

锂电池回收深度报告

2025 年 9 月 19 日 星期五

兴证期货 · 研究咨询部

有色金属研究团队

林玲

从业资格编号: F3067533

投资咨询编号: Z0014903

李艳婷

从业资格编号: F03146166

投资咨询编号: Z0022609

联系人

马越

F03147972

mayue1@xzfutures.com

内容提要

未来废旧锂电池回收市场值得高度关注。从锂电池回收规模来看,国内政策催化动力电池进入“全球回收”新纪元,全球动力电池预计在 2026 年进入规模化报废阶段,2030 年进入爆发性报废阶段。2025 年回收产碳酸锂占需求量预计约 7%,2026 年废旧锂电池中碳酸锂可回收体量或可达二十万吨以上。目前锂电池回收的原料主要来自产间废料(正极厂和电池厂的生产废料)和库存退役(长库存电池产品和试验车装机后退回的电芯),来自社会退役电池的体量比较小,据 SMM 预测,2028 年社会退役电池中理论可回收金属量将逐步超过产间废料量。

锂电池回收工艺链条虽长,但因全自动化,生产周期短,生产中不涉及高成本项目投入,加工费不高。从锂电池回收工艺看,锂电池回收工艺链条较长,分为梯次利用和拆解冶炼两条路线。电池回收后根据规格和性能还可使用的进入梯次利用,不能再使用进行拆解冶炼。退役电池单体的电压和容量达到设计值的 40%以上,可外售进行梯级利用作为储能型电池、动力型电池和消费型电池上。拆解冶炼主要分为拆解和冶炼两大主工序。电池拆解分为放电和分离两步。传统湿法冶炼工艺因采用无机酸浸将有价金属置换到溶液里,金属回收率高,目前是国内回收企业的主流技术路线。从锂电池回收工艺流程可以看出,锂电池回收工艺链条虽长,但因全自动化,生产周期短,生产中不涉及高成本项目投入,因此加工费不高。

评估市场上电池回收金属的供应量的变化主要是关注电池回收各环节厂商的加工利润变化。目前整个锂电池回收

环节大体被切割成两段商业模式，即锂电池拆解和黑粉冶炼回收：

第一段是回收废旧锂电池包，里面部分锂电芯直接外售进入梯次利用，剩余锂电芯拆解，获得电池黑粉（正负极混合粉）、废铜箔粒和废铝箔粒进行外售。由于每个电池包退役后内含电芯性能不同，梯次利用比例有差异，因此定价差异较大。目前锂电池回收的经济性跟踪从电芯拆解开始。电芯拆解成本=外采废旧电芯价格+外采运费+加工费，电芯拆解收入=电池黑粉回收量*电池黑粉价格+废铜箔粒回收量*电解铜价*折扣系数+废铝箔粒回收量*电解铝价*折扣系数。黑粉价格关注金属含量、金属元素计价与金属系数，不同锂电池黑粉因所含的有价金属种类不同，计价模式也有所差异。

第二段是黑粉冶炼回收企业从锂电池拆解企业采购电池黑粉或者从正极厂和电池厂采购废料极片黑粉，三元黑粉产出主价值产品为工业级碳酸锂、硫酸镍和硫酸钴，LFP 黑粉产出主价值产品为工业级碳酸锂，钴酸锂黑粉产出主价值产品为工业级碳酸锂和硫酸钴。冶炼回收成本=外采黑粉价格+外采运费+加工费，冶炼回收收入=工业级碳酸锂的回收量*工业级碳酸锂价格+电池级硫酸镍的回收量*电池级硫酸镍价格（若有）+电池级硫酸钴的回收量*电池级硫酸钴价格（若有）。各金属盐产品的回收量与黑粉中各金属的含量和冶炼回收收率有关，目前产业上镍钴收率为 97%-98%，锂收率为 92%左右。由于黑粉冶炼工艺的连贯性，评估回收厂是否愿意回收锂、镍或钴，是按回收总利润是否可观评估，而不是单独看提取某个金属是否有利润。

