率将达约 20%，电动船舶用锂电池市场将达到约 35GWh。根据高工产研锂电研究所（GGII）测算，船舶每百公里运行成本，柴油动力船舶为 4100 元，LNG 燃料船舶为 3700 元，电动船舶为 2800 元，具有较高的经济替换价值。同时，船舶的使用寿命可以

达到 30 年，但船用动力电池寿命一般在 10 年内，生命周期内的产品更替也为动力电池梯次利用提供较大的发展空间。

截至目前，包括南京、苏州、武汉、广州等多地正在推动内河渡船、观光船、货船以及港口拖船等的电动化替代，而海南省拥有海口港、三亚港、洋浦港、八所港、清澜港等多个港口，近海船只保有量 3000-5000 艘以上，动力方式多以柴油为主，“四方五港”的产业基础为海南省开展渡船、客船、港务船、近海渔业工作船等近海船舶电动化及动力电池梯次利用提供了市场支撑，同时符合海南省建设国家生态文明试验区的发展目标。

（四）海南省动力电池流转模式已实现阶段性探索

目前，海南省的新能源汽车动力电池的流转，主要有两个路径，一个是生产者责任延伸模式，一个是专业拆解厂回收后交给有资质的企业回收模式。

1.生产者责任延伸制在海南的流转模式

以北汽新能源的 EU5 和荣威汽车 EI5 品牌的新能源汽车的动力电池流转为例。整个的流转过程因为涉及到 4S 店，二手车行、报废车拆解企业等各个方面，导致电池回收渠道比较分散。渠道越分散，管控难度越大，电池流失风险越高，不利于全流程追溯。

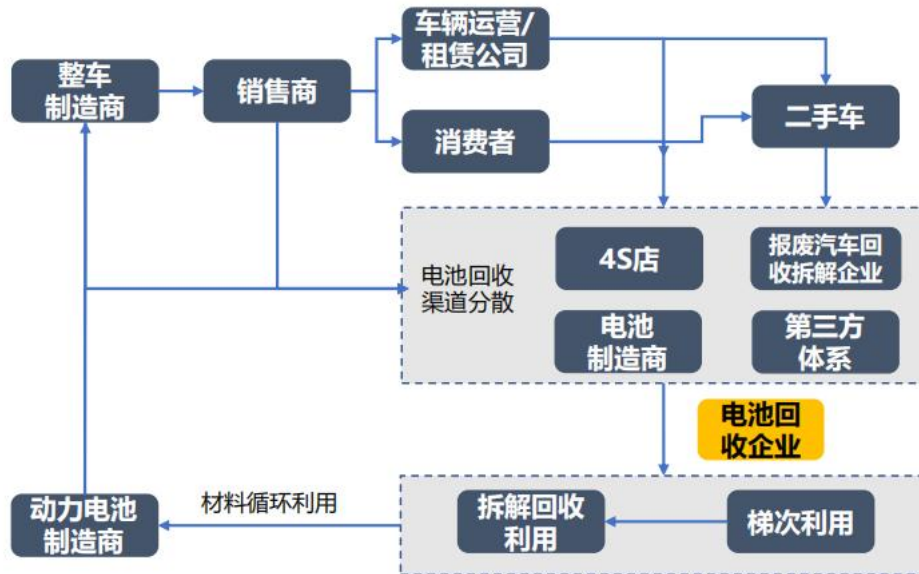


图 2-4 生产者责任制的废旧动力电池运转流程

2.由拆解厂交给动力电池回收企业的流转模式

海南省目前有两家有资质的报废汽车回收拆解企业（不含内地在海南设置的回收网点和分公司），分别是海南兴业再生资源回收有限公司和三亚嘉越再生资源回收有限公司。以海南兴业再生资源回收有限公司为例介绍海南省新能源汽车报废拆解过程中电池的流向。根据海南省工业和信息化厅 2019 年 11 月印发的《关于进一步做好新能源汽车动力蓄电池回收利用工作的指导意见》（琼工信规〔2019〕3 号），

“新能源汽车报废时，车主应将其送至有资质的报废汽车回收拆解企业拆卸动力蓄电池。报废汽车回收拆解企业应回收废旧动力蓄电池并及时交由符合规定的回收利用企业处理，同时在国家溯源管理平台上登记车辆注销信息和废旧动力蓄电池回收信息。”这样就形成了一个动力电池的溯源闭环。

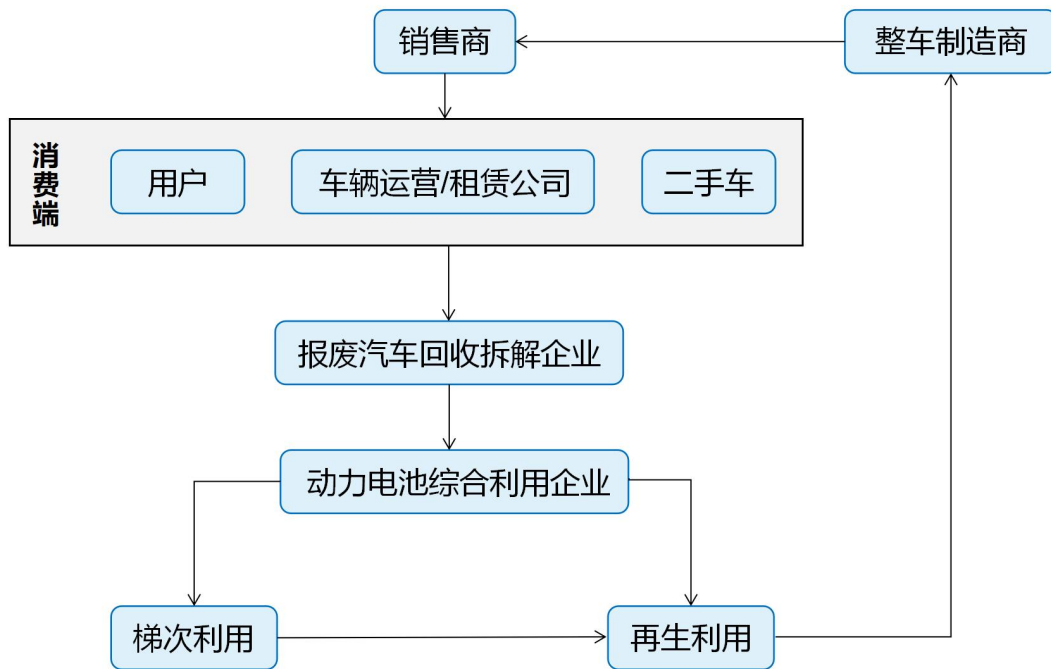


图 2-5 资质回收企业的废旧动力电池运转流程

（五）海南省正加快探索梯次利用、再生利用相结合的模式

目前由于 2019 年 9 月 16 日海南省发展和改革委员会印发了《海南省产业准入禁止限制目录（2019 年版）》（琼发改产业〔2019〕1043 号），其中规定了“电气机械和器材制造业条款，禁止新建（3843）铅蓄电池制造”。根据动力电池的梯次利用技术和再生技术的发展情况，目前，海南省只能采用“省内梯次利用+省外无害化处理”的闭环管理模式。



图 2-6 省内梯次利用，省外无害化处理的流程

从电池回收及梯次利用的技术和实际作业中，不难发现电池梯次利用仅仅是电池的物理回收、拆解及再利用，是物理分离及相关再安装业务，不属于铅蓄电池制造项目。所以建议将现有的业务发展成熟后，研究突破现有规定的方式，实现“梯次利用+再生利用”相结合的产业模式，来实现海南省动力电池全生命周期的闭环管理；在保障不破坏生态环境的前提下，实现动力电池的最大利用价值。

三、海南省动力电池回收利用的经济价值分析

“碳达峰、碳中和”背景下，逐年攀升的新能源汽车保有量带动着动力电池装机量快速增长，截至 2021 年底全国新能源汽车保有量达 784 万辆，占汽车总量的 2.60%，与上年相比增长 59.25%。其中，纯电动汽车保有量 640 万辆，占新能源汽车总量的 81.63%。2021 年全国新注册登记新能源汽车 295 万辆，占新注册登记汽车总量的 11.25%，与上年相比增加 178 万辆，增长 151.61%。近五年，新注册登记新能源汽车数量从 2017 年的 65 万辆到 2021 年的 295 万辆，呈高速增长态势。2020 年我国退役动力锂电池 26.69GWh 亿瓦时，预计到 2025 年退役动力锂电池达到约 135GWh 亿瓦时。从环保、经济、效益等角度出发，退役动力电池回收利用和再生利用已成为新能源汽车推广过程中面临的重要课题。

（一）海南省退役电池市场规模庞大

在政策和市场双重因素引导下，海南省新能源汽车保有量将大幅攀升。2019 年 3 月海南省颁布实施《海南省清洁能源汽车发展规划》，海南成为全国率先提出 2030 年“禁售燃油车”时间表和所有细分领域车辆清洁能源化路线图的地区，也使得海南成为全球首个提出全域清洁能源汽车发展战略的岛屿经济体。在顶层设计的驱动下，海南省新能源汽车发展突飞猛进。截至 2021 年底，海南省新能源汽车总保有量 12.2 万辆，预计 2022 年-2025 年，全省推广新能源汽车

42.3 万辆,到 2025 年底新能源汽车保有量将达 48.2 万辆,预计到 2030 年海南省的新能源汽车保有量将突破 131.2 万辆。

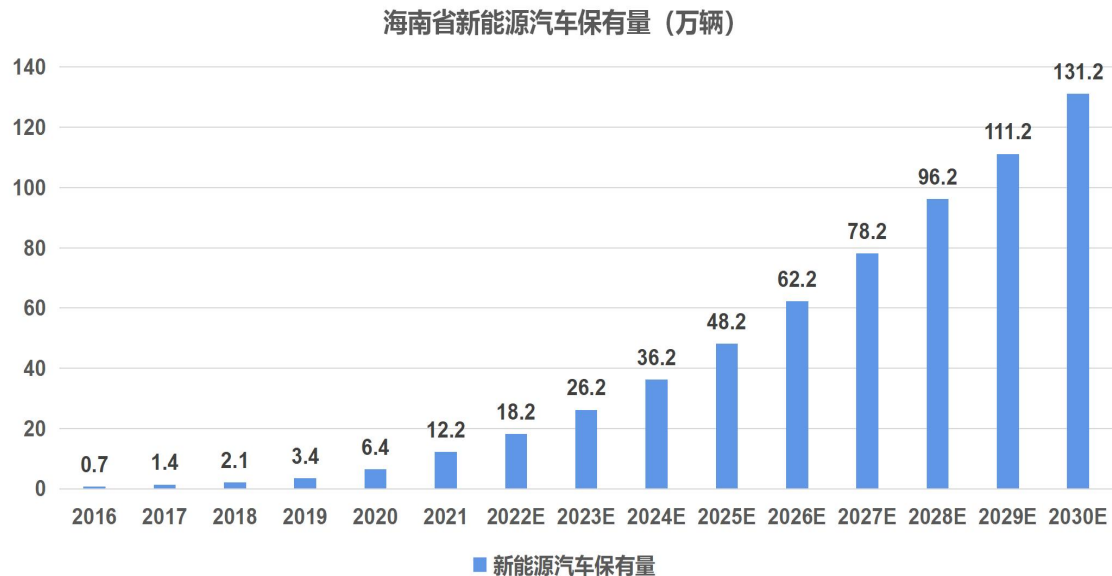


图 3-1 海南省新能源汽车保有量

海南省新能源汽车年销量有望持续保持逐年攀升的良好发展态势。随着新能源汽车市场和使用环境持续向好,近年来海南省新能源汽车推广表现出跃迁式增长的发展态势。2022 年 1-6 月,海南省新能源汽车推广量达到 3.8 万辆,新能源汽车渗透率突破 38%,超额完成上半年的销量目标,并持续引领全国新能源汽车市场,预计全年新能源汽车推广量有望突破 7.8 万辆。在 2030 年全面禁售燃油车目标导向和自贸岛建设进程的提升,预期未来几年海南省新能源汽车仍将保持较快增长态势,预期 2030 年海南省新能源汽车推广量有望达到 24.5 万辆,实现新增车辆全部为新能源汽车的推广目标。

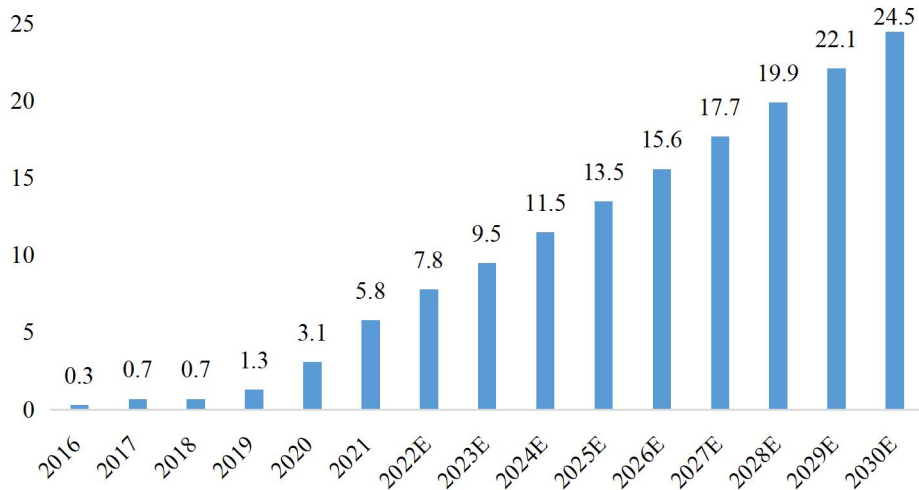


图 3-2 海南省历年新能源汽车推广量

随着海南省新能源汽车持续攀升，预计 2030 年海南省新能源汽车动力电池搭载量将突破 15.9GWh。根据电池联盟数据，受五菱宏光 MINI EV 等 A00 级新能源汽车的热销，2021 年我国新能源汽车单车平均电池装机量为 46.8kWh，较 2020 年下降约 10%，但随着未来新能源汽车对续航里程的追求，以及高端新能源汽车的热销，预计 2030 年我国新能源汽车单车平均电池装机量将达到 65kWh。假设海南省新能源汽车单车电池装机量与国家平均水平相当，因此可测算出历年海南省新能源汽车动力电池搭载量情况，其中，2030 年海南省新能源汽车动力电池搭载总量将达到 15.9GWh。此外，磷酸铁锂电池、三元电池等不同类别动力电池回收价值差异较大，因此需对不同种类动力电池搭载量进行分类预估。考虑到目前及中长期动力电池技术路线以三元电池和磷酸铁锂电池为主，因此忽略极少量其他类型退役电池的影响。根据我国历年磷酸铁锂电池和三元电池装机量平均占比，可对

海南省两类电池装机量情况进行预估，通过测算，2030 年海南省磷酸铁锂电池搭载量将达到 9.56GWh，三元电池搭载量将达到 6.37GWh。

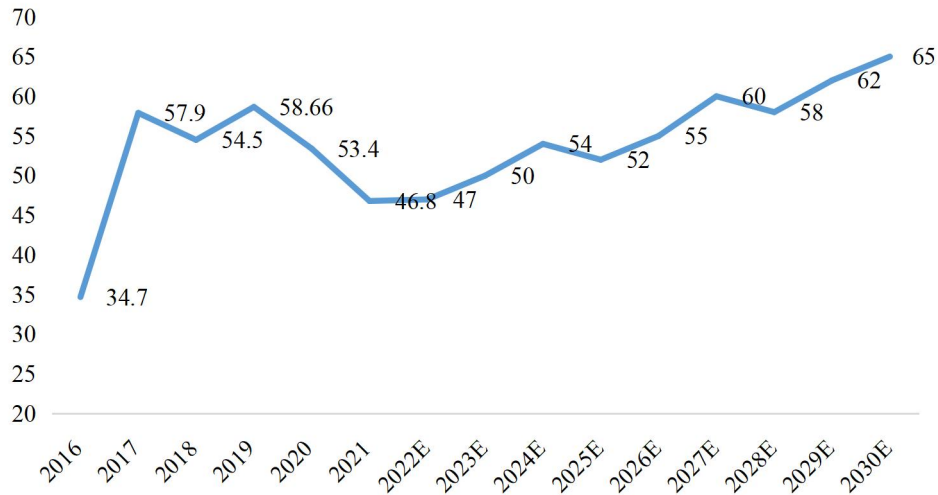


图 3-3 我国新能源汽车单车动力电池装机量（kWh）

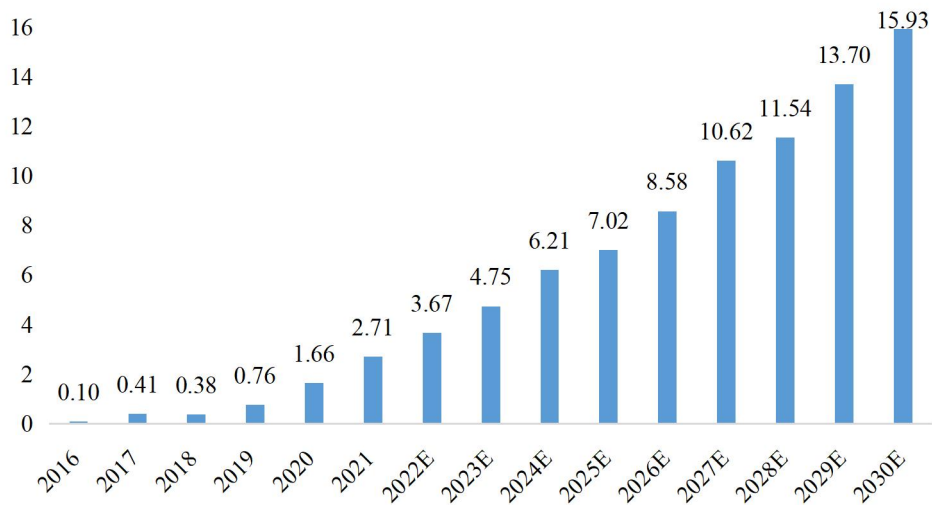


图 3-4 海南省历年动力电池搭载量及预测（GWh）

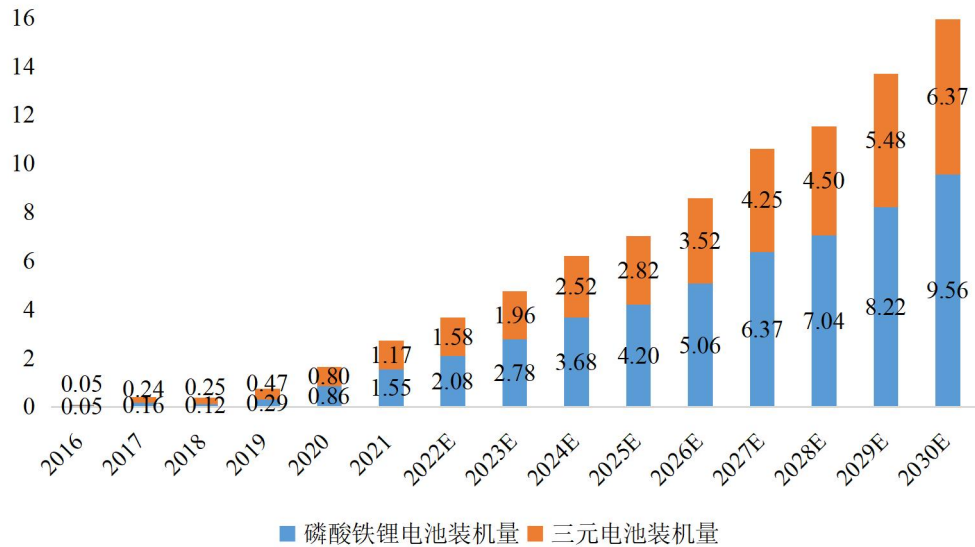


图 3-5 海南省历年各类型动力电池搭载量情况 (GWh)