报告目录

一、锂电池回收规模	4
二、锂电池回收工艺	5
三、锂电池回收商业模式	8
四、总结	11

图表目录

图表 1. 全球动力电池和储能电池出货量	4
图表 2. 国内回收碳酸锂产量	4
图表 3. 全球理论锂离子电池和可回收金属量	5
图表 4. 退役动力电池梯次利用场景	6
图表 5. 三元和 LFP 电池循环寿命曲线	6
图表 6. 锂电池拆解冶炼流程	7
图表 7. 锂电池拆解冶炼流程	8
图表 8. 废三元锂电池破碎分选生产线物料平衡表	9
图表 9. 废磷酸铁锂电池破碎分选生产线物料平衡表	10

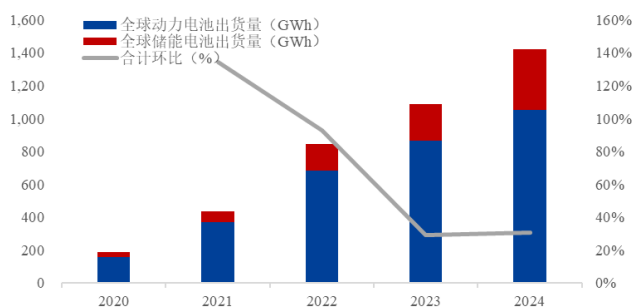
一、锂电池回收规模

国内政策催化动力电池进入“全球回收”新纪元。2025 年 6 月 9 日，生态环境部等六部门联合发布《关于规范锂离子电池用再生黑粉原料、再生钢铁原料进口管理有关事项的公告》，明确了符合标准的锂离子电池再生黑粉不属于固体废物，可作为普通商品自由进口，推动中国企业更加高效地整合全球的报废电池资源，实现全球新能源材料从研发、制造、使用后回收再利用的不断循环。

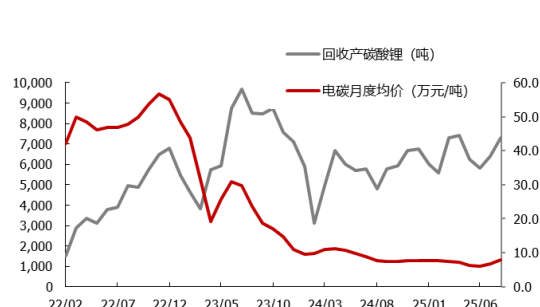
全球动力电池预计在 2026 年进入规模化报废阶段，2030 年进入爆发性报废阶段。动力电池的电池容量衰减到初始容量的 80%以下时就需要从新能源汽车上退役。磷酸铁锂电池的早期循环寿命可达 2,000-3,000 次，三元电池的早期循环寿命可达 1,500-2,000 次，早期动力电池的使用寿命大致为 5-8 年。据此推测，动力电池有望在 2026 年进入规模化报废阶段，2030 年进入爆发性报废阶段。

2025 年回收产碳酸锂占需求量预计约 7%，2026 年废旧锂电池中碳酸锂可回收体量或可达二十万吨以上。据 SMM 数据显示 2025 年 1-8 月国内碳酸锂回收产量 5.2 万吨，年化量约 8 万吨，而 2025 年国内碳酸锂需求约 120 万吨左右，占比约 7%。根据《中国废旧锂离子电池回收拆解与梯次利用行业发展白皮书(2022 年)》，2021 年中国理论废旧锂电池回收量高达 59.1 万吨，其中废旧动力电池理论回收量 29.4 万吨，预计 2026 年中国理论废旧锂电池回收量将达到 231.2 万吨。根据梅州市广鑫瑞环保科技有限公司编制的《年处理 6 万吨废旧锂电池资源化利用新建项目（二期）环境影响报告书》，1 吨废磷酸铁锂电池和 1 吨废三元锂电池的锂含量分别为 1.39% 和 2.26%，预计 2026 年碳酸锂可回收体量或达二十万吨以上。

图表 1. 全球动力电池和储能电池出货量



图表 2. 国内回收碳酸锂产量



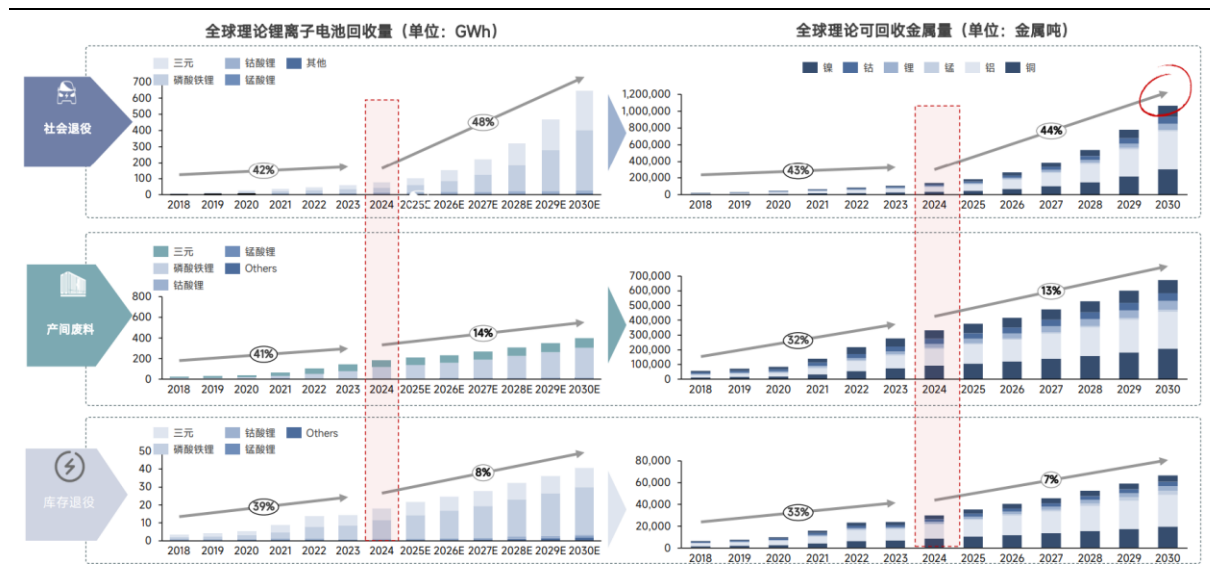
数据来源：iFinD，兴证期货研究咨询部

数据来源：SMM，兴证期货研究咨询部

目前锂电池回收的原料主要来自产间废料（正极厂和电池厂的生产废料）和库存退役（长库

存电池产品和试验车装机后退回的电芯），来自社会退役电池的体量比较小，据 SMM 预测，2028 年社会退役电池中理论可回收金属量将逐步超过产间废料量，未来锂电池回收市场值得高度关注。