2030 年海南省动力电池退役量将达到 4.28GWh。根据财政部等四部委发布的《关于 2016-2020 年新能源汽车推广应用财政支持政策的通知》，对于动力电池等储能装置，乘用车生产企业应提供不低于 8 年或 12 万公里(以先到者为准，下同)的质保期限，商用车生产企业(含客车、专用车、货车等)应提供不低于 5 年或 20 万公里的质保期限；基于以上，假设动力电池的使用寿命为 5-8 年，分别按照 10%、40%、30%、20%的比例退役。为便于测算，假设动力电池退役时电池容量统一下降至 80%，则 2030 年海南省动力电池退役后容量仍将达到 4.28GWh，其中，2025 年之前退役电池年复合增长率约 49%，2025-2030 年退役电池年复合增长率将达到 52%。若换算成重量，以当前动力电池平均系统能量密度 200Wh/kg 估算，2030 年海南省退役电池重量将达到 2.3 万吨，总体来看，未来海南省退役电池市场规模庞大。分电池

类型来看，到 2030 年，磷酸铁锂电池退役量达到 2.52GWh，三元电池退役量达到 1.76GWh，磷酸铁锂电池将成为退役市场的主力。

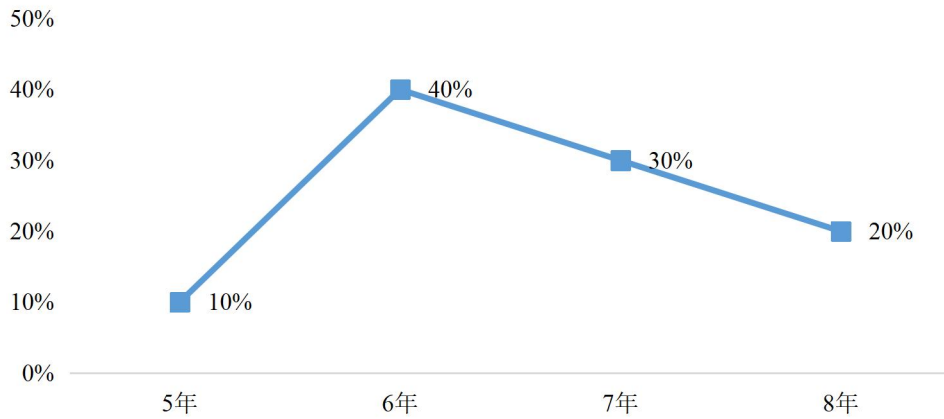


图 3-6 动力电池使用寿命假设

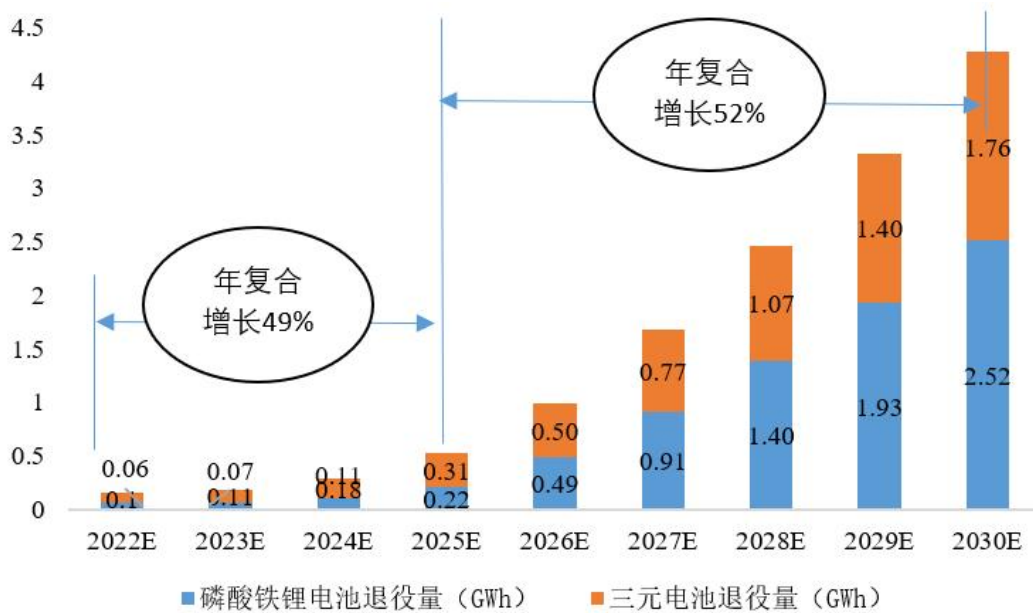


图 3-7 海南省各类型动力电池退役量预测

（二）海南省退役电池梯次利用市场规模大

磷酸铁锂电池适合小范围梯次利用，三元电池事宜直接再生利用。根据工信部等七部门于 2018 年印发的《新能源汽车动力蓄电池回收利用管理暂行办法》，废旧动力蓄电池

的利用应遵循先梯次利用、后再生利用的原则。在实践应用上，由于磷酸铁锂电池具备循环寿命长、可耐高温等良好特性，因此适合采用先梯次后再生的利用模式，但出于安全考虑，国家能源局于 2022 年 6 月印发《新型储能项目管理规范（暂行）（征求意见稿）》，明确提出在电池一致性管理技术取得关键突破、动力电池性能监测与评价体系健全前，原则上不得新建大型动力电池梯次利用储能项目，已建成投运项目应定期评估电池性能，加强监测、强化监管，因此，当前梯次利用市场在大型储能方面受到一定限制，而且在标准体系与商业模式尚不清晰的应用难题，对退役磷酸铁锂电池进行大规模梯次利用暂不现实。而三元锂电池的循环寿命与耐高温性均较差，梯次利用存在安全风险，根据调研数据，80%以上动力电池回收企业对电池的提出利用已明确拒绝三元电池，因此退役的三元电池适合直接再生利用。

为便于梯次利用市场测算，这里做出如下假设。一是每年退役的磷酸铁锂电池将部分进入梯次利用环节，通过在低速电动车、储能等梯次利用领域应用 3 年后再进行再生利用，而同期未进入梯次利用环节的退役电池则直接进行再生利用；二是退役的三元锂电池将全部进行再生利用；三是考虑到目前及中长期动力电池技术路线以三元电池和磷酸铁锂电池为主，因此忽略极少量其他类型退役电池的影响。

对退役电池梯次利用市场，给出保守、一般、乐观三种

场景，到 2030 年海南省退役磷酸铁锂电池中分别有 40%、60%、80%可直接或经过一致性检测和修复后进行梯次利用，2022-2030 年期间的梯次利用比例 α_T 按照式 4.1 所示函数进行计算，占比 α_T 的退役电池经过三年梯次利用后开始再生利用，而剩余占比 $1-\alpha_T$ 的退役磷酸铁锂动力电池因市场容量和电池一致性等原因限制，不能参与梯次利用，直接进入再生利用环节。

$$\alpha_T = \alpha_{T-1} + (T-2022) \times \beta \quad (3.1)$$

式中， α_T 为第 T 年退役磷酸铁锂电池梯次利用比例；T 为年份； β 为系数，保守、一般、乐观三种场景取值分别为 0.8%、1.2%、1.6%；此外，根据调研数据，保守、一般、乐观三种场景下 α_{2022} 取值分别为 4.8%、7.2%、9.6%，因此得到三种场景退役磷酸铁锂电池梯次利用比例如图所示。

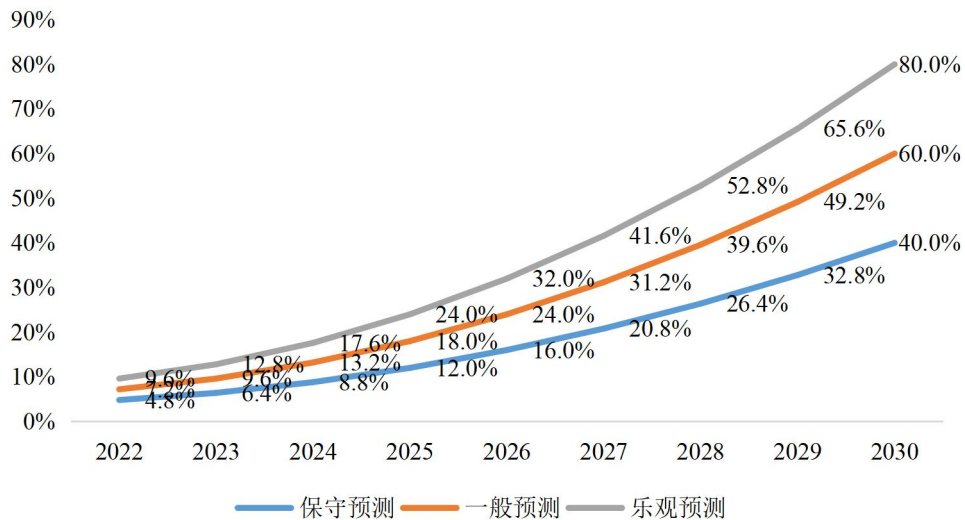


图 3-8 历年退役磷酸铁锂电池进入梯次利用市场比例

根据测算得保守、一般、乐观三种场景下退役磷酸铁锂

电池量如下图所示。到 2030 年保守场景下退役磷酸铁锂电池进入梯次利用市场量约 1.006GWh，一般场景下进入梯次利用市场量约 1.509GWh，乐观场景下进入梯次利用市场量约 2.012GWh。

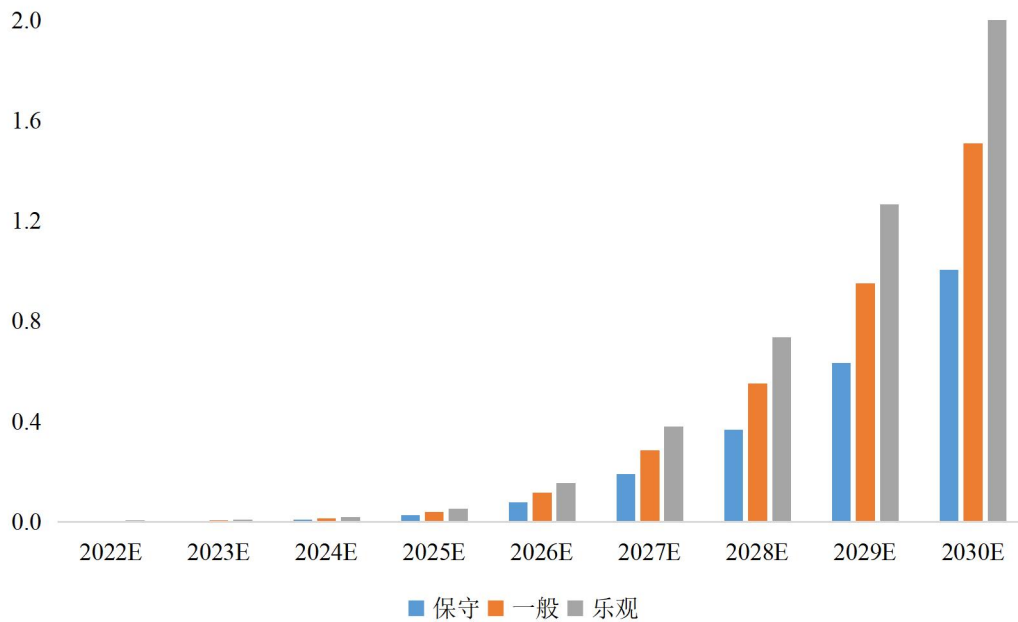


图 3-9 三种场景退役磷酸铁锂电池梯次利用量（GWh）

根据市场调研，梯次利用电池价格约为全新电池价格的 50%~70%，这里同样选取保守、一般、乐观三种场景对梯次电池价格进行假定测算。保守场景下，梯次利用电池价格为全新电池价格的 50%；一般场景下，梯次利用电池价格为全新电池价格的 60%；乐观场景下，梯次利用电池价格为全新电池价格的 70%。根据调研，新电池价格在 2020 年为 1.1 元/Wh，2021 年和 2022 年随着新冠疫情和国际贸易摩擦导致电池原材料价格上涨，电池价格出现陡升，平均价格约为 1.3 元/Wh 和 1.4 元/Wh，预期随着新冠疫情常态化防控向好，

上游电池原材料价格将逐渐趋于理性，同样随着技术的进步与规模效应带来动力电池制造成本的下降，假定 2022 年电池价格处于近年来高峰，到 2024 年电池价格恢复至 1.0 元/Wh，之后逐年线性下降至《节能与新能源汽车技术路线图 2.0》提出的 2030 年电池成本 0.32 元/Wh，历年动力电池价格预测和三种场景下梯次利用电池价格变化如下图所示。

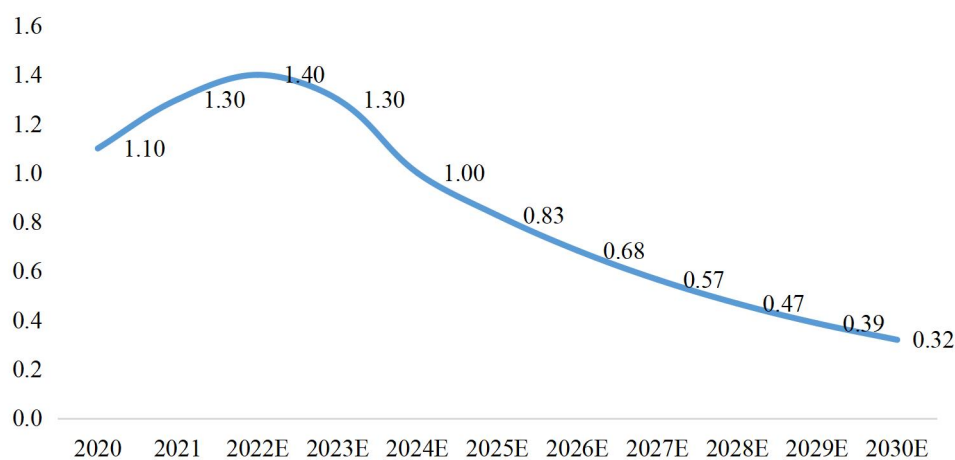


图 3-10 新电池价格变化趋势及预测值（元/Wh）

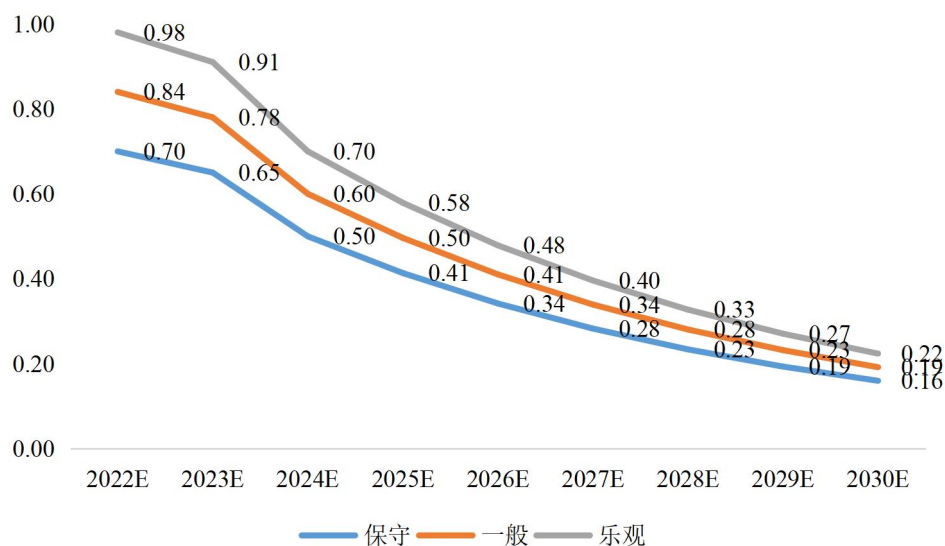


图 3-11 不同场景下梯次利用电池价格预测（元/Wh）

预计乐观情况下，2030 年海南省退役磷酸铁锂电池梯次

利用市场规模将达到 4.5 亿元。经过测算，得到海南省退役磷酸铁锂电池进入梯次利用乐观、一般、保守三种场景和退役电池价格在乐观、一般、保守三种场景共形成九类场景下，电池梯次利用市场规模情况如下表所示。在价格乐观、梯次利用量乐观场景下，海南省梯次利用市场规模将达到 4.5 亿元，在价格一般、梯次利用量一般场景下，海南省梯次利用市场规模将达到 2.9 亿元。