图表 3. 全球理论锂离子电池和可回收金属量



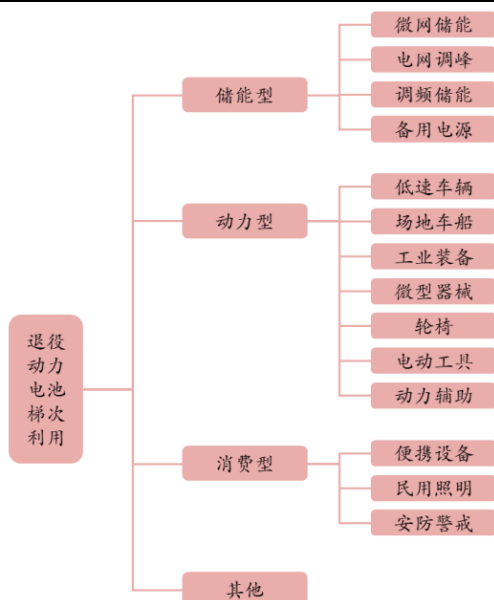
数据来源：SMM，兴证期货研究咨询部

二、锂电池回收工艺

锂电池回收工艺链条较长，分为梯次利用和拆解冶炼两条路线。电池回收后根据规格和性能还可使用的进入梯次利用，不能再使用进行拆解冶炼。

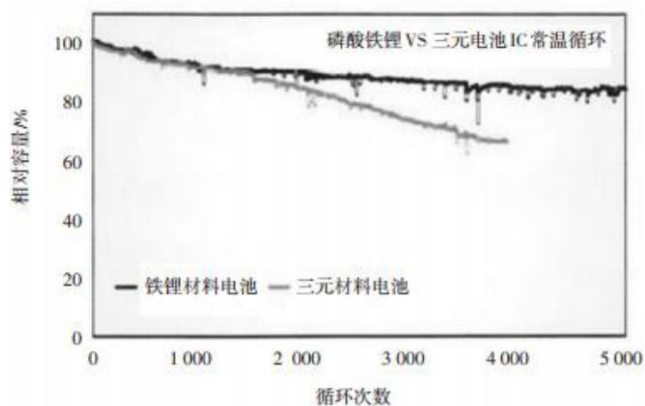
(1)梯次利用：退役电池单体的电压和容量达到设计值的 40%以上，可外售进行梯级利用，根据规格和性能被应用于不同场景：储能端，可用于微网储能、调频储能、电网调峰等领域；动力端，主要可应用于低速电动车、工业装备等领域；消费端，可用于便携设备、民用照明等领域。由于磷酸铁锂电池容量衰减比三元电池慢，因此市场上梯次利用电池多为磷酸铁锂电池。

图表 4. 退役动力电池梯次利用场景



数据来源：中国储能网，中银证券整理，兴证期货研究咨询部

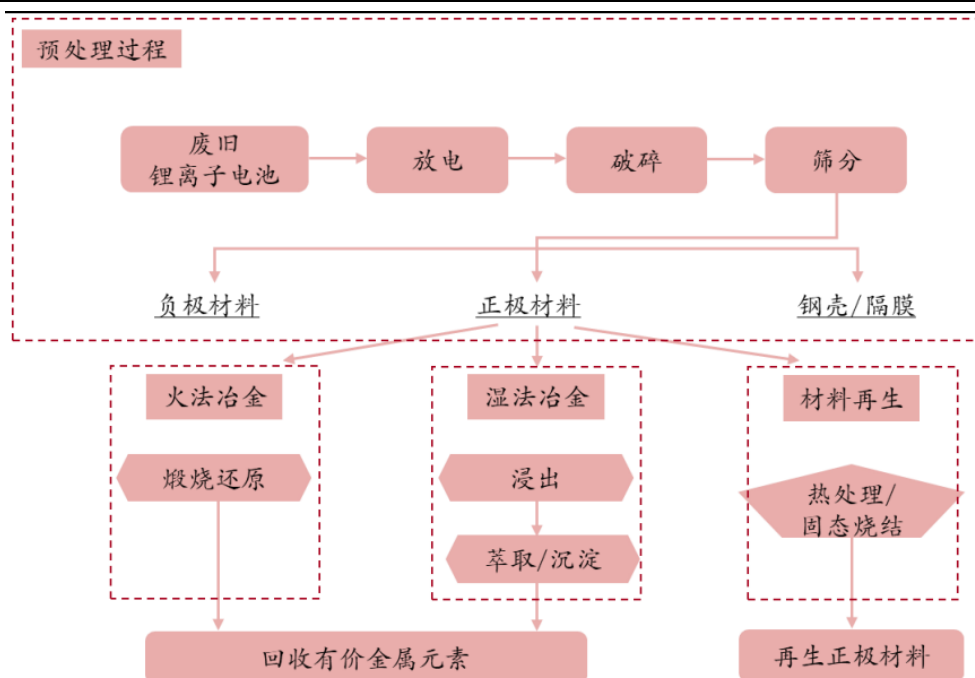
图表 5. 三元和 LFP 电池循环寿命曲线



数据来源：陶智军等《中国动力电池回收利用产业商业模式研究》，兴证期货研究咨询部

（2）拆解冶炼：主要分为拆解和冶炼两大主工序。电池拆解分为放电和分离两步。冶炼分为传统湿法冶炼、湿法冶炼+再生和火法冶炼三种类型，每种工艺类型的步骤均有所差异，但主要原理都是先将金属置换到溶液里，之后进行各类金属的分离和沉淀，最终得到单金属盐产品。传统湿法冶炼工艺因采用无机酸浸将有价金属置换到溶液里，金属回收率高，目前是国内外回收企业的主流技术路线。与传统湿法冶炼工艺回收得到单金属化合物不同，湿法冶炼+再生工艺是不需要进行金属分离，直接从浸出液中合成正极材料（如镍钴锰酸锂）或前驱体（镍钴锰氢氧化物），由于直接再生正极材料工艺虽能修复正极材料结构，但存在除杂困难、性能恢复不理想等问题（如层状结构破坏、电化学性能下降），因此尚未普及，目前主要用于再生前驱体。火法冶炼采用盐辅助焙烧后水浸将有价金属置换到溶液里，工艺操作简单、适合大批量处理，但能耗较高、回收率较低，因此经济性较差。