表 3-1 各类场景下海南省梯次利用电池市场规模（万元）

	保守退役量			一般退役量			乐观退役量		
价格	保守	一般	乐观	保守	一般	乐观	保守	一般	乐观
2022E	201.6	241.9	282.2	302.4	362.9	423.4	403.2	483.8	564.5
2023E	291.2	349.4	407.7	436.8	524.2	611.5	582.4	698.9	815.4
2024E	484.0	580.8	677.6	726.0	871.2	1016.4	968.0	1161.6	1355.2
2025E	1076.9	1292.2	1507.6	1615.3	1938.4	2261.4	2153.7	2584.5	3015.2
2026E	2667.1	3200.6	3734.0	4000.7	4800.8	5601.0	5334.3	6401.1	7468.0
2027E	5373.9	6448.6	7523.4	8060.8	9672.9	11285.1	10747.7	12897.3	15046.8
2028E	8620.8	10344.9	12069.1	12931.2	15517.4	18103.6	17241.5	20689.9	24138.2
2029E	12256.1	14707.3	17158.5	18384.1	22060.9	25737.7	24512.1	29414.5	34316.9
2030E	16096.5	19315.9	22535.2	24144.8	28973.8	33802.8	32193.1	38631.7	45070.3

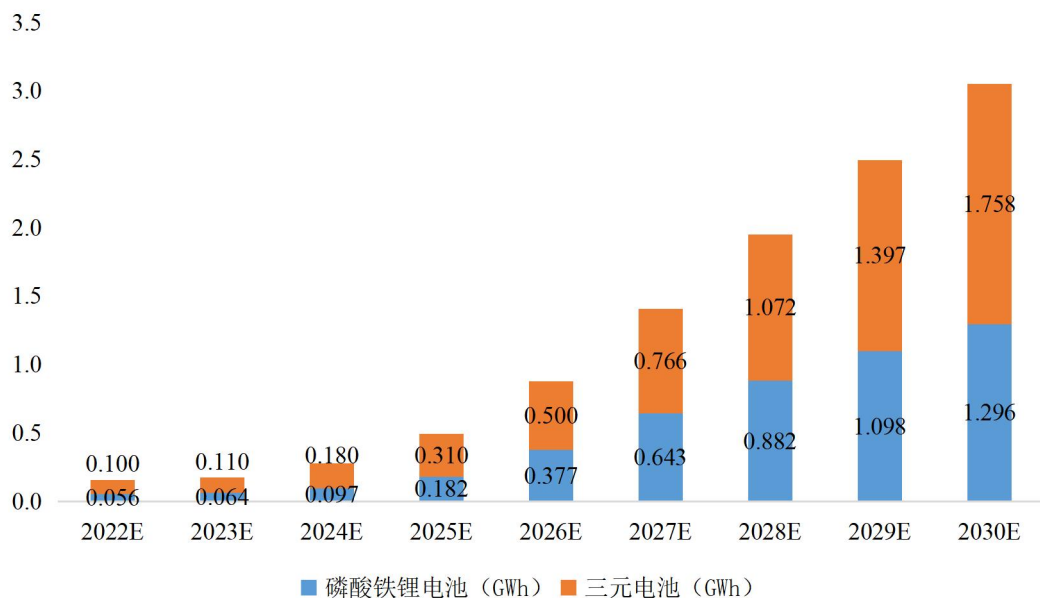
表 3-2 各类场景下海南省梯次利用电池市场规模（万元）

价格 退役量	保守	一般	乐观
保守	16096.5	19315.9	22535.2
一般	24144.8	28973.8	33802.8
乐观	32193.1	38631.7	45070.3

（三）海南省退役电池再生利用市场具备较大投资潜力

2030 年海南省再生利用电池市场规模将达到 3.1GWh。

对海南省再生利用市场测算做如下假设：一是每年退役磷酸铁锂电池规模按照上述一般退役量场景进行分析，对进入梯次利用市场的磷酸铁锂电池梯次利用后三年后在进行再生利用，对当年没有进入梯次利用市场的电池直接进行再生利用；二是三元电池退役后直接进入再生利用市场；三是忽略极少数锰酸锂等其他类型电池退役量的影响。通过测算，得到海南省历年磷酸铁锂电池和三元电池进入再生利用市场规模如下图所示，到 2030 年，磷酸铁锂电池再生利用市场规模约 1.296GWh，三元电池再生利用市场规模约 1.758GWh，再生利用市场总量约 3.054GWh。



注：电池容量为退役后电池容量，为新电池容量的 80%

图 3-12 再生利用电池容量预测

为便于计算，假设退役的磷酸铁锂电池单体能量密度为

140Wh/kg，三元电池单体能量密度为 200Wh/kg，则得到退役磷酸铁锂电池和三元电池单体质量如下图所示。

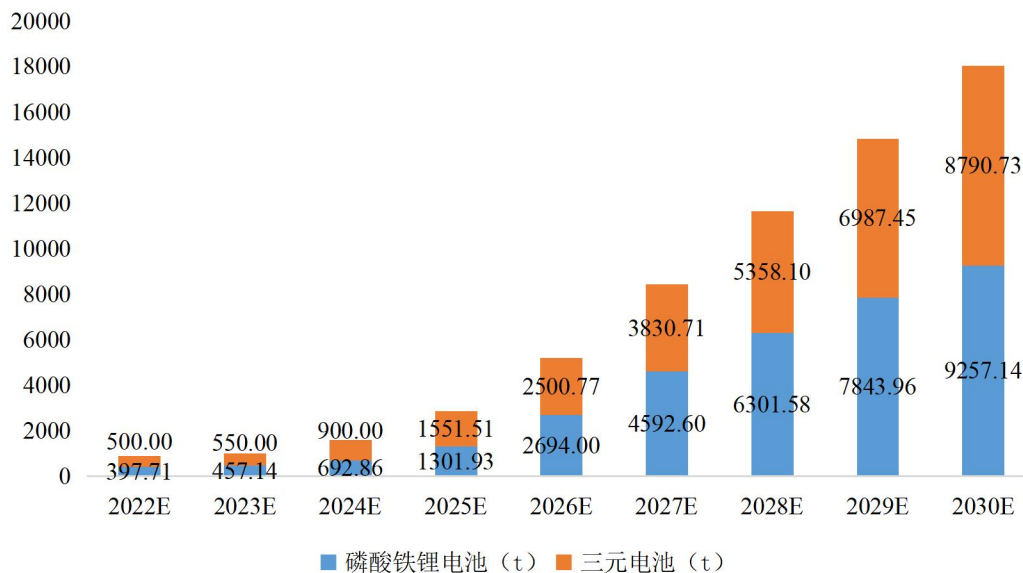


图 3-13 再生利用单体电池重量

三元电池中含有镍、钴、锰等金属元素，是再生利用价值最高的电池类型之一，但受三元电池正极材料中镍、钴、锰金属的占比不同，三元锂电池又可以分为 NCM111、NCM523、NCM622、NCM811 四种型号，不同型号的三元锂电池在技术路线和能量密度上都存在差别，也致使再生利用价值产生较大差异。而随着钴金属材料价格的上涨，三元锂电池行业高镍低钴化趋势明显，未来高镍电池有望成为行业主流。通过技术路线的分析，得到 2014-2025 年各型号三元锂电池的装机占比假设数据。

表 3-3 各类型三元电池装机量占比预测值

	NCM111	NCM523	NCM622	NCM811
2014E	100%	0%	0%	0%

	NCM111	NCM523	NCM622	NCM811
2015E	90%	10%	0%	0%
2016E	55%	45%	0%	0%
2017E	40%	50%	10%	0%
2018E	15%	65%	17%	3%
2019E	2%	70%	20%	8%
2020E	1%	54%	23%	22%
2021E	0%	45%	30%	25%
2022E	0%	25%	25%	50%
2023E	0%	20%	25%	55%
2024E	0%	10%	30%	60%
2025E	0%	10%	30%	60%

同样根据动力电池 5 年退役 10%、6 年退役 40%、7 年退役 30%、8 年退役 20%的假设，得到 2022-2030 年各年度各类型三元电池退役比例如下表所示。

表 3-4 各类型三元电池退役量比例

	NCM111	NCM523	NCM622	NCM811
2022E	0.73	0.26	0.01	0
2023E	0.52	0.42	0.057	0.003
2024E	0.292	0.57	0.118	0.02
2025E	0.134	0.629	0.174	0.063
2026E	0.04	0.601	0.216	0.143
2027E	0.007	0.507	0.254	0.232
2028E	0.002	0.363	0.261	0.374
2029E	0	0.255	0.265	0.48
2030E	0	0.16	0.275	0.565

退役动力电池中镍、钴、锰、锂等金属元素最具回收价

值，回收价格约占电池再生利用收益的 90%。为进一步分析退役动力电池再生利用核心金属元素的价值，通过调研问卷，得到各类型电池所含金属元素的质量如下表所示。

表 3-5 各类型电池正极材料质量及所含金属质量

电池类别	1kWh 正极材料质量	1kWh 正极材料中各类金属元素的含量 (kg)			
		Li	Ni	Co	Mn
磷酸铁锂	2.4	0.106	0	0	0
NCM111	1.95	0.143	0.403	0.403	0.376
NCM523	1.85	0.134	0.564	0.226	0.315
NCM622	1.74	0.125	0.634	0.211	0.197
NCM811	1.63	0.117	0.788	0.099	0.092

根据《废旧动力蓄电池综合利用行业规范公告管理暂行办法（2019 年本）》，对钴、镍、锰的综合回收率应不低于 98%，锂的回收率不低于 85%；综上我们假定行业对镍、钴、锰金属的回收率为 98%，锂回收率以 1%的年增长比例从 2022 年的 87%线性提升至 2030 年的 95%，得到如下表历年退役电池再生利用金属回收率数据。

表 3-6 历年各类金属回收率预测值

	2022E	2023E	2024E	2025E	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E
锂	87%	88%	89%	90%	91%	92%	93%	94%	95%
镍	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%
钴	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%

经测算，得到退役电池再生利用核心金属元素质量如下表所示。到 2030 年，锂金属回收量将达到 334.15 吨，镍金属回收量将达到 1222.99 吨，钴金属回收量将达到 258.65 吨，

锰金属回收量将达到 269.74 吨。

表 3-7 动力电池再生利用核心金属回收量预测（吨）

	磷酸铁锂电池	三元电池			
	锂	锂	镍	钴	锰
2022E	5.13	12.22	43.82	34.80	35.12
2023E	5.97	13.37	52.28	34.15	36.58
2024E	9.15	21.66	93.44	48.22	55.47
2025E	17.39	37.02	172.94	72.71	87.76
2026E	36.38	59.16	296.40	103.75	127.47
2027E	62.70	90.10	474.98	145.63	175.48
2028E	86.97	124.89	699.13	183.72	211.01
2029E	109.42	162.18	945.08	220.59	241.98
2030E	130.51	203.64	1222.99	258.65	269.74

随着近年来新能源汽车爆发式增长，全球对镍钴锰锂等金属元素需求逐年升高，叠加疫情导致大宗消费品价格的攀升，电池金属价格出现较大幅度波动，截至 2022 年 7 月 25 日，国内金属锂、镍、钴、锰的市场价分别为 297、17.14、33.80、1.63 万元/吨。鉴于电池核心金属价格波动较大，我们分别取 2012-2022 年各电池金属价格的 50%、80%、95% 的历史分位点作为各电池金属价格的保守、一般、乐观测算场景，三种场景各类金属价格如下表所示。

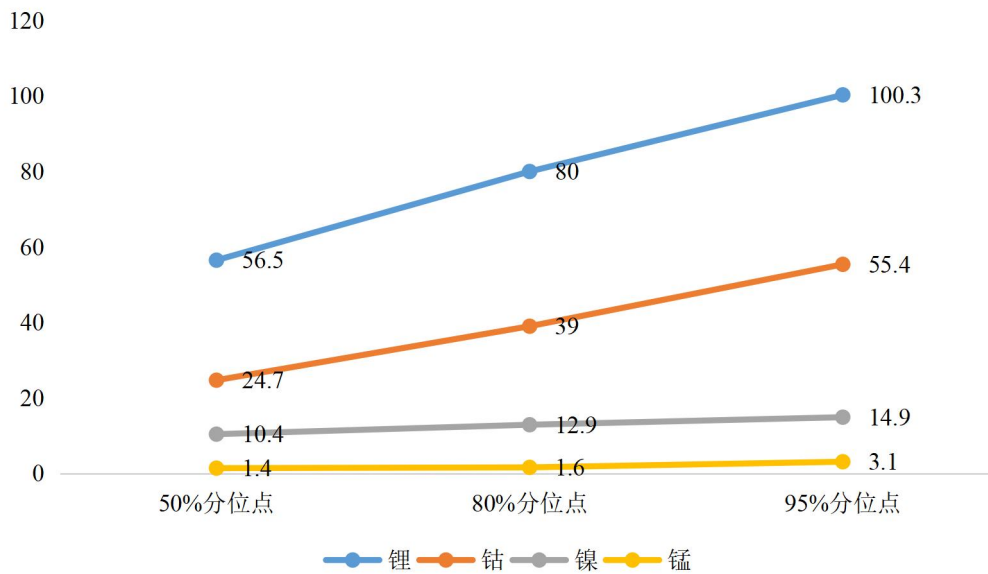


图 3-14 各金属分位点价格情况（万元/吨）

通过对保守、一般、乐观三种场景下退役电池核心金属材料再生利用市场规模的测算，可以看出，乐观情况下，2030年海南省核心金属材料再生利用市场将达到 6.69 亿元；一般情况下，核心金属材料再生利用市场将达到 5.30 亿元；保守情况下，核心金属材料再生利用市场将达到 3.84 亿元，总体再生利用市场规模庞大。根据调研数据，核心金属元素再生利用盈利值约占再生利用市场的 92%，因此，综合分析，2030 年乐观情况下海南省再生利用市场将有望达到 7.27 亿元；一般情况下再生利用市场将达到 5.76 亿元；保守情况下再生利用市场将达到 4.17 亿元。

表 3-8 海南省核心金属材料再生利用市场规模测算（万元）

	2022E	2023E	2024E	2025E	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E
保守预测									
锂	980.6	1092.7	1741.0	3074.2	5398.1	8633.5	11969.8	15345.2	18879.1
镍	455.8	543.7	971.8	1798.6	3082.6	4939.8	7271.0	9828.8	12719.1
钴	859.5	843.5	1191.1	1796.0	2562.7	3597.1	4537.9	5448.5	6388.8
锰	49.2	51.2	77.7	122.9	178.5	245.7	295.4	338.8	377.6
合计	2345.0	2531.1	3981.6	6791.7	11221.9	17416.1	24074.1	30961.2	38364.6
一般预测									
锂	1388.5	1547.2	2465.1	4352.9	7643.4	12224.4	16948.4	21727.7	26731.4
镍	565.3	674.4	1205.4	2231.0	3823.6	6127.3	9018.8	12191.5	15776.6
钴	1357.0	1331.9	1880.7	2835.7	4046.4	5679.7	7165.1	8602.8	10087.5
锰	56.2	58.5	88.7	140.4	204.0	280.8	337.6	387.2	431.6
合计	3367.1	3612.0	5640.0	9560.1	15717.3	24312.1	33470.0	42909.2	53027.1
乐观预测									
锂	1740.9	1939.8	3090.7	5457.5	9582.9	15326.3	21249.1	27241.0	33514.5
镍	653.0	778.9	1392.3	2576.9	4416.4	7077.3	10417.1	14081.7	18222.6
钴	1927.7	1892.0	2671.6	4028.2	5748.0	8068.0	10178.1	12220.4	14329.4
锰	108.9	113.4	171.9	272.1	395.2	544.0	654.1	750.2	836.2
合计	4430.4	4724.1	7326.5	12334.6	20142.4	31015.6	42498.4	54293.3	66902.7

（四）海南省退役电池再生利用投资回报周期分析

通过调研，重点对湿法回收工艺成本进行测算分析，成本主要来源于原材料回收成本 C 、辅助材料成本 M （主要包括酸碱溶液、萃取剂等）、燃料动力成本 F 、预处理成本 P 、人工成本 L 、设备成本 D 、运输成本 T 、环境成本 E 、税收 R 、其他费用 O 等；再生利用收益 I ，得再生利用利润 G 如下。

$$G = I - (C + M + F + P + L + D + T + E + R + O) \quad (3.2)$$

考虑到退役电池回收成本受市场影响波动较大，目前回收的退役动力电池市场价格约为 2~5 万元/吨，假设新动力电池平均系统能量密度为 200Wh/kg，则电池回收成本转换为度电成本为 100~250 元/kWh。结合市场现状，假设 2022 年海南省动力电池回收平均价格为 40000 元/吨，即 200 元/kWh，之后电池回收价格每年下降 1750 元/吨，到 2030 年电池回收价格为 26000 元/吨，即 130 元/kWh。则每年动力电池回收价格如下式所示，式中 T 为年份。随着技术的进步，动力电池再生利用工艺和成本也将逐年降低，这里假设每吨退役电池再生利用工艺等价格每年降低 200 元。

$$C = 40000 - 1750 \times (T - 2022) \quad (3.3)$$

表 3-9 2022 年退役动力电池拆解回收各项成本（元/吨）

项目	内容	成本
原材料成本	废旧电池	40000
辅助材料成本	酸碱溶液、萃取剂等	1600
燃料动力成本	电能、天然气等	500
预处理成本	粉碎分选	500
人工成本	人员工资	1100
设备成本	设备维护	1000
运输成本	平均运输费用	400
环境成本	废弃物、电解液、废水处理等	900
其他费用	其他平摊费用	800
税收	所得税等	1200

为便于与前述动力电池收益测算相匹配，需将动力电池

再生利用单位质量成本转换为度电成本。因此，这里做以下假设，假设动力电池系统能量密度为 200Wh/kg，且考虑到当前三元电池、磷酸铁锂电池在能量密度上较难进一步实现实质性的突破，因此到 2030 年系统能量密度保持不变。经测算，得到保守、一般、乐观三种场景下，单位度电退役电池再生利用利润如下表所示。

表 3-10 退役电池再生利用单位度电利润

年份	2022E	2023E	2024E	2025E	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E
保守预测									
再生利用量 (GWh)	0.2	0.2	0.3	0.5	0.9	1.4	2.0	2.5	3.1
再生利用核心材料收益(万元)	2345.0	2531.1	3981.6	6791.7	11221.9	17416.1	24074.1	30961.2	38364.6
再生利用总收益(万元)	2548.9	2751.2	4327.8	7382.3	12197.7	18930.5	26167.5	33653.5	41700.6
单位收益(元/kWh)	163.7	158.1	156.2	149.9	139.0	134.3	133.9	134.8	136.5
单位再生成本(元/kWh)	240.0	230.3	220.5	210.8	201.0	191.3	181.5	171.8	162.0
单位再生利润(元/kWh)	-76.3	-72.1	-64.3	-60.9	-62.0	-56.9	-47.6	-36.9	-25.5
一般预测									
再生利用量 (GWh)	0.2	0.2	0.3	0.5	0.9	1.4	2.0	2.5	3.1
再生利用核心材料收益(万元)	3367.1	3612.0	5640.0	9560.1	15717.3	24312.1	33470.0	42909.2	53027.1
再生利用总收益(万元)	3659.9	3926.1	6130.4	10391.4	17084.0	26426.2	36380.4	46640.4	57638.2
单位收益(元/kWh)	235.1	225.6	221.3	211.0	194.7	187.5	186.2	186.9	188.7
单位再生成本(元/kWh)	240.0	230.3	220.5	210.8	201.0	191.3	181.5	171.8	162.0
单位再生利润(元/kWh)	-4.9	-4.6	0.8	0.2	-6.3	-3.7	4.7	15.1	26.7
乐观预测									

年份	2022E	2023E	2024E	2025E	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E
再生利用量 (GWh)	0.2	0.2	0.3	0.5	0.9	1.4	2.0	2.5	3.1
再生利用核心材料收益(万元)	4430.4	4724.1	7326.5	12334.6	20142.4	31015.6	42498.4	54293.3	66902.7
再生利用总收益(万元)	4815.6	5134.9	7963.6	13407.2	21893.9	33712.6	46193.9	59014.4	72720.4
单位收益(元/kWh)	309.3	295.1	287.5	272.2	249.6	239.2	236.4	236.5	238.1
单位再生成本(元/kWh)	240.0	230.3	220.5	210.8	201.0	191.3	181.5	171.8	162.0
单位再生利润(元/kWh)	69.3	64.9	67.0	61.4	48.6	48.0	54.9	64.7	76.1

根据测算数据，若单考虑动力电池再生利用而不考虑梯次利用，保守情况下，2030年前海南省再生利用均不能实现正向收益；一般情况下，2022年~2023年海南省再生利用盈利为负，2024年起再生利用开始实现盈利；乐观情况下，因假设回收的镍、钴、锰等金属收益较高，因此从2022年起便可实现盈利。

若考虑磷酸铁锂电池的梯次利用，且选取一般情况梯次利用收益值，得到下表所示单位磷酸铁锂电池收益数据。

表 3-11 单位磷酸铁锂电池梯次利用收益测算

	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
磷酸铁锂电池退役量 (GWh)	0.06	0.07	0.11	0.22	0.49	0.91	1.40	1.93	2.52
梯次利用收益(万元)	362.9	524.2	871.2	1938.4	4800.8	9672.9	15517.4	22060.9	28973.8
单位 LFP 梯次利用收益(元/kWh)	60.5	74.9	79.2	89.3	98.5	105.9	111.2	114.2	115.2

因此，若综合退役动力电池梯次利用和再生利用，则得到单位动力电池回收利用利润如下表所示。

表 3-12 综合梯次利用和再生利用利润测算

	2022E	2023E	2024E	2025E	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E
保守预测									
再生单位收益（元/kWh）	163.7	158.1	156.2	149.9	139.0	134.3	133.9	134.8	136.5
单位梯次利用收益（元/kWh）	60.5	74.9	79.2	89.3	98.5	105.9	111.2	114.2	115.2
单位成本（元/kWh）	240.0	230.3	220.5	210.8	201.0	191.3	181.5	171.8	162.0
单位利润（元/kWh）	-15.8	2.8	14.9	28.4	36.5	49.0	63.6	77.3	89.7
一般预测									
再生单位收益（元/kWh）	235.1	225.6	221.3	211.0	194.7	187.5	186.2	186.9	188.7
单位梯次利用收益（元/kWh）	60.5	74.9	79.2	89.3	98.5	105.9	111.2	114.2	115.2
单位成本（元/kWh）	240.0	230.3	220.5	210.8	201.0	191.3	181.5	171.8	162.0
单位利润（元/kWh）	55.6	70.3	80.0	89.5	92.2	102.2	115.9	129.4	141.9
乐观预测									
再生单位收益（元/kWh）	309.3	295.1	287.5	272.2	249.6	239.2	236.4	236.5	238.1
单位梯次利用收益（元/kWh）	60.5	74.9	79.2	89.3	98.5	105.9	111.2	114.2	115.2
单位成本（元/kWh）	240.0	230.3	220.5	210.8	201.0	191.3	181.5	171.8	162.0
单位利润（元/kWh）	129.8	139.7	146.2	150.8	147.0	153.9	166.1	178.9	191.3

根据测算，若海南省充分将退役电池梯次利用和再生利用相结合，除 2022 年保守情况下单位利润为负值外，其他均可实现较大收益。

四、海南省动力电池若处理不当对环境造成污染风险分析

（一）退役电池处理不当对环境污染要素分析

1. 退役电池中含有大量污染的化学元素

因电池中含有大量化学元素，会对环境造成极大危害，若退役动力电池若处理不当，或进入小作坊进行拆解，随意丢弃或倾泻的的电池正极材料、负极材料、电解液隔膜等，因含有极端污染物，极易对环境造成较大污染，对环境具体污染如下表所示。

表 4-1 退役动力电池对环境等潜在危害

材料种类	材料名称	化学性质	潜在危害
正极材料	钴酸锂	与水、酸或氧化剂发生强烈反应。燃烧或受热分解产生有毒的锂、钴氧化物	重金属钴污染改变环境酸碱度，PH 值升高
	锰酸锂	与有机溶剂以及还原剂或者强氧化剂（双氧水、高氯酸等）都能反应，产生有毒物质	重金属锰污染改变环境酸碱度，使环境 PH 值升高
	镍钴锰酸锂	与水、酸或者强氧化剂反应，受热分解产生有毒的锂、钴、镍等氧化物	重金属镍、钴、锰污染改变环境酸碱度，使环境 PH 值升高
负极材料	石墨	粉尘遇明火或高温发生爆炸，且燃烧产生 CO、CO ₂	粉尘污染
电解液	LiPF ₆	LiPF ₆ 具有强腐蚀性，遇水易分解产生 HF 等有毒物质	氟污染改变环境酸碱度
有机溶剂	碳酸乙烯酯	与酸碱强氧化剂、还原剂发生反应，水解产物产生醛和酸，燃烧产生 CO、CO ₂	醛、有机酸污染
	碳酸丙烯酯	与水、空气、强氧化剂反应，燃烧产生 CO、CO ₂ ，受热分解会产生醛和酮等有害气体，引燃可引起爆炸	醛、酮有机物污染
	二甲基碳酸酯	与水、强氧化剂、强酸、强碱和强还原物质发生剧烈反应，水解可生成甲醇，燃烧产生 CO、CO ₂	甲醛等有机物污染
	二乙基碳酸酯	与水、强氧化剂、强酸、强碱和强还原物质发生剧烈反应，燃烧产生 CO、CO ₂	醇等有机物污染
隔膜	聚烯烃	可与氟、强酸、强碱等反应产生 HF	氟污染
	粘结剂	燃烧产生 CO、醛等	有机物污染

2. 动力电池再生利用对环境污染分析

退役动力电池回收后，其运输、贮存环节存在安全风险。回收的动力电池在运输过程中如果发生剧烈碰撞或者是电池外壳被利器所破坏，很容易发生电解液泄露问题。贮存时如因意外导致外壳破损也会出现同样问题。电解液泄露会产生直接污染，也会产生火灾、爆炸等风险，当发生燃烧爆炸时，则进一步由安全风险转化为环境风险，释放污染物污染环境。此外，废动力电池包拆解、梯级利用时的再组装也同样存在安全风险导致的潜在环境风险。

废动力电池处理过程可以分为预处理和金属再生两个环节。预处理环节主要是进行盐水放电、机械破碎以及热处理。预处理环节的环境风险体现在以下几方面，一是盐水放电过程中如果外壳破损则电解质 LiPF_6 会与水反应生成 HF ，有机溶剂泄露导致碳酸二甲酯、碳酸二乙酯、碳酸甲乙酯等挥发扩散；二是机械破碎废动力电池后，其中的电解质 LiPF_6 、碳酸有机酯完全暴露在空气中，具备发生前述污染的条件；三是目前热处理温度为 $450 \sim 550^\circ\text{C}$ ，该温度条件下可使大部分有机溶剂转化为 CO_2 和 H_2O 。

金属再生过程主要采用火法冶金、湿法冶金或二者相结合技术。火法冶金过程中，高温条件下动力电池中的材料可生成 HF 、 P_2O_5 以及重金属等，通过烟气扩散。湿法冶金过程主要工艺包括浸出、萃取、沉淀、金属电沉积或还原等。

常用的浸出剂有硫酸、盐酸以及柠檬酸、琥珀酸、乙酸等有机酸。在使用无机酸作为浸出剂时，氯离子(Cl^-)、硝酸根离子(NO_3^-)会发生还原反应生成 Cl_2 、 NO_x 等，产生二次污染。溶剂萃取法是实现浸出液中不同金属组分分离与回收的有效方法，常用来萃取分离浸出液中的 Li^+ 、 Co^+ 和 Ni^+ 等。常用的萃取剂 D_2EPA 、 Cyanex272 以及 TOA 等都是油状物，萃取反应后的萃余液、反萃后的无机相中常会残留萃取剂，产生含油废液。

表 4-2 退役动力电池处理过程产物及其环境风险

产物	代表物	环境风险
火法冶金废气	HF 、 P_2O_5 、重金属等	对水体、土壤造成污染
破碎粉尘	电池破碎过程中产生的有机物颗粒、无机物颗粒	易造成粉尘爆炸
含氟气体	HF 、 PF_5	遇水形成 HF ，易挥发，造成氟污染
废电解液	LiPF_6 等	电解液挥发造成氟污染
废有机隔膜	聚乙烯、聚丙烯等	热解后产生大量有机气体
费粘结剂	PVDF 、 PTFE 等	热解后产生大量有机气体和含氟气体
废酸液	H_2SO_4 、 HCl 等	危险废物，对水体、土壤造成严重污染
废碱液	NaOH 等	危险废物，对水体、土壤造成严重污染
浸出酸雾	H_2SO_4 、 HCl 等酸雾	给操作人员带来严重危害，对水体、土壤造成严重污染
废萃取液	浸出反应后产生的含有大量有机物的萃取废液	对水体、土壤造成严重污染
废浸出渣	浸出反应后产生的含有 Ni 、 Co 、 Mn 、 Cu 等重金属的固体残渣	对水体、土壤造成严重污染

退役电池随意丢弃或不当处理，对环境危害极大，考虑到运输成本，若本地不建设再生利用项目，在利益驱动下，电池或将难以输出至岛外，若岛内不正当处理，则造成不可控土壤、水源污染。电池再生利用过程也存在一定环境隐患，但若科学处理，化学污染物或将完全分解，仅存在部分温室气体。两者相害取其轻，定性分析下，海南省应注重本地再生利用项目引进和培育。

（二）电池生产和退役电池报废回收对环境污染对比分析

1. 动力电池生产对环境污染总体分析

动力电池生产、回收全生命周期均存在环境污染风险。动力电池主要由正极材料、负极材料、隔膜和电解液等组成。其中，电解液主要由特定的有机溶剂和溶解在其中的锂盐组成，作为蓄电池充放电反应中离子传输的载体；正极活性材料由锂的金属化合物（如钴酸锂、磷酸铁锂和三元系材料等）组成，负极活性材料由碳材料（如石墨等）组成。从电池的原材料制备，到电池的生产和组装，再到电池的回收利用，均会涉及到环境污染物的排放。

I 原材料提取

（1）金属锂的提取

熔盐电解法：以氯化锂为原料，生产过程中在阳极析出氯气，氯气对环境的污染严重。

（2）金属镍的提取

电解法：含镍钴硫化矿冶炼，生产过程中产生的废气中含有大量的二氧化硫和含氯废气。

尾矿水中除含有少量的 Ni、Cu、Co、Fe 等重金属离子外，还含有大量的 Na^+ 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 等有害元素，对地下水造成严重污染。

II 电池生产

（1）烘干废气

原辅料在涂布完成后进入烘干工序，湿极片经过电热箱干燥过程中，浆料中添加的 NMP 全部蒸发出来，产生烘干废气，主要含的污染物为 NMP 和少量粉尘。NMP 易燃易爆，加热形成气态后排放到大气中时对人体有伤害，具有微毒性。

（2）刷片废气

极片裁切完毕后要对极片表面进行刷片，以去除毛刺，刷片过程将产生刷片废气，主要成分为粉尘。

（3）注液废气

注液过程电解液和空气中的水分反应会产生 HF。废气中的主要污染物为 HF。

（4）固体废弃物

锂电池生产项目主要固体废物包括废纱布、裁片边角料、极耳废料、废隔膜、废包装材料、废原料包装、废树脂、废电池、污泥和生活垃圾。

表 4-3 动力电池生产过程主要污染分析

名称	组成及特性	类别	产生环节
废纱布	极片原料	危险废物	配料、涂片
裁片边角料	原料、铜、铝	一般废物	裁片工序
极耳废料	铜、铝	一般废物	装配车间
废隔膜	隔膜	一般废物	装配车间
废包装	纸质包装、塑料等	一般废物	包装车间
废原料包装	原料桶、塑料包装	危险废物	原料车间
废弃树脂	废弃树脂	危险废物	纯化水车间
废电池	--	危险废物	检验车间

2. 电池梯次利用对环境污染对比分析

梯次利用的温室气体排放主要来源于电池检测的电力消耗、电池运输过程产生的碳排放等，据统计，梯次利用电池比原生材料生产电池碳排放减少约 63%。其中，原生材料生产的镍钴锰三元电池正极材料温室气体排放因子约为 77kgCO₂e/kWh，磷酸铁锂正极材料温室气体排放因子约 101kgCO₂e/kWh。如下图所示为三元电池和磷酸铁锂电池梯次利用环节电池检测温室气体排放、运输过程温室气体排放，以及梯次利用后比原生电池降碳的对比情况。通过数据分析可以看出，梯次利用的三元电池可实现温室气体减排 49kgCO₂e/kWh，梯次利用磷酸铁锂电池可实现温室气体减排 64kgCO₂e/kWh。

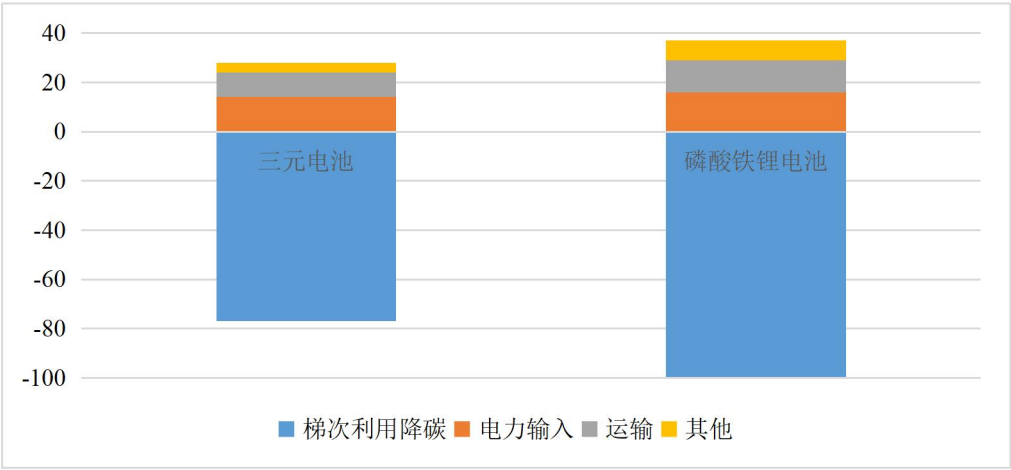


图 4-1 三元电池和磷酸铁锂电池梯次利用温室气体排放对比

若仅考虑海南省磷酸铁锂电池碳排放量，与原生储能电池生产相比，到 2030 年，保守情况下海南省通过电池梯次利用实现温室气体减排约 6.4 万吨；一般情况下实现温室气体减排 9.7 万吨；乐观情况下实现温室气体减排 12.9 万吨。

表 4-4 磷酸铁锂电池梯次利用年度减排效果

	保守		一般		乐观	
	梯次利用量 (GWh)	减排效果 (t)	梯次利用量 (GWh)	减排效果 (t)	梯次利用量 (GWh)	减排效果 (t)
2022E	0.003	184.32	0.004	276.48	0.006	368.64
2023E	0.004	286.72	0.007	430.08	0.009	573.44
2024E	0.010	619.52	0.015	929.28	0.019	1239.04
2025E	0.026	1666.661	0.039	2499.992	0.052	3333.322
2026E	0.078	4991.2	0.117	7486.801	0.156	9982.401
2027E	0.190	12159.65	0.285	18239.48	0.380	24319.3
2028E	0.369	23586.1	0.553	35379.15	0.737	47172.19
2029E	0.634	40544.84	0.950	60817.26	1.267	81089.69
2030E	1.006	64386.19	1.509	96579.29	2.012	128772.4