图表 6. 锂电池拆解冶炼流程



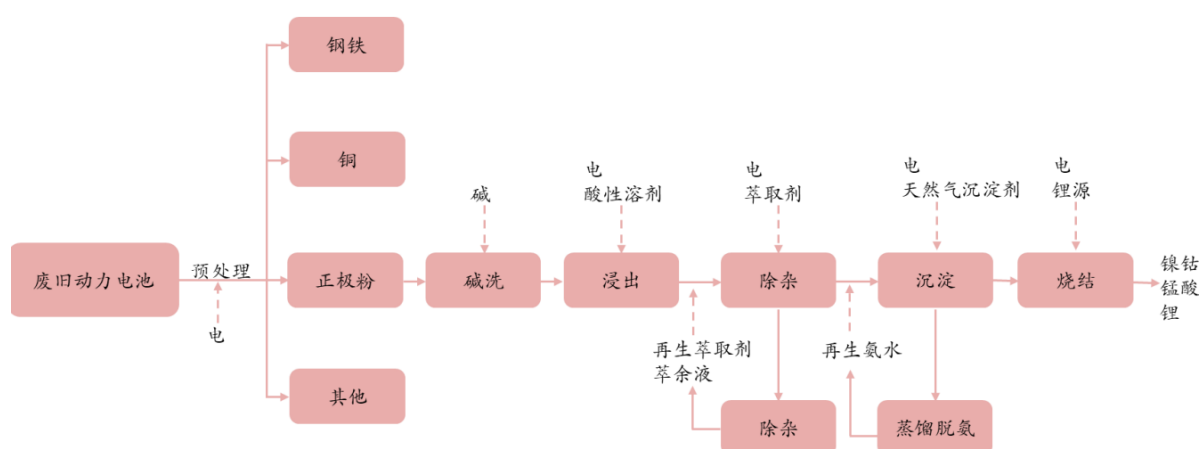
数据来源：徐政和等《湿法回收废旧锂离子电池有价金属的研究进展》，中银证券整理，兴证期货研究咨询部

电芯拆解：包括放电和分离。（1）**放电：**因电芯中仍有残余电能，为了避免在电池处理中出现短路爆炸，拆解前需要对其进行放电处理。放电是将电池浸泡在盐溶液中，利用盐水的导电性进行电池的短路放电。（2）**分离：**锂电池主要由电池壳、正极、负极、隔膜、电解液和集流体（正极铝箔和负极铜箔）组成，分离是基于这些主材中有价材料的物理特性（密度、粒度、磁性等）不同实现，最终获得的主价值产品为电池黑粉（正负极混合粉）、废铜箔粒和废铝箔粒。关键步骤包括：1、**撕碎+低温烘干：**将电池撕碎成块状，电解液流出，之后将撕碎后的物料进行低温烘干，烘干过程中电池内余下电解液中的挥发性有机物全部成为气态，电解质六氟磷酸锂全部分解为气态 PF₅(五氟化磷)，反应式为：LiPF₆→LiF↓+PF₅↑。2、**破碎+鼓风：**烘干后的物料进入破碎机破碎，将电池内部的正负极片及隔膜纸打散，利用风机将隔膜纸与其他物料分离。3、**气流分选+磁选：**由于物料密度和磁性不同，利用筛分机及磁选机进行气流分选+磁选，可将电池隔膜、铝壳、钢壳、极片全部筛选出。4、**粉碎+筛分+再研磨+再筛分：**将极片送入粉碎机，粉碎机将极片处理为粉末状，粉末进入滚筒筛分机中，通过振动筛分将打散脱落的正负极混合粉筛选出来，而另一部分大粒径的铜铝混合物和未打散的正负极混合材料则经揉搓机再研磨，研磨后的物料利用圆振筛进行筛分，即可让电极材料完全分离。5、**比重分选：**将剩