3. 电池再生利用对环境污染对比分析

退役电池再生利用方面，不同再生利用技术对温室气体排放量差别存在较大差别。三元电池再生利用过程中除了电力使用过程产生温室气体外，在镍、钴、锰、铜、铝等金属材料回收环节也将产生碳排放，但相较于原生电池生产碳排放较少，据统计，与原生材料制备相比，1kWh 三元电池通过火法回收工艺可实现温室气体减排约 14kgCO₂e/kWh，通过湿法回收工艺减排温室气体约 16kgCO₂e/kWh。磷酸铁锂由于回收效益较低，大部分回收企业只对其中的铜、铝、锂进行回收，因此温室气体减排量较少，火法回收对温室气体减排量几乎为零，湿法回收可实现减排约 2.3 kgCO₂e/kWh。

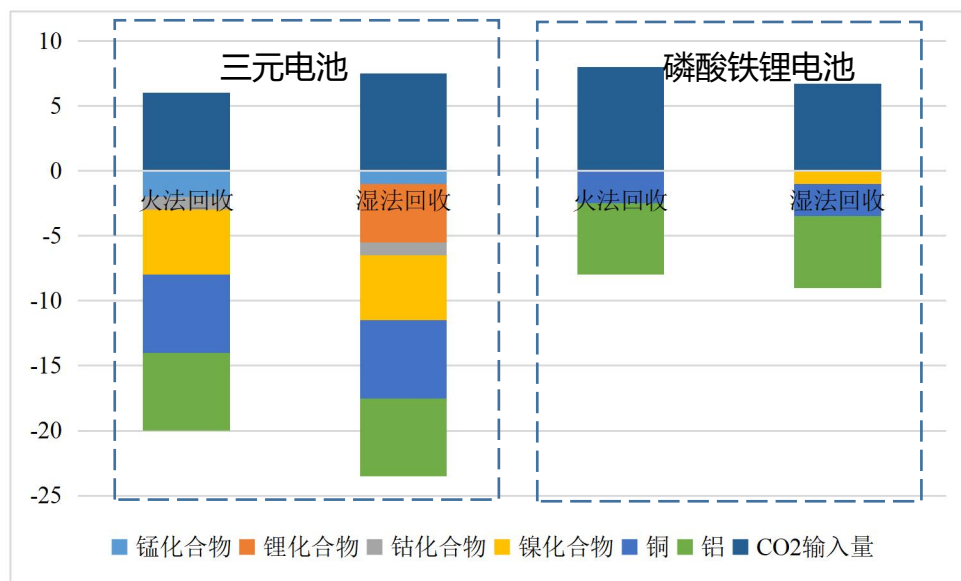


图 4-2 三元电池和磷酸铁锂电池再生利用温室气体排放对比

近年来，海南省以新能源汽车推广为依托，愈加重视新能源汽车上游产业链发展，特别是在电池上游正极材料领域全力支持行者科技碳酸锂扩产，初步推进储能电池产业发展。

相比之下，电池原生材料制备过程将产生大量温室气体及污染物，较电池再生利用过程温室气体排放量更加明显。经测算，若采用湿法回收工艺，到 2030 年，再生利用较电池原生生产碳排放将降低约 3.1 万吨，具有较好环境效益。

表 4-5 电池再生利用年度温室气体减排效果

年份	磷酸铁锂电池		三元电池退役量（GWh）		总减排量 （t）
	退役量 （GWh）	湿法回收减排量 （t）	退役量（GWh）	湿法回收减排量 （t）	
2022E	0.056	128.1	0.100	1600.0	1728.1
2023E	0.064	147.2	0.110	1760.0	1907.2
2024E	0.097	223.1	0.180	2880.0	3103.1
2025E	0.182	419.2	0.310	4964.8	5384.1
2026E	0.377	867.5	0.500	8002.5	8869.9
2027E	0.643	1478.8	0.766	12258.3	13737.1
2028E	0.882	2029.1	1.072	17145.9	19175.0
2029E	1.098	2525.8	1.397	22359.9	24885.6
2030E	1.296	2980.8	1.758	28130.3	31111.1

（三）海南现行法规对动力电池回收利用扔存不健全的问题

目前海南省虽然有一些政策在管理和指导动力电池的梯次利用和再生利用的业务发展，但是还是存在如下问题：

从整个行业发展看，一是行业处于发展初期，各路资本竞相涌入。伴随动力电池自 2020 年起逐渐进入规模化退役期，社会资本开始加速涌入动力电池回收行业，新注册企业数量快速增长。根据企查查数据显示，2021 年我国动力电池回收行业共新增 10243 家新企业，同比增长 229.5%。二是存

续企业以“小作坊”为主，行业呈现“小、散、乱”的发展现状。另一方面，行业还面临着比较严峻的无序竞争问题，当前急需进一步规范，许多“小作坊”企业以放弃环保为代价开展不正当竞争，导致大量退役电池流向了非正规渠道，给环境造成了较大压力。究其根源，权责关系不清晰是行业发生无序竞争的根本原因。围绕“谁负责回收、如何回收”的问题，工信部等七部委于2018年2月发布的《新能源汽车动力蓄电池回收利用管理暂行办法》在政策上明确了汽车生产企业的主责地位、要求汽车生产企业建立动力电池回收渠道，为我国构建完善的动力电池回收体系给出了政策指引，但由于缺少强制执行力，市场仍需进一步的规范管理细则。尤其在控制废旧动力电池的流向方面，由于政策尚未对消费者的回收责任进行清晰界定，消费者也就没有将废旧动力电池转交给汽车生产商的责任与义务，这导致消费者手中退役动力电池大量的以“价高者得”的形式流向了非正规回收渠道，从而加剧了市场电池供给短缺的现象、恶化了竞争环境。

三是梯次利用环节技术壁垒高，标准体系尚待明确。梯次利用电池的安全性无法得到充分保障；电池拆解设备的研发方面投入较少，自动化水平较低，自主研发能力不足，大多数企业还是以人工为主、机械为辅的回收模式，只有邦普等少数企业在拆解设备方面具备自主研发能力，但仍不足以扛起梯次利用这个大市场；在电池检测和筛选方面存在一定的技

术瓶颈，由于回收的电池来源、类型、尺寸不同，导致梯次电池的一致性不足，同时电池一次使用阶段的 BMS 数据不知，因此在检测和筛选阶段的技术要求与经济成本比较高。

从海南发展情况看，一是依靠生产者责任延伸制度进行动力电池回收的网络虽然存在但是由于数量少且比较分散，导致运输成本极高。二是海南省新能源汽车分布较为集中，偏远乡镇的动力电池尚未实现“应收尽收”，存在动力电池流向不明风险；三是存在没有经营许可的企业非法从事退役动力电池回收，带来安全和环保隐患。四是虽然有相关管理规定，新能源汽车报废时必须带电池报废，但是仍然很多新能源汽车报废时没有电池也能走通报废流程，动力电池有流向不明的现象。

基于以上调研情况，那么海南省的新能源汽车动力电池的梯次利用，需要进行“全面提升、补短板 and 加政策”等相关“强链补链”工作。建议如下：**首先**要加强管理，对电池加大管控力度，针对新能源汽车的报废，做到“来可查、去可追”；**其次**以梯次利用和再生利用相结合，动力电池资源再挖掘为目标，在有限的资源背景下，加大动力电池价值挖掘；**最后**以“直接利用、修整利用、资源回收”等渠道延长动力电池生命周期和实现重要资源的再生和无害化处理。

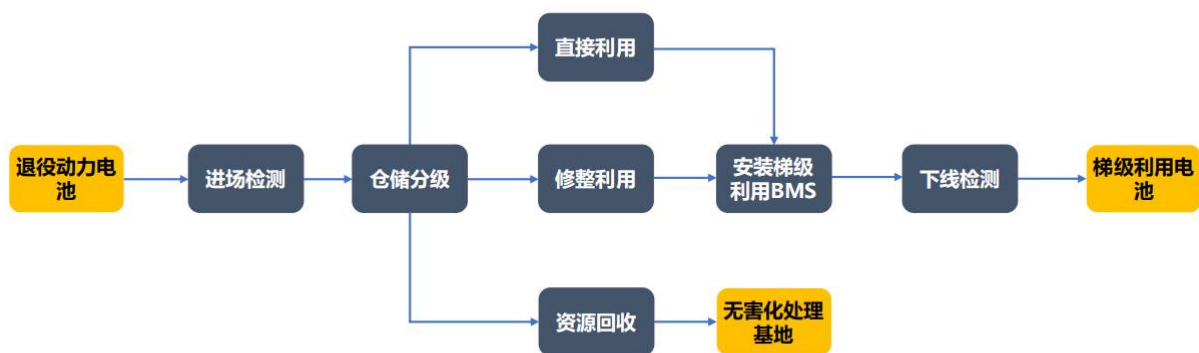


图 4-3 退役动力电池直接利用、梯次利用、再生利用的流转图

五、海南省退役动力电池回收利用处理的关键实施路径

（一）指导思想

以党的十九届二中、三中、四中、五中全会精神为指导，全面贯彻落实习近平生态文明思想，坚持新发展理念，以推进供给侧结构性改革为主线，增强新能源汽车动力电池回收体系对市场需求变化的适应能力，以建设新型动力电池回收体系为重点，推动电池回收和梯次利用“两网融合”，促进新能源汽车动力电池行业高质量发展。充分发挥自由贸易港制度优势，以创新体制机制和制度集成为保障，加强回收能力建设，推动新能源汽车动力电池回收利用向价值链、产业链中高端发力，促进绿色化、集群化、数字化发展，把新能源汽车动力电池产业打造成为全省新的经济增长点，国家生态文明试验区建设的重要范例。

（二）基本原则

市场主导、政府引导。充分发挥海南自由贸易港制度优势的市场引力作用，发挥市场在资源配置中的决定性作用，最大限度发挥企业在动力电池回收利用中的内生动力和创造力。加强政府在制度建设、政策扶持、规划中的引导作用。

借鉴经验、对标国际。借鉴国内外循环经济发展的成功经验，引进动力电池回收模式和处理技术，助推城市发展。对标国际先进水平，研究制定适合海南实际的电池回收利用地方或者团体标准和规范。

创新引领、需求驱动。积极推广数字化在电池回收产业中的应用，推广先进拆解和再制造核心技术，推动制度创新。加强产学研相结合，开展生产者责任延伸制度等分类指导管理，促进电池回收产业高质量发展。

专业化、集群化发展。强化废旧汽车、废旧设备、废旧电器电子产品以及废旧电池等再生资源利用专业化和精细化利用。坚持全岛同城化的思路，统筹推动再生资源产业规模化发展，形成产业集群。

（三）具体目标和重点发展任务

通过统一规划、科学布局，高起点、高标准建设和完善再生资源回收利用体系，推动回收体系和回收能力现代化，建立和完善符合海南自由贸易港建设战略定位的电池回收利用新模式，加快实现全省电池回收利用的数字化、产业化、规范化，把电池回收利用行业打造成国家生态文明试验区（海南）建设范例。

到 2025 年，基本建成全省统一的动力电池回收和交易市场，建成区域性动力电池集散中心以及专业分拣中心，建成覆盖城乡、行政村以及商业网点，具有自由贸易港建设特色的动力电池回收体系；建成符合海南自由贸易港鼓励类产业目录要求的动力电池回收利用体系；建立稳定的与国内再生资源利用企业合作机制，企业机械化、自动化、智能化、数字化装备应用水平显著提高，梯次利用后的动力电池质量

和附加值不断提升；培育 2~3 家具有现代回收能力和现代技术装备的示范企业，使动力电池回收产业规模不断壮大。到 2025 年，力争实现报废的新能源汽车、废旧动力电池回收率达 100%，所有报废的新能源汽车和梯次利用动力电池，纳入“动力电池溯源系统”实现规范化管理。建成废旧动力电池交易市场 1 个，全省动力电池溯源信息平台 1 个，动力电池回收利用区域中心站（集散中心）5 个。整合培育一批骨干企业，引领行业产业化、规模化、集约化发展。到 2030 年，动力电池梯次利用率达到国际先进水平，动力电池再生利用的生产装备技术和再制造技术达到国际领先水平。

（四）关键实施路径

1. 建立信息溯源管理体系

完善关联企业登记制度。以海南省已有的新能源汽车运行监控平台为基础，建设海南省动力蓄电池回收利用溯源信息管理系统，一方面与国家相关溯源信息系统做好海南省内动力电池相关数据的导入对接，另一方面基于国家动力蓄电池产品编码标准及配套管理办法，形成可扩展的标识编码方案和追溯信息规范，海南省内相关企业及时上传更新对应信息，做好省内新能源汽车动力电池信息收集统计工作。同时统计并主动在行业信息平台、企业网站等发布回收信息，公开电池回收利用相关信息，推动信息流转与共享。

强化数据对接与平台搭建。在海南省所有从事新能源汽

车生产销售、废旧动力电池综合利用等相关企业，需要将动力电池在销售企业、租赁企业、用户个人、维保网点、回收企业等各个环节的流转信息，上传录入至海南省动力蓄电池回收利用溯源信息管理系统，确保动力电池销售、使用、维修、保养、回收、利用等环节信息可追溯，实现动力蓄电池在岛内流通与出岛整个过程的监管。同时，通过行政奖惩手段进行约束，保证相关方在相应流转环节及时在系统中上传相关信息。

由于海南只有海南 1 家整车生产企业，其电动车型 7X-E 在今年 9 月份刚上市，省内市场上销售的新能源汽车基本上都在省外，同时省内也没有动力电池生产企业，根据《新能源汽车动力蓄电池回收利用溯源管理暂行规定》（工信部公告 2018 年 35 号）（以下简称《溯源管理规定》）要求，海南省相关企业需做好如下在溯源系统里的登记工作，保证动力电池在岛内流通和出岛的全流程做好有效的监管。

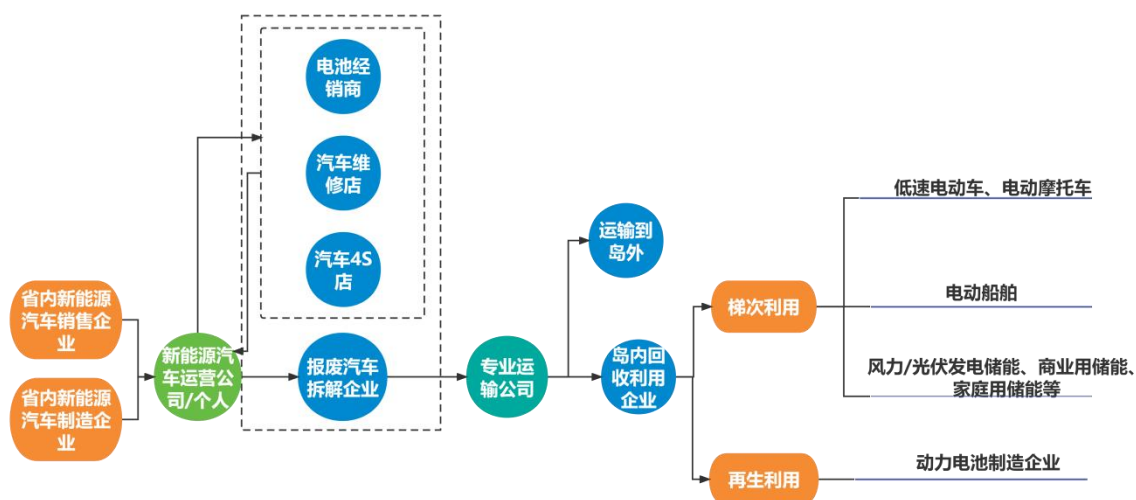


图 5-1 退役动力电池流转图

（1）新能源汽车生产企业（含进口商）。如果已经在国家平台进行账号申请并按照《溯源管理规定》要求在国家平台上传溯源信息，需做好与海南省动力蓄电池回收利用溯源信息管理系统数据的对接。对已生产或已进口但未纳入溯源管理的新能源汽车产品，责令其在一定时期内将相关溯源信息补传至国家平台。

（2）与汽车生产企业合作的新能源汽车销售商、维修商、电池租赁企业等。销售商应在车辆销售后及时在海南省新能源汽车运行监控平台登记记录信息。维修商、电池租赁企业等应在动力蓄电池维修、更换后及时在海南省动力蓄电池回收利用溯源信息管理系统上报送信息。

（3）回收服务网点。在废旧动力蓄电池回收、移交后，在海南省动力蓄电池回收利用溯源信息管理系统报送信息。

（4）报废汽车回收拆解企业。在接受报废新能源汽车并出具《报废汽车回收证明》后，以及废旧动力蓄电池拆卸并移交入库后，在一定时间内海南省动力蓄电池回收利用溯源信息管理系统上传信息。

（5）梯级利用企业。按照《关于开通汽车动力蓄电池编码备案系统的通知》（中机函〔2018〕73号）进行厂商代码申请和编码规则备案，对本企业生产的梯次利用产品进行编码标识。通过海南省动力蓄电池回收利用溯源信息管理系统进行账号申请，在梯次利用电池产品出库后一定时期内向

上传信息；在梯次利用电池生产、检测、使用等过程中产生的废旧动力蓄电池，应在其回收入库及移交出库后一定时期内上传信息。

（6）再生利用企业。应在废旧动力蓄电池接收入库后一定时期内上传信息；在完成再生利用及最终处理后在一定时期内上传信息。

（7）关于废旧动力蓄电池出岛管理。运输出岛的废旧动力蓄电池需在海南省动力蓄电池回收利用溯源信息管理系统完成注销，凭注销凭证方可出岛。

2.建立废旧电池回收管理体系

开展动力电池回收网络建设。汽车生产销售企业、报废汽车回收拆解企业、动力电池回收综合利用等企业应通过多种形式，合作共建，共同使用报废动力电池回收利用及报废处理渠道，支持产业链上下游企业通过既有回收渠道合作改建、互联网线上线下相结合、可移动式回收服务站等多种方式构建回收网络。

各市县在现有各汽车品牌维修保养网点的基础上，分布和规划能够涵盖快速检测、分选和初步拆解功能的综合性回收服务网点，在营业场所的显著位置标注提示性信息，并及时向社会公开相关信息，打造信息互通、资源共享废旧动力电池回收网络。

加强动力电池回收流程管理。加强新能源汽车动力电池

回收利用的运作流程和生态环境管理，严格落实生态环保法律法规，规范动力电池回收的行为和程序，汽车售后维保网点、报废汽车回收拆解企业、动力电池回收服务网点等主体所回收的动力电池需要妥善存放并交由有资质的企业进行处置，在集中贮存、检测、分拣后，统一移交至相关综合利用企业。