下的废铝箔粒和废铜箔粒送入重力分选机，利用铜和铝两者的密度差异，实现重力筛选分离。

湿法冶炼：1、碱洗：碱（如氢氧化钠）与金属（如铝）反应生成可溶性铝酸钠（ NaAlO_2 ）和氢气（ H_2 ），从而去除金属杂质，化学反应式为 $2\text{NaOH} + 2\text{Al} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaAlO}_2 + 3\text{H}_2 \uparrow$ 。**2、浸出：**通过无机酸（硫酸（ H_2SO_4 ）、盐酸（ HCl ）等）将黑粉中的有价值金属浸出到溶液中，通过添加还原剂（如双氧水、焦亚硫酸钠）可提升金属浸出率。**3、锂镍钴分离：**之后采用沉淀法、溶剂萃取、离子交换、膜分离等方法对溶液中的锂、镍、钴进行分离和提纯，最终获得的主价值产品为工业级碳酸锂、硫酸钴和硫酸镍。

图表 7. 锂电池拆解冶炼流程



数据来源：徐政和等《湿法回收废旧锂离子电池有价金属的研究进展》，中银证券整理，兴证期货研究咨询部

火法冶炼：通常采用盐辅助焙烧法（SAR），SAR 又可分为硫酸化焙烧和氯化焙烧。硫酸化焙烧是采用硫酸盐与黑粉混合焙烧，在高温下锂转化为 LiSO_4 后通过水浸提取，浸出残渣可以与 Li_2CO_3 进行固相合成，重新构建层状结构。氯化焙烧是采用包括 HCl(g) 、 NaCl 、 NH_4Cl 、 $\text{Cl}_2(\text{g})$ 在内的氯化剂与各种金属及金属氧化物发生氯化反应生成金属氯化物，最终根据金属氯化物水溶性的差异来分离回收。相较于硫酸化焙烧，氯化焙烧的反应温度更低，但反应过程中易产生腐蚀设备的 HCl 气体，对环境造成严重污染。

从锂电池回收工艺流程可以看出，锂电池回收工艺链条虽长，但因全自动化，生产周期短，生产中不涉及高成本项目投入，因此加工费不高。

三、锂电池回收商业模式

评估市场上电池回收金属的供应量的变化主要是关注电池回收各环节厂商的加工利润变化。

目前整个锂电池回收环节大体被切割成两段商业模式，即锂电池拆解和黑粉冶炼回收。

第一段是回收废旧锂电池包，里面部分锂电芯直接外售进入梯次利用，剩余锂电芯拆解，获得电池黑粉（正负极混合粉）、废铜箔粒和废铝箔粒进行外售。由于每个电池包退役后内含电芯性能不同，梯次利用比例有差异，因此定价差异较大。目前锂电池回收的经济性跟踪从电芯拆解开始，电芯拆解成本=外采废旧电芯价格+外采运费+加工费，电芯拆解收入=电池黑粉回收量*电池黑粉价格+废铜箔粒回收量*电解铜价*折扣系数+废铝箔粒回收量*电解铝价*折扣系数。根据《废旧锂离子动力蓄电池单体拆解技术规范》(DB34/T3590-2020)规定，废旧电池单体拆解回收的外壳回收率大于 99%，铜铝金属回收率不应低于 95%，正负极材料回收率不低于 98%。

图表 8. 废三元锂电池破碎分选生产线物料平衡表

投入			产出		
物料名称		物料量 (t/a)	物料名称	物料量 (t/a)	去向
废三元锂电池		10000	三元正负极粉	5109.32	产品
其中	三元极粉	5200	铜箔	1396.55	
	电池外壳、废塑料外包装及桩头	1600	铝箔	594.43	
	铜箔	1400	电池外壳、废塑料外包装及桩头	1595.41	
	铝箔	600	颗粒物	0.4425	废气
	电解液	400	非甲烷总烃	5.75	
	隔膜	800	氟化物	0.658	
			收集粉尘	88.0575	固废
			氟化物去除量	65.132	
			非甲烷总烃去除量	1144.25	
合计		10000	合计	10000	