严格电池储运安全管理。废旧锂电池属于一般工业固体废物，其包装运输管理虽然不像危险废物严格，但鉴于锂电池具有一定的风险，国家标准《危险货物品名表》将锂电池归类为第九类危险货物，应采用Ⅱ类包装。根据《中华人民共和国道路运输条例》和《道路危险货物运输管理规定》，运输单位应取得危险货物道路运输经营许可证，运输车辆也应取得危险货物道路运输许可证，车况要达到一级标准，车辆驾驶员和装卸管理人员以及押运人员要取得相应从业资格证。根据《车用动力电池回收利用管理规范第1部分：包装运输》（GB/T 38698.1-2020），如果电池存在漏电、变形、起火、浸水等危险情况（B类电池），其包装运输还应有特殊防护措施。如B类电池应选用包括但不限于防泄漏包装、绝缘包装、防起火包装、防震包装、缓冲包装等，包装容器应具有足够的强度；B类电池的运输车辆宜安装烟雾报警装置，运输时应备有封堵、吸附、人员防护等材料和收集容器，收集泄漏物，防止运输过程中产生污染。加强对废旧动力电

池贮存和运输的管理，对汽车及动力电池维保网点、报废汽车回收拆解企业、动力电池运输企业、动力电池综合利用企业，需按照国家法规、政策及标准要求，进行分类、收集、标识、储存、包装、运输，防止有害物质泄露和扩散。

3.建立梯次和再生利用体系

规范梯次利用与再生利用企业行为。海南省内建立严格的行业“白名单”准入制度，辅以严格的配套环境监管措施，对符合资格标准的企业主体发放牌照。从事废旧动力电池梯次利用和再生利用的企业，应当符合规范的向主管部门进行资质申请和工作备案。废旧动力电池由报废汽车回收拆解企业、维修保养网点等主体负责拆卸，拆卸下来的废旧电池包交给回收服务放电或综合利用企业，废旧动力电池全流程应具备相关证明文件，以便溯源根据。

动力电池梯次利用企业应按照相关国家标准，遵循相关技术规范 and 拆解技术信息，将符合分类的动力电池进行重组利用，对梯次利用动力电池进行重新编码并加贴标识。动力电池再生利用企业应按照相关国家标准和环保法规，根据新能源汽车生产企业提供的技术规范进行废旧电池拆解，开展再生利用和无害化处理。

支持梯次与再生利用产业化。推动相关企业对无法继续梯次利用的废旧动力电池开展拆解利用，支持行业细分领域龙头企业开展动力电池废料回收处置生产相关项目建设。谋

规划建设退役电池梯次利用中心，打造区域废旧电池集散中心，便于域内整车生产销售企业、动力电池生产企业、动力电池综合利用企业等共同使用。支持企业开展动力电池梯次利用在通信基站、电力储能、备用电源、两轮电动车、道路照明领域的商业化示范工程建设，加大家用储能、移动储能、道路设施等其他领域的探索应用。

实施龙头企业招引培育。在回收网络建设、电池梯次利用、电池拆解再生利用等多个领域，招引光华科技等行业内龙头企业来海南发展，发挥龙头企业在发展引领、产品辐射、技术示范、网络建设等方面的关键作用。同时，积极培育岛内本土企业扎根海南做大做强，鼓励与行业龙头企业进行联合发展，带动本地产业培育，支持本土企业组建本地动力电池回收及综合利用企业，并指导申报全国牌照，积极打造海南地方行业品牌。构建集动力电池梯次利用、电池分解再生利用、残余物安全环保处置于一体的动力电池循环产业链，最终实现经济效益、环境效益和社会效益的产出。

4.建立政策与标准体系

完善相关政策法规。以安全环保、循环利用为目标，围绕目前阶段政策制度现状，对责任划分、资质管理、规范流程、实施方案、补贴支持等领域的政策缺失进行相关配套，杜绝制度不完善、责任不清晰、违规无问责等问题出现。出台海南省补贴方案和激励政策，在行业发展初期对企业予以

财政专项补贴、信贷支持，待市场成熟、企业稳定盈利后逐步退坡补贴，可参考深圳等先发城市按照动力电池数量（吨）和容量（千瓦时）予以补贴，也可以予以一次性项目建设落地补贴。强化相关政策法规的研究，鼓励先行先试，探索海南省动力电池回收利用产业链中的发展布局、制度制定、权责划分，推动相关产业健康发展。

建立相关规范标准。由省内相关部门牵头建立符合产业实际的动力电池回收利用标准体系，包含电池回收处理作业流程、电池性能评价规范、行业安全生产法规等内容。同时，鼓励重点企业、高校院所、科研机构、三方平台等单位建立并完善动力电池回收利用的相关标准，着重在拆卸分解、包装分类、储存运输、梯次利用、再生利用等领域建立健全的规范标准，因地制宜的探索适合海南产业发展的执行标准。

探索第三方评估体系。依托企业、高校、科研院所、服务机构、产业联盟等单位的技术能力，成立动力电池回收利用第三方服务平台，在余能检测、残值评估、安全监测、剩余寿命预测等领域联合进行第三方评估，通过对产品评估形成定价机制，对相关产品实现更加精准的量化，更好的服务于动力电池回收利用产业发展发展。

成立动力电池回收利用产业联盟。支持省内有实力、有技术的企业、高校、科研院所联合行业内龙头新能源整车生产企业、动力电池生产企业、汽车销售企业、废旧电池综合

利用企业，组建动力电池综合利用产业联盟，推动资源共享、行业自律、技术交流、研发创新、技术应用、模式建设、标准制定、体系搭建等工作开展，共同推动动力电池回收利用产业良性发展。

5.探索多元化商业模式

服务网点共建共享。鼓励新能源汽车生产企业、动力电池生产企业、报废汽车回收拆解企业和废旧动力电池综合利用企业开展合作、共建共享回收利用网络体系，减少回收网点重复建设，避免资源浪费，分摊个体运营与履责成本，探索构建废旧电池“一站到达”综合利用企业的模式，实现经济效益与环境效益的双赢。

“以租代售”梯次利用。鼓励动力电池梯次利用企业从整车企业租用退役电池，降低资金压力，避免所有权转移，方便溯源管理。支持各新能源汽车生产企业、报废汽车回收拆解企业与废旧动力电池综合利用企业，探索创新回收企业与综合利用企业之间的商业合作模式，形成风险共担、利益共享的多层面、多方式的市场机制。

资金补贴渠道支持。整合利用国家、省对新能源汽车和节能环保产业发展的财税优惠政策，对新能源汽车动力电池回收利用技术研究应用、标准制定及产业化等方面符合条件的项目予以重点扶持。通过政府引领为主导，鼓励社会资金向相关企业进行专项投入和定点投资，形成多元化资金保障

机制。

6.推动技术创新和应用

动力电池梯次利用技术。对通讯基站、储能电站等梯次利用重点领域加大技术创新支持，重点围绕模块化多电平及全桥复合拓扑并网装置开发、通信基站备用电源及储能电站应用系统等工程技术研发，获得一批具有自主知识产权、有明确市场前景的先进技术，通过集成创新，形成高效安全环保的新技术体系。

动力电池回收再生技术。开展动力电池拆解技术、装备研发和产业化，推动高效无污染物理拆解技术、磷酸铁锂电池材料修复技术、有价金属元素高效提取、残余物质无害化处置等关键瓶颈技术攻关，鼓励开展针对正负极材料、隔膜、电解液等资源再生利用技术、设备、工艺的研发和应用,重点发展从报废动力蓄电池到电池正极材料前驱体的定向循环再利用技术、锂钴镍并重的报废动力蓄电池再生处理技术、磷酸铁锂废粉优先提锂技术、负极材料高效破碎分级技术、废水废气动态监测与降解消纳技术等领域，推动动力电池回收再利用产业快速发展。

第三方评估检测技术。加快建设基于大数据的电池残值评估技术，重点开展退役电池快速诊断检测评估和快速分拣技术研发与系统集成、退役电池失效风险辨识与预测技术研发，实现动力蓄电池余能、剩余寿命与性能等残值的快速评

估与分选，判断电池的可用性，实现电池回收分类判别及梯次利用场景模式匹配，确定退役产品的梯次利用失效标准，进行合理估价和梯次产品定位，实现公平合理交易，促进共享回收网络体系健康有序运营。

（五）保障措施

1. 加强组织领导

建立商务、交通运输、财政、工业和信息化、发改、公安、科技厅、市场监管、生态环境等主管部门合作机制，各司其职，各负其责，加强合作，切实做好动力电池回收管理工作。加强与岛外市场主体联系，建立与内地企业合作机制。积极发挥省新能源汽车促进中心、行业协会、重点企业作用，落实行业发展指标，引导动力电池回收行业健康有序发展。

省工业和信息化厅作为牵头单位，负责新能源汽车动力蓄电池回收利用试点工作的统筹协调。省科技厅负责组织试点企业开展动力蓄电池梯次利用与再生利用关键技术研发攻关。省生态环境厅负责指导并督促回收企业做好污染防治以及环评等工作。省交通运输厅以及省港航管理局会同有关部门按国家有关危险货物规定对废旧动力蓄电池运输进行监管，特别是需要落实出岛动力蓄电池需要凭注销登记证管理规定。省商务厅、省公安厅指导报废汽车回收拆解企业配合有关部门做好新能源汽车动力蓄电池回收监管体系建设工作，保证报废汽车带电池，严格控制退役电池流向。

省市场监管局会同省工业和信息化厅指导企业参与动力蓄电池回收利用相关标准的制定工作。省发改委负责指导梯次利用企业开展储能项目试点。省财政厅做好前期对产业发展的相关扶持工作。省新能源汽车中心发挥好平台作用，在省工业和信息化厅和相关部门指导下，做好动力海南省动力蓄电池回收利用溯源信息管理系统建设以及信息维护等相关工作，同时探索动力电池第三方平台建设。

2. 加大财政金融支持力度

认真落实国家有关动力电池回收行业的优惠政策，加大财税、金融、土地等扶持力度。推动银企合作，鼓励金融机构对动力电池回收重点企业和重点项目给予优惠扶持。各市县相应配套扶持资金，形成较为完善的政策支持体系，支持动力电池回收体系建设的顺利开展。

给予动力电池回收利用投资奖励。给予企业项目固定资产投资 20% 一次性给予补贴，单个企业补贴上限 1000 万元³。

给予动力电池回收补贴。对企业回收新能源汽车动力电池并进行梯次利用和再生利用的，2023 年-2025 年根据企业动力电池回收量，分别按照 40 元/kWh、40 元/kWh、10 元/kWh 给予补贴，各年度补贴金额分别为 640 万元、480 万元、320 万元，三年试点期间补贴总额共计 1440 万元。2023 年-2025

注³：海南单个动力电池回收项目固定资产投资一期投资约为 2800—3000 万元，20% 补贴额度为 560 万元。

年三年试点期间，回收补贴和投资奖励共计 2000 万元。

3. 加强动力电池回收监督考核机制

在动力电池回收管理中各方主体责任划分、各环节的规范化管理、设施设备配套、消费者的回收责任（必须通过正规渠道回收）、监督检查等方面工作落实情况进行考核，通过一定行政手段强化动力蓄电池回收利用的溯源综合管理从而推进动力电池回收利用工作。

4. 建立与内地企业合作机制

根据岛内与内地再生资源供求关系，基于互联网、云计算、大数据、物联网和区块链技术，科学规划岛内动力电池回收配送运输线和内地再生资源配送运输线衔接，建立与内地动力电池回收企业合作机制，推动动力电池“出岛”数字化、便利化、集约化。

5. 加大整治力度和依法对违规行为惩戒

将新能源汽车动力电池收集处理行业持续纳入打击环境违法行为专项行动，查处动力电池违规回收、非法集散、非法拆解、非法冶炼、非法倾倒等违法犯罪行为，重点针对通过码头非法转移运输废旧动力电池行为开展专项整治或联合执法行动。将非法转移、倒卖、利用、处置废旧动力电池的违法企业单位纳入生态环境领域违法失信者名单，推送至省公共信用信息平台以及国家企业信用信息公示系统海南网站，实行公开曝光，开展联合惩戒；涉嫌犯罪的，移交

司法机关。

6. 加强宣传推广

充分发挥新闻媒体的舆论导向作用，加大宣传引导力度，进一步增强公众对动力电池、资源再生利用和环境保护的意识，切实落实动力电池回收责任。开展形式多样的再生资源回收知识普及活动，广泛动员群众积极落实动力电池回收及再生资源利用，自觉到指定的、有资质的动力电池回收企业进行车辆报废和拆解电池，引导建立环保节约的生活方式和消费模式，在全社会形成资源循环利用的良好风尚。

附件 1:

海南省落实退役电池回收和梯次利用分年度行动计划

一、指导思想

以党的十九大和十九届历次全会精神为指导，全面贯彻习近平生态文明思想，坚持新发展理念，以推进供给侧结构性改革为主线，增强新能源汽车动力电池回收体系对市场需求变化的适应能力，以建设新型动力电池回收体系为重点，推动电池回收和梯次利用“两网融合”，促进能源汽车动力电池行业高质量发展。充分发挥自由贸易港制度优势，以创新体制机制和制度集成为保障，加强回收能力建设，推动能源汽车动力电池回收利用向价值链、产业链中高端发力，促进绿色化、集群化、数字化发展，把能源汽车动力电池产业打造成为全省新的经济增长点，国家生态文明试验区建设的重要范例。

二、基本原则

落实生产者责任延伸制度。汽车生产企业承担动力蓄电池回收的主体责任，试点企业在动力蓄电池回收利用各环节履行相应责任，保障动力蓄电池的有效利用和环保处置。坚持产品全生命周期理念，遵循环境效益、社会效益和经济效益有机统一的原则，充分发挥市场作用。

坚持统筹协调。加强省、市县多部门沟通与协调，突出体制机制创新，优化政策环境，形成合力，实现动力电池资

源与应用资源有效对接。加强协同支持。充分调动和发挥试点企业的积极性与创造性，加大政策扶持力度，探索出符合海南特色梯次利用模式。

实现多方共赢。发挥政府引导和政策扶持作用，运用市场机制，鼓励新能源汽车生产企业、运营企业、新能源汽车车主以及汽车拆解企业等将废旧新能源汽车动力电池移交试点企业。试点企业要按照国家标准要求，创新废旧动力电池梯次利用场景，突破模式瓶颈，实现多方共赢和长远发展。

三、发展目标

通过统一规划、科学布局，高起点、高标准建设和完善再生资源回收利用体系，推动回收体系和回收能力现代化，建立和完善符合海南自由贸易港建设战略定位的电池回收利用新模式，加快实现全省电池回收利用的数字化、产业化、规范化，把电池回收利用行业打造成国家生态文明试验区（海南）建设范例。

总体目标：力争到 2025 年，建成在全国具有示范引领的动力电池回收利用样板城市。基本建成全省统一的动力电池回收和交易市场，建成区域性动力电池集散中心以及专业分拣中心，建成覆盖城乡、行政村以及商业网点，具有自由贸易港建设特色的动力电池回收体系；建成符合海南自由贸易港鼓励类产业目录要求的动力电池回收利用体系；建立稳定的与国内再生资源利用企业合作机制，企业机械化、自动

化、智能化、数字化装备应用水平显著提高，梯次利用后的动力电池质量和附加值不断提升。

——初步形成电池回收企业投资发展高地。力争每年培育或引进 1 家电池回收利用相关企业，到 2025 年培育形成 3 家以上具有现代回收能力和现代技术装备的示范企业，我省动力电池回收产业规模不断壮大，同时整合培育一批骨干企业，引领行业产业化、规模化、集约化发展。

——创建协同增效的电池回收引领高地。2023 年我省电池回收率达到 60% 以上，2024 年达到 80%，到 2025 年，力争实现报废的新能源汽车、废旧动力电池回收率达 100%，所有报废的新能源汽车和梯次利用动力电池，纳入“动力电池溯源系统”实现规范化管理。

——形成回收网络健全的示范高地。到 2025 年，建成废旧动力电池交易市场 1 个，全省动力电池溯源信息平台 1 个，动力电池回收利用区域中心站（集散中心）5 个。

——打造电池回收技术创新高地。到 2025 年，动力电池梯次利用率实现国内引领，动力电池再生利用的生产装备技术和再制造技术达到国内先进水平。

四、主要任务

（一）建立信息溯源管理体系

完善关联企业登记制度。以海南省已有的新能源汽车运行监控平台为基础，建设海南省动力蓄电池回收利用溯源信

息管理系统，一方面与国家相关溯源信息系统做好海南省内动力电池相关数据的导入对接，另一方面基于国家动力蓄电池产品编码标准及配套管理办法，形成可扩展的标识编码方案和追溯信息规范，海南省内相关企业及时上传更新对应信息，做好省内新能源汽车动力电池信息收集统计工作。同时统计并主动在行业信息平台、企业网站等发布回收信息，公开电池回收利用相关信息，推动信息流转与共享。

强化数据对接与平台搭建。在海南省所有从事新能源汽车生产销售、废旧动力电池综合利用等相关企业，需要将动力电池在销售企业、租赁企业、用户个人、维保网点、回收企业等各个环节的流转信息，上传录入至海南省动力蓄电池回收利用溯源信息管理系统，确保动力电池销售、使用、维修、保养、回收、利用等环节信息可追溯，实现动力蓄电池在岛内流通与出岛整个过程的监管。同时，通过行政奖惩手段进行约束。保证相关方在相应流转环节及时在系统中上传相关信息。

（二）健全政策、标准和法规体系

完善相关政策法规。规范并约束回收主体在电池回收、运输、污染物排放等各方面条件，不满足条件的不能开展动力电池回收业务。出台电池回收利用激励和惩罚制度，支持各市县对动力电池回收企业在发展初期予以适度财政专项补贴、信贷支持，待市场成熟、企业稳定盈利后逐步退坡补

贴，同时给予适度项目建设落地补贴；同时加快探索各环节参与主体需满足的条件、承担的法律責任，各市县明确监管主体及其监管責任，探索制定含消费者在内的各主体的罚則，并做好与其他相关法律法规的衔接。

强化电池回收和溯源管理，严格安全环保执法。开展针对动力电池回收利用各环节主体的常态化安全环保监督和检查，加强对当前已有和新建动力电池回收服务网点的核查，强化对非法回收、倒卖和拆解破碎动力电池企业和个人的打击力度，加强对动力电池产权所有人（含消费者）违规行为的惩罚，营造公平竞争的市场环境。对违法违规行为，始终保持“零容忍”，发现一起、查处一起、严惩一起。

健全相关规范标准。由省内相关部门牵头建立符合产业实际的动力电池回收利用标准体系，包含电池回收处理作业流程、电池性能评价规范、行业安全生产法规等内容。同时，鼓励重点企业、高校院所、科研机构、三方平台等单位建立并完善动力电池回收利用的相关标准，着重在拆卸分解、包装分类、储存运输、梯次利用、再生利用等领域建立健全的规范标准，因地制宜的探索适合海南产业发展的执行标准。

探索第三方评估体系。依托企业、高校、科研院所、服务机构、产业联盟等单位的技术能力，成立动力电池回收利用第三方服务平台，在余能检测、残值评估、安全监测、剩余寿命预测等领域联合进行第三方评估，通过对产品评估形

成定价机制，对相关产品实现更加精准的量化，更好的服务于动力电池回收利用产业发展。

成立动力电池回收利用产业联盟。支持省内有实力、有技术的企业、高校、科研院所联合行业内龙头新能源整车生产企业、动力电池生产企业、汽车销售企业、废旧电池综合利用企业，组建动力电池综合利用产业联盟，推动资源共享、行业自律、技术交流、研发创新、技术应用、模式建设、标准制定、体系搭建等工作开展。支持联盟内各主体开展多元化组合式回收，确保电池在正规回收体系内流转，避免流入无回收资质的小作坊，共同推动动力电池回收利用产业良性发展。

（三）完善梯次和再生利用体系

落实好生产者责任延伸制。推进电池生产与整车生产、保修期内、整车报废、梯次利用产品生产及使用等不同情况下，产生的废旧电池回收的物流、信息流的责任细化、实化，保障废旧动力蓄电池的有效回收利用和溯源管理。加快完善废旧动力蓄电池回收、运输、贮存等各环节物流体系的溯源信息采集与管理机制。

规范梯次利用与再生利用企业行为。海南省内建立严格的行业“白名单”准入制度，辅以严格的配套环境监管措施，对符合资格标准的企业主体发放牌照。从事废旧动力电池梯次利用和再生利用的企业，应当符合规范的向主管部门进行

资质申请和工作备案。废旧动力电池由报废汽车回收拆解企业、维修保养网点等主体负责拆卸，拆卸下来的废旧电池包交给回收服务放电或综合利用企业，废旧动力电池全流程应具备相关证明文件，以便溯源根据。

加强企业监管。动力电池梯次利用企业应按照相关国家标准，遵循相关技术规范和拆解技术信息，将符合分类的动力电池进行重组利用，对梯次利用动力电池进行重新编码并加贴标识。动力电池再生利用企业应按照相关国家标准和环保法规，根据新能源汽车生产企业提供的技术规范进行废旧电池拆解，开展再生利用和无害化处理。

支持梯次与再生利用产业化。对于动力电池回收处理方式，原则上遵循先梯次利用后再生利用的原则，全力支持企业开展退役磷酸铁锂电池在通信基站、小规模电力储能、备用电源、两轮电动车、道路照明等领域的商业化梯次利用，力求使动力电池剩余价值和资源价值达到最大化。对于破坏较为严重或无梯次利用价值的废旧动力电池进入再生利用环节，支持行业细分领域龙头企业开展动力电池废料回收处置生产相关项目建设。促进梯次利用企业与电池及原材料、电池再生利用企业融合发展，打造一批兼具动力电池梯次利用及储能业务的电池龙头企业。支持各回收主体联合建设退役电池梯次利用中心，打造区域废旧电池集散中心，便于域内整车生产销售企业、动力电池生产企业、动力电池综合利

用企业等共同使用。

强化龙头企业招引培育。在回收网络建设、电池梯次利用、电池拆解再生利用等多个领域，全力支持光华科技等有意向落户的龙头企业来海南发展，充分发挥龙头企业在发展引领、产品辐射、技术示范、网络建设等方面的关键作用。同时，积极培育岛内本土企业扎根海南做大做强，鼓励与行业龙头企业进行联合发展，带动本地产业培育，支持海南省本土企业组建本地动力电池回收及综合利用企业，并指导申报全国牌照，积极打造海南地方行业品牌。构建集动力电池梯次利用、电池分解再生利用、残余物安全环保处置于一体的动力电池循环产业链，最终实现经济效益、环境效益和社会效益的产出。

已落地的光华科技海南退役电池综合利用项目可满足海南 2026 年前处理需求，着眼未来再引入 1-2 家回收企业满足 2026 年之后海南省退役动力电池市场需求，2025 年之后，基于海南双循环交汇发展定位，探索建设面向东南亚进口退役动力电池再利用中心。

（四）强化回收网络和试点建设

加快废旧动力电池回收网络建设。强化动力电池回收监管，退役电池需由合规企业进行统一回收。加强回收利用产业链上下游各参与主体的合作，充分发挥回收龙头企业带动作用，打造“电池正极原材料-动力电池系统-废旧电池回收”

的动力电池闭环供应链，联合梯次利用企业，打通梯次利用、储能和再生利用链条，推动新能源产业健康发展。引导责任主体自发开展独立回收、多渠道合作回收，形成覆盖面广、回收率高的回收利用网络体系。定期核查省内退役动力电池回收网点建设情况，及时公布、更新符合规定的退役动力蓄电池回收网点名单。

加强废旧动力蓄电池产业链上下游资源共享。鼓励新能源汽车生产企业、动力蓄电池生产商、动力蓄电池销售商、退役报废动力蓄电池综合利用企业、相关高等院校、科研机构以及其他相关单位共同研究新能源汽车动力蓄电池回收利用体系建设、信息系统建设、合作模式建设、标准体系建设、技术创新应用等。鼓励相关协会、组织加强交流，相互借鉴经验，研究探索废铅蓄电池与动力蓄电池回收网络共享资源的方式，打通产业链上下游资源。

加快废旧动力蓄电池梯次利用体系试点建设。开展海南省废旧动力电池梯次利用示范企业申报工作，梯次利用企业要遵循国家相关技术规范，研究动力蓄电池梯次利用系统解决方案，积极展开废旧动力蓄电池储能开发应用。梯次利用企业要积极联合电池生产企业开展商业模式创新试点，共建梯次利用模式。

（五）建立废旧电池回收管理体系

健全省内电池回收服务网点。支持各市县在现有各汽车

品牌维修保养网点的基础上，分布和规划能够涵盖快速检测、分选和初步拆解功能的综合性回收服务网点，原则上省内每个销售城市要设立 1 个以上的网点，在营业场所的显著位置标注提示性信息，并及时向社会公开相关信息，打造信息互通、资源共享废旧动力电池回收网络。

加强动力电池回收流程管理。加强新能源汽车动力电池回收利用的运作流程和生态环境管理，严格落实生态环保法律法规，规范动力电池回收的行为和程序，汽车售后维保网点、报废汽车回收拆解企业、动力电池回收服务网点等主体所回收的动力电池需要妥善存放并交由有资质的企业进行处置，在集中贮存、检测、分拣后，统一移交至相关综合利用企业。

严格电池储运安全管理。加强对废旧动力电池贮存和运输的管理，对汽车及动力电池维保网点、报废汽车回收拆解企业、动力电池运输企业、动力电池综合利用企业，按照国家法规、政策及标准要求，进行分类、收集、标识、储存、包装、运输，防止有害物质泄露和扩散。

加强废旧动力蓄电池贮存和运输监管。新能源汽车生产企业废旧动力蓄电池回收网点、报废汽车回收拆解点、梯次利用点、再生利用点所属企业，应对废旧动力蓄电池做好贮存和运输监管。废旧动力蓄电池属于危险货物的应按国家有关危险货物运输规定进行包装运输。根据国家、行业相关法

法律法规和标准，指导企业进行废旧动力蓄电池安全处置。

（六）探索多元化商业模式

服务网点共建共享。鼓励新能源汽车生产企业、动力电池生产企业、报废汽车回收拆解企业和废旧动力电池综合利用企业开展合作、共建共享回收利用网络体系，减少回收网点重复建设，避免资源浪费，分摊个体运营与履责成本，探索构建废旧电池“一站到达”综合利用企业的模式，实现经济效益与环境效益的双赢。支持新能源汽车4S店或销售网点、报废汽车拆解企业、废旧物资回收网点等实体店，以及以租代售、“互联网+回收”模式等渠道，创造共生共赢的电池回收产业链生态圈。

“以租代售”梯次利用。鼓励动力电池梯次利用企业从整车企业租用退役电池，降低资金压力，避免所有权转移，方便溯源管理。支持各新能源汽车生产企业、报废汽车回收拆解企业与废旧动力电池综合利用企业，探索创新回收企业与综合利用企业之间的商业合作模式，形成风险共担、利益共享的多层面、多方式的市场机制。

资金补贴渠道支持。整合利用国家、省对新能源汽车和节能环保产业发展的财税优惠政策，对新能源汽车动力电池回收利用技术研究应用、标准制定及产业化等方面符合条件的项目予以重点扶持。通过政府引领为主导，鼓励社会资金向相关企业进行专项投入和定点投资，形成多元化资金保障

机制。

（七）推动技术创新和应用

动力电池梯次利用技术。对通讯基站、储能电站等梯次利用重点领域加大技术创新支持，重点围绕模块化多电平及全桥复合拓扑并网装置开发、通信基站备用电源及储能电站应用系统等工程技术研发，获得一批具有自主知识产权、有明确市场前景的先进技术，通过集成创新，形成高效安全环保的新技术体系。大力支持梯次利用企业开展电池包拆解、余能检测和状态评估、匹配再集成等梯次利用核心技术研发，提高梯次利用电池模块的安全性和一致性，达到梯次利用的标准。

动力电池回收再生技术。搭建产业创新平台，促进多品种废旧动力电池中有价组分的协同回收利用技术研发，促进有价资源全要素回收利用。支持企业开展动力电池拆解技术、装备研发和产业化，推动高效无污染物理拆解技术、磷酸铁锂电池材料修复技术、有价金属元素高效提取、残余物质无害化处置等关键瓶颈技术攻关，鼓励开展针对正负极材料、隔膜、电解液等资源再生利用技术、设备、工艺的研发和应用，重点发展从报废动力蓄电池到电池正极材料前驱体的定向循环再利用技术、锂钴镍并重的报废动力蓄电池再生处理技术、磷酸铁锂废粉优先提锂技术、负极材料高效破碎分级技术、废水废气动态监测与降解消纳技术等领域，推动动力

电池回收再利用产业快速发展。

第三方评估检测技术。加快建设基于大数据的电池残值评估技术，重点开展退役电池快速诊断检测评估和快速分拣技术研发与系统集成、退役电池失效风险辨识与预测技术研发，实现动力蓄电池余能、剩余寿命与性能等残值的快速评估与分选，判断电池的可用性，实现电池回收分类判别及梯次利用场景模式匹配，确定退役产品的梯次利用失效标准，进行合理估价和梯次产品定位，实现公平合理交易，促进共享回收网络体系健康有序运营。

五、保障措施

（一）加强组织领导

建立商务、交通运输、财政、工业和信息化、发改、公安、科技厅、市场监管、生态环境等主管部门合作机制，各司其职，各负其责，加强合作，切实做好动力电池回收管理工作。加强与岛外市场主体联系，建立与内地企业合作机制。积极发挥省新能源汽车促进中心、行业协会、重点企业作用，落实行业发展指标，引导动力电池回收行业健康有序发展。省工业和信息化厅作为牵头单位，负责新能源汽车动力蓄电池回收利用试点工作的统筹协调。省科技厅负责组织试点企业开展动力蓄电池梯次利用与再生利用关键技术研发攻关。省生态环境厅负责指导并督促回收企业做好污染防治以及环评等工作。省交通运输厅以及省港航管理局会同有关

部门按国家有关危险货物规定对废旧动力蓄电池运输进行监管，特别是需要落实出岛动力蓄电池需要凭注销登记证管理规定。省商务厅、省公安厅指导报废汽车回收拆解企业配合有关部门做好新能源汽车动力蓄电池回收监管体系建设工作，保证报废汽车带电池，严格控制退役电池流向。省市场监管局会同省工业和信息化厅指导企业参与动力蓄电池回收利用相关标准的制定工作。省发改委负责指导梯次利用企业开展储能项目试点。省财政厅做好前期对产业发展的相关扶持工作。省新能源汽车中心发挥好平台作用，在省工业和信息化厅和相关部门指导下，做好动力海南省动力蓄电池回收利用溯源信息管理系统建设以及信息维护等相关工作，同时探索动力电池第三方平台建设。

（二）加大财政金融支持力度

认真落实国家有关动力电池回收行业的优惠政策，加大财税、金融、土地等扶持力度。推动银企合作，鼓励金融机构对动力电池回收重点企业和重点项目给予优惠扶持。各市县相应配套扶持资金，形成较为完善的政策支持体系，支持动力电池回收体系建设的顺利开展。

给予动力电池回收利用投资奖励。给予企业项目固定资产投资 20% 一次性给予补贴，单个企业补贴上限 1000 万元⁴。

注⁴：海南单个动力电池回收项目固定资产投资一期投资约为 2800—3000 万元，20% 补贴额度为 560 万元。

给予动力电池回收补贴。对企业回收新能源汽车动力电池并进行梯次利用和再生利用的，2023年-2025年根据企业动力电池回收量，分别按照40元/kWh、40元/kWh、10元/kWh给予补贴，各年度补贴金额分别为640万元、480万元、320万元，三年试点期间补贴总额共计1440万元。2023年-2025年三年试点期间，回收补贴和投资奖励共计2000万元。

（三）加强动力电池回收监督考核机制

在动力电池回收管理中各方主体责任划分、各环节的规范化管理、设施设备配套、消费者的回收责任（必须通过正规渠道回收）、监督检查等方面工作落实情况考核，通过一定行政手段强化动力蓄电池回收利用的溯源综合管理从而推进动力电池回收利用工作。

（四）建立与内地企业合作机制

根据岛内与内地再生资源供求关系，基于互联网、云计算、大数据、物联网和区块链技术，科学规划岛内动力电池回收配送运输线和内地再生资源配送运输线衔接，建立与内地动力电池回收企业合作机制，推动动力电池“出岛”数字化、便利化、集约化。

（五）加大整治力度和依法对违规行为惩戒

将新能源汽车动力电池收集处理行业持续纳入打击环境违法行为专项行动，查处动力电池违规回收、非法集散、非法拆解、非法冶炼、非法倾倒等违法犯罪行为，重点针对

通过码头非法转移运输废旧动力电池行为开展专项整治或联合执法行动。将非法转移、倒卖、利用、处置废旧动力电池的违法企业单位纳入生态环境领域违法失信者名单，推送至省公共信用信息平台以及国家企业信用信息公示系统海南网站，实行公开曝光，开展联合惩戒；涉嫌犯罪的，移交司法机关。

（六）加强宣传推广

充分发挥新闻媒体的舆论导向作用，加大宣传引导力度，进一步增强公众对动力电池、资源再生利用和环境保护的意识，切实落实动力电池回收责任。开展形式多样的再生资源回收知识普及活动，广泛动员群众积极落实动力电池回收及再生资源利用，自觉到指定的、有资质的动力电池回收企业进行车辆报废和拆解电池，引导建立环保节约的生活方式和消费模式，在全社会形成资源循环利用的良好风尚。

附件 2:

海南省退役电池回收和梯次利用产业选型标的分析

一、动力电池回收利用企业总体分析

根据工信部电池回收企业白名单目录，可以将企业分为三类，一是电池企业，以宁德时代、南都电源为代表；二是动力电池上游原材料企业，以华友钴业、赣锋锂业、厦门钨业、中伟股份为代表；三是第三方企业，以格林美、天奇股份、光华科技为代表。结合各类企业布局特点，认为电池企业入局动力电池回收相对较早，特别是宁德时代通过成立子公司邦普循环进入电池再生利用赛道，成为再生利用白名单中唯一的头部电池企业，其他头部电池企业如国轩高科、蜂巢能源等主要布局退役电池梯次利用产业，并进入工信部梯次利用白名单；电池上游原材料企业依托对上游资源的把控，也加快进入电池再生利用赛道，通过对新能源汽车“移动的矿山”电池的拆解，致力于在未来实现核心金属资源的国内循环；第三方企业布局电池再生利用最为活跃，且产能持续扩张，据不完全统计，截至 2021 年底，第三方电池回收企业再生利用能力已突破 58 万吨/年，预计 2026 年将达到 106 万吨/年。