数据来源：湖南启源生态环境科技有限公司《年处理 5 万吨废旧动力锂电池综合回收利用项目（一期）环境影响报告书》，兴证期货研究咨询部

图表 9. 废磷酸铁锂电池破碎分选生产线物料平衡表

投入			产出		
物料名称		物料量 (t/a)	物料名称	物料量 (t/a)	去向
废磷酸铁锂电池		10000	磷酸铁锂正负极粉	4844.27	产品
其中	磷酸铁锂极粉	4900	铜箔	1388.31	
	电池外壳、废塑料外包装及桩头	1950	铝箔	581.22	
	铜箔	1400	电池外壳、废塑料外包装及桩头	1932.41	
	铝箔	600	颗粒物	0.44	废气
	电解液	400	非甲烷总烃	5.5	
	隔膜	750	氟化物	0.658	
			收集粉尘	87.56	固废
			氟化物去除量	65.132	
			非甲烷总烃去除量	1094.5	
合计		10000	合计	10000	

数据来源：湖南启源生态环境科技有限公司《年处理 5 万吨废旧动力锂电池综合回收利用项目（一期）环境影响报告书》，兴证期货研究咨询部

黑粉价格关注金属含量、金属元素计价与金属系数，不同锂电池黑粉因所含的有价金属种类不同，计价模式也有所差异。电池黑粉的计价金属主要为锂、镍、钴，其中，锂元素计价基准为 SMM 碳酸锂(99.2%工业零级/国产)均价折算锂元素价格，即锂元素折算价=工业级碳酸锂价格/18.79%；镍元素价格基准为 SMM 电池级硫酸镍(>22%)均价折算镍元素价格，即镍元素折算价= SMM 电池级硫酸镍:($\geq 22\%$):均价/22%；钴元素价格基准为 SMM 硫酸钴(>20.5%国产)均价折算钴元素价格，即钴元素折算价=SMM 硫酸钴($\geq 20.5\%$ /国产)均价/20.5%。三元电池黑粉的计价元素主要为镍、钴和锂，因此三元电池黑粉价格=镍含量*镍元素折算价*镍系数+钴含量*钴元素折算价*钴系数+锂含量*锂元素折算价*锂系数。磷酸铁锂电池黑粉的有价元素主要是锂，因此磷酸铁锂电池黑粉价格=锂含量*锂元素折算价*锂系数。钴酸锂电池黑粉的有价元素主要是钴和锂，因此钴酸锂电池黑粉价格=钴含量*钴元素折算价*钴系数+锂含量*锂元素折算价*锂系数。

第二段是黑粉冶炼回收企业从锂电池拆解企业采购电池黑粉或者从正极厂和电池厂采购废料极片黑粉，三元黑粉产出主价值产品为工业级碳酸锂、硫酸镍和硫酸钴，LFP 黑粉产出主价值产品为工业级碳酸锂，钴酸锂黑粉产出主价值产品为工业级碳酸锂和硫酸钴。冶炼回收成本=

外采黑粉价格+外采运费+加工费，冶炼回收收入=工业级碳酸锂的回收量*工业级碳酸锂价格+电池级硫酸镍的回收量*电池级硫酸镍价格（若有）+电池级硫酸钴的回收量*电池级硫酸钴价格（若有）。各金属盐产品的回收量与黑粉中各金属的含量和冶炼回收收率有关，目前产业上镍钴收率为 97%-98%，锂收率为 92%左右。由于黑粉冶炼回收企业提取各有价金属的工艺是连贯性的，因此在评估回收厂是否愿意回收锂、镍或钴，是按回收总利润是否可观来评估，而不是单独看提取某个金属是否有利润。

四、总结

未来废旧锂电池回收市场值得高度关注。从锂电池回收规模来看，国内政策催化动力电池进入“全球回收”新纪元，全球动力电池预计在 2026 年进入规模化报废阶段，2030 年进入爆发性报废阶段。2025 年回收产碳酸锂占需求量预计约 7%，2026 年废旧锂电池中碳酸锂可回收体量或可达二十万吨以上。目前锂电池回收的原料主要来自产间废料（正极厂和电池厂的生产废料）和库存退役（长库存电池产品和试验车装机后退回的电芯），来自社会退役电池的体量比较小，据 SMM 预测，2028 年社会退役电池中理论可回收金属量将逐步超过产间废料量。