附表 1 动力电池再生利用核心企业布局现状分析（万吨/年）

公司	行业布局	现有产能	在建产能
格林美	2015 年，公司在全球率先提出与倡导公司全面升级“动力电池收—梯级利用—原料再制造—材料再制造—动力电池包再造”的新能源全生命周期价值链模式，并率先建成全球先进的废旧电池综合利用工厂。	32.0	—
天奇股份	公司锂电池循环业务核心子公司天奇金泰阁深耕废旧电池回收业务二十余年，专注于废旧电池回收资源化利用，具有丰富的经验及资源。	5.0	18.0
赣锋锂业	公司旨在利用不断增长的退役锂电池数量，成为全球锂电池回收领域的领先企业之一。未来规划中，公司将建立每年可回收 10 万吨退役锂电池的大型综合设施。	8.7	10.0
天赐科技	目前已设立天赐资源循环公司，并开展废旧锂电池资源化循环利用项目的建设工作的。	2.0	10.0
宁德时代	公司依托子公司广东邦普，与客户携手打造“电池生产→使用→梯次利用→回收与资源再生”的生态闭环，实现镍钴锰锂等资源的循环利用。	12.0	—
光华科技	与格力金合作建设锂离子废旧电池综合利用产线，加快构建年产过 10 万吨的锂电池材料产能。	3.6	10.0
南都电源	公司子公司华铂新材料首期年处理 2.5 万吨废旧锂离子电池回收项目顺利竣工投产，公司锂电池从产品、运营服务、梯次利用、废旧电池回收再利用的产品闭环初步形成。	2.5	7.5
雄韬股份	公司拟投资 8.5 亿元在湖北赤壁新建锂电池回收回收项目	—	8.0
华友钴业	公司积极布局锂电池循环回收业务，子公司华友衢州和资源再生分别进入工信部发布的符合《新能源汽车废旧动力蓄电池综合利用行业规范条件》企业名单第一、第二批次。	10.4	—
超越科技	公司全资子公司安徽德慧绿色环保有限公司为项目实施主体在安徽省滁州市南谯区投资建设 6 万吨/年报废锂电池回收利用项目，项目预计总投资 4 亿元。	—	6.0
骆驼股份	公司动力锂电池回收工厂正在按计划建设中，并提前开展了体系建设等合规工作，已与 14 家回收公司、7 家拆解厂、4 家行业协会建立废旧电池采购关系。	—	5.0
道氏技术	公司龙南基地规划一期建设年产 5 万吨废旧锂电池回收再利用项目。	—	5.0
超频三	公司拟通过引进先进设备，建设“废旧锂离子电池材料综合回收利用→前驱体/碳酸锂→正极材料”的完整产业链生产基地。	—	4.5

公司	行业布局	现有产能	在建产能
浙富控股	公司规划的“4 万吨/年新能源汽车废旧动力蓄电池拆解项目”已完成备案，新增废旧动力蓄电池拆解生产线 4 套，年拆解新能源汽车废旧动力蓄电池 4 万吨。	—	4.0
迪生力	子公司广东威玛新能源锂电池回收处理资源化利用第一期生产线已进入正常生产运行。	3.0	—
百川股份	公司在宁夏基地投资建设了锂电资源化利用项目，对废旧电池进行回收利用。	—	2.0
中化国际	公司通过布局产业链关键环节，建设 3000 吨锂电回收中试线，积极布局回收资质和渠道。	0.3	0.3
中伟股份	子公司贵州循环被列入符合《新能源汽车废旧动力蓄电池综合利用行业规范条件》企业名单（第二批）。	2.5	—
厦门钨业	公司及公司权属企业赣州豪鹏科技有限公司入选工信部发布符合《新能源汽车废旧动力蓄电池综合利用行业规范条件》企业名单（第二批）。	5.0	—
上汽集团	2018 年 3 月 22 日，上汽集团与宁德时代签署战略合作谅解备忘录，此次双方拟进一步深化合作，探讨共同推进新能源汽车动力电池回收再利用。	—	—
北汽蓝谷	公司子公司蓝谷智慧能源于 2020 年入选《新能源汽车废旧动力蓄电池综合利用行业规范条件》企业名单，已与合作企业建立起电池回收-检测评估-梯次利用-电池拆解体系。	—	—
科力远	在锂电回收领域，公司子公司金科公司已通过合资参股的方式，开展锂电池的回收、拆解、处理、资源综合利用等方面的研发、生产、销售。	—	—
海印股份	公司以自有资金 3000 万元人民币增资江苏奥盛新能源，拓展锂电池回收综合利用服务。	—	—
金圆股份	公司子公司新金叶已开展废旧电池回收业务规划布局。	—	—

二、动力电池核心企业布局分析

（一）电池企业

1. 宁德时代

宁德时代早于 2013 年便通过收购广东邦普循环科技有限公司（持股 52.88%），开始入局动力电池回收业务。邦普循环创立于 2005 年，是一家专业从事再生资源高新科技企

业，总部位于广东佛山，在湖南长沙设有国内最大湿法基地，是宁德时代产业生态体系中的重要组成部分，携手打造“电池生产-使用-梯次利用-回收与资源再生”产业闭环，已成为国际顶级汽车企业的合作伙伴。邦普自主研发的全球领先的动力电池全自动回收技术及装备，以独创的“逆向产品定位设计”技术以及废料与原料对接的“定向循环”核心技术，在全球废旧电池回收领域率先破解了“废料还原”的行业性难题。作为中国的国家标准制定单位，邦普循环已经成为中国动力电池回收处理全流程的技术标杆，和格林美并称为国内动力电池回收两大头部企业。

邦普进一步加快动力电池回收业务布局。据统计，邦普现有动力电池回收产能约 12 万吨/年，2021 年 10 月，邦普循环及其控股子公司进一步在湖北省宜昌市投资建设邦普一体化电池材料产业园项目，项目投资高达 320 亿元，主要建设具备废旧电池材料回收、磷酸铁锂及三元前驱体、磷酸铁锂、钴酸锂及三元正极材料、石墨、磷酸等集约化、规模化的生产基地。将有利于进一步完善宁德时代在锂电新能源产业的战略布局，发挥产业协同优势，保障公司电池材料供应，对于控制成本、提升产品竞争力具有重要意义。

邦普动力电池再生利用技术能力较强。邦普循环总部位于广东省佛山市，目前在全球已设立广东佛山、湖南长沙、宁德屏南、宁德福鼎、湖北宜昌、印尼莫罗瓦利、印尼纬达

贝七大生产基地；拥有国家企业技术中心、新能源汽车动力电池循环利用国家地方联合工程研究中心、电化学储能技术国家工程研究中心邦普分中心、中国合格评定国家认可委员会（CNAS）认证的测试验证中心、广东省电池循环利用企业重点实验室等科研平台。截至 2021 年 12 月 31 日，邦普循环已参与制修订废旧电池回收、电池材料等相关标准 204 项，其中发布 154 项；申请专利 930 件；荣获 2021 年国家技术创新示范企业、2021 年工信部制造业单项冠军示范企业、2021 年广东省专精特新企业、2021 年佛山企业百强、2019 年度广东省科技进步奖一等奖等荣誉。

依托换电商业模式，进一步推进动力电池回收业务发展。宁德时代于 2022 年初发布了旗下全新换电品牌 EVOGO 乐行换电，宣布进入换电领域。通过实行“换电模式”，公司可控制用于梯次利用的动力电池的回收渠道，有利于动力电池梯次利用业务的开展。

2. 南都电源：

南都电源是储能及铅再生行业领导者。南都电源主要面向数据中心、智慧储能、工业后备、绿色出行应用领域，提供以锂离子电池和铅电池为核心的系统产品、解决方案及运营服务。主营业务包含储能、动力等全系列产品 and 系统的研发、制造、销售、服务及环保型资源再生，已形成“原材料—产品应用—运营服务—资源再生—原材料”的全封闭产业

链。公司业务涵盖智慧储能业务、通信及数据业务、绿色出行业务和资源再生业务四大业务。

南都电源铅蓄电池回收运营经验丰富，现已构建完备的电池回收网络。南都电源电池回收经验丰富，年处理废旧蓄电池 120 万吨以上，规模居全球前列；铅回收产业在全国具备完善的回收及销售网络，与国内涉铅重点客户建立了良好的长期合作关系，积累了广泛的资源，品牌认可度较高，拥有绝对的行业领先者地位，将有利于公司锂电池回收网络的拓展与建立。另一方面，通过依托互联网平台子公司快点科技，公司已在全国建立三十多个具有回收、储存、运输资质的专业回收网点，当前已构建了完备的废旧铅酸电池和锂电池回收网络。

首期锂电池回收项目已顺利投产，初步形成锂电池产品闭环。公司规划建设 10 万吨锂电回收工厂项目，首期年处理 2.5 万吨废旧锂离子电池回收项目已于 2021 年三季度投入试生产，公司锂电池从产品、运营服务、梯次利用、废旧电池回收再到再利用的产品闭环初步形成。

（二）电池上游原材料企业

1. 华友钴业：

华友钴业在绿色零碳再生基地、全流程柔性自动化拆解、积极参与国际标准等方面取得了不错的战果。建立动力电池上下游资源一体化再利用，是实现动力电池循环利用闭环管

理的有效路径，建立退役动力电池综合利用全流程管理，是动力电池回收利用领域可行、可复制的商业模式。2022年5月25日，宝马集团宣布与华友循环携手在新能源汽车领域打造动力电池材料闭环回收与梯次利用的创新合作模式，首次实现国产电动车动力电池原材料闭环回收，并将分解后的原材料，例如镍、钴、锂等，提供给宝马的电池供应商，用于生产全新动力电池，实现动力电池原材料的闭环管理。

2. 厦门钨业：

厦门钨业主营锂离子电池正极材料的研发、生产和销售。厦门钨业主要产品为钴酸锂、镍钴锰酸锂三元材料等，与此同时公司积极进行富锂锰基、5V 高电压等下一代能源新材料产品的研究开发工作，并且与国内外多家知名电池企业达成合作。

厦门钨业已通过合作等方式对电池回收领域进行布局。2021年10月，厦门钨业与荆门市格林美新材料有限公司签署《战略合作框架协议》。双方协议在矿产资源开发、产品供销、产品加工等层面建立战略合作伙伴关系。荆门市格林美股份有限公司主要从事再生资源回收、再生资源加工、新能源汽车废旧动力蓄电池回收等业务，此次合作有利于发挥双方业务协同效应。此外，厦门钨业与雅安经济技术开发区管理委员会签订《锂离子正极材料项目投资意向书》，计划在雅安经开区投资建设锂离子正极材料项目，预计投资不低

于 22 亿元，其中包含建设电池回收 1 万吨镍钴冶炼车间、2 万吨三元材料车间。

3. 天赐科技

天赐科技为电解液行业龙头。天赐科技于 2000 年成立，一直致力于精细化工新材料的研发、生产和销售，主要业务为锂离子电池材料、日化材料及特种化学品，是国内主要的锂离子电池材料、个人护理品功能材料生产商之一。近年来，成功转型锂电材料，业绩实现加速增长。

占据市场竞争优势，需求增量带来长期业绩增长。天赐科技凭借优异的技术以及持续扩张的产能，2020 年在电解液市场占有率接近 30%，行业龙头优势显著。

天赐科技积极布局电池回收领域。2021 年 8 月 24 日，天赐科技发布公告称拟设立全资子公司并投资建设“废旧锂电池资源化循环利用项目”，项目总投资为人民币 55128.90 万元。2021 年 10 月 27 日，公司再次发布公告，拟投资人民币 153294 万元建设年产 30 万吨电解液和 10 万吨铁锂电池回收项目。随着天赐科技电池回收项目的不断落地，公司在新能源领域的一体化优势将有所加强，提高自身竞争力。

（三）第三方企业

1. 格林美：

格林美是电池回收第三方龙头企业，已构建相对完善的动力电池回收全生命周期价值链体系。格林美坚守“城市矿

山+新能源材料”，构建了新能源全生命周期价值链、钴钨稀有金属资源循环再生价值链、废塑料循环再生价值链等资源循环模式和新能源循环模式，成为世界领先的废物循环企业与践行绿色低碳发展的世界先进企业代表。公司回收处理的电子废弃物约占中国报废总量的 10%，回收处理的废旧电池（除铅酸电池外）占中国报废总量的 10%以上，回收处理报废汽车占中国报废总量的 4%以上，循环再生的钴资源超过中国原钴开采量，循环再生的镍资源占中国原镍开采量的 8%以上，循环再生的钨资源占中国原钨开采量的 5%以上。

打造前驱体龙头，动力电池回收业务快速增长。据统计，格林美现有动力电池回收利用产能约 32 万吨，总体位居行业前列。2021 年，格林美核心产品动力电池用三元前驱体材料出货量超过 9.1 万吨，位居全球前二。立足于正极材料业务，公司顺势布局动力电池循环利用，打造起“电池回收-原料再造-材料再造-电池包再造-再使用-梯级利用”的全生命周期价值链体系。从电池回收市场份额来看，格林美动力电池回收量全国占比达到 30%，梯次利用动力电池市场份额达到 20%，循环再造的新能源镍钴电池原料市场份额达到 30%。从经营数据看，2021 年格林美动力电池回收业务的分部收入达到 1.51 亿元，同比增长 61.63%；梯级利用装机量达到 1.06GWh，同比增长 89.29%。格林美动力电池回收业务当前已全面进入大规模市场化与商用化阶段。

格林美已构建“2+N+2”动力电池回收产业体系，渠道优势显著。格林美当前已与丰田、长安、蔚来、威马、小鹏等超 500 家汽车厂、电池厂建立了废旧电池定向回收合作关系，在全国共建共享 131 个新能源汽车动力蓄电池回收服务网点，形成了以武汉和无锡为回收处置中心、以遍布京津冀/长三角/珠三角等地区的回收处置基地为动力电池回收网络、以荆门和泰兴为资源化利用中心的“2+N+2”动力电池回收利用产业体系。

格林美研发能力卓越，电池回收技术领先。公司 2021 年在废物循环与新能源材料制造领域累计申请专利 2455 项，位居“2021 年中国上市公司（沪 A 深 A）专利实力 500 强”榜单第 206 位。电池回收利用技术方面，公司锂回收率超过 90%，镍、钴、锰的回收率均超过 99%，处于行业领先水平。

2. 光华科技：

光华科技是国内 PCB 化学品龙头企业，企业品牌价值雄厚。光华科技主要从事化学专用品的研发、生产、销售和服务，主要产品涉及 PCB 化学品、化学试剂、锂电材料、退役动力电池综合利用四大领域。公司从事专用化学品的历史长达 40 年，定位于专用化学品的高端领域，坚持自主品牌的运营，产品品质已经获得了客户的广泛认可，“华大”、

“JHD”商标均被评为“广东省著名商标”。公司品牌除在国内享有较高知名度外，在国际上也具有较强的影响力，是罗

门哈斯、霍尼韦尔、美维电子、富士康、宝洁、安利、高露洁、依利安达、惠亚集团等国际知名跨国企业的供应商。

光华科技积极布局锂电材料、锂电回收产业链。光华科技与多家知名整车企业合作梯次利用开发和承接退役电池再生处理模式并展开合作，随着业务开拓，公司继续围绕打造新能源全生命周期价值链，积极构建废旧电池回收网络体系，充分发挥公司的技术优势，完善锂电池材料产业链，形成动力电池循环利用的完整闭环，现有动力电池回收产能约10.4GWh，位于行业前列。

3. 天奇股份

天奇股份动力电池循环业务发展迅猛，现已成为核心增长点。天奇股份2021年实现营业总收入37.79亿元，归母净利润1.51亿元。其中，公司锂电池循环核心业务子公司天奇金泰阁实现营收9.88亿元，归母净利润2.24亿元。锂电池循环业务当前已成为公司业务的核心增长点与主要盈利点。

天奇股份着重布局磷酸铁锂电池回收赛道，产能有望进一步释放。天奇股份通过专项攻克废旧磷酸铁锂电池回收处理及规模化生产技术，当前已取得显著成效。在产能设计方面，公司将于2022年新建磷酸铁锂回收处理产能，项目整体规划产能为年处理废旧磷酸铁锂电池15万吨，其中2022年二季度率先启动建设一期项目（处理规模5万吨），主要产品为酸锂及磷酸铁，公司预计2022年公司镍钴锰、碳酸

锂产能分别将达 9000 吨、4000 吨。

4. 浙富控股

浙富控股为我国危废资源化领导者，拓展动力电池回收业务将有利于资源化协同。公司聚焦危险废物无害化处置及资源化回收利用领域，拥有集危险废物“收集—贮存—无害化处理—资源深加工”前后端一体化的全产业链危废综合处理技术与设施。

浙富控股大力布局动力电池回收业务。产能规划上，浙富控股“4 万吨/年新能源汽车废旧动力蓄电池拆解项目”已完成备案，未来将新增 4 套废旧动力蓄电池拆解生产线。

三、海南省退役动力电池回收利用招商标的分析

目前，海南省拥有光华科技一家电池再生利用企业，具备电池再生利用产能 5000 吨/年。但面临 2030 年海南省退役电池市场规模将达到 2.3 万吨，目前再生利用产能难以满足市场需求，因此，海南省应进一步重点招引国内龙头企业布局电池回收利用市场。通过对头部企业的对比分析和国内产业链布局情况，海南省可重点招引宁德时代、格林美等在退役电池梯次利用和再生利用具备较强竞争力的企业，同时紧盯华友钴业等电池原材料企业，力求促进此类企业在海南省建立回收网络。

表 重点招商企业分析

类型	企业	全国布局现状	招商建议
动力电池企业	宁德时代 (邦普循环)	在广东佛山、湖南长沙、宁德屏南、宁德福鼎、湖北宜昌五地建立动力电池梯次利用和再生利用工厂，且在印尼莫罗瓦利、印尼纬达贝布局全球基地。	★★★★★
	南都电源	通过依托互联网平台子公司快点科技，公司已在全国建立三十多个具有回收、储存、运输资质的专业回收网点，回收模式总体较为完善	★★★
电池上游材料企业	华友钴业	在衢州、南京等地布局有动力电池梯次利用和再生利用产业，并与 LG、宝马等国际龙头企业合作，共同健全电池回收产业生态	★★★★★
	厦门钨业	业务主要集中在厦门，2022 年将动力电池回收板块划归厦钨新能源，将作为未来核心增量业务发展	★★★
	天赐科技	在广州、宜昌、台州、宜春等地建设有动力电池再生利用工厂，产业布局加快完善	★★★
第三方回收企业	格林美	已在武汉、天津、无锡、河南、深圳建立五大核心回收与梯次利用区域中心，形成了占据长三角、珠三角、华中、京津冀、中原地区的产业布局	★★★★★
	光华科技	在珠海建设动力电池回收基地，并在北京、上海、苏州、昆山、厦门、长沙、成都 7 座城市设立办事处，全国销售网点 200 多个，遍及 20 多个省市。此外，光华科技在海南省已成立分公司，开始阶段性布局动力电池回收业务	★★★★★
	天奇股份	在江西、宁波建立动力电池梯次利用和再生利用回收网络	★★★
	浙富控股	在江西抚州已完成“4 万吨/年新能源汽车废旧动力蓄电池拆解项目”备案，依托在能源领域的优势，加快布局动力电池再生利用市场	★★