锂电池回收工艺链条虽长，但因全自动化，生产周期短，生产中不涉及高成本项目投入，加工费不高。从锂电池回收工艺看，锂电池回收工艺链条较长，分为梯次利用和拆解冶炼两条路线。电池回收后根据规格和性能还可使用的进入梯次利用，不能再使用进行拆解冶炼。退役电池单体的电压和容量达到设计值的 40%以上，可外售进行梯级利用作为储能型电池、动力型电池和消费型电池上。拆解冶炼主要分为拆解和冶炼两大主工序。电池拆解分为放电和分离两步。传统湿法冶炼工艺因采用无机酸浸将有价金属置换到溶液里，金属回收率高，目前是国内回收企业的主流技术路线。从锂电池回收工艺流程可以看出，锂电池回收工艺链条虽长，但因全自动化，生产周期短，生产中不涉及高成本项目投入，因此加工费不高。

评估市场上电池回收金属的供应量的变化主要是关注电池回收各环节厂商的加工利润变化。目前整个锂电池回收环节大体被切割成两段商业模式，即锂电池拆解和黑粉冶炼回收：

第一段是回收废旧锂电池包，里面部分锂电芯直接外售进入梯次利用，剩余锂电芯拆解，获得电池黑粉（正负极混合粉）、废铜箔粒和废铝箔粒进行外售。由于每个电池包退役后内含电芯性能不同，梯次利用比例有差异，因此定价差异较大。目前锂电池回收的经济性跟踪从电芯拆解开始。电芯拆解成本=外采废旧电芯价格+外采运费+加工费，电芯拆解收入=电池黑粉回收量*电池黑粉价格+废铜箔粒回收量*电解铜价*折扣系数+废铝箔粒回收量*电解铝价*折扣系数。黑粉价格关注金属含量、金属元素计价与金属系数，不同锂电池黑粉因所含的有价金属种类不同，计价模式也有所差异。

第二段是黑粉冶炼回收企业从锂电池拆解企业采购电池黑粉或者从正极厂和电池厂采购废料极片黑粉，三元黑粉产出主价值产品为工业级碳酸锂、硫酸镍和硫酸钴，LFP 黑粉产出主价值产品为工业级碳酸锂，钴酸锂黑粉产出主价值产品为工业级碳酸锂和硫酸钴。冶炼回收成本=外采黑粉价格+外采运费+加工费，冶炼回收收入=工业级碳酸锂的回收量*工业级碳酸锂价格+电池级硫酸镍的回收量*电池级硫酸镍价格（若有）+电池级硫酸钴的回收量*电池级硫酸钴价格（若有）。各金属盐产品的回收量与黑粉中各金属的含量和冶炼回收收率有关，目前产业上镍钴收率为 97%-98%，锂收率为 92%左右。由于黑粉冶炼工艺的连贯性，评估回收厂是否愿意回收锂、镍或钴，是按回收总利润是否可观评估，而不是单独看提取某个金属是否有利润。

分析师承诺

本人以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。本报告清晰准确地反映了本人的研究观点。报告所采用的数据均来自公开资料，分析逻辑基于本人的职业理解，通过合理判断得出结论，力求客观、公正，结论不受任何第三方的授意影响。本人不曾因也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接接收到任何形式的报酬。

免责声明

本报告的信息均来源于公开资料，我公司对这些信息的准确性和完整性不作任何保证，也不保证所包含的信息和建议不会发生任何变更。文中的观点、结论和建议仅供参考。兴证期货可发出其它与本报告所载资料不一致及有不同结论的报告。本报告及该等报告反映编写分析员的不同设想、见解及分析方法。报告所载资料、意见及推测仅反映分析员于发出此报告日期当日的独立判断。

客户不应视本报告为作出投资决策的惟一因素。本报告中所指的投资及服务可能不适合个别客户，不构成客户私人咨询建议。本公司未确保本报告充分考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。本公司建议客户应考虑本报告的任何意见或建议是否符合其特定状况。

在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的损失负任何责任。

本报告的观点可能与资管团队的观点不同或对立，对于基于本报告全面或部分做出的交易、结果，不论盈利或亏损，兴证期货研究咨询部不承担责任。本报告版权仅为兴证期货有限公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制和发布。如引用、刊发，需注明出处兴证期货研究咨询部，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。